

# Η ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΒΑΡΕΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΑΓΑΘΩΝ ΣΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

Μ. ΚΑΡΛΑΥΤΗΣ  
ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.

Ι. ΓΚΟΛΙΑΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

Γ. ΓΙΑΝΝΗΣ  
ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.

*Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η χρήση μαθηματικού προτύπου προσομοίωσης για τη διερεύνηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων, καθώς και τη διαμόρφωση προτάσεων για την κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων διακίνησης αγαθών στην κεντρική περιοχή της Αθήνας. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου αυτού βασίστηκε στην εφαρμογή κατάλληλου μαθηματικού προτύπου προσομοίωσης της κυκλοφορίας. Η εφαρμογή του προτύπου αυτού για την επιλογή της προτεινόμενης έκτασης εφαρμογής περιορισμών στην κυκλοφορία βαρέων οχημάτων βασίστηκε στον προσδιορισμό της ποσοστιαίας μεταβολής της μέσης ταχύτητας κίνησης των εναλλακτικών σεναρίων που εξετάστηκαν. Τα αποτελέσματα του προτύπου συνηγορούν υπέρ της επέκτασης της σημερινής περιοχής εφαρμογής των περιοριστικών ρυθμίσεων για την κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων. Στην τελική επιλογή θα πρέπει όμως να συνυπολογιστούν και παράμετροι που σχετίζονται με περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια τα οποία δεν εξετάζονται στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.*

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αντικείμενο της παρούσας έρευνας αφορά στη διερεύνηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων καθώς και στη διαμόρφωση προτάσεων για την κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων διακίνησης αγαθών στην κεντρική περιοχή της Αθήνας. Η διερεύνηση αυτή έχει ως απώτερο στόχο τη διατύπωση ολοκληρωμένων και ορθολογικών προτάσεων για τη βελτίωση των κυκλοφοριακών συνθηκών στο κέντρο της πόλης. Ταυτόχρονα, κρίνεται απαραίτητη η δυνατότητα ένταξης των προτεινόμενων λύσεων στο γενικότερο πλαίσιο μελλοντικών ρυθμίσεων που αποβλέπουν στον έλεγχο και την μείωση της επιβάρυνσης της κυκλοφορίας και του περιβάλλοντος από την κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων διακίνησης αγαθών (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΕΜΠ, 1999).

Σύμφωνα με το ισχύον νομικό καθεστώς (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΕΜΠ, 1999), η κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων και η τροφοδοσία των καταστημάτων στην Αθήνα διέπεται από μία σειρά περιορισμών οι οποίοι έχουν οριστεί από Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις (ΚΥΑ) και Αποφάσεις της Διεύθυνσης Τροχαίας Αττικής. Οι αποφάσεις αυτές αφορούν στη δημιουργία της «Μπλε ζώνης», του «Εσωτερικού δακτυλίου» και του «Εμπορικού Τριγώνου» και στην επιβολή περιορισμών στα ωράρια τροφοδοσίας των καταστημάτων και στην κυκλοφορία των οχημάτων. Ως περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας ορίζεται ο μικρός κυκλοφοριακός δακτύλιος της Αθήνας, με ιδιαίτερη έμφαση στην υπό-περιοχή του δακτυλίου αυτού η οποία για την εφαρμογή της απόφασης εφαρμογής περιορισμών στην κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων καλείται "Μπλε Ζώνη".

Η κυκλοφορία οχημάτων τροφοδοσίας σε έναν οδικό άξονα έχει απ' ευθείας επιρροή στις κυκλοφοριακές συνθήκες του άξονα. Κατά συνέπεια, τα βαρέα οχήματα για την εξυπηρέτηση των λειτουργιών τροφοδοσίας πέραν της επιρροής λόγω των στάσεων τους, επηρεάζουν σημαντικά την κυκλοφορία και κατά τη διάρκεια της κίνησής τους. Η επιρροή των οχημάτων τροφοδοσίας στην κυκλοφορία εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού (αριθμός λωρίδων, πλάτος λωρίδων, ύπαρξη διασταυρώσεων, κατά μήκος κλίση, κλπ.) καθώς και από την συλλογική σύνθεση της κυκλοφορίας αλλά και από την πυκνότητα της κίνησης των πεζών. Τα αποτελέσματα προηγούμενης μελέτης (ΥΠΕΧΩΔΕ-ΕΜΠ, 1999) έδειξαν ότι,

- Ο μεγαλύτερος αριθμός μετακινήσεων προς το κέντρο και εντός του κέντρου πραγματοποιείται από ελαφρά φορτηγά και φορτηγά ιδιωτικής χρήσεως
- Τα κυριότερα διακινούμενα είδη εμπορευμάτων προς το κέντρο είναι τα δομικά υλικά, καύσιμα και τρόφιμα
- Τα κυριότερα διακινούμενα είδη μέσα στο κέντρο είναι τα τρόφιμα
- Σε όλες τις περιπτώσεις καταγράφονται σημαντικές μετακινήσεις χωρίς φορτίο
- Σε γενικές γραμμές παρατηρούνται χαμηλές πληρότητες των φορτηγών τόσο των βαρέων όσο και των ελαφρών.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η διερεύνηση των επιπτώσεων, καθώς και η διαμόρφωση προτάσεων για την κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων διακίνησης αγαθών στην κεντρική περιοχή της Αθήνας

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η διερεύνηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων από την κυκλοφορία βαρέων οχημάτων διακίνησης αγαθών στην κεντρική περιοχή της Πρωτεύουσας βασίζεται στην αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης και στην εξέταση εναλλακτικών σεναρίων οριοθέτησης της περιοχής απαγόρευσης της κυκλοφορίας των βαρέων οχημάτων. Για το σκοπό αυτό διεξήχθη σε αρχική φάση μία έρευνα πεδίου τα εξαγόμενα της οποίας χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα αποτύπωσης της υφιστάμενης κατάστασης. Η επεξεργασία της υφιστάμενης κατάστασης και η εξέταση εναλλακτικών σεναρίων απαιτεί την χρήση μεθοδολογιών που είναι αρκετά ευέλικτες και ταχείς στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Η εκτίμηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων από τους περιορισμούς στην κυκλοφορία των φορτηγών αφορά στην μείωση του χρόνου μετακίνησης εντός της «μπλε ζώνης» και στις αντίστοιχες μεταβολές του χρόνου στις μετακινήσεις εκτός της ζώνης αυτής. Για την εκτίμηση της κυκλοφοριακής επιβάρυνσης από την κυκλοφορία των φορτηγών χρησιμοποιούνται τα αποτελέσματα των διερευνήσεων που έγιναν στη φάση συλλογής στοιχείων τα οποία επεξεργάζονται μέσω κατάλληλου λογισμικού προσομοίωσης.

