



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
Τμήμα Γεωγραφίας  
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
``Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου``  
Κατεύθυνση ``Διαχείριση και Ανάλυση Γεωγραφικών Δεδομένων``  
(Γεωπληροφορική)

Υπολογισμός εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από ατομικές μεταφορές μεγάλων αποστάσεων -  
χρήση συσκευής smartphone android

Διπλωματική εργασία του

Αλέξη Κασελούρη

Αθήνα Σεπτέμβριος του 2014



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
Τμήμα Γεωγραφίας  
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
``Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου``  
Κατεύθυνση ``Διαχείριση και Ανάλυση Γεωγραφικών Δεδομένων``  
(Γεωπληροφορική)

Υπολογισμός εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από ατομικές μεταφορές μεγάλων αποστάσεων -  
χρήση συσκευής smartphone android

Διπλωματική εργασία του

Αλέξη Κασελούρη

Επιβλέπων καθηγητής:  
Χρήστος Χαλκιάς,  
Αναπληρωτής Καθηγητής

Αθήνα Σεπτέμβριος του 2014

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Πίνακας περιεχομένων                                  |    |
| Ευρετήριο εικόνων.....                                | 4  |
| Ευρετήριο πινάκων .....                               | 4  |
| Πρόλογος – Ευχαριστίες.....                           | 5  |
| Περίληψη .....                                        | 6  |
| Abstract.....                                         | 7  |
| Εισαγωγή .....                                        | 8  |
| Αρκτικόλεξα .....                                     | 9  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Θεωρητικό υπόβαθρο .....                  | 10 |
| 1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....                 | 10 |
| 1.2 Κλιματική αλλαγή.....                             | 16 |
| 1.3 Πολιτικές της Ε.Ε. για την κλιματική αλλαγή ..... | 18 |
| 1.4 Οικολογικό Αποτύπωμα .....                        | 32 |
| 1.5 Η τεχνολογία android.....                         | 33 |
| 1.6 Παρόμοιες εφαρμογές.....                          | 38 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εφαρμογή-Δεδομένα - Μεθοδολογία .....     | 42 |
| 2.1 Παρουσίαση εφαρμογής .....                        | 42 |
| 2.2 Δεδομένα - Μεθοδολογία .....                      | 45 |
| 2.2 Αλγόριθμος μέτρησης απόστασης .....               | 50 |
| 2.3 Αλγόριθμος μέτρησης εκπομπών.....                 | 51 |
| 2.4 Κώδικας .....                                     | 52 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Αποτελέσματα .....                        | 66 |
| 3.1 Σενάρια μετρήσεων.....                            | 66 |
| 3.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων με άλλα στοιχεία .....     | 68 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Συμπεράσματα-Προτάσεις.....              | 69 |
| Βιβλιογραφία .....                                    | 72 |
| Παράρτημα.....                                        | 75 |

## Ευρετήριο εικόνων

|          |                                      |                                                                                                                                                |    |
|----------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 1 | Αναπαράσταση φαινομένου θερμοκηπίου  | Πηγή: Barb Deluisi, esrl.noaa.gov.....                                                                                                         | 9  |
| Εικόνα 2 | Κατανομή Θ.Α. στην Ελλάδα το 2003    | πηγή: <a href="http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_el.pdf">http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_el.pdf</a> .....  | 11 |
| Εικόνα 3 | Λογότυπο Android                     | πηγή: <a href="http://developer.android.com/index.html">http://developer.android.com/index.html</a> .....                                      | 37 |
| Εικόνα 4 | Αρχιτεκτονική του Android            | πηγή : Digital Academy εισαγωγή στην ανάπτυξη android Εφαρμογών .....                                                                          | 38 |
| Εικόνα 5 | Διάγραμμα κατανομής εκδόσεων Android | πηγή : <a href="https://developer.android.com/about/dashboards/index.html">https://developer.android.com/about/dashboards/index.html</a> ..... | 40 |

## Ευρετήριο πινάκων

|           |                                                                                |                                                                                                                                                                       |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Πίνακας 1 | Σύσταση ατμόσφαιρας                                                            | πηγή: <a href="http://www.meteoclub.gr/themata/egkyklopaideia/5034-atmos-composition">http://www.meteoclub.gr/themata/egkyklopaideia/5034-atmos-composition</a> ..... | 10 |
| Πίνακας 2 | Εκδόσεις λειτουργικού συστήματος Android και κατανομή τους σε συσκευές χρηστών | πηγή: ( <a href="https://developer.android.com/about/dashboards/index.html">https://developer.android.com/about/dashboards/index.html</a> ).....                      | 40 |

## Πρόλογος – Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Εφαρμοσμένη Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου», στην κατεύθυνση «Γεωπληροφορική» κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2012-2014. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη εφαρμογής για smartphones με λειτουργικό android παρακολούθησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. κατά τη μεταφορά του χρήστη.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω μια σειρά ανθρώπων, των οποίων η βοήθεια υπήρξε πολύτιμη για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας:

Τον Καθηγητή στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και την Εφαρμοσμένη Γεωγραφία Δρ. Χρίστο Χαλκιά, ο οποίος ήταν ο εμπνευστής αυτής της εφαρμογής, με στήριξε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της και μου έδειξε εμπιστοσύνη σε αυτό το δύσκολο εγχείρημα.

Τον Κ. Παναγιώτη Γεωργακόπουλο, καθηγητή μέσης εκπαίδευσης, ο οποίος, χάρη στην πολυετή εμπειρία του στον προγραμματισμό, με συμβούλευσε και βοήθησε να αποκτήσω σημαντικές γνώσεις στον προγραμματισμό.

Τους συμφοιτητές και καλούς φίλους Σπύρο Νεοκοσμίδη, Μαρία- Λουΐζα Δρακάτου, Νίκο Μαράτο, για την υποστήριξη και την ανοχή τους.

Την οικογένεια μου, που χωρίς την στήριξη και συμπαράστασή της όλα τα χρόνια των σπουδών μου δεν θα τα είχα καταφέρει.

Την «εκτεταμένη» οικογένεια μου από ανθρώπους που έτυχε να βρεθούν στον δρόμο μου και να μου δίνουν απλόχερα την αγάπη και την στήριξή τους.

## Περίληψη

Η συγκεκριμένη εργασία στοχεύει στη δημιουργία ενός λογισμικού, το οποίο υπολογίζει σε πραγματικό χρόνο το ποσό του εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που εκλύεται από τις μετακινήσεις ενός ατόμου. Μετρήσεις πραγματοποιούνται κυρίως για μετακινήσεις που αφορούν μεγάλες αποστάσεις (π.χ. μεταξύ πρωτευουσών νομών και πρωτευουσών χωρών), οπότε θεωρούμε ότι η συντριπτική πλειοψηφία αυτών πραγματοποιείται με μέσα που χρησιμοποιούν καύσιμα. Συμπεριλαμβάνονται όλα τα συμβατικά μέσα μεταφοράς (π.χ. επιβατικά αυτοκίνητα, λεωφορεία, τρένα, αεροπλάνα, πλοία κ.ά.). Οι συσκευές, στις οποίες το λογισμικό θα μπορεί να εγκατασταθεί και να λειτουργήσει, είναι οι συσκευές τύπου smartphone (με GPS) και λειτουργικό Android.

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θα υπολογίζονται με βάση τις μέσες τιμές της κάθε κατηγορίας μέσων μεταφοράς (π.χ. αυτοκίνητα βενζίνης 1400 κ.ε., αεροπλάνο τύπου boeing 737 κ.ά.), όπως αυτές ορίζονται από τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα Euro 1 έως 4 .

Το λογισμικό θα μπορεί να :

1. Υπολογίζει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> με βάση την απόσταση που διανύει το άτομο και το μέσο μεταφοράς.
2. Αποθηκεύει τις μετρήσεις για μελλοντική χρήση.
3. Κατηγοριοποιεί τις «συνήθειες» του χρήστη.
4. Αναγνωρίζει τον τύπο του μέσου μεταφοράς μεταξύ κάποιων ορισμένων κατηγοριών (π.χ. αυτοκίνητο, τρένο, πλοίο κ.ά.).
5. Εκτιμά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να ενημερώνει σχετικά τον χρήστη.

## **Abstract**

This project aims to create a software that calculates in real time the amount of emitted carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) from the movement of a person. Measurements are mainly for long-distance (eg between county capitals and country capitals), when we consider that the vast majority of movement is effected by means of fuel. All conventional means of transport (cars, buses , trains, airplanes, ships) are included. The devices on which the software can be installed and running, it's the type devices smartphone (with GPS) and OS android.

CO<sub>2</sub> emissions will be calculated based on average prices for each category of vehicles (eg cars petrol 1400k.e, boeing 737 airplane type, etc.), as defined by European standards Euro 1 to 4.

The software will be able to:

1. Calculate the CO<sub>2</sub> emissions based on average speed, distance traveled per person and transportation.
2. Save metrics for future use.
3. Categorize the "habits" of the user.
4. Identify the type of transportation between some categories (e.g, car, train, boat, etc.).
5. Consider the CO<sub>2</sub> emissions and inform the user.

## Εισαγωγή

Στη σύγχρονη κοινωνία, από την βιομηχανική επανάσταση και έπειτα, κύριο λόγο στη ζωή μας έχει η τεχνολογία. Η χρήση των τεχνολογικών επιτευγμάτων αποτελεί αναπόφευκτα ένα σημαντικό κομμάτι της καθημερινότητάς μας, είτε πρόκειται για το ηλεκτρικό ρεύμα που καταναλώνουμε, είτε για τη μετακίνησή μας με κάποιο όχημα. Πρέπει να επισημάνουμε, όμως, πως για οποιαδήποτε από αυτές τις ενεργοβόρες διαδικασίες εκλύονται ρύποι στην ατμόσφαιρα και τα αέρια που περιλαμβάνονται στους ρύπους αυτούς επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα αποτελέσματα της επίτασης αυτής είναι καταστροφικά.

Αν και δεν υπάρχει μόνο μια θεωρία για την επίταση του φαινομένου του θερμοκηπίου, το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας συμφωνεί στον περιορισμό εκπομπών των επιβλαβών αερίων. Για να επιτευχθεί ο περιορισμός των εκπομπών επιβλαβών αερίων, πρώτο βήμα είναι η ενημέρωση των καταναλωτών ενέργειας. Προς την κατεύθυνση αυτή της ενημέρωσης του κοινού, θεωρίες όπως αυτή του οικολογικού αποτυπώματος, αλλά και τεράστιες ενημερωτικές καμπάνιες είναι κάποιες από τις ενέργειες που έχουν γίνει. Ένα μεγάλο κομμάτι των εκπομπών επιβλαβών αερίων προέρχεται από τις μεταφορές, όπως προκύπτει από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας και αναλύεται με λεπτομερή στοιχεία στην παρούσα εργασία.

Ένα από τις σημαντικότερα τεχνολογικά επιτεύγματα που έχει πλέον διεισδύσει σε όλα τα στρώματα της κοινωνίας είναι το κινητό τηλέφωνο. Η ηλεκτρονική συσκευή που έγινε γνωστή στην χώρα μας στην δεκαετία του 1990, αξιοποιώντας στο έπακρο τις ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις, έχει σήμερα μεταμορφωθεί στο γνωστό smartphone. Το smartphone αποτελεί μια συσκευή που καθένας, πλέον, μπορεί να έχει στη διάθεσή του προκειμένου να καλύπτει τις πολλές και ποικίλες καθημερινές ανάγκες του, πέραν της επικοινωνίας.

Οι επιδράσεις της τεχνολογίας στον σύγχρονο βίο σε αυτούς τους δύο τομείς, που περιγράφηκαν παραπάνω, στάθηκαν η βασική πηγή έμπνευσης για την παρούσα εργασία. Στόχος της εργασίας είναι η δημιουργία ειδικού λογισμικού με σκοπό τον υπολογισμό και την ενημέρωση ενός χρήστη smartphone για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που παράγονται κατά τη μεταφορά του με όλα τα συμβατικά μέσα.

Αποσκοπώντας στην πληρέστερη κάλυψη των ποικίλων πλευρών της θεματικής της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, η διάρθρωσή της διαμορφώνεται στα εξής τέσσερα 4 κεφάλαια:

- Κεφάλαιο πρώτο : Θεωρητικό υπόβαθρο. Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύονται θέματα, με επισκόπηση βιβλιογραφίας, για την καλύτερη κατανόηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, των επιπτώσεων του και των πολιτικών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ενώ παρουσιάζονται και παρόμοιες προσπάθειες που έχουν γίνει.
- Κεφάλαιο δεύτερο : Εφαρμογή-Δεδομένα-Μεθοδολογία. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται ολόκληρη η νέα εφαρμογή, συμπεριλαμβανομένων τμημάτων του κώδικά της, γίνεται αλγοριθμική αναπαράσταση του τρόπου υπολογισμού των μεταβλητών και έχει ως σκοπό την κατανόηση σε βάθος της εφαρμογής.
- Κεφάλαιο τρίτο : Αποτελέσματα. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται σενάρια μετρήσεων και τα αποτελέσματά τους συγκρίνονται με άλλα δεδομένα.
- Κεφάλαιο τέταρτο : Συμπεράσματα – Προτάσεις. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται συζήτηση για τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη διαδικασία της έρευνας και της ανάπτυξης του λογισμικού, καθώς και προτάσεις για συνέχιση της προσπάθειας που ξεκίνησε με αυτή την εργασία.

## **Αρκτικόλεξα**

Φ.Α. = Φαινόμενο του θερμοκηπίου

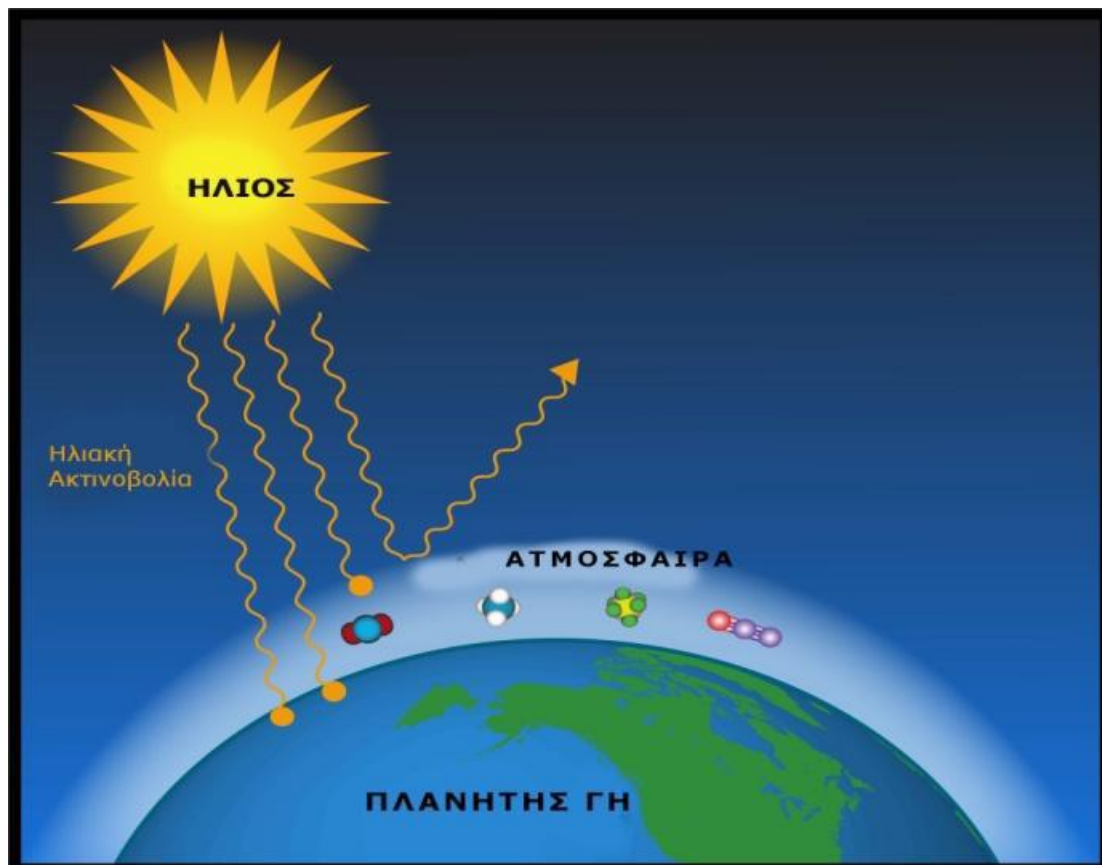
Θ.Α. = Αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Δ.Α. = Διοξείδιο του άνθρακα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Θεωρητικό υπόβαθρο

### 1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η ατμοσφαιρική διαδικασία που καθιστά τον πλανήτη μας κατάλληλο για ανάπτυξη και διατήρηση ζωής ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου (Φ.Θ.).



**Εικόνα 6 Αναπαράσταση φαινομένου θερμοκηπίου**

Συγκεκριμένα αέρια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα και ονομάζονται αέρια του θερμοκηπίου είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο αυτό. Η θερμοκρασία της γης εξαρτάται από τη διαδικασία με την οποία η ενέργεια έρχεται από την ήλιο και ανακλάται πίσω στο διάστημα ως υπέρυθρη ακτινοβολία (Archer 2007: 19). Η ενέργεια αυτή εισέρχεται με την μορφή ακτινοβολίας στο υπεριώδες και στο ορατό φάσμα. Εκτιμάται ότι το ένα τρίτο της ακτινοβολίας που δέχεται η γη ανακλάται πίσω στο διάστημα. Μέρος της παραμένουσας ακτινοβολίας απορροφάται από την ατμόσφαιρα, το μεγαλύτερο όμως τμήμα από το έδαφος και τους ωκεανούς. Το έδαφος, όταν θερμανθεί, ακτινοβολεί υπέρυθρα κύματα, μέρος των οποίων

ανακλώνται στα αέρια του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα αυτά να «παγιδεύονται» και να την θερμαίνουν την γη.

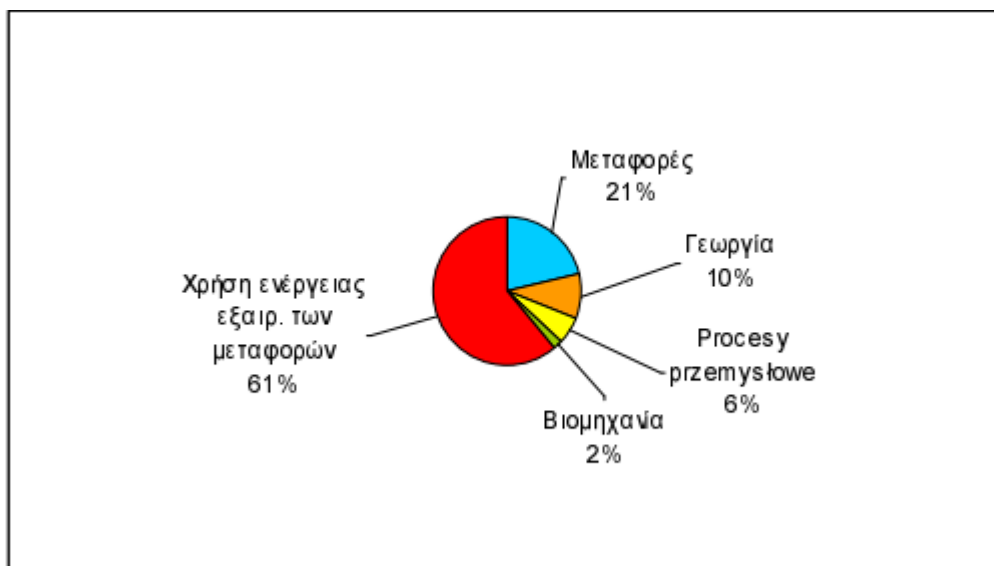
Τα φυσικά αέρια που απαντώνται στην ατμόσφαιρα και δημιουργούν το Φ.Θ. είναι τα εξής:

- Υδρατμοί
- Διοξείδιο του άνθρακα
- Όζον
- Μεθάνιο
- Υποξείδιο του αζώτου

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας που καταγράφει τη σύσταση της γήινης ατμόσφαιρας.

| Μόνιμα αέρια |                |                             | Μεταβλητά αέρια       |                  |                             |
|--------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------------|
| Αέριο        | Σύμβολο        | Εκατοστιαία συγκέντρωση (%) | Αέριο                 | Σύμβολο          | Εκατοστιαία συγκέντρωση (%) |
| Άζωτο        | N <sub>2</sub> | 78.08                       | Υδρατμοί              | H <sub>2</sub> O | 0 - 4                       |
| Οξυγόνο      | O <sub>2</sub> | 20.95                       | Διοξείδιο του άνθρακα | CO <sub>2</sub>  | 0.038                       |
| Αργό         | Ar             | 0.93                        | Μεθάνιο               | CH <sub>4</sub>  | 0.00017                     |
| Νέον         | Ne             | 0.0018                      | Υποξείδιο του αζώτου  | N <sub>2</sub> O | 0.00003                     |
| Ήλιο         | He             | 0.0005                      | Όζον                  | O <sub>3</sub>   | 0.000004                    |
| Υδρογόνο     | H <sub>2</sub> | 0.00005                     | Σωματίδια             | PM               | 0.000001                    |
| Ξένο         | Xe             | 0.000009                    | Χλωροφθοράνθρακες     | CFCs             | 0.00000002                  |

**Πίνακας 3 Σύσταση ατμόσφαιρας**



**Εικόνα 7 Κατανομή Θ.Α. στην Ελλάδα το 2003**

Τα αέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνονται στο 1% των άλλων αερίων. Το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύεται κατά την καύση καυσίμων, άρα και κατά τις μετακινήσεις οχημάτων, είναι το ένα από τα δύο πιο σημαντικά αέρια στο Φ.Θ., με το δεύτερο να είναι οι υδρατμοί. Την περίοδο αυτή το διοξείδιο του άνθρακα κατέχει το 0.03% έως το 0.04% της ατμόσφαιρας, ενώ οι υδρατμοί το 0% έως 2%. Χωρίς το Φ.Θ. που προκαλείται κυρίως από τα δύο αυτά αέρια υπολογίζεται ότι η θερμοκρασία του πλανήτη θα βρισκόταν στους -20 βαθμούς κελσίου. Η διακύμανση της συγκέντρωσης των δύο αερίων καθιστά τις ατμοσφαιρικές διαδικασίες δυναμικές και όχι σταθερές.

