

Αξιολόγηση Κυκλοφοριακών Επιπτώσεων Πρότυπων Ρυθμίσεων Κυκλοφορίας και Στάθμευσης στο Κέντρο της Αθήνας

Γιώργος Γιαννής¹, Ελένη Βλαχογιάννη¹, Ελένη Παπατζίκου¹,
Παναγιώτης Παπαδάκος², Μαρία Οικονόμου¹

¹Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής,
Ηρώων Πολυτεχνείου 5, Ζωγράφου, Αθήνα 157 73

²Πολιτικός Μηχανικός-Συγκοινωνιολόγος, Ιφικράτους 4, 11634, Αθήνα
E-mail: epapatzi@central.ntua.gr

Σύνοψη

Στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις, για τη στρατηγική ανάπτυξη των συγκοινωνιακών συστημάτων αναζητούνται συνεχώς λύσεις ήπιων παρεμβάσεων οδηγώντας στη βιώσιμη κινητικότητα. Στο κέντρο της Αθήνας παρατηρούνται καθυστερήσεις στις μετακινήσεις, υψηλοί χρόνοι διαδρομής και περιβαλλοντική επιβάρυνση. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων πρότυπων ρυθμίσεων κυκλοφορίας και στάθμευσης στο κέντρο της Αθήνας, στο πλαίσιο του Μεγάλου Περιπάτου της Αθήνας. Η εκτίμηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων των προτεινόμενων ρυθμίσεων πραγματοποιήθηκε μέσω μακροσκοπικής προσομοίωσης της κυκλοφορίας και αποτιμήθηκε αναφορικά με δύο περιοχές ανάλυσης (κεντρική περιοχή και ευρύτερη περιοχή). Οι κυκλοφοριακές επιπτώσεις εξετάστηκαν μέσω δεικτών απόδοσης, σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος μεταφορών για την υφιστάμενη κατάσταση και για τα εναλλακτικά σενάρια ρυθμίσεων, από τα οποία προέκυψε το επικρατέστερο σενάριο μέσω πολυκριτηριακής αξιολόγησης. Με βάση τους δείκτες απόδοσης, το επικρατέστερο σενάριο οδήγησε σε σημαντικά οφέλη, επιτυγχάνοντας σημαντική ανάκτηση δημόσιου χώρου εισάγοντας στην Αθήνα νέες και βιώσιμες πρακτικές κινητικότητας με ουσιαστική προτεραιότητα στα Μ.Μ.Μ. και στην ασφαλής και άνετη κίνηση πεζών και ποδηλάτων, χωρίς ουσιαστική επιβάρυνση στην κυκλοφορία των ΙΧ οχημάτων.

Λέξεις Κλειδιά: Βιώσιμη κινητικότητα, κυκλοφοριακές ρυθμίσεις, προσομοίωση κυκλοφορίας, πολυκριτηριακή αξιολόγηση επιπτώσεων, Μεγάλος Περίπατος Αθήνας

1. Εισαγωγή

Στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις τόσο οι αρχές όσο και οι πολίτες έρχονται καθημερινά αντιμέτωποι με μια σειρά επιλογών που επηρεάζουν λιγότερο ή περισσότερο την ανάπτυξη και τη λειτουργία της πόλης, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Η κάθε επιλογή περιλαμβάνει ένα μείγμα θετικών και αρνητικών συνεπειών, οι οποίες μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις μετασχηματίζονται μέσα στο χρόνο. Το μείγμα των διαφόρων αυτών επιλογών οδηγεί στη διαμόρφωση της βραχυπρόθεσμης αλλά και της μακροπρόθεσμης ανάπτυξης και της λειτουργίας της πόλης. Ειδικότερα, οι επιλογές στα συγκοινωνιακά συστήματα είναι αρκετές, ιδιαίτερα πολύπλοκες και έχουν σημαντική επιρροή στη συνολική ανάπτυξη και λειτουργία της πόλης. Η αστική κινητικότητα και η διαχείριση της κυκλοφορίας προσώπων και αγαθών στη σύγχρονη πόλη χρήζει αντιμετώπισης με σειρά από επιλογές ανάμεσα σε

θεμελιώδη ζητήματα χωρίς εύκολη απάντηση. Ζητήματα όπως το περιβάλλον και η ενέργεια, η ασφάλεια, η αποτελεσματικότητα, η πολεοδομική οργάνωση, η τεχνολογία και η συνολική ποιότητα ζωής απαιτούν δύσκολες επιλογές, συχνά αντικρουόμενες μεταξύ τους. Επιπλέον, ο συνεχής μετασχηματισμός της αστικής πραγματικότητας καθιστά τις επιλογές αυτές ακόμη δυσκολότερες.

Η πολιτεία και οι φορείς που συνδιαμορφώνουν τη στρατηγική ανάπτυξη των συγκοινωνιακών συστημάτων στις πόλεις αναζητούν συνεχώς νέες ιδέες και λύσεις ήπιων παρεμβάσεων, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στη βιώσιμη κινητικότητα. Συχνά, όμως αυτό δεν είναι αρκετό και για τον λόγο αυτό προωθούνται λύσεις, οι οποίες έχουν στόχο να αναδιαμορφώσουν τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά και να αναγεννήσουν τα αστικά κέντρα, όπως πεζοδρομήσεις, διαμορφώσεις οδών, κυκλοφοριακές ρυθμίσεις κτλ. Είναι προφανές ότι τέτοιες λύσεις απαιτούν σημαντική προσπάθεια και χρόνο για να υλοποιηθούν. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να υποστηρίζονται από επιστημονική τεκμηρίωση που να καταδεικνύει τη χρησιμότητά τους στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, στην κοινωνία και στην οικονομία.

Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι περιορισμοί στην κυκλοφοριακή ικανότητα οδηγούν σε μείωση της χρήσης Ι.Χ. Η ελαστικότητα στη ζήτηση για μετακινήσεις με Ι.Χ. από την αλλαγή του χρόνου διαδρομής σε Ευρωπαϊκές πόλεις διερευνήθηκε στο ευρωπαϊκό έργο TRAC. Η ελαστικότητα της ζήτησης Ι.Χ. στον χρόνο διαδρομής μακροπρόθεσμα κυμαίνεται σε -0,30 (De Jong & Gunn, 2001). Μια μεταγενέστερη ανάλυση έδειξε ότι στο Ηνωμένο Βασίλειο, η ελαστικότητα της ζήτησης Ι.Χ. ως προς το χρόνο διαδρομής είναι -0,17 για αστικές μετακινήσεις που γίνονται σε καθημερινή βάση (TAG, 2009; Wardman, 2012). Σε πιο πρόσφατη μελέτη, η οποία αποτυπώνει τις επιπτώσεις από το κλείσιμο υποδομών κι οδικών τμημάτων στο Όσλο, φάνηκε ότι η εφαρμογή περιορισμών σε οδικές υποδομές μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των μετακινήσεων με Ι.Χ. έως και 13% (Tennøy et al., 2015; 2016). Πιο διευρυμένες διαχειριστικές επεμβάσεις, όπως τα αστικά διόδια στο Λονδίνο μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε μείωση των μετακινήσεων με Ι.Χ. έως 18% (Transport for London, 2018). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν βρεθεί και για την αστική τιμολόγηση στη Στοκχόλμη, η οποία επέφερε μείωση της κυκλοφορίας κατά 20% το 2007.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συνθήκες και η δυναμική της επιλογής μέσου σε κάθε πόλη είναι διαφορετική (Litman, 2010; Fearnley et al., 2017). Είναι σαφές ότι τα προαναφερθέντα ποσοστά μείωσης της ζήτησης για μετακινήσεις με Ι.Χ. στην Αθήνα είναι αρκετά συντηρητικά. Στο κέντρο της Αθήνας παρατηρούνται πολύ συχνά σημαντικές καθυστερήσεις στις μετακινήσεις, υψηλοί χρόνοι διαδρομής κατά τις ώρες αιχμής, καθώς και μια συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση. Τα κυκλοφοριακά προβλήματα οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην ύπαρξη εντός της περιοχής σημαντικών αρχαιολογικών χώρων που συγκεντρώνουν μεγάλο αριθμό επισκεπτών και συνεπώς αποτελούν σημεία αυξανόμενης γένεσης μετακινήσεων με διάφορα μέσα. Επιπλέον, η υψηλή διαμπερής κυκλοφορία επιβαρύνει το οδικό δίκτυο του κέντρου της Αθήνας σε δίκτυο μεταφοράς και εξυπηρέτησης υψηλής ζήτησης κυκλοφορίας οχημάτων από τα ανατολικά προς τα δυτικά της πόλης και αντιστρόφως. Επίσης, η κυκλοφορία μεγάλου αριθμού μηχανοκίνητων δίτροχων οχημάτων έχει ως αποτέλεσμα την όχληση της κυκλοφορίας των πεζών από τα σταθμευμένα επί των πεζοδρομίων δίτροχα.

Προς την κατεύθυνση της αντιμετώπισης, λοιπόν, των αυξημένων κυκλοφοριακών ζητημάτων του κέντρου της Αθήνας είναι σκόπιμη η εξέταση επιστημονικά τεκμηριωμένων πρότυπων κυκλοφοριακών ρυθμίσεων. Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η εμπειριστατωμένη εξέταση πρότυπων ρυθμίσεων κυκλοφορίας και στάθμευσης στο κέντρο της Αθήνας. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται επιμέρους πρότυπες ρυθμίσεις κυκλοφορίας και στάθμευσης στην κεντρική περιοχή της Αθήνας, η οποία περικλείεται από τη Λεωφ. Βασιλίσσης Σοφίας, Ηρώδου Αττικού, Λεωφ. Βασιλίσσης Όλγας, Λεωφ. Βασιλίσσης Αμαλίας, Μητροπόλεως, Αθηνάς και Πανεπιστημίου (περιοχή αναφοράς). Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι αφενός η ανάπτυξη και παρουσίαση κυκλοφοριακών ρυθμίσεων στην Αθήνα με στόχο την ποιοτική αναβάθμιση του δημόσιου χώρου και αφετέρου η αναλυτική περιγραφή των επιπτώσεων των προτεινόμενων επεμβάσεων. Τέλος, σε αυτή την εργασία πραγματοποιείται και η αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων τόσο στο έτος βάσης (2020), αλλά και σε μελλοντικούς χρονικούς ορίζοντες (2030 και 2040).

Η δομή της παρούσας εργασίας είναι η εξής: Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται η μεθοδολογία της εργασίας η οποία αφορά στην προσομοίωση της κυκλοφορίας για την εκτίμηση των κυκλοφοριακών μεγεθών στο δίκτυο των ιδιωτικών μετακινήσεων της ευρύτερης περιοχής ανάλυσης. Πιο συγκεκριμένα, στην ενότητα αυτή περιγράφονται οι περιοχές ανάλυσης, το μοντέλο προσομοίωσης και τα εξεταζόμενα εναλλακτικά σεναρία. Έπειτα, παρουσιάζεται η εκτίμηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων των επεμβάσεων των εναλλακτικών σεναρίων και η συγκριτική τους αξιολόγηση. Επιπρόσθετα, στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται και οι κυκλοφοριακές επιπτώσεις της υφιστάμενης κατάστασης και του επικρατέστερου σεναρίου το έτος 2030 και 2040. Τέλος, περιλαμβάνονται τα κύρια οφέλη της παρούσας εργασίας.

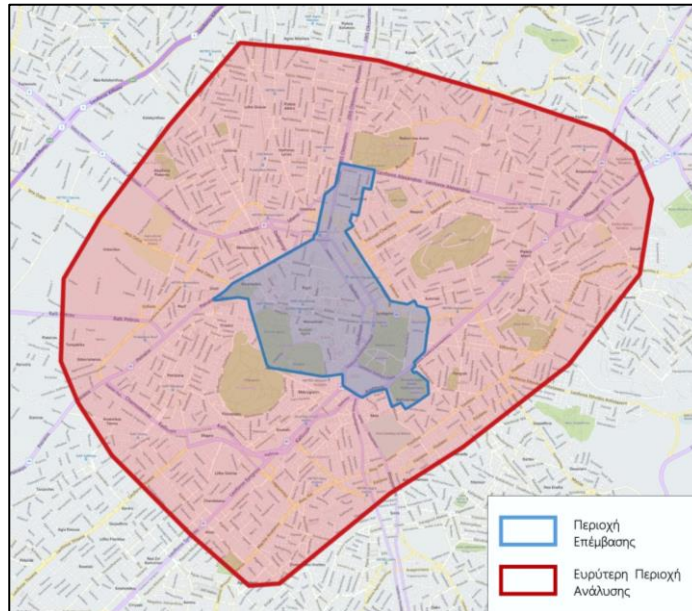
2. Μεθοδολογία

2.1 Περιοχές Ανάλυσης

Η εκτίμηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων αποτιμήθηκε αναφορικά με δύο περιοχές ανάλυσης, την Περιοχή Επέμβασης, έτσι όπως ορίζεται από το Ειδικό Πολεοδομικό Σχέδιο που εκπονείται για τον Μεγάλο Περίπατο, αλλά και την Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης, η οποία περιλαμβάνει όλο τον μικρό δακτύλιο και θεωρείται ότι επηρεάζεται από τις προτεινόμενες επεμβάσεις. Πιο συγκεκριμένα, οι περιοχές ανάλυσης απεικονίζονται στην Εικόνα 1. Η Περιοχή Επέμβασης οριοθετείται από τις οδούς Πανεπιστημίου, Πατησίων, Αθηνάς, Ερμού, Αποστόλου Παύλου, Διονυσίου Αρεοπαγίτου, Βασ. Όλγας, Ηρώδου Αττικού και Βασ. Σοφίας.

Οι ζώνες εκτός της Περιοχής Επέμβασης είναι συνολικά 301 και διακρίνονται σε 172 ζώνες που είναι εντός της Ευρύτερης Περιοχής Ανάλυσης και σε 129 που είναι εκτός και από την Ευρύτερη Περιοχή Επέμβασης και αντιστοιχούν στο υπόλοιπο λεκανοπέδιο και στην περιφέρεια Αττικής. Η Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης είναι αυτή που θεωρείται ότι επηρεάζεται από τις προτεινόμενες επεμβάσεις και αποτελεί μία πιο εκτεταμένη ζώνη σε σχέση με το μικρό δακτύλιο. Στο κυκλοφοριακό μοντέλο, οι οδοί που αποτελούν τα όρια του δικτύου είναι οι ακόλουθοι: Αγίων Πάντων, Χρ. Σμύρνης, Πειραιώς και Χαμοστέρνας, Κωνσταντινούπολεως,

Σπ. Πάτση, Δράμας, Θήρας, Κυψέλης και Ευβοίας, Βιθυνίας, βόρεια της Κηφισίας και Πανόρμου, Ούλωφ Πάλμε, Φιλολάου, Μάχης Αναλάτου.



Εικόνα 1: Περιοχές ανάλυσης

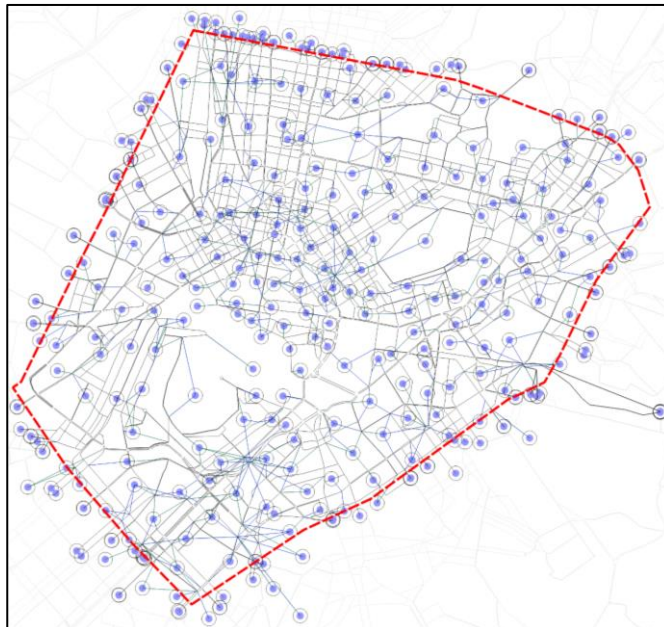
2.2 Μοντέλο Προσομοίωσης Κυκλοφορίας

Στην παρούσα μελέτη για την εκτίμηση των κυκλοφοριακών μεγεθών στο δίκτυο των ιδιωτικών μετακινήσεων της ευρύτερης περιοχής ανάλυσης, όπως επίσης και το συνολικό πλαίσιο των προτεινόμενων ρυθμίσεων, επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί μακροσκοπική προσομοίωση. Το μακροσκοπικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε διατηρείται στο Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου σε λογισμικό AIMSUN (TSS) που αναπτύχθηκε το 2006 στο πλαίσιο της ανάπτυξης του Γενικού Σχεδίου Μεταφορών της Αττικής. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από 1.272 ζώνες και 12 εξωτερικές ζώνες μετακινήσεων και περιέχει τους κύριους οδικούς άξονες της Αττικής, αλλά και τοπικό οδικό δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα για την παρούσα έρευνα, δημιουργήθηκε υποδίκτυο για την Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης χρησιμοποιώντας το συνολικό μοντέλο της Αττικής.

Στο υποδίκτυο αυτό πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος της γεωμετρίας του δικτύου έτσι ώστε να περιγράφει λεπτομερώς το πραγματικό δίκτυο μελέτης. Αρχικά, επικαιροποιήθηκε η γεωμετρία των κόμβων, ο αριθμός των λωρίδων και οι ευθείες και στρέφουσες κινήσεις που πραγματοποιούνται σε αυτούς, έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις υφιστάμενες συνθήκες λειτουργίας. Επιπλέον, καταχωρήθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά και οι παράμετροι του δικτύου (χωρητικότητες, ταχύτητες ελεύθερης ροής, μέγιστες ταχύτητες κλπ.). Στη συνέχεια, επικαιροποιήθηκαν και τα προγράμματα φωτεινής σηματοδότησης, τα οποία χορηγήθηκαν από την Διεύθυνση Διαχείρισης Μητροπολιτικών Υποδομών που ανήκει στην Περιφέρεια Αττικής. Επίσης, ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τις κυκλοφοριακές συνθήκες και λήφθηκε υπόψη στην ανάπτυξη του κυκλοφοριακού μοντέλου και στην προσομοίωση του δικτύου, είναι

η διέλευση λεωφορειακών γραμμών. Σύμφωνα με το πρόγραμμα του ΟΑΣΑ, συνολικά 77 λεωφορειακές γραμμές και 14 γραμμές τρόλεϊ διέρχονται από την Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης και σχεδιάστηκαν τα δρομολόγια και οι στάσεις, ενώ εισήχθησαν και τα χρονοδιαγράμματα τόσο για την πρωινή (8:00-9:00) όσο και για την απογευματινή αιχμή (17:00-18:00) στο μοντέλο.

Επίσης, δημιουργήθηκαν πίνακες Π-Π πρωινής και απογευματινής ώρας αιχμής βάσει του 24ωρου πίνακα προέλευσης-προορισμού. Οι πίνακες Π-Π επικαιροποιήθηκαν βάσει δεδομένων από 107 εγκατεστημένους φωρατές (ανιχνευτές οι οποίοι καταγράφουν τον κυκλοφοριακό φόρτο) του Κέντρου Διαχείρισης Κυκλοφορίας (ΚΔΚ), καθώς και δεδομένων από 34 θέσεις επιτόπου μετρήσεων κυκλοφορίας και σύνθεσης, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν την εβδομάδα 30/11/2019-03/12/2019 κατά τις περιόδους 07:30-09:30 και 15:30-18:30. Ο πίνακες Π-Π, που προέκυψαν, αποτελούνται από τα κεντροειδή εντός του δικτύου μελέτης (δηλαδή τα ήδη υπάρχοντα) που αντιστοιχούν σε 230 ζώνες και από τα κεντροειδή τα οποία αποτελούν τις εισόδους και εξόδους, προς και από το δίκτυο προσομοίωσης και αντιστοιχούν σε 129, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2. Πιο συγκεκριμένα, προέκυψαν τέσσερις πίνακες Π-Π διαστάσεων 359×359 ο καθένας: για την πρωινή ώρα αιχμής (I.X.), την πρωινή ώρα αιχμής (φορτηγών), την απογευματινή ώρα αιχμής (I.X.) και την απογευματινή ώρα αιχμής (φορτηγών). Τέλος, για την επικύρωση του μακροσκοπικού μοντέλου και συγκεκριμένα για την επαλήθευση των εκτιμώμενων μέσων χρόνων μετακινήσεων βασικών οδικών αξόνων της περιοχής, λήφθηκαν οι πραγματικοί χρόνοι διαδρομής αυτών των αξόνων χρησιμοποιώντας την εφαρμογή GoogleMapsAPI.



Εικόνα 2: Δίκτυο μελέτης και νέα κεντροειδή προέλευσης-προορισμού

Για τον έλεγχο της ρύθμισης του κυκλοφοριακού μοντέλου έγιναν εκτεταμένοι έλεγχοι έτσι ώστε τα αποτελέσματα του μοντέλου να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα με τη μέγιστη δυνατή αξιοπιστία. Εξετάζοντας τον δείκτη GEH σε κάθε σύνδεσμο προέκυψε ότι και στις δύο

αιχμές η εκτίμηση των κυκλοφοριακών φόρτων είναι πολύ ικανοποιητική, αφού στην πρωινή αιχμή το 93,1% των συνδέσμων έχουν μικρότερο GEH από 5 και στην απογευματινή αιχμή το αντίστοιχο ποσοστό είναι 99%. Επίσης, ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 βρέθηκε και για τις δύο αιχμές μεγαλύτερος από 0,90 που είναι το όριο, επομένως η εκτίμηση των κυκλοφοριακών φόρτων θεωρήθηκε πολύ ικανοποιητική. Η μέση ποσοστιαία απόκλιση των φόρτων των συνδέσμων που εξετάστηκαν προέκυψε επίσης χαμηλότερος από το όριο του 5% και στις δύο αιχμές. Τέλος, ελέγχοντας τις αποκλίσεις ανά κατηγορία συνδέσμων βάσει των μετρημένων φόρτων, η σύγκλιση των μετρημένων και εκτιμώμενων φόρτων και στις δύο αιχμές χαρακτηρίστηκε ως πολύ ικανοποιητική.

2.3 Εναλλακτικά Σενάρια

Στο πλαίσιο της ανάδειξης του Μεγάλου Περιπάτου, αλλά και της βελτίωσης και αναβάθμισης της βιώσιμης αστικής κινητικότητας στο κέντρο της Αθήνας προτάθηκαν μία σειρά εναλλακτικών σεναρίων, τα οποία εξετάστηκαν ως προς τις κυκλοφοριακές τους επιπτώσεις, τόσο για τα οχήματα, όσο και για τους πεζούς και επιβάτες άλλων ήπιων μέσων μετακίνησης. Εκτός από το Σενάριο Α το οποίο αφορά στις υφιστάμενες συνθήκες, τα εξεταζόμενα εναλλακτικά σενάρια είναι έξι (Σενάριο Β3, Β4, Β5, Β6, Γ1 και Γ0) και παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Οι επεμβάσεις που περιλαμβάνονται στα εναλλακτικά σενάρια αφορούν σε πολεοδομικές επεμβάσεις, σε επεμβάσεις διαχείρισης της οδικής υποδομής και σε επεμβάσεις διαχείρισης της κυκλοφορίας και συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός πίνακας περιγραφής εναλλακτικών σεναρίων

Επεμβάσεις	B3/B4	B5/B6	Γ1	Γ0
Κ. Παλαμά, Πλ. Αιγύπτου, Αβέρωφ, Αισχίνου, Φρυνίχου, Αγρας, Αρτέμιδος: Πεζοδρόμηση οδών	√	√	√	√
Πεζοδρομήσεις σε ήδη θεσμοθετημένα οδικά τμήματα που δεν έχουν υλοποιηθεί μέχρι τώρα	√	√		√
Λ. Βασ. Όλγας: Οδός περιορισμένης κυκλοφορίας οχημάτων & Διαπλάτυνση και αναβάθμιση πεζοδρομίων	√	√	√	√
Διαπλάτυνση και αναβάθμιση πεζοδρομίων & Αποκλειστική Λεωφορειολωρίδα & Μείωση διατομής για χρήση από οχήματα:	√			
Δύο λωρίδες για μικτή κυκλοφορία & μία αποκλειστική λεωφορειολωρίδα				
Διαπλάτυνση και αναβάθμιση πεζοδρομίων & Αποκλειστική Λεωφορειολωρίδα & Μείωση διατομής για χρήση από οχήματα:		√		
Πανεπιστημίου: Τρεις λωρίδες για μικτή κυκλοφορία & μία αποκλειστική λεωφορειολωρίδα				
Διαπλάτυνση και αναβάθμιση πεζοδρομίων & Αποκλειστική Λεωφορειολωρίδα & Μείωση διατομής για χρήση από οχήματα:			√	
Μία λωρίδα για μικτή κυκλοφορία & μία αποκλειστική λεωφορειολωρίδα				
Πεζοδρόμηση οδού				√
Ακαδημίας/ Χαλκοκονδύλη: Αντιδρόμηση οδού & Αποκλειστική Λεωφορειολωρίδα & Μείωση διατομής για χρήση από οχήματα:				√
Τρεις λωρίδες για μικτή κυκλοφορία & μία αποκλειστική λεωφορειολωρίδα				
Βασ. Σοφίας: Μονοδρόμηση οδού από Βασ. Αμαλίας έως Ακαδημίας & Διαμόρφωση κόμβου με την Ακαδημίας				√
Σίνα: Αντιδρόμηση οδού				√
Πλατεία Συντάγματος: Διαπλάτυνση και αναβάθμιση πεζοδρομίων & Μείωση διατομής για χρήση από οχήματα:	√	√	√	√
Τρεις λωρίδες για μικτή κυκλοφορία & μία αποκλειστική λεωφορειολωρίδα (μεταξύ Ερμού Μητροπόλεως και μία λωρίδα για στάση ΜΜΜ)				
Διαπλάτυνση και αναβάθμιση πεζοδρομίων & Μείωση διατομής για χρήση από οχήματα:	√			
Λ. Βασ. Αμαλίας: Δύο λωρίδες για μικτή κυκλοφορία & μία αποκλειστική λεωφορειολωρίδα				√

Επεμβάσεις	B3/B4	B5/B6	Γ1	Γ0
Αποκλειστική λεωφορειολωρίδα προς Αθήνα (Αθ. Διάκου-Βασ. Ολγας)		√		
Αθηνάς, Οδός περιορισμένης κυκλοφορίας οχημάτων Ερμού, & Διαπλάτυνση και αναβάθμιση πεζοδρομίων	√	√		√
Μητροπόλεως, Οδός περιορισμένης κυκλοφορίας οχημάτων Αιόλου:			√	
Περικλέους/ Αθηναΐδος, Κολοκοτρώνη, Λέκκα/ Πραξιτέλους: Οδός περιορισμένης κυκλοφορίας οχημάτων			√	
Μάρκου Αυρήλιου, Κριεζώτου, Τσιτσίτσα, Μοναστηρίου, Τιμαίου: Διαπλάτυνση και αναβάθμιση πεζοδρομίων	√	√		√
Ηρώδου Αττικού, Ρήγα Φεραίου, Οθωνος: Οδός περιορισμένης κυκλοφορίας οχημάτων	√	√	√	√
Εμπορικό Τρίγωνος Αθήνας και Πλάκα: Περιοχή περιορισμένης κυκλοφορίας οχημάτων	√	√		√
Φιλελλήνων, Ακαδημίας, Βασ. Σοφίας: Λειτουργία Αποκλειστικής Λεωφορειολωρίδας	√	√	√	√
Ανδρ. Συγγρού: Λειτουργία Αποκλειστικής Λεωφορειολωρίδας	√			√
Ορισμός Ορίου Ταχύτητας 20χλμ/ώρα για τις περιοχές και τις οδούς περιορισμένης κίνησης οχημάτων	√	√		√
Ορισμός ορίου ταχύτητας 30 χλμ/ώρα για τις άλλες οδούς της περιοχής επέμβασης	√	√		√
Βελτιστοποίηση σηματοδότησης	√	√	√	√
Προτεραιότητα στα ΜΜΜ μέσω σηματοδότησης	√	√	√	√
Ρυθμίσεις Στάθμευσης	√	√	√	√
Σύστημα εφαρμογής και επιτήρησης μέτρων	√	√	√	√

Είναι προφανές ότι οι επεμβάσεις που προτείνονται στο σενάριο B3 και B5 κινούνται στον στόχο του περιορισμού της χρήσης Ι.Χ., τόσο για μετακινήσεις από και προς το κέντρο των Αθηνών, όσο και για διαμπερείς μετακινήσεις. Είναι λοιπόν σαφές ότι, η παρατηρούμενη αύξηση των χρόνων διαδρομής σε κάποια συγκεκριμένα οδικά τμήματα του δικτύου ή και σε ολόκληρες διαδρομές στην περιοχή μελέτης, θα οδηγήσουν σε αλλαγή στη συμπεριφορά των χρηστών ως προς την επιλογή μέσου. Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη την αλλαγή μέσου, η οποία θα πραγματοποιηθεί εξαιτίας της εφαρμογής του Σεναρίου B3, B5, δημιουργήθηκαν τα Σενάρια B4, B6, αντίστοιχα.

Για την εκτίμηση της αλλαγής μέσου, πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή των συναρτήσεων που προέκυψαν από δύο έρευνες δεδηλωμένης προτίμησης για τη διερεύνηση της επιλογής μέσου στην Αθήνα και την ευρύτερη περιοχή γύρω από την Αθήνα οι οποίες διεξήχθησαν στα πλαίσια ερευνητικών έργων του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής ΕΜΠ (Koliou et al., 2019; Boulougaris, 2020). Από την εφαρμογή τους εκτιμήθηκε η ελαστικότητα της ζήτησης Ι.Χ. σε σχέση με τις αλλαγές στους χρόνους διαδρομής, οι οποίοι προέκυψαν από την εφαρμογή του σεναρίου B3 και B5 αντίστοιχα, και κατ' επέκταση το ποσοστό της ζήτησης Ι.Χ., το οποίο λόγω της αύξησης των χρόνων διαδρομής μεταβιβάζεται στα Μ.Μ.Μ. Με βάση τα παραπάνω, υπολογίστηκαν οι μεταβολές στους χρόνους διαδρομής στον πίνακα Π-Π μεταξύ του σεναρίου A (υφιστάμενη κατάσταση) και B3, B5, αντίστοιχα, για την πρωινή ώρα αιχμής. Στις διαδρομές που παρατηρείται αύξηση του χρόνου διαδρομής υπολογίστηκε, μέσω της ελαστικότητας, το ποσοστό μείωσης των μετακινήσεων με Ι.Χ. και έτσι προέκυψαν νέοι πίνακες Π-Π για το Σενάριο B4 και B6.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, προέκυψε ότι με την εφαρμογή του Σεναρίου B3, η μεταβολή στους χρόνους διαδρομής στα οδικά τμήματα του δικτύου που επιβαρύνονται από τις προτεινόμενες παρεμβάσεις την πρωινή ώρα αιχμής αναμένεται να οδηγήσει βραχυπρόθεσμα σε μείωση της συνολικής ζήτησης στην πρωινή αιχμή κατά 8,7%, δηλαδή περίπου σε 7.100 λιγότερες

μετακινήσεις Ι.Χ., και στην απογευματινή αιχμή κατά 8,2%, δηλαδή περίπου σε 7.000 λιγότερες μετακινήσεις. Αντίστοιχα, με την εφαρμογή του Σεναρίου Β5, η μεταβολή στους χρόνους διαδρομής την πρωινή ώρα αιχμής αναμένεται να οδηγήσει βραχυπρόθεσμα σε μείωση της συνολικής ζήτησης κατά 7,8%, δηλαδή περίπου σε 6.400 λιγότερες μετακινήσεις Ι.Χ., και στην απογευματινή αιχμή κατά 7,7%, δηλαδή περίπου σε 6.600 λιγότερες μετακινήσεις.

2.4 Δείκτες Απόδοσης

Οι δείκτες απόδοσης που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων χωρίζονται σε δύο θεματικές κατηγορίες που αφορούν: (α) στην αποτύπωση των κυκλοφοριακών συνθηκών και στις επιπτώσεις στην κυκλοφορία στο οδικό δίκτυο και κυρίως στις μετακινήσεις με ιδιωτικά οχήματα (επιβατικά και βαρέα), και (β) στα οφέλη που προκύπτουν στα εναλλακτικά σεναρία από τα μέτρα που ενισχύουν τη κίνηση των οχημάτων Μ.Μ.Μ., των πεζών και των ποδηλατιστών. Η εκτίμηση των δεικτών απόδοσης έχει πραγματοποιηθεί κυρίως χρησιμοποιώντας στοιχεία από το μοντέλο προσομοίωσης της κυκλοφορίας και είναι οι εξής:

- ΔΑ1: Μέση ταχύτητα κίνησης, Οχηματοχιλιόμετρα και Οχηματοώρες, Λόγος μείωσης μέσης ταχύτητας, Ποσοστά συνδέσμων με $V/C \geq 80\%$ στην Περιοχή ανάλυσης και στην Περιοχή Επέμβασης,
- ΔΑ2: Στάθμη Εξυπηρέτησης σε επιλεγμένα σημεία,
- ΔΑ3: Χρόνοι διαδρομής και Ποσοστό μείωσης μέσης ταχύτητας σε επιλεγμένους άξονες,
- ΔΑ4: Επιφάνειες,
- ΔΑ5: Μήκος λωρίδων αποκλειστικής χρήσης από Μ.Μ.Μ.,
- ΔΑ6: Μέση Ταχύτητα Λεωφορείων-Τρόλεϊ.

Ο δείκτης ΔΑ1 αποτυπώνει την κυκλοφοριακή κατάσταση του οδικού δικτύου στην Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης και στην Περιοχή Επέμβασης και για όλα τα συμπεριλαμβανόμενα οδικά τμήματα πραγματοποιείται η εκτίμηση των οχηματοχιλιομέτρων και των οχηματοωρών κατά την ώρα αιχμής με βάση την εξίσωση 1 και 2, αντίστοιχα.

$$\text{Οχηματοχιλιόμετρα} = \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M V_{l,m} \cdot \alpha_m \cdot Len_l + \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M V_{t,m} \cdot \alpha_m \cdot Len_t \quad (1)$$

$$\text{Οχηματοώρες} = \sum_{l=1}^L \sum_{m=1}^M V_{l,m} \cdot \alpha_m \cdot T_{l,m} + \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M V_{t,m} \cdot \alpha_m \cdot T_{t,m} \quad (2)$$

όπου $V_{l,m}$: είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος αιχμής για κάθε μέσο m (επιβατικά Ι.Χ., βαρέα οχήματα και οχήματα Μ.Μ.Μ.) στον κάθε σύνδεσμο l , $V_{t,m}$: είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος αιχμής για κάθε μέσο m (επιβατικά Ι.Χ., βαρέα οχήματα και οχήματα Μ.Μ.Μ.) στην κάθε στρέφουσα κίνηση t , α_m : είναι ο συντελεστής αναγωγής του αριθμού των οχημάτων σε Μονάδες Επιβατικών Αυτοκινήτων (ΜΕΑ), Len_l και Len_t : είναι το μήκος του κάθε συνδέσμου l και κάθε στρέφουσας κίνησης t αντίστοιχα σε χλμ., $T_{l,m}$ και $T_{t,m}$: είναι ο μέσος

εκτιμώμενος χρόνος μετακίνησης για το κάθε μέσο m στον κάθε σύνδεσμο l και στην κάθε στρέφουσα κίνηση t αντίστοιχα σε ώρες.

Η μέση ταχύτητα κίνησης των οχημάτων στην κάθε περιοχή υπολογίζεται βάσει της εξίσωσης 3.

$$\text{Μέση Ταχύτητα Κίνησης} = \text{Οχηματοχιλιόμετρα} / \text{Οχηματοώρες} \quad (3)$$

Λαμβάνοντας στοιχεία από την προσομοίωση της κυκλοφορίας κατά την ώρα αιχμής εκτιμήθηκε ο λόγος μέσης ταχύτητας προς την ταχύτητα ελεύθερης ροής και ο λόγος φόρτου προς τη χωρητικότητα για κάθε σύνδεσμο και χαρακτηρίστηκαν τα επίπεδα εξυπηρέτησης σε κάθε οδικό τμήμα του μοντέλου σύμφωνα με το HCM2010.

Για τον ΔΑ2 δείκτη, σε επιλεγμένα οδικά τμήματα αντιπροσωπευτικά της κυκλοφορίας στην Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης, αλλά και στην Περιοχή Επέμβασης παρουσιάζεται ο λόγος φόρτου προς την χωρητικότητα και η ανάλυση του επιπέδου εξυπηρέτησης βάσει αυτού του κριτηρίου που έχει προταθεί στο HCM2000.

Ο δείκτης ΔΑ3 εκτιμήθηκε για επιλεγμένους άξονες, αντιπροσωπευτικούς της κυκλοφορίας στην Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης, αλλά και στην Περιοχή Επέμβασης. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίστηκαν ο μέσος χρόνος διαδρομής και ο λόγος της μέσης ταχύτητας κίνησης προς την ταχύτητα ελεύθερης ροής, λαμβάνοντας υπόψη σε μακροσκοπικό επίπεδο την κίνηση των οχημάτων στους συνδέσμους αλλά και στις στρέφουσες κινήσεις. Χρησιμοποιώντας τον λόγο της μέσης ταχύτητας προς την ταχύτητα ελεύθερης ροής και τις κατηγορίες του HCM2010 πραγματοποιήθηκε χαρακτηρισμός του επιπέδου εξυπηρέτησης των επιλεγμένων αξόνων.

Ο δείκτης ΔΑ4 μετράει τις επιφάνειες ανάπλασης (σε μ^2) που προτείνονται σε κάθε εναλλακτικό σενάριο χρησιμοποιώντας προσεγγιστικά στοιχεία από δορυφορικές εικόνες. Λαμβάνονται υπόψη οι προτεινόμενοι πεζόδρομοι, οι επιφάνειες από τις διαπλατύνσεις πεζοδρομίων, αλλά και οι οδοί περιορισμένης κυκλοφορίας οχημάτων.

Για την εκτίμηση του δείκτη ΔΑ5, λήφθηκαν στοιχεία από τον ΟΑΣΑ για την υφιστάμενη κατάσταση των αποκλειστικών λεωφορειολωρίδων στην Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης και στην Περιοχή Επέμβασης, πραγματοποιήθηκε σύγκριση του μήκους (σε μέτρα) των λωρίδων αποκλειστικής χρήσης από Μ.Μ.Μ. στην υφιστάμενη κατάσταση και στα εναλλακτικά σενάρια, έτσι όπως διαμορφώνονται.

Τέλος, στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η ενίσχυση του δικτύου αποκλειστικών λεωφορειολωρίδων κατά μήκος της οδού Πανεπιστημίου και της Ακαδημίας, δείκτης ΔΑ6, για τις οποίες πραγματοποιήθηκε η εκτίμηση της μέσης ταχύτητας των γραμμών που διέρχονται είτε σε όλο το μήκος τους ή σε μεμονωμένα τμήματα. Η εκτίμηση της ταχύτητας πραγματοποιήθηκε μέσω μικροσκοπικής προσομοίωσης σε υποδίκτυα των αξόνων αυτών στο λογισμικό AIMSUN για την ώρα αιχμής και η εξίσωση της μέσης ταχύτητας παρουσιάζεται παρακάτω (Εξίσωση 4).

$$\text{Μέση Ταχύτητα } MMM_{\text{Άξονα}} = \sum_i^I u_i \cdot Len_i / \sum_i^I Len_i \quad (4)$$

όπου u_i : είναι η μέση ταχύτητα κίνησης (χλμ/ώρα) της κάθε γραμμής i που διέρχεται από τον άξονα και Len_i : είναι το μήκος της γραμμής.

2.3 Εκτίμηση Μελλοντικής Ζήτησης Μετακινήσεων

Πρόσφατη μελέτη κυκλοφοριακών επιπτώσεων, για την υποστήριξη της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου «Διαχείριση, Ανάπτυξη και Σχεδιασμός Πολυλειτουργικού Συστήματος για την Υλοποίηση του Κεντρικού Σταθμού Υπεραστικών Λεωφορείων στον Ελαιώνα» (2018), περιλαμβάνει λεπτομερή εκτίμηση της εξέλιξης της κυκλοφορίας Ι.Χ. οχημάτων στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών. Συγκεκριμένα, με βάση το κυκλοφοριακό μοντέλο που έχει αναπτύξει η Αττικό Μετρό Α.Ε. και το οποίο λαμβάνει υπόψη τα οικονομικά και συγκοινωνιακά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, καθώς και τη δημιουργία νέων έργων σε αυτές, καθίσταται δυνατή η εκτίμηση της ζήτησης και της μεταβολής αυτής εντός της περιοχής των 11 τομέων της Περιφέρειας Αττικής.

Για την περίοδο 2020-2030, παρατηρείται αύξηση 6,06% στις μετακινήσεις με προέλευση τον Τομέα 1, στον οποίο περιλαμβάνεται η Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης, δηλαδή μια αύξηση 0,59% κατά έτος. Για τις μετακινήσεις με προορισμό τον Τομέα 1, στην ίδια περίοδο, η αύξηση είναι 12,46%, που αντιστοιχεί σε ρυθμό μεταβολής 1,18% κατά έτος. Ιδιαίτερης σημασίας είναι τα στοιχεία μεταβολής της ζήτησης με προέλευση και προορισμό εντός του Τομέα 1. Εκτιμάται ότι θα υπάρξει σημαντική ετήσια αύξηση των ενδογενών μετακινήσεων της τάξης του 2,3% για την επόμενη δεκαετία (2020-2030). Η αύξηση αυτή μπορεί να αιτιολογηθεί από την πρόσφατη άνθιση των δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένων και των τουριστικών, στην κεντρική περιοχή των Αθηνών.

Για την περίοδο 2030-2040, λόγω έλλειψης στοιχείων, έγινε η θεώρηση ότι ο ρυθμός εξέλιξης της κυκλοφορίας θα μεταβάλλεται αναλογικά με το ρυθμό εξέλιξης του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Ελλάδος για την περίοδο από το 2018 έως και το 2040, όπως δίνεται από τον ΟΟΣΑ. Σύμφωνα με τις προβλέψεις του ΟΟΣΑ, ο μέσος ρυθμός εξέλιξης του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Ελλάδας για τη δεκαετία 2030-2040 είναι 2,14%, ενώ ο αντίστοιχος ρυθμός εξέλιξης για τη δεκαετία 2030-2040 είναι 1,26%, δηλαδή μειωμένος κατά 41% σε σχέση με τη δεκαετία 2030-2040. Συνεπώς, εκτιμάται ότι για την περίοδο 2030-2040, ο ρυθμός εξέλιξης της ζήτησης για Ι.Χ. θα είναι 41% μειωμένος σε σχέση με αυτόν στη δεκαετία 2020-2030, δηλαδή οι μετακινήσεις με προέλευση τον Τομέα 1 θα αυξηθούν με ρυθμό 0,35% κατ' έτος και αυτές με προορισμό τον Τομέα 1 θα αυξηθούν με ρυθμό 0,69% κατ' έτος για την περίοδο 2030 έως και 2040. Για τις ενδογενείς μετακινήσεις η ετήσια μείωση που αναμένεται είναι της τάξης του 1,35% για την ίδια περίοδο.

3. Αποτελέσματα

3.1 Αποτελέσματα Δεικτών Απόδοσης

Η εκτίμηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων αποτιμήθηκε αναφορικά με δύο περιοχές ανάλυσης, την Περιοχή Επέμβασης και την Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης. Η Περιοχή Επέμβασης ορίζεται από το Ειδικό Πολεοδομικό Σχέδιο με βάση το άρθρο 11 του Ν. 4759/2020 (ΦΕΚ 245 Α΄/09.12.2020) που εκπονείται για τον Μεγάλο Περίπατο και περιλαμβάνει όλες τις επεμβάσεις που προτείνονται στο ΕΠΣ. Η Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης περιλαμβάνει όλο τον μικρό δακτύλιο και θεωρείται ότι είναι η περιοχή άμεσης επιρροής των προτεινόμενων επεμβάσεων. Οι προτεινόμενες επεμβάσεις που εξετάστηκαν στα εναλλακτικά σενάρια εντοπίζονται στην Περιοχή Επέμβασης, αλλά για τον περιορισμό των κυκλοφοριακών επιπτώσεων στην Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης προτείνονται επιπλέον μέτρα που δρουν συμπληρωματικά και επικουρικά στις κύριες επεμβάσεις του έργου.

Για την αποτίμηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων εξετάστηκαν και εκτιμήθηκαν κυκλοφοριακοί δείκτες απόδοσης για την υφιστάμενη κατάσταση (Σενάριο Α) και για τα επικρατέστερα εναλλακτικά σενάρια (Σενάριο Β3, Β4, Β5, Β6, Γ1 και Γ0). Στο πλαίσιο της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων προσομοιώθηκε η πρωινή και απογευματινή αιχμή και μέσω αυτών εκτιμήθηκαν τα κυκλοφοριακά δεδομένα για κάθε χρονική περίοδο ανάλυσης εντός της τυπικής ημέρας. Στην παρούσα εργασία αναλύονται και παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των δεικτών απόδοσης μόνο στην πρωινή αιχμή, η οποία παρουσιάζει υψηλότερο κυκλοφοριακό φόρτο βάσει των στοιχείων που λήφθηκαν από το ΚΔΚ. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) παρουσιάζονται τα συνολικά αποτελέσματα της εφαρμογής των εναλλακτικών Σεναρίων Β3, Β4, Β5, Β6, Γ1 και Γ0.

Πίνακας 2: Συμπερασματικά αποτελέσματα δεικτών απόδοσης για το Σενάριο Β3

Δείκτης		B3	B4	B5	B6	Γ0	Γ1	
Κυκλοφορία ΙΧ	ΔΑ1	Οχηματοώρες ιδιωτικών μετακινήσεων (Περιοχή Επεμβάσεων)	+7,2%	-22,6%	+4,3%	-22,5%	+24,5%	+6,70%
		Μέση ταχύτητα κίνησης οχημάτων (Περιοχή Επεμβάσεων)	-18,1%	-3,1%	-13,5%	-0,4%	-28,3%	-16,50%
	ΔΑ2	Στάθμη εξυπηρέτησης (Περιοχή Επεμβάσεων)	+7,8%	+4,2%	+6,7%	-5,5%	+13,6%	+3,60%
		Στάθμη εξυπηρέτησης (Συνολικά)	+1,8%	-3,7%	+1,1%	-3,6%	+4,4%	+2,30%
ΔΑ3	Χρόνοι διαδρομής στους επιλεγμένους άξονες εντός της περιοχής επέμβασης	+18,1%	+3,1%	+13,5%	+0,4%	+28,3%	+16,50%	
Κυκλοφορία ΜΜΜ – Πιέζοι	ΔΑ4	Ανάπλαση σε οδικά τμήματα (Συνολικά)	+96στρ.	+96στρ.	+90στρ.	+90στρ.	+103στρ.	+58στρ.
		Οδοί Περιορισμένης Κίνησης Οχημάτων	+47στρ.	+47στρ.	+47στρ.	+47στρ.	+47στρ.	+35στρ.
	ΔΑ5	Λεωφορειολωρίδες (Επηρεάζονται 50+ γραμμές)	+3,76χλμ	+3,76χλμ	+2,57χλμ	+2,57χλμ	+2,1χλμ	+2,1χλμ
	ΔΑ6	Ταχύτητα κίνησης ΜΜΜ (Πανεπιστημίου)	+28%	+35%	+32%	+37%	-7,2%	+28%
Ταχύτητα κίνησης ΜΜΜ (Ακαδημίας)		+22%	+26%	+23%	+27%	+103στρ.	+22%	

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα από την ανάλυση του δείκτη ΔΑ1 για την Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης προκύπτει ότι οι επιπτώσεις από τις επεμβάσεις έχουν περισσότερο τοπικό χαρακτήρα, χωρίς να επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση του ευρύτερου δικτύου, αλλά και των περιφερειακών οδικών αξόνων που αποτελούν μέρος εναλλακτικών διαδρομών. Από την άλλη μεριά, στην Περιοχή Επέμβασης διαφαίνεται μία επιδείνωση των κυκλοφοριακών συνθηκών για τα ιδιωτικά οχήματα, η οποία όμως δεν παρουσιάζει υψηλές τιμές. Οι όποιες αρνητικές επιπτώσεις από την εφαρμογή των επεμβάσεων επηρεάζουν μόνο τις μετακινήσεις με ιδιωτικά μηχανοκίνητα μέσα και μόνο ένα μικρό ποσοστό μετακινήσεων που πραγματοποιούνται συνολικά στο κέντρο της Αθήνας.

Επιπλέον, η βελτίωση των συνθηκών κινητικότητας των πεζών και των μη μηχανοκίνητων μέσων μπορεί να αναβαθμιστεί σημαντικά από την εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων ανάπλασης. Οι κυκλοφοριακές συνθήκες στις μετακινήσεις με οδικά Μ.Μ.Μ. βελτιώνεται σημαντικά μέσα από τα μέτρα προτεραιότητας της κίνηση τους. Επίσης, η βελτιστοποίηση της σηματοδότησης μπορεί να βελτιώσει τις συνθήκες μετακίνησης σε περιφερειακές αρτηρίες, με σκοπό τη μετρίαση των φαινομένων υψηλών καθυστερήσεων στις ώρες αιχμής, αλλά και την παροχή προτεραιότητας σε οδικά Μ.Μ.Μ. Η βελτιστοποίηση της σηματοδότησης σε περιφερειακούς άξονες παρέχει αντίστοιχο επίπεδο εξυπηρέτησης των χρηστών ιδιωτικών οχημάτων μέσω εναλλακτικών διαδρομών που δεν θα διέρχονται πλέον από το κέντρο της πόλης δημιουργώντας προβλήματα συμφόρησης, ρύπανσης και προσβασιμότητας σε κατοίκους και επισκέπτες του κέντρου.

Συγκρίνοντας τα εναλλακτικά σενάρια μεταξύ τους, προκύπτει ότι οι διαφορές των γενικών δεικτών δεν είναι υψηλές. Είναι δε εντοπισμένες στα σημεία που επεμβαίνει το κάθε σενάριο ξεχωριστά. Η επιλογή του Σεναρίου Β3, και κατ' αντιστοιχία του Σεναρίου Β4, έναντι του Σεναρίου Γ0, όπως επίσης και η επιλογή του έναντι του σεναρίου Β5, και κατ' αντιστοιχία του Σεναρίου Β6, και του Σεναρίου Γ1, θεωρείται μία λύση που ικανοποιεί τους στόχους της παρούσας προσέγγισης. Συγκεκριμένα, το Σενάριο Β3 δεν φαίνεται να επιβαρύνει δραματικά τις μετακινήσεις με ιδιωτικά μηχανοκίνητα μέσα, προσφέροντας παράλληλα λύσεις σε πολλά θέματα που αποτελούν προβλήματα του κέντρου της Αθήνας για χρόνια, όπως η προσβασιμότητα για πεζούς και ποδηλάτες, η βελτίωση της κίνησης των οχημάτων Μ.Μ.Μ. Θεωρείται λοιπόν πως ικανοποιείται ο κύριος στόχος των προτεινόμενων επεμβάσεων, που είναι η ανάκτηση του δημόσιου χώρου από το Ι.Χ. και η παραχώρησή του σε ήπιες και βιώσιμες μορφές μετακίνησης, παρέχοντας έτσι άνετες, πράσινες και ασφαλείς μετακινήσεις, οι οποίες θα τονώσουν την αγορά (εμπόριο, τουρισμός) και θα ενισχύσουν τη νέα σύγχρονη εικόνα της πόλης.

Συνολικά, το Σενάριο Β3 προσφέρει αισθητά αναβαθμισμένη ποιότητα στην αστική κινητικότητα έναντι της υφιστάμενης κατάστασης παρέχοντας άνετες, πράσινες και ασφαλείς μετακινήσεις, που προσφέρουν μία νέα σύγχρονη εικόνα της πόλης, αλλά και τόνωση της οικονομικής δραστηριότητας του κέντρου της Αθήνας μέσω της αναβάθμισης στην πρόσβαση σε πόλους έλξης μετακινήσεων σχετικών με το εμπόριο και τον τουρισμό.

3.2 Πολυκριτηριακή Αξιολόγηση Εναλλακτικών Σεναρίων

Για τη συγκριτική αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων χρησιμοποιήθηκε η Διαδικασία Αναλυτικής Ιεραρχίας (Analytical Hierarchy Process, AHP) σύμφωνα με το “Multi-Criteria Analysis: A Manual”. Η AHP είναι μία μέθοδος μετατροπής υποκειμενικών αξιολογήσεων που σχετίζονται μεταξύ τους σε ένα σύνολο σχετικών βαρυτήτων και συνολικών βαθμολογιών. Αυτή η μέθοδος είναι μία από τις ευρέως διαδομένες μεθόδους αξιολόγησης στο πλαίσιο των Μεθόδων Πολυκριτηριακής Αξιολόγησης. Στην παρούσα έρευνα, η διαδικασία AHP χρησιμοποίησε υποσύνολο των δεικτών έτσι ώστε να εκφραστεί με σαφή, έγκυρο και αξιόπιστο τρόπο η αξιολόγηση των σεναρίων ως προς τους στόχους της μελέτης. Η επιλογή των δεικτών για την ανάλυση πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση όλων των κυκλοφοριακών δεικτών τόσο στην περιοχή επέμβασης όσο και στην ευρύτερη περιοχή ανάλυσης, καθώς και το γενικό συμπέρασμα ότι τα εναλλακτικά σενάρια έχουν σημαντικότερες επιπτώσεις στην περιοχή επέμβασης σε σχέση με την ευρύτερη περιοχή ανάλυσης. Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 3) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των σεναρίων σε συνδυασμό με τις βαρύτητες των κριτηρίων.

Πίνακας 3: Αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων

		B3	B5	Γ0	Γ1
ΔΑ1	Οχηματοώρες ιδιωτικών μετακινήσεων στην περιοχή επεμβάσεων	3,3%	3,4%	2,8%	3,3%
	Μέση ταχύτητα κίνησης οχημάτων στην περιοχή επεμβάσεων	2,3%	2,4%	2,0%	2,4%
ΔΑ2	Στάθμη εξυπηρέτησης στην περιοχή επεμβάσεων	2,0%	2,1%	1,9%	2,1%
	Στάθμη εξυπηρέτησης συνολικά στο δίκτυο	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%
ΔΑ3	Χρόνοι διαδρομής στους επιλεγμένους άξονες εντός της περιοχής επέμβασης	6,5%	6,6%	6,0%	6,6%
	Χρόνοι διαδρομής στους εξωτερικούς άξονες	5,2%	5,1%	5,0%	5,2%
ΔΑ4	Συνολική επιφάνεια ανάπλασης σε οδικά τμήματα (στρ.)	49,8%	48,4%	51,3%	42,2%
	Επιφάνεια ανάπλασης σε οδούς περιορισμένης κίνησης οχημάτων (στρ.)	23,0%	23,0%	23,0%	21,6%
ΔΑ5	Μήκος λεωφορειολωρίδων (χλμ.)	18,5%	17,7%	15,1%	16,8%
ΔΑ6	Ταχύτητα κίνησης MMM επί των οδών Πανεπιστήμιου και Ακαδημίας	19,8%	20,1%	14,7%	19,8%
Συνολική Αξιολόγηση		132%	130%	124%	122%

Συμπερασματικά, από τη συνολική αξιολόγηση με τη χρήση της μεθόδου AHP προκύπτει ότι το Σενάριο B3 είναι 32% καλύτερο σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, το Σενάριο B5

είναι 30% καλύτερο, το Σενάριο Γ0 είναι 24% καλύτερο, ενώ το σενάριο Γ1 είναι 22%. Η διαφορά μεταξύ του Σεναρίου Β3 που είναι και το επικρατέστερο, είναι περίπου δέκα ποσοστιαίες μονάδες καλύτερο σε σχέση με τα σενάρια Γ0 και Γ1. Το Σενάριο Β3 παρόλο που παρουσιάζει ελαφρά χαμηλότερη απόδοση στα κριτήρια που αφορούν στη μηχανοκίνητη μετακίνηση με ιδιωτικά μέσα, λόγω της ουσιαστικής ενίσχυσης της μετακίνησης με βιώσιμα μέσα και των δυνατοτήτων ανάπλασης του κέντρου της Αθήνας, παρουσιάζει συνολικά τη βέλτιστη απόδοση μεταξύ των εναλλακτικών σεναρίων.

3.3 Κυκλοφοριακές Επιπτώσεις Επεμβάσεων στους Μελλοντικούς Χρονικούς Ορίζοντες

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται οι κυκλοφοριακές επιπτώσεις της υφιστάμενης κατάστασης και του επικρατέστερου σεναρίου, το οποίο είναι το Σενάριο Β3, στους μελλοντικούς χρονικούς ορίζοντες (2030 και 2040), έτσι ώστε να αποτυπωθούν οι κύριες κυκλοφοριακές επιπτώσεις λαμβάνοντας υπόψη την εξέλιξη των κυκλοφοριακών φόρτων στην περιοχή μελέτης (Πίνακας 4). Η εκτίμηση των κυκλοφοριακών μεγεθών πραγματοποιήθηκε για το σύνολο της ημέρας χρησιμοποιώντας τον καταμερισμό των μετακινήσεων στο δίκτυο του κυκλοφοριακού μοντέλου για την πρωινή και απογευματινή αιχμή. Για την εκτίμηση των αντίστοιχων ετήσιων κυκλοφοριακών επιπτώσεων τόσο το έτος 2020 όσο και σε μελλοντικούς ορίζοντες, χρησιμοποιήθηκαν οι ημερήσιες διακυμάνσεις της κυκλοφορίας στους φωρατές του ΚΔΚ της Ευρύτερης Περιοχής Μελέτης. Επίσης, το σύνολο των μετακινήσεων της τυπικής ημέρας ανάχθηκε σε ετήσια μεγέθη σύμφωνα με το Γενικό Σχέδιο Μεταφορών Αττικής που εκπονήθηκε για τον ΟΑΣΑ το 2009.

Πίνακας 4: Ετήσιος αριθμός οχηματοχιλιόμετρων, οχηματοωρών και μέσης ταχύτητας στους μελλοντικούς χρονικούς ορίζοντες

Περιοχή	Δείκτες	Σενάριο Α			Σενάριο Β3		
		2020	2030	2040	2020	2030	2040
Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης	Οχηματοχιλιόμετρα (εκ.)	950,9	1.057,2	1.100,7	932,2	1.035,7	1.078,9
	Οχηματοώρες (εκ.)	40,4	49,5	53,7	40,9	50,0	54,4
	Μέση Ταχύτητα (km/h)	23,5	21,4	20,5	22,8	20,7	19,8
Περιοχή Επέμβασης	Οχηματοχιλιόμετρα (εκ.)	161,3	181,6	189,6	141,9	158,3	165,1
	Οχηματοώρες (εκ.)	7,0	8,5	9,2	7,6	9,5	10,3
	Μέση Ταχύτητα (km/h)	23,0	21,3	20,5	18,6	16,7	16,0

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4, η εξέλιξη των ετήσιων κυκλοφοριακών δεικτών στους χρονικούς ορίζοντες ανάλυσης παρουσιάζει αντίστοιχη διαφορά στην Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης. Η μείωση των ετήσιων οχηματοχιλιόμετρων από την εφαρμογή των μέτρων του Σεναρίου Β3 είναι περίπου 2% και στους τρεις χρονικούς ορίζοντες, ενώ η αύξηση από το 2020 στο 2030 είναι περίπου 11% και μεταξύ 2030 και 2040 είναι περίπου 4%. Η αύξηση των ετήσιων οχηματοωρών στην Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης είναι περίπου 1-1,4% και στους τρεις

χρονικούς ορίζοντες. Η αύξηση μεταξύ 2020 και 2030 είναι περίπου 22% και μεταξύ 2030 και 2040 είναι 8,5-8,8%. Η μείωση της μέσης ημερήσιας ταχύτητας κίνησης είναι περίπου 3% και στους τρεις χρονικούς ορίζοντες ανάλυσης. Το 2020 η μέση ημερήσια ταχύτητα κίνησης στο Σενάριο B3 είναι 22,8km/h, το 2030 μειώνεται σε 20,7km/h και το 2040 μειώνεται σε 19,8km/h.

Αντίστοιχα, και στην περίπτωση των ετήσιων δεικτών οι επιπτώσεις στην Περιοχή Επέμβασης είναι πιο σημαντικές σε σχέση με την Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης. Η μείωση των ετήσιων οχηματοχιλιομέτρων από την εφαρμογή του Σεναρίου B3 είναι 12,1% στο 2020 και αυξάνεται σε 12,9% στο 2040. Η αύξηση των οχηματοχιλιομέτρων στο Σενάριο B3 μεταξύ 2020 και 2030 είναι 11,6% και μεταξύ 2030 και 2040 είναι 4,3%. Η αύξηση των ετήσιων οχηματοωρών στο Σενάριο B3 σε σχέση με το Σενάριο A είναι 8,8% το 2020 και αυξάνεται σε 12% το 2040. Η αύξηση των ετήσιων οχηματοωρών στο Σενάριο B3 από το 2020 έως το 2030 είναι 24% και από το 2030 έως το 2040 είναι 9,2%. Τέλος, η μέση ημερήσια ταχύτητα κίνησης στην περιοχή επέμβασης το 2020 είναι 18,6km/h στο Σενάριο B3 σε σχέση με 23km/h στο Σενάριο A, το 2030 μειώνεται σε 16,7km/h στο Σενάριο B3 από 21,3 km/h στο Σενάριο A και το 2040 μειώνεται σε 16km/h από 20,5% που είναι στο Σενάριο A.

Συμπερασματικά, η ανάλυση των κυκλοφοριακών συνθηκών στους μελλοντικούς χρονικούς ορίζοντες καταδεικνύει την ανάγκη για ενίσχυση των μέτρων του Σεναρίου B3 με συμπληρωματικά μέτρα που ενισχύσουν τα εναλλακτικά μέσα μετακίνησης, έτσι ώστε να υπάρξει μετατόπιση μετακινήσεων από το ιδιωτικό επιβατικό όχημα στα μέσα μαζικής μεταφοράς και σε ήπιες μορφές μετακίνησης. Σημαντικό είναι επίσης, το Σενάριο B3 να συνοδευτεί με μέτρα που θα μειώσει τη ζήτηση για ιδιωτικές μετακινήσεις κατά την ώρα αιχμής, αλλάζοντας τις εργασιακές συνθήκες μέσω τηλε-εργασίας και ευέλικτων ωραρίων εργασίας, αλλά και μειώνοντας το μήκος των μετακινήσεων προωθώντας έτσι τα εναλλακτικά μέσα μετακίνησης.

4. Συμπεράσματα

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι αφενός η ανάπτυξη και παρουσίαση κυκλοφοριακών ρυθμίσεων στην Αθήνα με στόχο την ποιοτική αναβάθμιση του δημόσιου χώρου και αφετέρου η αναλυτική περιγραφή των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων των προτεινόμενων επεμβάσεων στην πόλη και στους μετακινούμενους. Η εκτίμηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων αποτιμήθηκε αναφορικά με δύο περιοχές ανάλυσης, την Περιοχή Επέμβασης και την Ευρύτερη Περιοχή Ανάλυσης. Η Περιοχή Επέμβασης ορίζεται από το Ειδικό Πολεοδομικό Σχέδιο με βάση το άρθρο 11 του Ν. 4759/2020 (ΦΕΚ 245 Α'/09.12.2020) που εκπονείται για τον Μεγάλο Περίπατο. Για την αποτίμηση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων εξετάστηκαν και εκτιμήθηκαν δείκτες απόδοσης σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος μεταφορών για την υφιστάμενη κατάσταση (Σενάριο A) και για τα επικρατέστερα εναλλακτικά σενάρια (Σενάρια B3, B4, B5, B6, Γ1 και Γ0). Επιπλέον τα εναλλακτικά σενάρια εξετάστηκαν συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση χρησιμοποιώντας τη Διαδικασία Αναλυτικής Ιεραρχίας (Analytical Hierarchy Process, AHP).

Συμπερασματικά, με βάση τα αποτελέσματα των κυκλοφοριακών δεικτών προκύπτει ότι οι προτεινόμενες επεμβάσεις στην κινητικότητα στην Αθήνα οδηγούν σε σημαντικά οφέλη. Πιο συγκεκριμένα, οι επιλεχθέντες επεμβάσεις επιτυγχάνουν σημαντική ανάκτηση δημόσιου χώρου με την ολοκλήρωση του Μεγάλου Περιπάτου και την απελευθέρωση του Εμπορικού Τριγώνου και της Περιοχής της Πλάκας από τα Ι.Χ. οχήματα, όπως επίσης εισάγουν στην Αθήνα νέες και βιώσιμες πρακτικές κινητικότητας με ουσιαστική προτεραιότητα στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς και στην ασφαλή και άνετη κίνηση πεζών και ποδηλάτων.

Επιπρόσθετα, μέσα από την εξέταση των αντίστοιχων σεναρίων προκύπτει ότι η προτεινόμενη απόδοση λωρίδων κυκλοφορίας οχημάτων στους πεζούς και τα ποδήλατα σε εμβληματικά σημεία του κέντρου της Αθήνας (Σύνταγμα, Πανεπιστημίου, Βασ. Όλγας, Βασ. Αμαλίας, Εμπορικό Τρίγωνο, Πλάκα, κτλ.) σηματοδοτεί τη νέα πολιτική κινητικότητας του Δήμου Αθηναίων με έμφαση στη πεζή μετακίνηση, αλλά και σε άλλες μορφές ήπιας μετακίνησης. Επίσης, η εισαγωγή των ορίων ταχύτητας των 20 και 30km/h στην περιοχή επέμβασης αποτελεί πρωτοπόρα και θεμελιώδη επιλογή της προστασίας της ανθρώπινης ζωής έναντι της αλόγιστης και επικίνδυνης ταχύτητας των οχημάτων.

Ο ολοκληρωμένος Μεγάλος Περίπατος θα καταστήσει ακόμη πιο ελκυστική την Αθήνα ως μοναδικό τουριστικό προορισμό, ευχάριστης περιήγησης στα μέρη που γεννήθηκε η δημοκρατία ενώ η απελευθέρωση του Εμπορικού Τριγώνου και της Πλάκας από τα Ι.Χ. οχήματα αποδεικνύει ότι η πόλη μπορεί να λειτουργήσει διαφορετικά με επίκεντρο τον άνθρωπο και όχι τα οχήματα.

Η ανάλυση των κυκλοφοριακών επιπτώσεων κατέδειξε ότι η αρνητική επιρροή των επεμβάσεων στην κυκλοφορία των Ι.Χ. οχημάτων είναι περιορισμένη και τοπική στην περιοχή του κέντρου της Αθήνας, είναι πολύ μικρή στον δακτύλιο και αμελητέα εκτός του δακτυλίου (όπως φαίνεται και μέσω των δεικτών ΔΑ1, ΔΑ2 και ΔΑ3). Επιπλέον, η θετική επιρροή των επεμβάσεων είναι σημαντική για τους επιβάτες των λεωφορείων (πολλές γρηγορότερες διαδρομές), και τους πεζούς και τους ποδηλάτες και κατ' επέκταση για την οικονομία και την ποιότητα ζωής στο κέντρο της Αθήνας (όπως φαίνεται αποτυπώνεται μέσω των δεικτών ΔΑ4, ΔΑ5 και ΔΑ6). Τέλος, η κυκλοφορία στην περιοχή αναμένεται να ισορροπήσει (3-6 μήνες μετά τις επεμβάσεις) καθώς οι επιβαίνοντες των Ι.Χ. θα επιλέξουν νέες διαδρομές, διαφορετικές ώρες ή και διαφορετικά μέσα μεταφοράς (εκτιμώμενη αύξηση επιβατών Μ.Μ.Μ. 7%).

Συμπερασματικά, οι προτεινόμενες επεμβάσεις στην κινητικότητα στην Αθήνα παρουσιάζουν σημαντικά κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, οδηγούν σε πολύ περιορισμένες και άμεσες κυκλοφοριακές επιπτώσεις και ανοίγουν με εμβληματικό τρόπο τον δρόμο για την εφαρμογή της νέας πολιτικής αστικής βιώσιμης κινητικότητας στο Δήμο Αθηναίων αλλά και σε όλο το Λεκανοπέδιο της Αθήνας.

5. Βιβλιογραφία

- Boulougari, A. (2020). Driver choices towards ride sharing, Department of Transportation Planning and Engineering, NTUA, <https://www.nrso.ntua.gr/geyannis/wp-content/uploads/boulougari-ad96.pdf>.
- De Jong, G., & Gunn, H. (2001). Recent evidence on car cost and time elasticities of travel demand in Europe. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 35(2), 137-160.
- Department for Communities and Local Government, UK (2009), “Multi-Criteria Analysis: A Manual”, London, UK.
- Department for Transport.: Variable demand modelling—key processes. *Transport Analysis Guidance (TAG) Unit 3.10.3 Appendix 1: Elasticity Models*. www.dft.gov.uk/webtag/documents/expert/unit3.10.3c.php (2009).
- Koliou, P. Mantouka, E., Papacharalampous, A., Vlahogianni, E.I., and Deloukas, A. (2019). Revisiting travel mode and time of departure choices in EU regions: Differences, similarities and some insights, *Proceedings of the ICTR2019, Athens, Greece*.
- Tennøy, A., Wangsness, P.B., Aarhaug, J., Gregersen, F.A., Experiences with capacity reductions on urban main roads – rethinking allocation of urban road capacity? *Transp. Res. Procedia*, 19 (2015), pp. 4-17, 10.1016/j.trpro.2016.12.063.
- Tennøy, A., Caspersen, E., Hagen, O.H., Langeland, P.A., Mata, I.L., Nordbakke, S., Skollerud, K.H., Tønnesen, A., Weber, C., Ørving, T., Aarhaug, J., 2016. BYTRANS: Effects and consequences of capacity reduction in the Bryn tunnel Per 2016. TOI report 1566/2017. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=45290>.
- TRACE Consortium (1999): Deliverable 5: Elasticity Handbook. TRACE Consortium, The Hague.
- Transport for London (2018) *Travel in London: Report 11*
- TRB (2010) *Highway Capacity Manual 2010 (HCM2010)*. Washington DC: TRB
- TRB (2000) *Highway Capacity Manual 2000 (HCM2000)*. Washington DC: TRB
- Wardman, M. Review and meta-analysis of U.K. time elasticities of travel demand. *Transportation* 39, 465–490 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9369-2>.