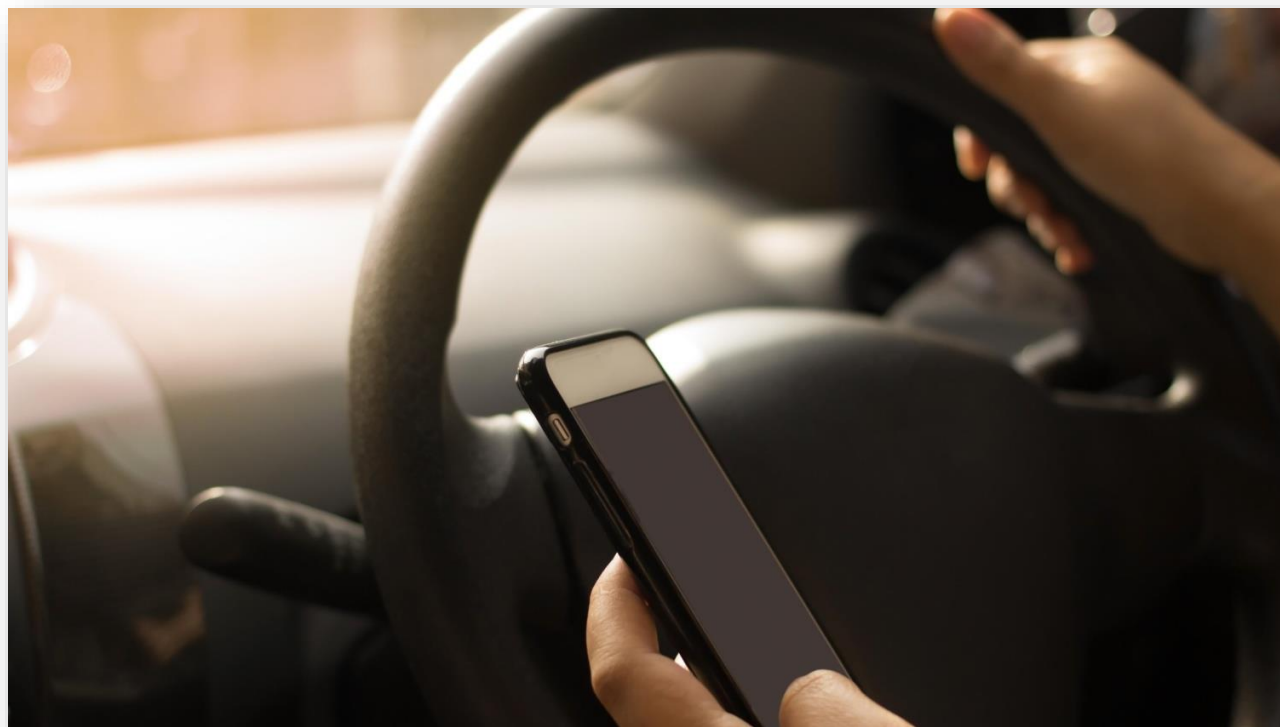




Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Μεταφορών  
& Συγκοινωνιακής Υποδομής

Μεράκου Μαριλένα  
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής  
Αθήνα, Νοέμβριος 2022

# ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



# Αντικείμενο και Στόχος

**Σκοπός:** Η ανάλυση των χαρακτηριστικών απόσπασης προσοχής των οδηγών στην Ελλάδα, με τη χρήση μαθηματικών μοντέλων.

Δημιουργήθηκε **βάση δεδομένων** από μετρήσεις πεδίου (Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2021)

- Αθήνα
- Λάρισα
- Θεσσαλονίκη

Καταγράφηκαν **στοιχεία** σχετικά με:

- Απόσπαση προσοχής από την χρήση κινητού
- Ηλικία
- Φύλο
- Τύπο οχήματος
- Τύπο οδού
- Χρονική περίοδο (Καθημερινή/ Σαββατοκύριακο)
- Καιρικές συνθήκες.