Παρακάτω αναλύονται τα Θ.Α. για περαιτέρω κατανόηση του Φ.Θ.

**Υδρατμοί:** Το κυριότερο αέριο του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί ( $H_2O$ ), οι οποίοι ευθύνονται για περίπου τα 2/3 του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου. Στην ατμόσφαιρα τα μόρια νερού δεσμεύουν τη θερμότητα που εκπέμπει η γη και στη συνέχεια την εκπέμπουν εκ νέου προς όλες τις κατευθύνσεις, θερμαίνοντας έτσι την επιφάνεια της γης πριν επιστρέψουν τελικά στο διάστημα. Οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας αποτελούν τμήμα του υδρολογικού κύκλου, ενός κλειστού συστήματος κυκλοφορίας του νερού - το οποίο είναι διαθέσιμο σε πεπερασμένες ποσότητες στη γη - από τους ωκεανούς και το έδαφος στην ατμόσφαιρα και από εκεί πίσω στο έδαφος μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής, της συμπύκνωσης και της κατακρήμνισης. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν αυξάνουν τους υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, ο θερμότερος αέρας μπορεί να κατακρατήσει πολύ περισσότερη

υγρασία και, συνεπώς, οι αυξημένες θερμοκρασίες εντείνουν περαιτέρω τις κλιματικές αλλαγές.

**Διοξείδιο του άνθρακα:** Ο κυριότερος συντελεστής του ενισχυμένου (ανθρωπογενούς) φαινομένου του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ). Ευθύνεται παγκοσμίως τουλάχιστον για το 60% του ενισχυμένου φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί τουλάχιστον το 80% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Στη γη υπάρχουν πεπερασμένες ποσότητες άνθρακα, οι οποίες, όπως και το νερό, ανακυκλώνονται σύμφωνα με τον "κύκλο του άνθρακα". Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο σύστημα, στο οποίο ο άνθρακας κινείται μεταξύ της ατμόσφαιρας, της επίγειας βιόσφαιρας και των ωκεανών. Τα φυτά απορροφούν  $\text{CO}_2$  από την ατμόσφαιρα κατά τη φωτοσύνθεση. Χρησιμοποιούν τον άνθρακα για να συνθέσουν τους ιστούς τους και τον απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα, όταν ξεραίνονται και αποσυντίθενται. Ο οργανισμός των ζώων (και των ανθρώπων) περιέχει, επίσης, άνθρακα, τον οποίο λαμβάνει από τα βρώσιμα φυτά ή από τα ζώα που καταναλώνουν αυτά τα φυτά. Ο άνθρακας απελευθερώνεται ως  $\text{CO}_2$  με την αναπνοή, καθώς και με τον θάνατο και την αποσύνθεση. Τα ορυκτά καύσιμα είναι τα απολιθωμένα υπολείμματα νεκρών ζώων και φυτών, τα οποία συντίθενται υπό συγκεκριμένες συνθήκες σε διάστημα εκατομμυρίων ετών και, συνεπώς, έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα. Με την ευρεία έννοια, το κάρβουνο δεν είναι παρά υπολείμματα καμένων δασών, ενώ το πετρέλαιο προέρχεται από τη χλωρίδα των ωκεανών. (Οι ωκεανοί απορροφούν  $\text{CO}_2$ , που χρησιμοποιείται σε διαλυμένη μορφή για τη φωτοσύνθεση της θαλάσσιας χλωρίδας). Πολλά δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα ανταλλάσσονται με φυσικό τρόπο κάθε χρόνο μεταξύ της ατμόσφαιρας, των ωκεανών και της επίγειας χλωρίδας. Τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα παρουσίαζαν αποκλίσεις μικρότερες από 10% κατά τη διάρκεια των 10.000 χρόνων που προηγήθηκαν της βιομηχανικής επανάστασης. Ωστόσο, από το 1800 και εξής η συγκέντρωσή του έχει αυξηθεί περίπου κατά 30%, καθώς τεράστιες ποσότητες ορυκτών καυσίμων καίγονται για να παραχθεί ενέργεια, κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες. Σήμερα εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα τουλάχιστον 25 δισεκατομμύρια τόνοι  $\text{CO}_2$  κάθε χρόνο.

Πρόσφατα Ευρωπαίοι ερευνητές ανακάλυψαν ότι οι τρέχουσες συγκεντρώσεις  $\text{CO}_2$  στην ατμόσφαιρα σήμερα είναι οι υψηλότερες των τελευταίων 650.000 χρόνων. Πραγματοποιήθηκε πυρηνοληψία πάγου σε βάθος άνω των 3 χιλιομέτρων στους πάγους της Ανταρκτικής, οι οποίοι διαμορφώθηκαν εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια πριν. Ο πάγος περιέχει φυσαλίδες αέρα, οι οποίες μας δίνουν πληροφορίες για την ατμοσφαιρική σύσταση σε διάφορες εποχές της ιστορίας του

πλανήτη. Το CO<sub>2</sub> μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για 50-200 χρόνια, ανάλογα με τον τρόπο ανακύκλωσης και επιστροφής του στο έδαφος και τους ωκεανούς.

**Μεθάνιο:** Το δεύτερο σημαντικότερο αέριο που ευθύνεται για το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>). Από τις απαρχές της βιομηχανικής επανάστασης, οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις μεθανίου έχουν διπλασιαστεί και συμβάλλουν κατά περίπου 20% στην ενίσχυση του φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες το μεθάνιο αποτελεί συνήθως το 15% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Το μεθάνιο συντίθεται, κατά κύριο λόγο, από βακτήρια που ενισχύονται με οργανικές ύλες ελλείψει οξυγόνου. Συνεπώς, εκπέμπεται από διάφορες φυσικές πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, με κυριότερες τις ανθρωπογενείς εκπομπές. Οι φυσικές πηγές περιλαμβάνουν υγράτους, θερμίτες και ωκεανούς. Οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα περιλαμβάνουν την εξόρυξη και την καύση ορυκτών καυσίμων, την κτηνοτροφία (τα βοοειδή καταναλώνουν φυτά, τα οποία ζυμώνονται στο πεπτικό τους σύστημα και τα οποία εκπέμπουν μεθάνιο μέσω της εκπονοής και των περιττωμάτων τους), τις ορυζοκαλλιέργειες (οι ορυζώνες παράγουν μεθάνιο καθώς οι οργανικές ύλες του εδάφους αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο) και τους χώρους ταφής (κι εδώ τα οργανικά απόβλητα αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο). Το μεθάνιο στην ατμόσφαιρα δεσμεύει θερμότητα 23 φορές πιο αποτελεσματικά από το CO<sub>2</sub>. Ωστόσο, η διάρκεια ζωής του είναι μικρότερη και κυμαίνεται από 10 έως 15 χρόνια.

**Μονοξείδιο του αζώτου:** Το μονοξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O) απελευθερώνεται με φυσικό τρόπο από τους ωκεανούς και τα παρθένα δάση, καθώς και από τα βακτήρια του εδάφους. Οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα περιλαμβάνουν τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση ορυκτών καυσίμων και τη βιομηχανική χημική παραγωγή με χρήση αζώτου, όπως είναι η επεξεργασία λυμάτων. Στις βιομηχανικές χώρες, το N<sub>2</sub>O αποτελεί το 6% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Όπως το μ O<sub>2</sub> και το μεθάνιο, έτσι και το μονοξείδιο του αζώτου είναι ένα αέριο θερμοκηπίου, του οποίου τα μόρια απορροφούν θερμότητα που προσπαθεί να διαφύγει στο διάστημα. Το μ 2O είναι 310 φορές πιο αποτελεσματικό από το CO<sub>2</sub> στην απορρόφηση της θερμότητας. Από τις αρχές της βιομηχανικής επανάστασης, οι συγκεντρώσεις υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί κατά περίπου 16% και συμβάλλουν κατά 4 έως 6% στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

**Φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου:** Είναι τα μόνα αέρια θερμοκηπίου που δεν έχουν συντεθεί με φυσικό τρόπο, αλλά έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο για βιομηχανικούς σκοπούς. Το μερίδιό τους στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες είναι περίπου 1,5%. Ωστόσο, είναι εξαιρετικά ισχυρά - μπορούν να δεσμεύσουν θερμότητα 22.000

φορές πιο αποτελεσματικά από ό,τι το CO<sub>2</sub>- και παραμένουν στην ατμόσφαιρα για χιλιάδες χρόνια.

Τα φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου περιλαμβάνουν α) τους υδροφθοράνθρακες που χρησιμοποιούνται για την ψύξη και την κατάψυξη, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων κλιματισμού, β) το εξαφθοριούχο θείο (SF<sub>6</sub>) που χρησιμοποιείται για παράδειγμα στην ηλεκτρονική βιομηχανία και γ) τους υπερφθοράνθρακες (PFC) που εκπέμπονται κατά την παραγωγή αλουμινίου και χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική βιομηχανία. Αδιαμφισβήτητα, τα γνωστότερα από αυτά τα αέρια είναι οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) που δεν είναι μόνον φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου, αλλά καταστρέφουν και το στρώμα του όζοντος. Για τον λόγο αυτόν, αποσύρονται σταδιακά από την κυκλοφορία σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ του 1987 για τις ουσίες που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος (URL 1).

## 1.2 Κλιματική αλλαγή

Η συζήτηση περί της κλιματικής αλλαγής επικεντρώνεται στο ερώτημα εάν τα επιπλέον Θ.Α. θα επιτείνουν το φαινόμενο. Στη συζήτηση αυτή η επιστημονική κοινότητα δεν έχει καταλήξει ακόμα σε μια ευρέως αποδεκτή άποψη. Υπάρχει μερίδα επιστημόνων που θεωρεί ότι η κλιματική αλλαγή είναι ανθρωπογενής αλλά δεν συμφωνεί με άλλες μερίδες για τον τρόπο που περιγράφουν την μεταβολή. Μερίδα επιστημόνων θεωρεί ότι η έκλυση Θ.Α. αντιμετωπίζεται από την ίδια την γη και αντισταθμίζεται. Μεγάλη συζήτηση γίνεται για το εάν το Φ.Θ. και η επίτασή του είναι φαινόμενο γραμμικό ή ακόμα εάν υπάρχει κάποια ανώτατο όριο που όταν ξεπεραστεί θα υπάρξει βίαιη αντίδραση από την γήινη ατμόσφαιρα.

Για να καταλάβουμε τον ρόλο του Δ.Α. (διοξείδιο άνθρακα) υπήρξε αναγκαίο να μελετήσουμε ιστορικά το κλίμα της γης. Τα τελευταία 2,5 εκατομμύρια χρόνια το κλίμα της γης έχει μεταβληθεί μεταξύ της εποχής των παγετώνων και της ισχύουσας σημερινής κατάστασης. Οι μεταβολές αυτές, σε αντιπαραβολή με τις γεωλογικές μεταβολές, είναι ταχύτατες. Για να μελετηθούν αυτές οι μεταβολές έγιναν γεωτρήσεις σε πάγο σε σημεία όπως η Ανταρκτική. Η χιονόπτωση εγκλωβίζει κομμάτια αέρα, τα οποία στη συνέχεια εναποτίθενται σε πάγο και διατηρείται η χημική τους σύσταση ανέπαφη. Χάρη σε αυτό το φαινόμενο επιστήμονες μπορούν να αναλύσουν τη σύσταση της ατμόσφαιρας στο παρελθόν. Σύμφωνα με μελέτες, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα Α.Θ. και η θερμοκρασία έχουν άμεση σχέση π.χ. όταν τα Α.Θ. αυξάνονται, η θερμοκρασία αυξάνεται ενώ ισχύει και το αντίστροφο (Maslin 2004 :8).

Παρακάτω παρουσιάζονται οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής:

- Υψηλότερες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες, πιο ζεστές ημέρες με καύσωνες σε όλο το πλανήτη, με λιγότερες κρύες μέρες και παγετώνες.
- Εντονότερες βροχοπτώσεις.
- Αυξημένες καλοκαιρινές ξηρασίες σε ηπειρωτικές περιοχές με μεσαία γεωγραφικά πλάτη.
- Έντονες ξηρασίες και πλημμύρες του φαινομένου *El Niño* σε πολλές περιοχές.
- Αύξηση μεταβλητότητας στις βροχοπτώσεις των ασιατικών μουσώνων.
- Αύξηση στις μέγιστες ταχύτητες, στις μέσες και μέγιστες βροχοπτώσεις στους τροπικούς κυκλώνες.

- Εντονότερες καταιγίδες στις περιοχές μέσου γεωγραφικού πλάτους.

Τα αποτελέσματα των μεταβολών αυτών είναι τα ακόλουθα:

- Αυξημένες περιπτώσεις των θανάτων και ασθενειών σε μεγάλες ηλικίες και σε αστεγούς, αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρισμού λόγω ζήτησης ενέργειας για ψύξη, αλλαγές σε τουριστικούς προορισμούς, κίνδυνοι σε καλλιέργειες, έντονες επιδράσεις σε ζιζάνια και παράσιτα.
- Αύξηση των πιθανοτήτων για πλημμύρες – κατολισθήσεις – χιονοστιβάδες, εδαφική διάβρωση, επαναπλήρωση των υδροφόρων λόγω μεγάλης απορροής, αυξημένες πιέσεις σε ασφατικά δίκτυα.
- Μείωση απόδοσης καλλιεργειών, φθορές στα κτήρια λόγω συρρίκνωσης του εδάφους, υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, αύξηση των πυρκαγιών, μειωμένη ικανότητα της παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας.
- Μείωση παραγωγής των καλλιεργειών και των βοσκοτόπων.
- Εντονότερη ξηρασία και πλημμύρες σε περιοχές τροπικής Ασίας και εύκρατες ζώνες.
- Απώλειες των ζώων, επιδημίες μολυσματικών ασθενειών, αύξηση της παράκτιας διάβρωσης και φθορές σε παράκτια κτήρια, φθορές σε παράκτια οικοσυστήματα, όπως κοραλλιογενείς υφάλους και μακρόβια δάση.
- Απώλειες των ανθρώπινων ζώων και αύξηση κινδύνων για την υγεία, καταστροφές σε υποδομές και ιδιωτικές περιουσίες.

(IPCC 2007, Δήμου 2013)

### 1.3 Πολιτικές της Ε.Ε. για την κλιματική αλλαγή

Η απόφαση 280/2004/EK αναφέρεται στις εφαρμογές της συνθήκης του Κυότο και στην δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης των Θ.Α.. Είναι προφανής η διαπίστωση του προβλήματος ήδη από το 2004 και η προσπάθεια δημιουργίας μηχανισμών για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών.

***Απόφαση 280/2004/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Φεβρουαρίου 2004 για μηχανισμό παρακολούθησης των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου στην Κοινότητα και εφαρμογής του πρωτοκόλλου του Κυότο.***

Η απόφαση θεσπίζει μηχανισμό για: την παρακολούθηση, στα κράτη μέλη, όλων των ανθρωπογενών εκπομπών (συμπεριλαμβανομένης της απορρόφησής τους από τις λεγόμενες «καταβόθρες») αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο θερμοκηπίου διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), πρωτοξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O), φθοριούχοι υδρογονάνθρακες (HFC), υπερφθοριωμένοι υδρογονάνθρακες (PFC) και εξαφθοριούχο θείο (SF<sub>6</sub>) και οι οποίες δεν ρυθμίζονται από το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ που αφορά τις ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος· την αξιολόγηση της προόδου στον τομέα αυτό, με στόχο την τήρηση των υποχρεώσεων που ανελήφθησαν από την Κοινότητα εις ό,τι αφορά τις εκπομπές και την απορρόφησή τους· την εφαρμογή της CCNUCC και του πρωτοκόλλου του Κυότο· τη μέριμνα ώστε οι πληροφορίες που διαβιβάζονται από την Κοινότητα στη γραμματεία της CCNUCC να είναι πλήρεις, ακριβείς, συνεκτικές, διαφανείς και συγκρίσιμες. **(URL 2)**

#### Στοιχεία μιας στρατηγικής σχετικής με την αλλαγή του κλίματος

Μια στρατηγική αντιμετώπισης της αλλαγής του κλίματος συνιστά τετραπλή πρόκληση: σε επίπεδο του ίδιου του κλιματικού κινδύνου και της πολιτικής βούλησης για την αντιμετώπισή του, σε επίπεδο διεθνούς συμμετοχής στην αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος, σε επίπεδο των αναγκαίων καινοτομιών στην αλλαγή των τρόπων παραγωγής και χρήσης της ενέργειας, καθώς και σε επίπεδο προσαρμογής των χωρών στις αναπόφευκτες συνέπειες της αλλαγής του κλίματος.

Με βάση τα ανωτέρω, κάθε στρατηγική θα όφειλε να περιλαμβάνει:

- τη διεύρυνση της αντιμετώπισης της αλλαγής του κλίματος σε όλες τις ρυπαίνουσες χώρες (με κοινές αλλά διαφοροποιημένες ευθύνες) και σε όλους τους εμπλεκόμενους τομείς (σύνολο των μέτρων μεταφοράς, αποψίλωση των δασών, κλπ.)·

- την ενίσχυση της καινοτομίας, γεγονός που προϋποθέτει την εφαρμογή και εγκατάσταση υφιστάμενων τεχνολογιών καθώς και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών (ιδίως μέσω ενεργών πολιτικών ενίσχυσης που αξιοποιούν την προβλεπόμενη και κανονική αντικατάσταση των υλικών)·
- τη χρήση και ενίσχυση των αγοροκεντρικών μέσων (όπως, λόγου χάριν, το σύστημα ανταλλαγής δικαιωμάτων εκπομπών που θεσπίζει η ΕΕ)·
- την καταβολή προσπάθειών προσαρμογής στην αλλαγή του κλίματος, σε προληπτικό και επανορθωτικό επίπεδο, ανάλογα με τους πλέον πληττόμενους οικονομικούς τομείς και περιφέρειες.

Τα στοιχεία αυτά θα μπορούσαν να υλοποιηθούν μέσω των ακόλουθων δράσεων:

- εξασφάλιση της άμεσης και αποτελεσματικής εφαρμογής των πολιτικών που συμφωνήθηκαν, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος του περιορισμού των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 8% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, όπως καθορίζεται στο πρωτόκολλο του Κυότο. Τα περί των οποίων ο λόγος μέτρα είναι ιδίως εκείνα που απαριθμούνται στην Πράσινη Βίβλο για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και στην Λευκή Βίβλο για την πολιτική μεταφορών, καθώς και τα μέτρα προαγωγής των φιλικών προς το κλίμα τεχνολογιών, όπως, λόγου χάριν, των οικολογικών τεχνολογιών·
- περαιτέρω ευαισθητοποίηση των πολιτών, ούτως ώστε να καταστεί δυνατή μία μεταβολή της συμπεριφοράς τους, ιδίως μέσω της εγκαίνιασης εκστρατείας ευαισθητοποίησης σε επίπεδο ΕΕ·
- ενίσχυση και καλύτερη εστίαση της έρευνας, προκειμένου, αφενός, να εξασφαλιστεί η εμβάθυνση των γνώσεων των σχετικών με την αλλαγή του κλίματος και των επιπτώσεών του σε πλανητικό και τοπικό επίπεδο και, αφετέρου, να αναπτυχθούν στρατηγικές άμβλυνσης της αλλαγής του κλίματος, διαμορφώνοντας μία ευνοϊκή σχέση κόστους/απόδοσης (ιδίως στους τομείς της ενέργειας, των μεταφορών, της γεωργίας και της βιομηχανίας), καθώς και στρατηγικές προσαρμογής στην αλλαγή του κλίματος·
- ενίσχυση της συνεργασίας με τις τρίτες χώρες, αφενός, σε επιστημονικό επίπεδο και σε επίπεδο μεταφοράς φιλικών προς το κλίμα τεχνολογιών και, αφετέρου, ειδικά εις ό,τι αφορά τις αναπτυσσόμενες χώρες, μέσω της επεξεργασίας φιλικών προς το κλίμα αναπτυξιακών πολιτικών και της ενίσχυσης των δυνατοτήτων προσαρμογής των πλέον ευπρόσβλητων χωρών. Στο πλαίσιο αυτό, η ΕΕ θα διατηρούσε τον ρόλο της ως κινητήριου μοχλού των εν προκειμένω διεθνών διαπραγματεύσεων·

- εγκαινίαση μίας νέας φάσης του ευρωπαϊκού προγράμματος σχετικά με την αλλαγή του κλίματος ( (ES) (DE) (EN) (FR)) το 2005, προκειμένου να καθοριστούν τα νέα ληπτέα μέτρα σε συνέργια με τη στρατηγική της Λισσαβόνας, ιδίως εις ό,τι αφορά την ενεργειακή απόδοση, τις ανανεώσιμες ενεργειακές μορφές, τις μεταφορές καθώς και τη δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα.

