



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ**

**Εφαρμογή για κινητές συσκευές αναζήτησης οχημάτων ιδιωτικής  
χρήσης για κοινόχρηστες διαδρομές μεταξύ έμπιστων επαφών**

**Αργυρίου Ιωάννης**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Επιβλέπων  
Τζιρίτας Νικόλαος**

**Λαμία, 2023**



**UNIVERSITY OF THESSALY**

**SCHOOL OF SCIENCE**

**INFORMATICS AND COMPUTATIONAL BIOMEDICINE**

**Mobile application to search for vehicles of private use for ride  
sharing among trusted contacts**

**Argyriou Ioannis**

**Master thesis**

**Supervisor  
Tziritas Nikolaos**

**Lamia, 2023**





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ  
«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ  
ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»**

**Εφαρμογή για κινητές συσκευές αναζήτησης οχημάτων ιδιωτικής  
χρήσης για κοινόχρηστες διαδρομές μεταξύ έμπιστων επαφών**

**Αργυρίου Ιωάννης**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Επιβλέπων  
Τζιρίτας Νικόλαος**

**Λαμία, 2023**

## «Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Εφαρμογή για κινητές συσκευές αναζήτησης οχημάτων ιδιωτικής χρήσης για κοινόχρηστες διαδρομές μεταξύ έμπιστων επαφών» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο ΔΗΛΩΝ

Αργυρίου Ιωάννης

22/12/2023

**Εφαρμογή για κινητές συσκευές αναζήτησης οχημάτων ιδιωτικής  
χρήσης για κοινόχρηστες διαδρομές μεταξύ έμπιστων επαφών**

**Αργυρίου Ιωάννης**

**Τριμελής Επιτροπή:**

Τζιρίτας Νικόλαος, επιβλέπων

Κολομβάτσος Κωνσταντίνος, επίκουρος καθηγητής

Δημητρίου Γεώργιος, επίκουρος καθηγητής



## Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που με στήριξαν και με βοήθησαν να φέρω εις πέρας τη διπλωματική μου εργασία. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου, κ. Τζιρίτα Νικόλαο και κ. Δημητρίου Γεώργιο, για τη συνεργασία, στήριξη, βοήθεια και καθοδήγησή τους καθ' όλη τη διάρκεια της ακαδημαϊκής μου πορείας. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου που ήταν δίπλα μου και με στήριξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ και να αφιερώσω τη διπλωματική μου εργασία στους αξιότιμους γονείς μου, καθώς χάρη στη συμβολή τους μπόρεσα και κατάφερα να πραγματοποιήσω τα όνειρά μου και να είμαι ο άνθρωπος που είμαι σήμερα.

Ιωάννης Αργυρίου

Λαμία 2023





## Περίληψη

Η κοινή χρήση οχήματος (ride sharing) είναι μια υπηρεσία που παρέχει τη δυνατότητα σε οδηγούς να μοιράζονται τα οχήματά τους με άλλους επιβάτες, συμβάλλοντας σε οφέλη όπως την ελάττωση του κόστους ταξιδιού για τον κάθε επιβαίνοντα και τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στους δρόμους. Το car pooling, όπως αλλιώς ονομάζεται, γίνεται δημοφιλές σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο λόγω της τεράστιας αύξησης του αριθμού των οχημάτων στους δρόμους και της αδιάκοπης αύξησης του κόστους των καυσίμων. Όπως ήταν αναμενόμενο, η διάδοση μιας τόσο χρήσιμης υπηρεσίας οδήγησε γρήγορα εταιρίες και ομάδες στην ανάπτυξη εφαρμογών που υλοποιούν την όλη λογική της υπηρεσίας. Ωστόσο, η πλειονότητα των υφιστάμενων εφαρμογών κοινής χρήσης οχημάτων επικεντρώνεται στη λειτουργικότητα της εφαρμογής και τη βέλτιστη δυνατή μείωση του κόστους των ταξιδιών, δίνοντας λιγότερη έμφαση στην εξασφάλιση του απορρήτου και την προφύλαξη των χρηστών. Αυτό έχει ως απόρροια, η πλειονότητα των ανθρώπων να διακατέχεται από φόβους και ανησυχίες ως προς τη χρήση αυτών των εφαρμογών.

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την υλοποίηση μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές, η οποία προσφέρει την υπηρεσία του ride sharing μαζί με πολλά άλλα χρήσιμα χαρακτηριστικά, ενώ ταυτόχρονα εξαλείφει τον πιο κατασταλτικό παράγοντα χρήσης παρόμοιων εφαρμογών, δηλαδή την έλλειψη εμπιστοσύνης μεταξύ των επιβατών. Αυτό το καταφέρνει δημιουργώντας ένα κλειστό κύκλωμα διαθέσιμων συνεπιβατών για τον κάθε χρήστη, ο οποίος αποτελείται από το σύνολο των επαφών που έχει αποθηκευμένες στη συσκευή του και προαιρετικά από επαφές που διαθέτουν φίλοι και γνωστοί του στις δικές τους συσκευές. Η ανάπτυξη της εφαρμογής περιλαμβάνει την υλοποίηση του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής, ένα REST API που εξυπηρετεί όλα τα αιτήματα της frontend εφαρμογής, καθώς και τον σχεδιασμό της βάσης δεδομένων από την οποία αντλούνται όλες οι απαιτούμενες πληροφορίες.

**Λέξεις-κλειδιά:** ride sharing, car pooling, mobile app, trust, safety, contacts

## Περιεχόμενα

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Εισαγωγή.....                                                                        | 15 |
| 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....                                                       | 18 |
| 3. Θεωρητικό υπόβαθρο .....                                                             | 23 |
| 3.1. Γλώσσες προγραμματισμού .....                                                      | 23 |
| 3.1.1. JavaScript .....                                                                 | 23 |
| 3.1.2. Python.....                                                                      | 24 |
| 3.2. Βάση δεδομένων (PostgreSQL) .....                                                  | 25 |
| 3.3. Backend.....                                                                       | 25 |
| 3.3.1. Express.js.....                                                                  | 25 |
| 3.3.2. Sequelize.....                                                                   | 26 |
| 3.3.3. JSON Web Token (JWT), Access token, Refresh token.....                           | 26 |
| 3.4. Frontend .....                                                                     | 29 |
| 3.4.1. React Native .....                                                               | 29 |
| 3.5. Υπηρεσίες.....                                                                     | 29 |
| 3.5.1. Twilio / Twilio Verify .....                                                     | 29 |
| 3.5.2. OpenStreetMap, Overpass API, Nominatim API .....                                 | 30 |
| 3.5.3. Google Maps / Directions API .....                                               | 31 |
| 3.5.4. Firebase / Firebase Cloud Messaging (FCM).....                                   | 32 |
| 3.6. Ιστοσελίδες άντλησης δεδομένων .....                                               | 33 |
| 3.6.1. fuelprices.gr .....                                                              | 33 |
| 4. Ανάπτυξη εφαρμογής .....                                                             | 35 |
| 4.1. Βοηθητικά προγράμματα .....                                                        | 35 |
| 4.1.1. Εξαγωγή περιφερειών, περιφερειακών ενοτήτων και πόλεων της Ελλάδος από OSM ..... | 35 |
| 4.1.2. Εξαγωγή τιμών καυσίμων .....                                                     | 42 |
| 4.2. Μοντέλα βάσης δεδομένων.....                                                       | 44 |
| 4.2.1. Region (Περιφέρεια) .....                                                        | 44 |
| 4.2.2. Regional Unit (Περιφερειακή ενότητα) .....                                       | 45 |
| 4.2.3. City (Πόλη).....                                                                 | 47 |
| 4.2.4. Fuel Prices (Τιμές καυσίμων).....                                                | 49 |
| 4.2.5. User (Χρήστης).....                                                              | 50 |
| 4.2.6. User Profile (Προφίλ χρήστη) .....                                               | 51 |
| 4.2.7. Contact (Επαφή) .....                                                            | 53 |
| 4.2.7. Trip (Ταξίδι) .....                                                              | 54 |
| 4.2.8. Trip Join Request (Αίτημα συμμετοχής σε ταξίδι) .....                            | 57 |
| 4.3. Backend.....                                                                       | 59 |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 4.3.1. Auth router.....                             | 59  |
| 4.3.2. Regions router.....                          | 60  |
| 4.3.3. Regional Units router .....                  | 60  |
| 4.3.4. Cities router .....                          | 61  |
| 4.3.5. My router .....                              | 61  |
| 4.3.6. Trip routes router .....                     | 63  |
| 4.3.7. Trips router .....                           | 64  |
| 4.3.8. Trip join requests router .....              | 67  |
| 4.4. Frontend .....                                 | 70  |
| 4.4.1. Οθόνη εισαγωγής τηλεφωνικού αριθμού .....    | 70  |
| 4.4.2. Οθόνη εισαγωγής κωδικού επαλήθευσης.....     | 71  |
| 4.4.3. Οθόνη χορήγησης άδειας ειδοποιήσεων .....    | 72  |
| 4.4.4. Οθόνη εξερεύνησης / αναζήτησης ταξιδιών..... | 73  |
| 4.4.5. Οθόνη φίλτρων .....                          | 77  |
| 4.4.6. Οθόνη αναζήτησης.....                        | 79  |
| 4.4.7. Οθόνη διαχείρισης / προβολής ταξιδιού .....  | 80  |
| 4.4.8. Οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών .....       | 92  |
| 4.4.9. Οθόνη επαφών .....                           | 95  |
| 4.4.10. Οθόνη προφίλ .....                          | 96  |
| 5. Συμπεράσματα και μελλοντικές προσεγγίσεις.....   | 100 |
| 6. Βιβλιογραφία.....                                | 102 |

## Εικόνες

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 1 - Το πλαίσιο οριοθέτησης (bounding box) της Λαμίας.....                                                              | 35 |
| Εικόνα 2 - Ερώτημα εξαγωγής των περιφερειών και περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδος από το OSM.....                            | 36 |
| Εικόνα 3 - Μέρος της απάντησης για το ερώτημα εξαγωγής των περιφερειών και περιφερειακών ενοτήτων της Ελλάδος από το OSM..... | 37 |
| Εικόνα 4 - Ερώτημα εξαγωγής των πόλεων της Ελλάδος από το OSM.....                                                            | 38 |
| Εικόνα 5 - Ερώτημα εξαγωγής των κωμοπόλεων της Ελλάδος από το OSM.....                                                        | 38 |
| Εικόνα 6 - Μέρος της απάντησης για το ερώτημα εξαγωγής των πόλεων της Ελλάδος από το OSM.....                                 | 39 |
| Εικόνα 7 - Μέρος της απάντησης για το ερώτημα εξαγωγής των κωμοπόλεων της Ελλάδος από το OSM.....                             | 39 |
| Εικόνα 8 – Μέρος του αρχείου εξόδου του script εξαγωγής γεωγραφικών δεδομένων της Ελλάδος.....                                | 41 |
| Εικόνα 9 – Μέρος του αρχείου εξόδου του script εξαγωγής των τιμών καυσίμων στην Ελλάδα.....                                   | 43 |
| Εικόνα 10 – Οθόνη εισαγωγής αριθμού τηλεφώνου.....                                                                            | 70 |
| Εικόνα 11 – SMS κωδικού επαλήθευσης Twilio Verify.....                                                                        | 70 |
| Εικόνα 12 – Οθόνη εισαγωγής κωδικού επαλήθευσης.....                                                                          | 72 |
| Εικόνα 13 – Αποτυχία αυθεντικοποίησης χρήστη.....                                                                             | 72 |
| Εικόνα 14 – Οθόνη χορήγησης άδειας ειδοποιήσεων.....                                                                          | 73 |
| Εικόνα 15 – Διεπαφή χορήγησης αδειών στο Λ.Σ. Android 13.....                                                                 | 73 |
| Εικόνα 16 – Οθόνη εξερεύνησης / αναζήτησης ταξιδιών κλειστού κύκλου.....                                                      | 75 |
| Εικόνα 17 – Οθόνη εξερεύνησης / αναζήτησης δημοσίων ταξιδιών.....                                                             | 75 |
| Εικόνα 18 – Προτροπή για χορήγηση άδειας πρόσβασης στις επαφές.....                                                           | 76 |
| Εικόνα 19 – Προτροπή για προσθήκη επαφής.....                                                                                 | 76 |
| Εικόνα 20 – Αποτροπή χρήστη για δημιουργία ταξιδιών.....                                                                      | 76 |
| Εικόνα 21 – Οθόνη φίλτρων (Φίλτρο τόπου αναχώρησης).....                                                                      | 78 |
| Εικόνα 22 – Οθόνη φίλτρων (Φίλτρο ημερομηνίας).....                                                                           | 78 |
| Εικόνα 23 – Οθόνη φίλτρων (Φίλτρο οχημάτων).....                                                                              | 79 |
| Εικόνα 24 – Οθόνη φίλτρων (Φίλτρο αριθμού ατόμων).....                                                                        | 79 |
| Εικόνα 25 – Οθόνη αναζήτησης περιοχής.....                                                                                    | 80 |
| Εικόνα 26 – Οθόνη αναζήτησης περιοχής με εφαρμοσμένο όρο αναζήτησης.....                                                      | 80 |
| Εικόνα 27 – Οθόνη δημιουργίας ταξιδιού.....                                                                                   | 81 |
| Εικόνα 28 – Οθόνη δημιουργίας ταξιδιού (Αυτόματη ανίχνευση τόπου αναχώρησης).....                                             | 81 |
| Εικόνα 29 – Οθόνη δημιουργίας ταξιδιού (Επιλογή διαδρομής).....                                                               | 82 |
| Εικόνα 30 – Οθόνη δημιουργίας ταξιδιού (Επιλογή διαδρομής 2).....                                                             | 82 |
| Εικόνα 31 – Οθόνη επεξεργασίας ενεργού ταξιδιού.....                                                                          | 84 |
| Εικόνα 32 – Οθόνη επεξεργασίας ανενεργού ταξιδιού.....                                                                        | 84 |
| Εικόνα 33 – Ειδοποίηση push ενημέρωσης ταξιδιού.....                                                                          | 85 |
| Εικόνα 34 – Ειδοποίηση push ακύρωσης ταξιδιού.....                                                                            | 85 |
| Εικόνα 35 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (επαφής 2 <sup>ου</sup> επιπέδου με αμοιβή).....                                          | 86 |
| Εικόνα 36 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (δημόσιο και χωρίς αμοιβή).....                                                           | 86 |
| Εικόνα 37 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες ενδιαφερόμενου).....                                                | 87 |
| Εικόνα 38 – Ειδοποίηση push νέου αιτήματος συμμετοχής.....                                                                    | 87 |
| Εικόνα 39 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες συμμετέχοντα).....                                                  | 88 |
| Εικόνα 40 – Ειδοποίηση push αποχώρησης συμμετέχοντα.....                                                                      | 88 |
| Εικόνα 41 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες ενδιαφερόμενου με αίτημα συμμετοχής σε εκκρεμότητα).....            | 89 |
| Εικόνα 42 – Ειδοποίηση push ακύρωσης αιτήματος συμμετοχής.....                                                                | 89 |

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 43 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες ενδιαφερόμενου με απορριφθέν αίτημα συμμετοχής) .....     | 90 |
| Εικόνα 44 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες ενδιαφερόμενου με απορριφθέν αίτημα συμμετοχής - 2) ..... | 90 |
| Εικόνα 45 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Αναδυόμενο παράθυρο επικοινωνίας) .....                                        | 91 |
| Εικόνα 46 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Αναδυόμενο παράθυρο επικοινωνίας - 2) .....                                    | 91 |
| Εικόνα 47 – Οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών (Δημοσιευμένα ταξίδια του χρήστη) .....                                | 93 |
| Εικόνα 48 – Οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών (Ταξίδια στα οποία συμμετέχει ο χρήστης) .....                         | 93 |
| Εικόνα 49 – Οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών (Μήνυμα αυτόματης απόρριψης αιτήματος συμμετοχής) .....                | 93 |
| Εικόνα 50 – Ειδοποίηση push εγκεκριμένου αιτήματος συμμετοχής .....                                                 | 94 |
| Εικόνα 51 – Ειδοποίηση push απορριφθέντος αιτήματος συμμετοχής .....                                                | 94 |
| Εικόνα 52 – Οθόνη επαφών με ενεργή την κοινοποίηση επαφών .....                                                     | 95 |
| Εικόνα 53 – Οθόνη επαφών με ανενεργή την κοινοποίηση επαφών .....                                                   | 95 |
| Εικόνα 54 – Οθόνη προφίλ χρήστη με ορισμένο ονοματεπώνυμο .....                                                     | 96 |
| Εικόνα 55 – Οθόνη προφίλ χρήστη χωρίς ορισμένο ονοματεπώνυμο .....                                                  | 96 |
| Εικόνα 56 – Οθόνη στοιχείων προφίλ .....                                                                            | 97 |
| Εικόνα 57 – Οθόνη ρυθμίσεων εφαρμογής (ρυθμίσεις αναρτήσεων κλειστού κύκλου) .....                                  | 98 |
| Εικόνα 58 – Οθόνη ρυθμίσεων εφαρμογής (ρυθμίσεις δημοσίων αναρτήσεων) .....                                         | 98 |

## 1. Εισαγωγή

Η ραγδαία αύξηση του κόστους των καυσίμων, η κυκλοφοριακή συμφόρηση και η μόλυνση του περιβάλλοντος έχουν δημιουργήσει την ανάγκη ανάπτυξης εφαρμογών που βασίζονται στο μοντέλο «μετακίνησης κατά ζήτηση» (Mobility-on-Demand - MoD). Πιο συγκεκριμένα, τέτοιου τύπου συστήματα αποσκοπούν στο συνδυασμό της άνεσης των μηχανοκίνητων οχημάτων με τη μείωση του κόστους μετακίνησης και της μόλυνσης του περιβάλλοντος.<sup>[1]</sup> Η ζήτηση για υπηρεσίες κοινής χρήσης οχημάτων, που στοχεύουν να φέρουν κοντά ταξιδιώτες με παρόμοια δρομολόγια και χρονοδιαγράμματα, έχει αυξηθεί απότομα τα τελευταία χρόνια.

Το λεγόμενο «ride sharing» αποτελεί τη διαδικασία κατά την οποία μία ομάδα ατόμων μοιράζεται ένα όχημα για την πραγματοποίηση ενός ταξιδιού, κατά τη διάρκεια του οποίου προαιρετικά γίνονται στάσεις προκειμένου να επιβιβαστούν ή να αφιχθούν οι επιβάτες.<sup>[2]</sup> Η κοινή χρήση οχημάτων υπόσχεται να προσφέρει στους χρήστες μία ευέλικτη και άνετη μετακίνηση, καθώς και τη δυνατότητα διαμοιρασμού των εξόδων ενός ταξιδιού. Πέρα από τα οικονομικά προνόμια που ευνοούν κάθε επιβάτη, με το ride sharing ενισχύεται η ανάπτυξη της κοινωνική συναναστροφής και η διαμόρφωση σχέσεων μεταξύ των χρηστών.<sup>[3]</sup>

Αναμφίβολα, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που θα μπορούσαν να εμποδίσουν την προθυμία των ανθρώπων να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές ride sharing. Τέτοιοι παράγοντες αφορούν τη σωματική ασφάλεια, την ιδιωτικότητα των δεδομένων των χρηστών (GDPR), καθώς και την έλλειψη εμπιστοσύνης μεταξύ τους.<sup>[4]</sup> Τα περισσότερα υφιστάμενα συστήματα είτε δεν ενδιαφέρονται καθόλου για την ασφάλεια των χρηστών προκειμένου να διατηρούν τον αριθμό των αναρτημένων ταξιδιών υψηλό, είτε βασίζονται σε κάποιο σύστημα αξιολόγησης μεταξύ των χρηστών, το οποίο όμως είναι ευάλωτο σε άλλα προβλήματα, όπως ψευδείς αξιολογήσεις ή αμέλεια των χρηστών να αξιολογήσουν τον οδηγό. Παρόλο που έχουν πραγματοποιηθεί αμέτρητες προσπάθειες επίλυσης των μειονεκτημάτων, το ζήτημα της εμπιστοσύνης οδηγού-επιβάτη παραμένει κατασταλτικός παράγοντας.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μίας εφαρμογής για κινητές συσκευές (mobile app) που διατηρεί ένα αξιόπιστο δίκτυο συνεπιβατισμού (carpooling network) με σκοπό την εκπόνηση οδικών ταξιδιών ανεξαρτήτου απόστασης. Τα αποτελέσματα (ταξίδια) που λαμβάνουν οι χρήστες είναι αναρτήσεις που έχουν γίνει είτε από επαφές που

διαθέτουν οι ίδιοι στις κινητές συσκευές τους, είτε από επαφές που έχουν δεχτεί να διαμοιράζονται φίλοι και γνωστοί μαζί του (αναφέρονται ως «επαφές 2<sup>ου</sup> επιπέδου»). Για λόγους πληρότητας, δίνεται και η δυνατότητα ανάρτησης δημόσιων ταξιδιών, αλλά δεν είναι κύριο μέλημα της εφαρμογής.

Χάρη στο γεγονός ότι η επικοινωνία μεταξύ επαφών γίνεται κατά βάση μέσω τηλεφωνικών αριθμών, έχουμε τη δυνατότητα να αντικαταστήσουμε τον κλασσικό τρόπο αυθεντικοποίησης του χρήστη (μέσω διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (email) και κωδικού πρόσβασης (password)), με έναν κωδικό OTP (One Time Password) που αποστέλλεται στον αριθμό τηλεφώνου του χρήστη κάθε φορά που επιθυμεί να πραγματοποιήσει σύνδεση στο σύστημα. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να είμαστε σίγουροι ότι ο χρήστης είναι πράγματι κάτοχος του αριθμού, προσφέροντας ταυτόχρονα μια εύκολη και ευχάριστη εμπειρία σύνδεσης.

Ενδεικτικά, άλλα χαρακτηριστικά που έχουν υλοποιηθεί και τα οποία ενδέχεται οι χρήστες να βρουν χρήσιμα είναι:

- Η δυνατότητα φιλτραρίσματος των ταξιδιών βάσει κριτηρίων του χρήστη (εύρος ημερομηνιών, τύπο οχήματος, πλήθος ατόμων, κλπ.)
- Υποστήριξη στάσεων στα ταξίδια. Πρακτικά, αν ο οδηγός είναι διατεθειμένος να κάνει στάση κατά την εκτέλεση του ταξιδιού του και ο τόπος αναχώρησης / προορισμού ενός ενδιαφερόμενου είναι στον δρόμο του οδηγού, το ταξίδι συμπεριλαμβάνεται στα αποτελέσματα.
- Δυνατότητα επιλογής της διαδρομής του ταξιδιού από τον οδηγό σε περίπτωση πολλών διαθέσιμων
- Απεικόνιση της διαδρομής σε διαδραστικό χάρτη και πληροφόρηση του χρήστη σχετικά με τη χιλιομετρική απόσταση και τον εκτιμώμενο χρόνο ταξιδιού
- Υπολογιστή εκτιμώμενου κόστους ταξιδιού για κάθε επιβάτη
- Εύκολη επικοινωνία μεταξύ των χρηστών μέσω τηλεφώνου και κοινωνικών δικτύων
- Γνώση του χρήστη για το ποιες επαφές του χρησιμοποιούν την εφαρμογή
- Παραμετροποίηση της εφαρμογής βάσει ρυθμίσεων
- Ειδοποιήσεις push για οτιδήποτε συμβαίνει στο σύστημα και ενδιαφέρει τον χρήστη

Η ιδέα μιας υπηρεσίας ride sharing, πάνω στην οποία βασίστηκε η εφαρμογή, αποτελεί τον βασικό κορμό ποικίλων άλλων εφαρμογών, με την καθεμία να έχει τις δικές της ιδιαιτερότητες



(Ενότητα 2). Η καινοτομία, όμως, που διαφοροποιεί το αναπτυσσόμενο σύστημα από τα υπόλοιπα είναι η δημιουργία ενός κλειστού συνόλου ταξιδιών στα οποία έχει πρόσβαση ο κάθε χρήστης, των οποίων οι οδηγοί είναι άτομα που γνωρίζει και μπορεί να εμπιστευτεί. Επιπρόσθετα, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη προστασία των προσωπικών δεδομένων των χρηστών σε κάθε λειτουργία του συστήματος, ενώ παράλληλα προσφέρονται πολλά χρήσιμα χαρακτηριστικά για την καλύτερη δυνατή εμπειρία των χρηστών.

Η παρούσα διπλωματική εργασία περιλαμβάνει πέντε βασικές ενότητες. Η δεύτερη ενότητα αποτελεί μία σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση των σημαντικότερων συναφών ερευνητικών έργων. Στην τρίτη ενότητα παρουσιάζονται σε θεωρητικό επίπεδο οι γλώσσες, τα εργαλεία, οι μεθοδολογίες και οι υπηρεσίες που χρησιμοποιηθήκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής, ενώ στην τέταρτη ενότητα, αναλύεται όλη η δομή και η λειτουργία του συστήματος σε τεχνικό επίπεδο. Τέλος, στην πέμπτη ενότητα αναφέρονται κάποια συμπεράσματα και μερικές πιθανές βελτιώσεις που θα μπορούσε να δεχθεί η εφαρμογή.

## 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η δημιουργία εφαρμογών κοινής χρήσης οχημάτων έχει κεντρίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον τις τελευταίες δεκαετίες. Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε από τους Mitropoulos et al. το 2021, έφερε στην επιφάνεια την ύπαρξη 29 διαδικτυακών πλατφορμών παγκοσμίως.<sup>[5]</sup> Παρακάτω παρέχεται μία σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση των σημαντικότερων ερευνητικών έργων που έχουν ασχοληθεί με την ανάπτυξη εφαρμογών ride sharing.

Αρχικά, ο Teal σε μία εξονυχιστική έρευνα που πραγματοποίησε το έτος 1987, αναφέρθηκε στον όρο «ride sharing» ως «οποιοσδήποτε μοιράζεται το προσωπικό του μέσο μεταφοράς με κάποιον συνάδελφό του για τη μετακίνησή τους στον χώρο εργασίας». Πέρα από τον ορισμό, διεξήγαγε σημαντικά συμπεράσματα ως προς τους παράγοντες χρήσης του ride sharing, οι οποίοι σχετίζονταν άμεσα με την οικονομική δυνατότητα του κάθε εργαζομένου.<sup>[6]</sup>

Με την πάροδο των χρόνων ο ορισμός αυτός διαφοροποιήθηκε, ώσπου το 2006 στη Γαλλία προτάθηκε το μεγαλύτερο δίκτυο ride sharing, το οποίο υποστηρίζει διαδρομές μεγάλης απόστασης και διαμοιρασμό του κόστους ταξιδιού. Η πλατφόρμα αυτή ονομάστηκε «Blablacar» και αποτελεί μέχρι σήμερα έναν από τους κολοσσούς στον τομέα της οργάνωσης κοινών ταξιδιών. Η υπηρεσία παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας προσωπικού λογαριασμού, οργάνωσης ταξιδιού, καθώς και αξιολόγησης χρηστών και ταξιδιών.<sup>[7][8]</sup>

Οι Mayur, Thorat περιέγραψαν ένα σύστημα κοινής πραγματοποίησης ταξιδιών το οποίο περιλαμβάνει τη χρήση ειδοποιήσεων μέσω σύντομων μηνυμάτων (Short Message Service – SMS). Στην έρευνά τους φαίνεται να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην επίλυση προβλημάτων που εντοπίστηκαν στο παρελθόν με σκοπό να το καταστήσουν πιο ασφαλές. Η μεγαλύτερη καινοτομία τους, όμως, εδράζεται στην ενσωμάτωση τυφλών ανθρώπων στη βάση των χρηστών, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνική αναγνώρισης ομιλίας ώστε να εντοπίζουν την ακριβή τοποθεσία.<sup>[9]</sup>

Το 2012 οι Chan, Shaheen έδωσαν έναν πιο αντιπροσωπευτικό ορισμό, χαρακτηρίζοντας το ride sharing ως «ομαδοποίηση ατόμων για την πραγματοποίηση ταξιδιών με τη χρήση αυτοκινήτου ή βαν».<sup>[10]</sup>

Παρόλο που με την πάροδο του χρόνου προτάθηκαν πολλά παρόμοια συστήματα, κανένα εξ αυτών δε λάμβανε υπόψιν σημαντικά χαρακτηριστικά που αφορούν τη σχέση οδηγών και επιβατών. Τον Οκτώβριο του 2018, η έρευνα που διεξήχθη από τους Qadir et al., επικεντρώθηκε στην εξισορρόπηση των κινήτρων τόσο των επιβατών όσο και των οδηγών, λαμβάνοντας υπόψιν τις πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας (καθυστερήση, χωρητικότητα οχήματος, ορθός διαμοιρασμός εξόδων, κλπ.). Επιπλέον, η χρήση του Παγκόσμιου Συστήματος Στιγματοθέτησης (Global Positioning System – GPS) για την αξιολόγηση της εφαρμογής έδωσε μία νέα διάσταση στο σύστημα.<sup>[11]</sup>

Το 2019, οι Sonet et al. πρότειναν ένα σύστημα συνεπιβατισμού το οποίο βασίζεται σε έναν αλγόριθμο βελτιστοποίησης. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα αυτό αποδέχεται μόνο τα αιτήματα που ικανοποιούν τον χρήστη κατά τον βέλτιστο τρόπο. Η βασική προϋπόθεση για την επιλογή του κάθε επιβάτη είναι είτε να βρίσκεται σε κοντινή απόσταση, είτε να έχει κοινό προορισμό με τον εκάστοτε οδηγό.<sup>[12]</sup>

Η τεχνολογία, όπως και σε κάθε άλλο τομέα, φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και βελτιστοποίηση εφαρμογών κοινής πραγματοποίησης ταξιδιών. Έτσι λοιπόν, οι Baza et al. πρότειναν ένα σύστημα που βασίζεται σε ένα δημόσιο blockchain και στόχος του είναι η προστασία των προσωπικών δεδομένων των χρηστών. Η εφαρμογή ονομάστηκε «B-Ride». Στο B-Ride, η τοποθεσία του οδηγού και του επιβάτη αποτελεί απόρρητο και προσδιορίζεται με μία τεχνική που ονομάζεται «cloaking». Στο σύστημα, η περιοχή είναι καταγεγραμμένη σε κελιά και η τοποθεσία του επιβάτη ή του οδηγού προσδιορίζεται μόνο με τον αριθμό του κελιού. Τέλος, τα αιτήματα των επιβατών ανεβαίνουν στην αλυσίδα συστοιχιών (blockchain) στην οποία, ύστερα, οι οδηγοί ανεβάζουν τις προσφορές ταξιδιού σε κρυπτογραφημένη μορφή με τη χρήση δημοσίων κλειδιών.<sup>[13]</sup>

Οι Anthopoulos και Tzimos διεξήγαγαν το 2021 μία βιβλιογραφική ανασκόπηση για την εξέλιξη συστημάτων συνεπιβατισμού μέσα στις επονομαζόμενες «έξυπνες πόλεις». Επιπλέον, εντόπισαν κατασταλτικούς και ανασταλτικούς παράγοντες χρήσης αυτών των εφαρμογών.<sup>[14]</sup> Την ίδια χρονιά, οι ίδιοι επηρεασμένοι από την παγκόσμια πανδημία του κορονοϊού επιδίωξαν να αποδείξουν την αξία των έξυπνων συστημάτων συνεπιβατισμού ακόμη και σε δύσκολες περιόδους. Σημαντικό σημείο της ανάλυσής τους αποτελεί η εξασφάλιση ασφαλών συναλλαγών μεταξύ των χρηστών.<sup>[15]</sup>

Παρόμοιες έρευνες πραγματοποιήθηκαν και από άλλες ερευνητικές ομάδες οι οποίες συνέβαλαν στην καταγραφή και σύγκριση εφαρμογών.<sup>[5]</sup> Πιο πρόσφατες εφαρμογές αποσκοπούν στη δημιουργία ενός φιλικού περιβάλλοντος ως προς τον χρήστη.