Συγκεκριμένα, εφαρμόζεται μαθηματικό πρότυπο προσομοίωσης της κυκλοφορίας στην εξεταζόμενη περιοχή, κατάλληλα προσαρμοσμένο στις ανάγκες του προβλήματος, ώστε να είναι δυνατή η ποσοτικοποίηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων της κίνησης των βαρέων οχημάτων στο κέντρο της Αθήνας. Τονίζεται ότι ως περιοχή μελέτης δεν επιλέχθηκε μόνο η περιοχή της «μπλε ζώνης», αλλά και όλος ο μικρός δακτύλιος, στον οποίο περιλαμβάνεται η συγκεκριμένη ζώνη, προκειμένου να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις της εφαρμογής των περιορισμών και στο ευρύτερο περιβάλλον, όπως είναι πιο επιστημονικά ορθό και αντιπροσωπευτικό των πραγματικών συνθηκών. Για την εφαρμογή του μαθηματικού προτύπου, κρίθηκε αναγκαία η επανεκτίμηση των δεδομένων της συνολικής ζήτησης για μετακινήσεις στο δίκτυο (MAM, 1996).

Δηλαδή, το νέο μητρώο προέλευσης – προορισμού εκτιμήθηκε με βάση τα δεδομένα σύνθεσης του κυκλοφοριακού φόρτου σε επιλεγμένους συνδέσμους του δικτύου και του ήδη υπάρχοντος (ιστορικού μητρώου) ζήτησης. Το ιστορικό μητρώο ζήτησης προέρχεται από εκτενείς απογραφές των μετακινήσεων μεταξύ γεωγραφικών ζωνών της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας. Επιπρόσθετα, τα δεδομένα σύνθεσης του κυκλοφοριακού φόρτου χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση των ποσοστών της συνολικής ζήτησης για μετακινήσεις που αντιστοιχούν στις εξής κατηγορίες (MAM, 1996):

- 1) αυτοκίνητα Ι.Χ. και ταξί
- 2) λεωφορεία
- 3) φορτηγά οχήματα

Το νέο συνολικό μητρώο προέλευσης – προορισμού χρησιμοποιήθηκε στο μαθηματικό πρότυπο για την φόρτιση (καταμερισμό) της αντίστοιχης μεταφορικής ζήτησης στους υπό εξέταση άξονες. Επιπλέον, κατά τη διαδικασία του καταμερισμού της κυκλοφοριακής ζήτησης στο δίκτυο λήφθηκαν υπόψη οι διαφορές στο αντιληπτό κόστος μετακίνησης μεταξύ των χρηστών των παραπάνω κατηγοριών. Για την πιο ρεαλιστική αναπαράσταση της συμπεριφοράς των χρηστών κάθε κατηγορίας, το αντιληπτό κόστος (ή μέγεθος ωφελιμότητας) διακρίθηκε σε δύο συνιστώσες.

Η πρώτη συνιστώσα αφορά στο κόστος που σχετίζεται με το συνολικό χρόνο μετακίνησης (σε δευτερόλεπτα) στους συνδέσμους του δικτύου, συμπεριλαμβάνοντας και τον χρόνο καθυστέρησης στους (σηματοδοτούμενους ή μη σηματοδοτούμενους) κόμβους. Η δεύτερη συνιστώσα αφορά στη συνολική διανυόμενη απόσταση (ή επιβατο-χιλιόμετρα) μέσα στο δίκτυο. Το βάρος που αποδόθηκε στις συνιστώσες αυτές για κάθε κατηγορία σχετίζεται με το οριακό κόστος της επιβαλλόμενης διανυόμενης απόστασης των φορτηγών οχημάτων σε σχέση με την διανυόμενη απόσταση από τους χρήστες των υπόλοιπων κατηγοριών.

Το μαθηματικό πρότυπο που εφαρμόζεται έχει ως πρωταρχικό στόχο να καθορίσει τις σχέσεις καθυστερήσεων – φόρτων και επομένως το συνολικό κόστος μετακίνησης στους συνδέσμους. Οι πληροφορίες αυτές αποκτώνται με τον υπολογισμό των διαδρομών ελαχίστου χρόνου μεταξύ των διαφόρων ζωνών (προέλευσης – προορισμού) στις οποίες διαχωρίζεται το δίκτυο. Για τον υπολογισμό των διαδρομών ελαχίστου κόστους λήφθηκε υπόψη η σχέση μεταξύ χρόνου μετακίνησης και κυκλοφοριακού φόρτου, όπως καθορίζεται από το χρησιμοποιούμενο πρότυπο καταμερισμού της κυκλοφοριακής ζήτησης.

Το πρότυπο χρησιμοποιεί μια επαναληπτική τεχνική που βασίζεται σε ένα βέλτιστο συνδυασμό της μεθόδου "όλα ή τίποτα" (Φραντζεσκάκης και Γιαννόπουλος, 1995). Οι φόρτοι που παράγονται εισάγονται στο πρόγραμμα προσομοίωσης το οποίο υπολογίζει εκ νέου τις ουρές και τις καθυστερήσεις, για να εισαχθούν αυτές ξανά με τη σειρά τους στο αναλυτικό πρόγραμμα καταμερισμού. Οι επαναλήψεις συνεχίζονται μέχρις ότου ικανοποιηθούν διάφορα κριτήρια σύγκλισης. Τα κριτήρια αυτά σχετίζονται με την ικανοποίηση της θεμελιώδους υπόθεσης της αποκατάστασης μιας σταθερής κατάστασης ισορροπίας μεταξύ των απαιτούμενων χρόνων μετακίνησης στους συνδέσμους του δικτύου.

