



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**Συσχέτιση κινδύνου ατυχήματος
με την ικανότητα του οδηγού στην
αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της οδήγησης
με χρήση μηχανικής εκμάθησης**

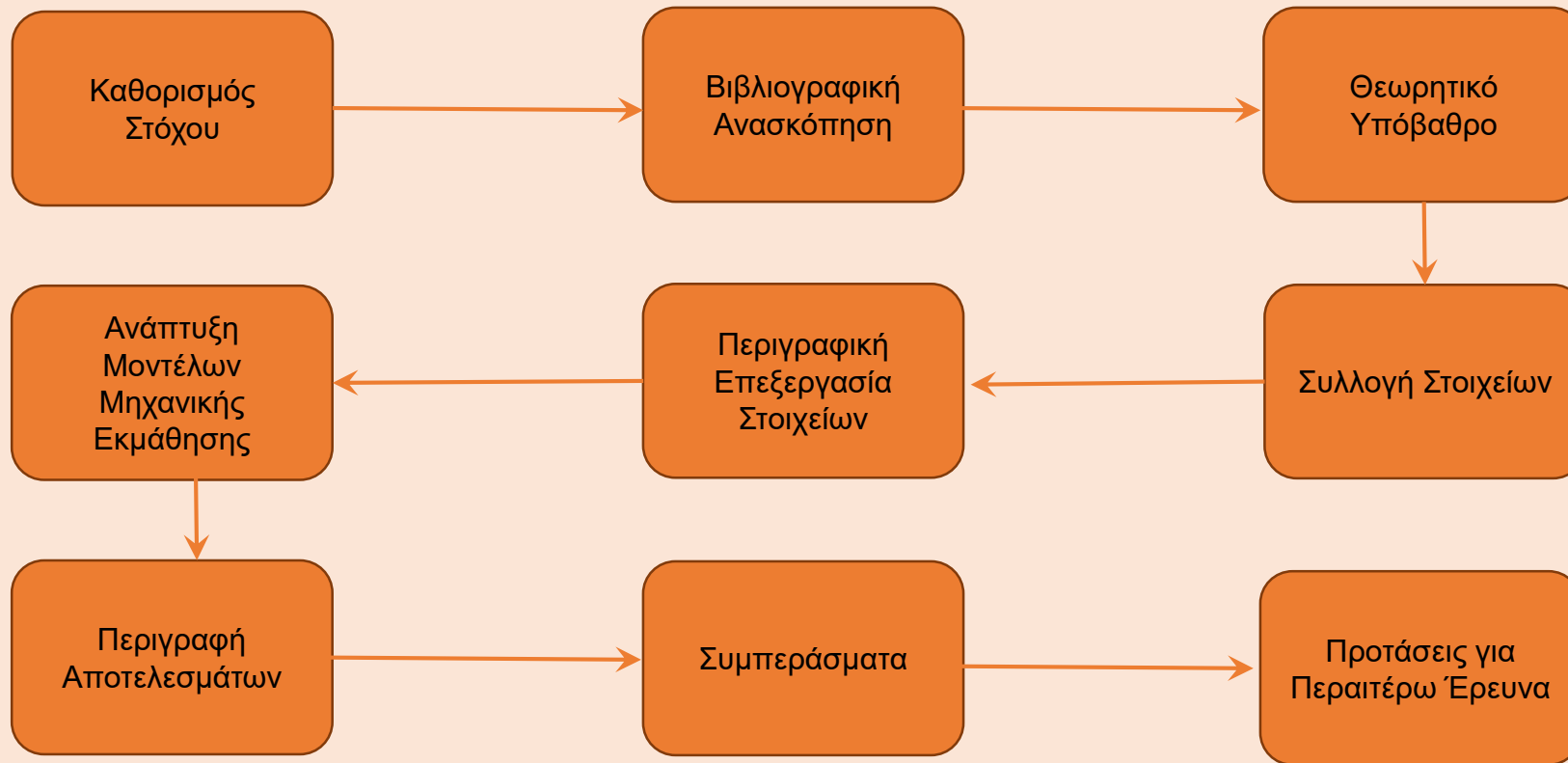
Σπύρος Τσίγκος

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2023



Βασικά Στάδια Διπλωματικής Εργασίας



Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

- Συσχέτιση της ικανότητας του οδηγού στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της οδήγησης με τον κίνδυνο ατυχήματος με τεχνικές μηχανικής εκμάθησης.
- Για την επίτευξη του στόχου, συλλέχθηκαν στοιχεία και δεδομένα από το ερευνητικό έργο i-Dreams.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

- Το **φύλο**, αποτελεί έναν βασικό παράγοντα που επηρεάζει την οδική συμπεριφορά και ασφάλεια, καθώς οι άντρες εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά παραβατικών συμπεριφορών σε σύγκριση με τις γυναίκες.
- Η **ηλικία**, είναι ένας παράγοντας επιρροής της οδικής ασφάλειας, καθώς άτομα νεαρής ηλικίας εμφανίζουν σημαντικά πιο επικίνδυνες οδικές συμπεριφορές σε σύγκριση με ηλικιωμένους χρήστες των οδών, οι οποίοι είναι, συνήθως, πιο προσεκτικοί.
- Η χρήση δεδομένων από συστήματα καταγραφής σε **πραγματικό χρόνο**, παρέχει στους ερευνητές μία δυνατότητα καινοτόμας και πιο ολοκληρωμένης ερευνητικής προσέγγισης και παράγει βελτιωμένα αποτελέσματα και προτάσεις σε σχέση με την παλαιότερη μέθοδο καταγραφής δεδομένων από προσομοιωτές οδήγησης.
- Από τις μεθόδους στατιστικής ανάλυσης, τα **Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων** (SEM), είναι αυτά που παρουσιάζουν τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα συσχέτισης μεταβλητών σε μεγάλες βάσεις δεδομένων.

Συλλογή Στοιχείων (1/2)

- Συλλέχθηκαν στοιχεία οδήγησης υπό πραγματικές συνθήκες στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου **i-DREAMS**, το οποίο και μέχρι την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας, έχει λάβει χώρα σε 5 χώρες.
- Για την ανάλυση, επιλέχθηκε η αξιοποίηση μίας βάσης δεδομένων που αντιστοιχεί σε **26 οδηγούς** που συμμετείχαν εθελοντικά στο πρόγραμμα οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες στην **Μεγάλη Βρετανία**. Η διάρκεια του πειράματος, ορίστηκε στους **4 μήνες** ανά συμμετέχοντα και πραγματοποιήθηκε το έτος **2022**.

Συλλογή Στοιχείων (2/2)

- Εγκατάσταση απαιτούμενου εξοπλισμού στο εσωτερικό του οχήματος (**Mobileye και Dashcam**) στο παρμπρίζ ή στην κονσόλα του οχήματος.
- Οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν εφαρμογή τηλεματικής έξυπνου κινητού τηλεφώνου για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς τους (**OSeven**).
- Όλες οι εγκαταστάσεις του εξοπλισμού, πραγματοποιήθηκαν από εξουσιοδοτημένους και ειδικά εκπαιδευμένους τεχνικούς, με γνώμονα την διατήρηση των οχημάτων στην βέλτιστη κατάσταση.



Περιγραφική Ανάλυση Δεδομένων

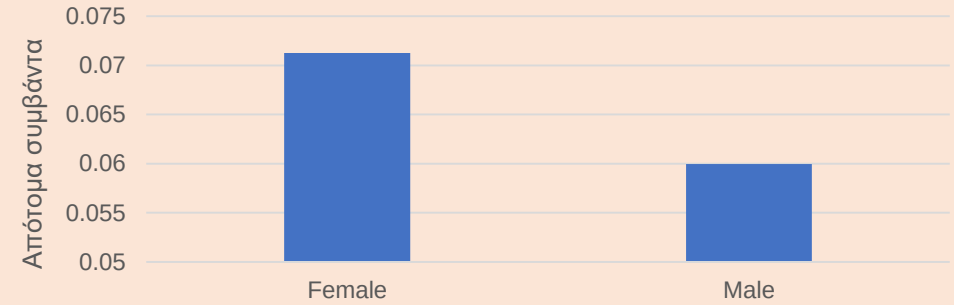
- Αξιοποιώντας τις βιβλιοθήκες ανάλυσης δεδομένων lavana, readxl, writexl στο προγραμματιστικό περιβάλλον R, πραγματοποιήθηκε **περιγραφική ανάλυση** των δεδομένων.
- Στον πίνακα παρατίθενται κάποια περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των μεταβλητών, τα οποία συλλέχθηκαν όπως η ελάχιστη και μέγιστη τιμή, η μέση τιμή και η ενδιάμεση τιμή.