Το 2022 οι Tyagi et al. κατασκεύασαν ένα έξυπνο σύστημα κοινής χρήσης οχημάτων χρησιμοποιώντας ως βασικές μετρικές την απόσταση και τον χρόνο. Ο υπολογισμός της βέλτιστης απόστασης βασίζεται στον γνωστό αλγόριθμο του κοντινότερου γείτονα (KNN). Ταυτόχρονα, κατά το σχεδιασμό της εφαρμογής επιδιώχθηκε να είναι όσον το δυνατόν πιο εύκολη στη χρήση.<sup>[16]</sup>

Πέρα από τις διεθνείς ερευνητικές μελέτες, υπάρχουν και αξιόλογες προσπάθειες Ελλήνων φοιτητών οι οποίοι κατόρθωσαν στα πλαίσια εκπόνησης των διπλωματικών τους εργασιών να κατασκευάσουν εφαρμογές συνεπιβατισμού. Πιο συγκεκριμένα, οι εργασίες αυτές έχουν κοινούς σκοπούς, αλλά διαφέρουν ως προς τη σχεδίαση και τη μέθοδο επιλογής επιβατών.

Το 2017, ο Δημητρός κατασκεύασε μία εφαρμογή για κινητές συσκευές διαμοιρασμού αυτοκινήτων. Η εφαρμογή αυτή ονομάζεται «AwesomeCar» και στόχος της είναι η διευκόλυνση της καθημερινής μετακίνησης κυρίως φοιτητών και εργαζομένων. Ο κάθε χρήστης δημιουργεί ένα προφίλ όπου παρέχει πληροφορίες για τον εαυτό του, για το αυτοκίνητο του, ενώ για τους οδηγούς συγκεκριμένα υπάρχει η βαθμολογία τους και το σύνολο των διαδρομών που έχουν πραγματοποιήσει. Ταυτόχρονα, δίνεται η δυνατότητα επιλογής τοποθεσίας με τη χρήση των διαδικτυακών χαρτών. Κάθε αίτημα στέλνεται στον οδηγό με τη χρήση ειδοποιήσεων (push notifications). Με λίγα λόγια, η τεχνολογική ανάπτυξη σε συνδυασμό με την εξοικείωση των ανθρώπων με τις τεχνολογικές υπηρεσίες έθεσε τα θεμέλια για την ανάπτυξη μίας εφαρμογής συνεπιβατισμού που αντιμετωπίζει την ανάγκη μετακίνησης των ανθρώπων στον εργασιακό τους χώρο.<sup>[17]</sup>

Λίγα χρόνια αργότερα, ο Παππάς δίνει μία νέα διάσταση στο θέμα, προτείνοντας τη σχεδίαση μίας διαδικτυακής και κινητής εφαρμογής που θα υποστηρίζει τον διαμοιρασμό αυτοκινήτου για την εκπόνηση μακρινών ταξιδιών. Στόχος της είναι άτομα με κοινό προορισμό να μοιράζονται τα έξοδα ενός μεγάλου ταξιδιού. Η πλατφόρμα διαφέρει από τις προηγούμενες ως προς το σχεδιασμό, ενώ παρέχεται και η δυνατότητα σύνδεσης του χρήστη με τον

λογαριασμό του στο Facebook. Και σε αυτή την υλοποίηση στέλνονται ειδοποιήσεις, με τη διαφορά ότι παρέχουν λεπτομέρειες του ταξιδιού.<sup>[18]</sup>

Την ίδια χρονιά, ο Τουτουντζόγλου προτείνει μία εικονογραφημένη διαδικτυακή εφαρμογή, με την καινοτομία ότι δίνει μεγάλη έμφαση στην αξιοπιστία και στην εμπιστοσύνη μεταξύ των χρηστών. Παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχει υλοποίηση, η ερευνητική εργασία προτείνει τη σχεδίαση ενός βελτιωμένου και αξιόπιστου συστήματος το οποίο θα φέρει το όνομα «RideHop». Παρέχει όλα τα χαρακτηριστικά των προαναφερθεισών εφαρμογών, καθώς και κάποιων επιπλέον φίλτρων ταξιδιών (κάπνισμα, κατοικίδια, κλπ.). Η σύνδεση του χρήστη μπορεί να γίνει και μέσω Facebook, LinkedIn ή Twitter. Επιπλέον, πραγματοποιείται πολλαπλή ταυτοποίηση του χρήστη, καθώς επιβεβαιώνεται ο αριθμός τηλεφώνου, η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (email) και ζητείται επίσημο έγγραφο (ταυτότητα, διαβατήριο, δίπλωμα), το οποίο διατηρείται στη βάση του RideHop για πέντε χρόνια. Η μεγαλύτερη καινοτομία του αφορά την ενσωμάτωση κλήσεων μέσω Skype, κατά τη διάρκεια των οποίων οι επιβάτες θα πραγματοποιούν μία ολιγόλεπτη συζήτηση με τον οδηγό. Όλες οι κλήσεις θα αποθηκεύονται ανεξαιρέτως στη βάση δεδομένων και θα διαγράφονται μόνο μετά το πέρας των πέντε χρόνων.<sup>[19]</sup>

Τον Σεπτέμβριο του 2022, ο Πολύζος σχεδίασε μία εφαρμογή συνεπιβίβασης για κινητές συσκευές, η οποία κατά κύριο λόγο στοχεύει στο χαμηλό κόστος μεταφοράς. Παρέχει δυνατότητες δημιουργίας προφίλ, αξιολόγησης, ειδοποιήσεων και προορίζεται μόνο για κοντινές διαδρομές μέσα στην πόλη. Σε περίπτωση μεγάλης απόστασης μεταξύ οδηγού και επιβάτη, γίνεται απόρριψη του επιβάτη, ο οποίος ύστερα από την άφιξή του στον προορισμό διαγράφεται από την οθόνη του οδηγού ώστε να αποφεύγεται η υπερφόρτωση του χάρτη. Μία σημαντική διαφορά αποτελεί η χρήση των δυνατοτήτων του GPS με σκοπό την εύρεση της κοντινότερης διαδρομής ανάμεσα στον οδηγό και στον επιβάτη. Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι η καινοτομία τους εδράζεται στην παρακολούθηση και ανανέωση της τοποθεσίας σε πραγματικό χρόνο.<sup>[20]</sup>

Παρατηρείται λοιπόν, ότι η κατασκευή συστημάτων συνεπιβατισμού για την εκπόνηση ταξιδιών, τόσο κοντινών όσο και μακρινών αποστάσεων, έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό τον επιστημονικό κλάδο παγκοσμίως. Ωστόσο, γίνεται εύκολα αντιληπτή μία πτωτική πορεία, η οποία οφείλεται κατά κύριο λόγο στην έλλειψη εμπιστοσύνης μεταξύ των χρηστών, γεγονός απολύτως κατανοητό αν αναλογιστεί κανείς τα ποσοστά εγκληματικότητας και εκμετάλλευσης

που επικρατούν. Επομένως, λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω, η παρούσα διπλωματική επιδιώκει να επιλύσει προβλήματα όσον αφορά το κόστος, την εδραίωση εμπιστοσύνης οδηγού-επιβάτη, καθώς και να προστατεύσει τα προσωπικά δεδομένα των χρηστών.

## 3. Θεωρητικό υπόβαθρο

### 3.1. Γλώσσες προγραμματισμού

#### 3.1.1. JavaScript

Η JavaScript είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που αποτελεί μία από τις κύριες τεχνολογίες του παγκόσμιου ιστού (Word Wide Web / WWW), συνοδευόμενη από τις γλώσσες HTML (HyperText Markup Language) και CSS (Cascading Style Sheets). Σε αντίθεση με την HTML που αναπαριστά τον κορμό μιας ιστοσελίδας (κουμπιά, φόρμες, εικόνες, κείμενο, κλπ.) και τη CSS που χρησιμοποιείται για την οπτική σχεδίασή της (τύπος και μέγεθος γραμματοσειράς, χρώματα, σχέδια, κλπ.), η JavaScript αναπτύχθηκε για τη δημιουργία δυναμικού και διαδραστικού περιεχομένου μέσα σε αυτές. Χάρη σε αυτή, έχουμε τη δυνατότητα σήμερα να απολαμβάνουμε την πλοήγηση σε ιστοσελίδες που είναι ελκυστικές και φιλικές προς κάθε τύπο χρήστη.

Με το πέρασμα του χρόνου, οι σύγχρονες απαιτήσεις για τη δημιουργία πολυσύνθετων ιστοτόπων, σε συνδυασμό με την ανάγκη των προγραμματιστών για εύκολη και γρήγορη ανάπτυξη και συντήρησή τους, οδήγησε κάποιες εταιρίες στη δημιουργία βιβλιοθηκών που άρχισαν να κάνουν την ανάπτυξη ιστοσελίδων ευκολότερη και οικονομικά αποδοτικότερη. Οι πιο δημοφιλείς από αυτές είναι οι jQuery, Angular (Google), React (Facebook) και η Vue. Φυσικά, όλες αυτές οι βιβλιοθήκες χρησιμοποιούν τόσο στο προσκήνιο όσο και το παρασκήνιο τη JavaScript, καθώς παραμένει ακόμη και σήμερα να είναι η κυρίαρχη γλώσσα που υποστηρίζεται από τα προγράμματα περιήγησης για να είναι εφικτή η διαδραστικότητα στις ιστοσελίδες.

Η δημοτικότητα, η συνεχής ανάπτυξη της γλώσσας και ο εμπλουτισμός του οικοσυστήματός της με πολύ χρήσιμες τρίτες βιβλιοθήκες, κέντρισε το ενδιαφέρον των προγραμματιστών, με αποτέλεσμα το 2009 να καταφέρουν να «εξάγουν» τη γλώσσα από τους περιηγητές και να δημιουργήσουν το περιβάλλον Node.js. Πρόκειται για ένα περιβάλλον ανοιχτού κώδικα, ικανό να τρέξει σε όλα τα μοντέρνα λειτουργικά συστήματα και το οποίο δημιουργήθηκε με σκοπό τη δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών σε JavaScript που τρέχουν αυτόνομα και γρήγορα σε κάθε τύπο υπολογιστή, χωρίς την απαίτηση ύπαρξης κάποιου

προγράμματος περιήγησης (server-side scripting). Περιορισμοί όπως η απόκτηση πρόσβασης στο σύστημα αρχείων του υπολογιστή εκτός του browser ξεπεράστηκαν, δίνοντάς μας την ευκαιρία ανάπτυξης εφαρμογών ανεξαρτήτως απαιτήσεων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή για κινητά της παρούσας εργασίας αναπτύχθηκε με τη βιβλιοθήκη React Native που είναι μια επέκταση της React και η οποία μας επιτρέπει να αναπτύξουμε εφαρμογές για κινητές συσκευές με κώδικα βασισμένο στη JavaScript, χωρίς την ανάγκη γνώσης κάποιας «οικείας» γλώσσας των λειτουργικών συστημάτων κινητών συσκευών (Java, Kotlin, Objective-C, Swift, κλπ.).

Παράλληλα, το σύστημα υποστήριξης (backend) της εφαρμογής γράφτηκε με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης Express.js, της πιο διάσημης βιβλιοθήκης/framework στο οικοσύστημα της JavaScript που μας επιτρέπει να αναπτύξουμε διαδικτυακές εφαρμογές και API (Application Programming Interfaces / Διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών), πάντα χάρη στην ύπαρξη του περιβάλλοντος Node.js. Και οι δύο βιβλιοθήκες αναλύονται περισσότερο παρακάτω.

### 3.1.2. Python

Η Python είναι μία από τις δημοφιλέστερες γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, το οποίο οφείλεται στην απλότητα και την αναγνωσιμότητά της. Σε συνδυασμό με την εκτεταμένη συλλογή ενσωματωμένων βιβλιοθηκών που διαθέτει, την υποστηρικτική κοινότητά της και το τεράστιο οικοσύστημά της, έχει επιτύχει να διδάσκεται ως η βασική γλώσσα προγραμματισμού στην εκπαίδευση, αλλά και να επεκταθεί στους περισσότερους κλάδους της πληροφορικής. Μερικοί από αυτούς είναι η ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών, εφαρμογές desktop, η ανάπτυξη ηλεκτρονικών παιχνιδιών, η μηχανική μάθηση, η τεχνητή νοημοσύνη, καθώς και το Internet of Things (IoT).

Με τη χρήση της Python επιτεύχθηκε η συγγραφή του ενός εκ των δύο βοηθητικών προγραμμάτων που υποστηρίζουν την εφαρμογή της παρούσας εργασίας. Συνοπτικά, το πρόγραμμα πραγματοποιεί την εξαγωγή και επεξεργασία των τιμών των καυσίμων από τα έγγραφα που αναρτώνται στην ιστοσελίδα [fuelprices.gr](http://fuelprices.gr) (παρουσιάζεται παρακάτω), οι οποίες συνδράμουν στον υπολογισμό του κόστους των ταξιδιών που αναρτώνται από τους χρήστες της εφαρμογής.



## 3.2. Βάση δεδομένων (PostgreSQL)

Η PostgreSQL, γνωστή και ως απλά Postgres, είναι ένα από τα πιο γνωστά δωρεάν συστήματα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (RDBMS) ανοιχτού κώδικα. Η αξιοπιστία και η σταθερότητα σε συνδυασμό με την επεκτασιμότητα που προσφέρει, την καθιστούν μονόδρομο για τη πλειοψηφία των συστημάτων που βασίζονται στο σχεσιακό μοντέλο. Άλλα χαρακτηριστικά που την καθιστούν μοναδική είναι:

- **Η ευρεία συλλογή τύπων δεδομένων που διαθέτει:** από τους πιο απλούς (αριθμητικούς, συμβολοσειρών, κλπ.) μέχρι πιο σύνθετους, όπως πίνακες, JSON, XML, γεωμετρικούς. Η ευελιξία αυτή επιτρέπει στους προγραμματιστές να μοντελοποιούν αποτελεσματικά οποιαδήποτε πολύπλοκη δομή δεδομένων με την οποία έρχονται αντιμέτωποι.
- **Η πλήρης συμμόρφωσή της με τις αρχές ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability):** Ακόμη και σε περίπτωση σφάλματος ή λειτουργικής αποτυχίας, η ακεραιότητα και η αξιοπιστία των δεδομένων είναι πάντα εγγυημένη. Το χαρακτηριστικό αυτό εννοείται ότι είναι ζωτικής σημασίας για εφαρμογές που απαιτούν ακριβή και συνεπή χειρισμό δεδομένων.
- **Υποστήριξη NoSQL:** Παρόλο που η Postgres αναπτύχθηκε βασισμένη στις απαιτήσεις του σχεσιακού μοντέλου, από τη στιγμή που διαθέτει υποστήριξη για τον τύπο δεδομένων JSON, την καθιστά αυτομάτως ικανή να εξυπηρετήσει την ανάγκη για αποθήκευση δεδομένων που δεν βασίζονται σε κάποια δομή. Διαφορετικά οι προγραμματιστές θα ήταν υποχρεωμένοι να αναπτύξουν και να συντηρούν δύο διαφορετικά συστήματα βάσεων δεδομένων, ακόμη και για την ίδια εφαρμογή.

## 3.3. Backend

### 3.3.1. Express.js

Το Express.js, ή απλά Express, είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο framework για την κατασκευή διαδικτυακών εφαρμογών, το οποίο «τρέχει» πάνω στο περιβάλλον Node.js που παρουσιάστηκε παραπάνω. Χάρη στα εργαλεία και χαρακτηριστικά που προσφέρει από μόνο του, αλλά και τις βιβλιοθήκες που έχουν «χτιστεί» για να επεκτείνουν τη λειτουργικότητά του, απλοποιεί και επιταχύνει πάρα πολύ τη διαδικασία κατασκευής εφαρμογών και API. Με τη

χρήση του Express.js κατασκευάστηκε το «πίσω μέρος» της εφαρμογής, προκειμένου να εξυπηρετεί όλα τα αιτήματα HTTP που στέλνονται από το frontend.

### 3.3.2. Sequelize

Είναι ήδη γνωστό ότι η αλληλεπίδραση με μια βάση δεδομένων γίνεται μέσω ερωτημάτων (queries). Για ένα σύστημα που βασίζεται σε λίγες οντότητες χωρίς ιδιαίτερες συσχετίσεις μεταξύ τους, θα ήταν εφικτό αυτά τα ερωτήματα να γραφτούν με το χέρι χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία. Ωστόσο, για πιο πολύπλοκα συστήματα με πιο σύνθετα ερωτήματα, η συγγραφή και η συντήρηση αυτών θα ήταν χρονοβόρα και πολύπλοκη. Τη λύση σε αυτό το πρόβλημα έρχονται να δώσουν οι βιβλιοθήκες ORM (Object-Relational Mapping), οι οποίες επιτρέπουν το στήσιμο, τη διαχείριση και την αλληλεπίδραση με μια βάση δεδομένων μέσω κώδικα, χωρίς να απαιτείται η γνώση της γλώσσας SQL (Structured Query Language). Στον κόσμο της JavaScript υπάρχουν πολλές βιβλιοθήκες ORM. Ενδεικτικά κάποιες άλλες από αυτές είναι η Bookshelf, η TypeORM και η Prisma.

Για την παρούσα εργασία επιλέχθηκε η Sequelize λόγω της δημοτικότητάς της και της αδιάκοπης ανάπτυξης και συντήρησής της από τους δημιουργούς της. Μπορεί να «συνεργαστεί» με πολλές σχεσιακές βάσεις δεδομένων πέρα από τη PostgreSQL, ενώ η χρήση της είναι τόσο απλή όσο η δήλωση των μοντέλων και η κλήση μεθόδων πάνω σε αυτά. Στο παρασκήνιο η Sequelize δημιουργεί βελτιστοποιημένα ερωτήματα SQL, όσο σύνθετα κι αν είναι αυτά, απαλλάσσοντας τον προγραμματιστή από τον κόπο της συγγραφής και της συντήρησής τους.

Όλα τα μοντέλα του συστήματος, τα χαρακτηριστικά τους και οι συσχετίσεις τους παρουσιάζονται σε βάθος στην επόμενη ενότητα.

### 3.3.3. JSON Web Token (JWT), Access token, Refresh token

Το JSON Web Token (JWT) είναι μία αυτόνομη μέθοδος ασφαλούς μετάδοσης πληροφοριών μεταξύ των εφαρμογών που απαρτίζουν ένα διαδικτυακό σύστημα. Τα JWT χρησιμοποιούνται συνήθως για έλεγχο ταυτότητας και εξουσιοδότηση σε εφαρμογές web και API.

Σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς τρόπους επαλήθευσης, όπως π.χ. τον έλεγχο ταυτότητας βάσει συνεδρίας (session-based authentication), κατά τον οποίο ο διακομιστής υποχρεούται να συγκρατεί τις πληροφορίες των συνεδριών στη μεριά του μέχρι τη λήξη τους, τα JWT είναι εντελώς stateless, καθώς διατηρούν όλη την πληροφορία στο εσωτερικό τους. Όλη η πληροφορία αυτή αναπαρίσταται σε μορφή JSON, χαρακτηριστικό από το οποίο πήρε και το όνομά του.

Η επαλήθευση JWT λειτουργεί ως εξής:

- **Δημιουργία:** Μόλις ο χρήστης συνδεθεί / επαληθεύσει τη ταυτότητά του, ο διακομιστής παράγει ένα token μέσα στο οποίο αποθηκεύει οποιαδήποτε πληροφορία θεωρεί ότι θα του είναι χρήσιμη στα μελλοντικά αιτήματα που θα λάβει από τον χρήστη. Τέτοιες πληροφορίες συνήθως είναι το μοναδικό αναγνωριστικό και ο ρόλος του χρήστη (διαχειριστής, απλός χρήστης, κλπ.) στο σύστημα. Με αυτά τα δύο στοιχεία μπορεί εύκολα και γρήγορα να αντλήσει οποιαδήποτε άλλη πληροφορία σχετίζεται με τον χρήστη, καθώς και να αποφύγει περιττά ερωτήματα στη βάση δεδομένων που του κοστίζουν χρόνο. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το περιεχόμενο των JWT δεν κρυπτογραφείται υποχρεωτικά, γεγονός που το κάνει αναγνώσιμο από οποιονδήποτε το λάβει στην κατοχή του. Για τον λόγο αυτό, είναι σημαντικό να μην αποθηκεύουμε ευαίσθητες πληροφορίες μέσα σε αυτά.
- **Υπογραφή:** Μετά τη δημιουργία του token, ο διακομιστής το υπογράφει (sign) με ένα μυστικό ιδιωτικό κλειδί που μόνο αυτός γνωρίζει. Η υπογραφή είναι απαραίτητη για την επαλήθευση του διακριτικού αργότερα, ενώ για να διασφαλιστεί η ακεραιότητά του, η υπογραφή δημιουργείται πάντα με κάποιον αλγόριθμο κρυπτογράφησης.
- **Μεταφορά:** Αφού προηγηθεί η υπογραφή, το token αποστέλλεται στον χρήστη μέσα σε μια απάντηση HTTP. Η εφαρμογή με την οποία αλληλεπιδρά ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει το διακριτικό οπουδήποτε, αρκεί αυτό να είναι ένα ασφαλές μέρος λόγω της συνηθισμένης έλλειψης κρυπτογράφησης που αναφέρθηκε παραπάνω. Είναι αυτονόητο ότι η απώλεια του token για οποιοδήποτε λόγο, θα αναγκάσει τον χρήστη να επαναλάβει τη διαδικασία αυθεντικοποίησης στο σύστημα.
- **Χρήση:** Σε κάθε αίτημα που αποστέλλεται στον διακομιστή από τον χρήστη, ο τελευταίος οφείλει να περιλαμβάνει στις κεφαλίδες του το διακριτικό προκειμένου να είναι σε θέση να αποδείξει τη ταυτότητά του. Αυτό συνήθως γίνεται στη κεφαλίδα «Authorization».

- **Επαλήθευση:** Πριν εξυπηρετήσει οποιοδήποτε αίτημα ο διακομιστής, εξάγει το token από τις κεφαλίδες του αιτήματος του χρήστη, επαληθεύει την υπογραφή του δεύτερου βήματος για να βεβαιώσει ότι δεν έχει αλλοιωθεί από κάποιον τρίτο, καθώς και την ημερομηνία λήξης του token για να σιγουρέψει ότι αυτή δεν έχει παρέλθει. Αν οι έλεγχοι επιτύχουν, εξάγει τις πληροφορίες που τοποθέτησε στο εσωτερικό του για να αναγνωρίζει τον χρήστη και συνεχίζει με την εξυπηρέτηση του αιτήματος.

Τα JWT μπορούν να διαχωριστούν σε διακριτικά πρόσβασης (access tokens) και διακριτικά ανανέωσης (refresh tokens). Και τα δύο εκδίδονται και αποστέλλονται στον χρήστη μόλις αυτός επαληθεύσει τη ταυτότητά του. Η διαφορά τους, όπως ίσως είναι φανερό και από τα ονόματά τους, είναι ότι τα πρώτα είναι αυτά που επιτρέπουν την πρόσβαση σε ένα σύστημα, ενώ τα δεύτερα χρησιμοποιούνται για να ανανεώσουν τα πρώτα, χωρίς να απαιτείται ο χρήστης να πραγματοποιήσει σύνδεση εκ νέου. Εύκολα συνειδητοποιείται ότι τα διακριτικά ανανέωσης οφείλουν να έχουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής από τα διακριτικά πρόσβασης, γεγονός που τα καθιστά πιο ευάλωτα σε επιθέσεις. Για τον λόγο αυτό ο πελάτης (client) πρέπει να μεριμνήσει να τα προστατεύει με κάθε κόστος, αποθηκεύοντάς τα με κάποιο ασφαλή μηχανισμό αποθήκευσης στη μεριά του.

Όταν χρησιμοποιούνται συνδυαστικά, η διαδικασία επαλήθευσης έχει ως εξής:

1. Ο διακομιστής παραδίδει και τα δύο token στον πελάτη σε μια απάντηση HTTP.
2. Μετά από συνεχή αιτήματα, ο πελάτης στέλνει στον διακομιστή ένα επιπλέον αίτημα, με ληγμένο πλέον access token. Ο διακομιστής ελέγχει την ημερομηνία λήξης του διακριτικού και καταλαβαίνει ότι αυτή έχει παρέλθει. Γι' αυτό τον λόγο του απαντάει με κωδικό 401 (Unauthorized).
3. Ο πελάτης προσπαθεί πρώτα να εκμεταλλευτεί την ύπαρξη του refresh token για να αποφύγει την εκ νέου σύνδεση και το στέλνει στον διακομιστή προκειμένου να λάβει ένα νέο access token με μεταγενέστερη ημερομηνία λήξης.
4. Αν το refresh token δεν έχει λήξει, ο διακομιστής στέλνει στον πελάτη ένα νέο access token και το αίτημα που είχε προηγηθεί από τον τελευταίο επαναλαμβάνεται με το νέο διακριτικό στις κεφαλίδες. Εναλλακτικά, ο διακομιστής απαντάει και πάλι με κωδικό 401 (Unauthorized), ωθώντας τον χρήστη στην πλήρη αποσύνδεσή του από το σύστημα.

Για την παρούσα εργασία υλοποιήθηκε η λειτουργία και των δύο token. Τα endpoint του συστήματος backend που πραγματοποιούν τους ελέγχους και την επαλήθευση περιγράφονται παρακάτω.

### 3.4. Frontend

#### 3.4.1. React Native

Ανεπτυγμένο από την εταιρία Facebook (πλέον Meta) και βασισμένο στη βιβλιοθήκη React, το React Native είναι ένα δημοφιλές framework για την κατασκευή εφαρμογών για κινητές συσκευές. Το κύριο πλεονέκτημά του είναι ότι έχει τη δυνατότητα να «εξάγει» από μια κοινή βάση κώδικα την ίδια εφαρμογή για οποιαδήποτε πλατφόρμα, είτε πρόκειται για Android είναι για iOS, γεγονός που ελαχιστοποιεί στο μέγιστο τον χρόνο και την προσπάθεια των προγραμματιστών στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής. Επιπλέον, έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να χρησιμοποιεί στο παρασκήνιο native στοιχεία / κώδικα της κάθε πλατφόρμας, γεγονός που το καθιστά πολύ γρήγορο στην εκτέλεση και την αλληλεπίδραση της εφαρμογής με τον χρήστη. Τέλος, η τεράστια ποικιλία καλοσυντηρημένων τρίτων βιβλιοθηκών που υπάρχουν και επεκτείνουν τις κύριες δυνατότητες του framework διευκολύνει ακόμη περισσότερο τους προγραμματιστές, καθώς τους απαλλάσσει από τον κόπο να γράψουν ολόκληρο τον κώδικα της εφαρμογής μόνοι τους.

### 3.5. Υπηρεσίες

#### 3.5.1. Twilio / Twilio Verify

Η Twilio είναι μια cloud πλατφόρμα επικοινωνιών που παρέχει API και υπηρεσίες σε προγραμματιστές, ώστε να μπορούν εύκολα να προσθέσουν λειτουργίες μηνυμάτων, φωνής και βίντεο στις εφαρμογές τους. Τα πιο γνωστά προϊόντα τους σχετίζονται με ειδοποιήσεις SMS και email, έλεγχο ταυτότητας δύο παραγόντων (two-factor authentication / 2FA) και τηλεφωνικές κλήσεις σε όλο τον κόσμο.

Μια από τις υπηρεσίες της Twilio που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της εργασίας είναι η Twilio Verify. Πρόκειται για μια ειδικά σχεδιασμένη υπηρεσία που βοηθά τους

προγραμματιστές να εφαρμόσουν αξιόπιστες και ασφαλείς διαδικασίες επαλήθευσης και ελέγχου ταυτότητας των χρηστών στις εφαρμογές τους.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

1. Ο χρήστης εισάγει τον αριθμό τηλεφώνου του σε ένα πεδίο φόρμας και αποστέλλει ένα αίτημα στο backend σύστημα το οποίο δηλώνει ότι επιθυμεί να αποδείξει ότι ο αριθμός που εισήγαγε ανήκει πράγματι σε αυτόν, προκειμένου να αποκτήσει πρόσβαση στην εφαρμογή.
2. Το backend λαμβάνει το αίτημα του χρήστη και με τη σειρά του δημιουργεί ένα νέο αίτημα προς την υπηρεσία Twilio Verify, ώστε αυτή να στείλει έναν κωδικό OTP (One Time Password) στον τηλεφωνικό αριθμό του χρήστη μέσω SMS.
3. Ο χρήστης εισάγει τον κωδικό OTP που έλαβε και ξεκινά μια νέα σειρά αιτημάτων, όπως προηγουμένως, που αυτή τη φορά όμως αφορά την ερώτηση αν ο κωδικός OTP ήταν σωστός.
4. Μόλις η υπηρεσία Twilio Verify απαντήσει θετικά, ο χρήστης αποκτά πρόσβαση στην εφαρμογή. Εναλλακτικά, μπορεί να προσπαθεί ξανά και ξανά, χωρίς τη δυνατότητα όμως να ξεγελάσει το σύστημα.

### 3.5.2. OpenStreetMap, Overpass API, Nominatim API

Το OpenStreetMap είναι ένα συλλογικό έργο που συμβάλλει στον εκδημοκρατισμό των γεωγραφικών πληροφοριών και στην εξέλιξη διάφορων εφαρμογών. Σε αντίθεση με εμπορικές υπηρεσίες, όπως το Google Maps, ο χάρτης του OSM εξελίσσεται και ενημερώνεται αποκλειστικά από εθελοντές από όλον τον κόσμο που συλλέγουν πληροφορίες και τις καταχωρούν στο σύστημα αφιλοκερδώς. Επιπλέον, μπορεί να χαρακτηριστεί ως ικανός αντίπαλος του Google Maps, καθώς πέρα από τα βασικά χαρακτηριστικά ενός χάρτη, περιλαμβάνει πληροφορίες για τα δίκτυα των Μ.Μ.Μ., σημεία ενδιαφέροντος, πληροφορίες καταστημάτων, κ.ά.

Για την εύκολη αλληλεπίδραση των προγραμματιστών με το όλο σύστημα, το OSM προσφέρει μερικά πανίσχυρα API, δύο από τα οποία είναι το Overpass API και το Nominatim API.

Το Overpass API είναι μια διαδικτυακή υπηρεσία που επιτρέπει στους προγραμματιστές να ζητήσουν και να εξάγουν δεδομένα από τη βάση δεδομένων του OpenStreetMap. Σε αντίθεση με την ιστοσελίδα του OSM, που απλά προσφέρει μια διαδραστική προβολή του χάρτη, το Overpass είναι ένα ισχυρό εργαλείο που προσφέρει σε προγραμματιστές και ερευνητές τη δυνατότητα να ενσωματώσουν γεωγραφικές πληροφορίες, και όχι μόνο, στις εφαρμογές τους. Τα δεδομένα αντλούνται με ερωτήματα που γράφονται στη γλώσσα Overpass Query Language (QL), ενώ υπάρχουν και τρίτα εργαλεία που κάνουν την άντληση ακόμα ευκολότερη.

Ένα από τα τρίτα εργαλεία του Overpass API το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής της εργασίας είναι και το Overpass Turbo (<https://overpass-turbo.eu/>), ένα εργαλείο που επιτρέπει στους χρήστες να αναζητούν διαδραστικά και να οπτικοποιούν δεδομένα από τη βάση δεδομένων του OSM, με τη βοήθεια μιας φιλικής προς τον χρήστη διεπαφής που διαθέτει. Στη συνέχεια, τα δεδομένα μπορούν να εξαχθούν σε διάφορες μορφές αρχείων, προκειμένου να μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν σε εφαρμογές ή να υποβληθούν σε οποιουδήποτε είδους επεξεργασία πριν αξιοποιηθούν.