#### Οφέλη και κόστος της στρατηγικής

Τα οφέλη από έναν περιορισμό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου προκύπτουν κυρίως από την πρόληψη των ζημιών που προκαλεί η αλλαγή του κλίματος, όπως είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και η αύξηση των πλημμύρων, ο περιορισμός των πηγών πόσιμου νερού, τα προβλήματα υγείας, η αλλοίωση των οικοσυστημάτων, οι ζημιές στις οικονομίες που βασίζονται στη γεωργία και στον τουρισμό, ο πολλαπλασιασμός των κινδύνων πυρκαϊών και ακραίων καιρικών φαινομένων (θύελλες, κύματα καύσωνα), η επακόλουθη αύξηση του κόστους και των δαπανών ασφάλισης, κλπ. Είναι ωστόσο δύσκολο να εκτιμηθεί επακριβώς το μέγεθος των οφελών μιας τέτοιας δράσης. Εξάλλου, οι διάφορες περιφέρειες και οι οικονομικοί τομείς στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δεν θα επηρεαστούν στον ίδιο βαθμό.

Δύσκολη είναι επίσης η εκτίμηση του κόστους της ανάληψης δράσης. Θα συνίστατο κυρίως στην αναδιάρθρωση των συστημάτων μεταφορών καθώς και των συστημάτων παραγωγής και χρήσης ενέργειας. Εξάλλου, το κόστος αυτό θα αυξανόταν σημαντικά σε περίπτωση αδράνειας εκ μέρους των άλλων χωρών που αποτελούν μεγάλους παραγωγούς αερίων θερμοκηπίου. Σύμφωνα με την Επιτροπή, μία λιγότερο φιλόδοξη πολιτική αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής δεν αποτελεί καλή εναλλακτική επιλογή, δεδομένου ότι δεν θα επέτρεπε την επίτευξη των καθορισθέντων στόχων και θα είχε ως αποτέλεσμα συμπληρωματικό κόστος οφειλόμενο στην αλλαγή του κλίματος.

#### Συγκέντρωση αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα

Το 2005, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο επιβεβαίωσε αυτό που το Συμβούλιο είχε ήδη διακηρύξει το 1996, δηλαδή την αναγκαιότητα περιορισμού της αύξησης των θερμοκρασιών του πλανήτη κατά 2° Κελσίου σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Ο εν λόγω στόχος των 2° Κελσίου παρουσιάζεται, συχνά, ως ατμοσφαιρική συγκέντρωση αερίων θερμοκηπίου και εκφράζεται σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm).

Από πρόσφατες ερευνητικές εργασίες προκύπτει ότι ένα κατώτερο των 550 ppmν επίπεδο (ισοδύναμα CO<sub>2</sub>) θα αντιπροσώπευε, στην καλύτερη των περιπτώσεων, μία πιθανότητα στις έξι για την επίτευξη του στόχου των 2° Κελσίου, ενώ εάν η συγκέντρωση

έφθανε τα 650 ppmv, η πιθανότητα αυτή θα περνούσε στη μία πιθανότητα στις δεκαέξι. Κατά συνέπεια, θα έπρεπε, πιθανότατα, να σταθεροποιηθούν οι συγκεντρώσεις αερίων θερμοκηπίου σε πολύ κατώτερα επίπεδα, προκειμένου να επιτευχθεί ο περιορισμός της αύξησης των θερμοκρασιών κατά 21 Κελσίου. Ωστόσο, ο καθορισμός αριθμητικού στόχου περιορισμού εξαρτάται από τα αποτελέσματα των επί διεθνούς επιπέδου συζητήσεων για τον βαθμό και τον τύπο συμμετοχής των υπόλοιπων μεγάλων παραγωγών αερίων θερμοκηπίου. Κατά συνέπεια, η Επιτροπή δεν συνιστά, στη φάση αυτή, τη θέσπιση ειδικού κοινοτικού στόχου (**URL 3**).

Στην ανάλυση του προβλήματος της υπερβολικής εκπομπής Θ.Α. η Ε.Ε. προχώρησε στην κατάτμηση των βλαβερών διεργασιών. Στα πλαίσια της έρευνας διαπιστώθηκε ότι μεγάλο κομμάτι οφείλεται στις μεταφορές και έγινε εμφανές ότι πρέπει να δημιουργηθεί πολιτική ειδικά για τις μεταφορές. Η «Λευκή Βίβλος» είναι η πολιτική της Ε.Ε. για τις μεταφορές.

## ΣΥΝΟΨΗ

Η Επιτροπή προτείνει περίπου εξήντα μέτρα για να δημιουργηθεί ένα σύστημα μεταφορών, το οποίο θα επιτρέψει να εξισορροπηθούν οι διάφοροι τρόποι μεταφοράς, να ανασυγκροτηθούν οι σιδηρόδρομοι, να προωθηθούν οι θαλάσσιες και ποτάμιες μεταφορές και να ελεγχθεί η αύξηση των αερομεταφορών. Εν προκειμένω, η Λευκή Βίβλος (**EN**) (**FR**) ανταποκρίνεται στη στρατηγική αειφόρου ανάπτυξης που αποφάσισε το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Goteborg τον Ιούνιο του 2001.

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα αντιμετώπισε δυσκολίες στην εφαρμογή της κοινής πολιτικής μεταφορών που προέβλεπε η συνθήκη της Ρώμης. Η συνθήκη του Maastricht ενίσχυσε λοιπόν τις πολιτικές, θεσμικές και δημοσιονομικές βάσεις εισάγοντας και την έννοια του διευρωπαϊκού δικτύου μεταφορών (ΔΔΜ). Η πρώτη Λευκή Βίβλος της Επιτροπής για την ανάπτυξη της κοινής πολιτικής μεταφορών που δημοσιεύθηκε το 1992 έδινε έμφαση στο άνοιγμα της αγοράς μεταφορών. Δέκα χρόνια αργότερα, οι οδικές ενδομεταφορές έχουν γίνει πραγματικότητα, η εναέρια κυκλοφορία παρουσιάζει το υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας στον κόσμο και η κινητικότητα των προσώπων από 17 km ανά ημέρα το 1970 έφθασε τα 35 km το 1998.

Με αυτά τα δεδομένα, με τα ερευνητικά προγράμματα-πλαίσιο αναπτύχθηκαν οι πλέον σύγχρονες τεχνικές για να επιτευχθούν δύο πολύ σημαντικές προκλήσεις: το διευρωπαϊκό

σιδηροδρομικό δίκτυο υψηλής ταχύτητας και το πρόγραμμα δορυφορικής πλοήγησης GALILEO.

Ωστόσο, η λιγότερο ή περισσότερο γρήγορη εφαρμογή των διάφορων τρόπων μεταφοράς των κοινοτικών αποφάσεων οδηγεί σε ορισμένες δυσκολίες, οι οποίες είναι:

- η άνιση ανάπτυξη των διαφόρων τρόπων μεταφοράς. Οι οδικές μεταφορές αντιπροσωπεύουν το 44% της μεταφορών εμπορευμάτων ενώ οι σιδηροδρομικές μεταφορές το 8% και οι εσωτερικές πλωτές μεταφορές το 4%. Οι οδικές μεταφορές επιβατών αντιπροσωπεύει το 79% ενώ οι αεροπορικές το 5% και οι σιδηροδρομικές το 6%
- η συμφόρηση σε ορισμένους μεγάλους οδικούς και σιδηροδρομικούς άξονες, στις μεγάλες πόλεις και σε μερικούς αερολιμένες
- τα περιβαλλοντικά προβλήματα ή τα προβλήματα υγείας των πολιτών και η ανασφάλεια στους δρόμους.

Οι τάσεις αυτές αναμένεται ότι θα επιταθούν με την οικονομική ανάπτυξη και τη διεύρυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

#### Οδικές μεταφορές

-Στόχοι: Να ενισχυθεί η ποιότητα των οδικών μεταφορών, να εφαρμοστεί καλύτερα η ήδη υπάρχουσα νομοθεσία με μία ενίσχυση των κυρώσεων και των ελέγχων.

-Ποσοτικά στοιχεία: Στις μεταφορές εμπορευμάτων και επιβατών, οι οδικές μεταφορές είναι ο κυρίαρχος τρόπος μεταφοράς, καθόσον απορροφά το 44% της μεταφοράς εμπορευμάτων και το 79% της μεταφοράς επιβατών. Από το 1970 έως το 2000, ο στόλος αυτοκινήτων στην Κοινότητα τριπλασιάστηκε και από 62,5 εκατ. αυτοκίνητα έφθασε τα 175 εκατ.

-Συλλογιστική: Οι διεθνείς μεταφορές εμπορευμάτων είναι ένας τομέας στόχος διότι σύμφωνα με τις προβλέψεις για το 2010 θα αυξηθούν κατά 50%. Παρά την ικανότητά τους να μεταφέρουν εμπορεύματα παντού στην ΕΕ με μεγάλη ευελιξία και αποδεκτές τιμές, ορισμένες μικρές επιχειρήσεις δυσκολεύονται να διατηρήσουν την απόδοσή τους. Η συνδιαχείριση αυξάνεται ακόμα και στις μεγάλες οδικές αρτηρίες και οι οδικές μεταφορές αντιπροσωπεύουν το 84 % των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τις μεταφορές.

-Προτεινόμενα μέτρα: Οι προτάσεις της Επιτροπής έχουν ως αντικείμενο:

- να εναρμονισθεί ο χρόνος οδήγησης σε 48 ώρες κατά μέσο όρο εβδομαδιαίως κατ' ανώτατο όριο (εξαιρουμένων των αυτοαπασχολούμενων οδηγών)
- να συγκλίνουν οι εθνικοί κανόνες όσον αφορά την απαγόρευση κυκλοφορίας των φορτηγών τα σαββατοκύριακα
- να καθιερωθεί η βεβαίωση οδηγού ( (ES) (DE) (EN) (FR)) που θα επιτρέπει να ελέγχεται εάν υπάρχει παρατυπία στην κατάσταση απασχόλησης του οδηγού
- να αναπτυχθεί η επαγγελματική κατάρτιση
- να προωθηθεί η ομοιομορφία στη νομοθεσία για τις οδικές μεταφορές
- να εναρμονισθούν οι κυρώσεις και οι όροι ακινητοποίησης των οχημάτων
- να αυξηθεί ο αριθμός των ελέγχων
- να ενθαρρυνθεί η ανταλλαγή πληροφοριών
- να ενισχυθεί η οδική ασφάλεια για να μειωθούν κατά το ήμισυ οι θάνατοι έως το 2010
- να εξασφαλισθεί εναρμονισμένη φορολόγηση των επαγγελματικών καυσίμων στις οδικές μεταφορές και ταυτόχρονα να μειωθούν οι στρεβλώσεις του ανταγωνισμού στην ελευθερωμένη αγορά οδικών μεταφορών.

#### Σιδηροδρομικές μεταφορές

-Στόχοι: Να ανασυγκροτηθούν οι σιδηρόδρομοι με τη δημιουργία ενός σιδηροδρομικού χώρου ολοκληρωμένου, ανταγωνιστικού και ασφαλούς και να τεθεί σε εφαρμογή ένα δίκτυο αφιερωμένο στα φορτία.

-Ποσοτικά στοιχεία: Το μερίδιο των ναύλων των σιδηροδρόμων στην αγορά μεταφορών μειώθηκε από 21% το 1970 σε 8,4% το 1998, ενώ στις Ηνωμένες Πολιτείες παραμένει 40%. Παράλληλα, οι σιδηροδρομικές μεταφορές επιβατών από 217 δισεκατ. επιβάτες/km το 1970 έφθασαν τα 290 δισεκατ. το 1998. Έτσι, κάθε χρόνο κλείνουν 600km σιδηροτροχιών.

-Συλλογιστική: Στη Λευκή Βίβλο διαπιστώνεται έλλειψη υποδομών προσαρμοσμένων στις σύγχρονες μεταφορές, έλλειψη διαλειτουργικότητας μεταξύ δικτύων και συστημάτων, ανεπαρκής έρευνα στις καινοτόμους τεχνολογίες και, τέλος, παροχή υπηρεσιών αβέβαιης αξιοπιστίας η οποία δεν ανταποκρίνεται στις ανάγκες των πολιτών. Η επιτυχία των νέων σιδηροδρομικών δρομολογίων υψηλής ταχύτητας επέτρεψε πάντως αξιοσημείωτη ανάπτυξη στις μεταφορές επιβατών μεγάλων αποστάσεων.

-Προτεινόμενα μέτρα: Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει εγκρίνει ένα δεύτερο πακέτο (DE) (EN) (FR) με μια δέσμη από πέντε μέτρα ελευθέρωσης και τεχνικής εναρμόνισης των σιδηροδρόμων, με σκοπό να ανασυγκροτηθούν οι σιδηρόδρομοι χάρη στη γρήγορη δημιουργία ενός ευρωπαϊκού ολοκληρωμένου σιδηροδρομικού χώρου. Οι πέντε νέες προτάσεις έχουν ως αντικείμενο:

- να αναπτυχθεί κοινή προσέγγιση για την ασφάλεια με στόχο να ολοκληρωθούν προοδευτικά τα εθνικά συστήματα ασφαλείας
- να συμπληρωθούν τα μέτρα διαλειτουργικότητας ( (ES) (DE) (EN) (FR)) με στόχο να διευκολυνθεί η διαμεθοριακή κυκλοφορία και να μειωθεί το κόστος στο δίκτυο υψηλής ταχύτητας
- να δημιουργηθεί ένα αποτελεσματικό διοικητικό μέσο: η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Σιδηροδρομικής Ασφάλειας και Διαλειτουργικότητας
- να επεκταθεί και να επιταχυνθεί το άνοιγμα της αγοράς σιδηροδρομικών εμπορευματικών μεταφορών για να ανοίξει η εθνική αγορά εμπορευματικών μεταφορών
- την προσχώρηση στη Διακυβερνητική Οργάνωση Διεθνών Σιδηροδρομικών Μεταφορών [OTIF ( (ES) (DE) (EN) (FR))].

Αυτή η «δέσμη για τους σιδηροδρόμους» αναμένεται ότι θα συμπληρωθεί και από άλλα μέτρα που προτείνονται στη Λευκή Βίβλο τα οποία έχουν ως αντικείμενο:

- να εξασφαλισθούν σιδηροδρομικά δρομολόγια υψηλής ποιότητας
- να εξαλειφθούν τα εμπόδια για την είσοδο στην αγορά εμπορευματικών σιδηροδρομικών δρομολογίων
- να βελτιωθούν οι περιβαλλοντικές επιδόσεις των σιδηροδρομικών εμπορευματικών μεταφορών
- να αποκτήσει προοδευτικά η μεταφορά εμπορευμάτων δικό της δίκτυο σιδηροδρομικών γραμμών
- να ανοίξει προοδευτικά η αγορά επιβατικών σιδηροδρομικών μεταφορών
- να βελτιωθούν τα δικαιώματα των επιβατών των σιδηροδρομικών μεταφορών.

Αεροπορικές μεταφορές

-Στόχοι: Να ελεγχθεί η αύξηση των αερομεταφορών, να καταπολεμηθεί η συμφόρηση του εναερίου χώρου και να διατηρηθεί το επίπεδο ασφαλείας και παράλληλα να προστατευθεί το περιβάλλον.

-Ποσοτικά στοιχεία: Το μερίδιο των αερομεταφορών στη μεταφορά επιβατών αναμένεται ότι θα διπλασιασθεί μεταξύ 1990 και 2010 φθάνοντας από 4% σε 8%. Οι αερομεταφορές ευθύνονται για το 13% των εκπομπών CO<sub>2</sub> που προέρχονται από τις μεταφορές. Οι καθυστερήσεις προκαλούν 6 % υπερκατανάλωση καυσίμων.

-Συλλογιστική: Μια τέτοια αύξηση καθιστά υποχρεωτική μια μεταρρύθμιση στη διαχείριση του εναερίου χώρου και τη βελτίωση της αερολιμενικής χωρητικότητας στην ΕΕ. Το Eurocontrol (EN) (Διακυβερνητική Ευρωπαϊκή Οργάνωση για την Ασφάλεια της Αεροναυτιλίας) περιορίζεται από το σύστημα συναινετικής λήψης αποφάσεων.

-Προτεινόμενα μέτρα: Η δημιουργία του ενιαίου ευρωπαϊκού ουρανού αποτελεί μια από τις προτεραιότητες σήμερα χάρη στα εξής μέτρα:

- ρυθμιστικό πλαίσιο βασισμένο σε κοινούς κανόνες χρήσης ( (ES) (DE) (EN) (FR)) του εναερίου χώρου
- κοινή πολιτική / στρατιωτική διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας
- διάλογο με τους κοινωνικούς εταίρους για να συναφθούν συμφωνίες μεταξύ των ενδιαφερομένων οργανώσεων
- συνεργασία με το Eurocontrol
- σύστημα επιτήρησης, επιθεώρησης και κυρώσεων για να εξασφαλισθεί αποτελεσματική εφαρμογή των κανόνων.

Πέραν των μέτρων αναδιάρθρωσης του εναερίου χώρου, η Επιτροπή επιθυμεί να εναρμονίσει το τεχνικό επίπεδο των ελεγκτών με τη δημιουργία της κοινοτικής αδείας ελεγκτού εναέριας κυκλοφορίας.

Παράλληλα με τη δημιουργία του ενιαίου ουρανού, η αποτελεσματικότερη χρήση της αερολιμενικής χωρητικότητας εξαρτάται από τη δημιουργία ενός νέου ρυθμιστικού πλαισίου που θα αφορά:

- την τροποποίηση κατανομής του διαθέσιμου χρόνου χρήσης ( (ES) (DE) (EN) (FR)). Η αερολιμενική διάθεση χρόνου χρήσης είναι το δικαίωμα απογείωσης ή προσγείωσης μια

συγκεκριμένη ώρα σε έναν αερολιμένα. Προς το σκοπό αυτό, η Επιτροπή θα προτείνει νέους κανόνες

- τροποποίηση των αερολιμενικών τελών για να ενθαρρυνθεί η συγκέντρωση των πτήσεων κατά τη διάρκεια της ημέρας
- περιβαλλοντικούς κανόνες για να περιορισθούν οι επιβλαβείς συνέπειες στο περιβάλλον. Οι αερομεταφορές πρέπει να αντιμετωπίσουν προβλήματα όπως οι ηχητικές οχλήσεις ( (ES) (DE) (EN) (FR) ) που προκαλούνται από την κυκλοφορία. Η ΕΕ πρέπει να λάβει υπόψη τις διεθνείς δεσμεύσεις στο πλαίσιο της ΔΟΠΑ (EN) (Διεθνής Οργάνωση Πολιτικής Αεροπορίας). Στο θέμα αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε πρόταση οδηγίας που θα επιτρέψει στους ευρωπαϊκούς αερολιμένες να απαγορεύουν τα πιο θορυβώδη αεροσκάφη. Η ΔΟΠΑ πρέπει επίσης να λάβει συγκεκριμένα μέτρα έως το 2002 σε ό,τι αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Εξετάζεται επίσης η φορολόγηση της κηροζίνης και η δυνατότητα εφαρμογής του ΦΠΑ στα αεροπορικά εισιτήρια
- τη διατροπικότητα με τους σιδηροδρόμους που θα επιτρέψει την αλληλοσυμπλήρωση αυτών των δύο τρόπων μεταφοράς, ιδίως κάθε φορά που μία εναλλακτική λύση των σιδηροδρόμων υψηλής ταχύτητας παρουσιάζεται
- τη δημιουργία μιας Ευρωπαϊκής Αρχής Ασφάλειας στην Αεροπορία (EASA) με σκοπό να διατηρηθεί το υψηλό επίπεδο ασφαλείας
- την προώθηση των δικαιωμάτων των επιβατών ( (ES) (DE) (EN) (FR) ), συμπεριλαμβανομένων και των αποζημιώσεων σε περίπτωση καθυστέρησης ή άρνησης επιβίβασης.

#### Θαλάσσιες και ποτάμιες μεταφορές

-Στόχοι: Να αναπτυχθούν υποδομές, να απλουστευθεί το ρυθμιστικό πλαίσιο με τη δημιουργία κοινών θυρίδων και να ενσωματωθούν κοινωνικοί κανόνες έτσι ώστε να δημιουργηθούν πραγματικές θαλάσσιες αρτηρίες.

-Ποσοτικά στοιχεία: Σε σύγκριση με τις αρχές της δεκαετίας του 1980, η ΕΕ έχασε το 40% του δυναμικού των ναυτικών της. Οι θαλάσσιες μεταφορές όμως αντιπροσωπεύουν το 70 % του συνόλου των συναλλαγών μεταξύ Κοινότητας και υπολοίπου του κόσμου. Από τους ευρωπαϊκούς λιμένες διέρχονται κάθε χρόνο περίπου 2 δισεκατ. τόνοι διαφόρων ειδών εμπορεύματα.

-Συλλογιστική: Οι θαλάσσιες και οι εσωτερικές πλωτές μεταφορές αποτελούν πραγματική εναλλακτική ανταγωνιστική λύση μαζί με τις χερσαίες μεταφορές. Πρόκειται για αξιόπιστες, οικονομικές, λίγο ρυπογόνες και θορυβώδεις μεταφορές. Ωστόσο, δεν χρησιμοποιούνται ικανοποιητικά, ιδίως οι ποτάμιες που θα μπορούσαν να τύχουν μεγαλύτερης εκμετάλλευσης. Υπάρχουν λοιπόν ακόμη ορισμένα εμπόδια στις υποδομές, όπως είναι τα σημεία συμφόρησης, οι ακατάλληλες διαστάσεις, το ύψος των γεφυρών, η λειτουργία των βυθοφραγμάτων, η έλλειψη εξοπλισμού μεταφόρτωσης, κ.α.