# Μεθοδολογία



# Βιβλιογραφική Ανασκόπηση



- Η εμπειρία στην οδήγηση αυξάνει το ποσοστό απάντησης σε κλήσεις.
- Η πλειοψηφία των Ελλήνων οδηγών θεωρεί επικίνδυνη την χρήση κινητού στην οδήγηση.
- Μια απαιτητική συζήτηση αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος σε περίπτωση απρόσμενου περιστατικού.
- Οι νέοι είναι πιο πιθανόν να μιλήσουν στο κινητό σε σχέση με τους ηλικιωμένους.
- Η χρήση του διαδικτύου μέσω κινητού προκαλεί την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος, παρόλο που ταυτόχρονα μειώνει τη μέση ταχύτητα οδήγησης.
- Όσο μεγαλώνει η υπέρβαση του ορίου ταχύτητας τόσο μειώνεται η πιθανότητα χρήσης κινητού τηλεφώνου.

# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Εξαρτημένη Μεταβλητή:  
Απόσπαση Προσοχής



Δυαδική Φύση Μεταβλητής  
2 ομάδες



Επιλογή Διωνυμικού Μοντέλου  
Λογιστικής Παλινδρόμησης και  
Τυχαίων Δασών



2 Μοντέλα  
4 Παραλλαγές

# Θεωρητικό Υπόβαθρο

Μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

$$y_i = \text{logit } P_i = \ln[P_i / (1 - P_i)] = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_n x_n$$

Όπου:

- $n$ : το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών.
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ : οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .
- $\beta_0$ : ο σταθερός όρος της εξίσωσης.
- $P_i$ : η προβλεπόμενη πιθανότητα, η οποία λαμβάνει τιμές 0 ή 1.

# Θεωρητικό Υπόβαθρο

Μοντέλο Τυχαίων Δασών



# Συλλογή και Επεξεργασία στοιχείων

- Δεδομένα παρατηρήσεων.
- Καταγραφή απόσπασης προσοχής.
- Πάνω από 8500 καθορισμένες τοποθεσίες παρατήρησης.
- Πόλη, ηλικία, φύλο, τύπος οδού, τύπος οχήματος, καιρικές συνθήκες, χρονική περίοδος.
- Κωδικοποίηση μεταβλητών.
- Δημιουργία βάσης δεδομένων.



# Περιγραφική Στατιστική

|                     | Ηλικιωμένοι | Μεσήλικες   | Νέοι        | Σύνολο      |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Όχι απόσπαση</b> | <b>205</b>  | <b>5807</b> | <b>1722</b> | <b>7734</b> |
| Γυναίκες            | 27          | 928         | 619         | 1574        |
| Άντρες              | 178         | 4879        | 1103        | 6160        |
| <b>Απόσπαση</b>     | <b>12</b>   | <b>544</b>  | <b>287</b>  | <b>843</b>  |
| Γυναίκες            | 1           | 85          | 90          | 176         |
| Άντρες              | 11          | 459         | 197         | 667         |
| <b>Σύνολο</b>       | <b>217</b>  | <b>6351</b> | <b>2009</b> | <b>8577</b> |

