

Η περίπτωση της απόσπασης της προσοχής του οδηγού.

Παναγιώτης Παπαντωνίου

Αθήνα, Αύγουστος 2015

Στόχος Διδακτορικής Διατριβής

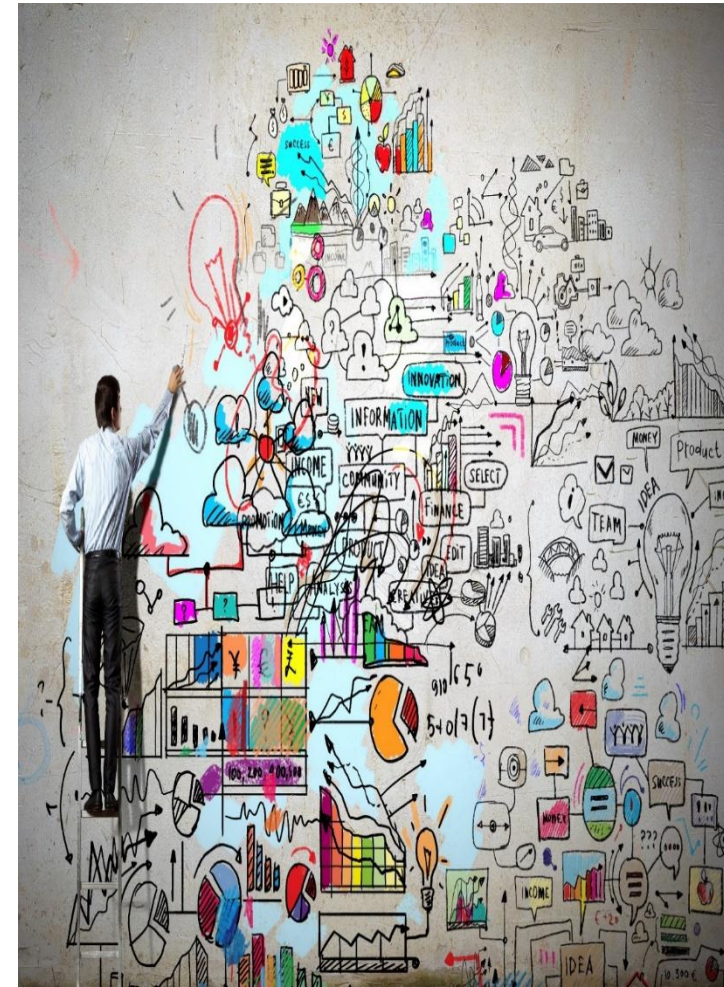
Η ανάλυση της επιρροής χαρακτηριστικών του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος στην οδηγική συμπεριφορά και την πιθανότητα ατυχήματος σε μη αναμενόμενο συμβάν, με έμφαση στην απόσπαση της προσοχής του οδηγού

Η δημιουργία προφίλ οδηγών και χαρακτηριστικών του οδικού περιβάλλοντος τα οποία οδηγούν σε αυξημένη πιθανότητα οδηγικού λάθους



Μεθοδολογικά βήματα

- Βιβλιογραφική ανασκόπηση
- Μεθοδολογική ανασκόπηση
- Ερευνητικά ερωτήματα
- Πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης
- Στατιστική μεθοδολογία
- Μεθοδολογική συνεισφορά
- Επιστημονική πρωτοτυπία
- Περαιτέρω έρευνα



Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Επιμέρους βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις έλαβαν χώρα στα παρακάτω ερευνητικά πεδία:

Συμπεριφορά οδηγού και οδική ασφάλεια



Απόσπαση της προσοχής του οδηγού



Τύποι πειραμάτων εξέτασης απόσπασης της προσοχής



Χαρακτηριστικά προσομοιωτών οδήγησης



Έρευνες απόσπασης της προσοχής σε προσομοιωτή

Συμπεριφορά οδηγού και οδική ασφάλεια

- **Η συμπεριφορά του οδηγού** αποτελεί την κύρια αιτία για ποσοστό 65-95% των οδικών ατυχημάτων (Salmon et al., 2011)
- Η συμπεριφορά του οδηγού περιλαμβάνει έναν μεγάλο αριθμό παραγόντων που μπορούν να αποτελούν αιτίες ατυχημάτων (Yannis et al., 2013):
 - **Επικίνδυνες ενέργειες** (υψηλή ταχύτητα, παραβάσεις κυκλοφορίας κ.α.),
 - **Οδηγικό λάθος ή αντίδραση** (απώλεια ελέγχου οχήματος, αδυναμία τήρησης αποστάσεων ασφαλείας, απότομο φρενάρισμα κ.α.)
 - **Συμπεριφορά ή απειρία** (επιθετική οδήγηση, νευρικότητα, αβεβαιότητα κ.α.)
 - **Απόσπαση της προσοχής** του οδηγού
 - **Κούραση**
 - Κατανάλωση **αλκοόλ**



Απόσπαση της προσοχής

- Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού ορίζεται ως **μια διαδικασία ή κατάσταση η οποία τραβά την προσοχή του οδηγού από τη δραστηριότητα της οδήγησης** (Lee et al., 2008)
- Οι πηγές απόσπασης προσοχής κατά την οδήγηση **αυξάνονται** συνεχώς με την υιοθέτηση όλο και περισσότερων νέων τεχνολογιών και συσκευών εντός του οχήματος (Olsen et al., 2005)
- Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού μπορεί να περιλαμβάνει τέσσερα επιμέρους στοιχεία: **οπτική, ακουστική, κινητική και νοητική** (Ranney et al., 2000)
- Η **χρήση κινητού τηλεφώνου** και η **συνομιλία με συνεπιβάτη** είναι δύο από τις πιο συνήθεις πηγές απόσπασης της προσοχής



Τύποι πειραμάτων

Τύποι πειραμάτων για την αξιολόγηση της οδηγικής συμπεριφοράς και της απόσπασης της προσοχής του οδηγού (Papantoniou et al., 2015):

- Πειράματα πεδίου επί της οδού - εκτός κυκλοφορίας (**field tests**)
- Πειράματα οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες (**naturalistic driving experiments**)
- Πειράματα σε προσομοιωτή οδήγησης (**driving simulator experiments**)
- Σε βάθος ανάλυση ατυχημάτων (**in-depth accident investigation**)
- Έρευνες δεδηλωμένης προτίμησης (**stated preference surveys**)



Χαρακτηριστικά προσομοιωτών οδήγησης

Επιτρέπουν την εξέταση διαφορετικών παραμέτρων οδηγικής συμπεριφοράς υπό ένα ελεγχόμενο, σχετικά ρεαλιστικό και ασφαλές οδικό περιβάλλον.

Πλεονεκτήματα

- Συλλογή δεδομένων που είναι δύσκολο να συλλεχθούν σε ρεαλιστικές κυκλοφοριακές συνθήκες
- Διερεύνηση κάθε πιθανού σεναρίου οδήγησης
- Συνθήκες οδήγησης ίδιες για όλους τους συμμετέχοντες

Μειονεκτήματα

- Πιθανότητα υιοθέτησης διαφορετικής οδηγικής συμπεριφοράς
- Αίσθημα ασφάλειας
- Ζάλη στον προσομοιωτή (Simulator sickness)



Έρευνες απόσπασης της προσοχής σε προσομοιωτή

- Οι εξεταζόμενες μελέτες διαφέρουν σημαντικά σε χαρακτηριστικά του **δείγματος**, στο **σχεδιασμό του πειράματος** και σε **μεθόδους ανάλυσης**
- Στη πλειοψηφία των πειραμάτων το δείγμα είναι 30-40 οδηγοί χωρίς να ελέγχεται η **αντιπροσωπευτικότητα** σε φύλο και ηλικιακή κατηγορία
- Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες για την **οδήγηση εξοικείωσης** των συμμετεχόντων
- Οι περισσότερες μελέτες αφορούν σενάρια **εκτός κατοικημένης περιοχής** ενώ αρκετές αφορούν σε οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο

Authors	Year	Distraction Source		Sample Characteristics		Experiment design										Driving-related Outcomes				Statistical Analyses																
						Driving		Trial		Total		Road		Traffic																						
		cell phone	visual	auditory	advertising signs	size	% made	25-55	55+	questionnaire	fitted based	motion based	<5min	>5min	Number of trials	km	min	km	min	lanes	total	motorway	urban	lead vehicle only	opposite traffic only	speed	perception / situation	reaction time	accident probability	eye glance	acceleration / deceleration	Descriptive statistics	One way ANOVA	Two way ANOVA	Repeated measures ANOVA	
1 Laberge et al.	2004	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	4.0	8.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
2 Drews et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3	5.0	15.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
3 Charlton	2009	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	25.3	24.0	25.3	24.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
4 Vainio et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3	4.0	12.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
5 Hunter and Roper	2005	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	30.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
6 Horrey et al.	2009	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6	8.0	38.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
7 Reed-Jones et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	7	10.0	70.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
8 Vainio et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	6.5	6.5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
9 Rikaskies et al.	2004	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6	1.7	10.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
10 Kass et al.	2007	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	11.5	11.5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
11 Bryus et al.	2009	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4	11.0	44.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
12 Reimer et al.	2010	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	56.0	56.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
13 Schleicher et al.	2010	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	7.0	14.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
14 Ma and Kiefer	2005	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4	100.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
15 Beeter and Koo	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4	80.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
16 McDougall and Mc	1993	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
17 White et al.	2010	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
18 Mapeo et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	11	18.2	200.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
19 Noy et al.	2004	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5	12.8	84.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
20 Donmez et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	18	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
21 Donmez et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4	30.0	120.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
22 Liang et al.	2010	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8	8.0	84.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
23 Fofanova et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
24 Muhner et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	33.0	66.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
25 Metz et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8	10.8	85.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
26 Kiefer et al.	2012	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8	8.0	84.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
27 Zhang et al.	2012	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6	25.0	150.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
28 Hatfield et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3	8.5	19.5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
29 Chisholm et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6	6.0	36.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
30 Gargy-Heger et al.	2010	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8	4.0	32.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
31 Young et al.	2012	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5	18.0	90.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
32 Hughes et al.	2012	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6	1.1	6.6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
33 Jamson et al.	2005	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3	10.0	67.30	20.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
34 Donmez et al.	2007	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4	3.8	15.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
35 Reyes et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6	7.5	45.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
36 Jamson et al.	2010	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
37 Benedetto et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6	3.5	21.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
38 Bimel et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
39 Terry et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	7.5	15.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
40 Young et al.	2009	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6	5.0	30.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
41 Bendick et al.	2010	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	9.3	18.6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
42 Ecollet et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	9.0	18.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
43 Rikaskies et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	2.0	4.0	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
44 Young et al.	2008	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	9.8	19.5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
45 Harrison et al.	2011	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1	9.5	9.5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	



Μεθοδολογική ανασκόπηση

Πραγματοποιήθηκαν δύο επιμέρους ανασκοπήσεις για να διερευνήσουν:

- Κρίσιμες **παραμέτρους** που εξετάζονται σε έρευνες οδηγικής συμπεριφοράς και απόσπασης της προσοχής του οδηγού
- Μεθόδους **στατιστικής ανάλυσης** που λαμβάνουν χώρα στο ερευνητικό πεδίο της απόσπασης της προσοχής του οδηγού



Παράμετροι οδηγικής συμπεριφοράς

- Η απόσπαση της προσοχής είναι ένα **πολυδιάστατο φαινόμενο** που σημαίνει ότι μεμονωμένες παράμετροι οδηγικής συμπεριφοράς δεν μπορούν να εντοπίσουν όλες τις παραμέτρους της απόσπασης
- **Διαφορετικές παράμετροι** υπάρχουν για την αξιολόγηση της οδηγικής συμπεριφοράς και της απόσπασης της προσοχής (παραμέτροι θέσης οχήματος, παράμετροι ταχύτητας, χρόνος αντίδρασης, απόσταση από προπορευόμενο όχημα, κίνηση ματιών κ.α.)
- Η επιλογή των εξεταζόμενων παραμέτρων πρέπει να καθορίζεται από τη φύση της δευτερεύουσας δραστηριότητας και τα **ερευνητικά ερωτήματα**



Στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης

- Το 5% των εξεταζόμενων μελετών εφαρμόζει μόνο περιγραφικές αναλύσεις (**descriptive analysis**) με στόχο να οδηγήσει σε γενικές πληροφορίες για τις εξεταζόμενες παραμέτρους οδικής συμπεριφοράς
- Περισσότερες από τις μισές μελέτες εφαρμόζουν ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (**Repeated Measures Anova**)
- Μοντέλα λανθανουσών μεταβλητών (**Latent models**) και πιο συγκεκριμένα Δομικά Μοντέλα Εξισώσεων (**Structural Equation Models**) δεν έχουν εφαρμοσθεί ποτέ στο επιστημονικό πεδίο της απόσπασης της προσοχής του οδηγού

			Driving-related Outcomes							Statistical Analyses				
	Authors	year	speed	lane position	reaction time	perception / situation	headway	accident probability	eye glance	acceleration / deceleration	Descriptive statistics	One way ANOVA	Two way ANOVA	Repeated measures ANOVA
1	Laberge et al	2004	•	•								•		
2	Drews et al	2008	•	•								•		
3	Charlton	2009	•				•	•					•	
4	Yannis et al	2011	•	•	•			•						•
5	Hunton and Rose	2005						•				•		
6	Horbery et al	2006	•					•					•	
7	Reed-Jones et	2008	•					•				•		
8	Yannis et al	2011	•	•	•			•				•		
9	Rakauskas et al	2004	•	•				•					•	
10	Kass et al	2007										•		
11	Bruyas et al	2009												•
12	Reimer et al	2010	•			•				•		•		
13	Schlehofer et al	2010											•	
14	Ma and Kaber	2005	•	•			•					•		
15	Beeder and Kas	2006	•	•	•								•	
16	McKnight and Mc	1993				•						•		•
17	White et al	2010						•				•		•
18	Maciej et al	2011										•		•
19	Noy et al	2004	•									•		•
20	Donmez et al	2006								•		•		
21	Donmez et al	2008	•	•			•	•	•			•		•
22	Liang et al	2010		•		•						•		•
23	Fofanova et al	2011	•									•	•	
24	Muhrer et al	2011	•				•						•	
25	Metz et al	2011							•					
26	Kaber et al	2012										•		
27	Zhang et al	2012	•						•					•
28	Hatfield et al	2008	•	•		•		•						•
29	Chisholm et al	2008		•		•						•		
30	Garay-Vega et al	2010							•					•
31	Young et al	2012	•	•								•		
32	Hughes et al	2012	•	•										•
33	Jamson et al	2005												•
34	Donmez et al	2007	•							•		•		
35	Reyes et al	2008			•					•		•		•
36	Jamson et al	2010	•	•								•		•
37	Benedetto et al	2011			•							•		•
38	Birrell et al	2011	•				•			•		•		•
39	Terry et al	2008			•		•						•	
40	Young et al	2009		•					•			•		
41	Bendak et al	2010	•						•		•			
42	Edquist et al	2011		•					•			•		
43	Rakauskas et al	2008										•		
44	Young et al	2008	•	•									•	
45	Harrison et al	2011	•					•				•		



Ερευνητικά ερωτήματα

1. Η εκτέλεση ενός πειράματος σε προσομοιωτή οδήγησης που θα αντιμετωπίζει τις **αδυναμίες** αντίστοιχων πειραμάτων της διεθνούς βιβλιογραφίας
 - Μεγάλο και αντιπροσωπευτικό δείγμα οδηγών
 - Τυχαιότητα σεναρίων οδήγησης
 - Δοκιμαστική οδήγηση με συγκεκριμένα κριτήρια
 - Ανάλυση επαρκούς αριθμού οδηγικών παραμέτρων
2. Η αντιμετώπιση του φαινομένου της απόσπασης της προσοχής ως ένα **πολυδιάστατο φαινόμενο** και όχι απλώς ως μίας επιμέρους παραμέτρου οδηγικής συμπεριφοράς
3. Η εφαρμογή μια **στατιστικής μεθοδολογίας** που δεν έχει εφαρμοσθεί στο επιστημονικό πεδίο της απόσπασης της προσοχής του οδηγού
4. Η συνδυασμένη ανάλυση της επιρροής χαρακτηριστικών του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος απευθείας στην **οδηγική συμπεριφορά**



Πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης

Πραγματοποιήθηκε πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης στο πλαίσιο των ερευνητικών έργων:

- **Distract** - Διερεύνηση αιτίων και επιπτώσεων της προσοχής του οδηγού με χρήση προσομοιωτή οδήγησης
- **DriverBrain** - Επιδόσεις οδηγών με εγκεφαλικές παθήσεις σε μη αναμενόμενα συμβάντα

Η ερευνητική ομάδα αποτελείται από τους:

- Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, ΕΜΠ
- Τομέα Κοινωνικής Ιατρικής, Νευρολογίας και Ψυχιατρικής, ΕΚΠΑ
- Τομέα Ψυχολογίας, ΕΚΠΑ



Department of
Transportation Planning
and Engineering, NTUA



Department of Neurology, Psychiatry
and Social Medicine, UoA
Department of Psychology, UoA



Χαρακτηριστικά προσομοιωτή

Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Foerst Driving Simulator FPF
- 3 οθόνες LCD 40"
- Οπτικό πεδίο 170°
- Θέση οδήγησης και κινούμενη βάση

Εγκυρότητα αποτελεσμάτων προσομοιωτή

- Μελέτη με στόχο τη σύγκριση της συμπεριφοράς νέων οδηγών σε πραγματικές και προσομοιωμένες συνθήκες οδήγησης
- Πείραμα με 31 οδηγούς που οδήγησαν σε σενάριο υπεραστικής οδού στον προσομοιωτή και σε υπεραστική οδό στην Παιανία

Αποτελέσματα

- Οι απόλυτες τιμές των κυκλοφοριακών επιδόσεων των οδηγών διαφέρουν
- Οι σχετικές διαφορές παραμένουν ίδιες



Κριτήρια αποκλεισμού

Συγκοινωνιακά κριτήρια αποκλεισμού

- Δίπλωμα οδήγησης σε ισχύ (όχι)
- Έτη οδήγησης (<3 χρόνια)
- Ετήσια χιλιόμετρα οδήγησης (<2.500 km)
- Αριθμός εβδομαδιαίων μετακινήσεων (<1 μετακίνηση/εβδομάδα)
- Αριθμός εβδομαδιαίων χιλιομέτρων οδήγησης (<10 km/εβδομάδα)

Ιατρικά κριτήρια αποκλεισμού

- Ανοια πάνω από ήπιου βαθμού
- Ψυχιατρικό ιστορικό
- Σοβαρή κινητική διαταραχή που να εμποδίζει την οδήγηση
- Ίλιγγος, ναυτία κατά την οδήγηση
- Εγκυμοσύνη
- Αλκοολισμός ή εξάρτηση από άλλες ουσίες
- Οφθαλμική πάθηση που να απαγορεύει νομικά την οδήγηση
- Πάθηση του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ)



Σχεδιασμός πειράματος (1/2)

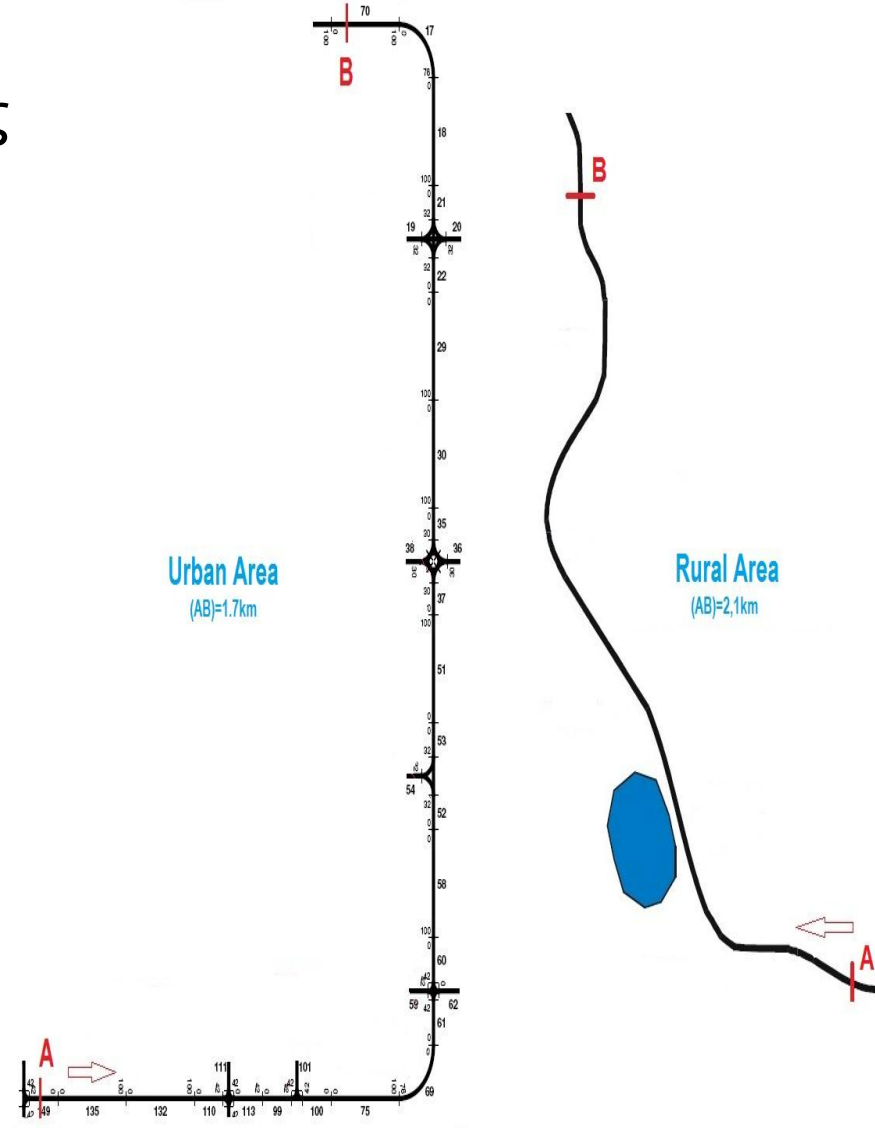
Ο **σχεδιασμός** των σεναρίων οδήγησης αποτέλεσε κύριο τμήμα της πειραματικής διαδικασίας και περιλαμβάνει οδήγηση:

Οδικό περιβάλλον

- Εκτός κατοικημένης περιοχής
Μήκος διαδρομής 2,1 km,
πλάτος λωρίδας 3μ, χωρίς νησίδα
- Εντός κατοικημένης περιοχής
Μήκος διαδρομής 1,7km,
πλάτος λωρίδας 3,5μ, με διαχωριστική νησίδα

Συνθήκες απόσπασης προσοχής

- Χωρίς απόσπαση
- Συνομιλία με συνεπιβάτη
- Συνομιλία σε κινητό τηλέφωνο



Σχεδιασμός πειράματος (2/2)

Κυκλοφοριακές συνθήκες

- Χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος
Αντιστοιχεί σε μέσο κυκλοφοριακό φόρτο
 $Q_L=300$ οχήματα/ώρα
- Υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος
Αντιστοιχεί σε μέσο κυκλοφοριακό φόρτο
 $Q_H=600$ οχήματα/ώρα

Μη αναμενόμενα συμβάντα

- Εκτός κατοικημένης περιοχής
εμφάνιση ζώου
- Εντός κατοικημένης περιοχής
παιδί διασχίζει το δρόμο

Τυχαιότητα

- Πλήρης τυχαιότητα στη σειρά
εκτέλεση των σεναρίων οδήγησης



	Κατοικημένη περιοχή		Εκτός κατοικημένης περιοχής	
	Q_L	Q_H	Q_L	Q_H
Χωρίς απόσπαση	✓	✓	✓	✓
Κινητό τηλέφωνο	✓	✓	✓	✓
Συνομιλία με συνεπιβάτη	✓	✓	✓	✓

Εξοικείωση με τον προσομοιωτή

Συγκεκριμένα **κριτήρια** στο πλαίσιο της δοκιμαστικής οδήγησης για την εξοικείωση του οδηγού με τον προσομοιωτή:

- στο **χειρισμό** του προσομοιωτή (εκκίνηση, μηχανής, ταχύτητες, χειρισμός τιμονιού, κλπ.)
- στη διατήρηση της **πλευρικής θέσης** (χωρίς να βρίσκονται σε επαφή ή να διασχίσουν οι τροχοί τα όρια της λωρίδας)
- στη διατήρηση **σταθερής ταχύτητας** και κατάλληλης για το είδος της οδού
- στην **ακινητοποίηση** του οχήματος
- μέχρι να κρίνει ο υπεύθυνος της δοκιμασίας ότι ο οδηγός αισθάνεται ότι **οδηγεί άνετα**

Δεν υπήρχε **περιορισμός χρόνου** οδήγησης για την εξοικείωση



Εκτέλεση πειράματος

Συντονιστής πειράματος υπεύθυνος:

- Να ορίσει το πείραμα και να καθοδηγήσει τον συμμετέχοντα στο χώρο του προσομοιωτή
- Να παρέχει προφορικές οδηγίες
- Να βοηθήσει τον συμμετέχοντα κατά τη διάρκεια της εξοικείωσης
- Να βοηθήσει/ελέγξει τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων
- Να σημειώνει σχόλια κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος
- Να παρακολουθεί και να διαχειρίζεται τη ζαλάδα που προκαλεί ο προσομοιωτής (simulator sickness)
- Να ολοκληρωθεί το πείραμα

Ερευνητής υπεύθυνος:

- Να πραγματοποιήσει την απόσπαση της προσοχής
- Να παρέχει βοήθεια σε οποιαδήποτε προβλήματα
- Να οργανώνει τα κωδικοποιημένα αρχεία που προκύπτουν από τον προσομοιωτή



Ερωτηματολόγια

Ερωτηματολόγιο συμπεριφοράς οδηγού

- Οδηγική εμπειρία
- Συνήθειες σχετικές με την απόσπαση της προσοχής του οδηγού
- Συναισθήματα και συμπεριφορά του οδηγού
- Θυμός κατά την οδήγηση
- Ιστορικό ατυχημάτων και παραβάσεων

Ερωτηματολόγιο αυτοαξιολόγησης

- Ερωτήσεις αναγνώρισης
- Ερωτήσεις ανάκλησης
- Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης





Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, ΕΜΠ



Τομέας Νευρολογίας Ψυχιατρικής και Κοινωνικής Ιατρικής, ΕΚΠΑ
Τομέας Ψυχολογίας, ΕΚΠΑ

Ερωτηματολόγιο Συμπεριφοράς Οδηγού

Το ερωτηματολόγιο το συμπληρώνει ο _____
(οι ερωτήσεις αφορούν τον εαυτό του)

Κωδικός Συμμετέχοντα:

Όνοματεπώνυμο Συμμετέχοντα:

Ημερομηνία πειράματος:

Ηλικία:

Φύλο (σεκλάσει):

011	
012	
013	
014	
015	Άνδρας (1) Γυναίκα (2)

A. ΟΔΗΓΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ - ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ

1. Πόσα χρόνια οδηγείτε;

2. Σας αρέσει η οδήγηση (σεκλάσει);

3. Πότε αποκτήσατε την άδεια οδήγησης σας;

4. Πότε λήγει η άδεια οδήγησης σας;

5. Είσατε ή ήσασταν επαγγελματίας οδηγός (σεκλάσει);

6. Πόσες ημέρες την εβδομάδα χρησιμοποιείτε το αυτοκίνητό σας (σεκλάσει);

7. Πόσα χιλιόμετρα περίπου οδηγείτε την εβδομάδα (σεκλάσει);

8. Πόσες διαδρομές πραγματοποιείτε την ημέρα ως οδηγός (σεκλάσει);

9. Υποδειξτε το μέσο μήκος των διαδρομών σας σε χιλιόμετρα (σεκλάσει);

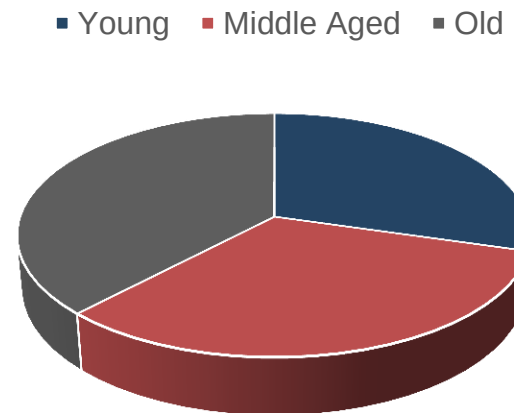
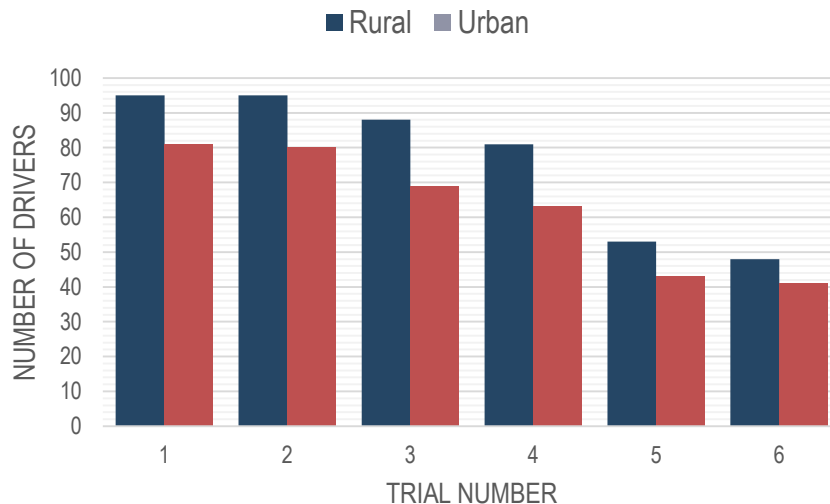
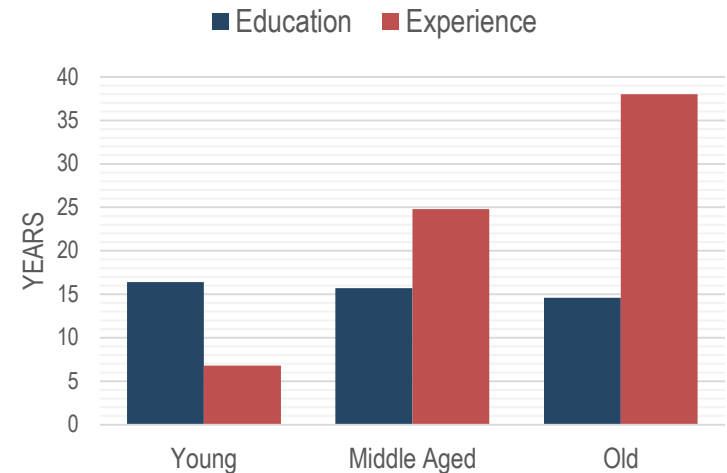
10. Σε σχέση με πέντε χρόνια πριν η οδήγησή σας (σεκλάσει):

011	
012	Ναι (1) Όχι (2)
013	
014	
015	Ναι (1) Όχι (2)
016	1 2 3 4 5 6 7
017	<20 20-50 50-100 100-150 150+ Δεν ξέρω
018	1 2 3 4 5+
019	1-2 3-5 5-9 10-15 16-25 26+ Δεν ξέρω
020	Εχει περιοσθεί (1) Είναι η ίδια (2) Εχει αυσθεί (3) Δεν ξέρω (4)

Χαρακτηριστικά δείγματος

Το **δείγμα** της ανάλυσης αποτελείται από 95 οδηγούς

- 28 οδηγοί ηλικίας 18-34 ετών
- 31 οδηγοί ηλικίας 35-54 ετών
- 36 οδηγοί ηλικίας 55-75 ετών



