



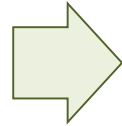
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

# ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΟΔΙΚΩΝ ΣΥΜΒΑΝΤΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Μπαρδή Φωτεινή  
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.  
Αθήνα, Οκτώβριος 2020

# Βασικά στάδια διπλωματικής εργασίας

Καθορισμός  
στόχου

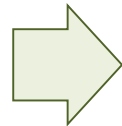


Βιβλιογραφική  
ανασκόπηση



Συλλογή  
στοιχείων

Θεωρητικό  
υπόβαθρο

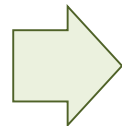


Επεξεργασία  
στοιχείων



Ανάπτυξη  
μαθηματικών  
μοντέλων

Περιγραφή  
αποτελεσμάτων



Συμπεράσματα



Προτάσεις για  
περαιτέρω  
έρευνα

# Στόχος διπλωματικής εργασίας



Ο προσδιορισμός των κρίσιμων παραγόντων **εντοπισμού οδικών συμβάντων** σε αστικές περιοχές

Επιμέρους στόχο αποτελεί ο εντοπισμός των παραγόντων που περιγράφουν τα δεδομένα που αφορούν στην κατάσταση πριν και κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος.





# Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)

## Έχουν εξεταστεί εκτενώς:

- Η επίδραση της απόσπασης προσοχής στην πιθανότητα ατυχήματος
- Οι παράγοντες που οδηγούν σε λάθη κατά την οδήγηση
- Η μεταβολή της οδηγικής συμπεριφοράς πριν από ένα ατύχημα
- Οι παράγοντες που σχετίζονται με τον κίνδυνο ατυχήματος
- Η επιρροή των απροσδόκητων συμβάντων στα οδηγικά χαρακτηριστικά

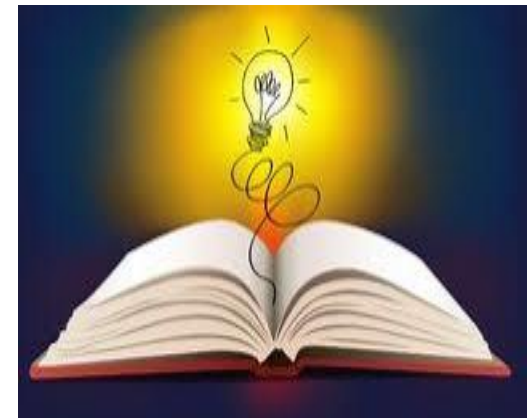


## Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)

### Βασικές ελλείψεις που προκύπτουν:

- Ανάλυσης της κατάστασης μόνο μετά το συμβάν.
- Δεν εξετάζεται ο κίνδυνος ατυχήματος ως μεταβλητή.
- Δεν γίνεται ανίχνευση επικίνδυνων συμπεριφορών σε πραγματικό χρόνο.

Διαπιστώθηκε πως δεν υπάρχει επαρκής έρευνα των παραγόντων που οδηγούν στον **εντοπισμό** συμβάντων τόσο πριν όσο και κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος



# Συλλογή στοιχείων (1/2)



## Πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης

Τύπος οδού

Κυκλοφοριακός φόρτος

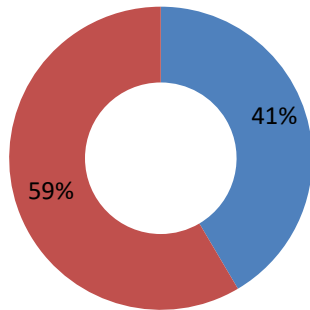


# Συλλογή στοιχείων (2/2)



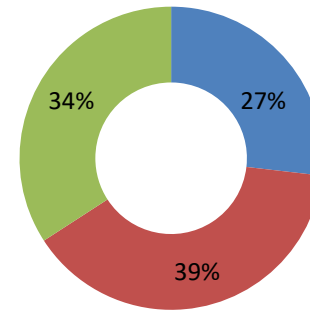
## Χαρακτηριστικά δείγματος (41 οδηγοί)