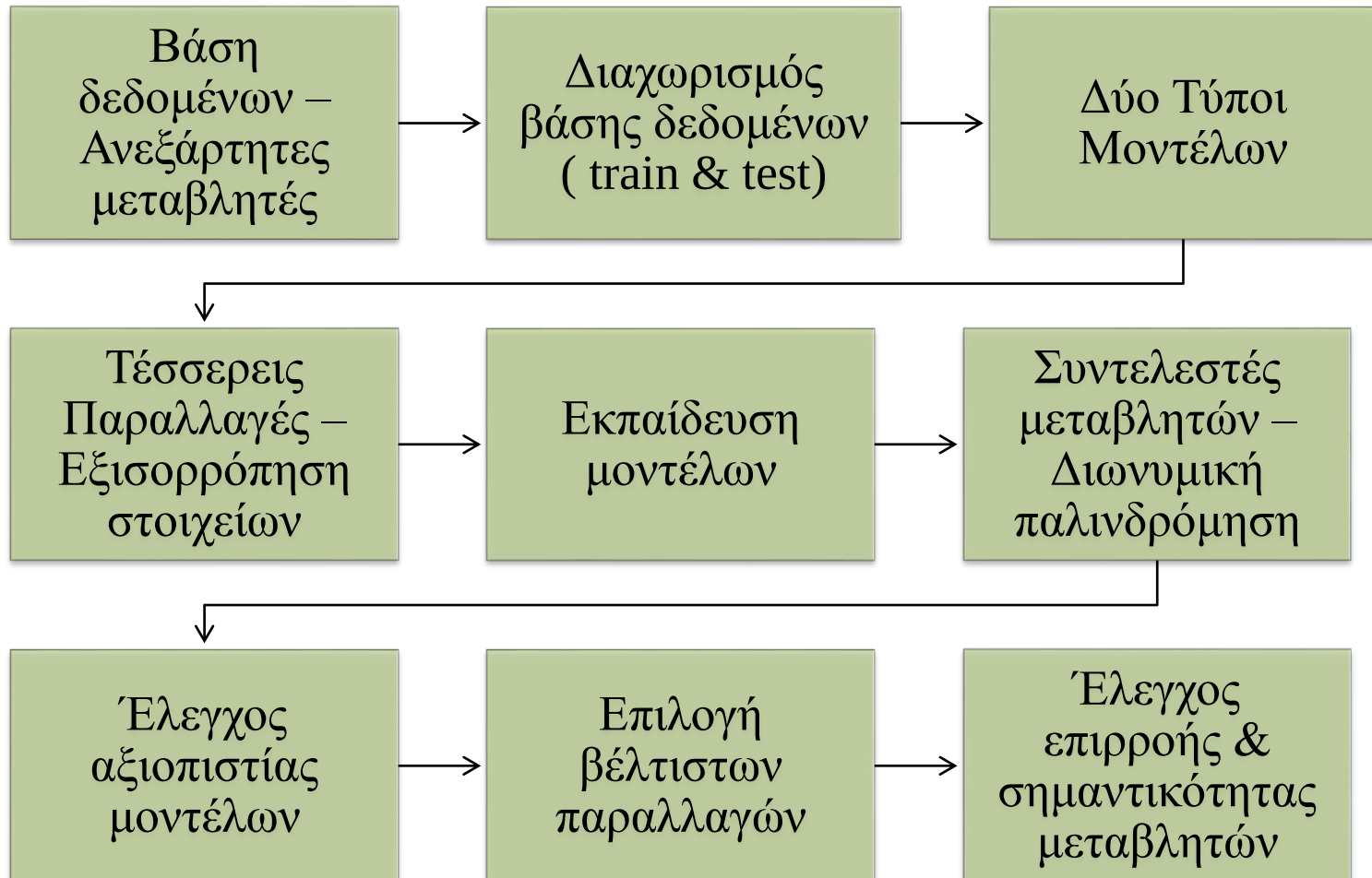
|                     | Αυτοκινητόδρομος | Υπεραστικό Δίκτυο | Αστικό Δίκτυο | Σύνολο      |
|---------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------|
| <b>Όχι απόσπαση</b> | <b>1805</b>      | <b>1756</b>       | <b>4173</b>   | <b>7734</b> |
| Ηλικιωμένοι         | 34               | 59                | 112           | 205         |
| Μεσήλικες           | 1372             | 1361              | 3074          | 5807        |
| Νέοι                | 399              | 336               | 987           | 1722        |
| <b>Απόσπαση</b>     | <b>290</b>       | <b>170</b>        | <b>383</b>    | <b>843</b>  |
| Ηλικιωμένοι         | 6                | 2                 | 4             | 12          |
| Μεσήλικες           | 193              | 119               | 232           | 544         |
| Νέοι                | 91               | 49                | 147           | 287         |
| <b>Σύνολο</b>       | <b>2095</b>      | <b>1926</b>       | <b>4556</b>   | <b>8577</b> |

