



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής

Διερεύνηση της επιρροής της οικολογικής οδήγησης στην κατανάλωση καυσίμου αξιοποιώντας δεδομένα από έξυπνα κινητά τηλέφωνα

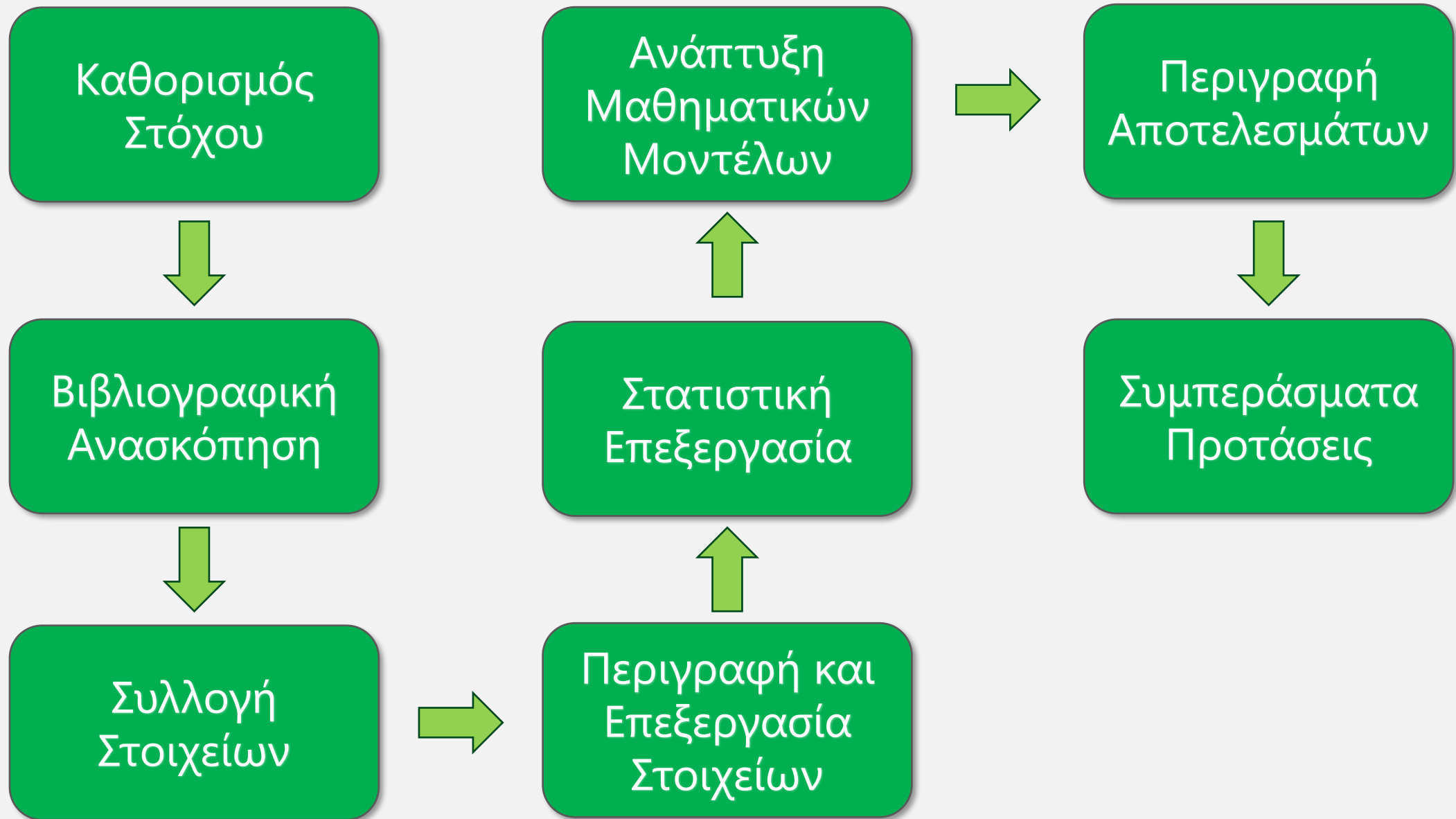
Τριανταφύλλου Αιμιλία

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2023



Βασικά Στάδια Διπλωματικής Εργασίας



Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Προσδιορισμός των κρίσιμων παραγόντων επιρροής της κατανάλωσης καυσίμου με χρήση δεδομένων από έξυπνα κινητά τηλέφωνα



Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)



Έρευνα	Είδος Μελέτης	Μεθοδολογία (Διάρκεια)	Μείωση κατανάλωσης καυσίμου
Alam και McNabola, 2014	Συνθετικό άρθρο	-	5% - 40%
Michelaraki et al., 2020	Πείραμα πεδίου; Συλλογή δεδομένων από εφαρμογή	17 οδηγοί Ι.Χ., Ελλάδα (4 μήνες)	15%
Beusen et al., 2009	Πείραμα πεδίου; 3 - τύποι ANOVA	10 οδηγοί Ι.Χ., Βέλγιο; (10 μήνες)	5,8%; (20% των οδηγών δεν παρουσίασαν καμία βελτίωση)
Mensing et al., 2014	Ανάπτυξη μοντέλου για κατανάλωση καυσίμου	Έλεγχος αλγορίθμου	26% (οικονομικό προφίλ: 6,5L/100km οικολογικό προφίλ: 6,7L/100km)
Meseguer et al., 2015	Πείραμα πεδίου; Ανατροφοδότηση από εφαρμογή	264 οδηγοί, διάφορες χώρες; (μερικούς μήνες)	15% - 20%

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)