Το Nominatim είναι ένα ισχυρό API γεωκωδικοποίησης (geocoding) και αντίστροφης γεωκωδικοποίησης (reverse geocoding) που παρέχεται από το OpenStreetMap (OSM). Η γεωκωδικοποίηση είναι η διαδικασία μετατροπής διευθύνσεων ή τοπωνυμίων σε γεωγραφικές συντεταγμένες (γεωγραφικό πλάτος και μήκος), ενώ η αντίστροφη γεωκωδικοποίηση επιτυγχάνει το ακριβώς αντίθετο, μετατρέποντας γεωγραφικές συντεταγμένες σε διευθύνσεις αναγνώσιμες από τον άνθρωπο. Επιπρόσθετα, επειδή κάθε στοιχείο του OSM χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό χαρακτηριστικό (id), το API προσφέρει επίσης τη δυνατότητα άντλησης πληροφοριών μόνο με τη γνώση αυτού.

Οι περιφερειακές ενότητες, οι περιφέρειες και οι πόλεις που διατίθενται μέσα στην εφαρμογή εξήχθησαν και υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με τη βοήθεια των δύο API που αναφέρθηκαν και ενός JavaScript script που αναλύεται παρακάτω.

### 3.5.3. Google Maps / Directions API

Όσο αγαπητός και αν είναι ο κόσμος του ανοιχτού κώδικα στους προγραμματιστές, συνήθως δεν μπορεί να έρθει σε σύγκριση με εμπορικές υπηρεσίες και εφαρμογές. Οι εταιρίες πίσω από εμπορικές εφαρμογές, όπως το Google Maps, επενδύουν πάρα πολλά χρήματα και

χρόνο ώστε να θέσουν σε κυκλοφορία εφαρμογές που είναι υπερπλήρεις και φιλικές προς τους χρήστες. Επιπλέον, η συνεργασία των εταιριών με τρίτες συγκεκριμένου σκοπού προκειμένου να κάνουν τις εφαρμογές τους πιο αξιόπιστες και έγκυρες από άποψη πληροφοριών, αφήνει ελάχιστο περιθώριο σε εθελοντές, όπως αυτούς του OSM, να μπορούν να τις ανταγωνιστούν.

Οι Χάρτες Google είναι ίσως η πιο χρησιμοποιούμενη υπηρεσία χαρτογράφησης παγκοσμίως. Παρέχει ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών, όπως διαδραστικούς χάρτες, δορυφορική προβολή χαρτών, σχεδιασμό διαδρομών και οδηγίες πλοήγησης. Η υπηρεσία είναι διαθέσιμη τόσο σε εφαρμογή web όσο και σε εφαρμογές κινητών συσκευών.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των Χαρτών Google είναι το Directions API, το οποίο επιτρέπει στους προγραμματιστές να ενσωματώνουν τις λειτουργίες σχεδιασμού διαδρομής και πλοήγησης στις εφαρμογές τους. Το API είναι αρκετά εκτεταμένο, καθώς είναι ικανό να υπολογίσει τις συντομότερες και ευκολότερες διαδρομές για οποιοδήποτε μέσο μετακίνησης, να παρέχει αναλυτικές οδηγίες μετακίνησης βήμα προς βήμα από την αφετηρία μέχρι τον προορισμό, να υπολογίσει εκτιμώμενους χρόνους ταξιδιού, απόσταση μεταξύ σημείων, κ.ά. Λαμβάνει επίσης υπόψη δεδομένα κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο για να προσφέρει ακριβείς και ενημερωμένες προτάσεις διαδρομής.

Λόγω των παραπάνω πλεονεκτημάτων έναντι του OSM, οι Χάρτες Google χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία για: την προβολή χαρτών και διαδρομών ταξιδιού μέσα στην εφαρμογή για κινητά, τον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ των σημείων αφετηρίας και τερματισμού, καθώς και για την εύρεση όλων των εναλλακτικών διαδρομών μεταξύ αυτών. Όλες αυτές οι πληροφορίες δίνουν στον χρήστη πλήρη ελευθερία διαμόρφωσης των ταξιδιών του, καθώς και μια ακριβή εκτίμηση του κόστους ταξιδιού.

#### 3.5.4. Firebase / Firebase Cloud Messaging (FCM)

Το Firebase είναι μια πολυ-λειτουργική πλατφόρμα ανεπτυγμένη από τη Google που προσφέρει ένα ευρύ φάσμα εργαλείων και υπηρεσιών για να βοηθήσει τους προγραμματιστές να δημιουργήσουν, να βελτιώσουν και να επεκτείνουν τις εφαρμογές τους. Περιλαμβάνει διάφορες υπηρεσίες για την ανάπτυξη εφαρμογών ιστού και κινητών συσκευών, όπως cloud βάση δεδομένων, χειρισμό ελέγχου ταυτότητας, φιλοξενία ιστοσελίδων, αναλυτικά στοιχεία (analytics) και πολλά άλλα. Σκοπός της πλατφόρμας είναι να απλοποιεί τη διαδικασία



ανάπτυξης εφαρμογών, προσφέροντας έτοιμες προς χρήση λύσεις για λειτουργίες και χαρακτηριστικά που μπορεί να αποτελέσουν πρόκληση για τους προγραμματιστές.

Το Firebase Cloud Messaging (FCM) είναι μια υπηρεσία του οικοσυστήματος Firebase που εστιάζει στο να δίνει τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να στέλνουν πανεύκολα ειδοποιήσεις push στις συσκευές των χρηστών τους. Οι ειδοποιήσεις push είναι μηνύματα που αποστέλλονται, είτε άμεσα, είτε σε προγραμματισμένη χρονική στιγμή, στην κινητή συσκευή ή στο πρόγραμμα περιήγησης ενός χρήστη, ακόμη και όταν η εφαρμογή δεν εκτελείται στο προσκήνιο. Αυτό επιτρέπει στους προγραμματιστές να παρέχουν ενημερώσεις και να βελτιώνουν την εμπειρία των χρηστών παρέχοντας έγκαιρες και σημαντικές για αυτόν πληροφορίες.

Το FCM χρησιμοποιήθηκε στην frontend εφαρμογή για την ενημέρωση των χρηστών σχετικά με οτιδήποτε συμβαίνει στα ταξίδια που συμμετέχουν ή δημοσιεύουν (ακύρωση ταξιδιού, αιτήματα συμμετοχής, κλπ.).

### 3.6. Ιστοσελίδες άντλησης δεδομένων

#### 3.6.1. fuelprices.gr

Το Παρατηρητήριο Τιμών Υγρών Καυσίμων (<http://www.fuelprices.gr/>) είναι μια ιστοσελίδα του Υπουργείου Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας στην οποία οι πολίτες μπορούν να μεταβούν για να ελέγξουν σε τι τιμές κυμαίνονται τα καύσιμα στην Ελλάδα. Κάθε μέρα του χρόνου μεταφορτώνονται σε αυτή δελτία επισκόπησης τιμών που αναφέρουν τη μέση τιμή ανά καύσιμο και ανά νομό, ενώ σε εβδομαδιαία βάση ανεβαίνουν πιο εκτενή δελτία που εμπεριέχουν αναλυτικές πληροφορίες για τη διαμόρφωση των τιμών λιανικής και χονδρικής, συγκριτικά στοιχεία με άλλες χώρες της Ε.Ε., κ.ά.

Το fuelprices.gr είναι η μόνη επίσημη ιστοσελίδα στην Ελλάδα βάσει νόμου μέσω της οποίας καταγράφονται και παράγονται στατιστικά στοιχεία σχετικά με τις τιμές των καυσίμων. Όλοι οι πρατηριούχοι είναι υποχρεωμένοι να αναρτούν καθημερινά τις τιμές αντλίας που διαθέτουν, προκειμένου να υπάρχει πλήρης διαφάνεια μεταξύ των ανταγωνιστών.

Ένα πολύ χρήσιμο χαρακτηριστικό της εφαρμογής που τροφοδοτείται από το Παρατηρητήριο Τιμών Υγρών Καυσίμων είναι ο υπολογιστής ταξιδιού. Με τη βοήθεια της Python γράφτηκε ένα βοηθητικό πρόγραμμα το οποίο μεταφορτώνει τα αρχεία (pdf) των δελτίων επισκόπησης που προαναφέρθηκαν, εξάγει τις τιμές από αυτά και, τέλος, τις τροφοδοτεί στη βάση δεδομένων προκειμένου το backend να μπορεί να υπολογίσει ένα ενδεικτικό κόστος ταξιδιού ανάλογα με το καύσιμο του οχήματος, την απόσταση του ταξιδιού και το πλήθος των ατόμων που συμμετέχει σε αυτό.

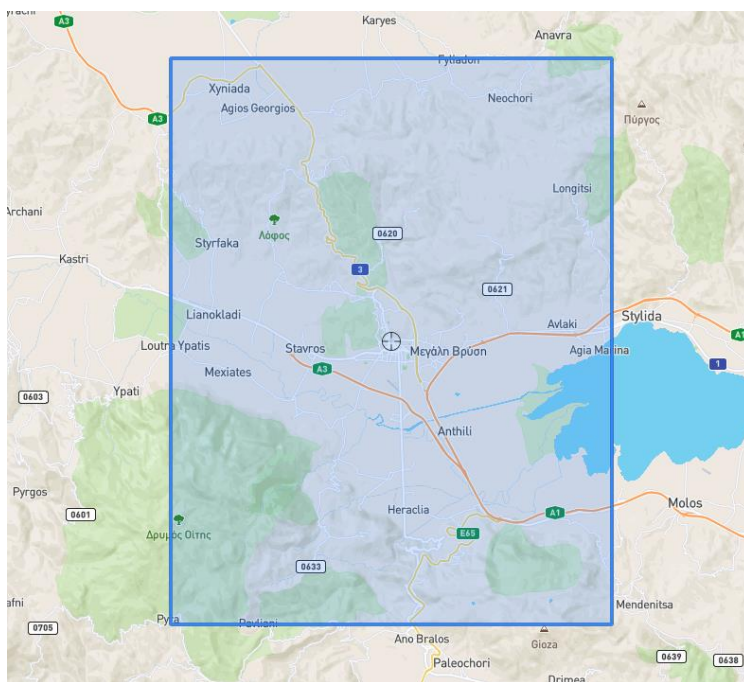
## 4. Ανάπτυξη εφαρμογής

### 4.1. Βοηθητικά προγράμματα

#### 4.1.1. Εξαγωγή περιφερειών, περιφερειακών ενοτήτων και πόλεων της Ελλάδος από OSM

Σκοπός αυτού του JS script είναι η εξαγωγή και η οργάνωση των περιφερειών, περιφερειακών ενοτήτων, πόλεων και κωμοπόλεων της Ελλάδας από το OpenStreetMap, με τη βοήθεια του Overpass API. Οι μόνες πληροφορίες που μας ενδιαφέρουν είναι τα ονόματά τους, τα πλαίσια οριοθέτησής τους (bounding boxes / bbox), καθώς και οι κεντρικές συντεταγμένες τους.

Τα πλαίσια οριοθέτησης αποτελούνται από το ελάχιστο και το μέγιστο γεωγραφικό μήκος και πλάτος που περικλείουν μια περιοχή, δηλαδή το πιο νοτιοδυτικό σημείο και το πιο βορειοανατολικό σημείο. Για παράδειγμα, το πιο νοτιοδυτικό σημείο της Λαμίας είναι το 38.7393832, 22.273582, ενώ το πιο βορειοανατολικό είναι το 39.0593832, 22.593582, όπου ο πρώτος αριθμός αναφέρεται στο γεωγραφικό πλάτος και ο δεύτερος στο γεωγραφικό μήκος (Εικόνα 1). Ενδεικτικά, οι συντεταγμένες του κέντρου της Λαμίας θεωρούνται οι 38.8993832, 22.433582.



Εικόνα 1 - Το πλαίσιο οριοθέτησης (bounding box) της Λαμίας

Τα bounding box εξάγονται προκειμένου να μπορεί να υλοποιηθεί ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής, που είναι η δυνατότητα ενός οδηγού να επιλέξει να πραγματοποιήσει ενδιάμεσες στάσεις κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του. Το χαρακτηριστικό περιγράφεται με λεπτομέρεια παρακάτω.

Με το ερώτημα της εικόνας 2 μπορούμε να εξάγουμε, χρησιμοποιώντας το Overpass API, όλες τις περιφέρειες και περιφερειακές ενότητες της Ελλάδας από το OpenStreetMap.



*Εικόνα 2 - Ερώτημα εξαγωγής των περιφερειών και περιφερειακών ενότητων της Ελλάδος από το OSM*

Ακολουθεί ένα μέρος του αρχείου JSON (Εικόνα 3) που λαμβάνουμε από την εξαγωγή των δεδομένων που μας επιστράφηκαν από το προηγούμενο ερώτημα. Οι περιφέρειες διαφοροποιούνται από τις περιφερειακές ενότητες βάσει της τιμής της ιδιότητας «admin\_level». Οι πρώτες έχουν τιμή «5» ενώ οι δεύτερες τιμή «6».

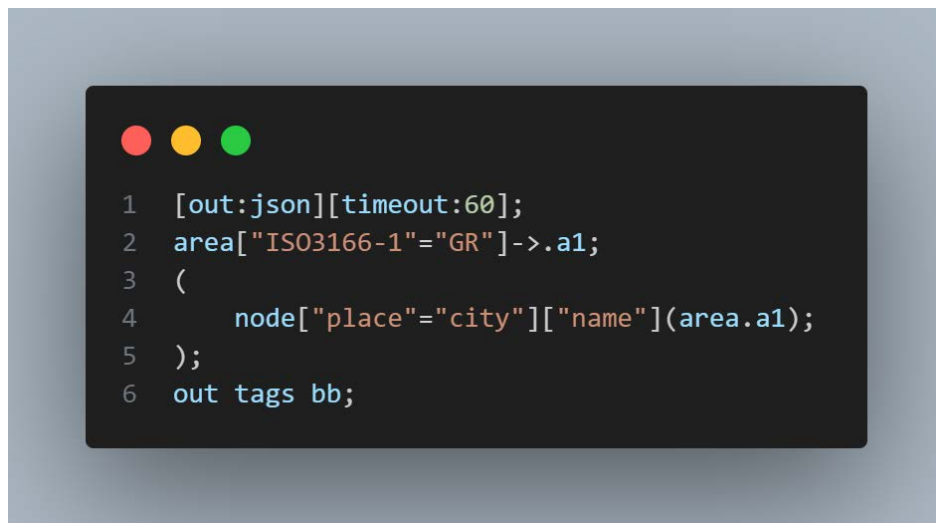
```

1  {
2    "generator": "Overpass API 0.7.61.5 4133829e",
3    "elements": [
4      {
5        "type": "relation",
6        "id": 910915,
7        "bounds": {
8          "minlat": 37.8523781,
9          "minlon": 21.3739324,
10         "maxlat": 39.2732231,
11         "maxlon": 24.7859867
12       },
13       "tags": {
14         "ISO3166-2": "GR-H",
15         "admin_level": "5",
16         "boundary": "administrative",
17         "name": "Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας",
18         "name:el": "Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας",
19         "name:en": "Central Greece",
20         "official_name:en": "Region of Central Greece",
21         "source": "geodata.gov.gr",
22         "type": "boundary",
23         "wikidata": "Q199580",
24         "wikipedia": "el:Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας"
25       }
26     },
27     {
28       "type": "relation",
29       "id": 554405,
30       "bounds": {
31         "minlat": 38.5005311,
32         "minlon": 21.8259578,
33         "maxlat": 39.2732231,
34         "maxlon": 23.466225
35       },
36       "tags": {
37         "admin_level": "6",
38         "boundary": "administrative",
39         "name": "Περιφερειακή Ενότητα Φθιώτιδας",
40         "name:el": "Περιφερειακή Ενότητα Φθιώτιδας",
41         "name:en": "Phthiotis Regional Unit",
42         "type": "boundary",
43         "wikidata": "Q207554"
44       }
45     }
46   ]
47 }

```

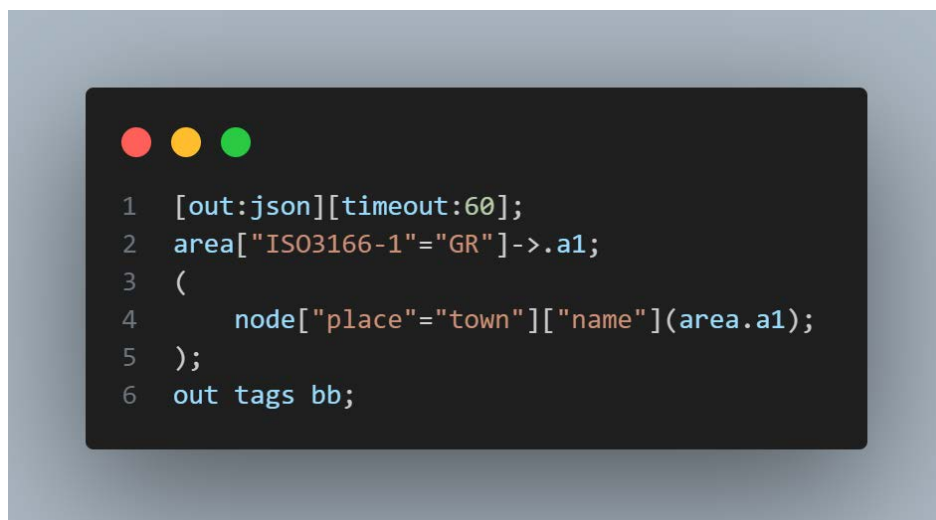
Εικόνα 3 - Μέρος της απάντησης για το ερώτημα εξαγωγής των περιφερειών και περιφερειακών ενότητων της Ελλάδος από το OSM

Τα αντίστοιχα ερωτήματα για την εξαγωγή των πόλεων και κωμοπόλεων της Ελλάδος απεικονίζονται στις εικόνες 4 και 5 αντίστοιχα.

A screenshot of a code editor with a dark background and three colored window control buttons (red, yellow, green) in the top left corner. The editor contains a SQL-like query for OSM data. The query is as follows:

```
1 [out:json][timeout:60];  
2 area["ISO3166-1"="GR"]->.a1;  
3 (  
4     node["place"="city"]["name"](area.a1);  
5 );  
6 out tags bb;
```

*Εικόνα 4 - Ερώτημα εξαγωγής των πόλεων της Ελλάδος από το OSM*

A screenshot of a code editor with a dark background and three colored window control buttons (red, yellow, green) in the top left corner. The editor contains a SQL-like query for OSM data. The query is as follows:

```
1 [out:json][timeout:60];  
2 area["ISO3166-1"="GR"]->.a1;  
3 (  
4     node["place"="town"]["name"](area.a1);  
5 );  
6 out tags bb;
```

*Εικόνα 5 - Ερώτημα εξαγωγής των κωμοπόλεων της Ελλάδος από το OSM*

Ακολουθούν δύο κομμάτια από τα αρχεία JSON των απαντήσεων. Στην εικόνα 6 απεικονίζεται αυτό των πόλεων, ενώ στην εικόνα 7 των κωμοπόλεων.

```
1 {
2   "generator": "Overpass API 0.7.61.5 4133829e",
3   "elements": [
4     {
5       "type": "node",
6       "id": 286542728,
7       "lat": 38.8993832,
8       "lon": 22.433582,
9       "tags": {
10        "addr:postcode": "35100",
11        "capital": "5",
12        "int_name": "Lamia",
13        "name": "Λαμία",
14        "name:el": "Λαμία",
15        "name:en": "Lamia",
16        "place": "city",
17        "wikidata": "Q192980",
18        "wikipedia": "en:Lamia (city)"
19      }
20    ]
21  }
22 }
```

Εικόνα 6 - Μέρος της απάντησης για το ερώτημα εξαγωγής των πόλεων της Ελλάδος από το OSM

```
1 {
2   "generator": "Overpass API 0.7.61.5 4133829e",
3   "elements": [
4     {
5       "type": "node",
6       "id": 135530098,
7       "lat": 38.9139258,
8       "lon": 22.6149855,
9       "tags": {
10        "addr:postcode": "35300",
11        "name": "Στυλίδα",
12        "name:el": "Στυλίδα",
13        "name:en": "Stylida",
14        "place": "town",
15        "population": "4892",
16        "wikidata": "Q12295369"
17      }
18    ]
19  }
20 }
```

Εικόνα 7 - Μέρος της απάντησης για το ερώτημα εξαγωγής των κωμοπόλεων της Ελλάδος από το OSM

Εύκολα παρατηρείται ότι, σε αντίθεση με τις περιφέρειες και τις περιφερειακές ενότητες, η πληροφορία του bounding box είναι ελλιπής. Η απώλεια αυτή μπορεί να αποκατασταθεί επιβάλλοντας στο script να πραγματοποιήσει αιτήματα στο Nominatim API του OSM με όρισμα το μοναδικό αναγνωριστικό (id) της κάθε πόλης. Με αυτό τον τρόπο επιστρέφονται όλες οι γνωστές πληροφορίες για μια οντότητα. Τα URL των αιτημάτων έχουν την εξής μορφή:  
[https://nominatim.openstreetmap.org/lookup?osm\\_ids={{ID}}&format=json&accept-language=en&email=xxxxxxxxx@uth.gr](https://nominatim.openstreetmap.org/lookup?osm_ids={{ID}}&format=json&accept-language=en&email=xxxxxxxxx@uth.gr)

Μετά από κάθε αίτημα, το script κατηγοριοποιεί τις πόλεις και κωμοπόλεις ανά περιφέρεια και περιφερειακή ενότητα και τελικά παράγει ένα αρχείο JSON της μορφής που φαίνεται στην εικόνα 8, το οποίο είναι έτοιμο να τροφοδοτηθεί στη βάση δεδομένων. Όλες οι πόλεις και κωμοπόλεις μιας Π.Ε. είναι εμφολευμένες μέσα σε αυτή και όλες οι Π.Ε. με τη σειρά τους στην περιφέρεια που ανήκουν.



```

1  [
2  {
3      "id": 910915,
4      "names": {
5          "el": "Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας",
6          "en": "Central Greece"
7      },
8      "regionalUnits": [
9          {
10             "id": 554405,
11             "names": {
12                 "el": "Περιφερειακή Ενότητα Φθιώτιδας",
13                 "en": "Phthiotis Regional Unit"
14             },
15             "cities": [
16                 {
17                     "id": 286542728,
18                     "names": {
19                         "el": "Λαμία",
20                         "en": "Lamia"
21                     },
22                     "location": {
23                         "lat": "38.8993832",
24                         "lng": "22.433582"
25                     },
26                     "county": "Phthiotis Regional Unit",
27                     "bounds": {
28                         "northeast": {
29                             "lat": "39.0593832",
30                             "lng": "22.5935820"
31                         },
32                         "southwest": {
33                             "lat": "38.7393832",
34                             "lng": "22.2735820"
35                         }
36                     }
37                 },
38                 // ΆΛΛΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΚΟΜΜΟΠΟΛΕΙΣ
39             ],
40             "location": {
41                 "lat": "38.88734025",
42                 "lng": "22.368030084606932"
43             },
44             "bounds": {
45                 "northeast": {
46                     "lat": "38.8873903",
47                     "lng": "22.3680801"
48                 },
49                 "southwest": {
50                     "lat": "38.8872902",
51                     "lng": "22.3679801"
52                 }
53             }
54         },
55         // ΆΛΛΕΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ
56     ],
57     "location": {
58         "lat": "38.5624595",
59         "lng": "23.161852844371445"
60     },
61     "bounds": {
62         "northeast": {
63             "lat": "38.5625095",
64             "lng": "23.1619028"
65         },
66         "southwest": {
67             "lat": "38.5624095",
68             "lng": "23.1618028"
69         }
70     }
71 },
72 // ΆΛΛΕΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ
73 ]
74

```

Εικόνα 8 – Μέρος του αρχείου εξόδου του script εξαγωγής γεωγραφικών δεδομένων της Ελλάδος

#### 4.1.2. Εξαγωγή τιμών καυσίμων

Το script κάνει χρήση των εξής δύο βιβλιοθηκών:

- **requests** (<https://github.com/psf/requests>): Μια από τις δημοφιλέστερες βιβλιοθήκες της Python, η οποία ειδικεύεται στην εύκολη αποστολή πλήρως διαμορφώσιμων αιτημάτων HTTP σε διακομιστές.
- **pypdf** (<https://github.com/py-pdf/pypdf>): Μια ελεύθερη και ανοιχτού κώδικα βιβλιοθήκη, γραμμένη εξ' ολοκλήρου σε Python, ικανή να εκτελέσει διάφορες ενέργειες πάνω σε αρχεία PDF, συμπεριλαμβανομένου της ανάκτησης κειμένου μέσα από αυτά.

Το script απαιτεί μία και μοναδική παράμετρο προκειμένου να μπορέσει να εκτελεστεί: το πλήθος των ημερών που έχουν παρέλθει και για τις οποίες επιθυμούμε να εξάγουμε τα δεδομένα τιμών.

Όλα τα αρχεία των ημερήσιων δελτίων επισκόπησης τιμών ανά νομό μεταφορτώνονται στον κατάλογο <http://www.fuelprices.gr/files/deltia> και έχουν ονόματα της μορφής «IMERISIO\_DELTIO\_ANA\_NOMO\_{HMEPOMHNNIA}.pdf», π.χ. [http://www.fuelprices.gr/files/deltia/IMERISIO\\_DELTIO\\_ANA\\_NOMO\\_07\\_08\\_2023.pdf](http://www.fuelprices.gr/files/deltia/IMERISIO_DELTIO_ANA_NOMO_07_08_2023.pdf). Για κάθε ζητούμενη ημερομηνία πραγματοποιείται ένα αίτημα HTTP σε URL της προαναφερθείσας μορφής, ώστε να μεταφορτωθεί το αντίστοιχο αρχείου ημερήσιου δελτίου.

Στη συνέχεια, με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης «**pypdf**», εξάγονται όλα τα περιεχόμενα κειμένου από κάθε αρχείο pdf και τελικά απομονώνουμε μόνο αυτά που χρειαζόμαστε με τη βοήθεια κανονικών εκφράσεων (regular expressions / regex / regexp). Αυτό είναι εφικτό χάρη στο μοτίβο «ONOMA NOMΟΥ» «ΤΙΜΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗΣ 95 ΟΚΤ.» «ΤΙΜΗ ΑΜΟΛΥΒΔΗΣ 100 ΟΚΤ.» «ΤΙΜΗ DIESEL ΚΙΝΗΣΗΣ» «ΤΙΜΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ» που υφίσταται μέσα στα αρχεία. Εκτός από τις μέσες τιμές του εκάστοτε νομού, διατίθεται και ο «Πανελλήνιος Σταθμισμένος Μ.Ο.» ανά καύσιμο, για μια πιο γενική εικόνα των τιμών.

Τέλος, δημιουργείται ένα αρχείο JSON το οποίου η μορφή απεικονίζεται στην εικόνα 9. Είναι ένας πίνακας από αντικείμενα (object) των οποίων τα πεδία είναι: η ημερομηνία που εκδόθηκε το δελτίο (date), το σύνολο των νομών και οι μέσες τιμές τους (prefectures), καθώς και ο Πανελλήνιος Σταθμισμένος Μ.Ο. (average).

Το συγκεκριμένο αρχείο JSON στη συνέχεια αποτελεί πηγή για την είσοδο των δεδομένων στη βάση δεδομένων προκειμένου να αξιοποιηθούν από το σύστημα της εργασίας.

```
1  [
2    {
3      "date": "2023-08-07",
4      "prefectures": [
5        {
6          "name": "ΑΤΤΙΚΗΣ",
7          "unleaded95": 1.922,
8          "unleaded100": 2.119,
9          "diesel": 1.686,
10         "autogas": 0.777
11       },
12       {
13         "name": "ΑΙΤΩΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ",
14         "unleaded95": 1.995,
15         "unleaded100": 2.186,
16         "diesel": 1.742,
17         "autogas": 0.904
18       },
19       // ΑΛΛΟΙ ΝΟΜΟΙ
20     ],
21     "average": {
22       "unleaded95": 1.959,
23       "unleaded100": 2.137,
24       "diesel": 1.712,
25       "autogas": 0.841
26     }
27   },
28   {
29     "date": "2023-08-06",
30     "prefectures": [
31       {
32         "name": "ΑΤΤΙΚΗΣ",
33         "unleaded95": 1.924,
34         "unleaded100": 2.123,
35         "diesel": 1.681,
36         "autogas": 0.776
37       },
38       // ΑΛΛΟΙ ΝΟΜΟΙ
39     ],
40     "average": {
41       "unleaded95": 1.96,
42       "unleaded100": 2.139,
43       "diesel": 1.706,
44       "autogas": 0.84
45     }
46   }
47 ]
```

Εικόνα 9 – Μέρος του αρχείου εξόδου του script εξαγωγής των τιμών καυσίμων στην Ελλάδα

## 4.2. Μοντέλα βάσης δεδομένων

### 4.2.1. Region (Περιφέρεια)

Περιγραφή: Αναπαριστά τις περιφέρειες της Ελλάδος στην εφαρμογή. Η περιφέρεια είναι απαιτούμενη πληροφορία στον τόπους αναχώρησης και προορισμού των ταξιδιών, σε συνδυασμό με μια περιφερειακή ενότητα ή πόλη.

Ιδιότητες:

- **id**
  - ο Περιγραφή: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε περιφέρεια.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 3
- **nameEl**
  - ο Περιγραφή: Το όνομα της περιφέρειας στα ελληνικά.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - ο Παράδειγμα: Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας
- **nameEn**
  - ο Περιγραφή: Το όνομα της περιφέρειας στα αγγλικά.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - ο Παράδειγμα: Central Greece
- **lat**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό πλάτος του κεντρικού σημείου της περιφέρειας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 38.562459
- **lng**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό μήκος του κεντρικού σημείου της περιφέρειας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 23.161852
- **neLat**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό πλάτος του πιο βορειοανατολικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της περιφέρειας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 39.273223

- **neLng**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό μήκος του πιο βορειοανατολικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της περιφέρειας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 24.785986
- **swLat**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό πλάτος του πιο νοτιοδυτικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της περιφέρειας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 37.852378
- **swLng**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό μήκος του πιο νοτιοδυτικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της περιφέρειας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 21.373932

Συσχετίσεις μοντέλων:

- **Regional Unit (Περιφερειακή ενότητα)**
  - ο Συσχέτιση: One-to-Many (Μία περιφέρεια έχει πολλές περιφερειακές ενότητες)

#### 4.2.2. Regional Unit (Περιφερειακή ενότητα)

Περιγραφή: Αναπαριστά τις περιφερειακές ενότητες της Ελλάδος στην εφαρμογή. Μια Π.Ε. μπορεί να αποτελεί τον τόπο αναχώρησης ή προορισμού ενός ταξιδιού χωρίς την ανάγκη επιλογής πόλης.

Ιδιότητες:

- **id**
  - ο Περιγραφή: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε περιφερειακή ενότητα.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 9
- **nameEl**
  - ο Περιγραφή: Το όνομα της περιφερειακής ενότητας στα ελληνικά.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)

- ο Παράδειγμα: Περιφερειακή Ενότητα Φθιώτιδας
- **nameEn**
  - ο Περιγραφή: Το όνομα της περιφερειακής ενότητας στα αγγλικά.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - ο Παράδειγμα: Phthiotis Regional Unit
- **lat**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό πλάτος του κεντρικού σημείου της περιφερειακής ενότητας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 38.887340
- **lng**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό μήκος του κεντρικού σημείου της περιφερειακής ενότητας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 22.368030
- **neLat**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό πλάτος του πιο βορειοανατολικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της περιφερειακής ενότητας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 39.273223
- **neLng**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό μήκος του πιο βορειοανατολικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της περιφερειακής ενότητας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 23.466225
- **swLat**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό πλάτος του πιο νοτιοδυτικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της περιφερειακής ενότητας.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 38.500531
- **swLng**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό μήκος του πιο νοτιοδυτικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της περιφερειακής ενότητας.

- ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
- ο Παράδειγμα: 21.825957
- **regionId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό της περιφέρειας στην οποία ανήκει.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 3

Συσχετίσεις μοντέλων:

- **Region (Περιφέρεια)**
  - ο Συσχέτιση: Many-to-One (Πολλές περιφερειακές ενότητες ανήκουν σε μία περιφέρεια)
- **City (Πόλη)**
  - ο Συσχέτιση: One-to-Many (Μία περιφερειακή ενότητα έχει πολλές πόλεις/κωμοπόλεις)

#### 4.2.3. City (Πόλη)

Περιγραφή: Αναπαριστά τις πόλεις και κωμοπόλεις της Ελλάδος στην εφαρμογή. Η πόλη/κωμόπολη είναι προαιρετική πληροφορία στους τόπους αναχώρησης και προορισμού ενός ταξιδιού.