|                     | Λεωφορείο  | Β.Φορτηγό  | Ε.Φορτηγό  | Ι.Χ.        | Βαν        | Σύνολο      |
|---------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| <b>Όχι απόσπαση</b> | <b>133</b> | <b>258</b> | <b>425</b> | <b>6222</b> | <b>696</b> | <b>7734</b> |
| Αυτοκινητόδρομος    | 31         | 208        | 182        | 1189        | 195        | 1805        |
| Υπεραστικό Δίκτυο   | 28         | 37         | 141        | 1356        | 194        | 1756        |
| Αστικό Δίκτυο       | 74         | 13         | 102        | 3677        | 307        | 4173        |
| <b>Απόσπαση</b>     | <b>7</b>   | <b>48</b>  | <b>50</b>  | <b>620</b>  | <b>118</b> | <b>843</b>  |
| Αυτοκινητόδρομος    | 3          | 42         | 30         | 176         | 39         | 290         |
| Υπεραστικό Δίκτυο   | 2          | 4          | 10         | 123         | 31         | 170         |
| Αστικό Δίκτυο       | 2          | 2          | 10         | 321         | 48         | 383         |
| <b>Σύνολο</b>       | <b>140</b> | <b>306</b> | <b>475</b> | <b>6842</b> | <b>814</b> | <b>8577</b> |

- Από τις ηλικιακές ομάδες παρουσίασαν απόσπαση: νέοι (14%) > μεσήλικες, ηλικιωμένοι.
- Οδηγοί στους αυτοκινητόδρομους με απόσπαση (14%) > οδηγοί αστικό, υπεραστικό δίκτυο.
- Οι οδηγοί βαν (15%) και μεγάλων φορτηγών (16%) εμφανίζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά απόσπασης ανά κατηγορία οχήματος.

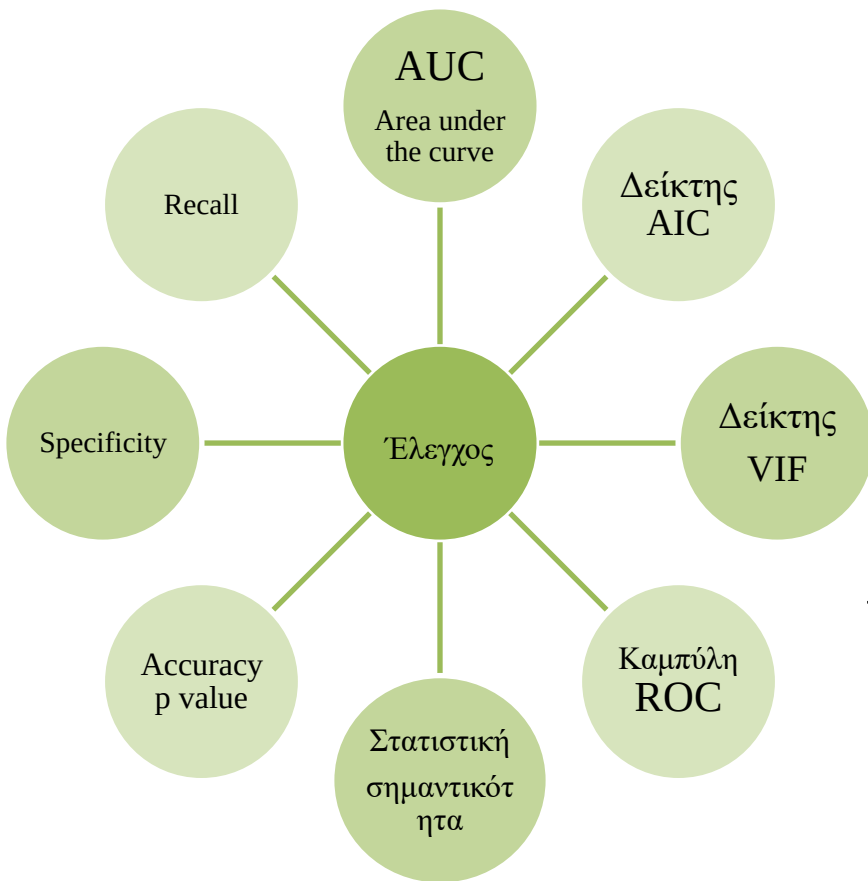
- Οι 843 από τους 8577 παρουσίασαν απόσπαση προσοχής (10 %).
- Από τους 843 που παρουσίασαν απόσπαση: άντρες (80%) > γυναίκες (21 %).

# Στατιστική Επεξεργασία



# Έλεγχοι Μοντέλων

## Διωνυμική παλινδρόμηση



- Οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές με  $(Pr > z) < 0.05$ .
- Μικρός AIC = Μικρή απώλεια πληροφορίας.
- Ο δείκτης GVIF  $< 2$  για όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές (αποφυγή πολυσυγγραμμικότητας).
- Η τιμή του AUC (εμβαδόν κάτω από την καμπύλη ROC) τουλάχιστον 0.6.

