



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Προσδιορισμός των κρίσιμων παραμέτρων επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας με δεδομένα από έξυπνα κινητά τηλέφωνα

Αριστοτέλης Κοκκινάκης

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

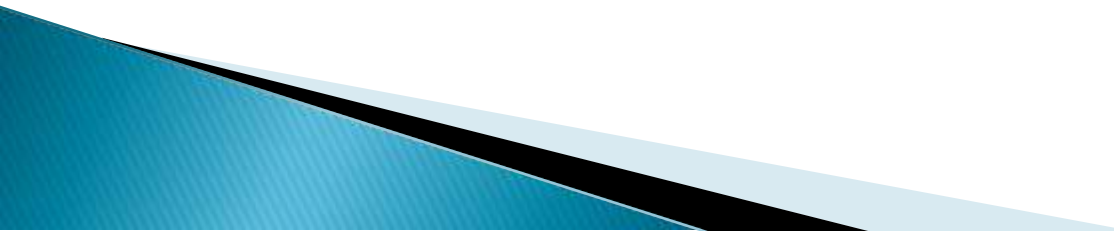
Αθήνα, Μάρτιος 2019

Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

**Προσδιορισμός των κρίσιμων
παραμέτρων επιρροής της
υπέρβασης των ορίων
ταχύτητας με δεδομένα από
έξυπνα κινητά τηλέφωνα**

➤ Πρόβλεψη του **ποσοστού**
της καθαρής διάρκειας οδήγησης
με ταχύτητα μεγαλύτερη από το όριο ταχύτητας

Βασικά Στάδια Διπλωματικής Εργασίας

- ✓ Καθορισμός Στόχου
 - ✓ Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
 - ✓ Θεωρητικό Υπόβαθρο
 - ✓ Συλλογή Στοιχείων
 - ✓ Στατιστική Επεξεργασία
 - ✓ Ανάπτυξη Μοντέλων – Αποτελέσματα
 - ✓ Συμπεράσματα
 - ✓ Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα
- 

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)

Υπέρβαση των ορίων ταχύτητας

- Η δηλωθείσα υπέρβαση των ορίων ταχύτητας εξαρτάται από τη πεποίθηση ότι **οι άλλοι οδηγοί υπερβαίνουν** τα όρια
- Μεγαλύτερη πιθανότητα υπέρβασης των ορίων ταχύτητας μεταξύ των οδηγών έχουν οι **άντρες κάτω των 40** ετών
- Η **αντίληψη της εξοικονόμησης χρόνου** κατά την οδήγηση, έχει ως συνέπεια την ανάπτυξη ταχυτήτων που υπερβαίνουν τα όρια
- Στις νεαρές ηλικίες, οι οδηγοί τείνουν να υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητας λόγω **αρνητικής επιρροής** από τη παρέα τους
- Η **παιδεία** και το **εισόδημα** των οδηγών, επηρεάζουν τη στάση τους ως προς τη τήρηση των ορίων ταχύτητας
- Κυριότερη μέθοδος ανάλυσης των δεδομένων ήταν η παλινδρόμηση (ANOVA)

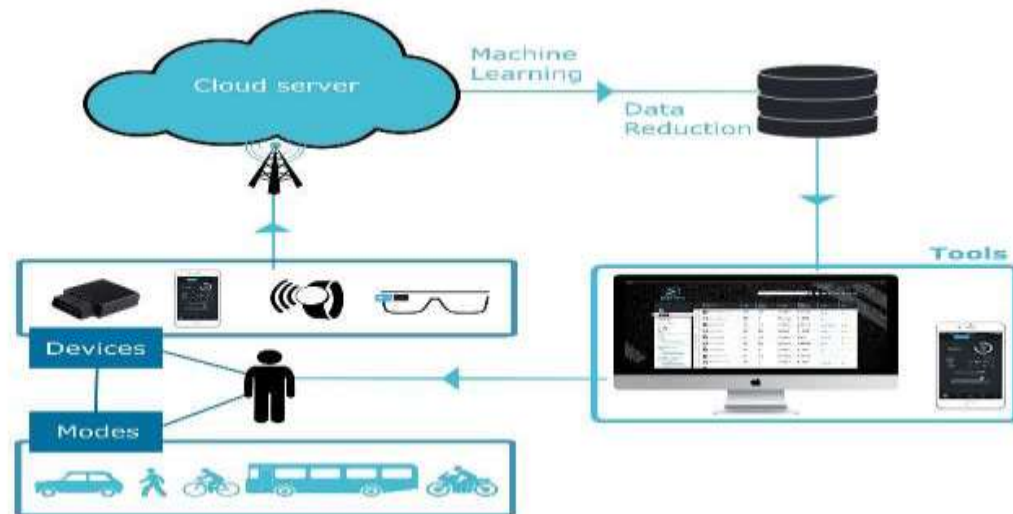
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)

