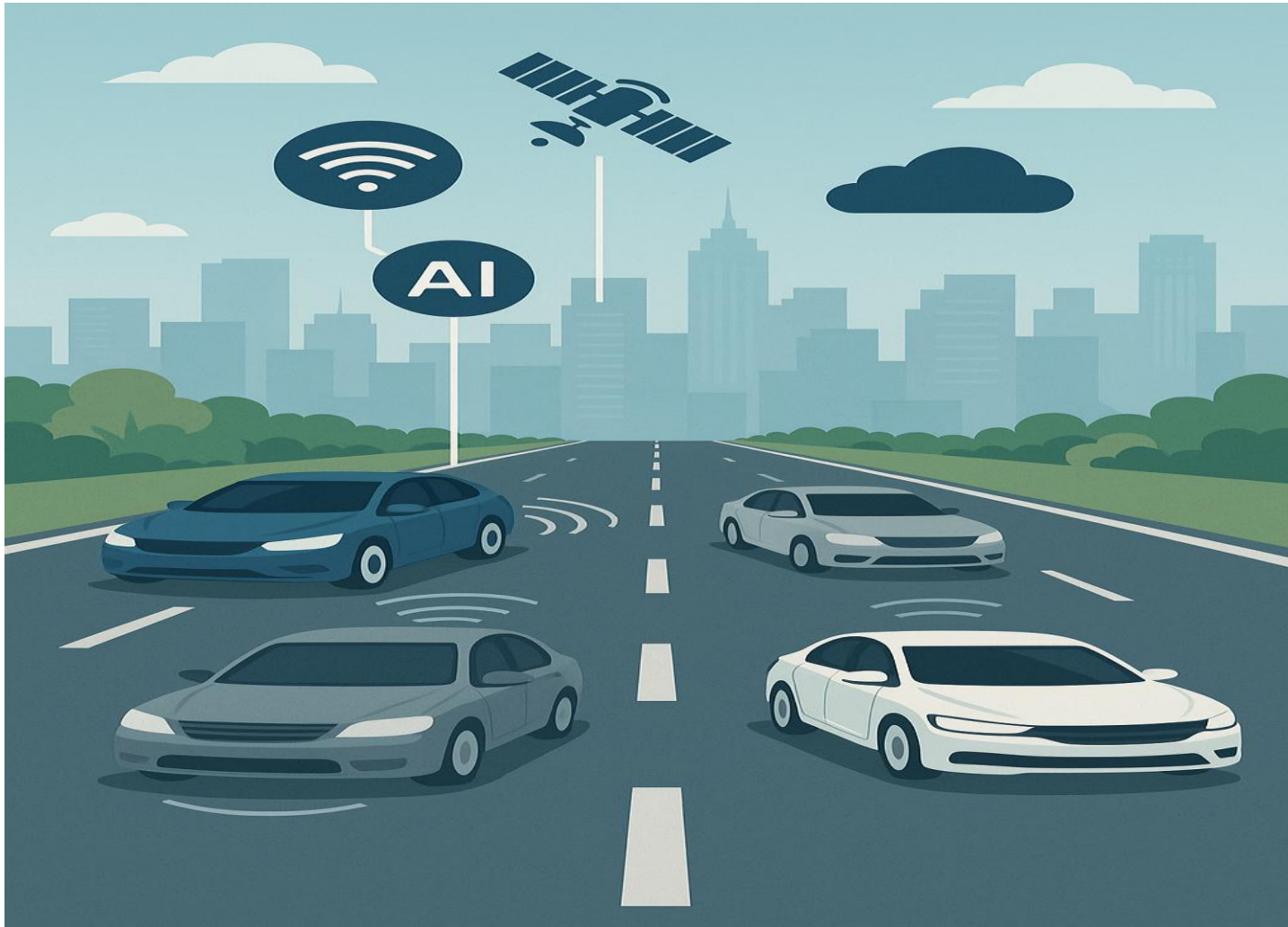




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ  
ΥΠΟΔΟΜΗΣ



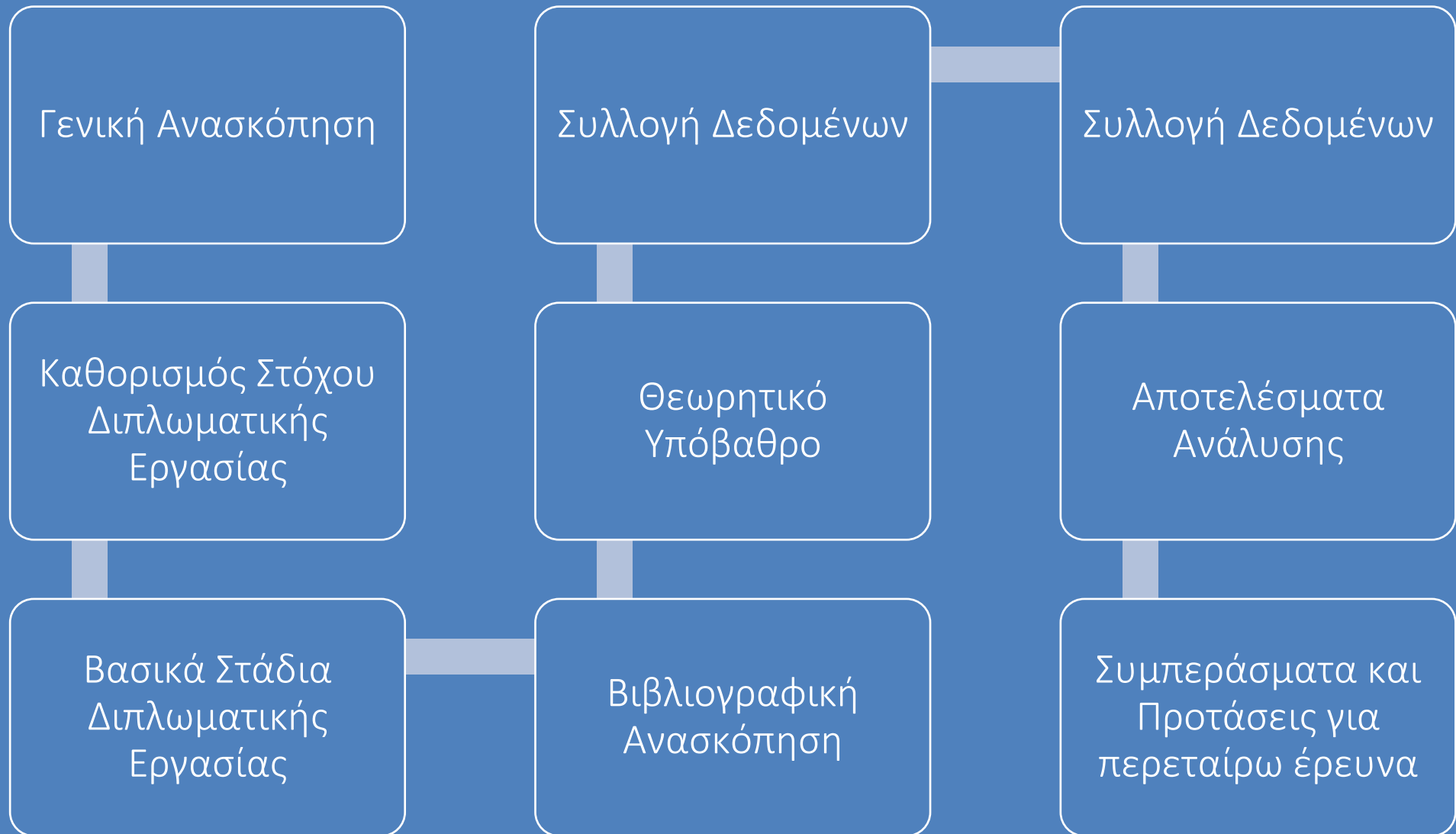
# Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