## Τυχαία Δάση & Διωνυμική Παλινδρόμηση

- Accuracy (ακρίβεια πρόβλεψης μοντέλου), αποδεκτή τιμή  $> 60\%$  και με δείκτη  $p > 0.05$ .
- Recall (δείκτης ανάκλασης, πρόβλεψη θετικής ομάδας στοιχείων)  $> 50\%$  οριακά.
- Specificity (δείκτης πρόβλεψης αρνητικής ομάδας στοιχείων)  $> 50\%$  οριακά.

# Στατιστικά Μοντέλα

Γλώσσα προγραμματισμού R + εξισορρόπηση στοιχείων με πακέτο ROSE.

Μοντέλο Διωνυμικής Παλινδρόμησης

1Α

**1Β**

1Γ

1Δ

Θετική πρόβλεψη: απόσπαση

Over  
sampling

Under  
sampling

Both

| Μέτρα αξιολόγησης                      | %     | Αξιο-<br>λόγηση | %     | Αξιο-<br>λόγηση | %     | Αξιο-<br>λόγηση | %     | Αξιο-<br>λόγηση |
|----------------------------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|
| Ορθότητα (Accuracy) :                  | 90,16 |                 | 61.45 |                 | 62.19 |                 | 62.1  |                 |
| Ανάκλαση (Recall or Sensitivity):      | 0     |                 | 57.82 |                 | 55.92 |                 | 56.87 |                 |
| Εξειδικευτικότητα (Specificity):       | 100   |                 | 61.84 |                 | 62.88 |                 | 62.67 |                 |
| Ακρίβεια (Precision) :                 | 0     |                 | 57.82 |                 | 55.92 |                 | 56.87 |                 |
| Μέτρο F (F measure) :                  |       |                 | 57.82 |                 | 55.92 |                 | 56.87 |                 |
| Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence): | 9.84  |                 | 6.93  |                 | 7.10  |                 | 6.98  |                 |
| Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:          | 60.4  |                 | 60.50 |                 | 60.39 |                 | 60.37 |                 |

Μοντέλο Τυχαίων Δασών

2Α

**2Β**

2Γ

2Δ

Θετική πρόβλεψη: μη απόσπαση

Over  
sampling

Under  
sampling

Both

| Μέτρα αξιολόγησης                      | %    | Αξιο-<br>λόγηση | %     | Αξιο-<br>λόγηση | %     | Αξιο-<br>λόγηση | %     | Αξιο-<br>λόγηση |
|----------------------------------------|------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|
| Ορθότητα (Accuracy) :                  | 0    |                 | 61.12 |                 | 63.68 |                 | 66.25 |                 |
| Ανάκλαση (Recall or Sensitivity):      | 100  |                 | 61.53 |                 | 64.89 |                 | 68.67 |                 |
| Εξειδικευτικότητα (Specificity):       | 0    |                 | 57.35 |                 | 52.61 |                 | 44.08 |                 |
| Ακρίβεια (Precision) :                 | 0    |                 | 57.35 |                 | 52.61 |                 | 44.08 |                 |
| Μέτρο F (F measure) :                  | 0    |                 | 59.36 |                 | 58.11 |                 | 53.69 |                 |
| Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence): | 9.84 |                 | 7.00  |                 | 7.38  |                 | 8.16  |                 |