Μεθοδολογία συλλογής στοιχείων

- Συνήθης μεθοδολογία ήταν η χρήση **ερωτηματολογίων** ή η οδήγηση σε **πραγματικές συνθήκες**
- Ειδικά διαγνωστικά συστήματα καταγραφής που συνδέονται με τον “**εγκέφαλο**” του οχήματος. (π.χ. OBD, DDR)
- Συστήματα παρακολούθησης της συμπεριφοράς του οδηγού (π.χ. IVDR, DSD)
- **Σκιαγράφηση** του προφίλ του οδηγού, βελτίωση των επιπέδων της οδικής ασφάλειας

Συλλογή Στοιχείων (1/2)

- ▶ Φιλική προς το χρήστη εφαρμογή **έξυπνου κινητού τηλεφώνου**
- ▶ Αυτόματη καταγραφή από τους **αισθητήρες**
- ▶ Μεταφορά των δεδομένων στη κεντρική **βάση δεδομένων** του Oseven backend office μέσω wi-fi
- ▶ Αλγόριθμοι **Machine Learning** (ML) για τη μείωση του όγκου των δεδομένων, την ανίχνευση συμπεριφορών οδήγησης και τη δημιουργία χρήσιμων δεικτών οδικής ασφάλειας
- ▶ Αξιόπιστα αναλυτικά **στοιχεία για κάθε οδηγό**, διαθέσιμα στο χρήστη (feedback)
- ▶ Διασφάλιση προστασίας προσωπικών δεδομένων με προηγμένες τεχνικές **κρυπτογράφησης** και **ασφάλειας**.

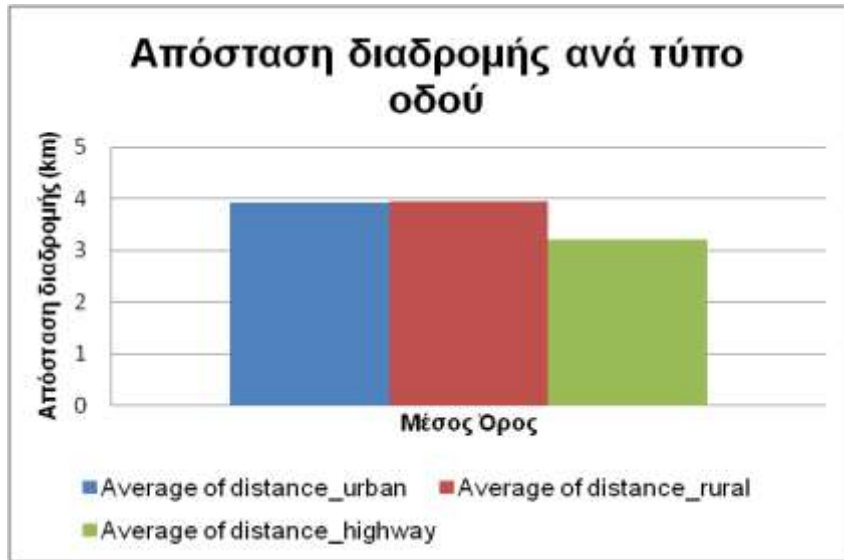


Συλλογή Στοιχείων (2/2)

- ▶ Η **βάση Δεδομένων** που αξιοποιήθηκε ήταν σε μορφή excel
- ▶ Κάθε **γραμμή** αποτελούσε μια μετακίνηση και οι **στήλες** αφορούσαν στις μεταβλητές για κάθε μετακίνηση
- ▶ **Συλλέχθηκαν** δεδομένα για 21.610 μετακινήσεις, από 68 οδηγούς, για χρονικό διάστημα 15 μηνών (Αύγουστος 2016 – Οκτώβριος 2017)