Μεταβλητή	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Ενδιάμεση τιμή
iDreams_Headway_Map__1_mean	0	1	0,544	0,633
iDreams_Headway_Map__0_mean	0	1	0,246	0,067
iDreams_Headway_Map__1_mean	0	1	0,13	0
iDreams_Headway_Map__2_mean	0	1	0,09	0
iDreams_Headway_Map__3_mean	0	1	0,01	0
iDreams_Speeding_Map__0_mean	0	1	0,45	0,23
iDreams_Speeding_Map__1_mean	0	1	0,47	0,4
iDreams_Speeding_Map__2_mean	0	1	0,03	0
iDreams_Speeding_Map__3_mean	0	1	0,08	0
ME_Car_wipers_median	0	1	0,0601	0
ME_Car_speed_mean	0	173,37	42,48	34,4
ME_AWS_hw_measurement_mean	0,35	99999	83120	99999
ME_AWS_tsr_level_mean	0	7	0,104	0
ME_AWS_fcw_mean	0	0,2	0	0
ME_AWS_pcw_mean	0	0,067	0	0
ME_AWS_pedestrian_dz_mean	0	1	0,004	0
ME_AWS_time_indicator_median	1	3	1.885	1
ME_TSR_tsr_1_speed_median	0	254	116,8	64
GPS_spd_mean	0	166,11	39,36	31,64
GPS_distances_sum	0	6689,7	329,5	265
DEM_evt_ha_lvl_L_mean	0	1	0,36	0,03
DEM_evt_ha_lvl_M_mean	0	1	0,1	0
DEM_evt_ha_lvl_H_mean	0	1	0,03	0
DEM_evt_hb_lvl_L_mean	0	1	0,19	0
DEM_evt_hb_lvl_M_mean	0	1	0,02	0
DEM_evt_hb_lvl_H_mean	0	1	0	0
DEM_evt_hc_lvl_L_mean	0	1	0,16	0
DEM_evt_hc_lvl_M_mean	0	1	0,18	0
DEM_evt_hc_lvl_H_mean	0	1	0,03	0
ME_Car_high_beam_median	0	1	0,0125	0
DrivingEvents_Map_evt_ha_mean	0	1	0,47	0,43
DrivingEvents_Map_evt_hb_mean	0	1	0,21	0
DrivingEvents_Map_evt_hc_mean	0	1	0,35	0
DrivingEvents_Map_lvl_L_mean	0	1	0,69	1
DrivingEvents_Map_lvl_M_mean	0	1	0,29	0
DrivingEvents_Map_lvl_H_mean	0	1	0,06	0

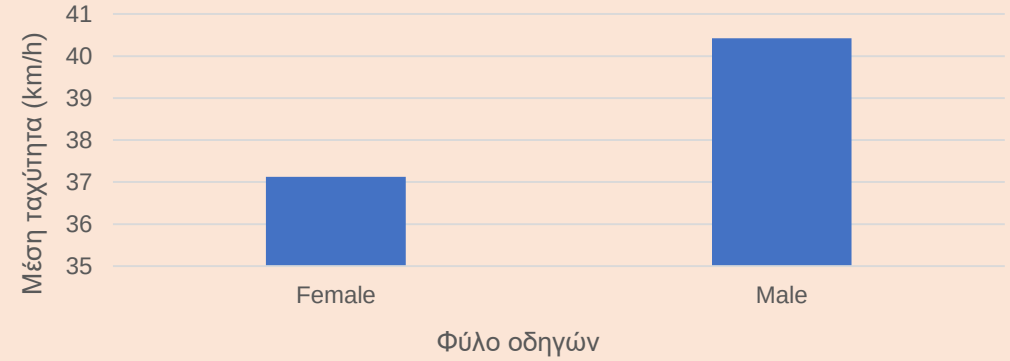
Επεξεργασία δεδομένων

- Τα δεδομένα που επιλέχθηκαν, καταγράφονταν σε χρονικά διαστήματα των **30 δευτερολέπτων**.
- Αξιοποιώντας την μέθοδο των **pivot tables** στο Excel, δημιουργήθηκαν πίνακες και διαγράμματα συσχέτισης δεδομένων.
- Από την επεξεργασία, προέκυψαν τα εξής:
 - Οι οδηγοί αρσενικού φύλου, πραγματοποιούν περισσότερα απότομα συμβάντα υψηλού επιπέδου σοβαρότητας κατά την οδήγηση σε σύγκριση με τις οδηγούς θηλυκού φύλου.
 - Οι οδηγοί αρσενικού φύλου, αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες κατά μέσο όρο από τις οδηγούς φύλου θηλυκού.
 - Οι οδηγοί μικρότερων ηλικιών, υπερβαίνουν κατά μέσο όρο, περισσότερο τα όρια ταχύτητας σε σύγκριση με εκείνους μεγαλύτερων ηλικιών

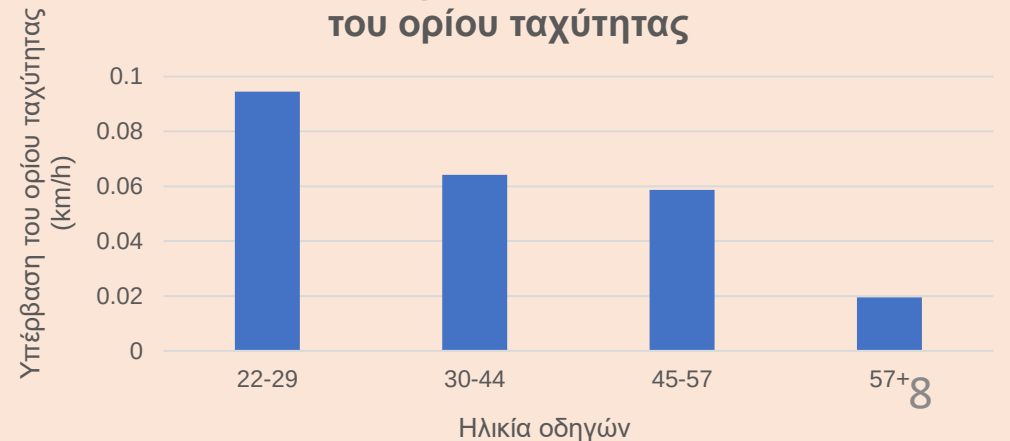
Συσχέτιση φύλου οδηγών με απότομα συμβάντα υψηλού επιπέδου σοβαρότητας



Συσχέτιση γένους οδηγών με μέσο όρο ταχύτητας



Συσχέτιση ηλικίας οδηγών με την υπέρβαση του ορίου ταχύτητας



Θεωρητικό Υπόβαθρο – Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων (SEM)

- Μοντέλο δομικών εξισώσεων: $\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$
- Μοντέλο μέτρησης του y : $y = \Lambda y\eta + \varepsilon$
- Μοντέλο μέτρησης του x : $x = \Lambda x\xi + \delta$
- όπου:
 - y : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τις εξαρτημένες μεταβλητές
 - x : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τις ανεξάρτητες μεταβλητές
 - η : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τις άδηλες εξαρτημένες (μη παρατηρούμενες) μεταβλητές
 - ξ : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τις άδηλες ανεξάρτητες (εξωγενείς) μεταβλητές
 - ε : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει το σφάλμα παλινδρόμησης στο y
 - δ : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει το σφάλμα παλινδρόμησης στο x
 - ζ : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει το σφάλμα παλινδρόμησης στο η
 - Λy : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τους συντελεστές παλινδρόμησης για τις εξαρτημένες μεταβλητές y στο η
 - Λx : είναι ένα διάνυσμα που εκφράζει τους συντελεστές παλινδρόμησης για τις ανεξάρτητες μεταβλητές x στο ξ
 - Γ : είναι ένας Πίνακας που εκφράζει τους συντελεστές παλινδρόμησης του ξ στο μοντέλο SEM
 - B : είναι ένας Πίνακας που εκφράζει τους συντελεστές παλινδρόμησης του η στο μοντέλο SEM

Στατιστικοί Έλεγχοι:

- Root mean square error of approximation (ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος) – RMSEA
- Δείκτης Σχετικής Προσαρμογής (Comparative Fit Index - CFI)
- Δείκτης Tucker - Lewis (TLI)
- Κανονικοποιημένος δείκτης SRMR (ρίζα του μέσου τετραγωνικού υπολοίπου)

Ανάπτυξη Μοντέλων

- Ομαδοποίηση μεταβλητών, για τον προσδιορισμό των λανθανουσών μεταβλητών (latent).

