

ΠΑΝΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΘΕΜΑ:

**ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΣΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ
ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

Λυδία Γρηγοράκου

2005

Επιβλέπων Καθηγητής
Αναστάσιος Καραγάνης

Μέλη τριμελούς επιτροπής, Καθηγητές
Κωνσταντίνος Ράνος
Διονύσιος Καλύβας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΜΟΝΤΕΛΑ ΖΗΤΗΣΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

- 1.1 Η Ζήτηση και η Προσφορά Αστικών Μεταφορών
- 1.2 Μοντέλα Αστικών Μεταφορών
 - 1.2.1 Συμβατικά Μοντέλα Αστικών Μεταφορών
 - 1.2.2 Πιθανολογικά μοντέλα
 - 1.2.3 Μοντέλα Άμεσης Ζήτησης
 - 1.2.4 Υποκειμενικές μελέτες
 - 1.2.5 Σύγχρονες Προσεγγίσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ MC FADDEN ΣΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

- 2.1 Ατομική Ζήτηση για Μετακινήσεις
- 2.2 Συναθροισμένη Ζήτηση για Μετακινήσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ Η ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΕΤΡΟ (Μ.Α.Μ.)

- 3.1 Προσφορά Μέσων Μετακίνησης: Δημόσια Μεταφορικά Συστήματα
 - 3.1.1 Τα Αστικά Λεωφορεία: (ΟΑΣΑ) και τρόλλεϋ (ΗΛΠΑΠ)
 - 3.1.2 Ο Αστικός Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος (ΗΣΑΠ)
 - 3.1.3 Τα Ταξί
- 3.2 Ζήτηση Μετακινήσεων: Νοικοκυριά
 - 3.2.1 Χαρακτηριστικά Μετακινήσεων των Νοικοκυριών
 - 3.2.2 Κοινωνικοοικονομικά Χαρακτηριστικά των Νοικοκυριών
- 3.3 Έρευνα Μετεπιβιβάσεων
- 3.4 Μετακινήσεις σε Επιβατικούς Τερματικούς Σταθμούς
- 3.5 Έρευνα Δεδηλωμένης Προτίμησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

- 4.1 Κατασκευή Δεδομένων Ανάλυσης
 - 4.2 Εξειδίκευση Μοντέλου
 - 4.3 Εμπειρική Ανάλυση
 - 4.3.1 Εκτίμηση Μεριδίων Ζήτησης για Μετακινήσεις
 - 4.3.2 Ελαστικότητες Μεριδίων Ζήτησης για Μετακινήσεις
 - 4.3.3 Επιλογή ενός μέσου μεταφοράς έναντι ενός άλλου (Modal Split)
 - 4.3.4 Ελαστικότητες συνάρτησης επιλογής ενός μέσου έναντι ενός άλλου
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

- 5.1 Συμπεράσματα Ανάλυσης
- 5.2 Προτάσεις πολιτικής

Εισαγωγή

Το ενδιαφέρον σημείο που οδηγεί στη μελέτη των μεταφορών έγκειται στο ρόλο που διαδραματίζουν στη ζωή μας καθώς χρησιμοποιούνται για την ικανοποίηση των καθημερινών μας αναγκών, είτε για μεταφορά προσώπων είτε για μεταφορά αντικειμένων. Οι μεταφορές αποτελούν αγαθό για το οποίο υπάρχει συγκεκριμένη ζήτηση για την κατανάλωσή του είτε ως αγαθό είτε ως υπηρεσία.

Τα τελευταία χρόνια εκτός από τη ραγδαία αύξηση στις μεταφορές των εμπορευμάτων, παρατηρείται ολοένα μεγαλύτερη αύξηση στις μετακινήσεις επιβατών. Σύμφωνα με αναφορά της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (1992), αναφέρεται ότι η μεταφορά επιβατών αυξήθηκε σε ποσοστό ελαφρά υψηλότερο από εκείνο της μεταφοράς εμπορευμάτων και ότι τα στοιχεία δείχνουν σταθερή αύξηση του όγκου των μεταφορών, σχεδόν κατά 5% το χρόνο ταχύτερα από ότι η οικονομία ως σύνολο. Αυτό οφείλεται στις αυξήσεις του αριθμού των ταξιδιών από και προς τον τόπο εργασίας με τη χρήση αυτοκινήτων ιδιωτικής χρήσης (ΙΧ) περισσότερο σε σχέση με εκείνη των λεωφορείων και των τρενών» Παρατηρείται, λοιπόν, ήδη από το 1992, μια τάση για χρήση ιδιωτικών μέσων μεταφοράς σε σχέση με τη χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς.

Το πρόβλημα που καλούμαστε, λοιπόν, να αντιμετωπίσουμε είναι τι θα γίνει αν συνεχιστεί η ολοένα αυξανόμενη χρήση των ιδιωτικών μέσων μεταφοράς. Μόνο μερικές από τις επιπτώσεις που αυτό συνεπάγεται είναι η οικολογική καταστροφή, η σπατάλη ενεργειακών πόρων, η κυκλοφοριακή συμφόρηση στις πόλεις αλλά και επιπτώσεις που αφορούν την υγεία όπως αναπνευστικά προβλήματα λόγω ρύπων στις πόλεις, έλλειψη άσκησης των ατόμων που επί το πλείστον χρησιμοποιούν αυτοκίνητο στην καθημερινότητά τους, άγχος, νευρική και άλλες ψυχοσωματικές επιπτώσεις. Μόνο στις Ευρωπαϊκές χώρες, το κόστος που οφείλεται στην κυκλοφοριακή συμφόρηση των αστικών κέντρων, ξεπερνάει τα 100 δις ευρώ κάθε χρόνο, και κάθε χρόνο σημειώνονται 20.000 θανατηφόρα ατυχήματα στους δρόμους¹. Παρόλα αυτά, ολοένα και μεγαλύτερος αριθμός νοικοκυριών δηλώνουν ότι δεν μπορούν να κινηθούν χωρίς το αυτοκίνητό τους ή τουλάχιστον κάποιο ιδιωτικό μέσο και η προδιάθεση αυτή δείχνει να αυξάνεται με αύξοντα ρυθμό γεγονός που δημιουργεί μεγάλο προβληματισμό στις εκάστοτε κυβερνήσεις όσον αφορά τις εξωτερικές αρνητικές οικονομίες που αυτό συνεπάγεται².

¹ May A. - Jonson A. - Mattheus B. (2003): "Research challenges in urban transport policy" Pergamon, Transport Policy 10, 157-164.

² Ubilos B.-Sainz F.(2004): "The influence of quality and price on the demand for urban transport: the case of University students", Elsevier, Transportation Research Part A 38,607-614.

Αν και κατά καιρούς έχουν ληφθεί διάφορα μέτρα πολιτικής όσον αφορά τη μετακίνηση των ατόμων στις πόλεις, δεν έχουν φέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Αντιθέτως, καθώς υπάρχει η τάση να γίνεται το αυτοκίνητο από είδος πολυτελείας, είδος πρώτης ανάγκης, και καθώς η πιστωτική πολιτική των αυτοκινητοβιομηχανιών τείνει να γίνεται όλο και πιο ελκυστική, κάθε είδους κυβερνητική παρέμβαση όσον αφορά τη χρήση των ΙΧ αποβαίνει μάταιη. Οι προσπάθειες εφαρμογής μέτρων πολιτικής αποδεικνύεται είτε ότι είναι κοστοβόρες είτε ότι είναι αδύνατες εφαρμογής. Έτσι, λοιπόν, υπάρχει η ανάγκη εύρεσης αποτελεσματικών τρόπων επίδρασης στις αστικές μετακινήσεις, αλλά και τρόπων αποτελεσματικών ως προς το κόστος εφαρμογής τους. Για να μπορέσουν να βρεθούν λύσεις στο πρόβλημα είναι ανάγκη να αναλυθεί καταρχήν γιατί επιλέγεται κυρίως το αυτοκίνητο και γενικότερα τα ιδιωτικά μέσα μετακίνησης σε σχέση με τα δημόσια, και κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί αρχίζοντας με ανάλυση συμπεριφορών και επιλογής μέσου μεταφοράς.

Υπάρχουν αρκετές προσεγγίσεις και μέθοδοι ανάλυσης που έχουν ακολουθηθεί από ειδικούς για την ανάλυση των συμπεριφορών των μετακινουμένων. Μια μέθοδος είναι να αναλυθούν συναθροισμένα στοιχεία που αφορούν στην επιλογή ενός μέσου (πχ. αυτοκίνητο) και εν συνεχεία να βρεθούν οι προσδιοριστικοί παράγοντες που προσδιορίζουν την επιλογή αυτή. Άλλος τρόπος είναι να αναλυθούν μη συναθροισμένα στοιχεία επιλογής μέσου, τα οποία προέρχονται από ατομικές παρατηρήσεις όπου δηλώνονται οι επιλογές κάθε ατόμου και στη συνέχεια δηλώνεται και ο λόγος επιλογής τους. Στη συνέχεια, πρέπει να αναλυθούν στοιχεία που αφορούν εξωτερικούς παράγοντες που επηρεάζουν τον τρόπο μετακίνησης όπως (δίκτυα μεταφορών, υποδομές, κόστος ναύλων, κυκλοφοριακοί περιορισμοί, ασφάλεια κτλ). Οι παράγοντες αυτοί επιδρούν είτε άμεσα είτε έμμεσα στη γενικότερη εξέλιξη των επιλογών των ατόμων και συνεπώς κάθε αλλαγή σε ορισμένους βασικούς παράγοντες μεταφορών είτε πολιτικής είτε περιβάλλοντος¹, επιδρά στο ευρύτερο κοινωνικοοικονομικό και χωροταξικό περιβάλλον με τις ανάλογες συνέπειες. Αυτό που πρέπει ουσιαστικά να ερευνηθεί είναι ποιοι είναι οι πιο αποτελεσματικοί παράγοντες όσον αφορά το αποτέλεσμα που θα επιφέρουν στην επιλογή των ανθρώπων αν μεταβληθούν θετικά ή αρνητικά με μια κυβερνητική απόφαση.

¹ Όταν αναφερόμαστε σε **παράγοντες πολιτικής** εννοούμε όλους εκείνους τους παράγοντες που μπορούν να επηρεαστούν από τον κρατικό φορέα πχ. οι υποδομές είναι παράγοντας πολιτικής, γιατί το κράτος αποφασίζει για την βελτίωσή τους και προβαίνει σε ενέργειες για αυτό. Από την άλλη, **παράγοντες περιβάλλοντος** είναι αυτοί που το κράτος δεν μπορεί να επηρεάσει διότι υπάρχουν ως κατάσταση έτσι και αλλιώς, όπως για παράδειγμα το σύνολο των ΙΧ ανά εργαζόμενο σε μια περιοχή.

Στην παρούσα διατριβή αναλύουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν τις αποφάσεις των κατοίκων της Αθήνας και των υπολοίπων Δήμων του Λεκανοπεδίου, όσον αφορά τη μετακίνηση από και προς τον τόπο εργασίας με βάση τον τόπο κατοικίας τους. Συγκεκριμένα, ερευνάται το πώς θα επηρεαστεί η χρήση δημοσίων μέσων μετακίνησης αν μεταβληθούν προσδιοριστικοί παράγοντες της χρήσης ιδιωτικών μέσων μετακίνησης (ΙΧ) και στη συνέχεια προτείνονται μέτρα που θα μπορούσαν να ληφθούν. Για το σκοπό αυτό δημιουργήσαμε ένα υπόδειγμα με βάση στοιχεία που προέρχονται από απογραφές και έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της έρευνας της Αττικό Μετρό Α.Ε.(Α.Μ.) το 1996, της εταιρείας που είναι υπεύθυνη για το έργο του Μετρό στο Νομό Αττικής, καθώς και από άλλες πηγές όπως ΕΣΥΕ (στοιχεία πληθυσμού, κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά), ΟΑΣΑ (δρομολόγια λεωφορειακών γραμμών, στοιχεία των μετακινήσεων των νοικοκυριών (1983)) και ΗΣΑΠ (επιβατική κίνηση της γραμμής Κηφισιά – Πειραιάς (1988)).¹

Στη διατριβή αυτή μελετάται η ζήτηση για αστικές μεταφορές των κατοίκων της Αθήνας με αφετηρία τον τόπο κατοικίας και προορισμό τον τόπο εργασίας κατά τη χειμερινή περίοδο του 1996. Μέσα από το δείγμα αναλύεται η συμπεριφορά των ατόμων και των νοικοκυριών στο έτος αυτό, έτσι ώστε να βγάλουμε συμπεράσματα για τη γενικότερη συμπεριφορά του πληθυσμού τότε και ίσως σε κάποιο βαθμό και σήμερα.

Συνοπτικά:

Στο **1^ο κεφάλαιο** εξετάζουμε τις Μεταφορές ως αγαθό που παρέχεται ως υπηρεσία και αναλύουμε τους προσδιοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση για αστικές μεταφορές. Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε τα διάφορα μοντέλα ζήτησης αστικών μεταφορών που έχουν αναλυθεί κατά καιρούς από διάφορους μελετητές και θα παραθέσουμε την κριτική του Mc Fadden για μοντέλα προγενέστερων μελετητών. Τα μοντέλα που αναφέρονται στην εργασία αυτή είναι: α) τα Συμβατικά Μοντέλα Μεταφορών, β) τα Πιθανολογικά Μοντέλα, γ) τα Μοντέλα Άμεσης Ζήτησης και δ) τα Υποκειμενικά Μοντέλα.

Στο **2^ο κεφάλαιο** αναλύεται η προσέγγιση του Daniel Mc Fadden στη Ζήτηση για αστικές μεταφορές και συγκεκριμένα η Ατομική και η Συναθροισμένη Ζήτηση αστικών μεταφορών.

¹ Τα στοιχεία αυτά και ο τρόπος συλλογής και επεξεργασίας τους αναφέρεται πιο διεξοδικά στο κεφάλαιο 3.

Στο **3^ο κεφάλαιο** γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των στοιχείων που αφορούν τα μέσα αστικών μεταφορών στην Αττική καθώς και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού. Πρόκειται για στοιχεία που αντλήθηκαν με δειγματοληψία στον χώρο της Αττικής, και για κάθε ομάδα στοιχείων αναφέρεται ο τρόπος συλλογής, επεξεργασίας, διόρθωσης και οργάνωσής τους, όπως έγιναν από την εταιρεία Αττικό Μετρό Α.Ε. Στη συνέχεια, γίνεται προσδιορισμός της Περιοχής Μελέτης που εξετάζουμε διεξοδικά στην εργασία αυτή. (Σημειώνεται εδώ ότι δεν αναλύθηκε όλη η Αττική αλλά μέρος αυτής για λόγους που αναλύονται στο 4^ο κεφάλαιο).

Στο **4^ο κεφάλαιο** γίνεται παρουσίαση των στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν, του τρόπου επεξεργασίας τους και γίνεται εξειδίκευση του μοντέλου αναλύοντας τις μεταβλητές εκείνες που είναι χρήσιμες για την εξαγωγή των συμπερασμάτων όσον αφορά τις μετακινήσεις στο Λεκανοπέδιο.

Στο **5^ο κεφάλαιο** αναφέρονται τα συμπεράσματα όπως προκύπτουν από την ανάλυση του μοντέλου του 4^{ου} κεφαλαίου και αναφέρονται οι προτάσεις πολιτικής μεταφορών που προτείνονται από τη σύγχρονη βιβλιογραφία και απομονώνουμε συγκεκριμένα τις προτάσεις εκείνες που με βάση το μοντέλο που αναλύσαμε έχουν εφαρμογή τον Λεκανοπέδιο Αττικής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΜΟΝΤΕΛΑ ΖΗΤΗΣΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

1.1 Η Ζήτηση και η Προσφορά Αστικών Μεταφορών

Σε μια οικονομία η ζήτηση για μεταφορές προκύπτει ως αποτέλεσμα αποφάσεων των νοικοκυριών και των επιχειρήσεων που επιδιώκουν τη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας ή του κέρδους. Η κατανάλωση του αγαθού των μεταφορών θεωρείται ως «συμπληρωματικό» κατά την κατανάλωση άλλων αγαθών, καθώς οι μεταφορές χρησιμοποιούνται ως ενδιάμεσος φορέας με στόχο είτε την προσωπική μετακίνηση είτε τη μεταφορά αγαθών. Έτσι, οι μεταφορές δεν προκύπτουν σαν τελικός σκοπός αλλά κατά την αναζήτηση κάποιου άλλου αγαθού ή υπηρεσίας.

Τις μεταφορές θα μπορούσαμε να τις προσεγγίσουμε τόσο από την πλευρά της ζήτησης όσο και από την πλευρά της προσφοράς¹. Από την πλευρά της ζήτησης εξετάζουμε τη ζήτηση για μεταφορά αγαθών ή προσώπων οπότε καταλήγουμε σε μια μορφή συνάρτησης που έχει τα χαρακτηριστικά της συνάρτησης ζήτησης για κατανάλωση όπως: ζήτηση για κατανάλωση αστικών και υπεραστικών μεταφορών (είτε προσώπων είτε αγαθών). Τα χαρακτηριστικά της ζήτησης για αστικές και υπεραστικές μεταφορές προσώπων καθορίζονται από την επιλογή μέσου, την ταχύτητα μετακίνησης, τη συχνότητα δρομολογίων κ.α. Όσον αφορά την επιλογή μέσου υπάρχουν οι επιλογές μεταξύ δημόσιου ή ιδιωτικού (ιδιωτικό μέσο ή δημόσια συγκοινωνία) και η επιλογή ατομικού ή μαζικού, οδικού, θαλάσσιου, εναέριου και σιδηροδρομικού. Από την πλευρά της προσφοράς, τα χαρακτηριστικά της συνάρτησης προσφοράς μεταφορών καθορίζονται από το κόστος μεταφοράς, τις οικονομίες κλίμακας που μπορεί να προκύπτουν, τη χωρητικότητα των μέσων, την αντιμετώπιση εξωτερικών παραγόντων όπως κυκλοφοριακή συμφόρηση κ.α.

Προκειμένου για την εκτίμηση της ζήτησης για μεταφορές, η απλή συνάρτηση ζήτησης καθορίζεται από μεταβλητές όπως η τιμή (κόστος μεταφοράς), το εισόδημα της επιχείρησης ή του νοικοκυριού και από άλλες κοινωνικοοικονομικές μεταβλητές. Εναλλακτικά, σε μια πολυμεταβλητή συνάρτηση, όπου γίνεται μια πιο ακριβής ανάλυση, επιπλέον των παραπάνω γίνεται και χρήση μεταβλητών όπως είναι η χρήση γής, τα χαρακτηριστικά της τοποθεσίας αφετηρίας ή προορισμού και τέλος

¹ McCarthy, P. (2001): "Transportation Economics", Blachwell Publishers Inc.

ανάλυση των υφιστάμενων χαρακτηριστικών του δικτύου (οδικού, σιδηροδρομικού, θαλάσσιου, εναέριου κτλ).

Η εμπειρική έρευνα στα συστήματα αστικών μεταφορών με έμφαση στις μεταφορές με αυτοκίνητο μέσω ενός δικτύου δημοσίων δρόμων, έχει επιφέρει την ανάλογη ανάπτυξη από θεωρίες και υποδείγματα ζήτησης αστικών ταξιδιών. Τα συγκεκριμένα εργαλεία προέκυψαν από τα προβλήματα στις μετακινήσεις με αυτοκίνητο και επικεντρώθηκαν κυρίως σε στοιχεία δημογραφικά καθώς και στους προσδιοριστικούς παράγοντες της ζήτησης για αστικές μεταφορές και όχι σε μεταβλητές συμπεριφοράς.

Στη συγκεκριμένη διατριβή θα επιχειρήσουμε να επικεντρωθούμε σε ιδέες και τεχνικές που είναι χρήσιμες για την ανάλυση ενός συμπεριφερικού μοντέλου ζήτησης αστικών μεταφορών, χωρίς ιδιαίτερη ανάλυση πάνω στα τεχνικά χαρακτηριστικά των μέσων αστικών μεταφορών ή των οδικών και σιδηροδρομικών δικτύων. Θα εξετάσουμε περισσότερο την κοινωνικοοικονομική πλευρά των αστικών μεταφορών κυρίως σε συνάρτηση με τους παράγοντες που προσδιορίζουν την μετακίνηση των ανθρώπων με προορισμό τον τόπο εργασίας τους.

Παρακάτω παρατίθεται μια σύντομη περίληψη υποδειγμάτων σχεδιασμού αστικών μεταφορών ταξινομημένων κατά Domenciech - McFadden (1975) τα οποία συγκεκριμένα αναφέρονται ως «συμβατικά μοντέλα ζήτησης αστικών μεταφορών», καθώς και μια σύντομη κριτική αυτών. Στη συνέχεια αναφέρονται μοντέλα ζήτησης αστικών μεταφορών και από άλλους ειδικούς, όπως πιθανολογικά μοντέλα, υποκειμενικά μοντέλα (Charles River Associates (1967) και Brand) αλλά και άλλες προσεγγίσεις αστικών μεταφορών όπως του Piet Bovy που επικεντρώθηκε κυρίως στα μέσα σταθερής τροχιάς, δηλαδή το τραίνο.

1.2 Μοντέλα Αστικών Μεταφορών

1.2.1 Συμβατικά Μοντέλα Αστικών Μεταφορών

Τα συμβατικά μοντέλα ζήτησης αστικών μεταφορών διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες σύμφωνα με τον τρόπο μελέτης της ζήτησης μεταφορών: στη μελέτη του σημείου προέλευσης και προορισμού (*Trip Generation*), στην ανάλυση του τρόπου διανομής των μετακινήσεων (*Distribution*), στην επιλογή μέσου μετακίνησης (*Modal Split*) και στον προσδιορισμό των δρομολογίων (*Route Assignment*). Οι κατηγορίες αυτές αναλύονται παρακάτω:

Trip Generation – Γενεσιουργοί Παράγοντες Μετακινήσεων

Προκειμένου να είναι χρήσιμες για τον σχεδιασμό μεταφορών, οι εκτιμήσεις για μελλοντικές χωροθετήσεις πληθυσμού και επιχειρήσεων, εξετάζονται οι ανάγκες για μεταφορές, κυρίως σε μια γενικευμένη βάση, καθορίζοντας τα διαφορετικά σημεία προέλευσης – προορισμού στο γεωγραφικό χώρο¹. Αυτό το μοντέλο ονομάζεται: *Trip Generation*. Στην περίπτωση των μετακινήσεων επιβατών, η βασική μονάδα ανάλυσης είναι το νοικοκυριό και γίνονται μετρήσεις του πλήθους των ταξιδιών που κάνουν τα μέλη του νοικοκυριού με σκοπό την εργασία, το σχολείο, τους τόπους αναψυχής και διασκέδασης. Κατά τη χρήση του μοντέλου αυτού, δίδεται έμφαση στις παρατηρούμενες ανάγκες για μετακίνηση για συγκεκριμένα σημεία στο σύστημα και όχι στις εκτιμήσεις ή παρατηρήσεις των προορισμών των μετακινήσεων που προκύπτουν από την ζήτηση μετακινήσεων. Συνεπώς, το μοντέλο αυτό μας δίνει μια εικόνα των αφετηριών και προορισμών των διαφορετικών ταξιδιών και μετακινήσεων με βάση τις ανάγκες αλλά όχι και τις ροές ή τις μετεπιβιβάσεις ανάμεσα στα σημεία του συστήματος μεταξύ αφετηρίας και τερματισμού.

Όπως αναφέρει ο McFadden, οι Fertil (1966) και Weiner προσεγγίζουν το μοντέλο αυτό με βάση το σημείο προέλευσης και τον τόπο προορισμού. Όσον αφορά το πρώτο υπόδειγμα με βάση το σημείο προέλευσης, $N_i = f_1(SE_i)$, ο αριθμός των αναχωρήσεων N από μια περιοχή i είναι συνάρτηση των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών της περιοχής αυτής SE_i . Δεν ενσωματώνονται μεταβλητές μεταφορικών μέσων και έτσι από υπόθεση δεχόμαστε ότι η συχνότητα των μετακινήσεων είναι εντελώς ανεξάρτητη από τις αλλαγές που κατά περιόδους υφίσταται το σύστημα των μεταφορών². Πρόκειται ουσιαστικά για ένα μοντέλο μη συμπεριφορικό καθώς δεν παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αποφασίζουν πόσο συχνά θα μετακινηθούν. Συνεπώς το συγκεκριμένο μοντέλο δεν ενδείκνυται για τη χάραξη συγκεκριμένης πολιτικής μεταφορών καθώς οι μεταβλητές που έχουν σχέση με τις αποφάσεις των επιβατών δεν συμπεριλαμβάνονται. Αυτό συμβαίνει διότι στην πράξη, οποιαδήποτε πολιτική υιοθετήσουν οι υπεύθυνοι δεν θα μπορεί να επηρεάσει τη συχνότητα των μετακινήσεων των ανθρώπων. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η συγκεκριμένη έλλειψη του μοντέλου, μερικές μελέτες έχουν συμπεριλάβει μια μεταβλητή προσπελασιμότητας στις εξισώσεις των μετακινήσεων. Όμως, επειδή η συγκεκριμένη μεταβλητή μετρά κατά πόσο είναι δυνατή η πρόσβαση

¹ Meyer J. "Techniques of Transport Planning and Pricing", Volume1, 1974, p.113

² Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 22.

από μια ζώνη σε άλλη ζώνη της περιοχής, περισσότερο από το να μετράει την προσέγγιση σε προορισμούς που είναι σχετικοί με την υπό μελέτη ζώνη, το μοντέλο αυτό δεν ενδείκνυται για την εισαγωγή εξίσωσης που να περιλαμβάνει μεταβλητές πολιτικής.

Στο 2^ο μοντέλο, με βάση τον τόπο προορισμού, $N_{ij} = f_2(E_j, LU_j)$, ο αριθμός των αφίξεων στη ζώνη j βρίσκεται σε συνάρτηση με τα χαρακτηριστικά της ζώνης, όπως είναι η απασχόληση E ή η χρήση γης LU στη ζώνη αυτή. Αφήνοντας έξω από την εξίσωση τις μεταβλητές των μέσων μεταφοράς, το μοντέλο αυτόματα υποδεικνύει ότι το πόσο προσβάσιμη είναι μια ζώνη δεν έχει καμία επίδραση στον συνολικό αριθμό των μετακινήσεων προς τη ζώνη. Όπως και το προηγούμενο μοντέλο έτσι και αυτό δεν είναι κατάλληλο για τη χάραξη πολιτικής και μάλιστα είναι περισσότερο μηχανικό παρά συμπεριφορικό¹. Δεν παρέχει μέσα ώστε να μετρώνται οι επιδράσεις, όπως είναι για παράδειγμα τα αποτελέσματα μιας διαφορετικής χρέωσης στάθμευσης στο κέντρο τα πόλης ή μιας βελτίωσης στις υπηρεσίες μεταφορών πάνω στον συνολικό αριθμό των μετακινήσεων προς την περιοχή για λόγους καταναλωτικούς. Θεωρεί ότι τέτοιου είδους μεταβλητές δεν έχουν καμία επίδραση στον συνολικό αριθμό των μετακινήσεων προς το κέντρο της πόλης με στόχο τις αγορές.

Μοντέλο Βαρύτητας ή Μοντέλο Μετεπιβίβασης μεταξύ Ζωνών ή Μοντέλο Διανομής:
 $N_{ij} = f_3(SE_i, E_j, T_{ij})$

Δεδομένου του αριθμού ταξιδίων με αφετηρία και προορισμό ανά συγκεκριμένη περιοχή, τα μοντέλα ζωνικών μετεπιβιβάσεων περιγράφουν ή προβλέπουν ταξίδια ανάμεσα στις περιοχές. Η πιο γνωστή τεχνική που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό είναι το μοντέλο βαρύτητας ή διανομής (distribution) $N_{ij} = f_3(SE_i, E_j, T_{ij})$. Το μοντέλο αυτό βασίζεται στο ότι η βαρύτητα μεταφορών μεταξύ δύο περιοχών i και j , εξαρτάται από το πλήθος των επιβατών με αφετηρία i και προορισμό j , και το οποίο είναι αντιστρόφως ανάλογο με την απόσταση, το χρόνο, το κόστος ή άλλο μέσο μέτρησης διαφοράς μεταξύ των περιοχών i και j . Ουσιαστικά γίνεται διανομή του προβλεπόμενου αριθμού των ταξιδιών που ξεκινάει από κάθε ζώνη i με προορισμό τη ζώνη j , η οποία βασίζεται στη σχετική προσελκυστικότητα της ζώνης j ως τόπος προορισμού, όπως αυτή μετράται από τις εξισώσεις των μετακινήσεων προς το συγκεκριμένο σημείο

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 22.

προορισμού και από τη μεταβλητή των επικείμενων ταξιδιών T_{ij} μεταξύ των ζωνών i και j . Επίσης, συσχετίζονται οι ζώνες προέλευσης και προορισμού των μετακινήσεων, έτσι ώστε να βρίσκονται σε άμεση συνάρτηση με τους χρόνους των ταξιδιών μέσω της μεταβλητής των παραγόντων παρακώλυσης (ανασταλτικοί παράγοντες). Στην πράξη οι (ανασταλτικοί) παράγοντες των επικείμενων μετακινήσεων βασίζονται μόνο στις μετακινήσεις με αυτοκίνητο. Έτσι, οι αλλαγές στα συστήματα μεταφορών συχνά δεν έχουν καμία επίδραση στην προβλεπόμενη κατανομή των μετακινήσεων. Ο ταξιδιωτικός χρόνος και τα στοιχεία κόστους πολύ σπάνια περιλαμβάνονται στους παράγοντες μέτρησης των επικείμενων μετακινήσεων. Συνεπώς, η κατανομή των μετακινήσεων μεταξύ των περιοχών αποτελεί μια μηχανική διανεμητική διαδικασία κατά την οποία η σύνθεση των μεταβλητών χάραξης πολιτικής (όπως το κόστος κάθε μέσου και οι παρεχόμενες υπηρεσίες του) παρουσιάζεται με μια απλοποιημένη μέτρηση των μετακινήσεων με αυτοκίνητο. Ο μηχανισμός προσέγγισης των επικείμενων μετακινήσεων συνήθως βασίζεται σε σταθερή κατανομή της διάρκειας της μετακίνησης (σε λεπτά). Έτσι, ο διανεμητικός μηχανισμός είναι περισσότερο περιγραφικός από ότι αιτιολογικός και επομένως δεν μπορεί με ακρίβεια να προβλέψει τη νέα κατανομή των μετακινήσεων που θα προκύψει από τις εξισορροπητικές συνθήκες που θα δημιουργήσουν οι αλλαγές στο σύστημα των μεταφορών¹.

Το μοντέλο ή τα είδη μοντέλων τέτοιου τύπου θεωρούν ότι οι ροές ανάμεσα στις περιοχές i και j μπορούν να παρισταθούν στατιστικά με μια ή περισσότερες παραμέτρους, όπως ο πληθυσμός, το εισόδημα και άλλες παράμετροι όπως το κόστος. Συνήθως λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες όπως ταξίδια με σκοπό τις αγορές, καθώς και παράμετροι όπως χρήση γης και άλλες μεταβλητές με στόχο να αποκτήσουμε μεγαλύτερη ομογένεια και συμπεριφορική ομαλότητα.

Με βάση τη δομή των δύο προηγούμενων μοντέλων, η διαδικασία της κατανομής των μεταφορών δεν επηρεάζεται από αλλαγές στο σύστημα των μέσων μεταφοράς αφού αυτές δε μεταβάλουν τον συνολικό αριθμό των μετακινήσεων από μια ζώνη σε κάποια άλλη, αλλά μπορούν απλά να μεταβάλουν την κατανομή των μετακινήσεων μεταξύ των ζωνών.

Κυρίως, χρησιμοποιείται η μέθοδος αυτή για προβλέψεις ζήτησης αστικών μεταφορών καθώς το δίκτυο στις πόλεις είναι πολύ πιο πολύπλοκο και οι επιλογές στους επιβάτες πολυπληθέστερες. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται μεγαλύτερη υποκατάσταση ανάμεσα σε εναλλακτικούς προορισμούς και διαδρομές. Βασικά

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 22.

στόχος των μοντέλων μετεπιβίβασης σε αστικές εφαρμογές είναι η κατανομή μιας ομάδας αναγκών για μετακινήσεις¹.

Εκτός από το μοντέλο βαρύτητας, για προβλέψεις μετεπιβίβασεων μεταξύ ζωνών χρησιμοποιείται και το *μοντέλο προκυπτουσών ευκαιριών (Intervening Opportunity Model)*². Το μοντέλο αυτό βασίζεται στο ότι το σύνολο χρόνου ταξιδιού από ένα σημείο σε ένα άλλο ελαχιστοποιείται, δεδομένου ότι κάθε σημείο προορισμού έχει μια συγκεκριμένη πιθανότητα να γίνει αποδεκτό. Το ταξίδι γίνεται προς το κοντινότερο σημείο, ανεξαρτήτως χρόνου, απόστασης και κόστους. Η αποδοχή ορίζεται σε συμπεριφορικό επίπεδο μεταβάλλοντας τις παραμέτρους του μοντέλου με στόχο να επιτύχουμε τον καλύτερο δυνατό συνδυασμό. Το συγκεκριμένο μοντέλο επίσης παρουσιάζει αξιοσημείωτη ελαστικότητα και προσαρμοστικότητα, περίπου όπως και το μοντέλο βαρύτητας. Η χρήση του γενικά έχει εφαρμογή σε μοντέλα ζήτησης αστικών μεταφορών.

Επιλογή Μέσου έναντι ενός άλλου - Modal Split

Η επιλογή μέσου υπολογίζεται από την πλευρά της προσφοράς μεταφορών, δηλαδή των μέσων που προσφέρονται για δημόσια συγκοινωνία. Στην επιλογή μέσου μετακίνησης η χωρητικότητα, το κόστος και η απόδοση του υπάρχοντος μεταφορικού συστήματος αποτελούν καθοριστικό παράγοντα επιλογής. Μπορεί να γίνει επιλογή ενός συγκεκριμένου μέσου ή συνδυασμού μέσων με στόχο την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους και τη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας. Όπως αναφέρει ο Meyer: «οι επιλογές αυτές είναι δύσκολο να ενταχθούν σε μοντέλο καθώς είναι δύσκολη η εκτίμησή τους». Και ο ίδιος εξηγεί ότι ένα μέσο μεταφοράς μπορεί να έχει υψηλότερο κόστος λειτουργίας, αλλά η αποφυγή άλλων παραγόντων κόστους όπως ο χρόνος αναμονής του μέσου, ο χρόνος μετεπιβίβασης, το κόστος εισιτηρίων ή ναύλων, το κόστος καυσίμων κα, αποτελούν παράγοντες πολύ σημαντικούς για το μοντέλο. Ακόμα οι υπηρεσίες που προσφέρει κάθε μέσο μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να είναι ταυτόχρονα συμπληρωματικές και ανταγωνιστικές μεταξύ τους.

Η λειτουργία της επιλογής μέσου πιθανότατα να διαφέρει στη πράξη πολύ περισσότερο από ότι τα προηγούμενα μοντέλα αστικών μεταφορών. Ο McFadden μας δίνει τον ακόλουθο τύπο για τον υπολογισμό της επιλογής μέσου:

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 22.

² Meyer J. (1974): "Techniques of Transport Planning" Vol.I Pricing and Project Evaluation, p.106

$$\frac{N_{ij}(\text{IX})}{N_{ij}(\Delta\Sigma)} = f_4 [T_{ij}(\text{IX}), T_{ij}(\Delta\Sigma), SE_i, L_{ij}]$$

Ο αριθμός των μετακινήσεων που κατανέμονται μεταξύ ζευγαριών ζωνών γίνεται είτε με αυτοκίνητο (Ι.Χ.) είτε με δημόσιες συγκοινωνίες (Δ.Σ.) σε σύγκριση με τα σχετικά κόστη και τους χρόνους που παρουσιάζουν τα μέσα και σε συνάρτηση με τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της ζώνης προέλευσης και προορισμού. Η ποικιλία των μέσων μεταφοράς συνήθως δε λαμβάνεται υπόψη και όλα τα μέσα μεταφοράς κατηγοριοποιούνται σε δύο μέσα, το αυτοκίνητο και τις δημόσιες μεταφορές.

Πρόκειται για το μοναδικό μοντέλο που είναι συμπεριφορικό και είναι προσανατολισμένο στη χάραξη πολιτικής. Όμως, λόγω του ότι το μοντέλο αυτό στηρίζεται σε μηχανικές διαδικασίες, οι μεταβλητές πολιτικής το μόνο που μπορούν να κάνουν είναι να μεταβάλλουν την επιλογή ανάμεσα στα μέσα. Ο συνολικός αριθμός των μετακινήσεων και η κατανομή αυτών ανάμεσα στις ζώνες είναι ήδη προκαθορισμένα, χωρίς αναφορά στο σύστημα των μεταφορών.

Όπως αναφέρει ο McFadden για τα μοντέλα αυτά, υπάρχουν πολλές ελλείψεις οι οποίες μειώνουν την πρακτική τους χρησιμότητα. Οι τεχνικές υπολογισμού είναι στοιχειώδεις και πολύ λίγη έμφαση δίνεται στη λειτουργική μορφή τους. Επιπλέον, πολύ συχνά περιλαμβάνουν επεξηγηματικές μεταβλητές, περιγραφικές πληροφορίες σχετικά με τις ζώνες (όπως πυκνότητα κατοίκων), στοιχεία τα οποία έμμεσα μόνο συνδέονται με τους χρόνους και τα κόστη, και συχνά αποτυγχάνουν να συμπεριλάβουν όλα τα στοιχεία χρόνων και κόστους περιορίζοντας τα περιθώρια εφαρμογής του μοντέλου.

Προσδιορισμός Δρομολογίων (ελάχιστα χρονικά περιθώρια, χωρητικότητα)

Ο καθορισμός διαδρομής δείχνει τοπογραφικά τα σημεία από τα οποία θα διέλθει το συγκεκριμένο μέσο για να φτάσει στον προορισμό του αλλά και τις ζώνες μετεπιβίβασης εάν υπάρχουν¹. Το μοντέλο εκτιμά τη ζήτηση για μετακίνηση μεταξύ σημείων αλλά σε συγκεκριμένο δίκτυο όπως αυτοκινητόδρομο, σιδηρόδρομο, θαλάσσιες και αεροπορικές οδούς και καθορίζει τη χρήση του αντίστοιχου μέσου. Επίσης, γίνεται καθορισμός του δικτύου και γεωγραφική κωδικοποίηση αυτού.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, κατά τον καθορισμό διαδρομής, χρησιμοποιούνται προγράμματα Η/Υ. Κατά την ένταξη μιας διαδρομής στο υπό μελέτη μοντέλο, μπορεί να υπάρξει ένας μεγάλος αριθμός εναλλακτικών διαδρομών

¹ Meyer J. (1974): "Techniques of Transport Planning" Vol.I Pricing and Project Evaluation, p.106

για κάθε διαζωνική μετακίνηση, ακόμα και κατά τη χρήση ενός συγκεκριμένου μέσου. Με την μέθοδο της ελαχιστοποίησης του αλγόριθμου¹ επιλέγεται η βέλτιστη διαδρομή, δηλαδή η διαδρομή με την μικρότερη απόσταση σε συντομότερο χρόνο και χαμηλότερο κόστος.