Το πρότυπο έχει επίσης τη δυνατότητα να αναλύει μια περιοχή σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας. Στο κέντρο της περιοχής που ενδιαφέρει, οι κυκλοφοριακές ικανότητες και οι καθυστερήσεις των κόμβων μπορούν να προσομοιωθούν αναλυτικά και να χρησιμοποιηθούν για να βρεθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια οι σχέσεις καθυστερήσεων - φόρτων για κάθε σύνδεσμο.

Ο υπολογισμός των κυκλοφοριακών επιπτώσεων εκφράζεται κυρίως σε ποσοτικοποιημένα κυκλοφοριακά μεγέθη, όπως η κυκλοφοριακή ικανότητα του άξονα, η μέση ταχύτητα, οι καθυστερήσεις, κλπ (Hway-Liem, 1998, Hackert et al. 2001). Με την κατάλληλη προσαρμογή των παραμέτρων του προτύπου, μπορεί να προσομοιωθούν με επιτυχία οι υφιστάμενες κυκλοφοριακές συνθήκες. Για την εκτίμηση της κυκλοφοριακής επιβάρυνσης που προκαλούν τα βαρέα οχήματα διατυπώνονται εναλλακτικά σενάρια περιορισμών για την κίνηση των βαρέων οχημάτων, τα οποία διαφοροποιούνται από την υφιστάμενη κατάσταση. Τα σενάρια αυτά διαμορφώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε, με κατάλληλες μεταβολές στα κυκλοφοριακά μεγέθη τα οποία υπεισέρχονται στο μαθηματικό πρότυπο, να είναι δυνατή, μετά την εφαρμογή του, η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις επιπτώσεις σε κάθε περίπτωση. Τα βασικά κριτήρια για την αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων είναι η μείωση της ταχύτητας κίνησης σε κάθε περίπτωση.

### 3. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Η αναλυτική αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης όπως αυτή παρουσιάστηκε στο προηγούμενο Κεφάλαιο επιτρέπει την επεξεργασία και διατύπωση εναλλακτικών σεναρίων για την οριοθέτηση της Μπλε Ζώνης με στόχο την μείωση της επιβάρυνσης στην κυκλοφορία και το περιβάλλον από την κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων. Για τη διατύπωση των εναλλακτικών σεναρίων ελήφθησαν υπόψη ποιοτικά όλα τα αποτελέσματα από την αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης. Ταυτόχρονα, στην διατύπωση των σεναρίων ελήφθησαν υπόψη όλες οι προβλεπόμενες κυκλοφοριακές παρεμβάσεις μεγάλης κλίμακας για την ευρύτερη περιοχή της Αθήνας.

Τα σενάρια που διατυπώθηκαν αφορούσαν αφενός στον ακριβή καθορισμό των εναλλακτικών ορίων της Μπλε Ζώνης και αφετέρου στο ποσοστό των φορτηγών που ενδέχεται να εισέλθει στη Μπλε Ζώνη με βάση τα στοιχεία που προέκυψαν από τις μετρήσεις και περιγράφουν την υπάρχουσα κατάσταση.

Σημειώνεται ότι τα σενάρια που επελέγησαν και εξετάστηκαν αφορούσαν τις ήδη ισχύουσες ώρες των περιορισμών. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκαν οι κυκλοφοριακές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις για τα παρακάτω πέντε σενάρια:

- **Μηδενικό Σενάριο:** εφαρμογή της Μπλε Ζώνης με τα υφιστάμενα όρια αλλά να εφαρμόζεται από ένα ποσοστό των βαρέων οχημάτων όπως προέκυψε από τις μετρήσεις της έρευνας πεδίου. Υπενθυμίζεται ότι η σημερινή Μπλε Ζώνη ορίζεται από τις οδούς: Ερμού – πλ. Συντάγματος – Φιλελλήνων – Βασ. Αμαλίας – Βασ. Όλγας – Βασ. Κωνσταντίνου – Πausανίου – Ρηγίλλης – Βασ. Σοφίας – Σέκερη – Σόλωνος – Μπότσια – Στουρνάρα – Μάρνης – Μενάνδρου – Πειραιώς – Σωκράτους – Λυκούργου – Αθηνάς – Ερμού.
- **Σενάριο 1:** εφαρμογή της Μπλε Ζώνης με νέα όρια. Συγκεκριμένα, η οριοθέτηση της εξεταζόμενης σε αυτό το σενάριο Μπλε Ζώνης καθορίζεται από τις οδούς: Ερμού – πλ. Συντάγματος – Βασ. Σοφίας – Σέκερη – Σόλωνος – Καποδιστρίου – Γ' Σεπτεμβρίου – πλ. Ομονοίας – Αθηνάς – Ερμού. Τα χαρακτηριστικά αυτής της περιοχής είναι τα εξής: Περιοχή μικρότερη από τη σημερινή μπλε ζώνη, τριγωνικό σχήμα ορισμένο από μεγάλους δρόμους, εύκολα απομνημόνευσιμη από τους οδηγούς φορτηγών και ευκολότερη αστυνόμευση της περιοχής.
- **Σενάριο 2:** εφαρμογή της Μπλε Ζώνης με νέα όρια. Συγκεκριμένα, η οριοθέτηση της εξεταζόμενης σε αυτό το σενάριο Μπλε Ζώνης καθορίζεται από τις οδούς: Ερμού – πλ. Συντάγματος – Φιλελλήνων – Βασ. Αμαλίας – Βασ. Όλγας – Βασ. Κωνσταντίνου – Ερατοσθένους – Ευτυχίδου – Σπ. Μερκούρη – Ριζάρη – Βασ. Σοφίας – Σέκερη – Σόλωνος – Πινδάρου – Σκουφά – Ασκληπιού – Αραχώβης – Στουρνάρα – Γ' Σεπτεμβρίου – πλ. Ομονοίας – Πειραιώς – Ασωμάτων – Ερμού. Τα χαρακτηριστικά αυτής της περιοχής είναι τα εξής: Περιοχή μεγαλύτερη από τη σημερινή μπλε ζώνη και περικλείει περιοχές όπου εμφανίζεται ιδιαίτερο πρόβλημα από την κίνηση των φορτηγών (π.χ. Παγκράτι).