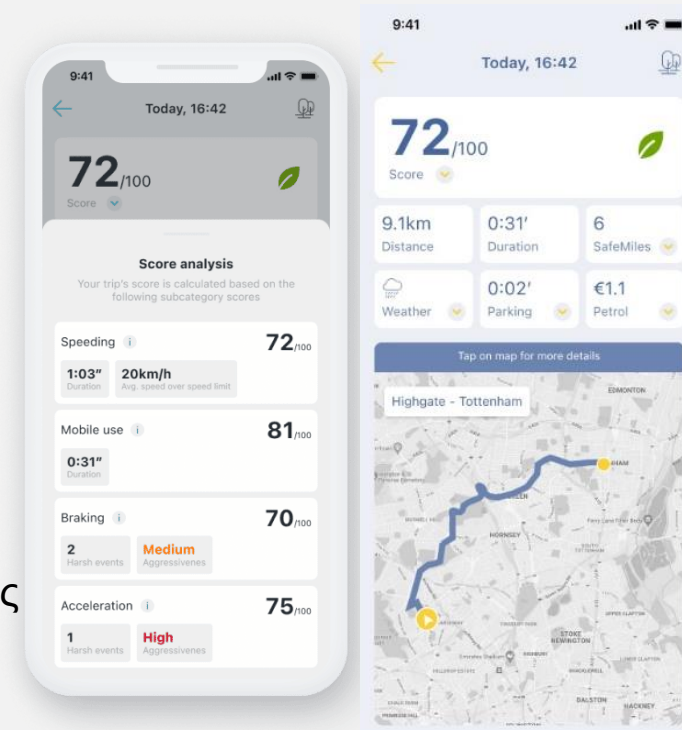
Συμπεράσματα Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

- Η οικολογική οδήγηση συμβάλλει στην **εξοικονόμηση της κατανάλωσης καυσίμου** κατά μέσο όρο **22%**
- Επίσης, συμβάλλει στη **μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα** κατά **20%**
- Η βελτίωση της συμπεριφοράς των οδηγών μπορεί να οδηγήσει σε **μείωση των οδικών ατυχημάτων** κατά **8%**
- Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι τα **πειράματα πεδίου με χρήση των δεδομένων των κινητών τηλεφώνων των οδηγών, τα πειράματα σε προσομοιωτή και σε ελεγχόμενη περιοχή**

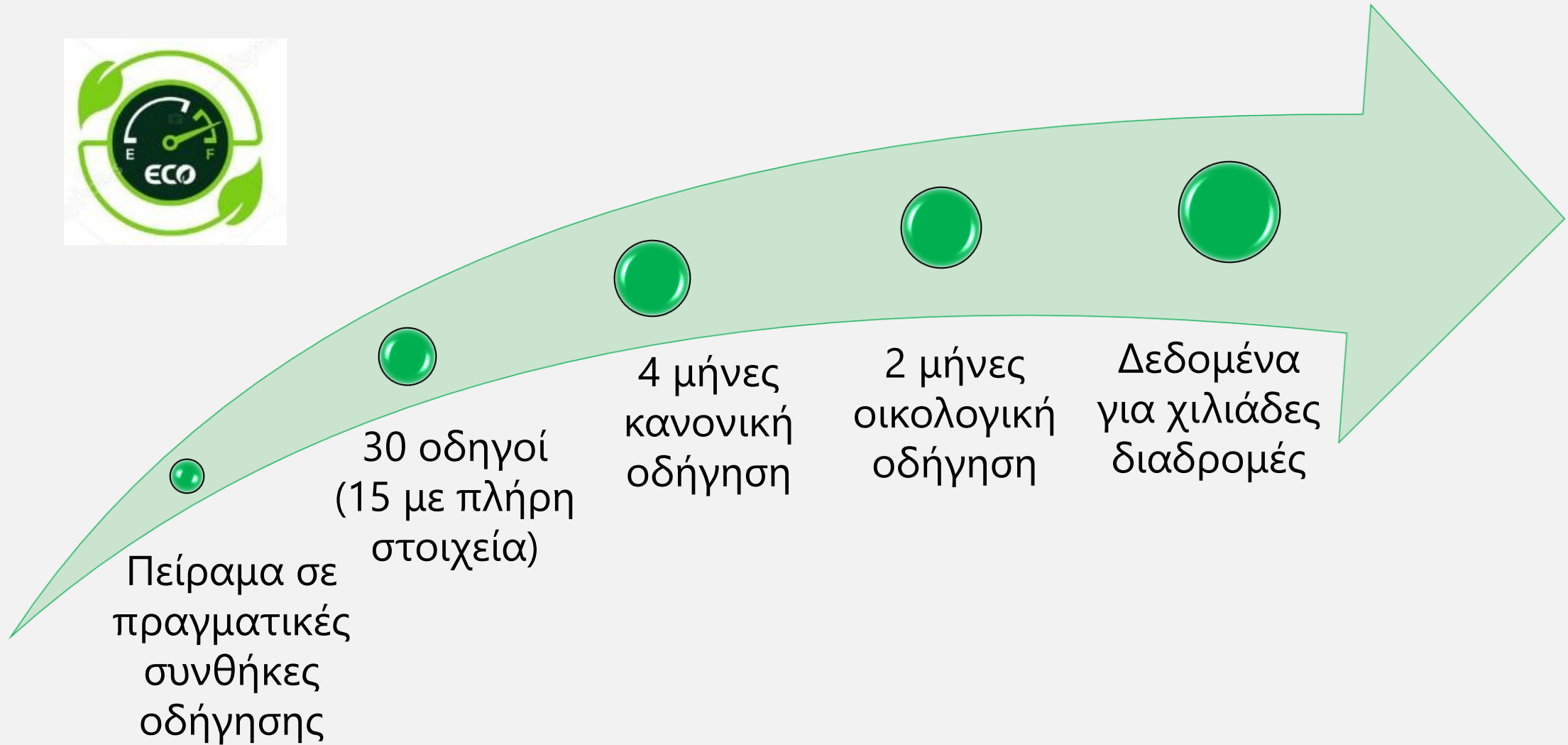
Συλλογή Στοιχείων (1/2)