Στατιστική μεθοδολογία

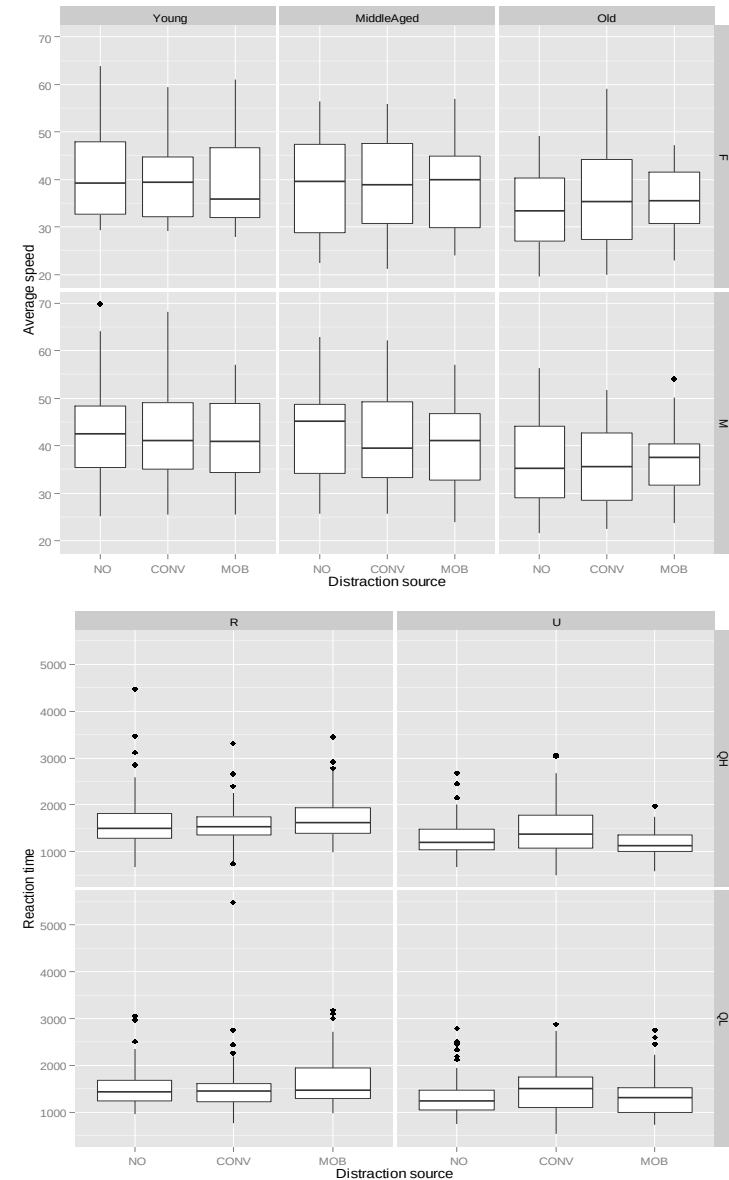
Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από τον προσομοιωτή οδήγησης και τα ερωτηματολόγια αναλύονται μέσα από μία **σύνθετη** και **καινοτόμο** στατιστική μεθοδολογία που περιλαμβάνει:

1. Περιγραφική ανάλυση - **Descriptive analysis**
(πίνακας συσχετίσεων, boxplots)
2. Ανάλυση παλινδρόμησης - **Regression analysis**
(6 γενικά γραμμικά μικτά μοντέλα - general linear mixed models)
3. Ανάλυση παραγόντων - **Factor Analysis**
(2 Αναλύσεις παραγόντων - factor analyses)
4. Μοντέλα λανθανουσών μεταβλητών - **Latent analysis**
(4 δομικά μοντέλα εξισώσεων - structural equation models)



Περιγραφικές Αναλύσεις

- **Πίνακας αναπτυξης** βάσης δεδομένων
 - Κατηγοριοποίηση μεταβλητών
 - Τύπος μεταβλητής
 - Μέση τιμή, ελάχιστη, μέγιστη
- Αρχική διερεύνηση της επιρροής της απόσπασης της προσοχής, χαρακτηριστικών του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος σε μεταβλητές οδηγικής συμπεριφοράς μέσα από τη δημιουργία γραφημάτων (**boxplots**)
- **Πίνακας συσχετίσεων** για τη διερεύνηση ύπαρξης συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών του προσομοιωτή



Αναλύσεις παλινδρόμησης

- Αναπτύσσονται **6 γενικά γραμμικά μικτά μοντέλα** (general linear mixed models) για τον προσδιορισμό της επιρροής τόσο της απόστασης της προσοχής του οδηγού όσο και των εξεταζόμενων παραγόντων κινδύνου σε συγκεκριμένες μεταβλητές οδηγικής συμπεριφοράς:
 - Μέση ταχύτητα
 - Χρόνος αντίδρασης
 - Πλευρική θέση οχήματος
 - Χρονοαπόσταση από προπορευόμενο όχημα
 - Διακύμανση ταχύτητας
 - Διακύμανση πλευρικής θέσης οχήματος



Αναλύσεις παραγόντων

- Η **ανάλυση παραγόντων** αποτελεί το πρώτο βήμα για τα μοντέλα λανθανουσών μεταβλητών
- Αναπτύσσονται **2 μοντέλα ανάλυσης** παραγόντων για την οδηγική επίδοση και το οδηγικό λάθος
- Οι μεταβλητές του προσομοιωτή που σχετίζονται με τον παράγοντα της **οδηγικής επίδοσης** είναι: μεταβλητές ταχύτητας, θέσης οχήματος, κατεύθυνσης του οχήματος, η χρονοαπόσταση και οι στροφές του κινητήρα
- Οι μεταβλητές του προσομοιωτή που σχετίζονται με τον παράγοντα του **οδηγικού λάθους** είναι: πρόσκρουση σε πλευρικό στηθαίο, υψηλές στροφές του κινητήρα, έξοδος από το δρόμο

Μοντέλα λανθανουσών μεταβλητών (1/2)

- Μία ευρεία οικογένεια μοντέλων τα οποία χρησιμοποιούνται για να μετρήσουν **αφηρημένες έννοιες** (μη παρατηρούμενες / λανθάνουσες μεταβλητές ή παράγοντες)
- Μια **πολυμεταβλητή ανάλυση** που στόχο έχει να μειώσει τις διαστάσεις, με όσο το δυνατόν λιγότερη απώλεια πληροφορίας
- Τα **Δομικά Μοντέλα Εξισώσεων** (SEM) εκτιμούν και αξιοποιούν τις σχέσεις μεταξύ λανθανουσών και παρατηρηθέντων μεταβλητών και περιλαμβάνουν τα παρακάτω μοντέλα:
 - **Μοντέλο μέτρησης** (measurement model)
 - καθορίζει τις σχέσεις μεταξύ της λανθάνουσας μεταβλητής και των δεικτών της
 - **Δομικό μοντέλο** (structural model)
 - διευκρινίζει τις σχέσεις μεταξύ λανθανουσών και παρατηρούμενων μεταβλητών



Μοντέλα λανθανουσών μεταβλητών (2/2)

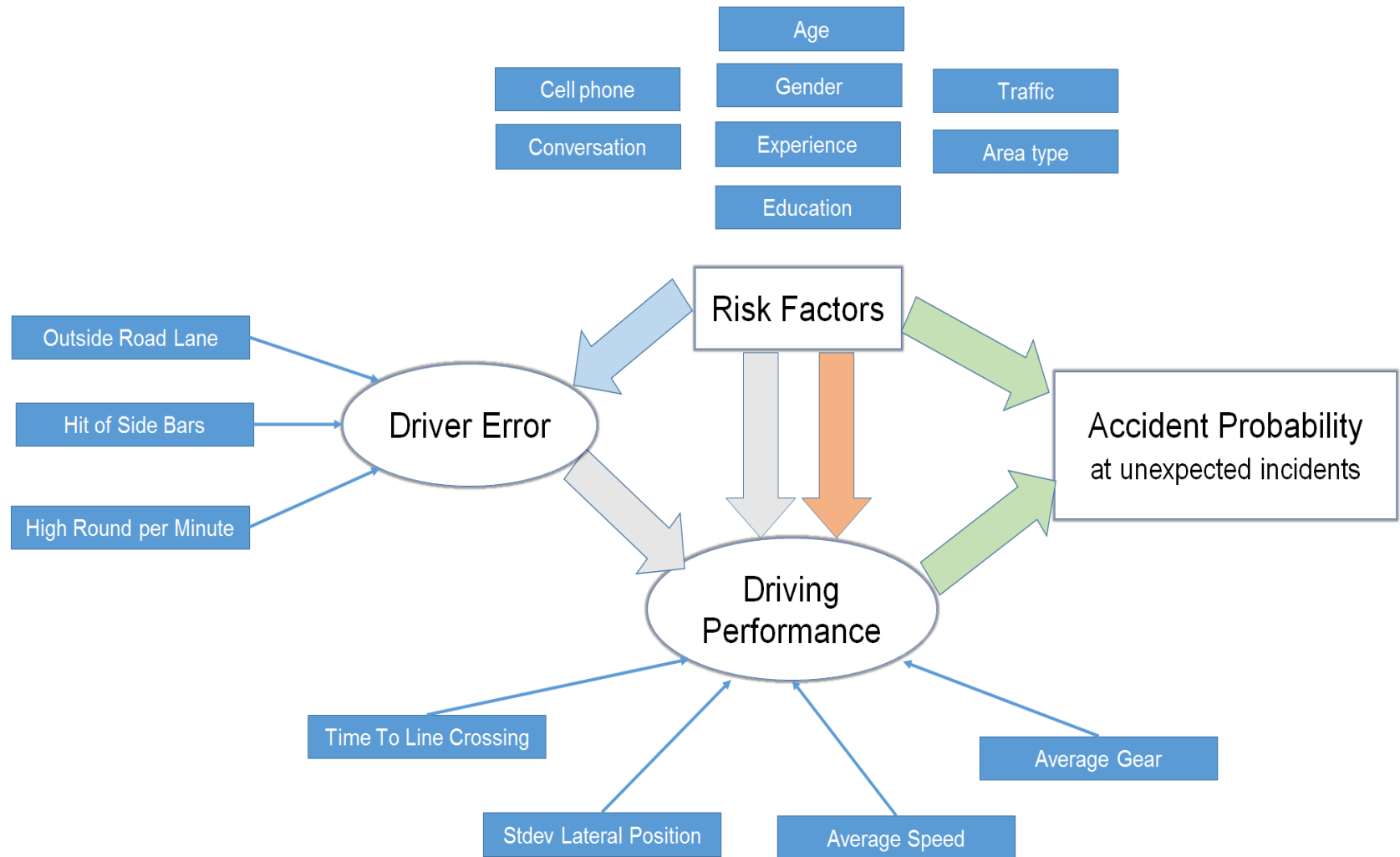
Σχηματική απεικόνιση (path diagram)

- Λανθάνουσες μεταβλητές 
- Παρατηρούμενες μεταβλητές 
- Απλής κατεύθυνσης βέλος $\rightarrow$
Συντελεστές παλινδρόμησης
- Διπλής κατεύθυνσης βέλος $\leftrightarrow$
Συνδιακυμάνσεις μεταξύ των παραγόντων