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

**Καλλιακούδη Αικατερίνη**

Αθήνα, Ιούλιος 2025

# Διάρθρωση Παρουσίασης



# Γενική Ανασκόπηση

Η τεχνολογία των αυτόματων οχημάτων εξελίσσεται συνεχώς, καθώς ολοένα και περισσότερες λειτουργίες των συμβατικών οχημάτων αντικαθίστανται από λειτουργίες τις οποίες το όχημα εκτελεί αυτόνομα

Η αυτοματοποίηση των οχημάτων εισάγει νέους κινδύνους, όπως η αστοχία του λειτουργικού συστήματος των αυτόνομων οχημάτων.

Στην Ευρώπη διάφορες χώρες αναπτύσσουν ενεργά αυτόνομα οχήματα σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα, όπως κλειστές πίστες δοκιμών και καθορισμένες αστικές περιοχές

Σημαντικό ζήτημα γύρω από την αυτοματοποίηση των οχημάτων είναι να εξασφαλιστεί ότι το δίκτυο είναι σε θέση να υποστηρίξει την αυτόματη οδήγηση

## Καθορισμός Στόχου Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση και η ανάλυση της επιρροής της διείσδυσης των αυτόνομων και συνδεδεμένων οχημάτων στην ασφάλεια κυκλοφορίας



# Βασικά στάδια Διπλωματικής Εργασίας



## Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)

Ανασκόπηση μελετών σχετικά με τα αυτόνομα οχήματα:

- Μελέτες **μικροσκοπικής προσομοίωσης κυκλοφορίας** για διαφορετικούς βαθμούς διείσδυσης αυτόνομων οχημάτων
- Μελέτες ανάλυσης δεδομένων **κυκλοφοριακής ροής** λαμβάνοντας υπόψη την ενσωμάτωση αυτόνομων οχημάτων
- Μελέτες διερεύνησης της **αλληλεπίδρασης** μεταξύ αυτόνομων και συμβατικών οχημάτων

## Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)

Από την ανασκόπηση προέκυψαν τα παρακάτω ευρήματα:

- Όσο μεγαλύτερο το ποσοστό διείσδυσης των αυτόματων οχημάτων τόσο βελτιώνεται η οδική ασφάλεια και ο κίνδυνος συγκρούσεων ελαχιστοποιείται
- Τα βέλτιστα αποτελέσματα σημειώνονται για ποσοστά 100%
- Η μέθοδος μικροσκοπικής προσομοίωσης είναι η βασική μέθοδος που χρησιμοποιείται στις μελέτες για την αυτοματοποίηση των οχημάτων
- Υπάρχει ακόμα μεγάλο περιθώριο έρευνας στο κομμάτι αλληλεπίδρασης στο κομμάτι των συμβατικών οχημάτων με τα αυτόματα οχήματα

# Θεωρητικό Υπόβαθρο

## Μέθοδοι Ανάλυσης:

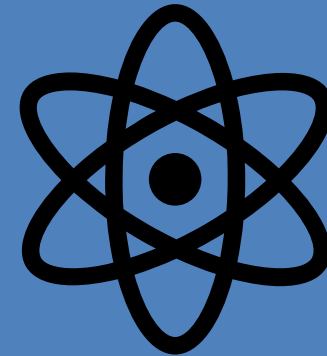
- Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση
- Πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση

## Μεταβλητές:

- Εξαρτημένες: Χρόνος ως την εμπλοκή, τύπος εμπλοκής, διαφορά στις ταχύτητες των οχημάτων
- Ανεξάρτητες: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά δικτύου και οχημάτων

## Στατιστικοί έλεγχοι:

- Λογική επεξήγηση των συντελεστών του μοντέλου
- Στατιστική εμπιστοσύνη του μοντέλου (t-test)
- Ποιότητα του μοντέλου ( $R^2$ )
- Στατιστική σημαντικότητα (p-value)





# Συλλογή Δεδομένων

- Προκειμένου να διερευνηθεί η επιρροή των αυτόνομων οχημάτων επιλέχθηκε η μέθοδος της μικροσκοπικής προσομοίωσης
- Το δίκτυο μελέτης αντιπροσωπεύει περιοχή στο κέντρο της Αθήνας και σχεδιάστηκε στο λογισμικό Aimsun Next.
- Το προσομοιωμένο δίκτυο έχει έκταση περίπου 3,2 τετραγωνικά χιλιόμετρα και αποτελείται από 434 οδικά τμήματα συνολικού μήκους 47 χιλιομέτρων και 192 κόμβους
- Στο δίκτυο ενσωματώνονται γραμμές δημόσιας συγκοινωνίας που περιλαμβάνουν 43 γραμμές λεωφορείων και 14 γραμμές τρόλεϊ.



# Συλλογή Δεδομένων

- Οι μετρήσεις πεζών, έγιναν από αναλύσεις βίντεο από κάμερες στρατηγικά τοποθετημένες. Καταγράφηκαν 6.912 πεζοί συνολικά
- Για την εισαγωγή των οχημάτων, συλλέχθηκαν κυκλοφοριακά δεδομένα για πρωινή ώρα αιχμής 8:00 – 9:00 π.μ., από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΔΚ).
- Προσομοιώθηκαν **9 σενάρια** για βαθμούς διείσδυσης αυτόνομων και συνδεδεμένων οχημάτων από 0% έως 100%, με βήμα 25%.
- Καταγράφηκαν συνολικά 93.492 συμβάντα εμπλοκών, για τα οποία ο **χρόνος ως την εμπλοκή** των δύο οχημάτων (TTC), ήταν μικρότερος από 1,5s.