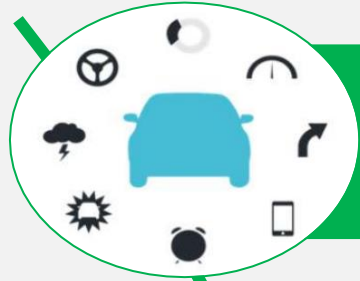
- **Εφαρμογή για smartphones** καταγράφει τη συμπεριφορά του οδηγού χρησιμοποιώντας τους **αισθητήρες της συσκευής**
- Προσωρινή **αποθήκευση** στη μνήμη του κινητού
- Μεταφορά δεδομένων στην κεντρική βάση  WiFi
3G/4G
- Αλγόριθμοι Machine Learning (ML)  **Μείωση** του όγκου των δεδομένων
 **Ανίχνευση** συμπεριφορών οδήγησης
 **Δημιουργία** δεικτών οδικής ασφάλειας
- Αξιόπιστα **αναλυτικά στοιχεία για κάθε οδηγό** διαθέσιμα στο χρήστη (feedback)



Συλλογή Στοιχείων (2/2)



Διαμόρφωση Βάσης Δεδομένων



Κεντρική βάση δεδομένων OSeven

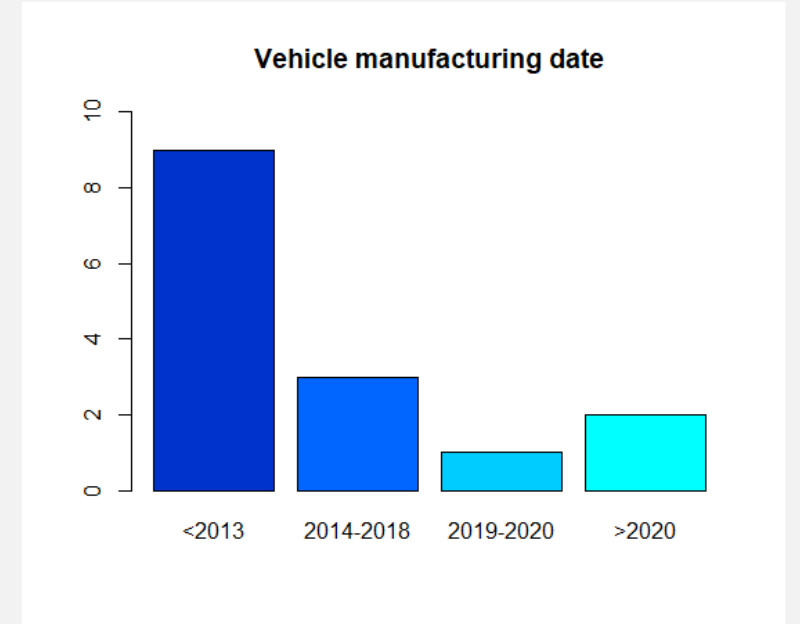
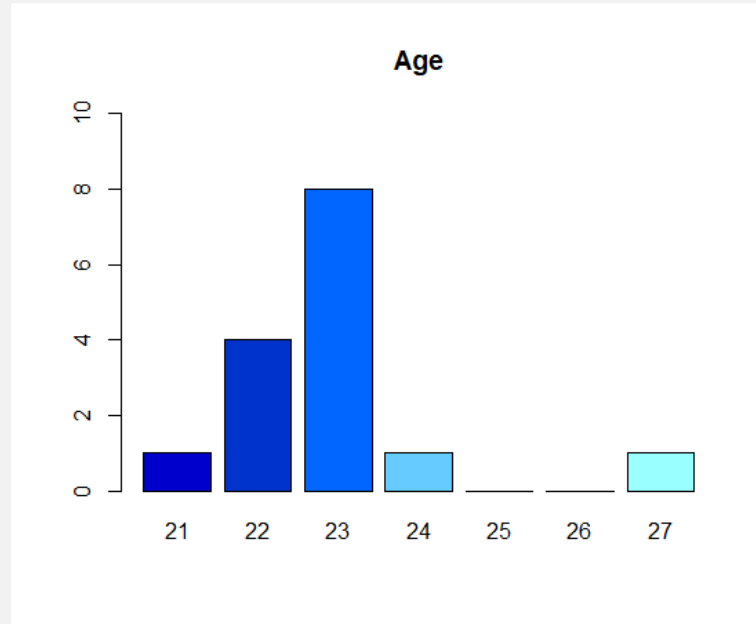
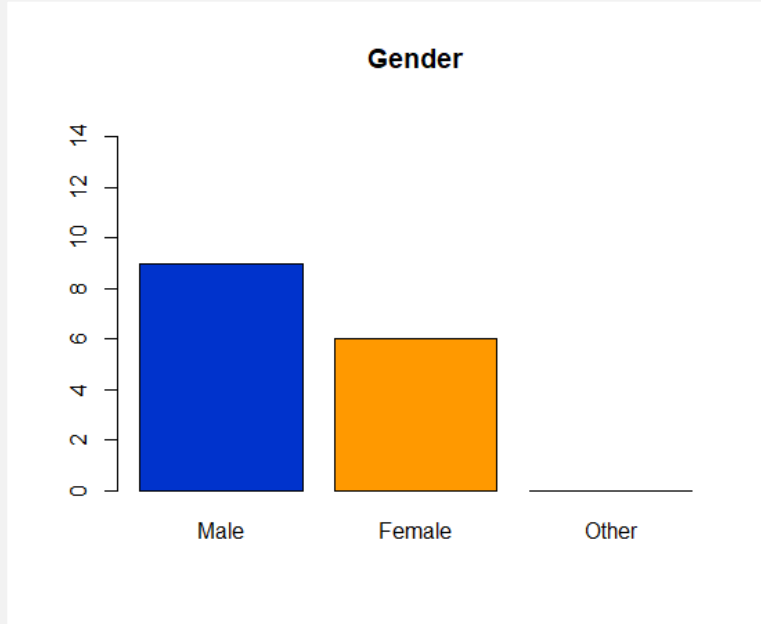