Αξιολόγηση μοντέλου

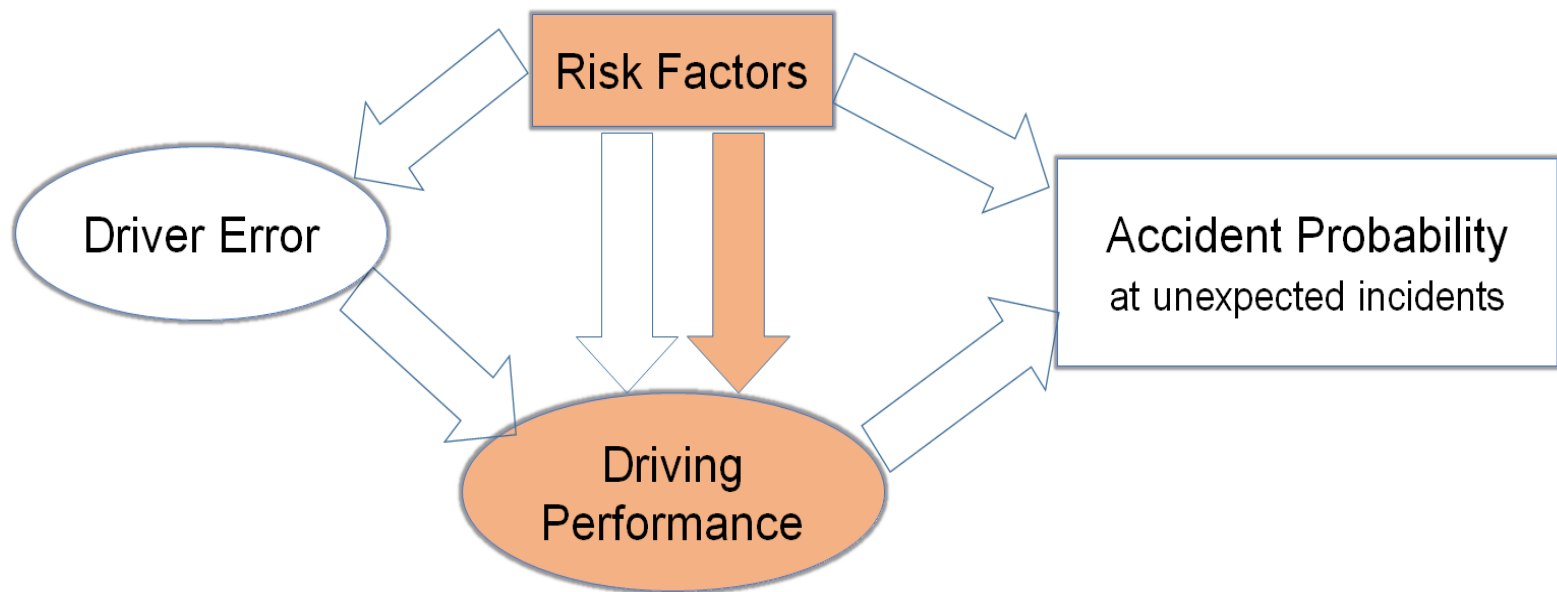
- Standardized Root Average Square Residual (SRMR) $< 0,08$
- Root Average Square Error of Approximation (RMSEA) $< 0,08$
- Comparative Fit Index (CFI) $> 0,90$
- Tucker Lewis Index (TLI) $> 0,90$

Επισκόπηση μοντέλων λανθανουσών μεταβλητών



ΔΜΕ για την οδηγική επίδοση (1/3)

Η λανθάνουσα μεταβλητή αντικατοπτρίζει **την οδηγική επίδοση** και ο στόχος είναι η μαθηματική προσέγγιση της επιρροής της απόσπασης της προσοχής, των χαρακτηριστικών του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος στην οδηγική επίδοση



ΔΜΕ για την οδηγική επίδοση (2/3)

	Est.	Std.err	t value.	P(> z)
Latent Variable				
Driving Performance				
Average Speed	1,000	-	-	-
Stdev Lateral Position	-0,085	0,004	-23,909	0.000
Average Gear	0,048	0,002	21,887	0.000
Time to Line Crossing	-0,109	0,005	-19,972	0.000

Regressions

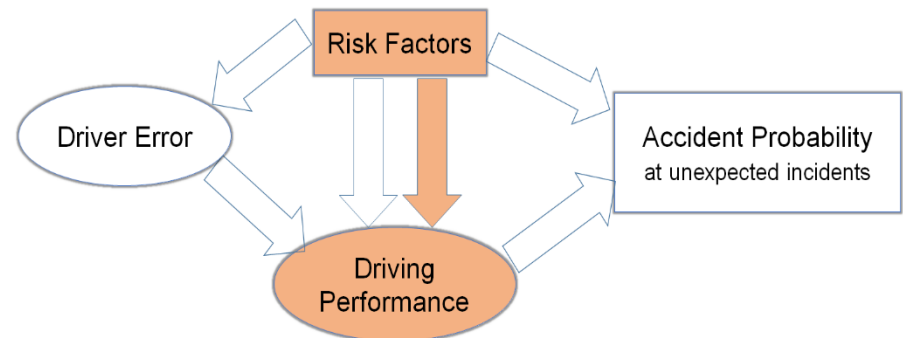
Driving Performance				
Distraction – Cell phone	-1,099	0,342	-3,213	0.001
Area - Urban	-15,596	0,467	-33,410	0.000
Traffic - Low	1,123	0,285	3,943	0.000
Gender - Female	-1,154	0,303	-3,802	0.000
Age	-0,155	0,027	-5,755	0.000
Experience	0,083	0,032	2,630	0.009

Summary statistics

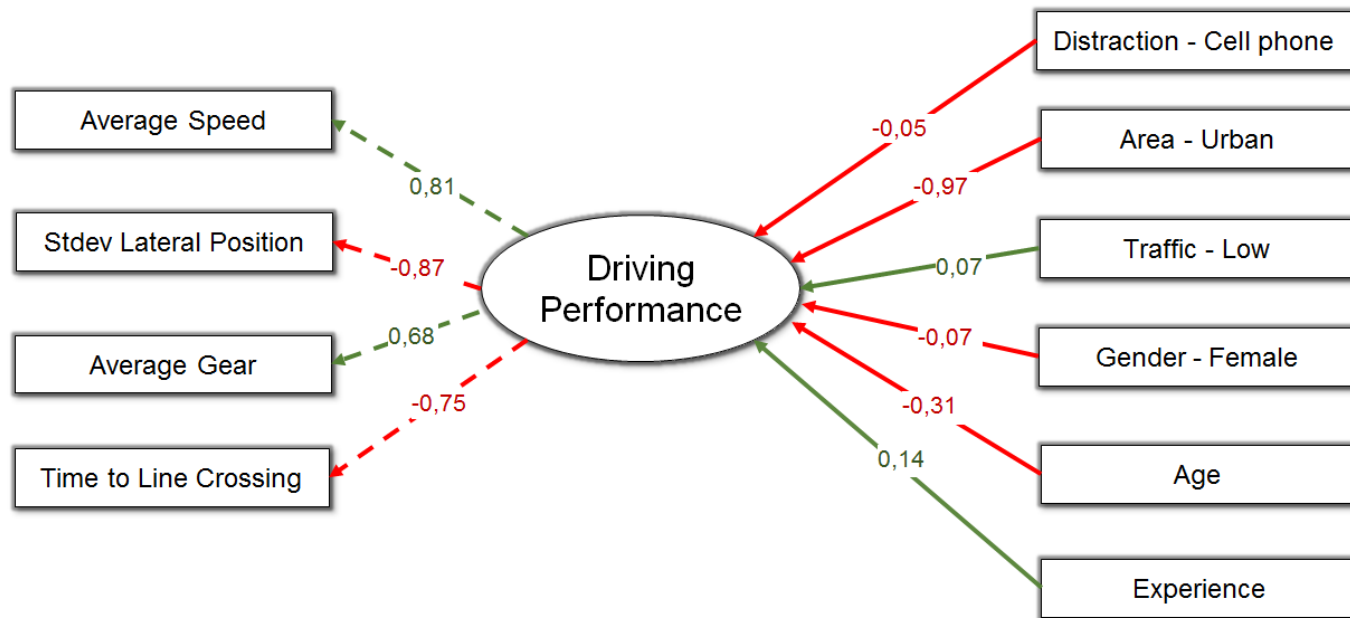
Minimum Function Test	305,74
Degrees of freedom	20

Goodness of fit

SRMR	0,061
RMSEA	0,136
CFI	0,867
TLI	0,809



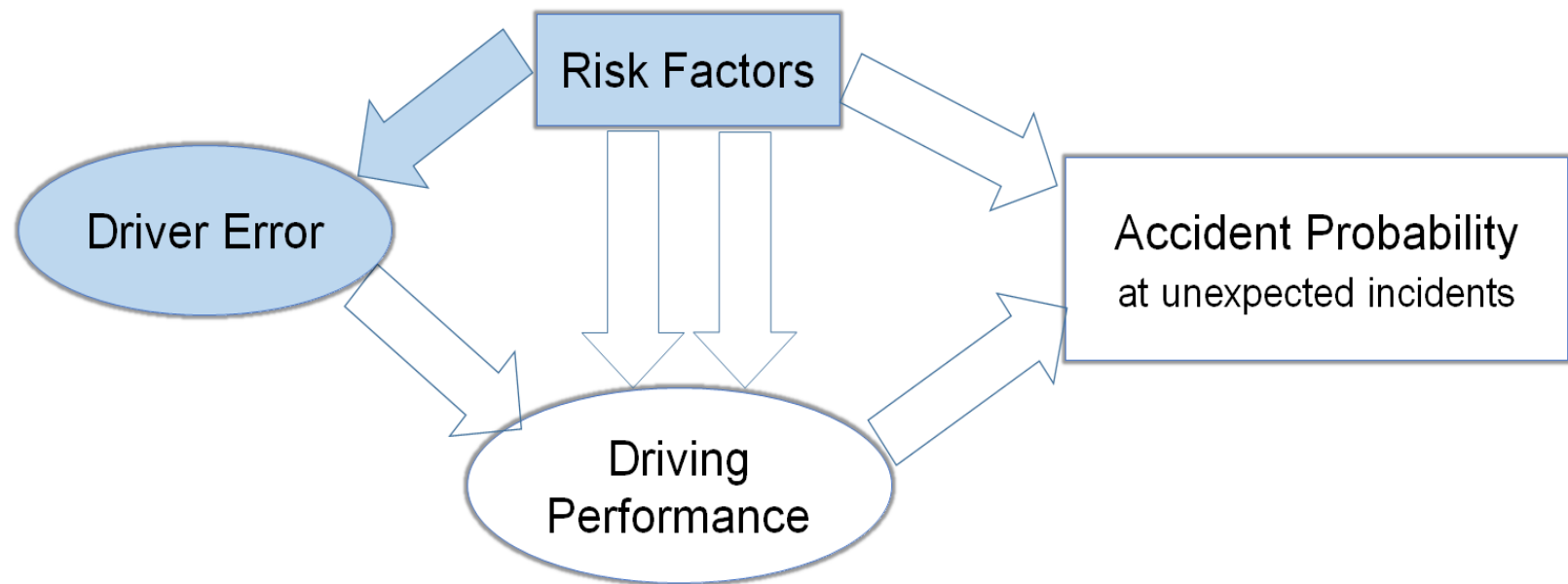
ΔΜΕ για την οδηγική επίδοση (3/3)