# Προκαταρκτική Ανάλυση



Χρόνος ως την εμπλοκή (TTC) - AVs

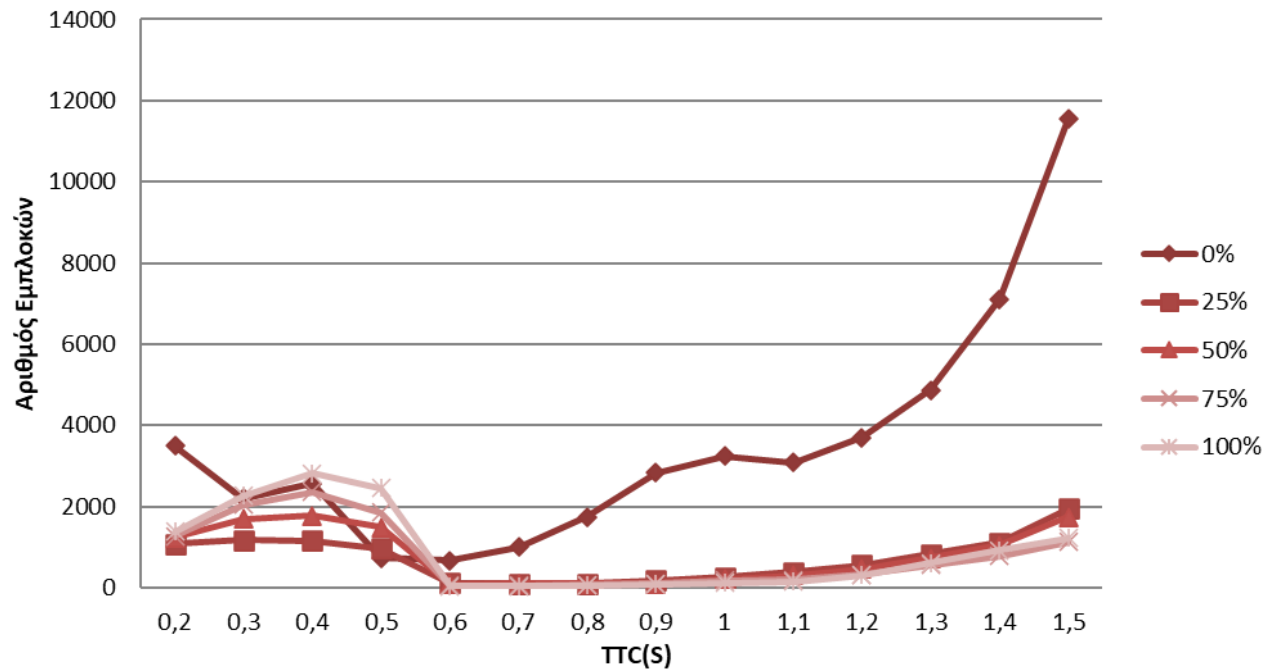
- Ο μεγαλύτερος αριθμός εμπλοκών, με τιμή χρόνου έως τη εμπλοκή (TTC) ίσο με το 1.5, προκύπτει για το σενάριο όπου ο βαθμός διείσδυσης (AV - MPR) είναι ίσος με 0%, όπου δεν υπάρχουν αυτόματα οχήματα στο οδικό δίκτυο.
- Στο σενάριο για 0%, για μικρές τιμές TTC από 0,2-0,6, παρατηρείται μεγάλος αριθμός εμπλοκών, ενώ στα υπόλοιπα σενάρια οι εμπλοκές είναι μειωμένες.
- Ο χαμηλότερος αριθμός εμπλοκών σημειώθηκε για TTC ίσο με 0.5 για το σενάριο 100%.

# Προκαταρκτική Ανάλυση

Χρόνος ως την εμπλοκή – CAVs

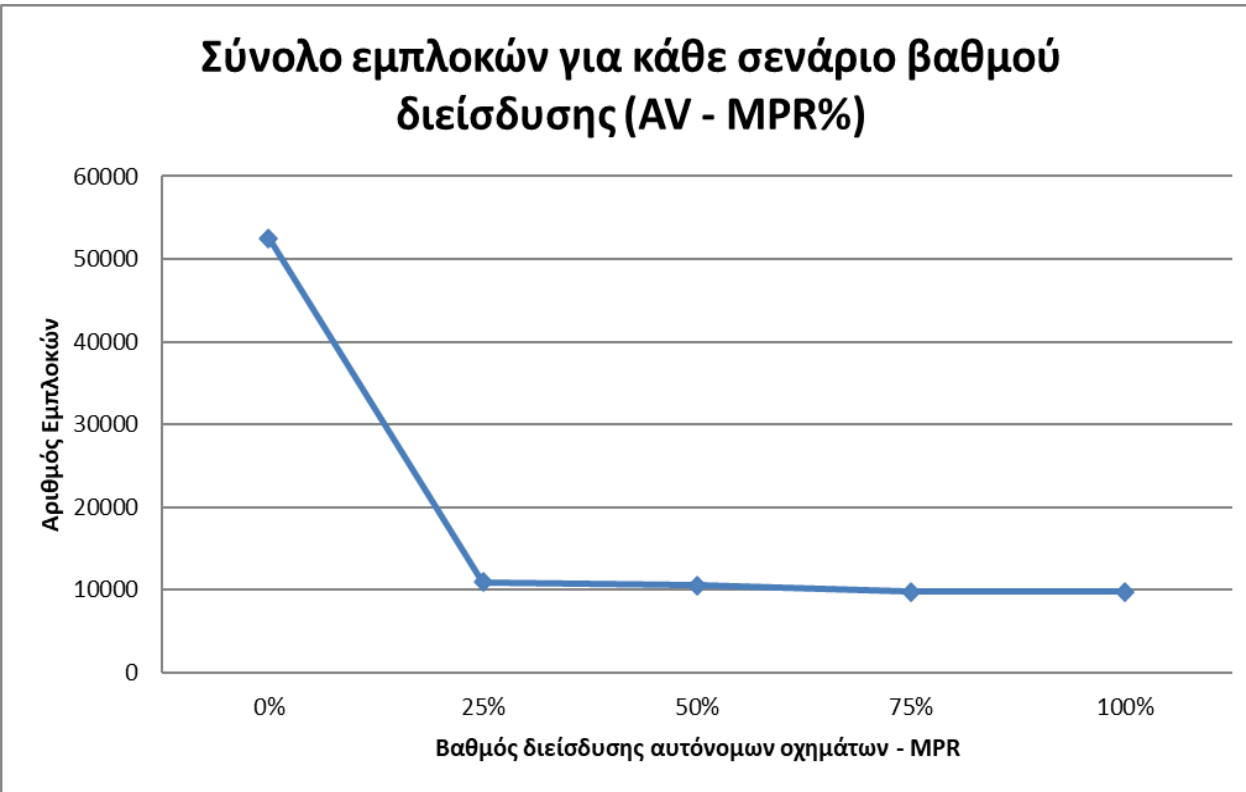
- Ο μεγαλύτερος αριθμός εμπλοκών, με τιμή χρόνου έως τη εμπλοκή (TTC) ίσο με το 1.5, προκύπτει για το σενάριο όπου ο βαθμός διείσδυσης (CAV - MPR) είναι ίσος με 0%, όπου δεν υπάρχουν αυτόματα οχήματα στο οδικό δίκτυο.
- Για όλους τους βαθμούς διείσδυσης των συνδεδεμένων και αυτόματων οχημάτων (CAVs), παρατηρείται σημαντική **μείωση των αριθμών εμπλοκών**, στις περιπτώσεις των εμπλοκών με TTC μεγαλύτερο του 0,6.