-Προτεινόμενα μέτρα: Οι θαλάσσιες και οι ποτάμιες μεταφορές αποτελούν βασικό στοιχείο που χάρη στην διατροπικότητα, επιτρέπουν ιδίως την αποφυγή των σημείων συμφόρησης μεταξύ Γαλλίας και Ισπανίας στα Πυρηναία ή μεταξύ Ιταλίας και του υπόλοιπου της Ευρώπης στις Άλπεις, καθώς και μεταξύ Γαλλίας και Ηνωμένου Βασιλείου και μελλοντικά μεταξύ Γερμανίας και Πολωνίας.

Η Επιτροπή πρότεινε ένα νέο νομοθετικό πλαίσιο που έχει ως αντικείμενο:

- να θεσπισθούν νέοι σαφέστεροι κανόνες στους τομείς της πλοήγησης, της συντήρησης, της φορτοεκφόρτωσης, κ.α.
- να απλουστευθούν οι κανόνες λειτουργίας των λιμένων και να συγκεντρωθούν όλοι οι παράγοντες της αλυσίδας εφοδιαστικής (φορτωτές, εφοπλιστές, μεταφορείς, κ.α.) σε ένα ενιαίο κέντρο πληροφοριών.

Στις ποτάμιες μεταφορές οι στόχοι είναι:

- να εξαλειφθούν τα σημεία συμφόρησης,
- να γίνουν ομοιόμορφες οι τεχνικές προδιαγραφές,
- να εναρμονισθούν τα πιστοποιητικά πλοήγησης και οι όροι όσον αφορά το χρόνο ανάπαυσης,
- να δημιουργηθούν συστήματα υποβοήθησης της πλοήγησης.

#### Διατροπικότητα (χρήση πολλών τρόπων μεταφοράς)

-Στόχοι: Να αποκατασταθεί ισορροπία μεταξύ των διαφόρων τρόπων μεταφοράς με μια βολονταριστική πολιτική που θα υποστηρίξει τη διατροπικότητα και την προώθηση των σιδηροδρομικών, θαλάσσιων και ποτάμιων μεταφορών. Εν προκειμένω, κύριο ρόλο θα διαδραματίσει το κοινοτικό πρόγραμμα στήριξης « Marco Polo » που αντικαθιστά το

πρόγραμμα PACT ( (ES) (DE) (EN) (FR)) (πρόγραμμα πιλοτικών δράσεων στις συνδυασμένες μεταφορές).

-Ποσοτικά στοιχεία: Το πρόγραμμα PACT, το οποίο καταρτίστηκε το 1992, οδήγησε στην υλοποίηση 167 συγκεκριμένων έργων μεταξύ 1992 και 2000. Το νέο πρόγραμμα διατροφικότητας «Marco Polo» διαθέτει έναν προϋπολογισμό 115 εκατ. ευρώ για την περίοδο 2003-2007.

-Συλλογιστική: Η ισορροπία μεταξύ τρόπων μεταφοράς πάσχει από την έλλειψη στενής σύνδεσης μεταξύ θάλασσας, πλωτών οδών και σιδηροδρόμων.

-Προτεινόμενα μέτρα: Το «Marco Polo» είναι ανοικτό σε όλες τις σχετικές προτάσεις με σκοπό να διοχετευθούν τα εμπορεύματα από τις οδικές μεταφορές προς άλλους τρόπους μεταφοράς πιο συμβατών με το περιβάλλον. Η πρόκληση είναι η διατροφικότητα να γίνει πραγματικότητα ανταγωνιστική και οικονομικά βιώσιμη, ιδίως με την προώθηση των θαλάσσιων αρτηριών.

#### Σημεία συμφόρησης και διευρωπαϊκό δίκτυο

-Στόχοι: Να κατασκευασθούν οι μεγάλες υποδομές που προβλέπονται στο πρόγραμμα των διευρωπαϊκών δικτύων (ΔΔΜ) που ορίστηκαν με τους προσανατολισμούς του 1996 καθώς και τα μεγάλα επιλεγμένα προγράμματα από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Essen το 1994 σε 14.

-Ποσοτικά στοιχεία: Από τα δέκα τέσσερα έργα προτεραιότητας του Essen που επελέγησαν, τρία έχουν ολοκληρωθεί σήμερα και έξι άλλα, τα οποία είναι υπό κατασκευή, αναμένεται να περατωθούν πριν από το 2005 λέει η ανακοίνωση.

-Συλλογιστική: Οι καθυστερήσεις στα διευρωπαϊκά δίκτυα οφείλονται στην έλλειψη χρηματοδότησης. Για τις διελεύσεις από τις Άλπεις, οι οποίες απαιτούν την κατασκευή μεγάλων σηράγγων, είναι δύσκολο να συγκεντρωθούν τα κεφάλαια για την κατασκευή τους. Η Επιτροπή προτείνει να ολοκληρωθεί ιδίως το ταχύ σιδηροδρομικό δίκτυο για τους επιβάτες, το οποίο περιλαμβάνει τις γραμμές υψηλής ταχύτητας και τα συστήματα που επιτρέπουν τη διασύνδεσή τους με τους αερολιμένες και τη διέλευση από τα Πυρηναία με σιδηροδρόμους μεγάλης μεταφορικής ικανότητας.

-Προτεινόμενα μέτρα: Η Επιτροπή προτείνει να αναθεωρηθούν οι κατευθύνσεις για το διευρωπαϊκό δίκτυο μεταφορών σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, το 2001, αναθεωρήθηκαν τα ΔΔΜ που είχαν καθορισθεί στο Essen για την εξάλειψη των σημείων συμφόρησης στους μεγάλους άξονες. Το δεύτερο στάδιο, που προβλέπεται για το 2004, θα έχει ως αντικείμενο τις

θαλάσσιες αρτηρίες, την αερολιμενική χωρητικότητα και τους πανευρωπαϊκούς διαδρόμους με τις υποψήφιες προς ένταξη χώρες. Η Επιτροπή μελετά τη δυνατότητα εισαγωγής της έννοιας «δήλωση ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος» όταν μια υποδομή θεωρείται στρατηγική για την ορθή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς.

Τα έργα προτεραιότητας είναι τα εξής:

- να περατωθούν οι διελεύσεις από τις Άλπεις για λόγους ασφαλείας και μεταφορικής ικανότητας
- να εξασφαλισθεί η διέλευση των Πυρηναίων και συγκεκριμένα η σιδηροδρομική σύνδεση Βαρκελώνης-Perpignan
- να αρχίσουν νέα έργα προτεραιότητας, όπως η γραμμή TGV/συνδυασμένων μεταφορών Στουτγάρδης-Μονάχου-Salsbourg/Linz-Βιέννης, Fehmarn που συνδέει τη Δανία με τη Γερμανία, η βελτίωση της πλοϊμότητας του Δούναβη μεταξύ Straubing-Vilshofen, το έργο ραδιοπλοήγησης Galileo, το δίκτυο TGV στην Ιβηρική Χερσόνησο και η προσθήκη της σιδηροδρομικής γραμμής Βερόνας- Νάπολης και Μπολόνια - Μιλάνου με επέκταση του TGV του ευρωπαϊκού νότου προς Nimes
- να ενισχυθεί η ασφάλεια στις σήραγγες με την εναρμόνιση των κανονισμών ειδικής ασφάλειας τόσο για τα σιδηροδρομικά τούνελ όσο και για οδικά τούνελ.

Όσον αφορά τη χρηματοδότηση και τις τεχνικές ρυθμίσεις, η Επιτροπή προτείνει:

- τροποποίηση των κανόνων χρηματοδότησης του διευρωπαϊκού δικτύου με αύξηση του μέγιστου ποσοστού της κοινοτικής χρηματοδότησης σε 20%. Αυτό το ποσοστό χρηματοδότησης εφαρμόζεται στα διαμεθοριακά σιδηροδρομικά έργα που διέρχονται από φυσικά εμπόδια, οροσειρές ή λωρίδες θάλασσας, καθώς και στα προγράμματα που αφορούν τις διαμεθοριακές περιοχές με τις υποψήφιες χώρες
- η διαμόρφωση κοινοτικού πλαισίου που θα επιτρέψει να χρηματοδοτηθούν ιδίως σιδηροδρομικά έργα με την επιβολή τελών στις ανταγωνιστικές διαδρομές
- μια οδηγία που θα επιτρέψει να εξασφαλισθεί διατροφικότητα των συστημάτων διόδων στο διευρωπαϊκό οδικό δίκτυο.

Χρήστες

-Στόχοι: Να τεθούν οι χρήστες στο επίκεντρο της πολιτικής μεταφορών, δηλαδή, να καταπολεμηθούν τα ατυχήματα, να εναρμονισθούν οι κυρώσεις και να ευνοηθεί η ανάπτυξη ασφαλέστερων και λιγότερο ρυπογόνων τεχνολογιών.

-Ποσοτικά στοιχεία: Το 2000, τα οδικά ατυχήματα προκάλεσαν το θάνατο σε περισσότερα από 40.000 άτομα. Ένα στα τρία άτομα θα τραυματισθεί στη διάρκεια της ζωής του σε ατύχημα. Το συνολικό κόστος των ατυχημάτων αντιπροσωπεύει το 2% του ΑΕΠ.

-Συλλογιστική: Το πρώτο θέμα που απασχολεί τους χρήστες μεταφορών είναι η ανασφάλεια στους δρόμους. Ωστόσο, τα χρηματοδοτικά μέσα δεν ανταποκρίνονται στη σοβαρότητα της κατάστασης. Όσον αφορά την επιβολή τελών, οι χρήστες έχουν δικαίωμα να γνωρίζουν τι πληρώνουν και γιατί το πληρώνουν. Το ιδεώδες θα ήταν το κόστος χρήσης των υποδομών να είναι το άθροισμα των εξόδων συντήρησης και εκμετάλλευσης και των εξωτερικών εξόδων, όπως είναι τα ατυχήματα, η ρύπανση, ο θόρυβος και η συμφόρηση. Τέλος, η έλλειψη εναρμονισμένης φορολόγησης των καυσίμων φαίνεται ως ακόμη ένα εμπόδιο στην ορθή λειτουργία της εσωτερικής αγοράς.

-Προτεινόμενα μέτρα:

Όσον αφορά την οδική ασφάλεια, η Επιτροπή προτείνει:

- ένα νέο πρόγραμμα δράσης για την οδική ασφάλεια για την περίοδο 2002-2010 με σκοπό να μειωθεί κατά το ήμισυ ο αριθμός θανάτων στις οδικές μεταφορές
- να εναρμονισθούν οι κυρώσεις, η σηματοδότηση και τα ποσοστά αλκολαιμίας
- να εφαρμοσθούν νέες τεχνολογίες, όπως η ηλεκτρονική άδεια οδήγησης, τους περιοριστές ταχύτητας των αυτοκινήτων και τα έξυπνα συστήματα μεταφοράς στο πλαίσιο της e-Europe. Στο συγκεκριμένο θέμα η πρόοδος που σημειώνεται αφορά την προστασία των επιβατών των αυτοκινήτων, την ενίσχυση της προστασίας των πεζών και των ποδηλατών και την καλύτερη διαχείριση της ταχύτητας.

Όσον αφορά την επιβολή τελών χρήσης των υποδομών, η Επιτροπή προτείνει:

- μια οδηγία-πλαίσιο για τη χρέωση της χρήσης των υποδομών και τη διάρθρωση των τελών, η οποία περιλαμβάνει κοινή μεθοδολογία τιμολόγησης του εξωτερικού και εσωτερικού κόστους και αποσκοπούν στη δημιουργία ισότιμου ανταγωνισμού μεταξύ μεταφοράς.  
α) Στις οδικές μεταφορές, τα τέλη θα διαμορφώνονται ανάλογα με τις περιβαλλοντικές

επιδόσεις των οχημάτων (εκπομπές αερίων και θορύβου), τον τύπο της χρησιμοποιούμενης υποδομής (αυτοκινητόδρομοι, εθνικές και αστικές οδοί), τη διανυόμενη απόσταση, το βάρος και το επίπεδο συμφόρησης.  
β) Στις σιδηροδρομικές μεταφορές, τα τέλη θα διαμορφώνονται ανάλογα με την έλλειψη μεταφορικής ικανότητας των υποδομών και τις περιβαλλοντικές οχλήσεις.  
γ) Στις θαλάσσιες μεταφορές, τα προτεινόμενα μέτρα συνδέονται με την ασφάλεια στη ναυτιλία.

- μια οδηγία για τη διατροφικότητα των συστημάτων διοδίων που εφαρμόζονται στο διευρωπαϊκό δίκτυο μεταφορών.

Όσον αφορά τη φορολόγηση των καυσίμων, η Επιτροπή προτείνει:

- τον διαχωρισμό της φορολόγησης των καυσίμων επαγγελματικής χρήσης από εκείνη των καυσίμων ιδιωτικής χρήσης (οδηγία για τους ειδικούς φόρους κατανάλωσης)
- τον ορισμό μίας εναρμονισμένη φορολόγηση για τα καύσιμα επαγγελματικής χρήσης.

Άλλα μέτρα αφορούν τη βελτίωση της διατροφικότητας με την καθιέρωση των μηχανών έκδοσης εισιτηρίων και την καλύτερη διαχείριση των αποσκευών.

#### **(URL 4)**

Με βάση τα προεκτεθέντα, προκύπτει η ανάγκη ενημέρωσης του κοινού με οποιονδήποτε τρόπο για τις εξατομικευμένες εκπομπές Δ.Α..

## 1.4 Οικολογικό Αποτύπωμα

Κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα η οποία απαιτεί κάποιου είδους ενέργεια έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή Θ.Α. και κυρίως Δ.Α.. Ένας τρόπος για να μετρηθεί η ποσότητα του Δ.Α. που εκλύεται είναι ένα μέτρο που ονομάζεται οικολογικό αποτύπωμα. Το οικολογικό αποτύπωμα συγκρίνει την εκπομπή των Θ.Α σε σχέση με την ικανότητα της γης να τα αφομοιώσει και να τα αναπαράγει.

Το οικολογικό αποτύπωμα αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τους Wackernagel και Rees το 1996 (Wackernagel – Rees 1996).

Το οικολογικό αποτύπωμα ορίζεται ως το σύνολο του βιολογικά ενεργού εδάφους και θάλασσας που είναι αναγκαία για την απορρόφηση των ρύπων από τις δραστηριότητες ενός ορισμένου ανθρώπινου πληθυσμού που έχει αναχθεί σε εκτάρια. (Pandey-Agrawal · J. S. Pandey 2011: 135-136)

Αν διαιρέσουμε τη διαθέσιμη επιφάνεια του πλανήτη δια του σημερινού παγκόσμιου πληθυσμού, υπολογίζεται ότι στον καθένα μας "αντιστοιχούν" περίπου 2 εκτάρια από τον πλανήτη, από τα οποία μόνο το 1.7 είναι διαθέσιμο για ανθρώπινη χρήση. Λαμβάνοντας υπόψη τις δημογραφικές αλλαγές (αύξηση πληθυσμού με σταθερή, ωστόσο, την επιφάνεια του πλανήτη Γη), σε 50 χρόνια η κατά κεφαλή "διαθέσιμη" επιφάνεια εδάφους δεν θα ξεπερνάει το ένα εκτάριο (**URL 5**).

Το Ο.Α. είναι μια ποσοτική μορφή μέτρησης Θ.Α. από μια συγκεκριμένη δραστηριότητα και αυτό το καθιστά ένα σημαντικό εργαλείο για σύγκριση μεταξύ των δραστηριοτήτων. Η δυνατότητα του Ο.Α. να μας δίνει συγκεκριμένες τιμές ανά κατηγορία δραστηριότητας επιτρέπει :

- Την καλύτερη παρατήρηση των εκπομπών Θ.Α.
- Την καλύτερη λήψη αποφάσεων
- Την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των χρηστών συγκεκριμένων δραστηριοτήτων
- Την κατηγοριοποίηση των εκπομπών με σκοπό την στοχευμένη μείωση τους
- Την ενίσχυση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης

Το Ο.Α. κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό, ιδιαίτερα σε σχέση με τις μεταφορές. Σε μελέτες όπως αυτές που έγιναν το 2003 στην Ελλάδα από την Ε.Ε., το ποσοστό των Θ.Α. που εκλύθηκαν από τις μεταφορές ανήλθε στο 21% (**URL 1**).

## 1.5 Η τεχνολογία android



**Εικόνα 8 Λογότυπο Android**

Το Android είναι ένα λειτουργικό σύστημα ανοικτού κώδικα. Έχει βασιστεί σε πυρήνα (kernel) του λειτουργικού συστήματος Linux. Η διεπαφή με τον χρήστη βασίζεται σε άμεσο χειρισμό ενώ έχει σχεδιαστεί για χρήση, κατά κύριο λόγο, σε συσκευές με οθόνη αφής.

Το λειτουργικό σύστημα ερμηνεύει την αφή και την αντιστοιχεί ως μονάδα εισόδου πληροφορίας στη συσκευή. Κινήσεις όπως το σύρσιμο, το πάτημα, το τσίμπημα, το ανάστροφο τσίμπημα μπορούν να χειριστούν αντικείμενα που απεικονίζονται στην οθόνη, καθώς και ένα εικονικό πληκτρολόγιο. Η κύρια χρήση του εντοπίζεται σε φορητές συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα και tablets, αλλά δεν περιορίζεται εκεί. Το λειτουργικό android χρησιμοποιείται σε πολλών ειδών συσκευές, όπως τηλεοράσεις, media centers, συσκευές εντοπισμού και πλοήγησης, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές κ.ά., παρά το γεγονός ότι το Android έχει κατά βάση σχεδιαστεί για οθόνη αφής εισόδου.

Από το 2011 το Android είναι το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιείται για τις φορητές συσκευές με τις περισσότερες εγκαταστάσεις παγκοσμίως και από το 2013 οι συσκευές με Android έχουν περισσότερες πωλήσεις από ότι το άθροισμα των συσκευών που χρησιμοποιούν άλλα λειτουργικά. (URL 6)

### Ιστορία του android

Η Android Inc. δημιουργήθηκε στο Πάλο Άλτο της Καλιφόρνια των Η.Π.Α. τον Οκτώβριο του 2003 από τους Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears και Chris White με σκοπό να δημιουργήσει «εξυπνότερες φορητές συσκευές που είναι ενήμερες για την τοποθεσία και τις προτιμήσεις του ιδιοκτήτη» (Andy Rubin)

Οι πρώτες προθέσεις της εταιρείας ήταν να αναπτύξει ένα προηγμένο λειτουργικό σύστημα για ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές. Όταν, όμως, έγινε αντιληπτό ότι η αγορά αυτή ήταν περιορισμένη, στράφηκαν προς την παραγωγή ενός λειτουργικού συστήματος smartphone. Η Google εξαγοράζει την Android Inc. στις 17 Αυγούστου 2005. Στις 5 Νοεμβρίου του 2007 ανακοινώνεται για πρώτη φορά επίσημα η λειτουργία του οργανισμού Open Handset Alliance.