Ιδιότητες:

- **id**
  - ο Περιγραφή: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε πόλη.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 42
- **nameEl**
  - ο Περιγραφή: Το όνομα της πόλης στα ελληνικά.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - ο Παράδειγμα: Λαμία
- **nameEn**
  - ο Περιγραφή: Το όνομα της πόλης στα αγγλικά.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)

- ο Παράδειγμα Lamia
- **lat**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό πλάτος του κεντρικού σημείου της πόλης.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 38.899383
- **lng**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό μήκος του κεντρικού σημείου της πόλης.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 22.433582
- **neLat**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό πλάτος του πιο βορειοανατολικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της πόλης.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 39.059383
- **neLng**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό μήκος του πιο βορειοανατολικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της πόλης.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 22.593582
- **swLat**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό πλάτους του πιο νοτιοδυτικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της πόλης.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 38.739383
- **swLng**
  - ο Περιγραφή: Το γεωγραφικό μήκος του πιο νοτιοδυτικού σημείου του πλαισίου οριοθέτησης (bounding box) της πόλης.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 22.273582
- **regionalUnitId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό της περιφερειακής ενότητας στην οποία ανήκει.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 9



Συσχετίσεις μοντέλων:

- **Regional Unit (Περιφερειακή ενότητα)**
  - ο Συσχέτιση: Many-to-One (Πολλές πόλεις ανήκουν σε μια περιφερειακή ενότητα)

#### 4.2.4. Fuel Prices (Τιμές καυσίμων)

Περιγραφή: Αναπαριστά τις καταχωρήσεις των τιμών καυσίμων στο σύστημα. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη λειτουργία του υπολογιστή κόστους ταξιδιού.

Ιδιότητες:

- **id**
  - ο Περιγραφή: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε εγγραφή στον πίνακα. Κάθε εγγραφή αφορά διαφορετική ημερομηνία.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 30
- **date**
  - ο Περιγραφή: Η ημερομηνία στην οποία αναφέρονται οι τιμές.
  - ο Τύπος: Ημερομηνία (date)
  - ο Παράδειγμα: 2023-08-30
- **unleaded95**
  - ο Περιγραφή: Η μέση τιμή της αμόλυβδης βενζίνης 95 οκτ. για τη συγκεκριμένη ημερομηνία.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 1.902
- **unleaded100**
  - ο Περιγραφή: Η μέση τιμή της αμόλυβδης βενζίνης 100 οκτ. για τη συγκεκριμένη ημερομηνία.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 2.084
- **diesel**
  - ο Περιγραφή: Η μέση τιμή του πετρελαίου κίνησης για τη συγκεκριμένη ημερομηνία.
  - ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
  - ο Παράδειγμα: 1.718

- **autogas**

- ο Περιγραφή: Η μέση τιμή του υγραερίου κίνησης για τη συγκεκριμένη ημερομηνία.
- ο Τύπος: Πραγματικός αριθμός (real)
- ο Παράδειγμα: 0.995

#### 4.2.5. User (Χρήστης)

Περιγραφή: Αναπαριστά τους χρήστες του συστήματος. Στον πίνακα της βάσης δεδομένων εισάγονται μόνο οι χρήστες που επαληθεύουν επιτυχώς τον αριθμό τηλεφώνου που καταχωρούν.

Ιδιότητες:

- **id**

- ο Περιγραφή: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε χρήστη.
- ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
- ο Παράδειγμα: 1

- **phoneNumber**

- ο Περιγραφή: Ο αριθμός τηλεφώνου του χρήστη.
- ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
- ο Παράδειγμα: +306999999999

- **fcmToken**

- ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό που εκδίδεται από την υπηρεσία [Firebase Cloud Messaging](#), ώστε να μπορούμε να στέλνουμε ειδοποιήσεις push στη συσκευή του χρήστη.
- ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
- ο Παράδειγμα: ck8VDOthSIS....7rWTBSQuIW<sub>s</sub>

- **hasContactsSharingEnabled**

- ο Περιγραφή: Μία από τις δύο ρυθμίσεις του χρήστη που είναι απαραίτητο να γνωρίζει και το backend, ώστε να διαμορφώνει διαφορετικά της απαντήσεις του στα αιτήματα του χρήστη. Π.χ. αν αυτή η ρύθμιση είναι απενεργοποιημένη, ο χρήστης δεν πρέπει να λαμβάνει ταξίδια καταχωρημένα από επαφές 2<sup>ου</sup> επιπέδου.
- ο Τύπος: Αληθείας (boolean)

- ο Παράδειγμα: true
- **hasPhoneNumberExposureEnabled**
  - ο Περιγραφή: Η δεύτερη ρύθμιση που πρέπει να γνωρίζει το backend και αφορά την έκθεση του αριθμού τηλεφώνου του χρήστη στις δημόσιες αναρτήσεις του. Από προεπιλογή, στις δημόσιες αναρτήσεις εμφανίζεται η διεύθυνση email του χρήστη για μεγαλύτερη ασφάλεια.
  - ο Τύπος: Αληθείας (boolean)
  - ο Παράδειγμα: false

Συσχετίσεις μοντέλων:

- **User Profile (Προφίλ χρήστη)**
  - ο Συσχέτιση: One-to-One (Ένας χρήστης έχει ένα και μόνο προφίλ)
- **Contact (Επαφή)**
  - ο Συσχέτιση: One-to-Many (Ένας χρήστης μπορεί να έχει πολλές επαφές)
- **Trip (Ταξίδι)**
  - ο Συσχετίσεις:
    - One-to-Many (Ένας χρήστης μπορεί να έχει πολλά καταχωρημένα ταξίδια)
    - Many-to-Many (Πολλοί χρήστες μπορούν να συμμετέχουν σε πολλά ταξίδια ως επιβαίνοντες)
- **Trip Join Request (Αίτημα συμμετοχής σε ταξίδι)**
  - ο Συσχέτιση: One-to-Many (Κάθε χρήστης μπορεί να στείλει πολλά αιτήματα συμμετοχής σε ταξίδια άλλων χρηστών)

#### 4.2.6. User Profile (Προφίλ χρήστη)

Περιγραφή: Αναπαριστά το δημόσιο προφίλ κάθε χρήστη στην εφαρμογή. Χωρίς προφίλ δεν μπορούμε να γνωρίζουμε κανένα προσωπικό στοιχείο πέρα από τον τηλεφωνικό αριθμό του χρήστη, γεγονός που θα καθιστούσε τις δημόσιες αναρτήσεις αδύνατες.

Ιδιότητες:

- **id**
  - ο Περιγραφή: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό για κάθε προφίλ χρήστη.

- Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - Παράδειγμα: 1
- **firstName**
  - Περιγραφή: Το όνομα του χρήστη.
  - Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - Παράδειγμα: Γιάννης
- **lastName**
  - Περιγραφή: Το επίθετο του χρήστη.
  - Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - Παράδειγμα: Αργυρίου
- **emailAddress**
  - Περιγραφή: Η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του χρήστη.
  - Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - Παράδειγμα: iargyriou@uth.gr
- **facebookMessenger**
  - Περιγραφή: Το ψευδώνυμο του χρήστη στην υπηρεσία Facebook Messenger.
  - Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - Παράδειγμα: iargyriou
- **instagram**
  - Περιγραφή: Το ψευδώνυμο του χρήστη στο κοινωνικό δίκτυο Instagram.
  - Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - Παράδειγμα: iargyriou
- **telegram**
  - Περιγραφή: Το ψευδώνυμο του χρήστη στην υπηρεσία ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων Telegram.
  - Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - Παράδειγμα: iargyriou
- **userId**
  - Περιγραφή: Το αναγνωριστικό του χρήστη στον οποίο ανήκει το προφίλ.
  - Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - Παράδειγμα: 1

Συσχετίσεις μοντέλων:

- User (Χρήστης)

- ο Συσχέτιση: One-to-One (Κάθε προφίλ ανήκει σε ακριβώς έναν χρήστη)

#### 4.2.7. Contact (Επαφή)

Περιγραφή: Αναπαριστά τις επαφές που επιλέγει να κοινοποιήσει ένας χρήστης στην εφαρμογή, προκειμένου να μπορεί και αυτός με τη σειρά του να βλέπει αναρτήσεις ταξιδιών από επαφές 2<sup>ου</sup> επιπέδου (φίλους φίλων).

Ιδιότητες:

- **id**
  - ο Περιγραφή: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό που έχει κάθε επαφή στον πίνακα της βάσης δεδομένων.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 1
- **displayName**
  - ο Περιγραφή: Το όνομα της επαφής ακριβώς όπως είναι αποθηκευμένο στη συσκευή του χρήστη. Αποκρύπτεται μερικώς με αστερίσκους όταν κάποιος χρήστης βλέπει τις αναρτήσεις τους ως επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - ο Παράδειγμα: Γιώργος Παναγιωτόπουλος
- **phoneNumber**
  - ο Περιγραφή: Ο αριθμός τηλεφώνου της επαφής του χρήστη. Αποκρύπτεται μερικώς με αστερίσκους όταν κάποιος χρήστης βλέπει τις αναρτήσεις τους ως επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - ο Παράδειγμα: +306999999999
- **userId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό του χρήστη στον οποίο ανήκει η επαφή.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 1

Συσχετίσεις μοντέλων:

- User (Χρήστης)
  - ο Συσχέτιση: Many-to-One (Πολλές επαφές ανήκουν σε έναν χρήστη)

#### 4.2.7. Trip (Ταξίδι)

Περιγραφή: Αναπαριστά τα ταξίδια που καταχωρούνται στο σύστημα από τους χρήστες.

Ιδιότητες:

- **id**
  - ο Περιγραφή: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό που έχει κάθε ταξίδι στη βάση δεδομένων.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 1
- **date**
  - ο Περιγραφή: Η ημερομηνία για την οποία είναι προγραμματισμένο το ταξίδι.
  - ο Τύπος: Ημερομηνία (date)
  - ο Παράδειγμα: 2023-08-15
- **vehicleType**
  - ο Περιγραφή: Ο τύπος οχήματος με το οποίο θα γίνει το ταξίδι.
  - ο Τύπος: Απαρίθμηση (enum)
  - ο Δυνατές τιμές: car (αυτοκίνητο), motorcycle (μοτοσυκλέτα)
- **fuelType**
  - ο Περιγραφή: Το καύσιμο που καταναλώνει το όχημα του ταξιδιού.
  - ο Τύπος: Απαρίθμηση (enum)
  - ο Δυνατές τιμές: unleaded95 (βενζίνη 95 οκτ.), unleaded100 (βενζίνη 100 οκτ.), diesel (πετρέλαιο), autogas (υγραέριο κίνησης)
- **features**
  - ο Περιγραφή: Επιπλέον πληροφορίες για το ταξίδι που μπορεί να είναι σημαντικές για κάποιους χρήστες.
  - ο Τύπος: Λίστα απαρίθμησης (enum)
  - ο Δυνατές τιμές:
    - **pet-friendly:** Ο οδηγός μπορεί να μεταφέρει και ζώα εκτός από ανθρώπους.
    - **no-payment:** Ο οδηγός δέχεται να μεταφέρει επιβάτες αφίλοκερδώς.

- **stops:** Ο οδηγός είναι διατεθειμένος να κάνει στάσεις κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.
- **public-trip:** Το ταξίδι προβάλλεται δημόσια. Πρακτικά σημαίνει ότι δεν είναι απαραίτητο ο αριθμός τηλεφώνου του χρήστη που το ανάρτησε να υπάρχει στις επαφές κάποιου άλλου για να το δει.
- **routeSummary**
  - ο Περιγραφή: Μία σύντομη περιγραφή της διαδρομής του ταξιδιού όπως αυτή επιστρέφεται από το Directions API του Google Maps.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - ο Παράδειγμα: A/D Pireos Athinon Thessalonikis Evzonon/A1
- **routePolyline**
  - ο Περιγραφή: Αναπαριστά τις συντεταγμένες των γεωγραφικών σημείων από τα οποία θα περάσει ο οδηγός, συμπιεσμένα με έναν αλγόριθμο που τα εξάγει σε μια απλή συμβολοσειρά.
  - ο Τύπος: Συμβολοσειρά (string)
  - ο Παράδειγμα: a~l~Fjk~uOwHJy@P
- **status**
  - ο Περιγραφή: Η τρέχουσα κατάσταση της δημοσίευσης ενός ταξιδιού (ενεργή / ανενεργή).
  - ο Τύπος: Απαρίθμηση (enum)
  - ο Δυνατές τιμές: active (ενεργή), inactive (ανενεργή)
- **fromRegionId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό της περιφέρειας στην οποία βρίσκεται ο τόπος αναχώρησης του ταξιδιού.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 1
- **fromRegionalUnitId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό της περιφερειακής ενότητας στην οποία βρίσκεται ο τόπος αναχώρησης του ταξιδιού.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 2
- **fromCityId**

- ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό της πόλης στην οποία βρίσκεται ο τόπος αναχώρησης του ταξιδιού.
- ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
- ο Παράδειγμα: 3
- **toRegionId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό της περιφέρειας στην οποία βρίσκεται ο τόπος άφιξης του ταξιδιού.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 4
- **toRegionalUnitId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό της περιφερειακής ενότητας στην οποία βρίσκεται ο τόπος άφιξης του ταξιδιού.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 5
- **toCityId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό της πόλης στην οποία βρίσκεται ο τόπος άφιξης του ταξιδιού.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 6
- **publisherId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό του χρήστη που δημοσίευσε το ταξίδι.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 7

Συσχετίσεις μοντέλων:

- **Region (Περιφέρεια)**
  - ο Συσχέτιση: Many-to-One (Πολλά ταξίδια έχουν μία περιφέρεια ως τόπο αναχώρησης/άφιξης)
- **Regional Unit (Περιφερειακή ενότητα)**
  - ο Συσχέτιση: Many-to-One (Πολλά ταξίδια έχουν μία περιφερειακή ενότητα ως τόπο αναχώρησης/άφιξης)
- **City (Πόλη)**



- ο Συσχέτιση: Many-to-One (Πολλά ταξίδια έχουν μία πόλη ως τόπο αναχώρησης/άφιξης)
- **User (Χρήστης)**
  - ο Συσχετίσεις:
    - Many-to-One (Πολλά ταξίδια ανήκουν σε έναν χρήστη που τα δημοσίευσε)
    - Many-to-Many (Πολλά ταξίδια έχουν πολλούς χρήστες ως συμμετέχοντες)
- **Trip Join Request (Αίτημα συμμετοχής σε ταξίδι)**
  - ο Συσχέτιση: One-to-Many (Ένα ταξίδι έχει πολλά αιτήματα συμμετοχής)

#### 4.2.8. Trip Join Request (Αίτημα συμμετοχής σε ταξίδι)

Περιγραφή: Αναπαριστά τα αιτήματα συμμετοχής σε ταξίδια της εφαρμογής.

Ιδιότητες:

- **id**
  - ο Περιγραφή: Ένα μοναδικό αναγνωριστικό που έχει κάθε αίτημα συμμετοχής στη βάση δεδομένων.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 1
- **tripSource**
  - ο Περιγραφή: Ο τρόπος με τον οποίο ο χρήστης ανακάλυψε το ταξίδι.
  - ο Τύπος: Απαρίθμηση (enum)
  - ο Δυνατές τιμές:
    - **contact**: Ο οδηγός είναι επαφή 1<sup>ου</sup> επιπέδου
    - **mutual-contact**: Ο οδηγός είναι επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου
    - **public**: Δημόσια ανάρτηση
- **status**
  - ο Περιγραφή: Η τρέχουσα κατάσταση του αιτήματος.
  - ο Τύπος: Απαρίθμηση (enum)
  - ο Δυνατές τιμές:
    - **pending**: Εκκρεμεί έγκριση / απόρριψη.
    - **cancelled**: Ακυρώθηκε από τον χρήστη (επιβάτη) που το έστειλε.

- **approved:** Εγκρίθηκε από τον οδηγό.
- **rejected:** Απορρίφθηκε από τον οδηγό.
- **rejectionReason**
  - ο Περιγραφή: Ο λόγος για τον οποίο απορρίφθηκε το αίτημα.
  - ο Τύπος: Απαρίθμηση (enum)
  - ο Δυνατές τιμές:
    - **contact-not-found:** Ο αιτών ή ο χρήστης που διαμοιράζει τις επαφές του και βοήθησε τον αιτούντα στην εύρεση του ταξιδιού, δεν υπάρχει στις επαφές του χρήστη που ανάρτησε το ταξίδι.
- **applicantUserId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό χρήστη που έστειλε το αίτημα συμμετοχής.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 1
- **mutualContactUserId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό της επαφής (2<sup>ου</sup> επιπέδου) μέσω της οποίας ανακάλυψε το ταξίδι ο χρήστης.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 2
- **tripId**
  - ο Περιγραφή: Το αναγνωριστικό του ταξιδιού στο οποίο αναφέρεται το αίτημα.
  - ο Τύπος: Ακέραιος αριθμός (integer)
  - ο Παράδειγμα: 3

Συσχετίσεις μοντέλων:

- **User (Χρήστης)**
  - ο Συσχέτιση: Many-to-One (Πολλά αιτήματα συμμετοχής πραγματοποιούνται από τον ίδιο χρήστη.)
- **Trip (Ταξίδι)**
  - ο Συσχέτιση: Many-to-One (Πολλά αιτήματα συμμετοχής αναφέρονται σε ένα συγκεκριμένο ταξίδι)

## 4.3. Backend

Όλα τα endpoints του backend «κρύβονται» πίσω από τη διαδρομή «/api», ενώ όλα, πλην αυτών του Auth router, απαιτούν ένα έγκυρο JWT access token προκειμένου να εξυπηρετηθούν τα αιτήματα.

### 4.3.1. Auth router

Endpoints:

- **POST /request-verification**
  - Περιγραφή: Είναι το πρώτο endpoint στο οποίο κάνει αίτημα η frontend εφαρμογή για να σταλεί στον χρήστη ένας κωδικός OTP για την επαλήθευση του τηλεφωνικού αριθμού του. Κατά τη διάρκεια επεξεργασίας του αιτήματος, το backend επικοινωνεί με την υπηρεσία [Twilio Verify](#).
  - Απαιτούμενα δεδομένα στο σώμα (body):
    - **phoneNumber**: Ο αριθμός τηλεφώνου του χρήστη.
- **POST /authenticate**
  - Περιγραφή: Περιμένει ως δεδομένο τον κωδικό OTP που ισχυρίζεται ότι έλαβε ο χρήστης και αναλαμβάνει να ρωτήσει την υπηρεσία [Twilio Verify](#) αν ήταν πράγματι αυτός, προκειμένου να του χορηγηθεί ή όχι πρόσβαση στο σύστημα. Η χορήγηση πρόσβασης σημαίνει την εισαγωγή του χρήστη στη βάση δεδομένων (αν δεν υπάρχει ήδη) και την παραγωγή διακριτικών πρόσβασης και ανανέωσης JWT.
  - Απαιτούμενα δεδομένα στο σώμα (body):
    - **phoneNumber**: Ο αριθμός τηλεφώνου του χρήστη.
    - **verificationCode**: Ο 6ψήφιος κωδικός OTP που ισχυρίζεται ότι έλαβε ο χρήστης.
- **POST /refresh-tokens**
  - Περιγραφή: Όταν το access token ενός χρήστη έχει λήξει αλλά το refresh token του είναι ακόμη έγκυρο, εκδίδει δύο νέα διακριτικά (token) πρόσβασης και

ανανέωσης, προκειμένου να συνεχιστεί η πρόσβαση του χρήστη στο σύστημα χωρίς να ζητηθεί εκ νέου επαλήθευση.

- Απαιτούμενα δεδομένα στο σώμα (body):
  - **refreshToken**: Το διακριτικό ανανέωσης του χρήστη.

#### 4.3.2. Regions router

Endpoints:

- **GET /regions**
  - Περιγραφή: Επιστρέφει όλες τις περιφέρειες της Ελλάδας. Προαιρετικά μπορούν να συμπεριληφθούν οι περιφερειακές ενότητες και οι πόλεις που εντάσσονται μέσα στην καθεμία.
  - Προαιρετικές παράμετροι:
    - **include**: Οι οντότητες που επιθυμούμε να συμπεριληφθούν. Οι δυνατές τιμές είναι «**regional-units**» (Π.Ε.) και «**cities**» (πόλεις), χωρισμένες με κόμμα (,).
- **GET /regions/:id**
  - Περιγραφή: Επιστρέφει μια συγκεκριμένη περιφέρεια της Ελλάδας. Προαιρετικά, όπως παραπάνω, μπορούν να συμπεριληφθούν οι Π.Ε. και οι πόλεις της.
  - Παράμετροι:
    - **:id**: Το μοναδικό αναγνωριστικό της περιφέρειας στη βάση δεδομένων.
  - Προαιρετικές παράμετροι:
    - **include**: Οι οντότητες που επιθυμούμε να συμπεριληφθούν στην απάντηση. Οι δυνατές τιμές είναι «**regional-units**» (Π.Ε.) και «**cities**» (πόλεις), χωρισμένες με κόμμα (,).

#### 4.3.3. Regional Units router

Endpoints:

- **GET /regional-units**

- Περιγραφή: Απαντάει με όλες τις περιφερειακές ενότητες της Ελλάδος. Εφόσον αιτηθεί, μπορούν να συμπεριληφθούν οι πόλεις της καθεμίας.
- Προαιρετικές παράμετροι:
  - **include:** Οι οντότητες που επιθυμούμε να συμπεριληφθούν στην απάντηση. Η μόνη δυνατή τιμή της παραμέτρου είναι «**cities**» (πόλεις).
- **GET /regional-units/:id**
  - Περιγραφή: Επιστρέφει μια συγκεκριμένη περιφερειακή ενότητα της Ελλάδας. Προαιρετικά, μπορούν να συμπεριληφθούν οι πόλεις της.
  - Παράμετροι:
    - **:id:** Το μοναδικό αναγνωριστικό της περιφερειακής ενότητας στη βάση δεδομένων.
  - Προαιρετικές παράμετροι:
    - **include:** Οι οντότητες που επιθυμούμε να συμπεριληφθούν στην απάντηση. Η μόνη δυνατή τιμή της παραμέτρου είναι «**cities**» (πόλεις).

#### 4.3.4. Cities router

Endpoints:

- **GET /cities**
  - Περιγραφή: Επιστρέφει όλες τις πόλεις και κωμοπόλεις της χώρας.
- **GET /cities/:id**
  - Περιγραφή: Επιστρέφει τη ζητούμενη πόλη/κωμόπολη της χώρας.
  - Παράμετροι:
    - **:id:** Το μοναδικό αναγνωριστικό της πόλης στη βάση δεδομένων.

#### 4.3.5. My router

Endpoints:

- **GET /my/profile**
  - Περιγραφή: Επιστρέφει πληροφορίες για το δημόσιο προφίλ του χρήστη στο σύστημα. Τέτοιες είναι το ονοματεπώνυμό του, η διεύθυνση email του και οι λογαριασμοί του στα υποστηριζόμενα κοινωνικά δίκτυα και τις υπηρεσίες

ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων. Επιπρόσθετα, επιστρέφεται ένα γνώρισμα «**publicPostsEnabled**» βάσει του οποίου καθορίζεται η δυνατότητα ανάρτησης ενός ταξιδιού ως δημόσιο στη frontend εφαρμογή και έχει αληθή τιμή μόνο αν ο χρήστης έχει ορίσει το ονοματεπώνυμό του και τη διεύθυνση email του.

- **PATCH /my/profile**

- Περιγραφή: Υφίσταται για την ενημέρωση των πληροφοριών του δημόσιου προφίλ του χρήστη στο σύστημα. Τέτοιες είναι το ονοματεπώνυμό του, η διεύθυνση email του και οι λογαριασμοί του στα υποστηριζόμενα κοινωνικά δίκτυα και τις υπηρεσίες ανταλλαγής άμεσων μηνυμάτων.

- **GET /my/settings**

- Περιγραφή: Επιστρέφει τις δύο ρυθμίσεις του χρήστη που είναι υποχρεωτικό να είναι αποθηκευμένες στη μεριά του backend. Η μία αφορά την ενεργοποίηση της κοινοποίησης επαφών με άλλους χρήστες, ενώ η δεύτερη την έκθεση του αριθμού τηλεφώνου του χρήστη στις δημόσιες αναρτήσεις του.

- **PATCH /my/settings**

- Περιγραφή: Είναι υπεύθυνο για την ενημέρωση των δύο ρυθμίσεων του χρήστη που είναι υποχρεωτικό να είναι αποθηκευμένες στη μεριά του backend. Η μία αφορά την ενεργοποίηση της κοινοποίησης επαφών με άλλους χρήστες και η δεύτερη την έκθεση του αριθμού τηλεφώνου του χρήστη στις δημόσιες αναρτήσεις του. Εάν η κοινοποίηση επαφών είναι ενεργοποιημένη και ο χρήστης επιλέξει ανά πάσα στιγμή να την απενεργοποιήσει, όλες οι επαφές που έχουν μεταφορτωθεί στο backend διαγράφονται από τη βάση δεδομένων.

- **GET /my/trips**

- Περιγραφή: Επιστρέφει όλα τα ταξίδια του χρήστη στα οποία είναι είτε δημιουργός είτε συμμετέχων.

- **GET /my/trip-join-requests**

- Περιγραφή: Επιστρέφει όλα τα αιτήματα συμμετοχής του χρήστη σε ταξίδια στα οποία έχει εκδηλώσει ο ίδιος ενδιαφέρον ή αιτήματα που έχουν γίνει σε δικά του ταξίδια από άλλους χρήστες και πρέπει να τα εγκρίνει/απορρίψει.
- Προαιρετικές παράμετροι:
  - **status**: Περιορίζει τα αποτελέσματα μόνο στα αιτήματα συμμετοχής που βρίσκονται στη ζητούμενη κατάσταση. Οι δυνατές τιμές είναι **pending** (εκκρεμή), **cancelled** (ακυρωμένα), **approved** (εγκεκριμένα), **rejected** (απορριφθέντα).
- **POST /my/known-users**
  - Περιγραφή: Αναμένει στο σώμα του αιτήματος έναν πίνακα με επαφές του χρήστη για τους οποίους ο τελευταίος ενδιαφέρεται να μάθει αν είναι χρήστες της εφαρμογής. Επιστρέφει μια λίστα με τις επαφές του χρήστη που είναι χρήστες της εφαρμογής, η οποία εμπεριέχει και τον αριθμό των κοινοποιημένων επαφών που είναι έτοιμες να εμπλουτίσουν τα αποτελέσματα ταξιδιών που λαμβάνει ο χρήστης αν κοινοποιήσει και ο ίδιος τις δικές του. Τέλος, η κλήση του συγκεκριμένου endpoint μας δίνει την ευκαιρία να ενημερώσουμε τις επαφές του χρήστη που είναι αποθηκευμένες στη βάση δεδομένων εάν έχει ενεργοποιημένη την κοινοποίησή τους και υπάρχουν αλλαγές από τη τελευταία μεταφόρτωσή τους στο backend.
  - Απαιτούμενα δεδομένα στο σώμα (body):
    - Μία λίστα με επαφές του χρήστη, στην οποία συμπεριλαμβάνονται οι τηλεφωνικοί αριθμοί τους.

#### 4.3.6. Trip routes router

Endpoints:

- **GET /trip-routes**
  - Περιγραφή: Πραγματοποιεί επικοινωνία με το [Directions API](#) των Χαρτών Google και επιστρέφει όλες τις δυνατές διαδρομές μεταξύ δύο γεωγραφικών σημείων. Η κάθε διαδρομή εμπεριέχει πολλές χρήσιμες πληροφορίες, όπως χιλιομετρική απόσταση, εκτιμώμενο χρόνο ταξιδιού, μια λίστα γεωγραφικών σημείων που πλαισιώνουν τη διαδρομή σε κωδικοποιημένη μορφή (polyline),

κ.ά. Επιπλέον, η απάντηση εμπλουτίζεται με το εκτιμώμενο κόστος καυσίμου κάθε διαδρομής για όλους τους τύπους καυσίμου, το οποίο υπολογίζεται αναλογικά με τη χιλιομετρική απόσταση και μια τυπική μέση κατανάλωση που έχει δοθεί ως σταθερά για κάθε καύσιμο.

ο Παράμετροι:

- **origin:** Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του σημείου αφετηρίας στη μορφή «ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ».
- **destination:** Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του σημείου τερματισμού στη μορφή «ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ».

#### 4.3.7. Trips router

Endpoints:

- **POST /trips/all**

- ο Περιγραφή: Επιστρέφει όλα τα ταξίδια που πληρούν τα κριτήρια του χρήστη. Εάν ο δημιουργός κάποιου ταξιδιού είναι επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου, το μεγαλύτερο μέρος του ονοματεπώνυμού του και ο αριθμός τηλεφώνου του αποκρύπτονται για να προστατέψουμε τα προσωπικά του στοιχεία μέχρι να εγκρίνει την επικοινωνία τους η επαφή 1<sup>ου</sup> επιπέδου. Επιπλέον, σε κάθε ταξίδι συμπεριλαμβάνεται και μία ιδιότητα (**inclusionReasons**) που εξηγεί τους λόγους για τους οποίους συμπεριλήφθηκε στα αποτελέσματα το εκάστοτε ταξίδι. Αυτοί μπορεί να είναι:

- **contact:** Ο δημιουργός του ταξιδιού είναι επαφή 1<sup>ου</sup> επιπέδου.
- **mutual-contact:** Ο δημιουργός του ταξιδιού είναι επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου.
- **stops:** Ο οδηγός του ταξιδιού έχει δηλώσει ότι διατίθεται να κάνει στάσεις και οι τόποι αφετηρίας και προορισμού που έχει επιλέξει ο χρήστης βρίσκονται ή είναι κοντά στην επιλεγμένη διαδρομή του ταξιδιού.

Τέλος, από τη στιγμή που ο χρήστης συμπεριλαμβάνει στο αίτημα τις επαφές του προκειμένου να βρεθούν ταξίδια του κύκλου του, είναι καλή ευκαιρία να ενημερώσουμε τις αποθηκευμένες επαφές του στη βάση δεδομένων, εφόσον έχει ενεργοποιημένη την κοινοποίησή τους.

- ο Προαιρετικά δεδομένα στο σώμα (body):



- **filters:** Μία λίστα από φίλτρα βάσει των οποίων ο χρήστης επιθυμεί να περιορίσει την αναζήτησή του. Τα φίλτρα είναι οι ιδιότητες του [μοντέλου Trip \(Ταξίδι\)](#).
- **contacts:** Μία λίστα με όλες τις επαφές που έχει αποθηκευμένες ο χρήστης στη συσκευή του (1<sup>ο</sup> επιπέδου). Συμπεριλαμβάνονται αυτόματα εφόσον δοθεί η αντίστοιχη άδεια στην εφαρμογή.
- **showSecondLevelContactTrips:** Η τιμή (αληθείας) συμπεριλαμβάνεται αυτόματα και προέρχεται από τις ρυθμίσεις της εφαρμογής του χρήστη. Ελέγχει αν πρέπει να συμπεριληφθούν ή όχι ταξίδια που έχουν δημοσιευτεί από επαφές 2<sup>ο</sup> επιπέδου.