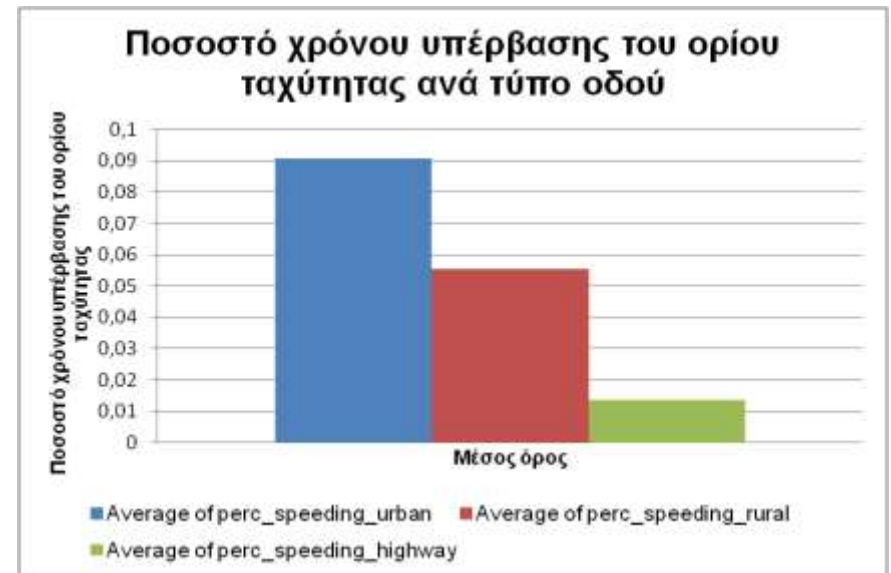


Προκαταρκτική Ανάλυση



- ✓ υψηλότερο ποσοστό χρόνου υπέρβασης του ορίου ταχύτητας σε αστικό δίκτυο

- ✓ μεγαλύτερη απόσταση διαδρομής διανύεται σε υπεραστικό δίκτυο



Διαδικασία Στατιστικής Επεξεργασίας (1/2)

Εισαγωγή βάσης δεδομένων
στο πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης
IBM SPSS 21

Έλεγχος συσχέτισης των
ανεξάρτητων μεταβλητών

Καθορισμός εξαρτημένων &
ανεξάρτητων μεταβλητών

Στατιστικοί έλεγχοι μαθηματικών
μοντέλων

Διαδικασία Στατιστικής Επεξεργασίας (2/2)

❖ Μέθοδος Ανάλυσης: Γραμμική Παλινδρόμηση

Για την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών μοντέλων Γραμμικής Παλινδρόμησης πρέπει να είναι:

- Εξηγήσιμοι οι συντελεστές β_i και τα πρόσημα τους ($y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i + \varepsilon_i$)
- Ο σταθερός όρος β_0 κατά το δυνατόν μικρότερος
- Έλεγχος δείκτη t-ratio >1.7 για επίπεδο σημαντικότητας για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή $<5\%$
- Όσο το δυνατόν υψηλότερος συντελεστής συσχέτισης R^2



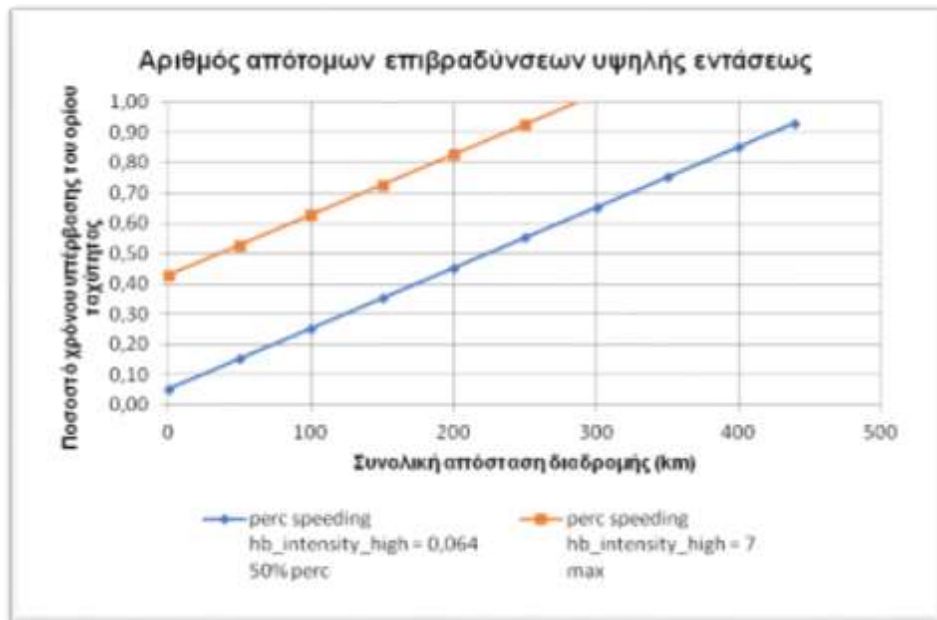
Μοντέλο για τη πρόβλεψη του ποσοστού της καθαρής διάρκειας οδήγησης με ταχύτητα μεγαλύτερη από το όριο ταχύτητας για όλους τους τύπους οδού