### Φύλο



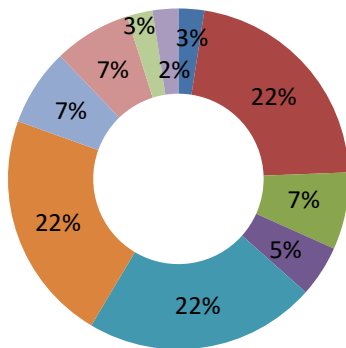
- Γυναίκες
- Άνδρες

### Ηλικιακή ομάδα



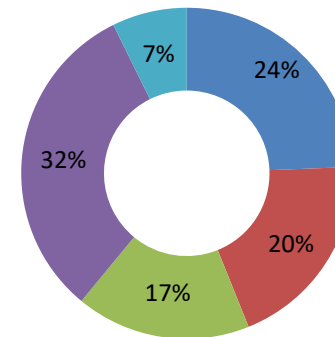
- Νέοι
- Μεσήλικες
- Ηλικιωμένοι

### Εκπαίδευση



- 6 έτη
- 12 έτη
- 14 έτη
- 15 έτη
- 16 έτη
- 17 έτη
- 18 έτη
- 20 έτη
- 21 έτη
- 24 έτη

### Οδηγική εμπειρία



- (0-10) έτη
- (10-20) έτη
- (20-30) έτη
- (30-40) έτη
- 40+ έτη

# Θεωρητικό υπόβαθρο

## Μαθηματικά μοντέλα

➤ Διωνυμική  
λογιστική  
παλινδρόμηση

❖ Τυχαία δάση

❑ Ανάλυση  
παραγόντων

## Κριτήρια αποδοχής μοντέλων

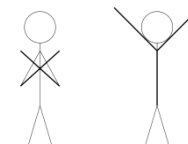
- Συσχέτιση ανεξάρτητων μεταβλητών
- Λογικοί συντελεστές βι
- Στατιστική σημαντικότητα
- Δείκτες μήτρας σύγκρισης

- ❖ Συσχέτιση ανεξάρτητων μεταβλητών
- ❖ Δείκτες μήτρας σύγκρισης

- ❑ Επάρκεια δείγματος
- ❑ Σφαιρικότητα δείγματος

## Μεταβλητές

Εξαρτημένη:  
Υπαρξη ή  
όχι  
συμβάντος





# Επεξεργασία στοιχείων (1/2)

Επεξεργασία και στατιστική  
ανάλυση δεδομένων:



Γλώσσα  
προγραμματισμού: R  
Περιβάλλον: Rstudio

UrbanControl



index



PreEventU

DurEventU



EventsU

όταν  $Event = 0$

PreEventU2

EventsU2

όταν  $Event = 1$

DurEventU2

απομόνωση



ανεξάρτητων  
μεταβλητών



Έλεγχος  
συσχέτισης  
μεταβλητών

Model

# Επεξεργασία στοιχείων (2/2)



Model



- Συμβάν (εξαρτημένη)
- Ταχύτητα
- Πλευρική επιτάχυνση
- Διαμήκης επιτάχυνση
- Χρόνος μέχρι τη σύγκρουση με το προπορευόμενο όχημα
- Απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή
- Απόκλιση οχήματος από το μέσο της οδού
- Θέση τιμονιού
- Οδηγική εμπειρία
- Διανυόμενη απόσταση

## ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

**Παραλλαγή Α:** εξαρτημένη και σύνολο ανεξάρτητων μεταβλητών

**Παραλλαγή Β:** εξαρτημένη και οι πιο σημαντικές ανεξάρτητες μεταβλητές

Σημαντικότητα ανεξάρτητων μεταβλητών

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΜΕΣΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ
Θέση τιμονιού	228.78
Διανυόμενη απόσταση	177.71
Ταχύτητα	173.15
Απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή	160.84
Οδηγική εμπειρία	143.86
Χρόνος μέχρι τη σύγκρουση με το προπορευόμενο όχημα	129.7

# Μοντέλα ταξινόμησης

Εξαρτημένη μεταβλητή: Ύπαρξη ή όχι συμβάντος

## Παραλλαγή Α

Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση &  
Τυχαία Δάση

Ανεξάρτητες μεταβλητές

- Θέση τιμονιού
- Ταχύτητα
- Οδηγική εμπειρία
- Χρόνος μέχρι τη σύγκρουση
- Απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή
- Διανυόμενη απόσταση
- Πλευρική επιτάχυνση
- Διαμήκης επιτάχυνση
- Απόκλιση από το μέσο της οδού

## Παραλλαγή Β

Τυχαία Δάση  
Ανεξάρτητες μεταβλητές

- Θέση τιμονιού
- Ταχύτητα
- Οδηγική εμπειρία
- Χρόνος μέχρι τη σύγκρουση
- Απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή
- Διανυόμενη απόσταση