Αν οι δυνατότητες των διαδρομών ήταν άπειρες ($CP \rightarrow \infty$), ο καθορισμός διαδρομής θα ήταν απλός αλλά και εντελώς άχρηστος. Όσο οι ροές αλλάζουν σε ένα μεταφορικό δίκτυο, το κόστος και η απόδοση μεταβάλλονται. Αυτό φαίνεται ειδικότερα στις αστικές μεταφορές κατά τις ώρες αιχμής. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και κατά τις μεταφορές αγαθών (logistics) και κατά τις υπεραστικές μεταφορές επιβατών. ~~Αν μια κοντινότερη και συντομότερη διαδρομή επιφορτιστεί με μεγαλύτερη κίνηση τότε θα προτιμηθεί η αμέσως επόμενη βέλτιστη διαδρομή, έστω και μεγαλύτερης απόστασης.~~

Το υπόδειγμα του προσδιορισμού δρομολογίων $N_{ija} = f_5(T, CP)$ στην ουσία παράγει μια μεταβλητή των επικείμενων μετακινήσεων με αυτοκίνητο T_{ija} , η οποία μπορεί να υπολογιστεί με βάση τα προηγούμενα υποδείγματα της επιλογής μέσου ή της κατανομής των μετακινήσεων, προκειμένου να ενισχυθεί η επίτευξη ισορροπίας. Στην πράξη όμως αυτό συνήθως δεν συμβαίνει. Λόγω του ότι δεν περιλαμβάνεται η μεταβλητή του χρόνου των μετακινήσεων στα υποδείγματα που μετρούν την πρόκληση των μετακινήσεων και τα δρομολόγια που ακολουθούνται, είναι πολύ δύσκολοι οι υπολογισμοί και οι πρακτικές εφαρμογές. Σημαντικά περιθώρια πρακτικής εφαρμογής με τις υπάρχουσες πληροφορίες υπάρχουν σε σχέδια χρήσης γης.

Τα υποδείγματα αυτά καθορίζουν τις μετακινήσεις με αυτοκίνητο στη βάση της παραδοχής ενός ορισμένου ελαχίστου χρονικού ορίου. Αγνοείται το γεγονός ότι παράγοντες άλλοι εκτός από το χρόνο παραμονής στο αυτοκίνητο παίζουν ρόλο στην επιλογή του δρομολογίου. Το υπόδειγμα επιλογής δρομολογίου αντιπροσωπεύει μια διαδικασία καθαρά μηχανική, με πολύ λίγη δυνατότητα πρόβλεψης για την ύπαρξη αλληλεπίδρασης ανάμεσα στην επιλογή συγκεκριμένου δρομολογίου και τους άλλους προσδιοριστικούς παράγοντες της ζήτησης αστικών μεταφορών.

¹ Meyer J. (1974): "Techniques of Transport Planning" Vol.I Pricing and Project Evaluation, p.106

Κριτική πάνω στα συμβατικά μοντέλα από τον Daniel Mc Fadden

Σύμφωνα με τον McFadden τα συμβατικά μοντέλα που αναφέραμε παραπάνω έχουν λάθη και ελλείψεις κατά την προσέγγιση της ζήτησης για αστικές μεταφορές. Συγκεκριμένα ο ίδιος αναφέρει ότι τα μοντέλα αυτά βασικά δεν είναι συμπεριφορικά. Απλά απεικονίζουν τα αποτελέσματα που δημιουργούν οι υπάρχουσες συνθήκες κατά τη στιγμή που γίνεται η έρευνα. Δε δίνουν καμία εγγύηση για το πώς θα μεταβληθούν οι αποφάσεις των ανθρώπων σχετικά με τα εναλλακτικά μέσα μεταφοράς, στην περίπτωση που οι συνθήκες αλλάξουν. Εκτός από το υπόδειγμα της επιλογής μέσου ως προς κάποιο άλλο (*modal split*), τα μοντέλα που προαναφέραμε δεν είναι προσανατολισμένα στη χάραξη πολιτικής. Οι μεταβλητές τις οποίες μπορούν να επηρεάσουν οι υπεύθυνοι για το σχεδιασμό πολιτικής δεν περιλαμβάνονται στα μοντέλα μελέτης θεμάτων όπως από πού ξεκινούν και πού καταλήγουν οι μετακινήσεις των ανθρώπων. Τα μοντέλα αυτά ακολουθούν διαδικασίες καθαρά μηχανικές, χωρίς να αναγνωρίζουν την αλληλεπίδραση ανάμεσα στην απόδοση των συστημάτων μεταφοράς και στις επιλογές σχετικά με τη συχνότητα των μετακινήσεων και την επιλογή των δρομολογίων. Οι επιλογές των ανθρώπων σχετικά με τη μέρα και την ώρα των μετακινήσεών τους δεν περιλαμβάνονται στα μοντέλα. Η επίτευξη ισορροπίας στην ουσία δεν μελετάται, εκτός από την περίπτωση των μοντέλων που ορίζουν τα δρομολόγια των μετακινήσεων με αυτοκίνητο, τα οποία κατά τον προσδιορισμό της πορείας λαμβάνουν υπόψη τους περιορισμούς στις υπάρχουσες δυνατότητες κατά την χάραξη των δρομολογίων. Τέλος, τα μοντέλα βασίζονται στα χαρακτηριστικά της κάθε ζώνης και στις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Η έλλειψη της απαραίτητης πληροφόρησης και ο μη συμπεριφορικός χαρακτήρας των μοντέλων, κάνει πολύ δύσκολες τις γενικεύσεις από πόλη σε πόλη.

Η παραπάνω κριτική υποδεικνύει ότι τα γενικά μοντέλα ζήτησης χρειάζονται κάποια αναθεώρηση. Δηλαδή, απαιτείται μια προσέγγιση των μοντέλων αυτών που να ερμηνεύει τις συμπεριφορές των μετακινουμένων και να ανταποκρίνεται σε αποφάσεις πολιτικής. Επιπλέον, η μελέτη της επιλογής μέσου και γενικότερα όλων των παραγόντων που επηρεάζουν τη ζήτηση αστικών μεταφορών θα πρέπει να βασίζεται σε ένα πλήθος στοιχείων σχετικά με τις μεταφορές των ανθρώπων, τα οποία θα αναλύονται σε εμπειρική βάση.

Παρακάτω αναλύονται μοντέλα πάνω στη ζήτηση για μετακινήσεις, τα οποία καταλήγουν περισσότερο από τα προηγούμενα σε μια συμπεριφορική θεωρία. Η ανάλυση που θα ακολουθήσει διακρίνεται στις εξής τρεις κατηγορίες: 1) στα

πιθανολογικά μοντέλα, που δίνουν έμφαση στην αξία του χρόνου και 2) στα πιθανολογικά μοντέλα, που βασίζονται στην επιλογή μέσου, 3) στα άμεσα μοντέλα ζήτησης και κυρίως εκείνα που προέρχονται από τη μελέτη για το Northeast Corridor και τη δουλειά της Charles River Associates, και 4) στις υποκειμενικές μελέτες, συμπεριλαμβανομένων των μελετών που χρησιμοποιούν κάποια υποκειμενικά στοιχεία.

1.2.2 Πιθανολογικά μοντέλα

Πιθανολογικά μοντέλα με βάση την αξία του χρόνου

Αυτή η κατηγορία μοντέλων αποτελείται από μελέτες που επιχειρούν να εντάξουν σε μοντέλο την πιθανότητα να επιλέξει κάποιος συγκεκριμένο μέσο μετακίνησης. Οι μελέτες αυτές είτε προσπαθούν να μετρήσουν την αξία του χρόνου, ώστε οι υπολογισμοί να γίνουν ευκολότεροι και να υπάρχει εργαλείο το οποίο ερμηνεύει τις επιλογές των ανθρώπων σχετικά με τα μέσα μεταφοράς, είτε επιχειρούν να εντάξουν απευθείας σε μοντέλο τη συμπεριφορά των καταναλωτών.

Οι παρατηρήσεις των μετακινήσεων που αναλύονται δίνονται σε δυαδική μορφή (0,1) παρά σε ποσοτική. Όπως και στη περίπτωση των συναθροισμένων μεγεθών ζώνης, η μέθοδος ανάλυσης που επιλέγεται είναι η πιθανολογική ή επιλογής συμπεριφοράς. Όσον αφορά τα βασικά συμπεράσματα των μελετών, αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συγκρίσεις με τα εμπειρικά αποτελέσματα.

Οι μελέτες αυτές έχουν όμως και ορισμένα αρνητικά χαρακτηριστικά, όπως το ότι εξετάζουν μόνο την πιθανότητα να γίνει από τα άτομα μια συγκεκριμένη επιλογή. Λαμβάνεται ως δεδομένο ότι κάποιος πρόκειται να μετακινηθεί, αλλά δεν υπολογίζεται το βασικό δίλημμα που πιθανόν να αντιμετωπίζει κάποιος να μετακινηθεί ή όχι¹. Για το λόγο αυτό υπάρχει έλλειψη πληροφοριών σχετικά με τον αριθμό των ανθρώπων που θα χρησιμοποιήσουν το συγκεκριμένο μέσο (ή θα κάνουν τη συγκεκριμένη επιλογή). Αντί αυτού, προβλέπουν το ποσοστό ενός προκαθορισμένου συνόλου που θα χρησιμοποιήσει το συγκεκριμένο μεταφορικό μέσο.

Ένα παράδειγμα χρήσης πιθανολογικού μοντέλου με βάση εμπειρικά στοιχεία θα μπορούσε να είναι η ανάλυση των επιλογών ανάμεσα σε ένα δρόμο με διόδια και ένα δρόμο από τον οποίο η διέλευση γίνεται δωρεάν. Υπολογίζοντας την αξία των

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 22.

διοδίων που πληρώνονται από τα άτομα προκειμένου να εξοικονομηθεί χρόνος, μπορούμε να υπολογίσουμε την αξία του χρόνου που γλιτώνει κάποιος κάνοντας χρήση του νέου δρόμου.

Η μαθηματική διατύπωση του υποδείγματος είναι η δυαδική λογιστική έκφραση η οποία παρουσιάζεται ως εξής :

$$P = \frac{1}{1 + \exp(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)}$$

Όπου P είναι η πιθανότητα να επιλέξει κάποιος τον δρόμο του οποίου η διέλευση γίνεται δωρεάν, x_1 είναι η διάρκεια του χρόνου που κερδίζει κάποιος επιλέγοντας το δρόμο με διόδια x_2 είναι το κόστος βενζίνης που γλιτώνει εφόσον επιλέγει το δρόμο με τα διόδια και $x_3 \dots x_k$ είναι άλλα χαρακτηριστικά των δρόμων και των οδηγών αυτοκινήτων. Οι παράμετροι $\beta_1 \dots \beta_k$ προσδιορίζονται με οικονομετρικές τεχνικές, ενώ η αξία του χρόνου δίνεται από το κλάσμα β_2 / β_1 . Χρησιμοποιώντας κάποια δείγματα εισοδημάτων και λαμβάνοντας υπόψη μια πληθώρα μέτρων κόστους μπορούμε να εξετάσουμε τον τρόπο που οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τα κόστη και την επιρροή που έχει ο χρόνος στο εισόδημα.

Πιθανολογικά μοντέλα με βάση την επιλογή μέσω (Probabilistic Choice of Mode Studies)

Όσον αφορά τα πιθανολογικά μοντέλα επιλογής μέσου, χαρακτηριστικό είναι το υπόδειγμα που σχεδιάστηκε από τον Warner (1962). Ο Warner¹ ανέλυσε την επιλογή μέσου μεταφοράς χρησιμοποιώντας μαθηματικά ή πιθανολογικά μοντέλα και δημιούργησε για το σκοπό αυτό ζευγάρια εναλλακτικών δυνατοτήτων. Τα στοιχεία που χρησιμοποίησε προέρχονταν από την έρευνα του 1956 Chicago Area Transit Survey (CATS), από όπου πήρε στοιχεία σχετικά με τις μετακινήσεις των ατόμων, με τα μέσα που χρησιμοποιούσαν και τις εναλλακτικές επιλογές μέσων μετακίνησης που θεωρούσαν ως επικρατέστερα. Τα στοιχεία σχετικά με τους χρόνους και το κόστος υπολογίστηκαν με βάση το να πάει κανείς στη δουλειά και να επιστρέψει. Ο Warner χρησιμοποίησε ένα γραμμικό υπόδειγμα προκειμένου να κάνει τους αρχικούς υπολογισμούς στο πλαίσιο ενός δυαδικού λογιστικού μοντέλου επιλογής, το οποίο

¹ Warner L.(1962), "Stochastic choice of mode in urban travel: A study in binary choice", Northwestern University Press, Evanston, Ill.

στη συνέχεια εκτίμησε με μεθόδους μη-γραμμικής παλινδρόμησης. Το λογιστικό μοντέλο εκτίμησε το λογάριθμο του λόγου του να επιλέξει ή όχι κάποιος μετακίνηση με αυτοκίνητο αντί με δημόσιο μέσο ως συνάρτηση του λογάριθμου του λόγου των χρόνων από και προς την εργασία, του λογάριθμου του λόγου του κόστους των μετακινήσεων αυτών καθώς και του λογάριθμου πολλών άλλων στοιχείων όπως το εισόδημα των νοικοκυριών, η ιδιοκτησία αυτοκινήτου και μεταβλητές όπως το φύλο, η ηλικία καθώς και η απόσταση της μετακίνησης¹.

Οι παράμετροι που εκτιμήθηκαν ήταν συγκεκριμένες για όλες τις μεταβλητές εκτός από την ηλικία και την απόσταση και είχαν τα προβλεπόμενα σύμβολα καθώς και εύλογα μεγέθη. Ο Warner περιγράφει την ελαστικότητα επιλογής συγκεκριμένης λύσης και υπολογίζει τα μεγέθη της ελαστικότητας αυτής για τα δείγματά του. Ανακαλύπτει ότι για να μετακινηθούμε στην εργασία μας οι ελαστικότητες κόστους και χρόνου κυμαίνονται στο επίπεδο του 0,2. Η ελαστικότητα του εισοδήματος είναι πολύ χαμηλή, περίπου 0,03.

1.2.3 Μοντέλα Άμεσης Ζήτησης - Direct Demand Models

Το κύριο χαρακτηριστικό των υποδειγμάτων άμεσης ζήτησης μεταφορών, είναι το ότι όλα τα στοιχεία προέλευσης, προορισμού, κατανομής ανάμεσα στις ζώνες, καθώς και τα θέματα επιλογής τρόπου-μέσου ενσωματώνονται ως ερμηνευτικοί παράμετροι σε ένα απλό μοντέλο ζήτησης, το οποίο συχνά καλείται *άμεσο μοντέλο ζήτησης*. Τα μοντέλα αυτά διαχωρίζονται από τους στόχους τους και τυπικά χρησιμοποιούν στις παρατηρήσεις τους πολλά γεωγραφικά στοιχεία. Τα περισσότερα από τα άμεσα μοντέλα ζήτησης μεταφορών αναπτύχθηκαν σε σύνδεση με το σχέδιο Northeast Corridor, και επομένως σχετίζονται περισσότερο με τις μεταφορές από πόλη σε πόλη παρά με αυτές που πραγματοποιούνται μέσα σε μια πόλη. Το *Kraft-SARC* μοντέλο (1963), το *Quat-Baumol* θεωρητικό μοντέλο (1966) και το *Blackburn* μοντέλο (1969) αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα άμεσων μοντέλων ζήτησης μεταφορών. Όμως το πιο καθαρά άμεσο μοντέλο ζήτησης αστικών μέσων μεταφοράς είναι το μοντέλο *Charles River Associates Bay Toll* (1967)².

Αυτή η κατηγορία μοντέλων χρησιμοποιεί στις παρατηρήσεις της τον αριθμό των μετακινήσεων ανάμεσα στις ζώνες (ή τις πόλεις) σε σχέση με το σκοπό για τον

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 26.

² Τα παραπάνω υποδείγματα περιγράφονται από τον Mc Fadden (1975), ο οποίος κάνει κριτική για κάθε ένα από αυτά ξεχωριστά.

οποίο γίνονται αλλά και σε σχέση με το μέσο με το οποίο πραγματοποιούνται. Ως επεξηγηματικές μεταβλητές τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούν τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής προέλευσης, την προσελκυστικότητα της περιοχής προορισμού και την απόδοση των εναλλακτικών μέσων μεταφοράς τα οποία συναγωνίζονται. Καθώς ο αριθμός των μετακινήσεων είναι μια συνάρτηση των χρόνων και του κόστους των εναλλακτικών μέσων που εμφανίζονται, το μοντέλο υπολογίζει τις επιδράσεις που έχουν οι αλλαγές στα συστήματα μεταφορών στο συνολικό αριθμό των μετακινήσεων και στην εναλλακτική χρήση των μέσων. Έτσι, στα μοντέλα αυτά ο συνολικός αριθμός των μετακινήσεων και η κατανομή τους στα ~~διάφορα μέσα μεταφοράς αποτελούν παράγοντες που επηρεάζονται από μεταβλητές~~ πολιτικής. Ενώ όλα αυτά τα μοντέλα βασίζονται σε συναθροισμένα στοιχεία μετακινήσεων, στόχος είναι να αναπτυχθούν μη συναθροισμένα μοντέλα ζήτησης μεταφορών. Για το λόγο αυτό δύσκολα μπορούν να καταλήξουν σε μετρήσεις και να αντιμετωπίσουν προβλήματα στα πλαίσια ενός μη συναθροισμένου μοντέλου που μελετά τις συμπεριφορές κατά τις μετακινήσεις. Παρακάτω δίδεται μια σύντομη περιγραφή για καθένα από αυτά και αναφέρεται μια σύντομη κριτική στο τέλος από τον Mc Fadden.

Το *Kraft-SARC* μοντέλο που δημιουργήθηκε για το *Northeast Corridor*, παράλληλα με τις κοινωνικοοικονομικές μεταβλητές προσέλκυσης σε ένα τόπο, υιοθετεί και επεξηγηματικές μεταβλητές για κάθε μέσο που επιλέγεται με αποτέλεσμα να λαμβάνονται υπόψη όλα τα κόστη και οι χρόνοι των μέσων και των τρόπων μετακίνησης. Με αυτό τον τρόπο, το μοντέλο υπολογίζει τις άμεσες και τις έμμεσες αλληλεπιδράσεις από τη χρήση του κάθε μέσου για τις μετακινήσεις που χαρακτηρίζουν το κάθε ζεύγος πόλεων του δείγματος.

Το *μοντέλο ατομικής ζήτησης του Blackburn*, το οποίο περιλαμβάνει διάφορες μετακινήσεις με εναλλακτικά μέσα μεταφοράς, συναθροίζονται όλοι οι παράγοντες σε ατομικές συναρτήσεις ζήτησης και προκύπτει ένα συναθροισμένο μοντέλο όπου οι επιβάτες εκφράζουν ζήτηση για μετακινήσεις εκτιμώντας τις ανάγκες τους. Καθώς τα δεδομένα είναι συναθροισμένα, χρησιμοποιείται ένα συναθροισμένο μοντέλο για τις εκτιμήσεις. Όπως όμως αναφέρει στην κριτική του ο Mc Fadden, ο Blackburn αναγκάστηκε να εισάγει στο μοντέλο περιοριστικές υποθέσεις σχετικά με την ατομική συμπεριφορά προκειμένου να καταστήσει τη συνάθροιση δυνατή.

Το *αστικό μοντέλο ζήτησης της Charles River Associates* αποτελεί φυσική συνέπεια του Kraft-SARC υποδείγματος. Το υπόδειγμα εκφράζει τον αριθμό των άμεσων μετακινήσεων για κάθε ζευγάρι ζώνης, για δεδομένο σκοπό και με δεδομένο τρόπο, ως συνάρτηση του αριθμού των ατόμων και των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών της περιοχής, το μέγεθος και την ένταση της δραστηριότητας που

πραγματοποιεί καθώς και τα σχετικά κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής προορισμού, παράλληλα με τους χρόνους και τα κόστη που συνεπάγεται το κάθε μέσο μεταφοράς καθώς και τους εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης. Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι οι μετακινήσεις από ζώνη σε ζώνη. Αυτό όμως περιορίζει την ανάγκη για διαφορετικά μοντέλα που μελετούν ξεχωριστά τη δημιουργία των μετακινήσεων, την κατεύθυνσή τους και τη διαδικασία της κατανομής. Επί πλέον, όλες αυτές οι επιλογές συχνών μετακινήσεων, επιλογής προορισμού και επιλογής μέσου επηρεάζονται σαφώς από την απόδοση του κάθε μέσου. Μάλιστα οι μετακινήσεις εξετάζονται με την παραδοχή ότι οι χρόνοι και τα κόστη που συνεπάγονται τόσο η περιοχή προέλευσης όσο και η περιοχή προορισμού λαμβάνονται σοβαρά υπόψη από τα άτομα που μετακινούνται κατά τις αποφάσεις που λαμβάνουν σχετικά με τις μετακινήσεις τους. Επίσης, είναι φανερό ότι η επιλογή του τρόπου επιστροφής συνήθως εξαρτάται έντονα από το μεταφορικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε αρχικά και ο προορισμός της επιστροφής εξαρτάται από την αρχική προέλευση της μετακίνησης. Όμως, όπως αναφέρει και ο Mc Fadden, η επιλογή του πότε να μετακινηθεί κάποιος δεν περιλαμβάνεται στο υπόδειγμα και παρόλο που το υπόδειγμα περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό από μέσα μεταφοράς, στους πραγματικούς του υπολογισμούς, όλα τα μέσα συναθροίζονται σε ένα ετερογενές μέσο. Έτσι, μόνο δύο μέσα λαμβάνονται υπόψη, το αυτοκίνητο και οι δημόσιες μεταφορές.

1.2.4 Υποκειμενικές μελέτες

Οι υποκειμενικές μελέτες τονίζουν κυρίως τη σημαντικότητα των χαρακτηριστικών της μετακίνησης και των χαρακτηριστικών που διακρίνονται μεταξύ των εναλλακτικών μέσων για τον μετακινούμενο¹. Όμως, υπάρχουν προβλήματα που περιορίζουν τη χρησιμότητα των δεδομένων αυτών όπως το ότι η αποτίμηση των λειτουργιών επηρεάζεται από το επίπεδο των υπηρεσιών του συστήματος μεταφοράς, το οποίο δεν υπολογίζεται. Αν δεν γνωρίζουμε τα στοιχεία που αποτιμώνται, είναι δύσκολο να χρησιμοποιήσουμε τις λειτουργίες τους, εκτός αν στο μοντέλο της ζήτησης συμπεριλάβουμε και επεξηγηματικές μεταβλητές. Συνεπώς είναι δύσκολο να προβλεφθούν οι συνέπειες των αλλαγών σε ένα σύστημα μεταφορών σε μια δεδομένη περιοχή, αν δεν είναι γνωστά τα πραγματικά επίπεδα υπηρεσιών.

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 26.

Ακόμα μια δυσκολία που προκύπτει έχει να κάνει με την αρχή της αποκάλυψης των προτιμήσεων. Οι προτιμήσεις φανερώνονται από τις επιλογές που κάνει το άτομο αντιμέτωπο με ένα πλήθος εναλλακτικών επιλογών στην αγορά.

Το ερώτημα της αξιοπιστίας της υποκειμενικής στάσης των μετακινουμένων ως παράγοντας πρόβλεψης της συμπεριφοράς είναι ιδιαίτερα κρίσιμο καθώς τα μοντέλα θεωρούν την ύπαρξη μιας βασικής αιτιολογικής σχέσης ανάμεσα σε στάσεις και συμπεριφορές. Για παράδειγμα, τα άτομα που μετακινούνται καθημερινά με αυτοκίνητο μπορεί να ανταποκριθούν διαφορετικά από ότι τα άτομα που μετακινούνται καθημερινά με σιδηρόδρομο σε θέματα όπως η κίνηση στους δρόμους ή ασφάλεια στην οδήγηση. Αυτό μπορεί να παρουσιαστεί όχι γιατί η επιλογή του μέσου είναι αποτέλεσμα διαφορετικών έμφυτων προτιμήσεων, αλλά γιατί με βάση την εμπειρία οι οδηγοί αυτοκινήτων είναι περισσότερο ευαισθητοποιημένοι σε τέτοια θέματα. Η πραγματικότητα βρίσκεται κάπου ανάμεσα, με την βραχυχρόνια συμπεριφορά ζήτησης μεταφορών να επηρεάζεται από τις στάσεις των ατόμων και οι στάσεις μακροχρόνια να προδιαγράφονται από τις αντικειμενικές κατανομές των εναλλακτικών μέσων και την εμπειρία των ατόμων. Αυτό προτείνει ότι η στάση των ανθρώπων σχετικά με τα εναλλακτικά μέσα μεταφοράς θα μπορούσε να μελετηθεί καλύτερα στα πλαίσια ενός ταυτόσημου υποδείγματος συμπεριφορών.

Τέλος, στις περισσότερες από τις μελέτες αυτές τα υποκειμενικά δεδομένα περιορίζονται στα εναλλακτικά μέσα μεταφοράς. Απουσιάζουν στοιχεία για την ανάλυση της επιλογής του τόπου προορισμού, της ώρας ως συνάρτηση των χαρακτηριστικών των μέσων μεταφοράς. Καθώς υπάρχουν περιστασιακά δεδομένα που αναφέρονται στην συχνότητα των μετακινήσεων, το ερώτημα που συχνά προκύπτει είναι κατά πόσον ένα άτομο αυξάνει ή μειώνει τις μετακινήσεις του αν κάποιο στοιχείο μεταβληθεί. Και πάλι είναι δύσκολο να υπολογίσουμε πόσες παραπάνω μετακινήσεις θα έχουμε, πράγμα ιδιαίτερα χρήσιμο κατά τον σχεδιασμό.

Πάντως θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι από όλους τους παράγοντες οι πιο σημαντικοί είναι αυτοί που έχουν να κάνουν με την αξιοπιστία καθώς και με την ικανοποίηση. Μάλιστα η σημασία της αξιοπιστίας τονίζεται σε πολλές υποκειμενικές έρευνες.

1.2.5 Σύγχρονες προσεγγίσεις

Μια προσέγγιση σχετικά με τα μέσα σταθερής τροχιάς (τραίνο, τραμ, μετρό) multi modal trips είναι και αυτή του Piet Bovy¹. Ο Bovy ανέλυσε τα multi modal trips, από την πλευρά των τρένων, μελετώντας την κίνησή τους με αφετηρία και προορισμό και καθώς και τις ενδιάμεσες στάσεις εισόδου και εξόδου των επιβατών. Κυρίως ασχολήθηκε με την εφαρμογή των hierarchical nested logit models, όπου υπολόγισε τις ομοιότητες μεταξύ διαφοροποιημένων εναλλακτικών στην επιλογή μέσου από τη βάση εκκίνησης (κατοικία) στη βάση προορισμού (εργασία ή άλλη δραστηριότητα).

Ο Eric Miller², παρουσιάζει μια ανάλυση επιλογής μέσου μεταφοράς, με έμφαση στην επιλογή του μέσου μετακίνησης των ατόμων και των νοικοκυριών με προορισμό τις διάφορες δραστηριότητές τους. Το μοντέλο βασίζεται κυρίως στην επιλογή των νοικοκυριών να μετακινηθούν με αυτοκίνητο ή με κάποιο δημόσιο μέσο μεταφοράς. Κάθε άτομο θεωρείται ότι επιλέγει το άριστο μέσο κατά την ορθολογική συμπεριφορά καταναλωτή λαμβάνοντας υπόψη τον εισοδηματικό περιορισμό και τη διαθεσιμότητα αυτοκινήτου. Μια παραδοχή που γίνεται στη θεωρία αυτή είναι ότι όταν κάποιος επιλέγει για ένα ταξίδι του το αυτοκίνητο, εξυπακούεται ότι με το ίδιο μέσο θα επιστρέψει πίσω στην κατοικία του καθώς το αυτοκίνητο πρέπει αναγκαστικά να επιστρέψει. Πάντως, τέτοιοι περιορισμοί δεν υπάρχουν στα υπόλοιπα μέσα όπως στα δημόσια μέσα μεταφοράς ή την πεζή μετακίνηση, όπου ο μετακινούμενος μπορεί να επιστρέψει πίσω στη βάση του (κατοικία) με διαφορετικό μέσο από ότι αυτό με το οποίο αρχικά ξεκίνησε.

Ο Martin Schiefelbush³ αναφέρει ότι σε αντίθεση με τις υπόλοιπες δημόσιες υπηρεσίες, οι δημόσιες μεταφορές εκτός του ότι αποτελούν κρατικό μονοπώλιο, εξαρτώνται κατά ένα πολύ μεγάλο βαθμό από πολιτικές επιρροές όσον αφορά την ποιότητα και την ποσότητα παροχής υπηρεσιών τους. Ως αποτέλεσμα, ακόμα και οι παραδοσιακοί πελάτες των υπηρεσιών αυτών, οδηγούνται στην επιλογή ιδιωτικών

¹ Bovy P. - Hoogendoorn-Lanser S. (2005): "Modelling route choice behaviour in multi-modal transport networks", Springer – Transportation 2005, 32: 341-368.

² Miller E. (2005): "A tour-based model of travel mode choice", Springer – Transportation 2005, 32: 399-422.

³ Schiefelbush M. (2004): "Citizens' involvement and the representation of passenger interests in Public Transport", Routledge, Transport Reviews Vol. 25, No 3, 261-282.

μέσων μεταφοράς και κυρίως στη χρήση αυτοκινήτου ή ταξί των οποίων οι υπηρεσίες εξακολουθούν να παραμένουν σε υψηλά επίπεδα.

Ο Paolo Ferrari¹ προτείνει την επιβολή αντιτίμου για τη χρήση των αυτοκινητοδρόμων, στοχεύοντας στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Η μέθοδος αυτή όπως αναφέρει, μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση των δημόσιων συγκοινωνιών καθώς οι εισπράξεις από τα διόδια μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση των υποδομών, την αύξηση της συχνότητας των δρομολογίων και τη μείωση του κόστους του εισιτηρίου. Με τον τρόπο αυτό στοχεύει στην βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών των δημοσίων συγκοινωνιών και ταυτόχρονα την αύξηση της ζήτησής τους μειώνοντας την τιμή χρήσης τους. Συγκεκριμένα, στη θεωρία του εισάγει δύο συναρτήσεις ζήτησης όπου η πρώτη αφορά τη ζήτηση για μετακίνηση των ατόμων που μπορούν να επιλέξουν μόνο δημόσια συγκοινωνία καθώς δε διαθέτουν ιδιωτικό μέσο μετακίνησης, και η δεύτερη αφορά τη ζήτηση για μετακίνηση των ατόμων που μπορούν να επιλέξουν και τα δύο είδη μέσων μετακίνησης, δημόσια συγκοινωνία και αυτοκίνητο, καθώς έχουν στη διάθεσή τους ιδιωτικό μέσο. Ο Ferrari καταλήγει στο ότι το όφελος που θα μπορούσαν να αποκομίσουν τα άτομα από την πληρωμή διοδίων εξαρτάται από τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η επίδραση στην τιμολόγηση των δρόμων είναι μηδενική, αλλά θα μπορούσε να είναι αρνητική αν επιβαλλόταν σε μικρές αστικές περιοχές όπου το κόστος των δημοσίων συγκοινωνιών δεν μπορεί να μειωθεί με μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, δεδομένου των μικρών αποστάσεων που διανύουν τα οχήματα. Αντιθέτως, αυτό έχει εφαρμογή σε μεγάλα αστικά κέντρα.

Ο Mackett² αναφέρει ότι οι κύριοι λόγοι για τους οποίους οι μετακινούμενοι υποστηρίζουν ότι χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους έχουν ως εξής: μεταφορά βαρέων αντικειμένων (πχ. ψώνια από supermarket) 19%, μεταφορά συγγενικών ή φιλικών προσώπων σε κάποιο προορισμό όπως χώρο εργασίας, σχολείο (17%), έλλειψη χρόνου (11%), μεγάλη απόσταση (11%), άνεση (10%), συνέχεια ταξιδιού σε άλλο προορισμό (9%), χρήση κατά την εργασία (5%), δυσμενείς καιρικές συνθήκες (5%), ασφάλεια (4%), κοινωνικοί λόγοι (4%), μεταφορά αρρώστου ή μεγάλου σε ηλικία προσώπου (3%), αδυναμία μετακίνησης χωρίς αυτοκίνητο (1%).

¹ Ferrari P. (2005): "Road Pricing and users' surplus" Elsevier, Transportation Policy XX, 1-11.

² Mackett R.(2003): "Why do people use their cars for short trips?", Kluwer Academic Publishers, Transportation 30: 329-349

Οι εναλλακτικές επιλογές που ανέφεραν οι ερωτηθέντες όσον αφορά την επιλογή ενός άλλου μέσου εκτός του αυτοκινήτου, είναι οι εξής: το 22% ανέφερε ότι δεν μπορούσε να βρεί εναλλακτικό τρόπο μετακίνησης, η πεζή μετακίνηση (31%) και το λεωφορείο (31%). Επίσης, ως εναλλακτική αναφέρεται η χρήση του ποδηλάτου για το 7% , το ταξί για το 3% , ενώ μόλις το 2% μπορούσε να επιλέξει το τραίνο, εφόσον με κάποιο τρόπο μπορούσε κάποιος να τους μεταφέρει εκεί. Το 2% ανέφερε ότι θα χρησιμοποιούσε συγκοινωνία εάν κάποιος τους μετέφερε με κάποιο τρόπο στον κεντρικό δρόμο από όπου υπήρχε ανταπόκριση, αλλά χωρίς να αναφερθεί το είδος δημόσιας συγκοινωνίας.

Ο Curtis¹ ερευνήσε την πιθανότητα να μεταβληθούν οι προτιμήσεις των μετακινουμένων όσον αφορά το μέσο μετακίνησης από και προς διάφορους προορισμούς, αν γίνει σωστός και εξαρχής στρατηγικός σχεδιασμός στη χωροθέτηση των οικισμών. Κατέληξε, σύμφωνα με την έρευνά του, ότι δεν μπορεί να γίνει κάτι τέτοιο εύκολα. «Η χωροθέτηση της οικιστικής ανάπτυξης είναι αναγκαία αλλά όχι εύκολη». Υπάρχει η ανάγκη να ερευνηθεί πρώτα το αν υπάρχει το κατάλληλο συγκοινωνιακό δίκτυο. Επίσης, σημαντικό ρόλο κατέχει η γεωγραφική θέση των αστικών περιοχών, διότι αυτό επηρεάζει τη σχέση χώρου κατοικίας και χώρου εργασίας

Ο Giuliano² ερευνήσε τους προσδιοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν κυρίως την επιλογή των ατόμων ως προς τη χρήση αυτοκινήτου και συμπέρανε ότι οι μετακινήσεις καθορίζονται κυρίως από το εισόδημα, τη σύνθεση του νοικοκυριού και την απασχόληση. Επίσης, ως προσδιοριστικό παράγοντα επισήμανε και την τιμή απόκτησης αυτοκινήτου, το κόστος συντήρησής του, την τιμή των καυσίμων, τη χρήση που επιθυμεί κάποιος να κάνει με αυτό. Ανέφερε επίσης ότι οι διαφοροποιήσεις στις επιλογές των ανθρώπων για την επιλογή μέσου μετακίνησης οφείλονται κυρίως στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ατόμων, στις διαφορετικές υποδομές μεταφορών, στις διαφορετικές χρήσεις γής και στις διαφορετικές πληθυσμιακές πυκνότητες.

¹ Curtis C. (1996): "Can strategic planning contribute to a reduction in car-based travel?", Pergamon, Transport Policy, vol III, p.55-65, Elsevier Science

² Giuliano G. – Dargay J. (2005): "Car ownership, travel and land use: a comparison of the US and Great Britain", Elsevier, Transportation Research

Οι Bresson, Dargay, Madre και Pirotte¹, έκαναν μια ανάλυση με panel data με χρονολογικές σειρές από το 1975-1995 σε 62 αστικές περιοχές της Γαλλίας. Συγκρίνονται ουσιαστικά, τα αποτελέσματα ενός Bayesian μοντέλου (fixed effects) το οποίο συγκρίνει τις ελαστικότητες κάθε αστικής περιοχής. Στην αρχή συγκρίνει μόνο 3 οικονομικές μεταβλητές: χιλιόμετρα διανυόμενα με ποδήλατο, εισόδημα και τιμή, όπου φαίνεται η ευαισθησία τη χρονική περίοδο που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του μοντέλου. Οι δημόσιες συγκοινωνίες παρουσιάζονται σαν ένα αγαθό του οποίου η εισοδηματική ελαστικότητα είναι αρνητική. Συνδυάζοντας τις οικονομικές μεταβλητές με τις μεταβλητές «βάσης» (πχ. πληθυσμός, και ιδιοκτησία ΙΧ αυτοκινήτου) παρατηρείται ότι το «εισοδηματικό αποτέλεσμα» είναι στην ουσία ένα «motorization effect». Η σύγκριση για τη χρήση αυτοκινήτου διαφαίνεται κυρίως μέσα από την σταυροειδή ελαστικότητα της τιμής των καυσίμων.

¹ Bresson G. – Dargay J. – Madre J. – Pirotte A. (2003) : "Economic and structural determinants of the demand for public transport: an analysis on the panel of French urban areas using shrinkage estimations"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ DOMENCICH - Mc FADDEN ΣΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Κατά τη μελέτη ενός συμπεριφορικού μοντέλου, είναι πολύ χρήσιμο να εξεταστεί πρώτα η συμπεριφορά του ατόμου προκειμένου να καταλήξουμε στη συμπεριφορά του πληθυσμού. Παρακάτω γίνεται μια αναφορά στη θεωρία ζήτησης Μεταφορών χρησιμοποιώντας συναθροισμένα στοιχεία για τη συμπεριφορά του πλυσμού, αλλά πρώτα θα δώσουμε μια θεωρητική ανάλυση για το πώς λειτουργεί η ατομική ζήτηση για μετακινήσεις, ώστε να καταλήξουμε στη συναθροισμένη.

2.1 Ατομική Ζήτηση για Μετακινήσεις

Στο μοντέλο ζήτησης για αστική μεταφορά, η επιλογή των εναλλακτικών μέσων για μεταφορά καθορίζεται από τις συνήθειες του μετακινούμενου. Αυτή η ανάλυση είναι χρήσιμη για να διατυπώσει συγκεκριμένα θεωρήματα ζήτησης και να δώσει συγκεκριμένες συναρτησιακές μορφές. Αντί να θεωρούμε τη ζήτηση για μετακίνηση ως ένα σύνολο ταυτόχρονων αποφάσεων σχετικών με το ρυθμό, τον προορισμό, την ώρα και τη συχνότητα του ταξιδιού, αναλύουμε ξεχωριστά καθεμιά από τις παραπάνω επιλογές. Έτσι, οι υποθέσεις που χρειάζονται για την ανάλυση του μοντέλου ζήτησης στα παραπάνω συστατικά επιτρέπουν την εκτίμηση των παραμέτρων της συνάρτησης ζήτησης.

Η διαίρεση της συνάρτησης ζήτησης μεταφορικών υπηρεσιών σε επιμέρους ζητήσεις για μεταφορικές υπηρεσίες από συγκεκριμένα μεταφορικά μέσα αν και μοιάζει με τη διαδικασία που ακολουθούν τα συμβατικά μοντέλα ζήτησης για μεταφορά, είναι διαφορετική. Η διαφορά είναι ότι σε αυτή την προσέγγιση τα επιμέρους μέρη του μοντέλου, δηλαδή οι ζητούμενες ποσότητες μεταφορικών υπηρεσιών των διάφορων μέσων μεταφοράς και οι προσδιοριστικοί τους παράγοντες, αλληλεξαρτώνται, έτσι ώστε όλες οι επιμέρους συναρτήσεις ζήτησης να συνδέονται σε ένα γενικό μοντέλο ζήτησης.

Το μοντέλο της συμπεριφοράς του μετακινούμενου επικεντρώνεται στη διαδικασία με την οποία ο μετακινούμενος επιλέγει τον τρόπο μετακίνησης, δηλαδή επιλέγει το μεταφορικό μέσο. Καταρχήν υποθέτουμε ότι ο μετακινούμενος έχει ορθολογική συμπεριφορά. Η υπόθεση της ορθολογικής συμπεριφοράς σημαίνει ότι ο μετακινούμενος μπορεί να κατατάξει τις διάφορες εναλλακτικές επιλογές με βάση την

προτίμηση και πάντα επιλέγει τις διαθέσιμες εναλλακτικές εκείνες που θεωρεί τις πιο επιθυμητές ανάλογα με το επίπεδο του εισοδήματος και το διαθέσιμο χρόνο.

Στη συνέχεια και κατά αναλογία με τη συμπεριφορά του καταναλωτή, υποθέτουμε ότι ο μετακινούμενος έχει μια συνάρτηση χρησιμότητας η οποία καθορίζεται από τα δεδομένα του περιβάλλοντος στο οποίο κινείται. Το σύνολο των εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης που είναι διαθέσιμο στον μετακινούμενο καθορίζεται όχι μόνο από τον συνηθισμένο εισοδηματικό περιορισμό αλλά και από τα μέσα που διαθέτει ο μετακινούμενος για να κάνει δουλειές και να πηγαίνει σε διάφορες τοποθεσίες, καθώς και από τις τεχνολογικές δυνατότητες μετακίνησης. Επειδή η απόφαση για μετακίνηση είναι μία επιλογή από ένα σύνολο που περιλαμβάνει διακριτές και πεπερασμένες επιλογές. Το σύνολο των διαθέσιμων εναλλακτικών δεν είναι ένας απλός εισοδηματικός περιορισμός της μορφής που συνήθως αντιμετωπίζουμε στην συνήθη θεωρία του καταναλωτή. Κατά συνέπεια, δε θα τροποποιήσουμε κατάλληλα τα συνηθισμένα συμπεράσματα της θεωρίας του καταναλωτή που προκύπτουν από την οριακή ανάλυση.

Στο αρχικό μας μοντέλο εξετάζουμε γενικά την συμπεριφορά του μετακινούμενου. Αυτή καθορίζεται από:

- Την τοποθεσία της κατοικίας και της εργασίας
- Την αγορά εργασίας και τις αγορές αγαθών, συμπεριλαμβανομένων και των οχημάτων
- Τη συχνότητα εργασίας, αγορών, αναψυχής και άλλα ταξίδια
- Προορισμός των ταξιδιών ή των μετακινήσεων¹
- Ώρα της ημέρας του ταξιδιού ή της μετακίνησης
- Μέσο ταξιδιού ή μετακίνησης

Για να περιγράψουμε τη διαδικασία με την οποία ο μετακινούμενος επιλέγει μέσο μεταφοράς, χρειάζεται μια θεωρία της συμπεριφοράς. Όπως κάθε άνθρωπος έχει μια σειρά από βασικές ανάγκες όπως πείνα, δίψα κτλ και αποκομίζει χρησιμότητα από την ικανοποίηση αυτών των αναγκών που αντιπροσωπεύουν την ποιότητα ζωής για αυτόν, έτσι και ο μετακινούμενος αποκομίζει χρησιμότητα από την κατάλληλη επιλογή μεταφορικού μέσου.

Κάθε μετακινούμενος έχει διαθέσιμο ένα σύνολο από αμοιβαία αποκλειόμενες επιλογές - μέσα μεταφοράς - για τη μετακίνηση του. Κάθε επιλογή αντιπροσωπεύει

¹ Η διαφοροποίηση μεταξύ ταξιδιού και μετακίνησης έγγυται στο ότι το ταξίδι συμπεριλαμβάνει αφετηρία – προορισμό και επιστροφή στην αφετηρία, ενώ η μετακίνηση μόνο την κίνηση μεταξύ αφετηρίας προορισμού. Από κει και πέρα, αν γίνει μετεπιβίβαση σε άλλο μέσο, συμπεριλαμβάνεται στην ίδια μετακίνηση αλλά αποτελεί συνδυαστική μεταφορά (συνδυασμός μέσων) για να φτάσει κάποιος στον προορισμό του. Στη συγκεκριμένη διατριβή θα αναλύσουμε μόνο στοιχεία μετακίνησης.

ένα συγκεκριμένο τρόπο μεταφοράς από τον τόπο που βρίσκεται, την αφετηρία, στον τόπο που θέλει να πάει, τον προορισμό. Κάθε επιλογή καθορίζει τα επίπεδα της ικανοποίησης των αναγκών που αντιμετωπίζει ο κάθε μετακινούμενος. Αυτό σημαίνει πως οι διαθέσιμες επιλογές είναι μετρήσιμες ποσότητες. Έτσι, κάθε επιλογή καθορίζεται από ένα διάνυσμα χαρακτηριστικών το οποίο περιγράφει τις μεταφορικές υπηρεσίες που αγοράζονται, δηλαδή τα ταξίδια που διεξάγονται όσον αφορά το κόστος το χρόνο το μέσο, τις αφετηρίες τους προορισμούς κ.λ.π. Ο μετακινούμενος επιλέγει επομένως εκείνο τον τρόπο μετακίνησης από το σύνολο των διαθέσιμων εναλλακτικών επιλογών, που μεγιστοποιεί τη χρησιμότητα που αποκομίζει από την επιλογή. Το ποιά θα είναι αυτή η επιλογή, καθορίζεται από το διάνυσμα των χαρακτηριστικών. Με άλλα λόγια, η ζήτηση για μετακίνηση καθορίζεται από την ατομική συμπεριφορά του μετακινούμενου κατά αναλογία με τη ζήτηση για οποιοδήποτε άλλο αγαθό.

Υποθέτουμε ότι ο μετακινούμενος σχεδιάζει το πρόγραμμα μετακινήσεών του διαιρώντας το χρόνο που έχει στη διάθεσή του σε ένα πεπερασμένο πλήθος μικρών περιόδων ως $u = 1, 2, \dots, H$. Ορίζουμε ως w_u το διάνυσμα των επιπέδων ικανοποίησης των αναγκών στην περίοδο u και ορίζουμε ως $w = (w_1, \dots, w_H)$ το διάνυσμα των επιπέδων ικανοποίησης των αναγκών για ολόκληρη τη διάρκεια προγραμματισμού του μετακινούμενου. Η ατομική χρησιμότητα είναι μια συνάρτηση $u = W(w, se)$ όπου το se είναι το διάνυσμα των ατομικών, κοινωνικών και δημογραφικών χαρακτηριστικών που επηρεάζουν τις μετακινήσεις. Μια εναλλακτική επιλογή μετακίνησης είναι ένα διάνυσμα a με πεπερασμένο πλήθος στοιχείων, το οποίο περιλαμβάνεται στο σύνολο Ω όλων των δυνατών εναλλακτικών επιλογών μετακίνησης. Τα στοιχεία του διανύσματος a περιγράφουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εναλλακτικής δυνατότητας μετακίνησης (π.χ. χρόνο, μέσο κλπ), προσδιορίζουν δηλαδή μετρήσιμες ποσότητες, συγκεκριμένα $x = Na$. Το επίπεδο ικανοποίησης των αναγκών σχετίζεται με κάθε $a \in \Omega$, δηλαδή $w = Ma$. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι τα M και N είναι τυχαίες συναρτήσεις αν και συνήθως στις εμπειρικές εφαρμογές είναι γραμμικοί μετασχηματισμοί. Στη γενική περίπτωση, ο μετακινούμενος έχει στη διάθεση του ένα υποσύνολο A των διαθέσιμων εναλλακτικών επιλογών μετακίνησης, $A \subseteq \Omega$ και επιλύει το πρόβλημα μεγιστοποίησης της χρησιμότητας $\max W(Ma, s), a \in A$ ικανοποιώντας τις συνθήκες $x = Na$. Για την εμπειρική ανάλυση, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση στην οποία το κάθε διάνυσμα χαρακτηριστικών x σχετίζεται με ένα μοναδικό διάνυσμα εναλλακτικών

επιλογών α , δηλαδή N είναι ένας τετραγωνικός μη μοναδιαίος πίνακας¹. Τότε, το σύνολο των διαθέσιμων εναλλακτικών επιλογών μπορεί να εκφραστεί απευθείας σε όρους παράτηρημένων χαρακτηριστικών $B = \{N\alpha | \alpha \in A\}$, και η συνάρτηση χρησιμότητας μπορεί να γραφτεί ως $u = U(x, s) \equiv W(MN^{-1}x, s)$ έτσι ώστε να μετατραπεί σε $\max U(x, s), x \in B$.

Ο μετακινούμενος επιλέγει μεταξύ εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης οι οποίοι γενικά έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Εξετάζοντας την απόφαση του μετακινούμενου, εξετάζουμε τα χαρακτηριστικά της κάθε εναλλακτικής σε μια συγκεκριμένη επιλογή. Ο αριθμός των όλων εναλλακτικών είναι πολύ μεγάλος παρουσιάζοντας πρόβλημα όχι μόνο στον ερευνητή αλλά και στο άτομο που πρέπει να αποφασίσει. Βιβλιογραφικά η προτυποποίηση της διαδικασίας απόφασης θεωρείται ότι ακολουθεί δομή αποφάσεων «δέντρου». Ο μετακινούμενος καταλήγει στην οριστική του απόφαση περνώντας από διαδοχικά στάδια αποφάσεων ως προς δύο εναλλακτικές επιλογές κάθε φορά. Συμπεριφέρεται δηλαδή, ως εάν η χρησιμότητά του έχει αναλυθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε σε κάθε στάδιο απόφασης επιλέγει την εναλλακτική που του αποφέρει μεγαλύτερη χρησιμότητα. Δηλαδή πρώτα αποφασίζει αν θα ταξιδέψει, κατόπιν αποφασίζει αν θα πάει με όχημα ή με τα πόδια και ούτω καθεξής.

Η μορφή και το περιεχόμενο της πληροφορίας σε κάθε επίπεδο απόφασης καθορίζεται από τη διαδικασία μεγιστοποίησης της χρησιμότητας. Έτσι, το μοντέλο απόφασης πρέπει να είναι διατύπωμένο ως συνάρτηση χρησιμότητας και σε κάθε στάδιο να συγχωνεύει τις διαθέσιμες πληροφορίες. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε και ορισμένες συγγένειες της προσέγγισης McFadden με τα συμβατικά μοντέλα. Η επιλογή ταξίδι ή όχι ταξίδι αντιστοιχεί στη δημιουργία του ταξιδιού και η επιλογή προορισμού αντιστοιχεί στη διανομή του ταξιδιού. Με αυτή την έννοια, τα συμβατικά μοντέλα είναι συμβατά με την δομή της μεγιστοποίησης της χρησιμότητας που έχουμε αναλύσει. Παρόλα ταύτα όμως τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τα συμβατικά μοντέλα είναι συχνά αντιφατικά με εκείνα που προκύπτουν από τη θεωρία της μεγιστοποίησης της χρησιμότητας του μετακινούμενου.

Η εμπειρική ανάλυση για την συμπεριφορά του μετακινούμενου που βασίζεται στην μεγιστοποίηση της χρησιμότητας με περιορισμούς, μπορεί να απλοποιηθεί αν υποθέσουμε ότι η συνάρτηση χρησιμότητας του μετακινούμενου είναι προσθετική. Η υπόθεση σημαίνει ότι στις διαφορετικές συναρτήσεις ζήτησης μέσω μεταφοράς οι

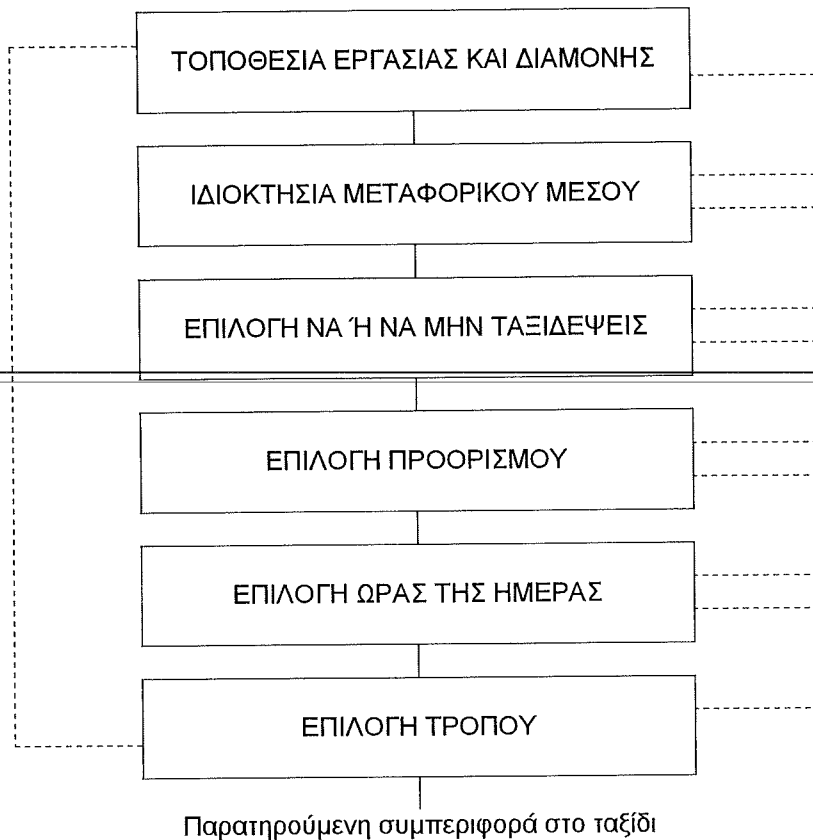
¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 26.

προσδιοριστικοί παράγοντες είναι οι ίδιοι και διαφοροποιούνται μόνο ως προς την ένταση. Παραδείγματος χάριν, οι ξεχωριστές ιδιότητες των εναλλακτικών προορισμών ή ωρών της ημέρας ή άλλων παραγόντων μπορούν να συνδυαστούν σε μία μόνο μεταβλητή. Έτσι, αυτή η υπόθεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συνδυάσει έναν αριθμό μεταβλητών σε έναν μόνο «δείκτη επιθυμίας» για έναν συγκεκριμένο τρόπο μετακίνησης. Οπότε στην εμπειρική ανάλυση οι εκτιμήσεις σχέσεων σε προηγούμενα στάδια χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν τις των στατιστικές εκτιμήσεις σε μεταγενέστερα στάδια.

Η διαδικασία απόφασης για την επιλογή μεταφορικού μέσου αναπαριστάται στο Διάγραμμα 2.1¹. Από πάνω προς τα κάτω, οι συνεχείς γραμμές στο διάγραμμα δείχνουν τη σειριακή διαδικασία στις αποφάσεις ενώ τα διακεκομμένα τόξα δείχνουν την ροή των πληροφοριών στις διαδοχικές αποφάσεις οι οποίες εισρέουν σε κάθε επίπεδο. Αν η χρησιμότητα είναι προσθετική, τότε σε κάθε επίπεδο, ένα από τα περιληπτικά χαρακτηριστικά καθορίζει την επιλογή, οπότε η απαιτούμενη κατάλληλη πληροφορία εισέρχεται μόνο σε αυτό το στάδιο. Αν όμως η χρησιμότητα δεν είναι προσθετική, τότε όλες οι πληροφορίες για τις εναλλακτικές επιλογές οι οποίες μπαίνουν στις διαδοχικές αποφάσεις πρέπει να περάσουν στην αρχή της διαδικασίας.

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 43.

Διάγραμμα 2.1
Σειριακή διαδικασία αποφάσεων για την επιλογή μεταφορικού μέσου



Πηγή: Domencich, McFadden

Στη θεωρία ζήτησης, η ζητούμενη ποσότητα αγαθών εξαρτάται και από τις τιμές υποκατάστατων και συμπληρωματικών αγαθών. Αυτό σημαίνει ότι η επιλογή ενός συγκεκριμένου τρόπου μετακίνησης εξαρτάται και από τα χαρακτηριστικά εναλλακτικών επιλογών μετακίνησης που είναι υποκατάστατες ή συμπληρωματικές. Στο πλαίσιο της ζήτησης για αστική μετακίνηση, οι εναλλακτικές επιλογές είναι μετακινήσεις με εναλλακτικούς τρόπους, σε εναλλακτικές ώρες της ημέρας, σε εναλλακτικούς προορισμούς κ.λ.π. Γενικά, τα υποκατάστατα μπορεί να θεωρηθούν ως διαφορετικοί τρόποι του να πετύχει κάποιος τον ίδιο αντικειμενικό σκοπό. Αν τα υποκατάστατα είναι δύο μετακινήσεις από την ίδια περιοχή προς τον ίδιο προορισμό, την ίδια ώρα της ημέρας, το ένα με αυτοκίνητο και το άλλο με λεωφορείο, τότε τα υποκατάστατα εκφράζονται ως τα χαρακτηριστικά της μετακίνησης με αυτοκίνητο (auto trip) υπολογίζοντας χρόνο στο όχημα, χρόνο περπατήματος, έξοδα στάθμευσης κ.α., έναντι στα χαρακτηριστικά της μετακίνησης με λεωφορείο (transit trip) υπολογίζοντας ναύλο, περπάτημα, αναμονή, χρόνο αναμονής κ.α. Αυτό είναι ένα παράδειγμα στενών υποκατάστατων όπου τα χαρακτηριστικά και των δύο θα

επηρεάσουν την επιλογή μεταξύ αυτών. Αν από την άλλη μεριά αυτές οι εναλλακτικές ανταποκριθούν σε ταξίδια σε διαφορετικές μέρες, τότε δε θα είναι στενά υποκατάστατα και η ζήτηση του ενός δεν θα επηρεαστεί άμεσα από τα χαρακτηριστικά του άλλου.

Στο πλαίσιο της ζήτησης για αστική μετακίνηση ένα συμπληρωματικό μέσο σε μια επιλογή είναι μια δεύτερη επιλογή η οποία μπορεί να συνδέεται ή να προκαλείται από την πρώτη. Για παράδειγμα, το ταξίδι της επιστροφής από έναν συγκεκριμένο προορισμό είναι συμπληρωματικό του τελευταίου σε επιλογή ταξιδιού υπό την έννοια ότι η επιλογή του τρόπου και της ώρας του τελευταίου σε επιλογή ταξιδιού περιορίζει τις εναλλακτικές μορφές επιστροφής. Ένα δεύτερο παράδειγμα είναι η συμπληρωματικότητα ανάμεσα στις επιλογές της τοποθεσίας κατοικίας και εργασίας, της κατοχής αυτοκινήτου και των χαρακτηριστικών των διαθέσιμων ταξιδιών.

2.2 Συναθροισμένη Ζήτηση για Μετακινήσεις

Στο σημείο αυτό θα προσπαθήσουμε να αποδόσουμε τη σχέση μεταξύ της θεωρίας της ατομικής συμπεριφοράς που αναλύθηκε προηγουμένως και της συναθροισμένης ζήτησης που προκύπτει από συναθροισμένα στοιχεία που αντλήθηκαν από ένα δείγμα πληθυσμού. Εκτός από το να αποδόσουμε ένα θεωρητικό μοντέλο για την ανάλυση αυτή, θα αναπτύξουμε και πιο συγκεκριμένα και εφαρμόσιμα μοντέλα με απλή δομή και μικρό αριθμό αγνώστων παραμέτρων, που να επιτρέπουν την εφαρμογή οικονομετρικών μεθόδων.

Κατ' αρχήν εξετάζουμε τη φύση των στοιχείων που μας δίδονται όσον αφορά την συμπεριφορά των ατόμων για μετακινήσεις και έπειτα παρουσιάζουμε τη γενική θεωρία ζήτησης του πληθυσμού για μεταφορά. Η μετακίνηση γενικά καθορίζεται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μέσο μετακίνησης
- Ώρα της ημέρας
- Προορισμός μετακίνησης
- Προέλευση
- Σκοπός
- Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά μετακινουμένου

Η συναθροισμένη ζήτηση για μια μετακίνηση είναι το πλήθος των μετακινήσεων που γίνονται από ένα μέρος του πληθυσμού σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η συναθροισμένη ζήτηση για μετακίνηση προέρχεται από συνάθροιση των ατομικών επιλογών των μετακινουμένων. Έτσι, η σχετική συχνότητα των μετακινήσεων είναι η πιθανότητα να επιλέξει κάποιος να κάνει μια συγκεκριμένη

μετακίνηση. Από την άλλη μεριά, οι παρατηρήσεις των επιλογών των μετακινήσεων από το δείγμα μπορούν να ερμηνευτούν ως μέρος της διακύμανσης του φαινομένου, βγάζοντας συμπέρασμα για τη σχέση των πιθανοτήτων και των μεταβλητών.

Κάθε μετακινούμενος έχει μια συνάρτηση χρησιμότητας $u=U(x,s,\varepsilon)$ που αντιπροσωπεύει τις προτιμήσεις του για τα μεταφορικά μέσα. Αυτές οι προτιμήσεις όπως έχουμε πει καθορίζονται από τους ακόλουθους παράγοντες¹:

- **x**: διάνυσμα, με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα κάθε εναλλακτικής επιλογής μέσου, όπως αυτοκίνητο, μηχανή, δημόσια μέσα μεταφοράς κ.α., καθώς και τα χαρακτηριστικά της κάθε παραπάνω εναλλακτικής όπως: δρομολόγια, συχνότητα, χωρητικότητα κ.α.
- **se**: διάνυσμα των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών όπως φύλο, εκπαίδευση και ηλικία του πληθυσμού.
- **ε**: διάνυσμα τυχαιών παραγόντων (ή παραγόντων που δεν μπορούν να προβλεφθούν με ακρίβεια, όπως εξυπνάδα, εμπειρία, παιδεία και άλλα.

Η συνάρτηση χρησιμότητας μεγιστοποιείται με τον περιορισμό ότι τα μεταφορικά μέσα ανήκουν στο εφικτό σύνολο των εναλλακτικών επιλογών, $x \in B$, και από τη διαδικασία μεγιστοποίησης προκύπτουν οι συναρτήσεις ζήτησης για αυτά.

Ο τυχαίος παράγοντας (διάνυσμα ε) κυμαίνεται στο δείγμα λόγω της ποικιλομορφίας των προτιμήσεων και των μη μετρήσιμων χαρακτηριστικών των εναλλακτικών μέσων. Στις εμπειρικές εφαρμογές γίνεται η παραδοχή ότι το αντιπροσωπευτικό δείγμα των μετακινούμενων έχει την ίδια συνάρτηση ζήτησης για το ίδιο μέσο μεταφοράς. Αυτό σημαίνει πως οι προτιμήσεις των μετακινούμενων στατιστικά κατανέμονται με ταυτόσημο τρόπο, ενώ η πιθανότητα να έχουν δύο μετακινούμενοι διαφορετικές προτιμήσεις για το ίδιο μέσο θεωρείται μηδέν. Στις συμβατικές μελέτες ζήτησης, όπου οι ποσότητες είναι συνεχείς τυχαίες μεταβλητές και φυσικά κυμαίνονται, είναι λογικό να αναμένουμε την επίδραση του παράγοντα τύχη κατά τη μέτρηση των επιλεγμένων εναλλακτικών, και ίσως να κυριαρχεί το αποτέλεσμα της ποικιλομορφίας των προτιμήσεων.

Οι Domencich και McFadden διακρίνουν την περίπτωση που οι ποσότητες των αγαθών είναι πεπερασμένες και διακριτές, όπως η επιλογή μεταφορικού μέσου, από την περίπτωση που είναι απειροστά διαιρετές, όπως η κατανάλωση π.χ. καφέ. Αποδεικνύουν στην πρώτη περίπτωση, ότι η κλασική μεγιστοποίηση της

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 44.

χρησιμότητας δεν είναι ο κατάλληλος τρόπος ανάλυσης. Βασίζουν το σκεπτικό τους στο ότι ο χρήστης ενός μεταφορικού μέσου δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει κλάσμα της προσφερόμενης σε αυτόν υπηρεσίας, δηλαδή τα μέσα μεταφοράς για ένα δυνητικό επιβάτη δεν έχουν την εκτατική ιδιότητα (*extensive margin*). Αντίθετα, η συμπεριφορά χαρακτηρίζεται από το αν η ένταση της επιθυμίας να χρησιμοποιηθεί αυτό το συγκεκριμένο μέσο μεταφοράς ξεπερνά μία τιμή κριτήριο (*intensive margin*)¹.

Τα στατιστικά στοιχεία της διατριβής αναφέρονται σε συναθροισμένα στοιχεία σε επίπεδο δήμου, ενώ τα στατιστικά στοιχεία της έρευνας McFadden αναφέρονται στις επιλογές ατόμων (ατομικά στοιχεία). Ετσι, η διαφορά των στοιχείων της διατριβής από την έρευνα McFadden βρίσκεται στη στατιστική μονάδα αναφοράς, συγκεντρωτικά στοιχεία δήμων έναντι ατομικών στοιχείων συμπεριφοράς. Από τεχνική άποψη, η διαφορά προέκυψε από το γεγονός ότι ο McFadden χρησιμοποιεί τα πρωτότυπα στοιχεία των ερωτηματολογίων, ενώ στη διατριβή χρησιμοποιούνται οι δημοσιευμένοι πίνακες της Μελέτης :Ανάπτυξης Μετρό.

Σε κάθε δήμο έχουμε το πλήθος των ατόμων που επέλεξαν το κάθε μέσο μεταφοράς. Ετσι, μπορούμε να θεωρήσουμε πως η μέτρηση για τη χρήση του κάθε μέσου μεταφοράς είναι το αποτέλεσμα διωνυμικής κατανομής με τις εξής παραμέτρους: την πιθανότητα επιλογής του μέσου $p_i = y_i, i=1,2,3$, τα διαθέσιμα μέσα μεταφοράς και το πλήθος των n δοκιμών, δηλαδή το πλήθος των μετακινουμένων με κάθε είδους μέσο. Αυτό σημαίνει πως ο αριθμός που έχουμε στη διάθεση μας είναι το αποτέλεσμα τόσων επιτυχιών (επιλογή του συγκεκριμένου μέσου μεταφοράς) μετά από n δοκιμές. Η προσέγγιση της διωνυμικής από την κανονική κατανομή βασίζεται στο Θεώρημα *De Moivre-Laplace*: Έστω μια τυχαία μεταβλητή X που ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή με παραμέτρους n και p^2 . Τότε για σταθερά a και b ισχύει:

$$P\left[\alpha \leq \frac{x - np}{\sqrt{np(1-p)}} \leq b\right] = P\left[np + \alpha\sqrt{np(1-p)} \leq x \leq np + b\sqrt{np(1-p)}\right] \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \Phi(b) - \Phi(\alpha)$$

Δηλαδή η κατανομή X , αν ισχύουν οι υποθέσεις του θεωρήματος, ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Η προσέγγιση της διωνυμικής κατανομής με την κανονική κατανομή είναι ικανοποιητική ακόμα και για σχετικά μικρό n , εφόσον η πιθανότητα επιτυχίας p ,

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 47.

² Mood A., Graybill, and D.C.Boes (1974), "Introduction to the Theory of Statistics" 3rd Ed. New York σελ. 120, θεώρημα 21.

πιθανότητα επιλογής ενός συγκεκριμένου μέσου στην διατριβή, δεν είναι κοντά στο μηδέν ή τη μονάδα. Επομένως μπορούμε να υποθέσουμε ότι κάτω από κατάλληλες συνθήκες η X ακολουθεί την κανονική κατανομή με παραμέτρους np και $np(1-p)$, δηλαδή $X \sim (np, np(1-p))$ ¹. Στις εμπειρικές εφαρμογές η προσέγγιση της διωνυμικής κατανομής από την κανονική κατανομή είναι ικανοποιητική, όταν η ποσότητα $p \pm 2\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$ βρίσκεται μεταξύ του μηδέν και της μονάδας²

Επειδή τελικά μπορούμε να προσεγγίσουμε το φαινόμενο με την κανονική κατανομή, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι κινούμεθα στο εκτατικό όριο των επιλογών. Και αυτό διότι ο τυχαίος όρος μπορεί να εξειδικευτεί βάσει της κανονικής κατανομής, $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$. Συνεπώς, μπορούμε να υποθέσουμε πως ο μετακινούμενος μεγιστοποιεί τη χρησιμότητα του, λαμβάνοντας υπόψιν τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος στο οποίο θα κινηθεί. Το περιβάλλον αυτό καθεαυτό δεν επηρεάζει τις προτιμήσεις του, θέτει όμως το πλαίσιο στο οποίο θα κινηθεί. Ο μετακινούμενος επομένως μεγιστοποιεί τη χρησιμότητά του υπό τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται με τον περιορισμό των εφικτών εναλλακτικών επιλογών. Η συνάρτηση χρησιμότητας με δεδομένα τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά είναι: $U(y_1, y_2, \dots, y_n | s)$. Ο περιορισμός των εφικτών εναλλακτικών, δηλαδή ο ειδικού τύπου εισοδηματικός περιορισμός κατά McFadden³:

$$B = x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_n y_n$$

Στον περιορισμό οι μεταβλητές x_i παίζουν το ρόλο που έχουν οι τιμές στον κλασικό εισοδηματικό περιορισμό της μεγιστοποίησης χρησιμότητας του καταναλωτή. Οι μεταβλητές x_i είναι εμπειρικές συναρτήσεις. Πιο συγκεκριμένα, είναι μετασχηματισμοί στοιχείων των μετακινήσεων και των χαρακτηριστικών τους και ενσωματώνουν τυχόν αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά και στα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών. Επιπλέον, αυτές οι μεταβλητές μπορούν να οριστούν κατάλληλα ώστε να προσομοιάζουν με τις τιμές των κλασικών συναρτήσεων ζήτησης. Για τη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας σχηματίζουμε τη συνάρτηση Lagrange:

¹ Mittelhammer, σελ. 171, (2000)

² Mendenhall κ.ά. σελ 284 (1980)

³ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 51.

$$L = U(y_1, y_2, \dots, y_n) + \lambda(B - x_1 y_1 - x_2 y_2 - \dots - x_n y_n)$$

Οι συνθήκες πρώτης τάξης είναι οι ακόλουθες:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial y_1} &= U_{y_1} - \lambda x_1 = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial y_2} &= U_{y_2} - \lambda x_2 = 0 \\ &\dots \\ \frac{\partial L}{\partial y_n} &= U_{y_n} - \lambda x_n = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} &= B - x_1 y_1 - x_2 y_2 - \dots - x_n y_n \end{aligned}$$

Επιλύοντας τις εξισώσεις ως προς y_i προκύπτουν n εξισώσεις ζήτησης ως συνάρτηση των x_i , s_i και B , καθώς όλες οι μερικές παράγωγοι στη γενική τους μορφή είναι συνάρτηση των x_i , s_i .

$$\begin{aligned} y_1 &= f_1(x_1, x_2, \dots, x_n, s, B) \\ y_2 &= f_2(x_1, x_2, \dots, x_n, s, B) \\ &\dots \\ y_n &= f_n(x_1, x_2, \dots, x_n, s, B) \end{aligned}$$

Αν ήταν γνωστή η συναρτησιακή μορφή της χρησιμότητας, τότε θα προέκυπταν συγκεκριμένες συναρτησιακές μορφές για τις εξισώσεις ζήτησης. Έχοντας ως διατηρούμενη υπόθεση ότι η θεωρία ζήτησης ισχύει, μπορούμε να διατυπώσουμε και τις τέσσερις ιδιότητες που ικανοποιεί κάθε συνάρτηση ζήτησης¹ [Chung, σελ. 189, (1994)]. Στη συνέχεια δίδονται οι ιδιότητες της συνάρτησης συναθροισμένης ζήτησης μέσου μεταφοράς. Προτάσσουμε την ερμηνεία των συμβόλων για όλες τις ιδιότητες της συνάρτησης ζήτησης:

y_i μερίδιο του i -οστού μέσου μεταφοράς (στη διπλωματική διατριβή $i=1,2,3$).

ε_{ij} ελαστικότητα ζήτησης του i -οστού μέσου μεταφοράς όταν αλλάζει η τιμή του j -οστού. Όταν $i \neq j$, έχουμε σταυροειδή ελαστικότητα ζήτησης, ενώ όταν $i=j$ έχουμε την κλασική σημειακή ελαστικότητα.

ε_{iB} εισοδηματική ελαστικότητα ζήτησης του i -οστού μέσου μεταφοράς

1. Συνθήκη άθροισης του Engel

$$s_1 \varepsilon_{1B} + s_2 \varepsilon_{2B} + \dots + s_n \varepsilon_{nB} = 1$$

¹ Chung J. W. (1994), "Utility and Production Functions: Theory and Applications", Blackwell Publishers σελ.189

2. Συνθήκη άθροισης του Cournot

$$s_1 \varepsilon_{11} + s_2 \varepsilon_{21} + \dots + s_n \varepsilon_{n1} = -s_1$$

$$s_1 \varepsilon_{12} + s_2 \varepsilon_{22} + \dots + s_n \varepsilon_{n2} = -s_2$$

...

$$s_1 \varepsilon_{1n} + s_2 \varepsilon_{2n} + \dots + s_n \varepsilon_{nn} = -s_n$$

3. Συνθήκη συμμετρίας

$$\frac{1}{s_2} \varepsilon_{12} + \varepsilon_{1B} = \frac{1}{s_1} \varepsilon_{21} + \varepsilon_{2B}$$

$$\frac{1}{s_3} \varepsilon_{13} + \varepsilon_{1B} = \frac{1}{s_1} \varepsilon_{31} + \varepsilon_{3B}$$

...

$$\frac{1}{s_n} \varepsilon_{(n-1),n} + \varepsilon_{(n-1),B} = \frac{1}{s_{n-1}} \varepsilon_{n,(n-1)} + \varepsilon_{nB}$$

4. Συνθήκη ομογένειας

$$\varepsilon_{11} + \varepsilon_{12} + \dots + \varepsilon_{1n} + \varepsilon_{1B} = 0$$

$$\varepsilon_{21} + \varepsilon_{22} + \dots + \varepsilon_{23} + \varepsilon_{2B} = 0$$

...

$$\varepsilon_{31} + \varepsilon_{32} + \dots + \varepsilon_{nn} + \varepsilon_{nB} = 0$$

Η συναθροισμένη ζήτηση είναι το άθροισμα των ατομικών ζητήσεων, όταν η ατομική ζήτηση είναι ομογενής ως προς το πλήθος των μετακινουμένων. Η διαφορετικότητα των επιλογών ενός ατόμου στη συναθροισμένη ζήτηση είναι συνήθως αμελητέα όταν ο πληθυσμός είναι πολύ μεγάλος, οπότε μια προσέγγιση με συνεχείς μεταβλητές δεν είναι εσφαλμένη. Οι συστηματικές κυμάνσεις στη συναθροισμένη ζήτηση μεταφορικών υπηρεσιών οφείλονται στην άνοδο του εκτατικού ορίου χρησιμοποίησης των μέσων μεταφοράς και όχι του ορίου εντατικής χρήσης αυτών.

Εδώ πρέπει να πούμε πως το εκτατικό όριο στη ζήτηση είναι ο αριθμός των ανθρώπων που εμπλέκονται στις μεταφορές ως μετακινούμενοι. Το όριο εντατικής χρησιμοποίησης είναι το σημείο μετά το οποίο αποφασίζουν να μετακινηθούν και που υποθέτουμε ότι δεν αλλάζει για κανέναν από αυτούς ξεχωριστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ Η ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΕΤΡΟ (Μ.Α.Μ.)

Η Αττικό Μετρό (Α.Μ.), η εταιρεία που είναι υπεύθυνη για το έργο του Μετρό, στα πλαίσια εκπλήρωσης των σκοπών ίδρυσής της, στους οποίους συγκαταλέγονται μεταξύ άλλων η μελέτη και ανάπτυξη των ηλεκτρικών σιδηροδρόμων του Νομού Αττικής (με την εξαίρεση του σιδηροδρομικού δικτύου του ΟΣΕ), προχώρησε στην εκπόνηση Συγκοινωνιακής Μελέτης στα όρια του Νομού Αττικής με τίτλο «Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό» (ΜΑΜ)¹.

Οι προκαταρκτικές εργασίες για την οργάνωση και τον τεχνικό σχεδιασμό της μελέτης ξεκίνησαν στις αρχές του 1995. Κατά το σχεδιασμό της μελέτης κρίθηκε αναγκαίο το αντικείμενό της να συμπεριλάβει εκτός του Μετρό όλα τα συμπληρωματικά ή ανταγωνιστικά μεταφορικά συστήματα του Νομού Αττικής, υφιστάμενα ή μελλοντικά (οδικό Δίκτυο, Αστικά / Υπεραστικά Λεωφορεία, Τράμ, Προαστιακό Σιδηρόδρομο), με αποτέλεσμα η μελέτη να αποκτήσει το χαρακτήρα μιας Γενικής Συγκοινωνιακής Μελέτης Σχεδιασμού της υποδομής των μεταφορών στην Αττική με μακροπρόθεσμο ορίζοντα (έτος σχεδιασμού 2020).

Στόχος της Μελέτης Ανάπτυξης Μετρό ήταν η αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης που διέπει τη λειτουργία των μεταφορικών συστημάτων του Νομού Αττικής και τα χαρακτηριστικά ή τις παραμέτρους που καθορίζουν την προσφορά και ζήτηση των συστημάτων αυτών, η δημιουργία βάσεων δεδομένων με τα αναλυτικά στοιχεία της υπάρχουσας κατάστασης σε άμεση συσχέτιση με το ψηφιακό υπόβαθρο, ώστε να αποτελούν ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών και η συγκέντρωση όλων των απαραίτητων στοιχείων για την ανάπτυξη μηχανισμού (μοντέλου) προσομοίωσης της συγκοινωνιακής λειτουργίας της περιοχής μελέτης και των παραμέτρων που καθορίζουν την προσφορά και ζήτηση των μεταφορικών μέσων.

Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιούμε μέρος των συνολικών στοιχείων από τη Βάση Δεδομένων της Μελέτης Ανάπτυξης Μετρό. Όμως, πριν ακόμα αναλυθούν τα δεδομένα που χρησιμοποιούμε κατά την εφαρμογή του μοντέλου, θα κάνουμε μια παρουσίαση όσον αφορά το ευρύτερο περιβάλλον μέσα από το οποίο έγινε η εύρεση και ανάλυση των αρχικών στοιχείων, όπως ακριβώς μας δόθηκαν από την Α.Μ.

¹ Τα στοιχεία της Μελέτης Ανάπτυξης Μετρό όπως και ο τρόπος συλλογής και επεξεργασίας τους έχουν αντληθεί από τη Βάση Δεδομένων της Α.Μ. και από την «Έκθεση 2: Η Κατάσταση των Μεταφορών στο Νομό Αττικής (2000)».

Βασική προϋπόθεση για τη μελέτη του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί μια πόλη όσον αφορά τα δίκτυα μεταφορών της και τις επιλογές που κάνουν οι κάτοικοι για τις μετακινήσεις τους, είναι η γνώση όλων των στοιχείων και των χαρακτηριστικών που σχετίζονται με:

- Την υποδομή και τον τρόπο λειτουργίας των μεταφορικών δικτύων, τόσο για τα δημόσια, όσο και για τα ιδιωτικά μέσα μεταφοράς
- Τη χωρική κατανομή του πληθυσμού, των θέσεων εργασίας, των χρήσεων γής και γενικώς των στοιχείων που καθορίζουν τη ζήτηση και την προσφορά των μετακινήσεων
- Τις μετακινήσεις που πραγματοποιούνται σε καθημερινή βάση, τα χαρακτηριστικά τους και τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των μετακινουμένων.

Η αξιολόγηση των διαθέσιμων στοιχείων οδήγησε στην ανάγκη διεξαγωγής ερευνών και απογραφών μεγάλης έκτασης από την Α.Μ., ώστε να δημιουργηθούν επίκαιρες βάσεις δεδομένων που να διαθέτουν ομοιογένεια και ικανοποιητική πληρότητα.

Δεδομένου ότι η εικόνα των μεταφορικών συστημάτων και των μετακινήσεων διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με την περίοδο του έτους, οι έρευνες και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε δύο διακριτές περιόδους: την τυπική και τη θερινή περίοδο. Ως τυπικές περιόδους θεωρούνται οι ενδιάμεσες εποχές του έτους, δηλαδή η άνοιξη και το φθινόπωρο, με εξαίρεση τις ημέρες αργιών ή γενικότερα τις ημέρες που είναι κλειστά τα σχολεία. Οι έρευνες και οι μετρήσεις κατά τη θερινή περίοδο είχαν ως στόχο να εντοπισθούν κυρίως οι διαφορές μεταξύ τυπικής και θερινής περιόδου, παρά να γίνει ξανά μια πλήρης καταγραφή όλων των επιμέρους στοιχείων. Οι έρευνες της τυπικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν κατά το μεγαλύτερο μέρος τους το φθινόπωρο του 1995 και την άνοιξη του 1996, ενώ οι έρευνες της θερινής περιόδου πραγματοποιήθηκαν το καλοκαίρι του 1996.

Στην παρούσα όμως διατριβή, θα αξιοποιηθούν στοιχεία που προέχονται από τη χειμερινή περίοδο.

Τα χαρακτηριστικά της υποδομής και της λειτουργίας των μεταφορικών συστημάτων του Νομού Αττικής αποτελούν τα στοιχεία εκείνα που σχετίζονται με το σκέλος της προσφοράς για την ικανοποίηση της ζήτησης του πληθυσμού για μετακινήσεις. Τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων μπορούν να διερευνηθούν αν αναλύσουμε τα Δημόσια Μεταφορικά Συστήματα (Λεωφορεία, Τρόλεϊ, Τραίνο και Ταξί) όσον αφορά τον τρόπο λειτουργίας τους, την υποδομή τους και τη δυνατότητα εξυπηρέτησης του επιβατικού κοινού, δηλαδή με μετρήσεις επιβατικού κοινού.

Από την άλλη, εξετάζοντας τις μεταφορές από την πλευρά της ζήτησης, ουσιαστικά μελετάμε τις μεταφορές από την πλευρά του καταναλωτή, και υπολογίζουμε τη δυνατότητα των ατόμων να επιλέξουν κάποιο μέσο ανάλογα με τις υποκειμενικές παραμέτρους που χαρακτηρίζουν τις επιλογές αυτές. Τέτοιες παράμετροι είναι το εισόδημα, η εργασία, η διαθεσιμότητα μεταφορικού μέσου κ.α.

3.1 Προσφορά Μέσων Μετακίνησης: Δημόσια Μεταφορικά Συστήματα

Στα πλαίσια απογραφής της υφιστάμενης κατάστασης ερευνήθηκαν όλα τα Δημόσια Μεταφορικά Συστήματα του Νομού Αττικής, δηλαδή:

- Τα Αστικά Λεωφορεία: (ΟΑΣΑ) και τρόλεϊ (ΗΛΠΑΠ)
- Ο Αστικός Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος (ΗΣΑΠ)
- Τα Ταξί

Γενικότερα, ο στόχος των ερευνών ήταν η καταγραφή των λειτουργικών χαρακτηριστικών κάθε συστήματος, δηλαδή των διαδρομών, αφετηριών, στάσεων, συχνοτήτων εξυπηρέτησης, της χωρητικότητας των γραμμών, του όγκου των διακινουμένων επιβατών, της πληρότητας των οχημάτων και του συνολικού επιπέδου εξυπηρέτησης. Όπου ήταν δυνατόν, οι έρευνες οργανώθηκαν κατά τρόπο, ώστε εκτός από την καταγραφή των λειτουργικών χαρακτηριστικών των μεταφορικών συστημάτων, να γίνει συμπληρωματικά και καταγραφή των χαρακτηριστικών των μετακινήσεων των επιβατών.

3.1.1 Τα Αστικά Λεωφορεία: (ΟΑΣΑ) και Τρόλλεϋ (ΗΛΠΑΠ)

Οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για την καταγραφή των λειτουργικών χαρακτηριστικών των αστικών λεωφορείων και των μετακινήσεων των επιβατών είναι οι εξής:

1. Έρευνα σταθμαρχείων και αφετηριών: Τα βασικά στοιχεία υποδομής και τα βασικά χαρακτηριστικά λειτουργίας όλων των αφετηριών και σταθμαρχείων θεωρήθηκαν στην έρευνα αυτή ως δεδομένα, όπως ακριβώς υφίσταται και σήμερα, με εξαίρεση την ύπαρξη των δικτύων Μετρό και Τράμ.
2. Έρευνα μετακινήσεων επιβατών: Καταγραφή των προελεύσεων (επιβιβάσεων) και προορισμών (αποβιβάσεων) των επιβατών ανά στάση, ο υπολογισμός των διακινουμένων επιβατών και της πληρότητας των οχημάτων μεταξύ των στάσεων. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 261 λεωφορειακές γραμμές (σε σύνολο 298 γραμμών), στις οποίες ερευνήθηκαν 3.300 πλήρη δρομολόγια σε σύνολο περίπου 16.000 εκτελούμενων δρομολογίων ημερισίως (δείγμα 21%),

καλύπτοντας όλο σχεδόν το χρονικό διάστημα λειτουργίας τους δηλαδή από 6:00 έως 24:00.

3. Έρευνα χρόνων διαδρομής και παραμονής σε στάσεις: Αναλυτική καταγραφή των χρόνων διαδρομής μεταξύ των στάσεων και των χρόνων παραμονής στις στάσεις για κάθε λεωφορειακή γραμμή, ώστε σε συνδυασμό με τα στοιχεία των διαδρομών να προκύψει η συνολική λειτουργική ταχύτητα διαδρομής των λεωφορείων. Η έρευνα αυτή έγινε ταυτόχρονα με την έρευνα μετακινήσεων επιβατών και αφορά τον ίδιο αριθμό γραμμών και δρομολογίων.

Διεξαγωγή των ερευνών:

Η έρευνα μετακινήσεων των επιβατών και η έρευνα των λειτουργικών χαρακτηριστικών των λεωφορείων πραγματοποιήθηκαν σε 36 εργάσιμες ημέρες κατά το χρονικό διάστημα από αρχές Απριλίου ως τα μέσα Ιουνίου 1996. Το δείγμα των δρομολογίων προς μέτρηση προσδιορίστηκε σύμφωνα με το συνολικό ημερήσιο διάστημα διεξαγωγής των ερευνών (06:00 - 24:00) το οποίο διακρίθηκε σε επιμέρους χρονικές περιόδους με κατά το δυνατόν ομοειδή χαρακτηριστικά: 06:00-07:00, 07:00-09:00, 09:00-11:30, 11:30-14:00, 14:00-16:00, 16:00-18:30, 18:30-21:00 και 21:00-14:00.¹

Το κριτήριο καθορισμού του μεγέθους του δείγματος δρομολογίων ανά περίοδο για κάθε λεωφορειακή γραμμή ήταν ο ημερήσιος αριθμός των προγραμματισμένων δρομολογίων και συγκεκριμένα, για γραμμές με αριθμό δρομολογίων 10 έως 50 το δείγμα ήταν 1 δρομολόγιο ανά περίοδο, για γραμμές με 51 έως 160 δρομολόγια το δείγμα ήταν 2 δρομολόγια και για γραμμές με περισσότερα από 161 δρομολόγια το δείγμα ήταν 3 δρομολόγια ανά περίοδο. Έτσι οι μετρηθείσες γραμμές διακρίθηκαν στις ακόλουθες κατηγορίες: 109 γραμμές με 8 δρομολόγια προς έρευνα την ημέρα, 141 γραμμές με 16 δρομολόγια και 11 γραμμές με 24 δρομολόγια προς έρευνα την ημέρα αντίστοιχα. Δεν εντάχθηκαν προς μέτρηση γραμμές με αριθμό πραγματοποιούμενων δρομολογίων μικρότερο από 10.

Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας στα λεωφορεία ο ερευνητής μοίραζε αριθμημένες κάρτες στους εισερχόμενους επιβάτες και κατέγραφε τον αριθμό των εισερχόμενων επιβατών που αρνήθηκαν να παραλάβουν κάρτα. Επίσης, παρελάμβανε τις επιστρεφόμενες κάρτες από τους εξερχόμενους επιβάτες σημειώνοντας σε αυτές τον κωδικό στάσης εξόδου. Το σύνολο των καρτών που μοιράστηκαν ήταν 275.600, 33.985 επιβάτες αρνήθηκαν να παραλάβουν κάρτα και

¹ Όλες οι παραπάνω πληροφορίες διεξαγωγής των ερευνών προέρχονται από τη Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό.

απλώς καταμετρήθηκαν ως εισερχόμενοι, επεστράφηκαν 261.535 κάρτες για τις οποίες ήταν γνωστές οι στάσεις παραλαβής και παράδοσης. Επιπλέον, με ψηφιακό χρονομετρο γινόταν καταγραφή του χρόνου άφιξης και αναχώρησης του οχήματος σε κάθε στάση.

Οι σημειακές μετρήσεις του επιβατικού φόρτου διεξήχθησαν κατά τη χρονική περίοδο από τέλος Μαρτίου έως αρχές Ιουνίου 1996, δηλαδή κατά το ίδιο περίπου χρονικό διάστημα διεξαγωγής των ερευνών των μετακινήσεων επιβατών. Οι μετρήσεις έγιναν από παρατηρητές εκτός οχημάτων που κατέγραφαν το συνολικό αριθμό ορθίων και καθήμενων επιβατών κάθε οχήματος των γραμμών που ερευνούσε. Εάν δεν υπήρχαν όρθιοι, μετρούσε το πλήθος των καθήμενων επιβατών.

Οι σημειακές μετρήσεις κάλυψαν τη συνολική ημερήσια διάρκεια λειτουργίας των αστικών συγκοινωνιών, δηλαδή από 06:00 – 24:00 και στις δύο κατευθύνσεις κίνησης των λεωφορειακών γραμμών.

3.1.2 Ο Αστικός Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος (ΗΣΑΠ)

1. Έρευνα σταθμών: Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 23 σταθμούς της γραμμής Πειραιάς – Κηφισιά, και είχαν σκοπό την καταγραφή των βασικών προβλημάτων που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία τους. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην καταγραφή στοιχείων σε κάθε σταθμό που αφορούσαν:
 - την πρόσβαση από το οδικό δίκτυο,
 - την κυκλοφορία και στάθμευση στην περιοχή του σταθμού και κυρίως στη δυνατότητα στάθμευσης των ιδιωτικών μέσων για μετεπιβίβαση,
 - την κίνηση των πεζών τόσο εντός σταθμού όσο και εκτός αυτού,
 - την προσπελασιμότητα από άλλα μέσα μεταφοράς και εξυπηρέτηση των μετεπιβιβάσεων,
 - την εγγύτητα Σταθμών Ταξί.
2. Έρευνα Μετακινήσεων των επιβατών: Σκοπός της έρευνας ήταν να καθορίσει:
 - τις προσελεύσεις και τους προορισμούς των επιβατών
 - τον αριθμό των διακινουμένων επιβατών και την πληρότητα των συρμών μεταξύ των σταθμών

Όσον αφορά στα λειτουργικά χαρακτηριστικά στη γραμμή των ΗΣΑΠ, δεν έγιναν μετρήσεις στο πεδίο, αλλά ελήφθησαν σχετικά στοιχεία από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Έτσι, ο αριθμός των δρομολογίων και οι χρονοαποστάσεις μεταξύ των συρμών ελήφθησαν από τη Διεύθυνση Εκμετάλλευσης ΗΣΑΠ, για κάθε τμήμα της Γραμμής και για επιμέρους χρονικές περιόδους της ημέρας.

Διεξαγωγή των ερευνών:

Η έρευνα των σταθμών πραγματοποιήθηκε με αυτοψία σε όλους τους σταθμούς κατά τον Ιούνιο του 1996. Χρησιμοποιήθηκαν χάρτες για την επισήμανση των χώρων και των θέσεων μετεπιβίβασης και δημιουργήθηκαν σκαριφήματα για την αποτύπωση της κατάστασης γύρω και μέσα στους σταθμούς (πχ. Πεζόδρομοι, χώροι στάθμευσης, μετεπιβίβαση από δημόσια μέσα στους σταθμούς (πχ. Πεζόδρομοι, χώροι στάθμευσης, μετεπιβίβαση από δημόσια μέσα, διαβάσεις υπόγειες και ισόπεδες, ρύθμιση της κυκλοφορίας, κτλ.).

Η έρευνα των μετακινήσεων των επιβατών πραγματοποιήθηκε εντός 4 τυπικών καθημερινών ημερών από 28 έως 31 Μαΐου 1996, καλύπτοντας σταδιακά (5-6 σταθμοί την ημέρα) την ημερήσια λειτουργία και των 23 σταθμών του ΗΣΑΠ. Η έρευνα συνίστατο στην καταμέτρηση του συνόλου των εξερχομένων επιβατών από κάθε σταθμό και στη συλλογή των ακυρωμένων εισιτηρίων (στα οποία ήταν τυπωμένη η ώρα και ο σταθμός προέλευσης) των επιβατών αυτών.

Η καταγραφή των παρατηρήσεων έγινε από παρατηρητές που κατέγραφαν τους αποβιβαζόμενους επιβάτες ανά συρμό και ανά ημίωρο. Εκτός από αυτό γίνονταν συγκέντρωση ανά ημίωρο των ακυρωμένων εισιτηρίων από τους ειδικούς κάδους καθώς και έλεγχος από τα ακυρωτικά μηχανήματα όλων των ενδείξεων τόσο στην έναρξη και στο πέρας της ημέρας όσο και στις ενδιάμεσες 8 χρονικές περιόδους που προαναφέρθηκαν κατά την έρευνα των αστικών λεωφορείων. Επίσης, για αναγωγή των μετρήσεων λόγω διακύμανσης της επιβατικής κίνησης κατά τις ημέρες που διήρκεσε η έρευνα, πραγματοποιήθηκε πλήρης καταγραφή των ενδείξεων των ακυρωτικών μηχανημάτων σε όλους τους σταθμούς της γραμμής στην αρχή και στο τέλος της ημέρας.

3.1.3 Τα Ταξί

Το ταξί αποτελεί σημαντικό μεταφορικό μέσο στο Λεκανοπέδιο για το οποίο υπάρχουν ελάχιστες διαθέσιμες πληροφορίες. Συνήθως οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται για τα ταξί στα πλαίσια μιας γενικής συγκοινωνιακής μελέτης αφορούν κυρίως στις μετακινήσεις που πραγματοποιούνται στα νοικοκυριά της περιοχής. Έχει διαπιστωθεί όμως από σχετικές έρευνες που έγιναν στα πλαίσια παρόμοιων μελετών σε πόλεις του εξωτερικού (πχ. Λονδίνο), ότι η έρευνα στα νοικοκυριά είναι δυνατόν να οδηγήσει σε σημαντική υποεκτίμηση των μετακινήσεων που πραγματοποιούνται με το μέσο αυτό. Η υποεκτίμηση αυτή αποδίδεται κυρίως στη δυσκολία καταγραφής των μετακινήσεων που γίνονται (συνήθως απρογραμματίιστα και χωρίς να έχουν βάση την κατοικία) με το μέσο αυτό από μέλη

του νοικοκυριού που απουσιάζουν κατά τη στιγμή της συνέντευξης, καθώς και στο γεγονός ότι η έρευνα στα νοικοκυριά δεν είναι δυνατόν να καταγράψει τις μετακινήσεις των επισκεπτών της πόλης (μή μόνιμων κατοίκων) που συνήθως πραγματοποιούνται με ταξί. Για τους λόγους αυτούς αποφασίστηκε να διεξαχθεί στα πλαίσια της παρούσας μελέτης μια συμπληρωματική έρευνα για το μέσο αυτό, ώστε να διαπιστωθεί το πραγματικό μεταφορικό έργο των ταξί στην περιοχή μελέτης. Η έρευνα αυτή έδωσε την ευκαιρία για τη συγκέντρωση και άλλων χρήσιμων πληροφοριών που αφορούν στο μέσο αυτό, όπως τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των Ταξί (διάρκεια λειτουργίας ημερησίως, αριθμός μισθώσεων και διπλομισθώσεων, οχηματοχιλιόμετρα κα.). Για να ολοκληρωθεί η εικόνα λειτουργίας του μέσου αυτού αποφασίστηκε να συμπληρωθεί η έρευνα με τον εντοπισμό των σταθμών ταξί (πιάτσες) και την καταγραφή της κατάστασης λειτουργίας αυτών.

Για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών λειτουργίας του μεταφορικού έργου των ταξί πραγματοποιήθηκε δειγματοληπτική έρευνα σε 375 τυχαίως επιλεγμένα οχήματα, εκ των οποίων το 10% περίπου ήταν Ραδιοταξί.

Για τους σταθμούς ταξί οργανώθηκε ιδιαίτερη έρευνα με στόχο την καταγραφή των χαρακτηριστικών λειτουργίας σε κάθε θέση, όπως καταλληλότητα της θέσης, ύπαρξη κατάλληλης σήμανσης, προβλήματα λειτουργίας κα. Υπήρξε, όμως, μεγάλη δυσκολία εντοπισμού των σταθμών ταξί, καθώς δεν υπάρχουν μέχρι σήμερα σε καμιά υπηρεσία διαθέσιμα σχετικά στοιχεία. Στα πλαίσια της έρευνας εντοπίστηκαν και απογράφησαν συνολικά 87 σταθμοί ταξί.

Έρευνα σταθμών ταξί: Οι μόνες διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με την ύπαρξη σταθμών ταξί στο Λεκανοπέδιο χρονολογούνται από τα μέσα της δεκαετίας του '80 και αναφέρονται σε νομαρχιακές αποφάσεις για την εγκατάσταση σταθμών σε μικρό αριθμό Δήμων, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι Δήμοι Αθήνας και Πειραιά. Με βάση τις πληροφορίες αυτές, και τη γνώση της περιοχής που αποκτήθηκε στα πλαίσια της μελέτης, εντοπίστηκαν 87 θέσεις στις οποίες έγιναν αυτοψίες. Κατά την έρευνα συγκεντρώθηκαν για κάθε θέση πληροφορίες, όπως:

- Κατάσταση λειτουργίας (σε λειτουργία ή εκτός λειτουργίας)
- Ύπαρξη κατάλληλης σήμανσης
- Αριθμός ταξί που συνήθως σταθμεύουν
- Καταλληλότητα της θέσης
- Προβλήματα κατά τη λειτουργία του σταθμού

Διεξαγωγή των ερευνών:

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του 1996 με τη συνεργασία οδηγών ταξί που συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα και στους οποίους καταβλήθηκε χρηματικό κίνητρο. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 375 οχήματα, επιλεγμένα με τυχαίο τρόπο, για 2 πλήρεις ημέρες λειτουργίας του οχήματος, δηλαδή για όλη τη διάρκεια λειτουργίας του ταξί σε διάστημα 48 ωρών, και επομένως για όλες τις βάρδιες των οδηγών. Δεδομένου ότι σε ημερήσια βάση κυκλοφορούν περίπου 14.000 ταξί, το συνολικό δείγμα 2 ημερών των 375 οχημάτων αντιπροσωπεύει περίπου το 5% της ημερήσιας κυκλοφορίας.

Την ευθύνη καταγραφής των στοιχείων είχαν οι οδηγοί των ταξί, στους οποίους εδόθησαν κατάλληλες εξηγήσεις για τον τρόπο συμπλήρωσης σχετικού εντύπου. Η καταγραφή περιελάμβανε τα εξής:

- Τον αριθμό εισερχόμενων επιβατών και την ώρα εισόδου (για κάθε είσοδο)
- Τον αριθμό των εξερχόμενων επιβατών και την ώρα εξόδου (για κάθε έξοδο)
- Την ώρα έναρξης και λήξης της βάρδιας του οδηγού
- Το χρόνο παραμονής σε πιάτσα ή τυχόν ακινητοποίησης του οχήματος για οποιοδήποτε λόγο κατά τη διάρκεια της βάρδιας
- Τις χιλιομετρικές ενδείξεις του οχήματος κατά την έναρξη και λήξη της βάρδιας

3.2 Ζήτηση Μετακινήσεων: Νοικοκυριά

3.2.1 Χαρακτηριστικά των Μετακινήσεων των Νοικοκυριών

Στην ενότητα αυτή γίνεται αναφορά στις έρευνες που σχετίζονται με τη ζήτηση, από τα αποτελέσματα των οποίων διαμορφώνεται μια ολοκληρωμένη αντίληψη των χαρακτηριστικών των μετακινήσεων και των στοιχείων εκείνων που είναι απαραίτητα για την προσομοίωση της υφιστάμενης συγκοινωνιακής λειτουργίας της περιοχής με το μεταφορικό πρότυπο, ώστε τελικώς να είναι δυνατή η πρόβλεψη της ζήτησης για το μέλλον με αποδεκτό βαθμό εμπιστοσύνης.

Ως μετακινήσεις θεωρούνται οι ανεξάρτητες κινήσεις που γίνονται από ένα σημείο προέλευσης, όπου έλαβε χώρα κάποια συγκεκριμένη δραστηριότητα, προς ένα σημείο προορισμού, όπου και πάλι θα λάβει χώρα άλλη συγκεκριμένη δραστηριότητα, έστω και αν αυτή είναι η μετεπιβίβαση σε άλλο μεταφορικό μέσο¹. Οι

¹ Αττικό Μετρό Α.Ε. «Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό» Έκθεση 2 Η Κατάσταση των Μεταφορών στο Νομό Αττικής (2000).

μετακινήσεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τόσο όσον αφορά στα χαρακτηριστικά τους, όσο και ως προς τον τρόπο έρευνάς τους. Ως «εσωτερικές» μετακινήσεις λαμβάνονται οι μετακινήσεις που έχουν και τα δύο άκρα τους (προέλευση και προορισμό) εντός της Περιοχής Μελέτης, ενώ «εξωτερικές» μετακινήσεις θεωρούνται εκείνες που έχουν τουλάχιστον ένα άκρο τους εκτός Περιοχής Μελέτης.

Για την αποτύπωση των χαρακτηριστικών των εσωτερικών μετακινήσεων, αλλά και για τις εσωτερικές μετακινήσεις με την προέλευση εντός της Περιοχής Μελέτης έγινε δειγματοληπτική έρευνα με συνεντεύξεις στα νοικοκυριά της περιοχής. Για τις υπόλοιπες εξωτερικές μετακινήσεις έγιναν δειγματοληπτικές έρευνες, τόσο στο όριο του Νομού Αττικής (όπου θα ονομάζεται «Εξωτερική Περίμετρος») με συνεντεύξεις των οδηγών των εισερχομένων οχημάτων, όσο και στους επιβατικούς τερματικούς σταθμούς (αεροδρόμια, λιμάνια, σταθμοί ΟΣΕ, σταθμοί υπεραστικών ΚΤΕΛ) για τους εισερχόμενους επιβάτες στην Περιοχή Μελέτης με τα υπεραστικά συστήματα μεταφορών.

Η δειγματοληπτική έρευνα στα νοικοκυριά σχεδιάζεται για πρακτικούς λόγους κατά τρόπο, ώστε το δείγμα που λαμβάνεται να περιέχει ικανοποιητικό επίπεδο αξιοπιστίας ως προς τις βασικές μεταβλητές και παραμέτρους που ερευνώνται. Για να αυξηθεί ή / και να ελεγχθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της έρευνας αυτής ως προς τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων, σχεδιάστηκαν συμπληρωματικά οι παρακάτω έρευνες:

- Έρευνες μετακινήσεων επί της οδού στα ιδιωτικά οχήματα που διασχίζουν τα όρια (Γραμμές Διήθησης) ευρύτερων ενοτήτων στις οποίες υποδιαιρείται η Περιοχή Μελέτης
- Έρευνες μετακινήσεων επιβατών στα δημόσια μέσα και συγκεκριμένα στα αστικά λεωφορεία, στον αστικό σιδηρόδρομο και στο ΚΤΕΛ Ν. Αττικής
- Έρευνα μετεπιβίβασης των επιβατών των δημοσίων μέσων

3.2.2 Κοινωνικοοικονομικά Χαρακτηριστικά των Νοικοκυριών

Η έρευνα στα νοικοκυριά έχει τους εξής βασικούς στόχους:

- Τον προσδιορισμό των υφιστάμενων κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών της Περιοχής Μελέτης που καθορίζουν την εξέλιξη των κοινωνικών και οικονομικών μεταβλητών (πχ. Πληθυσμός, καθεστώς απασχόλησης, ιδιοκτησία αυτοκινήτου) οι οποίες επηρεάζουν την εξέλιξη της ζήτησης για μετακινήσεις

- Τον προσδιορισμό των υφιστάμενων χαρακτηριστικών των μετακινήσεων και του τρόπου με τον οποίο η γένεση των μετακινήσεων αυτών συσχετίζεται με τις κοινωνικοοικονομικές μεταβλητές του πληθυσμού που τις παράγει.
- Αντικείμενο της έρευνας είναι η κατ' οίκον διεξαγωγή των συνεντεύξεων σε τυχαίο δείγμα ιδιωτικών νοικοκυριών (εξαιρουμένων των συλλογικών συμβιώσεων, όπως ξενοδοχεία, στρατώνες, νοσοκομεία κτλ.) που διαμένουν μόνιμα στην Περιοχή Μελέτης. Ο χρόνος διεξαγωγής της έρευνας επιλέχθηκε έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται η αντιπροσωπευτικότητα των μετακινήσεων του πληθυσμού σε μια τυπική καθημερινή ημέρα του 1996 (εξαιρουμένων του Σαββατοκύριακου, σχολικών αργιών, εκτάκτων γεγονότων και της θερινής περιόδου).

Ερωτηματολόγια:

Η συλλογή πληροφοριών έγινε με τη μέθοδο των κατ' οίκον προσωπικών συνεντεύξεων με όλα τα μέλη ηλικίας άνω των 5 ετών των νοικοκυριών του δείγματος. Το ερωτηματολόγιο της έρευνας διαμορφώθηκε έτσι, ώστε εφενός μεν να καταγραφούν οι πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την κατάρτιση μιας μελέτης μεταφορών, αφ' ετέρου δε να είναι δυαντή η λήψη των πληροφοριών κατά αξιόπιστο τρόπο μέσα στα περιορισμένα χρονικά περιθώρια μιας συνέντευξης. Το ερωτηματολόγιο της έρευνας νοικοκυριών τυπικής περιόδου περιέχει τρία μέρη:

- Το ερωτηματολόγιο της έρευνας του νοικοκυριού
- Το ατομικό ερωτηματολόγιο των μελών του
- Το ερωτηματολόγιο όλων των μετακινήσεων της προηγούμενης ημέρας κάθε μέλους του νοικοκυριού

Οι πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν με το ερωτηματολόγιο αφορούν στις ακόλουθες κατηγορίες χαρακτηριστικών:

1. Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά του νοικοκυριού:

- Μέγεθος του νοικοκυριού
- Κύρια και εξοχική κατοικία
- Τύπος κατοικίας, αριθμός δωματίων, καθεστώς κατοίκησης και στην περίπτωση ενοικίασης ύψος ενοικίου
- Τύπος, αριθμός και ηλικία ιδιόκτητων οχημάτων
- Κατηγορία εισοδήματος

2. Ατομικά χαρακτηριστικά των μελών άνω των 5 ετών:

- Θέση στο νοικοκυριό, φύλο, ηλικία, προηγούμενος δήμος διαμονής και χρόνια διαμονής στον παρόντα δήμο, επίπεδο εκπαίδευσης, κύρια δραστηριότητα

- Προκειμένου για άτομα ένω των 15 ετών: άδεια οδήγησης, διαθεσιμότητα αυτοκινήτου ΙΧ, κατοχή κάρτας απεριορίστων διαδρομών για Α.Σ.
- Προκειμένου για άτομα άνω των 15 ετών που εγάζονται: κύριο επάγγελμα, είδος επιχείρησης, ωράριο εργασίας
- Λόγος μη – μετακίνησης την προηγούμενη ημέρα, εαν συντρέχει η περίπτωση αυτή

3. Χαρακτηριστικά μετακινήσεων της προηγούμενης ημέρας:

- Καταγράφονται όλες οι μετακινήσεις που γίνονται με μεταφορικό μέσο. Αυθύπαρκτες μετακινήσεις με τα πόδια καταγράφονται αφ'όσον υπερβαίνουν τα 500 μέτρα. Το ερωτηματολόγιο ακολουθεί αναγνωρισμένα διεθνή πρότυπα σχεδιασμού και αποδίδει την αλληλουχία των μετακινήσεων του προηγούμενου 24ώρου κάθε ατόμου. Για κάθε μετακίνηση καταγράφηκαν:
 - Ώρα αναχώρησης, ακριβής διεύθυνση προέλευσης, χρήση γής στην προέλευση, σκοπός μετακίνησης, μέσο μεταφοράς, πληρότητα ιδιωτικού οχήματος ή ταξί, ώρα άφιξης και διεύθυνση προορισμού ή ενδιάμεσης μετεπιβίβασης, χρόνος περπατήματος προς/από σημείο επιβίβασης.στάθμευσης
 - Προκειμένου για μετακινήσεις οδηγού με αυτοκίνητο ΙΧ ή ημιφορτηγό: τύπος, διάρκεια και κόστος στάθμευσης.

Σχήμα δειγματοληψίας:

Με βάση το μέγεθος του πληθυσμού της Περιοχής Μελέτης και την απαιτούμενη αντιπροσωπευτικότητα των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών, επελέγη ένα γενικό κλάσμα δειγματοληψίας 2% στο σύνολο του πληθυσμού της τυπικής περιόδου. Έτσι, το κλάσμα δειγματοληψίας ορίστηκε να είναι το 1/50 των νοικοκυριών της Περιοχής Μελέτης.

Η περαιτέρω διαδικασία της επιλογής καθορίστηκε έτσι ώστε όλα τα νοικοκυριά που κατοικούν εντός των ορίων της Περιοχής Μελέτης να έχουν την ίδια πιθανότητα επιλογής και συγκεκριμένα ίση με το δειγματοληπτικό κλάσμα. Επειδή δεν υπήρχαν τα κατάλληλα πλαίσια (πληθυσμιακοί κατάλογοι) για την απευθείας επιλογή νοικοκυριών, το σχήμα δειγματοληψίας που υιοθετήθηκε ήταν κατά στρώματα και δισταδιακό.

Όπως ήταν γνωστό η Περιοχή Μελέτης διαχωρίστηκε σε 1233 κυκλοφοριακές ζώνες. Η δειγματοληψία διενεργήθηκε σε 888 από τις ζώνες αυτές που περιείχαν την κατοικία ως χρήση γής και παρήγαν ως εκ τούτου μετακινήσεις. Οι ζώνες αυτές δειγματοληψίας αποτελούν και τα στρώματα του δειγματοληπτικού σχήματος.

Η δειγματοληψία σε κάθε ζώνη-στρώμα έγινε σε δύο στάδια:

Στο πρώτο στάδιο έγινε για κάθε ζώνη επιλογή ενός προκαθορισμένου αριθμού Οικοδομικών Τετραγώνων (Ο.Τ.) με πιθανότητα επιλογής ανάλογη προς τον πληθυσμό τους σε νοικοκυριά όπως καταγράφηκε στην απογραφή πληθυσμού του έτους 1991. Επιλέχθηκαν τυχαία κατ' αυτόν τον τρόπο 3.257 μονάδες επιφάνειας από ένα σύνολο περίπου 70.000 μονάδων.

Στο δεύτερο στάδιο δημιουργήθηκαν πλήρεις ονομαστικοί κατάλογοι υφιστάμενων κατά την περίοδο της έρευνας (1996) νοικοκυριών που έχουν την κατοικία τους στα επιλεγμένα Ο.Τ. (με ειδική απογραφική έρευνα και καταγραφή επί τόπου), και διενεργήθηκε τυχαία (συστηματική) δειγματοληψία νοικοκυριών με βάση τους καταλόγους αυτούς. Με αυστηρά στατιστικούς όρους, η κατοικία είναι η μονάδα δειγματοληψίας και το νοικοκυριό η μονάδα μέτρησης.

Το μέγεθος του δείγματος νοικοκυριών σε κάθε ζώνη είναι συνάρτηση του πλήθους των νοικοκυριών της και του γενικού κλάσματος δειγματοληψίας, με μόνο περιορισμό ένα ελάχιστο δείγμα 25 νοικοκυριών ανά ζώνη.

Με το παραπάνω σχήμα η εκτίμηση της συνολικής τιμής ενός οποιουδήποτε χαρακτηριστικού στον πληθυσμό ανάγεται σε αυτοστάθμιση των δεδομένων του δείγματος επί τον ανταγωνιστικό συντελεστή 50. Ο στατιστικό σχεδιασμό που ακολουθήθηκε επέτρεψε απίσης τον ακριβή υπολογισμό των δειγματοληπτικών σφαλμάτων των εκτιμήσεων του δείγματος.

Διεξαγωγή της έρευνας:

Οι συνεντεύξεις ελήφθησαν κατά **85%** του συνολικού αριθμού τους στην εαρινή περίοδο από **28.3.1996** έως **15.6.1996** και κατά **15%** στην φθινοπωρινή περίοδο από **1.10.1996** έως **9.11.1996**. Από ένα σύνολο **218.000** περίπου καταγεγραμμένων νοικοκυριών πραγματοποιήθηκαν τελικώς **29.358** έγκυρες συνεντεύξεις νοικοκυριών. Το βασικό επιστημονικό προσωπικό που διεξήγαγε την έρευνα ανήλθε κατά μέσο όρο σε καθημερινή βάση στα 20 άτομα περίπου, ενώ το βοηθητικό προσωπικό στα 100 άτομα περίπου.

Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας δεν αντικαταστάθηκαν στο δείγμα κενές ή δευτερεύουσες κατοικίες ή μη-εμφανείς επαγγελματικές στέγες. Αντιθέτως αντικαταστάθηκαν στο δείγμα 4.688 νοικοκυριά λόγω επανειλημμένης απουσίας και μη-επαφής, καθώς και 4.238 νοικοκυριά λόγω άρνησης συνεργασίας. (=περιπτώσεις ολικής μη-ανταπόκρισης). Το ικανοποιητικά χαμηλό ποσοστό των αντικαταστάσεων (30% του δείγματος ή 8.921 νοικοκυριά) σε σχέση με τη διεθνή εμπειρία, είναι ένας σημαντικός δείκτης της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της έρευνας.

Επεξεργασία των στοιχείων:

- Κωδικογράφηση ερωτηματολογίου: Η μετατροπή των μη-προκωδικοποιημένων απαντήσεων του ερωτηματολογίου σε κωδικούς κατάλληλους για μηχανογραφική επεξεργασία έγινε κυρίως με εργασία γραφείου βάση συγκεκριμένων οδηγιών κωδικογράφησης.
- Μηχανογραφημένα αρχεία: Για την καταχώρηση (πληκτρολόγηση) των πρωτογενών στοιχείων του ερωτηματολογίου αναπτύχθηκε εργονομικό πρόγραμμα εισαγωγής δεδομένων που περιελάμβανε ελέγχους για την αποφυγή παράλειψης καταχώρησης, επανακαταχώρησης ή απαράδεκτης καταχώρησης (πχ. Πληκτρολόγησης εκτός ορίων κωδικοποίησης).

Αναλυτική Βάση Δεδομένων (ΑΒΔ):

Για τον έλεγχο λογικών σφαλμάτων των απαντήσεων ή των εγγράφων, αναπτύχθηκε ειδικό πρόγραμμα που προέβλεπε ένα των 50 αυτοματοποιημένων λογικών ελέγχων. Μετά τον αυτόματο εντοπισμό διορθώθηκαν, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων χειρωνακτικά, εσωτερικές ασυνέπειες των πεδίων μιας εγγραφής με άλλα πεδία της, αλλά και με συναφείς εγγραφές του ίδιου νοικοκυριού.

Ελλείπουσες τιμές κρίσιμων μεταβλητών, είτε λόγω άρνησης του ερωτώμενου να δώσει την πληροφορία, είτε λόγω μη καταγραφής της απάντησης από τον συνεντευκτή υποκαταστάθηκαν σύμφωνα με μια συγκεκριμένη διαδικασία (hot-deck imputation). Για τις ατομικές μεταβλητές «ηλικία», «κύρια δραστηριότητα», κατοχή άδειας οδήγησης», η ελλείπουσα τιμή συμπληρώθηκε αυτόματα με την αντίστοιχη τιμή της δέκατης προηγούμενης ατομικής εγγραφής (donor). Τυχόν ασυνέπειες που προέκυψαν διορθώθηκαν χειρωνακτικά στη βάση λογικών συσχετίσεων. Στην περίπτωση του «ενοικίου» η υποκατάσταση ελλείπουσας τιμής έγινε με εφαρμογή προηγουμένως προσαρμοσθείσας συνάρτησης πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, χρησιμοποιώντας ως ανεξάρτητες μεταβλητές τον τύπο κατοικίας, τον αριθμό δωματίων και τον τομέα. Στην περίπτωση της «ομάδας εισοδήματος», οι ελλείπουσες τιμές συμπληρώθηκαν με βάση την ποσοστιαία κατανομή των υπολοίπων παρατηρηθειών τιμών ανά τύπο κατοικίας, αριθμό δωματίων και τομέα.

Στη φάση συλλογής των στοιχείων δεν έγινε πάντα δυνατή η κάλυψη του απαιτούμενου αριθμού έγκυρων συνεντεύξεων ανά Ο.Τ., είτε λόγω πολλών επιλέξιμων κατοικιών, είτε λόγω μη-αποδεκτών ή άκυρων ερωτηματολογίων. Προκειμένου να καταστούν δυνατές οι τελικές εκτιμήσεις των χαρακτηριστικών του πληθυσμού με τη διαδικασία της αντιστάθμισης του κύριου δείγματος, έγινε αναπαραγωγή 1.786 ερωτηματολογίων νοικοκυριών (5,7% του τελικού δείγματος στη βάση συγκεκριμένων οδηγιών και συναφών προγραμμάτων αναπαραγωγής εγγραφών.

Τα ελεγμένα με λογικούς ελέγχους και συμπληρωμένα ως προς τις ελλείπουσες τιμές μηχανογραφημένα αρχεία αποτελούν την Αναλυτική Βάση Δεδομένων (Α.Β.Δ.) της έρευνας. Η Α.Β.Δ. σύγκειται από τρεις διασυνδεδεμένες βάσεις δεδομένων: την Βάση Δεδομένων Νοικοκυριών (29.358 εγγραφές), την Βάση Δεδομένων Ατόμων (81.764 εγγραφές), και την Βάση Δεδομένων Μετακινήσεων (123.793 εγγραφές).

Συγκεντρωτική Βάση Δεδομένων (ΣΒΔ):

Για τις ανάγκες ανάπτυξης του Συγκοινωνιακού Προτύπου της ΜΑΜ δημιουργήθηκε η Συγκεντρωτική Βάση Δεδομένων (ΣΒΔ) με σύμπτυξη και κατηγοριοποίηση τιμών των μεταβλητών της Α.Β.Δ στη βάση συγκεκριμένων κανόνων σύνθεσης. Η συναφής Β.Δ. Μετακινήσεων περιλαμβάνει ταξίδια (journeys) από ένα σημείο αρχικής προέλευσης σε ένα σημείο τελικού προορισμού, δηλαδή, είτε μια ανεξάρτητη μετακίνηση (trip), είτε μια αλυσίδα συνδεδεμένων (linked) μετακινήσεων που περιλαμβάνει τουλάχιστον μια αλλαγή μεταφορικού μέσου. Σε ξεχωριστή Β.Δ. εργασίας τα ταξίδια συμπύχθηκαν επίσης σε εξόδους (tours) με βάση την κατοικία.

Ταύτιση Διευθύνσεων (address matching):

Οι αλφαριθμητικές διευθύνσεις προέλευσης / προορισμού των μετακινήσεων που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της έρευνας συσχετίστηκαν με το ψηφιακό υπόβαθρο και τη βάση αναλυτικών δεδομένων (ονομασία και αρίθμηση οδού) του οδικού δικτύου του Ν.Αττικής. Με τη βοήθεια Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών και επίθεσης ψηφιακού υποβάθρου των κυκλοφοριακών ζωνών κωδικογραφήθηκαν αυτοματοποιημένα οι επί των ερωτηματολογίων αναγραφείσες πλήρεις διευθύνσεις και έγινε αντιστοίχσή τους με τις ζώνες. Συνολικά η Σ.Β.Δ περιέχει σε επίπεδο ζώνης 248.586 κωδικογραφημένες διευθύνσεις προέλευσης / προορισμού.

Μητρώα Προέλευσης / Προορισμού:

Οι κωδικογραφημένες διευθύνσεις Προέλευσης / Προορισμού (Π-Π) της Σ.Β.Δ αποτέλεσαν τα δεδομένα ειδικού προγράμματος παραγωγής μητρώων επιβατικών μετακινήσεων ανά:

- Χρονική περίοδο πρωινής και απογευματινής αιχμής, εκτός αιχμής (20ωρο) και συνόλου ημέρας.
- Κατηγορία (σκοπό) μετακίνησης (με βάση την κατοικία : Εργασία "HBW", Κοινωνικά / Αναψυχή "HBS", Εκπαίδευση "HBE", Άλλος Σκοπός "HBO" και χωρίς βάση την κατοικία : όλοι οι σκοπτοί "NHB").

- Μεταφορικό μέσο : πεζή, μοτοποδήλατο, δίκυκλη μηχανή, οδηγός ΙΧ, επιβάτης ΙΧ, επιβάτης Ταξί, ημιφορητό, ειδικό λεωφορείο, φορητό, Δημόσια Συγκοινωνία (λεωφορεία χωρίς ΗΣΑΠ), Δημόσια Συγκοινωνία (ΗΣΑΠ) και όλοι οι συνδυασμοί μέσων.

Σφάλματα δειγματοληψίας:

Ο συντελεστής μεταβλητότητας, δηλαδή το τυπικό σφάλμα ως ποσοστό του εκτιμώμενου πλήθους, κυμαίνεται για τα επιμέρους χαρακτηριστικά νοικοκυριών, ατόμων και μετακινήσεων σε ιδιαίτερα χαμηλές τιμές. Η μέγιστη τιμή του (+/- 2%) παρουσιάζεται στην εκτίμηση του πραγματικού πληθυσμού νοικοκυριών της Περιοχής Μελέτης, ο οποίος σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% κυμαίνεται από 1.329.468 έως 1.440.132 νοικοκυριά. Η απόλυτη τιμή του σφάλματος στο επίπεδο αυτό, ισούται με το διπλάσιο του τυπικού σφάλματος. Αντίστοιχα, ο αριθμός των επιβατικών αυτοκινήτων ΙΧ στην Περιοχή Μελέτης με πιθανότητα 95% κυμαίνεται από 1.000.766 έως 1.004.534 ΙΧ.

3.3 Έρευνα Μετεπιβιβάσεων

Σε μια μητροπολιτική περιοχή, όπως το Λεκανοπέδιο της Αττικής, οι μετεπιβιβάσεις μεταξύ των μεταφορικών μέσων αποτελούν ένα σημαντικό και συχνά αναπόφευκτο χαρακτηριστικό των μετακινήσεων του πληθυσμού, ιδιαίτερα των χρηστών δημόσιας συγκοινωνίας, που επηρεάζει σημαντικά το επίπεδο εξυπηρέτησης των επιβατών. Συνήθως οι μετεπιβιβάσεις είναι αποτέλεσμα της δομής των μεταφορικών δικτύων, αλλά και των ελλείψεων ή δυσλειτουργιών των δημοσίων μεταφορικών συστημάτων.

Για τους παραπάνω λόγους ήταν σημαντικό να καταγραφούν στα πλαίσια της μελέτης όλες οι πληροφορίες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μετεπιβιβάσεων που επιτρέπουν μια συνολική αξιολόγηση του θέματος.

Όπως προαναφέρθηκε από τη δειγματοληπτική έρευνα στα νοικοκυριά, συγκεντρώθηκαν όλες οι πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά της αλυσίδας των μετακινήσεων κάθε μετακινούμενου, δηλαδή για την ολοκλήρωση κάθε ταξιδιού που πραγματοποιείται στην Περιοχή Μελέτης από τους κατοίκους. Τα στοιχεία αυτά παρέχουν μια συνολική εικόνα των μετεπιβιβάσεων του πληθυσμού, ενώ επιτρέπουν και τη δημιουργία πινάκων Π-Π σε επίπεδο ταξιδιών για το σύνολο των εσωτερικών μετακινήσεων του Νομού Αττικής.

Παράλληλα, για τις εξωτερικές μετακινήσεις που εισέρχονται ή εξέρχονται από το Νομό Αττικής με τα δημόσια υπεραστικά συστήματα μεταφορών (υπεραστικά

λεωφορεία, σιδηροδρομικές – θαλάσσιες – αεροπορικές μεταφορές), καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά των μετεπιβιβάσεων από τα υπεραστικά συστήματα στα αστικά, με ξεχωριστές έρευνες μετακινήσεων σε επιβατικούς τερματικούς σταθμούς.

Σκοπός και αντικείμενο της έρευνας:

Το αντικείμενο της έρευνας των μετεπιβιβάσεων που περιγράφεται στην παρούσα ενότητα είναι:

- Ο εντοπισμός των βασικών περιοχών μετεπιβίβασης των επιβατών των αστικών συγκοινωνιών και η αυτοψία των περιοχών αυτών για τον εντοπισμό ελλείψεων ή προβλημάτων
- Η δειγματοληπτική διεξαγωγή συνεντεύξεων σε χρήστες των αστικών συγκοινωνιών στις βασικές περιοχές μετεπιβίβασης, ώστε να καταγραφούν τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων των επιβατών

Βασικός στόχος της έρευνας ήταν η καταγραφή των χαρακτηριστικών μετεπιβίβασης σε εντοπισμένες περιοχές με υψηλή συγκέντρωση μετεπιβιβάσεων, ώστε να ελεγχθεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων της έρευνας στα νοικοκυριά. Επιπλέον όμως, με την έρευνα δίνεται η δυνατότητα για τον εντοπισμό δυσλειτουργιών που ενδεχομένως υπάρχουν στο σύστημα των αστικών συγκοινωνιών και η καταγραφή ελλείψεων στη συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση μετακινήσεων μεταξύ επιμέρους περιοχών του Λεκανοπεδίου. Τέλος, στόχος της έρευνας ήταν ακι η αποτύπωση του επιπέδου εξυπηρέτησης των αναγκών μετεπιβίβασης των επιβατών, σε περιοχές όπου παρουσιάζεται μεγάλη ζήτηση για μετεπιβιβάσεις.

Διεξαγωγή της έρευνας:

Η επιλογή των περιοχών μετεπιβίβασης έγινε με κριτήρια, όπως την ύπαρξη σημαντικών ή πολλών αφετηριών λεωφορείων, την ύπαρξη σταθμού ΗΣΑΠ ο οποίος συγκεντρώνει πολλές μετεπιβιβάσεις, τη διαστάυρωση γραμμών σε διακλαδώσεις σημαντικών οδικών αξόνων, την ύπαρξη αφετηρίας σημαντικών λεωφορειακών γραμμών κορμού κ.α. Βασικό κριτήριο για την οριοθέτηση των περιοχών αυτών ήταν να υπάρχει η δυνατότητα μετεπιβίβασης μεταξύ γραμμών σε αποδεκτή απόσταση βαδίσματος.

Η έρευνα οδήγησε στον εντοπισμό 25 βασικών περιοχών μετεπιβίβασης, εκ των οποίων οι 18 βρίσκονται στην κεντρική περιοχή της Αθήνας, 2 στην κεντρική περιοχή του Πειραιά, ενώ οι υπόλοιπες 5 εντοπίζονται περιφερειακά, δηλαδή στο Μαρούσι, το Ν.Φάληρο, στο Αιγάλαιο, στην Αγ. Παρασκευή και στη Γλυφάδα. Οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν 6 σταθμούς του Μετρό και 274 στάσεις ή αφετηρίες

λεωφορειακών γραμμών. Σε όλα τα παραπάνω τερματικά σημεία πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις των επιβατών που ανέμεναν την άφιξη του λεωφορείου ή του Μετρό.

Μέθοδος συλλογής και είδος πληροφοριών:

Η έρευνα σε κάθε μια από τις περιοχές μετεπιβίβασης ολοκληρωνόταν εντός της ίδιας ημέρας, ενώ το συνολικό ημερήσιο δείγμα των επιβατών που συμμετείχαν στην έρευνα κατανεμήθηκε κατά 25% περίπου σε κάθε χρονική περίοδο.

Στόχος της δειγματοληψίας ήταν η εξασφάλιση συνεντεύξεων από το 10% τουλάχιστον του συνόλου των επιβιβαζόμενων επιβατών στις περιοχές μετεπιβίβασης. Στόχος επίσης της δειγματοληψίας ήταν να γίνει η κατανομή του δείγματος ανά στάση λεωφορείου ή ανά σταθμό του Μετρό και ανά Περιοχή, ανάλογα με την επιβατική κίνηση.

Η αναμενόμενη επιβατική κίνηση εκτιμήθηκε κατά το στάδιο της έρευνας, για να βεβαιωθεί τις στάσεις των λεωφορείων από τον αριθμό των προγραμματισμένων δρομολογίων των λεωφορειακών γραμμών που διέρχονται από μια συγκεκριμένη θέση έρευνας, για δε τους σταθμούς ηλεκτρικού σιδηροδρόμου από παλιότερα στοιχεία επιβατικής κίνησης της γραμμής των ΗΣΑΠ (έτους 1988). Τελικώς, πραγματοποιήθηκαν συνολικά 60.269 συνεντεύξεις, από τις οποίες 9.096 ή περίπου το 15% αφορούσε σε επιβάτες των σταθμών ΗΣΑΠ, δηλαδή ποσοστό αντίστοιχο της συνολικής επιβατικής κίνησης του αστικού σιδηροδρόμου στο σύνολο των αστικών συγκοινωνιών. Όπως υπολογίστηκε από τις έρευνες των αστικών λεωφορείων και του αστικού σιδηροδρόμου, το σύνολο των επιβιβαζόμενων επιβατών στις περιοχές έρευνας ανέρχεται σε 554.000 ημερησίως, επομένως πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις σε ποσοστό περίπου 11% του συνόλου των επιβατών.

Για τη διεξαγωγή των συνεντεύξεων χρησιμοποιήθηκε έντυπο ερωτηματολόγιο στο οποίο καταγράφηκαν για κάθε επιβάτη τα παρακάτω στοιχεία:

- Η γραμμή μετεπιβίβασης
- Το μέσο πρόσβασης στην περιοχή μετεπιβίβασης και η συγκεκριμένη γραμμή όταν επρόκειτο για δημόσιες συγκοινωνίες
- Η διεύθυνση της αρχικής προέλευσης του επιβάτη
- Η στάση αποβίβασης
- Το μέσο πρόσβασης στον τελικό προορισμό και αντίστοιχα η γραμμή όταν επρόκειτο για δημόσιες συγκοινωνίες
- Η διεύθυνση του τελικού προορισμού
- Ο σκοπός της μετακίνησης
- Η διαθεσιμότητα μηνιαίας κάρτας διαδρομών

Επεξεργασία των στοιχείων:

Τα πρωτογενή στοιχεία των συνεντεύξεων της έρευνας μετεπιβιβάσεων (συμπληρωμένα ερωτηματολόγια), μηχανογραφήθηκαν με χρήση ειδικού προγράμματος εισαγωγής στοιχείων που πραγματοποιούσε και μια σειρά από λογικούς ελέγχους, ενώ για όσα πεδία δεν ελέγχθηκαν με τον τρόπο αυτό έγινε και δεύτερη εισαγωγή των στοιχείων σε νέο αρχείο για τη σύγκριση των εγγραφών μεταξύ των δύο αρχείων, τον εντοπισμό σφαλμάτων και τη διόρθωσή τους. Με τη βοήθεια του ψηφιακού υποβάθρου έγινε η κωδικοποίηση των στάσεων και των διευθύνσεων που δηλώθηκαν, με αντιστοίχιση στις κυκλοφοριακές ζώνες, ώστε να δημιουργηθούν πίνακες Π-Π μεταξύ των ζωνών. Στις περιπτώσεις αποτυχίας αυτόματης κωδικοποίησης, η εργασία έγινε με χρήση συμβατών χαρτών.

Στη συνέχεια έγιναν λογικοί έλεγχοι στα στοιχεία του ερωτηματολογίου, μετά την ολοκλήρωση των οποίων αξιοποιήθηκαν περίπου 60.000 έγκυρες εγγραφές. Τα στοιχεία του αρχείου μετεπιβιβάσεων του δείγματος ομαδοποιήθηκαν ανά λεωφορειακή γραμμή, στάση επιβίβασης και χρονική περίοδο.

Από τη συσχέτιση των συνεντεύξεων του δείγματος με τον αριθμό των επιβιβαζόμενων σε κάθε στάση λεωφορειακής γραμμής ή σταθμό του Μετρό και μετά από την αναγωγή των συνεντεύξεων στον αριθμό των επιβιβαζόμενων, προέκυψε το αρχείο μετεπιβιβάσεων, για το σύνολο των επιβατών ανά στάση, κατεύθυνση και γραμμή για κάθε χρονική περίοδο. Μετά την αναγωγή τα στοιχεία της έρευνας των μετεπιβιβάσεων αναφέρονται σε σύνολο περίπου 550.000 ταξιδιών των επιβατών.

3.4 Έρευνα Μετακινήσεων σε Επιβατικούς Τερματικούς Σταθμούς

Σκοπός της έρευνας αυτής ήταν η καταγραφή των χαρακτηριστικών των εξωτερικών μετακινήσεων που εισέρχονται στην περιοχή Μελέτης από τους Επιβατικούς Τερματικούς Σταθμούς, οι οποίοι αποτελούν τις πύλες εισόδου-εξόδου των εξωτερικών μετακινήσεων με δημόσια μέσα στην Περιοχή Μελέτης.

Το αντικείμενο της έρευνας ήταν η καταγραφή μέσω συνεντεύξεων από δείγμα επιβατών, των χαρακτηριστικών μετακίνησης που αφορούν κυρίως στην προέλευση και στον προορισμό επιβατών, στο σκοπό μετακίνησης και στο μέσο μετεπιβίβασης από τους σταθμούς υπεραστικών λεωφορείων ΚΤΕΛ, τους σιδηροδρομικούς σταθμούς, τα μεγάλα θαλάσσια λιμάνια και τα αεροδρόμια.

Συγκεκριμένα, στην έρευνα περιελήφθησαν οι δύο σταθμοί υπεραστικών λεωφορείων ΚΤΕΛ πλησίον της οδού Λιοσίων και στη Λ. Κηφισού, οι σιδηροδρομικοί

σταθμοί Αθηνών-Λαρίσης, Αθηνών-Πελοποννήσου, Πελοποννήσου (Πειραιά) και Αγίων Αναργύρων, τα επιβατικά λιμάνια του Πειραιά, της Ζέας και της Ραφήνας, και τέλος οι αερολιμένες του Ελληνικού (δυτικό και ανατολικός).

Στην έρευνα αυτή περιελήφθη επιπλέον και το πορθμείο του Περάματος, λόγω ιδιαιτερότητας των μετακινήσεων που πραγματοποιούνται μέσω αυτού, παρά το γεγονός ότι αφορά σε εξωτερικές μετακινήσεις της Περιοχής Μελέτης. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν περίπου 12.400 συνεντεύξεις επιβατών στους προαναφερθέντες τερματικούς σταθμούς.

3.5 Έρευνα Δεδηλωμένης Προτίμησης

Η έρευνα δεδηλωμένης προτίμησης έχει στόχο τη συλλογή πληροφοριών της αξίας που αποδίδεται από ομάδες μετακινουμένων σε μεταβλητές όπως ο χρόνος μετακίνησης εντός του οχήματος, ο χρόνος αναμονής στη στάση ή το άχθος μετεπιβίβασης.

Αντικείμενο της έρευνας είναι η διεξαγωγή συνεντεύξεων σε τυχαίο δείγμα μετακινουμένων στο Ν. Αττικής και η ποσοτικοποίηση (σε δραχμές ή σε ισοδύναμο χρόνο) των εξής παραμέτρων σχεδιασμού των μεταφορών: Αξία επιμέρους χρόνων μετακίνησης όπως: χρόνος περπατήματος, χρόνος αναμονής για μετεπιβίβαση, χρόνος αναζήτησης θέσης στάθμευσης και χρόνος εντός του οχήματος. Άχθος μετεπιβίβασης μεταξύ οχημάτων κατά τη διάρκεια μιας μετακίνησης εξαιρώντας τους χρόνους περπατήματος ή αναμονής κατά την μετεπιβίβαση. Η έρευνα εστιάστηκε στις προτιμήσεις στρωμάτων της αγοράς, όπως αυτά προκύπτουν στη βάση ομάδων εισοδήματος, σκοπού μετακίνησης και διαθεσιμότητας αυτοκινήτου ΙΧ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1. Κατασκευή Δεδομένων Ανάλυσης

Όπως αναφέρθηκε ήδη στην εισαγωγή, στη διατριβή αυτή αναλύεται ένα μέρος της Περιοχής Μελέτης της ΜΑΜ, εστιάζοντας σε αναλύσεις πάνω στην επιλογή μέσου μεταφοράς με βάση την κατοικία και σκοπό την εργασία. Η περιοχή μελέτης που επιλέχθηκε για τις ανάγκες της εργασίας, αποτελείται συνολικά από 69 Δήμους στην Αθήνα και στην Περιφέρεια της Πρωτεύουσας εκ των οποίων Δήμων οι 59 συγκροτούν το Πολεοδομικό Συγκρότημα κατά την ΕΣΥΕ.

Η περιοχή αυτή προέκυψε μετά από διάφορους ελέγχους των στοιχείων από όπου καταλήξαμε στην επιλογή εκείνων των δήμων που έχουν πλήρη στοιχεία και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση της επιλογής μέσου μεταφοράς. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις δήμων (πχ. Κορωπί, Μαρκόπουλο Μεσογαίας κτλ) τα διαθέσιμα στοιχεία ήταν ή ελλιπή ή παλαιά και δεν μπορούσαν να δώσουν σαφή εικόνα των επιλογών του πληθυσμού. Ένας δεύτερος σημαντικός λόγος, συνέπεια των λίγων παρατηρήσεων, για την απόρριψη κάποιων Δήμων από τη μελέτη, ήταν ότι τα αποτελέσματα που έβγαιναν κατά την ανάλυσή τους δεν ήταν στατιστικά σημαντικά και επομένως δεν θα μπορούσαν να αποτελέσουν στοιχείο ενδεικτικό για την συμπεριφορά του πληθυσμού.

Εκτός από τα στοιχεία της ΜΑΜ, που αφορούν μετακινήσεις ατόμων από και προς τον τόπο εργασία τους (με αναφορά στο μέσο επιλογής τους, τη διαθεσιμότητα ΙΧ, το αν είναι εργαζόμενοι και την εισοδηματική τους κατάσταση) συλλέχθηκαν και στοιχεία αναφορικά με τα δρομολόγια των Αστικών Λεωφορείων του ΟΑΣΑ. Με βάση τις πληροφορίες αυτές, αναλύθηκε το πλήθος των λεωφορειακών γραμμών και η εξυπηρέτηση των Δήμων από κάθε γραμμή. Τα στοιχεία αυτά μας δείχνουν τη διαθεσιμότητα και το επίπεδο εξυπηρέτησης των κατοίκων από κάθε Δήμο, ώστε να καταλήξουμε σε συμπεράσματα σχετικά με το αν η επιλογή πχ. του ΙΧ έναντι της ΔΣ έχει σχέση με το επίπεδο εξυπηρέτησης του Δήμου από τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Ελήφθησαν, επίσης, στοιχεία από την ΕΣΥΕ, όπως ο πληθυσμός και η απασχόληση ανά Δήμο με βάση την απογραφή του 1981, ο πληθυσμός και η απασχόληση ανά οικοδομικό τετράγωνο (απογραφή του 1991), στόλος εγγεγραμμένων οχημάτων στο Νομό Αττικής ανά έτος ώστε να διερευνηθεί η διαθεσιμότητα ΙΧ ανά άτομο και ανά Δήμο.

Ελήφθησαν επίσης, πίνακες δρομολογίων των συρμών του ΗΣΑΠ, έτσι ώστε να εξετάσουμε την εξυπηρέτηση ή όχι των Δήμων από τη λειτουργία του Αστικού Σιδηροδρόμου. Τα στοιχεία αναφέρονται στο έτος 1996. Τότε λειτουργούσε μόνο ο ΗΣΑΠ, συνεπώς, ως μέσο σταθερής τροχιάς έχει υπολογιστεί μόνο ο ΗΣΑΠ και δεν περιλαμβάνεται η χρήση του Μετρό καθότι δεν υπήρχε.

Το σύνολο των πιθανών μέσων μετακίνησης των ατόμων κατά την μετακίνηση των ατόμων προς το χώρο εργασίας τους φαίνονται αναλυτικά στον πίνακα 4.1.1:

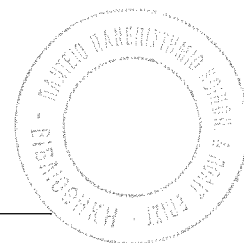
Πίνακας 4.1.1

Μέσα Μετακίνησης και κωδικός ανά μέσο στη Βάση Δεδομένων

Κωδικός	Περιγραφή
01	Δημόσια Συγκοινωνία εκτός ΗΣΑΠ
02	Οδηγός ΙΧ
03	Επιβάτης ΙΧ
04	Πεζή Μετακίνηση
05	Δίκυκλη Μηχανή > 50 κ.ε.
06	Μοτοποδήλατο < 50 κ.ε.
07	Επιβάτης Ταξί
08	ΗΣΑΠ
09	Ειδικό Λεωφορείο
10	Φορτηγό > 1,5 τόνων
11	Ημιφορτηγό < 1,5 τόνων
12	Άλλοι συνδυασμοί μέσων
13	Άλλο μέσο
14	Δημόσια Συγκοινωνία - (μετεπιβίβαση) ΗΣΑΠ
15	Οδηγός ΙΧ – (μετεπιβίβαση) ΗΣΑΠ
16	Επιβάτης Ταξί (μετεπιβίβαση) ΗΣΑΠ
17	Επιβάτης Ταξί – (μετεπιβίβαση) ΗΣΑΠ
18	Άλλο μέσο – (μετεπιβίβαση) ΗΣΑΠ
19	Οδηγός ΙΧ – (μετεπιβίβαση) Δημόσια Συγκοινωνία
20	Επιβάτης ΙΧ – (μετεπιβίβαση) Δημόσια Συγκοινωνία
21	Επιβάτης Ταξί – (μετεπιβίβαση) Δημόσια Συγκοινωνία

Πηγή: Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό

Από τα στοιχεία της Μελέτης Ανάπτυξης Μετρό, επιλέχθηκαν εκείνα που μας χρησιμεύουν για την ερμηνεία του υποδείγματός μας. Τα στοιχεία αυτά, τα οποία έχουν επεξεργαστεί σύμφωνα με τις ανάγκες του μοντέλου μας, αναφέρονται στον πίνακα 4.1.2. Στον πίνακα αυτό παρουσιάζουμε το σύνολο των μετακινουμένων ανά Δήμο και ανά κατηγορία μέσου: Δημόσια Συγκοινωνία (01), ΙΧ (02) και Λοιπά μέσα (03 - 21), τα οποία και θα χρησιμοποιήσουμε στο υπόδειγμά μας ως εξαρτημένες – ερμηνευόμενες μεταβλητές.



Πίνακας 4.1.2
Εξαρτημένες – ερμηνευόμενες μεταβλητές

ΔΗΜΟΣ	ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΟΙ			
	ΣΥΝΟΛΟ	Δ.Σ.	ΙΧ	ΛΟΙΠΑ
1 Δ. Αθηναίων	577311	165094	169390	242827
2 Δ. Βύρωνος	52605	13858	20109	18638
3 Δ. Γαλατσίου	38300	7250	15850	15200
4 Δ. Δάφνης	17386	4831	6939	5616
5 Δ. Ζωγράφου	65313	17255	25375	22683
6 Δ. Ηλιουπόλεως	58103	16257	25648	16198
7 Δ. Καισαριανής	20253	5885	7482	6886
8 Δ. Νέας Φιλαδέλφειας	20214	4637	7888	7689
9 Δ. Νέας Χαλκηδόνας	8261	113	3447	4701
10 Δ. Ταύρου	10133	1216	4360	4557
11 Δ. Υμηττού	8036	2298	3562	2176
12 Δ. Αγίας Παρασκευής	37531	6316	23141	8074
13 Δ. Αμαρουσίου	42423	3603	21844	16976
14 Δ. Βριλησίων	15200	1400	9750	4050
15 Δ. Ηρακλείου	26366	1299	11508	13559
16 Δ. Κηφισιάς	25376	1183	15032	9161
17 Δ. Μελισσίων	11385	795	6961	3629
18 Δ. Μεταμορφώσεως	23373	3038	12845	7490
19 Δ. Νέας Ιωνίας	35142	3438	13982	17722
20 Δ. Νέου Ψυχικού	6106	924	3315	1867
21 Δ. Παπάγου	9374	1744	5606	2024
22 Δ. Πεύκης	13021	958	7113	4950
23 Δ. Φιλοθέης	5115	463	3891	761
24 Δ. Χαλανδρίου	43330	6323	22589	14418
25 Δ. Χολαργού	23520	5126	11541	6853
26 Δ. Ψυχικού	10240	861	7371	2008
27 Δ. Γέρακα	4236	498	2500	1238
28 Κ. Εκάλης	3200	0	2350	850
29 Κ. Λυκοβρύσεως	5480	574	2500	2406
30 Κ. Νέας Πεντέλης	2307	212	1321	774
31 Κ. Πεντέλης	553	0	529	24
32 Δ. Αχαρνών	39782	4921	17013	17848
33 Δ. Παλλήνης	7401	894	4190	2317
34 Κ. Ανθούσης	533	64	320	149
35 Κ. Ανοίξεως	2350	0	1750	600
36 Κ. Γλυκών Νερών	2051	448	1035	568
37 Κ. Διονύσου	1744	0	1409	335
38 Κ. Δροσιάς	2550	100	1850	600
39 Κ. Θρακομακεδόνων	842	94	514	234
40 Κ. Ροδοπόλεως (Μπτάλας)	2025	196	1340	489
41 Κ. Σταμάτας	747	0	526	221
42 Δ. Αγίας Βαρβάρας	18396	4139	7517	6740
43 Δ. Αγίων Αναργύρων	22763	5304	9024	8435
44 Δ. Αιγάλεω	47197	11213	18197	17787
45 Δ. Καματερού	12000	2750	4300	4950
46 Δ. Κορυδαλλού	40800	9550	17650	13600
47 Δ. Νέων Λιοσίων	66430	18070	24675	23685
48 Δ. Πετρούπολεως	25400	6600	10100	8700

Συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα

Συνέχεια από προηγούμενη σελίδα

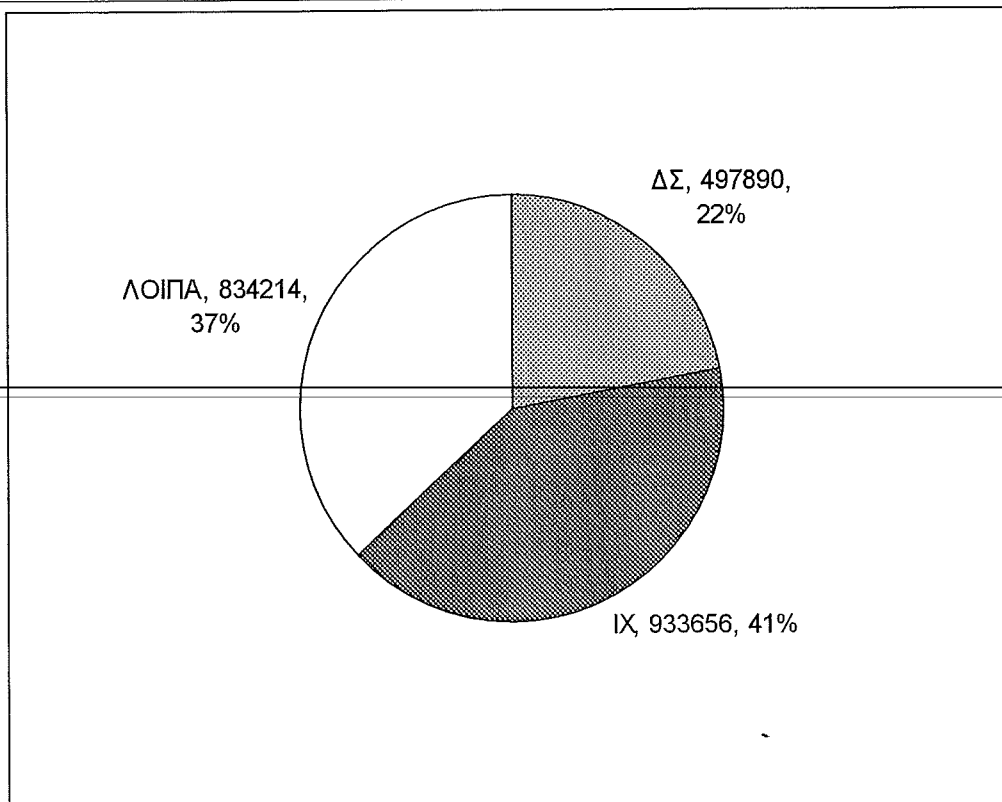
Πίνακας 4.1.2
Εξαρτημένες – ερμηνευόμενες μεταβλητές

ΔΗΜΟΣ	ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΟΙ			
	ΣΥΝΟΛΟ	Δ.Σ.	ΙΧ	ΛΟΙΠΑ
49 Δ. Χαϊδαρίου	23895	4779	11400	7716
50 Δ. Περιστερίου	91496	20890	37922	32684
51 Δ. Ζεφυρίου	1412	160	717	535
52 Δ. Ανω Λιοσίων	9348	886	3902	4560
53 Δ. Αγίου Δημητρίου	43436	11087	17093	15256
54 Δ. Αγίου Ιωάννη Ρέντη	5257	1041	1595	2621
55 Δ. Αλίμου	28368	4930	15322	8116
56 Δ. Αργυρουπόλεως	27399	5943	13452	8004
57 Δ. Βουλιαγμένης	3422	36	2555	831
58 Δ. Γλυφάδας	57852	6905	35279	15668
59 Δ. Δραπετσώνας	9896	2094	3722	4080
60 Δ. Ελληνικού	3241	574	1740	927
61 Δ. Καλλιθέας	90471	20141	33954	36376
62 Δ. Κερατσινίου	34825	6237	15267	13321
63 Δ. Μοσχάτου	17961	2264	6298	9399
64 Δ. Νέας Σμύρνης	61180	13779	29371	18030
65 Δ. Νίκαιας	56525	14512	23403	18610
66 Δ. Παλαιού Φαλήρου	53901	10120	29647	14134
67 Δ. Πειραιώς	115519	25729	46884	42906
68 Δ. Περάματος	14677	3725	4838	6114
69 Δ. Βάρης	3475	266	2146	1063

ΠΗΓΗ: Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό, επεξεργασμένα στοιχεία

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι το σύνολο των μετακινουμένων στην Αττική (μόνο στους Δήμους που εξετάζουμε) με προορισμό τον τόπο εργασίας είναι 2.265.760 άτομα εκ των οποίων μόνο το 22% χρησιμοποιεί Δημόσια συγκοινωνία, ενώ το 41% χρησιμοποιεί ΙΧ, δηλαδή ποσοστό σχεδόν διπλάσιο κινείται με το αυτοκίνητό του για να πάει στον τόπο εργασίας του. Το υπόλοιπο 37% κινείται με άλλα μέσα μεταφοράς ή συνδυασμό μέσων, ποσοστό σχεδόν ίσο με αυτό που χρησιμοποιεί το ΙΧ αυτοκίνητο (βλέπε Διάγραμμα 4.1.1). Εδώ, πρέπει να σημειωθεί, ότι στα λοιπά μέσα μεταφοράς συμπεριλαμβάνονται και οι μετακινήσεις συνδυασμού ΙΧ και Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (ΗΣΑΠ ή Δημόσια Συγκοινωνία), όπου οι μετακινήσεις αυτές εντάχθηκαν στα λοιπά μέσα, καθώς από την επεξεργασία και ανάλυση των στοιχείων προέκυψε ότι η συμπεριφορά τους δεν είναι αντιπροσωπευτική της χρήσης ΙΧ και δεν επιφέρουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα όσον αφορά τη χρήση ΙΧ.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1.1
Μερίδια μετακινουμένων ανά μέσο: ΔΣ, ΙΧ και Λοιπά μέσα



ΠΗΓΗ: Ανάλυση στοιχείων πίνακα 4.1.2

Στο επόμενο διάγραμμα 4.1.2 παρουσιάζονται σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 4.1.2. οι κατανομές των μετακινήσεων ανά μέσο στους Δήμους, δείχνοντας πόσοι Δήμοι εξυπηρετούνται από κάθε μέσο και το μέγεθος των μετακινουμένων ανά μέσο σε χιλιάδες κατοίκους.

Γενικά, κρίνοντας και από τα 4 διαγράμματα, βλέπουμε ότι η εξυπηρέτηση των Δήμων από τις 3 κατηγορίες μέσων (ΔΣ, ΙΧ και Λοιπά μέσα μετακίνησης) μπορεί να χαρακτηριστεί ως έντονα ασύμμετρο φαινόμενο, με την Αθήνα να ξεχωρίζει αισθητά. Πιο συγκεκριμένα για κάθε κατηγορία μέσου παρατηρούνται τα εξής:

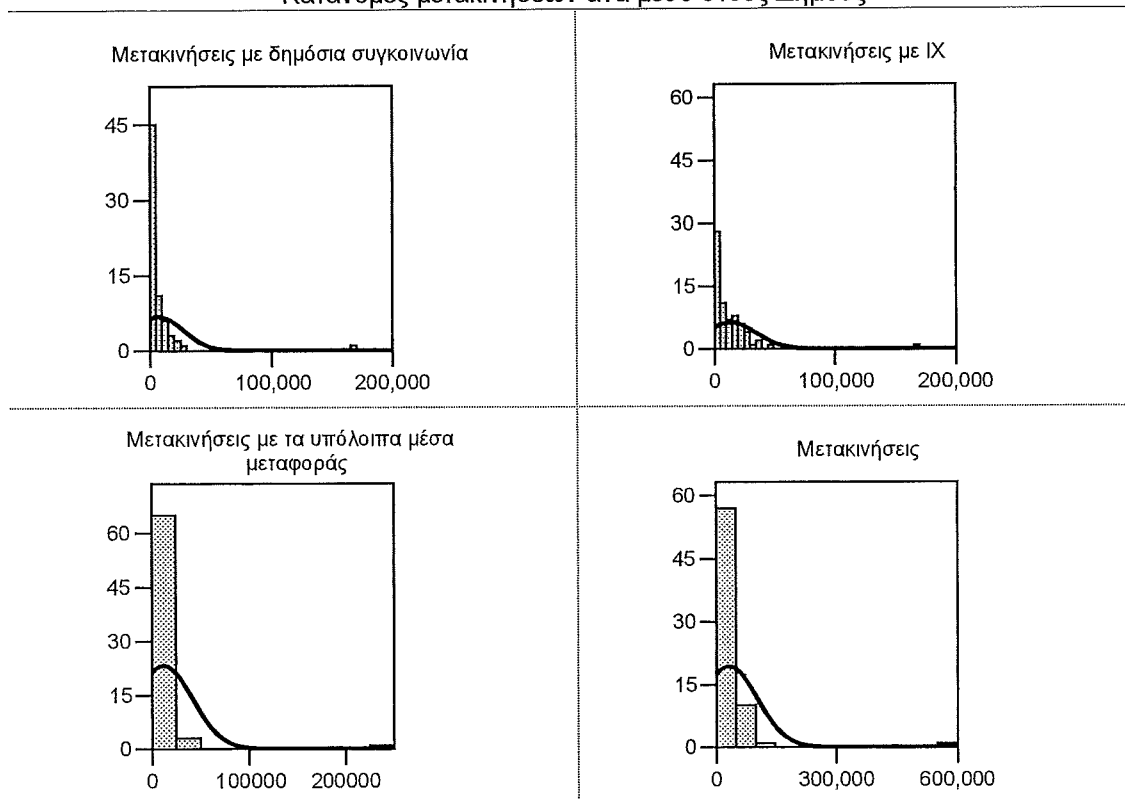
Δημόσιες Συγκοινωνίες: σε 45 Δήμους περίπου 10.000 κάτοικοι επιλέγουν για την μετακίνησή τους Δημόσιες Συγκοινωνίες, σε 10 Δήμους περίπου 20.000 κάτοικοι επιλέγουν τις Δημόσιες Συγκοινωνίες για την καθημερινή τους μετακίνηση, ενώ 30.000 κάτοικοι και περισσότεροι επιλέγουν τις Δημόσιες Συγκοινωνίες σε λιγότερους από 5 Δήμους.

ΙΧ: σε 28 Δήμους, η βασική επιλογή περίπου 10.000 κατοίκων είναι η χρήση ΙΧ προκειμένου για την μετακίνηση προς τον τόπο εργασίας τους, ενώ 20.000 κάτοικοι επιλέγουν το αυτοκίνητο σε 10 Δήμους. Από εκεί και πέρα, το ΙΧ αποτελεί κυρίαρχη επιλογή για 30.000 κατοίκους σε 7 Δήμους, για 40.000 σε 8 Δήμους, και για

50.000 κατοίκους σε 6 Δήμους, ενώ για παραπάνω των 50.000 κατοίκων η επιλογή αυτή παρατηρείται σε 2-3 Δήμους το πολύ, αλλά φθάνοντας να αγγίξει μέχρι και τους 70.000 κατοίκους ως πρώτη επιλογή μετακίνησης. Αυτό, μας δείχνει ότι το αυτοκίνητο προτιμάται από αρκετά μεγάλο αριθμό μετακινουμένων με μικρές διαφοροποιήσεις μεγεθών ανά Δήμο.

Λοιπά μέσα: κυρίαρχη επιλογή ως μέσο μετακίνησης για περίπου 25.000 κατοίκους σε πάνω από 60 Δήμους είναι διαφορετικό από δημόσια συγκοινωνία ή ΙΧ, δηλαδή μπορεί να είναι είτε η πεζή μετακίνηση, είτε η μηχανή, είτε ημιφορτηγό κτλ., ενώ, αντίθετα, αυτά τα μέσα αποτελούν βασική επιλογή για 50.000 κατοίκους μόνο σε περίπου 1-2 Δήμους.

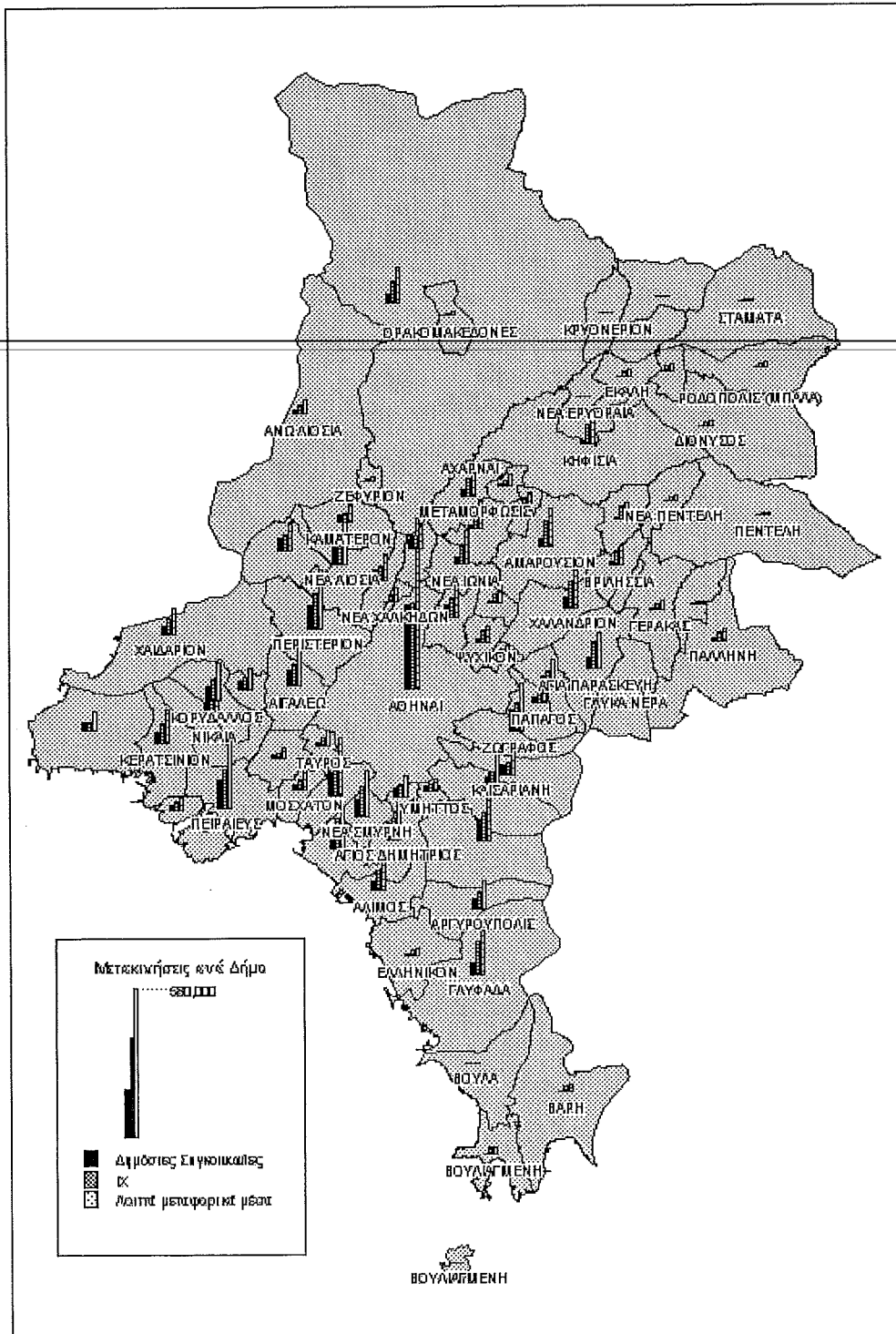
Διάγραμμα 4.1.2
Κατανομές μετακινήσεων ανά μέσο στους Δήμους



Πηγή: Ανάλυση στοιχείων πίνακα 4.1.2

Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης, απεικονίζονται και πιο παραστατικά στον ακόλουθο θεματικό χάρτη 4.1.1, όπου φαίνεται καθαρά ότι η Αθήνα ξεχωρίζει σε κάθε περίπτωση, με τους υπόλοιπους Δήμους να διαφοροποιούνται στις επιλογές μέσων, με μεγάλα μεγέθη και κυρίως επιλογή λοιπών μέσων μετακίνησης να παρουσιάζονται στα Νοτιοδυτικά προάστεια. Σημαντική παρατήρηση επίσης, είναι ότι στα περισσότερα βόρεια και βορειοανατολικά προάστεια οι μετακινήσεις που παρατηρούνται είναι ελάχιστες έως μηδενικές.

Χάρτης 4.1.1
Μετακινήσεις ανά Δήμο (ερμηνευόμενες μεταβλητές)



Πηγή: Ανάλυση στοιχείων πίνακα 4.1.2

Στον επόμενο πίνακα 4.1.3 παρουσιάζουμε τις ανεξάρτητες – ερμηνευτικές μεταβλητές, δηλαδή τις μεταβλητές που μπορούμε να επιλέξουμε για να

επηρεάσουμε το μοντέλο μας. Οι μεταβλητές αυτές είναι στο σύνολό τους 5 μεταβλητές: 1) το μέσο μετακίνησης ΔΣ ή ΗΣΑΠ (όπου ο ΗΣΑΠ αποτελεί dummy μεταβλητή, διότι τα στοιχεία που αναλύουμε είναι το αν ο ΗΣΑΠ διέρχεται ή όχι από τον κάθε Δήμο – 0: ναι, 1: όχι), 2) 2 μεταβλητές ανάλυσης για κάθε διάρκεια μετακίνησης με κάθε ένα από τα δύο βασικά μέσα μετακίνησης: ΔΣ και ΙΧ (η 3^η κατηγορία μέσου, δηλαδή τα Λοιπά μέσα μετακίνησης δεν αναλύονται διότι η ανάλυση και τα αποτελέσματα ανάλυσής τους προκύπτουν από την ανάλυση των δύο προηγούμενων μέσων), 3) οι εργαζόμενοι ανά νοικοκυριό και 4) τα ΙΧ που αντιστοιχούν σε κάθε εργαζόμενο¹.

¹ Αναλυτικά όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές, και η ονομασία τους όπως θα χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο, παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2.1 στην επόμενη ενότητα.

Επιλογή Μέσου Μεταφοράς στην Αττική

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.3
Ανεξάρτητες - ερμηνευτικές μεταβλητές

ΔΗΜΟΣ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ		Εργ. ανά Νοικ.	ΙΧ ανά Εργ.
	ΔΣ	ΗΣΑΠ	ΔΣ	ΙΧ		
	1 Δ. Αθηναίων	170	1	42.9		
2 Δ. Βύρωνος	12	0	43.4	29.8	1.07650	0.63114
3 Δ. Γαλατσίου	8	0	48.4	30.7	1.12821	0.64773
4 Δ. Δάφνης	29	0	43.7	26.1	0.95605	0.69252
5 Δ. Ζωγράφου	12	0	40.6	31.5	1.12847	0.58551
6 Δ. Ηλιουπόλεως	18	0	49.1	27.5	1.10426	0.71259
7 Δ. Καισαριανής	7	0	40.6	31.6	1.13861	0.55357
8 Δ. Νέας Φιλαδέλφειας	8	0	50.7	27.6	1.14354	0.63992
9 Δ. Νέας Χαλκηδόνας	8	0	51.1	34.7	1.10697	0.64749
10 Δ. Ταύρου	10	0	56.6	26.1	0.97001	0.60954
11 Δ. Υμητιού	13	0	51.0	28.8	1.10136	0.66231
12 Δ. Αγίας Παρασκευής	20	0	57.0	34.3	1.36035	0.81003
13 Δ. Αμαρουσίου	23	1	49.9	31.7	1.23691	0.82664
14 Δ. Βριλησίων	9	0	63.8	37.4	1.26427	0.92375
15 Δ. Ηρακλείου	9	1	37.3	29.8	1.08918	0.74334
16 Δ. Κηφισιάς	23	1	55.1	38.2	1.10270	0.97024
17 Δ. Μελισσίων	8	0	85.2	31.4	1.27537	0.82808
18 Δ. Μεταμορφώσεως	7	0	46.5	30.1	1.19491	0.63624
19 Δ. Νέας Ιωνίας	13	1	51.5	28.2	1.11031	0.61195
20 Δ. Νέου Ψυχικού	36	0	41.8	34.0	1.09435	0.96298
21 Δ. Παπάγου	22	0	55.6	32.9	1.13295	1.06039
22 Δ. Πεύκης	5	0	60.0	32.7	1.14086	0.91659
23 Δ. Φιλοθέης	11	0	55.5	33.1	1.16297	1.14075
24 Δ. Χαλανδρίου	43	0	51.0	32.2	1.21109	0.79056
25 Δ. Χολαργού	23	0	52.4	33.8	1.20288	0.83243
26 Δ. Ψυχικού	18	0	41.4	30.0	1.26731	1.03493
27 Δ. Γέρακα	13	0	70.2	31.1	1.35639	0.73948
28 Κ. Εκάλης	6	0	0.0	31.1	1.52000	0.89474
29 Κ. Λυκοβρύσεως	5	0	52.0	35.1	1.41027	0.61633
30 Κ. Νέας Πεντέλης	6	0	43.3	39.3	0.94896	0.97032
31 Κ. Πεντέλης	4	0	0.0	43.5	1.47739	0.95439
32 Δ. Αχαρνών	20	0	56.4	31.8	1.28340	0.57483
33 Δ. Παλλήνης	10	0	62.5	34.2	1.41869	0.73066
34 Κ. Ανθούσης	3	0	70.0	37.7	1.17763	0.91922
35 Κ. Ανοιξεως	3	0	0.0	45.6	1.12000	1.03571
36 Κ. Γλυκών Νερών	14	0	95.8	41.9	1.45545	0.57265
37 Κ. Διονύσου	1	0	0.0	42.4	1.43609	1.18986
38 Κ. Δροσιάς	4	0	85.0	39.6	1.18519	1.28125
39 Κ. Θρακομακεδόνων	2	0	42.5	41.4	0.98397	1.28459
40 Κ. Ροδοπόλεως (Μπάλας)	1	0	34.2	38.9	1.42429	0.70311
41 Κ. Σταμάτας	2	0	0.0	34.4	1.53333	0.90435
42 Δ. Αγίας Βαρβάρας	15	0	66.9	30.3	1.07452	0.63322
43 Δ. Αγίων Αναργύρων	24	0	59.8	33.4	1.04063	0.66190
44 Δ. Αιγάλεω	36	0	52.6	26.1	1.11550	0.59992
45 Δ. Καματερού	15	0	80.1	40.3	1.28866	0.53600
46 Δ. Κορυδαλλού	12	0	46.5	29.7	0.98021	0.65931
47 Δ. Νέων Λιοσίων	27	0	50.8	36.1	1.23656	0.57057

Συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα

Επιλογή Μέσου Μεταφοράς στην Αττική

Συνέχεια από προηγούμενη σελίδα

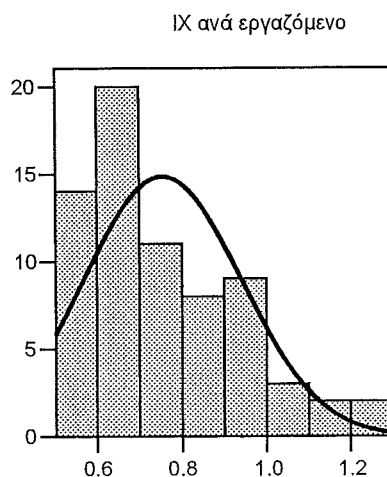
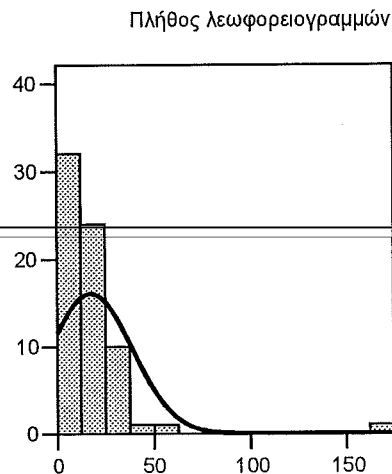
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.3
Ανεξάρτητες - ερμηνευτικές μεταβλητές

		ΜΕΣΟ		ΔΙΑΡΚΕΙΑ		Εργ. ανά Νοικ.	ΙΧ ανά Εργ.
		ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ		ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ			
48	Δ. Πετρουπόλεως	9	0	59.4	31.5	1.19217	0.62090
49	Δ. Χαϊδαρίου	19	0	52.1	27.9	1.11177	0.71008
50	Δ. Περιστερίου	27	0	52.6	29.7	1.16954	0.61725
51	Δ. Ζεφυρίου	1	0	44.4	34.1	1.26444	0.59754
52	Δ. Ανω Λιοσίων	15	0	79.4	30.0	1.23671	0.50002
53	Δ. Αγίου Δημητρίου	26	0	47.9	30.5	1.30266	0.58534
54	Δ. Αγίου Ιωάννη Ρέντη	18	0	40.7	18.4	0.90765	0.68596
55	Δ. Αλίμου	25	0	43.7	31.9	1.04958	0.87895
56	Δ. Αργυρουπόλεως	17	0	61.5	30.9	1.09327	0.74637
57	Δ. Βουλιαγμένης	5	0	30.0	34.0	1.23539	0.96371
58	Δ. Γλυφάδας	28	0	57.8	33.7	1.25527	0.84884
59	Δ. Δραπετσώνας	7	0	43.9	29.6	1.06601	0.56566
60	Δ. Ελληνικού	20	0	42.8	32.7	1.21170	0.63405
61	Δ. Καλλιθέας	30	1	44.4	29.5	1.12302	0.56084
62	Δ. Κερατσινίου	18	0	42.3	27.2	0.94608	0.71573
63	Δ. Μοσχάτου	14	1	39.6	25.2	1.05966	0.62735
64	Δ. Νέας Σμύρνης	23	0	42.2	29.0	1.03910	0.76206
65	Δ. Νίκαιας	32	0	49.9	28.5	0.92726	0.63984
66	Δ. Παλαιού Φαλήρου	19	0	45.4	32.5	0.99549	0.83033
67	Δ. Πειραιώς	52	1	35.8	27.9	0.99419	0.62485
68	Δ. Περάματος	6	0	40.8	36.5	1.00341	0.56868
69	Δ. Βάρης	9	0	45.9	25.6	1.00133	0.72203

ΠΗΓΗ: Μελέτη Ανάπτυξης Μετρό, επεξεργασμένα στοιχεία

Στα διάγραμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται εποπτικά τα στοιχεία του πίνακα 4.1.3. Στο διάγραμμα 4.1.3 απεικονίζονται οι κατανομές στους Δήμους των μέσων που υπέχουν θέση τιμής.

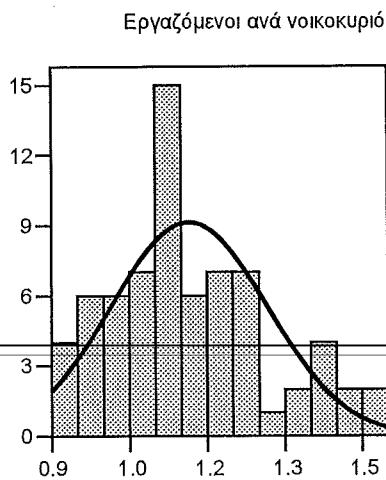
Διάγραμμα 4.1.3
Κατανομές ερμηνευτικών μεταβλητών που έχουν θέση τιμής στους δήμους



Πηγή: Ανάλυση στοιχείων πίνακα 4.1.3

Παρατηρούμε ότι η κατανομή των λεωφορειογραμμών είναι ιδιαίτερα ασύμμετρη και συγκεντρώνεται υπερβολικά σε χαμηλές τιμές. Δηλαδή, ένας μεγάλος αριθμός Δήμων (32 Δήμοι) εξυπηρετούνται από περίπου 10 γραμμές λεωφορείων, ενώ από 10-15 γραμμές εξυπηρετούνται άλλοι 25 Δήμοι. Εξαίρεση, φυσικά, αποτελεί η Αθήνα που εξυπηρετείται από 170 λεωφορεία και τρόλλεϋ. Όσον αφορά τα ΙΧ ανά εργαζόμενο, η κατανομή τους είναι πιο ομοιόμορφη σε σχέση με τη χρήση λεωφορείων. Εδώ παρατηρείται ότι η κατανομή των ΙΧ ανά εργαζόμενο μοιάζει με κόλουρη κανονική κατανομή. Αυτό απεικονίζει το γεγονός ότι δεν υπάρχουν Δήμοι στους οποίους οι κάτοικοι στατιστικά στερούνται ΙΧ.

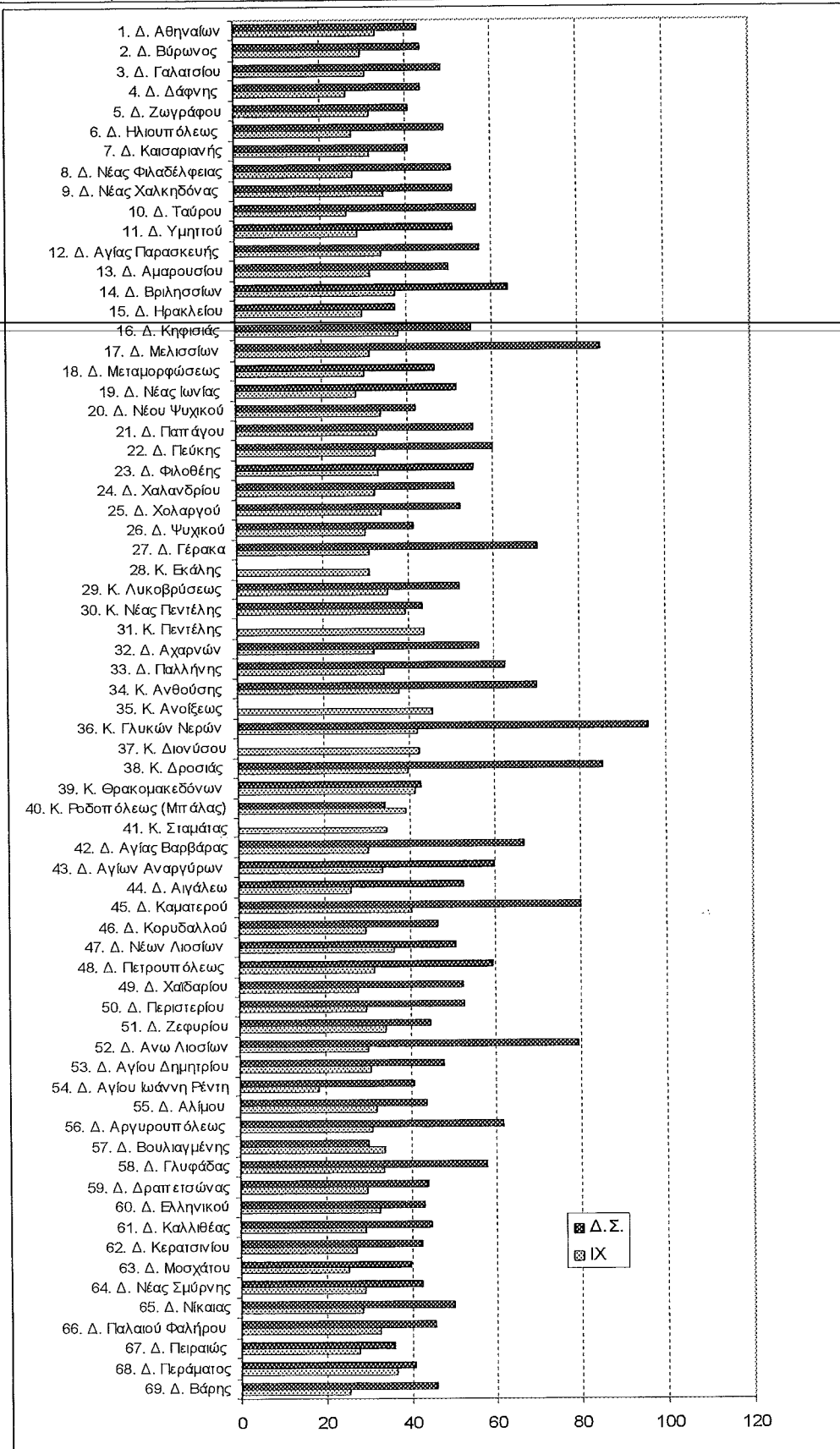
Διάγραμμα 4.1.4
Κατανομή εργαζομένων ανά νοικοκυριό στους δήμους



Πηγή: Ανάλυση στοιχείων πίνακα 4.1.3

Στο διάγραμμα 4.1.4 η κατανομή των εργαζομένων ανά νοικοκυριό στους Δήμους, είναι δικόρυφη, όπου φαίνεται ότι οι Δήμοι του Λεκανοπεδίου διακρίνονται σε 2 ομάδες. Η πρώτη ομάδα χαρακτηρίζεται από 1-1,2 εργαζόμενους ανά νοικοκυριό, ενώ η δεύτερη ομάδα δήμων από περίπου 1,4 εργαζόμενους ανά νοικοκυριό.

Διάγραμμα 4.1.5
Διάρκεια μετακινήσεων με δημόσια συγκοινωνία και ΙΧ ανά Δήμο

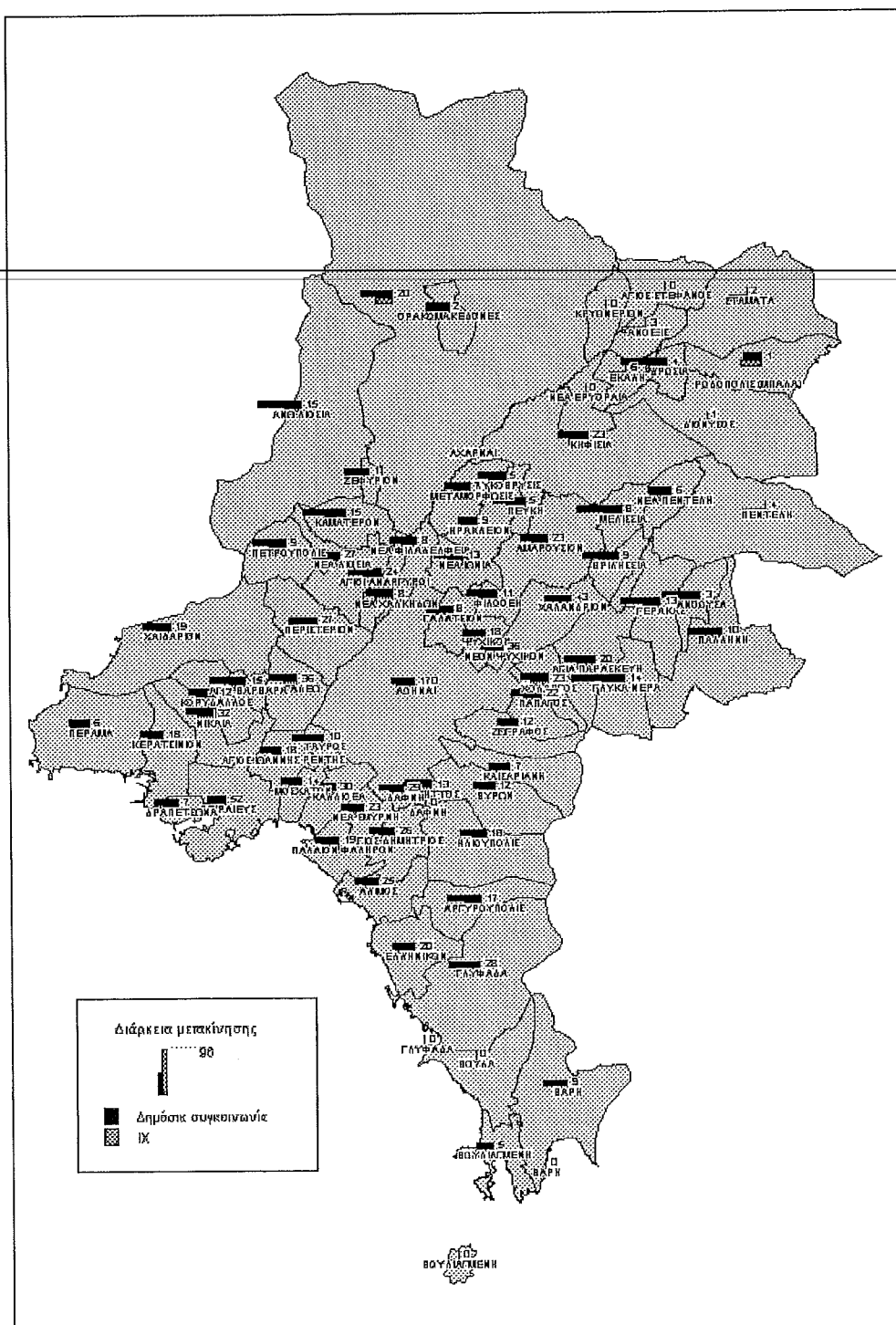


Πηγή: Στοιχεία Πίνακα 4.1.3

Επιλογή Μέσου Μεταφοράς στην Αττική

Από την επισκόπηση του διαγράμματος, παρατηρούμε ότι η διάρκεια μετακίνησης με Δημόσιες Συγκοινωνίες είναι σαφώς μεγαλύτερη σε σχέση με τη διάρκεια μετακίνησης με ΙΧ σχεδόν σε όλους τους Δήμους. Εξαίρεση αποτελούν απομακρυσμένοι Δήμοι στα Βόρεια προάστια (πχ. Εκάλη, Διόνυσος κτλ) και ο Δήμος Βουλιαγμένης. Η χαρτογραφική απεικόνιση της διάρκειας μετακίνησης με ΔΣ και ΙΧ και του πλήθους των λεωφορειογραμμών ανά Δήμο, απεικονίζονται και πιο παραστατικά στον ακόλουθο θεματικό χάρτη 4.1.2. Η γεωγραφική κατανομή των υπόλοιπων ανεξάρτητων μεταβλητών απεικονίζεται στο χάρτη 4.1.3.

Χάρτης 4.1.2
 Προσδιοριστικοί παράγοντες μετακινήσεων ανά Δήμο
 Διάρκεια μετακινήσεων σε λεπτά και πλήθος λεωφορειογραμμών



Πηγή: Ανάλυση στοιχείων πίνακα 4.1.3

Σημείωση: Ο αριθμός στα δεξιά του διαγράμματος αναφέρεται στο πλήθος των λεωφορειογραμμών που εξυπηρετούν (διέρχονται) τον κάθε δήμο

Χάρτης 4.1.3

Προδιοριστικοί παράγοντες μετακινήσεων ανά Δήμο
Εξυπηρέτηση με ΗΣΑΠ και εργαζόμενοι ανά νοικοκυριό και ΙΧ ανά εργαζόμενο



Πηγή: Ανάλυση στοιχείων πίνακα 4.1.3

Σημείωση: Ο αριθμός πάνω από την ονομασία του δήμου δείχνει τα ΙΧ ανά εργαζόμενο, ενώ ο αριθμός κάτω από την ονομασία δείχνει τους εργαζόμενους ανά νοικοκυριό για τον κάθε δήμο

4.2 Εξειδίκευση του Μοντέλου

Σύμφωνα με την προσέγγιση Domencich-McFadden, κάθε μετακινούμενος έχει μια συνάρτηση χρησιμότητας $u = U(y, se, \varepsilon)$, που απεικονίζει τις προτιμήσεις του. Το y είναι ένα διάνυσμα που περιγράφει τα χαρακτηριστικά - ιδιότητες των διαθέσιμων μέσων μεταφοράς (περιγράφεται δηλαδή το πλήθος των μετακινούμενων με σκοπό την εργασία από κάποιο δήμο με κάποιο μέσο). Το se είναι ένα διάνυσμα με τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά του μετακινούμενου (διάνυσμα που περιγράφει την ποιότητα μετακίνησης που προκύπτει από το χρόνο που δαπανά για να μετακινηθεί κάποιος από το σπίτι του στη δουλειά του και από τον αριθμό των εργαζομένων ανά νοικοκυριό σε κάθε Δήμο). Τέλος το ε περιγράφει οτιδήποτε δεν μπορεί να καταγραφεί από την παρατήρηση (τυχαίος όρος), όπως ειδικού τύπου μετακινήσεις, γνώση ειδικών διαδρομών, εμπειρία στην κυκλοφοριακή κίνηση κλπ. Η συνάρτηση χρησιμότητας για τις μετακινήσεις μεγιστοποιείται με έναν ειδικό «περιορισμό». Αυτός ο ειδικού τύπου περιορισμός (B) περιλαμβάνει όλες τις δυνατές εναλλακτικές επιλογές μετακίνησης¹, δηλαδή ως περιορισμό θεωρούμε το σύνολο των μετακινούμενων στο Λεκανοπέδιο.

Στις αστικές μεταφορές ισχύει μία επιπλέον συνθήκη: το άθροισμα των μετακινούμενων με όλα τα διαθέσιμα μέσα ισούται με το σύνολο των μετακινούμενων. Οικονομικά η συνθήκη αυτή εξειδικεύεται ως εξής: χρησιμοποιήσουμε τον απόλυτο αριθμό των μετακινούμενων αντί να πάρουμε το μερίδιο των μετακινούμενων με το κάθε μέσο μεταφοράς στο σύνολο των μετακινούμενων. Αν πάρουμε τον αριθμό των μετακινούμενων με το κάθε μέσο για όλα τα μέσα, τότε θα προκύψουν ιδιάζουσες μήτρες, οπότε θα είναι αδύνατη η εκτίμηση. Δηλαδή ισχύει ο περιορισμός μεριδίων για τη δημόσια συγκοινωνία, τα ΙΧ και τα υπόλοιπα μέσα:

$$y_1 + y_2 + \dots + y_n = 1, \text{ όπου } y_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

Μαθηματικά ο περιορισμός στον οποίο υπόκειται η συνάρτηση χρησιμότητας μετακινήσεων είναι ο γραμμικός συνδυασμός:

$$Y \equiv B = x_1 Y_1 + x_2 Y_2 + \dots + x_n Y_n$$

όπου B είναι το σύνολο των μετακινούμενων με όλα τα εναλλακτικά μέσα μεταφοράς, x_i είναι μεταβλητή υπέχουσα θέση τιμής στον ειδικό περιορισμό κατά McFadden.

¹ Domencich - Mc Fadden (1975): "Urban Travel Demand, A behavioral analysis", Northholland Publishing Company, p. 49.

Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι, ο ειδικός περιορισμός είναι αντίστοιχος του κλασικού εισοδηματικού περιορισμού στην μεγιστοποίηση χρησιμότητας.

Σύμφωνα με τη θεωρία ζήτησης που αναπτύχθηκε στο 2^ο κεφάλαιο, οι συναρτήσεις ζήτησης προκύπτουν από τις συνθήκες πρώτης τάξης της μεγιστοποίησης χρησιμότητας. Επειδή όμως, δεν έχουμε διατυπώσει συγκεκριμένη μαθηματική μορφή για τη συνάρτηση χρησιμότητας δεν μπορούμε να εξάγουμε άμεσα τις συναρτήσεις ζήτησης. Έτσι, είμαστε αναγκασμένοι να προχωρήσουμε σε ευρεστική διαδικασία για την εκτίμηση των συναρτήσεων ζήτησης. Αυτό παράλληλα σημαίνει πως έχουμε ως αρχική και διατηρούμενη υπόθεση την ισχύ του νόμου της ζήτησης

Για τις ανάγκες του οικονομετρικού μοντέλου, ως διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές έχουμε ομαδοποιήσει τις αρχικές εναλλακτικές επιλογές μέσου μεταφοράς. Αυτό έγινε προκειμένου να υπάρχουν παρατηρήσεις σε κάθε Δήμο για κάθε εναλλακτική επιλογή, αφενός, και αφετέρου να αναδειχθεί η σχέση μεταξύ ΔΣ και ΙΧ. Έτσι, κατασκευάστηκαν τρεις εναλλακτικές επιλογές μέσων: οι Δημόσιες Συγκοινωνίες (01), τα Ιδιωτικής Χρήσης οχήματα (02), και όλες οι υπόλοιπες επιλογές (03-21). Προκειμένου να εξετάσουμε πώς επηρεάζεται ο αριθμός των μετακινήσεων, δηλαδή η ζήτηση για μετακίνηση με κάποιο μέσο ως προς κάποιες μεταβλητές περιβάλλοντος και πολιτικής, λαμβάνουμε ως εξαρτημένη μεταβλητή το μερίδιο των μετακινουμένων σε κάθε δήμο ως προς το σύνολο των μετακινουμένων στο δήμο, που συμβολίζεται με y_{ij} , όπου $i=1,2,3$ είναι οι διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές μέσων 01, 02, 03-21 και $j=1,2,\dots,69$ είναι οι 69 δήμοι της περιοχής μελέτης. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιούμε τους παράγοντες που επηρεάζουν τις μετακινήσεις των επιβατών στις εναλλακτικές επιλογές της ανάλυσης μας. Ο συμβολισμός, το είδος, η περιγραφή καθώς και η θέση που έχουν οι μεταβλητές, δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 4.2.1
Μεταβλητές ανάλυσης

Μεταβλητή	Είδος	Περιγραφή	Υπέχουσα θέση Τιμής στη θεωρία της ζήτησης
X11	Πολιτικής	Πλήθος Γραμμών Λεωφορείων ανά Δήμο	Ναι
X12	Πολιτικής	Εξυπηρέτηση με ΗΣΑΠ	Όχι
X9	Περιβάλλοντος	ΙΧ ανά Εργαζόμενο	Ναι
X5	Περιβάλλοντος	Εργαζόμενοι ανά Νοικοκυριό	Όχι
X201	Πολιτικής	Διάρκεια μετακίνησης με ΔΣ	Όχι
X202	Πολιτικής	Διάρκεια μετακίνησης με ΙΧ	Όχι

Επιλογή Μέσου Μεταφοράς στην Αττική

Για την επιλογή της κατάλληλης συναρτησιακής μορφής των μεριδίων ζήτησης δοκιμάστηκαν 3 μορφές συναρτήσεων. Για την εξίσωση ζήτησης του i -οστού μεταφορικού μέσου όταν υπάρχουν k ($=3$, ΔΣ, ΙΧ, λοιπά μέσα) εναλλακτικές επιλογές, δηλαδή k διαφορετικά μέσα μεταφοράς εκτιμήθηκαν οι ακόλουθες περιπτώσεις συναρτήσεων ζήτησης:

1^η περίπτωση (Ημιλογαριθμική):

$$e^{y_i} = A \prod_{j=1}^k x_{ij}^{\beta_{ij}} \prod_{l=1}^m se_{il}^{\gamma_{il}}$$

Λογαριθμίζοντας και τα δύο μέλη:

$$y_i = \ln A + \sum_{j=1}^k \beta_{ij} \ln x_{ij} + \sum_{l=1}^m \beta_{il} \ln se_{il}$$

2^η περίπτωση (Cobb Douglas):

$$y_i = A \prod_{j=1}^k x_{ij}^{\beta_{ij}} \prod_{l=1}^m se_{il}^{\gamma_{il}}$$

Λογαριθμίζοντας και τα δύο μέλη:

$$\ln y_i = \ln A + \sum_{j=1}^k \beta_{ij} \ln x_{ij} + \sum_{l=1}^m \beta_{il} \ln se_{il}$$

3^η περίπτωση (γραμμική συνάρτηση):

$$y_i = A + \sum_{j=1}^k \beta_{ij} x_{ij} + \sum_{l=1}^m \beta_{il} se_{il}$$

όπου x_{ij} είναι οι μεταβλητές που υπέχουν θέση τιμής στη θεωρία (X11, X9) και se_{il} είναι τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά (X5, X201, X202).

Στο μοντέλο θεωρούμε ως υπέχουσες θέσεις τιμών την εξυπηρέτηση των μετακινουμένων που προσφέρει το πλήθος των λεωφορειογραμμών, και τη δυνατότητα χρησιμοποίησης ΙΧ από το νοικοκυριό. Από την άλλη πλευρά, θεωρούμε ως κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά, τα δημογραφικά στοιχεία (όπως η μεταβλητή X5: εργαζόμενοι ανά νοικοκυριό) και παράλληλα υποθέτουμε ότι η διάρκεια μετακίνησης (μεταβλητές X201, X202) είναι αποτέλεσμα περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών όπως οδικό δίκτυο, πυκνότητα πληθυσμού στο Δήμο κλπ.

Η μορφή που τελικά επελέγη είναι η *ημιλογαριθμική*. Τούτο διότι υπερτερεί των άλλων μορφών ως προς τα οικονομικά και τα στατιστικά χαρακτηριστικά¹.

Προκειμένου στη συνάρτηση ζήτησης να εμφανίζεται η αρνητική σχέση μεταξύ της ποσότητας (μετακινούμενοι) και τιμής (μεταβλητή που υπέχει θέση τιμής στο μοντέλο μας), αντιστρέφονται στο εμπειρικό μοντέλο οι μεταβλητές X_{11} και X_9 . Στο μοντέλο αυτό χρησιμοποιούμε επίσης ψευδομεταβλητή προκειμένου να παρουσιάσουμε τη χρήση ή όχι τράινου (HΣΑΠ). Για το συγκεκριμένο μέσο δεν θα χρησιμοποιηθούν ποσοτικά στοιχεία, δηλαδή αριθμός επιβατών που το χρησιμοποιούν ανά δήμο, αλλά ποιοτικά, δηλαδή το αν σε κάθε δήμο παρουσιάζεται χρήση ή όχι του μέσου. Με άλλα λόγια ελέγχουμε αν εξυπηρετείται ή όχι ο Δήμος από σταθμό HΣΑΠ.

Από τη στοχαστική μορφή της συνάρτησης μπορούμε να υπολογίσουμε τους συντελεστές α_0 , α_1 , .. α_k , αν υποθέσουμε ότι για το διαταρακτικό όρο u^* , ισχύουν όλες οι υποθέσεις της κλασικής γραμμικής παλινδρομήσεως. Η μέθοδος εκτίμησης που υποδείγματος είναι η Seemingly Unrelated Regression (SUR).

4.3 Εμπειρική Ανάλυση

Στην εργασία αυτή εφαρμόζουμε δύο προσεγγίσεις προκειμένου απ' τις εκτιμήσεις μας, να εξάγουμε κάποιες προτάσεις πολιτικής. Αναλυτικότερα, στην πρώτη προσέγγιση, εφαρμόζουμε τη μέθοδο SUR για τα μερίδια των δημοσίων συγκοινωνιών πλην του HΣΑΠ, προς το σύνολο των μετακινήσεων με όλα τα μέσα. Στη δεύτερη προσέγγιση αναλύουμε τη σχέση μεταξύ της ζήτησης για δημόσια συγκοινωνία έναντι της ζήτησης για ΙΧ (Modal Split).

4.3.1 Εκτίμηση Μεριδίων Ζήτησης

Στο υπόδειγμα αυτό εκτιμούμε ένα σύστημα φαινομενικά ασυσχέτιστων ημιλογαριθμικών συναρτήσεων (Seemingly Unrelated Regressions).

Στην πρώτη εξίσωση, ως εξαρτημένη μεταβλητή, λαμβάνεται *το μερίδιο των μετακινουμένων με Δημόσιες Συγκοινωνίες*, δηλαδή ο λόγος του πλήθους των μετακινουμένων που χρησιμοποιούν δημόσιες συγκοινωνίες προς το σύνολο των μετακινουμένων με όλα τα μέσα. Στη δεύτερη εξίσωση, ως εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνεται *το μερίδιο των μετακινουμένων με ΙΧ*, δηλαδή ο λόγος του πλήθους των μετακινουμένων που χρησιμοποιούν ΙΧ προς το σύνολο των μετακινουμένων με όλα

¹ Τα αποτελέσματα των συναρτησιακών μορφών που απορρίφθηκαν παρουσιάζονται στο Παράρτημα.

τα μέσα. Εδώ πρέπει να πούμε ότι παραλείπουμε την 3^η εξίσωση ζήτησης για τα λοιπά μέσα μετακίνησης (03-21) για δύο λόγους: ο πρώτος λόγος είναι τεχνικός¹ διότι με την παράλειψη παρακάμπτουμε το πρόβλημα της ιδιάζουσας μήτρας, ο δεύτερος λόγος συνδέεται με την διατηρούμενη υπόθεσή μας, περί ισχύος του νόμου της ζήτησης. Με άλλα λόγια εκτιμώντας τις δύο από τις τρεις εξισώσεις μπορούμε να περιορίσουμε την 3^η με τρόπο ώστε να εξασφαλίζονται οι ιδιότητες των συναρτήσεων ζήτησης που παρουσιάσαμε στο 2^ο κεφάλαιο.

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές και για τις δύο εξισώσεις λαμβάνονται το πλήθος των γραμμών των δημοσίων συγκοινωνιών (X_{11}), η ύπαρξη ή μη στάσης ΗΣΑΠ (X_{12}), ο λόγος των ΙΧ προς τον αριθμό των εργαζομένων (X_9), η διάρκεια της διαδρομής με τη χρήση δημόσιας συγκοινωνίας (X_{201}), η διάρκεια της διαδρομής με ΙΧ (X_{202}) και τέλος οι εργαζόμενοι ανά νοικοκυριό (X_5). Το σύστημα των φαινομενικά ασυσχέτιστων συναρτήσεων ζήτησης που προκύπτει για κάθε μέσο, χωρίς την προσθήκη του τυχαίου όρου είναι:

$$\left[\frac{y_1}{\sum_i y_i} \right] = a_{10} + a_2 X_{12} + \beta_{11} \ln \left(\frac{1}{X_{11}} \right) + \beta_{12} \ln \left(\frac{1}{X_9} \right) + \gamma_{11} \ln X_{201} + \gamma_2 \ln X_5$$

$$\left[\frac{y_2}{\sum_i y_i} \right] = a_{20} + a_2 X_{12} + \beta_{21} \ln \left(\frac{1}{X_{11}} \right) + \beta_{22} \ln \left(\frac{1}{X_9} \right) + \gamma_{22} \ln X_{202} + \gamma_2 \ln X_5$$

$$\left[\frac{y_3}{\sum_i y_i} \right] = a_{30} + a_2 X_{12} + \beta_{31} \ln \left(\frac{1}{X_{11}} \right) + \beta_{32} \ln \left(\frac{1}{X_9} \right) + \gamma_{32} \ln X_{\text{ΛΟΙΠΑ}} + \gamma_2 \ln X_5$$

Όπου:

- y_i : οι μετακινήσεις με το μέσο $i=1, 2, 3$. 1=Δημόσιες Συγκοινωνίες, 2=ΙΧ, 3=Λοιπά
- X_{12} : η ύπαρξη ή μη ΗΣΑΠ (το 1 σημαίνει ότι ο δήμος εξυπηρετείται και το 0 ότι δεν εξυπηρετείται)
- X_{11} : το πλήθος των γραμμών ΔΣ
- X_9 : ΙΧ ανα εργαζόμενο
- X_{201} : η διάρκεια της διαδρομής με τη χρήση ΔΣ

¹ Greene W. (2000), "Econometric Analysis" 4th Edition, Prentice Hall International, Inc, p. 638.

Επιλογή Μέσου Μεταφοράς στην Αττική

- X_{202} : η διάρκεια της διαδρομής με τη χρήση ΙΧ
- $X_{\text{ΛΟΙΠΑ}}$: η μέση διάρκεια της διαδρομής με τη χρήση κάποιου άλλου μέσου
-
- X_5 : είναι οι εργαζόμενοι ανά νοικοκυριό.

Όσον αφορά τους συντελεστές χρησιμοποιήθηκαν τα εξής γράμματα:

- το α για τους σταθερούς όρους,
- το β για τις μεταβλητές που υπέχουν θέση τιμής και
- το γ για τις υπόλοιπες μεταβλητές.

Οι εκτιμήσεις του μοντέλου αυτού παρουσιάζονται στον πίνακα 4.3.1, όπου παρατηρούμε ότι η προσαρμογή των δεδομένων είναι εξαιρετικά καλή καθώς $R^2=0.9$, ενώ όλοι οι συντελεστές και το μοντέλο στο σύνολο του είναι στατιστικά σημαντικά. Επίσης, τόσο οι Δημόσιες Συγκοινωνίες όσο και τα ΙΧ καταλαμβάνουν η κάθε μια ξεχωριστά σχεδόν το 30% ($\alpha_{10}=0,2941$, $\alpha_{20}=0,2944$) του συνόλου των επιλογών των ατόμων για μετακινήσεις ανεξάρτητα από τη βελτίωση που μπορεί να επιφέρει κάποια μεταβλητή όπως η μείωση του χρόνου και η αύξηση στη συχνότητα των δρομολογίων. Αυτό συνεπάγεται, ότι όλα τα υπόλοιπα μέσα καταλαμβάνουν το υπόλοιπο 40% των επιλογών του συνόλου των μετακινουμένων, ήτοι πεζή μετακίνηση, ταξί, μηχανές-μοτοποδήλατα κτλ.

Συντελεστής	Τιμή	Τυπικό σφάλμα	Στατιστική t	Πιθανότητα λάθους
α_2	-0.0555	0.0127	-4.3555	0.0000
γ_2	0.1253	0.0393	3.1855	0.0018
β_{11}	-0.0457	0.0087	-5.2411	0.0000
β_{21}	0.0204	0.0089	2.2855	0.0240
β_{12}	0.1733	0.0341	5.0815	0.0000
β_{22}	-0.4122	0.0365	-11.2971	0.0000
γ_{11}	-0.0790	0.0315	-2.5100	0.0134
γ_{22}	0.1096	0.0562	1.9492	0.0535
Fixed Effects				
α_{10}	0.2941			
α_{20}	0.2944			

Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης από E-Views

Επειδή στο μοντέλο μας, χρησιμοποιούμε ψευδομεταβλητές προκειμένου να συμπεριλάβουμε τη χρήση ή όχι του τραίνου (ΗΣΑΠ) αντιμετωπίζουμε στην πραγματικότητα 4 συναρτήσεις ζήτησης. Με άλλα λόγια ελέγχουμε το αν εξυπηρετείται ή όχι ο Δήμος από σταθμό ΗΣΑΠ (ναι=1, όχι=0) σε σχέση με τη ζήτηση

για μετακινήσεις με τα δύο βασικά μέσα μετακίνησης, δηλαδή τις ΔΣ και τα ΙΧ αντίστοιχα. Συγκεκριμένα:

1α. Ζήτηση για μετακινήσεις με ΔΣ στους Δήμους όπου περνάει ΗΣΑΠ

$$y_1 = 0.23 + 0.12 \ln(x_5) - 0.05 \ln\left(\frac{1}{x_{11}}\right) + 0.17 \ln\left(\frac{1}{x_9}\right) - 0.08 \ln(x_{201})$$

1β. Ζήτηση για μετακινήσεις με ΔΣ στους Δήμους όπου δεν περνάει ΗΣΑΠ

$$y_1 = 0.29 + 0.12 \ln(x_5) - 0.05 \ln\left(\frac{1}{x_{11}}\right) + 0.17 \ln\left(\frac{1}{x_9}\right) - 0.08 \ln(x_{201})$$

2α. Ζήτηση για μετακινήσεις με ΙΧ στους Δήμους από όπου περνάει ΗΣΑΠ

$$y_2 = 0.23 + 0.12 \ln(x_5) + 0.02 \ln\left(\frac{1}{x_{11}}\right) - 0.41 \ln\left(\frac{1}{x_9}\right) + 0.11 \ln(x_{202})$$

2β. Ζήτηση για μετακινήσεις με ΙΧ στους Δήμους από όπου δεν περνάει ΗΣΑΠ

$$y_2 = 0.29 + 0.12 \ln(x_5) + 0.02 \ln\left(\frac{1}{x_{11}}\right) - 0.41 \ln\left(\frac{1}{x_9}\right) + 0.11 \ln(x_{202})$$

4.3.2 Ελαστικότητες Μεριδίων Ζήτησης

Οι ελαστικότητες είναι η πιο σημαντική παράμετρος για την άσκηση πολιτικής.

Αυτές προκύπτουν σύμφωνα με το γενικό τύπο $\eta = \frac{dy}{dx} \frac{x}{y}$, όπου y είναι η μεταβλητή

που υπέχει θέση ζητούμενης ποσότητας και x είναι η μεταβλητή που υπέχει θέση τιμής. Στο δικό μας μοντέλο ως ζήτηση έχουμε θεωρήσει το μερίδιο μετακίνησης με κάποιο μέσο (ΔΣ, ΙΧ, Λοιπά μέσα) ως προς το σύνολο των μετακινήσεων, ενώ θέση τιμής για τις δύο συναρτήσεις υπέχουν οι X_{11} και X_9 αντίστοιχα.

Επίσης αυτό που πρέπει να τονίσουμε είναι ότι ο κλασικός εισοδηματικός περιορισμός στο δικό μας μοντέλο έχει την έννοια του αριθμού των εμπλεκομένων στις μετακινήσεις. Επομένως, η εισοδηματική ελαστικότητα δείχνει την ευαισθησία των μεριδίων ζήτησης στις μεταβολές του αριθμού των μετακινουμένων με όλα τα μέσα. Επειδή χρησιμοποιούμε μεταβλητές που υπέχουν θέση τιμής και όχι τιμές, αγνοούμε το αρνητικό πρόσημο που προκύπτει από τη λογαριθμοποίηση αριθμών μικρότερων της μονάδας. Ο πίνακας που ακολουθεί περιλαμβάνει τις εκτιμηθείσες ελαστικότητες στο μέσο όρο των παρατηρήσεων.

Πίνακας 4.3.2.α
Ελαστικότητες εξισώσεων μεριδίων ζήτησης μεταφορικών μέσων

Εξισώσεις μεριδίων	Ελαστικότητες τιμής			Εισοδηματικές ελαστικότητες
ΔΣ	$\varepsilon_{11}=-0,76$	$\varepsilon_{12}=0,33$	$\varepsilon_{13}=0,95$	$\varepsilon_{1B}=-0,52$
ΙΧ	$\varepsilon_{21}=0,10$	$\varepsilon_{22}=-0,25$	$\varepsilon_{23}=0,65$	$\varepsilon_{2B}=-0,50$
Λοιπά	$\varepsilon_{31}=0,04$	$\varepsilon_{32}=-1,32$	$\varepsilon_{33}=-0,83$	$\varepsilon_{3B}=2,12$

Πηγή: Επεξεργασία αποτελεσμάτων ανάλυσης Πίνακα 4.3.1 και από E-Views

Στον Πίνακα 4.4.2.α παρουσιάζουμε τις ελαστικότητες των μεριδίων ζήτησης (ε_{11} , ε_{22} , ε_{33}) οι οποίες παρατηρείται ότι είναι ανελαστικές (<1).

Οι δημόσιες συγκοινωνίες και τα ΙΧ θεωρούνται υποκατάστατα μέσα μεταφοράς, καθώς οι σταυροειδείς ελαστικότητές τους (ε_{12} , ε_{21}) είναι θετικές. Επίσης οι δημόσιες συγκοινωνίες σε σχέση με τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς, θεωρούνται υποκατάστατα (ε_{13} , $\varepsilon_{31}>0$), ενώ τα ΙΧ θεωρούνται συμπληρωματικά ($\varepsilon_{32}<0$), σε αντίθεση τα υπόλοιπα μέσα μετακίνησης που θεωρούνται υποκατάστατα ($\varepsilon_{23}>0$). Σημειώνουμε ακόμα πως μόνο η σταυροειδής ελαστικότητα ε_{32} είναι ελαστική ($1,32>1$).

Στον επόμενο πίνακα 4.3.2.β παρουσιάζουμε τις σημειακές ελαστικότητες ως προς όλες τις μεταβλητές σε κάθε Δήμο. Από την επισκόπηση του πίνακα παρατηρούμε ότι στο γενικό σύνολό τους οι μεταβλητές τόσο των δημόσιων συγκοινωνιών όσο και των ΙΧ είναι ανελαστικές ενώ εξαίρεση αποτελούν ορισμένες μεμονωμένες περιπτώσεις.

Πίνακας 4.3.2.β
Σημειακές ελαστικότητες

Δήμος	Δημόσιες συγκοινωνίες				ΙΧ			
	X11	X201	X5	X9	X11	X202	X5	X9
Δ. Αθηναίων	0.1597	0.2762	0.4381	0.6058	0.0696	0.3735	0.4270	1.4047
Δ. Βύρωνος	0.1734	0.2998	0.4756	0.6577	0.0535	0.2867	0.3277	1.0782
Δ. Γαλατσίου	0.2413	0.4173	0.6618	0.9152	0.0494	0.2648	0.3027	0.9959
Δ. Δάφνης	0.1644	0.2843	0.4509	0.6235	0.0512	0.2746	0.3139	1.0327
Δ. Ζωγράφου	0.1729	0.2990	0.4742	0.6558	0.0526	0.2821	0.3225	1.0609
Δ. Ηλιουπόλεως	0.1633	0.2823	0.4477	0.6192	0.0463	0.2483	0.2838	0.9337
Δ. Καισαριανής	0.1572	0.2718	0.4311	0.5962	0.0553	0.2967	0.3391	1.1157
Δ. Νέας Φιλαδέλφειας	0.1991	0.3443	0.5461	0.7552	0.0524	0.2808	0.3210	1.0562
Δ. Νέας Χαλκηδόνος	3.3393	5.7747	9.1586	12.6656	0.0490	0.2626	0.3002	0.9878
Δ. Ταύρου	0.3806	0.6582	1.0440	1.4437	0.0475	0.2547	0.2912	0.9579
Δ. Υμηττού	0.1597	0.2762	0.4381	0.6058	0.0461	0.2472	0.2826	0.9298
Δ. Αγίας Παρασκευής	0.2714	0.4694	0.7444	1.0295	0.0331	0.1777	0.2032	0.6685
Δ. Αμαρουσίου	0.5378	0.9301	1.4751	2.0399	0.0397	0.2128	0.2433	0.8005
Δ. Βριλησίων	0.4959	0.8576	1.3602	1.8810	0.0319	0.1709	0.1953	0.6425
Δ. Ηρακλείου	0.9271	1.6033	2.5428	3.5165	0.0468	0.2511	0.2870	0.9443
Δ. Κηφισιάς	0.9798	1.6944	2.6873	3.7163	0.0345	0.1850	0.2115	0.6958
Δ. Μελισσίων	0.6541	1.1312	1.7941	2.4811	0.0334	0.1792	0.2049	0.6741

Συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα

Επιλογή Μέσου Μεταφοράς στην Αττική

Συνέχεια από την προηγούμενη σελίδα

Δήμος	Πίνακας Σημειακές ελαστικότητες							
	Δημόσιες συγκοινωνίες					ΙΧ		
	X11	X201	X5	X9	X11	X202	X5	X9
Δ. Μεταμορφώσεως	0.3514	0.6077	0.9638	1.3329	0.0372	0.1994	0.2280	0.7500
Δ. Νέας Ιωνίας	0.4669	0.8074	1.2806	1.7709	0.0514	0.2754	0.3149	1.0359
Δ. Νέου Ψυχικού	0.3018	0.5220	0.8279	1.1449	0.0376	0.2019	0.2308	0.7592
Δ. Παπάγου	0.2455	0.4246	0.6734	0.9312	0.0342	0.1833	0.2095	0.6892
Δ. Πεύκης	0.6208	1.0736	1.7028	2.3548	0.0374	0.2006	0.2293	0.7545
Δ. Φιλοθέης	0.5046	0.8726	1.3840	1.9140	0.0269	0.1441	0.1647	0.5418
Δ. Χαλανδρίου	0.3130	0.5413	0.8585	1.1872	0.0392	0.2102	0.2403	0.7906
Δ. Χολαργού	0.2096	0.3624	0.5748	0.7949	0.0416	0.2233	0.2553	0.8400
Δ. Ψυχικού	0.5432	0.9394	1.4900	2.0605	0.0284	0.1522	0.1740	0.5726
Δ. Γέρακα	0.3885	0.6719	1.0656	1.4737	0.0346	0.1857	0.2123	0.6984
Κ. Εκάλης					0.0278	0.1492	0.1706	0.5612
Κ. Λυκοβρύσεως	0.4361	0.7541	1.1960	1.6540	0.0448	0.2402	0.2746	0.9035
Κ. Νέας Πεντέλης	0.4971	0.8596	1.3633	1.8853	0.0357	0.1914	0.2188	0.7198
Κ. Πεντέλης					0.0214	0.1146	0.1310	0.4309
Δ. Αχαρνών	0.3693	0.6386	1.0128	1.4006	0.0478	0.2563	0.2929	0.9638
Δ. Παλλήνης	0.3781	0.6539	1.0371	1.4343	0.0361	0.1936	0.2213	0.7280
Κ. Ανθούσης	0.3804	0.6578	1.0433	1.4428	0.0340	0.1825	0.2087	0.6865
Κ. Ανοιξέως					0.0274	0.1472	0.1682	0.5535
Κ. Γλυκών Νερών	0.2091	0.3616	0.5735	0.7932	0.0405	0.2172	0.2483	0.8168
Κ. Διονύσου					0.0253	0.1356	0.1551	0.5102
Κ. Δροσιάς	1.1648	2.0142	3.1946	4.4179	0.0282	0.1511	0.1727	0.5681
Κ. Θρακομακεδόνων	0.4091	0.7075	1.1222	1.5519	0.0335	0.1795	0.2052	0.6752
Κ. Ροδοπόλεως	0.4719	0.8161	1.2943	1.7900	0.0309	0.1656	0.1893	0.6229
Κ. Σταμάτας					0.0290	0.1556	0.1779	0.5853
Δ. Αγίας Βαρβάρας	0.2030	0.3511	0.5568	0.7700	0.0500	0.2682	0.3066	1.0087
Δ. Αγίων Αναργύρων	0.1960	0.3390	0.5377	0.7435	0.0515	0.2764	0.3160	1.0397
Δ. Αιγάλεω	0.1923	0.3325	0.5273	0.7292	0.0530	0.2842	0.3249	1.0690
Δ. Καματερού	0.1993	0.3447	0.5467	0.7560	0.0570	0.3058	0.3496	1.1502
Δ. Κορυδαλλού	0.1951	0.3375	0.5352	0.7402	0.0472	0.2533	0.2896	0.9528
Δ. Νέων Λιοσίων	0.1679	0.2904	0.4606	0.6369	0.0550	0.2950	0.3373	1.1096
Δ. Πετρούπολεως	0.1758	0.3040	0.4821	0.6667	0.0514	0.2756	0.3151	1.0365
Δ. Χαϊδαρίου	0.2284	0.3950	0.6264	0.8662	0.0428	0.2297	0.2626	0.8639
Δ. Περιστερίου	0.2001	0.3460	0.5487	0.7588	0.0493	0.2644	0.3023	0.9944
Δ. Ζεφυρίου	0.4031	0.6971	1.1056	1.5289	0.0402	0.2158	0.2467	0.8117
Δ. Ανω Λιοσίων	0.4819	0.8334	1.3218	1.8279	0.0490	0.2625	0.3001	0.9874
Δ. Αγίου Δημητρίου	0.1790	0.3095	0.4908	0.6787	0.0519	0.2785	0.3184	1.0474
Δ. Αγίου Ιωάννη Ρέντη	0.2307	0.3989	0.6327	0.8749	0.0673	0.3612	0.4129	1.3585
Δ. Αλίμου	0.2628	0.4545	0.7209	0.9969	0.0378	0.2029	0.2319	0.7631
Δ. Αργυρουπόλεως	0.2106	0.3642	0.5776	0.7987	0.0416	0.2232	0.2552	0.8395
Δ. Βουλιαγμένης	4.3419	7.5084	11.9084	16.4684	0.0274	0.1468	0.1678	0.5520
Δ. Γλυφάδας	0.3827	0.6618	1.0496	1.4515	0.0335	0.1797	0.2054	0.6759
Δ. Δραπετσώνας	0.2159	0.3733	0.5921	0.8188	0.0543	0.2914	0.3331	1.0958
Δ. Ελληνικού	0.2579	0.4460	0.7074	0.9782	0.0381	0.2041	0.2333	0.7677
Δ. Καλλιθέας	0.2052	0.3548	0.5627	0.7782	0.0544	0.2920	0.3338	1.0982
Δ. Κερατσινίου	0.2550	0.4410	0.6995	0.9674	0.0466	0.2500	0.2858	0.9402
Δ. Μοσχάτου	0.3624	0.6267	0.9939	1.3744	0.0583	0.3125	0.3573	1.1754
Δ. Νέας Σμύρνης	0.2028	0.3507	0.5562	0.7692	0.0426	0.2283	0.2610	0.8585
Δ. Νίκαιας	0.1779	0.3077	0.4880	0.6748	0.0494	0.2647	0.3026	0.9955
Δ. Παλαιού Φαλήρου	0.2433	0.4207	0.6673	0.9228	0.0371	0.1992	0.2278	0.7493
Δ. Πειραιώς	0.2051	0.3547	0.5625	0.7779	0.0503	0.2700	0.3087	1.0155
Δ. Περάματος	0.1800	0.3112	0.4936	0.6826	0.0620	0.3325	0.3801	1.2504
Δ. Βάρης	0.5967	1.0319	1.6366	2.2633	0.0331	0.1775	0.2029	0.6674

ΠΗΓΗ: Στοιχεία ανάλυσης

Συγκεκριμένα, όσον αφορά τις μεταβλητές των Δημοσίων Συγκοινωνιών η μεταβλητή των γραμμών λεωφορείων των Δήμων Ηρακλείου και Κηφισιάς που πλησιάζουν στη μοναδιαία ελαστικότητα γεγονός που δείχνει ότι αν υπάρξει μια μεταβολή στις γραμμές λεωφορείων θα έχουμε ανάλογη μεταβολή στο πλήθος των μετακινουμένων του κάθε Δήμου. Αντίθετα, σε Δήμους όπως η Νέα Χαλκηδόνα (3,33) και η Δροσιά (1,16) παρουσιάζεται ελαστική ζήτηση δημοσίων συγκοινωνιών ως προς τις γραμμές λεωφορείων, γεγονός που σημαίνει ότι αν στους δήμους αυτούς αυξηθούν οι γραμμές λεωφορείων, θα υπάρξει σχετικά μεγάλη ανταπόκριση κοινού και θα αυξηθεί περισσότερο η μετακίνηση με λεωφορεία σε σχέση με τους άλλους Δήμους. Όσον αφορά τη ζήτηση για ΙΧ σε σχέση με τις γραμμές λεωφορείων όλων των Δήμων, παρουσιάζεται παντού ανελαστική ζήτηση, γεγονός που δείχνει ότι δε θα μεταβληθεί η χρήση ΙΧ λόγω μιας μεταβολής στις γραμμές λεωφορείων στο συγκεκριμένο Δήμο. Τα συμπεράσματα από την ανάλυση του πίνακα παρουσιάζονται πιο αναλυτικά σε θεματικούς χάρτες στο κεφάλαιο 5.

4.3.3 Επιλογή ενός μέσου μεταφοράς έναντι ενός άλλου (*modal split*)

Στο μοντέλο αυτό εκτιμούμε μια ημιλογαριθμική συνάρτηση, όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίζεται ο λόγος των μετακινήσεων με ΔΣ πλην ΗΣΑΠ προς τις μετακινήσεις με ΙΧ. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές έχουμε το πλήθος των γραμμών λεωφορείων, την ύπαρξη ή μη στάσης ΗΣΑΠ, το λόγο της διάρκειας της διαδρομής με ΔΣ προς τη διάρκεια διαδρομής με ΙΧ, τον αριθμό των εργαζομένων ανά νοικοκυριό και το λόγο των ΙΧ ανά εργαζόμενο. Η μορφή της συνάρτησης είναι η εξής:

$$\left[\begin{array}{c} y_{01} \\ y_{02} \end{array} \right] = \delta_0 + \delta_1 \ln X_{11} + \delta_2 X_{12} + \delta_3 \ln \left(\frac{X_{201}}{X_{202}} \right) + \delta_4 \ln X_5 + \delta_5 \ln X_9.$$

Όπου y_{0i} : οι μετακινήσεις με το μέσο i , X_{12} : η ύπαρξη ή μη ΗΣΑΠ (1, 0), X_{11} : το πλήθος των γραμμών ΔΣ, X_9 : ΙΧ/ΕΡΓ, X_{201} : η διάρκεια της διαδρομής με τη χρήση ΔΣ και X_{202} : η διάρκεια της διαδρομής με τη χρήση ΙΧ και X_5 : ΕΡΓ/ΝΟΙΚ.

Η προσαρμογή των δεδομένων είναι αρκετά καλή καθώς $R^2=0.63$, ενώ όλοι οι συντελεστές και το μοντέλο στο σύνολο του (η στατιστική F είναι 40,8) είναι στατιστικά σημαντικά.

Πίνακας 4.3.3
Συντελεστές συνάρτησης επιλογής
ενός μέσου μεταφοράς έναντι ενός άλλου

Συντελεστής	Τιμή	Τυπικό σφάλμα	Στατιστική t	Πιθανότητα λάθους
δ_0	0.089545	0.053542	1.672413	0.0970
δ_1	0.095264	0.015834	6.016293	0.0000
δ_2	-0.164653	0.029270	-5.625375	0.0000
δ_3	-0.142290	0.065071	-2.186675	0.0307
δ_4	-0.562495	0.106005	-5.306301	0.0000
δ_5	-0.640343	0.062163	-10.30106	0.0000

Πηγή: Αποτελέσματα ανάλυσης από E-Views

Στο μοντέλο μας εκτιμούμε στην πραγματικότητα 2 συναρτήσεις επιλογής των ΔΣ έναντι του ΙΧ, επειδή χρησιμοποιούμε ψευδομεταβλητές προκειμένου να ενσωματώσουμε τη χρήση ή όχι του τραίνου (ΗΣΑΠ). Με άλλα λόγια ελέγχουμε ανάλογα με το αν εξυπηρετείται ή όχι ο Δήμος από σταθμό ΗΣΑΠ (ναι=1, όχι=0) τη σχέση ανάμεσα στα δύο βασικά μέσα μετακίνησης, δηλαδή τις ΔΣ και τα ΙΧ. Συγκεκριμένα:

1α. Modal split στους Δήμους όπου περνάει ΗΣΑΠ

$$Y_1 / Y_2 = -0.07 + 0.10 * \ln(x_{11}) - 0.14 * \ln\left(\frac{x_{201}}{x_{202}}\right) - 0.56 * \ln(x_5) - 0.64 * \ln(x_9)$$

1β. Modal split στους Δήμους όπου δεν περνάει ΗΣΑΠ

$$Y_1 / Y_2 = 0.09 + 0.10 * \ln(x_{11}) - 0.14 \ln\left(\frac{x_{201}}{x_{202}}\right) - 0.56 \ln(x_5) - 0.64 * \ln(x_9)$$

4.3.4 Ελαστικότητες συνάρτησης επιλογής ενός μέσου έναντι ενός άλλου

Οι ελαστικότητες στη συνάρτηση επιλογής ενός μέσου έναντι ενός άλλου μετρούν την ευαισθησία των σχετικών προτιμήσεων. Ο πίνακας 4.6 παρουσιάζει τις ελαστικότητες της συνάρτησης.

Πίνακας 4.3.4
Ελαστικότητες συνάρτησης επιλογής
ενός μέσου μεταφοράς έναντι ενός άλλου

Μεταβλητή	Ελαστικότητα
Πλήθος λεωφορειογραμμών, LN(X11)	$\epsilon_{X11}=0.70$
Λόγος διάρκειας μετακίνησης ΔΣ προς ΙΧ, LN(X201/X202)	$\epsilon_{X201/X202}=-0.19$
Εργαζόμενοι ανά νοικοκυριό, LN(X5)	$\epsilon_{X5}=-0.22$
ΙΧ ανά εργαζόμενο, LN (X9)	$\epsilon_{X9}=-0.57$
Πηγή: Επεξεργασία αποτελεσμάτων ανάλυσης Πίνακα 4.5 και από E-Views	

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον Πίνακα 4.3.4 είναι αναμενόμενα. Οι επιδράσεις στις σχετικές προτιμήσεις είναι ανελαστικές. Την ισχυρότερη επίδραση στο λόγο ΔΣ / ΙΧ προς όφελος των ΔΣ ασκεί η ίδια η μεταβολή των ΔΣ. Οι ελαστικότητες των υπόλοιπων μεταβλητών είναι σημαντικά μικρότερες και έχουν αρνητικό πρόσημο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

5.1 Συμπεράσματα ανάλυσης

Οι Δημόσιες Συγκοινωνίες και τα ΙΧ καταλαμβάνουν σημαντικό μέρος στην επιλογή των ατόμων για μετακινήσεις στο Λεκανοπέδιο, όπως προέκυψε από την ανάλυση των στοιχείων του δείγματος της ΜΑΜ.

Από την ανάλυση του κεφαλαίου 4 και συγκεκριμένα από την ανάλυση SUR, καταλήξαμε στις παρακάτω συναρτήσεις που περιγράφουν πιο αποτελεσματικά τη ζήτηση για μετακινήσεις τόσο με δημόσιες συγκοινωνίες όσο και με ΙΧ στους Δήμους, ξεχωρίζοντας διαφορετική υποπερίπτωση τους Δήμους που εξυπηρετούνται από τον ΗΣΑΠ και τους Δήμους που δεν εξυπηρετούνται από το μέσο αυτό.

Οι συναρτήσεις, όπως τις έχουμε ήδη αναφέρει και στο κεφάλαιο 4 είναι οι εξής:

1α. Ζήτηση για μετακινήσεις με ΔΣ στους Δήμους όπου περνάει ΗΣΑΠ

$$y_1 = 0.23 + 0.12 * \ln(x_5) - 0.05 * \ln\left(\frac{1}{x_{11}}\right) + 0.17 \ln\left(\frac{1}{x_9}\right) - 0.08 * \ln(x_{201})$$

1β. Ζήτηση για μετακινήσεις με ΔΣ στους Δήμους όπου δεν περνάει ΗΣΑΠ

$$y_1 = 0.29 + 0.12 * \ln(x_5) - 0.05 * \ln\left(\frac{1}{x_{11}}\right) + 0.17 \ln\left(\frac{1}{x_9}\right) - 0.08 * \ln(x_{201})$$

2α. Ζήτηση για μετακινήσεις με ΙΧ στους Δήμους από όπου περνάει ΗΣΑΠ

$$y_2 = 0.23 + 0.12 * \ln(x_5) + 0.02 * \ln\left(\frac{1}{x_{11}}\right) - 0.41 * \ln\left(\frac{1}{x_9}\right) + 0.11 * \ln(x_{202})$$

2β. Ζήτηση για μετακινήσεις με ΙΧ στους Δήμους από όπου δεν περνάει ΗΣΑΠ

$$y_2 = 0.29 + 0.12 * \ln(x_5) + 0.02 \ln\left(\frac{1}{x_{11}}\right) - 0.41 * \ln\left(\frac{1}{x_9}\right) + 0.11 * \ln(x_{202})$$

Από τη συνάρτηση 1^β παρατηρούμε ότι οι Δημόσιες Συγκοινωνίες, όταν δεν υπάρχει τραίνο και χωρίς την επίδραση άλλων παραγόντων (αυτόνομη ζήτηση), καταλαμβάνουν σχεδόν το 30% (0.29) στο σύνολο των μετακινήσεων, όπως επίσης και στη συνάρτηση 2^β τα ΙΧ καταλαμβάνουν και αυτά σχεδόν το 30% (0.29) των μετακινήσεων. Στους Δήμους που εξυπηρετούνται από το τραίνο, συνάρτηση 1^α και 2^α, η αυτόνομη ζήτηση κατέρχεται στο 23%. (0.23). Αυτό συμβαίνει διότι ανεξάρτητα από τη βελτίωση που μπορεί να επιφέρει κάποια μεταβλητή όπως η μείωση του

χρόνου ή ή αύξηση στη συχνότητα των δρομολογίων, οι μεταβλητές αυτές δείχνουν να μην μπορούν να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά την επιλογή των μετακινουμένων. Από την άλλη μεριά όλα τα υπόλοιπα μέσα (Λοιπά μέσα μετακίνησης) καταλαμβάνουν στην επιλογή των μετακινουμένων το υπόλοιπο 40% επί του συνόλου, ήτοι πεζή μετακίνηση, ταξί, μηχανές-μοτοποδήλατα κτλ, τα οποία επίσης δείχνουν να μην μπορούν να μεταβληθούν σημαντικά από κάποια μεταβολή στις μεταβλητές.

Από τις εκτιμήσεις του μοντέλου, παρατηρούμε ότι η ύπαρξη σταθμού ΗΣΑΠ έχει αρνητικό αντίκτυπο στην αυτόνομη ζήτηση που καταλαμβάνουν στην επιλογή των μετακινουμένων η χρήση ΙΧ και ΔΣ και μειώνει τη χρήση τους κατά 5,5% περίπου όπως φαίνεται από τον πίνακα 4.3.1 ($\alpha_2 = -0,0555$). Αντιθέτως, όπως αναμενόταν, η επίδραση της αύξησης των γραμμών των λεωφορείων μπορεί να λειτουργεί θετικά στη χρήση των ΔΣ, αλλά μειώνει τη χρήση του ΙΧ. Αντίστοιχα, η αύξηση της διάρκειας μετακίνησης (μεταβλητές Χ201, Χ202) είτε με ΔΣ είτε με ΙΧ, δημιουργεί μια μεταστροφή της καταναλωτικής συμπεριφοράς ως προς την επιλογή μέσου, κατευθυνόμενη προς τη χρήση του ΙΧ. Αυτό σημαίνει ότι, όταν αυξάνεται ο χρόνος του ταξιδιού, τότε ο καταναλωτής προτιμά την άνεση που του προσφέρει το ΙΧ του. Τέλος, όσο αυξάνεται η αναλογία των ΙΧ ανά εργαζόμενο τόσο ευνοείται η χρήση του ΙΧ έναντι των δημόσιων συγκοινωνιών. Συνεπώς, από τις εκτιμήσεις του μοντέλου αυτού, φαίνεται ότι η ιδιοκτησία ιδιωτικού μεταφορικού οχήματος ΙΧ έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στην επιλογή μέσου μετακίνησης, καθώς είναι η μεταβλητή που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ελαστικότητα.

Επίσης, ως ορθότερος τρόπος επέκτασης του μεταφορικού δικτύου φαίνεται να είναι εκείνος της επέκτασης του δικτύου του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου (ΗΣΑΠ), καθώς η μεταβλητή Χ12 ασκεί αρκετά υψηλή επίδραση (6% η μείωση της αυτόνομης χρήσης των μέσων λόγω της μη εξυπηρέτησης από τον ΗΣΑΠ). Από την άλλη, είναι προτιμότερη η λήψη μέτρων που θα βελτιώσει τους χρόνους των διαδρομών του ΟΑΣΑ (όπως λεωφορειόδρομοι), παρά η αύξηση της συχνότητας των δρομολογίων μέσω της αύξησης του στόλου των λεωφορείων ($0,048 > 0,041$ και $0,17 > 0,022$ για τις ΔΣ και τα ΙΧ αντίστοιχα).

Συνεχίζοντας την ανάλυσή μας (βλέπε πίνακα 4.4.2 από το κεφάλαιο 4) παρατηρήσαμε ότι οι ελαστικότητες των μεριδίων ζήτησης ως προς τις Δημόσιες Συγκοινωνίες, ΙΧ και Λοιπά Μέσα (ϵ_{11} , ϵ_{22} , ϵ_{33}) είναι ανελαστικές. Οι μετακινούμενοι θεωρούν τις δημόσιες συγκοινωνίες και τα ΙΧ υποκατάστατα μέσα μεταφοράς (σταυροειδείς ελαστικότητες $\epsilon_{12}, \epsilon_{21} > 0$). Βάσει των ελαστικότητων, οι δημόσιες συγκοινωνίες σε σχέση με τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς, θεωρούνται υποκατάστατα

($\epsilon_{13}, \epsilon_{31} > 0$), ενώ όσοι χρησιμοποιούν τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς θεωρούν συμπληρωματικά τα ΙΧ ($\epsilon_{32} < 0$), αντίθετα με όσους χρησιμοποιούν τα ΙΧ που θεωρούν τα υπόλοιπα μέσα υποκατάστατα ($\epsilon_{23} > 0$). Μόνο η σταυροειδής ελαστικότητα ϵ_{32} είναι ελαστική (1.32 σε απόλυτη τιμή > 1).

Μεγάλο ενδιαφέρον τέλος παρουσιάζουν οι εισοδηματικές ελαστικότητες, ($\epsilon_{1B}, \epsilon_{2B}, \epsilon_{3B}$) λόγω του ειδικού χαρακτήρα του εισοδηματικού περιορισμού. Συγκεκριμένα, οι εισοδηματικές ελαστικότητες φανερώνουν την επίδραση του κυκλοφοριακού φόρτου (μεταβολή του συνολικού όγκου των μετακινουμένων) στα μερίδια ζήτησης των μέσων μεταφοράς. Έτσι, η αύξηση της κυκλοφορίας θα επιδράσει αρνητικά στις δημόσιες συγκοινωνίες και στα ΙΧ, ενώ θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη χρήση των λοιπών μέσων μεταφοράς. Αυτό σημαίνει πως οι δημόσιες συγκοινωνίες και τα ΙΧ ως προς τον όγκο της κυκλοφορίας είναι κατώτερα αγαθά.

Κοινό χαρακτηριστικό όλων σχεδόν των στοιχείων και πληροφοριών που αναλύονται είναι η άμεση συσχέτισή τους με το γεωγραφικό χώρο και προκειμένου να πραγματοποιηθεί καλύτερη και πιο περιγραφική απόδοση των αποτελεσμάτων των στοιχείων απεικονίζονται παρακάτω σε θεματικούς χάρτες¹, οι οποίοι παρουσιάζονται στη συνέχεια και αναλύονται ο καθένας ξεχωριστά.

¹ Για την απόδοση των αποτελεσμάτων σε θεματικούς χάρτες χρησιμοποιούμε το λογισμικό MapInfo (Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών).

Χάρτης 5.1.1

Ελαστικότητα ζήτησης δημόσιων συγκοινωνιών ως προς το πλήθος των λεωφορειογραμμών που υπέχουν θέση τιμής



Πηγή: Στοιχεία ανάλυσης

Όπως αναφέρθηκε και από την ανάλυση του πίνακα 4.3.2.β των σημειακών ελαστικότητων ανά Δήμο, οι περισσότεροι Δήμοι παρουσιάζουν ανελαστική ζήτηση για δημόσιες συγκοινωνίες ως προς τη μεταβολή στις γραμμές λεωφορείων. Όμως, οι Δήμοι που ξεχωρίζουν περισσότερο όσον αφορά στην ελαστικότητα ζήτησης για περαιτέρω μεταβολή στις γραμμές λεωφορείων είναι κυρίως οι Δήμοι των Βορείων Προαστείων και κυρίως η Κηφισιά, το Νέο Ηράκλειο, η Νέα Χαλκηδόνα όπου παρουσιάζεται ελαστική ζήτηση δημοσίων συγκοινωνιών ως προς τις γραμμές λεωφορείων. Αυτό σημαίνει ότι αν στους δήμους αυτούς αυξηθούν οι γραμμές λεωφορείων, θα υπάρξει σχετικά μεγάλη ανταπόκριση για χρήση αστικών λεωφορείων και θα αυξηθεί περισσότερο η μετακίνηση με λεωφορεία σε σχέση με τους άλλους Δήμους.

Χάρτης 5.1.2

Ελαστικότητα ζήτησης δημόσιων συγκοινωνιών ως προς τη διάρκεια μετακίνησης με μέσα μαζικής μεταφοράς



Πηγή: Στοιχεία ανάλυσης

Όσον αφορά τη διάρκεια μετακίνησης με δημόσια συγκοινωνία, παρατηρούνται ανάλογα αποτελέσματα με την προηγούμενη ανάλυση. Και πάλι το μεγαλύτερο μέρος των Δήμων παρουσιάζουν ανελαστική ζήτηση για δημόσιες συγκοινωνίες ανεξάρτητα από τη μεταβολή στους διανυόμενους χρόνους με δημόσια συγκοινωνία, με την Αθήνα και γενικά τους Δήμους μέσα και γύρω από το Κέντρο, να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ανελαστικότητα. Αντίθετα, για τη μεταβλητή αυτή, τόσο τα Βόρεια προάστεια όσο και τα Νότια φαίνεται ότι θα έδειχναν προτίμηση στις δημόσιες συγκοινωνίες αν οι χρόνοι διαδρομής με δημόσια συγκοινωνία μειώνονταν. Τέτοιες περιοχές είναι και πάλι Δήμοι όπως η Κηφισιά, και η Νέα Χαλκηδόνα για τα Βόρεια Προάστεια, αλλά και η Βουλιαγμένη για τα Νότια. Αυτό δείχνει ότι όσο μειώνεται ο χρόνος που χρειάζεται για να πάνε στον τόπο εργασίας τους οι κάτοικοι των Δήμων αυτών, αυξάνεται πολύ περισσότερο η ζήτηση για μετακίνηση με δημόσια συγκοινωνία αντί του ΙΧ αυτοκινήτου ή άλλου μέσου. Έτσι, μια μεταβολή στους χρόνους διαδρομής θα είχε μεγαλύτερα αποτελέσματα στην περίπτωση των Δήμων αυτών, και ιδιαίτερα στους Δήμους που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες ελαστικότητες.

Χάρτης 5.1.3

Ελαστικότητα ζήτησης δημόσιων συγκοινωνιών ως προς τον αριθμό των εργαζομένων ανά νοικοκυριό



Πηγή: Στοιχεία ανάλυσης

Στον χάρτη αυτό, όπου παρουσιάζουμε την ελαστικότητα της ζήτησης δημοσίων συγκοινωνιών ως προς τον αριθμό των εργαζομένων ανά νοικοκυριό, παρατηρείται μεγαλύτερη ευαισθησία του φαινομένου σε περισσότερους Δήμους από ότι στις προηγούμενες περιπτώσεις, διότι παρουσιάζουν ελαστική ζήτηση σχεδόν 25 Δήμοι. Πράγματι, παρατηρώντας το χάρτη και συγκρίνοντας και τα νούμερα με τις ελαστικότητες, φαίνεται ότι εκτός από τα Βόρεια και Νότια Προάστεια, περισσότεροι Δήμοι παρουσιάζουν δυνατότητα αύξησης της ζήτησης για συγκοινωνίες καθώς αυξάνεται ο αριθμός των εργαζομένων ανά νοικοκυριό. Εκτός από τους Δήμους που ήδη παρουσίαζαν μεγάλη ελαστικότητα και στις προηγούμενες μεταβλητές που αναλύσαμε, όπως η Νέα Χαλκηδόνα και η Βουλιαγμένη, εδώ παρατηρείται ότι παρουσιάζουν θετική ευαισθησία και δήμοι όπως η Νέα Ιωνία (1,7), η Φιλοθέη (1,3), το Νέο Ψυχικό (1,4), η Λυκόβρυση (1,1), η Νέα Πεντέλη (1,3) και άλλοι, γεγονός που δείχνει ότι υπάρχει η δυνατότητα αύξησης της ζήτησης για δημόσιες συγκοινωνίες αν αυξηθεί ο αριθμός των εργαζομένων στις περιοχές αυτές. Αντίθετα, περιοχές με ανελαστική ζήτηση (<1) όπως ο Δήμος Αθηναίων (0,4) και άλλοι όπως ο Δήμος Βύρωνος, Δάφνης, Ζωγράφου, Καισαριανής, Νέων Λιοσίων και Πετρουπόλεως, παρουσιάζουν σχετική ανελαστικότητα, γεγονός που δείχνει ότι δεν μπορούν να υπάρξουν σημαντικές μεταβολές στη ζήτηση για δημόσιες συγκοινωνίες, όσο και αν μεταβληθεί ο αριθμός των εργαζομένων του αντίστοιχου Δήμου.

Χάρτης 5.1.4
Ελαστικότητα ζήτησης δημόσιων συγκοινωνιών
ως προς τον αριθμό των ΙΧ ανά εργαζόμενο

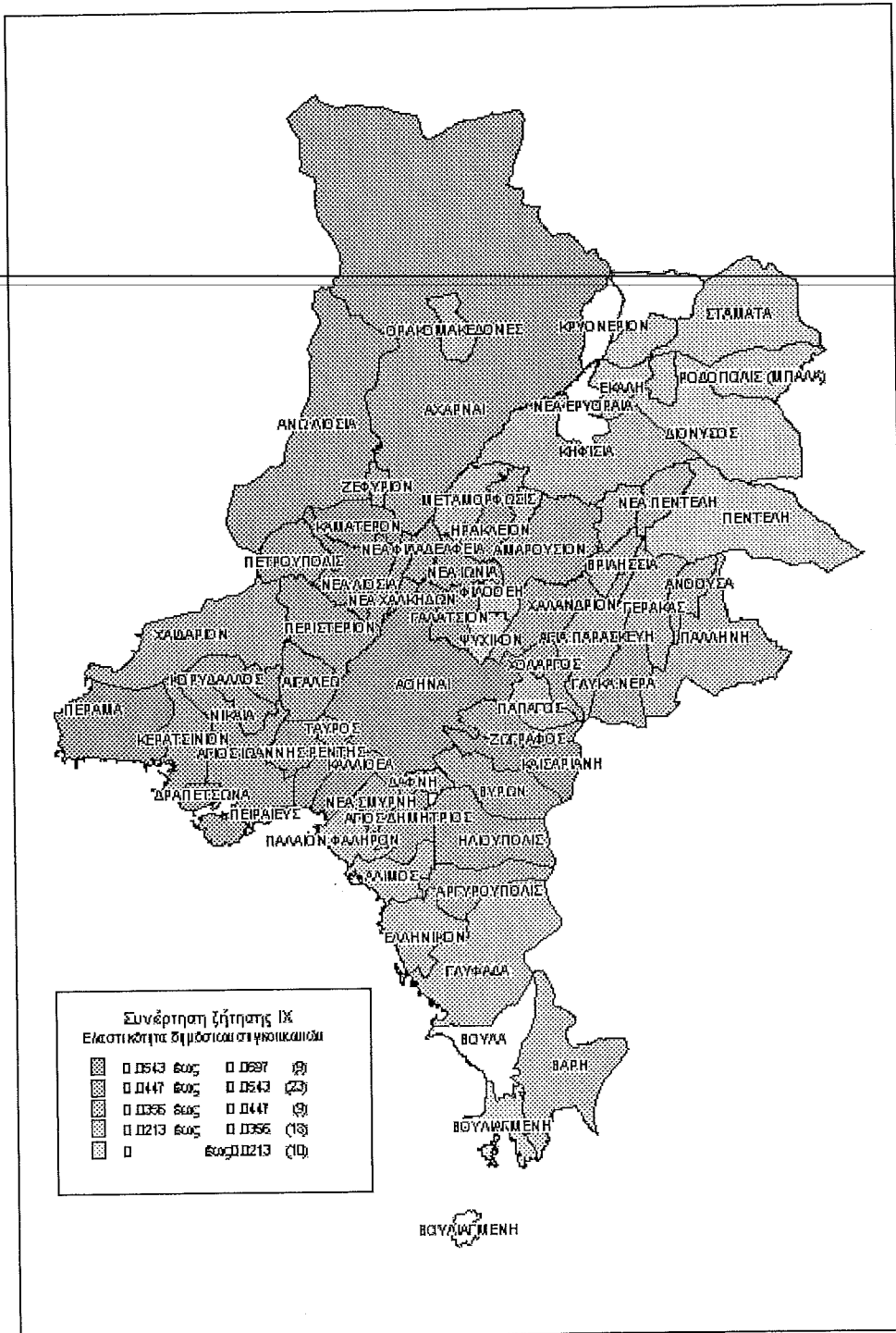


Πηγή: Στοιχεία ανάλυσης

Ο αριθμός των ΙΧ ανά εργαζόμενο δείχνει να έχει ακόμα μεγαλύτερη σημασία όσον αφορά τη ζήτηση των δημοσίων συγκοινωνιών, καθώς η ελαστικότητα που παρουσιάζονται στη μεταβλητή αυτή είναι ακόμα μεγαλύτερες σε απόλυτο μέγεθος αλλά έχουν αντίστροφη επίδραση, αρνητική, σε σχέση με τις προηγούμενες μεταβλητές. Πράγματι, παρατηρείται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ελαστικότητα σε κάθε Δήμο, τόσο μεγαλύτερη είναι η αρνητική επίδραση που ασκείται στη ζήτηση για δημόσιες συγκοινωνίες στο Δήμο. Συνεπώς, όπου παρουσιάζεται μεγάλη ελαστικότητα στα ΙΧ ανά εργαζόμενο, όπως στους Δήμους Νέας Χαλκηδόνας (12,6), Βουλιαγμένης (16,4), τόσο πιο αρνητικά επιδρά στη ζήτηση των κατοίκων των δήμων αυτών για δημόσιες συγκοινωνίες. Ανάλογο φαινόμενο, σε μικρότερη έκταση, εμφανίζεται σε μικρότερη έκταση σε Δήμους όπως το Ηράκλειο, η Κηφισιά, τα Μελίσσια, η Πεύκη, το Ψυχικό, η Δροσιά. Στους Δήμους αυτούς μια αύξηση των ΙΧ ανά εργαζόμενο θα οδηγούσε σε μια πολύ μεγαλύτερη μείωση της χρήσης των δημοσίων συγκοινωνιών. Αυτό δείχνει μια προτίμηση των κατοίκων των δήμων αυτών στα ΙΧ προκειμένου για τη μετακίνησή τους προς τον τόπο εργασίας τους.

Χάρτης 5.1.5

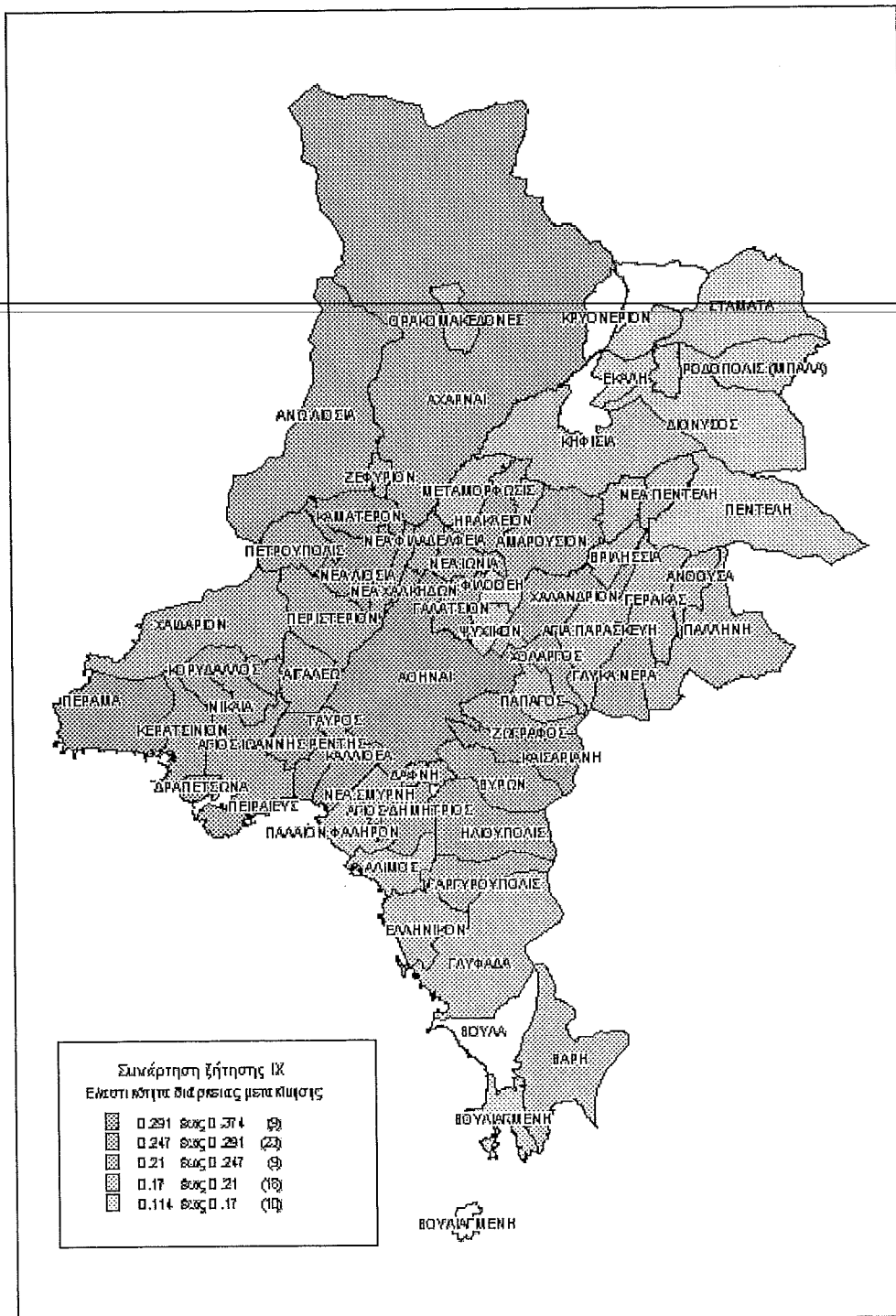
Ελαστικότητα ζήτησης ΙΧ ως προς το πλήθος των λεωφορειογραμμών που υπέχουν θέση τιμής



Πηγή: Στοιχεία ανάλυσης

Εδώ παρατηρούνται αντίστροφα αποτελέσματα από τους προηγούμενους χάρτες καθώς η μεταβλητή των γραμμών λεωφορείων των δημοσίων συγκοινωνιών είναι αρνητική ως προς τη ζήτηση για ΙΧ. Έτσι, όσο μεγαλύτερη ελαστικότητα εμφανίζουν οι σημειακές ελαστικότητες κάθε Δήμου, τόσο πιο αρνητική είναι η επίδραση στη ζήτηση για ΙΧ. Εδώ, Δήμοι όπως ο Δήμος Αθηναίων, ο Άγιος Ιωάννης Ρέντη, ο Δήμος Βύρωνα και άλλοι δείχνουν ότι αν αυξηθούν οι γραμμές λεωφορείων για την εξυπηρέτηση των κατοίκων τους, θα δημιουργηθεί αρνητική επίδραση στη χρήση των ΙΧ οχημάτων, δηλαδή οι κάτοικοι των δήμων αυτών θα στραφούν προς τη χρήση άλλων μέσων πέρα των ΙΧ οχημάτων τους για τη μετακίνησή τους προς τον τόπο εργασίας τους. Παρόλα αυτά, σε όλους τους Δήμους, η ζήτηση για τα ΙΧ χαρακτηρίζεται ανελαστική ως προς το πλήθος των γραμμών λεωφορείων καθώς σε όλους τους Δήμους ανεξαιρέτως είναι μικρότερη της μονάδας με μεγαλύτερο νούμερο να παρουσιάζεται στο Δήμο Αθηναίων μόλις 0.069. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι οποιαδήποτε μεταβολή στις λεωφορειογραμμές δε θα μεταβάλλει δραστικά τη χρήση των ΙΧ στο Λεκανοπέδιο και ακόμα μικρότερη επίδραση θα έχει στους Δήμους που παρουσιάζουν συγκριτικά μεγαλύτερη ελαστικότητα, όπως ο Δήμος Αθηναίων.

Χάρτης 5.1.6
Ελαστικότητα ζήτησης ΙΧ ως προς τη διάρκεια μετακίνησης με ΙΧ

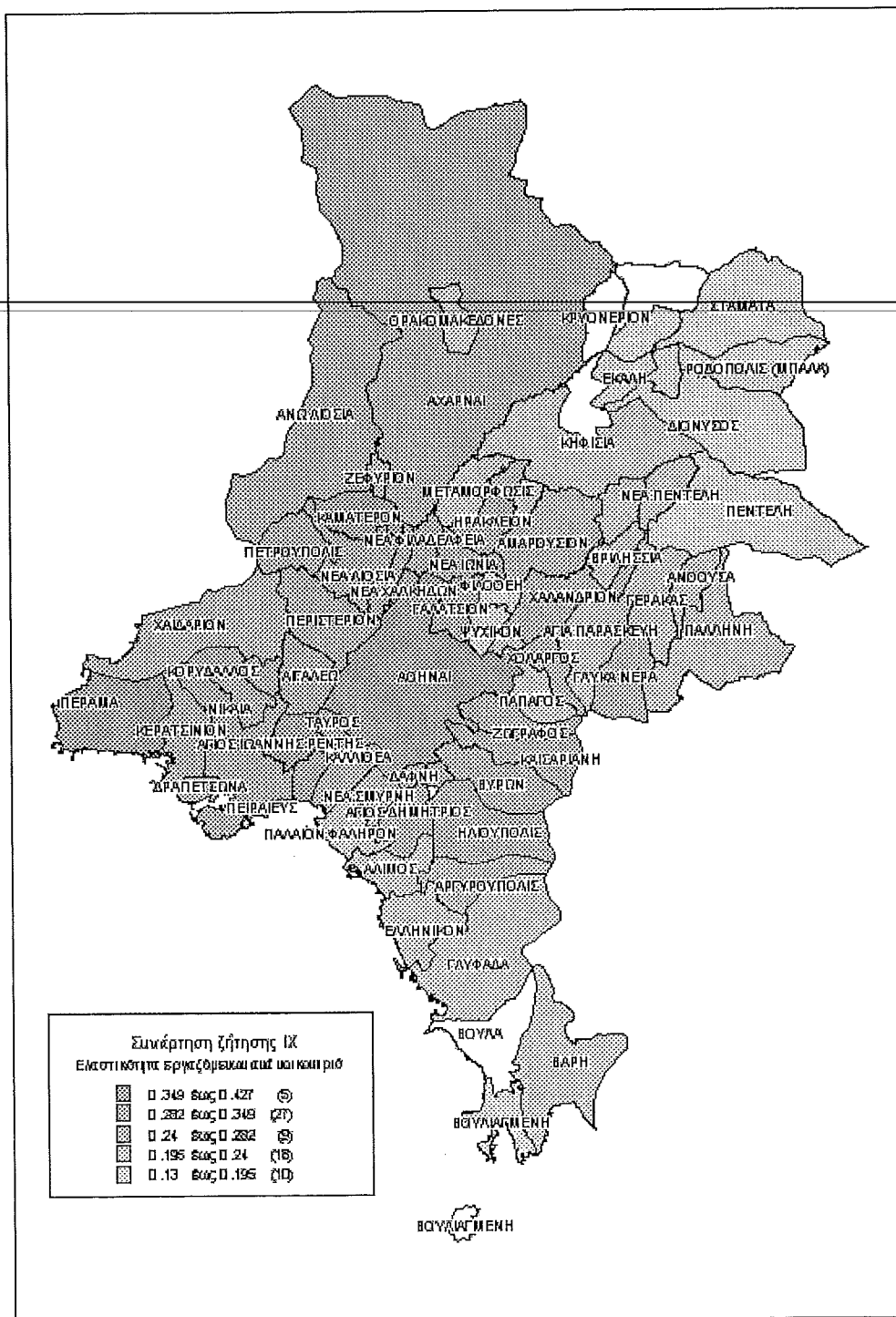


Πηγή: Στοιχεία ανάλυσης

Η διάρκεια διαδρομής με ΙΧ επιδρά θετικά ως προς τη ζήτηση για μετακίνηση με ΙΧ. Συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται η διάρκεια διαδρομής που πρέπει να διανυθεί με το ΙΧ προς τον τόπο εργασίας, τόσο επηρεάζεται θετικά η ζήτηση για ΙΧ. Δήμοι όπως η Αθήνα (0.37), η Καλλιθέα (0.29) και η Δραπετσώνα (0.29) επηρεάζονται θετικότερα από άλλους δήμους όσον αφορά τη διάρκεια μετακίνησης με ΙΧ στη ζήτηση για χρήση ΙΧ, διότι παρουσιάζουν συγκριτικά τις μεγαλύτερες ελαστικότητες. Παρόλα αυτά, και στην ανάλυση αυτή παρατηρείται ότι όλοι οι Δήμοι έχουν ανελαστική ζήτηση στη χρήση ΙΧ σε σχέση με πιθανές μεταβολές στη διάρκεια μετακίνησης με ΙΧ διότι όλοι έχουν ελαστικότητα μικρότερη της μονάδας.

Χάρτης 5.1.7

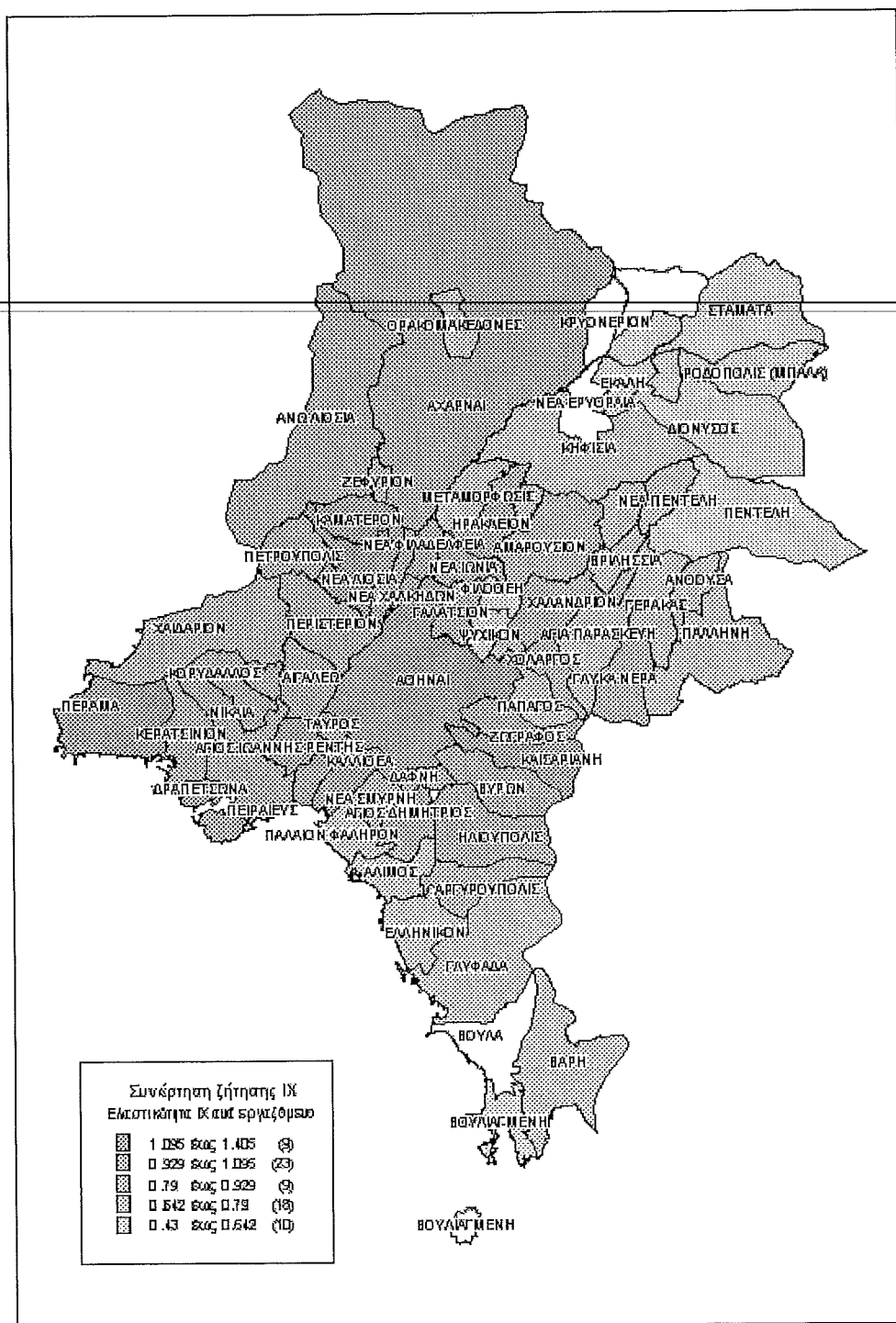
Ελαστικότητα ζήτησης ΙΧ ως προς τον αριθμό των εργαζομένων ανά νοικοκυριό



Πηγή: Στοιχεία ανάλυσης

Στο χάρτη αυτό παρατηρείται ότι όσο περισσότεροι είναι οι εργαζόμενοι ανά νοικοκυριό τόσο μεγαλύτερη είναι η επίδραση στη ζήτηση για μετακινήσεις με ΙΧ. Αυτό παρατηρείται πιο έντονα σε Δήμους όπως είναι ο Δήμος Αθηναίων και άλλοι Δήμοι όπως ο Δήμος Καλλιθέας και Δραπετσώνας. Παρόλα αυτά, όπως και στον προηγούμενο χάρτη, παρατηρείται ότι όλοι οι Δήμοι παρουσιάζουν ανελαστική ζήτηση (<1) για μετακινήσεις με ΙΧ, που σημαίνει σχετική δυσκολία εγκατάλειψης του ΙΧ προκειμένου να χρησιμοποιηθεί κάποιο άλλο μέσο για να πάνε οι εργαζόμενοι στη δουλειά τους. Συνεπώς, μια μεταβολή τον αριθμό εργαζομένων νά δήμο δε θα επιφέρει σημαντική αλλαγή στην προτίμηση των εργαζομένων για το μέσο που χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο για να πάνε στον τόπο εργασίας τους, δηλαδή το ΙΧ.

Χάρτης 5.1.8
Ελαστικότητα ζήτησης ΙΧ ως προς τον αριθμό των ΙΧ ανά εργαζόμενο



Πηγή: Στοιχεία ανάλυσης, Πίνακας 4.7

Στον χάρτη 5.1.8 παρουσιάζεται η ζήτηση για ΙΧ ως προς τον αριθμό ΙΧ που αντιστοιχούν σε κάθε εργαζόμενο. Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των ΙΧ που αντιστοιχούν σε κάθε εργαζόμενο τόσο μεγαλύτερη είναι η χρήση των ΙΧ στο Δήμο, διότι υπάρχει θετική σχέση μεταξύ της μεταβλητής των ΙΧ ανά εργαζόμενο και της ζήτησης για μετακινήσεις με ΙΧ. Εδώ παρατηρούμε ότι ο Δήμος Αθηναίων, ο Δήμος Βύρωνος, Δάφνης, Ζωγράφου, Νέας Ιωνίας, Αγίας Βαρβάρας, Αγίων Αναργύρων, Καματερού, Δραπετσώνας, Καλλιθέας παρουσιάζουν ελαστικότητα μεγαλύτερη της μονάδας. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι μια αύξηση στα ΙΧ ανά εργαζόμενο στους Δήμους αυτούς θα είχε συγκριτικά μεγάλη αυξητική επίδραση στη ζήτηση για ΙΧ, γεγονός που δείχνει ότι στους Δήμους αυτούς υπάρχει μεγαλύτερη δυνατότητα για επιρροή στη χρήση ΙΧ.

Περαιτέρω ανάλυση πάνω στην επιλογή μεταξύ των δύο τρόπων μετακίνησης των κατοίκων του Λεκανοπεδίου, μπορούμε να κάνουμε συγκρίνοντας τα αποτελέσματα από το 2^ο μοντέλο: MODAL SPLIT.

Στο μοντέλο μας, όπως έχουμε ήδη αναφέρει και στο 4^ο κεφάλαιο, εκτιμούμε στην πραγματικότητα 2 συναρτήσεις επιλογής των ΔΣ έναντι του ΙΧ, επειδή χρησιμοποιούμε ψευδομεταβλητές προκειμένου να ενσωματώσουμε τη χρήση ή όχι του τραίνου (ΗΣΑΠ):

1α. Modal split στους Δήμους όπου περνάει ΗΣΑΠ

$$Y_1/Y_2 = -0.07 + 0.10 * \ln(x_{11}) - 0.14 * \ln\left(\frac{x_{201}}{x_{202}}\right) - 0.56 * \ln(x_5) - 0.64 * \ln(x_9)$$

1β. Modal split στους Δήμους όπου δεν περνάει ΗΣΑΠ

$$Y_1/Y_2 = 0.09 + 0.10 * \ln(x_{11}) - 0.14 \ln\left(\frac{x_{201}}{x_{202}}\right) - 0.56 \ln(x_5) - 0.64 * \ln(x_9)$$

Οι εκτιμήσεις του μοντέλου όπως τις παρουσιάσαμε στον πίνακα 4.3.4 δείχνουν ότι αν δεν υπάρχει επίδραση από καμιά άλλη μεταβλητή τότε οι μετακινήσεις που πραγματοποιούνται με Δημόσιες Συγκοινωνίες υπολείπονται κατά πολύ των μετακινήσεων με ΙΧ. Όπως φαίνεται πιο συγκεκριμένα από την συνάρτηση 1^β η αύξηση των γραμμών των ΔΣ λειτουργεί θετικά στο μερίδιο των μετακινήσεων των ΔΣ προς τις μετακινήσεις που πραγματοποιούνται με ΙΧ, δηλαδή η αύξηση των γραμμών συνεπάγεται και αύξηση των μετακινήσεων με λεωφορεία. Από την άλλη μεριά (συνάρτηση 1^α), η ύπαρξη σταθμού ΗΣΑΠ έχει αρνητικό αντίκτυπο στο μερίδιο που καταλαμβάνουν τα υπόλοιπα δημόσια μέσα, γεγονός που σηματοδοτεί μια σαφή προτίμηση των καταναλωτών προς τον ΗΣΑΠ έναντι όλων των υπόλοιπων. Δηλαδή, οι σταθμοί του ΗΣΑΠ, μάλλον, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται περισσότερο ως

κόμβοι μετεπιβίβασης από το ΙΧ προς τον ΗΣΑΠ. Αντίστοιχα, η αύξηση του μέσου διανυόμενου χρόνου ΟΑΣΑ/ΙΧ δημιουργεί μια μείωση των πραγματοποιούμενων μετακινήσεων με ΔΣ προς εκείνες με το ΙΧ. Δηλαδή, όταν αυξάνεται ο χρόνος μετακίνησης που ξοδεύεται κατά τη χρήση Δημόσιας Συγκοινωνίας, τόσο μειώνεται η ελκυστικότητά της έναντι του ΙΧ. Ακόμη, η αύξηση του αριθμού των εργαζομένων ανά νοικοκυριό μειώνει τη χρήση των ΔΣ, καθώς αυξάνεται η πιθανότητα της ύπαρξης ενός τουλάχιστον ΙΧ με το οποίο μπορούν να μετακινηθούν κάποια απ' τα μέλη της οικογένειας προς την εργασία τους. Τέλος, όσο αυξάνει η αναλογία των ΙΧ ανά εργαζόμενο τόσο ευνοείται η χρήση του ΙΧ έναντι των δημόσιων μέσων μαζικής μεταφοράς.

Συνεπώς, και από τις εκτιμήσεις του μοντέλου αυτού προκύπτουν ανάλογα αποτελέσματα όπως και κατά το SUR μοντέλο που αναλύσαμε προηγουμένως. φαίνεται ότι η ιδιοκτησία ιδιωτικού μεταφορικού οχήματος έχει τη μεγαλύτερη αρνητική επίδραση στην επιλογή των ΔΣ ως τρόπου μετακίνησης, καθώς είναι η μεταβλητή που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ελαστικότητα. Επίσης, υψηλή αρνητική ελαστικότητα ως προς την επιλογή των ΔΣ παρουσιάζει και η μεταβλητή που αποτυπώνει το λόγο των εργαζόμενων ανά νοικοκυριό. Αυτό υποδεικνύει ότι προτάσεις όπως η εκ περιτροπής μεταφορά εργαζόμενων με διαφορετικό ΙΧ δεν είναι εντελώς αβάσιμες. Επισημαίνεται ότι και στο μοντέλο αυτό εντοπίζεται η ιδιαίτερη σημασία της ύπαρξης σταθμού ΗΣΑΠ σε μια περιοχή, που μειώνει εμφανώς τη χρήση των υπολοίπων ΔΣ. Άρα, η παράλληλη ανάπτυξη ενός μεταφορικού δικτύου, μέσω λεωφορειόδρομων και περισσότερων γραμμών σε μια περιοχή που ήδη λειτουργεί σταθμός ΗΣΑΠ, μάλλον δεν επηρεάζει το καταναλωτικό πρότυπο, που αποτυπώνεται από τη μεταφορά με κάποιο ΙΧ μέχρι το σταθμό του ΗΣΑΠ και στη συνέχεια χρήση του ΗΣΑΠ. Συνεπώς, η κυβερνητική επιλογή της παράλληλης ενίσχυσης μιας περιοχής που ήδη εξυπηρετείται από σταθμό ΗΣΑΠ με διάφορες γραμμές του ΟΑΣΑ μάλλον αποτελεί μια ανορθολογική πολιτική και θα ήταν καλύτερα η παράπλευρη στήριξη της περιοχής αυτής με κάποιο σύστημα δημοτικής συγκοινωνίας.

5.2 Προτάσεις πολιτικής και επιδράσεις δυνητικών πολιτικών

Τα συνήθως ακολουθούμενα μέτρα πολιτικής που προτείνονται από τη σύγχρονη βιβλιογραφία χωρίζονται σε άμεσα και έμμεσα μέτρα πολιτικής. Τα άμεσα μέτρα είναι ενέργειες που εφαρμόζονται κατευθείαν στα μεταφορικά μέσα. Τέτοιες ενέργειες μεταξύ άλλων είναι οι ακόλουθες:

1. Οικονομικά ασύμφορη χρήση ΙΧ. Αυτό σημαίνει ότι οι εργαζόμενοι θα περιορίσουν τη χρήση ΙΧ. Σύμφωνα με το μοντέλο μας τέτοια μέτρα θα επιδράσουν περισσότερο τη χρήση ΙΧ στους Δήμους που είναι κοντά στο κέντρο. Θα αυξήσουν σχετικά λίγο τη χρήση ΔΣ στους ίδιους Δήμους και περισσότερο στους πύο απομακρυσμένους. Συγκεκριμένα η επίδραση μετράται με τη μεταβλητή ΙΧ ανά εργαζόμενο, Χ9.
2. Βελτίωση υποδομών. Τέτοια μέτρα γίνονται αντιληπτά από τους μετακινούμενους ως μείωση του χρόνου μετακίνησης και βελτίωση της ποιότητας, ασφάλειας, άνεσης κλπ. Στο μοντέλο μας τέτοια μέτρα θα επιδράσουν σχετικά περισσότερο για μεν τις ΔΣ στους κεντρικούς Δήμους για δε τα ΙΧ στα βόρεια προάστεια. Συγκεκριμένα η επίδραση μετράται με τη μεταβλητή διάρκεια μετακίνησης με ΔΣ, Χ201 και ΙΧ, Χ202.
3. Περιορισμός χρήσης ΙΧ – δημιουργία εμποδίων για τα ΙΧ (Χ202 κλπ). Το μέτρο αυτό είναι ανάλογο του προηγούμενου μέτρου με τη διαφορά ότι εφαρμόζεται μόνο για τα ΙΧ. Συγκεκριμένα, τέτοια μέτρα είναι ο αποκλεισμός των ΙΧ από περιοχές, η υποχρέωση να εκτελούν μεγαλύτερες και μη συμφέρουσες διαδρομές, να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στάθμευσης κλπ. Έμμεση απεικόνιση των αποτελεσμάτων αυτών γίνεται από τη μεταβλητή της διάρκειας μετακίνησης, Χ202.
4. Βελτίωση παρεχόμενων υπηρεσιών από τις δημόσιες συγκοινωνίες. Το μέτρο αυτό είναι ανάλογο του δεύτερου με τη διαφορά ότι εφαρμόζεται μόνο στις ΔΣ. Έμμεση απεικόνιση των αποτελεσμάτων αυτών γίνεται από τη μεταβλητή της διάρκειας μετακίνησης, Χ201.
5. Αύξηση φέρουσας ικανότητας. Το μέτρο αυτό σημαίνει είτε περισσότερες γραμμές λεωφορείων, είτε περισσότερα λεωφορεία ανά γραμμή, είτε μεγαλύτερα λεωφορεία κλπ. Όσον αφορά τα τραίνα η φέρουσα ικανότητα έχει και τον χαρακτήρα της επέκτασης του δικτύου. Στο μοντέλο η επίδραση τέτοιων μέτρων περιγράφεται από το πλήθος των λεωφορειογραμμών, Χ11 και την εξυπηρέτηση από ΗΣΑΠ, Χ12. Στην περίπτωση του Λεκανοπεδίου η

αύξηση των λεωφορειογραμμών θα επιδράσει περισσότερο στα βόρεια προάστια, ενώ η επέκταση των μέσων σταθερής τροχιάς θα εξυπηρετήσει περισσότερους μετακινούμενους της Δυτικής Αθήνας.

6. Σχεδιασμός για τις περιόδους αιχμής και για 24ωρη λειτουργία. Τα μέτρα αυτής της κατηγορίας είναι ευρύτερα του πεδίου των μεταφορών, καθώς συμπεριλαμβάνουν ωράρια λειτουργίας επιχειρήσεων, χωροθέτηση δραστηριοτήτων κλπ. Δεν έγινε δυνατόν να μελετηθούν τέτοια μέτρα καθώς δεν υπήρχαν διαθέσιμα ατομικά στοιχεία μετακινούμενου. Το ζήτημα αυτό όμως παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο από τη σκοπιά της έρευνας , όσο και της πολιτικής.
7. Σχεδιασμός μεταφορών ανάλογα με τις χρήσεις γης. Τέτοια μέτρα είναι η επιλογή των κατάλληλων μεταφορικών μέσων και τρόπου λειτουργίας ώστε να εξυπηρετούν με τον καλύτερο τρόπο περιοχές με ειδικά χαρακτηριστικά. Παραδείγματος χάριν πύκνωση δρομολογίων σε εμπορικές περιοχές ή βιομηχανικές ζώνες τις ώρες μετακίνησης των εργαζομένων, κατασκευή σταθμών τραίνου κλπ. Στη διατριβή δεν έγινε δυνατή αυτή η μελέτη διότι δεν είχαμε συγκριτικά στοιχεία πριν και μετά τον αντίστοιχο σχεδιασμό.
8. Συνδυαστικές μεταφορές. Τέτοια μέτρα ενθαρρύνουν τη χρήση διαφορετικών μέσων, κυρίως όμως ΔΣ. Στο μοντέλο μας δεν είναι δυνατή η μελέτη αυτών των πολιτικών. Εμμεση αναφορά γίνεται με τις σταυροειδείς ελαστικότητες, όπου φαίνεται πως τα ΙΧ μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά στις ΔΣ.
9. Κοινωνική πολιτική για το εισιτήριο. Στη διατριβή δεν έγινε δυνατό να μελετηθεί η κοινωνική πολιτική, επειδή δεν υπήρχαν διαθέσιμα ατομικά στοιχεία. Τέτοια μέτρα είναι η δωρεάν μετακίνηση, η ενίσχυση ειδικών ομάδων του πληθυσμού κλπ.

Τα έμμεσα μέτρα είναι ενέργειες που μεταβάλλουν το περιβάλλον στο οποίο λαμβάνουν χώρα οι μετακινήσεις. Τέτοια μέτρα είναι:

1. Δημιουργία τόπων αφετηρίας ή προορισμού ώστε να έχει το κατάλληλο μέγεθος ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός. Τα μέτρα αυτά αναφέρονται στις ΔΣ και αποσκοπούν κυρίως στην οικονομική αποτελεσματικότητα.
2. Μέγεθος πόλης. Είναι μέτρο ανάλογο του προηγούμενου, με τη διαφορά ότι αφορά το γενικό χωροτακτικό σχεδιασμό της χώρας.
3. Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.(2000), «*Η υπάρχουσα κατάσταση των Μεταφορών στο Νομό Αττικής*», Έκθεση ΙΙ, Ιανουάριος 2000.
- Bovy P. and Hoogendoorn-Lanser S. (2005), "Modeling route choice behavior in multi-modal transport networks", *Springer, Transportation* 32, 341-368.
- Bresson G. – Dargay J. – Madre J. – Pirotte A. (2004), "Economic and structural determinants of the demand for public transport: an analysis on panel of French urban areas using shrinkage estimators", *Elsevier, Transportation Research Part A* 38, 269-285.
- Chung J. W. (1994), "*Utility and Production Functions: Theory and Applications*", Blackwell Publishers.
- Curtis C. (1996), "Can strategic planning contribute to a reduction in car based travel?" *Pergamon, Transportation Policy*, Vol 3, No 1/2, p. 55-65.
- Domencich - Mc Fadden (1975), "*Urban Travel Demand, A behavioral analysis*", Northholland Publishing Company.
- Greene W. (2000), "*Econometric Analysis*" 4th Edition, Prentice Hall International,
- Warner L. (1962): "*Stochastic choice of mode in urban travel: A study in binary choice*", Northwestern University Press, Evanston, Ill.
- Guiliano G. – Dargay J. (2005), "Car ownership, travel and land use: a comparison of the US and Great Britain", *Elsevier, Transportation Research Part A*.
- Henser D. (1998), "The imbalance between car and public transport use in the urban Australia: why does it exist?" *Pergamon, Transport Policy* 5, 193-204.
- Kirchhoff P. (1995), "Public Transit research and development in Germany", Pergamon, *Transportation Research A*, Vol 29A, No1, p. 1-7.
- May A. - Jonson A. – Mattheus B. (2003), "Research challenges in urban transport policy" *Pergamon, Transport Policy* 10, 157-164.
- Mc Carthy, Patric (2001), "*Transportation Economics*", Blackwell Publishers Inc.

Mendenhall S.W. (1981), "Mathematical Statistics with applications", Duxbury Press, Boston, Massachusetts.

Meyer, John (1974), "Techniques of Transport Planning, Pricing and Project Evaluation", Transport Research Program, Washington, D.C.

Mills, Edwin (1987), "Handbook of Regional and Urban Economics", Volume II, North-Holland.

Mittelhammer R.(1996), "Mathematical Statistics for Economics and Business", Springer.

Mood A., Graybill, and D.C.Boes (1974), "Introduction to the Theory of Statistics" 3rd Ed. New York.

Ortuzar J. – Iacobelli A. – Valeze C. (2000), "Estimating demand for a cycle-way network", *Pergamon, Transportation Research Part A* 34, 353-373.

Parkhurst G. (2000), "Influence of bus-based park and ride facilities on users' car traffic", *Pergamon, Transport Policy* 7, 159-172.

Pina V. – Torres L. (2001), "Analysis of the efficiency of local government services delivery. An application to urban public transport", *Pergamon, Transportation Research Part A* 35, 929-944.

Rye T. – Ison S. (2005), "Overcoming barriers to the implementation of car parking charges at UK workplaces", *Elsevier, Transport Policy* 12, 57-64.

Schiefelbush M. (2004), "Citizens' involvement and the representation of passenger interests in Public Transport", *Routledge, Transport Reviews* Vol. 25, No 3, 261-282

Steiner T. Bristow A. (2000), "Road pricing in National Parks: a case study in the Yorkshire Dales National Park", *Pergamon, Transportation Policy*, p. 93-103.

Stradling S. – Meadows M. – Beatty S. (2000), "Helping drivers out of their cars. Integrating transport policy and social psychology sustainable change", *Pergamon, Transport Policy* 7, 207-215.

Ubillos B. – Sainz F. (2004), "The influence of quality and price on the demand for urban transport: the case of the university students", *Elsevier, Transportation Research Part A* 38, 607-614.

Vaconcellos E. (1997), "The demand for cars in the developing Countries", *Pergamon, Transportation Research Part A*, Vol 31, p.245-258.

Washington S.-Karlaftis M.-Mannering F. (2003), "*Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis*", Chapman & Hall.

Χρήστου Γ.Κ. (2000), "*Εισαγωγή στην Οικονομική*", Α' Τόμος, Gutenberg.