❖ Σχετική επιρροή ανεξάρτητων μεταβλητών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Συντελεστές β	t-ratio	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή ei
Συνολική απόσταση διαδρομής	0,002	63,679	0,626	9,468
Αριθμός απότομων επιταχύνσεων υψηλής εντάσεως	0,031	20,179	0,809	12,235
Αριθμός απότομων επιβραδύνσεων υψηλής εντάσεως	0,054	19,794	1,006	15,219
Αριθμός απότομων στροφών	-0,002	-6,677	-0,167	-2,519
Μέση επιβράδυνση	-0,016	-8,674	0,676	10,218
Ποσοστό χρόνου χρήσης κινητού τηλεφώνου	0,014	3,709	0,066	1,000

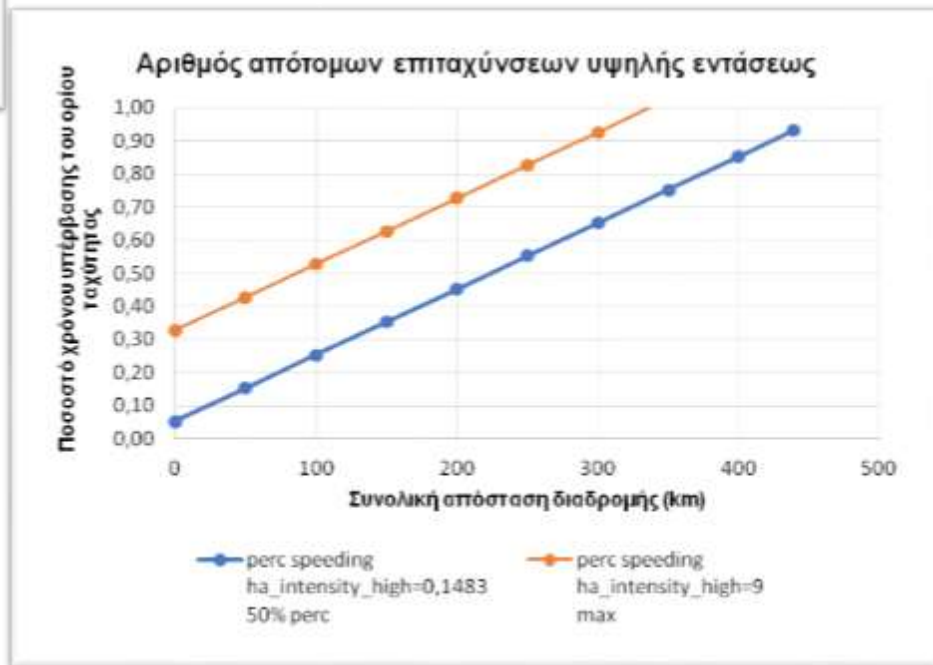
- Μεγαλύτερη η επιρροή του αριθμού των **απότομων επιβραδύνσεων υψηλής εντάσεως** σε σχέση με τις υπόλοιπες πέντε μεταβλητές
- Μικρότερη η επιρροή του **ποσοστού χρόνου χρήσης του κινητού τηλεφώνου**

Ανάλυση ευαισθησίας για το μοντέλο για όλους τους τύπους οδού



- ❖ Για υψηλότερη τιμή του αριθμού των απότομων επιταχύνσεων υψηλής εντάσεως προκύπτει μεγαλύτερο ποσοστό χρόνου υπέρβασης του ορίου ταχύτητας

- ❖ Για υψηλότερη τιμή του αριθμού των απότομων επιβραδύνσεων υψηλής εντάσεως προκύπτει μεγαλύτερο ποσοστό χρόνου υπέρβασης του ορίου ταχύτητας



Συγκεντρωτικός πίνακας στατιστικών μοντέλων

	Ποσοστό της καθαρής διάρκειας οδήγησης με ταχύτητα μεγαλύτερη από το όριο ταχύτητας			
	Γραμμική Παλινδρόμηση			
	Όλοι οι τύποι οδού	Αστικό περιβάλλον	Υπεραστικό περιβάλλον	Αυτοκινητό- δρομος
Σταθερά	0,021	-0,034	0,014	0,002
Απόσταση διαδρομής	0,002	0,014	0,006	0,002
Αριθμός απότομων επιταχύνσεων υψηλής εντάσεως	0,031	0,014	0,026	0,031
Αριθμός απότομων επιβραδύνσεων υψηλής εντάσεως	0,054	0,070	0,032	0,096
Αριθμός απότομων στροφών	-0,002	-0,009	-0,017	-0,033
Μέση επιβράδυνση	-0,016	-0,041	-0,017	-0,057
Ποσοστό χρόνου χρήσης κινητού τηλεφώνου	0,014	0,026	0,036	0,104
Συντελεστής Συσχέτισης	0,239	0,193	0,200	0,296

Σε όλα τα μοντέλα οι μεταβλητές αφορούν το αντίστοιχο οδικό περιβάλλον

Σύνοψη αποτελεσμάτων

- Στο γενικό μοντέλο περιλαμβάνονται οι μεταβλητές για το σύνολο των οδών, ενώ στα μοντέλα για κάθε τύπο οδού περιλαμβάνονται οι αντίστοιχες μεταβλητές που αφορούν τον συγκεκριμένο τύπο οδού:
 - απόσταση διαδρομής
 - αριθμός των απότομων επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων υψηλής εντάσεως
 - αριθμός των απότομων στροφών
 - μέση επιβράδυνση
 - ποσοστό χρόνου χρήσης κινητού τηλεφώνου.
- Όλα τα αποτελέσματα **εξηγούνται λογικά** επιβεβαιώνοντας τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας
- Τα τελικά μοντέλα είναι τα **βέλτιστα** ως αποτέλεσμα πολλαπλών δοκιμών
- Τα τελικά μοντέλα έχουν περάσει με επιτυχία τους σχετικούς **στατιστικούς ελέγχους** ($\text{Sig} < 0.05$, $R^2 > 0.19$)

Συμπεράσματα για το ποσοστό της καθαρής διάρκειας οδήγησης με ταχύτητα μεγαλύτερη από το όριο ταχύτητας (1/2)

- ❖ Η πρόβλεψη του ποσοστού του χρόνου υπέρβασης των ορίων ταχύτητας πραγματοποιείται με μεγαλύτερη ακρίβεια σε **αυτοκινητόδρομο** συγκριτικά με τους άλλους τύπους οδού. Αυτό ενδεχομένως, συμβαίνει λόγω της πιο ομαλοποιημένης κυκλοφορίας και ταχύτητας που δε παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις.
- ❖ Ο αριθμός των **απότομων επιβραδύνσεων** υψηλής εντάσεως επηρεάζει περισσότερο τη δυνατότητα πρόβλεψης του χρόνου υπέρβασης των ορίων ταχύτητας για όλους του τύπους οδού. Πιθανόν, λόγω της άμεσης σύνδεσης τους με την επιθετική οδήγηση, κατά την οποία οι οδηγοί τείνουν να επιταχύνουν συχνά και απότομα.
- ❖ Η **απόσταση διαδρομής** που διανύεται σε κάθε τύπο οδού ξεχωριστά, είναι καθοριστική για τη πρόβλεψη του χρόνου υπέρβασης των ορίων ταχύτητας, καθώς εμπεριέχεται σε όλα τα μοντέλα και είναι η μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή. Όσο μεγαλώνει η απόσταση διαδρομής, τόσο αυξάνεται ο χρόνος υπέρβασης των ορίων ταχύτητας.