Λανθάνουσες Μεταβλητές	Παράμετροι	Σημασία	Τιμές
Πολυπλοκότητα των εργασιών	ME_AWS_time_indicator_media	Ώρα της ημέρας	0-> Ημέρα 1->Νύχτα
	grpby_seconds	Διάρκεια διαδρομής	Δευτερόλεπτα (s)
	GPS_distances_sum	Διανυθείσα απόσταση	Μέτρα (m)
Ικανότητα αντιμετώπισης του οδηγού	Age	Ηλικία	Έτη
	GPS_distances_sum	Διανυθείσα απόσταση	Μέτρα (m)
	grpby_seconds	Διάρκεια διαδρομής	Δευτερόλεπτα (s)
Ικανότητα αντιμετώπισης του οχήματος	Gender	Φύλο	0->Άνδρας 1->Γυναίκα
	VehicleAge	Ηλικία οχήματος	Έτη
	Gearbox	Κιβώτιο ταχυτήτων	0->Χειροκίνητο 1->Αυτόματο
	Fuel_type	Τύπος καυσίμου	0->Βενζίνη 1->Πετρέλαιο
	GPS_distances_sum	Διανυθείσα απόσταση	Μέτρα (m)

- Οι λανθάνουσες μεταβλητές, αντιπροσωπεύουν **μη παρατηρούμενες μεταβλητές**.
- Πραγματοποιήθηκε παλινδρόμηση ανάμεσα στις μη παρατηρούμενες και παρατηρούμενες ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες τελικά, συσχετίστηκαν με διάφορες εξαρτημένες μεταβλητές.
- Μέσω δοκιμών, οι εξαρτημένες μεταβλητές, για τις οποίες προέκυψαν τα σημαντικότερα αποτελέσματα, ήταν αυτές της υπερβολικής ταχύτητας (speeding) και της απότομης επιβράδυνσης (harsh braking).

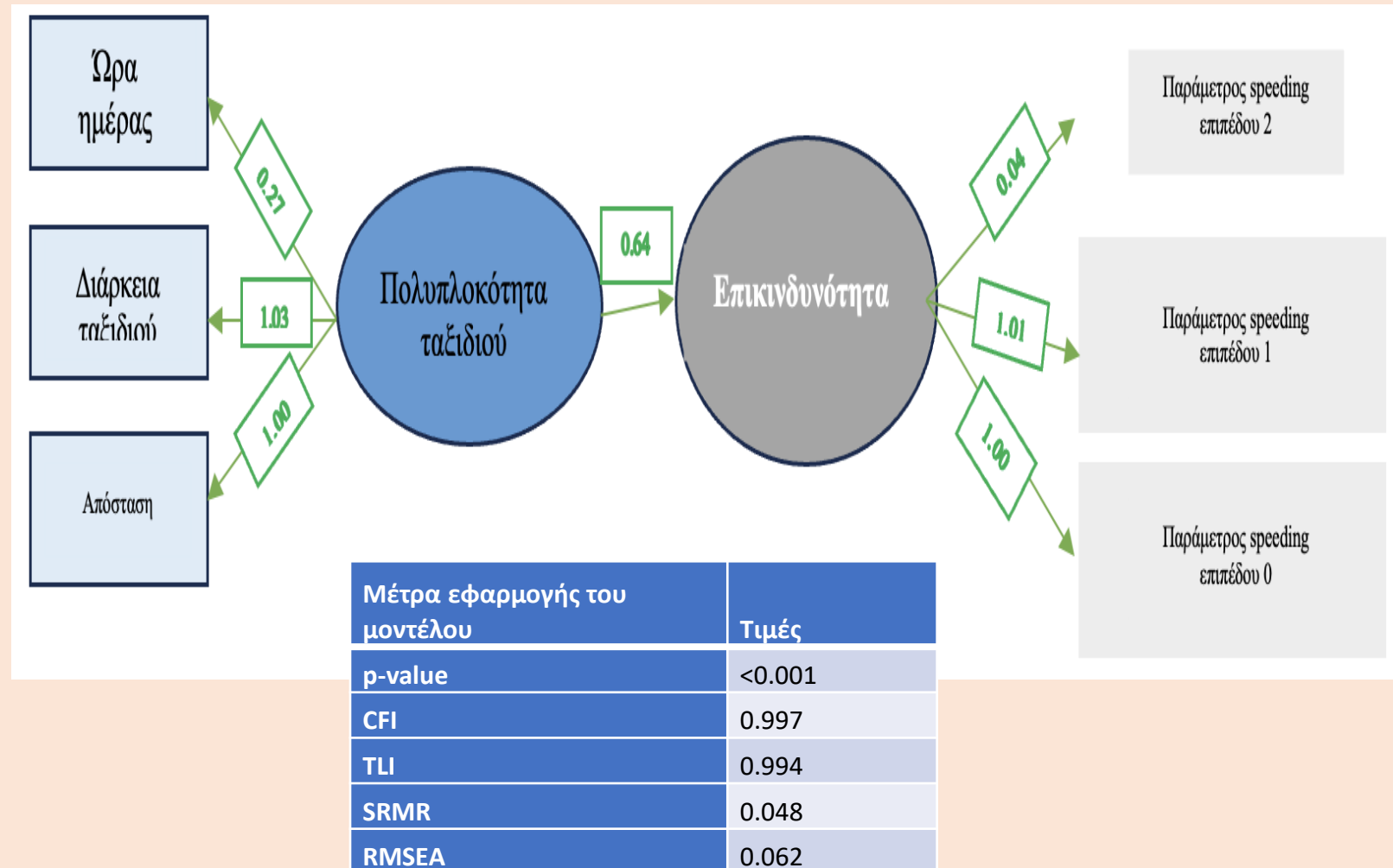
Αποτελέσματα Μοντέλων

Τα αποτελέσματα των μοντέλων, αξιολογήθηκαν με κριτήριο την ικανοποίηση των ακόλουθων στατιστικών ελέγχων:

- $p\text{-value} < 0.001$
 - $CFI > 0,90$
 - $TLI > 0,90$
 - $SRMR < 0,05$
 - $RMSEA < 0,05$
- Για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης, χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα ανοικτού κώδικα JASP
- Για τα εκάστοτε μοντέλα, έχουν δημιουργηθεί και τα αντίστοιχα διαγράμματα, που απεικονίζουν τη **συσχέτιση** μεταξύ των ανεξάρτητων, λανθανουσών και εξαρτημένων μεταβλητών.
- Τα πράσινα βέλη συμβολίζουν θετική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών, ενώ τα κόκκινα **αρνητική**.