- Η **χρήση κινητού τηλεφώνου** επηρεάζει αρνητικά την οδηγική επίδοση
- Η **συνομιλία με συνεπιβάτη** δεν έχει στατιστικά σημαντική επιρροή
- Οι παράγοντες κινδύνου που επηρεάζουν άμεσα την οδηγική επίδοση είναι το **φύλο**, η **ηλικία**, η **οδηγική εμπειρία**, ο **τύπος της οδού** και ο **κυκλοφοριακός φόρτος**

ΔΜΕ για το οδηγικό λάθος (1/3)

Η λανθάνουσα μεταβλητή αντικατοπτρίζει το **οδηγικό λάθος** και ο στόχος είναι η μαθηματική προσέγγιση της επιρροής της απόσπασης της προσοχής, των χαρακτηριστικών του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος στο οδηγικό λάθος



ΔΜΕ για το οδηγικό λάθος (2/3)

	Est.	Std.err	t value.	P(> z)
Latent Variable				
Driving Error				
Hit Of Side Bars	1,000	-	-	-
Outside Road Lanes	0,741	0,257	2,887	0,004
High Rounds Per Minute	0,680	0,243	2,803	0,005

Regressions

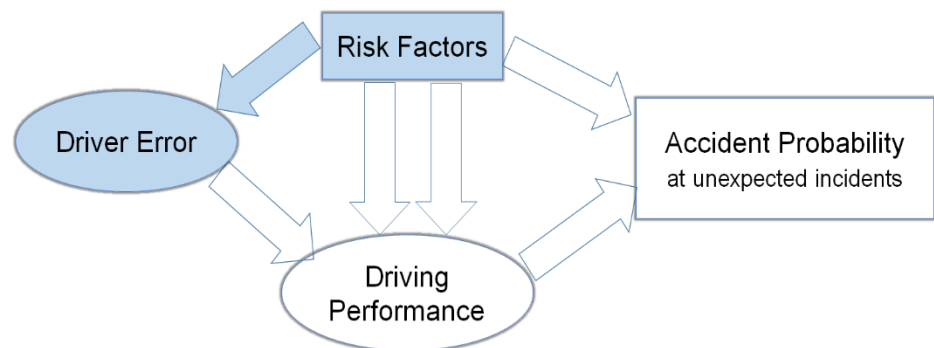
Driver Errors				
Gender - Female	0,359	0,076	4,739	0.000
Age	0,031	0,009	3,393	0.001
Area - Urban	-0,393	0,062	-6,383	0.000
Experience	-0,030	0,010	-3,050	0.002
Education	-0,021	0,010	-2,167	0.030

Summary statistics

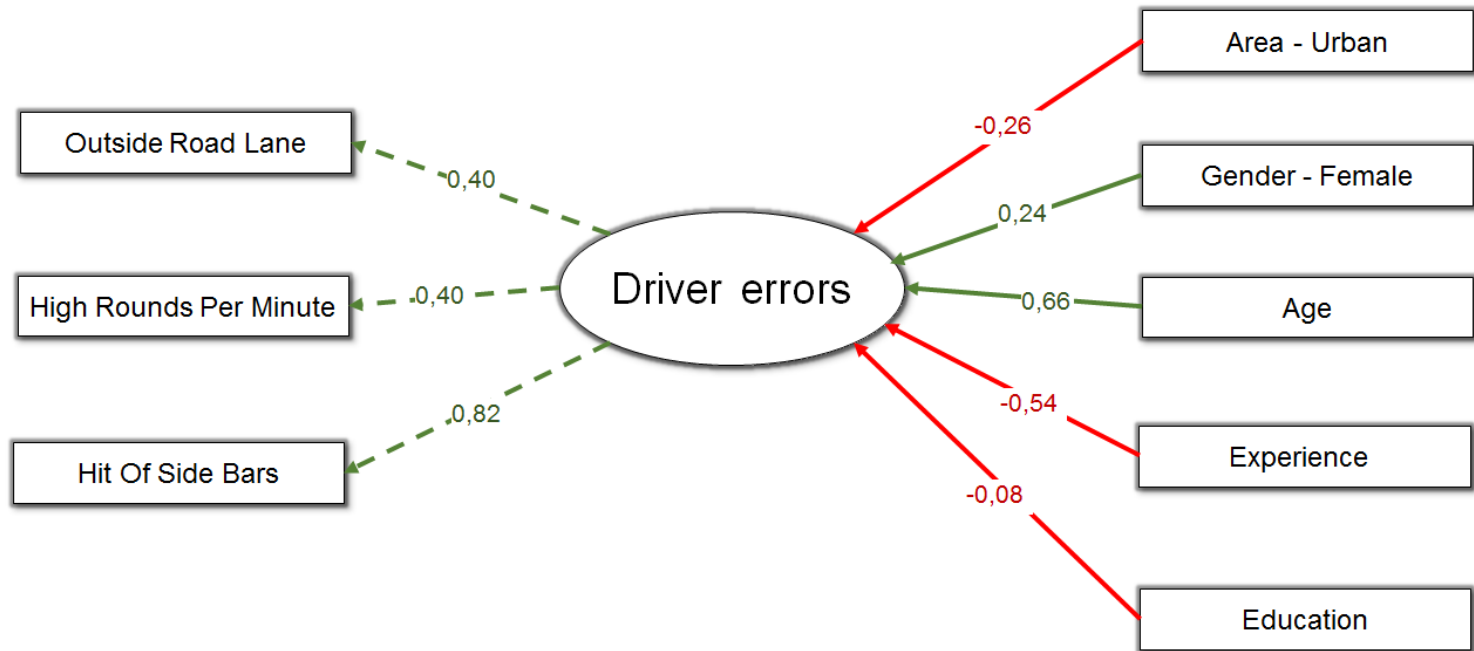
Minimum Function Test	62,19
Degrees of freedom	10

Goodness of fit

SRMR	0,032
RMSEA	0,096
CFI	0,823
TLI	0,682



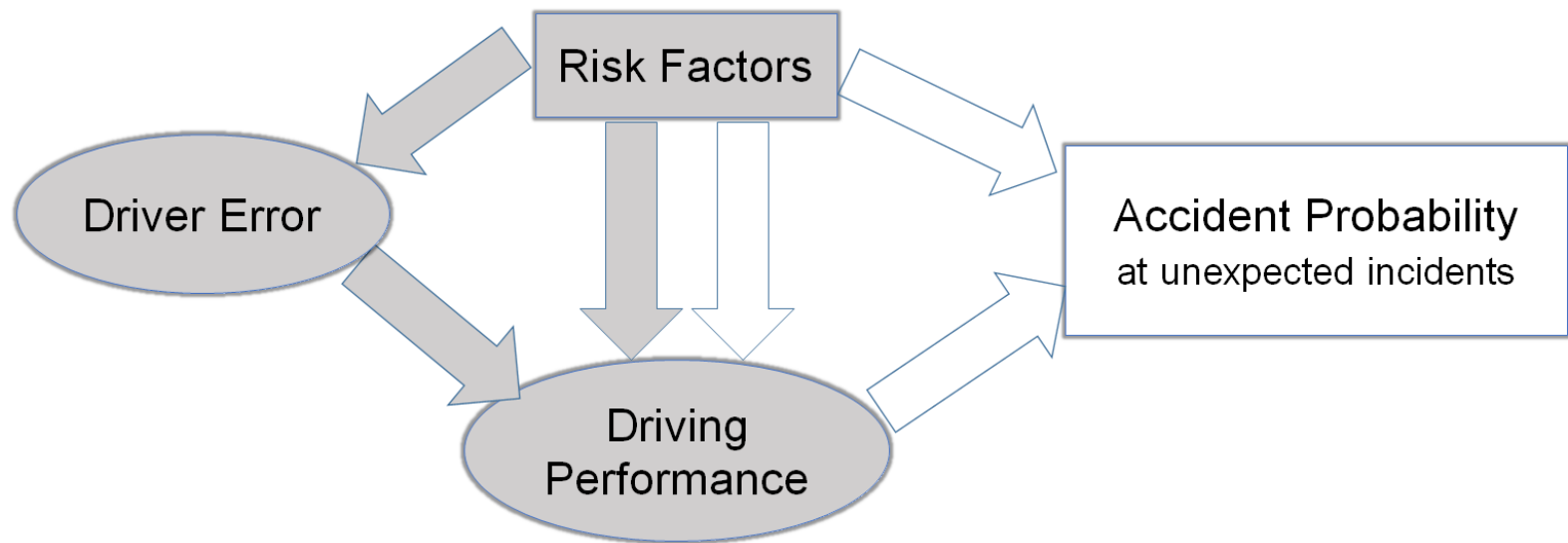
ΔΜΕ για το οδηγικό λάθος (3/3)



- Καμία από τις εξεταζόμενες πηγές απόσπασης της προσοχής του οδηγού **δεν επηρεάζει** στατιστικά σημαντικά το οδηγικό λάθος
- Οι παράγοντες κινδύνου που επηρεάζουν το οδηγικό λάθος είναι το **φύλο**, η **ηλικία**, η οδηγική **εμπειρία**, η **μόρφωση** και ο **τύπος της οδού**

ΔΜΕ για οδηγικό λάθος και οδηγική επίδοση (1/3)

Δύο λανθάνουσες μεταβλητές δημιουργήθηκαν σχετικά με την οδηγική επίδοση και το οδηγικό λάθος. Στόχος είναι η μαθηματική προσέγγιση της επιρροής της απόσπασης της προσοχής, των χαρακτηριστικών του οδηγού, του οδικού περιβάλλοντος και του οδηγικού λάθους στην **οδηγική επίδοση**



ΔΜΕ για οδηγικό λάθος και οδηγική επίδοση (2/3)

	Est.	Std.err	t value.	P(> z)
Latent Variable 1				
Driver Errors				
Hit Of Side Bars	1,000	-	-	-
Outside Road Lanes	0,547	0,214	2,559	0,010
High Rounds Per Minute	0,950	0,276	3,436	0,001

Latent Variable 2				
Driving Performance				
Average Speed	1,000	-	-	-
Stddev Lateral Position	-0,085	0,004	-23,117	0,000
Average Gear	0,049	0,002	22,043	0,000
Average TTL	-0,108	0,005	-20,114	0,000

Regression 1				
Driving Performance				
Driver Errors	-51,016	11,417	4,468	0.000
Gender – Female	-16,739	3,799	-4,407	0.000
Age	-2,244	0,681	-3,297	0.001
Experience	2,103	0,694	3,031	0.002

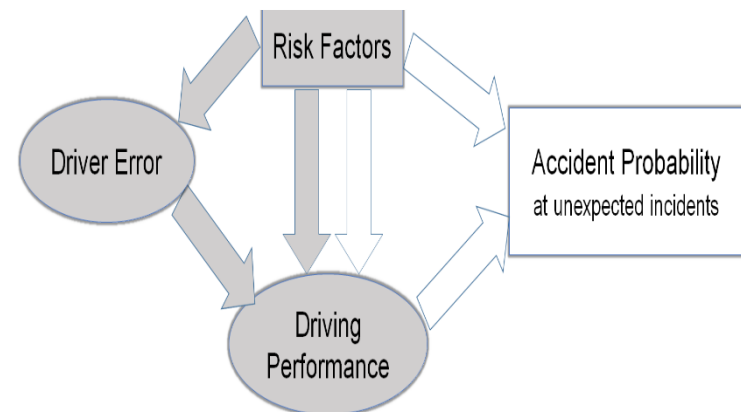
Regression 2				
Driver Errors				
Gender - Female	0,311	0,076	4,068	0.000
Age	0,042	0,010	4,125	0.000
Area - Urban	-0,300	0,068	-4,395	0.000
Experience	-0,040	0,011	-3,815	0.000
Education	0,004	0,001	3,174	0.002

Summary statistics

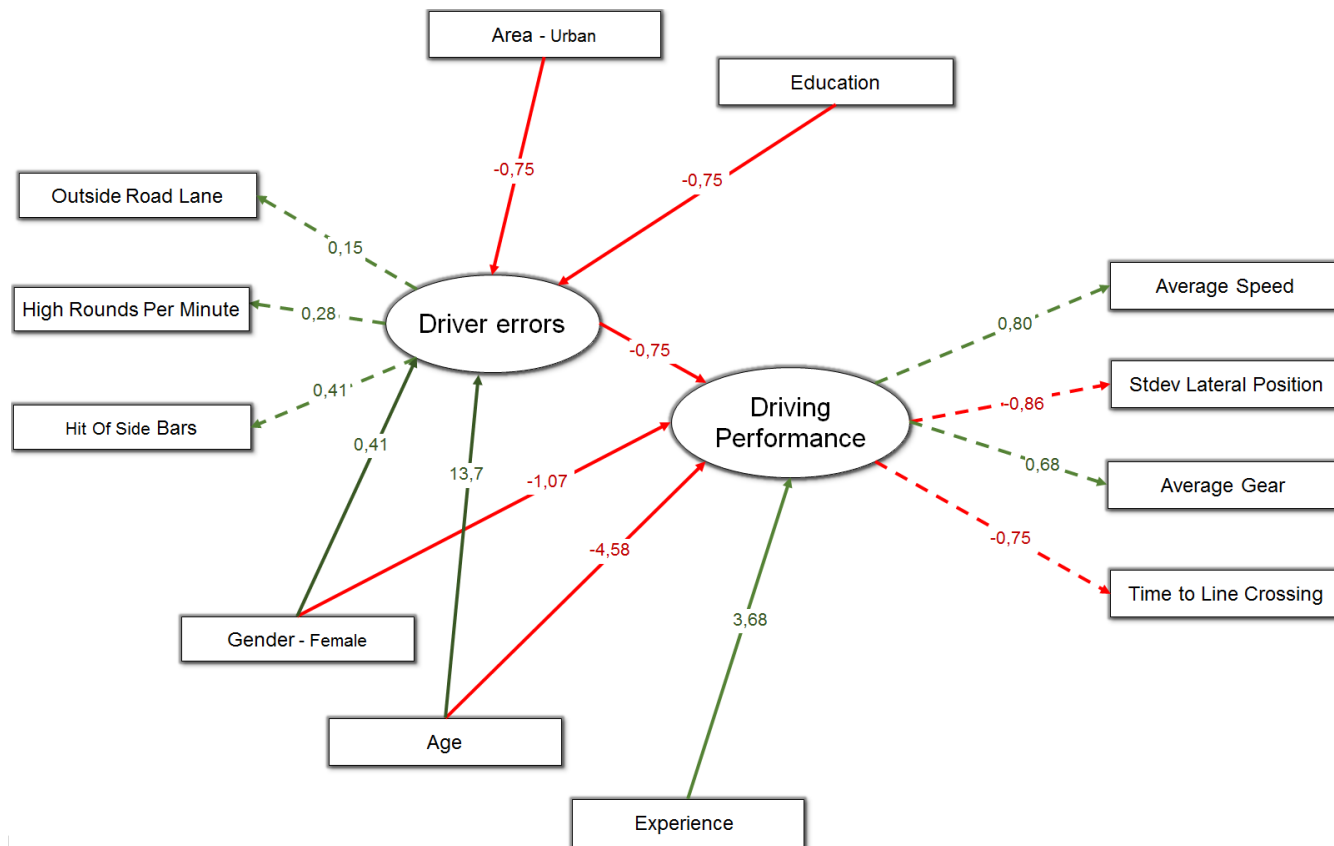
Minimum Function Test	608,01
Degrees of freedom	40

Goodness of fit

SRMR	0,088
RMSEA	0,158
CFI	0,793
TLI	0,711



ΔΜΕ για οδηγικό λάθος και οδηγική επίδοση (3/3)

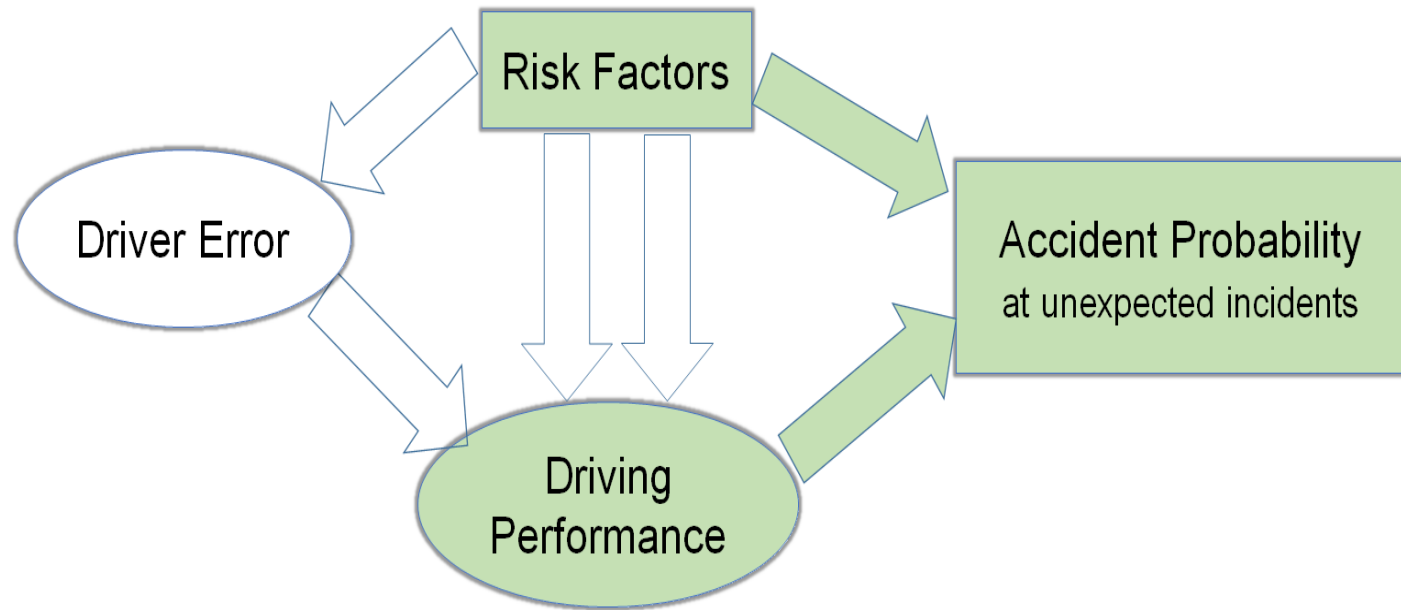


- Η επιρροή του **οδηγικού λάθους** στην οδηγική επίδοση είναι **αρνητική**
- Οι πηγές απόσπασης της προσοχής του οδηγού και τα χαρακτηριστικά του οδικού περιβάλλοντος έχουν **ασθενή επιρροή** συγκριτικά με παραμέτρους του οδηγού όπως το φύλο, η ηλικία και η εμπειρία



ΔΜΕ για την πιθανότητα ατυχήματος (1/3)

Αντικείμενο της ανάλυσης είναι η μαθηματική προσέγγιση της επιρροής της απόσπασης της προσοχής, των χαρακτηριστικών του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος στην **πιθανότητα ατυχήματος σε μη αναμενόμενο συμβάν**



ΔΜΕ για την πιθανότητα ατυχήματος (2/3)

	Est.	Std.err	t value.	P(> z)
Latent Variable				
Driving Performance				
Average Speed	1,000	-	-	-
Stdev Lateral Position	-0,085	0,004	-23,803	0.000
Average Gear	0,048	0,002	21,836	0.000
Average TTL	-0,109	0,005	-20,046	0.000

Regression

Accident				
Driving Performance	-0,007	0,002	-3,119	0.002
Gender - Female	0,074	0,034	2,198	0.028
Traffic – Low	0,104	0,033	3,142	0.002
Distraction – Cell phone	0,081	0,033	2,463	0.014

Regression

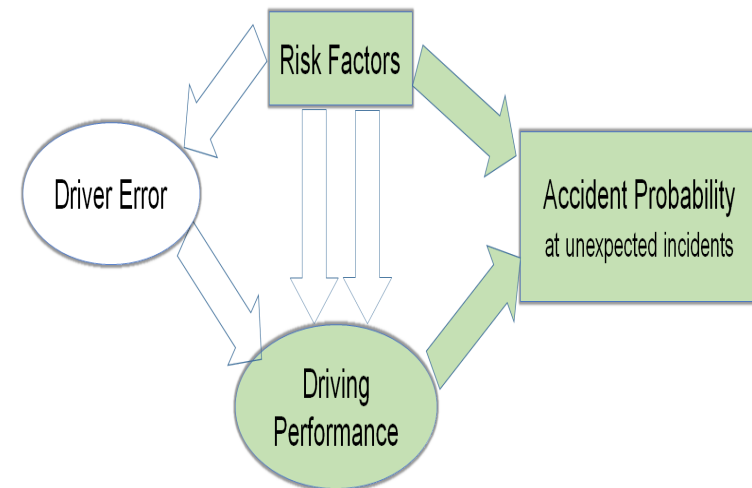
Driving Performance				
Gender - Female	-1,147	0,307	-3,737	0.000
Area - Urban	-15,614	0,468	-33,386	0.000
Distraction – Cell phone	-1,099	0,343	-3,208	0.001
Traffic - Low	1,131	0,286	3,956	0.000
Age	-0,156	0,028	-5,593	0.000
Experience	0,083	0,032	2,557	0.011