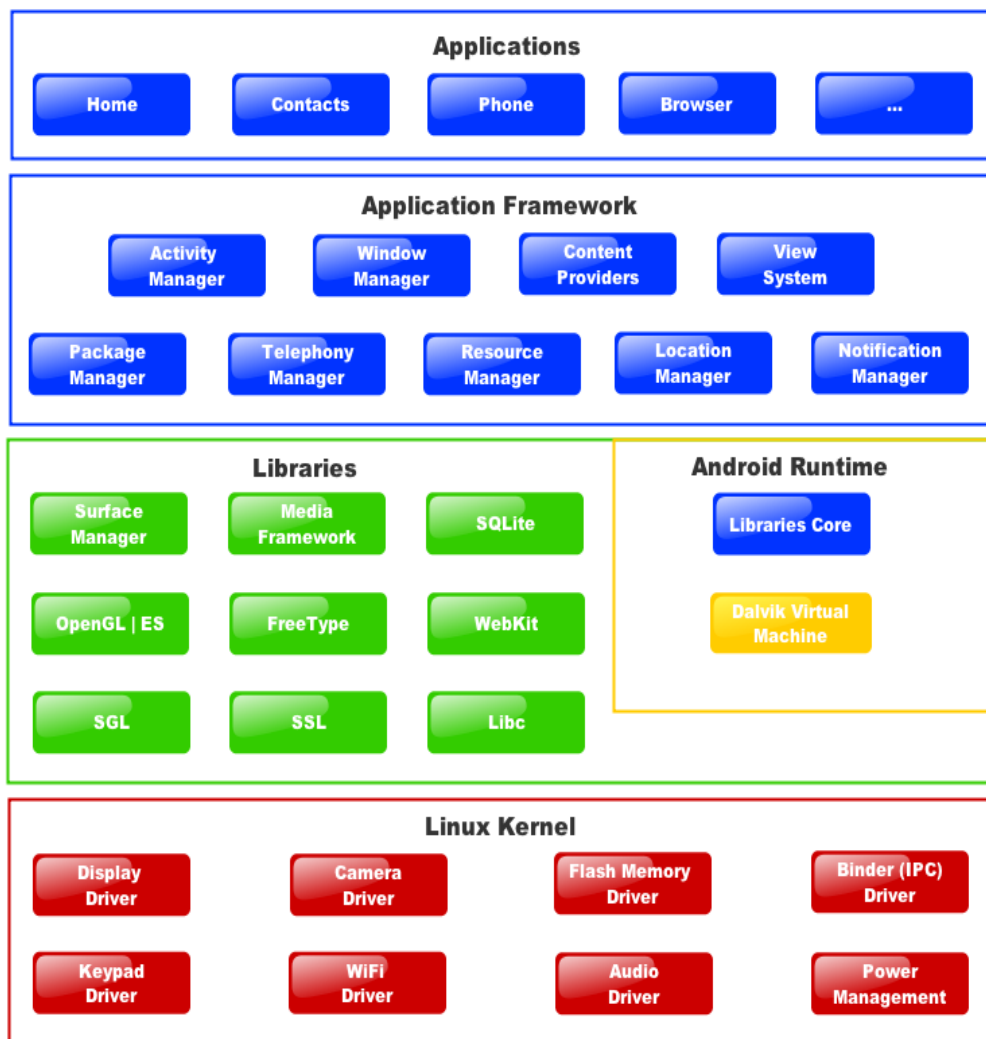
Ο οργανισμός Open Handset Alliance αποτελείται αρχικά από τις παρακάτω εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού και υλικού φορητών συσκευών και εταιρείες τηλεπικοινωνιών:

Aplix ([www.aplixcorp.com](http://www.aplixcorp.com)), Ascender Corporation ([www.ascendercorp.com](http://www.ascendercorp.com)), Audience ([www.audience.com](http://www.audience.com)), Broadcom ([www.broadcom.com](http://www.broadcom.com)), China Mobile ([www.chinamobile.com](http://www.chinamobile.com)), eBay ([www.ebay.com](http://www.ebay.com)), Esmertec ([www.esmertec.com](http://www.esmertec.com)), Google ([www.google.com](http://www.google.com)), HTC ([www.htc.com](http://www.htc.com)), Intel ([www.intel.com](http://www.intel.com)), KDDI ([www.kddi.com](http://www.kddi.com)), Living Image ([www.livingimage.jp](http://www.livingimage.jp)), LG ([www.lge.com](http://www.lge.com)), Marvell ([www.marvell.com](http://www.marvell.com)), Motorola ([www.motorola.com](http://www.motorola.com)), NMS Communications ([www.nmscommunications.com](http://www.nmscommunications.com)), Noser ([www.noser.com](http://www.noser.com)), NTT DoCoMo, Inc. ([www.nttdocomo.com](http://www.nttdocomo.com)), Nuance ([www.nuance.com](http://www.nuance.com)), Nvidia ([www.nvidia.com](http://www.nvidia.com)), PacketVideo ([www.packetvideo.com](http://www.packetvideo.com)), Qualcomm ([www.qualcomm.com](http://www.qualcomm.com)), Samsung ([www.samsung.com](http://www.samsung.com)), SiRF ([www.sirf.com](http://www.sirf.com)), SkyPop ([www.skypop.com](http://www.skypop.com)), SONiVOX ([www.sonivoxrocks.com](http://www.sonivoxrocks.com)), Sprint Nextel ([www.sprint.com](http://www.sprint.com)), Synaptics ([www.synaptics.com](http://www.synaptics.com)), TAT - The Astonishing Tribe ([www.tat.se](http://www.tat.se)), Telecom Italia ([www.telecomitalia.com](http://www.telecomitalia.com)), Telefónica ([www.telefonica.es](http://www.telefonica.es)), Texas Instruments ([www.ti.com](http://www.ti.com)), T-Mobile ([www.t-mobile.com](http://www.t-mobile.com)), Wind River ([www.windriver.com](http://www.windriver.com))

Ο πηγαίος κώδικας του Android απελευθερώνεται από την Google σύμφωνα με άδειες χρήσης ανοιχτού κώδικα, αν και οι περισσότερες συσκευές Android τελικά κυκλοφορούν με ένα συνδυασμό ανοιχτού κώδικα και κλειστού λογισμικού (BEGINNING Android™ 4 application Development Wei-Meng Lee).

### Αρχιτεκτονική του Android

Στον πυρήνα της πλατφόρμας Android βρίσκεται ένα Linux kernel το οποίο είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των device drivers, τον έλεγχο πρόσβασης στους πόρους του συστήματος, τη διαχείριση μνήμης και τις λοιπές υπηρεσίες που παρέχει ένα λειτουργικό σύστημα. Στους device drivers συγκαταλέγονται αυτοί της οθόνης, του WiFi, της κάμερας, του ήχου κ.α. Ένα επίπεδο επάνω βρίσκονται οι native βιβλιοθήκες του συστήματος που είναι γραμμένες σε C++ και περιλαμβάνουν το OpenGL, την SQLite, την Media library κ.α. Οι εφαρμογές που τρέχουν στο κινητό μπορούν να έχουν πρόσβαση στις βιβλιοθήκες αυτές μέσω της Dalvik JVM. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι εφαρμογές Android είναι γραμμένες σε Java και άρα για να τρέξουν χρειάζονται το αντίστοιχο περιβάλλον. Όπως λοιπόν για να εκτελέσουμε μία εφαρμογή σε ένα PC είναι απαραίτητο να είναι εγκατεστημένο το κατάλληλο JRE (Java Runtime Environment), για τις εφαρμογές Android τον ρόλο του JRE παίζει η Dalvik VM. Δεδομένης της σαφώς πιο περιορισμένης επεξεργαστικής ισχύος καθώς και της ποσότητας διαθέσιμης μνήμης που έχουν οι κινητές συσκευές σε σχέση με τους υπολογιστές, η συγκεκριμένη VM είναι βελτιστοποιημένη να χρησιμοποιεί μικρότερα σε μέγεθος αρχεία ενδιάμεσου κώδικα, τα οποία σε αντίθεση με αυτά της Java SE έχουν κατάληξη .dex αντί για .class. Επίσης, σύμφωνα με την Google, διαθέτει και πιο καλά γραμμένο garbage collector. Αν και υπάρχει έκδοση της Java για κινητά τηλέφωνα, η Java ME, η Google έκρινε σωστό να χρησιμοποιήσει τη δική της υλοποίηση και έτσι γεννήθηκε η Dalvik. Κάθε εφαρμογή, λοιπόν, που γράφετε και εκτελείτε στο Android κινητό σας, χρησιμοποιεί τη Dalvik και τρέχει σε ξεχωριστό instance του VM. Στο αμέσως επόμενο επίπεδο βρίσκεται το Android SDK που περιέχει όλες τις απαραίτητες βιβλιοθήκες για τη συγγραφή εφαρμογών. Ο κώδικας που θα γράφετε για την εκτέλεση κάποιας λειτουργίας, π.χ. για την πραγματοποίηση μιας κλήσης, την αποστολή ενός SMS, τον εντοπισμό της τρέχουσας θέσης κλπ. στην ουσία θα καλεί κάποια από τις μεθόδους που παρέχονται από το συγκεκριμένο SDK. Έτσι λοιπόν, οι εφαρμογές βρίσκονται στην κορυφή του application stack στο Application Layer. (URL 7)



**Εικόνα 9 Αρχιτεκτονική του Android**

### Google Play (Android market)

Το Google Play είναι ο δικτυακός τόπος τον οποίον η Google διαθέτει για να προμηθεύει τους χρήστες με εφαρμογές. Είναι προσβάσιμο σχεδόν από όλες τις συσκευές Android (εκτός των συσκευών που δεν υποστηρίζονται από την Google) και από PC. Η ταυτοποίηση του χρήστη γίνεται με τον Google λογαριασμό που χρησιμοποιείται σε όλες τις υπηρεσίες Google (Gmail, YouTube . Google + κ.ά.).

### Εκδόσεις Android

Τον Φεβρουάριο του 2009 δόθηκε η πρώτη λειτουργική έκδοση χωρίς κωδική ονομασία με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

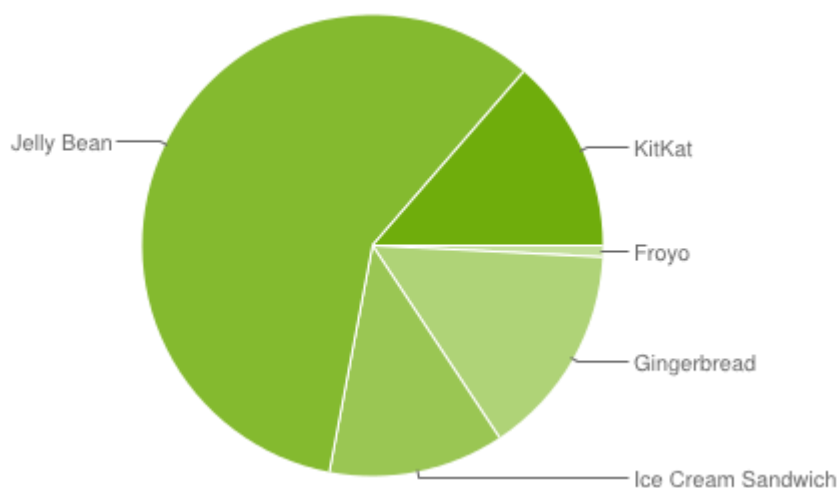
- Google Maps
- τοποθεσία μέσω GPS
- κάμερα, πρόγραμμα αναπαραγωγής πολυμέσων, επιταχυνσιόμετρο
- wi-fi, Bluetooth
- web browser
- Android Market
- Gmail, Google Search, Google Talk, Youtube player
- Google Sync

Από τον Απρίλιο του 2009 ξεκίνησε η ονοματοδοσία των εκδόσεων με ονόματα γλυκών και με συνεχόμενες ενημερώσεις και ανανεώσεις εκδόσεων, φτάσαμε στην πιο σταθερή έκδοση που εδραίωσε το Android στην αγορά, την Froyo. Από την έκδοση Froyo έχουν ακολουθήσει οκτώ εκδόσεις, οι οποίες έχουν μεταξύ άλλων εμπλουτιστεί με υποστήριξη πολλαπλών επεξεργαστών, καλύτερη διαχείριση του αισθητήρα λήψης φωτογραφιών, υποστήριξη cloud εφαρμογών.

| Έκδοση                         | Κωδική Ονομασία    | A<br>PI | Ημερομηνία έκδοσης | Κατανομή |
|--------------------------------|--------------------|---------|--------------------|----------|
| <u>2.2</u>                     | Froyo              | 8       | 20 Μαΐου 2010      | 0.8%     |
| <u>2.3.3</u> -<br><u>2.3.7</u> | Gingerbread        | 10      | 9 Φεβρουαρίου 2011 | 14.9%    |
| <u>4.0.3</u> -                 | Ice Cream Sandwich | 15      | 16 Δεκεμβρίου 2011 | 12.3%    |

|              |            |    |                   |       |
|--------------|------------|----|-------------------|-------|
| <u>4.0.4</u> |            |    |                   |       |
| <u>4.1.x</u> | Jelly Bean | 16 | 9 Ιουλίου 2012    | 29.0% |
| <u>4.2.x</u> |            | 17 | 13 Νοεμβρίου 2012 | 19.1% |
| <u>4.3</u>   |            | 18 | 24 Ιουλίου 2013   | 10.3% |
| <u>4.4</u>   | KitKat     | 19 | 31 Οκτωβρίου 2013 | 13.6% |

**Πίνακας 4 Εκδόσεις λειτουργικού συστήματος Android και κατανομή τους σε συσκευές χρηστών**



**Εικόνα 10 Διάγραμμα κατανομής εκδόσεων Android**

(URL 8)

## 1.6 Παρόμοιες εφαρμογές

Στη χώρα μας δεν υφίσταται μέχρι την ώρα που γράφεται αυτό το κείμενο, καμία εφαρμογή που να κάνει μέτρηση των εκπομπών Δ.Α. κατά τη μετακίνηση. Στη διεθνή βιβλιογραφία δεν απαντώνται πολλές εφαρμογές οι οποίες να καταγράφουν την μετατόπιση του οχήματος και κατόπιν να δίνουν αποτελέσματα βάσει μοντέλων. Η πλειοψηφία των εφαρμογών είναι απλώς υπολογιστικές, όπου ο χρήστης πρέπει χειροκίνητα να δώσει τις τιμές και η εφαρμογή να του επιστρέψει ένα αποτέλεσμα.

Παρακάτω αναφέρονται εφαρμογές παρόμοιες που έχουν αναπτυχθεί παγκοσμίως:

### **Tripzoom**

Η έμπνευση και η ανάπτυξη έγινε από το ερευνητικό κέντρο Novay της Ολλανδίας το οποίο δεν υφίσταται πλέον.

Η εφαρμογή tripzoom συνδυάζει δεδομένα κινητικότητας και μοτίβα από τους αισθητήρες ενός smartphone, ένα δυναμικό σύστημα κινήτρων και σχόλια της κοινότητας από τα κοινωνικά δίκτυα. Το tripzoom αποσκοπεί στο οι χρήστες να μπορούν να επωφεληθούν από αυτό για την παρακολούθηση, τη διαχείριση και τη βελτίωση της μεταφορικής συμπεριφοράς τους.

Το σύστημα tripzoom αποτελείται από μια διαδικτυακή πύλη, για να προσελκύονται νέοι χρήστες, μια εφαρμογή για smartphones, ώστε ο χρήστης να βελτιώσει την προσωπική του συμπεριφορά κινητικότητας, και ένα μενού ενημέρωσης της πόλης για τους παρόχους, ώστε να διαχειρίζονται την παροχή κινήτρων και την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών στο tripzoom.

Η δικτυακή πύλη tripzoom αποτελείται από δύο μέρη: α) η σελίδα που διαφημίζει το tripzoom στους ενδιαφερόμενους χρήστες, αναλύει τα χαρακτηριστικά του, παρουσιάζει τις βασικές πληροφορίες, και παρέχει συνδέσμους για να κατεβάσει ο χρήστης το tripzoom app για iPhone και Android συσκευές και β) το μέρος της πύλης που είναι προσβάσιμο μόνο για τους εγγεγραμμένους χρήστες. Βασίζεται στην πλατφόρμα ανοικτού κώδικα ELGG και παρέχει δυνατότητες που επιτρέπουν στους χρήστες να διατηρούν τους λογαριασμούς τους, να επεξεργάζονται το προφίλ τους ή να διαχειρίζονται τις γενικές ρυθμίσεις. Δεδομένου ότι η πύλη επικεντρώνεται σε κοινωνικά χαρακτηριστικά, οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν blogs, να στείλουν μηνύματα, να καλέσουν τους φίλους τους. Μια ροή δραστηριότητας δίνει μια ζωντανή εικόνα όλων των ενεργειών από τους χρήστες και τους φίλους τους.

Οι εφαρμογές tripzoom για τα iPhones και Android smartphones μπορούν να μεταφορτωθούν από το App Store και το Google Play. Είναι το κέντρο του συστήματος tripzoom. Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί ως μια σταθερή υπηρεσία παρασκήνιου, η οποία χρησιμοποιεί τις δυνατότητες ανίχνευσης των κινητών συσκευών (π.χ. GPS, επιταχυνσιόμετρο) για τον εντοπισμό, την καταγραφή και ποσοτικοποίηση των κινήσεων των χρηστών τους.

Το tripzoom προσφέρει μια υπηρεσία που ονομάζεται μενού ενημέρωσης πόλης που επιτρέπει στις αρχές της πόλης, οι οποίοι παρέχουν το tripzoom σε ένανδήμο, να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται τα κίνητρα και το σύστημα ανταμοιβής. **(URL 9)**

## **CO2GO**

Η εφαρμογή συνοψίζεται σε μια μέθοδο για τον υπολογισμό σε πραγματικό χρόνο εκπομπών Δ.Α. με τη χρήση αδρανειακών πληροφοριών που συλλέγονται από τους αισθητήρες του smartphone. Η μέθοδος δεν βασίζεται σε στοιχεία προσανατολισμού του τηλεφώνου ή σε δεδομένα από το GPS. Ωστόσο, οι υπηρεσίες GPS και ακόμη και οι σε απευθείας σύνδεση χάρτες μπορούν να βελτιώσουν την ακρίβεια περαιτέρω. Δυστυχώς, οι μετρήσεις GPS είναι ενεργοβόρες διαδικασίες. Σε κάθε περίπτωση, οι μετρήσεις με GPS πρέπει να αξιοποιηθούν για να υπολογιστεί η απόσταση που διανύεται, μια υποχρεωτική συμβολή για τον υπολογισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub>. (URL 10)

## **CarbonDiem**

Η εφαρμογή χρησιμοποιεί το smartphone ως αισθητήρα και υπολογιστή του οικολογικού αποτυπώματος. Η διαδικτυακή πύλη συλλέγει και αθροίζει προσωπικά στοιχεία, παρέχοντας αμεσότητα στην εμφάνιση των εκπομπών. Το CarbonDiem έχει την δυνατότητα να αντιλαμβάνεται το μέσο μεταφοράς και να επιλέγει τον κατάλληλο αλγόριθμο μέτρησης. Η εφαρμογή αυτή δεν είναι διαθέσιμη στην χώρα μας. (URL 11)

## **CO2GREENDRIVE**

Μια εφαρμογή ανεπτυγμένη από το Danish Cultural Institute για να υποστηρίξει το ομώνυμο έργο. Κάθε χρόνο το Danish Cultural Institute επιλέγει μια πόλη. Στην πόλη που έχει επιλέξει προτρέπει τους πολίτες να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή και να συμμετέχει στα δρώμενα. Αποτέλεσμα του ετήσιου αυτού γεγονότος είναι ο προσδιορισμός του οικολογικού αποτυπώματος της πόλης, ώστε να γίνουν προτάσεις μείωσης. (URL 12)

## **CO2-vergelijker**

Η εφαρμογή αυτή αναπτύχθηκε από τον Ολλανδικό οργανισμό μεταφορών ώστε χρήστες να μπορούν να συγκρίνουν προγραμματισμένα ταξίδια τους στην ίδια διαδρομή με όλους τους τύπους αυτοκινήτων. Όπως και με τις ενεργειακές ετικέτες στο κατάστημα, είναι εμφανή τα χρώματα με διαφορετικούς τύπους των αυτοκινήτων και την απόδοση του τρένου. Ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει το παράδειγμά του, ένα ταξίδι στην Ουτρέχτη-Άμστερνταμ (39 χλμ.), με ένα μικρό αυτοκίνητο βενζίνης θα εκπεμφθούν 4.8kg Δ.Α.. Αυτό μπορεί να

προσθέσει μέχρι σχεδόν 8 κιλά CO<sub>2</sub> με ένα μεγάλο αυτοκίνητο MPV με βενζίνη. Γι' αυτή την διαδρομή το τρένο εκπέμπει 1,2 kg Δ.Α. **(URL 13)**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εφαρμογή-Δεδομένα - Μεθοδολογία

### 2.1 Παρουσίαση εφαρμογής

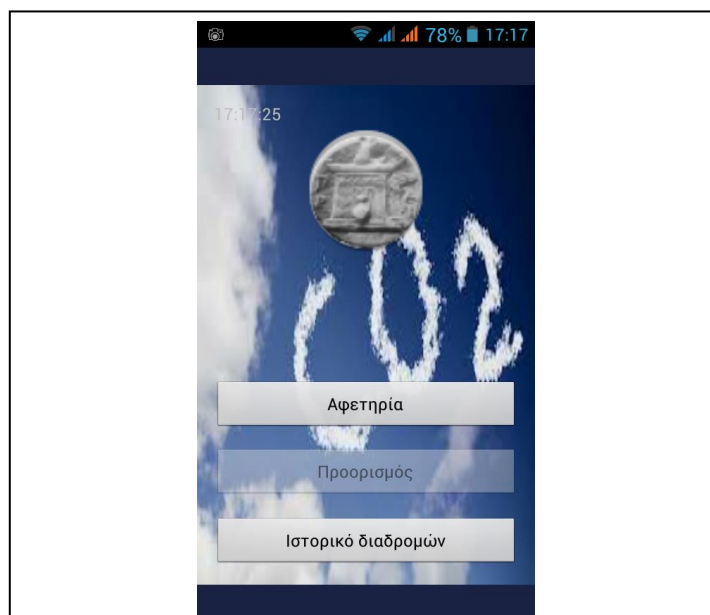
Η εφαρμογή Φειδιππίδης για android smartphones, όπως έχει προαναφερθεί, έχει σκοπό την μέτρηση εκπομπών Δ.Α. από τις μεταφορές ατόμων.

Η εγκατάσταση της εφαρμογής μπορεί να γίνει σε smartphones με λειτουργικό android 2.3 μέχρι όλες τις εκδόσεις που κυκλοφορούν μέχρι την ημέρα που γράφεται αυτό. Έχει γίνει πρόβλεψη να μπορεί να υποστηρίζεται και από τις νεότερες εκδόσεις, σύμφωνα με τις ανακοινώσεις του κατασκευαστή.

Η εφαρμογή «Φειδιππίδης» φτιάχτηκε εξολοκλήρου με χρήση κώδικα χαμηλού επιπέδου(low level) παρά την μεγάλη δυσκολία που κρύβει αυτό. Δεν έχουν χρησιμοποιηθεί API έτοιμα σε κανένα σημείο. Οι βάσεις δεδομένων είναι τύπου proprietary database οι οποίες είναι εισηγμένες στον κώδικα.

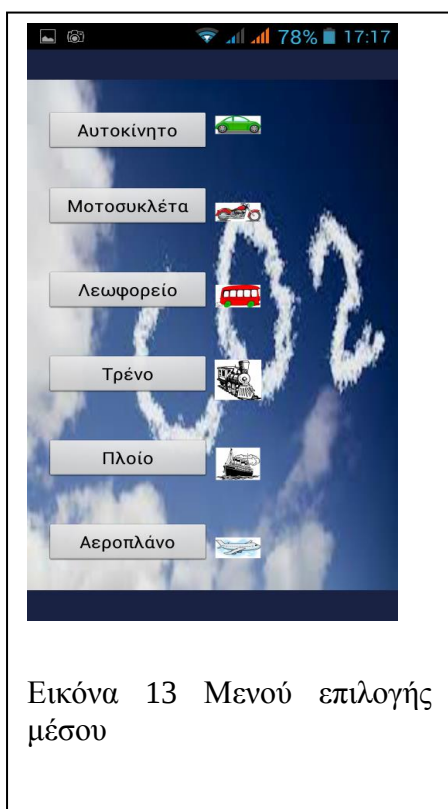
Η εγκατάσταση γίνεται εκτελώντας το αρχείο .apk και θα δύναται να γίνεται η εγκατάσταση και από το Google Play στο μέλλον.