Πίνακας καταγραφής κατανάλωσης καυσίμου



Ερωτηματολόγια

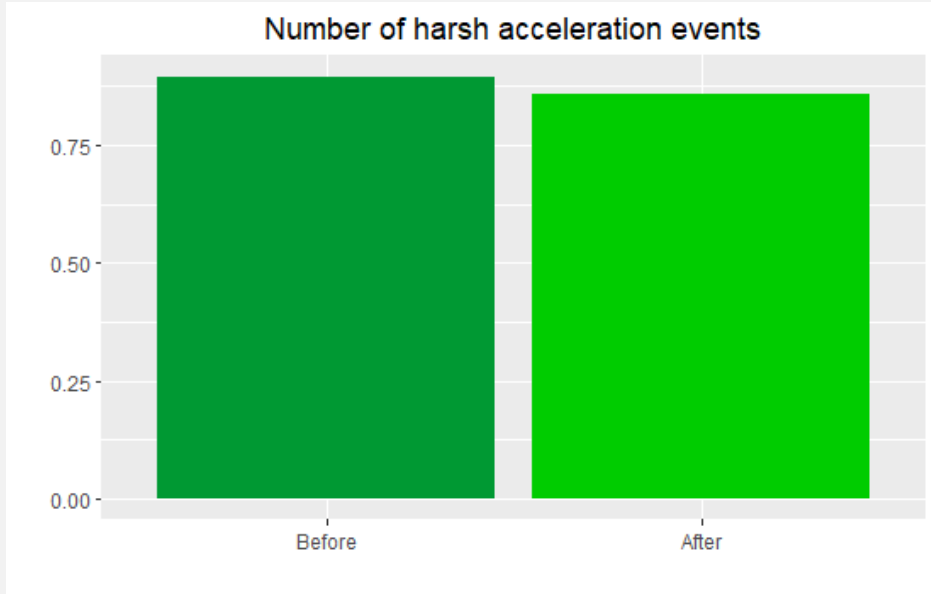
Προκαταρκτική Στατιστική Ανάλυση (1/3)



Το **δείγμα** αποτελείται κατά **60% από νέους άνδρες οδηγούς** και κατά **40% από γυναίκες**.

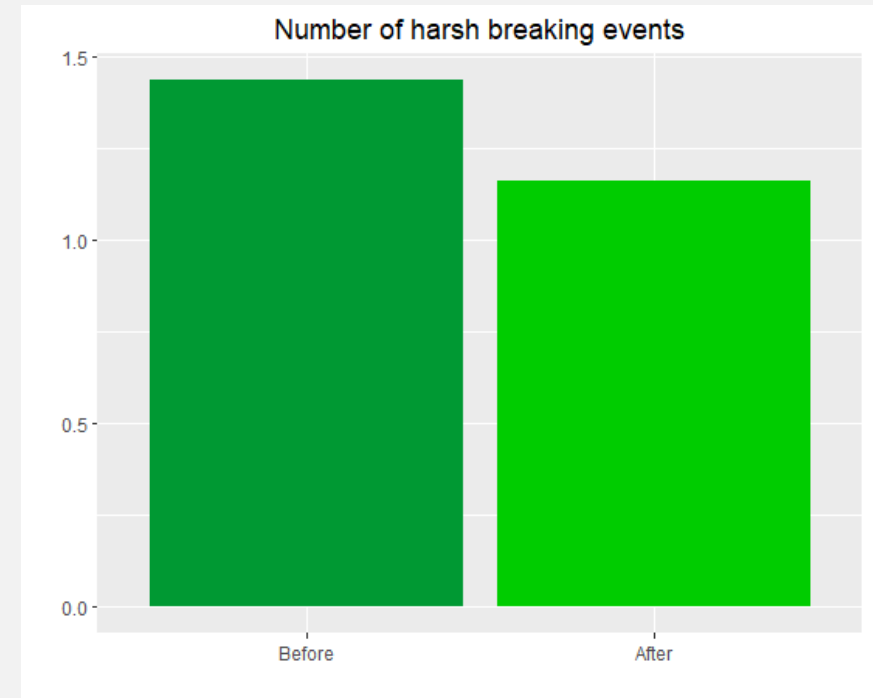
Η **ηλικία** της πλειονότητας των **οχημάτων** είναι **μεγαλύτερη της δεκαετίας**.

Προκαταρκτική Στατιστική Ανάλυση (2/3)

