

## Ανάλυση Σκοπιμότητας Τοποθέτησης Πεζογεφυρών σε Κεντρικούς Οδικούς Άξονες της Αθήνας

Ναταλία Βρακά<sup>1</sup>, Αντώνης Χαζίρης<sup>2</sup>, Γιώργος Γιαννής<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Network Rail

E-mail: [natvraka@yahoo.gr](mailto:natvraka@yahoo.gr)

<sup>2,3</sup>Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής ΕΜΠ

E-mail<sup>2</sup>: [achaz@mail.ntua.gr](mailto:achaz@mail.ntua.gr)

E-mail<sup>3</sup>: [geyannis@central.ntua.gr](mailto:geyannis@central.ntua.gr)

### Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η ανάλυση της σκοπιμότητας κατασκευής πεζογεφυρών σε κεντρικούς οδικούς άξονες της Αθήνας. Αρχικά εντοπίστηκαν τα επικίνδυνα οδικά τμήματα για την πενταετία από 2007 έως 2011 μέσω της μεθόδου Ποιοτικού Ελέγχου, αξιοποιώντας στοιχεία ατυχημάτων με πεζούς και στοιχεία κυκλοφοριακών φόρτων για έντεκα κεντρικούς οδικούς άξονες της Αθήνας με υψηλή κυκλοφορία πεζών. Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε η μέθοδος Ανάλυσης Ατυχημάτων «πριν και μετά» με μεγάλη περιοχή ελέγχου για επιλεγμένες υπάρχουσες πεζογέφυρες σε οδικούς άξονες με παρόμοια χαρακτηριστικά με τους εξεταζόμενους, προκειμένου μέσω της σύγκρισης να διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα που θα επέφερε σε αυτούς η πιθανή τοποθέτηση πεζογεφυρών. Από την εφαρμογή της μεθόδου Ποιοτικού Ελέγχου προέκυψαν 16 επικίνδυνα οδικά τμήματα για τους πεζούς. Στα αποτελέσματα της μεθόδου του δεύτερου σκέλους διαπιστώθηκε έντονη ανομοιομορφία μεταξύ των έξι εξεταζόμενων πεζογεφυρών, με αποτέλεσμα να μην καταστεί δυνατή η εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων ως προς την επιρροή των πεζογεφυρών στον αριθμό των ατυχημάτων. Σύμφωνα με επί τόπου παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα επικίνδυνα οδικά τμήματα, προέκυψαν αυξημένες δυνατότητες κατασκευής πεζογέφυρας σε τέσσερα από αυτά, ενώ σε άλλα τέσσερα η πιθανή δημιουργία πεζογέφυρας κρίθηκε εφικτή αλλά με περιορισμούς.

*Λέξεις κλειδιά: Οδική ασφάλεια, πεζοί, πεζογέφυρες, επικίνδυνες θέσεις, ποιοτικός έλεγχος, πριν και μετά*

### Abstract

The objective of the present research was to study the feasibility of pedestrian bridge construction in urban arterials in Athens. Initially, hazardous road segments were identified for the period 2007-2011 using the quality control method, exploiting pedestrian accident and traffic volume data for eleven arterials in Athens with high pedestrian volumes. Additionally, “before and after” analyses, using large comparison groups, were conducted for existing pedestrian bridges in arterials with similar characteristics to the aforementioned, in order to assess the potential impact of pedestrian bridge constructions on road safety. Sixteen hazardous road segments for pedestrians were identified using the quality control method. A significant heterogeneity between the results of the “before and after” analyses for the existing pedestrian bridges was observed, hindering the generalization of the accident reduction effects drawn from each individual analysis. However, based on the field data gathered for the hazardous road segments, it was deemed that four showed a high potential for pedestrian bridge construction and another four could be considered as candidate, despite their potential limitations.

*Keywords: road safety, pedestrians, pedestrian bridges, hazardous locations, quality control, before and after*

## **1. Εισαγωγή**

Η οδική ασφάλεια αποτελεί βασικό αντικείμενο της επιστήμης του μηχανικού, αλλά και αντικείμενο ερευνών μεγάλου εύρους, που έχουν ως στόχο τις ασφαλείς μετακινήσεις προσώπων και αγαθών στο οδικό δίκτυο με τις λιγότερες δυνατές αρνητικές επιπτώσεις. Επομένως, είναι πολύ σημαντικές οι προσπάθειες που πραγματοποιούνται, σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και τη μείωση των οδικών ατυχημάτων. Κατά τη διάρκεια της περιόδου 2007 έως 2018 τα θανατηφόρα οδικά ατυχήματα στις ευρωπαϊκές χώρες μειώθηκαν κατά 40%, ποσοστό που οδηγεί σε σχεδόν 20.000 συνολικά λιγότερα θανατηφόρα οδικά ατυχήματα το 2018 σε σύγκριση με το 2007 (CARE, 2021). Αντίστοιχα, κατά την περίοδο 2010 έως 2019 ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα ανά εκατομμύριο πληθυσμού μειώθηκε κατά 24% στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με την Ελλάδα να καταγράφει τη δεύτερη μεγαλύτερη μείωση ανάμεσα σε 27 χώρες (-43%) (CARE, 2021).

Η πιο ευάλωτη ομάδα χρηστών του οδικού δικτύου αποτελείται από τους ποδηλάτες και τους πεζούς, λόγω της εμπλοκής τους με την κυκλοφορία υψηλής ταχύτητας. Οι πεζοί και οι ποδηλάτες υφίστανται τις πιο σοβαρές συνέπειες από τις συγκρούσεις με τους υπόλοιπους χρήστες του οδικού δικτύου, καθώς δεν μπορούν να προστατευτούν από την ταχύτητα και τη μάζα του οχήματος με το οποίο συγκρούονται (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014). Συγκεκριμένα σχεδόν το 20% των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αφορά σε πεζούς, το μεγαλύτερο ποσοστό των οποίων είναι άτομα ηλικίας 65 ετών και άνω.

Η βελτίωση της οδικής ασφάλειας με τρόπο ώστε η κυκλοφορία των πεζών να πραγματοποιείται με μεγαλύτερη ασφάλεια και άνεση επιτυγχάνεται με ποικίλους τρόπους, ένας από τους οποίους είναι ο διαχωρισμός της κυκλοφορίας των πεζών από την υπόλοιπη κυκλοφορία μέσω της χρήσης πεζογεφυρών ή υπόγειων διαβάσεων.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της καταλληλότητας του επιλεγμένου πλαισίου μεθοδολογικών βημάτων για το συγκεκριμένο τύπο ανάλυσης, καθώς και η διερεύνηση της σκοπιμότητας της κατασκευής πεζογεφυρών σε κεντρικούς οδικούς άξονες της Αθήνας. Η σκοπιμότητα αφορά σε δύο βασικά ζητήματα. Το ένα είναι η εφικτότητα της κατασκευής λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η γεωμετρία, η χωρητικότητα των οδικών τμημάτων, ο φόρτος των πεζών και οι παρόδιες εγκαταστάσεις. Το δεύτερο είναι η πιθανή επιρροή της κατασκευής μιας πεζογέφυρας, συγκρίνοντας με την αποτελεσματικότητα που επέφερε η κατασκευή πεζογεφυρών σε παρόμοιους οδικούς άξονες.

## **2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

Ο αστικός χώρος λειτουργεί για το κοινό ως γεννήτρια κοινωνικών και πολιτισμικών αλληλεπιδράσεων. Είναι, λοιπόν, απαραίτητος ένας επιτυχημένος πολεοδομικός σχεδιασμός και μία καλά οργανωμένη κίνηση πεζών, διαχωρισμένη από την κίνηση των οχημάτων έτσι ώστε να τους παρέχει ασφάλεια. Αυτό πραγματοποιείται μέσω ενός σχεδιασμού που θα περιλαμβάνει περισσότερο τις απαιτήσεις των πεζών – ηλικιωμένων και ΑΜΕΑ που απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο κίνησης - και θα δημιουργεί ένα αστικό περιβάλλον που θα ενθαρρύνει τους πεζούς για ασφαλέστερες κινήσεις (Movahed, 2012).

Έρευνες συσχέτισης των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος και της δραστηριότητας των πεζών δείχνουν ότι τα υψηλότερα επίπεδα διέλευσης πεζών παρατηρούνται σε γειτονίες με πεζοδρόμια, και ότι η σχέση μεταξύ της πυκνότητας του οδικού δικτύου και των πεζών είναι αρνητική (Rodríguez, 2009).

Έρευνες που έλαβαν χώρα σε μη σηματοδοτούμενους κόμβους καταδεικνύουν ότι οι πεζοί προτιμούν να δοκιμάσουν να διασχίσουν ενεργά την οδό, παρά να περιμένουν παθητικά. Βέβαια, αν υπάρχουν οι εναλλακτικές ασφαλέστερες διαδρομές, τότε κατά περίπτωση προτιμούν αυτές από τις συντομότερες (Zhuang and Wu, 2011). Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την απόφαση των πεζών να διασχίσουν μια οδό σε μια προκαθορισμένη θέση αποτελεί σε μεγάλο ποσοστό (90%) η θέση της διάβασης πεζών σε σχέση με την προέλευση και τον προορισμό του πεζού. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις οι πεζοί προτιμούν να διασχίσουν την οδό στη μέση του μήκους της (όχι σε διασταυρώσεις), ενώ παράλληλα ο σωστός έλεγχος της κυκλοφορίας και η ύπαρξη βλάστησης ή εμποδίων είναι παράγοντες που μπορεί να ενθαρρύνουν τους πεζούς να διασχίσουν την οδό σε καθορισμένα σημεία (Sisioriku and Akin, 2003).