# Αποτελέσματα διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

## Συνάρτηση χρησιμότητας

**Συμβάν** = - 2.048 + 0.0059 \* Ταχύτητα + 0.135 \* Πλευρική επιτάχυνση – 0.0202

\* Διαμήκης επιτάχυνση + 0.00002839 \* Χρόνος μέχρι τη σύγκρουση – 0.0001003 \* Απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή – 0.005719 \* Διανυόμενη απόσταση + 0.2018 \* Απόκλιση από το μέσο της οδού + 0.01546 \* Θέση τιμονιού + 0.007692 \* Οδηγική εμπειρία

	Συντελεστές	P-value
Σταθερός όρος	-2.048	< 2e-16
Ταχύτητα	0.0059	< 2e-16
Πλευρική επιτάχυνση	0.135	4.04E-09
Διαμήκης επιτάχυνση	-0.0202	< 2e-16
Χρόνος μέχρι τη σύγκρουση	0.00002839	< 2e-16
Απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή	-0.0001003	< 2e-16
Διανυόμενη απόσταση	-0.005719	< 2e-16
Απόκλιση από το μέσο της οδού	0.2018	< 2e-16
Θέση τιμονιού	0.01546	< 2e-16
Οδηγική εμπειρία	0.007692	< 2e-16



Ανεξάρτητες μεταβλητές



Λογική ερμηνεία  
συντελεστών



Στατιστική  
σημαντικότητα  
P-value < 0.05

# Αποτελέσματα μοντέλων ταξινόμησης (1/2)



## Δείκτες μήτρας σύγχυσης (%)

	Ορθότητα	Δείκτης λάθος συναγερμού
Διωνυμική παλινδρόμηση (Παραλλαγή A)	79.26	0.96
Τυχαία δάση (Παραλλαγή A)	87.17	6.33
Τυχαία δάση (Παραλλαγή B)	81.19	10.49

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
Οριακά ικανοποιητικό	
Καθόλου ικανοποιητικό	

### Ορθότητα: σωστές προβλέψεις

Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (Παραλλαγή A): αξιόπιστο μοντέλο για σωστές προβλέψεις

#### Τυχαία δάση

(Παραλλαγή A): πολύ αξιόπιστο μοντέλο για σωστές προβλέψεις  
(Παραλλαγή B): αξιόπιστο μοντέλο για σωστές προβλέψεις

### Δείκτης λάθος συναγερμού: λάθος προβλέψεις ύπαρξης συμβάντος

Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (Παραλλαγή A): πολύ ικανοποιητικός

#### Τυχαία δάση

(Παραλλαγή A): ικανοποιητικός  
(Παραλλαγή B): οριακά ικανοποιητικός

# Αποτελέσματα μοντέλων ταξινόμησης (2/2)



## Δείκτες μήτρας σύγχυσης (%)

	Ανάκληση	Εξειδικευτικότητα
Διωνυμική παλινδρόμηση (Παραλλαγή A)	13.44	99.04
Τυχαία δάση (Παραλλαγή A)	65.56	93.67
Τυχαία δάση (Παραλλαγή B)	53.51	89.51

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
Οριακά ικανοποιητικό	
Καθόλου ικανοποιητικό	

**Ανάκληση:** πρόβλεψη ύπαρξης συμβάντος

Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (Παραλλαγή A): καθόλου ικανοποιητική δυνατότητα πρόβλεψης ύπαρξης συμβάντων

Τυχαία δάση (Παραλλαγή A & B): οριακά ικανοποιητική δυνατότητα πρόβλεψης ύπαρξης συμβάντων

**Εξειδικευτικότητα:** πρόβλεψη μη ύπαρξης συμβάντος

Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (Παραλλαγή A) και Τυχαία δάση (Παραλλαγή A & B): πολύ ικανοποιητική δυνατότητα εντοπισμού μη ύπαρξης συμβάντων

# Ανάλυση παραγόντων (1/2)

Βάσεις δεδομένων



1. Ένα λεπτό πριν από κάθε συμβάν
2. Κατά τη διάρκεια των συμβάντων
3. Ένα λεπτό πριν την έναρξη έως τη λήξη των συμβάντων

## Ανεξάρτητες μεταβλητές

- Ταχύτητα
- Πλευρική επιτάχυνση
- Διαμήκης επιτάχυνση
- Χρόνος μέχρι τη σύγκρουση
- Απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή
- Διανυόμενη απόσταση
- Απόκλιση από το μέσο της οδού
- Θέση τιμονιού