Summary statistics

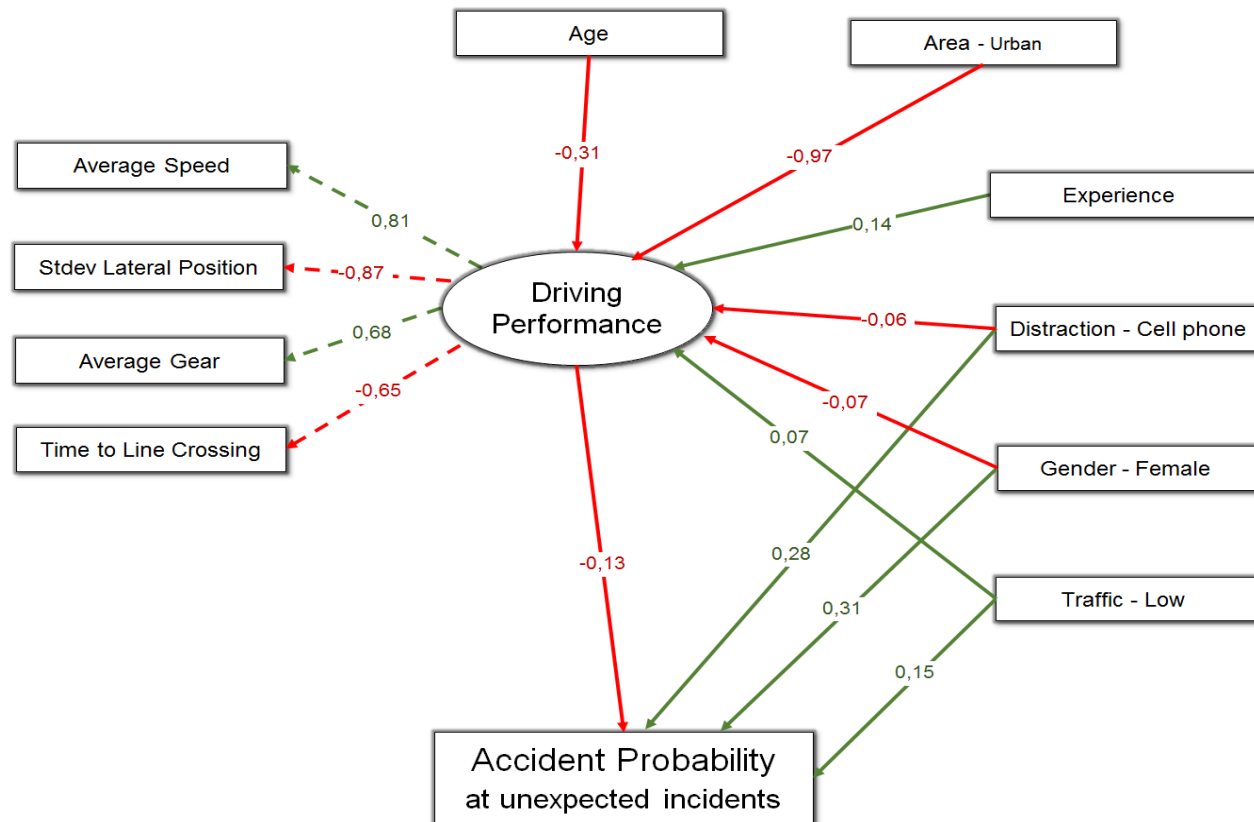
Minimum Function Test	352,62
Degrees of freedom	31

Goodness of fit

SRMR	0,061
RMSEA	0,136
CFI	0,867
TLI	0,807

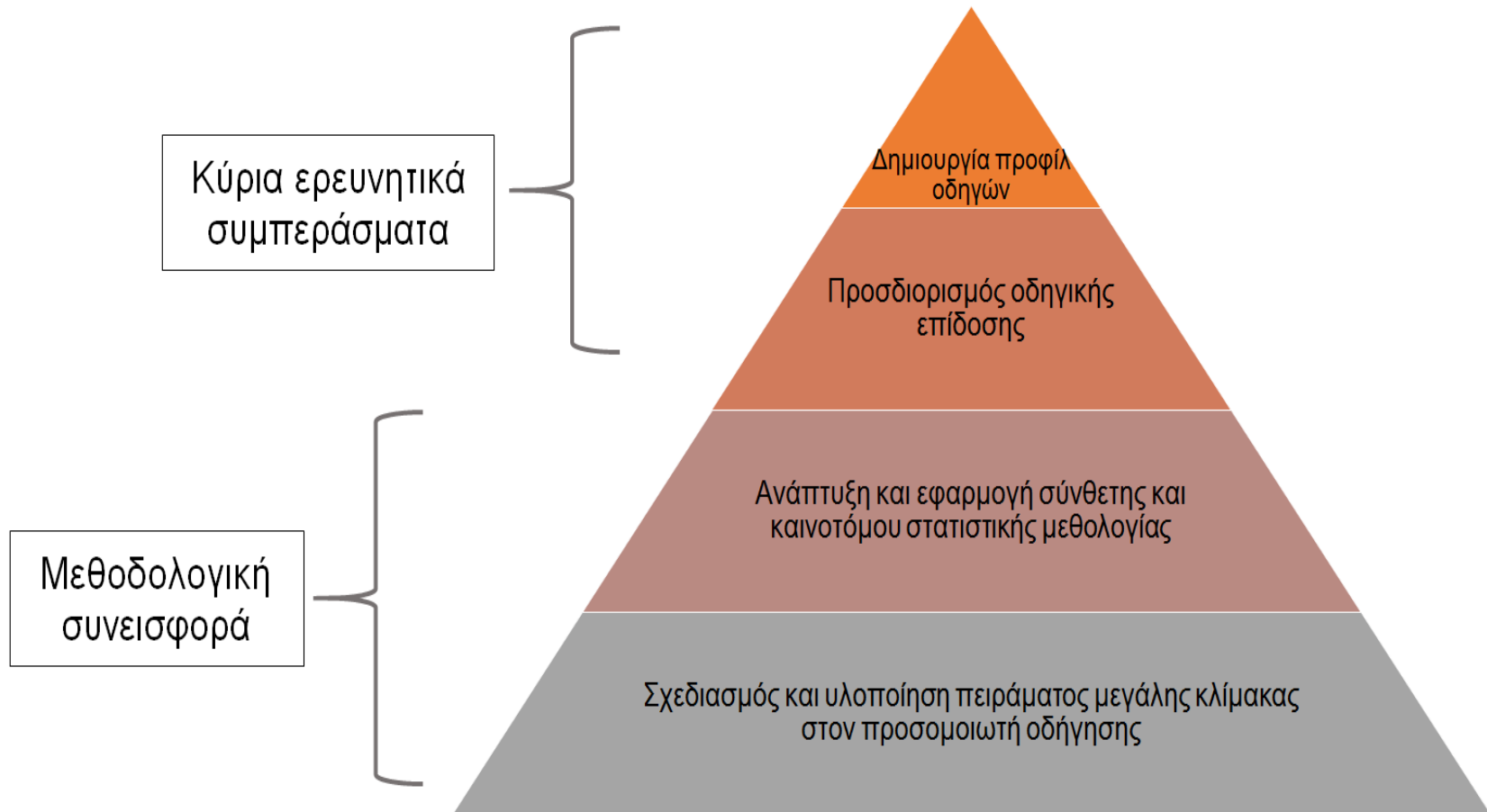


ΔΜΕ για την πιθανότητα ατυχήματος (3/3)



- Η χρήση του κινητού τηλεφώνου **αυξάνει την πιθανότητα** ατυχήματος σε μη αναμενόμενο συμβάν
- Η **συνομιλία με συνεπιβάτη** δεν έχει στατιστικά σημαντική επιρροή
- **Γυναίκες οδηγοί**, ιδιαίτερα σε **χαμηλό κυκλοφιακό φόρτο** δυσκολεύονται να ανταπεξέλθουν σε μη αναμενόμενο συμβάν

Επιστημονικές συνεισφορές της Διατριβής



Μεθοδολογική συνεισφορά (1/2)

Σχεδιασμός και στην υλοποίηση ενός πειράματος μεγάλης κλίμακας σε προσομοιωτή οδήγησης

Οι βασικές αδυναμίες που εντοπίστηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία και αντιμετωπίζονται με το παρόν πείραμα είναι οι εξής:

- Μεγάλο και αντιπροσωπευτικό **δείγμα**
- Πλήρης **τυχειότητα** των σεναρίων οδήγησης
- Επαρκής **δοκιμαστική οδήγηση**
- Διερεύνηση βέλτιστου αριθμού **παραγόντων οδήγησης**



Μεθοδολογική συνεισφορά (2/2)

- Ανάπτυξη και εφαρμογή **σύνθετης** και **καινοτόμου** στατιστικής μεθοδολογίας
- **Μοντέλα λανθανουσών μεταβλητών** (latent model analysis) και πιο συγκεκριμένα **Δομικών Μοντέλων Εξισώσεων**
- **Συνδυαστική ανάλυση** μεταξύ παραγόντων κινδύνου, οδηγικής συμπεριφορά, οδηγικού λάθους και της πιθανότητας ατυχήματος σε μη αναμενόμενο συμβάν



Ερευνητικά συμπεράσματα (1/2)

- Εκτίμηση της συνδυασμένης επιρροής της απόσπασης της προσοχής, χαρακτηριστών του οδηγού και του οδικού περιβάλλοντος απευθείας στην **οδηγική συμπεριφορά**
- Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν τη **διαφορετική επιρροή** της χρήσης κινητού τηλεφώνου και της συνομιλίας με τον συνεπιβάτη στην οδηγική συμπεριφορά
- Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η **συμπεριφορά αντιστάθμισης κινδύνου** του οδηγού



Ερευνητικά συμπεράσματα (2/2)

Δημιουργία **προφίλ οδηγών** σχετικά με το οδηγικό λάθος και την πιθανότητα ατυχήματος σε μη αναμενόμενο συμβάν. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι:

- πιο πιθανό να υποπέσουν σε οδηγικό λάθος είναι **νέες ή ηλικιωμένες γυναίκες οδηγοί εντός κατοικημένης περιοχής**
- πιο πιθανό να εμπλακούν σε ατύχημα σε μη αναμενόμενο συμβάν είναι **γυναίκες οδηγοί, σε χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο ενώ μιλούν στο κινητό τηλέφωνο**



Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- Διερεύνηση της επιρροής **νέων παραμέτρων** όπως η κούραση, το αλκοόλ κ.α., απευθείας στην οδηγική συμπεριφορά
- Ανάπτυξη αντίστοιχων στατιστικών αναλύσεων σε έρευνες που βασίζονται σε **άλλους τύπους πειραμάτων**
- Περαιτέρω διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν τη **συμπεριφοράς αντιστάθμισης κινδύνου** του οδηγού
- Διερεύνηση διαφορετικών **τύπων χρήσης κινητού τηλεφώνου** κατά την οδήγηση (ανοιχτή ακρόαση, handsfree, bluetooth κ.α.)



Η περίπτωση της απόσπασης της προσοχής του οδηγού.

Παναγιώτης Παπαντωνίου

Αθήνα, Αύγουστος 2015