- **Σενάριο 3:** εφαρμογή της Μπλε Ζώνης με τα υφιστάμενα όρια με απόλυτη εφαρμογή των περιορισμών.
- **Σενάριο 4:** Κατάργηση της Μπλε Ζώνης όπως είναι σήμερα. Το γεγονός αυτό όπως προέκυψε από τα ερωτηματολόγια θα επιφέρει σημαντική αύξηση του αριθμού των βαρέων οχημάτων που θα κάνουν χρήση της περιοχής. Για το λόγο αυτό στην περίπτωση αυτή εξετάστηκαν τρία υπο-σενάρια. Το πρώτο εξέτασε την περίπτωση κατά την οποία ο αριθμός των κυκλοφορούντων φορτηγών αυξάνεται κατά 50%. Το δεύτερο υπο-σενάριο εξέτασε την περίπτωση κατά την οποία ο αριθμός των κυκλοφορούντων βαρέων οχημάτων στην περιοχή διπλασιάστηκε. Τέλος, το τρίτο υπο-σενάριο διερεύνησε κυκλοφοριακές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τον τετραπλασιασμό των βαρέων οχημάτων στην περιοχή μελέτης.

Για τα πέντε αυτά σενάρια υπολογίστηκαν αναλυτικά οι κυκλοφοριακές και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η υιοθετηθείσα μεθοδολογία και τα μαθηματικά πρότυπα για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων αυτών παρουσιάστηκαν αναλυτικά παραπάνω. Από τους αναλυτικούς υπολογισμούς που θα επακολουθήσουν θα καταστεί δυνατή η συνδυασμένη αξιολόγηση των επιπτώσεων των τριών παραμέτρων και η επιλογή της προτεινόμενης λύσης.

#### **4. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ**

Η κυκλοφορία και η στάση των οχημάτων που εξυπηρετούν τις λειτουργίες συλλογής και διανομής αγαθών έχει μία απ' ευθείας επιρροή στην κυκλοφοριακή ικανότητα του οδικού άξονα. Τα βαρέα οχήματα που εξυπηρετούν τις λειτουργίες αυτές συντελούν στην υποβάθμιση των κυκλοφοριακών συνθηκών επί των αξόνων που κινούνται. Στο πλαίσιο αυτού του ερευνητικού έργου εξετάστηκαν οι νέες κυκλοφοριακές συνθήκες για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα εναλλακτικά σενάρια με βάση τους συντελεστές επιβάρυνσης λόγω της κυκλοφορίας των οχημάτων αυτών. Η εισαγωγή των νέων κυκλοφοριακών συνθηκών για κάθε εναλλακτικό σενάριο στο μαθηματικό πρότυπο προσομοίωσης της κυκλοφορίας επέτρεψε τον ποσοτικοποιημένο προσδιορισμό των κυκλοφοριακών επιπτώσεων των εξεταζόμενων σεναρίων.

##### **4.1. Υπολογισμός Κυκλοφοριακών Επιπτώσεων**

Η εκτεταμένη έρευνα πεδίου που έγινε με σκοπό την καταγραφή των τυχόν παραβάσεων από τους οδηγούς των βαρέων οχημάτων απέδειξε ότι ένα μέρος αυτών δεν τηρεί τους περιορισμούς, ιδιαίτερα σε ώρες αιχμής. Μετρήθηκε η ταχύτητα στα διάφορα οδικά τμήματα της μπλε ζώνης και κατ' επέκταση του μικρού δακτυλίου και καταγράφηκε και η σύνθεση της κυκλοφορίας ανά οδικό τμήμα. Τα σημαντικότερα αποτελέσματα που περιέγραφαν την υφιστάμενη κατάσταση παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 2. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισόδου στο μαθηματικό πρότυπο κυκλοφορίας με σκοπό την αναπαράσταση της υφιστάμενης κατάστασης.

Η εφαρμογή του προτύπου αφορά σε συνθήκες κυκλοφορίας με εναλλακτική οριοθέτηση της Μπλε Ζώνης και διαφοροποιήσεις στα ποσοστά των βαρέων οχημάτων που διέρχονται από αυτήν. Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων των επιλεγέντων σεναρίων κατέστη δυνατός ο προσδιορισμός της μεταβολής των κυκλοφοριακών συνθηκών. Ο υπολογισμός αυτός αφορά στις νέες κυκλοφοριακές συνθήκες των αξόνων της εξεταζόμενης περιοχής λόγω τόσο των εναλλακτικών οριοθετήσεων της Μπλε Ζώνης όσο και των μεταβολών στα ποσοστά των διερχόμενων φορτηγών. Ο υπολογισμός των κυκλοφοριακών επιπτώσεων εκφράζεται ποσοτικά ως η μεταβολή της μέσης ταχύτητας κυκλοφορίας των οχημάτων στο εξεταζόμενο οδικό δίκτυο.

Από την εφαρμογή των εξεταζόμενων σεναρίων προκύπτουν αξιοσημείωτες μεταβολές στο δίκτυο. Συγκεκριμένα, παρατηρείται αναδιανομή των φόρτων στους συνδέσμους του δικτύου, καθώς και μεταβολές στην ταχύτητα κίνησης (Τζιαφέτας 1991). Οι ποσοστιαίες μεταβολές της μέσης ταχύτητας για τα εναλλακτικά σενάρια σε σχέση με το Μηδενικό Σενάριο, παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω Πίνακα 1.

**Πίνακας 1. Ποσοστιαίες μεταβολές της ταχύτητας από την εφαρμογή των εναλλακτικών σεναρίων.**

Εναλλακτικά Σε- νάγια	Εντός Μπλε Ζώνης	Εντός Μικρού Δακτυ- λίου	Όρια Μπλε Ζώνης
Σενάριο 1	+ 11 %	+ 0,8 %	- 4,3 %
Σενάριο 2	+ 16 %	+ 7,8 %	- 7,1 %
Σενάριο 3	+ 11 %	+ 1,1 %	- 4,7 %
Σενάριο 4	<b>Ποσοστιαία μεταβολή ταχύτητας εντός Μπλε Ζώνης σε σχέση με Μηδενικό Σενάριο</b>		
	Αύξηση ποσοστού φορτη- γών κατά 50%	Διπλασιασμός ποσο- στού φορτηγών	Τετραπλασιασμός πο- σοστού φορτηγών
	- 5,54 %	- 7,23 %	- 8,53 %

Παρατηρείται ότι για το Σενάριο 1, οριοθέτηση Μπλε Ζώνης σε μικρότερη περιοχή από τη σημερινή, εντός της Μπλε Ζώνης και του Μικρού Δακτυλίου η μέση ταχύτητα αυξάνεται κατά 11% και 0,8% αντίστοιχα, ενώ στα όρια της Μπλε Ζώνης η ταχύτητα μειώνεται κατά 4,3%.