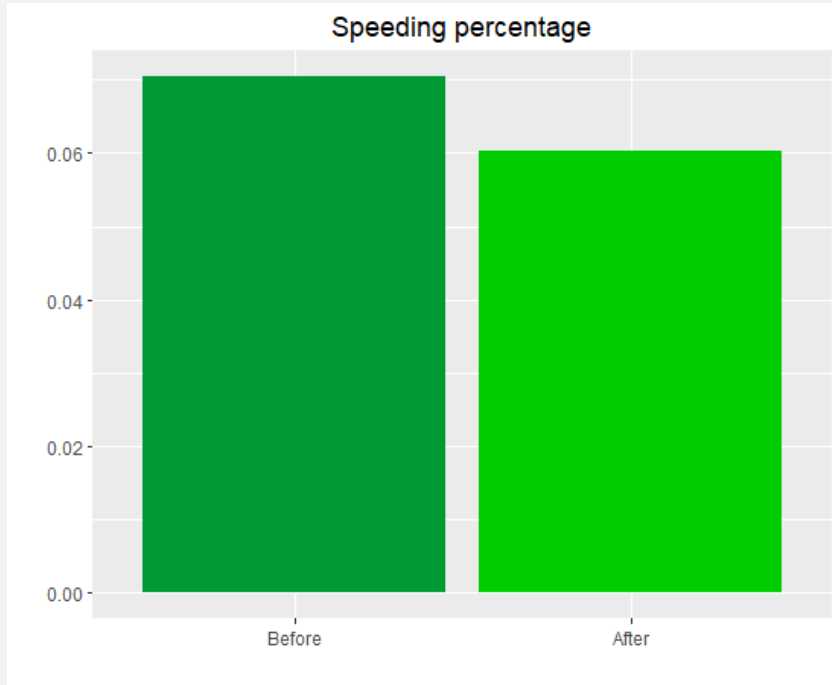


Μείωση των απότομων επιταχύνσεων
κατά **3,79%**

Μείωση των απότομων φρεναρισμάτων
κατά **27,42%**

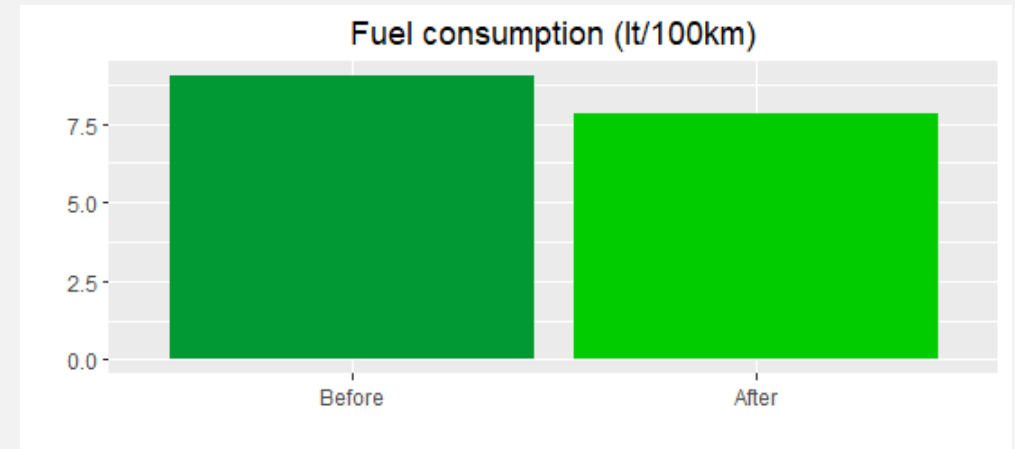


Προκαταρκτική Στατιστική Ανάλυση (3/3)



Μείωση του ποσοστού υπέρβασης του ορίου ταχύτητας κατά **14,22%**

Μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά **8,14%**



Διαδικασία Στατιστικής Επεξεργασίας



Εισαγωγή βάσης
δεδομένων στο
λογισμικό
στατιστικής
ανάλυσης R

Έλεγχος
συσχέτισης
μεταβλητών

Καθορισμός
εξαρτημένης και
ανεξάρτητων
μεταβλητών

Στατιστικοί
έλεγχοι
μαθηματικών
μοντέλων

Ανάπτυξη Μοντέλων

Μοντέλο 1:

Πρόβλεψη
κατανάλωσης
καυσίμου – Γενικό
Μοντέλο

Μοντέλο 2:

Πρόβλεψη
κατανάλωσης
καυσίμου – Συνήθης
Τρόπος Οδήγησης

Μοντέλο 3:

Πρόβλεψη
κατανάλωσης
καυσίμου –
Οικολογική Οδήγηση

Στατιστική Επεξεργασία (1/2)