# Στατιστικά Μοντέλα – Παραλλαγή 1B

**Παραλλαγή 1B** Over sampling - Θετική ομάδα πρόβλεψης μοντέλου: απόσπαση προσοχής

| Ανεξάρτητες Μεταβλητές                      | Estimate | Std.Error | Pr(> z ) | Adj.<br>OR(95%CI) |
|---------------------------------------------|----------|-----------|----------|-------------------|
| Σταθερός Όρος                               | 0.887    | 0.052     | < 0.001  |                   |
| Κατηγορία αναφοράς: Νέοι ηλικιακά οδηγοί    |          |           |          |                   |
| Μεσήλικες                                   | -0.654   | 0.043     | < 0.001  | 0.52 (0.48,0.57)  |
| Ηλικιωμένοι                                 | -0.907   | 0.132     | < 0.001  | 0.4 (0.31,0.52)   |
| Κατηγορία αναφοράς: Επιβατικά Ι.Χ.          |          |           |          |                   |
| Βαν                                         | 0.535    | 0.061     | < 0.001  | 1.71 (1.51,1.93)  |
| Άλλοι τύποι οχημάτων                        | 0.202    | 0.063     | < 0.001  | 1.22 (1.08,1.38)  |
| Κατηγορία αναφοράς: Αυτοκινητόδρομοι        |          |           |          |                   |
| Επαρχιακές οδοί                             | -0.533   | 0.056     | < 0.001  | 0.59 (0.53,0.65)  |
| Αστικές οδοί                                | -0.675   | 0.048     | < 0.001  | 0.51 (0.46,0.56)  |
| Κατηγορία αναφοράς: καλές καιρικές συνθήκες |          |           |          |                   |
| Κακές καιρικές συνθήκες                     | -0.243   | 0.052     | < 0.001  | 0.78 (0.71,0.87)  |

| Prediction                | Reference               |                       |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                           | Μη απόσπαση-προσοχής(0) | Απόσπαση Προσοχής (1) |
| Μη απόσπαση - προσοχής(0) | 1196                    | 89                    |
| Απόσπαση-Προσοχής(1)      | 738                     | 122                   |

**Απόσπαση Προσοχής** =  $0.88686 - 0.65372 \cdot \text{Driver\_age2} - 0.9066 \cdot \text{Driver\_age3} + 0.53506 \cdot \text{Vehicle\_type2} + 0.20177 \cdot \text{Vehicle\_type3} - 0.53287 \cdot \text{Road\_type2} - 0.6754 \cdot \text{Road\_type3} - 0.24348 \cdot \text{Weather\_conditions2}$

- Μεσήλικες (48%) + Ηλικιωμένοι (60%) < Νέους
- Οδηγοί βαν (72%) > Οδηγοί Ι.Χ.
- Οδηγοί άλλων οχημάτων (22%) > Οδηγοί Ι.Χ.
- Οδηγοί στο υπεραστικό δίκτυο (41%) < Οδηγοί αυτοκινητοδρόμων
- Οδηγοί των αστικών οδών (49%) < Οδηγοί αυτοκινητοδρόμων
- Στις κακές καιρικές συνθήκες (22%) < με καλές καιρικές συνθήκες.

# Στατιστικά Μοντέλα – Παραλλαγή 2B

**Παραλλαγή 2B** Over sampling - Θετική ομάδα πρόβλεψης μοντέλου: μη απόσπαση προσοχής.

|                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|
| Τύπος μεθόδου <b>τυχαίων δασών</b> : ταξινόμηση                   |
| Αριθμός δέντρων: 300                                              |
| Αριθμός μεταβλητών που δοκιμάστηκαν σε κάθε διαχωρισμό : 4        |
| Εκτίμηση ποσοστού σφάλματος (OOB estimate of error rate): 40.04 % |

| Confusion Matrix         | Αναφορά - Reference      |                       |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Πρόβλεψη - Prediction    | Μη απόσπαση προσοχής (0) | Απόσπαση Προσοχής (1) |
| Μη απόσπαση προσοχής (0) | 1195                     | 90                    |
| Απόσπαση Προσοχής (1)    | 739                      | 121                   |

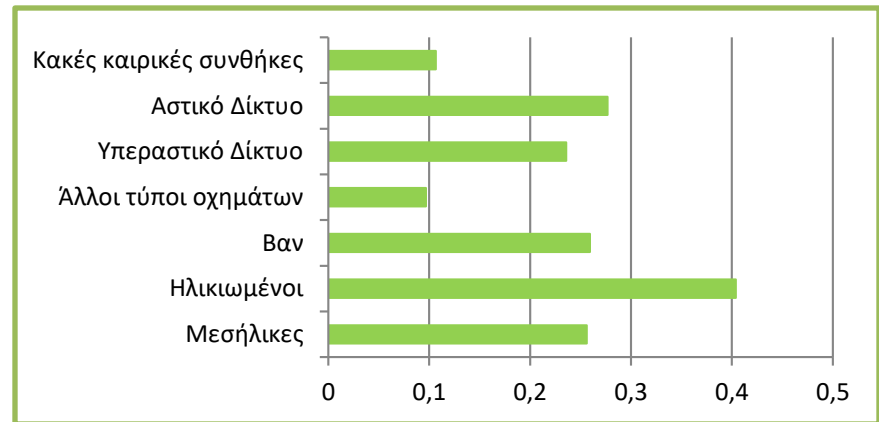
| Μέτρα αξιολόγησης                      | Ποσοστό % |
|----------------------------------------|-----------|
| Accuracy :                             | 61.12     |
| Recall or Sensitivity :                | 61.53     |
| Specificity:                           | 57.35     |
| Precision:                             | 57.35     |
| Μέτρο F:                               | 59.36     |
| Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence): | 7.00      |