Μετά την εγκατάσταση ο χρήστης εκκινεί την εφαρμογή Φειδιππίδης.

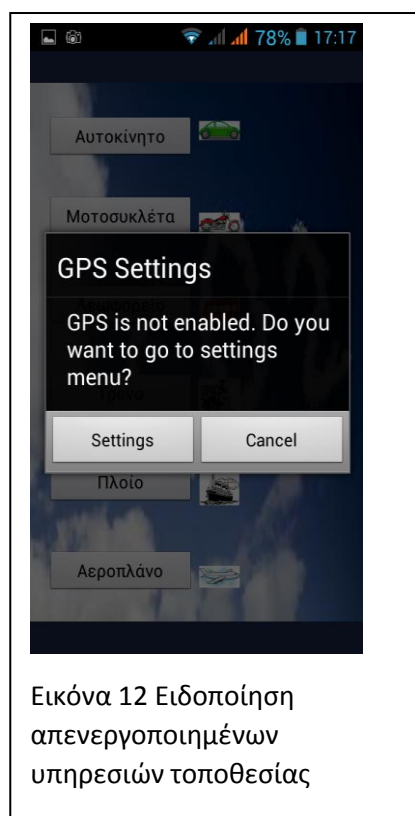


Εικόνα 11 Αρχική οθόνη εφαρμογή Φειδιππίδης

Η πρώτη εικόνα που συναντά ο χρήστης κατά την εκκίνηση του δίνει τις επιλογές «Αφετηρία» και «Ιστορικό διαδρομών» Εικόνα(6). Με την επιλογή «Αφετηρία» ο χρήστης μεταφέρεται στο μενού επιλογής μέσου μεταφοράς όπως φαίνεται στην Εικόνα(7). Από αυτό το μενού ο χρήστης επιλέγει το μέσο με το οποίο θα γίνει η μετακίνησή του από έξι επιλογές. Εάν ο χρήστης δεν έχει ενεργοποιημένες τις υπηρεσίες τοποθεσίας λαμβάνει ένα μήνυμα που τον μεταφέρει στο σημείο που αυτές ενεργοποιούνται Εικόνα(8)

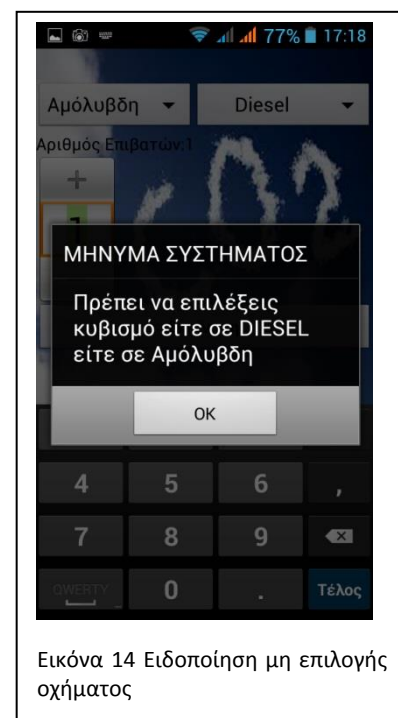
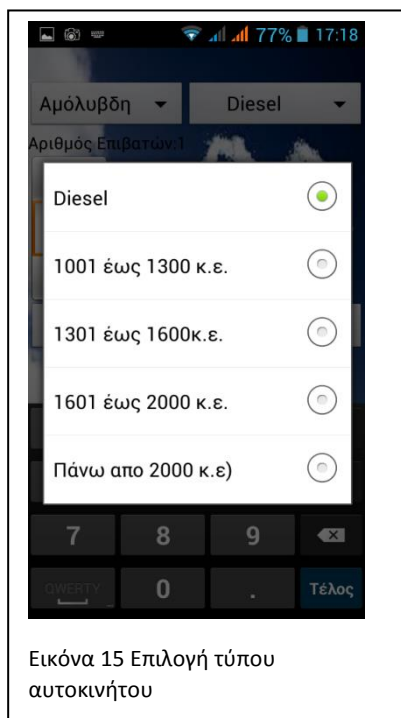
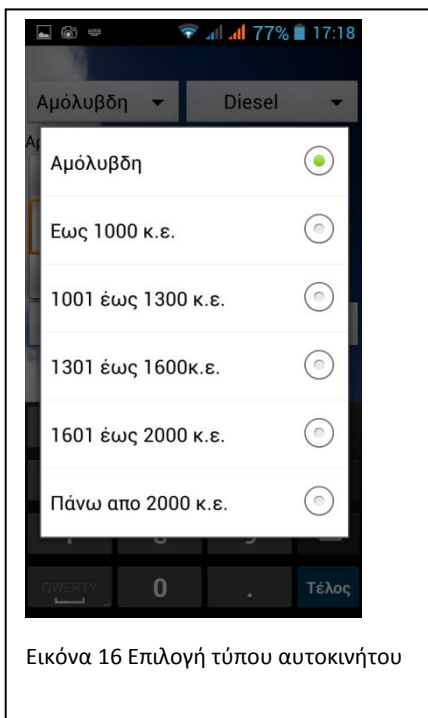


Εικόνα 13 Μενού επιλογής μέσου



Εικόνα 12 Ειδοποίηση απενεργοποιημένων υπηρεσιών τοποθεσίας

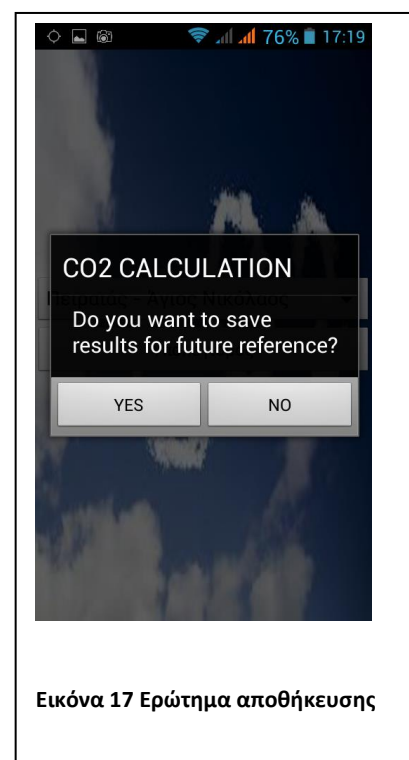
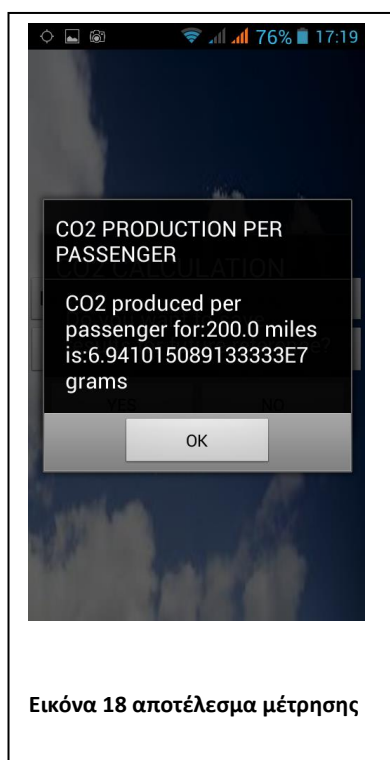
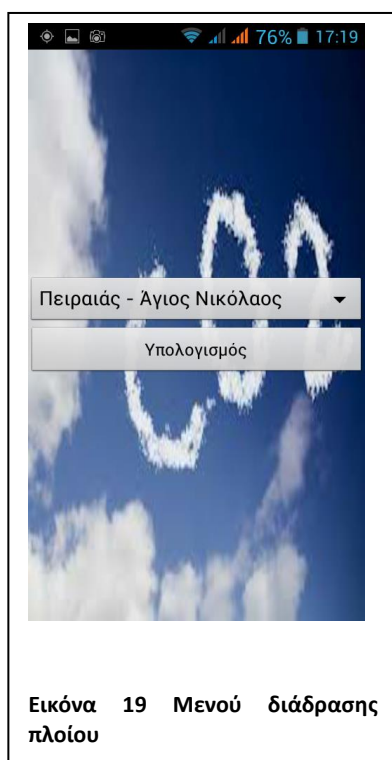
Εάν ο χρήστης από την επιλογή μέσου επιλέξει «Αυτοκίνητο» μεταφέρεται στο μενού διάδρασης του αυτοκινήτου. Σε αυτό το μενού πρέπει να επιλέξει τον τύπο του αυτοκινήτου του. Εάν δεν το κάνει αυτό, θα εμφανιστεί προειδοποιητικό μήνυμα Εικόνα(11)



Πατώντας το κουμπί εκκίνηση ενεργοποιείται ο μηχανισμός καταγραφής και ο χρήστης επιστρέφει στην αρχική οθόνη Εικόνα(11). Η καταγραφή τερματίζεται πατώντας το κουμπί προορισμός.

Η ίδια ακριβώς διαδικασία ακολουθείται και για τις επιλογές «Μοτοσυκλέτα», «Λεωφορείο», «Τρένο».

Εάν ο χρήστης επιλέξει την επιλογή καράβι από το μενού επιλογής οχημάτων, θα οδηγηθεί στο μενού διάδρασης για τα Πλοία, όπου θα επιλέξει το ακριβές δρομολόγιο και θα πατήσει το κουμπί υπολογισμού.



## 2.2 Δεδομένα – Μεθοδολογία

Για τη λειτουργία της εφαρμογής συλλέχθηκαν στοιχεία από βιβλιογραφικές αναφορές που λαμβάνουν μέρος στις πράξεις του υπολογισμού των εκπομπών. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή χωρίζονται σε δύο κατηγορίες :

- Δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες του smartphone, τα οποία εφεξής αποκαλούνται δυναμικά δεδομένα
- Δεδομένα που έχουν εισαχθεί από βιβλιογραφικές αναφορές, τα οποία εφεξής αποκαλούνται στατικά δεδομένα

### Δυναμικά δεδομένα

- Στίγμα* : Το στίγμα δίνεται από τις υπηρεσίες τοποθεσίας του smartphone σε σύστημα συντεταγμένων GCS WGS 1984 και χρησιμοποιείται στον αλγόριθμο μέτρησης απόστασης haversine, όπως αυτός αναλύεται σε παρακάτω κεφάλαιο.
- Ημερομηνία εκτέλεσης διαδρομής* : Δίνεται από το smartphone με την μορφή timestamp κατά την εγγραφή της διαδρομής. Έτσι ο χρήστης αναγνωρίζει τη διαδρομή στο ιστορικό διαδρομών της εφαρμογής.
- Αριθμός επιβατών* : Ο χρήστης επιλέγει τον αριθμό επιβατών στο όχημα, ώστε να υπολογιστεί η κατά κεφαλήν εκπομπή Δ.Α.
- Τύπος οχήματος* : Ο χρήστης επιλέγει ένα εκ των έξι διαθέσιμων τύπων οχημάτων, ώστε να τεθεί σε λειτουργία ο υπολογισμός για το σωστό όχημα.
- Τύπος καυσίμου και κυβισμός αυτοκινήτου* : Εφόσον ο χρήστης έχει επιλέξει ως τύπο οχήματος «αυτοκίνητο», θα πρέπει επιπλέον να ορίσει τον κυβισμό του και τον τύπο καυσίμου που καταναλώνει (αμόλυβδη, Diesel).
- Κυβισμός μοτοσυκλέτας* : Εφόσον ο χρήστης διαλέξει τύπο οχήματος «μοτοσυκλέτα», διαλέγει και τον κυβισμό του οχήματός του.
- Δρομολόγιο Αεροπλάνου* : Εφόσον ο χρήστης διαλέξει τύπο οχήματος «αεροπλάνο», θα πρέπει να επιλέξει το αεροδρόμιο αναχώρησης και το αεροδρόμιο άφιξης.
- Δρομολόγιο Πλοίου* : Εφόσον ο χρήστης διαλέξει τύπο οχήματος «πλοίο», διαλέγει το λιμάνι αναχώρησης και λιμάνι άφιξης.

### Στατικά δεδομένα

i) *Εκπομπές Δ.Α. επιβατικών αυτοκινήτων ιδιωτικής χρήσης σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο.* Η κατηγοριοποίηση έχει γίνει σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιεί το εκάστοτε όχημα: βενζίνη αμόλυβδη και βενζίνη Diesel. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά η διαδικασία με την οποία έγινε η επιλογή των τιμών εκπομπών Δ.Α. με βάση πραγματικά μοντέλα αυτοκινήτων.

| Αμόλυβδη           | Εκπομπές<br>Δ.Α.<br>Γραμμάρια<br>/χιλιόμετρο |
|--------------------|----------------------------------------------|
| Έως 1000 κ.ε.      | 99                                           |
| 1001 έως 1300 κ.ε. | 109                                          |
| 1301 έως 1600 κ.ε. | 152                                          |
| 1601 έως 2000 κ.ε. | 179                                          |
| >2000 κ.ε.         | 218                                          |

Οι τιμές των εκπομπών Δ.Α. αντιστοιχούν σε πραγματικά μοντέλα αυτοκινήτων, τα οποία επιλέχθηκαν με γνώμονα τη μικρότερη δυνατή απόκλιση από τον μέσο όρο, ώστε να διασφαλίζεται η ακρίβεια της έρευνας.

- i. Το όχημα, το οποίο επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό για την πρώτη κατηγορία, μέχρι 1000 κυβικά εκατοστά, είναι το Peugeot 107 με τιμή εκπομπών Δ.Α. 99 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Η μεγαλύτερη τιμή στην κατηγορία αυτή ήταν 113 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο, ενώ η χαμηλότερη 78. Ο μέσος όρος των δύο είναι 95,5 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο και τα 99 γραμμάρια που εκπέμπει το Peugeot 107 είναι η τιμή με τη μικρότερη απόκλιση.
- ii. Το όχημα το οποίο επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό για την δεύτερη κατηγορία, από 1001 μέχρι 1300 κυβικά εκατοστά, είναι το Nissan Note με τιμή εκπομπών Δ.Α. 109 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Η μεγαλύτερη τιμή στην κατηγορία αυτή ήταν 129 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο, ενώ η χαμηλότερη 89 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Ο μέσος

όρος των δύο είναι 109 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο και τα 99 γραμμάρια που εκπέμπει το Nissan Note η τιμή με τη μικρότερη απόκλιση.

- iii. Το όχημα το οποίο επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό για την τρίτη κατηγορία, από 1301 μέχρι 1600 κυβικά εκατοστά, είναι το Toyota Avensis με τιμή εκπομπών Δ.Α. 152 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Αυτή η επιλογή δεν έγινε με βάση τον μέσο όρο αλλά εμπειρικά. Ο λόγος που επιλέχθηκε ένα αυτοκίνητο μεγάλων διαστάσεων με υψηλή κατανάλωση ήταν για να είναι η τιμή όσο γίνεται πιο κοντά στην πραγματικότητα.
- iv. Το όχημα το οποίο επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό για την τέταρτη κατηγορία, από 1301 μέχρι 1600 κυβικά εκατοστά, είναι το Volkswagen Scirocco με τιμή εκπομπών Δ.Α. 172 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Αυτή η επιλογή, επίσης, δεν έγινε με βάση τον μέσο όρο αλλά εμπειρικά. Ο λόγος που επιλέχθηκε ένα αμάξι μεγάλων διαστάσεων με υψηλή κατανάλωση ήταν για να είναι η τιμή όσο γίνεται πιο κοντά στην πραγματικότητα.

- v. Το όχημα το οποίο επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό για την Πέμπτη κατηγορία μεγαλύτερη από 2000 κυβικά εκατοστά είναι το Jeep Grand Cherokee με τιμή εκπομπών Δ.Α. 218 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Αυτή η επιλογή δεν έγινε με βάση τον μέσο όρο αλλά εμπειρικά. Ο λόγος που επιλέχθηκε ένα αμάξι μεγάλων διαστάσεων με υψηλή κατανάλωση ήταν για να είναι η τιμή όσο γίνεται πιο κοντά στην πραγματικότητα.

| Diesel             | Εκπομπές<br>Δ.Α<br>Γραμμάρια<br>/χιλιόμετρο |
|--------------------|---------------------------------------------|
| 1001 έως 1300 κ.ε. | 109                                         |
| 1301 έως 1600 κ.ε. | 109                                         |
| 1601 έως 2000 κ.ε. | 149                                         |
| >2000 κ.ε.         | 174                                         |

- i. Το όχημα το οποίο επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό για την πρώτη κατηγορία, από 1000 μέχρι 1300 κυβικά εκατοστά, είναι το Opel Astra με τιμή εκπομπών Δ.Α. 109 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Η μεγαλύτερη τιμή στην κατηγορία αυτή ήταν 129 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο ενώ η χαμηλότερη 88 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Ο μέσος

όρος των δύο είναι 108,5 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο και τα 109 γραμμάρια που εκπέμπει το Opel Astra η τιμή με τη μικρότερη απόκλιση.

- ii. Το όχημα το οποίο επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό για την δεύτερη κατηγορία, από 1301μέχρι 1600 κυβικά εκατοστά, είναι το Ford Focus με τιμή εκπομπών Δ.Α. 109 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Η μεγαλύτερη τιμή στην κατηγορία αυτή ήταν 129 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο ενώ η χαμηλότερη 88 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Ο μέσος όρος των δύο είναι 108,5 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο και τα 109 γραμμάρια που εκπέμπει το Ford Focus η τιμή με τη μικρότερη απόκλιση.
- iii. Το όχημα το οποίο επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό για την τρίτη κατηγορία, από 1601μέχρι 2000 κυβικά εκατοστά, είναι το Opel Insignia Sw με τιμή εκπομπών Δ.Α. 149 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Η μεγαλύτερη τιμή στην κατηγορία αυτή ήταν 195 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο ενώ η χαμηλότερη 99 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Ο μέσος όρος των δύο είναι 147 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο και τα 149 γραμμάρια που εκπέμπει το Ford Focus η τιμή με τη μικρότερη απόκλιση.
- iv. Το όχημα το οποίο επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό για την τέταρτη κατηγορία, μεγαλύτερη από 2000 κυβικά εκατοστά, είναι το Audi A8 με τιμή εκπομπών Δ.Α. 174 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Αυτή η επιλογή δεν έγινε με βάση τον μέσο όρο αλλά εμπειρικά. Ο λόγος που επιλέχθηκε ένα αμάξι μεγάλων διαστάσεων με υψηλή κατανάλωση ήταν για να είναι η τιμή όσο γίνεται πιο κοντά στην πραγματικότητα.

ii) Εκπομπές Δ.Α. μοτοσυκλέτας σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο.

Η κατηγοριοποίηση που προέκυψε μετά από μελέτη τιμών πραγματικών μοντέλων οδήγησε στη δημιουργία των κάτωθι δύο κατηγοριών:

|                  |                               |
|------------------|-------------------------------|
| 125 έως 500 κ.ε. | 106 γραμμάρια Δ.Α./χιλιόμετρο |
| >500 κ.ε.        | 139 γραμμάρια Δ.Α./χιλιόμετρο |

Ο διαχωρισμός που επιλέχθηκε για τις τιμές των εκπομπών Δ.Α. και την κατηγοριοποίηση έγινε με βάση τα αποτελέσματα του προγράμματος Treatise (**URL 14**), και όχι με τη χρήση πραγματικών μοντέλων.

iii) Εκπομπές Δ.Α. τρένου σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Για τον υπολογισμό των συγκεκριμένων εκπομπών έχει γίνει, και πάλι, χρήση στοιχείων από το πρόγραμμα Treatise. Το αποτέλεσμα της

μέτρησης ανέρχεται στα 500 γραμμάρια Δ.Α. ανά χιλιόμετρο. Με ακριβώς την ίδια μεθοδολογία προκύπτουν και τα αποτελέσματα του λεωφορείου.

iv) *Πτητικές αποστάσεις αεροδρομίων.* Για την ανεύρεση των πραγματικών πτητικών αποστάσεων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο flight distance calculator της ιστοσελίδας travelmath ([URL 15](#)), το οποίο θεωρήθηκε αρκούντως αξιόπιστο.

v) *Ναυτικές αποστάσεις λιμένων.* Για την ανεύρεση των πραγματικών αποστάσεων χρησιμοποιήθηκε ο οδηγός χιλιομετρικών αποστάσεων οδικού δικτύου της χώρας με τίτλο «Πίνακας Αποστάσεων Μεταξύ Λιμένων Της Ελλάδος σε Ναυτικά Μίλια»

vi) *Εκπομπές Δ.Α. Αεροπλάνου ανά δρομολόγιο.*

Ως μοντέλο αναφοράς χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο αεροπλάνου Airbus A320, καθώς το συγκεκριμένο μοντέλο είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο σε όλο τον κόσμο αλλά και στην χώρα μας. Το συγκεκριμένο μοντέλο θεωρείται το πιο επιτυχημένο για κοντινά δρομολόγια και η εταιρεία Aegean Airlines διαθέτει 25 αεροσκάφη τέτοιου τύπου. ([URL 24](#)).