- **POST /trips/:id**

- ο Περιγραφή: Ελέγχει αν ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στο ζητούμενο ταξίδι βάσει της λίστας επαφών 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> επιπέδου του και το επιστρέφει. Μια χρήσιμη πληροφορία που συμπεριλαμβάνεται στην απάντηση με προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στο frontend είναι η κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο χρήστης που το βλέπει (**viewerStatus**) και οι δυνατές τιμές είναι:
  - **publisher:** Ο χρήστης είναι ο οδηγός του ταξιδιού.
  - **participant:** Ο χρήστης συμμετέχει στο ταξίδι.
  - **pendingJoinRequest:** Ο χρήστης έχει υποβάλλει αίτημα συμμετοχής στο ταξίδι και αναμένει την έγκριση ή απόρριψη του οδηγού.
  - **rejectedJoinRequest:** Ο οδηγός έχει απορρίψει το αίτημα συμμετοχής του χρήστη για οποιονδήποτε λόγο.
  - **interested:** Ως πιθανός συμμετέχων σε αυτό.
- ο Παράμετροι:
  - **:id:** Το μοναδικό αναγνωριστικό του ταξιδιού στη βάση δεδομένων.
- ο Προαιρετικά δεδομένα στο σώμα (body):
  - **contacts:** Μία λίστα με όλες τις επαφές (1<sup>ο</sup> επιπέδου) που έχει αποθηκευμένες ο χρήστης στη συσκευή του. Συμπεριλαμβάνονται αυτόματα εφόσον δοθεί η αντίστοιχη άδεια στην εφαρμογή.
  - **showSecondLevelContactTrips:** Η τιμή (αληθείας) συμπεριλαμβάνεται αυτόματα και προέρχεται από τις ρυθμίσεις της εφαρμογής του χρήστη. Αν το ταξίδι έχει δημοσιευτεί από επαφή 2<sup>ο</sup> επιπέδου και η τιμή είναι ψευδής, δε θα επιτραπεί στον χρήστη να το δει.

- **POST /trips**

- ο Περιγραφή: Είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία/καταχώρηση των ταξιδιών στη βάση δεδομένων. Κατά τη δημιουργία, η ιδιότητα «**status**» του ταξιδιού παίρνει αυτόματα τιμή «**active**» (ενεργό).
- ο Απαιτούμενα δεδομένα στο σώμα (body):
  - Όλες οι πληροφορίες που μπορεί να δηλώσει ένας οδηγός για ένα ταξίδι που καταχωρεί είναι ιδιότητες της [οντότητας Trip \(Ταξίδι\)](#). Κάποιες ιδιότητες, όπως π.χ. η «routePolyline», παίρνουν τιμή αυτόματα στο παρασκήνιο σύμφωνα με τις επιλογές του χρήστη, ακόμη και αν δεν είναι ορατές στην εφαρμογή.

- **PATCH /trips/:id**

- ο Περιγραφή: Μπορεί να κληθεί για την ενημέρωση των πληροφοριών ενός ταξιδιού ή για την ακύρωσή του. Μετά από οποιαδήποτε ενημέρωση, το backend φροντίζει να στείλει μία ειδοποίηση push σε όλες τις εφαρμογές των χρηστών που συμμετέχουν στο ταξίδι.
- ο Παράμετροι:
  - **:id**: Το μοναδικό αναγνωριστικό του ταξιδιού στη βάση δεδομένων.
- ο Απαιτούμενα δεδομένα στο σώμα (body):
  - Όλες οι πληροφορίες ταξιδιού που επιθυμεί να ενημερώσει ο χρήστης. Πρέπει να είναι ιδιότητες της [οντότητας Trip \(Ταξίδι\)](#).

- **GET /trips/:id/join-requests**

- ο Περιγραφή: Απαντάει με όλα τα αιτήματα συμμετοχής που υπάρχουν στο σύστημα για ένα συγκεκριμένο ταξίδι που έχει αναρτήσει ο χρήστης. Δεν χρησιμοποιείται από το frontend και είναι ημιτελές όσον αφορά την απόκριση κρίσιμων πληροφοριών.
- ο Παράμετροι:
  - **:id**: Το μοναδικό αναγνωριστικό του ταξιδιού στη βάση δεδομένων.
- ο Προαιρετικές παράμετροι:

- **status:** Επιστρέφει μόνο τα αιτήματα συμμετοχής που βρίσκονται στη ζητούμενη κατάσταση. Δυνατές τιμές: **pending** (εκκρεμή), **approved** (εγκεκριμένα), **rejected** (απορριφθέντα), **cancelled** (ακυρωμένα).
- **POST /trips/:id/join-requests**
  - ο Περιγραφή: Είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία αιτημάτων συμμετοχής σε ταξίδια του συστήματος. Εάν κάποιο ταξίδι βρέθηκε χάρη σε επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου, αυτή συμπεριλαμβάνεται στις πληροφορίες του αιτήματος, ώστε αργότερα να ελεγχθεί αν υπάρχει στις επαφές του χρήστη. Αμέσως μετά την καταχώριση του αιτήματος στη βάση δεδομένων, ο χρήστης που δημοσίευσε το ταξίδι λαμβάνει μια ειδοποίηση push στη συσκευή του προκειμένου να είναι ενήμερος ότι πρέπει να το διαχειριστεί.
  - ο Παράμετροι:
    - **:id:** Το μοναδικό αναγνωριστικό του ταξιδιού στη βάση δεδομένων.
  - ο Απαιτούμενα δεδομένα στο σώμα (body):
    - **tripSource:** Πώς βρήκε ο χρήστης το ταξίδι. Δυνατές τιμές: **contact** (ο δημιουργός είναι επαφή 1<sup>ου</sup> επιπέδου), **mutual-contact** (ο δημιουργός είναι επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου), **public** (το ταξίδι είναι δημόσια ανάρτηση).
  - ο Προαιρετικά δεδομένα στο σώμα (body):
    - **mutualContactPhoneNumber:** Ο τηλεφωνικός αριθμός της επαφής χάρη στην οποία ο χρήστης βρήκε το ταξίδι. Η επαφή «διαμεσολάβησης» πρέπει να υπάρχει υποχρεωτικά και στις επαφές του χρήστη που δημοσίευσε το ταξίδι. Εναλλακτικά το αίτημα απορρίπτεται αυτόματα.

#### 4.3.8. Trip join requests router

Endpoints:

- **POST /trip-join-requests**
  - ο Περιγραφή: Επιστρέφει όλα τα αιτήματα συμμετοχής που έχει υποβάλει ο χρήστης σε ταξίδια άλλων χρηστών ως συμμετέχων, καθώς και αυτά των δικών του ταξιδιών που πρέπει να διαχειριστεί. Το endpoint πρέπει να κληθεί με τη μέθοδο «POST» επειδή περιμένει στο σώμα του αιτήματος να συμπεριληφθούν οι επαφές του χρήστη, με σκοπό να απορριφθούν αυτόματα τα αιτήματα

συμμετοχής σε δικά του ταξίδια που βρέθηκαν από ή μέσω χρήστη που δεν υπάρχει στις επαφές του.

Στα αιτήματα των ταξιδιών που πρέπει να εγκρίνει ή να απορρίψει και στα οποία ο χρήστης είναι επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου του αιτούντος, το ονοματεπώνυμο και ο αριθμός τηλεφώνου του τελευταίου αποκρύπτονται μερικώς για προστασία των προσωπικών δεδομένων του, μέχρι να τους φέρει σε επικοινωνία η κοινή επαφή τους.

Εάν κάποιο αίτημα απορριφθεί αυτόματα για τον λόγο που περιγράφηκε παραπάνω, προγραμματίζεται αποστολή ειδοποίησης push στον αιτούντα χρήστη ώστε να ενημερωθεί για τον λόγο απόρριψης του αιτήματός του.

- Απαιτούμενα δεδομένα στο σώμα (body):
  - Μία λίστα με επαφές του χρήστη, στην οποία συμπεριλαμβάνονται οι τηλεφωνικοί αριθμοί τους.

- **GET /trip-join-requests/:id**

- Περιγραφή: Επιστρέφει ένα συγκεκριμένο αίτημα συμμετοχής ταξιδιού του συστήματος. Ο χρήστης πρέπει οπωσδήποτε να είναι ο αιτών ή ο παραλήπτης του αιτήματος. Αντιθέτως το σύστημα απαντάει με σφάλμα. Δεν χρησιμοποιείται από το frontend και είναι ημιτελές όσον αφορά την απόκρυψη κρίσιμων πληροφοριών.
- Παράμετροι:
  - **:id**: Το μοναδικό αναγνωριστικό του αιτήματος συμμετοχής στη βάση δεδομένων.

- **PATCH /trip-join-requests/:id**

- Περιγραφή: Καλείται τόσο από τους δημιουργούς ταξιδιών όσο και από τους αιτούντες χρήστες, με σκοπό να αλλάξουν την κατάσταση (status) ενός αιτήματος συμμετοχής. Οι οδηγοί μπορούν να αλλάξουν ένα αίτημα μόνο σε κατάσταση «**approved**» (εγκεκριμένο) ή «**rejected**» (απορριφθέν). Σε περίπτωση έγκρισης, ο αιτών χρήστης προστίθεται στους συμμετέχοντες του ταξιδιού.  
Αντίστοιχα, οι αιτούντες χρήστες μπορούν να αλλάξουν ένα αίτημα σε κατάσταση «**cancelled**» (ακυρωμένο) ή «**pending**» (σε εκκρεμότητα). Ένα

αίτημα μπορεί να ακυρωθεί είτε όταν είναι σε εκκρεμότητα, είτε όταν είναι εγκεκριμένο και ο χρήστης για οποιοδήποτε λόγο θέλει να ανακαλέσει τη συμμετοχή του (γεγονός που προκαλεί και στην αφαίρεσή του από τους συμμετέχοντες του ταξιδιού στη βάση δεδομένων). Επιπλέον, ένα αίτημα μπορεί να ξαναβρεθεί σε κατάσταση εκκρεμότητας (pending) αν ο αιτών χρήστης το είχε ακυρώσει, αλλά μετάνιωσε την ενέργειά του και επιθυμεί να ξανασυμμετάσχει στο ταξίδι. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, είτε ο οδηγός του ταξιδιού είτε ο αιτών χρήστης ενημερώνεται για την ενέργεια στην οποία προχώρησε η άλλη μεριά με ειδοποίηση push.

Ο Παράμετροι:

- **:id:** Το μοναδικό αναγνωριστικό του αιτήματος συμμετοχής στη βάση δεδομένων.

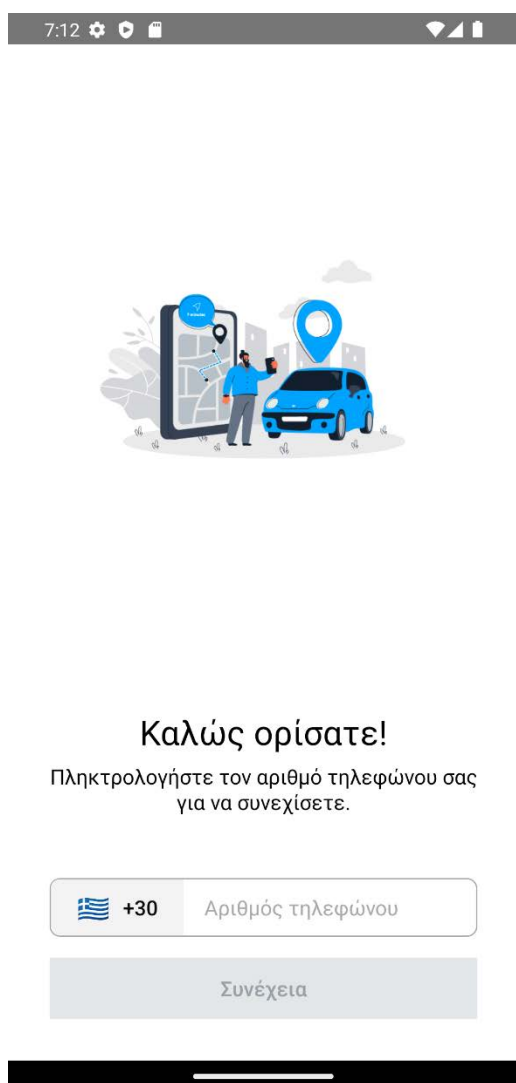
Ο Απαιτούμενα δεδομένα στο σώμα (body):

- **status:** Η κατάσταση στην οποία θα αλλάξει το αίτημα.

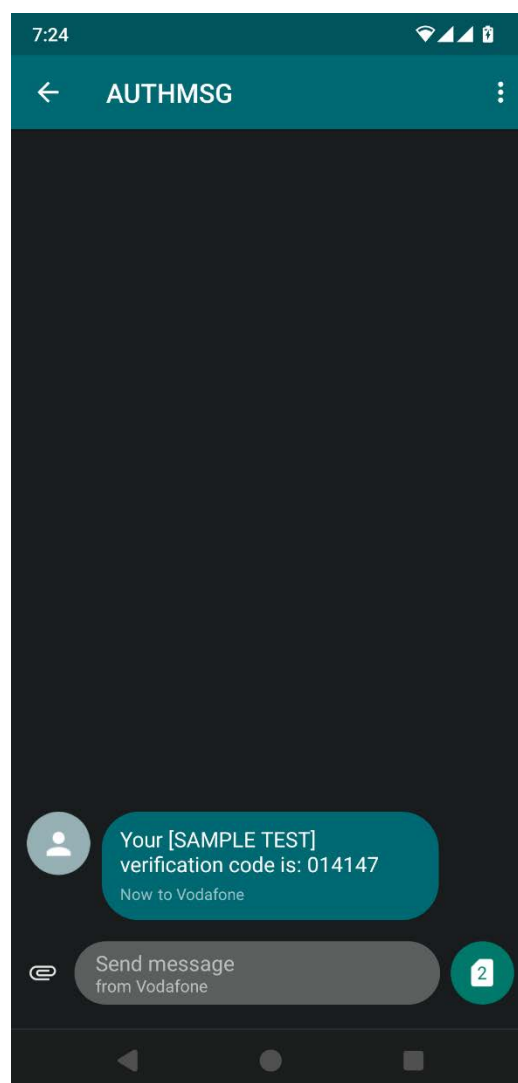
## 4.4. Frontend

### 4.4.1. Οθόνη εισαγωγής τηλεφωνικού αριθμού

Η οθόνη εισαγωγής τηλεφωνικού αριθμού (Εικόνα 10) είναι η πρώτη οθόνη με την οποία έρχεται σε αλληλεπίδραση ο χρήστης μόλις ανοίξει την εφαρμογή για πρώτη φορά. Στο κάτω μέρος της οθόνης υπάρχει ένα πεδίο στο οποίο καλείται να συμπληρώσει τον αριθμό τηλεφώνου του. Στη συνέχεια, πατώντας πάνω στο κουμπί «Συνέχεια» αποστέλλεται ένα αίτημα HTTP στο [endpoint «POST /request-verification» του Auth router](#), ώστε αυτό με τη σειρά του να επικοινωνήσει με την υπηρεσία [Twilio Verify](#) και τελικά να λάβει ο χρήστης έναν 6ψήφιο κωδικό επαλήθευσης OTP με SMS (Εικόνα 11).



Εικόνα 10 – Οθόνη εισαγωγής αριθμού τηλεφώνου

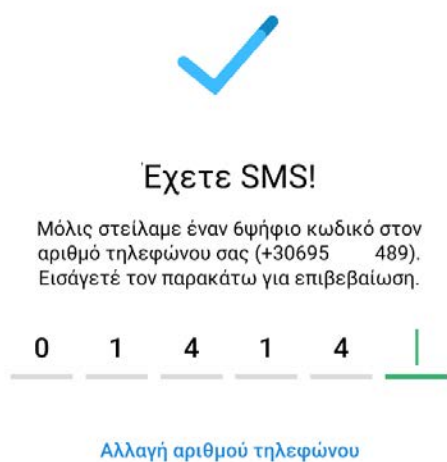


Εικόνα 11 – SMS κωδικού επαλήθευσης Twilio Verify

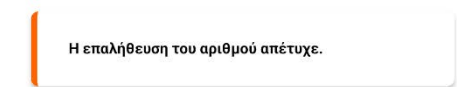
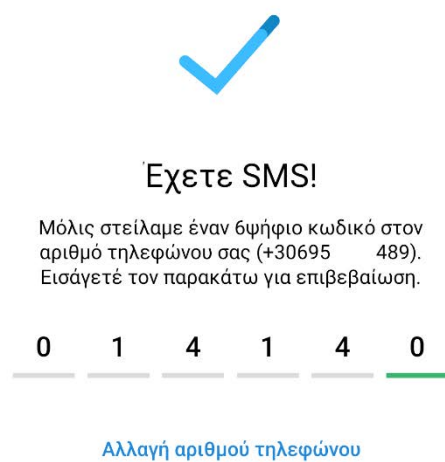
#### 4.4.2. Οθόνη εισαγωγής κωδικού επαλήθευσης

Μόλις η υπηρεσία [Twilio Verify](#) αποστείλει επιτυχώς τον 6ψήφιο κωδικό επαλήθευσης στον εισαγόμενο τηλεφωνικό αριθμό, ο χρήστης ανακατευθύνεται στην οθόνη εισαγωγής αυτού (Εικόνα 12), στην οποία ενημερώνεται ότι πρέπει να ελέγξει τα μηνύματα SMS του και στη συνέχεια να εισάγει στο αντίστοιχο πεδίο της οθόνης τον κωδικό που έλαβε. Σε περίπτωση λανθασμένου αριθμού τηλεφώνου, έχει τη δυνατότητα να γυρίσει στην προηγούμενη οθόνη και να τον διορθώσει πατώντας στο κουμπί «Αλλαγή αριθμού τηλεφώνου». Μόλις ο χρήστης εισάγει τον κωδικό, πραγματοποιείται ένα αίτημα HTTP στο [endpoint «POST /authenticate» του Auth router](#) με σκοπό να ερωτηθεί η υπηρεσία [Twilio Verify](#) αν ο κωδικός επαλήθευσης ήταν σωστός. Σε περίπτωση αποτυχημένης επαλήθευσης, ο χρήστης ενημερώνεται κατάλληλα (Εικόνα 13). Εναλλακτικά, εκδίδονται και του αποστέλλονται τα διακριτικά πρόσβασης και ανανέωσης (JWT).

Τα JWT token αποθηκεύονται στη συσκευή του χρήστη με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης react-native-keychain (<https://github.com/oblador/react-native-keychain>), μια βιβλιοθήκη που μας επιτρέπει να αποθηκεύουμε ευαίσθητα δεδομένα με ασφάλεια. Τα δεδομένα παραμένουν αποθηκευμένα και ασφαλή ακόμη και όταν η εφαρμογή δεν έχει εκτελεστεί για πολύ καιρό. Αυτό είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που απαλλάσσει τον χρήστη από το να ξανασυνδεθεί στην εφαρμογή, ακόμη και αν ήταν αδρανής για μεγάλο διάστημα. Ωστόσο, είναι αυτονόητο ότι η ημερομηνία λήξης των JWT είναι μια ανεξάρτητη δικλείδα ασφαλείας και αν το token έχει λήξει, ο χρήστης είναι υποχρεωμένος να ξανασυνδεθεί.



Εικόνα 12 – Οθόνη εισαγωγής κωδικού επαλήθευσης



Εικόνα 13 – Αποτυχία αυθεντικοποίησης χρήστη

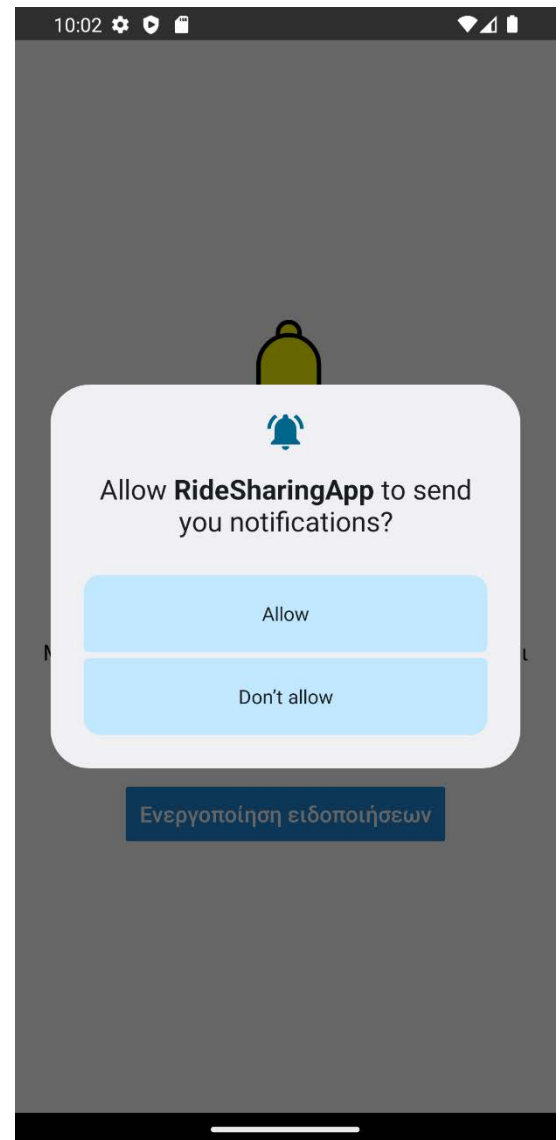
#### 4.4.3. Οθόνη χορήγησης άδειας ειδοποιήσεων

Είναι σημαντικό οι χρήστες τις εφαρμογές να ενημερώνονται άμεσα για ό, τι συμβαίνει στα ταξίδια που δημοσιεύουν ή συμμετέχουν, καθώς οι αλλαγές μπορεί να μην ικανοποιούν τις απαιτήσεις τους ή να μη συμβαδίζουν με το πρόγραμμά τους. Σε αυτό το σημείο είναι η κατάλληλη στιγμή να ζητήσουμε από τον χρήστη την άδειά του για να του στέλνουμε ειδοποιήσεις push μέσω της υπηρεσίας [Firebase Cloud Messaging](#) (Εικόνες 14, 15). Αξίζει να σημειωθεί ότι σε συσκευές Android του οποίου η έκδοση είναι παλαιότερη της 13, η άδεια χορηγείται αυτόματα, με αποτέλεσμα η συγκεκριμένη οθόνη να παραλείπεται εντελώς για να μην επηρεάσει την εμπειρία του χρήστη.





Εικόνα 14 – Οθόνη χορήγησης άδειας ειδοποιήσεων



Εικόνα 15 – Διεπαφή χορήγησης αδειών στο Α.Σ. Android 13

#### 4.4.4. Οθόνη εξερεύνησης / αναζήτησης ταξιδιών

Όταν ένας χρήστης έχει επαληθεύσει τον τηλεφωνικό αριθμό του σε προηγούμενη εκτέλεση της εφαρμογής και το κλειδί JWT του είναι ακόμη έγκυρο, ή απλά μόλις συνδέθηκε, ανακατευθύνεται άμεσα στην οθόνη εξερεύνησης / αναζήτησης ταξιδιών. Σε αυτήν μπορεί να επιλέξει να δει είτε ταξίδια που έχουν δημοσιευτεί από επαφές του κύκλου του ή δημόσιες αναρτήσεις. (Εικόνες 16, 17)

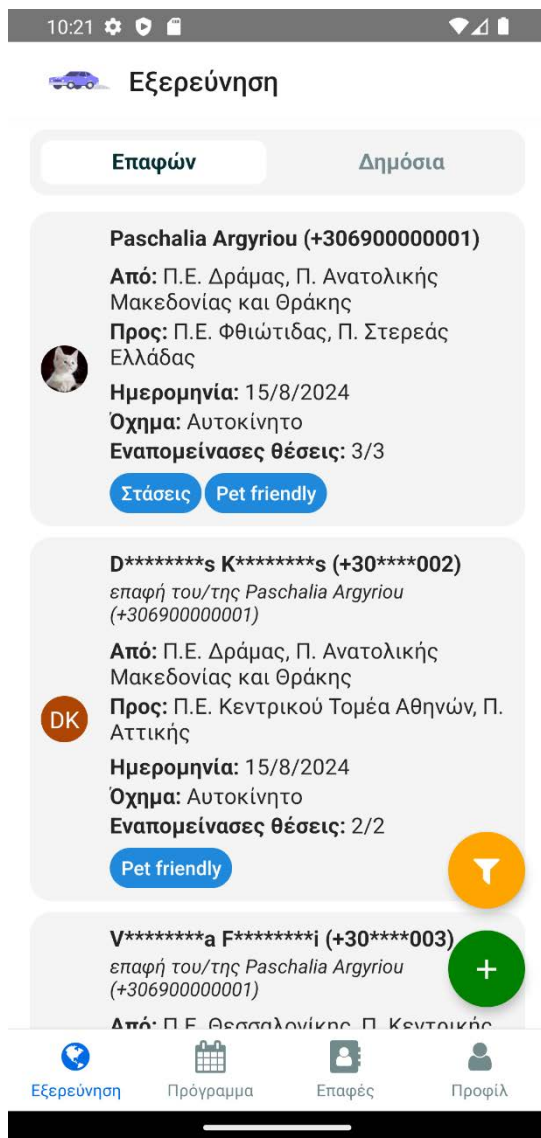
Όταν ο χρήστης βρίσκεται στην κατηγορία «Ταξίδια επαφών», είναι αρχικά υποχρεωμένος να χορηγήσει στην εφαρμογή άδεια πρόσβασης στις επαφές του, καθώς και να έχει τουλάχιστον μία (1) επαφή αποθηκευμένη στη συσκευή του, όπως φαίνεται στις εικόνες 18 και 19

αντίστοιχα. Μόλις ικανοποιηθούν αυτές οι δύο (2) απαιτήσεις και πραγματοποιηθεί λήψη των διαθέσιμων ταξιδιών, στην περίπτωση που ο δημιουργός του ταξιδιού υπάρχει στις επαφές του χρήστη, το ονοματεπώνυμο και η φωτογραφία της επαφής εμφανίζονται ακριβώς όπως αυτά είναι αποθηκευμένα στη συσκευή. Εναλλακτικά, αν ο δημιουργός είναι επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου, το ονοματεπώνυμο και ο αριθμός τηλεφώνου αποκρύπτονται σχεδόν εξολοκλήρου με αστερίσκους, ώστε να δώσουμε ταυτόχρονα τη δυνατότητα στην επαφή 1<sup>ου</sup> επιπέδου να αντιληφθεί για ποιο άτομο πρόκειται, καθώς και στην επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου να προστατέψει τα προσωπικά του στοιχεία. Τα προσωπικά στοιχεία των επαφών 2<sup>ου</sup> επιπέδου συνοδεύονται πάντα από τα προσωπικά στοιχεία της επαφής 1<sup>ου</sup> επιπέδου, ώστε να γνωρίζει ο χρήστης σε ποιον πρέπει να απευθυνθεί σε περίπτωση ενδιαφέροντος.

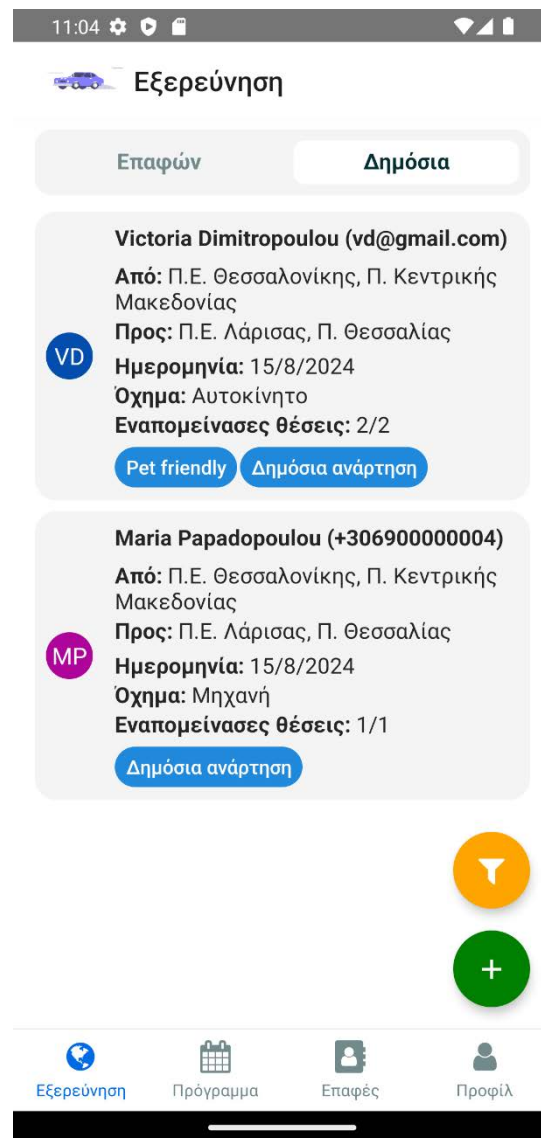
Όταν είναι επιλεγμένη η κατηγορία «Δημόσια ταξίδια», τα ονοματεπώνυμα των χρηστών εμφανίζονται ακριβώς όπως αυτοί επέλεξαν να τα ορίσουν στην οθόνη ρυθμίσεων για το δημόσιο προφίλ τους. Σε αυτή την κατηγορία, από προεπιλογή, οι αριθμοί τηλεφώνου αντικαθίστανται με διευθύνσεις ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για την προστασία των χρηστών από κακόβουλες ενέργειες. Ωστόσο, αν κάποιος χρήστης το επιθυμεί, μπορεί να ενεργοποιήσει την έκθεση του τηλεφωνικού αριθμού του αντί για τη διεύθυνση email του από τις ρυθμίσεις.

Από αυτή κιάλας την οθόνη ο χρήστης μπορεί να συλλέξει όλες τις σημαντικές πληροφορίες που χρειάζεται. Ωστόσο πατώντας πάνω σε οποιοδήποτε ταξίδι, μπορεί να ανακατευθυνθεί στην [οθόνη διαχείρισης / προβολής ταξιδιού](#) για περισσότερες λεπτομέρειες.