- 300 διαφορετικές συγκρίσεις δεδομένων.
- 4 μεταβλητές ανά διακλάδωση δέντρων.
- OOB (out of the bag M-m) δεδομένα με σκοπό την επαλήθευση της πρόβλεψης.
- Specificity: 57.35%

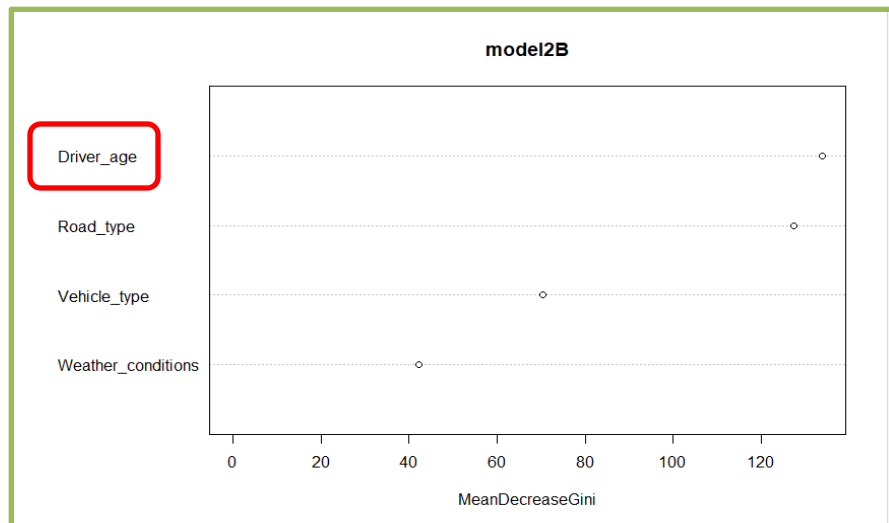
# Στατιστικά Μοντέλα – Σημαντικότητα Μεταβλητών

## Παραλλαγή 1B – Διερεύνηση ελαστικότητας

| Ανεξάρτητες Μεταβλητές                         | Συντελεστής β <sub>i</sub> | Σχετική Επιρροή e* | Ελαστικότητα e |
|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|
| Κατηγορία αναφοράς:<br>Νέοι ηλικιακά οδηγοί    |                            |                    |                |
| Μεσήλικες                                      | -0.654                     | -2.646             | -0.256         |
| Ηλικιωμένοι                                    | -0.256                     | -4.172             | -0.404         |
| Κατηγορία αναφοράς:<br>Επιβατικά Ι.Χ.          |                            |                    |                |
| Βαν                                            | 0.259                      | 2.680              | 0.259          |
| Άλλοι τύποι οχημάτων                           | 0.097                      | 1                  | 0.097          |
| Κατηγορία αναφοράς:<br>Αυτοκινητόδρομοι        |                            |                    |                |
| Επαρχιακές οδοί                                | -0.277                     | -2.436             | -0.236         |
| Αστικές οδοί                                   | -0.106                     | -2.859             | -0.277         |
| Κατηγορία αναφοράς:<br>Καλές καιρικές συνθήκες |                            |                    |                |
| Κακές καιρικές συνθήκες                        | -0.243                     | -1.100             | -0.106         |