**Σύνολο εμπλοκών για διαφορετικές τιμές TTC και διαφορετικά σενάρια CAV - MPR%**





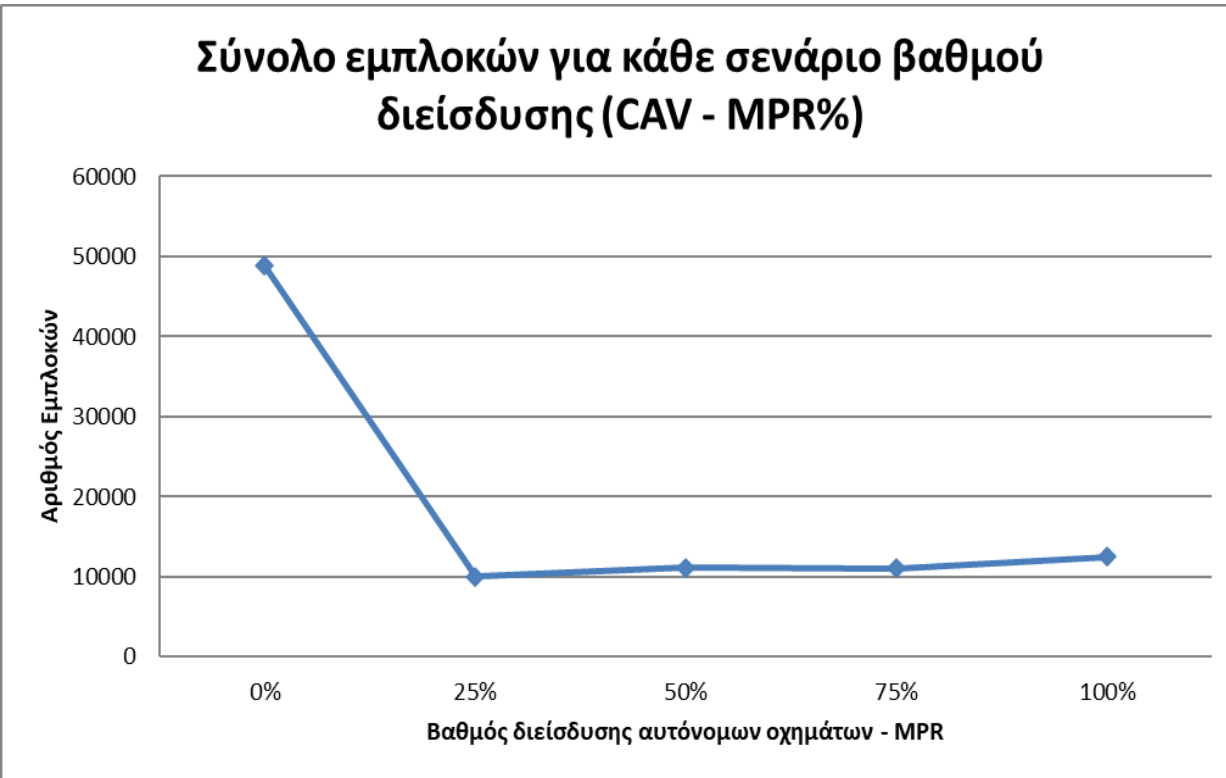
# Προκαταρκτική Ανάλυση



## Συχνότητα εμπλοκών – AVs

- Για ποσοστό διείσδυσης αυτόνομων οχημάτων 25%, παρατηρείται **πολύ μεγάλη μείωση** του αριθμού εμπλοκών, συγκριτικά με το σενάριο 0%
- Για ποσοστά 50%, 75% και 100% ο αριθμός των εμπλοκών παραμένει σχετικά σταθερός.

# Προκαταρκτική Ανάλυση

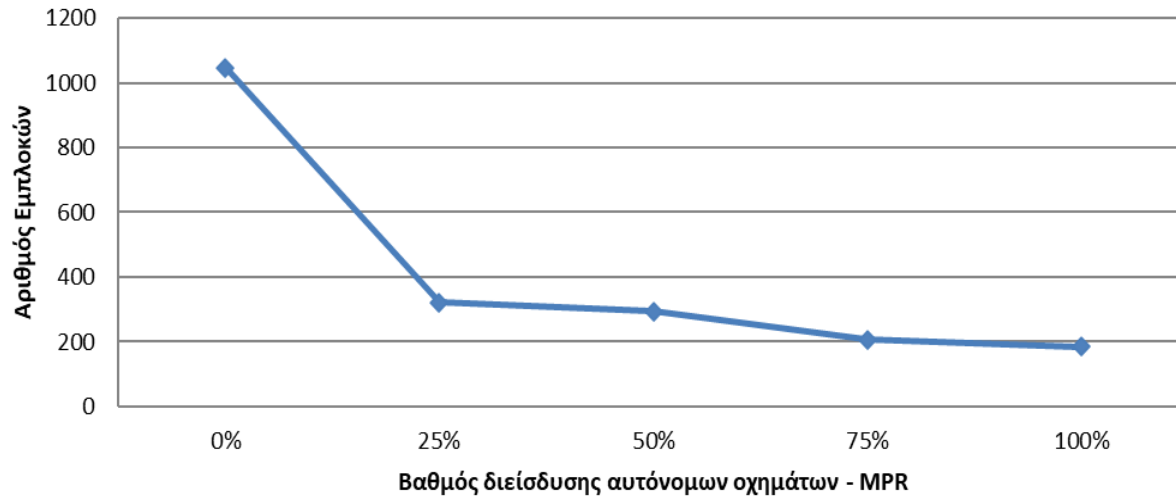


## Συχνότητα εμπλοκών – CAVs

- Για ποσοστό διείσδυσης συνδεδεμένων οχημάτων 25%, σημειώνεται **πολύ μεγάλη μείωση** του αριθμού εμπλοκών σε σχέση με το σενάριο για 0%
- Για ποσοστά διείσδυσης 50%, 75% και 100%, ο αριθμός των εμπλοκών αυξάνεται ελάχιστα, χωρίς όμως να ξεπερνά τον αριθμό εμπλοκών από το σενάριο για 0%, από τον οποίο παραμένει σημαντικά μικρότερος.

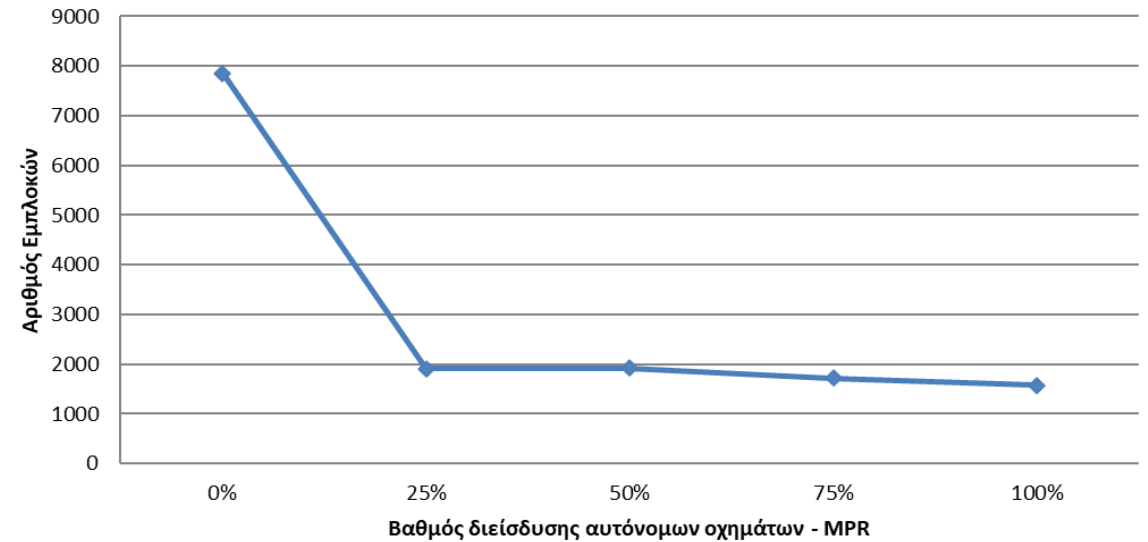
# Τύπος Εμπλοκής - AVs

Αριθμός μετωπικών ή πλαγιομετωπικών εμπλοκών (crossing conflicts) σε σχέση με την αλλαγή του βαθμού διείσδυσης (AV - MPR%)