Για το Σενάριο 2, οριοθέτηση Μπλε Ζώνης σε περιοχή μεγαλύτερη από τη σημερινή, παρατηρείται εντός της Μπλε Ζώνης και του Μικρού Δακτυλίου αύξηση της μέσης ταχύτητας κατά 16% και 7,8% αντίστοιχα. Αντίθετα, στα όρια της Μπλε Ζώνης η ταχύτητα μειώνεται κατά 7,1%.

Η εξέταση του Σεναρίου 3, απόλυτη εφαρμογή των απαγορεύσεων στη σημερινή Μπλε Ζώνη, οδήγησε σε αύξηση της ταχύτητας κίνησης εντός της Μπλε Ζώνης κατά 11% και εντός του Μικρού Δακτυλίου κατά 1,1%. Η επερχόμενη μείωση στα όρια της Μπλε Ζώνης υπολογίστηκε ίση με 4,7%. Σημειώνεται ότι η δι-  
αρκής μείωση της μέσης ταχύτητας στα όρια της εκάστοτε Μπλε Ζώνης οφείλεται στη συγκέντρωση βα-  
ρέων οχημάτων περιμετρικά της οροθετημένης περιοχής.

Τέλος, η κατάργηση της Μπλε Ζώνης, που συνεπάγεται αύξηση του ποσοστού των διερχομένων φορτη-  
γών, επιφέρει σημαντικές μειώσεις στη μέση ταχύτητα κίνησης ανάλογα με το ποσοστό των βαρέων οχη-  
μάτων που διέρχονται από την εξεταζόμενη περιοχή. Οι απόλυτες τιμές των μέσων ταχυτήτων κίνησης  
για τα εναλλακτικά σενάρια που εξετάστηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί.

**Πίνακας 2. Απόλυτες τιμές της ταχύτητας κίνησης (km/h) για τα εναλλακτικά σενάρια που εξετάστηκαν.**

Εναλλακτικά Σενάρια	Εντός Μπλε Ζώνης		Εντός Μικρού Δακτυλίου	
Μηδενικό Σενάριο	12,85		20,90	
Σενάριο 1	Χωρίς περιορισμούς	Με περιορισμούς	Χωρίς περιορι- σμούς	Με περιορι- σμούς
	11,87	13,31	20,90	21,07
Σενάριο 2	Χωρίς περιορισμούς	Με περιορισμούς	Χωρίς περιορι- σμούς	Με περιορι- σμούς
	13,11	15,21	20,90	22,53
Σενάριο 3	14,26		21,13	

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η εξέταση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων από την εφαρμογή καθενός από τα τέσσερα σενάρια και τα υπο-σενάρια που αφορούσαν αφενός στην οριοθέτηση της Μπλε Ζώνης και αφετέρου σε εναλλακτικά ποσοστά φορτηγών που διέρχονται από την εξεταζόμενη περιοχή, έδειξε ότι προκύπτουν μεταβολές στο δίκτυο. Συγκεκριμένα, παρατηρείται αναδιανομή των φόρτων στους συνδέσμους του δικτύου, καθώς και μεταβολές στην ταχύτητα κίνησης.

Η επιλογή της προτεινόμενης λύσης βασίζεται σε συνδυαστική αξιολόγηση των κυκλοφοριακών και περι-  
βαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από την εφαρμογή του εκάστοτε σεναρίου. Θα πρέπει όμως  
να επισημανθεί ότι η εφαρμογή του κάθε σεναρίου χαρακτηρίζεται από **διαφορετικό βαθμό δυσκολίας** τό-  
σο όσον αφορά την **απρόσκοπη λειτουργία** του όσο και την **αστυνόμευσή του**. Επίσης, η τελική επιλογή  
οφείλει να συνυπολογίσει και πιθανές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις που είθισται να επιφέρει οποιο-  
δήποτε μέτρο απαγόρευσης της κυκλοφορίας.

Από κυκλοφοριακής απόψεως, η μελέτη των κυκλοφοριακών επιπτώσεων που προέκυψαν από την ε-  
φαρμογή του εκάστοτε σεναρίου και προσδιορίστηκαν με τη χρήση του μαθηματικού προτύπου προσο-

μοίωσης, ανέδειξε σημαντικές μεταβολές στη μέση ταχύτητα κίνησης στο υπό εξέταση δίκτυο. Όπως είναι φυσικό, η εφαρμογή της Μπλε Ζώνης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης ταχύτητας κίνησης τόσο στην οριοθετημένη περιοχή όσο και σε ολόκληρο τον εσωτερικό δακτύλιο, αν και η αύξηση της ταχύτητας κίνησης στον δακτύλιο συνολικά είναι μικρότερη από ότι στην περιοχή της "μπλε ζώνης". Αντίθετα, η ταχύτητα κίνησης φαίνεται να μειώνεται στα όρια της Μπλε Ζώνης για οποιοδήποτε από τα σενάρια που εξετάστηκαν. Αυτό συμβαίνει διότι οι οδηγοί των βαρέων οχημάτων, μη μπορώντας να εισέλθουν στη Μπλε Ζώνη, επιλέγουν να κινηθούν στα όρια αυτής δυσχεραίνοντας τις κυκλοφοριακές συνθήκες επί των περιφερειακών αξόνων με αποτέλεσμα η μέση ταχύτητα κίνησης να εμφανίζεται μειωμένη στις οδούς αυτές.