Τέλος, στο κάτω δεξιά μέρος της οθόνης, υπάρχουν δύο (2) floating action buttons (FAB) εκ των οποίων το πρώτο (πορτοκαλί) μεταφέρει τον χρήστη στην [οθόνη φίλτρων](#) και το δεύτερο (πράσινο) στην [οθόνη διαχείρισης / προβολής ταξιδιού](#). Αξίζει να σημειωθεί ότι ο χρήστης δύναται να αναρτήσει ένα ταξίδι μόνο εάν έχει δώσει πρόσβαση στις επαφές ή διαθέτει δημόσιο προφίλ (ή και τα δύο). Εναλλακτικά, λαμβάνει μήνυμα σφάλματος. (Εικόνα 20)



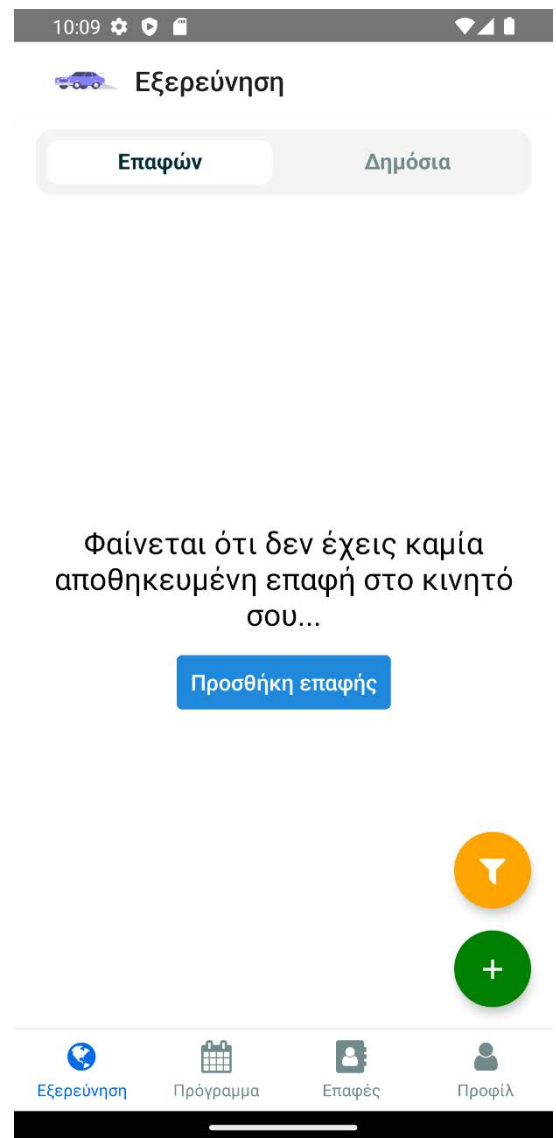
Εικόνα 16 – Οθόνη εξερεύνησης / αναζήτησης ταξιδιών κλειστού κύκλου



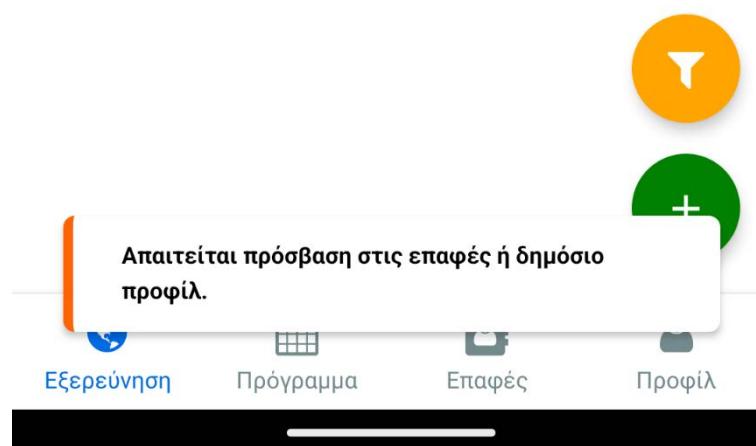
Εικόνα 17 – Οθόνη εξερεύνησης / αναζήτησης δημοσίων ταξιδιών



Εικόνα 18 – Προτροπή για χορήγηση άδειας πρόσβασης στις επαφές



Εικόνα 19 – Προτροπή για προσθήκη επαφής



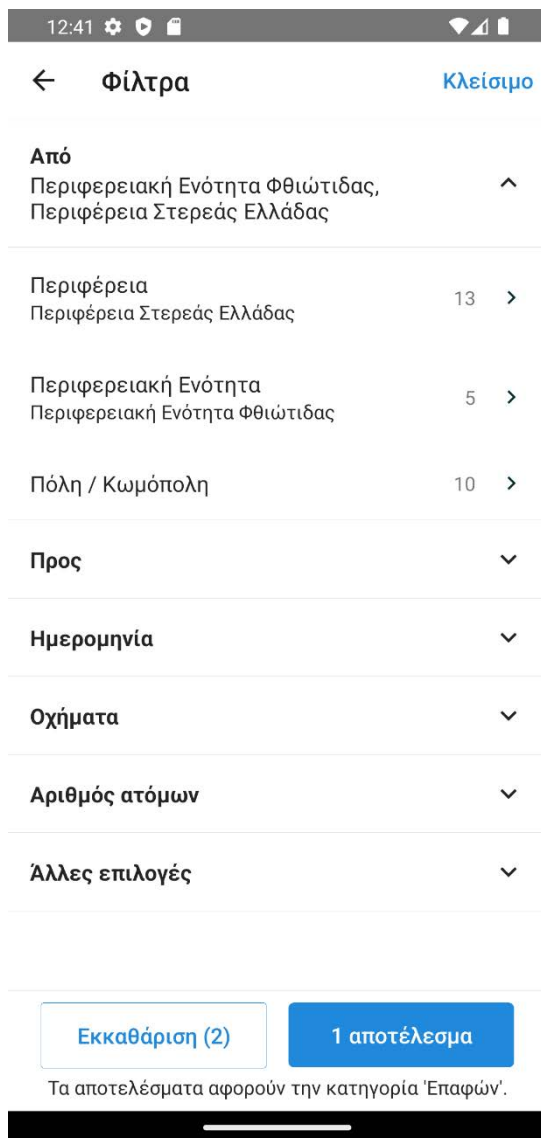
Εικόνα 20 – Αποτροπή χρήστη για δημιουργία ταξιδιών

#### 4.4.5. Οθόνη φίλτρων

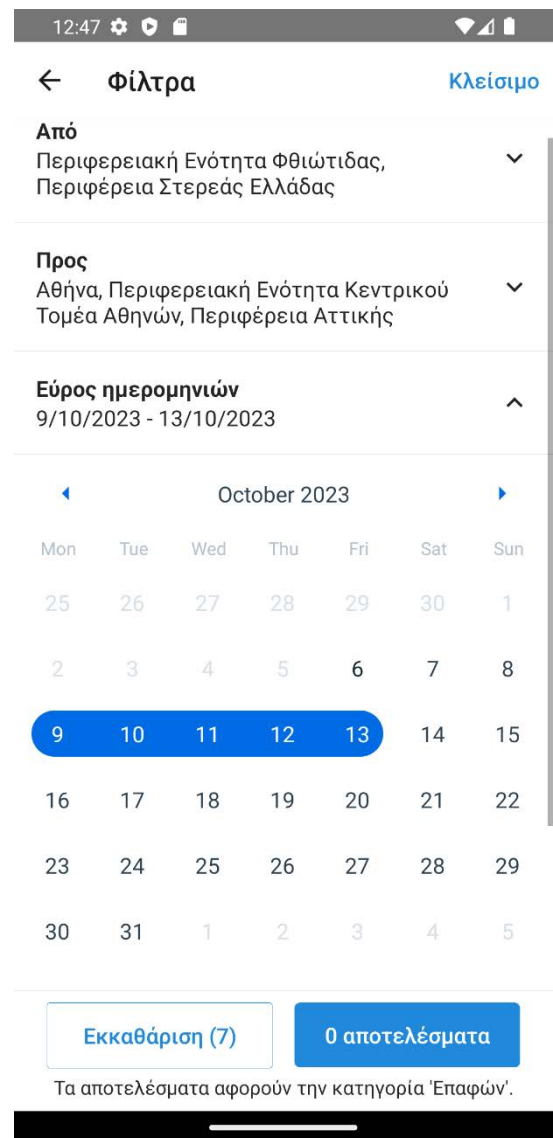
Όταν κάποιος χρήστης λαμβάνει πολλά αποτελέσματα, είναι λογικό να δυσκολεύεται να τα περιορίσει σε αυτά που τον ενδιαφέρουν πραγματικά. Για αυτόν τον λόγο διατίθεται η οθόνη φίλτρων (Εικόνα 21).

Σε αυτή την οθόνη, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον τόπο αναχώρησης και προαιρετικά τον τόπο άφιξης που επιθυμεί, αρκεί η επιλογή να γίνει σειριακά. Αυτό σημαίνει ότι για να επιλέξει την πόλη ή κωμόπολη που επιθυμεί, είναι υποχρεωτικό να προηγηθεί η επιλογή της περιφέρειας και της περιφερειακής ενότητας στην οποία ανήκει. Ωστόσο, εάν δεν επιχειρεί «αυστηρή» αναζήτηση, η επιλογή μπορεί να σταματήσει σε οποιοδήποτε στάδιο (περιφέρεια ή περιφερειακή ενότητα). Ο αριθμός που εμφανίζεται αριστερά από τα βελάκια είναι το πλήθος των στοιχείων (Π.Ε. ή πόλεων) που είναι διαθέσιμα βάσει των μέχρι τότε επιλογών του. Για παράδειγμα, στην εικόνα 21 φαίνεται ότι η Π.Ε. Φθιώτιδας έχει 10 πόλεις / κωμοπόλεις καταχωρημένες και διαθέσιμες για επιλογή στο σύστημα. Η επιλογή γίνεται με την ανακατεύθυνση του χρήστη στην [οθόνη αναζήτησης](#).

Στο φίλτρο της ημερομηνίας (Εικόνα 22), ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει είτε μία συγκεκριμένη ημερομηνία, είτε ένα εύρος ημερομηνιών, ανάλογα με το πόσο ευέλικτος διατίθεται να είναι.



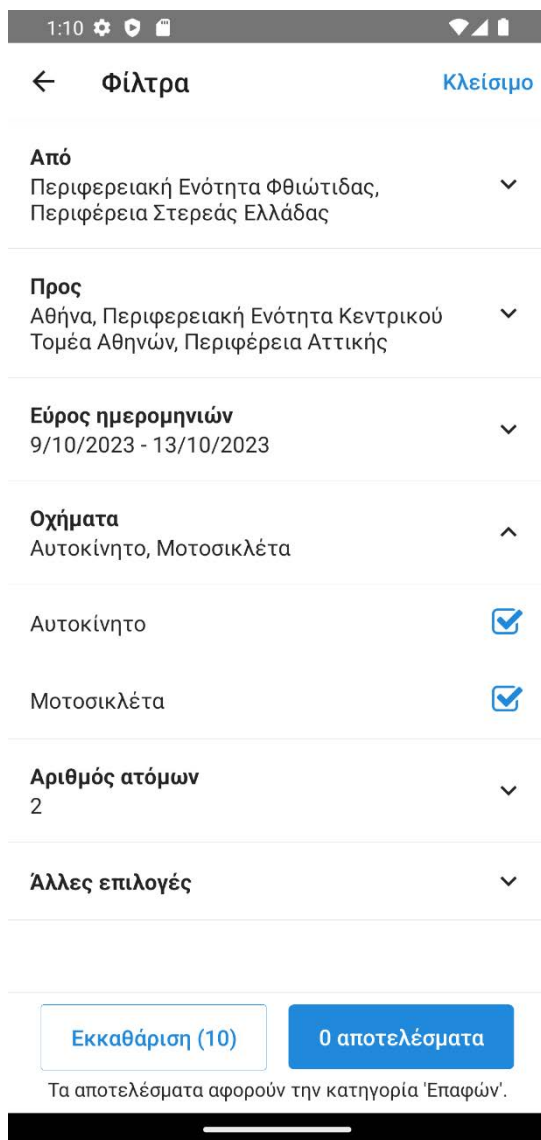
Εικόνα 21 – Οθόνη φίλτρων (Φίλτρο τόπου αναχώρησης)



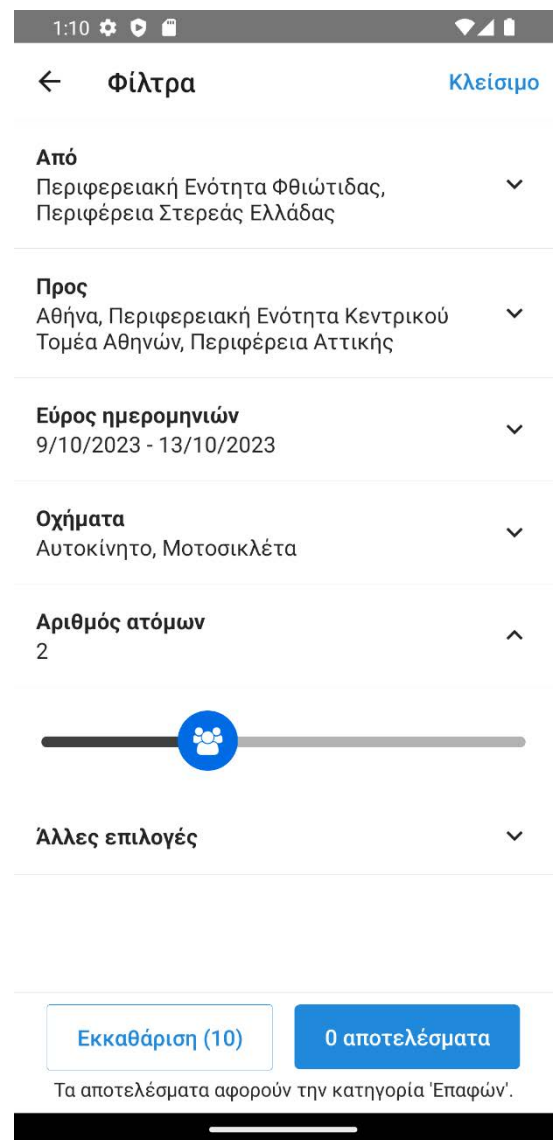
Εικόνα 22 – Οθόνη φίλτρων (Φίλτρο ημερομηνίας)

Τα φίλτρα «Οχήματα» (Εικόνα 23) και «Άλλες επιλογές» είναι πολλών επιλογών, με τη διαφορά ότι οι «Άλλες επιλογές» εφαρμόζονται συνδυαστικά (π.χ. και «pet friendly» και «χωρίς αμοιβή»), ενώ τα οχήματα όχι (είτε αυτοκίνητο, είτε μοτοσυκλέτα). Επιπλέον, η επιλογή του πλήθους ατόμων επιλέγεται με συρόμενο τρόπο (slider) (Εικόνα 24).

Τέλος, ο χρήστης έχει στη διάθεσή του ένα κουμπί εκκαθάρισης, με το πάτημα του οποίου καταργούνται όλα τα φίλτρα (ο αριθμός φανερώνει πόσα φίλτρα έχουν εφαρμοστεί), ενώ το διπλανό του τον ενημερώνει για το πλήθος των αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο και μπορεί να τον οδηγήσει πίσω στην [οθόνη εξερεύνησης / αναζήτησης ταξιδιών](#) με τα φίλτρα εφαρμοσμένα. Κάτω από τα κουμπιά υπάρχει ένα βοηθητικό κείμενο το οποίο υπενθυμίζει στον χρήστη για ποια κατηγορία ταξιδιών λαμβάνει αποτελέσματα (κλειστού κύκλου ή δημόσια).



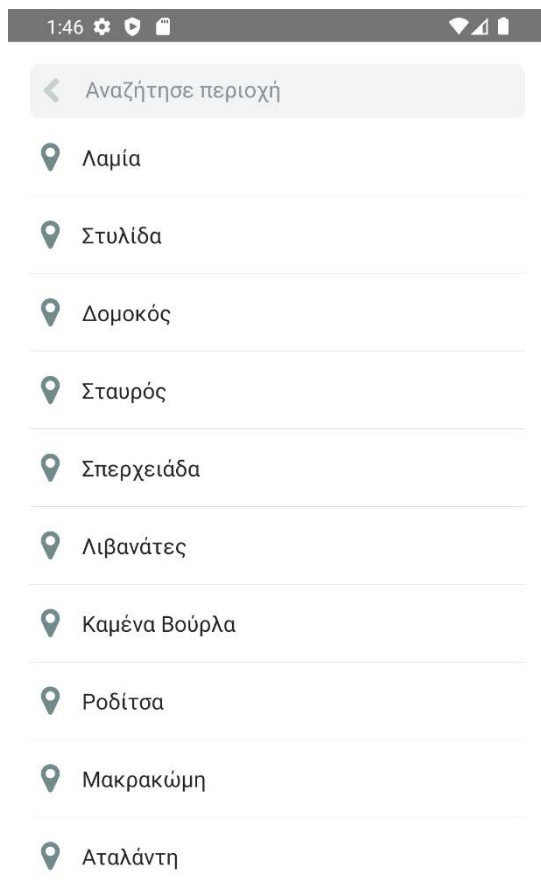
Εικόνα 23 – Οθόνη φίλτρων (Φίλτρο οχημάτων)



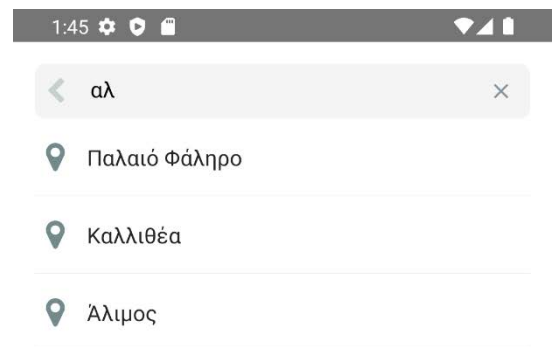
Εικόνα 24 – Οθόνη φίλτρων (Φίλτρο αριθμού ατόμων)

#### 4.4.6. Οθόνη αναζήτησης

Η συγκεκριμένη οθόνη (Εικόνα 25) χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την επιλογή περιφέρειας, περιφερειακής ενότητας και πόλης των τόπων αναχώρησης και προορισμού, ωστόσο σχεδιάστηκε για γενική χρήση. Η οθόνη προσφέρει στο πάνω μέρος της πεδίο αναζήτησης, στο οποίο ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει να πληκτρολογεί έναν όρο ώστε να φιλτραριστούν τα αποτελέσματα βάσει αυτού. Στην εικόνα 26 παρουσιάζεται μια αναζήτηση των περιοχών της Περιφερειακής Ενότητας Νοτίου Τομέα Αθηνών που εμπεριέχουν τον όρο «αλ».



Εικόνα 25 – Οθόνη αναζήτησης περιοχής



Εικόνα 26 – Οθόνη αναζήτησης περιοχής με εφαρμοσμένο όρο αναζήτησης

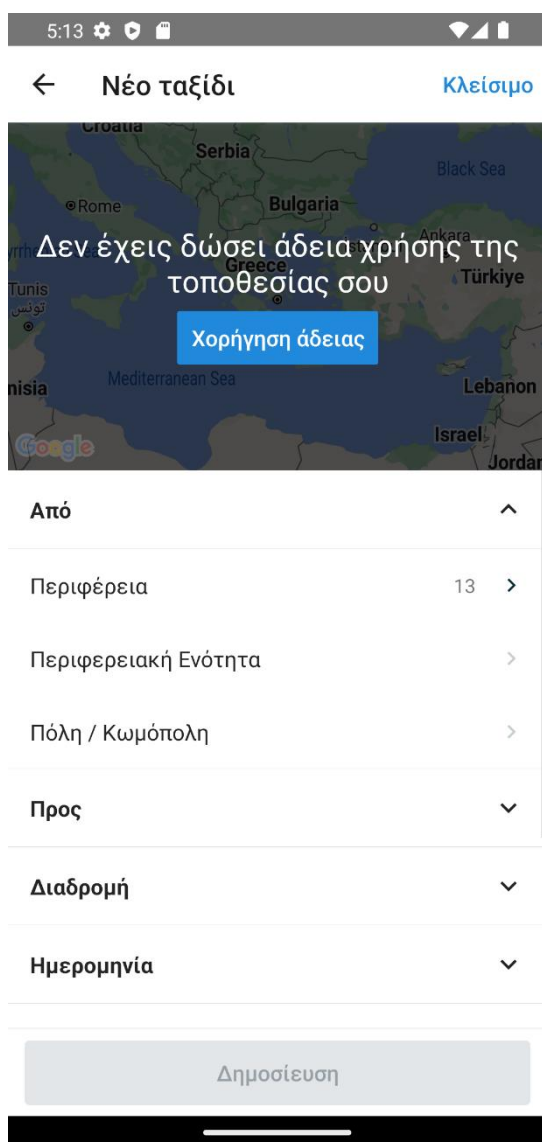
#### 4.4.7. Οθόνη διαχείρισης / προβολής ταξιδιού

Αποτελεί την πιο συχνά επισκεπτόμενη οθόνη, καθώς η δημιουργία, η επεξεργασία και η αναλυτική προβολή των ταξιδιών πραγματοποιείται μέσα από αυτή. Στο επάνω μέρος της οθόνης έχει προστεθεί ενσωμάτωση των χαρτών Google με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης [react-native-maps](#), ενώ η υπόλοιπη οθόνη φέρνει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με την [οθόνη φίλτρων](#), καθώς μοιράζονται τον ίδιο κώδικα.

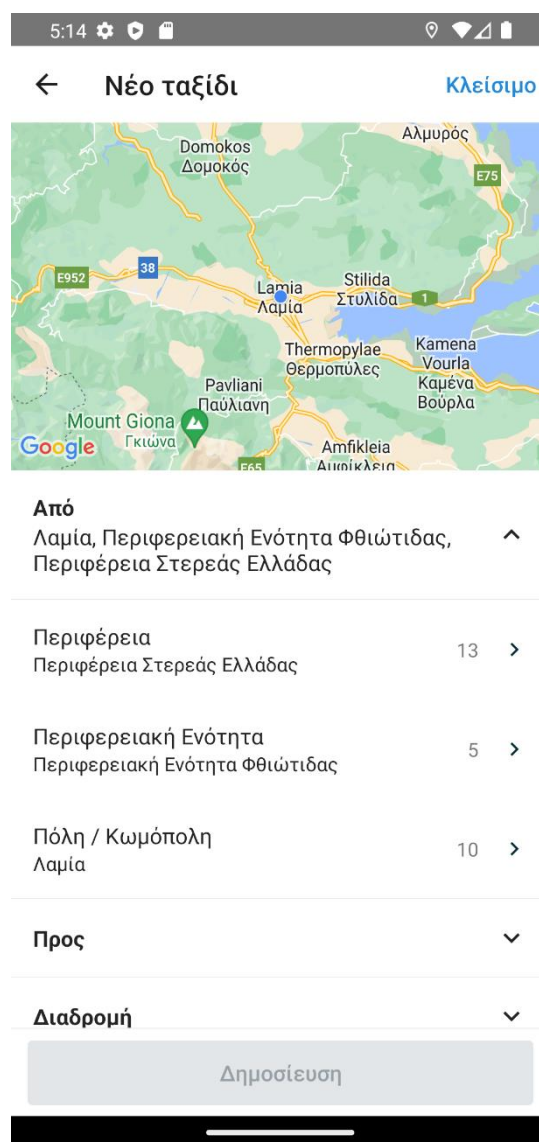
Όσον αφορά τη δημιουργία, ζητείται από τον χρήστη η άδεια χρήσης της τοποθεσίας του (Εικόνα 27), με σκοπό να ανιχνεύεται και να ορίζεται αυτόματα ο τόπος αναχώρησής του κάθε



φορά που επιθυμεί να αναρτήσει ένα ταξίδι (Εικόνα 28), τον οποίο μετά φυσικά έχει τη δυνατότητα να αλλάξει.



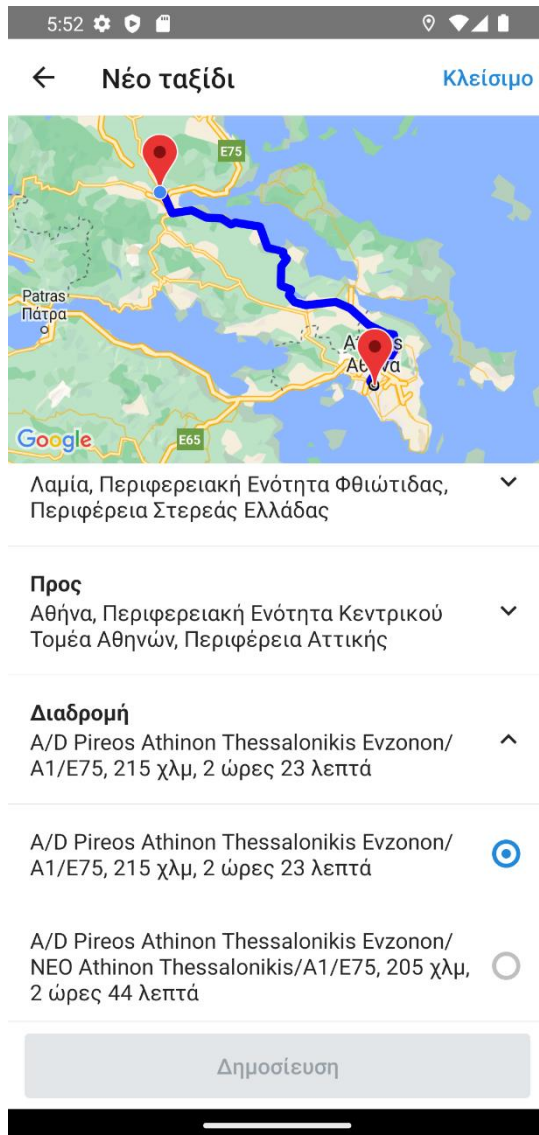
Εικόνα 27 – Οθόνη δημιουργίας ταξιδιού



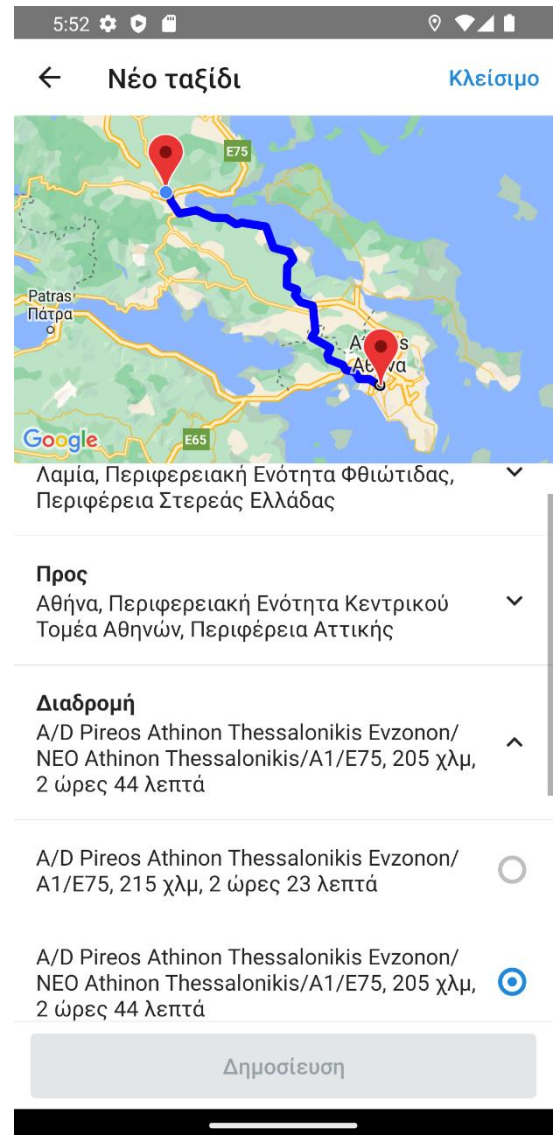
Εικόνα 28 – Οθόνη δημιουργίας ταξιδιού (Αυτόματη ανίχνευση τόπου αναχώρησης)

Το χαρακτηριστικό με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι η επιλογή διαδρομής του ταξιδιού. Είναι αναμενόμενο τα περισσότερα ταξίδια να μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω πολλών διαφορετικών διαδρομών. Γι' αυτόν τον λόγο, δίνεται η δυνατότητα, αφού ο οδηγός επιλέξει τόπο αναχώρησης και προορισμού, να μπορεί να διαλέξει και τη διαδρομή που θα ακολουθήσει. Αυτό επιτυγχάνεται εξάγοντας τις γεωγραφικές συνταραγμένες αναχώρησης και προορισμού, οι οποίες στη συνέχεια αποστέλλονται στο [endpoint «GET /trip-routes» του Trip routes router](#), το οποίο με τη σειρά του επικοινωνεί με το [Directions API](#) του Google Maps.

Μόλις ληφθεί η απάντηση, παράγεται μια σύντομη περιγραφή της κάθε διαδρομής (όνομα, χιλιομετρική απόσταση, εκτιμώμενος χρόνος ταξιδιού), ενώ η επιλογή της προκαλεί την απεικόνισή της στον χάρτη. (Εικόνες 29, 30)



Εικόνα 29 – Οθόνη δημιουργίας ταξιδιού (Επιλογή διαδρομής)



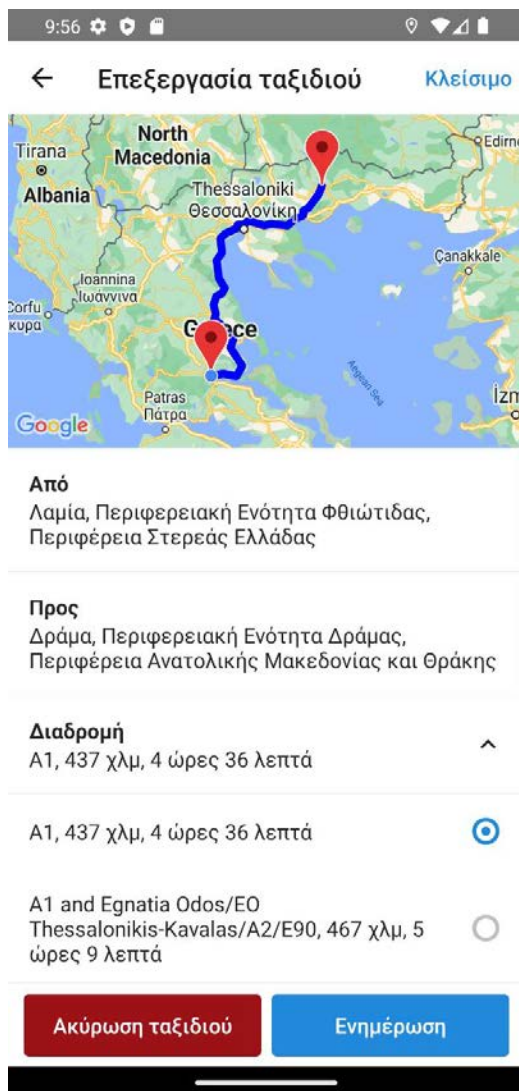
Εικόνα 30 – Οθόνη δημιουργίας ταξιδιού (Επιλογή διαδρομής 2)

Μία επιλογή που δεν υπήρχε στην [οθόνη φίλτρων](#) παρόλο που μοιράζονται κοινό κώδικα, είναι το καύσιμο του οχήματος του οδηγού. Η επιλογή του εξυπηρετεί στον υπολογισμό του κόστους ταξιδιού για κάθε συμμετέχοντα, εφόσον φυσικά ο οδηγός δηλώσει ότι επιθυμεί να ανταμειφθεί.

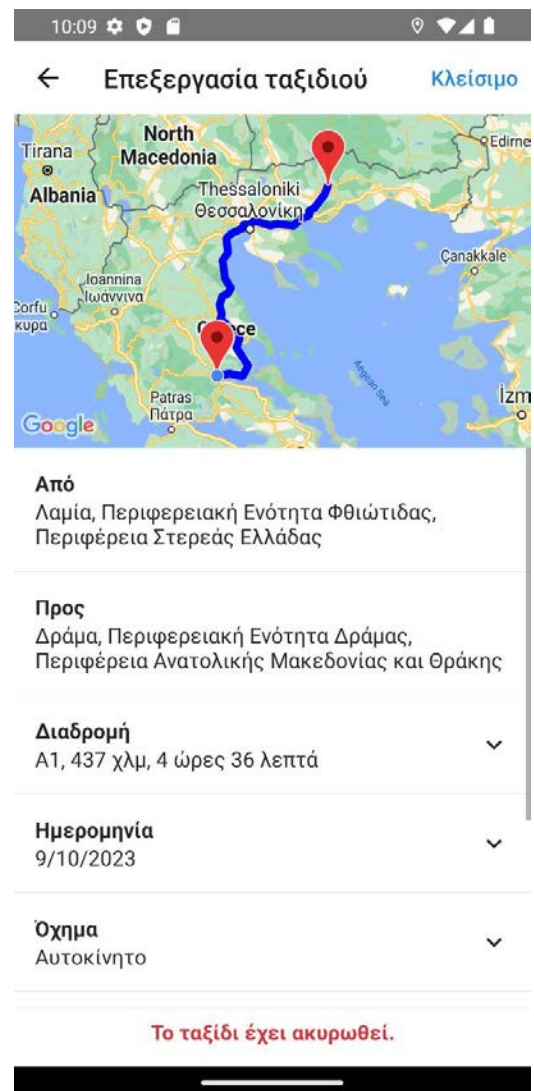
Στην κατηγορία «Άλλες επιλογές», ο δημιουργός έχει τη δυνατότητα να επιλέξει αν επιθυμεί το ταξίδι του να αναρτηθεί ως δημόσιο. Αυτό μπορεί να συμβεί μόνο εάν ο οδηγός διαθέτει

δημόσιο προφίλ στο σύστημα. Αν δεν ισχύει, εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος κατά την επιλογή του. Αντίστροφα, αν ο χρήστης δεν έχει δώσει στην εφαρμογή άδεια πρόσβασης στις επαφές του, αλλά διαθέτει δημόσιο προφίλ, η επιλογή είναι προεπιλεγμένη και αδύνατο να τροποποιηθεί.

