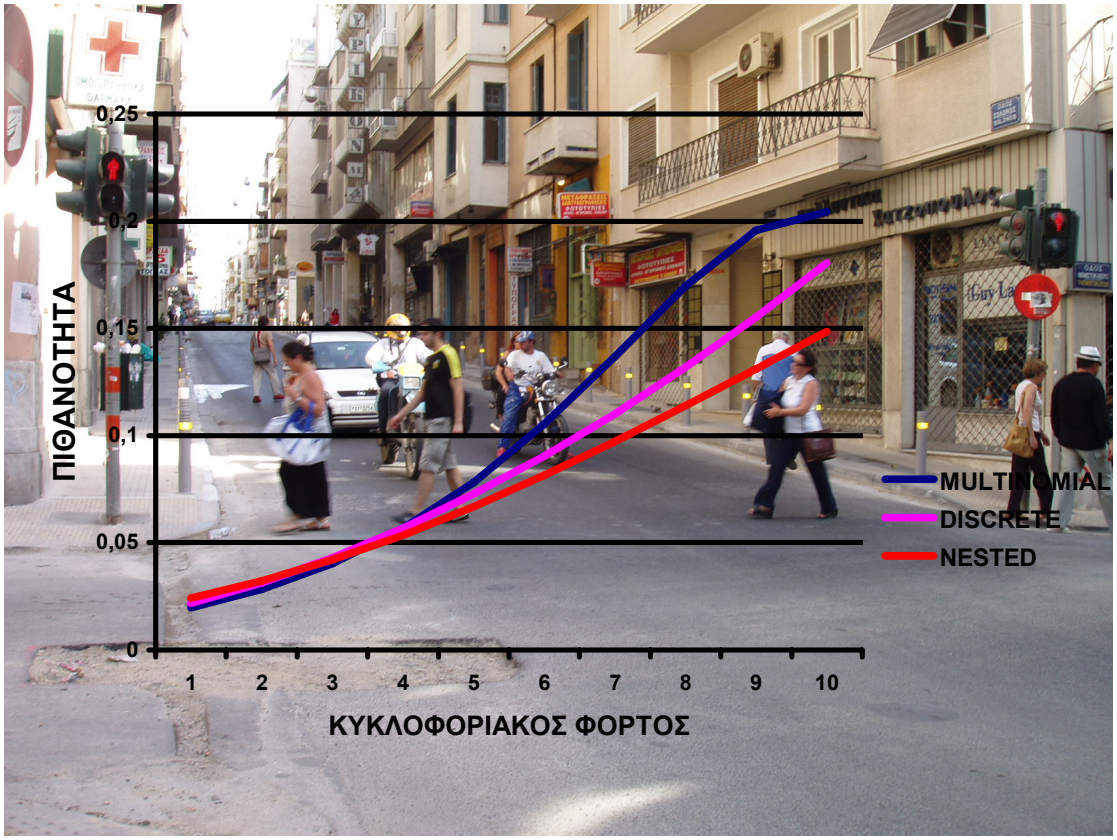
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΠΕΖΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΓΟΥΝ ΓΙΑ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΑΣΤΙΚΗ ΟΔΟ



Μακρής Κωνσταντίνος

Επιβλέποντες: Ιωάννης Κ. Γκόλιας, Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Γιώργος Δ. Γιαννής, Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2004

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΠΕΖΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΣΧΙΣΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΟΛΩΝΟΣ

Μακρής Κωνσταντίνος

Επιβλέποντες: Ιωάννης Κ. Γκόλιας, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Γιώργος Δ. Γιαννής, Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2004

Ευχαριστώ θερμά τον κ. ***Γ. Γιαννή***, Λέκτορα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. και τον κ. ***Ι. Γκόλια***, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και για την πολύτιμη καθοδήγηση τους σε όλα τα στάδια της εκπόνησής της, καθώς και το Λέκτορα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., κ. ***Μ. Καρλαύτη*** για την πολύτιμη βοήθειά του, σχετικά με τη λειτουργία του λογισμικού Limdep version 7.0 και για τις χρήσιμες υποδείξεις του κατά τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. κ. ***Δ. Τσαμπούλα,*** για τις χρήσιμες παρατηρήσεις του σχετικά με την παρούσα έρευνα.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω θερμά τη ***Ν. Παπαδημητρίου***, για τη συμβολή της στη βιβλιογραφική ανασκόπηση και για τις χρήσιμες παρατηρήσεις της, καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας και το συμφοιτητή μου ***Ι. Αγαπάκη*** για τη βοήθεια του κατά την εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο λογισμικό.

Τέλος ευχαριστώ θερμά τους καλούς μου φίλους ***Χ. Ζιώγα***, για τη βοήθειά της στη δημιουργία των σχημάτων στο λογισμικό Autocad, και τους ***Ν. Κουζούπη*** και ***Χ. Λαμπρόπουλο*** για την πολύτιμη βοήθειά τους κατά την πραγματοποίηση των μετρήσεων.

Αθήνα, Ιούλιος 2004

Μακρής Κωνσταντίνος

“Διερεύνηση της συμπεριφοράς των πεζών, σχετικά με το τμήμα που επιλέγουν να διασχίσουν αστική οδό”

Κωνσταντίνος Ε. Μακρής

ΣΥΝΟΨΗ

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι να διερευνηθεί η συμπεριφορά των πεζών σχετικά με την επιλογή τμήματος αστικής οδού, στο οποίο θα διασχίσουν. Δηλαδή, επιχειρείται να περιγραφεί ο τρόπος με τον οποίο ένας πεζός επιλέγει ένα τμήμα, εντός του συγκεκριμένου οικοδομικού τετράγωνου, για να διασχίσει την οδό. Έτσι με χρήση τριών διαφορετικών μαθηματικών προτύπων, που υπάγονται στη Θεωρία Διακριτών Επιλογών, διερευνάται η επιρροή ορισμένων παραμέτρων, στην επιλογή που πραγματοποιεί ο πεζός. Οι παράμετροι αυτές σχετίζονται με την οδό, την κυκλοφορία αλλά και με χαρακτηριστικά του ίδιου του πεζού. Τέτοιες παράμετροι είναι ο κυκλοφοριακός φόρτος, η παράνομη στάθμευση οχημάτων, καθώς και χαρακτηριστικά του πεζού όπως το φύλο, τα σημεία προέλευσης και προορισμού, κ.α. Τα πρότυπα που χρησιμοποιήθηκαν είναι το Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο, το Πρότυπο Διακριτών Επιλογών και το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο. Από τα αποτελέσματα των προτύπων προκύπτει ότι το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο είναι το καταλληλότερο για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών, η εφαρμογή του οποίου οδήγησε στον προσδιορισμό του μεγέθους της επιρροής των παραμέτρων στην επιλογή του πεζού.

Λέξεις κλειδιά: πεζός, διάσχιση οδού, επιρροή παραμέτρων, λογαριθμικά πρότυπα, ιεραρχημένο πρότυπο

“Investigation of pedestrian behavior on crossing an urban road section”

Konstantinos E. Makris

ABSTARCT

This Diploma Thesis aims to investigate the pedestrian behavior on crossing an urban road section. More specifically, is an attempt to describe in which way a pedestrian chooses a part of a particular block, to cross a road. In this way, with the use of three mathematical models, which constitute a part of Discrete Choice Theory, one can analyze the impact of certain parameters, on which the pedestrian bases his decision about in which section he will cross. These parameters relate not only to road and traffic characteristics, but also with pedestrian’s personal characteristics. Such parameters are vehicle flow, illegal parking and also pedestrian’s personal characteristics such as gender, origin, etc. The models used are Multinomial Logit Model, Discrete Choice Model and Nested Logit Model. The Nested Logit Model is the most appropriate for the description of pedestrian behavior, the application of which has led to the identification of the parameters’ impacts on the pedestrian choice.

Key words: Pedestrian, road crossing, effects of attributes, logit models, nested logit model

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η **διερεύνηση της συμπεριφοράς των πεζών** σχετικά με το τμήμα στο οποίο διασχίζουν μια αστική οδό. Η συμπεριφορά των πεζών σχετίζεται με τη διαδικασία επιλογής του τμήματος, εντός του συγκεκριμένου οικοδομικού τετραγώνου, που θα διασχίσουν την οδό. Οι παράμετροι που επιχειρείται να συσχετιστούν με την εξαρτημένη μεταβλητή (τμήμα στο οποίο διασχίζει ο πεζός), αφορούν στον ίδιο τον πεζό π.χ. φύλο πεζού, προορισμός, προέλευση κτλ., στο περιβάλλον της οδού π.χ. ύπαρξη διαβάσεων, φωτεινών σηματοδοτών κτλ. καθώς και στην κυκλοφορία π.χ. κυκλοφοριακός φόρτος, παράνομη στάθμευση κτλ.

Τα **απαραίτητα στοιχεία** (παράμετροι) για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας συλλέχθηκαν με τη χρήση βιντεοκάμερας. Έτσι πραγματοποιήθηκε βιντεοσκόπηση των πεζών και οχημάτων για το εξεταζόμενο τμήμα της οδού Σόλωνος. Σημειώνεται ότι λόγω κάποιων δυσκολιών που αντιμετωπίστηκαν κατά την πραγματοποίηση των μετρήσεων, χρειάστηκε να λάβει μέρος σε αυτές και ένα επιπλέον άτομο. Ακολούθησε παρακολούθηση των ταινιών και καταγραφή των απαραίτητων παραμέτρων σε ειδικά έντυπα που είχαν δημιουργηθεί για αυτό τον σκοπό.

Στη συνέχεια ακολούθησε **βιβλιογραφική ανασκόπηση** από όπου προέκυψε ένα ικανοποιητικό πλήθος αναφορών σχετικές με την οδική ασφάλεια των πεζών καθώς και την περιγραφή της συμπεριφοράς τους με χρήση μαθηματικών προτύπων. Εξετάστηκαν βιβλιογραφικές αναφορές που σχετίζονταν με τους πεζούς καθώς και από αναφορές καθαρά μαθηματικής φύσεως σχετικές με τη χρήση μαθηματικών προτύπων

Την καταγραφή των παραμέτρων στα έντυπα, ακολούθησε η **εισαγωγή** τους στον Η/Υ. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκαν στο λογισμικό Excel οι πίνακες της βάσης δεδομένων. Λόγω της ιδιαιτερότητας των μαθηματικών προτύπων που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη στατιστική επεξεργασία, σχετικά με τη μορφή των αρχείων εισόδου τους, δημιουργήθηκαν δύο διαφορετικά αρχεία εισόδου. Αφού ολοκληρωθεί η δημιουργία των αρχείων εισόδου, οι πίνακες των μεταβλητών εισάγονται στο λογισμικό, που θα χρησιμοποιηθεί για τη στατιστική επεξεργασία.

Τα **μαθηματικά πρότυπα**, που χρησιμοποιήθηκαν για τη συσχέτιση των διαφόρων μεταβλητών με την επιλογή του τμήματος που θα διασχίσει ο πεζός, ήταν το Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο (Multinomial Logit Model), το Πρότυπο Διακριτών Επιλογών (Discrete

Choice Model) και το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο (Nested Logit Model). Σημειώνεται ότι στα αποτελέσματα των προτύπων συμπεριλαμβάνονται και οι υπολογιζόμενες ελαστικότητες. Οι ελαστικότητες είναι ένας άμεσος τρόπος ποσοτικοποίησης της επιρροής των διαφόρων μεταβλητών στην επιλογή του πεζού και προσφέρονται για τη σύγκριση των προτύπων και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας και ιδιαίτερα από τα αποτελέσματα των προτύπων. Επίσης παρατίθεται ένας πίνακας με τα αποτελέσματα των τριών προτύπων που χρησιμοποιήθηκαν.

Οι πεζοί που ο προορισμός τους δεν τους υπαγορεύει να διασχίσουν σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, σε πολύ μεγάλο ποσοστό **διασχίζουν το οδόστρωμα σε σημεία εκτός των διαβάσεων** παραβιάζοντας των ΚΟΚ. Έτσι παρατηρείται μεγάλος αριθμός πεζών που διασχίζουν σε τμήματα όπου δεν υπάρχει φωτεινός σηματοδότης ή διάβαση ενώ και από τους πεζούς που διασχίζουν σε τμήμα, όπου υπάρχει φωτεινός σηματοδότης ένα όχι αμελητέο ποσοστό (11,5%) διασχίζει κατά τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης.

Τα πρώτα τρία τμήματα (βλέπε σχήμα που ακολουθεί) συγκεντρώνουν τα μεγαλύτερα ποσοστά διελεύσεων, γεγονός που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην **παράνομη στάθμευση** οχημάτων επάνω στο πεζοδρόμιο, που ήταν συστηματική ιδιαίτερα στα τμήματα 4 έως 6 από την πλευρά του εξεταζόμενου τμήματος που βρίσκεται προς την οδό Ακαδημίας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δυσχεραίνει την πρόσβαση των πεζών στα πεζοδρόμια των τμημάτων αυτών και να τους αναγκάζει να διασχίσουν στα προηγούμενα τμήματα και να συνεχίσουν τη διαδρομή τους στην απέναντι πλευρά, όπου χάρις σε ορισμένα κιγκλιδώματα που ήταν τοποθετημένα στο πεζοδρόμιο δεν παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός σταθμευμένων οχημάτων.

Τα σημαντικά ποσοστά των διελεύσεων σε τμήματα εσωτερικά του οικοδομικού τετραγώνου οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην προσπάθεια των πεζών για όσο το δυνατό μεγαλύτερη **μείωση του χρόνου διαδρομής** και γενικότερα του χρόνου που αφιερώνει στις μεταφορές. Έτσι όταν ένας πεζός φτάνει στη διάβαση και αντικρίζει την κόκκινη ένδειξη, πιθανότατα να μην αναμένει στη διάβαση (χρόνοι αναμονής έως και 25-30 sec) αλλά να κινηθεί σε άλλο τμήμα, όπου ενδεχομένως να εκμεταλλευτεί κάποιο κενό στη ροή των οχημάτων και να μην χρειαστεί να αναμένει στην άκρη του οδοστρώματος. Το συμπέρασμα αυτό ενισχύεται από το γεγονός ότι οι πεζοί, που εμπλέκονται στην κυκλοφορία των οχημάτων, εκμεταλλεύονται χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων έως και 5 δευτερολέπτων, σε ποσοστό που φτάνει το 76,75%, που αποτελεί μια

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ			
Μαθηματικά Πρότυπα	Ιεραρχημένο	Διακριτών Επιλογών	Πολυωνυμικό
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΗΝ **ΔΙΑΒΑΣΗ**			
Ένδειξη Φωτεινού Σηματοδότη	-0.9156		
Προέλευση Πεζού			0
Προορισμός Πεζού			0
Φύλο Πεζού		0.6190	0
Χρόνος Αναμονής	0.1904	0.1197	
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	-2.2938	-1.3352	0
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.9629	0.0885	0
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			0
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 2**			
Στάση οχημάτων επάνω στη διάβαση	0.4953	0.5902	
Προέλευση Πεζού			1.48748
Προορισμός Πεζού	-0.4112	-0.3252	0.9667
Φύλο Πεζού	-0.9718		-1.3553
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0.4954	0.7189	2.7061
Κυκλοφοριακός Φόρτος			-0.3277
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-1.0816
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 3**			
Προέλευση Πεζού			1.5994
Προορισμός Πεζού			1.0514
Κατεύθυνση Πεζού	-1.3405	-0.9201	
Φύλο Πεζού			-0.5098
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0.4600	0.8116	2.3792
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1473	0.1466	-0.2607
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-2.3652
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 4**			
Προέλευση Πεζού	0.1694	0.2513	1.8368
Προορισμός Πεζού			1.2094
Κατεύθυνση Πεζού	-1.3405	-0.5487	
Φύλο Πεζού			-0.2835
Χρόνος Αναμονής	-0.1484	-0.1403	
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα			2.2078
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1243	0.1096	-0.3671
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-2.3205
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 5**			
Προέλευση Πεζού	0.1542	0.2401	2.0775
Προορισμός Πεζού			1.3007
Κατεύθυνση Πεζού	-1.979	-1.1587	
Φύλο Πεζού			-1.1508
Χρόνος Αναμονής	-0.1592	-0.1548	
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα			1.6209
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.2140	0.1926	-0.3208
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-3.7938
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 6**			
Προέλευση Πεζού	-0.4299	0.2024	2.8385
Προορισμός Πεζού	-1.3081		2.1490
Φύλο Πεζού			-1.2473
Χρόνος Αναμονής	0.1482	0.1139	
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα			1.6870
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.2148	-0.1229	-0.5096
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-5.8145

Αποτελέσματα Λογαριθμικών Προτύπων

σημαντική ένδειξη της μεγάλης σημασίας που έχει αποκτήσει ο χρόνος στη σύγχρονη κοινωνία αφού κανείς είναι διατεθειμένος να ριψοκινδυνέψει περισσότερο προκειμένου να εξοικονομήσει λίγο χρόνο.

Η **προσπάθεια εξοικονόμησης χρόνου** που οδηγεί σε συμπεριφορές που εμπεριέχουν **μεγαλύτερο κίνδυνο** επαληθεύεται και από τα υψηλά ποσοστά (41,7%) των πεζών που είναι διατεθειμένοι να εμπλακούν στην κυκλοφορία των οχημάτων προκειμένου να διασχίσουν την οδό.

Ένα **κενό στη ροή των οχημάτων** της τάξεως των **3 δευτερολέπτων** είναι αρκετό ώστε να διασχίσουν την οδό οι πεζοί σε ποσοστό **36,05%.** Τα παραπάνω ποσοστά διαφοροποιούνται ανάμεσα σε άντρες και γυναίκες καθώς και ανάμεσα στις διάφορες ηλικιακές ομάδες, όμως η τάξη μεγέθους για όλες τις κατηγορίες (φύλο, ηλικία) είναι περίπου η ίδια, γεγονός που σημαίνει ότι έχει περισσότερο να κάνει με την γενικότερη συμπεριφορά του ελληνικού λαού και δεν αποτελεί χαρακτηριστικό κάποιων συγκεκριμένων ομάδων ατόμων (νεαροί κτλ.).

Οι πεζοί, οι οποίοι προέρχονταν από την πλευρά της οδού που βρίσκεται προς την οδό Ακαδημίας, παρατηρήθηκε ότι έχουν μια τάση να διασχίζουν σε σημεία πολύ κοντινά στο σημείο προέλευσης τους, που δείχνει την βιαστική διάθεση για τη διάσχιση της οδού. Το γεγονός αυτό ενισχύεται από τις **δυσμενείς συνθήκες που επικρατούν στο πεζοδρόμιο** που βρίσκεται προς την οδό Ακαδημίας (πλάτος πεζοδρομίου, παράνομα σταθμευμένα οχήματα επάνω στο πεζοδρόμιο) και καθιστούν δύσκολο και σε ορισμένες περιπτώσεις επικίνδυνο το βάδισμα σε αυτό.

Επίσης ελάχιστοι ήταν οι πεζοί, οι οποίοι πραγματοποίησαν κινήσεις που απαιτούσαν μεγαλύτερη **απόσταση βαδίσματος** προκείμενου να διασχίσουν στη διάβαση, όπου υπάρχει προστατευόμενη φάση για τους πεζούς. Εκτός από την προσπάθεια εξοικονόμησης χρόνου από τους πεζούς οι συμπεριφορές αυτές πιθανότατα να οφείλονται και στην αρνητική διάθεση που διακατέχει τους πεζούς όσον αφορά στο βάδισμα, το οποίο προσπαθούν να μειώσουν στο ελάχιστο. Η τάση αυτή, είναι απόρροια της διάθεσης για ελαχιστοποίηση της σωματικής άσκησης, γεγονός που παρατηρείται έντονο τα τελευταία χρόνια.

Επίσης επισημαίνεται ότι είναι λίγες οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη συμπεριφορά των πεζών με χρήση της **θεωρίας διακριτών επιλογών (discrete choice theory)**. Έτσι με την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με την καταλληλότητα της εφαρμογής της παραπάνω θεωρίας σε ζητήματα οδικής ασφάλειας των πεζών. Από τα αποτελέσματα της εφαρμογής της θεωρίας

διακριτών επιλογών (τόσο από τις τιμές των στατιστικών δεικτών όσο και από τη συμφωνία των αποτελεσμάτων με παρόμοιες έρευνες και με τη λογική), εξάγεται το συμπέρασμα ότι η θεωρία αυτή αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη της συμπεριφοράς των πεζών, με την προϋπόθεση ότι κατά την εφαρμογή της πραγματοποιήθηκαν παραδοχές, οι οποίες είναι ρεαλιστικές και δεν επηρεάζουν αρνητικά τα εξαγόμενα αποτελέσματα. Με αυτό τον τρόπο προκύπτουν μαθηματικά πρότυπα, τα οποία μπορούν να προσομοιώσουν σε ικανοποιητικό βαθμό τη διαδικασία επιλογής του τμήματος που θα διασχίσει ο πεζός. Οι παραδοχές που γίνονται, είναι άλλοτε κοινές για οποιαδήποτε οικογένεια προτύπων (αρκεί βέβαια να υπάγεται στη θεωρία διακριτών επιλογών) και άλλοτε διαφέρουν για κάθε πρότυπο.

Από τη σύγκριση των τριών προτύπων που αναπτύχθηκαν (Κεφάλαιο 6), προέκυψε ότι το **καταλληλότερο πρότυπο είναι το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο**. Το πολυωνιμικό λογαριθμικό πρότυπο κρίθηκε ακατάλληλο για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών λόγω ορισμένων περιορισμών του (π.χ. θεωρούνται σταθερές οι εναλλακτικές επιλογές του πεζού και δεν μπορούν να εισέλθουν στο πρότυπο μεταβλητές με τιμές διαφορετικές για κάθε εναλλακτική επιλογή), που καθιστούν τα αποτελέσματα μη ρεαλιστικά. Από τα άλλα δύο πρότυπα το ιεραρχημένο πρότυπο κρίνεται καταλληλότερο. Η τιμή του στατιστικού δείκτη R^2 είναι για το ιεραρχημένο πρότυπο 0,36, ενώ για το πρότυπο διακριτών επιλογών 0,30. Τα αποτελέσματα του ιεραρχημένου προτύπου για ορισμένες μεταβλητές παρουσιάζονται πιο ρεαλιστικά από τα αντίστοιχα του προτύπου διακριτών επιλογών, ενώ και θεωρητικά προκύπτει ότι για περιπτώσεις όπως εκείνη που εξετάζεται στην παρούσα εργασία, όπου ορισμένες εναλλακτικές επιλογές μοιράζονται κάποια κοινά χαρακτηριστικά (π.χ. διασταυρώσεις και τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου), είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται το ιεραρχημένο πρότυπο, με το οποίο πραγματοποιείται ομαδοποίηση των εναλλακτικών με κοινά χαρακτηριστικά.

Τέλος αναφέρεται ότι το ιεραρχημένο πρότυπο που αναπτύχθηκε, μπορεί με κατάλληλη κάθε φορά προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες (π.χ. προσθήκη, αφαίρεση μεταβλητών, αλλαγή στις τιμές των μεταβλητών, προσθήκη σταθερών), να χρησιμοποιηθεί για την **προσομοίωση της συμπεριφοράς των πεζών και σε άλλα οδικά τμήματα**, ιδιαίτερα σε πόλεις της Ελλάδας αλλά και σε αστικά κέντρα του εξωτερικού. Οι απαραίτητες προϋποθέσεις είναι το οδικό τμήμα να διασταυρώνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις με άλλες οδούς, να είναι μίας κατεύθυνσης, να υπάρχει φωτεινός σηματοδότης για οχήματα και πεζούς και να έχει παρόμοια γεωμετρικά χαρακτηριστικά με το εξεταζόμενο τμήμα.

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι οι πεζοί στην Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή των Αθηνών **συμπεριφέρονται με τρόπο που εμπεριέχει υψηλό κίνδυνο** προκειμένου να ελαχιστοποιήσουν το χρόνο διαδρομής και την απόσταση βαδίσματος. Σε αρκετές περιπτώσεις η συμπεριφορά των πεζών δεν εξαρτάται μόνο από τη δίκη τους διάθεση αλλά και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος της οδού. Έτσι η συμπεριφορά ενός πεζού μπορεί να διαφοροποιηθεί ανάλογα με τη συμπεριφορά των οδηγών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα συμπεριφοράς των οδηγών που αναγκάζει τους πεζούς να ριψοκινδυνέψουν περισσότερο είναι η κατάληψη της διάβασης από οχήματα. Έτσι οι πεζοί αναγκάζονται να διασχίσουν ανάμεσα από τα οχήματα, όπου σε πολλές περιπτώσεις κινούνται δίκυκλα τα οποία δεν είναι πάντα ορατά από τους πεζούς. Σε ανάλογες περιπτώσεις πολλοί πεζοί αποφασίζουν να διασχίσουν σε άλλα τμήματα της οδού. Επίσης, η παράνομη στάθμευση οχημάτων επάνω στα πεζοδρόμια αναγκάζει πολλούς πεζούς να περπατήσουν κατά μήκος του οδοστρώματος αντί του πεζοδρομίου.

Τέλος αναφέρονται ορισμένες **προτάσεις** για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας των πεζών.

- Δημιουργία πεζοδρομημένων κεντρικών περιοχών

- Εφαρμογή σειράς τεχνικών μέτρων χαμηλού κόστους μείωσης της ταχύτητας της κυκλοφορίας σε επιλεγμένες περιοχές κατοικίας

- Αντιμετώπιση της παράνομης στάθμευσης επάνω στα πεζοδρόμια

- Ετοιμασία και υιοθέτηση πολιτικής για την κυκλοφορία των πεζών από κάθε Δημοτική Αρχή

- Προτείνεται θεσμοθέτηση των μελετών επιπτώσεων οδικής ασφάλειας με έμφαση στην κυκλοφορία των πεζών σε κάθε μεγάλο (οδικό ή μη) έργο υποδομής.

- Εντοπισμός επικίνδυνων θέσεων με στατιστικά αυξημένο αριθμό ατυχημάτων με εμπλοκή πεζού

- Το σύνολο των πολιτών θα πρέπει να ενημερώνεται και να ευαισθητοποιείται γύρω από θέματα οδικής ασφάλειας και ειδικότερα για την οδική ασφάλεια των πεζών

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ 1

1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 7

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 8

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 12

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ 15

2.1 ΓΕΝΙΚΑ 15

2.2 ΠΕΖΟΙ ΚΑΙ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ 15

2.2.1 Συμπεριφορά των πεζών και περιβάλλον της οδού 15

2.2.2 Λογαριθμικά πρότυπα και συμπεριφορά πεζών και οδηγών κατά τη διάσχιση οδού 19

2.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΕΖΩΝ ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ 23

2.3.1 Ανάλυση συμπεριφοράς πεζών κατά τη διάσχιση οδού 23

2.3.2 Βελτιώσεις στην ασφάλεια των πεζών και συμπεριφορά πεζών και αυτοκινητιστών 26

2.3.3 Κριτήρια διάσχισης οδού 28

2.3.4 Διαγραμμισμένες και μη διαβάσεις σε μη ελεγχόμενα σημεία 30

2.3.5 Κυκλοφοριακός φόρτος πεζών και οχημάτων και επικινδυνότητα των πεζών 31

2.3.6 Ατυχήματα πεζών και είδος της οδού 33

2.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 34

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ 36

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 36

3.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ 36

3.2.1 Πρότυπα Διακριτών Επιλογών 37

3.2.2 Υποθέσεις κατά την Προτυποποίηση (modeling assumption) 37

3.2.2.1 Άτομο-Χρήστης (Decision Maker) 38

3.2.2.2 Εναλλακτικές Επιλογές (Alternatives) 38

3.2.2.3 Χαρακτηριστικά Εναλλακτικών Επιλογών (Attributes) 39

3.2.2.4 Κανόνες Λήψης Απόφασης (decision rules) 39

3.2.2.4.α Νεοκλασική Οικονομική Θεωρία (deterministic choice models) 40

3.2.2.4.β Στοχαστικά ή Πιθανοτικά Πρότυπα (random utility models) 41

3.2.3 Πιθανοτικό Πρότυπο (Probit) 42

3.2.4 Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο (Multinomial Logit Model) 44

3.2.5 Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο (Nested Logit Model) 52
3.2.6 Στατιστική Αξιολόγηση 56
3.2.7 Ελαστικότητες Λογαριθμικών Προτύπων 58
3.2.8 Πηγές Σφαλμάτων 59

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ 61
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 61
4.2 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 61
4.2.1 Συλλογή στοιχείων 61
4.2.2 Στοιχεία Βάσης δεδομένων 64
4.2.3 Εισαγωγή στοιχείων στη Βάση Δεδομένων 71
4.2.4 Δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν κατά τη συλλογή 74
4.2.5 Περιγραφή Βάσης Δεδομένων 77
4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 81
4.3.1 Πίνακες Εποπτικών Συμπερασμάτων 82
4.3.2 Δημιουργία Μαθηματικών Προτύπων 84

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 93
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 93
5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΟΛΥΩΝΙΜΙΚΟΥ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 94
5.2.1 Δεδομένα Εισόδου 94
5.2.2 Στατιστική Επεξεργασία Στοιχείων 96
5.2.3 Αποτελέσματα Πολυωνιμικού Λογαριθμικού Προτύπου 98
5.2.3.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων Πολυωνιμικού Λογαριθμικού Προτύπου 98
5.2.3.2 Περιγραφή και επεξήγηση αποτελεσμάτων του Πολυωνιμικού Λογαριθμικού Προτύπου 102
5.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ 112
5.3.1 Δεδομένα Εισόδου 112
5.3.2 Στατιστική Επεξεργασία Στοιχείων 119
5.3.3 Αποτελέσματα Προτύπου Διακριτών Επιλογών 120
5.3.3.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων Προτύπου Διακριτών Επιλογών 120
5.3.3.2 Περιγραφή και επεξήγηση αποτελεσμάτων του Προτύπου Διακριτών Επιλογών 123
5.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΙΕΡΑΡΧΗΜΕΝΟΥ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 133
5.4.1 Δεδομένα Εισόδου 133

5.4.2 Στατιστική Επεξεργασία Στοιχείων 133
5.4.3 Αποτελέσματα Ιεραρχημένου Λογαριθμικού Προτύπου 135
5.4.3.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων Ιεραρχημένου Λογαριθμικού Προτύπου 135
5.4.3.2 Περιγραφή και επεξήγηση αποτελεσμάτων του Ιεραρχημένου Λογαριθμικού Προτύπου 138
5.5 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ 147

6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ 154
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 154
6.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ 154
6.2.1 Συγκριτικά Διαγράμματα Πιθανότητας 155
6.2.2 Συμπεράσματα για την καταλληλότητα των προτύπων 158
6.2.2.1 Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο 158
6.2.2.2 Πρότυπο Διακριτών Επιλογών – Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο 159

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 163
7.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 163
7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΠΕΖΩΝ 165
7.2.1 Συμπεράσματα για την επιρροή των μεταβλητών 165
7.2.2 Γενικά Συμπεράσματα 169
7.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 173
7.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ 176

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ 180

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 186

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 207

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 Διάγραμμα μεταβολής του αριθμού των θανατηφόρων ατυχημάτων για την περίοδο 1980-2000 3
Σχήμα 1.2 Θάνατοι πεζών ανά 100.000 πληθυσμού 4
Σχήμα 1.3 Ποσοστά θανάτων-τραυματισμών πεζών χωρών της Ε.Ε. 1997 5
Σχήμα 1.4 Αριθμός θανάτων πεζών και αριθμός ωρών περπατήματος κατά ηλικία 6
Σχήμα 1.5 Διάγραμμα ροής εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας 11

Σχήμα 2.1 Εναλλακτικές επιλογές πεζών 16
Σχήμα 2.2 Αναμενόμενος αριθμός καταγεγραμμένων ατυχημάτων με πεζούς ανά ημέρα σε σχέση με τον ωριαίο φόρτο πεζών 32
Σχήμα 2.3 Αναμενόμενος αριθμός καταγεγραμμένων ατυχημάτων με πεζούς ανά ημέρα σε σχέση με τον ωριαίο φόρτο οχημάτων 32

Σχήμα 3.1 Γραφική παρουσίαση κατανομής ακραίων τιμών Τύπου 1 47
Σχήμα 3.2 Σύγκριση πιθανοτήτων δυαδικού λογαριθμικού και πιθανοτικού προτύπου 49
Σχήμα 3.3 Παράδειγμα επιλογής διαδρομής 50
Σχήμα 3.4 Δέντρο ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου 52
Σχήμα 3.5 Πιθανότητα κάθε εναλλακτικής σαν συνάρτηση του 1/σ2 56

Σχήμα 4.1 Περιοχή Μελέτης 62
Σχήμα 4.2 Πεζοί που ενδιέφερε να καταγραφούν 63
Σχήμα 4.3 Πεζοί που δεν ενδιέφερε να καταγραφούν 64
Σχήμα 4.4 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 1 65
Σχήμα 4.5 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 2 65
Σχήμα 4.6 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 3 66
Σχήμα 4.7 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 4 66
Σχήμα 4.8 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 5 67
Σχήμα 4.9 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 6 67
Σχήμα 4.10 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 7 68
Σχήμα 4.11 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 8 68
Σχήμα 4.12 Κινήσεις πεζών που δεν συμπεριλήφθηκαν στο δείγμα 69
Σχήμα 4.13 Πεζοί που κατευθύνονταν προς την περιοχή της στοάς 75
Σχήμα 4.14 Πεζοί που προέρχονταν από την περιοχή της στοάς 75

Σχήμα 4.15 Εισαγωγή μεταβλητών στο SPSS 83
Σχήμα 4.16 Οθόνη εκτέλεσης εντολής CROSSTABULATION 84
Σχήμα 4.17 Διαδοχικές οθόνες εισαγωγής μεταβλητών στο LIMDEP 85
Σχήμα 4.18 Οθόνη προγραμματισμού του Πολυωνυμικού Προτύπου 86
Σχήμα 4.19 Οθόνη παρουσίασης αποτελεσμάτων για το Πολυωνυμικό Πρότυπο 87
Σχήμα 4.20 Οθόνη παρουσίασης οριακών επιρροών για το Πολυωνυμικό Πρότυπο 88
Σχήμα 4.21 Διαδοχικές οθόνες αποτελεσμάτων του Προτύπου Διακριτών Επιλογών 91
Σχήμα 4.22 Διαδοχικές οθόνες αποτελεσμάτων του Ιεραρχημένου Προτύπου 92

Σχήμα 5.1 Διαγράμματα μεταβολής πιθανότητας σε σχέση με κυκλοφοριακό φόρτο 109,110
Σχήμα 5.2 Διάγραμμα μεταβολής των πιθανοτήτων σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο 111
Σχήμα 5.3 Παραδοχή για την κίνηση των πεζών 113
Σχήμα 5.4 Παραδοχή για την κίνηση των πεζών 113
Σχήμα 5.5 Παραδοχή για κίνηση των πεζών (Κατηγορίες 1 και 2) 114
Σχήμα 5.6 Διαγράμματα μεταβολής της πιθανότητας σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο 131
Σχήμα 5.7 Διαγράμματα μεταβολής της πιθανότητας σε σχέση με το χρόνο αναμονής 132
Σχήμα 5.8 Δια γράμματα μεταβολής πιθανότητας σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο 145
Σχήμα 5.9 Διαγράμματα μεταβολής πιθανότητας σε σχέση με το χρόνο αναμονής 146

Σχήμα 6.1 Επιρροή Κυκλοφοριακού Φόρτου 155
Σχήμα 6.2 Επιρροή Κυκλοφοριακού Φόρτου 156
Σχήμα 6.3 Επιρροή Χρόνου Αναμονής 157

Σχήμα 7.1 Εναλλακτικές Επιλογές Πεζού 164

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Ατυχήματα κατά την περίοδο 1995-2001 στην Ελλάδα 2
Πίνακας 1.2 Στατιστικά ατυχημάτων και παραβάσεων στην Ελλάδα 2998-2002 2
Πίνακας 1.3 Ατυχήματα πεζών –Ευρωπαϊκή Ένωση 1997 5

Πίνακας 2.1 Εναλλακτικές επιλογές πεζών 19
Πίνακας 2.2 Εναλλακτικές επιλογές οδηγών 19
Πίνακας 2.3 Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο 17
Πίνακας 2.4 Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο για οδηγούς 21
Πίνακας 2.5 Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο για πεζούς 22

Πίνακας 4.1 Συχνότητα διελεύσεων σε κάθε τμήμα ανάλογα με την κατηγορία των πεζών 77
Πίνακας 4.2 Συχνότητα διελεύσεων πεζών σε κάθε τμήμα ανάλογα με την προέλευση τους 78
Πίνακας 4.3 Συχνότητα διελεύσεων πεζών σε κάθε τμήμα ανάλογα με τον προορισμό τους 78
Πίνακας 4.4 Συχνότητα διελεύσεων πεζών σε κάθε τμήμα ανάλογα με το φύλο τους 79
Πίνακας 4.5 Διελεύσεις στην διάβαση ανάλογα με την ηλικία και το φύλο των πεζών 80
Πίνακας 4.6 Συχνότητα διελεύσεων πεζών σε κάθε τμήμα ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο 80
Πίνακας 4.7 Συγκεντρωτικός Πίνακας Βάσης Δεδομένων 82
Πίνακας 4.8 Συγκεντρωτικός πίνακας για το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο 89

Πίνακας 5.1 Απόσπασμα αρχείου εισόδου για το πολυωνυμικό πρότυπο 94
Πίνακας 5.2 Κρίσιμες τιμές κριτηρίου-t του Student 97
Πίνακας 5.3 Αποτελέσματα Πολυωνυμικού Λογαριθμικού Προτύπου 101
Πίνακας 5.4 Μεταβλητές με διαφορετική τιμή για κάθε εναλλακτική 114
Πίνακας 5.5 Μεταβλητές με σταθερή τιμή για όλες τις εναλλακτικές (α) 115
Πίνακας 5.6 Μεταβλητές με σταθερή τιμή για όλες τις εναλλακτικές (β) 116
Πίνακας 5.7 Μεταβλητή (X1) που εισάγεται μόνο σε μία συνάρτηση χρησιμότητας 116
Πίνακας 5.8 Αρχείο Εισόδου για το Πρότυπο Διακριτών Επιλογών 118
Πίνακας 5.9 Αποτελέσματα Προτύπου Διακριτών Επιλογών 122
Πίνακας 5.10 Αποτελέσματα Ιεραρχημένου Λογαριθμικού Προτύπου 137
Πίνακας 5.11 Τιμές στατιστικών δεικτών των μαθηματικών προτύπων 147
Πίνακας 5.12 Αποτελέσματα πολυωνυμικού προτύπου 148
Πίνακας 5.13 Αποτελέσματα προτύπου διακριτών επιλογών 149

Πίνακας 5.14 Αποτελέσματα ιεραρχημένου προτύπου 150
Πίνακας 5.15 Τιμές στατιστικών δεικτών των μαθηματικών προτύπων 151

Πίνακας 7.1 Ελαστικότητες για συνολικό πρότυπο 163
Πίνακας 7.2 Ελαστικότητες για μειωμένο πρότυπο 163

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η **οδική ασφάλεια** είναι ένας τομέας που απασχολεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια όλες τις ανεπτυγμένες κοινωνίες. Ο αριθμός των τραυματισμών και των θανάτων λόγω των οδικών ατυχημάτων έχει αυξηθεί σε τέτοιο βαθμό που έχει λάβει διαστάσεις προβλήματος δημόσιας υγείας. Σε πολλές χώρες, όπως και στην Ελλάδα πραγματοποιούνται συντονισμένες προσπάθειες για τη μείωση του αριθμού των οδικών ατυχημάτων και για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας γενικότερα. Εκτός από το τεράστιο κοινωνικό κόστος που προκαλούν τα οδικά ατυχήματα δεν μπορεί να παραμείνει απαρατήρητο και το μεγάλο οικονομικό κόστος με το οποίο επιβαρύνονται οι κοινωνίες. Είναι χαρακτηριστικό πως στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπολογίζεται πως κάθε χρόνο χάνουν τη ζωή τους σε οδικά ατυχήματα περίπου 40.000 άνθρωποι ενώ 1,7 εκατομμύρια τραυματίζονται. Ως συνέπεια, το υπολογιζόμενο κόστος άμεσο και έμμεσο υπερβαίνει τα 160 δισεκατομμύρια Ευρώ. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των Συγκοινωνιολόγων, το οικονομικό και κοινωνικό κόστος των νεκρών, τραυματιών και οι υλικών ζημιών των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα πλησιάζει τα 3 δις Ευρώ ετησίως. Σε παγκόσμια κλίμακα εκτιμάται ότι ο αριθμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα ξεπερνά το 1 εκατομμύριο. Συγκεκριμένα, για το έτος 1998 σε σύνολο 5,8 εκατομμυρίων ανθρώπων που έχασαν τη ζωή τους από ατυχήματα, περίπου το 20% (1,17 εκατομμύρια) αφορούσε σε οδικά ατυχήματα. Επίσης αναφέρεται ότι το ίδιο έτος περί τα 38,8 εκατομμύρια άτομα τραυματίστηκαν σε οδικά ατυχήματα. Στην Ελλάδα η προσπάθεια βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης με στόχο την πρόληψη των οδικών ατυχημάτων δεν μπορεί να ακολουθήσει τους ταχείς ρυθμούς αύξησης των μετακινήσεων με αποτέλεσμα να παρατηρείται υψηλός σε σχέση με άλλες αναπτυγμένες χώρες, ετήσιος αριθμός ατυχημάτων (Community database in road accidents-CARE, 1997).

Παρόλα αυτά τα τελευταία χρόνια παρατηρείται **βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα** καθώς ο αριθμός των νεκρών λόγω οδικών ατυχημάτων έχει μειωθεί κατά περίπου 20% την περίοδο 2000-2003. Στον πίνακα 1.1 συνοψίζονται ο αριθμός και η σοβαρότητα των ατυχημάτων στη χώρα μας για την περίοδο 1995-2001, στον πίνακα 2 παρουσιάζονται κάποια ενδιαφέροντα στατιστικά (ατυχήματα, παραβάσεις κτλ.) και πως αυτά μεταβάλλονται στην

πενταετία 1998-2002, ενώ στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η διακύμανση του αριθμού των θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 100.000 πληθυσμού σε επιλεγμένα κράτη.

Έτος	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Θανατηφόρα Ατυχήματα	1899	1900	1892	1950	1924	1867	1711
Σοβαρά Ατυχήματα (Τραυματισμοί-Υλικές ζημιές)	2475	2370	3567	3768	3696	3261	1652
Ελαφρά Ατυχήματα (Υλικές ζημιές)	19118	19999	19172	19146	18669	17824	15431

Πηγή: 2nd Annual Automobile Business Conference, 2004

Πίνακας 1.1 Ατυχήματα κατά την περίοδο 1995-2001 στην Ελλάδα

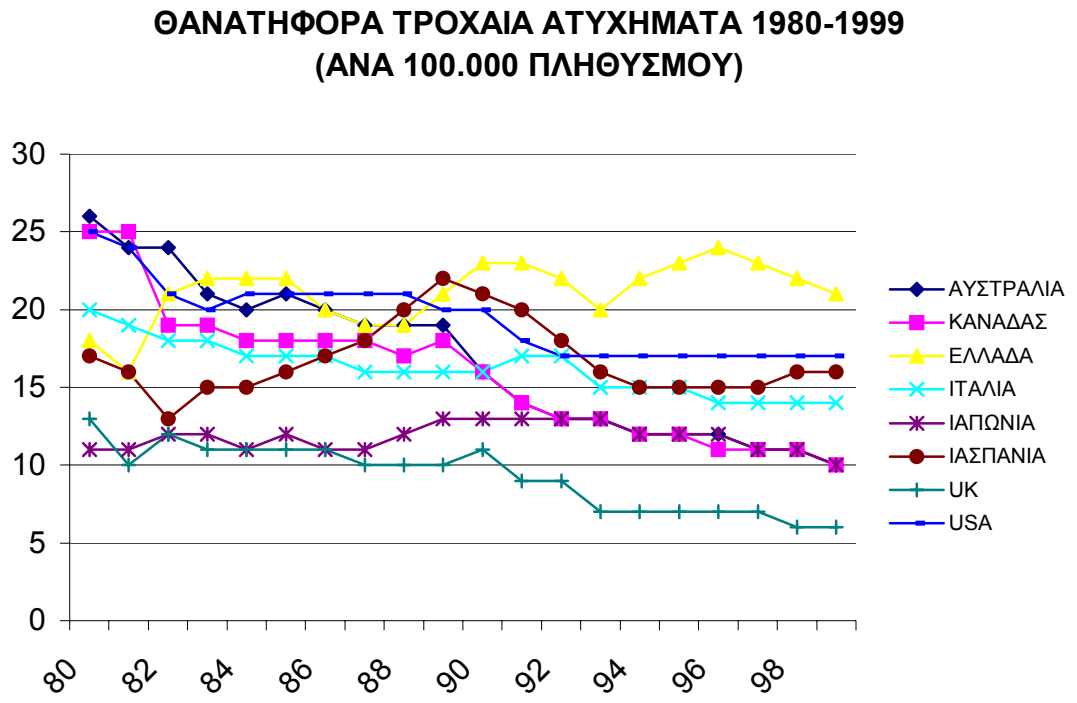
	1998	1999	2000	2001	2002	1998-2002	Πηγή:
Οδικά ατυχήματα με θύματα	24,819	24,231	23,127	19,710	16,852	-32%	ΕΣΥΕ
Νεκροί	2,182	2,116	2,088	1,895		-24%	ΕΣΥΕ
Οχήματα (x1000)	4,323	4,690	5,061	5,390	5,741	33%	ΥΜΕ
Παραβάσεις ταχύτητας	92,122	97,947	175,075	316,451	418,421	354%	Τροχαία
Παραβάσεις αλκοόλ	13,996	17,665	30,507	49,464	48,947	250%	Τροχαία
Αλκοτέστ	202,161	246,611	365,388	710,998	1,034,502	412%	Τροχαία

Πηγή: 2nd Annual Automobile Business Conference, 2004

Πίνακας 1.2 Στατιστικά ατυχημάτων και παραβάσεων στην Ελλάδα 2998-2002

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί στις περισσότερες ανεπτυγμένες οικονομικά χώρες ο **αριθμός των θανατηφόρων ατυχημάτων** παρουσιάζει σημαντική μείωση, γεγονός όμως που δεν συμβαίνει στη χώρα μας όπου παρατηρείται αύξηση σε σχέση με προηγούμενες δεκαετίες. Ο αριθμός θανατηφόρων ατυχημάτων παρουσιάζεται πολύ υψηλός κατά το έτος 1996, ενώ από το

σημείο αυτό και μετά παρουσιάζεται μείωση. Παρά τη μείωση αυτή η Ελλάδα βρίσκεται στην υψηλότερη θέση σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες που παρουσιάζονται στο διάγραμμα.



Πηγή: Road accident statistics, 2000

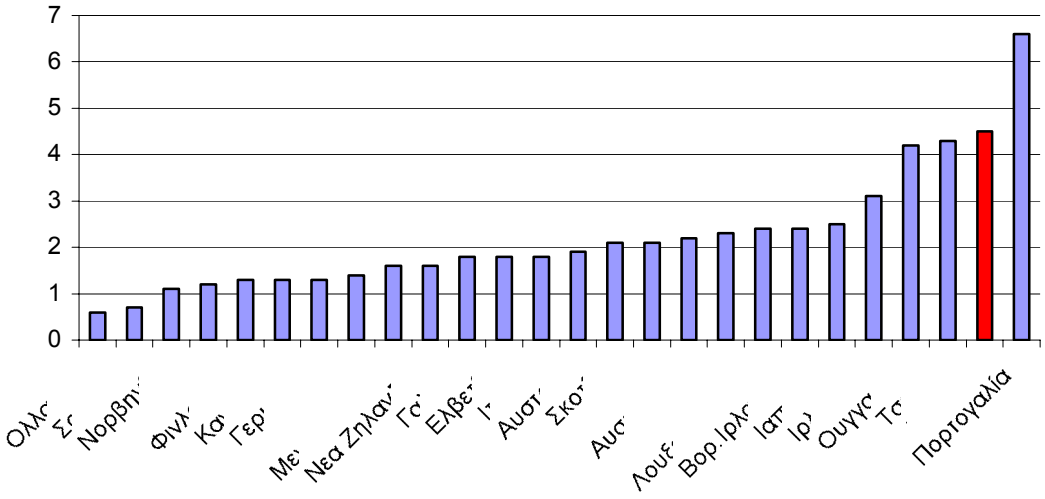
Σχήμα 1.1 Διάγραμμα μεταβολής του αριθμού των θανατηφόρων ατυχημάτων για την περίοδο 1980-2000

Μια από τις περισσότερο ευπαθείς κατηγορίες χρηστών της οδού, που δεν είναι προστατευμένη στο βαθμό που έπρεπε είναι οι **πεζοί**. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συχνή εμπλοκή των πεζών σε οδικά ατυχήματα και την αυξημένη πιθανότητα τραυματισμού ή θανάτου.

Ο αριθμός των θυμάτων πεζών στα οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα είναι από τους υψηλότερους αναλογικά ανάμεσα στα Ευρωπαϊκά κράτη, αφού την τελευταία δεκαπενταετία στα ατυχήματα στους ελληνικούς δρόμους αντιστοιχούν κατά μέσο όρο **κάθε χρόνο 405 νεκροί**, **595 βαριά και 3.570 ελαφρά τραυματίες**. Κατά συνέπεια, η βελτίωση της ασφάλειας των πεζών είναι δυνατόν να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του συνολικού αριθμού των θυμάτων από οδικά ατυχήματα. Πιο συγκεκριμένα, η διεθνής και η ελληνική εμπειρία έχουν δείξει ότι η πιθανότητα θανάτου του πεζού μειώνεται από το 90% στο 10% όταν μειωθεί το όριο ταχύτητας από 50 χλμ./ώρα σε 30 χλμ./ώρα, όπως επίσης ότι στις περιοχές κατοικίας που εφαρμόστηκαν μέτρα χαμηλού κόστους

για τη μείωση της ταχύτητας της κυκλοφορίας (π.χ. Νέο Ψυχικό) παρατηρείται μείωση του αριθμού των ατυχημάτων κατά 60%. (Γιαννής Γ., 2003) Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο αριθμός των θανάτων πεζών ανά 100.000 κατοίκους, για διάφορα κράτη για το έτος 1996. Όπως φαίνεται η Ελλάδα είναι μία από τις χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά ατυχημάτων και θανάτων πεζών ανάμεσα στα ανεπτυγμένα κράτη.

Θάνατοι πεζών ανά 100.000 πληθυσμού για το έτος 1996



Πηγή: Road Accidents Scotland 1997, The Scottish Office (1998)

Σχήμα 1.2 Θάνατοι πεζών ανά 100.000 πληθυσμού

Στα υψηλά αυτά ποσοστά ατυχημάτων με πεζούς συμβάλει και **το κλίμα της Ελλάδας** το οποίο είναι ηπιότερο από εκείνο των χωρών με χαμηλούς δείκτες ατυχημάτων με πεζούς, με αποτέλεσμα να ευνοούνται οι μετακινήσεις με τα πόδια και έτσι να αντιστοιχούν σε κάθε κάτοικο περισσότερα διανυθέντα χιλιόμετρα. Βέβαια ποιο χρήσιμα αποτελέσματα θα προέκυπταν από τη σύγκριση του αριθμού των ατυχημάτων ανά διανυθέντα χιλιόμετρα με τα πόδια, εάν ήταν διαθέσιμα τα σχετικά στοιχεία.

Μεγάλη συμμετοχή στα ατυχήματα αυτά έχουν και **τα παιδιά**. Στο διάστημα από το 1996 έως το 2000, 3.917 τροχαία ατυχήματα αφορούσαν παιδιά έως και 15 ετών. Το 45% από αυτά τραυματίστηκαν ως πεζοί, το 23% έκαναν ποδήλατο και τα υπόλοιπα ήταν επιβάτες. Αναφορικά με τα παιδιά ηλικίας έως και 5 ετών, παρατηρούμε ότι από τα 1.355 οδικά ατυχήματα την επταετία 1996-2002 προκύπτει ότι ένα στα δυο αφορούσε παιδιά-πεζούς ενώ οι υπόλοιποι τραυματισμοί

σημειώθηκαν στη διάρκεια μεταφοράς των παιδιών με αυτοκίνητο, μηχανή ή ποδήλατο (National Statistical Service of Greece, 2002).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι το μεγάλο πρόβλημα της οδικής ασφάλειας των πεζών δεν αφορά μόνο στην Ελλάδα αλλά και στην υπόλοιπη **Ευρωπαϊκή Ένωση**. Ακολουθούν κάποια διαγράμματα όπου συνοψίζονται τα ποσοστά θανάτων και τραυματισμών ανάλογα με την κατηγορία των χρηστών της οδού που αφορούν στο σύνολο των χωρών τις Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 1997.

	ΛΟ		ΛΑΤΑ	ΠΟΔΗΛΑΤΑ	ΣΙΚΛΕΤΕΣ	ΤΕΣ ΙΧ	
ΙΡΟΙ	77	0			2	5	7
ΜΑΤΙΕΣ	844	22	27	54	46	024	571
ΛΟ	521	92	99	05	18	639	968

Πηγή: Community database in road accidents-CARE, 1997

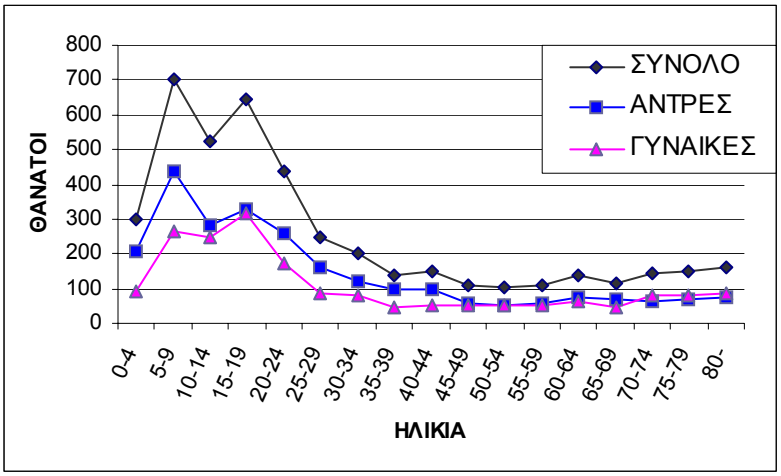
Πίνακας 1.3 Ατυχήματα πεζών –Ευρωπαϊκή Ένωση 1997

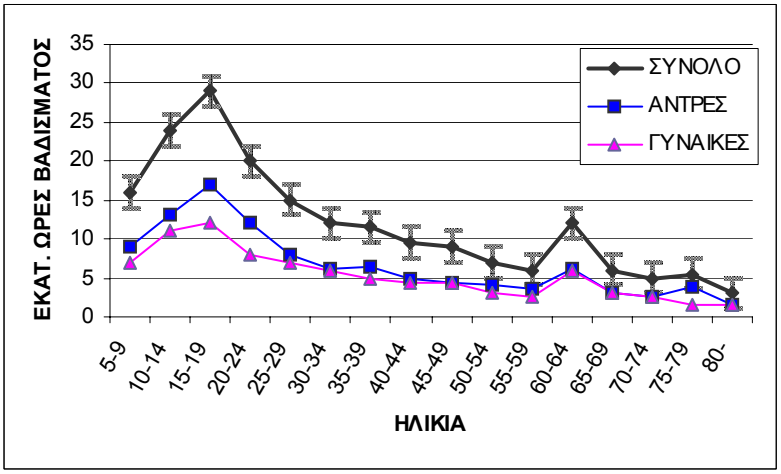
Πηγή: Community database in road accidents-CARE, 1997

Σχήμα 1.3 Ποσοστά θανάτων-τραυματισμών πεζών χωρών της Ε.Ε. 1997

Η μέχρι σήμερα εμπειρία δείχνει ότι η συμμετοχή των πεζών σε ατυχήματα εξαρτάται από την ηλικία του πεζού. Η παρατηρούμενη αύξηση των νεκρών στις μεγαλύτερες ηλικίες οφείλεται κυρίως στην αυξημένη πιθανότητα θανάτου στις ηλικίες αυτές από τραυματισμό της ίδιας σοβαρότητας. Από στατιστικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται σημαντική αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων με πεζό για τους οδηγούς στην ηλικία των 20 ετών, ο οποίος για

τους άντρες είναι ιδιαίτερα υψηλός. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συσχέτιση του αριθμού των ατυχημάτων πεζών για διάφορες ηλικίες, με την απόσταση που διανύθηκε με τα πόδια από την αντίστοιχη ηλικία. Έτσι παρατηρείται ότι ο χαμηλότερος αριθμός ατυχημάτων ανά μονάδα απόστασης περπατήματος παρουσιάζεται στην ηλικία των 30-39 ετών. Η διακύμανση των θανατηφόρων ατυχημάτων με την ηλικία είναι σημαντικά υψηλότερη από εκείνη για το σύνολο των ατυχημάτων. Για τις μεγαλύτερες των 65 ετών ηλικίες ο εξεταζόμενος δείκτης ατυχημάτων είναι τρεις φορές υψηλότερος από τον αντίστοιχο της ομάδας 30-39 ετών για το σύνολο των ατυχημάτων, αλλά σχεδόν 20 φορές υψηλότερος για τα θανατηφόρα ατυχήματα. Αύξηση του δείκτη τόσο για το σύνολο όσο και για τα θανατηφόρα μόνον ατυχήματα παρουσιάζεται και στην ηλικία των 5-10 ετών. Παρακάτω παρουσιάζονται δύο διαγράμματα όπου φαίνεται για την περίοδο 1988-1991 στη Νέα Ζηλανδία ο αριθμός των θανάτων πεζών και ο αριθμός των ωρών περπατήματος για διάφορες ηλικίες.





Πηγή: Keall M.D., 1995

Σχήμα 1.4 Αριθμός θανάτων πεζών και αριθμός ωρών περπατήματος κατά ηλικία

Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά τα ατυχήματα με πεζούς είναι **ο φωτισμός**. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας στη Μεγάλη Βρετανία το ποσοστό των θανατηφόρων ατυχημάτων με πεζούς κατά την διάρκεια της ημέρας βρέθηκε ίσο με 4,3% ενώ το αντίστοιχο κατά τη διάρκεια της νύχτας έφτασε το 7,3%. Όσον αφορά στο ποσοστό των σοβαρών ατυχημάτων με πεζούς βρέθηκε ίσο προς 27% και 36% για την ημέρα και τη νύχτα αντίστοιχα (Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γκόλιας Ι.Κ., 1994).

Όπως αναφέρεται και παραπάνω λόγω του μεγάλου ποσοστού των ατυχημάτων με πεζούς στο σύνολο των ατυχημάτων, ενδεχόμενη μείωση των ατυχημάτων με πεζούς θα οδηγούσε σε σημαντική μείωση του αριθμού των ατυχημάτων γενικότερα. Η βελτίωση των συνθηκών κίνησης των πεζών παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της οδικής ασφάλειας στις περιοχές που ο συνδυασμός της δραστηριότητας των πεζών και των κυκλοφοριακών φόρτων οδηγούν σε αυξημένη επικινδυνότητα παράσυρσης πεζών. Από όλα αυτά μπορεί κανείς να αντιληφθεί τη σοβαρότητα του προβλήματος και την **επιτακτική ανάγκη εξεύρεσης λύσεων** για την οδική ασφάλεια των πεζών. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού θα πρέπει να ληφθούν μέτρα, τα οποία θα πρέπει να στηρίζονται στην κατανόηση της συμπεριφοράς των πεζών και των αντιδράσεων τους κατά τις ενδεχόμενες αλλαγές του περιβάλλοντος της οδού. Έτσι, πριν τη λήψη κάποιων μέτρων, οφείλει κανείς να μελετήσει τη συμπεριφορά των πεζών στα υπόψη οδικά τμήματα και έτσι να μπορέσει να αντιμετωπίσει το πρόβλημα αποτελεσματικότερα.

1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Με βάση όσα αναφέρθηκαν στη γενική ανασκόπηση, στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι **η διερεύνηση της συμπεριφοράς των πεζών όσον αφορά στο τμήμα που επιλέγουν να διασχίσουν την οδό.** Θα διερευνηθεί το πώς ορισμένοι παράγοντες που αφορούν στην οδό και τα χαρακτηριστικά των ίδιων των χρηστών επηρεάζουν τη διαδικασία επιλογής του τμήματος της οδού που θα διασχίσουν. Η διαδικασία επιλογής προσομοιώνεται με την ανάπτυξη κάποιων μαθηματικών προτύπων, μέσω των οποίων είναι εφικτή η ποσοτικοποίηση της επιρροής που ασκούν οι εξωγενείς παράγοντες καθώς και τα χαρακτηριστικά των ίδιων των πεζών στην τελική επιλογή του σημείου διάσχισης. Τα πρότυπα που θα χρησιμοποιηθούν είναι το Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο (Multinomial Logit Model), το Πρότυπο Διακριτών Επιλογών (Discrete Choice Model) και το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο (Nested Logit Model), τα οποία έχουν παρόμοια δομή, στηρίζονται σε παρόμοιες παραδοχές ενώ το καθένα

μπορεί να θεωρηθεί ως επέκταση του άλλου, που σκοπό έχει να αντιμετωπιστούν οι τυχόν δυσκολίες που παρουσιάζονταν κατά την εφαρμογή τους. Κατά συνέπεια επιμέρους στόχος της παρούσας εργασίας είναι η **σύγκριση των μεθόδων** για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών.

Τα μαθηματικά πρότυπα υπολογίζουν την **πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός σε κάθε τμήμα** της οδού. Η πιθανότητα κάθε επιλογής εξαρτάται από τις τιμές των παραγόντων που αφορούν στην οδό και αλλάζουν τιμή από επιλογή σε επιλογή και των χαρακτηριστικών των χρηστών, τα οποία διατηρούνται σταθερά, όποια εναλλακτική και εάν επιλέξει ο πεζός. Οι παράγοντες που θα επιχειρηθεί να συσχετιστούν με την ανεξάρτητη μεταβλητή (τμήμα οδού που επέλεξε ο πεζός) είναι η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, η παράνομη στάθμευση οχημάτων, ο κυκλοφοριακός φόρτος κ.α. Ενώ τα χαρακτηριστικά του χρήστη είναι το φύλο, η ηλικία, το σημείο προορισμού, προέλευσης του κ.α. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων στηρίζεται εκτός από τους σχετικούς στατιστικούς δείκτες και σε παρόμοιες βιβλιογραφικές αναφορές.

Συνοψίζοντας, με βάση όσα εξετάζονται στην παρούσα εργασία επιδιώκεται να προσδιοριστεί η συμπεριφορά των πεζών όσον αφορά στο τμήμα της οδού που επιλέγουν να διασχίσουν, ανάλογα με τις τιμές που λαμβάνουν κάποιες μεταβλητές που ενδέχεται να επηρεάζουν την επιλογή αυτή. Η διερεύνηση αυτή πραγματοποιείται με την χρήση τριών διαφορετικών προτύπων που ανήκουν στην ίδια οικογένεια προτύπων. Το κάθε πρότυπο ελέγχεται ξεχωριστά και στη συνεχεία πραγματοποιείται σύγκριση των τριών προτύπων και αξιολόγηση του καταλληλότερου για την περίπτωση. Εκτιμάται ότι τα αποτελέσματα της εργασίας θα βοηθήσουν στην προσπάθεια κατανόησης της συμπεριφοράς του πεζού και στη λήψη αποφάσεων σχετικά με την οδική ασφάλεια των πεζών που αποτελεί πολύ σημαντικό πρόβλημα για τη χώρα μας.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται συνοπτικά **η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε** για την επίτευξη του στόχου της διπλωματικής εργασίας. Η πρώτη ενέργεια που πραγματοποιήθηκε ήταν ο καθορισμός του επιδιωκόμενου στόχου. Για την υλοποίηση του πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση. Έτσι αναζητήθηκαν **βιβλιογραφικές αναφορές** πάνω σε παρόμοια θέματα τόσο για τον Ελλαδικό χώρο όσο και διεθνώς. Πρέπει να σημειωθεί ότι η βιβλιογραφικές αναφορές που εντοπίστηκαν σχετικά με την οδική ασφάλεια των πεζών ήταν πάρα πολλές, όμως

ελάχιστες ήταν εκείνες που είχαν παρόμοιο αντικείμενο με εκείνο της παρούσας διπλωματικής, δηλαδή την περιγραφή του τρόπου με τον οποίο ο πεζός επιλέγει να διασχίσει μία οδό. Επίσης λιγοστές ήταν και οι αναφορές που εντοπίστηκαν γύρω από τη χρησιμοποίηση προτύπων σε θέματα οδικής ασφάλειας πεζών. Σημαντική βοήθεια προσέφερε η αναδρομή σε παλιές διπλωματικές εργασίες με παρεμφερές αντικείμενο. Όσον αφορά στη βιβλιογραφία σχετικά με τις στατιστικές μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, αυτή κρίνεται ικανοποιητική καθώς συγκεντρώθηκε αρκετά μεγάλος αριθμός βιβλίων, εντύπων και περιοδικών ενώ χρήσιμη ήταν και η επίσκεψη ορισμένων διαδικτυακών τόπων όπου μπορεί κανείς να βρει μεγάλο πλήθος πληροφοριών σχετικά με τέτοιου είδους θέματα.

Καθώς ολοκληρώθηκε η συγκέντρωση και μελέτη των βιβλιογραφικών αναφορών έπρεπε να αναζητηθεί ο τρόπος με τον οποίο θα συγκεντρώνονταν τα απαραίτητα στοιχεία για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Στις περισσότερες βιβλιογραφικές αναφορές οι μετρήσεις για ανάλογες περιπτώσεις πραγματοποιούνταν με τη **χρήση βιντεοκάμερας**, η οποία αποτέλεσε και την πηγή συλλογής στοιχείων για την παρούσα εργασία. Η οδός που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις επιλέχτηκε να είναι κεντρική οδός της Αθήνας όπου παρατηρείται μεγάλος αριθμός πεζών αλλά και κυκλοφορούντων οχημάτων. Έτσι επιλέχθηκε η οδός Σόλωνος και συγκεκριμένα το τμήμα μεταξύ των οδών Θεμιστοκλέους και Εμμανουήλ Μπενάκη. Έχοντας καθορίσει το σημείο και τον τρόπο που θα πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις επιλέχθηκε να καταγραφούν τα στοιχεία εκείνα που θεωρήθηκε ότι θα μπορούσαν να παίξουν κάποιο ρόλο στην επιλογή του τμήματος της οδού που θα διασχίσει ο πεζός. Τέτοια στοιχεία όπως προαναφέρεται, ήταν είτε χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος χώρου είτε χαρακτηριστικά του κάθε χρήστη (κυκλοφοριακός φόρτος, ένδειξη σηματοδότη, φύλο, ηλικία πεζού κ.α.).

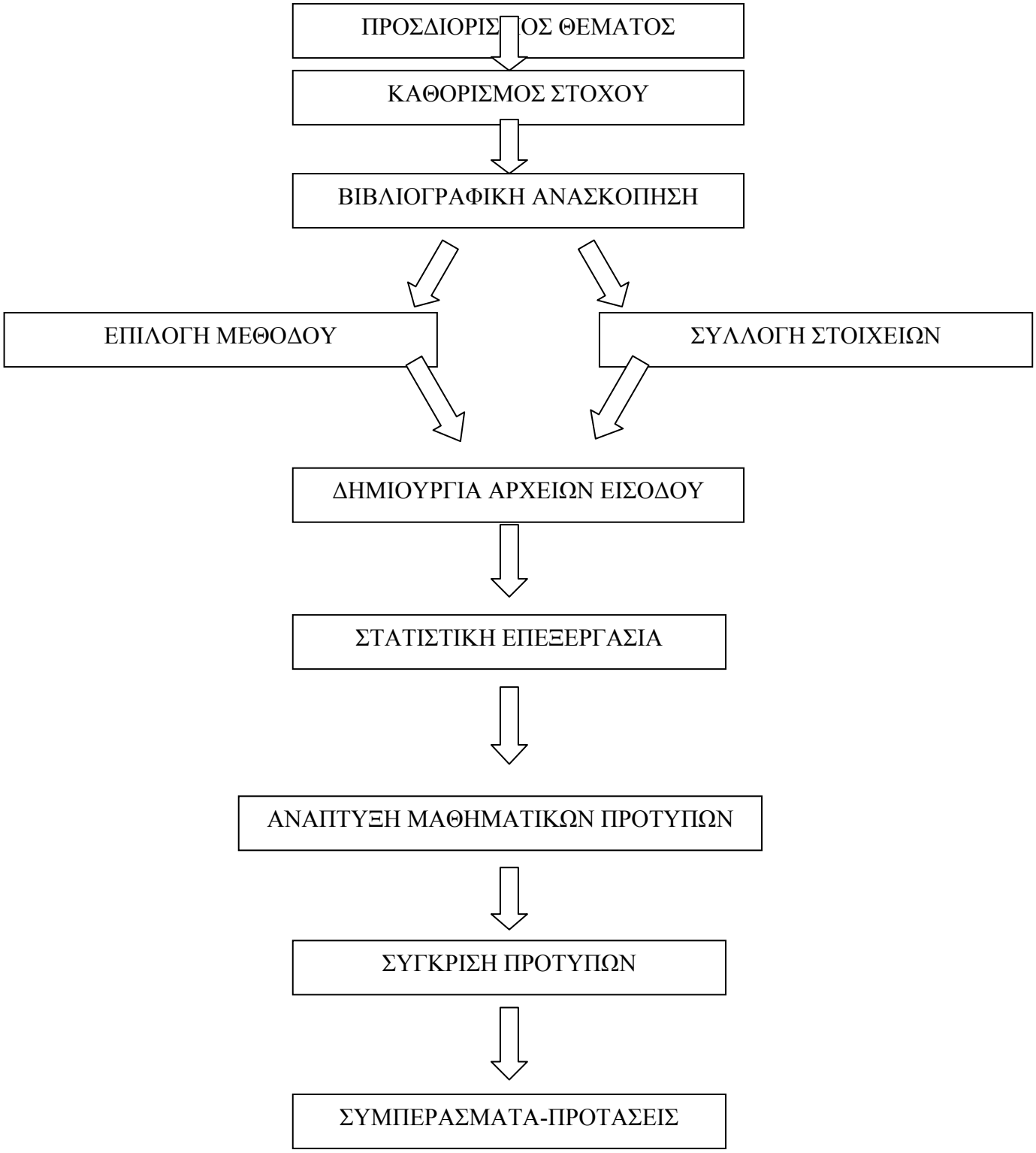
Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή των στοιχείων με τη χρήση της βιντεοκάμερας, ακολούθησε η παρακολούθηση των ταινιών και η καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων σε ειδικά έντυπα που είχαν δημιουργηθεί για αυτό το σκοπό. Έπειτα, έχοντας καταγράψει τα στοιχεία και έχοντας ορίσει ως ανεξάρτητη μεταβλητή το τμήμα που διασχίζει ο πεζός (6 διακριτά τμήματα) εντός της υπό μελέτη περιοχής έπρεπε να οριστικοποιηθεί η μέθοδος με την οποία θα πραγματοποιηθεί η στατιστική ανάλυση. Έτσι έχοντας ως ανεξάρτητη μεταβλητή μια διακριτή μεταβλητή, οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν προέκυψαν από τη **θεωρία διακριτών επιλογών** (discrete choice theory). Κατά αυτό τον τρόπο η μέθοδος που επιλέχθηκε αρχικά ήταν το Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο. Κατά την ανάλυση προέκυψαν κάποια θέματα που ήταν αδύνατο να αντιμετωπιστούν με τη χρήση αυτού του προτύπου, με αποτέλεσμα να αναζητηθούν διαφορετικές μέθοδοι που όμως

ακολουθούσαν παρόμοια μεθοδολογία. Έτσι χρησιμοποιήθηκε το Πρότυπο Διακριτών Επιλογών και εν συνεχεία, για καλύτερη προσέγγιση του προβλήματος αφού παρατηρήθηκε συμπεριφορά τέτοια που ευνοούσε την χρήση του (κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ ορισμένων επιλογών), χρησιμοποιήθηκε το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο το οποίο φαίνεται να παρέχει τα πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Έχοντας επιλέξει τις μεθόδους που θα χρησιμοποιηθούν έπρεπε να δημιουργηθούν τα **αρχεία εισόδου** στο λογισμικό ή διαφορετικά η βάση δεδομένων για κάθε μέθοδο. Σημειώνεται ότι όπως περιγράφεται σε επόμενα κεφάλαια, η δομή της βάσης δεδομένων είναι διαφορετική για το πολυωνυμικό πρότυπο σε σχέση με εκείνη των άλλων δύο προτύπων. Έτσι κωδικοποιήθηκαν τα δεδομένα κατάλληλα για την κάθε περίπτωση και εισήχθησαν στη βάση δεδομένων.

Καθώς ετοιμάστηκαν τα αρχεία εισόδου ακολούθησε η **εισαγωγή των δεδομένων** στο λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε (Limdep 7.0) και ο προγραμματισμός των τριών προτύπων με τη χρήση των κατάλληλων εντολών για το κάθε ένα. Ακολούθησε η **παρουσίαση των αποτελεσμάτων** που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση ενώ πραγματοποιήθηκε επεξήγηση και αιτιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Τέλος συγκρίνονται τα αποτελέσματα των τριών προτύπων και εκτιμάται το καταλληλότερο για την περιγραφή της διαδικασίας επιλογής του τμήματος που θα διασχίσει ο πεζός. Επίσης περιγράφεται αναλυτικά η συμπεριφορά του πεζού, βάση του προτύπου που κρίθηκε καταλληλότερο, με τη χρήση διαγραμμάτων που δείχνουν τη μεταβολή της πιθανότητας ο πεζός να διασχίσει σε κάθε τμήμα, σε σχέση με τις μεταβολές στις τιμές των παραμέτρων που συσχετίζονται με την ανεξάρτητη μεταβλητή. Τέλος παραθέτονται και τα συμπεράσματα που προέκυψαν καθ όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας. Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής όπου φαίνονται όλα τα στάδια που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας.



Σχήμα 1.5 Διάγραμμα ροής εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

1.4 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται η δομή της διπλωματικής εργασίας, μέσω συνοπτικής περιγραφής των κεφαλαίων που την απαρτίζουν. Στο **κεφάλαιο 1** αναφέρονται κάποια γενικά στατιστικά γύρω από το θέμα της οδικής ασφάλειας τόσο για την Ελλάδα όσο και διεθνώς. Στη συνέχεια πραγματοποιείται αναφορά ειδικότερα για την ευπαθέστερη ίσως ομάδα χρηστών της οδού, τους πεζούς. Παρουσιάζονται κάποια στατιστικά στοιχεία και επισημαίνεται η σοβαρότητα του προβλήματος στην Ελλάδα. Εν συνεχεία αναφέρεται ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιήθηκαν οι εργασίες στις διάφορες φάσεις της διπλωματικής ενώ γίνεται και μια γρήγορη αναφορά στη δομή της εργασίας, στα μαθηματικά πρότυπα που χρησιμοποιήθηκαν, στις ιδιαιτερότητες τις κάθε μεθόδου καθώς και στα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη στατιστική ανάλυση.

Στο **κεφάλαιο 2** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προέκυψε μεγάλος αριθμός ερευνών, επιστημονικών άρθρων, διατριβών κτλ. με περιεχόμενο σχετικό με το θέμα που απασχολεί στην παρούσα εργασία, δηλαδή γύρω από την οδική ασφάλεια των πεζών. Σημειώνεται πως παρά τον μεγάλο αριθμό βιβλιογραφικών αναφορών γύρω από την οδική ασφάλεια των πεζών δεν βρέθηκαν άρθρα όπου να χρησιμοποιούνται οι στατιστικές μέθοδοι που ενδιαφέρουν, για την προσέγγιση της συμπεριφοράς των πεζών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα στοιχεία εκείνα που συλλέχθηκαν κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και αφορούν στις στατιστικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται. Έτσι αναφέρεται πως στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι απαραίτητες πληροφορίες που αντλήθηκαν από τις βιβλιογραφικές αναφορές, και χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Στο **κεφάλαιο 3** αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο της διπλωματικής εργασίας. Περιγράφονται αναλυτικά οι στατιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των στοιχείων καθώς και οι υποθέσεις και παραδοχές που πραγματοποιήθηκαν για τη δημιουργία των μαθηματικών προτύπων. Επίσης πραγματοποιείται σύντομη σύγκριση των μεθόδων, ενώ αναφέρονται και κάποιοι περιορισμοί και ελαττώματα της μεθόδου (πολυωνυμικό πρότυπο) που χρησιμοποιήθηκε αρχικά και οδήγησε στη δημιουργία των δύο επόμενων μεθόδων.

Στο **κεφάλαιο 4** περιγράφεται ο τρόπος που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις. Έτσι αναφέρεται το σημείο που επελέγη για την πραγματοποίηση τους, τα στοιχεία που ενδιέφερε να καταγραφούν και ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιήθηκαν. Αφού περιγραφεί η διαδικασία των μετρήσεων, γίνεται αναφορά στα στοιχεία που θα αποτελέσουν τις μεταβλητές κατά τη στατιστική ανάλυση και αναφέρεται ο τρόπος κωδικοποίησης τους για την εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων. Σημειώνεται πως η μορφή της βάσης δεδομένων διέφερε ανάμεσα στις μεθόδους τόσο ως προς τη δομή αλλά και ως προς τις τιμές που ελάμβαναν κάποιες μεταβλητές. Τέλος στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία εισαγωγής των δεδομένων στο λογισμικό και μερικά απαραίτητα στοιχεία για τη χρήση του λογισμικού. Όλα αυτά γίνονται ευκολότερα κατανοητά με χρήση των σχημάτων που παρατίθενται στο κεφάλαιο αυτό και παρουσιάζουν διαδοχικές οθόνες σχετικά με την εισαγωγή των στοιχείων και τη λειτουργία των λογισμικών.

Το **κεφάλαιο 5** αφορά στην εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια και αποτελεί το κύριο μέρος της διπλωματικής εργασίας. Εκτός από την περιγραφή του τρόπου με τον οποίο πραγματοποιήθηκαν οι διάφορες εργασίες, παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα κάθε μεθόδου και επιχειρείται εκτενής περιγραφή τους και επεξήγησή τους βάση παρόμοιων βιβλιογραφικών αναφορών, της εμπειρίας και σε πολλές περιπτώσεις της απλής λογικής. Επίσης παρουσιάζεται αριθμός διαγραμμάτων όπου παρουσιάζεται η επιρροή των ανεξαρτήτων μεταβλητών επάνω στην εξαρτημένη και βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας των προτύπων που χρησιμοποιήθηκαν.

Στο **κεφάλαιο 6** πραγματοποιείται σύγκριση των προτύπων που χρησιμοποιούνται βάση του θεωρητικού τους υπόβαθρου αλλά και βάση των αποτελεσμάτων που παρέχει το κάθε ένα. Καθώς ολοκληρώνεται η σύγκριση των μεθόδων, εκτιμάται ποια μέθοδος είναι η καταλληλότερη για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών και γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα που παρέχει η μέθοδος αυτή.

Στο **κεφάλαιο 7** το οποίο αποτελεί και το τελευταίο κεφάλαιο, συνοψίζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας εκτιμάται η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων και επιχειρείται η δημιουργία προτάσεων που ενδεχομένως θα μπορούσαν να διαφοροποιήσουν τη συμπεριφορά των πεζών κατά τρόπο τέτοιο, που να ευνοεί την ασφάλειά τους.

Τέλος στο **κεφάλαιο 8** αναφέρονται όλες οι βιβλιογραφικές αναφορές που προέκυψαν κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Οι αναφορές αυτές αφορούν είτε στην οδική ασφάλεια των πεζών είτε στις στατιστικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην παρούσα διπλωματική εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το κεφάλαιο αυτό αφορά στη **βιβλιογραφική ανασκόπηση** που πραγματοποιήθηκε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας. Περιλαμβάνει την παρουσίαση αποτελεσμάτων από έρευνες συναφείς με το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας δηλαδή γύρω από τη συμπεριφορά των πεζών επί της οδού και γενικότερα την οδική ασφάλεια των πεζών. Επίσης παρουσιάζονται βιβλιογραφικές αναφορές και έρευνες γύρω από τις στατιστικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται. Αναφέρεται ότι και στις δύο περιπτώσεις εξετάζονται εργασίες από την Ελλάδα και από το εξωτερικό. Από τα παραπάνω προκύπτει η αναγκαιότητα εξέτασης του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας και αιτιολογείται η επιλογή της υιοθετηθείσας μεθοδολογίας. Σημειώνεται ότι κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, ναι μεν προέκυψε μεγάλο πλήθος άρθρων και εργασιών γύρω από την οδική ασφάλεια των πεζών, όμως ελάχιστα αναφέρονταν σε θέματα που σχετίζονται με το σημείο που επιλέγει ο πεζός να διασχίσει μια οδό και στη διαδικασία επιλογής του σημείου αυτού. Όσον αφορά στις στατιστικές μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν προέκυψε ικανοποιητικός αριθμός αναφορών τόσο από βιβλία καθαρά μαθηματικής φύσεως όσο και από εφαρμογές των μεθόδων σε θέματα μεταφορών. Βέβαια και σε αυτή την περίπτωση ελάχιστες ήταν οι αναφορές γύρω από την χρήση των λογαριθμικών προτύπων στην συμπεριφορά των πεζών όμως καθιστούν δυνατό τον παραλληλισμό και την επέκτασή τους στο θέμα που ενδιαφέρει.

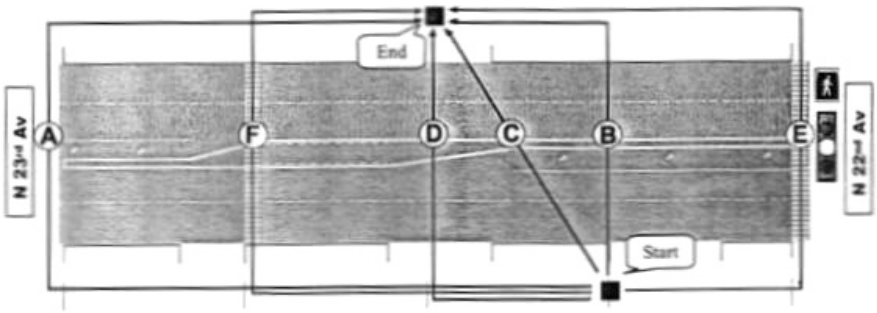
2.2 ΠΕΖΟΙ ΚΑΙ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα βασικότερα στοιχεία και αποτελέσματα ερευνών που προσεγγίζουν τη συμπεριφορά των πεζών με χρήση **λογαριθμικών προτύπων**.

2.2.1 Συμπεριφορά των πεζών και περιβάλλον της οδού

Στο πανεπιστήμιο της Φλώριδα πραγματοποιήθηκε μία έρευνα (Xuehao Chu, 2002) με θέμα την περιγραφή της συμπεριφοράς του πεζού σε διάφορα οδικά τμήματα. Η εν λόγω έρευνα

εστιάζεται στο ρόλο που παίζει το **περιβάλλον της οδού στην απόφαση του πεζού για το πώς θα διασχίσει** και αναφέρεται σε οδικά τμήματα αστικών περιοχών. Εναλλακτικά κάποιος θα μπορούσε να προτυποποιήσει της άμεσες επιρροές όπως ασφάλεια και χρόνος, τις οποίες αντιλαμβάνεται ο πεζός για την κάθε εναλλακτική επιλογή του. Εστιάζοντας στο περιβάλλον της οδού, το άρθρο αυτό υποθέτει πως η συμπεριφορά των πεζών κατά τη διάσχιση οδικού τμήματος μπορεί να περιγραφεί το ίδιο καλά με χρήση έμμεσων χαρακτηριστικών τα οποία αφορούν στην ίδια την οδό. Επιπλέον χρησιμοποιούνται και ορισμένα προσωπικά χαρακτηριστικά των πεζών, τα οποία ενδεχομένως παίζουν σημαντικό ρόλο στο πως οι πεζοί διασχίζουν μία οδό. Τα οδικά τμήματα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις είχαν κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Έτσι όλα τα τμήματα διασταυρώνονταν και από τις δύο πλευρές με άλλες οδούς με κάθετη προς αυτά κίνηση των οχημάτων και χαρακτηρίζονταν λειτουργικά σαν συλλεκτήριες οδοί. Απασχόλησαν 48 οδικά τμήματα με ποικίλες διαστάσεις και με αριθμό λωρίδων κυκλοφορίας από 2 έως 6. Σε ορισμένα τμήματα υπήρχε διαχωριστική νησίδα ενώ σε άλλα όχι. Στο σχήμα που ακολουθεί ορίζονται οι διάφορες εναλλακτικές επιλογές των πεζών ως προς τον τρόπο που διασχίζουν.



A = αριστερή διασταύρωση

B = διασχίζουν πρώτα περπατούν μετά

C = διασχίζουν αφηρημένα το δρόμο μεταξύ σημείου εκκίνησης και τερματισμού

D = περπατούν πρώτα διασχίζουν μετά

E = δεξιά διάβαση

F = διάβαση εντός του οικοδομικού τετραγώνου

Σχήμα 2.1 Εναλλακτικές επιλογές πεζών

Σαν **ανεξάρτητες μεταβλητές** χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία που συσχετίζονταν με χαρακτηριστικά των πραγματοποιούμενων διαδρομών, της κυκλοφορίας, του οδοστρώματος

καθώς και της σήμανσης ελέγχου της κυκλοφορίας. Σε πρώτη φάση δημιουργείται ένα πρότυπο που περιέχει τις βασικότερες μεταβλητές που ήταν δυνατό να οριστούν σαφώς από διάφορα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκπόνηση της εργασίας. Εν συνεχεία αφαιρούνταν μία κάθε φορά μεταβλητή η οποία είτε δεν εμφανιζόταν σαν στατιστικά σημαντική ή ήταν στατιστικά σημαντική αλλά εμφανιζόταν με πρόσημο αντίθετο του αναμενόμενου και λογικού. Σε δεύτερη φάση προστίθενται μία κάθε φορά μεταβλητή στο πρότυπο και εάν παρουσιαζόταν στατιστικά σημαντική παρέμενε στο πρότυπο. Βεβαίως με την εισαγωγή κάποιων μεταβλητών άλλαζαν οι τιμές των στατιστικών δεικτών για τις υπόλοιπες. Η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου προκύψει ένα πρότυπο με ικανοποιητικές τιμές των στατιστικών δεικτών για όλες τις μεταβλητές ενώ θα πρέπει ταυτόχρονα για όλες τις μεταβλητές να υπάρχει κάποια λογική ερμηνεία. Τα αποτελέσματα της έρευνας συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί ενώ για τη καλύτερη κατανόηση τους ακολουθεί περιγραφή των αποτελεσμάτων μέσω των ελαστικοτήτων, οι οποίες δείχνουν πόσο υπεύθυνες για την μεταβολή της πιθανότητας είναι οι διάφορες μεταβολές στις τιμές των συνεχών ανεξαρτήτων μεταβλητών.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ							
	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ						ΚΛΑΔΟΙ	
	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ		ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ				ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ
Σταθερές			2,2079		1,7266	1,3875	2,2332	
Αποσταση βαδισματος	-0,0034	-0,0034	-0,0034	-0,0034	-0,0034	-0,0034		
Αποσταση διασχισης	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027	-0,0027		
Εκκινηση και τερματισμός σε εωτερικο τμημα								1,5722
Εκκινηση και τερματισμός σε διασταυρωση								0,8415
Κυκλοφοριακος φορτος			-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0003		
Διαγραμμισμενες διαβασεις	1,0002	1,0002	0,7891	0,7891	0,7891	0,7891		
Πλατος διπλανής λωρίδας δοκυκλων			-0,0728	-0,0728				
Πλατος απομακρυσμενης λωρίδας δοκυκλων				-0,0923	-0,0923			
Ενδειξη σηματοδοτη	0,7502	0,7502						
Ενδειξη για τους πεζους	1,2350	1,2350						
Συμπεριλαμβανωμενη τιμη για διασαυρωσεις							0,7585	
Συμπεριλαμβανωμενη τιμη για εσωτερικα τμηματα								0,8342
Συναρτηση χρησιμοτητας	U_A	U_E	U_B	U_C	U_D	U_F	U_I	U_M

Πίνακας 2.1 Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο

Ελαστικότητες

- Από τις τιμές των ελαστικοτήτων για μεταβολές τις **απόστασης βαδίσματος** προκύπτει ότι η εναλλακτική C (αφηρημένο περπάτημα) είναι αυτή που επηρεάζεται περισσότερο από τις υπόλοιπες και μάλιστα αρνητικά (-0,584), με συνέπεια οι πεζοί να είναι λιγότερο πιθανό να περπατήσουν αφηρημένα (σε σχέση με τις άλλες εναλλακτικές) στην περίπτωση που αυξάνεται η απόσταση βαδίσματος. Σημειώνεται πως η επιρροή στην περίπτωση αυτή δεν είναι πολύ σημαντική.

- Αντίστοιχα όταν αυξάνεται η **απόσταση βαδίσματος στο πεζοδρόμιο**, μειώνεται πολύ η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στις διαβάσεις σε σχέση με τα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου. Οι τιμές των ελαστικοτήτων για τις δύο διασταυρώσεις είναι –1,547 και –1,853 αντίστοιχα που σημαίνει ότι μία αύξηση της τάξεως του 10% στην απόσταση βαδίσματος στο πεζοδρόμιο, μειώνει την πιθανότητα ο πεζός να διασχίσει στις διαβάσεις κατά 15% και 18% αντίστοιχα.

- Από τις τιμές των ελαστικοτήτων για μεταβολή στην τιμή του **κυκλοφοριακού φόρτου** προκύπτει ότι η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου (αρνητικές τιμές και για τις τέσσερις εναλλακτικές που αφορούν σε τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου), όμως η επιρροή δεν είναι πολύ σημαντική.

Τέλος το πρότυπο που υπολογίστηκε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του πως επηρεάζουν οι διάφορες **παρεμβάσεις στο περιβάλλον της οδού** την επιλογή του πεζού, όσον αφορά στο τμήμα που επιλέγει να διασχίσει.

- Το πρότυπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμηθούν οι συνθήκες κάτω από τις οποίες ένας πεζός επιλέγει να διασχίσει σε **διασταύρωση ή σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου**. Έτσι είναι δυνατή η ποσοτικοποίηση της επιρροής που ενδεχομένως ασκούν διάφοροι συνδυασμοί των τιμών των μεταβλητών στην επιλογή του πεζού.

- Επίσης είναι εφικτό να υπολογιστεί το κατά πόσο αποτρέπεται ένας πεζός από το να πάρει ριψοκίνδυνες αποφάσεις, με την **δημιουργία διαβάσεων σε τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου**.

- Οι **στάσεις των αστικών συγκοινωνιών** είναι συχνά προορισμός των πεζών. Όταν τοποθετούνται σε λάθος θέση καθίσταται πιθανότερο να επιλέξει ο πεζός ριψοκίνδυνες επιλογές. Έτσι με τη χρήση του προτύπου είναι εφικτή η διαπίστωση για το πως επηρεάζει το σημείο προορισμού του πεζού τον ίδιο, γύρω από την λήψη ριψοκίνδυνων επιλογών κατά τη διάσχιση της οδού. Είναι εφικτή η επέκταση της παραπάνω ιδιότητας και για διαφορετικά σημεία προορισμού που μπορεί να προσελκύουν πολύ κόσμο όπως θέατρα, εμπορικά κέντρα κτλ.

2.2.2 Λογαριθμικά πρότυπα και συμπεριφορά πεζών και οδηγών κατά τη διάσχιση οδού

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Φιλανδία (Veli Himanen,1987) και αναφέρεται στην **περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών και των οδηγών** κατά τη διάσχιση οδού από τον πεζό. Η περιγραφή γίνεται με χρήση του ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου. Στην πραγματικότητα μελετούνται οι αντιδράσεις των πεζών και των οδηγών όταν ο πεζός διασχίζει την οδό, παρουσία οχημάτων. Σκοπός της έρευνας ήταν να δημιουργηθεί ένα πρότυπο από το οποίο να μπορεί να υπολογιστεί ο κίνδυνος που εμπεριέχεται σε τέτοιες καταστάσεις.

Αρχικά επιχειρήθηκε να δημιουργηθεί ένα πρότυπο, που να περιγράφει τη συμπεριφορά των πεζών και αντίστοιχα ένα για τη συμπεριφορά των οδηγών. Έτσι οι εναλλακτικές επιλογές των πεζών και των οδηγών ήταν τέσσερις για κάθε περίπτωση και παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
Συνεχίζει	244
Σταματα	525
Υποχορεί	11
Τρεχει	19
ΣΥΝΟΛΟ	799

Πίνακας 2.2 Εναλλακτικές επιλογές πεζών

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ
Συνεχίζει	472
Σιγανό φρεναρισμα	81
Δυνατο φρεναρισμα	116
Σταματα	130
ΣΥΝΟΛΟ	799

Πίνακας 2.3 Εναλλακτικές επιλογές οδηγών

Όμως κατά την προσπάθεια δημιουργίας του προτύπου παρουσιάστηκαν δυσκολίες με αποτέλεσμα να μειωθούν οι **εναλλακτικές επιλογές** σε δύο με αποτέλεσμα να καταστεί ευκολότερη η δημιουργία των προτύπων και να προκύψουν αποτελέσματα στατιστικά σημαντικότερα σε σχέση με τα πρότυπα όπου χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις εναλλακτικές επιλογές. Οι εναλλακτικές επιλογές τόσο για τους πεζούς όσο και για τους οδηγούς ήταν:

Α. συνεχίζουν απρόσκοπτα την πορεία τους
Β. αντιδρούν

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που επιχειρήθηκε να συσχετιστούν με την εξαρτημένη αφορούσαν στο περιβάλλον της οδού, σε χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας και σε χαρακτηριστικά των ίδιων των χρηστών τόσο των πεζών όσο και των οδηγών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πρότυπα που προέκυψαν σε κάθε περίπτωση.

- **Συμπεριφορά οδηγών**

Προέκυψαν πέντε ανεξάρτητες μεταβλητές για την περιγραφή της συμπεριφοράς των οδηγών:

X_1: Πλήθος πεζών σε κάθε ομάδα πεζών που επιχειρούσε να διασχίσει
X_2: Η απόσταση των πεζών από το αρχικό σημείο
X_3: Περιοχή (1 = Ελσίνκι , 2 = Σάλο)
X_4: Ταχύτητα των οχημάτων (σε χλμ 20 μέτρα πριν το σημείο που διασχίζει ο πεζός)
X_5: Τεχνητή Μεταβλητή (dummy variable 1 = συνεχίζει , 0 = αντιδρά)

Οι συναρτήσεις χρησιμότητας που προέκυψαν ήταν:

(i) (συνεχίζει) $U_1(X) = -1{,}543\ X_3 + 0{,}40\ X_4$
(ii) (αντιδρά) $U_2(X) = 0.874X_1 + 0.071X_2 - 3.858X_5$

και οι αντίστοιχες πιθανότητες:

(i) $e^{U1}/(e^{U1}+e^{U2})$
(ii) $e^{U2}/(e^{U1}+e^{U2})$

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα του προτύπου για τους οδηγούς

Μεταβλητες	Συντελεστες	t-value
X1	0,874	4,43
X2	0,071	12,52
X3	-1,543	-7,55
X4	0,040	5,63
X5	-3,858	-8,08

Πίνακας 2.4 Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο για οδηγούς

• **Συμπεριφορά πεζών**

Σε αντιστοιχία με τους οδηγούς για τους πεζούς χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω ανεξάρτητες μεταβλητές:

X_1: Πλήθος πεζών σε κάθε ομάδα πεζών που επιχειρούσε να διασχίσει
X_2: Η απόσταση των πεζών από το αρχικό σημείο
X_3: Περιοχή (1 = Ελσίνκι , 2 = Σάλο)
X_4: Το πλήθος των οχημάτων που πλησιάζει
X_5: Τεχνητή Μεταβλητή (dummy variable 1 = συνεχίζει , 0 = αντιδρά)

οι αντίστοιχες συναρτήσεις χρησιμότητας ήταν:

(i) (συνεχίζει) $U_1(X) = 1{,}005X_3 - 0{,}726\ X_4$
(ii) (αντιδρά) $U_2(X) = 0.874X_1 + 0.071X_2 - 3.858X_5$

και οι αντίστοιχες πιθανότητες:

(i) $e^{U_1}/(e^{U1}+e^{U2})$
(ii) $e^{U2}/(e^{U1}+e^{U2})$

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα του προτύπου για τους πεζούς:

Μεταβλητες	Συντελεστες	t-value
X1	-1,239	-5,86
X2	-0,069	-12,41
X3	1,005	4,68
X4	-0,726	-5,02
X5	4,243	7,83

Πίνακας 2.5 Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο για πεζούς

Το ποσοστό των περιπτώσεων που προβλέπονται από τα πρότυπα είναι 0,71 για τους οδηγούς και 0,76 για τους πεζούς αντίστοιχα. Από τους αναλυτικούς τύπους των προτύπων δημιουργήθηκαν κάποια διαγράμματα για διάφορες τιμές των μεταβλητών τόσο για τους οδηγούς όσο και για τους πεζούς από τα οποία **εκτιμάται ο κίνδυνος** που εμπεριέχεται σε κάθε περίπτωση. Έτσι αν η πιθανότητα να συνεχίσει ο πεζός να βαδίζει είναι μικρότερη από την πιθανότητα να αντιδράσει ο οδηγός τότε υπάρχει ένα περιθώριο ασφαλείας κατά την εμπλοκή. Σε αντίθετη περίπτωση δηλαδή εάν η πιθανότητα να συνεχίσει απρόσκοπτα ο πεζός να διασχίζει είναι μεγαλύτερη από την πιθανότητα να αντιδράσει ο οδηγός τότε κατά την εμπλοκή υπάρχει κίνδυνος. Από την σύγκριση προέκυψε ότι εάν η ταχύτητα του οχήματος ξεπερνά τα 50 χλμ τότε εμπεριέχεται μεγάλο ρίσκο στην προσπάθεια του πεζού να διασχίσει την οδό.

Παραδόξως ορισμένες **μεταβλητές** που καταρχήν φαίνονταν σημαντικές δεν συμπεριλήφθηκαν στο πρότυπο. Τέτοιες μεταβλητές ήταν το πλάτος της οδού, η ύπαρξη νησίδας η εκάστοτε προτεραιότητα στους κόμβους και οι περισσότερες από τις μεταβλητές που αφορούν στους πεζούς. Τέλος οι μεταβλητές που εμφανίστηκαν ως οι στατιστικά ποιο σημαντικές ήταν οι τεχνητές μεταβλητές το οποίο σημαίνει ότι στα πρότυπα δεν εμπεριέχονται όλες οι μεταβλητές που σχετίζονται με το θέμα. Η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών μπορεί να προκαλεί την έλλειψη στατιστικής σημαντικότητας για αυτές τις μεταβλητές και πιθανόν το δείγμα των 799 παρατηρήσεων είναι ανεπαρκές για να αποτιμήσει την επιρροή αυτών των μεταβλητών.

2.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΕΖΩΝ ΣΕ ΘΕΜΑΤΑ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

2.3.1 Ανάλυση συμπεριφοράς πεζών κατά τη διάσχιση οδού

Η έρευνα που ακολουθεί στη συνέχεια (Mohammed M. Hamed, 2000) περιγράφει μία **μεθοδολογία ανάλυσης της συμπεριφοράς των πεζών** κατά τη διάσχιση οδού η οποία στηρίζεται στην κατανομή Poisson και την αρνητική διωνυμική κατανομή. Για να καταστεί εφικτή η συμπεριφορά των πεζών δημιουργήθηκαν ξεχωριστά πρότυπα για οδούς διαιρεμένες και αδιαίρετες. Τα πρότυπα αυτά συμπεριλαμβάνουν το χρόνο αναμονής στην άκρη του οδοστρώματος και το πλήθος των προσπαθειών από τον πεζό μέχρι να πραγματοποιήσει μια επιτυχημένη προσπάθεια να διασχίσει. Από ένα μεγάλο αριθμό χαρακτηριστικών της οδού και του χρήστη αυτής, προέκυψαν τα ισχυρότερα και περισσότερο σημαντικά χαρακτηριστικά από στατιστικής άποψης βάση των οποίων τελικά περιγράφεται η συμπεριφορά των πεζών.

Τα **κυριότερα χαρακτηριστικά** είναι το φύλο, η ηλικία, ο αριθμός των παιδιών σε κάθε νοικοκυριό, η συχνότητα διελεύσεων, ο αριθμός των ατόμων σε κάθε ομάδα πεζών που προσπαθεί να διασχίσει, η πρόσβαση σε ιδιωτικό αυτοκίνητο, ο προορισμός του πεζού, η τοποθεσία της οικίας του πεζού σχέση με το σημείο στο οποίο διασχίζει την οδό και η τυχόν ανάμειξη του πεζού κατά το παρελθόν σε οδικά ατυχήματα.

Κατά την εκπόνηση της έρευνας προέκυψε ότι **ο χρόνος αναμονής** επηρεάζει ισχυρά τις προσπάθειες διάσχισης που απαιτούνται από τον πεζό έως ότου διασχίσει επιτυχημένα το οδόστρωμα τόσο στις διαιρεμένες οδούς όσο και στις αδιαίρετες.

Επιπλέον προέκυψε πως **ο αναμενόμενος χρόνος αναμονής** για να διασχίσει ο πεζός από την άκρη του οδοστρώματος έως την κεντρική νησίδα φαίνεται να αυξάνει τον κίνδυνο να διασχίσει ο πεζός χωρίς επιπλέον χρόνο αναμονής από τη νησίδα στην άλλη πλευρά της οδού.

Τέλος από τα αποτελέσματα προκύπτει πως ο πεζός συμπεριφέρεται διαφορετικά όσον αφορά στο χρόνο αναμονής όταν διασχίζει από την μία πλευρά της οδού στην **κεντρική νησίδα** και όταν διασχίζει από την κεντρική νησίδα προς την άλλη πλευρά της οδού. Αναφέρεται πως οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε 10 διαφορετικά σημεία εντός των εκάστοτε οικοδομικών τετραγώνων (midblock crossings). Στην επόμενη παράγραφο συνοψίζονται μερικά από τα σημαντικότερα αποτελέσματα της έρευνας.

• **Αδιαίρετες Οδοί**

– Οι πεζοί που κατά το παρελθόν έχουν εμπλακεί ή γίνει μάρτυρες οδικού ατυχήματος αναμένουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στην άκρη της οδού έως ότου διασχίσουν.

– Οι γυναίκες, οι πεζοί που συνοδεύουν παιδιά, που έχουν άδεια οδήγησης και οι μεγαλύτερης ηλικίας πεζοί αποδέχονται μεγαλύτερους χρόνους αναμονής.

– Τα άτομα που έχουν στην ιδιοκτησία τους και οδηγούν αυτοκίνητο έχουν αυξημένη αντίληψη του κινδύνου από αυτούς που δεν οδηγούν.

– Ο χρόνος αναμονής παρουσιάζεται μειωμένος για τα άτομα που κατευθύνονται στην εργασία τους, για τα άτομα που διασχίζουν συχνά στο συγκεκριμένο σημείο και για τους πεζούς που διασχίζουν σε αρκετά μεγάλες ομάδες ατόμων.

– Οι οδηγοί φαίνεται να δίνουν ευκολότερα προτεραιότητα σε πεζούς που διασχίζουν κατά ομάδες από ότι σε πεζούς που διασχίζουν μεμονωμένα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ποσοτικοποιημένες **οι επιρροές που ασκούνται στο χρόνο αναμονής** των πεζών.

– Οι πεζοί που δεν έχουν αναμιχθεί σε ατύχημα ή δεν έχουν γίνει μάρτυρες ατυχήματος είναι 3,205 φορές πιθανότερο να αποδεχτούν μικρότερους χρόνους αναμονής από αυτούς που δεν είχαν καμιά επαφή κατά το παρελθόν με οποιοδήποτε οδικό ατύχημα.

– Επίσης οι πεζοί που δεν έχουν δικό τους αυτοκίνητο είναι 2,204 φορές πιθανότερο να διασχίσουν με μικρότερο χρόνο αναμονής από αυτούς που τους ανήκει κάποιο αυτοκίνητο.

– Οι άντρες είναι 2,611 φορές πιθανότερο να διασχίσουν αποδεχόμενοι μικρότερο χρόνο αναμονής από τις γυναίκες.

– Για τους πεζούς που κατευθύνονται στο χώρο εργασίας τους είναι 1,84 φορές πιθανότερο να αναμένουν λιγότερο από τους πεζούς που διασχίζουν την οδό κατευθυνόμενοι σε οποιοδήποτε άλλο σημείο.

– Τέλος οι πεζοί που χρησιμοποιούν τακτικά το υπόψη τμήμα για να διασχίσουν είναι 1,338 φορές πιθανότερο να αναμένουν λιγότερο έως ότου διασχίσουν από αυτούς που δεν περνάνε τακτικά από το υπόψη οδικό τμήμα.

Τα παραπάνω αποτελέσματα επεκτείνονται και στην περίπτωση που μελετάται αντί για το χρόνο αναμονής **οι απόπειρες που πραγματοποιεί ο πεζός για να διασχίσει** στηριζόμενα στην παρατήρηση ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος αναμονής τόσο περισσότερες προσπάθειες να διασχίσει πραγματοποιεί ο πεζός.

• Διαιρεμένες Οδοί

Εν συνεχεία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα πρότυπα γύρω από τη συμπεριφορά των πεζών για τις διαιρεμένες οδούς. Κατά την ανάλυση προέκυψε ότι οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τις αδιαίρετες οδούς ασκούν παραπλήσιες επιρροές και στην περίπτωση των διαιρεμένων οδών. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά επιπρόσθετα αποτελέσματα για την περίπτωση των διαιρεμένων οδών.

– Τα άτομα που ζουν σε γειτονικά σημεία με τις υπόψη διαβάσεις αποδέχονται μικρότερους χρόνους αναμονής από τα άτομα που ζουν σε σημεία μακριά από τις υπόψη διαβάσεις.

– Όσο ο χρόνος αναμονής για να διασχίσει ο πεζός από τη μία πλευρά της οδού στην κεντρική νησίδα αυξάνει τόσο αυξάνεται η πιθανότητα να μειωθεί ο χρόνος αναμονής για τη διάσχιση από την κεντρική νησίδα στην άλλη πλευρά της οδού. Όμως σε αυτή την περίπτωση οι απόπειρες που πραγματοποιεί ο πεζός για να διασχίσει από τη μία πλευρά της οδού μέχρι τη νησίδα φαίνεται να μην επηρεάζουν το χρόνο αναμονής επάνω στη νησίδα.

Ακολουθεί **ποσοτικοποίηση των επιρροών των μεταβλητών** στην περίπτωση των διαιρεμένων οδών.

– Οι άντρες έχουν 1,35 φορές μεγαλύτερες πιθανότητες να διασχίσουν με μικρότερο χρόνο αναμονής από τη μία πλευρά της οδού στη νησίδα, όμως έχουν 3,105 φορές μεγαλύτερες πιθανότητες για μικρότερο χρόνο αναμονής κατά τη διάσχιση από τη νησίδα στην άλλη πλευρά της οδού από τις γυναίκες.

– Κατά τον ίδιο τρόπο οι πεζοί που διαμένουν σε γειτονικά σημεία έχουν 1,37 φορές μεγαλύτερες πιθανότητες να διασχίσουν με μικρότερο χρόνο αναμονής μέχρι τη νησίδα, ενώ από τη νησίδα μέχρι την άλλη πλευρά της οδού οι πιθανότητες γίνονται 2,56 φορές υψηλότερες από ότι για τα άτομα που διαμένουν σε πιο μακρινό σημείο.

– Κατά αντιστοιχία με τα παραπάνω οι πιθανότητες για ένα πεζό που κατευθύνεται στο χώρο εργασίας του είναι 2,95 φορές μεγαλύτερες για διάσχιση έως τη νησίδα και 3,96 φορές μεγαλύτερες για διάσχιση από τη νησίδα προς την απέναντι πλευρά της οδού.

– Τέλος αναφέρεται πως οι προσπάθειες που πραγματοποιούνται από τον πεζό για να διασχίσει την οδό από το ένα άκρο έως τη νησίδα επηρεάζουν αρνητικά το πλήθος των προσπαθειών που πραγματοποιεί για να διασχίσει από τη νησίδα προς το άλλο άκρο της οδού.

Από τα παραπάνω συνοψίζοντας αναφέρεται ότι η συμπεριφορά των πεζών διαφέρει κατά την διάσχιση της οδού από το ένα άκρο στην κεντρική νησίδα, σε σχέση με την διάσχιση από την κεντρική νησίδα στο άλλο άκρο της οδού. Το γεγονός αυτό στηρίζεται στο συνολικό χρόνο που είναι διατεθειμένος να ξοδέψει ο πεζός για την διάσχιση της οδού. Οι καθυστερήσεις των πεζών επηρεάζονται από τον κυκλοφοριακό φόρτο καθώς και από τις ταχύτητες των οχημάτων που πλησιάζουν το σημείο διάβασης των πεζών. Πιθανές λύσεις για την μείωση του κινδύνου κατά τη διάσχιση οδού είναι η επιβολή προστίμων στους παραβάτες οδηγούς και η ενημέρωση μέσω των μέσων μαζικής ενημέρωσης τόσο των οδηγών όσο και των πεζών γύρω από θέματα οδικής ασφάλειας.

2.3.2 Βελτιώσεις στην ασφάλεια των πεζών και συμπεριφορά πεζών και αυτοκινητιστών

Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται συνοπτικά μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον (Jennifer Nee, 2003) και πραγματεύεται τη **συμπεριφορά των**

πεζών και των αυτοκινητιστών σε σημεία που έχουν γίνει επεμβάσεις (βελτιώσεις) στην οδό, τόσο πριν την πραγματοποίηση των βελτιώσεων όσο και μετά την πραγματοποίησή τους. Έτσι πραγματοποιήθηκε μία ανάλυση "πριν" και "μετά" για την εκτίμηση της αλλαγής της συμπεριφοράς των πεζών και αυτοκινητιστών στα υπό εξέταση σημεία τα οποία ήταν δύο διαφορετικές οδοί σε αστική περιοχή και ειδικότερα στην πόλη Σορελιν (Shoreline). Τα κυριότερα στοιχεία που καταδεικνύουν την αποτελεσματικότητα των εκάστοτε βελτιώσεων είναι τα σημεία διέλευσης των πεζών, η αλλαγή στη συμπεριφορά τους (π.χ. εάν με τις αλλαγές οι πεζοί χρησιμοποιούσαν περισσότερο τις διαβάσεις) και η αλλαγή στη συμπεριφορά των αυτοκινητιστών (π.χ. η διάθεση των οδηγών να δώσουν προτεραιότητα στους πεζούς πριν και μετά τις βελτιώσεις).

Παρακάτω αναγράφονται οι **επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν** και αφορούν στην βελτίωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας των πεζών. Οι βελτιώσεις χωρίζονται σε τέσσερις διαφορετικούς τομείς. Έτσι είναι:

1. Βασική κατασκευή.

A) Διαμόρφωση κεντρικών νησίδων

B) Κατασκευή νέων πεζοδρομίων και crosswalk landings

Γ) Αύξηση του φωτισμού πεζοδρομίων και οδού.

2. Διαγράμμιση προτεραιότητας (yield bars) και διαγραμμισμένες διαβάσεις

A) Δημιουργία διαγραμμίσεων προτεραιότητας και σήμανσης που να προτρέπει τους οδηγούς να παραχωρήσουν προτεραιότητα στους πεζούς.

B) Διαγράμμιση των διαβάσεων

3. Ενεργοποίηση φωτεινής σήμανσης (roving eyes) με πίεση κομβίου.

A) Ενεργοποίηση φώτων που προειδοποιούν τους πεζούς για επερχόμενα οχήματα

B) Ενεργοποίηση φώτων που προειδοποιούν τους αυτοκινητιστές για επερχόμενους πεζούς.

4. Αστυνόμευση

A) Εξαναγκασμός μεγαλύτερης επαγρύπνησης για περιοχές με υψηλή δραστηριότητα πεζών.

B) Προειδοποιήσεις και κλήσεις σε αυτοκινητιστές που δεν συμμορφώνονται με τους κανονισμούς περί διαβάσεων πεζών.

Τα **αποτελέσματα της μελέτης** έδειξαν ότι οι ενέργειες βελτίωσης της ασφάλειας των πεζών είχαν θετική επιρροή στη συμπεριφορά των πεζών οι οποίοι χρησιμοποιούν την κεντρική νησίδα για να διασχίσουν. Οι παρεμβάσεις επίσης βελτίωσαν στατιστικά, σημαντικά την συμμόρφωση των οδηγών όσον αφορά στην παραχώρηση προτεραιότητας στους πεζούς. Ωστόσο η συμπεριφορά των οδηγών χρειάζεται και είναι δυνατό να βελτιωθεί περισσότερο. Τέλος αναφέρεται ότι δεν παρατηρήθηκε ουσιαστική αλλαγή στην συμπεριφορά των αυτοκινητιστών όσον αφορά στην παραχώρηση προτεραιότητας σε διαβάσεις όπου πραγματοποιήθηκε η τοποθέτηση διαγραμμίσεων. Η χρήση της φωτεινής σήμανσης με την πίεση κομβίου επιδρά θετικά στην παραχώρηση προτεραιότητας από τους οδηγούς στους πεζούς. Οι αυτοκινητιστές αντιδρούν θετικά στις διαγραμμίσεις προτεραιότητας. Επίσης αναφέρεται ότι η παρούσα εργασία ενδεχομένως να μην αντικατοπτρίζει την πραγματική επιρροή της αστυνόμευσης και του εξαναγκασμού της κυκλοφορίας όσον αφορά σε άλλα οδικά τμήματα και περιορίζεται για τα υπό μελέτη τμήματα.

2.3.3 Κριτήρια διάσχισης οδού

Η αναφορά αυτή περιγράφει τα αποτελέσματα που προέκυψαν για τη **συμπεριφορά των πεζών και για τις καθυστερήσεις** που αποδέχονται κατά τη διάσχιση οδικού τμήματος μήκους 100 περίπου μέτρων και για 45 διαφορετικές τοποθεσίες στην Αγγλία και την Ουαλία. Τα σημεία πραγματοποίησης των μετρήσεων συμπεριλάμβαναν οδούς δύο κατευθύνσεων, με ή χωρίς κεντρική νησίδα καθώς και οδούς μίας κατεύθυνσης. Στα επόμενα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της συμπεριφοράς των πεζών για όλα τα είδη οδικών τμημάτων που συμπεριλήφθηκαν στην έρευνα.

(i) Για τις οδούς δύο κατευθύνσεων με δύο λωρίδες κυκλοφορίας δεν υπάρχει καθαρή ένδειξη ουσιαστικής διαφοράς στις καθυστερήσεις για διάφορες τιμές του πλάτους της οδού.

(ii) Η διάταξη των οδικών τμημάτων επηρεάζει ελάχιστα τις καθυστερήσεις και ιδιαίτερα για χαμηλούς και μεσαίους κυκλοφοριακούς φόρτους.

(iii) Για κάθε επίπεδο κυκλοφοριακού φόρτου οι καθυστερήσεις των πεζών είναι μικρότερες για οδούς τεσσάρων λωρίδων από ότι για οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

(iv)Η παρουσία νησίδας μειώνει σε γενικές γραμμές τις καθυστερήσεις.

(v) Οι καθυστερήσεις είναι μικρότερες για οδούς μίας κατεύθυνσης.

Η παρατήρηση της διάβασης πεζών σε οδικά τμήματα μήκους περίπου 100 μέτρων για 45 διαφορετικά σημεία στην Αγγλία και την Ουαλία έδειξε τα παρακάτω:

(i) Οι περισσότεροι πεζοί δεν περνούν αναγκαστικά σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο αλλά **διασχίζουν σε σημείο που αποτελεί μέρος της διαδρομής τους.** Δηλαδή οι πεζοί προσπαθούν να διασχίσουν με όσο το δυνατό μικρότερη καθυστέρηση και συνεχίζουν την πορεία τους από την μία πλευρά του οδοστρώματος έως ότου οι συνθήκες τους επιτρέψουν να διασχίσουν χωρίς να αναμένουν στην άκρη του οδοστρώματος.

(ii) Οι πεζοί είναι **ευπροσάρμοστοι στις διάφορες αλλαγές** στις συνθήκες που επικρατούν και η προσαρμοστικότητά τους φαίνεται από τις διαφορετικές διαδρομές που ακολουθούν, τις διαφορετικές ταχύτητες βαδίσματος που υιοθετούν κ.α. Επίσης αναφέρεται πως οι περισσότεροι πεζοί καταφεύγουν στη διάσχιση της οδού διαγώνια για την εξοικονόμηση χρόνου ακόμα και παρουσία διερχόμενων οχημάτων.

(iii)Χάρη στην προσαρμοστικότητα των πεζών και του μεγάλου ποσοστού πεζών που είναι βιαστικοί η **μέση τιμή των καθυστερήσεων καθώς και το ποσοστό των πεζών που καθυστερεί είναι πολύ χαμηλά**. Η μέση τιμή της καθυστέρησης θα ήταν πολύ μικρότερη εάν στο δείγμα δεν περιλαμβάνονταν ορισμένα ηλικιωμένα κυρίως άτομα τα οποία αποδέχονται πολύ μεγαλύτερους χρόνους αναμονής προκειμένου να διασχίσουν με ασφάλεια.

Τέλος αξίζει να σημειωθούν τα παρακάτω:

(i) **Η επιρροή της ταχύτητας των οχημάτων** επάνω στις καθυστερήσεις των πεζών φαίνεται να είναι αμελητέα.

(ii) Λόγω των **σταθμευμένων οχημάτων** σε πολλά οδικά τμήματα (μεταβολή του ενεργού πλάτους της οδού) το πλάτος της οδού δεν επηρεάζει ρητά τις καθυστερήσεις των πεζών.

(iii)Τέλος για διάφορες τιμές του **κυκλοφοριακού φόρτου** των πεζών παρατηρήθηκε πως δεν επηρεάζει τις καθυστερήσεις των πεζών, ωστόσο οι κυκλοφοριακοί φόρτοι των πεζών ασκούν κάποια κλιμακωτή επιρροή στις συνολικές καθυστερήσεις σε 24ωρη βάση.

2.3.4 Διαγραμμισμένες και μη διαβάσεις σε μη ελεγχόμενα σημεία

Η ακόλουθη έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο της βόρειας Καρολίνας (Charles V. Zegeer, 2002) και εκτιμά της διαφοροποιήσεις στα επίπεδα οδικής ασφάλειας που προκαλούνται από την ύπαρξη **διαβάσεων με διαγραμμίσεις ή χωρίς**. Οι πεζοί είναι θεμιτοί χρήστες του συστήματος μεταφορών και για αυτό θα έπρεπε να είναι δυνατό να χρησιμοποιήσουν αυτό το σύστημα με ασφάλεια. Για να καταστεί εφικτό αυτό πρέπει να ληφθούν μέτρα και να γίνουν βελτιώσεις στο υπάρχον σύστημα μεταφορών. Έτσι στο κείμενο αυτό αναλύεται η σκοπιμότητα της διαγράμμισης των διαβάσεων που βρίσκονται σε μη ελεγχόμενα σημεία, σαν μία σκέψη προσέγγισης του ζητήματος της οδικής ασφάλειας των πεζών. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία 5 ετών από 1000 διαγραμμισμένες διαβάσεις και 1000 διαβάσεις χωρίς διαγράμμιση με παρόμοια χαρακτηριστικά. Σε όλα τα σημεία των μετρήσεων δεν υπήρχαν φωτεινοί σηματοδότες ή σήματα STOP στις διάφορες προσβάσεις. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν ήταν ο κυκλοφοριακός φόρτος, η έκθεση των πεζών, ο αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας, ο τύπος νησίδας, το όριο ταχύτητας, και άλλες μεταβλητές που αφορούν στην οδό. Χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι του προτύπου παλινδρόμησης που ακολουθεί την κατανομή Poisson και το αντίστοιχο που ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή. Στη συνέχεια παρουσιάζονται εν συντομία ορισμένα ενδιαφέροντα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων.

(i) Στις οδούς με **δύο λωρίδες κυκλοφορίας**, η παρουσία μίας νησίδας μόνο (χωρίς περαιτέρω βελτιώσεις) σε μη ελεγχόμενα σημεία δεν διαφοροποιεί το πλήθος των συγκρούσεων σε σχέση με μία διάβαση μη διαγραμμισμένη.

(ii) Σε οδούς με **πολλές λωρίδες κυκλοφορίας** και με κυκλοφοριακούς φόρτους περί τα 12,000 οχήματα ανά ημέρα, η ύπαρξη μιας διαγραμμισμένης διάβασης μόνο (χωρίς περαιτέρω βελτιώσεις) συνδέεται με μεγαλύτερο πλήθος ατυχημάτων με πεζούς σε σχέση με μία μη διαγραμμισμένη διάβαση.

(iii)Οι **υπερυψωμένες νησίδες** παρέχουν σημαντικά μεγαλύτερη ασφάλεια σε οδούς με πολλές λωρίδες κυκλοφορίας σε σχέση με οδούς χωρίς υπερυψωμένη νησίδα.

(iv)Οι **ηλικιωμένοι πεζοί** είχαν συγκρούσεις που σχετίζονταν σημαντικά με την έκθεση τους στην κυκλοφορία των οχημάτων κατά την διάβαση τους.

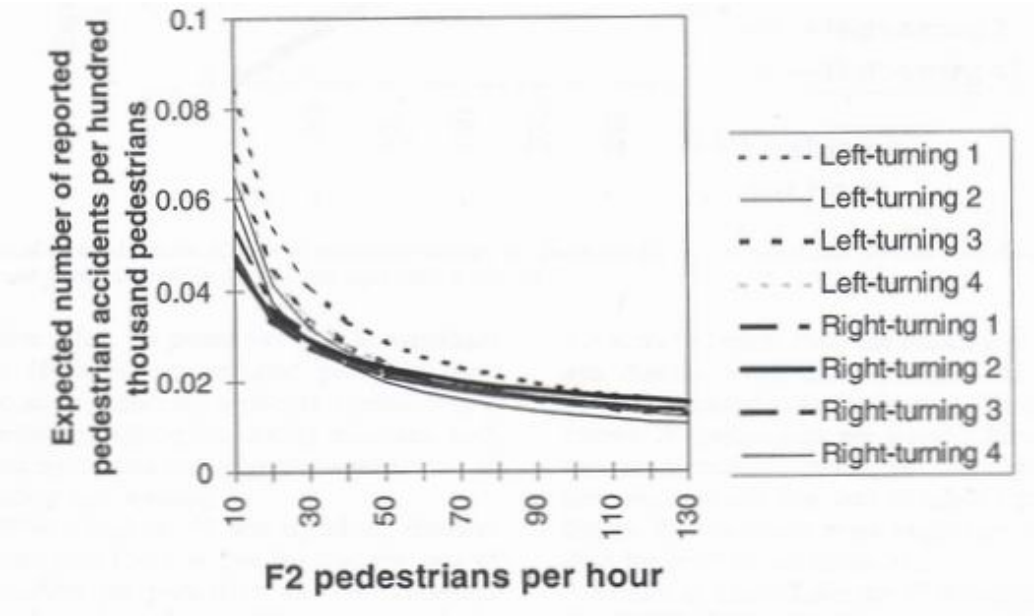
Μεγαλύτερη βελτίωση είναι δυνατό να επιτευχθεί γύρω από την ασφάλεια του πεζού κατά τη διάσχιση της οδού, με την προσθήκη σήμανσης που να επισημαίνει στους οδηγούς τη διέλευση των πεζών, με τη χρήση υπερυψωμένων διαχωριστικών νησίδων, με μέτρα μείωσης της ταχύτητας των οχημάτων και άλλους τρόπους.

2.3.5 Κυκλοφοριακός φόρτος πεζών και οχημάτων και επικινδυνότητα των πεζών

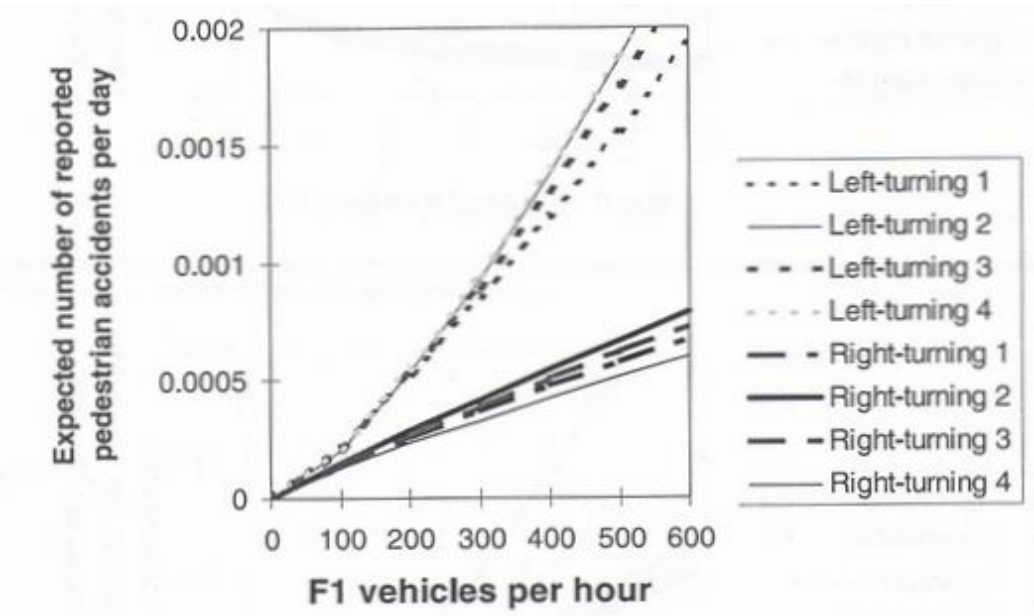
Εν συνεχεία παρουσιάζεται μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Οντάριο (Lars Leden, 2001) σχετικά με την **επικινδυνότητα των πεζών, σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο**, τόσο των πεζών όσο και των οχημάτων και αφορά σε κόμβους με φωτεινούς σηματοδότες. Η βάση δεδομένων παρέχει στοιχεία για ατυχήματα με πεζούς και εκτιμήσεις του κυκλοφοριακού φόρτου οχημάτων και πεζών για τα έτη 1983-1986 για 300 κόμβους με φωτεινούς σηματοδότες στο Χάμιλτον του Οντάριο. Η ασφάλεια των πεζών σε ημί-προστατευόμενες θέσεις όπου αριστερά στρέφοντα οχήματα δεν αντιμετωπίζουν αντίθετα κινούμενα οχήματα αλλά εμπλέκονται συστηματικά με τους πεζούς, συγκρίνεται με την ασφάλεια που παρέχεται στους πεζούς σε κανονικούς μη διοχετευτικούς σηματοδοτόμενους κόμβους όπου τα δεξιά στρεφόμενα οχήματα εμπλέκονται συστηματικά με τους πεζούς που διασχίζουν την οδό. Οι παράμετροι που υπολογίζονταν επηρεάζονταν από τη χρονική περίοδο που γίνονταν οι εκτιμήσεις του κυκλοφοριακού φόρτου. Ωστόσο οι παράμετροι φαίνεται να επηρεάζονται περισσότερο από τη μορφή της κυκλοφορίας (δεξιά ή αριστερά στρεφόμενη κυκλοφορία) παρά το γεγονός ότι οι συνθήκες ήταν παρόμοιες και για τα δύο είδη κινήσεων.

Για **μικρούς κυκλοφοριακούς φόρτους** οι δεξιές στροφές και οι ημί-προστατευόμενες αριστερές στροφές φαίνεται να είναι το ίδιο ασφαλείς για τους πεζούς όμως οι δεξιές στροφές αποδεικνύονται ασφαλέστερες για τους πεζούς από ότι οι αριστερές για μεγάλες τιμές του κυκλοφοριακού φόρτου.

Εάν ο κίνδυνός για τους πεζούς υπολογίζεται σαν το αναμενόμενο πλήθος ατυχημάτων με πεζούς ανά πεζό, τότε μειώνεται με την αύξηση του φόρτου των πεζών. Επίσης ο αναμενόμενος αριθμός καταγεγραμμένων ατυχημάτων αυξάνεται με την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου των οχημάτων. Τα παραπάνω φαίνονται στα σχήματα που ακολουθούν:



Σχήμα 2.2 Αναμενόμενος αριθμός καταγεγραμμένων ατυχημάτων με πεζούς ανά ημέρα σε σχέση με τον ωριαίο φόρτο πεζών.



Σχήμα 2.3 Αναμενόμενος αριθμός καταγεγραμμένων ατυχημάτων με πεζούς ανά ημέρα σε σχέση με τον ωριαίο φόρτο οχημάτων.

2.3.6 Ατυχήματα πεζών και είδος της οδού

Το αντικείμενο της εργασίας που εξετάζεται σε αυτό το σημείο (Md. Mazharul Hoque, 1986), είναι η **κατανομή των ατυχημάτων στα διάφορα είδη οδών** (αρτηρίες, τοπικές, αριθμός λωρίδων κτλ.). Η έρευνα έλαβε χώρα στη Μελβούρνη και εξετάζει τα ατυχήματα που συνέβησαν κατά το έτος 1982 σε διάφορους τύπους οδού. Οι τοποθεσίες των ατυχημάτων με πεζούς χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες τις διασταυρώσεις και τα οδικά τμήματα (links). Οι συνθήκες του περιβάλλοντος της οδού περιγράφονται από την ιεραρχία των οδών. Μερικά από τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας συνοψίζονται στα επόμενα.

(i) Τα ατυχήματα των πεζών μοιράζονται εξίσου στις διασταυρώσεις και τα οδικά τμήματα τη στιγμή που τα υπόλοιπα ατυχήματα μοιράζονται με αναλογία 60/40 αντίστοιχα.

(ii) Ο μεγαλύτερος αριθμός ατυχημάτων σε διασταυρώσεις συνέβη σε διασταυρώσεις όπου κάποιες από τις οδούς που διασταυρώνονταν ήταν τοπικές οδοί. Από την εξέταση του δείγματος των ατυχημάτων που αφορούσαν σε διασταυρώσεις οδικών αρτηριών με τοπικές οδούς προέκυψε πως τα ατυχήματα των πεζών σε ποσοστό 94% συνέβησαν στις προσβάσεις των αρτηριών.

(iii) Υπήρξε διασπορά των ατυχημάτων για τα διάφορα είδη διασταυρώσεων και οδικών τμημάτων. Τα υψηλότερα ποσοστά παρατηρήθηκαν για τις υψηλού βαθμού διασταυρώσεις (κύρια με κύριας οδό, δευτερεύουσα με δευτερεύουσα) και για τα οδικά τμήματα δευτερευόντων αρτηριών.

(iv) Κατά την εξέταση των ατυχημάτων των πεζών για κάθε είδους οδό παρατηρήθηκε ότι δεν υπάρχει πραγματική ομαδοποίηση των ατυχημάτων παρά το γεγονός ότι υπήρχαν σημεία με αρκετά μεγάλο αριθμό ατυχημάτων. Τόσο για τις διασταυρώσεις όσο και για τα οδικά τμήματα η υψηλότερη συχνότητα ατυχημάτων παρατηρήθηκε στις δευτερεύοντες αρτηρίες.

(v) Διαφορετικές κατανομές των ατυχημάτων με πεζούς παρατηρήθηκαν μεταξύ σημείων με ή χωρίς συσκευές ελέγχου της κυκλοφορίας.

2.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και αναλύονται οι σημαντικότερες από ένα πλήθος ερευνών, που προέκυψαν και αφορούν στη συσχέτιση της συμπεριφοράς του πεζού με διάφορες παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτές σχετίζονται με το περιβάλλον της οδού, τις κυκλοφοριακές συνθήκες που επικρατούν στα εκάστοτε οδικά τμήματα που εξετάζονται, καθώς και με τα χαρακτηριστικά του ίδιου του πεζού. Από τις έρευνες αυτές μόνο ένα μικρό μέρος περιέγραφε τη συμπεριφορά των πεζών με χρήση λογαριθμικών προτύπων (Logit Models).

Στις περισσότερες βιβλιογραφικές αναφορές που εντοπίστηκαν, δεν εξετάζεται ένα συγκεκριμένο οδικό τμήμα, αλλά πλήθος οδικών τμημάτων με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Με τον τρόπο αυτό ένα σημαντικό μέρος των μεταβλητών, που συσχετίζονται με τη συμπεριφορά των πεζών, αφορούσαν σε χαρακτηριστικά της οδού και διέφεραν για κάθε οδικό τμήμα (π.χ. πλάτος οδοστρώματος, αριθμός λωρίδων κτλ.). Τέτοιου είδους μεταβλητές ήταν αδύνατο να εισαχθούν στα πρότυπα που αναπτύχθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς επικεντρώνεται σε ένα συγκεκριμένο οικοδομικό τετράγωνο της οδού Σόλωνος.

Σημειώνεται ότι, πολλές από τις έρευνες που συγκεντρώθηκαν, πραγματοποιήθηκαν στις ΗΠΑ και σε χώρες με ιδιαίτερα ανεπτυγμένα συστήματα μεταφορών και υψηλού επιπέδου συγκοινωνιακή υποδομή. Συνεπώς τα αποτελέσματα δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν με αξιόπιστα στο ελληνικό οδικό δίκτυο, όπου οι συνθήκες είναι διαφορετικές και μάλιστα πολύ πιο δυσμενείς, ιδιαίτερα για την ευπαθή κατηγορία χρηστών της οδού, τους πεζούς. Το γεγονός αυτό επαληθεύεται από τα πολύ υψηλά ποσοστά οδικών ατυχημάτων με πεζούς, που παρουσιάζονται στη χώρα μας. Οι κυριότεροι λόγοι για την αδυναμία εφαρμογής των αποτελεσμάτων των ερευνών στην Ελλάδα είναι:

- Η **συμπεριφορά** τόσο των **οδηγών** όσο και των **πεζών** παρουσιάζει σημαντικές διαφορές στην Ελλάδα από τις χώρες στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι παραπάνω έρευνες.

- Η **γεωμετρία** των **οδών** και ιδιαίτερα των **πεζοδρομίων** στην Ελλάδα διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από τις χώρες στις οποίες αναφέρονται οι έρευνες. Για παράδειγμα στο εξεταζόμενο τμήμα της οδού Σόλωνος τα πλάτη των πεζοδρομίων (πολύ μικρό περίπου 60 cm) όσο και της οδού διαφέρουν σημαντικά από τα αντίστοιχα των οδών στις οποίες αναφέρονται οι έρευνες.

- Οι **κυκλοφοριακές συνθήκες** στην Ελλάδα παρουσιάζουν διαφορές από τις συνθήκες που επικρατούν στις περισσότερες από τις χώρες, στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι έρευνες.

Από όλα τα προαναφερθέντα, καθώς και από το μικρό πλήθος ερευνών σχετικά με τη συμπεριφορά και οδική ασφάλεια των πεζών που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα, προκύπτει η **αναγκαιότητα για έρευνα** σχετικά με τη συμπεριφορά των πεζών και κατ' επέκταση την οδική τους ασφάλεια.

Παρόλα αυτά, από τις έρευνες που συγκεντρώθηκαν κανείς μπορεί να βγάλει κάποια χρήσιμα συμπεράσματα, κυρίως για τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζονται παρόμοια ζητήματα. Έτσι παρά τις σημαντικές διαφορές, στη συμπεριφορά των χρηστών της οδού αλλά και της συγκοινωνιακής υποδομής γενικότερα, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν οι **ίδιες μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης** για την προσέγγιση της συμπεριφοράς των πεζών. Έτσι όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση αλλά και από θεωρητικής άποψης, οι καταλληλότερες μέθοδοι για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών (ως προς τον τρόπο διάσχισης, με διακριτή εξαρτημένη μεταβλητή), υπάγονται στη θεωρία διακριτών επιλογών. Πιο συγκεκριμένα, τα λογαριθμικά πρότυπα είναι εκείνα που περιγράφουν καλύτερα τη συμπεριφορά των πεζών και ειδικότερα για την παρούσα διπλωματική εργασία, η καταλληλότερη μέθοδος φαίνεται να είναι το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αφού καταγραφούν τα απαραίτητα για την έρευνα στοιχεία και πραγματοποιηθεί η εισαγωγή τους στην βάση δεδομένων, ακολουθεί η στατιστική ανάλυση μέσω της οποίας θα εξαχθούν τα τελικά αποτελέσματα και συμπεράσματα. Η επιλογή της μεθόδου στατιστικής ανάλυσης εξαρτάται από το αντικείμενο της έρευνας καθώς και από την μορφή των στοιχείων που έχουν συλλεχθεί και εισαχθεί στην βάση δεδομένων (π.χ. διαφορετική μέθοδο στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιείται για συνεχής μεταβλητές και διαφορετική για διακριτές μεταβλητές). Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά σε κάποιες μεθόδους στατιστικής ανάλυσης εκτιμάται η καταλληλότερη μέθοδος για την συγκεκριμένη έρευνα και κατόπιν αναλύεται η επιλεγείσα μεθοδολογία.

3.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

Ένα πρότυπο, σαν μια απλοποιημένη μορφή της πραγματικότητας, παρέχει καλύτερη κατανόηση πολύπλοκων συστημάτων. Επιπλέον επιτρέπει την διατύπωση προβλέψεων μελλοντικών καταστάσεων του υπό μελέτη συστήματος, τον έλεγχο ή την επιρροή στη συμπεριφορά του και τη βελτιστοποίηση της απόδοσής του. Το πολύπλοκο σύστημα που μελετάται εδώ είναι ένα συγκεκριμένο θέμα της ανθρώπινης συμπεριφοράς το οποίο συνδέεται με τις αποφάσεις επιλογών. Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύσσονται πρότυπα διακριτών επιλογών που αφορούν στην επιλογή τμήματος στο οποίο ο πεζός αποφασίζει να διασχίσει μία οδό. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο η εξαρτημένη μεταβλητή του μαθηματικού προτύπου που θα αναπτυχθεί είναι διακριτή με συνέπεια να μην είναι στατιστικώς ορθό να χρησιμοποιηθούν οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ευρέως για τις συνεχείς μεταβλητές όπως η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression). Οι δύο αυτές μέθοδοι προϋποθέτουν η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι συνεχής καθώς και κανονικά κατανεμημένη γεγονός που δεν ισχύει για την εξαρτημένη μεταβλητή του προτύπου που πρόκειται να αναπτυχθεί. Συνεπώς η ανάπτυξη του

προτύπου θα πραγματοποιηθεί με την βοήθεια διαφορετικής μεθοδολογίας, συγκεκριμένα με την θεωρία διακριτών επιλογών (Discrete Choice Theory).

3.2.1 Πρότυπα Διακριτών Επιλογών

Η **θεωρία διακριτών επιλογών** έχει παίξει σημαντικό ρόλο στην προτυποποίηση των μεταφορών τα τελευταία χρόνια. Τα πρότυπα διακριτών επιλογών χρησιμοποιούνται κυρίως για να παρέχουν λεπτομερή αναπαράσταση του πολύπλοκου θέματος της συμπεριφοράς των χρηστών στις μετακινήσεις. Τα πρότυπα αυτά υποθέτουν ότι η συμπεριφορά είναι αποτέλεσμα διαφόρων αποφάσεων του κάθε χρήστη του υπό παρακολούθηση πληθυσμού. Οι αποφάσεις αφορούν στην επιλογή μιας εναλλακτικής μεταξύ ενός συνόλου πεπερασμένων εναλλακτικών.

3.2.2 Υποθέσεις κατά την Προτυποποίηση (modeling assumption)

Για να καταστεί εφικτή η δημιουργία προτύπων, τα οποία να ερμηνεύουν τον τρόπο με τον οποίο κάθε χρήστης-άτομο πραγματοποιεί τις επιλογές του, οφείλει ο μελετητής να προβεί σε ορισμένες **υποθέσεις και παραδοχές** που αφορούν στο εκάστοτε σύστημα που μελετάται (Bierrlaire M., 1997). Στη συνέχεια αναφέρονται οι κυριότερες κατηγορίες υποθέσεων και παραδοχών που υιοθετούνται:

- Υποθέσεις που αφορούν στο χρήστη-άτομο. Τέτοιες υποθέσεις καθορίζουν ποιος είναι ο χρήστης-άτομο ο οποίος πραγματοποιεί την επιλογή ανάμεσα στις εναλλακτικές και ποια είναι τα χαρακτηριστικά του.

- Υποθέσεις που αφορούν στις εναλλακτικές επιλογές. Καθορίζουν ποιες είναι οι πιθανές επιλογές για τον κάθε χρήστη.

- Υποθέσεις που αφορούν στα χαρακτηριστικά κάθε εναλλακτικής επιλογής. Τα άτομα αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά κάθε πιθανής επιλογής που λαμβάνουν υπόψη κατά την πραγματοποίηση της επιλογής του.

- Οι κανόνες για τη λήψη απόφασης από το άτομο. Περιγράφουν την διαδικασία που χρησιμοποιεί το άτομο για να καταλήξει στην επιλογή μίας εναλλακτικής.

3.2.2.1. Άτομο-Χρήστης (Decision Maker)

Τα πρότυπα επιλογής αναφέρονται και σαν **εξατομικευμένα πρότυπα**, που σημαίνει πως αυτός που κάνει την επιλογή είναι ένα ξεχωριστό άτομο. Η έννοια του ατόμου δεν είναι αυστηρή και μπορεί να επεκταθεί και ανάλογα την περίπτωση. Για παράδειγμα μπορεί να θεωρηθεί ένα σύνολο ανθρώπων με κοινή συμπεριφορά σε ορισμένα ζητήματα, όπως ένα νοικοκυριό, σαν ένα άτομο αγνοώντας την επιλογή του κάθε μέλους του νοικοκυριού και λαμβάνοντας υπόψη την τελική απόφαση του νοικοκυριού σαν ένα σύνολο. Δεν υπάρχει αυτοματοποιημένη διαδικασία για την αναγνώριση και ερμηνεία της επιλογής που πραγματοποιεί το κάθε άτομο, όμως η γνώση γύρω από το υπό παρατήρηση φαινόμενο και η διαθεσιμότητα δεδομένων παίζουν σημαντικό ρόλο στην διαδικασία.

3.2.2.2 Εναλλακτικές Επιλογές (Alternatives)

Η ανάλυση της πραγματοποιούμενης επιλογής του ατόμου απαιτεί τη γνώση του τι έχει επιλεγεί αλλά και του τι δεν έχει επιλεγεί. Έτσι πρέπει να γίνουν υποθέσεις γύρω από τις εναλλακτικές επιλογές που αντιλαμβάνεται το άτομο που πραγματοποιεί την επιλογή. Το σύνολο που εμπεριέχει όλες τις δυνατές επιλογές ονομάζεται **Σύνολο Επιλογών** (Choice Set) και πρέπει να χαρακτηρίζεται. Ο χαρακτηρισμός του εξαρτάται από το εκάστοτε σύστημα που εξετάζεται (Bierlaire M., 1997).

Ένα διακριτό σύνολο επιλογών περιέχει πεπερασμένο αριθμό εναλλακτικών. Τα πρότυπα που ανταποκρίνονται σε τέτοιου είδους διακριτά σύνολα ονομάζονται **πρότυπα διακριτών επιλογών** (discrete choice models). Το πρότυπο επιλογής μέσου μεταφοράς είναι μια τυπική εφαρμογή που οδηγεί σε διακριτά σύνολα επιλογών. Δύο είδη συνόλων χρησιμοποιούνται τα καθολικά σύνολα (universal choice set) και τα μειωμένα σύνολα (reduced choice set).

Το καθολικό σύνολο εμπεριέχει όλες τις δυνατές εναλλακτικές που αναφέρονται στην εφαρμογή, ενώ το μειωμένο εμπεριέχει μόνο τις εναλλακτικές εκείνες που είναι διαθέσιμές στο κάθε άτομο. Το μειωμένο σύνολο είναι το υποσύνολο του καθολικού συνόλου που λαμβάνει υπόψη το κάθε άτομο. Για παράδειγμα εάν το καθολικό σύνολο σε ένα πρότυπο επιλογής μέσου αποτελούταν από τις εναλλακτικές *ποδήλατο, περπάτημα, αυτοκίνητο* τότε για ένα άτομο που δεν διαθέτει άδεια οδήγησης το μειωμένο σύνολο θα ήταν *ποδήλατο, περπάτημα.*

3.2.2.3 Χαρακτηριστικά Εναλλακτικών Επιλογών (Attributes)

Κάθε εναλλακτική στο σύνολο επιλογών, πρέπει να χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο χαρακτηριστικών παρόμοιο με του κάθε ατόμου που περιγράφηκε σε προηγούμενη παράγραφο. Ο αναλυτής οφείλει σε κάθε περίπτωση να αναγνωρίσει τα χαρακτηριστικά εκείνα των εναλλακτικών, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία επιλογής εναλλακτικής από το κάθε άτομο. Στο παράδειγμα του προτύπου επιλογής μέσου, χαρακτηριστικά της εναλλακτικής *αυτοκίνητο,* θα μπορούσαν να είναι το κόστος *μεταφοράς, η άνεση, η διάρκεια της μετακίνησης* κ.τ.λ. Τα χαρακτηριστικά κάθε εναλλακτικής μπορούν να είναι και συναρτήσεις των διατιθέμενων δεδομένων π.χ. αντί να υπολογιστεί η επιρροή της διάρκειας μετακίνησης θα μπορούσε να υπολογιστεί η επιρροή του λογαρίθμου της διάρκειας μετακίνησης. Η επιλογή των καταλληλότερων χαρακτηριστικών εξαρτάται από την φύση του εξεταζόμενου συστήματος και από τα διατιθέμενα δεδομένα .

3.2.2.4 Κανόνες Λήψης Απόφασης (decision rules)

Σε αυτό το σημείο έχοντας καθορίσει και χαρακτηρίσει τόσο το άτομο όσο και τις εναλλακτικές πρέπει να δοθεί η απαραίτητη προσοχή στις υποθέσεις και παραδοχές που πραγματοποιούνται γύρω από τον τρόπο με τον οποίο το άτομο θα λειτουργήσει για να πραγματοποιήσει την επιλογή της εναλλακτικής που τον ικανοποιεί περισσότερο. Παρακάτω περιγράφονται δύο θεωρίες πάνω στους κανόνες λήψης απόφασης. Η Νεοκλασική Οικονομική Θεωρία (Neoclassical economic theory *deteterministic utility models*) που εισάγει την έννοια της χρησιμότητας και τα πρότυπα στοχαστικών συναρτήσεων χρησιμότητας (*random utility models*) που σχεδιάστηκαν για να εντοπίζουν και να ξεπερνούν την αβεβαιότητα. Πριν την περιγραφή των δύο θεωριών κρίνεται σκόπιμο να πραγματοποιηθεί μια μικρή εισαγωγή γύρω από μία νέα έννοια τις συναρτήσεις χρησιμότητας (Bierlaire M., 1997).

Συναρτήσεις Χρησιμότητας

Η συνάρτηση χρησιμότητας του χρήστη είναι ένα μαθηματικό μοντέλο προσομοίωσης της διαδικασίας αξιολόγησης των εναλλακτικών επιλογών από το χρήστη με βάση τα χαρακτηριστικά τους και τις προτιμήσεις του (Σκόρδος Σ., 1991). Η μορφή της συνάρτησης χρησιμότητας φαίνεται στη συνέχεια

$$u_{in} = f(x_i, A_n) \quad (1)$$

u_{in}: το μέτρο της ικανοποίησης του χρήστη από τα χαρακτηριστικά της επιλογής i

x_i: το διάνυσμα των μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν τα χαρακτηριστικά της επιλογής i

A_n: το διάνυσμα των σταθερών παραμέτρων που εκφράζουν τις προτιμήσεις του χρήστη

f: η συναρτησιακή σχέση με την οποία συνδέονται οι μεταβλητές των χαρακτηριστικών με τις παραμέτρους των προτιμήσεων στη μαθηματική έκφραση υπολογισμού της χρησιμότητας.

Η πιο συνηθισμένη μορφή συνάρτησης χρησιμότητας είναι η γραμμική:

$$u_{in} = \beta_i X_{in} \quad (2)$$

X_{in}: ανεξάρτητες μεταβλητές που αντιστοιχούν στα χαρακτηριστικά της επιλογής i

β_i: σταθερές, ενδεικτικές της σημασίας των χαρακτηριστικών της επιλογής i στην αξιολόγηση των εναλλακτικών επιλογών από το χρήστη n

3.2.2.4.α Νεοκλασική Οικονομική Θεωρία (deterministic choice models)

Οι παραδοχές που γίνονται είναι ότι ο χρήστης έχει σαφή γνώση όλων των εναλλακτικών επιλογών (π.χ. εναλλακτικές διαδρομές) και των χαρακτηριστικών τους, αξιολογεί τις εναλλακτικές επιλογές εκτιμώντας με ακρίβεια το βαθμό ικανοποίησής από τα χαρακτηριστικά της κάθε επιλογής και επιλέγει από τις εναλλακτικές εκείνη που μεγιστοποιεί την ικανοποίησή του. Σύμφωνα με την τελευταία από τις παραδοχές που αναφέρθηκαν ο χρήστης πραγματοποιεί την επιλογή εκείνη στην οποία μεγιστοποιείται η ικανοποίησή του. Αυτό μαθηματικά εκφράζεται ως εξής:

$$u_{in} > u_{jn} \quad \forall\, j \in C,\ i \neq j \quad (3)$$

C: το σύνολο των δυνατών επιλογών

i: δείκτης που αντιστοιχεί στην επιλογή i

j: δείκτης που αντιστοιχεί στην επιλογή i

Δηλαδή στην παραπάνω περίπτωση όπου η συνάρτηση χρησιμότητας του χρήστη παίρνει μεγαλύτερη τιμή για την επιλογή i από όλες τις άλλες εναλλακτικές επιλογές, ο χρήστης θα πραγματοποιήσει την επιλογή i. Η εισαγωγή της έννοιας της χρησιμότητας έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των προτύπων διακριτών επιλογών όμως οι υποθέσεις της νεοκλασικής οικονομικής θεωρίας παρουσιάζουν ισχυρούς περιορισμούς κατά την εφαρμογή τους σε πραγματικά συστήματα. Επίσης η πολυπλοκότητα της ανθρώπινης συμπεριφοράς προϋποθέτει, πως τα πρότυπα πρέπει να εμπεριέχουν και κάποιο ποσοστό αβεβαιότητας, γεγονός που δεν είναι εφικτό κατά την εφαρμογή της νεοκλασικής οικονομικής θεωρίας. Οι παραδοχές που έγιναν μέχρι τώρα προσορίζουν τα ντετερμινιστικά πρότυπα επιλογής (Bierlaire M., 1997).

3.2.2.4.β Στοχαστικά ή Πιθανοτικά Πρότυπα (random utility models)

Στα ντετερμινιστικά πρότυπα η συμπεριφορά των χρηστών στην διαδικασία επιλογής περιγράφεται από τις μαθηματικές σχέσεις (1) και (3). Τα ντετερμινιστικά πρότυπα απαιτούν ισχυρούς περιορισμούς στην εφαρμογή τους, οι οποίοι δεν συμβιβάζονται με την περιπλοκότητα των λογικών και ψυχολογικών διεργασιών που καθορίζουν τη συμπεριφορά των χρηστών στη διαδικασία επιλογής. Οι κυριότεροι περιορισμοί τίθενται από τις παραδοχές που αναφέρονται παραπάνω. Οι χρήστες στην πραγματικότητα έχουν ελλειπή γνώση των εναλλακτικών επιλογών ή λανθασμένη πληροφόρηση για τα χαρακτηριστικά τους, σε αντίθεση με όσα αναφέρονται στην πρώτη παραδοχή. Στην δεύτερη παραδοχή αναφέρεται ότι οι χρήστες εκφράζουν με ακρίβεια τις προτιμήσεις τους στη διαδικασία αξιολόγησης των εναλλακτικών επιλογών μέσω των σταθερών παραμέτρων των συναρτήσεων χρησιμότητας. Όμως οι προτιμήσεις του χρήστη αλλάζουν ανάλογα με την ώρα, την ημέρα ή εξαιτίας άλλων τυχαίων εξωτερικών παραγόντων και επιδράσεων, που δεν μπορούν να περιληφθούν στο πρότυπο. Επίσης λόγω της μορφής των συναρτήσεων χρησιμότητας είναι δυνατόν τα πρότυπα να μην εκτιμούν με ακρίβεια τη χρησιμότητα κάποιων χαρακτηριστικών, τα οποία είναι σημαντικά για ορισμένους χρήστες όμως δεν ποσοτικοποιούνται εύκολα (π.χ. άνεση, ασφάλεια).

Έτσι η τιμή της χρησιμότητας u_i που εκτιμάται με τα ντετερμινιστικά μοντέλα μπορεί να θεωρηθεί μόνο ως μία προσέγγιση του πραγματικού μέτρου ικανοποίησης U_i που καθορίζει τη συμπεριφορά του χρήστη. Την πιθανή απόκλιση μεταξύ των δύο τιμών της χρησιμότητας αντιπροσωπεύει η τυχαία μεταβλητή ε_{in} που εισάγεται στο μοντέλο.

$$U_{in} = u_{in} + \varepsilon_{in} \Rightarrow U_{in} = \beta_i x_{in} + \varepsilon_{in} \quad (4)$$

Στα μοντέλα που βασίζονται σε εξισώσεις χρησιμότητας της μορφής (4) δεν μπορεί να υπολογιστεί επακριβώς το μέτρο ικανοποίησης του χρήστη από τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών. Κατά συνέπεια **δεν μπορεί να γίνεται αναφορά στη βεβαιότητα, αλλά στην πιθανότητα** να επιλέξει ο χρήστης μια εναλλακτική.

$$P_n(i) = Pr(U_{in} > U_{jn}) \qquad \forall\, j \epsilon C\,,\ i \neq j \quad (5)$$

Τα μοντέλα αυτού του τύπου χαρακτηρίζονται **πιθανοτικά ή στοχαστικά** και η συμπεριφορά των χρηστών στην διαδικασία επιλογής εναλλακτικής περιγράφεται από τις μαθηματικές σχέσεις (4),(5). Αντικαθιστώντας την εξίσωση (4) στην εξίσωση (5) προκύπτει:

$$P_n(i) = Pr(\beta_i x_{in} + \varepsilon_{in} \geq \beta_j x_{jn} + \varepsilon_{jn}) \qquad \forall\, j \epsilon C\,,\ i \neq j \quad (6)$$

ή

$$P_n(i) = Pr(\beta_i x_{in} - \beta_j x_{jn} \geq \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}) \qquad \forall\, j \epsilon C\,,\ i \neq j \quad (7)$$

Ανάλογα με τις παραδοχές που γίνονται για την πιθανοτική δομή του μοντέλου, προκύπτουν διάφορες μορφές της εξίσωσης (5) που δίνει την πιθανότητα επιλογής μίας εκ των εναλλακτικών. Οι πιο συνηθισμένες παραδοχές είναι ότι τα τυχαία σφάλματα ε ακολουθούν την κανονική κατανομή ή την κατανομή Gumbel οπότε και προκύπτουν τα δύο πιο δημοφιλή είδη προτύπων διακριτών επιλογών τα πιθανοτικά (Probit) και τα λογαριθμικά (logit) αντίστοιχα (Washington S. et al., 2003).

3.2.3 Πιθανοτικό Πρότυπο (Probit)

Τα πιθανοτικά πρότυπα προκύπτουν όταν τα τυχαία σφάλματα στην εξίσωση (7) ακολουθούν την κανονική κατανομή. Στην περίπτωση διωνυμικού προτύπου η εξίσωση (7) γράφεται:

$$P_n(1) = Pr(\beta_1 X_{1n} - \beta_2 X_{2n} \geq \varepsilon_{2n} - \varepsilon_{1n}) \quad (8)$$

Η εξίσωση αυτή εκτιμά την πιθανότητα της επιλογής του 1 από τον χρήστη n. Τα τυχαία σφάλματα ε_{1n} και ε_{2n} κατανέμονται κανονικά με μέση τιμή 0 και τυπικές αποκλίσεις σ_1 και σ_2 αντίστοιχα και το γινόμενο των αποκλίσεων είναι $\sigma_1\sigma_2$. Ένα σημαντικό στοιχείο των κανονικά κατανεμημένων μεταβλητών είναι ότι η πρόσθεση αλλά και η αφαίρεση δύο κανονικά κατανεμημένων μεταβλητών παράγει μια κανονικά κατανεμημένη μεταβλητή. Σε αυτήν την περίπτωση η $\varepsilon_{2n} - \varepsilon_{1n}$ είναι κανονικά κατανεμημένη με μέση τιμή 0 και τυπική απόκλιση $\sigma_1^2+\sigma_2^2-\sigma_{12}$. Έτσι προκύπτει η Αθροιστική Συνάρτηση Κατανομής (cumulative distribution function) της Κανονικής Κατανομής.

$$P_n(1) =(1/\sqrt{2\pi}) \int EXP[-\omega^2/2]d\omega \quad (9)$$

Εάν Φ(.) είναι η Αθροιστική Συνάρτηση Κατανομής (cumulative distribution function) της Κανονικής Κατανομής τότε :

$$P_n(1) =\Phi[(\beta_1 X_{1n} - \beta_2 X_{2n})/\sigma] \quad (10)$$

όπου $\sigma = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_{12})^{0.5}$. Ο όρος $1/\sigma$ καθορίζει το διακριτό αποτέλεσμα και μπορεί να τεθεί σε οποιαδήποτε θετική τιμή, παρά το γεγονός ότι η τιμή $\sigma = 1$ χρησιμοποιείται συνήθως. Το διάνυσμα των παραμέτρων (β) μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας την μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας.

Εάν το δ_{in} οριστεί να είναι ίσο με 1 όταν το παρατηρούμενο διακριτό αποτέλεσμα για το χρήστη n είναι το i και ίσο με το 0 διαφορετικά η συνάρτηση πιθανοφάνειας είναι

$$L= \prod_{n=1}^{N} \prod_{i=1}^{j} P_{(i)}^{\delta in} \quad (11)$$

όπου N είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων. Στη περίπτωση διωνυμικού προτύπου ο λογάριθμος της πιθανοφάνειας είναι (πάλι ο λογάριθμος της πιθανοφάνειας χρησιμοποιείται για την εκτίμηση χωρίς βλάβη της γενικότητας μια και η λογαρίθμηση δεν επηρεάζει την διάταξη):

$$LL = \Sigma\left(\delta_{in} LN\Phi((\beta_1 X_{1n} - \beta_2 X_{2n})/\sigma) + (1-\delta_{in})\,(\beta_1 X_{1n} - \beta_2 X_{2n})/\sigma\right) \quad (12)$$

Το πρόβλημα με το πολυωνυμικό πιθανοτικό πρότυπο είναι ότι δεν έχει κλειστή μαθηματική μορφή. Οι δυσκολίες στην επέκταση της διατύπωσης του πιθανοτικού προτύπου για περισσότερες από δύο διακριτές εναλλακτικές οδήγησε τους ερευνητές να σκεφτούν διαφορετικές κατανομές των τυχαίων σφαλμάτων (Washington S. et al., 2003).

3.2.4 Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο (Multinomial Logit Model).

Όπως αναφέρεται διεξοδικά παρακάτω, τα λογαριθμικά πρότυπα προέρχονται από την υπόθεση ότι η τα τυχαία σφάλματα των συναρτήσεων χρησιμότητας είναι ανεξάρτητα και ακολουθούν την ίδια κατανομή Gumbel. Η γενίκευσή τους για περισσότερες από δύο εναλλακτικές επιλογές αναφέρονται σαν Πολυωνυμικά Λογαριθμικά Πρότυπα.

Εάν τα τυχαία σφάλματα κατανέμονται κατά Gumbel με παράμετρο θέσης ω=0 και με παράμετρο κλίμακας n, η πιθανότητα ένα συγκεκριμένο άτομο να διαλέξει μια εναλλακτική ανάμεσα σε ένα σύνολο C εναλλακτικών επιλογών δίνεται από την σχέση:

$$P_n(i) = e^{\beta_i x_{in}} / \Sigma\, e^{\beta_j x_{jn}} \qquad \forall\, j \in C \quad (13)$$

Παρακάτω αναπτύσσεται ο τρόπος με τον οποίο δημιουργείται το Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο. Μία επιθυμητή ιδιότητα υποτιθέμενης κατανομής τυχαίων σφαλμάτων (εξίσωση (7)) είναι ότι οι μέγιστες των τυχαία εξαγόμενων τιμών της κατανομής ακολουθούν την ίδια κατανομή με τις ποσότητες από τις οποίες έχουν εξαχθεί. Το γεγονός αυτό δεν παρατηρείται στην κανονική κατανομή όπου οι μέγιστες τιμές που προκύπτουν από την κατανομή δεν είναι κανονικά κατανεμημένες. Η κατανομή τυχαίων σφαλμάτων που έχουν τη συγκεκριμένη ιδιότητα απλοποιεί

τη διαδικασία εκτίμησης του προτύπου, καθώς εξισώσεις της μορφής (8) εύκολα μεταπίπτουν στην πολυωνιμική περίπτωση αντικαθιστώντας τον όρο $\beta_{2}X_{2n}$ (που παρουσιάζεται στα διωνυμικά πρότυπα) με τη μέγιστη τιμή όλων των υπολοίπων $\beta_{j}x_{jn}\neq 1$. Οι κατανομές των μέγιστων τυχαίων τιμών που προκύπτουν από θεμελιώδεις κατανομές αναφέρονται σαν κατανομές ακραίων τιμών. (extreme value distributions) (Gumbel, 1958). Οι κατανομές ακραίων τιμών κατηγοριοποιούνται σε τρεις οικογένειες: Τύπου 1, Τύπου 2, Τύπου 3. Η πιο κοινή κατανομή ακραίων τιμών είναι η κατανομή Τύπου 1 (γνωστή και ως κατανομή Gumbel). Έχει την ιδιότητα ότι οι μέγιστες εξαγόμενες τιμές της ακολουθούν και αυτές την κατανομή ακραίων τιμών Τύπου 1. Ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή της συνάρτησης Gumbel και τον βασικότερων ιδιοτήτων της πριν αναπτυχθεί ο τρόπος με τον οποίο προέκυψε το Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο (Ben-Akiva M., 1985).

•Κατανομή Gumbel:Βασικές Ιδιότητες

Έστω ότι το ε κατανέμεται κατά Gumbel τότε

$$F(\varepsilon)= \exp(-e^{-n(\varepsilon-\omega)}) \quad ,n>0$$

και

$$f(\varepsilon) = n(e^{-n(\varepsilon-\omega)})\exp(-e^{-n(\varepsilon-\omega)})$$

όπου n είναι μια θετική παράμετρος κλίμακας, ω είναι παράμετρος θέσης

α) Η μέση τιμή είναι $\boldsymbol{\omega+\gamma/n}$, όπου γ είναι η σταθερά Euler (~0.5772)

β) Η απόκλιση είναι $\boldsymbol{\pi^2/6\mu^2}$

γ) Εάν το ε κατανέμεται κατά Gumbel με παραμέτρους (n,ω) και V και α>0 οποιαδήποτε σταθερά, τότε και **αε+V** κατανέμεται κατά Gumbel με παραμέτρους (**αn+V , μ/α**)

δ) Εάν ε_1 και ε_2 κατανέμονται ανεξάρτητα κατά Gumbel με παραμέτρους (n_1,ω_1) και (n_2,ω_2) αντίστοιχα τότε $\boldsymbol{\varepsilon^* = \varepsilon_1 + \varepsilon_2}$ κατανέμεται λογαριθμικά

$$\mathbf{F(\varepsilon^*)=1/(1+e^{n_2-n_1-\varepsilon^*})}$$

ε) Εάν ε_1 και ε_2 κατανέμονται ανεξάρτητα κατά Gumbel με παραμέτρους (n,ω_1) και (n,ω_2) αντίστοιχα τότε το μέγιστο $(\varepsilon 1,\varepsilon 2)$ κατανέμεται κατά Gumbel με παραμέτρους $\mathbf{(1/n\ln(e^{n\omega 1}+e^{n\omega 2}),n)}$

στ) Τέλος εάν $(\varepsilon 1,\varepsilon 2,\ldots,\varepsilon j)$ είναι j ανεξάρτητα κατανεμημένες κατά Gumbel τυχαίες μεταβλητές με παραμέτρους (n_1,ω_1), (n_2,ω_2),…, (n_j,ω_j) αντίστοιχα τότε το μέγιστο $(\varepsilon 1,\varepsilon 2,\ldots,\varepsilon j)$ κατανέμεται κατά Gumbel με παραμέτρους $\mathbf{(1/n\ \ln\Sigma e^{n\omega j}\ ,\ n)}$ (Ben-Akiva M., 1985).

- **Κατασκευή Πολυωνιμικού Λογαριθμικού Προτύπου.**

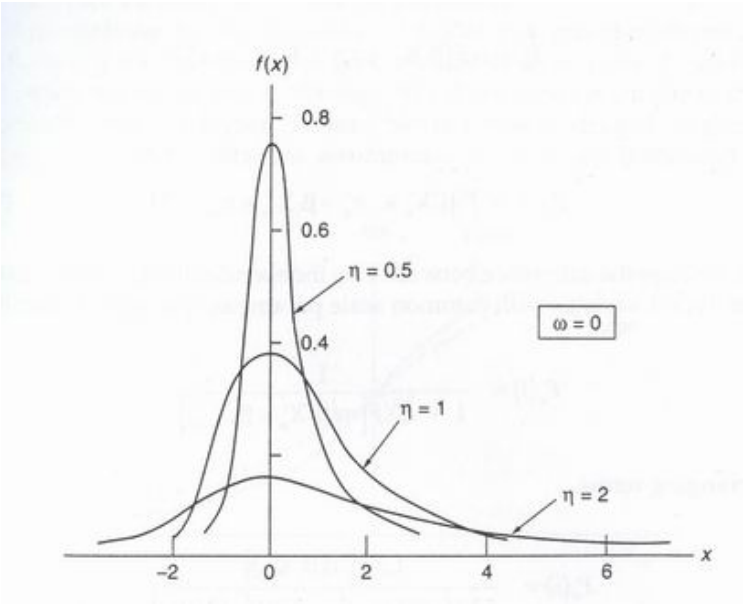
Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της κατανομής Gumbel όπως προαναφέρθηκε είναι:

$$f(\varepsilon) = n(e^{-n(\varepsilon-\omega)})\exp(-e^{-n(\varepsilon-\omega)}) \quad (14)$$

με αντίστοιχη συνάρτηση κατανομής:

$$F(\varepsilon)= \exp(-e^{-n(\varepsilon-\omega)}) \quad (15)$$

όπου n είναι μια θετική παράμετρος κλίμακας, ω είναι παράμετρος θέσης και η μέση τιμή είναι ω+0.5772/n. Η γραφική παράσταση της κατανομής ακραίων τιμών Τύπου 1 με θέσης παράμετρο ω ίση με 0 και για διάφορες τιμές της παραμέτρου n παρουσιάζεται στο σχήμα που ακλουθεί.



Σχήμα 3.1 Γραφική παρουσίαση κατανομής ακραίων τιμών Τύπου 1

Για την εκτίμηση προτύπου που βασίζεται στην κατανομή ακραίων τιμών Τύπου 1 με αναθεώρηση της εξίσωσης (6) προκύπτει:

$$P_n(i) = \Pr(\beta_i x_{in} + \varepsilon_{in} \geq \max(\beta_j x_{jn} + \varepsilon_{jn})) \quad \forall\, j \epsilon C,\ i \neq j \qquad (16)$$

Εάν όλα τα τυχαία σφάλματα ε_{jn} κατανέμονται ανεξάρτητα κατά Gumbel με παραμέτρους θέσης ω_{jn} και κοινή παράμετρο κλίμακας n, τότε και το μέγιστο των $\beta_j x_{jn} + \varepsilon_{jn}$ ακολουθεί κατανομή ακραίων τιμών Τύπου 1 με θέσης παράμετρο:

$$1/n \ln \sum e^{(n\, \beta_j x_{jn})} \quad \forall\, j \epsilon C,\ i \neq j \qquad (17)$$

και κλίμακας παράμετρο n (Gumbel 1958). Εάν $\acute{\varepsilon}_n$ είναι το τυχαίο σφάλμα που συνδέεται με το μέγιστο όλων των πιθανών διακριτών αποτελεσμάτων $\neq i$ (βλέπε εξίσωση (16)) με ω=0 και παράμετρο n και αντίστοιχα ο όρος $\beta' x'_n$ είναι αυτός που συνδέεται με το μέγιστο όλων των πιθανών διακριτών αποτελεσμάτων $\neq i$ τότε μπορεί να δειχθεί ότι:

$$\beta' x'_n = 1/n \ln \sum e^{(n\, \beta_j x_{jn})} \quad \forall\, j \epsilon C,\ i \neq j \qquad (18)$$

Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στις μεταβλητές που ακολουθούν κατανομή ακραίων τιμών Τύπου 1 η πρόσθεση μιας θετικής σταθεράς, έστω α, αλλάζει την θέσης παράμετρο από ω σε ω+α χωρίς να επηρεάζει την κλίμακας παράμετρο n. Έτσι εάν η $\acute{\varepsilon}_n$ έχει παράμετρο θέσης ίση με το 0 και αντίστοιχα παράμετρο κλίμακας n, προσθέτοντας το μέγεθος της εξίσωσης (17) προκύπτει μία μεταβλητή κατανεμημένη κατά Gumbel με παράμετρο θέσης $(\beta' x'_n)$ ίση με την εξίσωση (17) και παράμετρο κλίμακας ίση με n.

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα αυτά η εξίσωση (16) γράφεται :

$$P_n(i) = Pr(\beta_i x_{in} + \varepsilon_{in} \geq \beta' x'_n + \acute{\varepsilon}_n) \qquad (19)$$

ή

$$P_n(i) = Pr(\beta' x'_n + \acute{\varepsilon}_n - \beta_i x_{in} - \varepsilon_{in} \leq 0) \qquad (20)$$

και επειδή η διαφορά μεταξύ δύο μεταβλητών ανεξάρτητα κατανεμημένων κατά Gumbel με κοινή παράμετρο n κατανέμεται λογαριθμικά

$$P_n(i) = 1/(1 + e^{n(\beta' x'_n - \beta_i x_{in})}) \qquad (21)$$

Από όπου προκύπτει

$$P_n(i) = e^{n(\beta_i x_{in})} / \{e^{n(\beta_i x_{in})} + e^{n(\beta' x'_n)}\} \qquad (22)$$

αντικαθιστώντας με την εξίσωση (18) και θέτοντας n=1 (χωρίς βλάβη της γενικότητας) η εξίσωση γίνεται

$$P_n(i) = e^{\beta_i x_{in}} / (e^{\beta_i x_{in}} + e^{\ln \sum e^{n \beta_j x_{jn}}}) \qquad \forall j \epsilon C \quad (23)$$

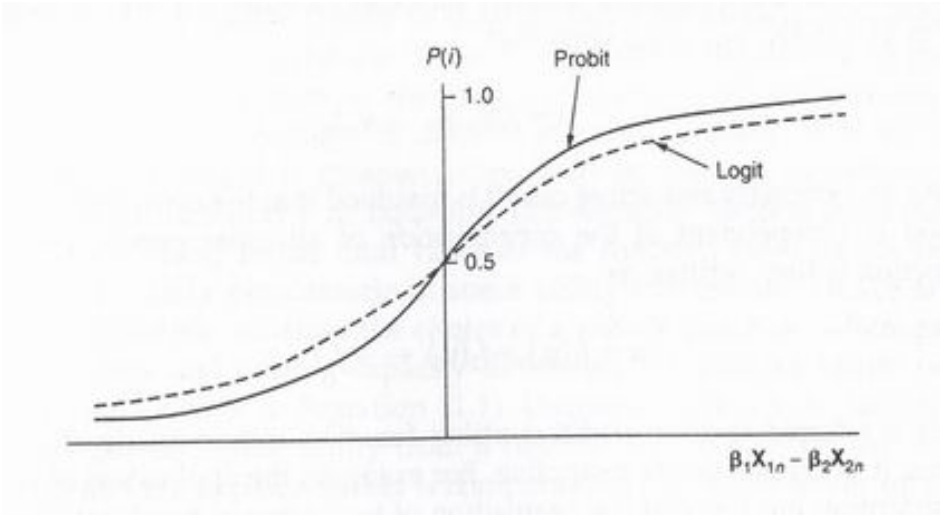
ή

$$P_n(i) = e^{\beta_i x_{in}} / \sum e^{\beta_j x_{jn}} \qquad \forall j \epsilon C \quad (24)$$

η οποία αποτελεί και την πιο συνηθισμένη έκφραση του **πολυωνυμικό λογαριθμικού προτύπου**. Για την εκτίμηση του διανύσματος των σταθερών παραμέτρων (β) με την μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας, ο λογάριθμος της συνάρτησης πιθανοφάνειας είναι

$$LL=\sum_{n=1}^{N}\left\{\sum_{i=1}^{I} \delta_{in}\,[\beta_i x_{in} - \ln\sum e^{\beta_j x_{jn}}\right\} \quad (25)$$

όπου I είναι το σύνολο των πιθανών επιλογών και το δ_{in} προσδιορίζεται όπως στην εξίσωση (11). Κατά τη χρησιμοποίηση του πολυωνιμικού λογαριθμικού προτύπου είναι σημαντική η κατανόηση ότι η επιλογή της κατανομής ακραίων τιμών Τύπου 1 πραγματοποιείται για υπολογιστική ευχέρεια παρόλο που είναι παρόμοια με την κανονική κατανομή (βλέπε σχήμα).



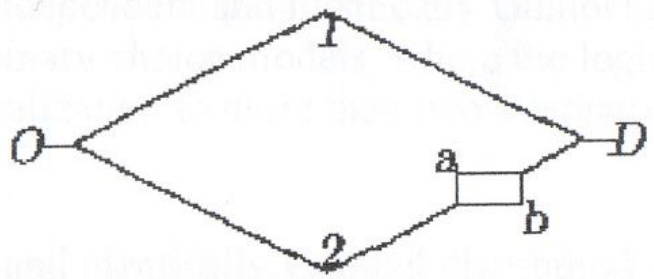
Σχήμα 3.2 Σύγκριση πιθανοτήτων δυαδικού λογαριθμικού και πιθανοτικού προτύπου.

Μία άλλη σημαντική ιδιότητα των πολυωνιμικού λογαριθμικού προτύπου είναι η **ανεξαρτησία από τις μη σχετικές εναλλακτικές** (Independence from Irrelevant Alternatives property or IIA). Αυτό σημαίνει πως για κάποιον συγκεκριμένο χρήστη ο λόγος των πιθανοτήτων δύο οποιονδήποτε εναλλακτικών επιλογών είναι εντελώς ανεπηρέαστος από το συστηματικό (ντετερμινιστικό) μέρος της συνάρτησης χρησιμότητας οποιασδήποτε άλλης εναλλακτικής επιλογής (Washington S. et al., 2003). Αποδεικνύεται εύκολα όπως φαίνεται παρακάτω

$$\frac{P_n(i)}{P_n(l)} = \frac{e^{\beta_i x_{in}} / \sum e^{\beta_j x_{jn}}}{e^{\beta_l x_{ln}} / \sum e^{\beta_j x_{jn}}} = \frac{e^{V_{in}}}{e^{V_{ln}}} = e^{V_{in}-V_{ln}}$$

Αυτή η φαινομενικά απλή ιδιότητα έχει μερικές πολύ σημαντικές συνέπειες και σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να εξαχθούν λανθασμένες προβλέψεις. Παρακάτω παρατίθεται ένα παράδειγμα επιλογής διαδρομής όπου φαίνεται χαρακτηριστικά η σημασία της ιδιότητας αυτής.

Έστω ένας πεζός που θέλει να κινηθεί από το σημείο Ο προς το σημείο προορισμού του το D. Έχει να αντιμετωπίσει ένα πρόβλημα επιλογής διαδρομής όπου οι πιθανές εναλλακτικές διαδρομές είναι οι {1,2a,2b} όπως φαίνεται στο σχήμα και ο μόνος παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή του είναι ο διάρκεια της διαδρομής. Επίσης υποθέτουμε πως ο χρόνος ταξιδίου και για τις τρεις περιπτώσεις είναι ο ίδιος δηλ. $V_1=V_{2a}=V_{2b}=T$ *. Τέλος, η διάρκεια ταξιδιού δ στα μικρά τμήματα a,b είναι κατά πολύ μικρότερη από την συνολική διάρκεια Τ. Σαν συνέπεια αναμένεται η πιθανότητα να επιλέξει την διαδρομή 1 ή 2 να είναι σχεδόν 50%, ανεξάρτητα από την επιλογή μεταξύ των τμημάτων a,b.*



Σχήμα 3.3 Παράδειγμα επιλογής διαδρομής.

Η πιθανότητα που παρέχει το πολυωνυμικό λογαριθμικό πρότυπο για αυτό το παράδειγμα είναι:

$$P_{\{1,2a,2b\}}(1)= P_{\{1,2a,2b\}}(2a)= P_{\{1,2a,2b\}}(2b)= \frac{e^{T}}{\sum_{\kappa\epsilon\{1,2a,2b\}} e^{T}} = \frac{1}{3} \quad (I)$$

η οποία δεν είναι σύμφωνη με το διαισθητικό αποτέλεσμα. Αυτή η κατάσταση εμφανίζεται σε προβλήματα επιλογής με σημαντικά συσχετισμένες εναλλακτικές επιλογές όπως συμβαίνει εμφανώς στο παραπάνω παράδειγμα. Ειδικότερα οι εναλλακτικές διαδρομές 2a,2b είναι τόσο παρόμοιες όπου οι συναρτήσεις χρησιμότητάς τους έχουν πολλούς κοινούς παράγοντες που δεν έχουν παρατηρηθεί με αποτέλεσμα η υπόθεση της ανεξαρτησίας των τυχαίων όρων (σφαλμάτων) των συναρτήσεων χρησιμότητας να μην είναι ορθή για την παραπάνω περίπτωση.

• **Μειονεκτήματα και δυσκολίες στην εφαρμογή του Πολυωνιμικού Προτύπου.**

Εκτός από την ανεξαρτησία από τις μη σχετικές μεταβλητές υπάρχουν και κάποιες ακόμη δυσκολίες που κάνουν δύσχρηστο το πολυωνυμικό πρότυπο. Ακολουθεί αναφορά ορισμένων και σύγκριση με άλλα πρότυπα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παρούσα εργασία.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως στο λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, στην εφαρμογή του πολυωνυμικού προτύπου δεν υπήρχε η δυνατότητα δημιουργίας ξεχωριστών συνόλων επιλογών για το κάθε άτομο (reduced choice set), ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την ύπαρξη ενός διανύσματος χαρακτηριστικών j του κάθε ατόμου και όχι χαρακτηριστικών των διαφόρων εναλλακτικών. Έτσι η ανάλυση έγινε με το **πρότυπο διακριτών επιλογών** που είναι το ίδιο σε δομή και λειτουργία με το πολυωνυμικό πρότυπο με τη διαφορά πως εδώ υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας μειωμένων συνόλων επιλογής καθώς και εισαγωγής χαρακτηριστικών που διαφέρουν για κάθε εναλλακτική.

Επίσης διαφέρει σημαντικά και ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων στον Η/Υ καθώς στο πολυωνυμικό πρότυπο αντιστοιχεί μια σειρά δεδομένων για το κάθε άτομο ενώ στο πρότυπο διακριτών επιλογών στο κάθε άτομο αντιστοιχούν τόσες σειρές δεδομένων όσες και οι εναλλακτικές που είναι διαθέσιμες σε αυτό (περισσότερες λεπτομέρειες για την εισαγωγή δεδομένων στον Η/Υ σε κάθε περίπτωση αναφέρονται σε ακόλουθο κεφάλαιο). Ο προγραμματισμός του προτύπου στο λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε έγινε με την εντολή NLOGIT που αναφέρεται στο **Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο** (Nested Logit Model) το οποίο στην συγκεκριμένη περίπτωση που εξετάζεται, λόγω της μορφής των δεδομένων και της φύσης του προβλήματος μεταπίπτει στο πρότυπο διακριτών επιλογών όπως φαίνεται στην σύντομη περιγραφή που ακολουθεί.

Τέλος σημαντικές διαφορές παρατηρούνται και κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων καθώς στο πολυωνυμικό πρότυπο σε όλες τις συναρτήσεις χρησιμότητας εισέρχονται οι ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές ενώ στο Πρότυπο διακριτών επιλογών και στο Ιεραρχημένο πρότυπο για κάθε εναλλακτική υπάρχει η δυνατότητα επιλογής των ανεξαρτήτων μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν. Στην επόμενη παράγραφο πραγματοποιείται περιγραφή του ιεραρχημένου προτύπου και συνοπτική περιγραφή του τρόπου με τον οποίο ξεπερνιούνται κάποιες δυσκολίες του πολυωνυμικού προτύπου.

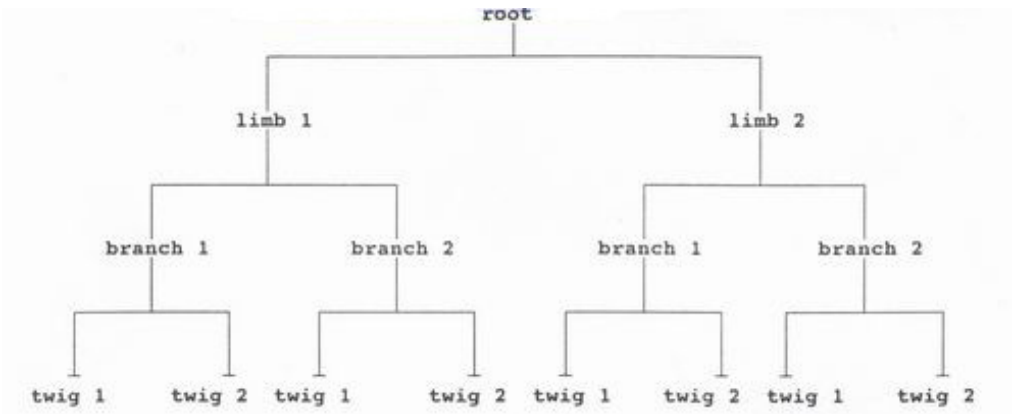
3.2.5 Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο (Nested Logit Model)

Το ιεραρχημένο πρότυπο είναι επέκταση του πολυωνιμικού προτύπου και του προτύπου διακριτών επιλογών που σχεδιάστηκε για να εντοπίζει και να αποφεύγει τα προβλήματα που προκύπτουν από την τυχούσα συσχέτιση μεταξύ των εναλλακτικών. Βασίζεται στο διαχωρισμό του καθολικού συνόλου **C** επιλογών σε διάφορα μειωμένα υποσύνολα **Cκ** τέτοια ώστε:

$$\mathbf{C}=\bigcup_{\kappa}\mathbf{C\kappa} \qquad \text{και} \qquad \mathbf{C\kappa}\cap \mathbf{C\iota}=\varnothing\ ,\ \forall \kappa\neq l$$

Δηλαδή το σύνολο των εναλλακτικών των μειωμένων συνόλων ισούται με τις εναλλακτικές του καθολικού συνόλου και οι εναλλακτικές που εμφανίζονται σε ένα υποσύνολο δεν εμφανίζονται σε κανένα άλλο.

Γραφικά το ιεραρχημένο πρότυπο περιγράφεται ως εξής:



Σχήμα 3.4 Δέντρο ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου.

Τα άτομα υποτίθεται ότι πραγματοποιούν μια επιλογή ανάμεσα στις NALT εναλλακτικές του μειωμένου συνόλου επιλογών. Τα κλαριά (twigs) είναι οι εκάστοτε εναλλακτικές στο σύνολο επιλογών. Το πρότυπο μπορεί να περιέχει μέχρι 75 εναλλακτικές, 25 διακλαδώσεις (branch) και 10 κλάδους σε ένα δέντρο. Το πρότυπο μπορεί να έχει έναν ή περισσότερους κλάδους, κάθε κλάδος μπορεί να έχει μία ή περισσότερες διακλαδώσεις και κάθε διακλάδωση μπορεί να έχει μία ή περισσότερες εναλλακτικές. Ένα πρότυπο με ένα κλάδο και μία διακλάδωση, σαν το πρότυπο διακριτών επιλογών που αναπτύσσεται στην παρούσα εργασία χαρακτηρίζεται σαν μη

ιεραρχημένο (non nested). Τέτοιου είδους πρότυπα είναι το πολυωνυμικό και το πρότυπο διακριτών επιλογών που αναπτύχθηκαν παραπάνω. Όπως και στα απλού επιπέδου πρότυπα το σύνολο επιλογών ποικίλει ανάμεσα στα άτομα και είναι απαραίτητη η παρουσία ενός καθολικού συνόλου επιλογών.

Είναι προφανές ότι δεν θα γίνει χρήση ανώτερου επιπέδου προτύπου (δηλαδή με περισσότερους από δύο κλάδους και περισσότερες από μία διακλαδώσεις) όμως για λόγους εποπτείας της λειτουργίας του ιεραρχημένου προτύπου παρακάτω γίνεται αναφορά στα σημαντικότερα στοιχεία του προτύπου καθώς και στον τρόπο με τον οποίο ερώνται μερικές δυσκολίες που αντιμετωπίζονται κατά την ανάλυση με το πολυωνυμικό πρότυπο όπως η ανεξαρτησία από τις μη σχετικές εναλλακτικές (IIA).

Η ιδέα που κρύβεται πίσω από την δημιουργία του ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου είναι η **ομαδοποίηση των διαφόρων εναλλακτικών**, στις οποίες υπάρχει η ένδειξη ότι έχουν κοινές μη παρατηρούμενες επιρροές, σε κλάδους. Επειδή οι εξαγόμενες πιθανότητες καθορίζονται από τις διαφορές των συναρτήσεων χρησιμότητας οι οποίες με τη σειρά τους καθορίζουν τις πιθανότητες αυτές, οι κοινές μη παρατηρούμενες επιρροές αυτοακυρώνονται σε κάθε κλάδο με την προϋπόθεση ότι όλες οι εναλλακτικές σε ένα κλάδο μοιράζονται τις ίδιες μη παρατηρούμενες επιρροές. Η αυτοακύρωση δεν συμβαίνει όταν μερικές εναλλακτικές μοιράζονται τις μη παρατηρούμενες επιρροές και μερικές όχι. Σε αυτή την περίπτωση προκύπτει ένας IIA περιορισμός (Bierlaire M., 1997).

Η συνάρτηση χρησιμότητας κάθε εναλλακτικής αποτελείται από έναν όρο ειδικό για την εναλλακτική και από έναν όρο που εξαρτάται από τον κάθε κλάδο. Έτσι εάν $i \in C_\kappa$ είναι:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i + V_{c\kappa} + \varepsilon_{C\kappa} \qquad (26)$$

Οι όροι των σφαλμάτων ε_i και $\varepsilon_{c\kappa}$ υποτίθεται πως είναι ανεξάρτητοι. Όπως και στο πολυωνυμικό πρότυπο οι όροι ε_i θεωρείται ότι κατανέμονται κατά Gumbel με παράμετρο κλίμακας σ_κ. Η κατανομή των $\varepsilon_{c\kappa}$ είναι τέτοια ώστε η τυχαία μεταβλητή $\max_{j \in c\kappa} U_j$ να ακολουθεί την κατανομή Gumbel με παράμετρο κλίμακας μ.

Κάθε κλάδος μέσα σε ένα σύνολο επιλογών περιγράφεται από μία ψευδο-χρησιμότητα (pseudo-utility) που καλείται σύνθετη χρησιμότητα (composite utility) ή συμπεριλαμβανόμενη τιμή (inclusive value). Η σύνθετη χρησιμότητα για τον κλάδο Cκ καθορίζεται ως:

$$V'_{C\kappa} = V_{C\kappa} + (1/\sigma_\kappa) \ln \sum_{j \in C\kappa} e^{\sigma_\kappa V_j} \qquad (27)$$

όπου $V_{C\kappa}$ είναι η συνιστώσα της συνάρτησης χρησιμότητας που είναι κοινή για όλες τις εναλλακτικές στον κλάδο Cκ. Η πιθανότητα τότε δίνεται από την σχέση:

$$P_c(i) = P_c(C\kappa)\, P_{C\kappa}(i) \qquad (28)$$

όπου

$$P_C(C\kappa) = e^{\mu V^l C_\kappa} / \sum_{l=1}^{n} e^{\mu V^l C_l} \qquad (29)$$

και

$$P_{C\kappa}(i) = e^{\sigma_\kappa V_i} / \sum_{j \in C\kappa} e^{\sigma_\kappa V_j} \qquad (30)$$

**(l,k αφορούν στους κλάδους και i,j αφορούν στις εναλλακτικές κάθε κλάδου)*

Οι παράμετροι μ και σκ αντικατοπτρίζουν την συσχέτιση μεταξύ των εναλλακτικών του κλάδου Cκ. Ειδικότερα εάν $i,j \in C\kappa$:

$$\mu/\sigma_\kappa = (1-\mathrm{corr}(U_i,U_j))^{1/2} \qquad (31)$$

Ισχύει $0 \leq \mu/\sigma_\kappa \leq 1$ και επίσης σημειώνεται ότι για $\mu/\sigma_\kappa = 1$ είναι $\mathrm{corr}(U_i,U_j)=0$

Οι παράμετροι μ και σκ είναι στενά συνδεδεμένοι μέσα στο πρότυπο. Στην πραγματικότητα μόνο ο λόγος τους έχει έννοια. Δεν είναι δυνατό να τους αναγνωρίσει κανείς ξεχωριστά. Μια τυπική αντιμετώπιση είναι να θέσουμε μία τιμή σε έναν από αυτούς (συνήθως την τιμή 1). Το γεγονός αυτό περιγράφηκε σε προηγούμενη παράγραφο κατά την ανάπτυξη του πολυωνυμικού προτύπου.

Παρακάτω διευκρινίζεται το ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο μέσω του παραδείγματος επιλογής διαδρομής που παρουσιάστηκε κατά την ανάπτυξη του πολυωνυμικού λογαριθμικού προτύπου, με αποτέλεσμα την σαφέστερη εικόνα της λειτουργίας των δύο προτύπων και την ευχερέστερη σύγκρισή τους.

- *Καταρχήν το καθολικό σύνολο επιλογών* $C=\{1,2a,2b\}$ *χωρίζεται σε δύο μειωμένα υποσύνολα του* C, *τα* $C_1=\{1\}$ *και* $C_2=\{2a,2b\}$. *Οι συστηματικοί (ντετερμινιστικοί) όροι των συναρτήσεων χρησιμότητας είναι* $V_{C1}=T, V_1=0$ *και* $V_{C2}=T-\delta, V_{2a}=V_{2b}=\delta$.