Κατάλληλη
Μέθοδος
Ανάλυσης

Λογαριθμοκανονική Παλινδρόμηση

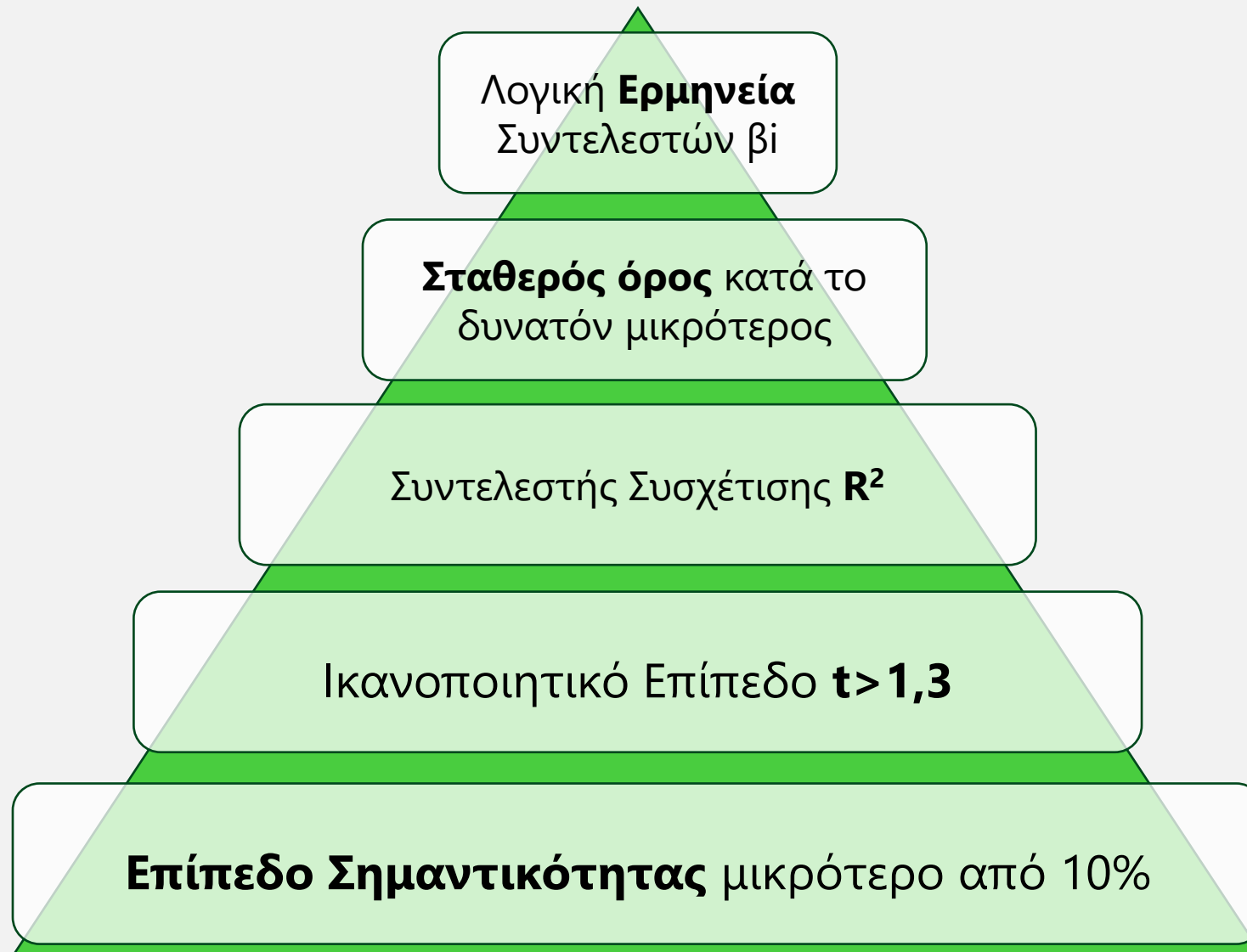
Εξαρτημένη
Μεταβλητή

Κατανάλωση καυσίμου εκφρασμένη σε lt/100km

Ανεξάρτητες
Μεταβλητές

Πριν-Μετά
Απότομες Επιταχύνσεις και Φρεναρίσματα
Μέση επιτάχυνση και Επιβράδυνση
Διάρκεια ταξιδιού και Μέση διάρκεια στάσεων
Δημογραφικά Στοιχεία

Στατιστική Επεξεργασία (2/2)



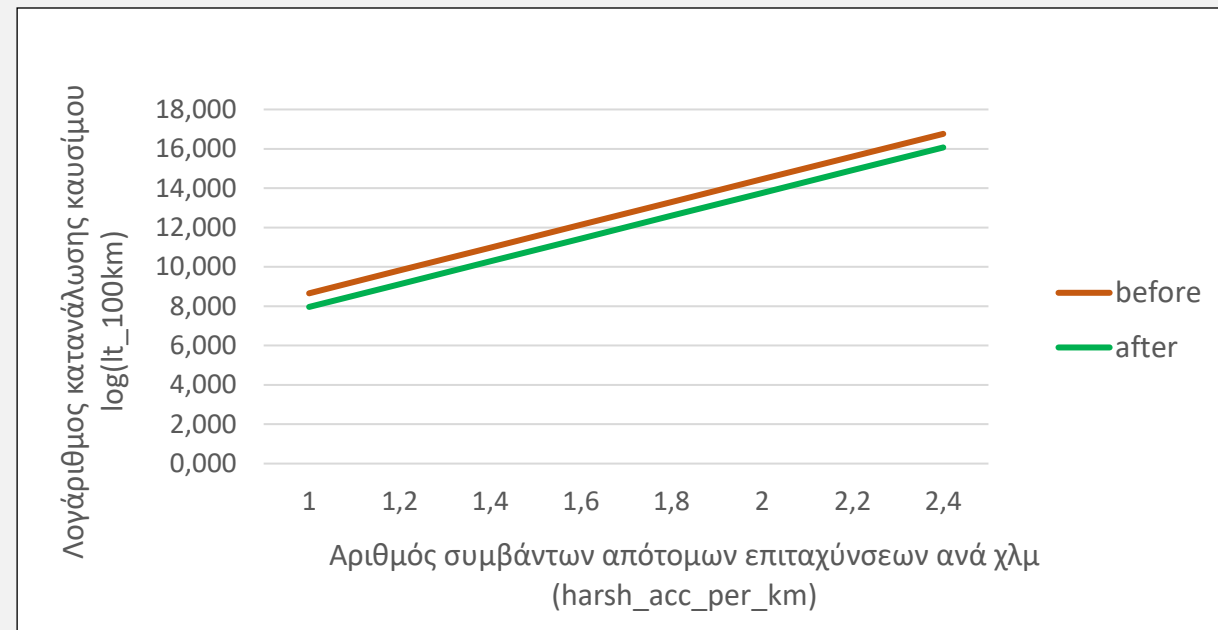
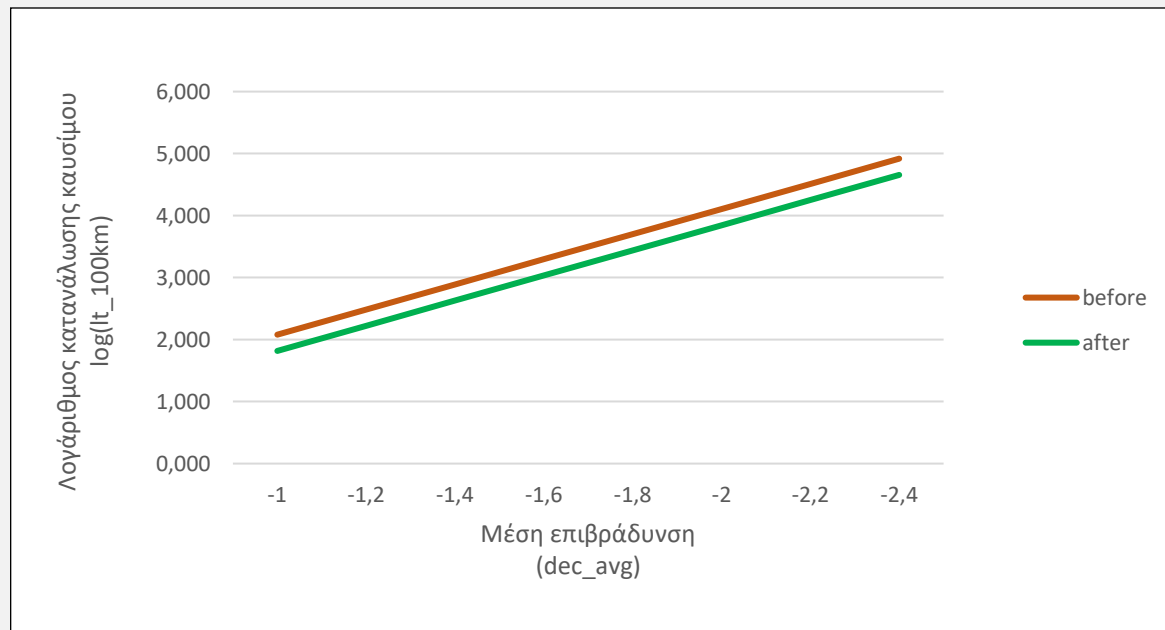
Μοντέλο 1: Πρόβλεψη κατανάλωσης καυσίμου – Γενικό Μοντέλο