Τα στοιχεία σχετικά με τις πτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν μπορούν να ανευρεθούν στον ιστότοπο της Aegean Airlines ([URL 23](#)).

Οι εκπομπές Δ.Α. εκτιμήθηκαν με την παρακάτω φόρμουλα ως εξής:

Ταχύτητα πτήσης = 840 km/h

- Κατανάλωση καυσίμου = 2750 L/h
- Επιβάτες= 168 (max)
- Κατανάλωση ανά χιλιόμετρο =  $2750 \div 840 = 3,274$  L/km

Εκπομπές Δ.Α. =  $3,274 \times 2,580$  (συντελεστής εκπομπών Δ.Α.) = 8.447 kg/km και μετά διαιρείται με το 60(μέσος αριθμός επιβατών)

vii) *Εκπομπές Δ.Α. πλοίου ανά δρομολόγιο.*

Σύμφωνα με ανακοίνωση της εταιρείας NEA ([URL 22](#)) απαιτούνται καύσιμα αξίας 30.000 ευρώ για τη διαδρομή «Πειραιάς -Χίος - Μυτιλήνη και επιστροφή», της οποίας η απόσταση ανέρχεται στα 416 Ναυτικά μίλια.

Γνωρίζοντας ότι η αξία ενός τόνου καυσίμου ορίζεται στην ανακοίνωση στα 594 ευρώ, μπορούμε, με την διαίρεση του κόστους διά της τιμής, να υπολογίσουμε ότι για την εν λόγω διαδρομή το πλοίο χρησιμοποιεί περίπου 50 τόνους καυσίμου.

Προχωρώντας, μπορούμε να υπολογίσουμε, διαιρώντας τους 50 τόνους καυσίμου με τα 416 μίλια, ότι η κατανάλωση καυσίμου είναι 121.4063714 κιλά ανά μίλι.

Με παράγοντα εκπομπών του diesel καυσίμου 3.1688 κιλά ανά κιλό καυσίμου και μέσο αριθμό επιβατών 300, οι εκπομπές Δ.Α. ανά ναυτικό μίλι υπολογίζονται στα 384.71 κιλά /300.

## 2.2 Αλγόριθμος μέτρησης απόστασης

Η μέτρηση της απόστασης με βάση συντεταγμένες πάνω στην γη γίνεται με αλγόριθμους μέτρησης που βασίζονται στο ελλειψοειδές σχήμα. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι ανάλογα με το σύστημα συντεταγμένων που χρησιμοποιείται, με αποτέλεσμα οι αποστάσεις να διαφέρουν από το ένα σύστημα στο άλλο.

Το σύστημα συντεταγμένων που χρησιμοποιείται από τα android smartphones είναι το CGS WGS 1984. Η μέθοδος που επιλέχθηκε είναι ο μαθηματικός τύπος haversine. Ο μαθηματικός τύπος haversine (Robusto 1957: 38-40) μετατρέπει δύο ζευγάρια συντεταγμένων σε πραγματική απόσταση στο έδαφος. Οι συντεταγμένες λαμβάνονται ανά δευτερόλεπτο από το smartphone και υπολογίζεται η απόσταση του προηγούμενου με το τρέχον σημείο, η οποία κατόπιν προστίθεται στο σύνολο.

haversine :  $a = \sin^2(\Delta\phi/2) + \cos \phi_1 \cdot \cos \phi_2 \cdot \sin^2(\Delta\lambda/2)$ ,  $c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$ ,  $d = R \cdot c$ , όπου  $\phi$  είναι το γεωγραφικό πλάτος,  $\lambda$  είναι το γεωγραφικό μήκος,  $R$  είναι η μέση ακτίνα της γης (μέση ακτίνα = 6,371km).

```
public double calculateDistance(Point a,Point b)
{
    double R=6371000; //meters

    double f1=Math.toRadians(a.getLatitude());

    double f2=Math.toRadians(b.getLatitude());

    double Df=Math.toRadians(b.getLatitude()-a.getLatitude());

    double Dl=Math.toRadians(b.getLongitude()-a.getLongitude());

    double var=Math.sin(Df/2)*Math.sin(Df/2)+Math.cos(f1)*Math.cos(f2)*Math.sin(Dl/2)*Math.sin(Dl/2);

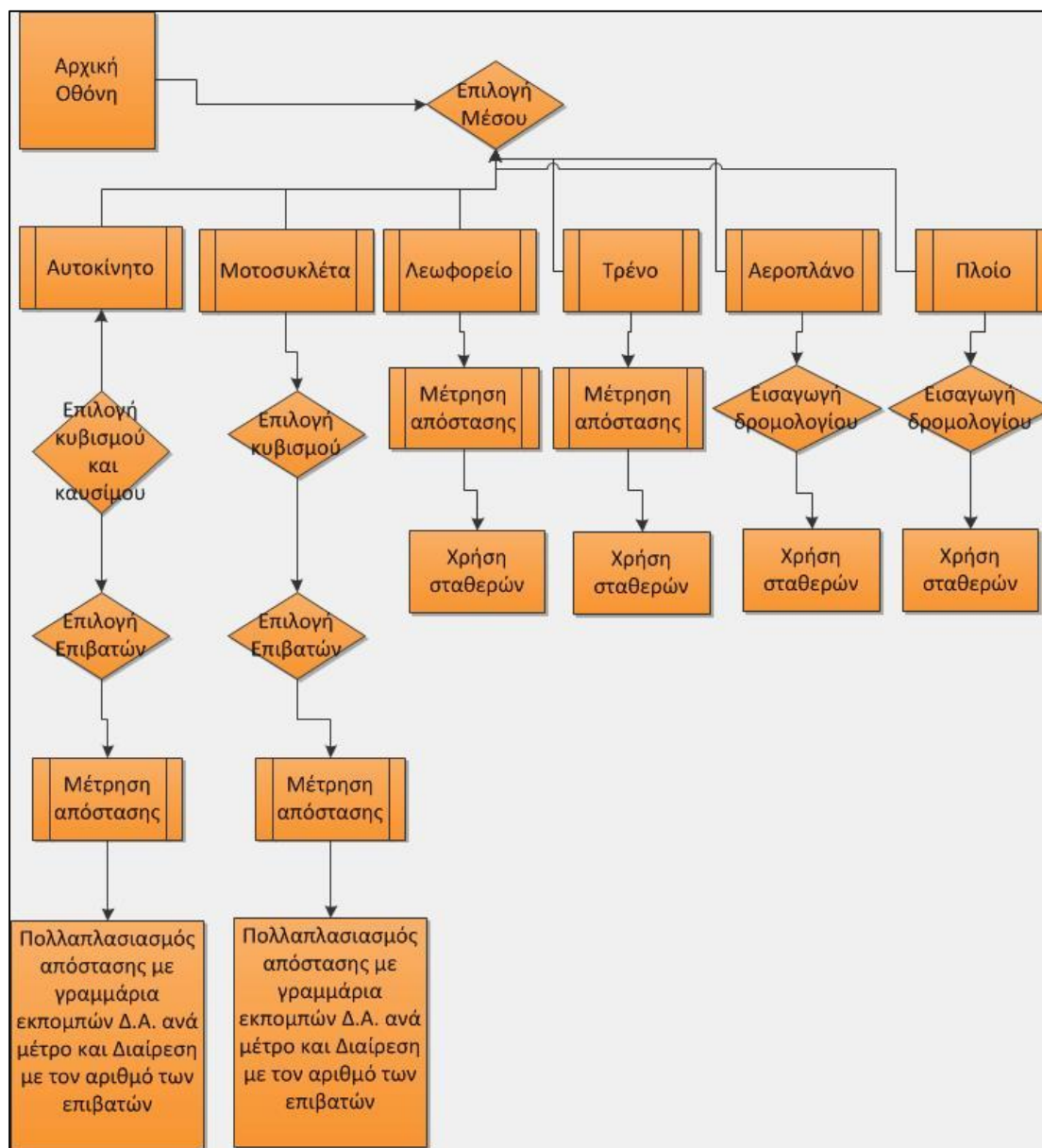
    double c=2*Math.atan2(Math.sqrt(var),Math.sqrt(1-var));

    return d=R*c;
}
```

## 2.3 Αλγόριθμος μέτρησης εκπομπών

Ο αλγόριθμος μέτρησης εκπομπών είναι η «καρδιά» του λογισμικού. Σε αυτόν τον αλγόριθμο όλα τα δεδομένα μετατρέπονται στην εκτίμηση του ρύπου Δ.Α.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται χρησιμοποιεί την εξής σημαντική παραδοχή: Το όχημα ανεξάρτητα από όλους τους παράγοντες που ισχύουν στην πραγματικότητα (π.χ. οδηγικό στυλ, βάρος), έχει σταθερή εκπομπή αερίων.



Στο παραπάνω σχήμα αναλύεται επακριβώς ο αλγόριθμος μέτρησης των εκπομπών. Παρατηρώντας τον αλγόριθμο γίνεται εμφανής ότι η ανάλυση γίνεται σε Γεωγραφικό επίπεδο, διότι ο σημαντικότερος παράγοντας είναι η μέτρηση της απόστασης που διανύεται σε κάθε δρομολόγιο.

Πιο συγκεκριμένα μετά την επιλογή μέσου :

- i. Αυτοκίνητο : Εκκινείται η μέτρηση με GPS. Μετρίεται η απόσταση η οποία διανύεται. Κατόπιν πολλαπλασιάζεται η τιμή εκπομπών Δ.Α. που διάλεξε ο χρήστης βάσει του οχήματος του και διαιρείται με τον αριθμό των επιβατών που ορίστηκε.
- ii. Μοτοσυκλέτα : Ακολουθείται η ίδια διαδικασία
- iii. Λεωφορείο: Εκκινείται η μέτρηση με GPS. Μετρίεται η απόσταση η οποία διανύεται. Κατόπιν πολλαπλασιάζεται η τιμή εκπομπών Δ.Α. με τιμές που έχουν εισαχθεί στην εφαρμογή.
- iv. Τρένο: Εκκινείται η μέτρηση με GPS. Μετρίεται η απόσταση η οποία διανύεται. Κατόπιν πολλαπλασιάζεται η τιμή εκπομπών Δ.Α. με τιμές που έχουν εισαχθεί στην εφαρμογή.
- v. Πλοίο: Από την επιλογή του δρομολογίου του χρήστη εξάγεται από την βάση δεδομένων η απόσταση και πολλαπλασιάζεται με την κατανάλωση ανά μίλι που έχει εισαχθεί στην εφαρμογή.
- vi. Αεροπλάνο: Από την επιλογή του δρομολογίου του χρήστη εξάγεται από την βάση δεδομένων η απόσταση και πολλαπλασιάζεται με την κατανάλωση ανά μίλι που έχει εισαχθεί στην εφαρμογή.

## 2.4 Κώδικας

Παρακάτω παρατίθενται τμήματα του κώδικα.

Το σύστημα android για να δημιουργήσει το γραφικό περιβάλλον χρησιμοποιεί αρχεία τύπου .xml .

Το πρώτο που πρέπει να πραγματοποιηθεί σε ένα αρχείο .xml είναι να δημιουργηθεί η περιοχή εμφάνισης. Η περιοχή εμφάνισης κρίνεται ίσως ως το σημαντικότερο κομμάτι της απεικόνισης. Τα android smartphones έχουν πολλές διαφορετικές διαστάσεις οθόνης με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο για τον προγραμματιστή να δημιουργήσει μια εμφάνιση που να απεικονίζεται σωστά σε όλες τις συσκευές.

Οι εμφανίσεις μπορούν να είναι στοιχεία μέσα σε στοιχεία. Δηλαδή μια γραμμική εμφάνιση μπορεί να είναι περιεχόμενο μιας εμφάνισης δυναμικής μετακίνησης όπως φαίνεται στο παρακάτω κομμάτι κώδικα.

```
<ScrollView xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:ads="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:background="@color/Custom"
    android:gravity="center"
    tools:context=".MainActivity">
```

```
<LinearLayout
```

```
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_gravity="center"
    android:background="@drawable/co2"
    android:baselineAligned="false"
    android:orientation="vertical"
    android:paddingBottom="@dimen/activity_vertical_margin"
    android:paddingLeft="@dimen/activity_horizontal_margin"
```

Το κάθε στοιχείο όπως κουμπιά, εικόνες, Ψηφιακό ρολόι κ.α. προστίθεται με τον αντίστοιχο κώδικα στο αρχείο .xml και μετά παίρνει την δική του ιδιότητα στις κλάσεις τις java. Παρακάτω φαίνεται το αρχείο .xml για την κλάση main

```
<DigitalClock
    android:id="@+id/digitalClock1"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginRight="19dp"
    android:text="@string/clockName" />

<ImageView
    android:id="@+id/imageView1"
    android:layout_width="match_parent"
```

```
android:layout_height="120dp"
android:layout_marginBottom="100dp"
android:contentDescription="@string/ImageDescription"
android:src="@drawable/ic_launcher" />
```

```
<TextView
```

```
    android:id="@+id/distanceView"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"

    android:text="" />
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/btn_start"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginBottom="16dp"
    android:text="@string/btn_start" />
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/btn_stop"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginBottom="17dp"
    android:text="@string/btn_stop" />
```

```
<Button
```

```
    android:id="@+id/btn_history"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="@string/btn_history" />
```

```
</LinearLayout>
```

```
</ScrollView>
```

Η κλάση main της εφαρμογής είναι η πιο ουσιώδης κλάση στον κώδικα: σε αυτήν γίνεται η υποδοχή του χρήστη αλλά και όλοι οι υπολογισμοί.

```
package com.fi; //Το πακέτο το οποίο περιέχει όλα τα λειτουργικά στοιχεία του προγράμματος

//Όλες οι βιβλιοθήκες που χρειάζονται για την συγκεκριμένη δραστηριότητα
import android.app.Activity;
import android.app.AlertDialog;
import android.content.Context;
import android.content.DialogInterface;
import android.content.Intent;
import android.os.AsyncTask;
import android.os.Bundle;
import android.util.Log;
import android.view.Menu;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.TextView;
import android.content.Context;
import android.graphics.Color;

//Η δήλωση της δραστηριότητας
public class MainActivity extends Activity {
    //Η δήλωση των μεταβλητών
    private Button mStartButton;
    private Button mStopButton;
    private TextView distanceView;
    private Context cont;
    private boolean done;
    private Bundle ThreadInfo;
    private CO2assessment calculate;
    private GPSTracker test;
    double d=0;
```

```
public boolean isDone() {  
    return done;  
}
```

```
public void setDone(boolean done) {  
    this.done = done;  
}
```

//Η δήλωση του κύκλου ζωής της διαδικασίας στην έναρξη της

@Override

```
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
```

```
    super.onCreate(savedInstanceState);
```

```
    setContentView(R.layout.activity_main);
```

```
    cont=this;
```

```
    //Η αρχικοποίηση των μεταβλητών
```

```
    ThreadInfo = getIntent().getExtras();
```

```
    distanceView=(TextView)findViewById(R.id.distanceView);
```

```
    distanceView.setTextColor(Color.RED);
```

```
    test=new GPSTracker(this);
```

```
    distanceView.setText("X:"+Double.toString(test.getLatitude())+"Y:"+Double.toString(test.getLongitude())+"Distance:"+Double.toString(d));
```

```
    mStartButton = (Button) findViewById(R.id.btn_start);
```

```
    mStartButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
```

```
        @Override
```

```
        public void onClick(View v) {
```

```
            // TODO Auto-generated method stub
```

```
            Intent i = new Intent(MainActivity.this, Vehicles.class);
```

```
            startActivity(i);
```

```
    }  
});
```

```
mStopButton=(Button) findViewById(R.id.btn_stop);
```

```
mStopButton.setEnabled(false);
```

```
mStopButton.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
```

//Η ιδιότητα του αντικειμένου δίνεται εδώ. Το κουμπί stop απο μια απλή εμφάνιση  
τώρα μπορεί να εκτελέσει λειτουργία.

```
@Override
```

```
public void onClick(View v) {
```

```
    // TODO Auto-generated method stub
```

```
    MainActivity.this.mStartButton.setEnabled(true);
```

```
    calculate.stopAsyncThread(true);
```

```
    MainActivity.this.mStopButton.setEnabled(false);
```

```
}
```

```
});
```

//Εδώ γίνονται οι διεργασίες που αφαιρούν από τον χρήστη την δυνατότητα να  
πατήσει το κουμπί που ξεκινάει την διαδικασία μέχρι να σταματήσει την προηγούμενη

```
if (ThreadInfo != null) {
```

```
    String value = ThreadInfo.getString("CalculationData");
```

```
    if (value != null)
```

```
    {
```

```
        this.showDialog("DEBUG",value);
```

```
        this.mStartButton.setEnabled(false);
```

```
        this.mStopButton.setEnabled(true);
```

```
        calculate=new CO2assesment();
```

```
        String[] values=value.split(";");
```

```
        calculate.execute(values);
```

```
    }
```

```
}
```

```
}
```

```
private class CO2assessment extends AsyncTask<String,Double,String> {
```

```
    //Η διεργασία στην οποία γίνεται η μέτρηση των εκπομπών
```

```
    private int type;//0 car,1 motor,2 bus,3 train
```

```
    private int passengers;
```

```
    private double distance;
```

```
    private float car_Co2_production;
```

```
    private float motor_Co2_production;
```

```
    private float bus_CO2;
```

```
    private float train_CO2;
```

```
    private boolean done=false;
```

```
    private final Context mContext=cont;
```

```
public int getType()
```

```
{
```

```
    return CO2assessment.this.type;
```

```
}
```

```
public void stopAsyncThread(boolean bool)
```

```
{
```

```
    this.done=bool;
```

```
}
```

```
public void setType(int t)
```

```
{
```

```
    CO2assessment.this.type=t;
```

```
}
```

```
public int getPassengers() {
```

```
    return passengers;
```

```
}
```

```
public void setPassengers(int passengers) {  
    this.passengers = passengers;  
}
```

```
public double getDistance() {  
    return distance;  
}
```

```
public void setDistance(double distance) {  
    this.distance = distance;  
}
```

```
public float getCar_Co2_production() {  
    return car_Co2_production;  
}
```

```
public void setCar_Co2_production(float car_Co2_production) {  
    this.car_Co2_production = car_Co2_production;  
}
```

```
public float getMotor_Co2_production() {  
    return motor_Co2_production;  
}
```

```
public void setMotor_Co2_production(float motor_Co2_production) {  
    this.motor_Co2_production = motor_Co2_production;  
}
```

```
}
```

```
public float getBus_CO2() {  
    return bus_CO2;  
}
```

```
public void setBus_CO2(float bus_CO2) {  
    this.bus_CO2 = bus_CO2;  
}
```

```
public float getTrain_CO2() {  
    return train_CO2;  
}
```

```
public void setTrain_CO2(float train_CO2) {  
    this.train_CO2 = train_CO2;  
}
```

```
public Context getmContext() {  
    return mContext;  
}
```

```
@Override
```

```
protected void onProgressUpdate(Double... values) {  
    MainActivity.this.distanceView.setText("");  
    MainActivity.this.distanceView.setText("Distance:"+values[0].toString()+"  
Point X:"+values[1]+" Point Y:"+values[2]);  
}
```

```
@Override
```

```

protected String doInBackground(String... params) {
    CO2assesment.this.setType(Integer.parseInt(params[0]));
    CO2assesment.this.setPassengers(Integer.parseInt(params[1]));
    switch(CO2assesment.this.getType())
    {
        case 0:
            CO2assesment.this.setCar_Co2_production(Float.parseFloat(params[2]));
            break;
        case 1:
            CO2assesment.this.setMotor_Co2_production(Float.parseFloat(params[2]));
            break;
        case 2:
            CO2assesment.this.setBus_CO2(Float.parseFloat(params[2]));
            break;
        case 3:
            CO2assesment.this.setTrain_CO2(Float.parseFloat(params[2]));
            break;
        default:
            break;
    }
}

```

```

double[] data=new double[3];
    data[0]=distance;
    data[1]=MainActivity.this.test.getLatitude();
    data[2]=MainActivity.this.test.getLongitude();
    this.publishProgress(data[0],data[1],data[2]);
int firstrun=0;
    Point start,current,previous=null;
    this.distance=0;
    switch( CO2assesment.this.getType())
    {
        case 0:
            while(!done)
            {

```

```

        if (firstrun == 0)
        {
            start=new
Point(MainActivity.this.test.getLatitude(),MainActivity.this.test.getLongitude());
            previous=start;
        }
        else {

            current=new
Point(MainActivity.this.test.getLatitude(),MainActivity.this.test.getLongitude());

            //Εδώ παραλαμβάνονται οι συντεταγμένες με σκοπό να
χρησιμοποιηθούν στον τύπο haversine

this.setDistance(this.getDistance()+MainActivity.this.calculateDistance(previous,current));

            previous=current;
        }

        firstrun++;
        try {

            Thread.sleep(8000);

        } catch (Exception e)
        {
            Log.d("Thread Stop:",e.toString());
        }

    }
    break;
    case 1:

```

```

        while(!done)
        {
            if (firstrun == 0)
            {
                start=new
Point(MainActivity.this.test.getLatitude(),MainActivity.this.test.getLongitude());
                previous=start;
            }
            else {

                current=new
Point(MainActivity.this.test.getLatitude(),MainActivity.this.test.getLongitude());

                previous=current
            }
            firstrun++;
            try {
                Thread.sleep(900000);

            } catch (Exception e)
            {
                Log.d("Thread Stop:",e.toString());
            }

        }

        break;
        case 2:

        break;
        case 3:
        break;
        default:
        break;
    }

    return Double.toString(this.getDistance());

```

```

    }

    @Override
    protected void onPostExecute(String result) {
        MainActivity.this.showDialog("Distance Measurement","Distance:"+d+"meters");
    }
}

@Override
public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
    // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is present.
    getMenuInflater().inflate(R.menu.main, menu);
    return true;
}

@Override
public void onResume() {
    super.onResume();

}

public void showDialog(String title,String message)
{
    AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder(MainActivity.this);
    builder.setCancelable(true);
    builder.setTitle(title);
    builder.setMessage(message);
    builder.setInverseBackgroundForced(true);
    builder.setPositiveButton("OK",
        new DialogInterface.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(DialogInterface dialog,
                int which) {

```

```

        }
    });
    AlertDialog alert = builder.create();
    alert.show();
}

//Ο αλγόριθμος Haversine
public double calculateDistance(Point a,Point b)
{
    double R=6371000; //km

    double f1=Math.toRadians(a.getLatitude());

    double f2=Math.toRadians(b.getLatitude());

    double Df=Math.toRadians(b.getLatitude()-a.getLatitude());

    double Dl=Math.toRadians(b.getLongitude()-a.getLongitude());

    double
var=Math.sin(Df/2)*Math.sin(Df/2)+Math.cos(f1)*Math.cos(f2)*Math.sin(Dl/2)*Math.sin(Dl/2)
;

    double c=2*Math.atan2(Math.sqrt(var),Math.sqrt(1-var));

    return d=R*c;
}

}

```

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Αποτελέσματα

### 3.1 Σενάρια μετρήσεων

Οι μετρήσεις όπως παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Μέτρηση με GPS (Αυτοκίνητο, Μотоσυκλέτα, Τρένο, Λεωφορείο)
- Μέτρηση με αποστάσεις λιμανιών (Πλοίο)
- Μέτρηση με πτητικές αποστάσεις (Αεροπλάνο)

Πραγματοποιήθηκε ένα σενάριο για κάθε κατηγορία μέτρησης.