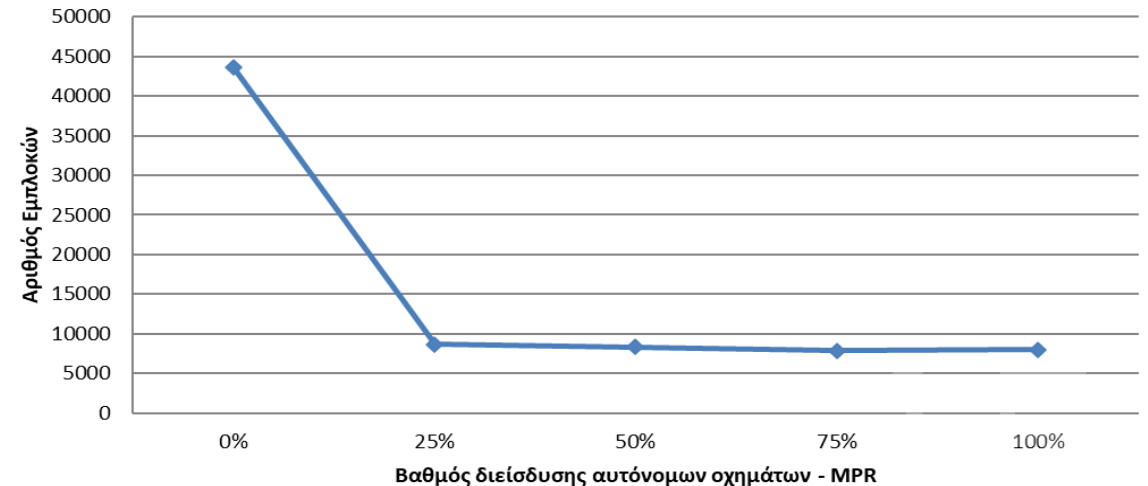


Η αύξηση του βαθμού διείσδυσης αυτόνομων οχημάτων στο οδικό δίκτυο (AV – MPR) επέφερε μείωση όλων των τύπων εμπλοκών (οπίσθιων, μετωπικών ή πλαγιομετωπικών και πλάγιων).

Αριθμός πλάγιων εμπλοκών (lane change) σε σχέση με την αλλαγή του βαθμού διείσδυσης (AV - MPR%)

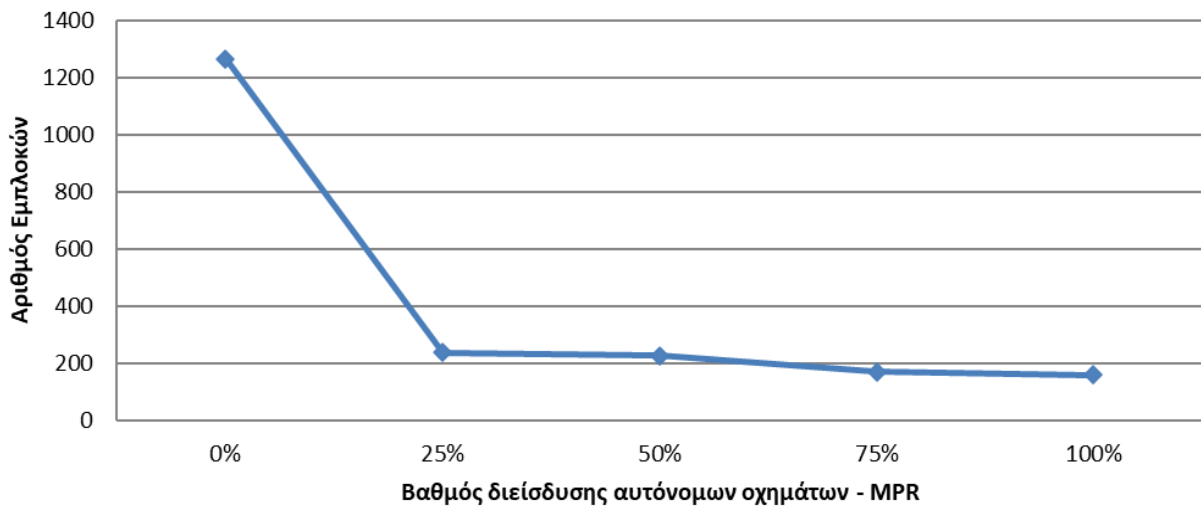


Αριθμός οπίσθιων εμπλοκών (rear - end conflicts) σε σχέση με την αλλαγή του βαθμού διείσδυσης (AV - MPR%)