Σε περιπτώσεις όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος των πεζών και των οχημάτων είναι υψηλοί ή η χωρητικότητα της διασταύρωσης δεν είναι επαρκής, μία εναλλακτική λύση είναι ο διαχωρισμός της κυκλοφορίας των πεζών από την υπόλοιπη κυκλοφορία, μέσω της κατασκευής είτε πεζογέφυρας είτε υπόγειας διάβασης. Με το διαχωρισμό της κυκλοφορίας των πεζών, έχει παρατηρηθεί μείωση των ατυχημάτων με πεζούς κατά 80 % και αντίστοιχη μείωση των ατυχημάτων χωρίς πεζούς κατά 10 % (Elvik, 1997).

Παράλληλα, με τις βελτιώσεις που επιχειρούνται για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας των πεζών υπάρχουν επιπτώσεις όπως αλλαγές στην ποσότητα περπατήματος, αλλαγές στους χρόνους διαδρομής, αλλαγές στο αίσθημα της ασφάλειας των χρηστών καθώς και μεταβολές στο επίπεδο υγείας των χρηστών. Οι επιπτώσεις αυτές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην αξιολόγηση των βελτιώσεων, αφού μπορούν να διαφοροποιήσουν σημαντικά τα αποτελέσματα (Elvik, 1999).

Σύμφωνα με τους Rasanen et.al., σε έρευνα των παραγόντων που επηρεάζουν τη χρήση πεζογεφυρών, το ποσοστό χρήσης τους κυμάνθηκε από 6% έως 63%. Η χρήση της γέφυρας από τη πλευρά των ερωτηθέντων σχετιζόταν θετικά με τη διέλευση του εν λόγω δρόμου και με την άποψη ότι προσφέρει εξοικονόμηση χρόνου και ασφάλεια, ενώ παρατηρήθηκε ότι οι συχνές επισκέψεις στην περιοχή μείωναν την πιθανότητα χρήσης της πεζογέφυρας. Οι φωτεινοί σηματοδότες κάτω από μία πεζογέφυρα μπορεί να μειώσουν τη χρήση της ενώ η αύξηση του αριθμού των προσβάσεων που οδηγούν στη γέφυρα δεν αυξάνει το ποσοστό χρήσης της. Αντίθετα, τα ποσοστά χρήσης είναι πιθανό να αυξηθούν αν τα οφέλη από την ασφάλεια και την ευκολία της χρήσης της γέφυρας χωρίς σημαντική απώλεια χρόνου είναι σαφώς αντιληπτά από τους πεζούς (Rasanen et.al., 2007).

Οι Khatoon et. al, το 2012 διερεύνησαν τις επιπτώσεις των εγκαταστάσεων διαχωρισμού της κυκλοφορίας των πεζών (όπως οι πεζογέφυρες) στους πεζούς με ριψοκίνδυνη συμπεριφορά πραγματοποιώντας ανάλυση της ριψοκίνδυνης συμπεριφοράς των πεζών ενώ διασχίζουν την οδό, πριν και μετά την κατασκευή μιας τέτοιας εγκατάστασης. Διαπιστώθηκε ότι πριν από την κατασκευή των εγκαταστάσεων αυτών, η πιθανότητα διάσχισης εξαρτάται μόνο από την παράμετρο του χρονικού διάκενου ενώ μετά την κατασκευή επιπρόσθετες παράμετροι θεωρήθηκαν σημαντικές για τον καθορισμό της ριψοκίνδυνης συμπεριφοράς (Khatoon et al, 2012).

Αρκετά μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα του A. Katz (1978), η οποία αφορά στην ανάλυση των ατυχημάτων πεζών κατά τη διάρκεια της νύχτας σε φωταγωγημένες διαβάσεις. Ο σκοπός της έρευνας ήταν να εξεταστεί η επίδραση του ειδικού φωτισμού και του συστήματος σημάτων στις διαβάσεις πεζών στο Ισραήλ με τη μέθοδο «πριν και μετά». Μελετήθηκαν ενενήντα εννέα εγκαταστάσεις χωρίς άλλες τεχνικές παρεμβάσεις στη «μετά» περίοδο. Εκτός από την ανάλυση που έγινε για τις μεταβολές των ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας στις περιοχές όπου τοποθετήθηκε το σύστημα, πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ ενός αριθμού από αυτές τις περιοχές και μιας ομάδας από σκοτεινές «διαβάσεις ελέγχου». Διαπιστώθηκε ότι οι εγκαταστάσεις συνέβαλλαν στη σημαντική μείωση των νυχτερινών ατυχημάτων των πεζών, ενώ η μείωση των ατυχημάτων την ημέρα δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Συνοψίζοντας, τις έρευνες που συνδέονται με τη συμπεριφορά των πεζών, παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στην αντιμετώπιση από τους πεζούς των διαφόρων συνθηκών κυκλοφορίας σε διαφορετικές χώρες. Ωστόσο μπορούν να εξαχθούν κοινά συμπεράσματα, όπως ότι η πιθανότητα να χρησιμοποιήσουν οι πεζοί μια πεζογέφυρα αυξάνεται όσο πιο εμφανής σε αυτούς είναι η ευκολία της χρήσης της, αλλά και η ασφάλεια ιδίως αν πρόκειται για υπόγεια διάβαση. Επιπλέον, οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση των πεζών για διάσχιση της οδού στο μέσον του μήκους της είναι ο χρόνος αναμονής, το χρονικό διάκενο και η θέση της διάβασης σε σχέση με την προέλευση και τον προορισμό των πεζών.

Οι περιοχές στις οποίες η κατασκευή πεζογέφυρας αποτελεί την καταλληλότερη λύση είναι εκείνες που παρουσιάζουν σημαντικούς κυκλοφοριακούς φόρτους πεζών, όπως οι περιοχές με σχολεία, γήπεδα, εργοστάσια και επιχειρηματικές περιοχές, αλλά και σε οδούς ταχείας κυκλοφορίας ή σε αυτοκινητοδρόμους. Ωστόσο, η πιθανότητα να χρησιμοποιήσουν οι πεζοί την πεζογέφυρα μειώνεται όσο αυξάνεται η συχνότητα που επισκέπτονται μια τέτοια κεντρική περιοχή.

Για την ανάλυση των ατυχημάτων πριν και μετά από κάποια επέμβαση οδικής ασφάλειας χρησιμοποιούνται διάφορα στατιστικά μοντέλα. Συνήθως εφαρμόζονται μέθοδοι με περιοχή ελέγχου, ενώ συχνά χρησιμοποιούνται παραμετρικά και μη μοντέλα όπως και μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης έτσι ώστε να πραγματοποιείται ανάλυση σε επιμέρους παραμέτρους. Με την ανάπτυξη των μοντέλων αυτών, μπορούν να εξετάζονται διαφορετικά σενάρια επεμβάσεων και να ελέγχονται οι επιδράσεις που μπορεί να έχουν στη μείωση της επικινδυνότητας και πιο συγκεκριμένα στη μείωση του αριθμού των ατυχημάτων με πεζούς.

### **3. Μεθοδολογία**

#### **3.1 Μέθοδος εντοπισμού επικίνδυνων θέσεων**

Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι εντοπισμού επικίνδυνων είναι οι αριθμητικές και οι στατιστικές (Φραντζεσκάκης, Γκόλιας 1994). Οι αριθμητικές μέθοδοι στηρίζονται σε συγκρίσεις σταθερών επιλεγμένων τιμών, ενώ οι στατιστικές μέθοδοι χρησιμοποιούν μαθηματικά πρότυπα για τον προσδιορισμό των επικίνδυνων θέσεων με επικινδυνότητα σημαντικά μεγαλύτερη από την αναμενόμενη. Οι αριθμητικές μέθοδοι δε λαμβάνουν υπόψη την τυχαιότητα στη διακύμανση του αριθμού των ατυχημάτων και για το λόγο αυτό θεωρούνται απλοϊκές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Στις στατιστικές μεθόδους λαμβάνεται υπόψη η τυχαιότητα στη διακύμανση του αριθμού των ατυχημάτων σε κάθε θέση και επιλέγονται ως



επικίνδυνες εκείνες οι θέσεις όπου ο αριθμός των ατυχημάτων δεν μπορεί να θεωρηθεί τυχαίος σε κάποιο επιλεγμένο επίπεδο σημαντικότητας.

Η Μέθοδος Ποιοτικού Ελέγχου βασίζεται στην αντίστοιχη μέθοδο που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για τον έλεγχο των παραγόμενων προϊόντων με βάση τη δειγματοληψία. Χρησιμοποιείται κυρίως για ομοιόμορφες θέσεις ενός οδικού δικτύου. Η βασική ιδέα της μεθόδου είναι η δημιουργία ορίων ελέγχου, που απαιτεί αρχικά μια εκτίμηση του μέσου όρου, δηλαδή μια εκτίμηση της πιθανότητας που ισούται στην πραγματικότητα με το δείκτη ατυχημάτων. Η καλύτερη εκτίμηση για το δείκτη ατυχημάτων, σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, είναι ένας μέσος δείκτης ατυχημάτων που προκύπτει ως ο λόγος του συνολικού αριθμού ατυχημάτων προς το συνολικό αριθμό οχηματοχιλιόμετρων στα οδικά τμήματα της εξεταζόμενης ομάδας. Για τον υπολογισμό του άνω ορίου ελέγχου  $R_c$  του δείκτη ατυχημάτων χρησιμοποιείται η σχέση :

$$R_c = R_\alpha + K \sqrt{\frac{R_\alpha}{M}} + \frac{1}{2M} \quad (1)$$

όπου:

$R_\alpha$ : Ο μέσος δείκτης ατυχημάτων

$M$ : Ο αριθμός οχηματοχιλιόμετρων για το εξεταζόμενο οδικό τμήμα

$K$ : Σταθερά πιθανοτήτων που καθορίζεται από το επιλεγόμενο επίπεδο εμπιστοσύνης. Λαμβάνει τιμές  $K=1.28, 1.64, 1.96$  και  $2.58$  για επίπεδα εμπιστοσύνης 90%, 95%, 97,5% και 99,5% αντίστοιχα.

Στη μέθοδο ποιοτικού ελέγχου θα πρέπει να αποφεύγονται τμήματα ή κόμβοι με πολύ μεγάλο ή πολύ μικρό αριθμό ατυχημάτων. Εάν ο δείκτης ατυχημάτων μιας θέσης είναι μεγαλύτερος από τον κρίσιμο δείκτη (το άνω όριο) τότε η θέση θεωρείται ότι είναι «εκτός ελέγχου», δηλαδή ο αριθμός των ατυχημάτων δεν είναι τυχαίος αλλά οφείλεται σε ορισμένες αιτίες που προκαλούν περισσότερα ατυχήματα και θα πρέπει να μελετηθούν ιδιαίτερα.

### **3.2 Μέθοδοι αξιολόγησης αποτελεσμάτων βελτίωσης**

Προκειμένου να εξακριβωθεί αν η επέμβαση σε κάποια θέση έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της επικινδυνότητας της, χρησιμοποιούνται μέθοδοι ανάλυσης ατυχημάτων «πριν και μετά». Οι μέθοδοι αυτές διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, με ή χωρίς περιοχή ελέγχου.

Στις μεθόδους ανάλυσης ατυχημάτων με περιοχή ελέγχου λαμβάνονται υπόψη, εκτός από τα στοιχεία της εξεταζόμενης θέσης, και τα αντίστοιχα στοιχεία ατυχημάτων της περιοχής ελέγχου. Η έννοια της εξεταζόμενης θέσης μπορεί και να υπονοεί ένα σύνολο ομοειδών θέσεων οι οποίες θεωρούνται μαζί ως μια ενότητα, οπότε και πρόκειται στην πραγματικότητα για εξεταζόμενη περιοχή. Ένα από τα κυριότερα και δυσκολότερα προβλήματα των μεθόδων με περιοχές ελέγχου είναι ο προσδιορισμός των περιοχών αυτών. Η περιοχή ελέγχου πρέπει να αποτελείται από έναν αριθμό θέσεων παρόμοιων προς την εξεταζόμενη για τις οποίες είναι εξασφαλισμένο ότι όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την επικινδυνότητα στις θέσεις αυτές – πλην της επίδρασης της επέμβασης – μεταβάλλονται όπως και στην εξεταζόμενη θέση. Ανάλογα με το μέγεθος της περιοχής ελέγχου, μια περιοχή χαρακτηρίζεται μικρή ή μεγάλη και με αυτόν τον τρόπο διακρίνονται οι αντίστοιχες μέθοδοι.

Η περιοχή ελέγχου θεωρείται μεγάλη αν ο αριθμός των θέσεων που περιλαμβάνονται σε αυτή και ο αριθμός των αντίστοιχων ατυχημάτων είναι τόσο μεγάλος ώστε να μπορεί να θεωρηθεί

ότι τα σχετικά συμπεράσματα για την περιοχή αυτή είναι απαλλαγμένα από φαινόμενα παλινδρόμησης περί τον μέσο και αστάθειας. Με αυτόν τον τρόπο, τα αποτελέσματα για τα ατυχήματα στην περιοχή ελέγχου στην περίοδο «πριν και μετά» θεωρούνται ιδιαίτερα αξιόπιστα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς άλλη επεξεργασία για τον προσδιορισμό της αναλογίας των ατυχημάτων «πριν και μετά» στην εξεταζόμενη θέση αν δεν είχε γίνει η επέμβαση. Αν θεωρήσουμε  $X$  και  $\Psi$  τον αριθμό των ατυχημάτων «πριν και μετά» στην εξεταζόμενη θέση και  $X_E$  και  $\Psi_E$  τον αριθμό των ατυχημάτων «πριν και μετά» στην περιοχή ελέγχου, τότε αναμενόμενοι οι αριθμοί ατυχημάτων  $X_\theta$  και  $Y_\theta$  στην περίοδο «πριν και μετά» στην εξεταζόμενη θέση εάν δεν είχε γίνει η επέμβαση δίνονται αντίστοιχα από τις σχέσεις :

$$X_\theta = X_E \frac{X+Y}{X_E+Y_E} \quad (2)$$

$$Y_\theta = Y_E \frac{X+Y}{X_E+Y_E} \quad (3)$$

Θεωρείται δεδομένο ότι το άθροισμα  $X+Y$  είναι τα συνολικά ατυχήματα που συνέβησαν στη θέση αυτή στη θεωρούμενη περίοδο. Χρησιμοποιώντας τον στατιστικό έλεγχο  $\chi^2$  για τα ατυχήματα «πριν και μετά» στην εξεταζόμενη θέση προκύπτει ότι η παράσταση

$$\chi^2 = \frac{(X-X_\theta)^2}{X_\theta} + \frac{(Y-Y_\theta)^2}{Y_\theta} \quad (4)$$

ακολουθεί την κατανομή  $\chi^2$  με ένα βαθμό ελευθερίας. Εάν αντικαταστήσουμε τα  $X_\theta$  και  $Y_\theta$  από τις προηγούμενες εξισώσεις αντίστοιχα προκύπτει:

$$\chi^2 = \frac{(Y-XA)^2}{(X+Y)A} \quad (5)$$

Όπου:

$$A = \frac{Y_E}{X_E} \quad (6)$$

Η τιμή που προκύπτει από τη σχέση συγκρίνεται με τις τιμές που δίνει η κατανομή  $\chi^2$  για διάφορα επίπεδα εμπιστοσύνης  $\alpha$  και ένα βαθμό ελευθερίας. Εάν η τιμή που προκύπτει από την παραπάνω σχέση βρεθεί μεγαλύτερη από την τιμή  $\chi^2$  του πίνακα κατανομής για ένα βαθμό ελευθερίας, τότε θεωρείται ότι η επιρροή της επέμβασης ήταν στατιστικά σημαντική για το επιλεγμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Αν συμβεί το αντίθετο, η μεταβολή των ατυχημάτων δεν θεωρείται στατιστικά σημαντική.

Ένας εναλλακτικός στατιστικός έλεγχος για την ανάλυση «πριν και μετά» είναι ο έλεγχος του λόγου πιθανοτήτων. Ο λόγος πιθανοτήτων είναι ένα μέτρο του μεγέθους του αποτελέσματος που περιγράφει τη συσχέτιση μεταξύ δυο τιμών δεδομένων. Κατά τη μέθοδο αυτή υπολογίζεται η τιμή της μέσης σταθμισμένης επιρροής στην οδική ασφάλεια, καθώς και τα άνω και κάτω όρια της επιρροής αυτής, για ένα συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης.

Αν  $X$  και  $Y$  ο αριθμός των ατυχημάτων «πριν και μετά» στην εξεταζόμενη περιοχή και  $X_E$  και  $\Psi_E$  ο αριθμός των ατυχημάτων «πριν και μετά» στην περιοχή ελέγχου, τότε η επιρροή μιας επέμβασης σε μια θέση  $i$  υπολογίζεται ως εξής :

$$(\theta_i) = \frac{\frac{Y}{X}}{\frac{Y_E}{X_E}} \quad (7)$$

Η στατιστική παράμετρος στάθμισης της επιρροής (statistical weight of the estimate) υπολογίζεται για τη θέση  $i$  ως εξής:

$$w_i = \frac{1}{\frac{1}{x_i^l} + \frac{1}{y_i^l} + \frac{1}{x_i^E} + \frac{1}{y_i^E}} \quad (8)$$

Η σταθμισμένη μέση επιρροή (weighted mean effect) για ένα σύνολο θέσεων προκύπτει από τη σχέση :

$$(WME) = EXP\left(\frac{\sum_i w_i \ln(\theta_i)}{\sum_i w_i}\right) \quad (9)$$

Τα όρια (άνω / κάτω) της σταθμισμένης μέσης επιρροής για επίπεδο εμπιστοσύνης 95% υπολογίζονται ως :

$$\left( WME \cdot EXP\left(\frac{z \cdot a}{\sqrt{\sum_i w_i}}\right) \mid WME \cdot EXP\left(\frac{z \cdot (-a)}{\sqrt{\sum_i w_i}}\right) \right) \quad (10)$$

όπου  $z$  είναι η τιμή της κανονικής κατανομής και  $a$  το ζητούμενο επίπεδο εμπιστοσύνης.

Η τελική τιμή της επιρροής στην οδική ασφάλεια υπολογίζεται από τον τύπο  $(1-WME) \cdot 100$ , ενώ αντίστοιχα υπολογίζονται τα όρια της, με βάση εκείνα που έχουν προκύψει για τη σταθμισμένη μέση επιρροή από την εξίσωση. Τα όρια αυτά συγκρίνονται με την τελική τιμή της επιρροής προκειμένου να διαπιστωθεί η επιρροή της επέμβασης στην οδική ασφάλεια. Όσο πιο στενά είναι τα όρια, τόσο μεγαλύτερη είναι η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Η επιρροή της επέμβασης θεωρείται στατιστικά σημαντική όταν μεταξύ των τιμών του άνω και κάτω ορίου δεν περιλαμβάνεται η τιμή 1,0. Στην περίπτωση που η τιμή 1,0 περιλαμβάνεται μεταξύ των τιμών των ορίων, η επιρροή της επέμβασης δε θεωρείται στατιστικά σημαντική.

## 4. Αποτελέσματα

### 4.1 Εντοπισμός επικίνδυνων θέσεων

Προκειμένου να προσδιορισθούν οι επικίνδυνες θέσεις για τους πεζούς στο οδικό δίκτυο της Αθήνας εξετάστηκαν συγκεκριμένες κεντρικές οδικές αρτηρίες με βασικά κριτήρια επιλογής τους το μέγεθος, τον κυκλοφοριακό φόρτο πεζών, το φόρτο των οχημάτων και τη συχνότητα ατυχημάτων σε αυτές. Οι αρτηρίες οι οποίες επελέγησαν (και για τις οποίες εξετάστηκαν συνολικά 45 οδικά τμήματα) είναι οι:

- 1) Λ. ΜΕΣΣΟΓΕΙΩΝ
- 2) Λ. ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΣΟΦΙΑΣ
- 3) Λ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ
- 4) ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ
- 5) ΣΤΑΔΙΟΥ
- 6) Λ. ΒΑΣΙΛΙΣΣΗΣ ΑΜΑΛΙΑΣ
- 7) ΠΕΙΡΑΙΩΣ
- 8) Λ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ
- 9) Λ. ΣΥΓΓΡΟΥ
- 10) Λ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ
- 11) Λ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ

Τα απαραίτητα στοιχεία κυκλοφοριακών φόρτων και οδικών ατυχημάτων πεζών αντλήθηκαν από το Κέντρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας της Περιφέρειας Αττικής (ΚΔΚ) και την

ΕΛΣΤΑΤ, μέσω του Συστήματος Ανάλυσης Τροχαίων Ατυχημάτων (Σ.ΑΝ.ΤΡ.Α) του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου ποιοτικού ελέγχου για τον εντοπισμό των επικίνδυνων θέσεων.

Για τον υπολογισμό των άνω και κάτω ορίων του δείκτη επικινδυνότητας ανά οδικό τμήμα και έτος, πραγματοποιήθηκε αρχικά υπολογισμός του μέσου δείκτη ατυχημάτων  $R_a$  χρησιμοποιώντας για κάθε αρτηρία τα στοιχεία όλων των αντίστοιχων τμημάτων και ετών. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι δείκτες ατυχημάτων κάθε οδικού τμήματος για κάθε έτος οι οποίοι σε συνδυασμό με τον παραπάνω μέσο δείκτη ατυχημάτων και τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3, κατέστησαν δυνατό τον εντοπισμό των επικίνδυνων οδικών τμημάτων για κάθε άξονα και για κάθε έτος. Ενδεικτικά η διαδικασία αυτή φαίνεται στον Πίνακα 1 για τη λεωφόρο Κηφισίας για το έτος 2007.

**Πίνακας 1:** Ενδεικτική εφαρμογή μεθόδου ποιοτικού ελέγχου

Οδικό Τμήμα	Μήκος (χλμ)	Οχ/χλμ (10 <sup>6</sup> )	Αριθμός ατυχημά- των	Δείκτης ατυχημά- των	Τμήματα Λεωφόρου Κηφισίας (έτος 2007)					
					Όρια δείκτη (90%)		Όρια δείκτη (95%)		Όρια δείκτη (99.5%)	
					Άνω	Κάτω	Άνω	Κάτω	Άνω	Κάτω
Αλεξάνδρας- Πανόρμου	0.88	24.69	7	0.284	0.144	-0.023	0.162	-0.041	0.208	-0.087
Πανόρμου- Κατεχάκη	0.6	20.22	8	0.396	0.155	-0.034	0.175	-0.054	0.226	-0.105
Κατεχάκη- Ε.Αντίστασης	1.63	65.53	0	0	0.107	0.014	0.118	0.003	0.146	-0.026
Ε.Αντίστασης- Καποδιστρίου	1.79	74.68	0	0	0.103	0.017	0.114	0.007	0.14	-0.02
Καποδιστρίου- Σπ.Λούη	1.07	44.64	7	0.157	0.119	0.002	0.132	-0.011	0.166	-0.046
<b>Μέσος δείκτης ατυχημάτων 5ετίας για τη Λ. Κηφισίας</b>				<b>0.06</b>						

Στη συνέχεια, για να σχηματιστεί εικόνα για την επικινδυνότητα των οδικών τμημάτων του κάθε άξονα στο σύνολο της εξεταζόμενης περιόδου υπολογίστηκε επιπλέον ο μέσος δείκτης ατυχημάτων κάθε τμήματος για τα 5 εξεταζόμενα έτη. Παρατηρήθηκε ότι με τον τρόπο αυτό δεν επισημάνθηκαν ως επικίνδυνα όλα τα οδικά τμήματα που είχαν προηγουμένως εντοπισθεί σε ένα ή παραπάνω έτη, καθώς ο δείκτης ατυχημάτων κάποιου τμήματος μπορεί να ξεπέρασε το άνω όριο μόνο σε ένα ή δύο έτη. Εν τέλει, άξια για περαιτέρω διερεύνηση θεωρήθηκαν τα οδικά τμήματα εκείνα που κρίθηκαν ως επικίνδυνα έστω μια φορά μέσα στην εξεταζόμενη πενταετία 2007- 2011, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%.

Συνολικά κρίθηκαν επικίνδυνα 16 από τα 45 συνολικά εξεταζόμενα οδικά τμήματα. Τα οδικά τμήματα αυτά καθώς και τα χαρακτηριστικά τους περιγράφονται στη συνέχεια, μαζί με ένα σχολιασμό γύρω από την εφικτότητα κατασκευής πεζογεφυρας σε κάθε ένα από αυτά.

### 1. Λεωφόρος Αλεξάνδρας (Ιπποκράτους-Βραΐλα)

Το οδικό τμήμα περιλαμβάνει πλήθος δραστηριοτήτων και σημαντικούς φόρτους πεζών. Η σηματοδότηση είναι πυκνή με διαβάσεις και με μεγάλες διάρκειες φάσεων για τους πεζούς. Λαμβάνοντας υπόψη την ύπαρξη μιας υπόγειας διάβασης στο ύψος της οδού Ιπποκράτους και το μεγάλο πλάτος της οδού, δυο ακόμη σημεία θεωρήθηκαν υποψήφια για τη δημιουργία



πεζογέφυρας: στο ύψος της οδού Μαυρομιχάλη και στο ύψος ανάμεσα στην οδό Σούτσου και τη Γενναδίου. Το πρώτο παρουσιάζει δυσκολίες λόγω περιορισμένου χώρου, ενώ το δεύτερο κρίνεται καταλληλότερο αφού η ύπαρξη ενός μεγάλου πάρκου αυξάνει αισθητά τη διαθέσιμη χωρητικότητα ενώ παράλληλα το σημείο παρουσιάζει και τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ατυχημάτων.

## **2. Πανεπιστημίου (Πατησίων-Πλατεία Ομονοίας)**

Το τμήμα αυτό περιβάλλεται από καταστήματα, τράπεζες και το σταθμό του ΜΕΤΡΟ της Ομόνοιας. Συνεπώς ο φόρτος των πεζών είναι υψηλός ενώ το πλάτος της οδού είναι σημαντικό (5 λωρίδες κυκλοφορίας). Η σηματοδότηση είναι πυκνή με φωτεινές διαβάσεις πεζών, αλλά ο σημαντικός χρόνος αναμονής πιθανό να ωθεί τους πεζούς στη διάσχιση της οδού κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης. Το μόνο υποψήφιο σημείο με επαρκή χωρητικότητα για την κατασκευή πεζογέφυρας είναι στο ύψος της Πλατείας Ομονοίας, ωστόσο δεδομένης της πρόσφατης ανάπλασης της πλατείας αλλά και του γεγονότος ότι τα περισσότερα ατυχήματα σημειώνονται στο ύψος της οδού Αιόλου, η κατασκευής πεζογέφυρας δεν κρίνεται σκόπιμη.

## **3. Λεωφόρος Αμαλίας (Πανεπιστημίου-Φιλελλήνων)**

Το πρώτο μέρος του οδικού τμήματος (Πανεπιστημίου-Ξενοφώντος) παρουσιάζει αυξημένη κίνηση πεζών ενώ το δεύτερο (Ξενοφώντος-Φιλελλήνων) αισθητά χαμηλότερη. Η οδός αποτελείται από 4 λωρίδες κυκλοφορίας (και τις γραμμές του ΤΡΑΜ) και η κίνηση στη λεωφόρο Αμαλίας ελέγχεται μέσω φωτεινής σηματοδότησης. Τα σημεία στα οποία θα ήταν ενδεχομένως εφικτή η κατασκευή πεζογέφυρας είναι στο ύψος του Ζαπτείου και στο ύψος της Όθωνος, με τη δεύτερη θέση να φαίνεται ιδανικότερη αφού τα περισσότερα ατυχήματα με πεζούς σημειώνονται στη διασταύρωση Αμαλίας – Όθωνος. Παρόλα αυτά η σκοπιμότητα της κατασκευής της είναι περιορισμένη δεδομένης και της ύπαρξης της υπόγειας διάβασης του μετρό του Συντάγματος αλλά και της πρόσφατης ανάπλασης λόγω των έργων του Μεγάλου Περιπάτου.

## **4. Πανεπιστήμιου (Βουκουρεστίου-Ιπποκράτους)**

Στο οδικό τμήμα αυτό η ύπαρξη του ομώνυμου σταθμού ΜΕΤΡΟ και οι στάσεις των λεωφορείων έχουν ως αποτέλεσμα ιδιαίτερα αυξημένο φόρτο πεζών. Η επικινδυνότητα του συγκεκριμένου τμήματος κατά τη διεξαγωγή της παρούσας μελέτης είχε βρεθεί αυξημένη, ωστόσο δεδομένου ότι η διερεύνηση είχε προηγηθεί των έργων του Μεγάλου Περιπάτου, η επικινδυνότητα του θα πρέπει να επαναξιολογηθεί μετά την οριστικοποίηση των έργων και τη συλλογή εκ νέου των απαραίτητων δεδομένων φόρτων και ατυχημάτων.

## **5. Σταδίου (Βουκουρεστίου-Ιπποκράτους)**

Η Σταδίου είναι μία οδός με υψηλούς φόρτους πεζών και πολύ πυκνή εμπορική δραστηριότητα. Εξυπηρετεί σημαντικό κυκλοφοριακό φόρτο οχημάτων και έχει πλάτος 3 λωρίδες κυκλοφορίας. Η σηματοδότηση για τους πεζούς είναι συχνή και οι μέσες αναμονές μειωμένες σε σχέση με τις προηγούμενες αρτηρίες. Η δημιουργία πεζογέφυρας δεν κρίνεται ως βέλτιστη επιλογή καθότι πιθανότατα θα αύξανε σημαντικά το συνολικό χρόνο διάσχισης της οδού σε σχέση με τη φωτεινή σηματοδότηση, πράγμα που αποτρέπει πολλούς πεζούς από τη χρήση της.

## **6. Λεωφόρος Βουλιαγμένης (Αγίου Κων/νου-Ηλία Ηλίου)**

Η υψηλότεροι φόρτοι πεζών παρουσιάζονται στο ύψος του σταθμού μετρό Αγ. Δημητρίου. Η κατασκευή πεζογέφυρας στο παραπάνω οδικό τμήμα είναι χωρικά εφικτή στο τμήμα από το μετρό Αγ. Δημητρίου έως την Αγ. Κων/νου όπου το συνολικό πλάτος διάσχισης για τους

πεζούς είναι μεγάλο (τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση). Λαμβάνοντας υπόψη και τα σημεία συχνότερης εμφάνισης ατυχημάτων αλλά και την ύπαρξη της υπόγειας διάβασης του μετρό Αγ. Δημητρίου, η κατασκευή πεζογέφυρας θεωρείται σκόπιμη κοντά στο ύψος της οδού Αγ. Κωνσταντίνου, δεδομένης και της εγγύτητας με την πλατεία Παναγούλη και το όμορο εμπορικό κέντρο.

#### **7. Λεωφόρος Βουλιαγμένης (Ανθέων-Ιασονίδου)**

Στο συγκεκριμένο οδικό τμήμα δεν παρατηρούνται υψηλοί φόρτοι πεζών, ωστόσο το μεγάλο πλάτος της οδού (τέσσερις ή πέντε λωρίδες ανά κατεύθυνση) και οι υψηλές ταχύτητες κίνησης, σε συνδυασμό με την αραιή πυκνότητα κόμβων φωτεινής σηματοδότησης, καθιστούν τη διάσχιση της οδού από τους πεζούς προβληματική. Η δημιουργία πεζογέφυρας είναι εφικτή είτε στην πλατεία Τρίτη στο ύψος της Παλμύρας, (όπου έχουν σημειωθεί πολλά ατυχήματα με πεζούς), είτε στην πλατεία Παπανδρέου στο ύψος της οδού Αθανασίου Διάκου.

#### **8. Λεωφόρος Κηφισίας (Αλεξάνδρας-Πανόρμου)**

Το συγκεκριμένο οδικό τμήμα παρουσιάζει αυξημένο φόρτο πεζών και έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα (εμπορική, επαγγελματική, οικιστική). Αποτελείται από 3 λωρίδες ανά κατεύθυνση, η φωτεινή σηματοδότηση είναι συχνή ενώ ενδιάμεσα στους κόμβους βρίσκονται και διαβάσεις πεζών με απλή σήμανση. Ένα σημείο στο οποίο η διάσχιση από τους πεζούς είναι προβληματική είναι ο κόμβος με την οδό Φθιώτιδος (όπου παρατηρήθηκε η υψηλότερη συχνότητα ατυχημάτων κατά την εξεταζόμενη περίοδο). Παρόλα αυτά, η περιοχή είναι πυκνοκατοικημένη και ο ελεύθερος χώρος περιορισμένος με αποτέλεσμα η χωροθέτηση μιας νέας πεζογέφυρας να κρίνεται δύσκολη.

#### **9. Λεωφόρος Κηφισίας (Καποδιστρίου-Σπύρου Λούη)**

Στο οδικό τμήμα αυτό βρίσκονται κυρίως ιδιωτικά νοσοκομεία, ιατρεία και αντιπροσωπείες. Οι λωρίδες κυκλοφορίας είναι τέσσερις ανά κατεύθυνση. Σε συνδυασμό με τις υψηλές ταχύτητες που αναπτύσσονται από τα οχήματα η διάσχιση της οδού από τους πεζούς από μη ελεγχόμενες διαβάσεις είναι ανέφικτη ενώ η διάσχιση μέσω των σηματοδοτούμενων κόμβων έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση της διανυόμενης απόστασης λόγω των μεγάλων αποστάσεων μεταξύ τους. Εάν ληφθεί υπόψη η ύπαρξη μιας πεζογέφυρας στο ύψος της οδού Θερμοπυλών και η ύπαρξη δυο υπόγειων διαβάσεων στο ύψος της οδού Καποδιστρίου και μετά την οδό Σπύρου Λούη, η σκοπιμότητα κατασκευής μιας ακόμη πεζογέφυρας είναι περιορισμένη. Παρόλα αυτά, σε ενδεχόμενη επιλογή μιας τέτοιας λύσης, ένα πιθανό σημείο για την κατασκευή της είναι στο ύψος της οδού Σπάρτης (ανάμεσα στην οδό Καρέλλα και την οδό Θερμοπυλών).

#### **10. Λεωφόρος Ποσειδώνος (Νηρηϊδων-Πλατεία Ικάρων)**

Πρόκειται για λεωφόρο υψηλών ταχυτήτων με τρεις λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και επιπλέον παράδρομο, με μεγάλο πλάτος νησίδες στο μέσον της. Στο μεγαλύτερο μέρος του τμήματος ο φόρτος των πεζών είναι υψηλός και ιδιαίτερα σε σημεία, όπως το Τροκαντερό, το πάρκο του Φλοίσβου και το τμήμα από την οδό Πρωτέως έως την Αιόλου, στα οποία έχουν σημειωθεί και τα περισσότερα ατυχήματα. Η αναμονή στις φωτεινές διαβάσεις πεζών είναι σημαντική λόγω των μεγάλων κύκλων σηματοδότησης. Ένα πιθανό σημείο για την κατασκευή πεζογέφυρας είναι ανάμεσα στις οδούς Αιόλου και Νηρέως διότι στο τμήμα αυτό υπάρχουν μεγάλο πλάτος νησίδες. Ένα επιπλέον πιθανό σημείο είναι στο ύψος της οδού Αφροδίτης

μιας και στο σημείο αυτό λόγω της εισόδου για τη μαρίνα του Φλοίσβου ο φόρτος των πεζών είναι αυξημένος και τα ατυχήματα που έχουν σημειωθεί αρκετά.

### **11. Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας (Βασιλέως Κων/νου-Ρηγίλλης)**

Πρόκειται για το οδικό τμήμα που περιλαμβάνει το σταθμό του ΜΕΤΡΟ του Ευαγγελισμού, και το Νοσοκομείο Ευαγγελισμός συνεπώς παρουσιάζει υψηλό φόρτο πεζών, καθώς επίσης και υψηλό αριθμό ατυχημάτων. Η λεωφόρος αποτελείται από τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση, η σηματοδότηση είναι πυκνή, αλλά η διάρκεια πράσινου για τους πεζούς είναι χαμηλή. Το γεγονός ότι τα ατυχήματα είναι αυξημένα στην οδό Μαρασλή και στη Ριζάρη παρά την ύπαρξη της σηματοδότησης στους κόμβους αυτούς και παρά την ύπαρξη του ΜΕΤΡΟ που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υπόγεια διάβαση, δείχνει ότι οι πεζοί στο συγκεκριμένο σημείο δε δείχνουν τόσο προτίμηση στην ασφαλή διαδρομή όσο στη σύντομη, επομένως η δημιουργία μιας πεζογέφυρας στα σημεία που αναφέρθηκαν πιθανόν να μην επέφερε τα επιθυμητά αποτελέσματα.

### **12. Λεωφόρος Βασιλίσσης Σοφίας (Ρηγίλλης-Αμαλίας)**

Σε αυτό το οδικό τμήμα παρατηρείται αυξημένος φόρτος πεζών ενώ οι αποστάσεις μεταξύ των σηματοδοτών είναι ικανοποιητικές. Η διάρκεια της πράσινης ένδειξης για τους πεζούς κυμαίνεται από 10 έως 15 δευτερόλεπτα σε κύκλο των 90. Παρατηρείται ότι τα περισσότερα ατυχήματα έχουν σημειωθεί σε κόμβους χωρίς σηματοδότηση στους οποίους επιτρέπεται η στροφή οχημάτων, αφού εκεί πραγματοποιούνται περισσότερες εμπλοκές με τους πεζούς. Δεδομένης της μικρής απόστασης μεταξύ των σηματοδοτούμενων κόμβων αλλά και των θέσεων στις οποίες σημειώνονται τα περισσότερα ατυχήματα, η κατασκευή πεζογέφυρας στο τμήμα αυτό δεν κρίνεται σκόπιμη.

### **13. Πειραιώς (Πλατεία Ομόνοιας-Ιερά Οδός)**

Το οδικό τμήμα αποτελείται από 4 λωρίδες κυκλοφορίας. Ο φόρτος των πεζών είναι υψηλός στο τμήμα από την πλατεία της Ομόνοιας έως και την οδό Κολοκυνθούς (ξενοδοχεία, καταστήματα, δημόσιες υπηρεσίες, σχολή θεάτρου, τράπεζες) ενώ μετά την οδό Κολοκυνθούς ο φόρτος μειώνεται σημαντικά. Το τμήμα ελέγχεται από πυκνή φωτεινή σηματοδότηση με διάρκειες πράσινου πεζών από 16 έως 25 ανά 90 δευτερόλεπτα. Παρατηρείται συχνή διάσχιση της οδού από τους πεζούς ανάμεσα στα οικοδομικά τετράγωνα, αφού οι χαμηλές ταχύτητες των οχημάτων και το μικρό πλάτος της οδού τους δημιουργεί το αίσθημα της ασφάλειας. Ένα πιθανό σημείο για την κατασκευή πεζογέφυρας είναι στο ύψος της οδού Κολοκυνθούς όπου λόγω της πλατείας Κορίνης αυξάνεται η διαθέσιμη χωρητικότητα, ωστόσο η χρήση της από τους πεζούς ενδεχομένως να είναι περιορισμένη λόγω της δυνατότητας σύντομης (χωρικά και χρονικά) διάσχισης της οδού ανάμεσα στα οικοδομικά τετράγωνα.

### **14. Λεωφόρος Κηφισίας (Πανόρμου-Κατεχάκη)**

Σε αυτό το τμήμα ο φόρτος των πεζών μειώνεται αισθητά σε σχέση με το τμήμα Αλεξάνδρας-Πανόρμου. Οι ταχύτητες των οχημάτων παραμένουν υψηλές και η σηματοδότηση είναι πιο αραιή, όμως με ικανοποιητικές διάρκειες πράσινου για τους πεζούς (έως 33 ανά 90 δευτερόλεπτα). Λίγο πριν την οδό Ευσταθίου Λάμψα υπάρχει ένα εμπορικό κέντρο στο ύψος του οποίου έχουν σημειωθεί αρκετά ατυχήματα και το οποίο θα μπορούσε να είναι ένα σημείο πιθανής τοποθέτησης πεζογέφυρας.

### **15. Λεωφόρος Μεσογείων (Μιχαλακοπούλου-Βας.Σοφίας)**

Στο τμήμα πριν την οδό Φειδιππίδου ο φόρτος των πεζών είναι χαμηλός. Επίσης, η οδός αποτελείται από 5 λωρίδες κυκλοφορίας συνολικά με δύο νησίδες στο ενδιάμεσο της οδού, πράγμα που διευκολύνει κατά πολύ τη διάσχιση της οδού από τους πεζούς. Μετά την οδό Φειδιππίδου αυξάνεται ο φόρτος των πεζών και τα ατυχήματα με αυτούς μιας και στο τέλος του οδικού τμήματος βρίσκεται ο πύργος των Αθηνών και η συμβολή με την οδό Βασιλίσσης Σοφίας. Η σηματοδότηση είναι πυκνότερη και η διάρκεια πρασίνου για τους πεζούς από 20 έως και 50 ανά 90 δευτερόλεπτα. Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν υπάρχει ελεύθερος χώρος επάνω στη Μεσογείων δεν ευνοούν τη κατασκευή μιας πεζογέφυρας.

#### **16. Λεωφόρος Συγγρού (Αθ. Διάκου-Καλλιρόης)**

Η λεωφόρος Συγγρού στο οδικό αυτό τμήμα έχει αρκετά σημεία που λειτουργούν ως πόλοι έλξης για τους πεζούς, (αρχαιολογικοί χώροι, αντιπροσωπείες, καταστήματα). Η σηματοδότηση δεν είναι αρκετά πυκνή και οι διάρκειες πρασίνου για τους πεζούς κυμαίνονται από 14 έως 24 στα 90 δευτερόλεπτα. Οι ταχύτητες είναι αρκετά υψηλές και το πλάτος της οδού σημαντικό (3 λωρίδες ανά κατεύθυνση), στοιχεία που αποτρέπουν τους πεζούς από το να διασχίσουν την οδό ενδιάμεσα των κόμβων. Παρόλα αυτά, οι εγκαταστάσεις του ΜΕΤΡΟ του σταθμού Συγγρού-Φιξ, που βρίσκονται στο ύψος των οδών Δράκου-Ηρακλέους, λειτουργούν και ως υπόγεια διάβαση για τους πεζούς συνεπώς η κατασκευή πεζογέφυρας στο συγκεκριμένο σημείο δεν κρίνεται απαραίτητη.

#### **4.2 Ανάλυση πριν και μετά**

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης «πριν και μετά» με μεγάλη περιοχή ελέγχου, για την εξέταση της επιρροής της κατασκευής επιλεγμένων πεζογεφυρών στην οδική ασφάλεια.

Οι πεζογέφυρες που εξετάστηκαν ήταν οι εξής:

1. Πεζογέφυρα Λ. Κηφισίας (ύψος Ολυμπιακού Σταδίου)
2. Πεζογέφυρα Λ. Ποσειδώνος (ΣΕΦ – ΗΣΑΠ)
3. Πεζογέφυρα Αλιπέδου (ΗΣΑΠ)
4. Πεζογέφυρα Πέτρου Ράλλη (ΤΕΙ Πειραιά)
5. Πεζογέφυρα Κατεχάκη (Μεσογείων)
6. Πεζογέφυρα Βεΐκου (Άλσος)

Οι περιοχές ελέγχου οφείλουν να περιλαμβάνουν θέσεις παρόμοιες με την εξεταζόμενη προκειμένου οι παράγοντες που επηρεάζουν την επικινδυνότητα στις θέσεις αυτές να μεταβάλλονται αντίστοιχα. Συνεπώς, για κάθε οδικό τμήμα που εξετάστηκε οι αντίστοιχες περιοχές ελέγχου που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

α) το συνολικό μήκος της αντίστοιχης οδού,

β) το σύνολο του αντίστοιχου δήμου, δεδομένου ότι η εξέλιξη των ατυχημάτων σε μια εξεταζόμενη θέση είναι πιθανό να εμφανίζει παρόμοιες μεταβολές με θέσεις στην εγγύς περιοχή η οποία έχει παρόμοια δημογραφικά χαρακτηριστικά,

γ) το σύνολο του λεκανοπεδίου, υπό την παραδοχή ότι η εξέλιξη των οδικών ατυχημάτων στο σύνολο του ευρύτερου πολεοδομικού συγκροτήματος της Αθήνας προσφέρει μια βάσιμη εκκίνηση για τη διερεύνηση της εξέλιξης των οδικών ατυχημάτων σε οποιοδήποτε υποσύνολο του οδικού δικτύου του λεκανοπεδίου.

Από τη Βιβλιογραφική Ανασκόπηση προέκυψε ότι μια κατασκευή διαχωρισμού της κυκλοφορίας των πεζών από την υπόλοιπη κυκλοφορία, όπως είναι η πεζογέφυρα, πιθανό να έχει επιρροή όχι μόνο στα ατυχήματα με πεζούς, αλλά και στα συνολικά ατυχήματα. Για το λόγο αυτό, θεωρήθηκε σκόπιμο κατά την εφαρμογή της μεθόδου να πραγματοποιηθούν όλοι οι παραπάνω έλεγχοι για τη μεταβολή τόσο των ατυχημάτων με πεζούς, όσο και των συνολικών ατυχημάτων.

Όπως περιγράφηκε στη μεθοδολογία, χρησιμοποιήθηκαν τρεις στατιστικοί έλεγχοι, οι δύο έλεγχοι  $\chi^2$  με επίπεδα εμπιστοσύνης 90% και 95% και ο έλεγχος του λόγου πιθανοτήτων. Επομένως, για κάθε πεζογέφυρα προέκυψαν διαφορετικοί πίνακες οι οποίοι περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα:

- για τα ατυχήματα των πεζών και για τα συνολικά ατυχήματα
- για τις τρεις διαφορετικές περιόδους ελέγχου που επιλέχθηκαν (1 έτος, 2 έτη, 5 έτη «πριν και μετά»)
- για τις δύο ή τρεις περιοχές ελέγχου που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε οδικό τμήμα

Παρακάτω παρουσιάζεται παράδειγμα με τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου  $\chi^2$  (με επίπεδο εμπιστοσύνης 95%) και του λόγου πιθανοτήτων, για την πεζογέφυρα της Λ. Κηφισίας στο ύψος του Ολυμπιακού Σταδίου. Για κάθε έλεγχο, οι στατιστικά σημαντικές μεταβολές του αριθμού των ατυχημάτων σημειώνονται με κόκκινο χρώμα.

**Πίνακας 2:** Εφαρμογή μεθόδου πριν και μετά (έλεγχος  $\chi^2$ ,  $\alpha=95\%$  – ατυχήματα με πεζούς)

	Περιοχή ελέγχου 1: Ολόκληρη η Λ. Κηφισίας			Περιοχή ελέγχου 2: Δήμοι Αμαρουσίου, Χαλανδρίου, Ψυχικού			Περιοχή ελέγχου 3: Λεκανοπέδιο		
	5ετία	2ετία	1έτος	5ετία	2ετία	1έτος	5ετία	2ετία	1έτος
	X	7	1	1	7	1	1	7	1
Ψ	15	7	3	15	7	3	15	7	3
X <sub>E</sub>	239	84	63	370	134	87	10217	4322	2627
Ψ <sub>E</sub>	214	108	65	337	129	76	8594	3924	2304
A	0.895	1.286	1.032	0.911	0.963	0.874	0.841	0.908	0.877
$\chi^2$	<b>3.871</b>	3.175	0.939	3.712	<b>4.733</b>	1.294	<b>4.487</b>	<b>5.11</b>	1.285

**Πίνακας 3:** Εφαρμογή μεθόδου πριν και μετά (έλεγχος  $\chi^2$ ,  $\alpha=95\%$  – συνολικά ατυχήματα)

	Περιοχή ελέγχου 1: Ολόκληρη η Λ. Κηφισίας			Περιοχή ελέγχου 2: Δήμοι Αμαρουσίου, Χαλανδρίου, Ψυχικού			Περιοχή ελέγχου 3: Λεκανοπέδιο		
	5ετία	2ετία	1έτος	5ετία	2ετία	1έτος	5ετία	2ετία	1έτος
	X	61	16	13	61	16	13	61	16
Ψ	74	32	15	74	32	15	74	32	15
X <sub>E</sub>	989	338	225	2052	633	392	51099	20537	12066
Ψ <sub>E</sub>	866	421	268	1885	776	447	41804	19636	11760
A	0.876	1.246	1.191	0.919	1.226	1.14	0.818	0.956	0.975
$\chi^2$	3.585	2.437	0.007	2.602	2.607	0.001	<b>5.257</b>	<b>6.078</b>	0.199



**Πίνακας 4:** Εφαρμογή μεθόδου πριν και μετά (λόγος πιθανοτήτων, 95% – ατυχήματα με πεζούς)

	Περιοχή ελέγχου 1: Ολόκληρη η Λ. Κηφισίας			Περιοχή ελέγχου 2: Δήμοι Αμαρουσίου, Χαλανδρίου, Ψυχικού			Περιοχή ελέγχου 3: Λεκανοπέδιο		
	5ετία	2ετία	1έτος	5ετία	2ετία	1έτος	5ετία	2ετία	1έτος
X	7	1	1	7	1	1	7	1	1
Ψ	15	7	3	15	7	3	15	7	3
X <sub>E</sub>	239	84	63	370	134	87	10217	4322	2627
Ψ <sub>E</sub>	214	108	65	337	129	76	8594	3924	2304
Odds Ratio	2.303	5.444	2.908	2.353	7.271	3.434	2.548	7.710	3.421
Safety effect	139.3	-444.4	-190.8	-135.3	-627.1	-243.4	-154.8	-671	-242.1
Upper limit	498.1	-4411.4	-2770	-484	-5892.7	-3271	<b>-525.1</b>	-6169	-3190.7
Lower limit	4.2	34.3	70.5	5.2	11.8	65	<b>-3.8</b>	5.2	64.4

**Πίνακας 5:** Εφαρμογή μεθόδου πριν και μετά (λόγος πιθανοτήτων, 95% – συνολικά ατυχήματα)

	Περιοχή ελέγχου 1: Ολόκληρη η Λ. Κηφισίας			Περιοχή ελέγχου 2: Δήμοι Αμαρουσίου, Χαλανδρίου, Ψυχικού			Περιοχή ελέγχου 3: Λεκανοπέδιο		
	5ετία	2ετία	1έτος	5ετία	2ετία	1έτος	5ετία	2ετία	1έτος
X	61	16	13	61	16	13	61	16	13
Ψ	74	32	15	74	32	15	74	32	15
X <sub>E</sub>	989	338	225	2052	633	392	51099	20537	12066
Ψ <sub>E</sub>	866	421	268	1885	776	447	41804	19636	11760
Odds Ratio	1.385	1.606	0.969	1.321	1.631	1.012	1.483	2.092	1.184
Safety effect	-38.5	-60.6	3.1	-32.1	-63.1	-1.2	-48.3	-109.2	-18.4
Upper limit	-96.8	-197.6	-107.9	-86.4	-200	-115.3	<b>-108.2</b>	<b>-281.3</b>	-148.9
Lower limit	2.5	13.4	54.9	6.4	11.3	52.4	<b>-5.6</b>	<b>-14.7</b>	43.7

Τα αποτελέσματα όλων των ελέγχων συνοψίζονται στο Σχήμα 1, το οποίο παρουσιάζει τις στατιστικά σημαντικές μεταβολές για όλες τις εξεταζόμενες λεωφόρους για τις τρεις μεθόδους που εφαρμόστηκαν. Οι περίοδοι 1, 2, 3, καθώς και οι Περιοχές Ελέγχου 1, 2 (και 3 σε κάποιες περιπτώσεις) είναι εκείνες που επιλέχθηκαν και περιγράφηκαν προηγουμένως. Με κόκκινο χρώμα επισημαίνονται οι περιπτώσεις όπου από το στατιστικό έλεγχο προέκυψαν στατιστικά σημαντικές αυξήσεις στον αριθμό των ατυχημάτων για την εξεταζόμενη περίοδο, ενώ με πράσινο χρώμα οι περιπτώσεις όπου οι μειώσεις στον αριθμό των ατυχημάτων ήταν στατιστικά σημαντικές.

		ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑΣ			ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ			ΟΔΟΣ ΑΛΙΠΕΔΟΥ			ΟΔΟΣ ΠΕΤΡΟΥ ΡΑΛΛΗ			ΛΕΩΦ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ			ΟΔΟΣ ΒΕΪΚΟΥ		
		ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 1	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 2	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 3	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 1	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 2	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 3	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 1	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 2	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 3	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 1	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 2	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 3	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 1	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 2	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 3	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 1	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 2	ΠΕΡ. ΕΛΕΓΧΟΥ 3
ΠΕΡΙΟΔΟΣ		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΠΕΖΩΝ	$\chi^2$ 95%	■			■														
	$\chi^2$ 90%	■	■		■	■				■		■		■	■				
	OR				■														
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ	$\chi^2$ 95%				■	■	■	■						■	■		■	■	■
	$\chi^2$ 90%	■			■	■	■	■	■					■	■		■	■	■
	OR																		

**Σχήμα 1:** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα εφαρμογής μεθόδου  $\chi^2$  (95%, 90%) και λόγου πιθανοτήτων για όλες τις εξεταζόμενες οδούς και περιόδους

Διαπιστώνεται ότι η μόνη περίπτωση στην οποία υπήρξαν στατιστικά σημαντικές μειώσεις στα ατυχήματα των πεζών σε κάποια περίοδο μετά την κατασκευή της πεζογέφυρας ήταν στην οδό Πέτρου Ράλλη. Αντίθετα, στις υπόλοιπες περιπτώσεις η επέμβαση δεν είχε ως αποτέλεσμα κάποια στατιστικά σημαντική επιρροή στον αριθμό ατυχημάτων των πεζών, με εξαίρεση τη λεωφόρο Κηφισίας στην οποία παρουσιάστηκαν αρνητικές επιρροές σε κάποιες από τις περιόδους. Στην περίπτωση της λεωφόρου Κηφισίας, μπορεί να παρατηρηθεί ότι η κατασκευή της πεζογέφυρας επηρέασε τον αριθμό των ατυχημάτων των πεζών μακροπρόθεσμα (5ετία, 2ετία), ενώ στην Πέτρου Ράλλη η μείωση των ατυχημάτων αφορά στις περιόδους δύο και ενός έτους. Η ανομοιογένεια που παρουσιάζεται στην επιρροή της κατασκευής κάθε πεζογέφυρας στα ατυχήματα των πεζών πιθανό να οφείλεται στο σχετικά μικρό αριθμό των ατυχημάτων των πεζών στις εξεταζόμενες περιοχές και για τις συγκεκριμένες περιόδους που έχουν επιλεγεί.