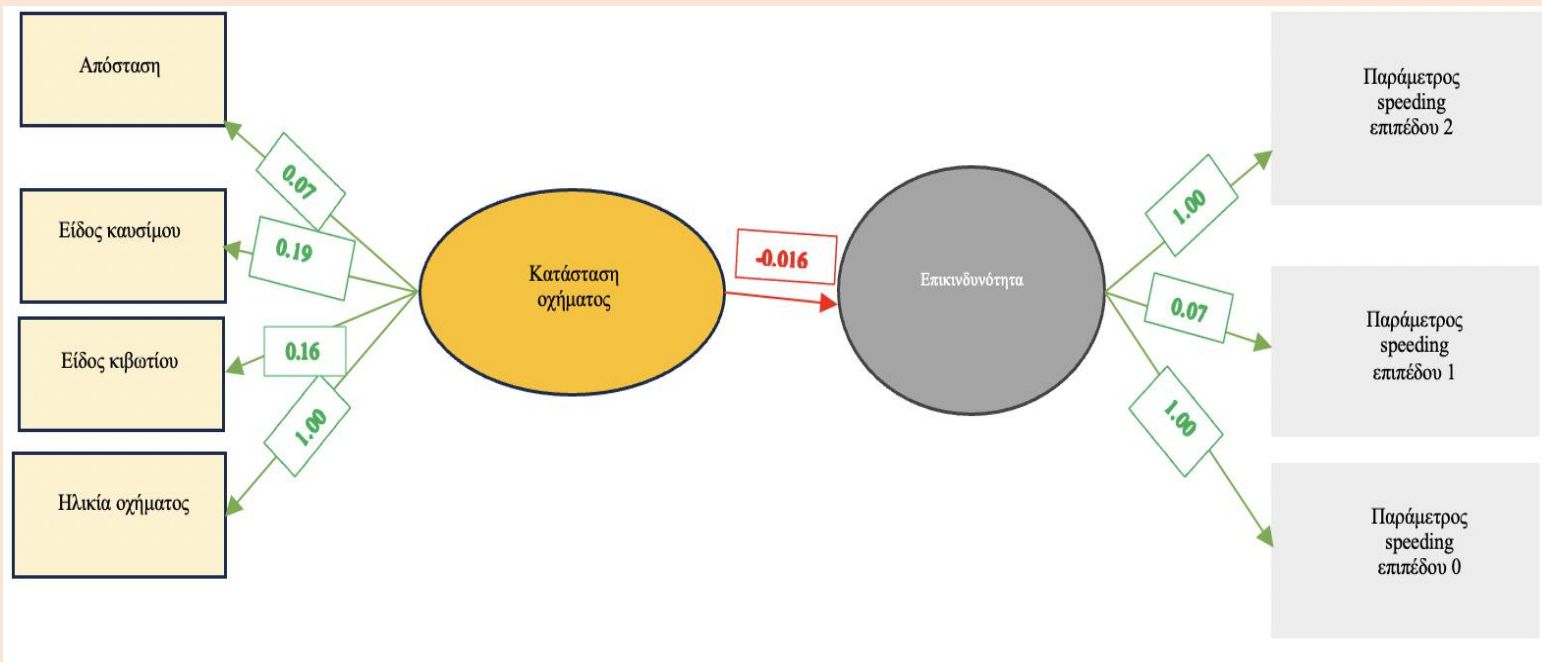
Μοντέλο Συσχέτισης Υπερβολικής Ταχύτητας-Πολυπλοκότητας Διαδρομής

- Στο συγκεκριμένο μοντέλο, η ώρα της ημέρας, η απόσταση και η διάρκεια διαπιστώθηκε ότι έχουν θετική συσχέτιση με την πολυπλοκότητα του έργου της οδήγησης.
- Το σημαντικότερο εύρημα είναι η θετική συσχέτιση μεταξύ της **πολυπλοκότητας του έργου της οδήγησης** και της **επικινδυνότητας**



Μοντέλο Συσχέτισης Υπερβολικής Ταχύτητας-Κατάστασης Οχήματος

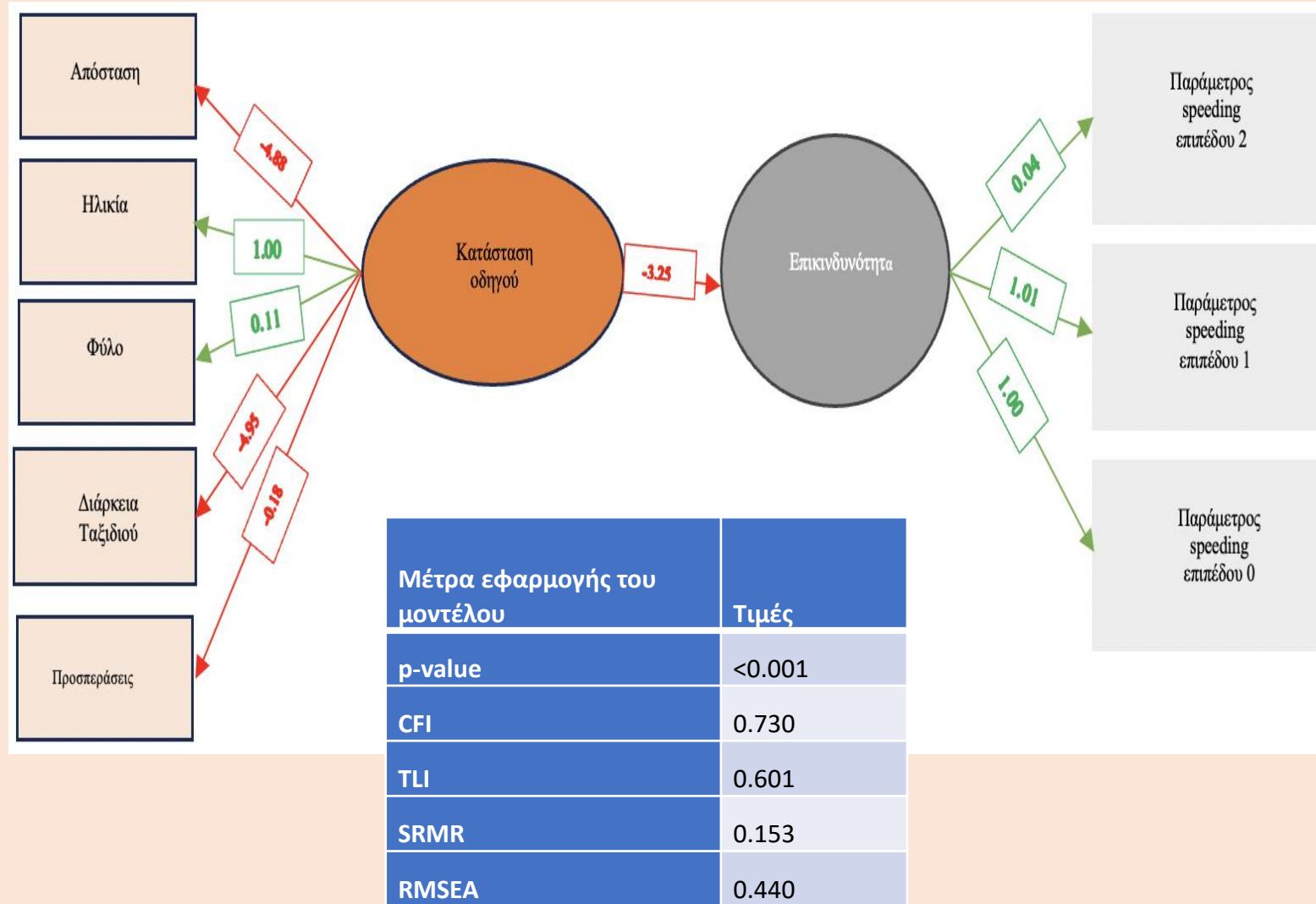
- Για να ορίσουμε την κατάσταση του εκάστοτε οχήματος και το πόσο επηρεάζει τις λανθάνουσες μεταβλητές που έχουμε ορίσει, λαμβάνουμε υπόψιν δείκτες κατάστασης του οχήματος, όπως "VehicleAge" (υποδεικνύει την **ηλικία** του οχήματος), "Gearbox" (υποδεικνύει τον τύπο του **κιβωτίου ταχυτήτων**- αυτόματο ή χειροκίνητο) και "Fuel_type" (υποδεικνύει τον τύπο του καυσίμου- ντίζελ, υβριδικό ηλεκτρικό, βενζίνη).
- Υπάρχει αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην κατάσταση του οχήματος και στην επικινδυνότητα.