Γενικό Μοντέλο				
Parameters	β_i	Μέση τιμή μεταβλητής	Ελαστικότητα ϵ_i	Σχετική Επιρροή ϵ_i^*
dec_avg	-2.027	-1.7	0.185	-7.149
acc_avg	-2.827	1.578	-0.240	9.255
harsh_acc_per_km	5.794	0.105	0.033	-1.262
duration_stops_avg	-0.021	22.953	-0.026	1.000

Η έννοια της επιρροής **δεν** έχει νόημα για διακριτές τιμές

- Μεγαλύτερη σχετική επιρροή παρουσιάζει κατά απόλυτη τιμή η **μέση επιτάχυνση** σε σχέση με τις υπόλοιπες μεταβλητές
- Μικρότερη η σχετική επιρροή της μέσης διάρκειας των στάσεων

Ανάλυση Ευαισθησίας



Με την αύξηση της **μέσης επιβράδυνσης** και των γεγονότων **απότομης επιτάχυνσης ανά χλμ.** αυξάνεται και η κατανάλωση καυσίμου.

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων

Μοντέλα Πρόβλεψης των Κρίσιμων Παραγόντων Επιρροής της Κατανάλωσης Καυσίμου												
	Γενικό Μοντέλο				Μοντέλο Πρώτης Φάσης (Συνήθης Τρόπος Οδήγησης)				Μοντέλο Δεύτερης Φάσης (Οικολογική Οδήγηση)			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	βi	Μέση τιμή	Ελαστικότητα ei	Σχετική Επιρροή ei*	βi	Μέση τιμή	Ελαστικότητα ei	Σχετική Επιρροή ei*	βi	Μέση τιμή	Ελαστικότητα ei	Σχετική Επιρροή ei*
(Intercept)	9.214	-	-	-	-336.8	-	-	-	-191.6	-	-	-
dec_avg	-2.027	-1.700	0.185	-7.149	-	-	-	-	0.648	-1.665	-0.138	6.871
acc_avg	-2.827	1.578	-0.240	9.255	-	-	-	-	-	-	-	-
harsh_acc_per_km	5.794	0.105	0.033	-1.262	-	-	-	-	-	-	-	-
duration_stops_avg	-0.021	22.953	-0.026	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
before_after	-0.116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
veh_date	0.141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
age	-0.231	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dr_exp	0.113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
quest_resp_speed	-0.207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
harsh_brk	-	-	-	-	-0.233	1.436	-0.037	-1.065	-	-	-	-
duration	-	-	-	-	-0.001	1167.467	-0.129	-3.717	0.001	1034.17	0.133	-6.586
licence_date	-	-	-	-	0.167	-	-	-	0.096	-	-	-
daily_trip_dist	-	-	-	-	0.014	22.433	0.035	1.000	-0.007	22.433	-0.020	-0.269
vehicle_cc	-	-	-	-	0.001	-	-	-	0.001	-	-	-
R ²	0.9835				0.7243				0.5899			



- Μέσω της οικολογικής οδήγησης παρουσιάστηκε **μείωση της κατανάλωσης καυσίμου** κατά μέσο όρο **κατά 8%**
- Η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου είναι χαμηλή. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι **το δείγμα αποτελείται από νέους οδηγούς**, οι οποίοι δεν διαθέτουν την κατάλληλη εμπειρία για να προσαρμόσουν την οδήγησή τους σε οικολογική
- Η **μεγαλύτερη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου** που εντοπίστηκε **στους οδηγούς** ανήλθε στο **39,09%**
- Όσο αυξάνονται τα **απότομα φρεναρίσματα**, τόσο περισσότερο αυξάνεται η κατανάλωση καυσίμου. Πιο επιθετική συμπεριφορά οδήγησης συμβάλλει σε περισσότερες εκρήξεις στον κινητήρα και δαπάνη περισσότερης ενέργειας (καύσιμο), για να μετατραπεί σε κινητική