Όσον αφορά στα συνολικά ατυχήματα, οι στατιστικοί έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν δείχνουν ότι στις λεωφόρους Ποσειδώνος, Κατεχάκη και στην οδό Βεΐκου υπήρξαν μειώσεις στο συνολικό αριθμό των ατυχημάτων. Συγκεκριμένα, στην Ποσειδώνος και στη Βεΐκου οι μειώσεις αυτές προέκυψαν για την περίοδο ελέγχου των πέντε ετών. Επιπλέον, στη λεωφόρο Ποσειδώνος για την εξεταζόμενη περίοδο ενός έτους προέκυψε αύξηση στον αριθμό των ατυχημάτων. Αντίθετα, στη λεωφόρο Κατεχάκη η θετική επιρροή αφορά στην περίοδο των δύο και του ενός έτους. Διαφορετική συμπεριφορά παρουσιάζουν οι λεωφόροι Κηφισίας και Πέτρου Ράλλη, στις οποίες η μείωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας παρατηρείται για τις περιόδους ελέγχου πέντε ή και δύο ετών.

Η ανομοιογένεια που παρουσιάζεται στα αποτελέσματα των έξι λεωφόρων δεν επιτρέπει την εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων για την επιρροή των πεζογεφυρών στην οδική ασφάλεια. Αυτό οφείλεται αφενός στο γεγονός ότι ο αριθμός των στοιχείων είναι περιορισμένος, και αφετέρου στο ότι κάθε περίπτωση είναι διαφορετική και πιθανό να επηρεάζεται από πρόσθετες παραμέτρους και χαρακτηριστικά που δεν εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη.

## 5. Συμπεράσματα

Στόχος της εργασίας ήταν η αξιολόγηση της καταλληλότητας του επιλεγμένου πλαισίου μεθοδολογικών βημάτων για τους σκοπούς της παρούσας ανάλυσης, καθώς και η διερεύνηση της σκοπιμότητας της κατασκευής πεζογεφυρών σε κεντρικούς οδικούς άξονες της Αθήνας.

Από τα συνολικά 45 εξεταζόμενα οδικά τμήματα σε 11 οδικές αρτηρίες, 16 κρίθηκαν ως επικίνδυνα βάσει της μεθόδου ποιοτικού ελέγχου. Σε τέσσερα από αυτά η κατασκευή μιας πεζογέφυρας κρίθηκε εφικτή αλλά και σκόπιμη και σε τέσσερα ακόμα πιθανή αλλά με περιορισμούς.

Δεδομένης της σημαντικής διακύμανσης του αριθμού των ατυχημάτων κάθε οδικού τμήματος ανάμεσα στα πέντε εξεταζόμενα έτη, η εφαρμογή της μεθόδου ποιοτικού ελέγχου χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή του δείκτη ατυχημάτων των πέντε ετών οδήγησε σε αρκετά διαφορετικά αποτελέσματα σε σχέση με την ίδια μέθοδο εφαρμοσμένη ανεξάρτητα για το κάθε έτος. Τα αποτελέσματα αυτής της μεθοδολογίας δείχνουν ότι όλοι οι εξεταζόμενοι οδικοί άξονες παρουσιάζουν έστω και ένα επικίνδυνο οδικό τμήμα έστω και για ένα μόνο έτος της πενταετίας 2007-2011. Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι από τα 16 συνολικά επικίνδυνα οδικά τμήματα που προέκυψαν τα 8 επισημάνθηκαν ως επικίνδυνα για ολόκληρη την πενταετία.

Μέσα από τη διαδικασία των επί τόπου παρατηρήσεων διαπιστώθηκε ότι παρά την ανάγκη βελτίωσης της οδικής ασφάλειας σε αυτά που κρίθηκαν επικίνδυνα, σε πολλές περιπτώσεις η κατασκευή μιας πεζογέφυρας δεν κρίθηκε σκόπιμη, είτε λόγω περιορισμένης χωρητικότητας, είτε λόγω των ιδιαίτερων τοπικών χαρακτηριστικών και των διαθέσιμων εναλλακτικών λύσεων για τους πεζούς, οι οποίες μπορεί να μην ευνοούσαν τη χρήση της.

Από τα αποτελέσματα της μεθόδου Ανάλυσης των Ατυχημάτων «πριν και μετά» με μεγάλη περιοχή ελέγχου παρατηρήθηκε ότι κάθε εξεταζόμενη περίπτωση πεζογέφυρας παρουσίασε διαφορετική συμπεριφορά σε σχέση με την επιρροή της στην οδική ασφάλεια. Η μερική ανομοιογένεια των αποτελεσμάτων οφείλεται αφενός στο γεγονός ότι ο αριθμός των στοιχείων ήταν περιορισμένος, και αφετέρου στο ότι κάθε περίπτωση είναι διαφορετική και πιθανό να επηρεάζεται από πρόσθετες παραμέτρους και χαρακτηριστικά που δεν εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη.

Η ανομοιομορφία πιθανώς να οφείλεται σε παράγοντες όπως οι διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας κάθε λεωφόρου, οι διαφορές στην ταχύτητα και στο φόρτο των πεζών και των οχημάτων, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδών, και άλλες παραμέτρους οι οποίες δεν ήταν διαθέσιμες και δεν λήφθηκαν υπόψη στην παρούσα μελέτη. Επίσης επιρροή ενδέχεται να είχαν και πιθανές πρόσθετες επεμβάσεις στις περιοχές των εξεταζόμενων τμημάτων όπως οι αλλαγές στη σηματοδότηση, η δημιουργία άλλης εγκατάστασης ή ακόμα και η δημιουργία ή η κατάργηση κάποιου σημαντικού πόλου έλξης για τους πεζούς.

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η κατασκευή πεζογεφυρών, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα που φανερώνουν βελτίωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας (ειδικά όσον αφορά στον συνολικό αριθμό ατυχημάτων) αλλά και το γεγονός ότι οι παρεμβάσεις αυτές προσφέρουν το μέγιστο διαχωρισμό της κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων, είναι μια υποσχόμενη πρακτική και θα πρέπει να υποστηριχθεί αλλά και να διερευνηθεί περαιτέρω, λαμβάνοντας υπόψη μεγαλύτερες χρονικές περιόδους, πρόσθετα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά και μεγαλύτερο αριθμό θέσεων.

Τέλος, από την ανάλυση των ατυχημάτων «πριν και μετά» μπορεί να παρατηρηθεί ότι σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις και στους τρεις στατιστικούς ελέγχους προέκυψαν ανάλογα αποτελέσματα. Το γεγονός αυτό επιβεβαίωσε την καταλληλότητα και την αξιοπιστία των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν.

## **6. Βιβλιογραφία**

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2001. Policy on geometric design of highways and streets, fourth edition.

CARE database, 2021. Community Road Accident Database. [accessed 2021, April 1]. [https://webgate.ec.europa.eu/MOVE\\_ENER\\_CARE/BOE/BI](https://webgate.ec.europa.eu/MOVE_ENER_CARE/BOE/BI)

Daniel A. Rodrguez, Elizabeth M. Brisson, Nicolas Estupipan, 2009. The relationship between segment-level built environment attributes and pedestrian activity around Bogota's BRT station, Transportation Research Part D 14, 470-478.

European Commission, European Road Safety Observatory, Annual Statistical Report 2012, Mobility and Transport, 2012 [http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/index_en.htm)

International Transport Forum, Road Safety Annual Report 2014, <http://www.internationaltransportforum.org/>

Mariya Khatoon, Geetam Tiwari, Niladri Chatterjee, 2013. Impact of grade separator on pedestrian risk taking behaviour, Accident Analysis and Prevention 50, 861-870.

Mikko Rasanen, Timo Lajunen, Farahnaz Alticafarbay, Cumhuri Aydin, 2007. Pedestrian self-reports of factors influencing the use of pedestrian bridges, Accident Analysis and Prevention 39, 969-973.

National Technical University of Athens – Road Safety Observatory, Basic Road Fatalities Figures, European Union 2002-2011, 2012 <http://www.nrso.ntua.gr/index.php/data/item/456-basic-road-fatalitiesfigures-european-union-2002-2011.html>

Rune Elvik, 2000. Which are the relevant costs and benefits of road safety measures designed for pedestrians and cyclists?, Accident Analysis and Prevention 32, 37-45.

Sepideh Movahed, Sepideh Payami Azad, Homa Zakeri, 2012. A Safe Pedestrian Walkway; Creation a Safe Public Space Based on Pedestrian Safety, Procedia-Social and Behavioral Sciences 35, 572 – 585.

V.P. Sisiopiku, D. Akin, 2003. Pedestrian behaviours at and perceptions towards various pedestrian facilities: an examination based on observation and survey data, Transportation Research Part F 6, 249 – 274.

Ελληνική Στατιστική Αρχή, Αριθμός οδικών τροχαίων ατυχημάτων και παθόντων προσώπων, Συγκεντρωτικό 1991-2012, <http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE>

Φραντζεσκάκης Ι., Πιτσιάβα-Λατινοπούλου Μ., Τσαμπούλας Δ., 1997. Διαχείριση Κυκλοφορίας, Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Φραντζεσκάκης Ι., Γκόλιας Ι., 1994. Οδική Ασφάλεια, Παπασωτηρίου, Αθήνα.