Μέτρα εφαρμογής του μοντέλου	Τιμές
p-value	<0.001
CFI	0.992
TLI	0.987
SRMR	0.045
RMSEA	0.080

Μοντέλο Συσχέτισης Υπερβολικής Ταχύτητας-Κατάστασης Οδηγού

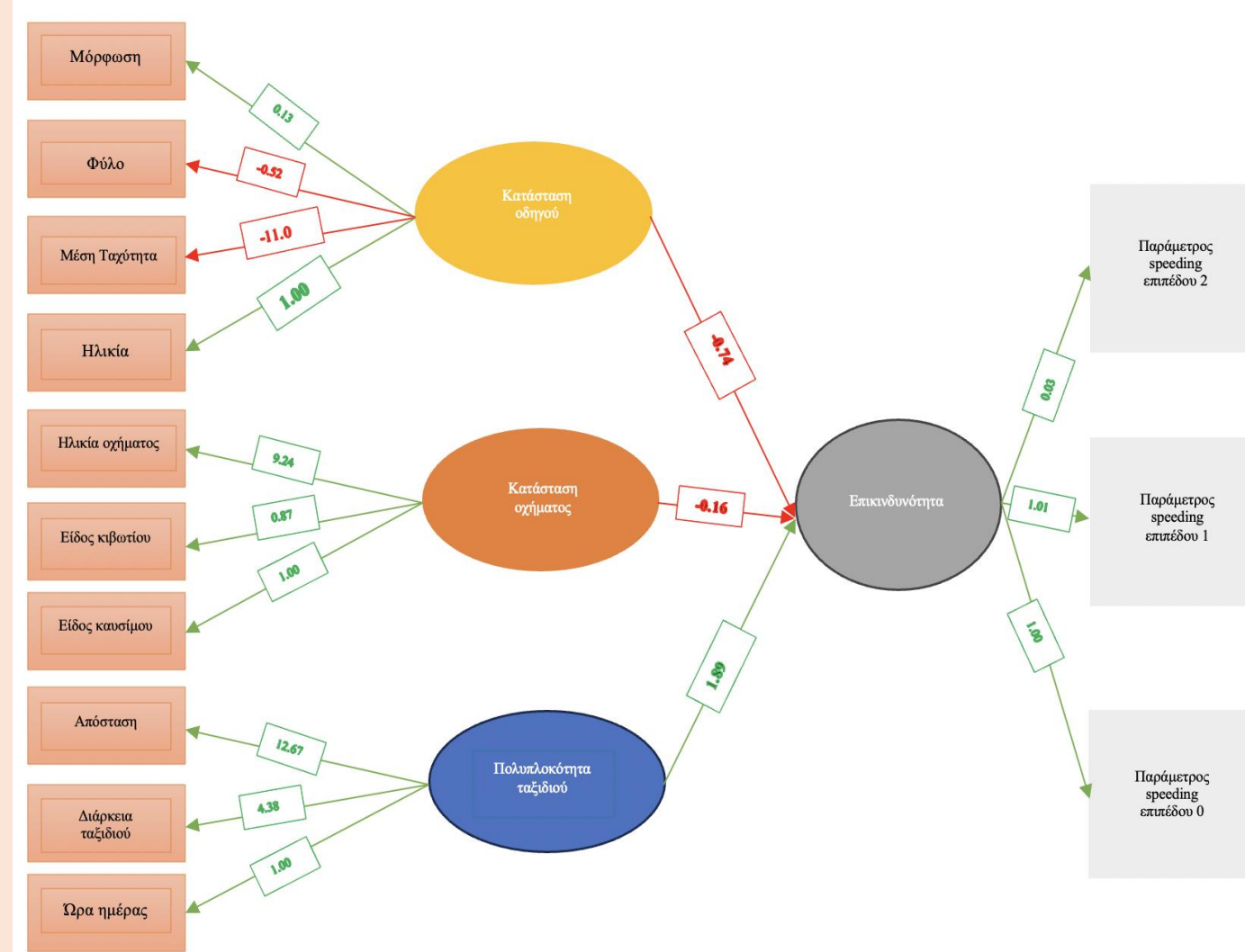
- Στο συγκεκριμένο μοντέλο, υπάρχει αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην κατάσταση του οδηγού και στην επικινδυνότητα.
- Οι βασικοί δείκτες της κατάστασης του οδηγού, είναι η απόσταση, η ηλικία, το φύλο, η διάρκεια ταξιδιού και οι προσπεράσεις



Μοντέλο Συσχέτισης Σύνθεσης Κατάστασης Οδηγού-Κατάστασης Οχήματος- Πολυπλοκότητας Διαδρομής-Υπερβολικής Ταχύτητας

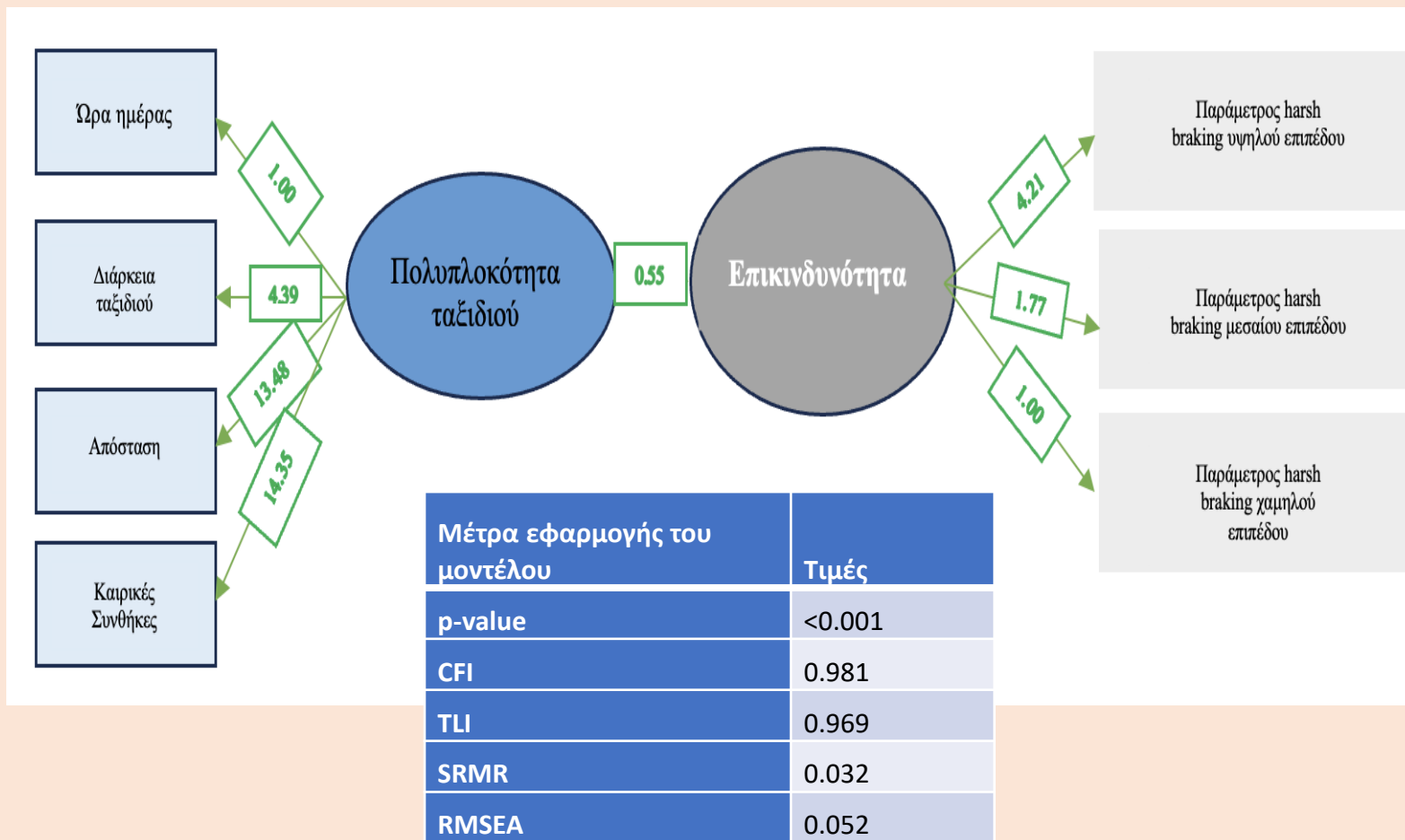
- Στο συγκεκριμένο μοντέλο, υπάρχει θετική συσχέτιση ανάμεσα στην περιπλοκότητα του ταξιδιού και στην επικινδυνότητα, ενώ αρνητική συσχέτιση υπάρχει ανάμεσα στην κατάσταση του οχήματος και στην επικινδυνότητα.