Λαμβάνοντας ως δεδομένο πλέον το γεγονός ότι *κατάργηση της μπλε ζώνης θα οδηγούσε σε σημαντική μείωση της μέσης ταχύτητας κίνησης των οχημάτων*, το επόμενο στάδιο ήταν να εξεταστούν εναλλακτικές οριοθετήσεις της μπλε ζώνης. Όπως προαναφέρθηκε στο παρών κεφάλαιο, εξετάστηκε πλήθος εναλλακτικών σεναρίων, τρία από τα οποία εξετάστηκαν σε βάθος. Οι ποσοστιαίες μεταβολές της ταχύτητας κίνησης για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα σενάρια οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το *μεγαλύτερο κυκλοφοριακό όφελος προκύπτει από την εφαρμογή του Σεναρίου 2 που προβλέπει την επέκταση της σημερινής Μπλε Ζώνης*. Ένας τέτοιος σχεδιασμός αναμένεται να αυξήσει τη μέση ταχύτητα κίνησης εντός της Μπλε Ζώνης κατά 16% και στην περιοχή του εσωτερικού δακτυλίου κατά 7,8%.

Η εφαρμογή των εναλλακτικών σεναρίων που περιγράφηκαν παραπάνω οδήγησε επιπλέον στη διερεύνηση και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που θα επέλθουν. Από τα αποτελέσματα του υπολογισμού των συγκεντρώσεων με τη χρήση του μοντέλου οδικής χαράδρας σε αντιπροσωπευτικούς δρόμους, προκύπτει ότι η εφαρμογή των μέτρων του *Σεναρίου 2 οδηγεί σε αξιόλογη μείωση των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίου του αζώτου, υδρογονάνθρακα, σωματιδίων (PM10) και διοξειδίου του θείου*. Το περιβαλλοντικό όφελος από την εφαρμογή του Σεναρίου 2, που προβλέπει επέκταση της σημερινής Μπλε Ζώνης, εμφανίζεται ιδιαίτερα σημαντικό σε επιμέρους οδικές αρτηρίες όπου άλλωστε υπάρχει και το μεγαλύτερο πρόβλημα. Ως δεύτερο την τάξη σενάριο από περιβαλλοντικής απόψεως εμφανίζεται το Σενάριο 1 που προβλέπει μείωση των ορίων της υφιστάμενης Μπλε Ζώνης. Αντίθετα, *η κατάργηση της Μπλε Ζώνης*, όπως εκφράζεται από την εφαρμογή του Σεναρίου 4, *οδηγεί σε σημαντικές αυξήσεις στα ποσοστά των ρύπων που εξετάστηκαν*.

Εάν αυτό το περιβαλλοντικό όφελος που προέκυψε από την εφαρμογή του δεύτερου σεναρίου συνδυαστεί με το αντίστοιχο όφελος στις κυκλοφοριακές συνθήκες, προκύπτει ότι η επιλογή του Σεναρίου 2 μπορεί να θεωρηθεί σκόπιμη. Δεδομένου όμως ότι οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις καθώς και η δυσκολία αστυνόμευσης της περιοχής αυξάνονται με την επέκταση της Μπλε Ζώνης που προτείνεται από το δεύτερο σενάριο, κρίνεται απαραίτητο να συνηυπολογισθούν και επιπτώσεις τέτοιου είδους για την επιλογή της προτεινόμενης λύσης. Είναι σαφές ότι οι κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις είναι μικρότερες από την εφαρμογή του Σεναρίου 1 που προβλέπει τον περιορισμό της έκτασης της σημερινής Μπλε Ζώνης. Επίσης, μικρότερη περιοχή απαγόρευσης της κυκλοφορίας οδηγεί και σε ευκολότερη αστυνόμευση της περιοχής.

Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο να εξεταστεί η θεώρηση για την τελική επιλογή της προτεινόμενης λύσης μέσω μίας συνδυαστικής (πολυκριτηριακής) αξιολόγησης πολλών παραμέτρων που ενδέχεται να επηρεάσουν την επιτυχία της εφαρμογής της μπλε ζώνης.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται αναλυτικότερα η πολυκριτηριακή συλλογιστική για την επιλογή της προτεινόμενης έκτασης της μπλε ζώνης. Με βάση την μέθοδο της απλής συγκριτικής παράθεσης μέσω κατάλληλα δομημένου πίνακα αποφάσεων (decision tableau), θεωρούνται επτά (7) βασικά κριτήρια τα οποία ενδέχεται να επηρεάσουν την επιτυχία της εφαρμογής του μέτρου της μπλε ζώνης:

1. *Κυκλοφοριακές βελτιώσεις εντός των ορίων της μπλε ζώνης* - οι επιπτώσεις αυτές αναφέρονται στα αποτελέσματα του κυκλοφοριακού προτύπου προσομοίωσης που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3 σχετικά με τη μείωση της μέσης ταχύτητας κυκλοφορίας εντός της εκάστοτε μπλε ζώνης.
2. *Περιβαλλοντικές βελτιώσεις εντός των ορίων της μπλε ζώνης* - οι επιπτώσεις αυτές αναφέρονται στα αποτελέσματα του περιβαλλοντικού προτύπου που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 4 σχετικά με τη μείωση των ρύπων εντός της εκάστοτε μπλε ζώνης.
3. *Κυκλοφοριακές βελτιώσεις στο μικρό δακτύλιο συνολικά* - οι επιπτώσεις αυτές αναφέρονται στα αποτελέσματα του κυκλοφοριακού προτύπου προσομοίωσης που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3 σχετικά με τη μείωση της μέσης ταχύτητας κυκλοφορίας στη συνολική έκταση του μικρού δακτυλίου.

4. *Περιβαλλοντικές βελτιώσεις στο μικρό δακτύλιο συνολικά* - οι επιπτώσεις αυτές αναφέρονται στα αποτελέσματα του περιβαλλοντικού προτύπου που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 4 σχετικά με τη μείωση των ρύπων στη συνολική έκταση του μικρού δακτυλίου.
5. *Κοινωνικές επιπτώσεις* - οι επιπτώσεις αυτές αναφέρονται στις πιθανές αντιδράσεις των καταστηματαρχών και εργαζομένων στη περιοχή που θα περικλείεται από την εκάστοτε μπλε ζώνη, αλλά και τις αντιδράσεις των εταιρειών στις οποίες ανήκουν τα φορτηγά.
6. *Ευκολία κατανόησης* - οι επιπτώσεις αυτές αναφέρονται στην ευκολία κατανόησης και σεβασμού των ορίων της εκάστοτε μπλε ζώνης από τους οδηγούς των βαρέων οχημάτων.
7. *Ευκολία αστυνόμευσης* - οι επιπτώσεις αυτές αναφέρονται στην ευκολία εφαρμογής των περιορισμών από την μεριά της τροχαίας.