## Παραλλαγή 2B – Gini Importance

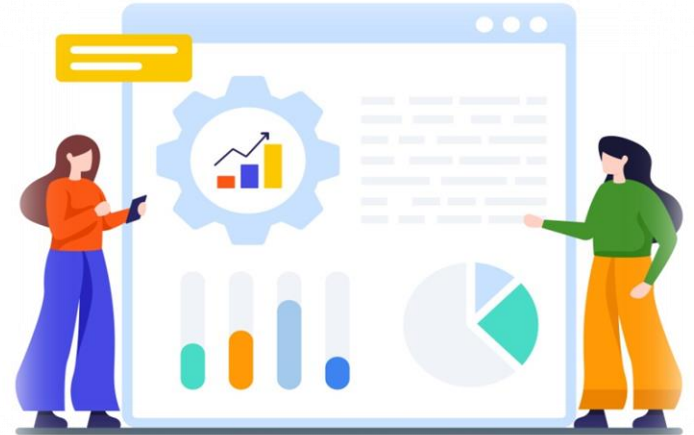


- **1B:** Η πιο σημαντική παράμετρος για την πρόβλεψη απόσπασης είναι η ηλικία. Ηλικιωμένοι  $e = 0.404$
- Οι νέοι είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν κινητό ( $e = -0.404$ ).
- Η λιγότερο σημαντική μεταβλητή για την πρόβλεψη, είναι οι καιρικές συνθήκες.
- **2B:** Η πιο σημαντική μεταβλητή για την πρόβλεψη απόσπασης είναι η ηλικία και ακολουθεί ο τύπος οδού. Η λιγότερο σημαντική μεταβλητή για την πρόβλεψη οι καιρικές συνθήκες.

# Συμπεράσματα

Όσον αφορά την απόσπαση προσοχής:

- **Μεσήλικες και ηλικιωμένοι οδηγοί < νέοι.**
- **Οδηγοί των βαν > άλλα οχήματα.**
- **Οι οδηγοί στο υπεραστικό οδικό δίκτυο < στους αυτοκινητόδρομους.**
- **Αστικές οδούς < αυτοκινητοδρόμους.**
- **υπεραστικό δίκτυο < αστικό δίκτυο.**
- **Κακές καιρικές συνθήκες < καλές καιρικές συνθήκες.**



# Συμπεράσματα



Όσον αφορά την Μεθοδολογία:

- Οι παραλλαγές **1B και 2B (over sampling)** είναι οι πιο ικανοποιητικές για την πρόβλεψη απόσπασης προσοχής και οι πιο αξιόπιστες .
- Από την διερεύνηση σχετικά με την σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών για την **πρόβλεψη απόσπασης προσοχής**, φαίνεται ότι για την παραλλαγή **1B**, η πιο σημαντική παράμετρος είναι η ηλικία.
- Στην παραλλαγή **2B (Gini importance)** προκύπτει πιο σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής έχει η ανεξάρτητη μεταβλητή της **ηλικίας και ακολουθεί ο τύπος οδού**.
- Η λιγότερο σημαντική μεταβλητή για την πρόβλεψη απόσπαση προσοχής είναι οι **καιρικές συνθήκες** για **1B & 2B**.

# Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων

- Συστηματικότερος έλεγχος και επιβολή κυρώσεων από την **Πολιτεία**.
- **Ενημέρωση** μέσω δομών όπως τα **σχολεία και τα πανεπιστήμια** με σκοπό την πρόληψη επικίνδυνων συμπεριφορών και την διαμόρφωση οδηγικής παιδείας για τους νεαρούς οδηγούς.
- Θέσπιση ενός συστήματος **επιβράβευσης** υποδειγματικών οδηγών.
- **Αυτοματοποίηση** διαδικασιών για **επαγγελματίες** οδηγούς.



## Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- Έρευνα, με μεγαλύτερο δείγμα οδηγών και τοποθεσιών.
- Διερεύνηση επιρροής ηλικίας, τύπου οδού και ώρας.
- Διερεύνηση επιρροής ύπαρξης και οδηγικής εμπειρίας συνοδηγού.
- Δοκιμή διαφορετικών μεθόδων στατιστικής ανάλυσης.



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Μεταφορών  
& Συγκοινωνιακής Υποδομής

Μεράκου Μαριλένα  
Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννης  
Αθήνα, Νοέμβριος 2022



**Σας ευχαριστώ για  
την  
προσοχή σας!**