Μέτρα εφαρμογής του μοντέλου	Τιμές
p-value	<0.001
CFI	0.952
TLI	0.936
SRMR	0.074
RMSEA	0.100



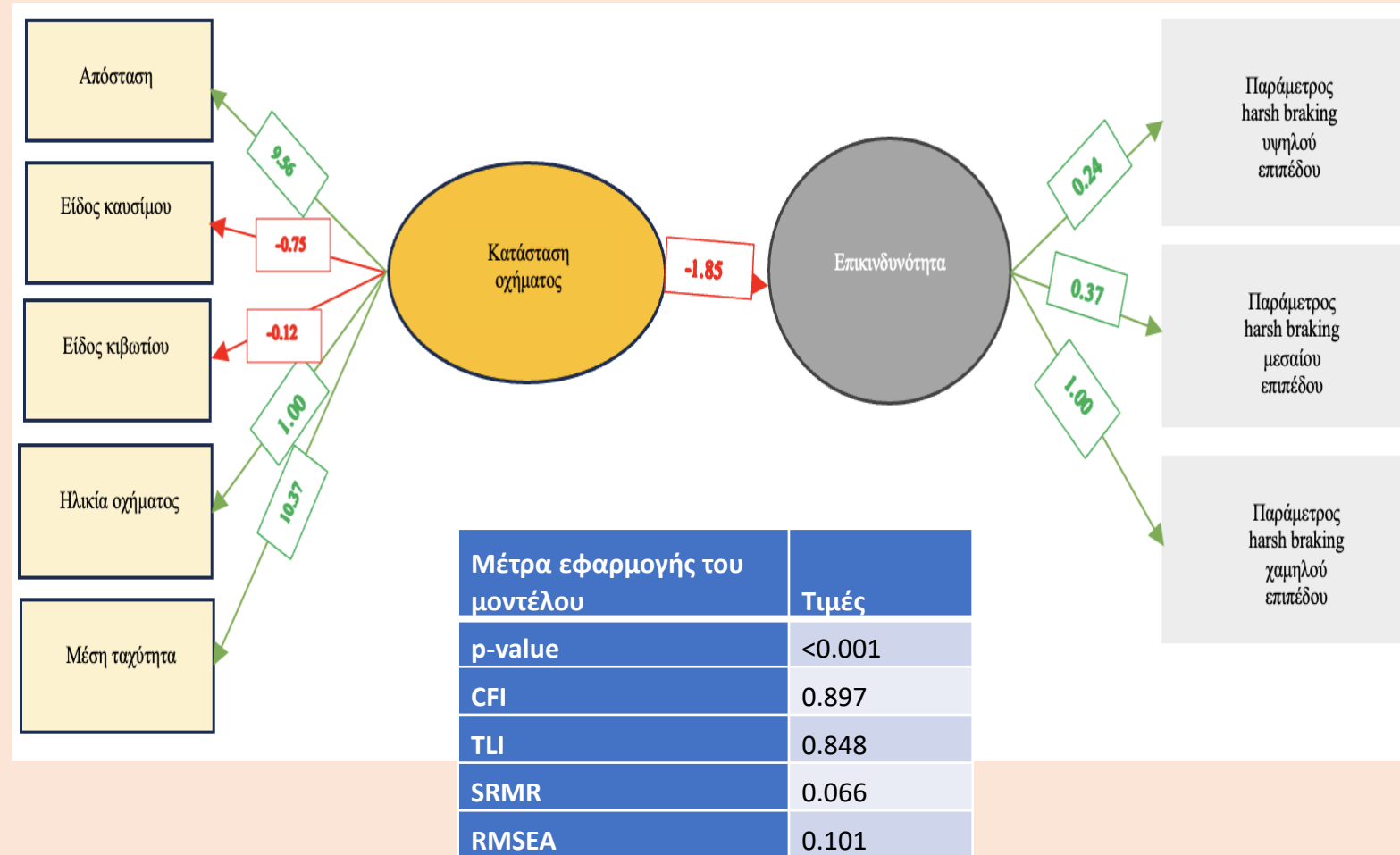
Μοντέλο Συσχέτισης Απότομης Επιβράδυνσης-Πολυπλοκότητας Διαδρομής

- Ο κίνδυνος μετράται μέσω των τύπων των απότομων συμβάντων και του επιπέδου σοβαρότητας κατά το οποίο λαμβάνουν χώρα. Για την **απότομη επιβράδυνση (harsh braking)**, έχουμε γεγονότα υψηλής σοβαρότητας (DEM_evt_hb_lvl_H_mean), μέτριας σοβαρότητας (DEM_evt_hb_lvl_M_mean) και χαμηλής σοβαρότητας (DEM_evt_hb_lvl_L_mean).



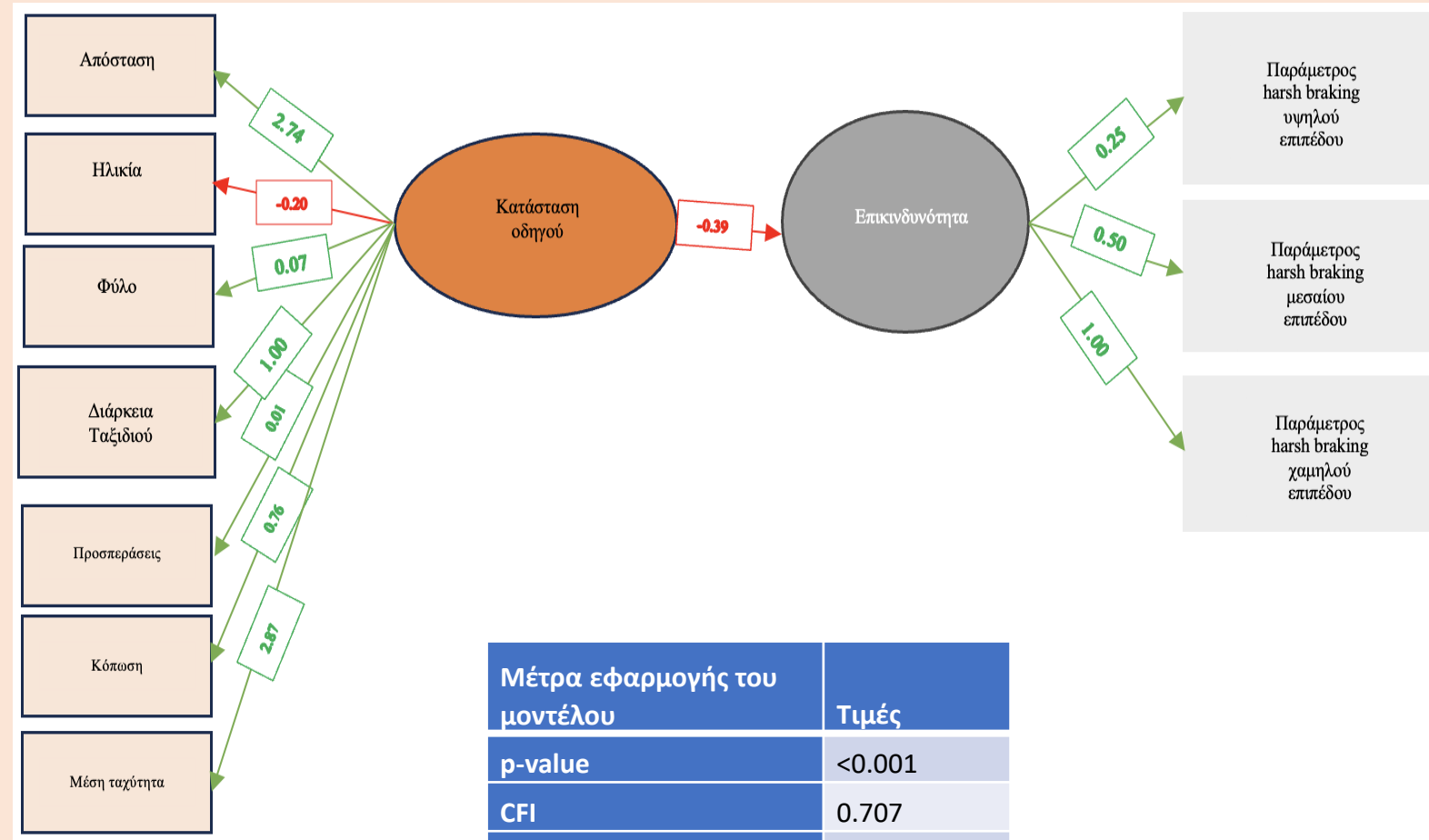
Μοντέλο Συσχέτισης Απότομης Επιβράδυνσης-Κατάστασης Οχήματος