Σε κάθε μία από τις επτά επιπτώσεις, τα τρία σενάρια που εξετάζονται μπορούν να λάβουν βαθμό από 1 έως 3, ανάλογα με τη σχετική τους αξιολόγηση στο εκάστοτε κριτήριο. Για παράδειγμα, στο κριτήριο *Κυκλοφοριακές επιπτώσεις στη μπλε ζώνη*, το Σενάριο 2 (επέκταση της υπάρχουσας μπλε ζώνης) βαθμολογείται ως η καλύτερη λύση (παίρνει δηλαδή το βαθμό 1) εφόσον η αύξηση στη μέση ταχύτητα κίνησης οχημάτων στη περίπτωση αυτή είναι η μεγαλύτερη. Η υφιστάμενη κατάσταση (με αυστηρή όμως εφαρμογή της απαγόρευσης κίνησης) και το Σενάριο 1 (σύμπτωση της μπλε ζώνης με το εμπορικό τρίγωνο) λαμβάνουν το βαθμό 2,5 καθώς και οι δύο οδηγούν στην ίδια μείωση της μέσης ταχύτητας κίνησης των οχημάτων εντός των ορίων της εκάστοτε μπλε ζώνης. Ακολουθώντας την ίδια λογική δίδεται κατάλληλος βαθμός και για τα τρία σενάρια σε σχέση με τις επτά επιπτώσεις. Στη συνέχεια, ο βαθμός της εκάστοτε εναλλακτικής για τη κάθε επίπτωση πολλαπλασιάζεται με τη βαρύτητα της επίπτωσης (κριτήριο) και εξάγεται η συνολική βαθμολογία του κάθε σεναρίου. Να σημειωθεί εδώ ότι όλες οι επιπτώσεις θεωρήθηκαν ισοδύναμες, δηλαδή όλες είχαν βαρύτητα ίση με 0,143.

**Πίνακας 3. Πίνακας Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Προτεινόμενων Σεναρίων**

Κριτήριο	Βαρύτητα	Υφιστάμενη	Επέκταση	
			Μικρή Σενάριο 1	Μεγάλη Σενάριο 2
Κυκλοφοριακές Βελτιώσεις στη Μπλε Ζώνη	0.143	2.5	2.5	1
Περιβαλλοντικές Βελτιώσεις στη Μπλε Ζώνη	0.143	2.5	2.5	1
Κυκλοφοριακές Βελτιώσεις Εκτός της Μπλε Ζώνης	0.143	2	3	1
Περιβαλλοντικές Βελτιώσεις Εκτός της Μπλε Ζώνης	0.143	3	2	1
Κοινωνικές Επιπτώσεις	0.143	2	1	3
Ευκολία Κατανόησης	0.143	2	1	3
Ευκολία Αστυνόμευσης	0.143	2	1	3
<b>Συνολικός Βαθμός</b>		2.288	1.859	1.859

Ο συνολικός βαθμός των τριών εναλλακτικών εμφανίζεται στο τέλος του Πίνακα. Να σημειωθεί ότι η *χαμηλότερη βαθμολογία* αντιστοιχεί στη καταλληλότερη επιλογή, ενώ η *υψηλότερη βαθμολογία* στη λιγότερο κατάλληλη επιλογή. Έτσι, από τα αποτελέσματα του Πίνακα 3, εμφανίζονται τα Σενάρια 1 (μπλε ζώνη στα όρια του εμπορικού τριγώνου) και 2 (επέκταση της μπλε ζώνης) ως τα καλύτερα, με εμφανή τα προτερήματα της κάθε επιλογής. Δηλαδή ενώ το Σενάριο 2 υπερτερεί σε κυκλοφοριακά και περιβαλλοντικά θέματα, το Σενάριο 1 υπερτερεί σε θέματα κοινωνικών επιπτώσεων, κατανόησης των ορίων και αστυνόμευσης. Να σημειωθεί ότι η διατήρηση της μπλε ζώνης στα υπάρχοντα όρια αλλά με αυστηρή εφαρμογή των περιορισμών θεωρείται ως η λιγότερο προτιμητέα επιλογή. Βέβαια, η ακριβής επιλογή των ορίων της μπλε ζώνης έχει και μια "πολιτική" συνιστώσα, η οποία δεν εξετάστηκε στα πλαίσια του παρόντος ερευνητικού προγράμματος.

Από τα συμπεράσματα που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα αυτού του Κεφαλαίου, φαίνεται ότι επικρατέστερο για εφαρμογή είναι ένα εκ των Σεναρίων 1 και 2. Το μεν πρώτο προβλέπει τη δημιουργία της Μπλε Ζώνης στην περιοχή του σημερινού ιστορικού τριγώνου, ενώ το δεύτερο σενάριο επεκτείνει τη σημερινή Μπλε Ζώνη ούτως ώστε να συμπεριλάβει και περιοχές με έντονα κυκλοφοριακά προβλήματα όπως, για παράδειγμα, το Παγκράτι.

Οι προτεινόμενες ρυθμίσεις θα πρέπει να ενσωματωθούν σε μία *συνολική προσέγγιση διαχείρισης της κυκλοφορίας*, της στάθμευσης και του συστήματος μεταφορών της Πρωτεύουσας. Από τις παραπάνω αναλύσεις, προέκυψε ότι οι ρυθμίσεις που προτείνονται δύναται να επιφέρουν σημαντικά θετικές συνέπειες τόσο στις κυκλοφοριακές όσο και στις περιβαλλοντικές συνθήκες στην εξεταζόμενη περιοχή.