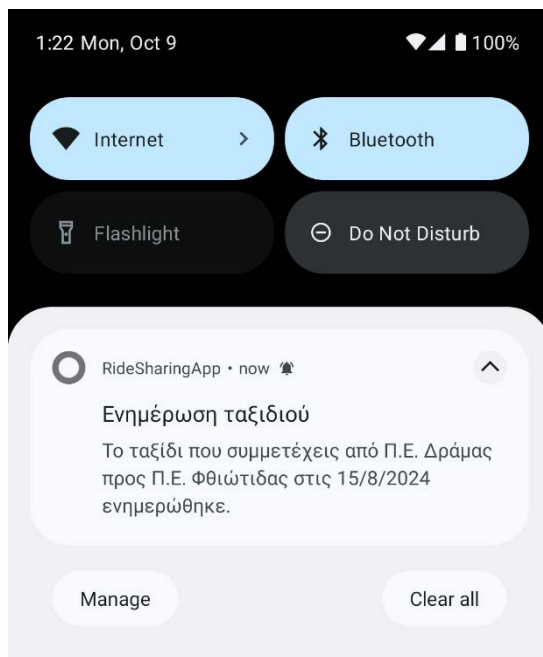
Κατά τη λειτουργία ενημέρωσης ενός ενεργού ταξιδιού, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει όλα τα χαρακτηριστικά του ταξιδιού, πλην των τόπων αναχώρησης και προορισμού (Εικόνα 31). Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να ακυρώσει ένα ταξίδι που έχει δημοσιεύσει (Εικόνες 31). Σε οποιαδήποτε περίπτωση, όλοι οι συμμετέχοντες ενημερώνονται άμεσα με ειδοποίηση push (Εικόνες 33, 34). Εάν ο χρήστης επιχειρήσει να ενημερώσει ένα ακυρωμένο ταξίδι, ενημερώνεται με κατάλληλο μήνυμα και δεν μπορεί να εκτελέσει κάποια νέα ενέργεια σε αυτό (Εικόνα 32).



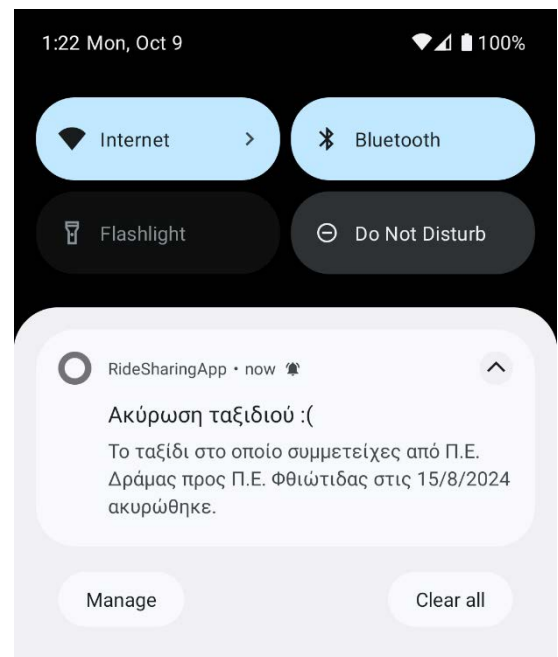
Εικόνα 31 – Οθόνη επεξεργασίας ενεργού ταξιδιού



Εικόνα 32 – Οθόνη επεξεργασίας ανενεργού ταξιδιού

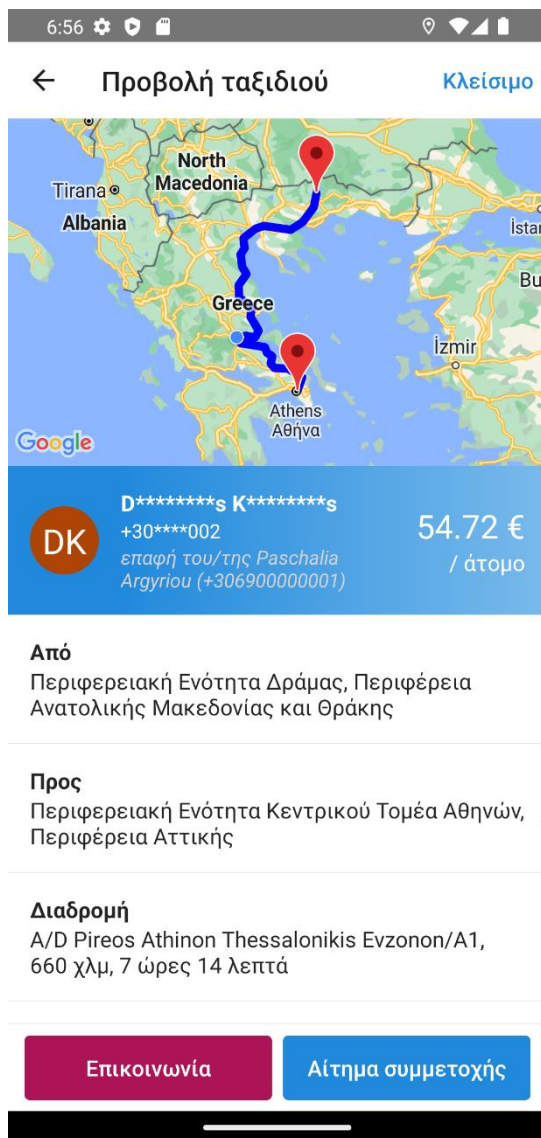


Εικόνα 33 – Ειδοποίηση push ενημέρωσης ταξιδιού

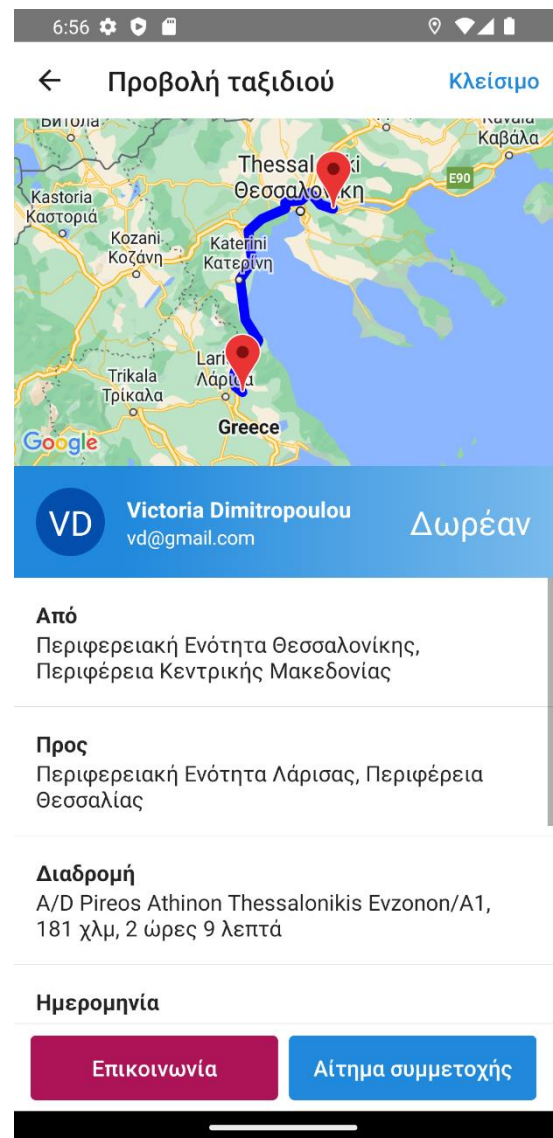


Εικόνα 34 – Ειδοποίηση push ακύρωσης ταξιδιού

Όσον αφορά τη λειτουργία προβολής ταξιδιού, έχουμε στην οθόνη την προσθήκη των προσωπικών στοιχείων του χρήστη που ανάρτησε το ταξίδι και μια εκτίμηση του κόστους συμμετοχής σε αυτό (Εικόνες 35 και 36). Το εκτιμώμενο κόστος προκύπτει από τον συνδυασμό του καυσίμου του οχήματος, τη χιλιομετρική απόσταση του ταξιδιού και τον τρέχοντα αριθμό συμμετεχόντων.



Εικόνα 35 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (επαφής 2<sup>ου</sup> επιπέδου με αμοιβή)



Εικόνα 36 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (δημόσιο και χωρίς αμοιβή)

Ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο χρήστης σε σχέση με το εκάστοτε ταξίδι που έχει επιλέξει για προβολή, τα κουμπιά ενεργειών που έχει στη διάθεσή του στο κάτω μέρος της οθόνης διαφέρουν. Συγκεκριμένα:

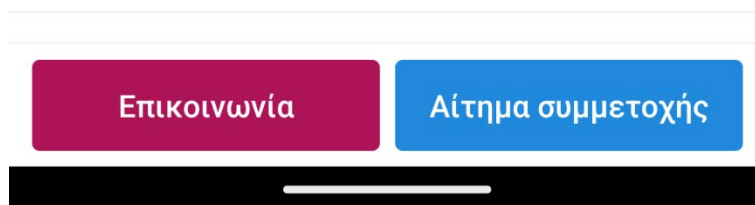
- **Ως ενδιαφερόμενος:** Μπορεί να έρθει σε επικοινωνία με τον χρήστη που ανάρτησε το ταξίδι. Εάν ο τελευταίος είναι επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου, τα στοιχεία επικοινωνίας που εμφανίζονται είναι της επαφής μέσω της οποίας ανακάλυψε το ταξίδι. Εναλλακτικά, είναι διαθέσιμες όλοι οι μέθοδοι επικοινωνίας (αριθμός τηλεφώνου, διεύθυνση email, κοινωνικά δίκτυα), αρκεί να τα έχει ορίσει ο χρήστης και να επιτρέπει την πρόσβαση σε αυτά (π.χ. στις δημόσιες αναρτήσεις ο αριθμός τηλεφώνου αντικαθίσταται με τη



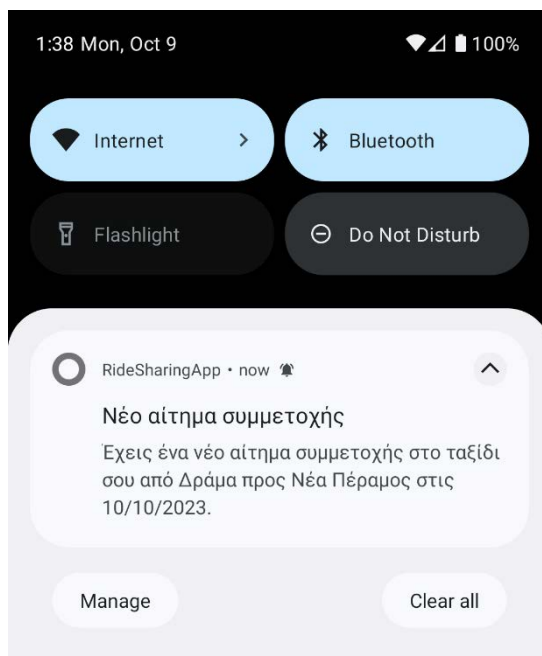
διεύθυνση email του χρήστη από προεπιλογή). Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να υποβάλει αίτημα συμμετοχής στο ταξίδι (Εικόνα 37) το οποίο προκαλεί και την ενημέρωση του οδηγού με ειδοποίηση push (Εικόνα 38).

### Διαδρομή

A/D Pireos Athinon Thessalonikis Evzonon/A1,  
660 χλμ, 7 ώρες 14 λεπτά



Εικόνα 37 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες ενδιαφερόμενου)



Εικόνα 38 – Ειδοποίηση push νέου αιτήματος συμμετοχής

- **Ως συμμετέχων:** Δύναται να επικοινωνήσει με τον οδηγό και να αποχωρήσει από το ταξίδι (Εικόνα 39). Στην περίπτωση της αποχώρησης, είναι καίριο ο οδηγός να ενημερωθεί άμεσα, οπότε στέλνεται στη συσκευή του ειδοποίηση (Εικόνα 40).

## Διαδρομή

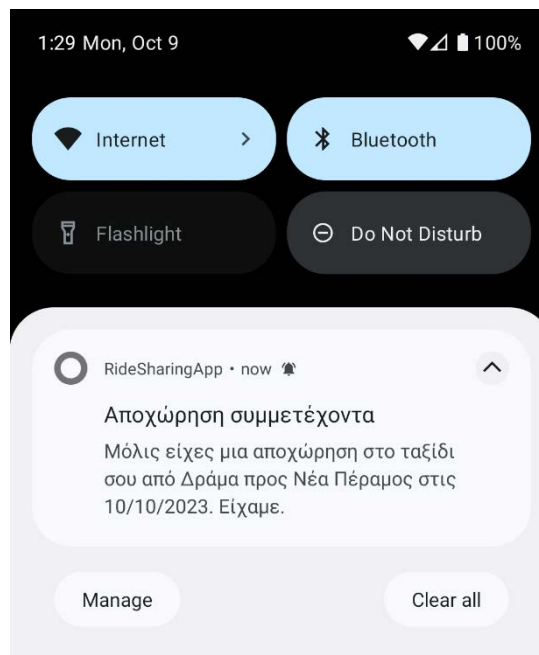
A/D Pireos Athinon Thessalonikis Evzono/A1,  
477 χλμ, 5 ώρες 14 λεπτά

## Ημερομηνία

Επικοινωνία

Αποχώρηση

Εικόνα 39 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες συμμετέχοντα)



Εικόνα 40 – Ειδοποίηση push αποχώρησης συμμετέχοντα

- **Με αίτημα συμμετοχής σε εκκρεμότητα:** Ενημερώνεται κατάλληλα για το αίτημα συμμετοχής που έχει υποβάλλει και επιτρέπεται τόσο η επικοινωνία με τον χρήστη που ανάρτησε το ταξίδι όσο και η ακύρωση του αιτήματος συμμετοχής του (Εικόνα 41). Εάν ο χρήστης επιλέξει την ακύρωση του αιτήματος συμμετοχής του και ο οδηγός του ταξιδιού έχει ενεργοποιήσει τις ειδοποιήσεις push, ο τελευταίος λαμβάνει το μήνυμα της εικόνας 42.



### Διαδρομή

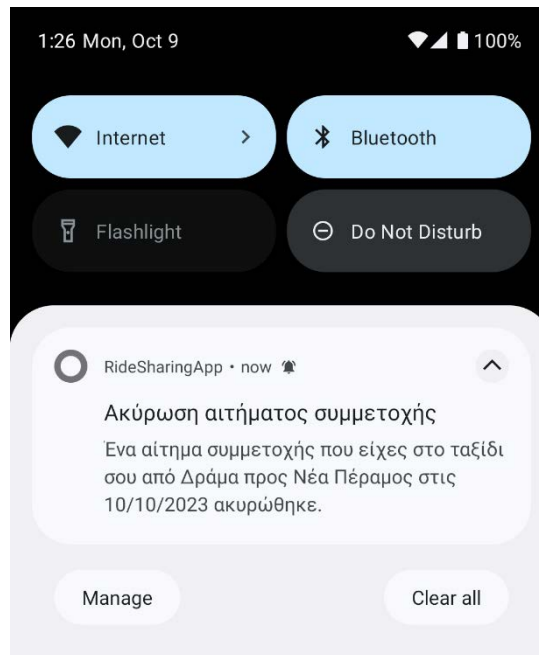
A/D Pireos Athinon Thessalonikis Evzonon/A1,  
477 χλμ, 5 ώρες 14 λεπτά

Το αίτημα συμμετοχής σου βρίσκεται σε  
εκκρεμότητα.

Επικοινωνία

Ακύρωση αιτήματος

Εικόνα 41 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες ενδιαφερόμενου με αίτημα συμμετοχής σε εκκρεμότητα)



Εικόνα 42 – Ειδοποίηση push ακύρωσης αιτήματος συμμετοχής

- **Με απορριφθέν αίτημα συμμετοχής:** Του εμφανίζεται ενημερωτικό μήνυμα, αλλά συνεχίζει να του δίνεται η δυνατότητα επικοινωνίας με τον οδηγό του ταξιδιού (Εικόνα 43). Εάν το αίτημα απορρίφθηκε αυτόματα λόγω του ότι δεν υπήρχε στις επαφές του οδηγού ο αιτών χρήστης ή η επαφή 2<sup>ου</sup> επιπέδου χάρη στην οποία ανακαλύφθηκε το ταξίδι, το μήνυμα ενημέρωσης διαμορφώνεται κατάλληλα (Εικόνα 44).

### Διαδρομή

A/D Pireos Athinon Thessalonikis Evzonon/A1,  
477 χλμ, 5 ώρες 14 λεπτά

**Το αίτημα συμμετοχής σου απορρίφθηκε.**

Επικοινωνία

Εικόνα 43 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες ενδιαφερόμενου με απορριφθέν αίτημα συμμετοχής)

### Διαδρομή

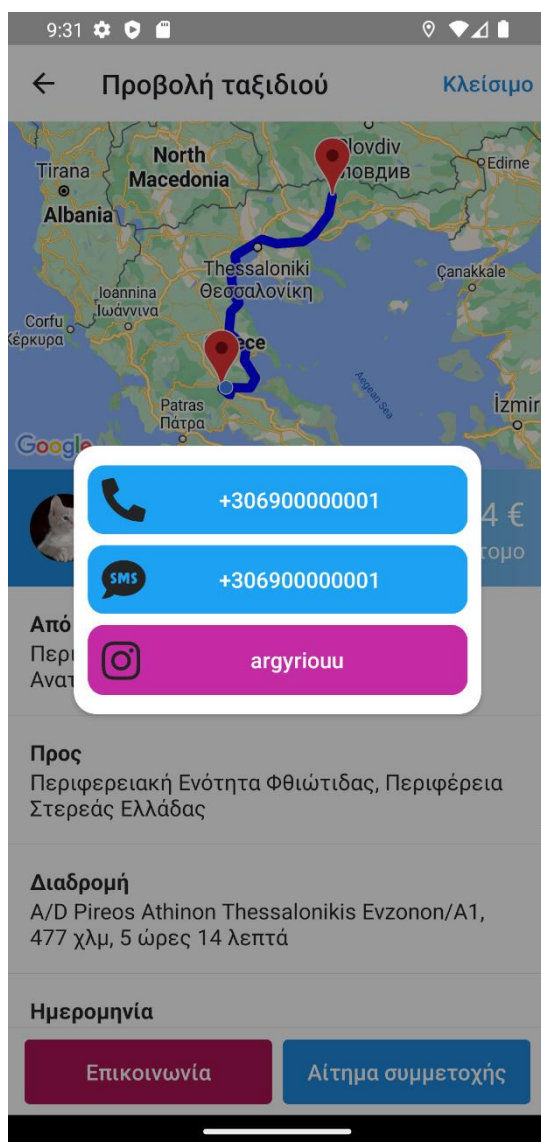
A/D Pireos Athinon Thessalonikis Evzonon/A1,  
477 χλμ, 5 ώρες 14 λεπτά

**Το αίτημα συμμετοχής σου απορρίφθηκε  
αυτόματα επειδή ο αριθμός τηλεφώνου σου δε  
βρέθηκε στις επαφές του χρήστη.**

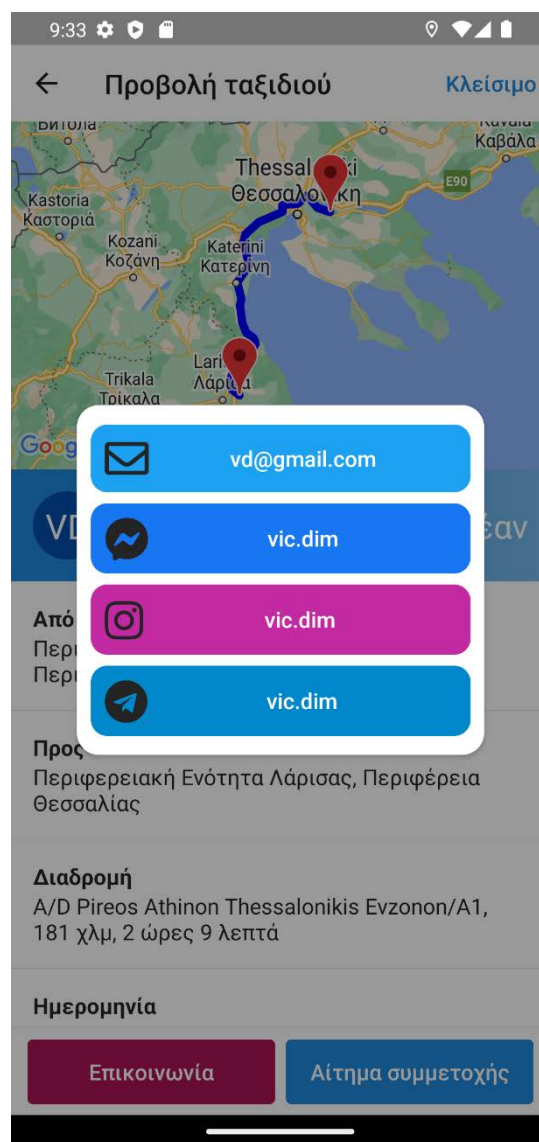
Επικοινωνία

Εικόνα 44 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Διαθέσιμες ενέργειες ενδιαφερόμενου με απορριφθέν αίτημα συμμετοχής - 2)

#### 4.4.7.1. Αναδυόμενο παράθυρο επικοινωνίας



Εικόνα 45 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Αναδυόμενο παράθυρο επικοινωνίας)



Εικόνα 46 – Οθόνη προβολής ταξιδιού (Αναδυόμενο παράθυρο επικοινωνίας - 2)

Για να διευκολύνουμε την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών, έχει κατασκευαστεί το παραπάνω αναδυόμενο παράθυρο επικοινωνίας (Εικόνες 45, 46), μέσα στο οποίο εμπεριέχονται κουμπιά τα οποία προκαλούν το άνοιγμα της προεπιλεγμένης εφαρμογής στη συσκευή για τον επιλεγμένο τρόπο επικοινωνίας. Π.χ. η επιλογή τηλεφωνικής επικοινωνίας ανοίγει την εφαρμογή κλήσεων με τον αριθμό τηλεφώνου ήδη πληκτρολογημένο, η επιλογή επικοινωνίας μέσω email ανοίγει την προεπιλεγμένη εφαρμογή email σε λειτουργία νέου μηνύματος, η επικοινωνία μέσω Facebook Messenger μεταφέρει τον χρήστη στη συνομιλία τους στην επίσημη εφαρμογή, κλπ.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στα ταξίδια επαφών 2<sup>ου</sup> επιπέδου, δεν αποκαλύπτονται ποτέ τα στοιχεία επικοινωνίας του οδηγού, παρά μόνο της επαφής 1<sup>ου</sup> επιπέδου που προκάλεσε την ανακάλυψη του ταξιδιού. Επιπλέον, στις δημόσιες αναρτήσεις, αν κάποιος χρήστης έχει επιλέξει να μην εκθέτεται ο τηλεφωνικός αριθμός του (η προεπιλεγμένη ρύθμιση), η δυνατότητα επικοινωνίας μέσω τηλεφωνικής κλήσης ή μηνυμάτων SMS καταργείται και είναι ορατά μόνο τα κουμπιά της διεύθυνσης email και των κοινωνικών δικτύων. Στα ταξίδια επαφών 1<sup>ου</sup> επιπέδου δεν εφαρμόζεται κανένας περιορισμός.

Η διεύθυνση email και τα ονόματα χρήστη (usernames) των κοινωνικών δικτύων μπορούν να οριστούν στην [οθόνη ρυθμίσεων](#) της εφαρμογής.

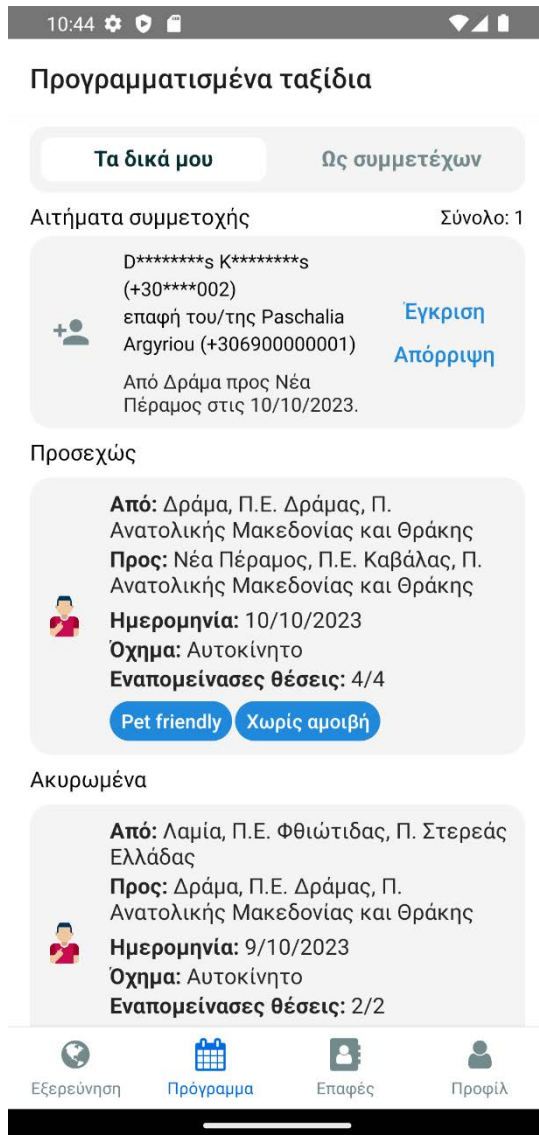
#### 4.4.8. Οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών

Στην οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών φιλοξενούνται τόσο τα αιτήματα συμμετοχής όσο και τα ταξίδια τα οποία έχει δημοσιεύσει ή στα οποία συμμετέχει ο χρήστης.

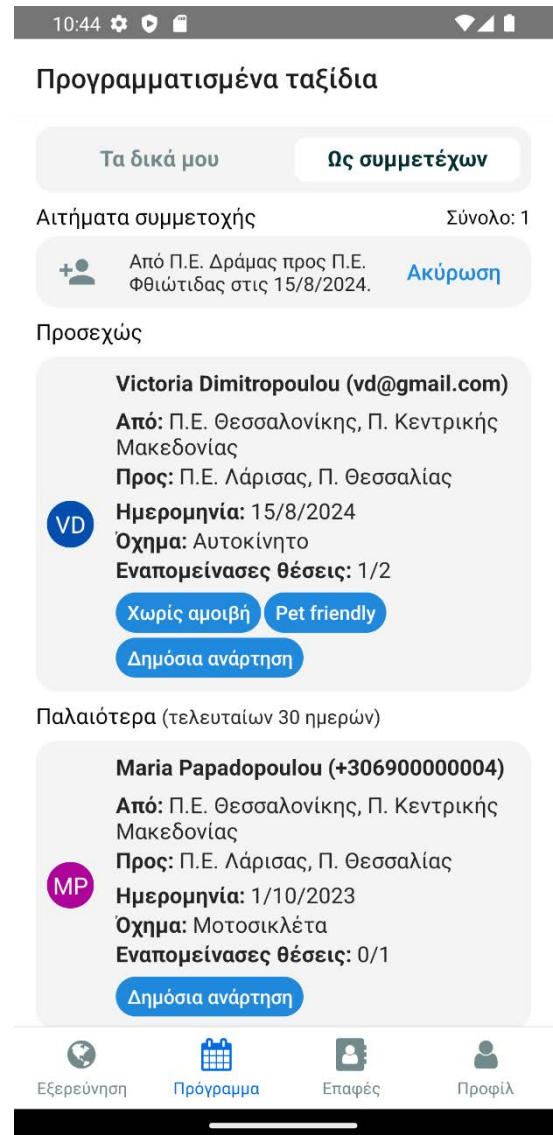
Στην κατηγορία «Τα δικά μου (ταξίδια)» (Εικόνα 47) ο χρήστης μπορεί να διαχειριστεί (εγκρίνει ή απορρίπτει) όλα τα αιτήματα συμμετοχής που έχουν υποβληθεί για τα δικά του ταξίδια, ενώ το υπόλοιπο μέρος της οθόνης καταλαμβάνουν τα ταξίδια που είναι προγραμματισμένα προσεχώς, τα ακυρωμένα, καθώς και αυτά που είχαν πραγματοποιηθεί τις τελευταίες 30 ημέρες. Εάν κατά τη φόρτωση δεδομένων της κατηγορίας, κάποιο-α αιτήματα απορριφθούν αυτόματα από το σύστημα επειδή ο χρήστης δε διατηρεί στις επαφές του τον τηλεφωνικό αριθμό του αιτούντος χρήστη ή της επαφής 2<sup>ου</sup> επιπέδου του, ενημερώνεται κατάλληλα (Εικόνα 49). Είτε πρόκειται για έγκριση, είτε για απόρριψη, ο αιτών χρήστης λαμβάνει ειδοποίηση push (Εικόνες 50 και 51)

Η κατηγορία «Ως συμμετέχων» (Εικόνα 48) είναι παραπλήσια της πρώτης, με μόνη διαφορά ότι τα αιτήματα συμμετοχής αντικαθίστανται αυτή τη φορά με αυτά που έχει υποβάλει ο χρήστης προς άλλους οδηγούς ταξιδιών, με την επιλογή να τα ακυρώσει.

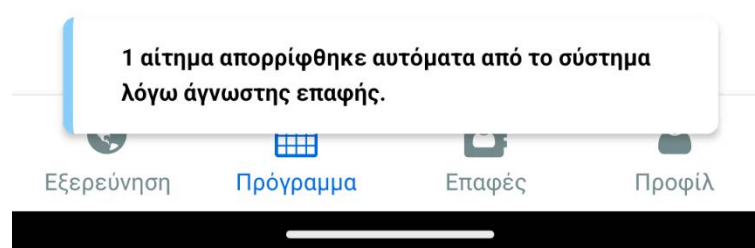
Και στις δύο παραπάνω κατηγορίες, το πάτημα του χρήστη επάνω σε ένα οποιοδήποτε αίτημα συμμετοχής ή ταξίδι, τον ανακατευθύνει στην [οθόνη διαχείρισης / προβολής](#) του αντίστοιχου ταξιδιού.