- Για τη λανθάνουσα μεταβλητή της ικανότητας αντιμετώπισης του οχήματος (coping capacity (vehicle state), λαμβάνονται υπόψιν όλες οι μεταβλητές και οι δείκτες που λήφθηκαν και στην κατηγορία υπερβολικής ταχύτητας, καθώς και ο δείκτης «GPS_sprd_mean» που δείχνει την **ταχύτητα κίνησης** των οχημάτων.
- Υπάρχει αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην κατάσταση του οχήματος και στην επικινδυνότητα.



Μοντέλο Συσχέτισης Απότομης Επιβράδυνσης-Κατάστασης Οδηγού

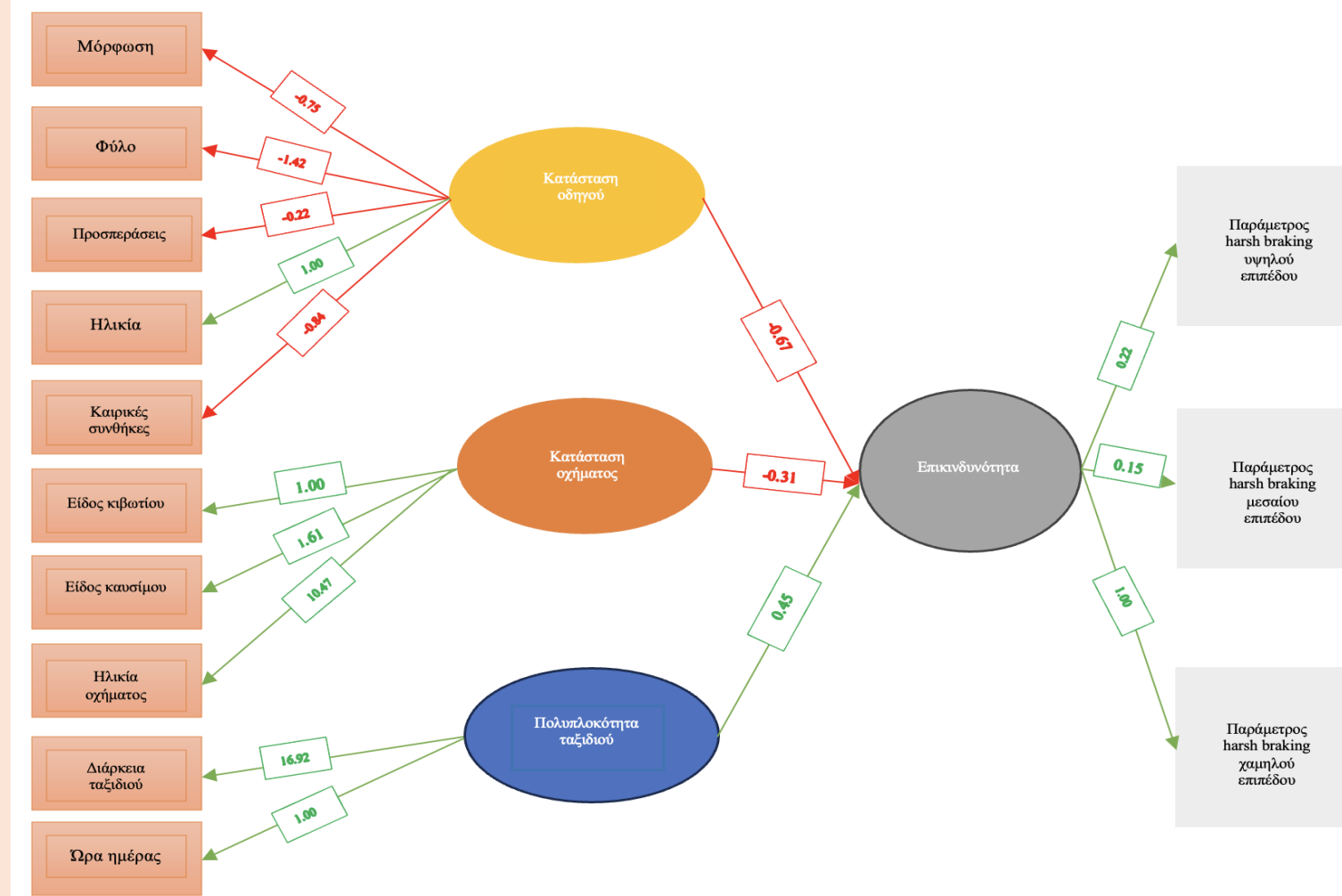
- Για τη λανθάνουσα μεταβλητή της ικανότητας αντιμετώπισης του οδηγού (coping capacity (operator state)), λαμβάνονται υπόψιν όλες οι μεταβλητές και οι δείκτες που λήφθηκαν και στην κατηγορία υπερβολικής ταχύτητας, ο δείκτης «GPS_spd_mean» που δείχνει την **μέση ταχύτητα** των οχημάτων, καθώς και η μεταβλητή «iDreams_Fatigue_Map_level_total_mean» που δείχνει το **επίπεδο κόπωσης** των οδηγών.
- Υπάρχει αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην κατάσταση του οδηγού και στην επικινδυνότητα.



Μοντέλο Συσχέτισης Σύνθεσης Κατάστασης Οδηγού-Κατάστασης Οχήματος- Πολυπλοκότητας Διαδρομής-Απότομης Επιβράδυνσης

- Στο συγκεκριμένο μοντέλο, υπάρχει θετική συσχέτιση ανάμεσα στην περιπλοκότητα του ταξιδιού και στην επικινδυνότητα, ενώ αρνητική συσχέτιση υπάρχει ανάμεσα στην κατάσταση του οχήματος και του οδηγού και στην επικινδυνότητα.

Μέτρα εφαρμογής του μοντέλου	Τιμές
p-value	<0.001
CFI	0.832
TLI	0.845
SRMR	0.064
RMSEA	0.085



Συμπεράσματα (1/2)

- ◇ **Η πολυπλοκότητα του ταξιδιού, επηρεάζει τον κίνδυνο ατυχήματος**, όπως αυτό προκύπτει και μέσω της θετικής συσχέτισης ανάμεσα σε αυτές τις μεταβλητές. Αυτό ενδεχομένως σημαίνει ότι όσο πιο δύσκολο είναι το έργο της οδήγησης, τόσο υψηλότερος είναι και ο κίνδυνος ατυχήματος.
- ◇ Σε περιπτώσεις **ακραίων καιρικών συνθηκών** (π.χ. βροχής), αυξάνεται η πολυπλοκότητα του έργου της οδήγησης και κατ' επέκταση αυξάνεται ο κίνδυνος ατυχήματος, όπως φαίνεται και στο μοντέλο συσχέτισης απότομης επιβράδυνσης-πολυπλοκότητας οδήγησης, στο οποίο υπάρχει πολύ μεγάλη θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών.
- ◇ **Όσο αυξάνεται η διάρκεια του ταξιδιού και η διανυθείσα απόσταση, τόσο αυξάνεται και η πολυπλοκότητα του ταξιδιού**, όπως αυτό προκύπτει και μέσω της θετικής συσχέτισης ανάμεσα σε αυτές τις μεταβλητές στα μοντέλα απότομης επιβράδυνσης-πολυπλοκότητας οδήγησης και υπερβολικής ταχύτητας-πολυπλοκότητας οδήγησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι **κατά τις βραδινές ώρες**, η πολυπλοκότητα του ταξιδιού αυξάνεται, όπως αυτό προκύπτει και μέσω της θετικής συσχέτισης ανάμεσα σε αυτές τις μεταβλητές.

