



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Προτυποποίηση της επιρροής της Χρήσης Κινητού Τηλεφώνου στη Συμπεριφορά του Οδηγού Αξιοποιώντας Λεπτομερή Δεδομένα από Αισθητήρες Έξυπνων Κινητών Τηλεφώνων

Αναστασία Αργυροπούλου

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Ιούλιος 2017

ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Διερεύνηση και **προτυποποίηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού αξιοποιώντας λεπτομερή δεδομένα από αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων**

- 1) Πρόβλεψη των **απότομων συμβάντων** κατά την οδήγηση μέσα από οδηγικά μεγέθη που συλλέγονται από **αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων**
- 2) Πρόβλεψη της **χρήσης ή μη του κινητού τηλεφώνου** κατά την οδήγηση μέσα από την καταγραφή σχετικών μεγεθών

ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ (1/2)

Απόσπαση προσοχής

- Μεγαλύτεροι χρόνοι αντίδρασης, χαμηλότερες ταχύτητες, μεγαλύτερες αποστάσεις και χρόνοι διαχωρισμού λόγω χρήσης κινητού τηλεφώνου
(αντισταθμιστική συμπεριφορά)
- Κυριότερη μέθοδος ανάλυσης των δεδομένων η **μεικτή παλινδρόμηση** (ANOVA)

Επιθετική Οδήγηση

- Μεγαλύτερη πιθανότητα επιθετικής οδήγησης για: **άντρες, ηλικίες κάτω των 45 ετών, ώρες αιχμής, μη ύπαρξη επιβατών, νευρικούς και μη συγκαταβατικούς χαρακτήρες**

Μεθοδολογία συλλογής στοιχείων

- Συνήθης μεθοδολογία η χρήση **προσομοιωτή, ερωτηματολογίων** ή οδήγηση σε **πραγματικές συνθήκες**
- Τα συνήθη συστήματα καταγραφής συνδέονται με τον **"εγκέφαλο"** του οχήματος (π.χ. OBD, DDR)
- **Σκιαγράφηση** του προφίλ του οδηγού, βελτίωση των επιπέδων οδικής ασφάλειας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ (2/2)

- ▶ Πρωτοτυπία παρούσας Διπλωματικής Εργασίας:
 - Συσχέτιση της απόσπασης προσοχής με **επιπλέον οδηγικά μεγέθη**
 - Διερεύνηση της επιθετικής οδήγησης σε σχέση με μεγέθη οδηγικής συμπεριφοράς και **όχι με βάση το προφίλ του οδηγού**
 - Συλλογή στοιχείων μέσω **έξυπνων κινητών τηλεφώνων**



ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Μέθοδοι Ανάλυσης

Μεικτά Μοντέλα (ή Mixed-effects Models)

- Επαναληπτικότητα των μετρήσεων (userid)
- Fixed effect
- Random effect

Μεικτή Γραμμική Παλινδρόμηση (Mixed-effects Linear Regression)