Συμπεράσματα για το ποσοστό της καθαρής διάρκειας οδήγησης με ταχύτητα μεγαλύτερη από το όριο ταχύτητας (2/2)

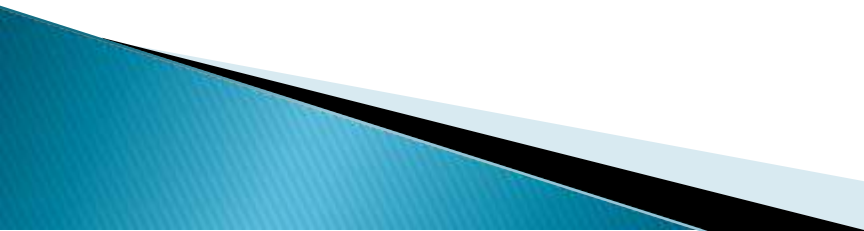
- ❖ Όσο περισσότερες **απότομες στροφές** πραγματοποιούνται, τόσο μειώνεται το ποσοστό του χρόνου με ταχύτητα μεγαλύτερη του ορίου. Αυτό φαίνεται λογικό, αφού οι οδηγοί ενστικτωδώς ελαττώνουν ταχύτητα προκειμένου να στρίψουν το όχημα με ασφάλεια.
- ❖ Οι **απότομες επιταχύνσεις** και **επιβραδύνσεις** υψηλής εντάσεως συνδέονται άμεσα με την επιθετική οδήγηση και την υπέρβαση των ορίων ταχύτητας. Όσο περισσότερα απότομα συμβάντα πραγματοποιούνται, τόσο αυξάνεται το ποσοστό του χρόνου υπέρβασης των ορίων ταχύτητας.
- ❖ Όσο οι τιμές της **μέσης επιβράδυνσης** τείνουν προς το μηδέν, τόσο μειώνεται το ποσοστό χρόνου υπέρβασης του ορίου ταχύτητας. Ήπια ελάττωση της ταχύτητας κατά μέσο όρο σε μια διαδρομή, συνεπάγεται ανάπτυξη μέτριων ταχυτήτων που δεν υπερβαίνουν τα όρια.
- ❖ Όσο αυξάνεται το **ποσοστό χρόνου χρήσης του κινητού τηλεφώνου**, τόσο αυξάνεται και η διάρκεια υπέρβασης των ορίων ταχύτητας. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στην απόσπαση προσοχής του οδηγού.

Προτάσεις για βελτίωση της οδικής ασφάλειας

- ❖ **Αυστηρότερη και συχνότερη αστυνόμευση** - Ηλεκτρονικός έλεγχος της ταχύτητας των οχημάτων για εντοπισμό αυτών που υπερβαίνουν τα όρια ταχύτητας
- ❖ **Εκστρατείες ενημέρωσης** σε όλα τα μέσα ενημέρωσης και το διαδίκτυο για τους κινδύνους που εγκυμονεί η υπέρβαση των ορίων ταχύτητας
- ❖ Ανάπτυξη **εκπαιδευτικών προγραμμάτων** και ένταξη μαθημάτων οδικής ασφάλειας στο πλαίσιο των σχολικών δραστηριοτήτων
- ❖ Επιβράβευση των οδηγών που παρουσιάζουν καλή οδηγική συμπεριφορά με **μειωμένα ασφάλιστρα**



Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- ❖ Έρευνα σε **μεγαλύτερο δείγμα** οδηγών
 - ❖ Εφαρμογή διαφορετικών **μεθόδων στατιστικής ανάλυσης** (π.χ. λογιστική παλινδρόμηση)
 - ❖ Ανάλυση με **περισσότερα δεδομένα** (π.χ. φύλο οδηγού, ηλικία) και σε **διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** (π.χ. καιρικές συνθήκες)
 - ❖ Συσχέτιση της παρουσίας ή μη **συνοδηγού** και άλλων ατόμων εντός οχήματος, χρήσης ή μη **ζώνης ασφαλείας** και κατανάλωσης **αλκοόλ**
 - ❖ Έρευνα για τους **οδηγούς μοτοσυκλετών**
- 

Ευχαριστώ για την προσοχή σας...





Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Προσδιορισμός των κρίσιμων παραμέτρων επιρροής της υπέρβασης των ορίων ταχύτητας με δεδομένα από έξυπνα κινητά τηλέφωνα

Αριστοτέλης Κοκκινάκης

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2019