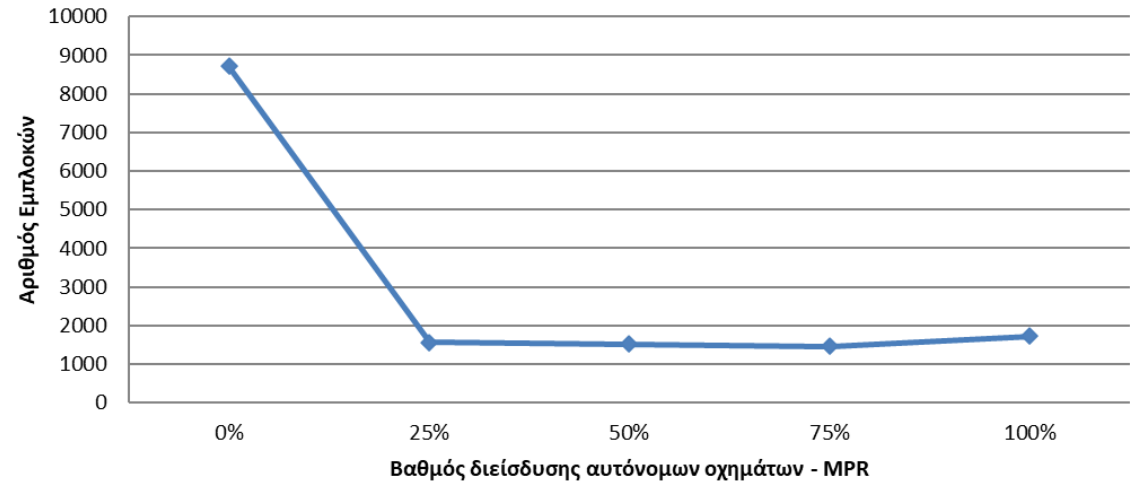


# Τύπος Εμπλοκής - CAVs

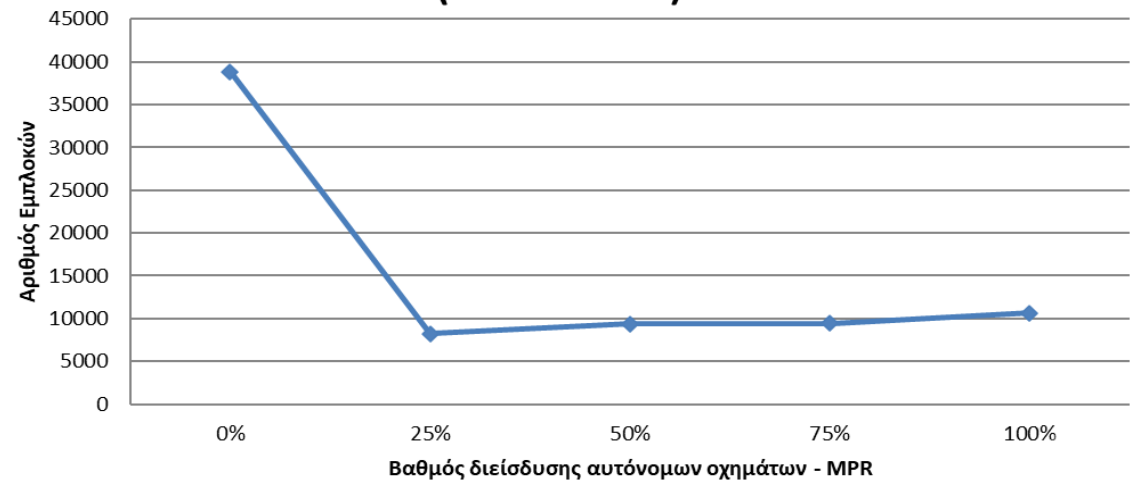
**Αριθμός μετωπικών ή πλαγιομετωπικών εμπλοκών (crossing conflicts) σε σχέση με την αλλαγή του βαθμού διείδυσης (CAV - MPR%)**



**Αριθμός πλάγιων εμπλοκών (lane change) σε σχέση με την αλλαγή του βαθμού διείδυσης (CAV - MPR%)**



**Αριθμός οπίσθιων εμπλοκών (rear - end conflicts) σε σχέση με την αλλαγή του βαθμού διείδυσης (CAV - MPR%)**



Η αύξηση του βαθμού διείδυσης αυτόνομων οχημάτων στο οδικό δίκτυο (AV – MPR) επέφερε μείωση όλων των τύπων **εμπλοκών** (οπίσθιων, μετωπικών ή πλαγιομετωπικών και πλάγιων).



# Βήματα Διαδικασίας Στατιστικής Ανάλυσης

Εισαγωγή βάσης δεδομένων στη γλώσσα προγραμματισμού R



Χαρακτηρισμός μεταβλητών (συνεχείς και διακριτές)



Καθορισμός εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών



Ανάπτυξη μοντέλων παλινδρόμησης



Στατιστικοί έλεγχοι μαθηματικών μοντέλων

# Χρόνος ως την εμπλοκή (TTC) - Μοντέλο 1

| Variables    | Estimate | Std. Error | t        | Pr(> t ) |     |
|--------------|----------|------------|----------|----------|-----|
| Intercept    | 1,753    | 0,005      | 338,599  | 0,000    | *** |
| MPR_AV       | -0,003   | 0,005      | -56,786  | 0,000    | *** |
| MPR_CAV      | -0,005   | 0,000      | -111,851 | 0,000    | *** |
| FirstLength  | 0,013    | 0,000      | 18,573   | 0,000    | *** |
| FirstWidth   | -0,095   | 0,003      | -37,734  | 0,000    | *** |
| SecondLength | 0,018    | 0,001      | 18,220   | 0,000    | *** |
| SecondWidth  | -0,339   | 0,003      | -130,177 | 0,000    | *** |
| Length       | 0,000    | 0,000      | 7,794    | 0,017    | *   |
| SpeedLimit   | 0,000    | 0,000      | 2,383    | 0,000    | *** |
| Capacity     | 0,000    | 0,000      | -34,940  | 0,000    | *** |
| MaxS         | -0,012   | 0,004      | -29,592  | 0,000    | *** |
| R - squared  | 0,4214   |            |          |          |     |

- Όσο αυξάνεται το ποσοστό διείσδυσης των αυτόματων οχημάτων (MPR\_AV), μειώνεται ο χρόνος ως την εμπλοκή (TTC). Ομοίως, όσο αυξάνεται το ποσοστό διείσδυσης των συνδεδεμένων οχημάτων (MPR\_CAV) ο χρόνος ως την εμπλοκή επίσης μειώνεται κατά 0,005 δευτερόλεπτα.

# Διαφορά στις ταχύτητες των εμπλεκόμενων οχημάτων (DeltaS)

## – Μοντέλο 2

| Variables               | Estimate | Std. Error | t        | Pr(> t ) |     |
|-------------------------|----------|------------|----------|----------|-----|
| Intercept               | 2,228    | 0,575      | 3,877    | 0,000    | *** |
| MPR_AV                  | -0,002   | 0,000      | -6,242   | 0,000    | *** |
| MPR_CAV                 | 0,003    | 0,000      | 11,219   | 0,000    | *** |
| FirstLength             | 0,101    | 0,003      | 32,235   | 0,000    | *** |
| SecondLength            | 0,153    | 0,021      | 7,205    | 0,000    | *** |
| SecondWidth             | 1,397    | 0,281      | 4,967    | 0,000    | *** |
| Length                  | 0,000    | 0,000      | 3,331    | 0,001    | *** |
| SpeedLimit              | 0,017    | 0,001      | 27,828   | 0,000    | *** |
| Capacity                | 0,000    | 0,000      | -5,172   | 0,000    | *** |
| ConflictTypelane change | -3,697   | 0,056      | -66,369  | 0,000    | *** |
| ConflictTyperear end    | -5,567   | 0,054      | -103,815 | 0,000    | *** |
| SecondVehType56         | 0,266    | 0,136      | 1,962    | 0,050    | *   |
| SecondVehType58         | -0,767   | 0,226      | -3,399   | 0,001    | *** |
| SecondVehType683130     | -1,374   | 0,026      | -52,187  | 0,000    | *** |
| SecondVehType686018     | 1,688    | 0,424      | 3,980    | 0,000    | *** |
| SecondVehType691603     | -0,249   | 0,041      | -6,092   | 0,000    | *** |
| ControlNone             | 0,582    | 0,062      | 9,446    | 0,000    | *** |
| ControlStop             | 0,197    | 0,080      | 2,477    | 0,013    | *   |
| Controltrafficlight     | 0,486    | 0,061      | 7,953    | 0,000    | *** |
| R-Squared               | 0,2789   |            |          |          |     |

- Όσο αυξάνεται το ποσοστό διείσδυσης των **αυτόματων οχημάτων (MPR\_AV)** μειώνεται η διαφορά ανάμεσα στις ταχύτητες του πρώτου και του δεύτερου οχήματος (**DeltaS**).
- Όσο αυξάνεται το ποσοστό διείσδυσης των συνδεδεμένων και αυτόνομων οχημάτων (**MPR\_CAV**) αυξάνεται η διαφορά ανάμεσα στις ταχύτητες του πρώτου και του δεύτερου οχήματος (**DeltaS**).

# Τύπος Εμπλοκής (Conflict Type) – Μοντέλο 3

| Dependent Variable          | Independent Variables | Coefficient | St. Error | z        | P> z  | Sig |
|-----------------------------|-----------------------|-------------|-----------|----------|-------|-----|
| Conflict Type = lane change | Intercept             | 2,119       | 0,002     | 1310,216 | 0,000 | *** |
|                             | MPR_AV                | 0,003       | 0,001     | 3,532    | 0,000 | *** |
|                             | MPR_CAV               | 0,005       | 0,001     | 5,357    | 0,002 | **  |
|                             | SecondLength          | -0,108      | 0,010     | -11,067  | 0,000 | *** |
|                             | DeltaS                | -0,195      | 0,006     | -32,212  | 0,000 | *** |
|                             | Capacity              | 0,001       | 0,000     | 17,660   | 0,000 | *** |
|                             | SecondWidth           | 0,067       | 0,011     | 6,317    | 0,011 | *   |
|                             | FirstWidth            | -0,107      | 0,006     | -17,073  | 0,000 | *** |
|                             | SpeedLimit            | 0,005       | 0,001     | 3,631    | 0,000 | *** |
| Conflict Type = rear end    | Intercept             | 4,317       | 0,002     | 2616,166 | 0,000 | *** |
|                             | MPR_AV                | 0,003       | 0,001     | 3,140    | 0,002 | **  |
|                             | MPR_CAV               | 0,007       | 0,001     | 8,404    | 0,000 | *** |
|                             | SecondLength          | -0,082      | 0,010     | -8,293   | 0,000 | *** |
|                             | DeltaS                | -0,539      | 0,007     | -76,585  | 0,000 | *** |
|                             | Capacity              | 0,001       | 0,000     | 20,209   | 0,000 | *** |
|                             | SecondWidth           | -0,027      | 0,011     | -2,553   | 0,011 | *   |
|                             | FirstWidth            | -0,276      | 0,006     | -43,226  | 0,000 | *** |
|                             | SpeedLimit            | 0,009       | 0,001     | 6,283    | 0,000 | *** |
| Accuracy                    | 0,8155                |             |           |          |       |     |

- Η αύξηση του βαθμού διείδυσης αυτόνομων οχημάτων (**MPR\_AV**) συσχετίζεται με αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης πλάγιων εμπλοκών (lane-change) και οπίσθιων συγκρούσεων (rear-end), σε σύγκριση με τις **πλαγιομετωπικές ή μετωπικές εμπλοκές** (crossing).
- Η αύξηση του ποσοστού διείδυσης των συνδεδεμένων και αυτόνομων οχημάτων (**MPR\_CAV**) συσχετίζεται με αυξημένη πιθανότητα εμπλοκών τύπου πλάγιας (lane change) ή οπίσθιας (rear-end), συγκριτικά με τις πλαγιομετωπικές ή μετωπικές εμπλοκές (crossing).

# Σύνοψη Μοντέλων

| Ανεξάρτητες Μεταβλητές  | Μοντέλα Γραμμικής Παλινδρόμησης |          |                                                          |          | Μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης |          |                        |          |
|-------------------------|---------------------------------|----------|----------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------|----------|------------------------|----------|
|                         | Χρόνος ως την εμπλοκή (TTC)     |          | Διαφορά ανάμεσα στις ταχύτητες των δύο οχημάτων (DeltaS) |          | Τύπος Εμπλοκής (Conflict Type)                |          |                        |          |
|                         |                                 |          |                                                          |          | ConflictType=lane change                      |          | ConflictType= rear end |          |
|                         | βi                              | t        | βi                                                       | t        | βi                                            | z        | βi                     | z        |
| Intercept               | 1,753                           | 338,599  | 2,228                                                    | 3,877    | 2,119                                         | 1310,216 | 4,317                  | 2616,166 |
| MPR_AV                  | -0,003                          | -56,786  | -0,002                                                   | -6,242   | 0,003                                         | 3,532    | 0,003                  | 3,140    |
| MPR_CAV                 | -0,005                          | -111,851 | 0,003                                                    | 11,219   | 0,005                                         | 5,357    | 0,007                  | 8,404    |
| FirstLength             | 0,013                           | 18,573   | 0,101                                                    | 32,235   |                                               |          |                        |          |
| FirstWidth              | -0,095                          | -37,734  | -                                                        | -        | -0,107                                        | -17,073  | -0,276                 | -43,226  |
| SecondLength            | 0,018                           | 18,220   | 0,153                                                    | 0,021    | -0,108                                        | -11,067  | -0,082                 | -8,293   |
| SecondWidth             | -0,339                          | -130,177 | 1,397                                                    | 0,281    | 0,067                                         | 6,317    | -0,027                 | -2,553   |
| Length                  | 0,000                           | 7,794    | 0,000                                                    | 0,000    |                                               |          |                        |          |
| SpeedLimit              | 0,000                           | 2,383    | 0,017                                                    | 0,001    | 0,005                                         | 3,631    | 0,009                  | 6,283    |
| Capacity                | 0,000                           | -34,940  | 0,000                                                    | 0,000    | 0,001                                         | 17,660   | 0,001                  | 20,209   |
| MaxS                    | -0,012                          | -29,592  | -                                                        | -        | -                                             | -        | -                      | -        |
| ConflictTypelane change | -                               | -        | -3,697                                                   | -66,369  | -                                             | -        | -                      | -        |
| ConflictTyperear end    | -                               | -        | -5,567                                                   | -103,815 | -                                             | -        | -                      | -        |
| SecondVehType56         | -                               | -        | 0,266                                                    | 1,962    | -                                             | -        | -                      | -        |
| SecondVehType58         | -                               | -        | -0,767                                                   | -3,399   | -                                             | -        | -                      | -        |
| SecondVehType683130     | -                               | -        | -1,374                                                   | -52,187  | -                                             | -        | -                      | -        |
| SecondVehType686018     | -                               | -        | 1,688                                                    | 3,98     | -                                             | -        | -                      | -        |
| SecondVehType691603     | -                               | -        | -0,249                                                   | -6,092   | -                                             | -        | -                      | -        |
| ControlNone             | -                               | -        | 0,582                                                    | 9,446    | -                                             | -        | -                      | -        |
| ControlStop             | -                               | -        | 0,197                                                    | 2,477    | -                                             | -        | -                      | -        |
| Controltrafficlight     | -                               | -        | 0,486                                                    | 7,953    | -                                             | -        | -                      | -        |
| DeltaS                  | -                               | -        | -                                                        | -        | -0,195                                        | -32,212  | -0,539                 | -76,585  |
| R-squared               | 0,4214                          |          | 0,2789                                                   |          |                                               |          |                        |          |
| Accuracy                | -                               |          | -                                                        |          | 0,8155                                        |          |                        |          |

## Συμπεράσματα (1/2)

- Το ποσοστό διείσδυσης των αυτόνομων οχημάτων (**MPR\_AV**) εμφανίζει αρνητική και στατιστικά σημαντική επίδραση στη διαφορά ταχύτητας μεταξύ των εμπλεκόμενων οχημάτων. Αυτό ερμηνεύεται από τη συνεπή και προβλέψιμη οδηγική συμπεριφορά των AV, τα οποία τείνουν να διατηρούν σταθερή ταχύτητα και ομαλή ροή
- Το ποσοστό διείσδυσης των συνδεδεμένων και αυτόματων οχημάτων (**MPR\_CAV**) παρουσιάζει θετική επίδραση στη διαφορά ταχύτητας μεταξύ των εμπλεκόμενων οχημάτων (**DeltaS**). Το φαινόμενο ενδέχεται να οφείλεται στη διαφορετική δυναμική λειτουργίας των CAV, τα οποία προσαρμόζονται σε κυκλοφοριακές συνθήκες βάσει δεδομένων που δεν είναι διαθέσιμα στα μη συνδεδεμένα οχήματα.
- Η εισαγωγή των αυτόνομων (**AV**) και συνδεδεμένων οχημάτων (**CAV**) συμβάλλει στη σημαντική μείωση της συχνότητας όλων των τύπων εμπλοκών, συμπεριλαμβανομένων των πλάγιων (lane change), οπίσθιων (rear-end), πλαγιομετωπικών και μετωπικών συγκρούσεων.