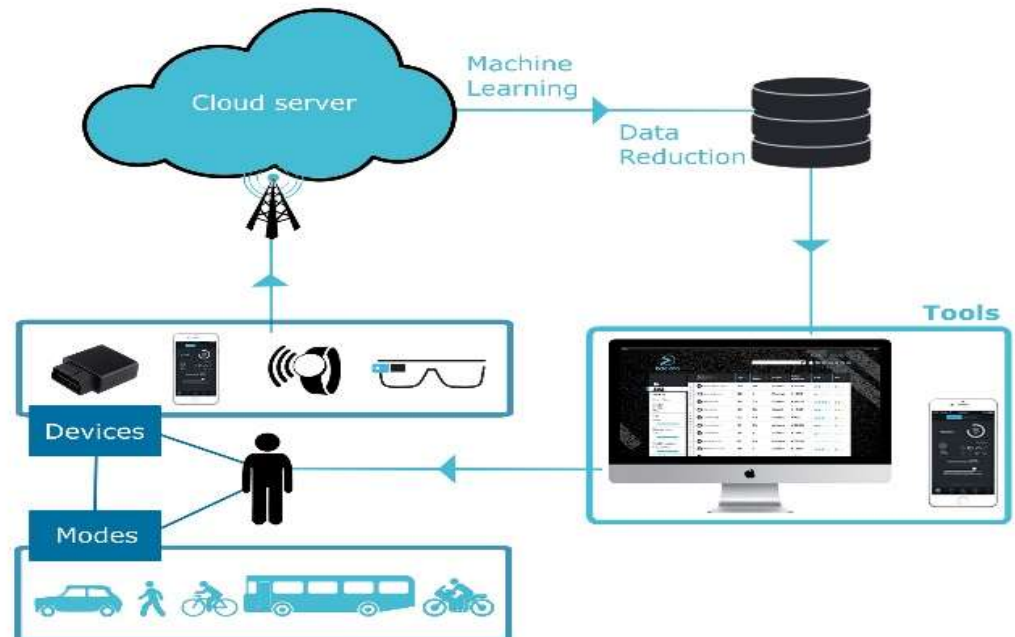
- Εξαρτημένη μεταβλητή συνεχής
- Ανεξάρτητες μεταβλητές συνεχείς/διακριτές
- Συντελεστές β_i
- Στατιστική σημαντικότητα (t-ratio)
- Κριτήριο likelihood-ratio test

Μεικτή Δυαδική Λογιστική Παλινδρόμηση (Mixed-effects Binary Logistic Regression)

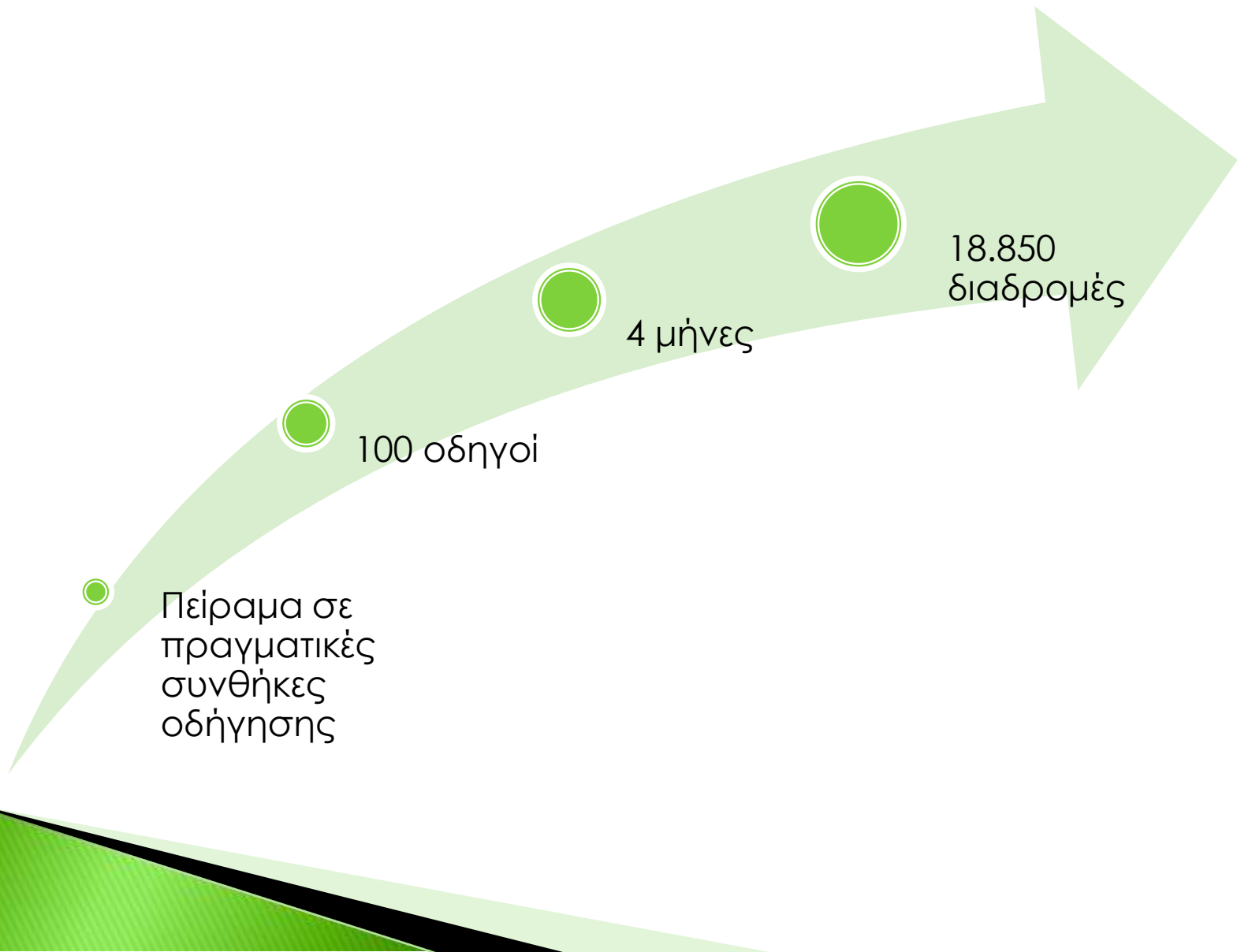
- Εξαρτημένη μεταβλητή κατηγορική (0, 1)
- Ανεξάρτητες μεταβλητές συνεχείς/διακριτές
- Συντελεστές β_i /Odds Ratio (OR)
- Στατιστική σημαντικότητα (t-ratio)
- Κριτήριο likelihood-ratio test
- Classification Table

ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1/2)

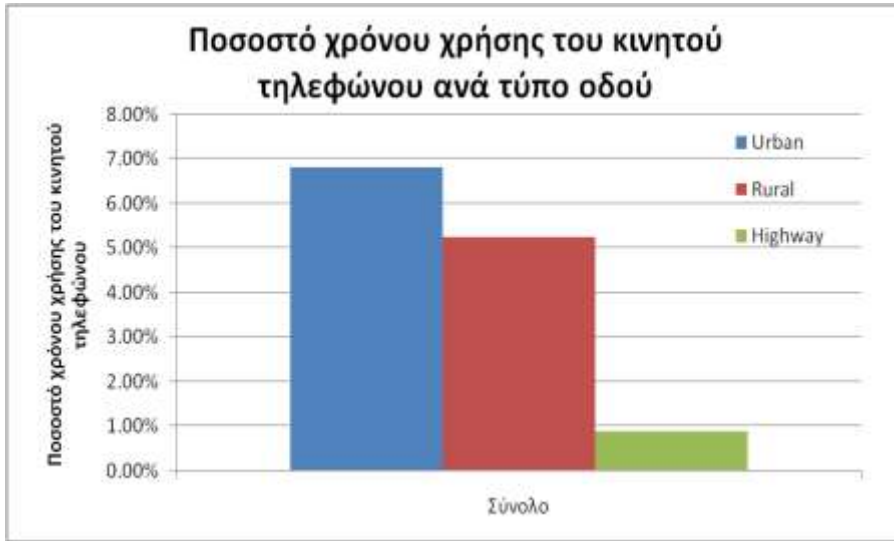
- Φιλική προς το χρήστη **εφαρμογή smartphone**
- Αυτόματη καταγραφή από **αισθητήρες του έξυπνου κινητού τηλεφώνου** (smartphone)
- Μεταφορά των δεδομένων στην **κεντρική βάση δεδομένων του OSeven backend office** μέσω wifi
- **Αλγόριθμοι Machine Learning (ML)** για τη μείωση του όγκου των δεδομένων, 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**



ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (2/2)

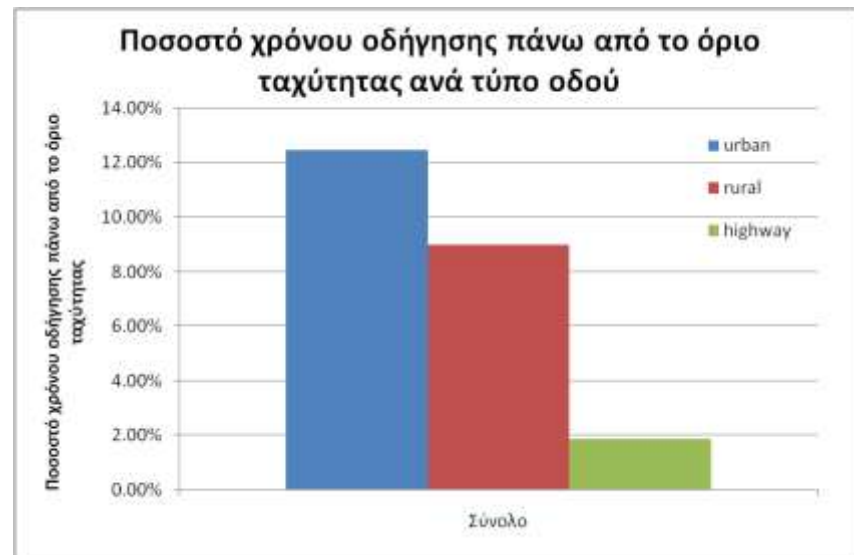


ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ



✓ Υψηλότερο ποσοστό χρήσης κινητού τηλεφώνου σε αστικό δίκτυο

✓ Υψηλότερο ποσοστό χρόνου υπέρβασης του ορίου ταχύτητας σε αστικό δίκτυο



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Εισαγωγή βάσης δεδομένων στο
πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης
IBM SPSS 21

Έλεγχος συσχέτισης των
μεταβλητών

Καθορισμός εξαρτημένων &
ανεξάρτητων μεταβλητών

Στατιστικοί έλεγχοι μαθηματικών
μοντέλων

ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΟΤΟΜΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ ΑΝΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ ΟΔΟΥ

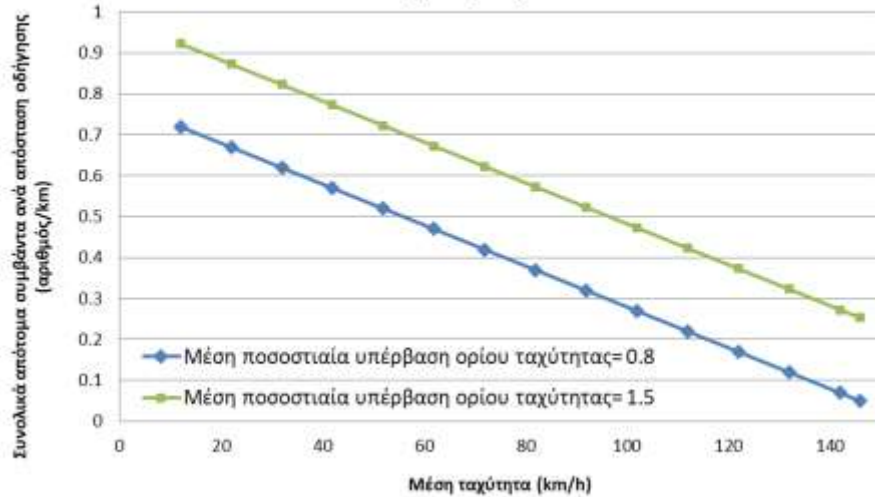
❖ Σχετική επιρροή ανεξάρτητων μεταβλητών

	Ανεξάρτητες μεταβλητές	Συντελεστές β	t-ratio	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή e_i
Συνεχείς	Μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας	0.290	13.251	0.093	2.138
	Μέση ταχύτητα	-0.005	-27.359	1.272	29.166
	Διάρκεια χρήσης κινητού τηλεφώνου	0.000	-2.589	0.044	1.000
Διακριτές	Πρωινή αιχμή	-0.018	-2.576	0.021	1.000
	Απογευματινή αιχμή	0.030	4.989	0.023	1.100
	Σταθερά	0.520	28.419		
		LRT = 754.22 > $\chi^2_{5, 0.05}$			

- Μεγαλύτερη η επιρροή της **μέσης ταχύτητας οδήγησης** σε σχέση με τις υπόλοιπες τέσσερις μεταβλητές
- Μικρότερη η επιρροή της **πρωινής αιχμής**

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

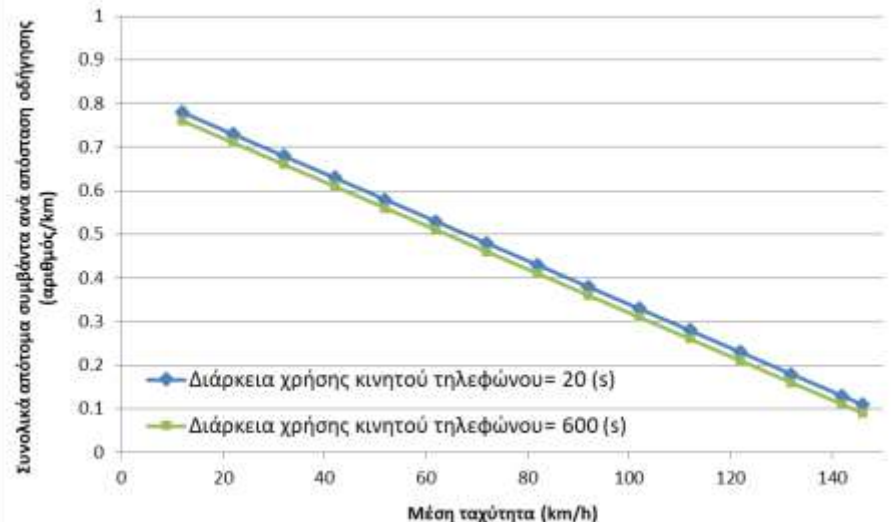
Μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας



❖ Για υψηλότερη τιμή μέσης ποσοστιαίας υπέρβασης ορίου ταχύτητας εμφανίζονται περισσότερα απότομα συμβάντα ανά απόσταση οδήγησης

❖ Για υψηλότερη τιμή διάρκειας χρήσης του κινητού τηλεφώνου εμφανίζονται λιγότερα απότομα συμβάντα ανά απόσταση οδήγησης

Διάρκεια χρήσης κινητού τηλεφώνου



ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ Ή ΜΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ ΟΔΟΥ (1/2)

❖ Σχετική επιρροή ανεξάρτητων μεταβλητών

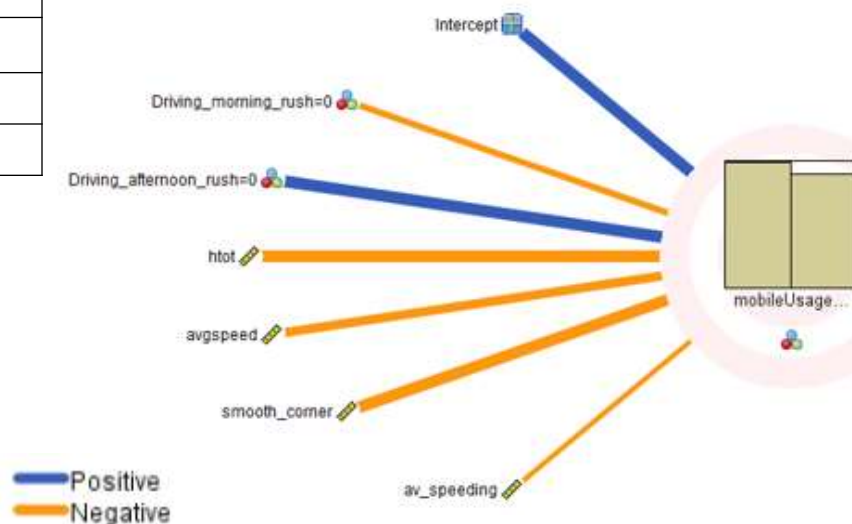
	Ανεξάρτητες μεταβλητές	Συντελεστές β	t-ratio	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή e _i	Odds ratio
Συνεχείς	Μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας	-0.334	-2.213	0.019	1.000	0.716
	Μέση ταχύτητα	-0.004	-3.390	0.078	4.150	0.996
	Μέση στροφική ταχύτητα	-0.058	-8.085	0.251	13.438	0.943
	Συνολικά απότομα συμβάντα	-0.064	-14.107	0.104	5.589	0.938
Διακριτές	Πρωινή Αιχμή	-0.130	-2.744	0.058	1.000	0.878
	Απογευματινή Αιχμή	0.262	6.419	0.122	2.082	1.299
	Σταθερά	1.094	6.925			
		LRT= 1555.86 > χ ² _{6, 0.05}				

- Μεγαλύτερη η επιρροή της **μέσης στροφικής ταχύτητας** σε σχέση με τις υπόλοιπες πέντε μεταβλητές
- Μικρότερη η επιρροή της **μέσης ποσοστιαίας υπέρβασης του ορίου ταχύτητας**

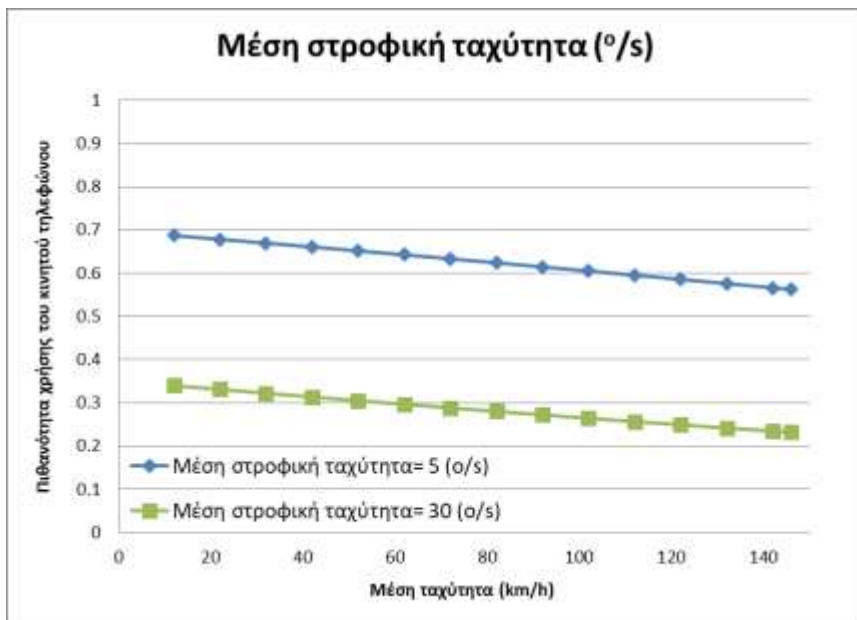
ΜΟΝΤΕΛΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ Ή ΜΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ ΟΔΟΥ (2/2)

Παρατηρηθείσες τιμές (Observed)	Προβλεφθείσες τιμές (Predicted)	
	Μη χρήση κινητού τηλεφώνου (0)	Χρήση κινητού τηλεφώνου (1)
Μη χρήση κινητού τηλεφώνου (0)	7061	2828
Χρήση κινητού τηλεφώνου (1)	2679	6285
Accuracy	70.8%	
Sensitivity	69.0%	
Specificity	72.5%	

Απεικόνιση προσήμου και σημαντικότητας των μεταβλητών

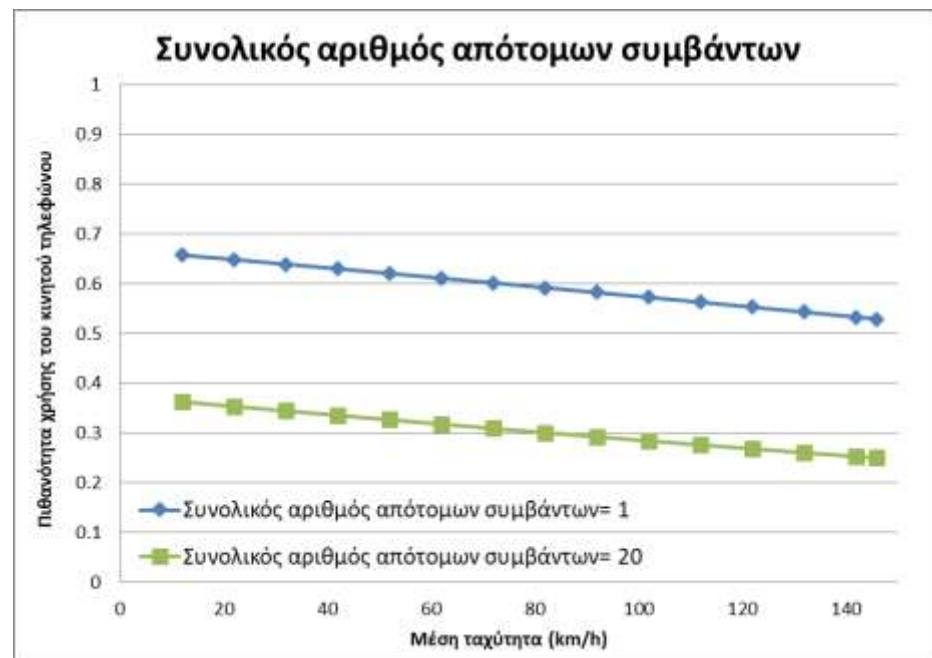


ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΥΑΔΙΚΗΣ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ



❖ Για υψηλότερη τιμή μέσης στροφικής ταχύτητας, η πιθανότητα χρήσης κινητού τηλεφώνου είναι χαμηλότερη

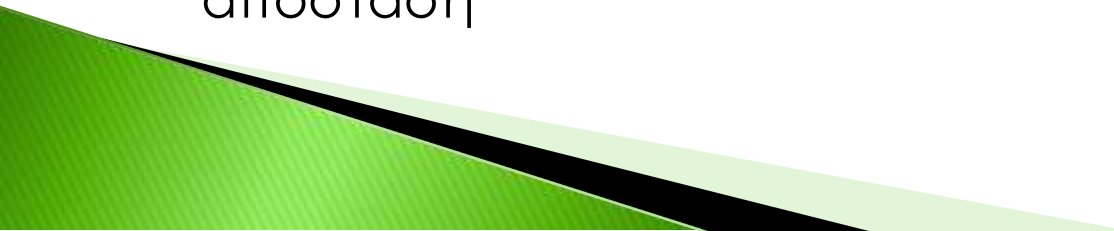
❖ Για υψηλότερη τιμή αριθμού απότομων συμβάντων, η πιθανότητα χρήσης του κινητού τηλεφώνου είναι χαμηλότερη



ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

[illegible]

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΟΤΟΜΑ ΣΥΜΒΑΝΤΑ ΑΝΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΟΔΗΓΗΣΗΣ

- ▶ Όσο αυξάνεται η **διάρκεια χρήσης του κινητού τηλεφώνου** τόσο μειώνονται τα απότομα συμβάντα ανά απόσταση (λόγω αντιστάθμισης κινδύνου)
 - ▶ Όσο αυξάνεται η **μέση ταχύτητα οδήγησης** τόσο μειώνονται τα απότομα συμβάντα ανά διανυθείσα απόσταση
 - ▶ Όσο αυξάνεται η **μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας** τόσο αυξάνονται τα απότομα συμβάντα ανά απόσταση οδήγησης
 - ▶ Όσο αυξάνεται η **απόσταση οδήγησης** εντός αστικού και υπεραστικού δικτύου και αυτοκινητοδρόμου τόσο μειώνεται ο αντίστοιχος αριθμός απότομων συμβάντων ανά διανυθείσα απόσταση
- 

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ Ή ΜΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ

- ▶ Όσο αυξάνεται η **μέση ταχύτητα οδήγησης** τόσο μειώνεται η πιθανότητα ο οδηγός να χρησιμοποιεί το κινητό του τηλέφωνο (αντιστάθμιση κινδύνου)
- ▶ Όσο αυξάνεται η **μέση στροφική ταχύτητα** και τα **απότομα συμβάντα**, τόσο μειώνεται η πιθανότητα χρήσης του κινητού τηλεφώνου
- ▶ Όσο αυξάνεται η **μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας** τόσο μειώνεται η πιθανότητα ο οδηγός να κάνει χρήση του κινητού τηλεφώνου

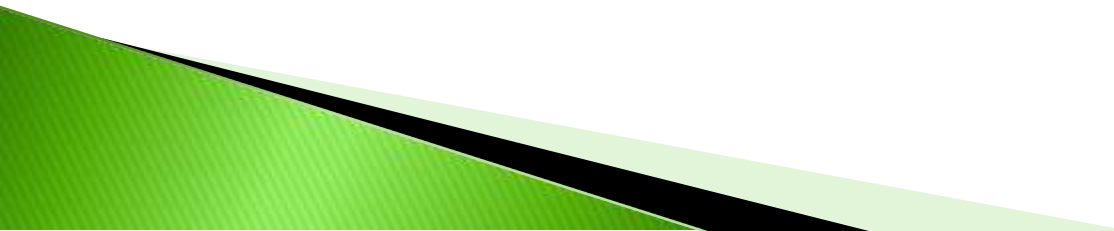


ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- ❖ **Αυστηρότερη και συχνότερη αστυνόμευση.** Αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας για την ανίχνευση της χρήσης του κινητού τηλεφώνου
- ❖ **Εκστρατείες ενημέρωσης** σε όλα τα μέσα ενημέρωσης και το διαδίκτυο
- ❖ Ανάπτυξη **εκπαιδευτικών προγραμμάτων** και ένταξη μαθημάτων οδικής ασφάλειας στο πλαίσιο των σχολικών δραστηριοτήτων
- ❖ Επιβράβευση των προσεκτικών οδηγών με **μειωμένα ασφάλιστρα**



ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

- ✓ Έρευνα σε **μεγαλύτερο δείγμα** οδηγών
 - ✓ Εφαρμογή διαφορετικών **μεθόδων στατιστικής ανάλυσης** (π.χ. ανάλυση χρονοσειρών)
 - ✓ Ανάλυση με **περισσότερα δεδομένα** (π.χ. φύλο οδηγού, ηλικία) και **σε διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας** (π.χ. καιρικές συνθήκες)
 - ✓ Συλλογή στοιχείων για την **ταχύτητα** των οδηγών στους επιμέρους τύπους οδού
 - ✓ Συσχέτιση της **παρουσίας ή μη συνοδηγού και άλλων ατόμων** εντός οχήματος, **χρήσης ή μη ζώνης ασφαλείας** και **κατανάλωσης αλκοόλ**
 - ✓ Έρευνα για τους **οδηγούς μοτοσικλετών**
- 

Ευχαριστώ για την προσοχή σας...





Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

Προτυποποίηση της επιρροής της Χρήσης Κινητού Τηλεφώνου στη Συμπεριφορά του Οδηγού Αξιοποιώντας Λεπτομερή Δεδομένα από Αισθητήρες Έξυπνων Κινητών Τηλεφώνων

Αναστασία Αργυροπούλου

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Ιούλιος 2017