Ο σκοπός των μετρήσεων είναι η αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων με θεωρητικές τιμές και τιμές από άλλες εφαρμογές ώστε να διαπιστωθεί η ορθότητα των εκτιμήσεων.

#### Σενάριο μέτρησης με αυτοκίνητο

Το σενάριο μέτρησης πραγματοποιήθηκε δύο φορές χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικές συσκευές smartphone. Ο σκοπός της επανάληψης ήταν να διαπιστωθεί η ακρίβεια της μέτρησης. Το κάθε smartphone διαχειρίζεται τις υπηρεσίες τοποθεσίας ανάλογα με το υλικό (hardware) του. Τα διαφορετικά υλικά οδηγούν σε διαφορετικές μετρήσεις απόστασης (λόγω ακρίβειας) είτε σε μη σωστή ανανέωση των αποτελεσμάτων (λόγω της χαμηλής επεξεργαστικής δυνατότητας).



Χάρτης Πρώτου Σεναρίου Μέτρησης

Η διαδρομή που ακολουθήθηκε ήταν ακριβώς η ίδια και στις δύο μετρήσεις. Η απόσταση της διαδρομής μετρήθηκε με το λογισμικό ArcGIS και βρέθηκε να είναι 58.274 μέτρα.

Αφετηρία από την συμβολή των οδών Φραντζή και Ηλιού στον Νέο Κόσμο (Κεντρικός Τομέας Αθηνών), αριστερή στροφή στην Λεωφόρο Καλλιρόης, αριστερή στροφή και είσοδο στην Λεωφόρο Συγγρού, είσοδος στην Λεωφόρο Ποσειδώνος και συνέχεια στην Λεωφόρου Κηφισού, έξοδος στην Λεωφόρο Αθηνών και συνέχεια μέχρι τα διόδια της Νέας Περάμου, επιστροφή μέσω της Λεωφόρου Αθηνών, είσοδος στην Λεωφόρο Κηφισού με κατεύθυνση προς Πειραιά και τερματισμός στην Πάροδο της Λεωφόρου Κηφισού 96 στο Αιγάλεω.

Οι μετρήσεις αφορούν τις μετακινήσεις με αυτοκίνητο μάρκας Peugeot μοντέλο 107 1000κ.ε. και δύο επιβάτες.

#### Μέτρηση πρώτη στο πρώτο σενάριο.

Στην πρώτη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε smartphone της εταιρείας doogee μοντέλο dg450.

Στην πρώτη μέτρηση η απόσταση που καταγράφηκε ήταν 60.508 μέτρα και η κατά κεφαλήν εκπομπή Δ.Α., 2.995,178 γραμμάρια.

Η διαφορά της μέτρησης απόστασης μεταξύ του λογισμικού ArcGIS και της συσκευής είναι 2.234 μέτρα.

#### Μέτρηση δεύτερη στο δεύτερο σενάριο.

Στην δεύτερη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε smartphone της εταιρείας Samsung.

Στην δεύτερη μέτρηση η απόσταση που καταγράφηκε ήταν 61.946 μέτρα και η κατά κεφαλήν εκπομπή Δ.Α. 3.066,369 γραμμάρια.

Η διαφορά της μέτρησης απόστασης μεταξύ του λογισμικού ArcGIS και της συσκευής είναι 3.672 μέτρα.

### **Σενάριο μέτρησης με Πλοίο**

Το σενάριο μέτρησης αφορά το δρομολόγιο Πειραιάς-Πάρος-Νάξος-Σαντορίνη.

Η απόσταση του δρομολογίου είναι 161 ναυτικά μίλια. Η απόσταση που είναι ορισμένη στην εφαρμογή είναι 130 ναυτικά μίλια. Η διαφορά αυτή οφείλεται στα διαφορετικά λιμάνια που

σταματάει το καράβι στο δρομολόγιο του ενώ η εφαρμογή χρησιμοποιεί την απευθείας απόσταση Πειραιάς – Σαντορίνη.

Το αποτέλεσμα εκπομπών Δ.Α. βρέθηκε 166707,6 γραμμάρια ανά επιβάτη.

### **Σενάριο μέτρησης με Αεροπλάνο**

Το σενάριο μέτρησης αφορά το δρομολόγιο Αθήνα – Σαντορίνη

Η πτητική απόσταση του δρομολογίου είναι 218 μίλια.

Το αποτέλεσμα εκπομπών Δ.Α. βρέθηκε 33.241 γραμμάρια ανά επιβάτη.

### **3.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων με άλλα στοιχεία**

Σε αυτήν την παράγραφο αντιπαρατίθενται τα στοιχεία που έδωσε η εφαρμογή Φειδιππίδης σε σχέση με άλλα στοιχεία.

Οι τιμές που επιλέχθηκαν να αντιπαρατεθούν βρέθηκαν σε διαδικτυακούς υπολογιστές εκπομπών Δ.Α. .

Το Carbon Footprint χρησιμοποιεί στοιχεία από :

- Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) - UK
- World Resource Institute (WRI) Greenhouse Gas (GHG) Protocol
- Vehicle Certification Agency (VCA) - UK
- US Environmental Protection Agency (EPA) - USA
- US Department of Energy (DOE) - USA
- Green House Office - Australia
- Standards Association (CSA) GHG Registries – Canada

Το Sun earth tools χρησιμοποιεί στοιχεία που έχει αναπτύξει η ομάδα εργασίας του.

Ο παρακάτω πίνακας αφορά το σενάριο μετρήσεων για αυτοκίνητο.

| Χιλιόμετρα | Φειδιππίδης              | Carbon footprint      | Sun earth tools      |
|------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| 58         | 5.990,356 γραμμάρια Δ.Α. | 10.000 γραμμάρια Δ.Α. | 5.740 γραμμάρια Δ.Α. |

Παρατηρούμε ότι η εφαρμογή έχει απόκλιση περίπου τεσσάρων κιλών από αυτή του μετρητή Carbon Footprint. Για να γίνει περαιτέρω αξιολόγηση εισήχθησαν τιμές αναφοράς (του κατασκευαστή οχήματος) στον μετρητή Carbon Footprint και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα εκ νέου. Προκύπτει ότι γίνεται κάποια στρογγυλοποίηση στον εν λόγω υπολογισμό διότι αλλιώς τα αποτελέσματα δεν φαίνονται να έχουν νόημα. Η απόκλιση της εφαρμογής με τον μετρητή Sun Earth Tools είναι περίπου διακόσια σαράντα γραμμάρια. Ο μετρητής χρησιμοποιεί τον δικό του αλγόριθμο μέτρησης εκπομπών ενώ η εφαρμογή χρησιμοποιεί απευθείας τις τιμές που δίνουν οι κατασκευαστές. Το Sun Earth Tools δέχεται μόνο ακέραιους αριθμούς για τα χιλιόμετρα ενώ η τιμή που μετρήθηκε με την εφαρμογή ήταν δεκαδικός.

Ο παρακάτω πίνακας αφορά το σενάριο μετρήσεων για αεροπλάνο.

| Μίλια | Φειδιππίδης           | Carbon footprint      | Sun earth tools           |
|-------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| 218   | 33.241 γραμμάρια Δ.Α. | 20.000 γραμμάρια Δ.Α. | Δεν υποστηρίζει αεροπλάνα |

Παρατηρούμε ότι η μέτρηση έχει μια απόκλιση της τάξης των 13.000 γραμμαρίων. Δεν γνωρίζουμε τι τύπο αεροσκάφους χρησιμοποιεί το Carbon Footprint άρα η σύγκριση δεν μπορεί να είναι αξιόπιστη.

Δεν ήταν εφικτό να βρεθούν μετρήσεις για να γίνει σύγκριση με το σενάριο για πλοίο.

## Κεφάλαιο 4

### Συμπεράσματα – Προτάσεις

Η μέτρηση εκπομπών αερίων κατά τη μεταφορά με τη χρήση smartphone αποδεικνύεται να είναι μια πολύ καλή πρακτική. Η εφαρμογή η οποία προέκυψε μέσα από την παρουσία εργασίας «Φειδιππίδης» δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα ενημέρωσης για το εκάστοτε καλύτερο δυνατό δρομολόγιο με τρόπο απλό, που δεν απαιτεί εξειδικευμένη γνώση εκ μέρους του. Έτσι, το βασικό πλεονέκτημα που προκύπτει έγκειται στην απλότητα της χρήσης της εφαρμογής για μια δύσκολη και σύνθετη, στην πραγματικότητα, διαδικασία. Η εφαρμογή είναι η πρώτη του είδους στην χώρα μας και με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά η πρώτη παγκοσμίως σύμφωνα με την έρευνα μέχρι την ώρα που γράφεται το παρόν κείμενο. Είναι εξολοκλήρου φτιαγμένη με χρήση κώδικα χαμηλού επιπέδου(low level). Δεν έχουν χρησιμοποιηθεί API έτοιμα σε κανένα σημείο. Οι βάσεις δεδομένων είναι τύπου proprietary database οι οποίες είναι εισηγμένες στον κώδικα.

Για τον τελικό χρήστη, που αξιοποιεί τα αποτελέσματα της εφαρμογής, η μείωση των βλαβερών εκπομπών έχει δυο διαφορετικά οφέλη. Το πρώτο είναι η αύξηση της περιβαλλοντικής του συνείδησης και το δεύτερο έχει οικονομικό χαρακτήρα: τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, καθώς μικρότερες εκπομπές συνεπάγονται και μικρότερη κατανάλωση καυσίμου. Η αντιπαραβολή με άλλα δεδομένα μας έδειξε ότι η ακρίβεια της μέτρησης με βάση την εφαρμογή «Φειδιππίδης» είναι αρκετά μεγάλη και αξιόπιστη. Ασφαλώς, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλα δεδομένα. Ωστόσο, στην παρούσα εφαρμογή ισχύει η παραδοχή ότι δε μετρώνται το βάρος του οχήματος, η πίεση των ελαστικών και η κατάσταση του οχήματος.

Η επιλογή να μετρηθούν με GPS οι αποστάσεις που διανύουν τα οχήματα (Αυτοκίνητο, Μοτοσυκλέτα, Λεωφορείο, Τρένο) αποδεικνύεται η βέλτιστη, καθότι ο μετασχηματισμός haversine, σε συνδυασμό με τις υπηρεσίες τοποθεσίας, δίνουν ιδιαίτερα ακριβή στοιχεία της μετατόπισης, όπως φαίνεται και στα σενάρια μετρήσεων.

Η επιλογή της χρήσης πινάκων απόστασης για τα αεροδρόμια και τα λιμάνια αποδείχθηκε, κατά την διάρκεια υλοποίησης, η πιο αξιόπιστη πηγή μέτρησης, με αποτέλεσμα την ορθή εκτίμηση της απόστασης.

Ο στόχος της εργασίας ήταν η δημιουργία της εφαρμογής. Η εφαρμογή δημιουργήθηκε με κύριο κριτήριο την επεκτασιμότητα της. Ακόμα και ένας χρήστης που δεν έχει γνώσεις προγραμματισμού μπορεί να την επεκτείνει.

Ωστόσο, τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ίσως δεν είναι τα βέλτιστα. Στο σημείο αυτό βρίσκεται ένα πολύ σημαντικό κομμάτι που μένει ως παρακαταθήκη αυτής της εργασίας: η βελτίωση των δεδομένων, με την προσθήκη όλων των οχημάτων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές.

Η εφαρμογή μετράει μέση ταχύτητα αλλά αυτήν τη στιγμή δεν την αξιοποιεί. Μέσω της μέσης ταχύτητας μπορούν να εξαχθούν συμπεριφοριστικά μοντέλα οδήγησης που να επιδρούν στη μέτρηση των ρύπων.

Η προσθήκη κώδικα που θα επιτρέπει σε χρήστες να συγκρίνουν τα δρομολόγια τους με αυτά άλλων χρηστών.

Η δημιουργία πλατφόρμας που θα παρουσιάζει και θα συγκρίνει σε πραγματικό χρόνο με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών τα δρομολόγια των χρηστών και θα μπορεί να εξάγει συμπεράσματα για την εκπομπή αερίων από μεταφορές στον ελλαδικό χώρο εν γένει.

## Βιβλιογραφία

### Έντυπη (ξενόγλωσση και ελληνόγλωσση)

1. Archer David (2007), *Global Warming, Understanding the forecast*, Blackwell, Oxford 2007.
2. EEA technical Reports, *Air Quality in Europe - 2011 Report*, Luxembourg No 12/2011.
3. European Union (2011), *White Paper on transport, Roadmap to a single European transport area - towards a competitive and Resource efficient transport system*.
4. Hickman A. J. (1999), *Methodology for calculating transport emissions and energy consumption project Report SE/491/98*, Transport Research Laboratory.
5. IPCC (2007), *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
6. Kitzes J. A., Galli, Reed A., Rizk S., Ewing B., Wackernagel M. (2010), *Guidebook to the National Footprint Accounts*, Global Footprint Network, Oakland.
7. Maslin Mark (2004), *Global Warming. A very short introduction*, Oxford University Press, Oxford.
8. NOAA Earth System Research Laboratory (2012), The NOAA annual Greenhouse gas index (AGGI), *R/GMD*, 325 Broadway
9. Pandey Divya - Agrawal Madhoolika - Pandey Jai Shanker, “Carbon footprint: current methods of estimation”, *Inviron Monit Assess* (2011), 178: 135-160.
10. Robusto C.C., “The Cosine – Haversine Formula”, *The American Mathematical Monthly* (Jan.1957), 64 : 38-40.
11. Wackernagel, M. & Rees, W. E. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the earth*, Gabriola Island: New Society Publishers.
12. WWF-GFN-ZSL-ESA (2012), *Living Planet Report 2012 - Biodiversity, biocapacity and better choices*.
13. Δήμου Αθανάσιος (2013), *Δημιουργία μοντέλου εκτίμησης του ενεργειακού αποτυπώματος μετακίνησης οχημάτων με την αξιοποίηση της Γεωπληροφορικής. Η*

περίπτωση του δήμου Νίκαιας – Αγ.Ι.Ρέντη Αττικής, Διπλωματική εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Αθήνα.

14. Κορκόκιος Νικόλαος (2010), *Εκπομπές CO2 από τα επιβατικά αυτοκίνητα στην Ελλάδα κατά τα έτη 2008-2009 και έλεγχος της επιρροής σε αυτές των μέτρων του τέλους ταξινόμησης και της απόσυρσης*, πτυχιακή εργασία, 169, Χαροκόπειο πανεπιστήμιο, τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Αθήνα.
15. Περτέση Αργυρώ (2006), *Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα επιβατικά αυτοκίνητα στην Ελλάδα*, Πτυχιακή Εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Αθήνα.

### Ηλεκτρονική

URL 1 = Κατανοώντας τα αέρια του θερμοκηπίου, [http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases\\_el.pdf](http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_el.pdf), ημερ. πρόσβ. 14/06/2014.

URL 2 = «Μηχανισμός παρακολούθησης των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο θερμοκηπίου» στο *Europa, σύνοψη της νομοθεσίας της Ε.Ε.*, [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/tackling\\_climate\\_change/128044\\_el.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/128044_el.htm), ημερ. πρόσβ. 20/06/2014.

URL 3 = «Στρατηγική σχετικά με την αλλαγή του κλίματος: βάσεις της στρατηγικής» στο *Europa, σύνοψη της νομοθεσίας της Ε.Ε.*, [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/tackling\\_climate\\_change/128157\\_el.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/128157_el.htm), ημερ. πρόσβ. 20/06/2014.

URL 4 = «Λευκή Βίβλος: η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών έως το έτος 2010» στο *Europa, σύνοψη της νομοθεσίας της Ε.Ε.*, [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/tackling\\_climate\\_change/124007\\_el.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/124007_el.htm), ημερ. πρόσβ. 20/06/2014.

URL 5 = «Τι είναι το οικολογικό αποτύπωμα» στο *Δίκτυο Μεσόγειος S.O.S.*, <http://medsos.gr/medsos/2008-08-12-07-20-53/2009-06-17-14-45-56/2009-06-17-14-48-33/750-2009-12-16-11-51-50.html>), ημερ. πρόσβ. 12/06/2014.

URL 6 = «Android, operating system», [http://en.wikipedia.org/wiki/Android\\_\(operating\\_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)), ημερ. πρόσβ. 10/6/2014.

URL 7 = «Εισαγωγή στην ανάπτυξη android εφαρμογών» στο *Digital Academy*, <http://www.dga.gr/web/publications/files/android.pdf>, ημερ. πρόσβ. 20/05/2014.

URL 8 = *Dashboards*, [https://developer.android.com/about/dashboards/index.html?utm\\_source=ausdroid.net](https://developer.android.com/about/dashboards/index.html?utm_source=ausdroid.net), ημερ. πρόσβ. 10/06/ 2014.

URL 9 = Broll Gregor et al., «Tripzoom: An App to Improve your Mobility Behavior», 2012, <https://www.medien.ifi.lmu.de/pubdb/publications/pub/broll2012mumdemo/broll2012mumdemo.pdf>, ημερ. πρόσβ. 18/06/2014.

URL 10 = Manzoni V., Maniloff D., Kloeckl K. and Ratti C., «Transportation mode identification and real-time CO2 emission estimation using smartphones. How CO2GO works (Technical Report)», <http://senseable.mit.edu/co2go/images/co2go-technical-report.pdf>, ημερ. πρόσβ. 24/06/2014.

URL 11 = CarbonDiem, <http://www.carbondiem.com/carbondiem.xhtml>, ημερ. πρόσβ. 24/06/2014.

URL 12 = *CO<sub>2</sub> Green Drive. Art, Climate, Technology*, <http://co2greendrive.com/what-is-co2-green-drive/>, ημερ. πρόσβ. 24/06/2014.

URL 13 = *NS en Milieu Centraal lanceren CO2-vergelijker*, <http://www.ns.nl/over-nieuwscentrum/nieuwsberichten/2012/6/ns-en-milieu-centraal-lanceren-co2-vergelijker.html>, ημερ. πρόσβ. 25/06/2014.

URL 14 = Υπολογιστής εκπομπών CO<sub>2</sub>, <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=25213&locale=el>, ημερ.πρόσβ. 22/06/2014.

URL 15 = *Flight distance calculator*, <http://www.travelmath.com/flying-distance/>, ημερ. πρόσβ. 24/06/2014.

URL 16 = Σύσταση της ατμόσφαιρας, <http://www.meteoclub.gr/themata/egkyklopaideia/5034-atmos-composition>, ημερ. πρόσβ. 14/06/2014.

URL 17 = <http://stackoverflow.com/>

URL 18 = *Math! How much CO2 is released by Aeroplane?*, 2007, <http://micpohling.wordpress.com/2007/05/08/math-how-much-co2-released-by-aeroplane/>, ημερ. πρόσβ. 02/09/2014.

URL 19 = <http://www.travelfootprint.org/holdingpage.php>, ημερ. πρόσβ. 22/06/2014.

URL 20 = «Calculate distance, bearing and more between Latitude/Longitude points» στο *Movable Type Scripts*, <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>, ημερ. πρόσβ. 02/09/2014.

URL 21 = *CO2 Emissions*, <http://www.sunearthtools.com/tools/CO2-emissions-calculator.php>, ημερ. πρόσβ. 02/09/2014.

URL 22 = «Η NEL κόβει τα δρομολόγια της - Ζητά χρήματα για τα δρομολόγια άγονων γραμμών από το Δημόσιο», <http://www.topontiki.gr/article/36748/>, ημερ. πρόσβ. 02/09/2014.

URL 23 = « AIRBUS A320 », <http://el.aegeanair.com/i-etaireia/o-stolos-mas/airbus-a320/>, ημερ. πρόσβ. 02/09/2014.

URL 24 = « Ο Στόλος μας », <http://el.aegeanair.com/i-etaireia/o-stolos-mas/>, ημερ. πρόσβ. 02/09/2014.