Επάρκεια  
(οριακά)



Σφαιρικότητα

## Ανάλυση παραγόντων (2/2)

Βάσεις δεδομένων	Παράγοντας 1	Παράγοντας 2	Παράγοντας 3
Ένα λεπτό πριν από κάθε συμβάν	Απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή	Ταχύτητα	Απόκλιση από το μέσο της οδού
Διάρκεια συμβάντος	Ταχύτητα	Πλευρική επιτάχυνση & Διαμήκης επιτάχυνση	
Ένα λεπτό πριν την έναρξη έως τη λήξη κάθε συμβάντος	Πλευρική επιτάχυνση	Ταχύτητα	Απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή



## Συμπεράσματα (1/2)

- ❖ Οι **μεταβλητές με τη μεγαλύτερη σημαντικότητα** για τον εντοπισμό συμβάντος είναι η ταχύτητα, η διανυόμενη απόσταση, η απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή, η θέση του τιμονιού, η οδηγική εμπειρία και ο χρόνος μέχρι τη σύγκρουση.
- ❖ Το **μοντέλο τυχαίων δασών** παρουσίασε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα στον εντοπισμό συμβάντων σε σχέση με μοντέλο της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.
- ❖ Και στα δύο μοντέλα στατιστικής ανάλυσης, η **παραλλαγή με τον μεγαλύτερο αριθμό μεταβλητών** παρουσίασε πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα.

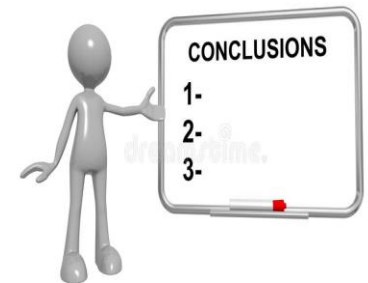
### CONCLUSIONS

- 1.
- 2.
- 3.



## Συμπεράσματα (2/2)

- ❖ Οι παράγοντες που περιγράφουν την κατάσταση που αφορά στο **ένα λεπτό πριν από κάθε συμβάν** είναι η απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή, η ταχύτητα και η απόκλιση του οχήματος από το μέσο της οδού.
- ❖ Η ταχύτητα, η πλευρική επιτάχυνση και η διαμήκης επιτάχυνση αποτελούν τους παράγοντες που μπορούν να περιγράψουν **τη διάρκεια ενός συμβάντος**.
- ❖ Τα δεδομένα που αφορούν στην κατάσταση **ενός λεπτού πριν και κατά τη διάρκεια του συμβάντος** μπορούν να περιγραφούν από την ταχύτητα, την πλευρική επιτάχυνση και την απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή.



# Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων

- ❖ **Προειδοποίηση των οδηγών** για πιθανή εμπλοκή σε συμβάν από σύστημα του οχήματος ή από εφαρμογή κινητού τηλεφώνου που θα εξετάζει την μεταβολή των οδηγικών χαρακτηριστικών.
- ❖ Δυνατότητα εντοπισμού πιθανής ύπαρξης συμβάντος και σίγασης εισερχομένων μηνυμάτων και ειδοποιήσεων από **έξυπνα κινητά τηλέφωνα**.
- ❖ Αξιοποίηση του αλγορίθμου από **Κέντρα Διαχείρισης Κυκλοφορίας** με στόχο τον έγκαιρο εντοπισμό συμβάντων και τη συμβολή για την αντιμετώπισή τους.
- ❖ Δημιουργία **χαρτών** που θα απεικονίζουν την πυκνότητα των συμβάντων στο οδικό δίκτυο.



# Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- ❖ Εξέταση **μεγαλύτερου δείγματος** συμμετεχόντων.
- ❖ Επιλογή **διαφορετικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων**.
- ❖ Εξέταση **επιπλέον τύπων οδού** και σύγκριση των αποτελεσμάτων.
- ❖ **Εναλλακτικά σενάρια οδήγησης** με διαφορετικές συνθήκες.
- ❖ Εντοπισμός συμβάντων με **δεδομένα οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες** για πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.
- ❖ Μελέτη μεταβολής των οδηγικών χαρακτηριστικών σε **μεγαλύτερο διάστημα του ενός λεπτού** πριν το συμβάν.





Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

# ΚΡΙΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΥ ΟΔΙΚΩΝ ΣΥΜΒΑΝΤΩΝ ΣΕ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Μπαρδή Φωτεινή  
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.  
Αθήνα, Οκτώβριος 2020