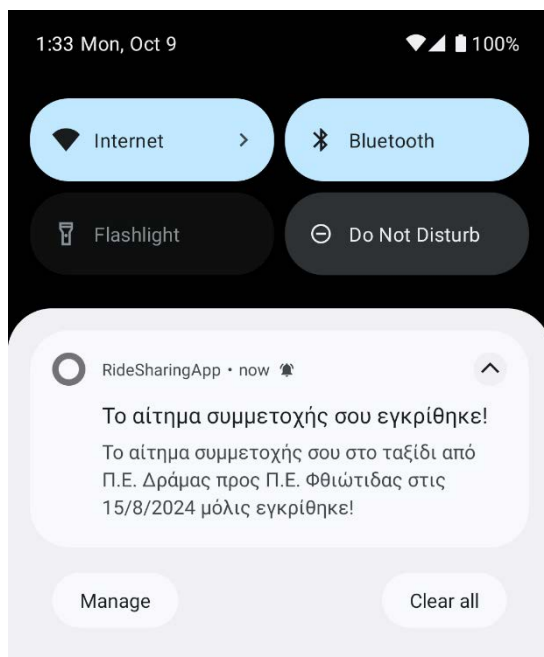
Εικόνα 47 – Οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών (Δημοσιευμένα ταξίδια του χρήστη)



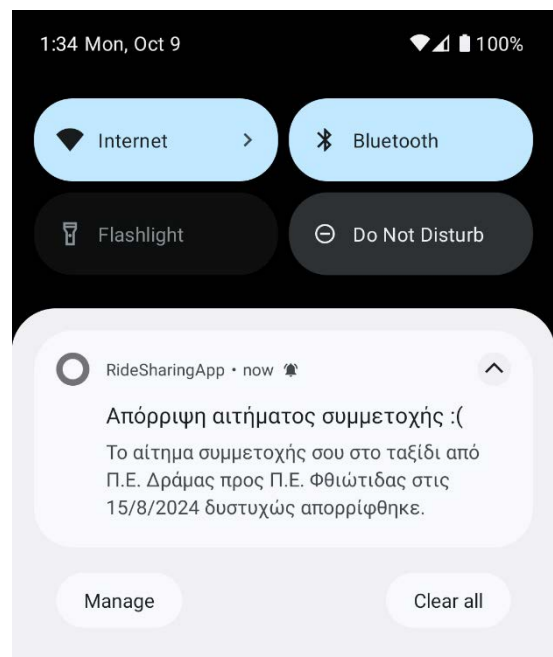
Εικόνα 48 – Οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών (Ταξίδια στα οποία συμμετέχει ο χρήστης)



Εικόνα 49 – Οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών (Μήνυμα αυτόματης απόρριψης αιτήματος συμμετοχής)

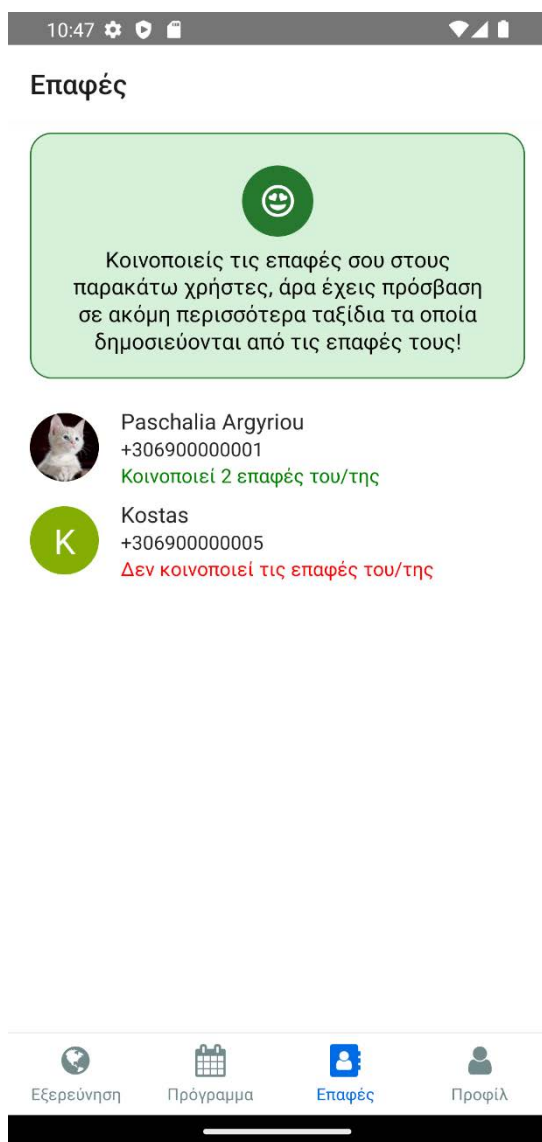


*Εικόνα 50 – Ειδοποίηση push εγκεκριμένου αιτήματος συμμετοχής*

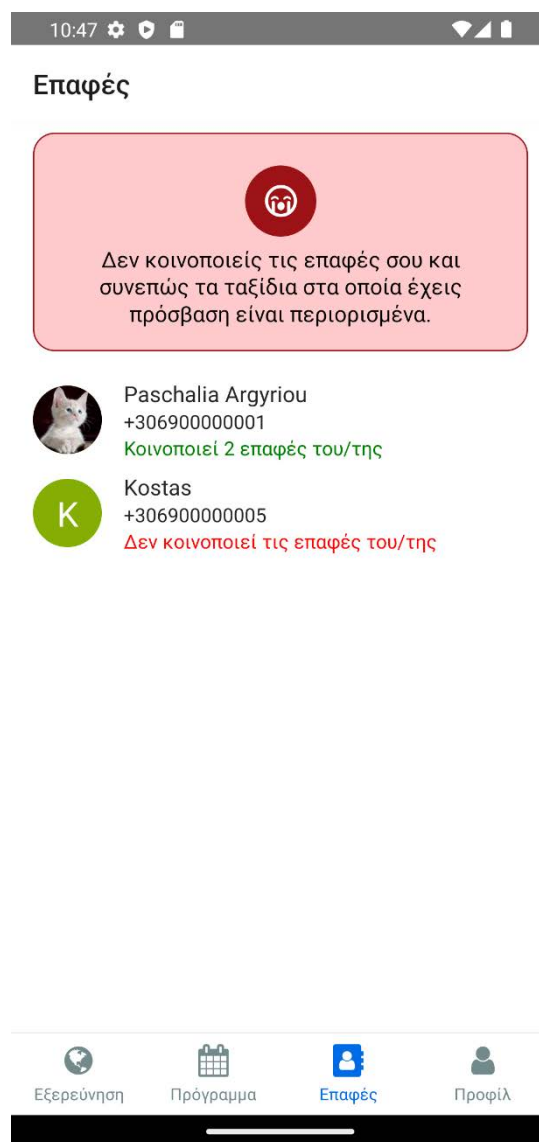


*Εικόνα 51 – Ειδοποίηση push απορριφθέντος αιτήματος συμμετοχής*

#### 4.4.9. Οθόνη επαφών



Εικόνα 52 – Οθόνη επαφών με ενεργή την κοινοποίηση επαφών



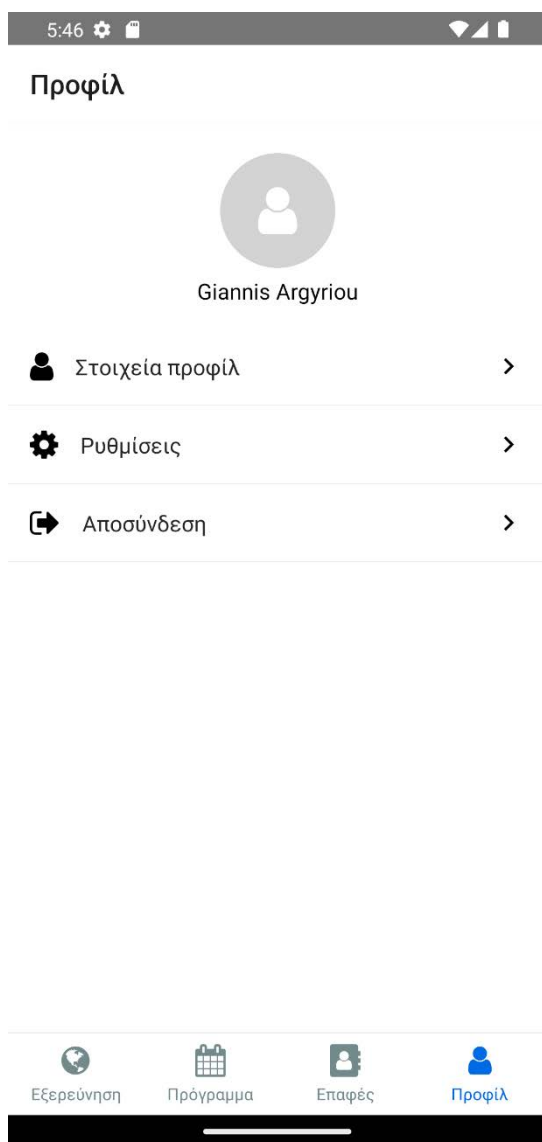
Εικόνα 53 – Οθόνη επαφών με ανενεργή την κοινοποίηση επαφών

Στη συγκεκριμένη οθόνη (Εικόνες 52 και 53), ο χρήστης έχει την ευκαιρία να μάθει ποιες από τις επαφές του είναι χρήστες της εφαρμογής, καθώς και να μάθει ποιοι από αυτοί κοινοποιούν τις επαφές τους ή όχι. Εάν ο χρήστης κοινοποιεί με τη σειρά του τις επαφές του σε άλλους, λαμβάνει στο πάνω μέρος της οθόνης ένα μήνυμα επιβράβευσης που εξηγεί τα οφέλη αυτής της λειτουργίας (Εικόνα 52). Εναλλακτικά, ενημερώνεται ότι τα αποτελέσματα που λαμβάνει είναι περιορισμένα και έμμεσα παροτρύνεται να ενεργοποιήσει τη λειτουργία (Εικόνα 53).

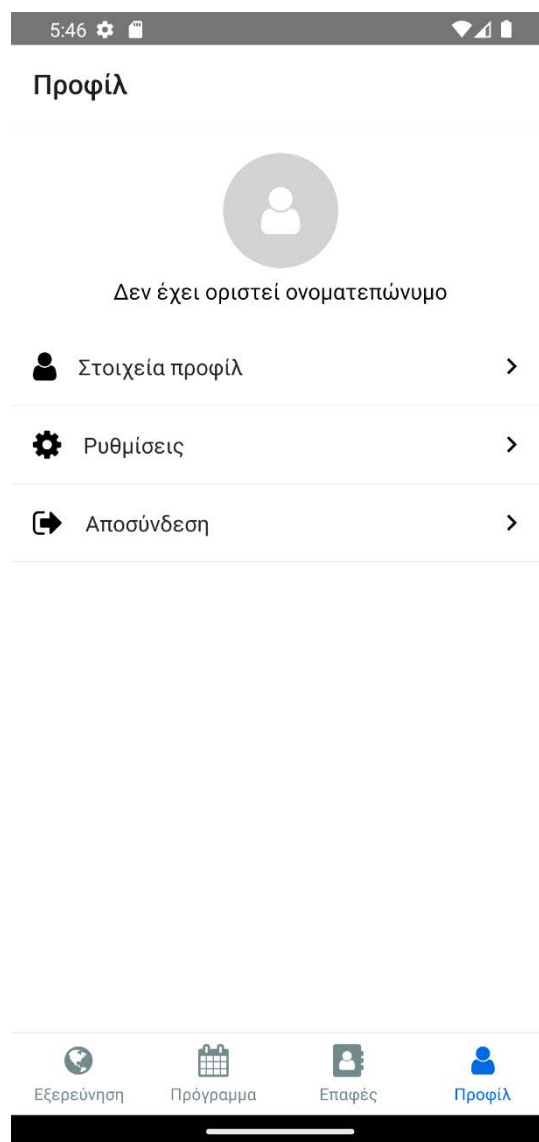


#### 4.4.10. Οθόνη προφίλ

Στο επάνω μέρος της οθόνης αναγράφεται το ονοματεπώνυμο του χρήστη όπως αυτό έχει οριστεί στο δημόσιο προφίλ του (Εικόνα 54). Σε περίπτωση που δεν έχει οριστεί, εμφανίζεται στη θέση του ένα μήνυμα που φανερώνει στον χρήστη ότι δε διατηρεί δημόσιο προφίλ (Εικόνα 55).



Εικόνα 54 – Οθόνη προφίλ χρήστη με ορισμένο ονοματεπώνυμο



Εικόνα 55 – Οθόνη προφίλ χρήστη χωρίς ορισμένο ονοματεπώνυμο

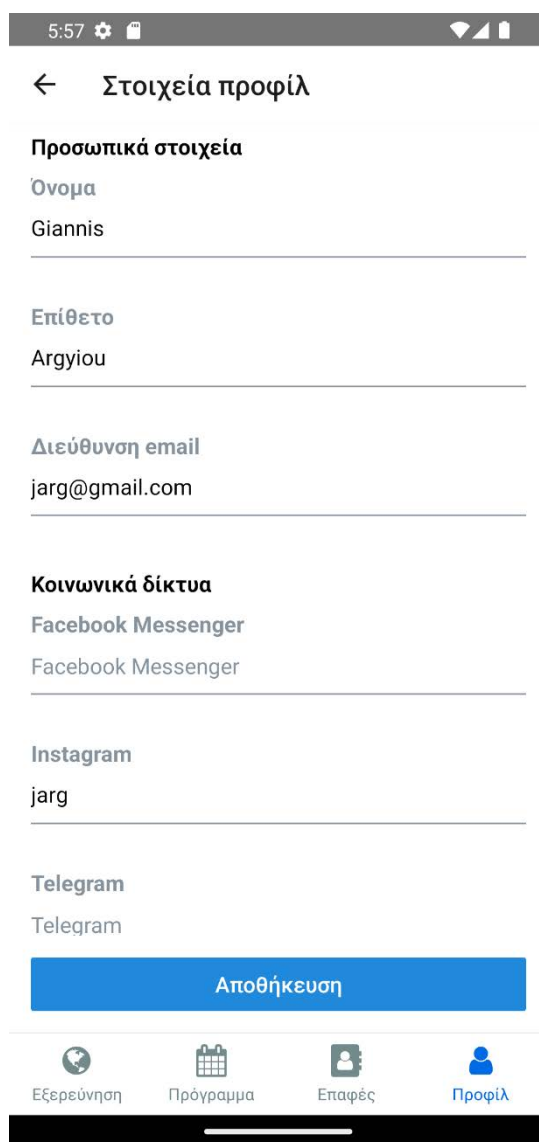
Η οθόνη προφίλ αποτελεί την πατρική οθόνη δύο (2) άλλων οθονών: της [οθόνης στοιχείων προφίλ](#) και της [οθόνης ρυθμίσεων εφαρμογής](#), ενώ η τρίτη επιλογή που προσφέρεται μέσα σε



αυτή είναι η αποσύνδεση του χρήστη από την εφαρμογή, η οποία τον επαναφέρει στην [οθόνη εισαγωγής τηλεφωνικού αριθμού](#).

#### 4.4.10.1. Οθόνη στοιχείων προφίλ

Το δημόσιο προφίλ του χρήστη μπορεί να διαμορφωθεί εξολοκλήρου σε αυτή την οθόνη (Εικόνα 56). Προκειμένου ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα ανάρτησης ταξιδιών δημόσια, πρέπει κατ' ελάχιστο να συμπληρώσει το ονοματεπώνυμό του και τη διεύθυνση email του. Οι λογαριασμοί κοινωνικών δικτύων ορίζονται απλά για διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών και εμφανίζονται στο [αναδυόμενο παράθυρο επικοινωνίας της οθόνης διαχείρισης / προβολής ταξιδιού](#).



5:57

← Στοιχεία προφίλ

**Προσωπικά στοιχεία**

Όνομα  
Giannis

Επίθετο  
Argyiou

Διεύθυνση email  
jarg@gmail.com

**Κοινωνικά δίκτυα**

Facebook Messenger  
Facebook Messenger

Instagram  
jarg

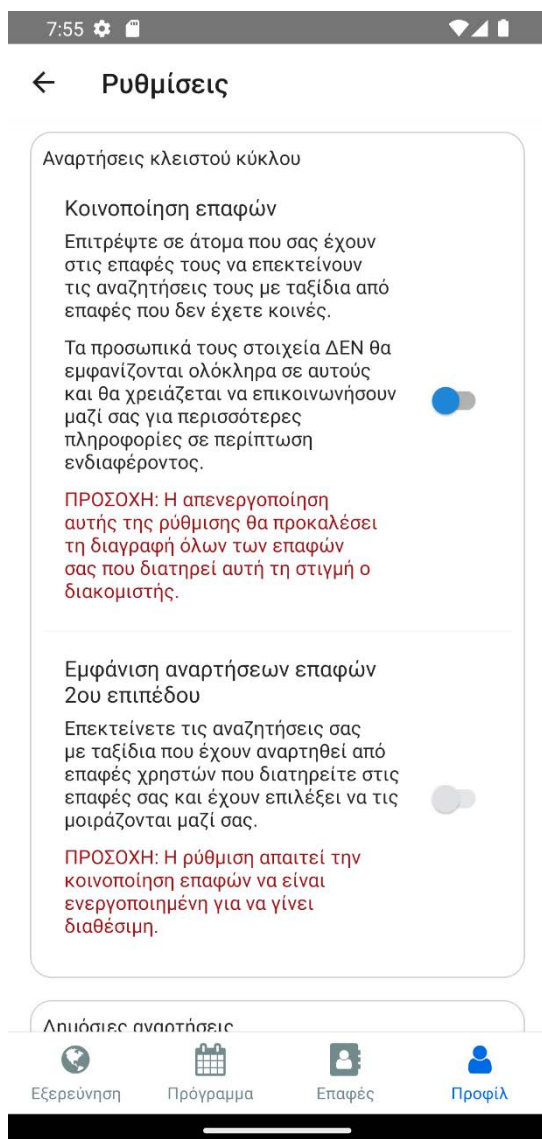
Telegram  
Telegram

Αποθήκευση

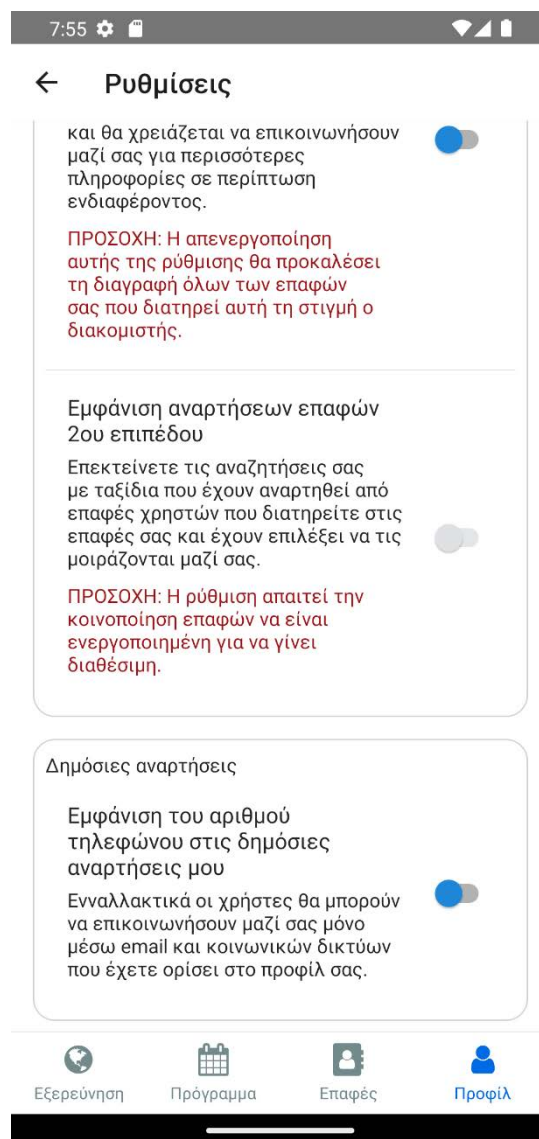
Εξερεύνηση Πρόγραμμα Επαφές **Προφίλ**

Εικόνα 56 – Οθόνη στοιχείων προφίλ

#### 4.4.10.2. Οθόνη ρυθμίσεων εφαρμογής



Εικόνα 57 – Οθόνη ρυθμίσεων εφαρμογής (ρυθμίσεις αναρτήσεων κλειστού κύκλου)



Εικόνα 58 – Οθόνη ρυθμίσεων εφαρμογής (ρυθμίσεις δημοσίων αναρτήσεων)

Οι ρυθμίσεις της εφαρμογής χωρίζονται σε δύο (2) κατηγορίες: αυτές των αναρτήσεων κλειστού κύκλου (Εικόνα 57) και αυτές των δημοσίων αναρτήσεων (Εικόνα 58).

Όσον αφορά τις πρώτες, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσει την κοινοποίηση επαφών του με χρήστες που έχουν αποθηκευμένο τον τηλεφωνικό αριθμό του στις επαφές τους. Η ενεργοποίηση της κοινοποίησης ενεργοποιεί αυτόματα (ως ανταμοιβή) και τη ρύθμιση συμπερίληψης ταξιδιών που έχουν αναρτηθεί από δικές του επαφές 2<sup>ου</sup> επιπέδου στα αποτελέσματα που λαμβάνει, αλλά έχει τη δυνατότητα να την απενεργοποιήσει ανά πάσα

στιγμή. Όσο η κοινοποίηση είναι απενεργοποιημένη, η δεύτερη ρύθμιση είναι «κλειδωμένη», καθώς οι δύο αυτές λειτουργίες εξαρτώνται η μία από την άλλη.

Στην περίπτωση των δημοσίων αναρτήσεων, υπάρχει μόνο μία διαθέσιμη ρύθμιση η οποία εκθέτει τον αριθμό τηλεφώνου του δημιουργού στους ενδιαφερόμενους ενός ταξιδιού, ο οποίος από προεπιλογή αντικαθίσταται με τη διεύθυνση email του χρήστη για μεγαλύτερη ασφάλεια.

Οι ρυθμίσεις κοινοποίησης επαφών και έκθεσης αριθμού τηλεφώνου αποθηκεύονται στη μεριά του διακομιστή και συγκεκριμένα στον πίνακα του [μοντέλου Χρήστη \(User\)](#). Είναι σημαντικό ο διακομιστής να γνωρίζει τη τιμή τους, προκειμένου να μπορεί να φιλτράρει και επεξεργάζεται τα αποτελέσματα των ταξιδιών που ανακτώνται από τη βάση δεδομένων και προορίζονται προς τους χρήστες.

Από την άλλη μεριά, η τιμή της ρύθμισης συμπερίληψης αναρτήσεων από επαφές 2<sup>ου</sup> επιπέδου στα αποτελέσματα, αποθηκεύεται στη συσκευή του χρήστη με τη βοήθεια των βιβλιοθηκών [zustand](https://github.com/pmndrs/zustand) (<https://github.com/pmndrs/zustand>) και [react-native-async-storage](https://github.com/react-native-async-storage/async-storage) (<https://github.com/react-native-async-storage/async-storage>), χάρη στις οποίες μπορούμε να αποθηκεύουμε χρήσιμα για την εφαρμογή δεδομένα στη συσκευή του χρήστη. Εφόσον η πληροφορία παραμένει αποθηκευμένη και διαθέσιμη ακόμη και όταν η εφαρμογή δεν εκτελείται, έχουμε τη δυνατότητα να την ανακτήσουμε και να την εμφανίσουμε στην εφαρμογή ακόμη και μετά από πολύ καιρό αδράνειας του χρήστη. Σε αντίθεση με τη βιβλιοθήκη [react-native-keychain](https://github.com/oblador/react-native-keychain) (<https://github.com/oblador/react-native-keychain>) που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των JWT token μετά την αυθεντικοποίηση του χρήστη, τα δεδομένα δεν κρυπτογραφούνται.

## 5. Συμπεράσματα και μελλοντικές προσεγγίσεις

Η κατασκευή μιας τέτοιας εφαρμογής συνεπιβατισμού κλειστού κύκλου επαφών είναι σε θέση να καταπολεμήσει σε μεγάλο βαθμό του κινδύνους που μπορεί να εγκυμονεί μια δημόσια πλατφόρμα συνεπιβατισμού. Ωστόσο, έρχεται με το αντίτιμο του περιορισμένου πλήθους ταξιδιών που είναι προσβάσιμα από κάθε χρήστη. Για τον λόγο αυτό, προστέθηκε τόσο η λειτουργία πρόσβασης σε αναρτήσεις επαφών 2<sup>ου</sup> επιπέδου, όσο και η δυνατότητα συμμετοχής σε ένα δημόσιο ταξίδι ως έσχατη λύση.

Κατά τον σχεδιασμό της λειτουργίας πρόσβασης σε ταξίδια επαφών 2<sup>ου</sup> επιπέδου, λήφθηκε υπόψη ότι κάποιοι χρήστες θα μπορούσαν να κρίνουν τη διαδικασία που κρύβεται πίσω από αυτή ως επίπονη, χρονοβόρα και ίδιας επικινδυνότητας με μια δημόσια ανάρτηση. Για να αυξηθεί το ενδιαφέρον ως προς αυτή, προστέθηκε η δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας μέσω κοινωνικών δικτύων, καθώς και δικλίδες ασφαλείας (απόκρυψη προσωπικών στοιχείων, αιτήματα συμμετοχής, αυτόματα απόρριψη αιτημάτων). Παρ' όλα αυτά, η λειτουργία τελικά «κρύφτηκε» πίσω από προαιρετική συμμετοχή, για να μπορεί η εφαρμογή να διατηρήσει στο κοινό της ακόμη και τους πιο απαιτητικούς χρήστες.

Η εφαρμογή είναι σε θέση να προσφέρει αρκετά χρήσιμα χαρακτηριστικά στους χρήστες, όπως υπολογισμό κόστους ταξιδιού, δυνατότητα επιλογής διαδρομής, επικοινωνία μεταξύ των χρηστών, το χαρακτηριστικό των «στάσεων» κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού για την επιβίβαση των συμμετεχόντων, κ.ά. Ωστόσο υπάρχουν πολλά χαρακτηριστικά που θα μπορούσαν να τη βελτιώσουν και την καταστήσουν πιο ελκυστική στους χρήστες της. Ενδεικτικά:

- 1. Συμπερίληψη του κόστους διοδίων στο κόστος ταξιδιού:** Στην Ελλάδα λειτουργούν πολλοί σταθμοί διοδίων και κάποιες φορές μπορεί να αυξήσουν κατά πολύ το κόστος ενός μακρινού ταξιδιού. Εάν ήταν εφικτό ο υπολογιστής κόστους να συνυπολογίζει το κόστος διοδίων, θα βοηθούσε τον χρήστη να έχει μια πιο πλήρη εικόνα του κόστους και να κρίνει αν μπορεί να ανταπεξέλθει οικονομικά σε αυτό.
- 2. Αιτήματα ταξιδιών:** Αν κάποιος χρήστης δεν είναι ικανοποιημένος με τα αποτελέσματα ταξιδιών που έλαβε εντός της εφαρμογής, θα μπορούσε να αιτηθεί ότι επιθυμεί να ταξιδέψει από κάποιον τόπο αναχώρησης προς κάποιον τόπο προορισμού μια συγκεκριμένη ή εντός ενός εύρους ημερομηνιών και να σταλεί μια ειδοποίηση push στις επαφές του. Ακόμη και αν ένα τέτοιο ταξίδι δεν υπήρχε στο πλάνο κάποιου οδηγού, μπορεί να ελκύσει το ενδιαφέρον κάποιου χρήστη και τελικά το ταξίδι να

πραγματοποιηθεί. Ο αιτών χρήστης θα μπορούσε να ενημερωθεί με ειδοποίηση push μόλις κάποιο ταξίδι που πληροί τα κριτήριά του αναρτηθεί.

3. **Εμφάνισης λίστας συμμετεχόντων:** Αυτή τη στιγμή δεν υπάρχει τρόπος ο οδηγός ενός ταξιδιού να δει ποιοι χρήστες συμμετέχουν σε αυτό. Η μόνη στιγμή που μπορεί να ενημερωθεί για αυτούς είναι κατά τη διαχείριση των αιτημάτων συμμετοχής τους. Θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο εάν στην οθόνη [διαχείρισης / προβολής ταξιδιού](#) υπήρχε ένα κουμπί που τους εμφάνιζε με κάποιες διαθέσιμες ενέργειες για τον καθένα (επικοινωνίας, αναίρεσης συμμετοχής, κλπ.)
4. **Αιτία απόρριψης αιτήματος συμμετοχής:** Έτσι όπως έχει σχεδιαστεί η εφαρμογή, ο αιτών χρήστης δεν έχει τη δυνατότητα να μάθει τον λόγο απόρριψης συμμετοχής από κάποιον οδηγό, παρά μόνο για τα αιτήματα που απορρίπτονται αυτόματα από το σύστημα όταν ο αριθμός τηλεφώνου του αιτούντος δεν υπάρχει στις επαφές του οδηγού. Μετά το πάτημα του κουμπιού απόρριψης αιτήματος στην [οθόνη προγραμματισμένων ταξιδιών](#), θα ήταν πολύ χρήσιμο αν εμφανιζόταν ένα αναδυόμενο παράθυρο στο οποίο ο οδηγός θα μπορούσε να συμπληρώσει τον λόγο απόρριψης.
5. **Πρόσκληση επαφών στην εφαρμογή:** Στην [οθόνη επαφών](#) εμφανίζονται αυτή τη στιγμή μόνο οι επαφές του χρήστη που είναι χρήστες της εφαρμογής. Το υπόλοιπο μέρος της οθόνης θα μπορούσε να αξιοποιηθεί εμφανίζοντας τις επαφές που δεν είναι ενήμερες για την ύπαρξη της εφαρμογής και τις οποίες θα μπορούσε πολύ εύκολα να προσκαλέσει με το πάτημα ενός κουμπιού. Ενδεικτικά, η πρόσκληση θα μπορούσε να είναι ένα μήνυμα σε κάποια εφαρμογή άμεσων μηνυμάτων (Viber, WhatsApp, κλπ.) με μια μικρή περιγραφή της εφαρμογής και έναν σύνδεσμο παραπομπής (referral link). Ο σύνδεσμος παραπομπής θα ήταν χρήσιμος αν επιθυμούσαμε να ανταμείψουμε με κάποιον τρόπο τον χρήστη που έστειλε την πρόσκληση. Με αυτόν τον τρόπο, θα υπάρχει κίνητρο προς τους χρήστες να παραπέμπουν τις επαφές τους στην εφαρμογή, ενώ ταυτόχρονα η εφαρμογή θα σημειώνει αύξηση των χρηστών της.

## 6. Βιβλιογραφία

- [1] C. Ruch, C. Lu, L. Sieber, and E. Frazzoli, “Quantifying the efficiency of ride sharing,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 22, no. 9, pp. 5811–5816, 2021.
- [2] L. do C. Martins, R. de la Torre, C. G. Corlu, A. A. Juan, and M. A. Masmoudi, “Optimizing ride-sharing operations in smart sustainable cities: Challenges and the need for agile algorithms,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 153, no. 107080, p. 107080, 2021.
- [3] H. Si, J. Shi, W. Hua, L. Cheng, J. De Vos, and W. Li, “What influences people to choose ridesharing? An overview of the literature,” *Transp. Rev.*, pp. 1–26, 2023.
- [4] Y. Wang, J. Gu, S. Wang, and J. Wang, “Understanding consumers’ willingness to use ride-sharing services: The roles of perceived value and perceived risk,” *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.*, vol. 105, pp. 504–519, 2019.
- [5] L. Mitropoulos, A. Kortsari, and G. Ayfantopoulou, “A systematic literature review of ride-sharing platforms, user factors and barriers,” *Eur. Transp. Res. Rev.*, vol. 13, no. 1, 2021.
- [6] R. F. Teal, “Carpooling: Who, how and why,” *Transp. Res.*, vol. 21, no. 3, pp. 203–214, 1987.
- [7] C. Quirós, J. Portela, and R. Marín, “Differentiated models in the collaborative transport economy: A mixture analysis for Blablacar and Uber,” *Technol. Soc.*, vol. 67, no. 101727, p. 101727, 2021.
- [8] S. Shaheen, “Online and app-based carpooling in France: Analyzing users and practices—A study of BlaBlaCar,” *Institute of Transportation Studies*, Berkeley, 2017.
- [9] K. Mayur and R. M. Thorat, “International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT),” “*International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*,” vol. 3297, 2007.
- [10] N. D. Chan and S. A. Shaheen, “Ridesharing in north America: Past, present, and future,” *Transp. Rev.*, vol. 32, no. 1, pp. 93–112, 2012.
- [11] H. Qadir, O. Khalid, M. U. S. Khan, A. U. R. Khan, and R. Nawaz, “An optimal ride sharing recommendation framework for carpooling services,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 62296–62313, 2018.
- [12] K. M. M. H. Sonet, M. M. Rahman, S. R. Mehedy, and R. M. Rahman, “SharY: a dynamic ridesharing and carpooling solution using advanced optimised algorithm,” *Int. J. Knowl. Eng. Data Min.*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2019.
- [13] M. Baza, N. Lasla, M. M. E. A. Mahmoud, G. Srivastava, and M. Abdallah, “B-ride: Ride sharing with privacy-preservation, trust and fair payment atop public blockchain,” *IEEE Trans. Netw. Sci. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 1214–1229, 2021.
- [14] L. G. Anthopoulos and D. N. Tzimos, “Carpooling platforms as smart city projects: A bibliometric analysis and systematic literature review,” *Sustainability*, vol. 13, no. 19, p. 10680, 2021.
- [15] L. Anthopoulos and D. Tzimos, “Carpooling platforms in smart cities for COVID-19 pandemic: A bibliometric analysis,” in *Companion Proceedings of the Web Conference 2021*, 2021.

- [16] A. Tyagi, A. Sharma, A. Bansal, and M. Rawat, “Intelligent carpooling system using distance and time measure,” *J. Pharm. Negat. Results*, pp. 3754–3761, 2022.
- [17] Δ. Δημητρός, «Εφαρμογή κινητού υπολογισμού για διαμοιρασμό αυτοκινήτου (carsharing, carpooling),» *Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων*, 2017
- [18] N. Pappas, “Full stack implementation of a car-pooling web and mobile application,” *University of Thessaly School of Engineering Department of Electrical and Computer Engineering*, 2020
- [19] Σ. Τουτουντζόγλου, «Ανάπτυξη Εφαρμογής Συνεπιβατισμού σε Web Development of a Carpooling Web Application,» *Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών*, 2020
- [20] Κ. Πολύζος, «Εφαρμογή συνεπιβίβασης,» *Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών*, 2022