Συμπεράσματα (2/2)

- ◇ **Τον σημαντικότερο ρόλο στην κατάσταση ενός οχήματος, τον κατέχει η ηλικία αυτού,** όπως προέκυψε από την υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ των δυο αυτών μεταβλητών, όπως αυτή φαίνεται και στο μοντέλο συσχέτισης απότομης επιβράδυνσης-σύνθεσης όλων των λανθανουσών μεταβλητών.
- ◇ **Όσο αυξάνεται η μέση ταχύτητα, τόσο μειώνεται και η ικανότητα οδήγησης του οδηγού,** όπως αυτό προκύπτει και μέσω της αρνητικής συσχέτισης ανάμεσα σε αυτές τις μεταβλητές στο μοντέλο συσχέτισης υπερβολικής ταχύτητας-σύνθεσης όλων των λανθανουσών μεταβλητών.
- ◇ **Το είδος του κιβωτίου ταχυτήτων, έχει άμεση επιρροή στην κατάσταση του οχήματος,** καθώς οι οδηγοί με αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων έχουν μεγαλύτερη ικανότητα αντιμετώπισης σε σχέση με το χειροκίνητο κιβώτιο ταχυτήτων, κάτι που είναι σύμφωνο και με τη βιβλιογραφία.
- ◇ **Η ηλικία, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην κατάσταση ενός οδηγού, καθώς οι μεγαλύτερης ηλικίας οδηγοί, παρουσιάζουν καλύτερη κατάσταση σε σχέση με τους νεότερους,** όπως φαίνεται και από τη θετική συσχέτιση των μεταβλητών στα μοντέλα συσχέτισης της σύνθεσης όλων των λανθανουσών μεταβλητών, τόσο για υπερβολική ταχύτητα, όσο και για απότομη επιβράδυνση.

Προτάσεις αξιοποίησης των αποτελεσμάτων

- ◇ **Αξιοποίηση των μοντέλων ταξινόμησης** για την αναγνώριση του επιπέδου ασφαλείας των οδηγών σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης. Από τις επιδόσεις των αλγορίθμων ταξινόμησης, προκύπτει ότι μπορούν να προσφέρουν ικανοποιητικά αποτελέσματα και έτσι θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την περαιτέρω διερεύνηση της οδηγικής συμπεριφοράς.
- ◇ **Ευρύτερη χρήση υπάρχοντων εφαρμογών βελτίωσης της οδηγικής συμπεριφοράς**, οι οποίες θα βοηθούν τους οδηγούς στην καλύτερη αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της οδήγησης.
- ◇ **Αξιοποίηση των κρισιμότερων παραγόντων** που επιδρούν στην ικανότητα του οδηγού στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της οδήγησης, στην προσπάθεια της επιστημονικής κοινότητας και της αυτοκινητοβιομηχανίας για βελτίωση των προηγμένων συστημάτων υποστήριξης οδηγού.

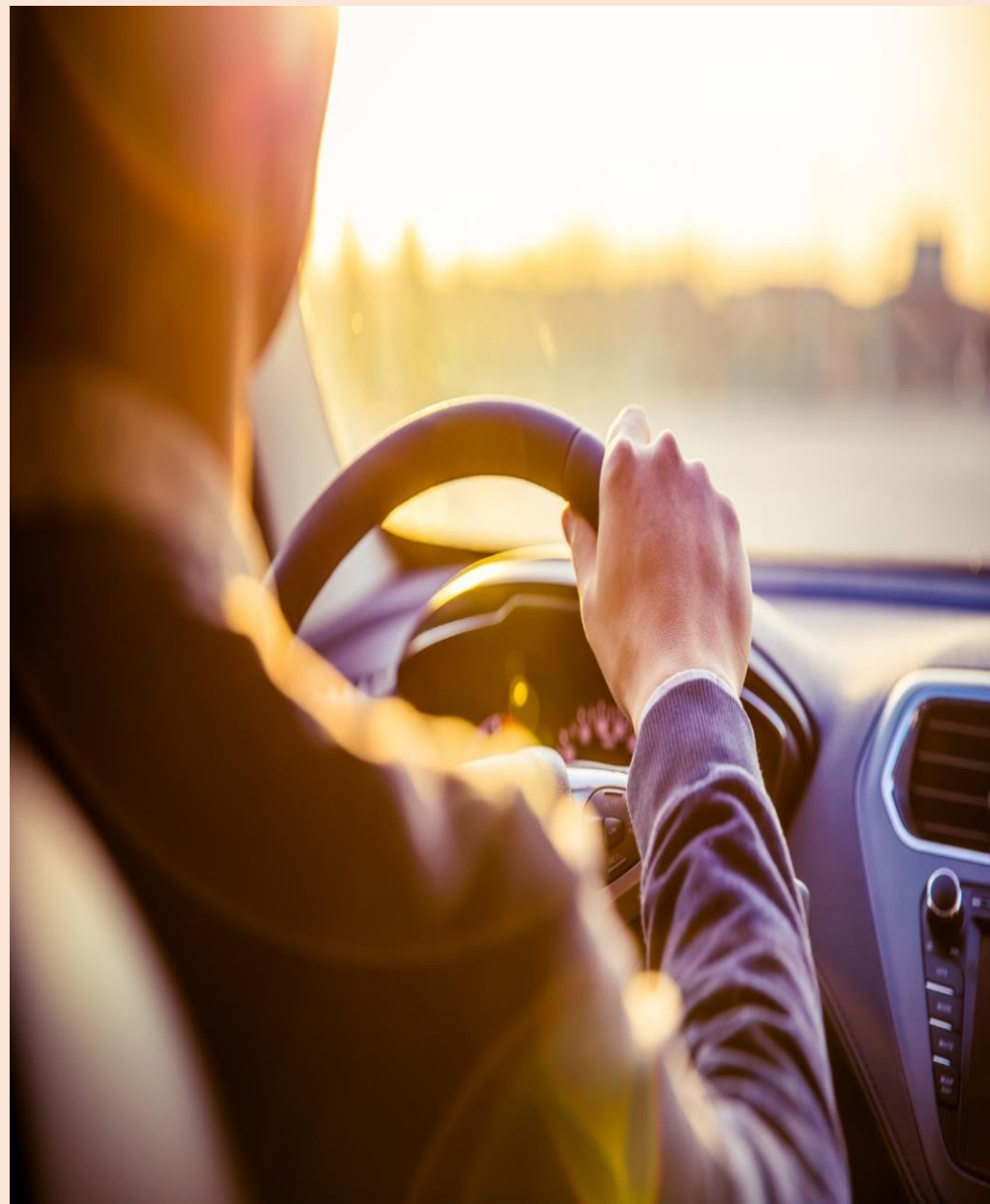
Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

- ◇ **Περαιτέρω διερεύνηση των κρίσιμότερων παραγόντων** που επιδρούν στην ικανότητα του οδηγού στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της οδήγησης. Συγκεκριμένα, ο τύπος της οδού και ο όγκος σύνθεσης της κυκλοφορίας, μπορούν να αποτελέσουν κρίσιμες παραμέτρους στον ορισμό της πολυπλοκότητας των εργασιών.
- ◇ **Ανάπτυξη εναλλακτικών τεχνικών εξέτασης σημαντικότητας χαρακτηριστικών (feature importance).** Η περαιτέρω διερεύνηση της σημαντικότητας των μεταβλητών μπορεί να προσδιορίσει με μεγαλύτερη ακρίβεια τη σχέση των μεταβλητών.
- ◇ **Περαιτέρω βελτίωση των υφιστάμενων ή δημιουργία νέων εφαρμογών βελτίωσης της οδηγικής συμπεριφοράς,** ώστε να λαμβάνονται με μεγαλύτερη ακρίβεια τα δεδομένα και οι μεταβλητές που αξιοποιούνται.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας!





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**Συσχέτιση κινδύνου ατυχήματος
με την ικανότητα του οδηγού στην
αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της οδήγησης
με χρήση μηχανικής εκμάθησης**

Σπύρος Τσίγκος

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2023