Θα είχε όμως ιδιαίτερο ενδιαφέρον να εξεταστεί η επιρροή των προτεινόμενων ρυθμίσεων για την οριοθέτηση της Μπλε Ζώνης σε συνδυασμό και με τις άλλες παρεμβάσεις στο σύστημα μεταφορών (ιδιαίτερα εκείνες που αφορούν στην στάθμευση, τα ωράρια των καταστημάτων και τις λεωφορειολωρίδες) έτσι ώστε να ποσοτικοποιηθεί η συνολική επιρροή, η οποία θα είναι ασφαλώς διαφορετική από το άθροισμα των αντίστοιχων επιμέρους επιρροών. Η προτεινόμενη μεθοδολογία που υιοθετήθηκε στο πλαίσιο του παρόντος ερευνητικού έργου μπορεί να αξιοποιηθεί για την συνδυαστική αξιολόγηση της επιρροής οποιουδήποτε τύπου κυκλοφοριακών παρεμβάσεων.

Σημειώνεται πάντως ότι η τάξη μεγέθους των επιπτώσεων από την εφαρμογή των μέτρων για την τροφодοσία δεν αναμένεται να μεταβληθεί αν εφαρμοστούν παράλληλα και άλλες ρυθμίσεις, όπως αυτές που περιγράφονται παραπάνω. Επομένως, η σκοπιμότητα εφαρμογής του προτεινόμενου σεναρίου δεν αναμένεται να μεταβληθεί στην περίπτωση αυτή.

Για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή του προτεινόμενου σεναρίου θεωρείται σκόπιμο να εφαρμοσθεί ένα ολοκληρωμένο σχέδιο πληροφόρησης και ενημέρωσης των ενδιαφερομένων (επιχειρήσεις, μεταφορικές εταιρίες, οδηγοί βαρέων οχημάτων) ούτως ώστε να διασφαλιστεί η θετική ανταπόκρισή τους και η συμμόρφωσή τους απέναντι στα μέτρα. Υπενθυμίζεται ότι όπως προέκυψε από την έρευνα με χρήση ερωτηματολογίων το 23% των ερωτηθέντων οδηγών βαρέων οχημάτων δεν γνώριζε την ύπαρξη των περιορισμών. Επίσης, ένα συντονισμένο πρόγραμμα δημοσιότητας των ρυθμίσεων και των επιπτώσεων που αυτές επιφέρουν (μέσω εφημερίδων, τηλεόρασης, ραδιοφώνου, internet, περιοδικού τύπου, κλπ.), μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία κλίματος αποδοχής των μέτρων από τους πολίτες και τους οδηγούς βαρέων οχημάτων και να οδηγήσει στη μεγαλύτερη επιτυχία των προτεινόμενων μέτρων.

Τέλος, ένα ολοκληρωμένο σχέδιο αστυνόμευσης των ρυθμίσεων, το οποίο θα περιλαμβάνει καθημερινές περιπολίες στα όρια και εντός της Μπλε Ζώνης, σε συνδυασμό με ένα αποτελεσματικό σύστημα επιβολής κυρώσεων κρίνεται απόλυτα αναγκαίο ούτως ώστε η εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων να μην απονήσει όπως συνηθίζεται. Παράλληλα, η επαρκής και ευδιάκριτη σήμανση της εξεταζόμενης περιοχής δύναται να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα μη πληροφόρησης των περιοριστικών μέτρων από τους οδηγούς. Η υιοθέτηση των προτάσεων αυτών είναι δυνατή να οδηγήσει σε ένα φιλικότερο προς την κυκλοφορία και το περιβάλλον σύστημα διακίνησης αγαθών στην κεντρική περιοχή της Αθήνας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

*MAM, Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό, "Απογραφή χαρακτηριστικών των μετακινήσεων, Έρευνα φορτηγών", Αττικό Μετρό Α.Ε., 1996.*

Γ. Ν. Τζιαφέτας, "Εισαγωγικά Μαθήματα Στατιστικής", Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 1991.

*Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. – Ε.Μ.Π - Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών – Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής. "Κυκλοφοριακές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις λειτουργίες συλλογής και διανομής προσώπων και αγαθών". Ερευνητικό έργο – Αθήνα, Μάρτιος 1999.*

*Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γιαννόπουλος Γ.Α., "Σχεδιασμός των Μεταφορών και Κυκλοφοριακή Τεχνική", Τόμος 1, Γ' Έκδοση.*

Hway-liem, OEI, SWOV Institution for Road Safety Research, "The effect of enforcement on speed behavior: A literature study". MASTER. Contract No. RO-96-SC.202, June 1998.

Hakkert, AS, V. Gitelman, A. cohen, E. Doveh, T. Umansky, "The evaluation of effects on driver behavior and accidents of concentrated general enforcement on interurban roads in Israel". Transportation Research Institute, The Technion Statistics Laboratory, Israel, Accident Analysis and Prevention 33 (2001) 43-63.

Ο **Ματθαίος Καρλαύτης** είναι Λέκτορας στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Είναι Πολιτικός Μηχανικός - Συγκοινωνιολόγος με 10 χρόνια εμπειρία σε μεγάλο αριθμό ελληνικών και διεθνών ερευνητικών έργων



στους τομείς της κυκλοφοριακής τεχνικής, του σχεδιασμού μεταφορικών συστημάτων και των αστικών συγκοινωνιών. Έχει δημοσιεύσει σημαντικό αριθμό επιστημονικών εργασιών στους τομείς αυτούς.

Ο **Ιωάννης Γκόλιας** είναι Καθηγητής και Διευθυντής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Είναι Πολιτικός Μηχανικός - Συγκοινωνιολόγος με περισσότερα από 25 έτη εμπειρία σε μεγάλο αριθμό ελληνικών και διεθνών ερευνητικών έργων και μελετών στους τομείς της κυκλοφοριακής τεχνικής της οδικής ασφάλειας και του συγκοινωνιακού σχεδιασμού. Έχει δημοσιεύσει σημαντικό αριθμό επιστημονικών εργασιών.

Ο **Γιώργος Γιαννής** είναι Λέκτορας στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Είναι Πολιτικός Μηχανικός - Συγκοινωνιολόγος με περισσότερα από 15 έτη εμπειρία σε μεγάλο αριθμό ελληνικών και διεθνών ερευνητικών έργων και μελετών στους τομείς της οδικής ασφάλειας, των πληροφοριακών συστημάτων και του συγκοινωνιακού σχεδιασμού. Έχει δημοσιεύσει σημαντικό αριθμό επιστημονικών εργασιών και είναι σήμερα Πρόεδρος του Συλλόγου Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων.