



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής

Διερεύνηση της Συμπεριφοράς Κυκλοφορίας και Ασφάλειας των Πεζών που στέλνουν μηνύματα ή περιηγούνται στο διαδίκτυο

Μαρία – Ήλια Ροπακά

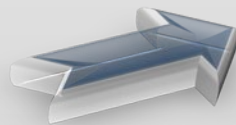
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Ιούλιος 2019

Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Μελέτη της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου για αποστολή μηνυμάτων ή πλοήγηση στο διαδίκτυο στα χαρακτηριστικά **κυκλοφορίας** και **ασφάλειας** των πεζών όταν διασχίζουν **σηματοδοτούμενες** διαβάσεις.



- ❖ Πρόβλεψη της **ταχύτητας** των πεζών
- ❖ Πρόβλεψη της πιθανότητας εμπλοκής σε **παρ'ολίγον ατύχημα**
- ❖ Πρόβλεψη της πιθανότητας διατήρησης **ευθείας τροχιάς**
- ❖ Πρόβλεψη της πιθανότητας **σύγκρουσης** με άλλους πεζούς

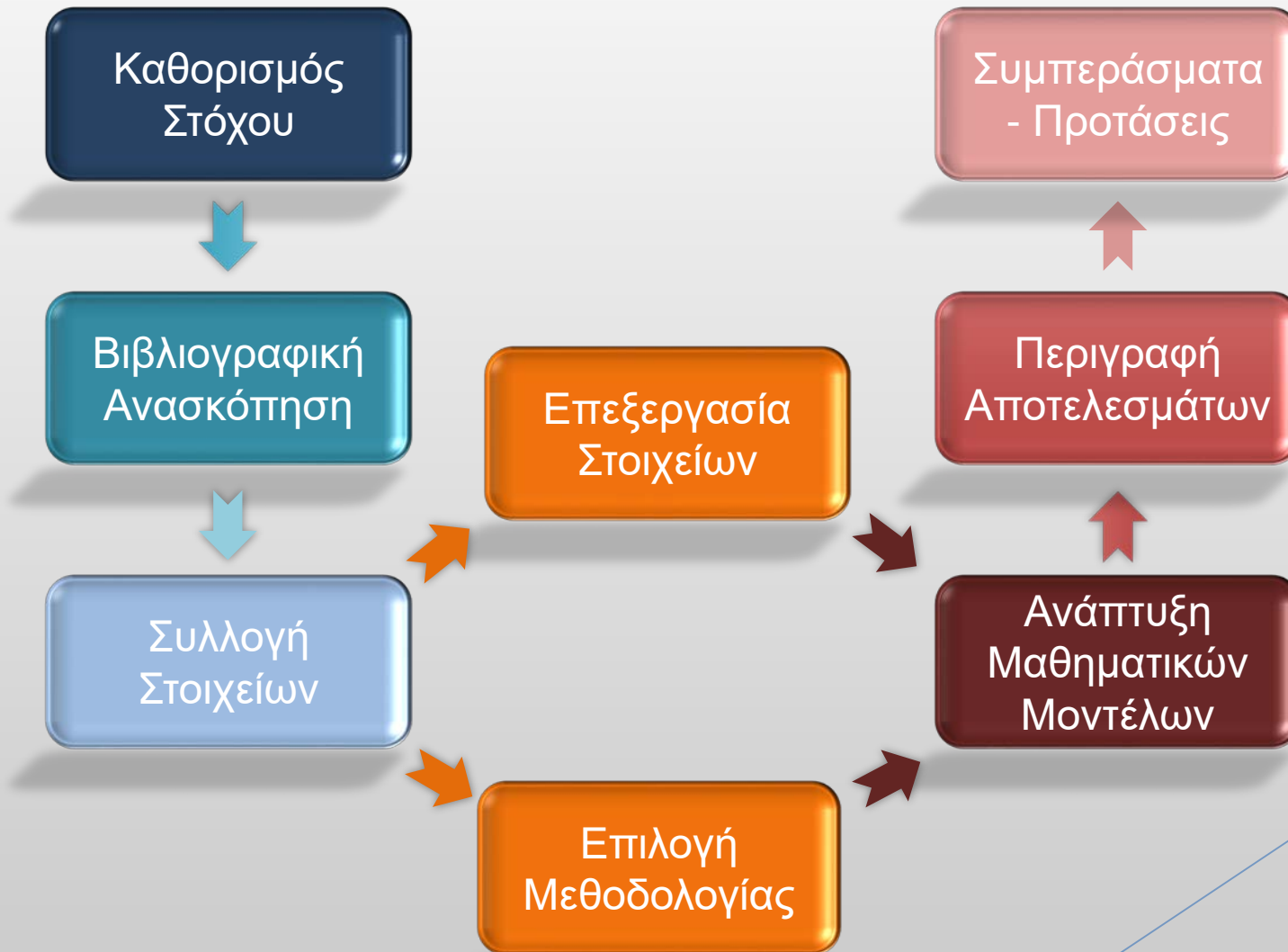


Χαρακτηριστικά
Κυκλοφορίας



Χαρακτηριστικά
Ασφάλειας

Βασικά Στάδια Διπλωματικής Εργασίας



Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)

Ταχύτητα πεζών

- Χρήση κινητού οδηγεί σε **μειωμένη ταχύτητα** βαδίσματος
- Μεγαλύτερη έκθεση σε κίνδυνο εξαιτίας της απόσπασης προσοχής

Παρ' ολίγον ατύχημα πεζών με διερχόμενο όχημα

- Χρήση κινητού οδηγεί σε **αυξημένη πιθανότητα εμπλοκής** με διερχόμενο όχημα
- Ριψοκίνδυνη συμπεριφορά λόγω γνωστικής & οπτικής απόσπασης προσοχής

Τροχιά πεζών

- Χρήση κινητού οδηγεί σε **μεγαλύτερη απόκλιση** από την ευθεία τροχιά
- Διέλευση εκτός ορίων διάβασης
- Κίνδυνος εμπλοκής με οχήματα

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)



Σηματοδοτούμενες
Διαβάσεις



Μη
Σηματοδοτούμενες
Διαβάσεις

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Πρότυπα κυκλοφοριακών χαρακτηριστικών

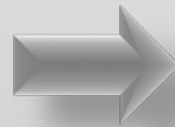
- Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση
- Συνεχής Μεταβλητή (*Ταχύτητα*)



- Λογική ερμηνεία συντελεστών β_i
- Στατιστική σημαντικότητα ($t - test$)
- Επίπεδο σημαντικότητας
- Συντελεστής R^2

Πρότυπα χαρακτηριστικών ασφαλείας

- Διωνυμική Λογιστική Παλινδρόμηση
- Διακριτές Μεταβλητές (*Παρ'ολίγον
ατύχημα, Τροχιά, Σύγκρουση πεζών*)



- Λογική ερμηνεία συντελεστών B
- Στατιστική σημαντικότητα ($Wald - test$)
- Επίπεδο σημαντικότητας
- Hosmer – Lemeshow test
- Συντελεστής R^2

Συλλογή Στοιχείων (1/2)

Πείραμα Βιντεοσκόπησης μέσω
κινητού τηλεφώνου

3 Σηματοδοτούμενες Διαβάσεις
στο κέντρο της Αθήνας → 3
τύποι οδού

1 μέτρηση 30' Καθημερινή & 1
μέτρηση 30' Σαββατοκύριακο /
Διάβαση

Συνολικά 6 μετρήσεις διάρκειας 3
ωρών

Εισαγωγή στο πρόγραμμα VLC
media player



**1 Λωρίδα
Κυκλοφορίας**

**2 Λωρίδες
Κυκλοφορίας**



**3 Λωρίδες
Κυκλοφορίας**

Συλλογή Στοιχείων (2/2)

2.280 πεζοί

379 Με Απόσπαση
Προσοχής

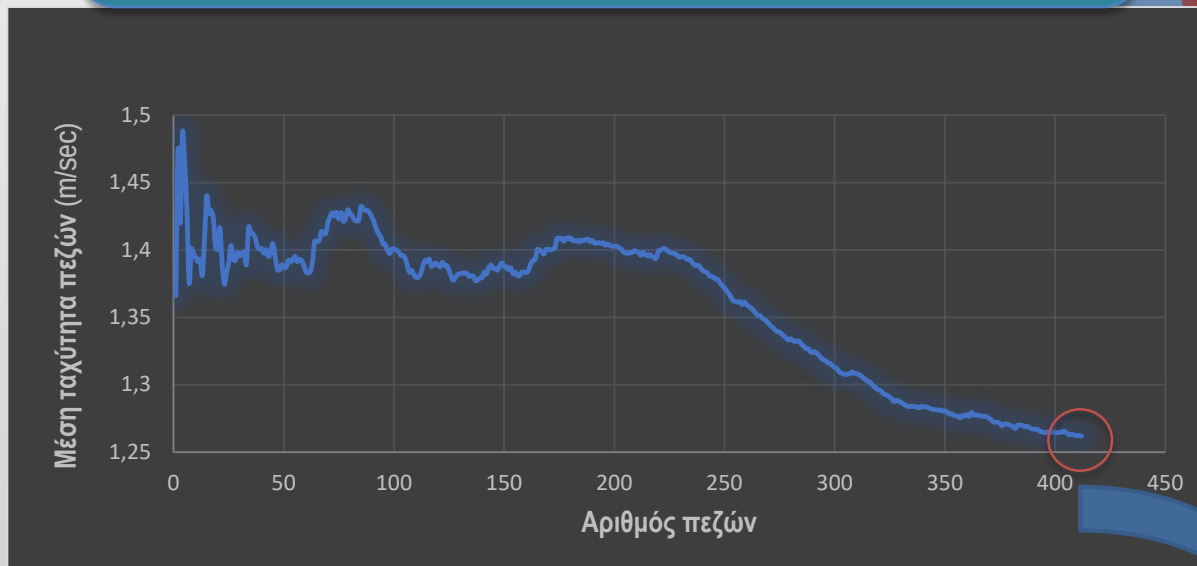
1.901 Χωρίς Απόσπαση
Προσοχής

Αποστολή
Μηνυμάτων: 142

Ομιλία στο Κινητό:
113

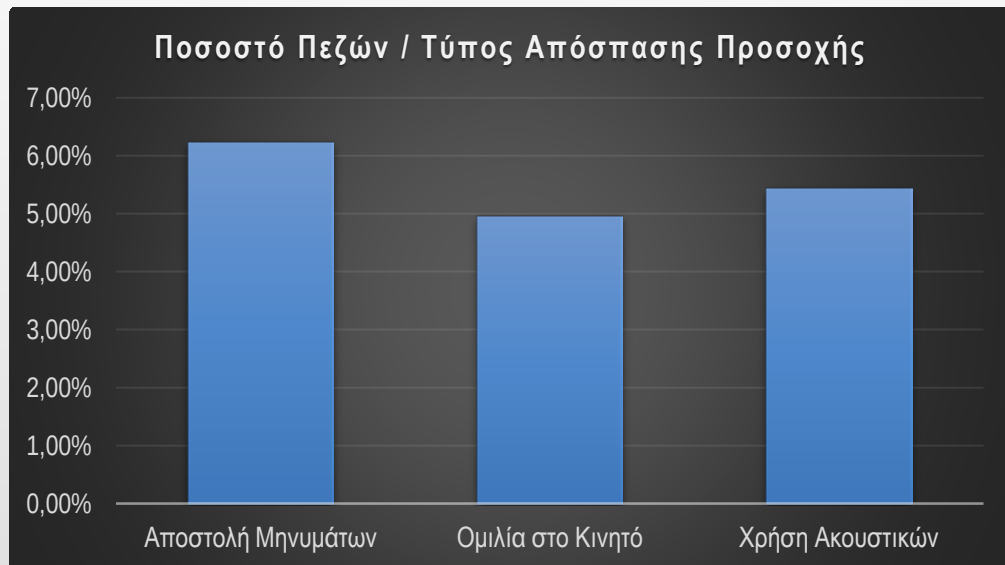
Χρήση Ακουστικών:
124

Αντιπροσωπευτικό Δείγμα Πεζών **Χωρίς**
Απόσπαση Προσοχής: **412** πεζοί
(Ομάδα Αναφοράς)



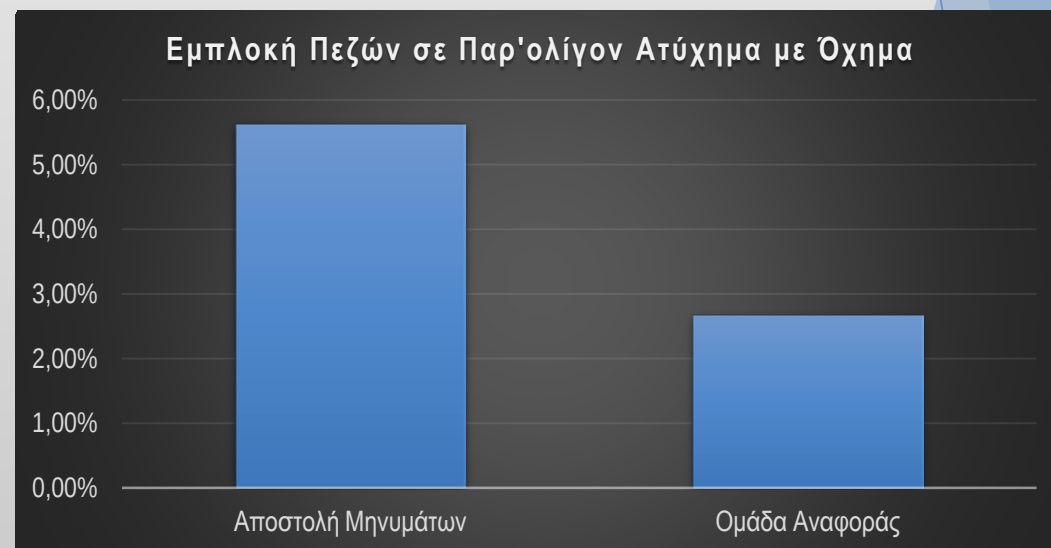
Σημείο **παύσης μεταβολής της ταχύτητας**
με προσθήκη νέων πεζών

Προκαταρκτική Ανάλυση



Το μεγαλύτερο ποσοστό των πεζών
Με Απόσπαση Προσοχής
αποστέλλουν μηνύματα/πλοηγούνται
στο διαδίκτυο

Οι πεζοί που αποστέλλουν
μηνύματα/πλοηγούνται στο διαδίκτυο
εμφανίζουν **Μεγαλύτερη Πιθανότητα**
Εμπλοκής σε παρ'ολίγον ατύχημα
συγκριτικά με την Ομάδα Αναφοράς



Διαδικασία Στατιστικής Επεξεργασίας

Εισαγωγή βάσεων δεδομένων
στο πρόγραμμα στατιστικής
ανάλυσης IBM SPSS 21.0

Καθορισμός Ανεξάρτητων και
Εξαρτημένων Μεταβλητών

Έλεγχος Συσχέτισης
Μεταβλητών

Στατιστικοί έλεγχοι
Μαθηματικών Προτύπων

2 Βάσεις Δεδομένων

- Πεζοί Με Απόσπαση Προσοχής
- Πεζοί Χωρίς Απόσπαση Προσοχής

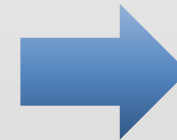
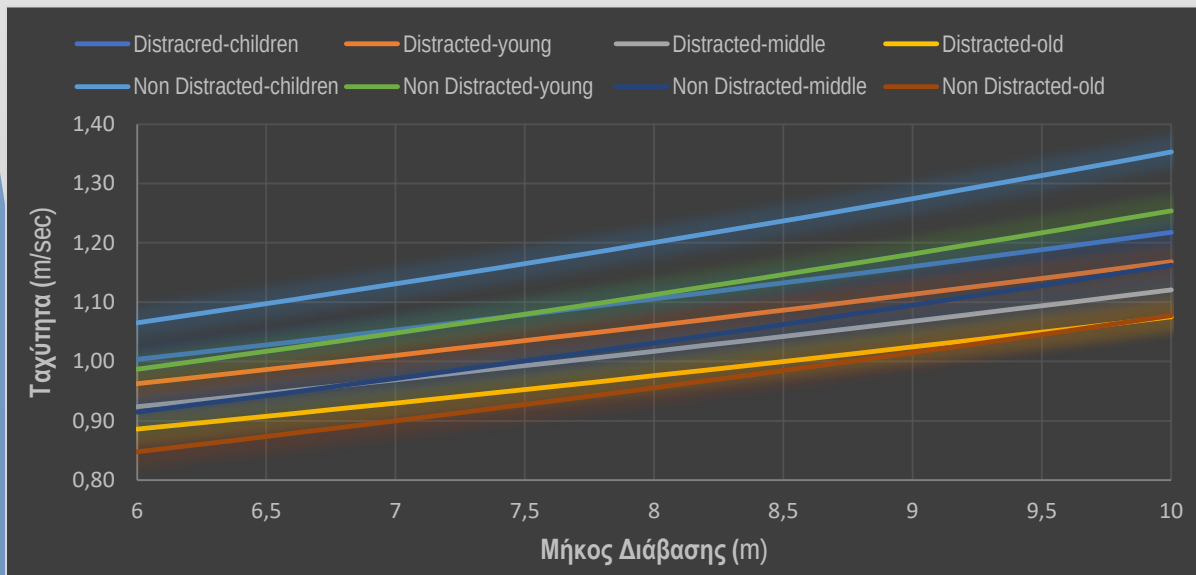
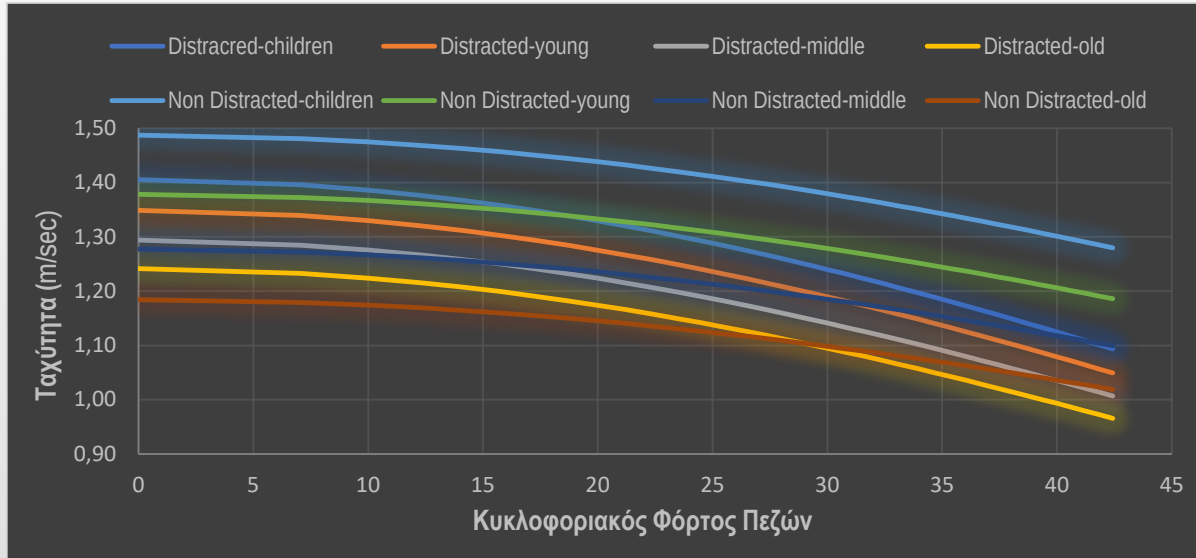
Σύγκριση Επιμέρους
Μοντέλων

Πρότυπα Ταχύτητας Πεζών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πεζοί Με Απόσπαση Προσοχής				Πεζοί Χωρίς Απόσπαση Προσοχής			
	Συντελεστές β	t	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή	Συντελεστές β	t	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή
Ηλικία	-0.018	-1.781	-0.38	13.54	-0.033	-6.562	3.45	-123.39
Συνοδεία πεζών	-0.052	-2.093	-0.07	2.37	-0.063	-6.194	1.09	-38.88
Μήκος διάβασης	0.021	7.676	1.47	-52.69	0.026	15.231	-4.41	157.63
Φόρτος πεζών στο τετράγωνο	-0.00006056	-2.662	-0.03	1.00	-0.00003627	-3.200	0.87	-31.13
R^2	0.648				0.560			

- ▶ **Εξαρτημένη Μεταβλητή:** Λογάριθμος της ταχύτητας
- ▶ **Ηλικία:** Διατεταγμένη Μεταβλητή (1: <18 ετών, 2: 18-35 ετών, 3: 35-65 ετών, 4: >65 ετών)
- ▶ **Συνοδεία Πεζών:** Διακριτή Μεταβλητή (0: Απουσία Συνοδείας, 1: Συνοδεία)
- ▶ Η Ύπαρξη Συνοδείας οδηγεί σε **Μείωση** της ταχύτητας λόγω απόσπασης προσοχής από συνομιλία
- ▶ Αύξηση του Μήκους Διάβασης οδηγεί σε **Αύξηση** της ταχύτητας

Ανάλυση Ευαισθησίας



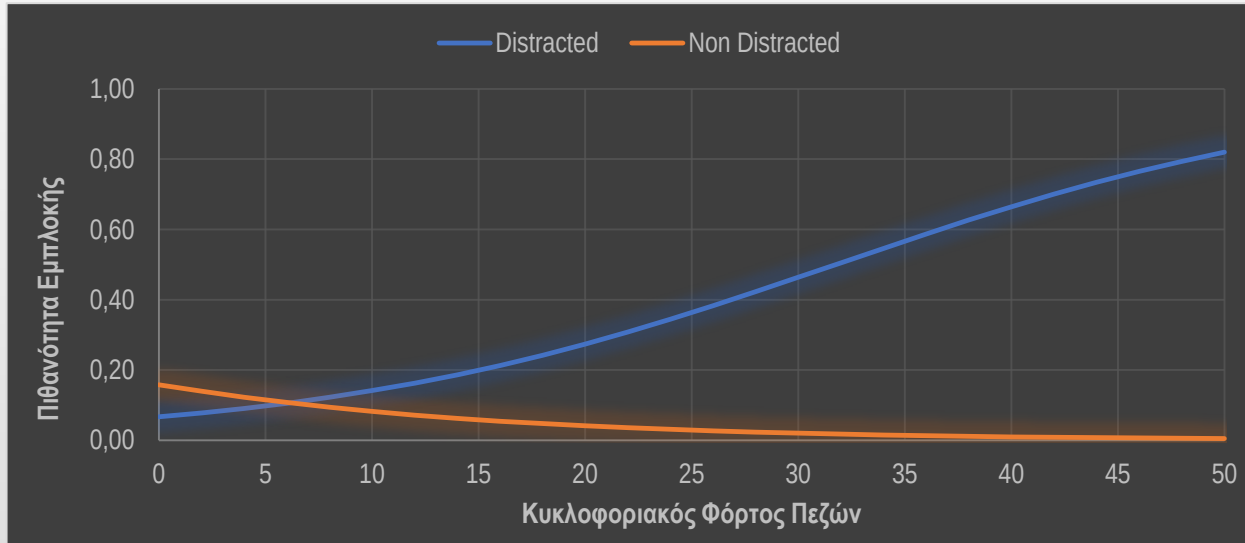
Σε υψηλό φόρτο πεζών οι πεζοί **Με Απόσπαση Προσοχής** εμφανίζουν μικρότερη ταχύτητα συγκριτικά με όσους δεν χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο, ανεξάρτητα από την ηλικία

Πρότυπα Παρ'ολίγον Ατυχημάτων Πεζών με Διερχόμενο Όχημα

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πεζοί Με Απόσπαση Προσοχής				Πεζοί Χωρίς Απόσπαση Προσοχής			
	Συντελεστές Β	Wald	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή	Συντελεστές Β	Wald	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή
Μήκος διάβασης	-0.820	19.91	-3.55	-10.33	-0.543	25.724	-3.86	-11.23
Κόκκινη Ένδειξη φωτεινού σηματοδότη	3.287	11.4	59.87	174.31	2.269	8.095	9.68	28.18
Φόρτος πεζών	0.083	3.711	0.82	2.39	-0.074	4.328	-0.84	-2.43
Λογάριθμος της ταχύτητας	6.158	2.354	0.34	1.00	3.866	1.860	0.36	1.06
R^2	0.911				0.927			

- ▶ **Εξαρτημένη Μεταβλητή:** Παρ'ολίγον Ατύχημα (0: Απουσία Ατυχήματος, 1: Ύπαρξη Ατυχήματος)
- ▶ Η Κόκκινη Ένδειξη Φωτεινού Σηματοδότη οδηγεί σε **Αύξηση** Πιθανότητας Εμπλοκής σε Ατύχημα
- ▶ Αύξηση του Κυκλοφοριακού Φόρτου Πεζών οδηγεί σε Αύξηση της Πιθανότητας Εμπλοκής των πεζών **Με Απόσπαση προσοχής** λόγω μη επίγνωσης της λοιπής κυκλοφορίας

Ανάλυση Ευαισθησίας



Εξεταζόμενη Περίπτωση

- Κόκκινη ένδειξη φωτεινού σηματοδότη
- Μήκος διάβασης=7.9 m
- Μέση ταχύτητα=1.23 m/sec



Σημαντική Αύξηση Πιθανότητας Εμπλοκής πεζών **Με Απόσπαση Προσοχής** σε Παρ'ολίγον Ατύχημα με Διερχόμενο Όχημα, με την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου πεζών

Πρότυπα Τροχιάς Πεζών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πεζοί Με Απόσπαση Προσοχής				Πεζοί Χωρίς Απόσπαση Προσοχής			
	Συντελεστές B	Wald	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή	Συντελεστές B	Wald	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή
Κόκκινη Ένδειξη φωτεινού σηματοδότη	-0.893	2.675	-0.76	-5.14	-0.687	8.913	-0.65	-4.42
Απουσία Οχήματος επί διάβασης	0.526	3.494	91.12	617.03	1.196	50.833	5.75	38.91
1 Λωρίδα κυκλοφορίας	1.095	6.601	0.62	4.23	0.315	2.275	0.15	1.00
2 Λωρίδες κυκλοφορίας	0.695	2.995	0.36	2.44	0.525	3.356	-0.40	-2.68
R^2	0.268				0.309			

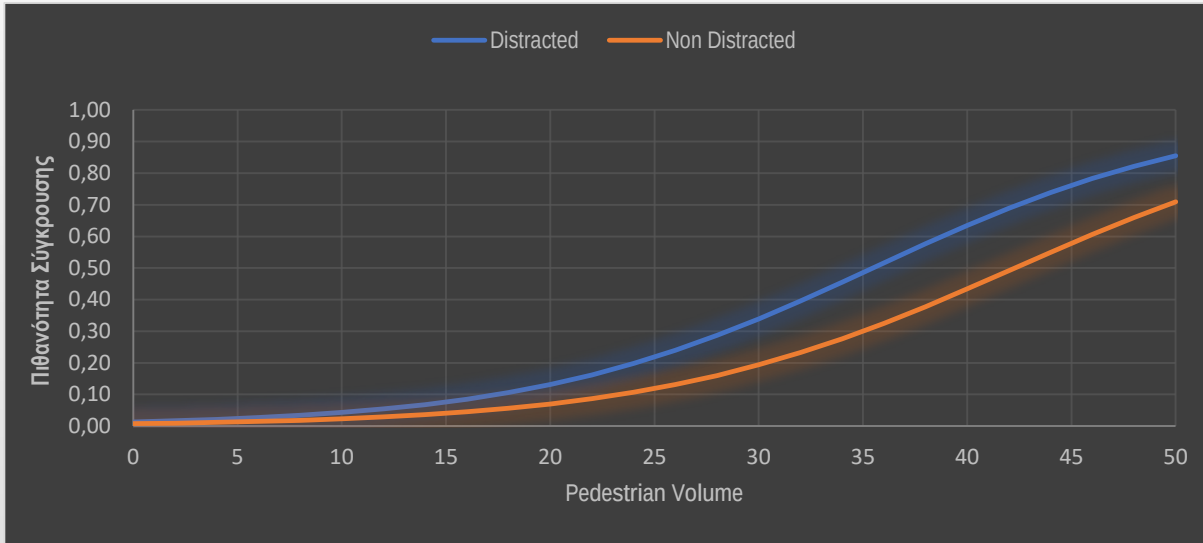
- ▶ **Εξαρτημένη Μεταβλητή:** Τροχιά (0: Απόκλιση από Ευθεία τροχιά, 1: Ευθεία τροχιά)
- ▶ Η Κόκκινη Ένδειξη Φωτεινού Σηματοδότη οδηγεί σε **Μείωση** Πιθανότητας Διατήρησης Ευθείας Τροχιάς
- ▶ Η παρουσία Οχήματος επί Διάβασης οδηγεί σε **Μείωση** της Πιθανότητας Διατήρησης Ευθείας Τροχιάς
- ▶ Μικρότερος Αριθμός Λωρίδων οδηγεί σε μείωση ελιγμών για αποφυγή εμποδίων: **Αύξηση** της Πιθανότητας Διατήρησης Ευθείας Τροχιάς

Πρότυπα Σύγκρουσης Πεζών

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πεζοί Με Απόσπαση Προσοχής				Πεζοί Χωρίς Απόσπαση Προσοχής			
	Συντελεστές B	Wald	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή	Συντελεστές B	Wald	Ελαστικότητα	Σχετική επιρροή
Απουσία Συνοδείας πεζών	2.509	3.927	14.94	-46.11	-0.900	10.591	-0.42	1.21
Φόρτος πεζών	0.122	13.15	2.42	-7.47	0.116	39.185	-0.71	2.20
Απουσία Οχήματος επί διάβασης	1.048	1.907	2.66	-8.22	0.646	3.555	-0.32	1.00
Σαββατοκύριακο	1.041	3.203	3.05	-9.43	-0.409	1.656	-0.43	1.32
R^2	0.271				0.235			

- ▶ **Εξαρτημένη Μεταβλητή:** Σύγκρουση μεταξύ πεζών (0: Απουσία Σύγκρουσης, 1: Σύγκρουση)
- ▶ Συνοδεία Πεζών: **Μείωση** Πιθανότητας Σύγκρουσης πεζών Με Απόσπαση Προσοχής λόγω καθοδήγησης από το/την Συνοδό τους
- ▶ Σαββατοκύριακο: **Αύξηση** Πιθανότητας Σύγκρουσης πεζών Με Απόσπαση Προσοχής λόγω εκτεταμένης χρήσης κινητού τηλεφώνου

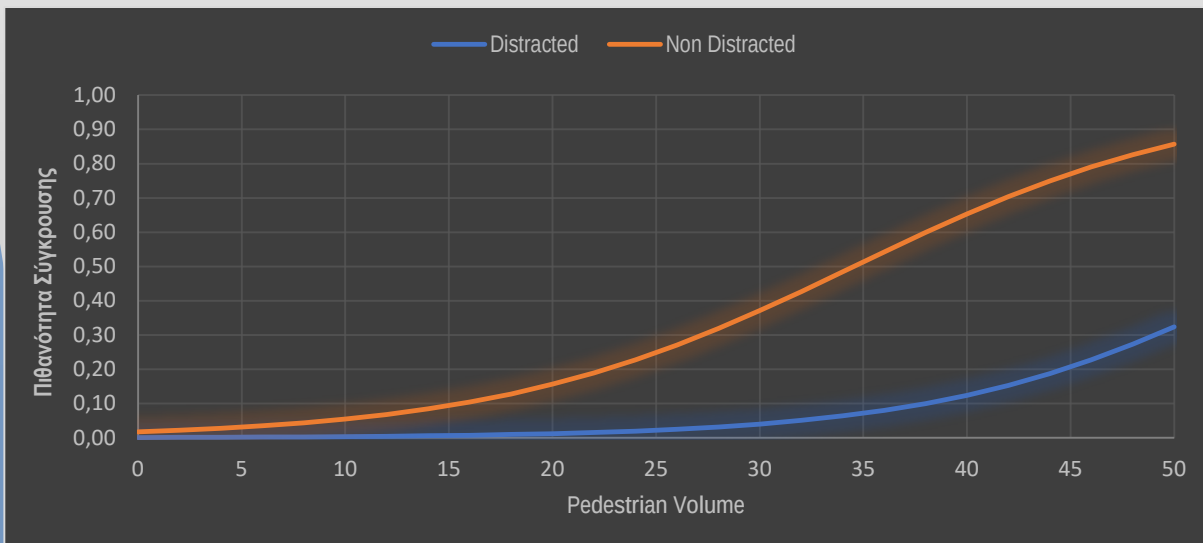
Ανάλυση Ευαισθησίας



Εξεταζόμενη Περίπτωση

- Απουσία Συνοδείας
- Σαββατοκύριακο
- Όχημα επί διάβασης

➔ Μεγαλύτερη Πιθανότητα Σύγκρουσης των πεζών **Με Απόσπαση Προσοχής**



Εξεταζόμενη Περίπτωση

- Συνοδεία
- Σαββατοκύριακο
- Όχημα επί διάβασης

➔ Μικρότερη Πιθανότητα Σύγκρουσης των πεζών **Με Απόσπαση Προσοχής**

Συγκεντρωτικοί Πίνακες Στατιστικών Προτύπων

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πεζοί με απόσπαση προσοχής															
	Ταχύτητα				Παρ'ολίγον ατύχημα				Τροχιά				Σύγκρουση			
	β_i	t	e_i	e_i^*	B	Wald	e_i	e_i^*	B	Wald	e_i	e_i^*	B	Wald	e_i	e_i^*
Ηλικία	-0.018	-1.781	-0.38	13.54									2.509 3.927 14.94 -46.11			
Συνοδεία πεζών	-0.052	-2.093	-0.07	2.37												
Μήκος διάβασης	0.021	7.676	1.47	-52.69												
Φόρτος πεζών στο τετράγωνο	-6E-05	-2.662	-0.03	1.00									0.122 13.149 2.42 -7.47			
Ένδειξη φωτεινού σηματοδότη					3.287	11.399	59.87	174.31	-0.893	2.675	-0.76	-5.14				
Φόρτος πεζών					0.083	3.711	0.82	2.39								
Λογάριθμος της ταχύτητας					6.158	2.354	0.34	1.00								
Όχημα πάνω στη διάβαση									0.526	3.494	91.1	617.03	1.048	1.907	2.66	-8.22
1 Λωρίδα κυκλοφορίας									1.095	6.601	0.62	4.23				
2 Λωρίδες κυκλοφορίας									0.695	2.995	0.36	2.44				
Ημέρα της εβδομάδας													1.041	3.203	3.05	-9.43
R ²	0.648				0.911				0.268				0.271			

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Πεζοί χωρίς απόσπαση προσοχής															
	Ταχύτητα				Παρ'ολίγον ατύχημα				Τροχιά				Σύγκρουση			
	β_i	t	e_i	e_i^*	B	Wald	e_i	e_i^*	B	Wald	e_i	e_i^*	B	Wald	e_i	e_i^*
Ηλικία	-0.033	-6.562	3.45	-123.4									-0.900 10.591 -0.42 1.21			
Συνοδεία πεζών	-0.063	-6.194	1.09	-38.88												
Μήκος διάβασης	0.026	15.23	-4.41	157.63												
Φόρτος πεζών στο τετράγωνο	-4E-05	-3.200	0.87	-31.13									0.116 39.185 -0.71 2.20			
Ένδειξη φωτεινού σηματοδότη					2.269	8.095	9.68	28.18	-0.687	8.913	-0.65	-4.42				
Φόρτος πεζών					-0.074	4.328	-0.84	-2.43								
Λογάριθμος της ταχύτητας					3.866	1.860	0.36	1.06								
Όχημα πάνω στη διάβαση									1.196	50.833	5.75	38.91	0.646	3.555	-0.32	1.00
1 Λωρίδα κυκλοφορίας									0.315	2.275	0.15	1.00				
2 Λωρίδες κυκλοφορίας									0.525	3.356	-0.40	-2.68				
Ημέρα της εβδομάδας													-0.409	1.656	-0.43	1.32
R ²	0.560				0.927				0.309				0.235			

Συμπεράσματα

- ▶ Σε **υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο πεζών**, οι πεζοί Με Απόσπαση Προσοχής έχουν **Μικρότερη ταχύτητα** σε σχέση με όσους δεν χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο, ανεξάρτητα από την ηλικία
- ▶ **Αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου** των πεζών οδηγεί σε **Αύξηση της Πιθανότητας για Παρ'ολίγον Ατύχημα** των πεζών Με Απόσπαση Προσοχής
- ▶ **Απουσία Συνοδείας** των πεζών Με Απόσπαση Προσοχής οδηγεί σε **Αύξηση της Πιθανότητας** για Σύγκρουση με άλλους πεζούς
- ▶ Το **Σαββατοκύριακο** οι πεζοί Με Απόσπαση Προσοχής εμφανίζουν **Αυξημένη Πιθανότητα** Σύγκρουσης

Προτάσεις Βελτίωσης της Ασφάλειας των Πεζών

- ▶ Φωτεινοί σηματοδότες με ενσωματωμένο **σύστημα αντίστροφης μέτρησης**
- ▶ Τοποθέτηση **φωτιστικών στοιχείων** επί πεζοδρομίου ή διάβασης που υποδεικνύουν την ένδειξη του Φωτεινού Σηματοδότη
- ▶ **Εφαρμογές έξυπνων κινητών τηλεφώνων** για προειδοποίηση των χρηστών όταν πλησιάζουν επικίνδυνες μη σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις
- ▶ **Ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης** από την Πολιτεία και τους Εκπαιδευτικούς φορείς
- ▶ **Ευαισθητοποίηση των οδηγών** μέσω εκστρατειών ενημέρωσης

Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

- ▶ Αλλαγή της περιοχής έρευνας – **Μελλοντική έρευνα** στις ίδιες περιοχές
- ▶ Καταγραφή κίνησης των πεζών **καθόλη τη διάρκεια** της ημέρας
- ▶ **Συλλογή επιπρόσθετων δεδομένων** (ταχύτητα διερχόμενου οχήματος, καιρικές συνθήκες, κλπ.)
- ▶ Περισσότεροι **συνδυασμοί** εξαρτημένων & ανεξάρτητων μεταβλητών
- ▶ Περισσότερες **κατηγορίες** στατιστικών μοντέλων (ομαδοποίησης, παραγόντων, επιλογών κλπ.)

Ευχαριστώ πολύ για την προσοχής σας...





Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής

Διερεύνηση της Συμπεριφοράς Κυκλοφορίας και Ασφάλειας των Πεζών που στέλνουν μηνύματα ή περιηγούνται στο διαδίκτυο

Μαρία – Ήλια Ροπακά

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής ΕΜΠ
Αθήνα, Ιούλιος 2019