## Συμπεράσματα (2/2)

- Η αύξηση του ποσοστού διείσδυσης αυτόνομων οχημάτων (**MPR\_AV**) και συνδεδεμένων οχημάτων (**MPR\_CAV**) σχετίζεται με μείωση του χρόνου έως την εμπλοκή (TTC). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα αυτόματα οχήματα χρησιμοποιούν μικρότερες αποστάσεις ασφαλείας, γεγονός που οδηγεί σε μικρότερο χρόνο ως την εμπλοκή
- Για την πιθανότητα εμφάνισης εμπλοκής τύπου **οπίσθιας σύγκρουσης (rear end)** σε σχέση με **την πλαγιομετωπική ή μετωπική (crossing)** εμπλοκή, το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης ανέδειξε ως θετικά συνδεδεμένους παράγοντες τη διείσδυση αυτόνομων (**MPR\_AV**) και συνδεδεμένων οχημάτων (**MPR\_CAV**). Πιθανόν λόγω αυξημένης κυκλοφοριακής ροής και ταχυτήτων, αλλά και διαφορών στην οδηγική συμπεριφορά σε περιβάλλοντα με παρουσία AV/CAV
- Η εισαγωγή των αυτόνομων οχημάτων (**AV**) και συνδεδεμένων οχημάτων (**CAV**) οδηγεί σε σημαντική μείωση του συνολικού αριθμού εμπλοκών. Ακόμη και σε χαμηλό ποσοστό διείσδυσης (25%) παρατηρείται αισθητή μείωση σε σύγκριση με το βασικό σενάριο χωρίς αυτόνομα οχήματα (0%).



# Προτάσεις για περεταίρω έρευνα

- Ανάλυση του τρόπου με τον οποίο η παρουσία AV/CAV επηρεάζει τη συμπεριφορά και την ασφάλεια πεζών ή ποδηλατών.
- Εστίαση στο πώς η παρουσία AV/CAV μειώνει τις διακυμάνσεις ταχύτητας μεταξύ οχημάτων, οδηγώντας σε ομαλότερη κυκλοφορία και χαμηλότερο ρίσκο εμπλοκής.
- Σύγκριση της αποτελεσματικότητας των AV/CAV ανά τύπο οδικού δικτύου (αστικό, υπεραστικό, αυτοκινητόδρομος).
- Ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης συγκρούσεων με τεχνικές μηχανικής μάθησης σε μικτά κυκλοφοριακά περιβάλλοντα (AV/CAV)
- Αξιολόγηση της επίδρασης AV/CAV στην κυκλοφοριακή ικανότητα και την εκπομπή ρύπων



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

# Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

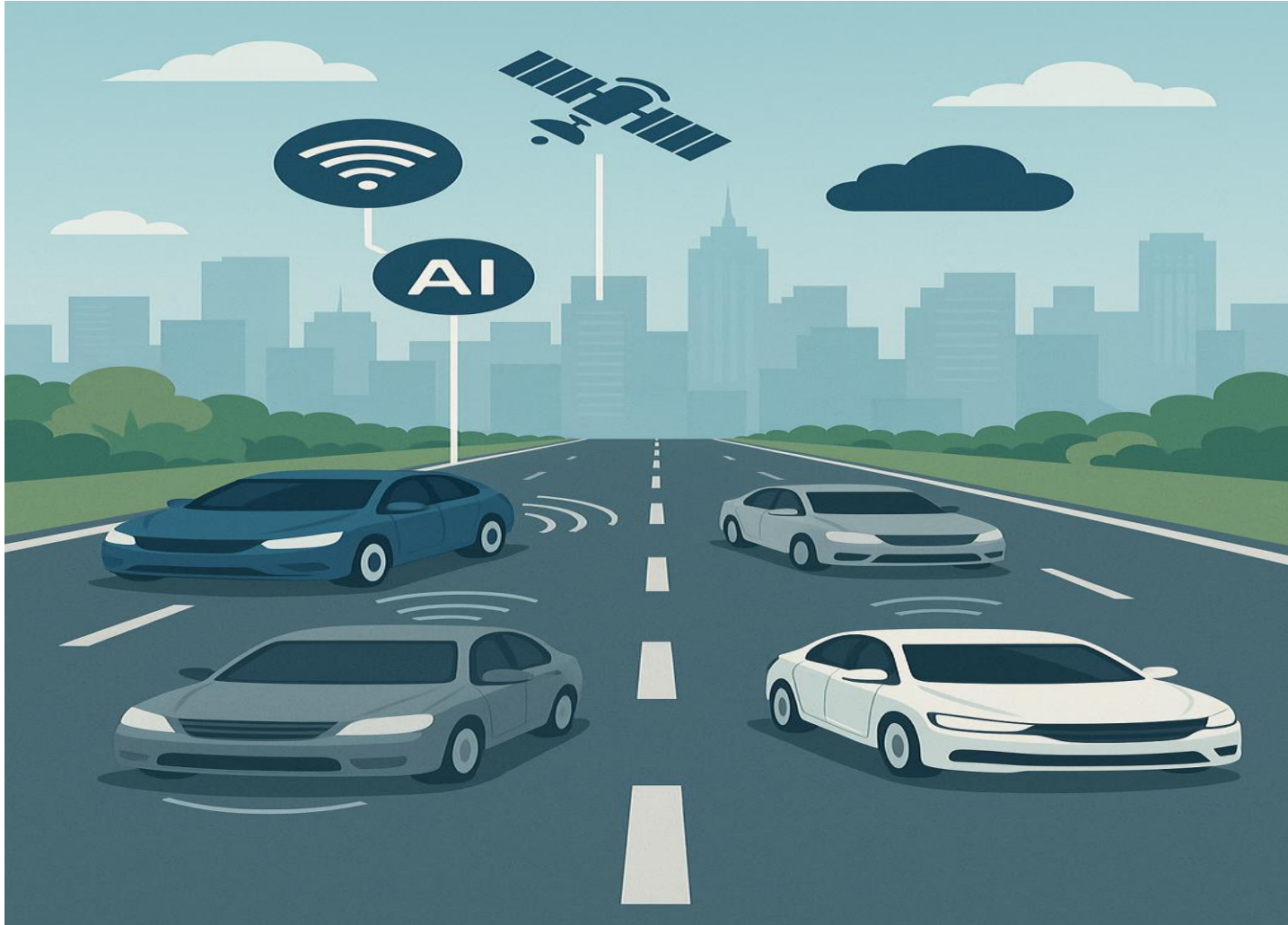
Καλλιακούδη Αικατερίνη

Επιβλέπων | Γιώργος Γιαννής Καθηγητής  
Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2025



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ  
ΥΠΟΔΟΜΗΣ



# Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΥΤΟΝΟΜΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

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

**Καλλιακούδη Αικατερίνη**

Αθήνα, Ιούλιος 2025