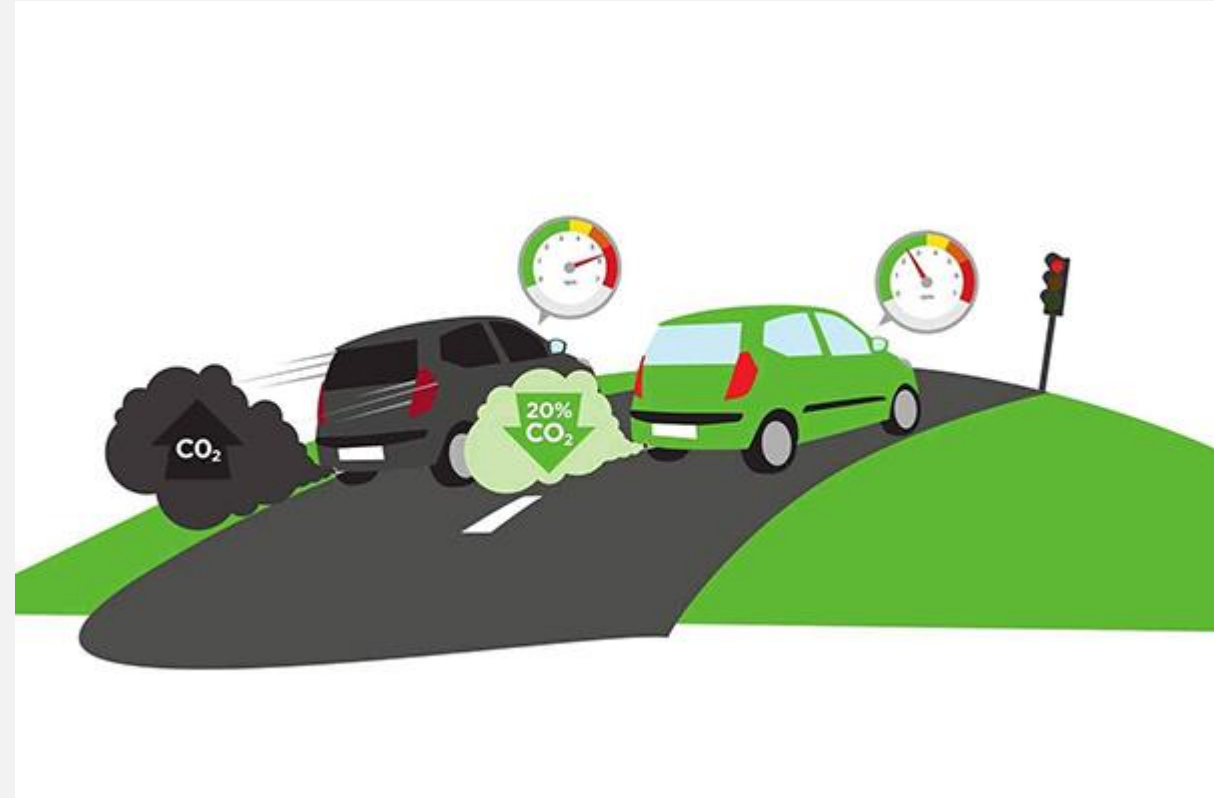
Συμπεράσματα (2/2)



- Όσο αυξάνεται ο αριθμός των **απότομων επιταχύνσεων**, τόσο περισσότερο αυξάνεται η κατανάλωση καυσίμου. Αυτό παρατηρήθηκε κυρίως στο υπεραστικό δίκτυο. Οι οδηγοί πρέπει να βελτιώνουν τις απότομες εκκινήσεις και επιταχύνσεις μεταβάλλοντας ομαλά την ταχύτητα τους
- Η **μέση επιτάχυνση** φάνηκε να επηρεάζει περισσότερο την κατανάλωση καυσίμου στο γενικό μοντέλο. Στην πρώτη φάση του πειράματος η κατανάλωση καυσίμου επηρεάστηκε περισσότερο από τη **διάρκεια του ταξιδιού**, ενώ στη δεύτερη φάση από τη **μέση επιβράδυνση**
- Παρατηρήθηκε ότι η **οικολογική οδήγηση** μπορεί να παρουσιάσει βελτιώσεις στην κατανάλωσης καυσίμου σε έναν κατά κύριο λόγο **παλιό στόλο οχημάτων**, που τα περισσότερα **λειτουργούν χειροκίνητα**
- **Όσο πιο ασφαλής** γίνεται η συμπεριφορά των οδηγών **τόσο πιο οικολογική** γίνεται η οδήγηση

Προτάσεις για Βελτίωση της Οικολογικής Οδήγησης

- **Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση** οδηγών για τα οφέλη της οικολογικής οδήγησης
- **Συχνότερη και αυστηρότερη αστυνόμευση** για τήρηση του ΚΟΚ που συμβάλλει στη μείωση κατανάλωσης καυσίμου
- **Χρήση κατάλληλων εφαρμογών** ώστε να ενημερώνονται οι οδηγοί για τη συμπεριφορά τους
- **Εισαγωγή κινήτρων**, όπως μείωση κυκλοφοριακών τέλων και ασφάλιστρων



Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Μεγαλύτερο δείγμα
οδηγών και
μεγαλύτερου εύρους

Διαφορετικές συνθήκες
κυκλοφορίας
(υψηλού/ χαμηλού φόρτου)

Διαφορετικές συνθήκες
οδήγησης
(κλιματισμός,
ανοιχτά/κλειστά
παράθυρες, πρωινές/
βραδινές ώρες)

Οδηγοί μοτοσυκλετών

Τύπο οδού
(αυτοκινητόδρομοι, αστικό και
υπεραστικό δίκτυο)



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής

Διερεύνηση της επιρροής της οικολογικής οδήγησης στην κατανάλωση καυσίμου αξιοποιώντας δεδομένα από έξυπνα κινητά τηλέφωνα

Τριανταφύλλου Αιμιλία

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2023