Η σύνθετη συνάρτηση χρησιμότητας κάθε κλάδου είναι:

$$V'_{C1}=V_{C1}=T \qquad (32)$$

και

$$V'_{C2}= T-\delta+(1/\sigma_2)\ln(e^{\sigma_2\delta}+e^{\sigma_2\delta}) = T+(1/\sigma_2)\ln 2 \qquad (33)$$

Η πιθανότητα τότε για την επιλογή κάθε κλάδου είναι:

$$P_C(C_1) = e^{V_{lC1}} / (e^{V_{lC1}} + e^{V_{lC2}}) = e^T/(e^T + e^{(T+\ln 2/\sigma_2)}) =$$

$$= 1/(1+e^{\ln 2/\sigma_2}) = 1/(1+2^{1/\sigma_2}) \qquad (34)$$

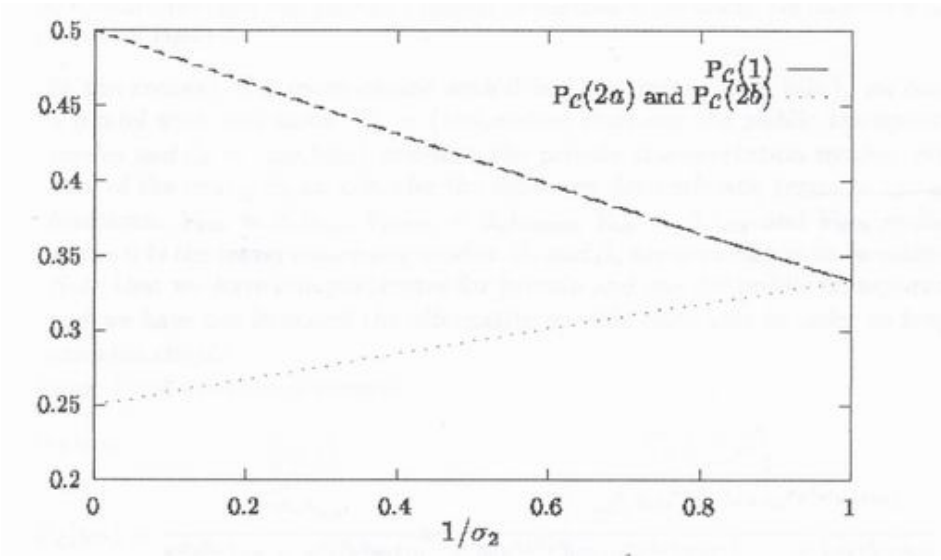
$$P_C(C_2) = 1 - P_C(C_1) = 2^{1/\sigma_2}/(1+2^{1/\sigma_2}) \qquad (35)$$

όπου η τιμή της παραμέτρου μ έχει τεθεί ίση με 1, χωρίς βλάβη της γενικότητας. Οι πιθανότητες τότε κάθε εναλλακτικής επιλογής υπολογίζονται:

$$P_C(1) = P_C(C_1) = 1/(1+2^{1/\sigma_2}) \qquad (36)$$

$$P_C(2a)=P_C(2b)=\left(e^{\sigma_2\delta}/(e^{\sigma_2\delta}+e^{\sigma_2\delta})\right)P_C(C_2) = 1/2(2^{1/\sigma_2}/(1+2^{1/\sigma_2})) \qquad (37)$$

Οι τιμές των $P_C(1)$, $P_C(2a)$, $P_C(2b)$ σαν συνάρτηση του $1/\sigma_2$ παριστάνονται γραφικά στο σχήμα 6. Καθώς ισχύει όπως αναφέρθηκε παραπάνω ότι $0 \leq \mu/\sigma\kappa \leq 1$ ισχύει και $0 \leq 1/\sigma_2 \leq 1$ διότι η παράμετρος μ έχει τεθεί αυθαίρετα ίση με 1. Παρατηρείται ότι όταν είναι $1/\sigma_2=1$ το ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο παράγει τα ίδια αποτελέσματα με το πολυωνυμικό λογαριθμικό πρότυπο (I) (βλέπε παράδειγμα επιλογής διαδρομής για πολυωνυμικό πρότυπο) και όλες οι πιθανότητες είναι ίσες με 1/3. Σε αντίθεση όταν το σ_2 γίνεται άπειρο και η ποσότητα $1/\sigma_2$ τείνει στο 0 η πιθανότητα κάθε εναλλακτικής συγκλίνει όλο και πιο πολύ προς την τιμή 1/2. Οριακά το πρότυπο μετατρέπεται σε δυαδικό πρότυπο επιλογής (binary choice model), όπου οι μικρές παρακάμψεις a και b αγνοούνται κατά την διαδικασία επιλογής.



Σχήμα 3.5 Πιθανότητα κάθε εναλλακτικής σαν συνάρτηση του 1/σ2.

3.2.6 Στατιστική Αξιολόγηση

- Η στατιστική αξιολόγηση των παραμέτρων πραγματοποιείται κατά προσέγγιση με ένα μονοκατάληκτο **κριτήριο t (t-test).** Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να διαπιστωθεί εάν οι παράμετροι που υπολογίστηκαν διαφέρουν σημαντικά από το 0. Για να γίνει αυτό, το κριτήριο t^* που κατά προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί ότι ακολουθεί την κατανομή t γίνεται:

$$t^* = \frac{\beta - 0}{S.E.(\beta)}$$

S.E.(β) : τυπικό σφάλμα των σταθερών παραμέτρων.

Όπως προαναφέρθηκε το Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο προέρχεται από ακραίου τύπου κατανομές (Gumbel) και όχι από την κανονική κατανομή με αποτέλεσμα να μην είναι απολύτως ορθό να χρησιμοποιούμε το κριτήριο t, όμως παρόλα αυτά δίνει μια αξιόπιστη προσέγγιση.

- Ένα πιο γενικό και κατάλληλο κριτήριο για αυτή την περίπτωση είναι το κριτήριο του λόγου της πιθανοφάνειας. Το κριτήριο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την εκτίμηση της στατιστικής αξιοπιστίας των παραμέτρων του προτύπου όσο και για την αξιολόγηση του ίδιου του προτύπου. Το κριτήριο αυτό εξυπηρετεί τον ίδιο σκοπό στη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας όπως και το κριτήριο F στη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων. Κατά το κριτήριο του λόγου της πιθανοφάνειας υπολογίζονται και συγκρίνονται οι λογάριθμοι των συναρτήσεων πιθανοφάνειας για το «περιορισμένο» (L(R)) και το «χωρίς περιορισμούς» πρότυπο (L(U)). Έστω ότι L(R) και L(U) είναι οι τιμές των λογαρίθμων των συναρτήσεων πιθανοφάνειας όταν αυτές λαμβάνουν τη μέγιστη τιμή τους για το «περιορισμένο» και το «χωρίς περιορισμούς» πρότυπο αντίστοιχα. Οπότε το μέγεθος

$$X^2 = -2[L(R)-L(U)]$$

ακολουθεί **κατανομή χ^2** με βαθμούς ελευθερίας ίσους με τη διαφορά του αριθμού των παραμέτρων ανάμεσα στα δύο πρότυπα. Για τον έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης ότι όλοι οι παράμετροι είναι μηδενικοί παίρνει την μορφή $-2[L(0)-L(\beta)]$ που κατανέμεται ασυμπτωτικά κατά **χ^2.** Όταν το μέγεθος αυτό παίρνει «μεγάλες» τιμές κατά την στατιστική έννοια, απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και δεχόμαστε πως οι περιορισμοί που έχουμε θέσει είναι αληθινοί.

- Τέλος ένα ακόμα κριτήριο που χρησιμοποιείται συχνά για την μέτρηση της στατιστικής αξιοπιστίας του προτύπου είναι το **κριτήριο ρ^2** το οποίο μοιάζει από την άποψη του επιδιωκόμενου αποτελέσματος με το κριτήριο R^2 των προτύπων παλινδρομήσεως. Το κριτήριο ρ^2 είναι :

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)}$$

όπου LL(β) είναι ο λογάριθμος της συνάρτησης πιθανοφάνειας για το πρότυπο με διάνυσμα παραμέτρων β και LL(0) είναι ο λογάριθμος της συνάρτησης πιθανοφάνειας του περιορισμένου προτύπου (όλοι οι παράμετροι 0). Οι τιμές που λαμβάνει το ρ^2 κυμαίνονται από 0 ως 1. Τιμές γύρω από το 1 σε αντιστοιχία με το R^2 σημαίνει ότι το πρότυπο μπορεί να προβλέψει με σχετική βεβαιότητα. Αυτό είναι φανερό και από την μορφή της παραπάνω εξίσωσης αν σκεφτεί κανείς πως σε ένα τέλειο πρότυπο (μπορεί να προβλέψει όλες τις εναλλακτικές με πιθανότητα 1) η τιμή της συνάρτησης πιθανοφάνειας παίρνει την τιμή 1 και ο λογάριθμός της LL(β) την τιμή 0 οπότε και το ρ^2 παίρνει την μέγιστη τιμή του δηλαδή την τιμή 1.

Ένα άλλο κριτήριο αξιοπιστίας του προτύπου είναι το **διορθωμένο ρ^2** το οποίο είναι παρόμοιο με το ρ^2 απλά διορθωμένο για τον αριθμό K των παραμέτρων που υπολογίζονται.

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)-K}{LL(0)}$$

3.2.7 Ελαστικότητες Λογαριθμικών Προτύπων

Μία χρήσιμη ιδιότητα των προτύπων είναι η **ελαστικότητα.** Με την ελαστικότητα υπολογίζεται η επιρροή που έχουν μικρές αλλαγές των ανεξάρτητων μεταβλητών πάνω στην πιθανότητα επιλογής κάποιας εναλλακτικής. Υπολογίζεται από τη μερική παράγωγο για κάθε παρατήρηση από τη σχέση:

$$E_{xki}^{Pn(i)}=(\partial P_n(i)/\partial x_{ink})x_{ink}/P_n(i)= \partial \ln P_n(i)/ \partial \ln x_{ink}$$
$$= [1-P_n(i)]x_{ink}\beta_k$$

όπου P(i) είναι η πιθανότητα της εναλλακτικής i και x_{ki} η τιμή της μεταβλητής k για την εναλλακτική i. Η τιμή της ελαστικότητας ερμηνεύεται ως το ποσοστό επί τις εκατό της μεταβολής της πιθανότητας P(i) που προκαλείται από μία μεταβολή του x_{ki} κατά 1%. Στην περίπτωση που η ελαστικότητα υπολογιστεί και είναι μικρότερη του ένα, τότε η μεταβλητή x_{ki} λέγεται ανελαστική και μία μεταβολή της μεταβλητής κατά 1% προκαλεί μεταβολή της πιθανότητας P(i) μικρότερη του 1%. Εάν η ελαστικότητα είναι μεγαλύτερη του ένα τότε η μεταβλητή λέγεται ελαστική και μια μεταβολή στην τιμή της κατά 1% προκαλεί μεταβολή στην πιθανότητα P(i) μεγαλύτερη του 1%.

Αναφέρεται πως όταν χρησιμοποιούνται οι ελαστικότητες κανείς πρέπει να δίνει ιδιαίτερη προσοχή στο γεγονός ότι πρόκειται για (point) σημειακές ελαστικότητες. Έτσι όλα αυτά ισχύουν για μικρές μεταβολές των μεταβλητών και σε περίπτωση μεγάλων μεταβολών (π.χ. διπλασιασμός της τιμής μιας μεταβλητής) οδηγεί σε μεγάλα σφάλματα. Επίσης οι ελαστικότητες δεν είναι δυνατό να εφαρμοστούν σε μεταβλητές όπως το φύλο που παίρνουν τιμές 0 και 1. Έτσι για τον υπολογισμό της ευαισθησίας των μεταβλητών αυτών εισάγεται ένα νέο μέγεθος η ψευδό-ελαστικότητα. Η εξίσωση που την περιγράφει είναι:

$$E_{xki}^{Pn(i)}=EXP[\Delta(\beta_i x_i)]*\sum_{\forall j} EX\Pi(\beta_{kj}x_{kj})\Big/\Big[EXP[\Delta(\beta_i x_i)]*\sum_{\forall jn} EX\Pi(\beta_{kj}x_{kj})+\sum_{\forall j\neq jn} EX\Pi(\beta_{kj}x_{k})\Big]$$

όπου j_n είναι οι εναλλακτικές που στην συνάρτησή τους εμπεριέχεται το x_k και j όλες οι πιθανές εναλλακτικές επιλογές.

Οι ελαστικότητες που περιγράφονται παραπάνω αναφέρονται και σαν άμεσες ελαστικότητες αφού μετρούν την επιρροή μεταβλητών, οι οποίες καθορίζουν την πιθανότητα P(i), πάνω στην πιθανότητα αυτή. Είναι ενδιαφέρον να καθοριστεί η επιρροή μεταβλητών, που επηρεάζουν την επιλογή μιας εναλλακτικής j, πάνω στην εναλλακτική i. Οι ελαστικότητες αυτές είναι γνωστές και σαν διασταυρούμενες ελαστικότητες (cross elasticity) και δίνονται από την εξίσωση:

$$E_{xkj}^{P(i)}= -P_n(j)x_{kj}\beta_{kj}$$

Επισημαίνεται ότι υπάρχει μόνο μία διασταυρούμενη ελαστικότητα για όλες τις εναλλακτικές i ($i\neq j$). Δηλαδή μια μεταβολή σε μία μεταβλητή από την οποία εξαρτάται η εναλλακτική j θα προκαλέσει τη ίδια μεταβολή σε όλες τις άλλες εναλλακτικές i. Η ιδιότητα αυτή των ομοιόμορφων ελαστικοτήτων (uniform cross-elasticities) πηγάζει από την ανεξαρτησία των όρων των τυχαίων σφαλμάτων.

3.2.8 Πηγές Σφαλμάτων

Εκτός από σφάλματα που μπορεί να προκύψουν από την μη πλήρωση της συνθήκης της ανεξαρτησίας από μη σχετικές εναλλακτικές υπάρχουν και άλλες πιθανές πηγές σφαλμάτων όπως:

α. Παράλειψη σχετικών μεταβλητών

β. Παρουσία μη σχετικών μεταβλητών (μεταβάλλονται τα σφάλματα στην εκτίμηση των συντελεστών)

γ. Σφάλματα τα οποία δεν είναι ανεξάρτητα και κατά τον ίδιο τρόπο κατανεμημένα.

δ. Λανθασμένα δεδομένα

ε. Συσχέτιση μεταξύ μεταβλητών και των όρων των σφαλμάτων.

στ. Λανθασμένα δεδομένα.

Ο τρόπος με τον οποίο εισάγονται τα δεδομένα στην βάση δεδομένων, ο προγραμματισμός των προτύπων στο λογισμικό που χρησιμοποιείται κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας, ο τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων και άλλα στοιχεία που αφορούν στο συγκεκριμένο υπό παρακολούθηση σύστημα (διελεύσεις πεζών σε οδικό τμήμα) καθώς και ο διαφορετικός τρόπος προσέγγισης στην ανάπτυξη του κάθε προτύπου αναλύονται εκτενέστερα σε ακόλουθα κεφάλαια. Τα κεφάλαια αυτά επικεντρώνονται στην εφαρμογή των μεθόδων με την βοήθεια Η/Υ και πιο συγκεκριμένα με το λογισμικό Limdep καθώς και στην εξαγωγή συμπερασμάτων τόσο για τη συμπεριφορά των πεζών όσο και για το βαθμό επάρκειας των μεθοδολογιών στην περιγραφή του φαινομένου που απασχολεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

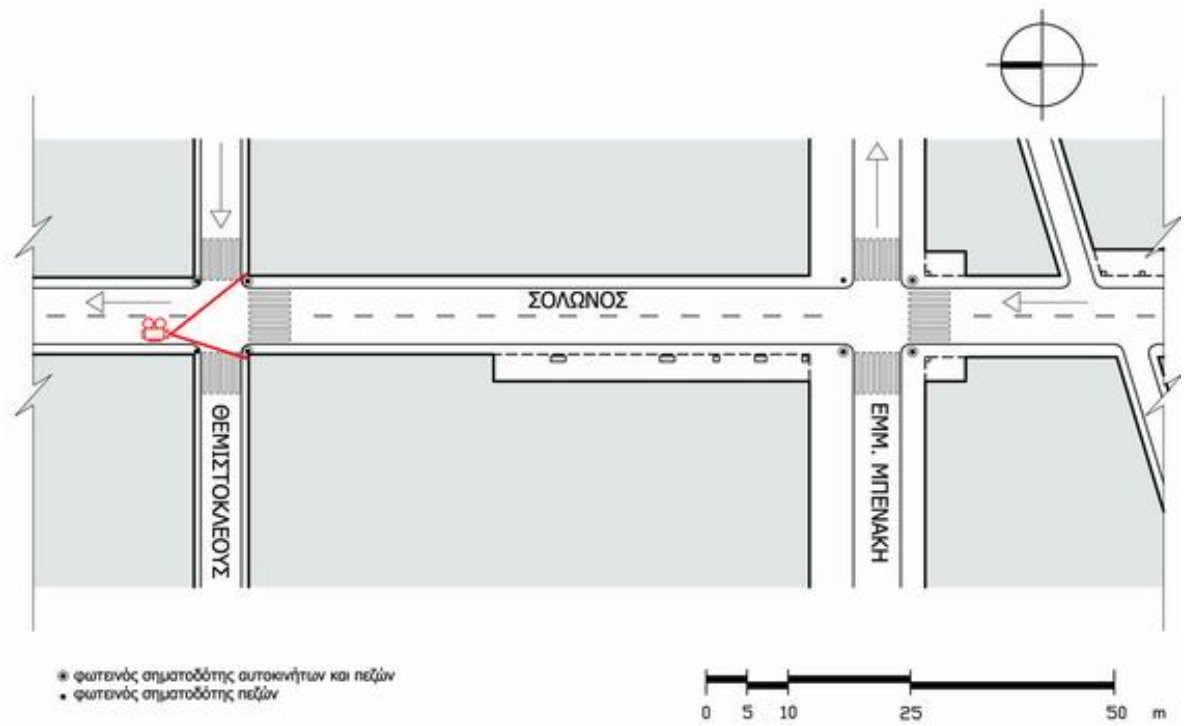
Το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής εργασίας αφορά στη διερεύνηση της επιρροής, που ενδεχομένως έχουν, διάφορες παράμετροι (είτε χαρακτηριστικά του πεζού όπως φύλο, ηλικία κτλ. είτε κυκλοφοριακά όπως φόρτος, κενά μεταξύ οχημάτων κτλ.) στην επιλογή του σημείου εντός συγκεκριμένου οδικού τμήματος στο οποίο ο πεζός αποφασίζει να διασχίσει. Μετά τον καθορισμό των απαραίτητων στοιχείων, για την εκπόνηση του στόχου αυτού, ξεκίνησε η συγκέντρωσή τους. Έτσι, το κεφάλαιο αυτό αφορά στην **συλλογή και επεξεργασία** των στοιχείων αυτών. Ειδικότερα παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία στα οποία στηρίχτηκε η Διπλωματική εργασία, ο τρόπος συλλογής, οι δυσκολίες οι οποίες αντιμετωπίστηκαν καθώς και ο τρόπος αντιμετώπισης των δυσκολιών αυτών. Επίσης περιγράφεται ο τρόπος καταγραφής τους και εισαγωγής τους στη Βάση Δεδομένων, ενώ δίνονται και κάποια εποπτικά συμπεράσματα, που προκύπτουν. Τέλος γίνεται μια αναφορά στα προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία των στοιχείων, και το σκοπό που εξυπηρέτησε κάθε λογισμικό.

4.2 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.2.1 Συλλογή στοιχείων

Αρχικά πρέπει να αναφερθεί πως η συλλογή των στοιχείων βασίστηκε στη μέθοδο της βιντεοσκόπησης. Το γεγονός αυτό θέτει από μόνο του κάποιους περιορισμούς στην επιλογή του υπό εξέταση τμήματος. Έτσι το οδικό τμήμα στο οποίο έγινε η καταγραφή έπρεπε να πληρεί κάποιες προϋποθέσεις ώστε να είναι δυνατή η καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων. Το μήκος του δεν έπρεπε να είναι πολύ μεγάλο ώστε να είναι δυνατή η κάλυψη ολόκληρης της περιοχής από τη βιντεοσκόπηση. Όμως ταυτόχρονα δεν εξυπηρετούσε να είναι πολύ μικρό, διότι στην περίπτωση αυτή είναι προφανές πως θα παρουσιαζόταν μεγάλη συγκέντρωση των διελεύσεων στις διαβάσεις και δεν θα προέκυπτε επαρκής αριθμός διελεύσεων ενδιαμέσως του

οικοδομικού τετραγώνου ώστε να καταστεί δυνατή η στατιστική ανάλυση. Επίσης ήταν επιθυμητό το οδικό τμήμα στο οποίο θα γίνονταν οι μετρήσεις να παρουσιάζει σχετικά αυξημένη κίνηση πεζών και οχημάτων, γεγονός που οδήγησε στην επιλογή περιοχής που βρίσκεται σε κεντρικό σημείο της Αθήνας. Έχοντας θέσει τους παραπάνω περιορισμούς έγινε η επιλογή του κατάλληλου τμήματος. Το οδικό τμήμα που επιλέχθηκε ήταν τμήμα της οδού Σόλωνος και συγκεκριμένα το οικοδομικό τετράγωνο από την οδό Εμμανουήλ Μπενάκη έως την οδό Θεμιστοκλέους μήκους περίπου 75μ (σχ.4.1).



Σχήμα 4.1 Περιοχή Μελέτης

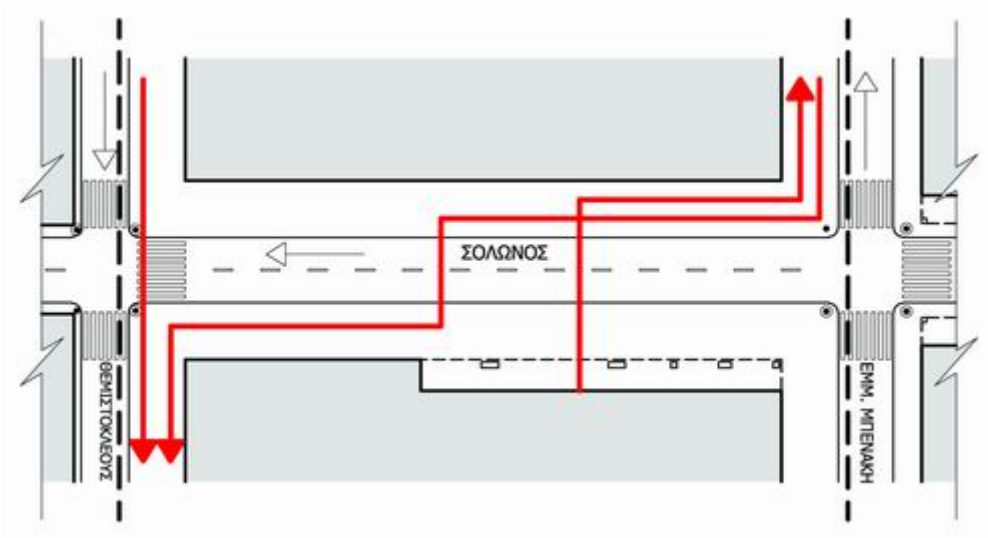
Έπειτα από συνεχείς δοκιμαστικές λήψεις αποφασίστηκε η τοποθέτηση της βιντεοκάμερας να γίνει στη γωνία Σόλωνος και Θεμιστοκλέους από την πλευρά της οδού Ακαδημίας όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1. Με αυτό τον τρόπο βελτιστοποιήθηκε η ευκρίνεια της εικόνας ενώ ταυτόχρονα μεγιστοποιήθηκε το ποσοστό κάλυψης της περιοχής από τη βιντεοκάμερα.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 1 στο οδικό τμήμα αυτό υπάρχει **φωτεινός σηματοδότης** μόνο στη διασταύρωση Σόλωνος-Θεμιστοκλέους όπου υπάρχει και διάβαση για τους πεζούς. Στη διασταύρωση Σόλωνος-Εμμανουήλ Μπενάκη δεν υπάρχει φωτεινός σηματοδότης ούτε διάβαση για τους πεζούς (από την πλευρά της υπό εξέταση περιοχής) όμως παρόλα αυτά παρατηρήθηκε μεγάλη συγκέντρωση διελεύσεων, γεγονός που αποδίδεται στο ότι οι πεζοί που βρίσκονταν στο

σημείο είχαν ορατότητα στον φωτεινό σηματοδότη που βρίσκεται στη διασταύρωση από την πλευρά εκτός περιοχής με αποτέλεσμα να κινούνται με σχετική ασφάλεια.

Αξίζει να αναφερθεί πως στο τμήμα της Σόλωνος πλησίον της Εμμανουήλ Μπενάκη και προς την πλευρά της οδού Ακαδημίας υπάρχει μια μικρή **στοά** που λειτουργεί ως επέκταση του πεζοδρομίου και σε συνδυασμό με την παράνομη στάθμευση που συχνά παρατηρούνταν στο σημείο αυτό, ήταν αδύνατο να καταγραφούν από την κάμερα κάποιες κινήσεις των πεζών οι οποίες ήταν απαραίτητες για την επεξεργασία και ανάλυση. Εκτενέστερη αναφορά για τη δυσκολία αυτή, κάποιων άλλων λιγότερο σοβαρών προβλημάτων που προέκυψαν κατά την παρατήρηση καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίστηκαν γίνεται σε επόμενη παράγραφο (§ 4.2.3).

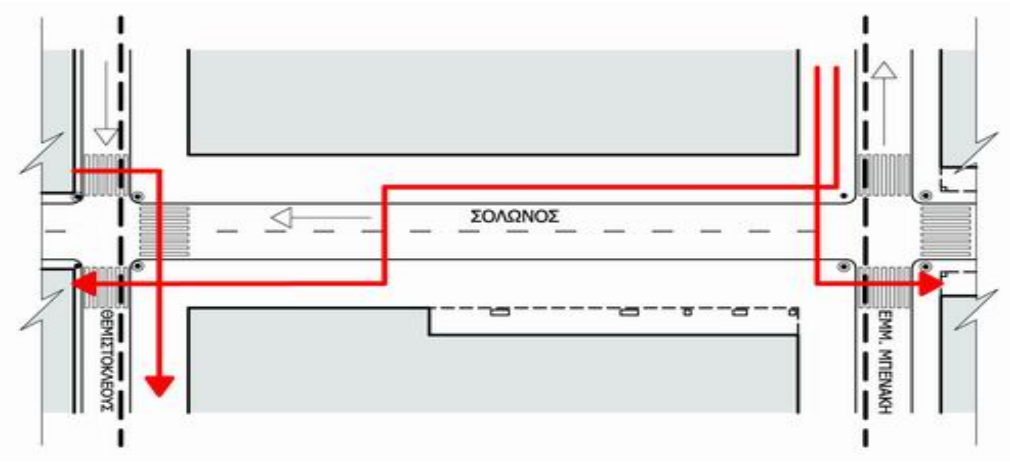
Στο σχήμα 2 φαίνονται τα όρια της περιοχής μελέτης. Οι **πεζοί που ενδιέφερε να καταγράφουν** ήταν εκείνοι που κινούνταν κάθετα προς την οδό Σόλωνος, διέσχιζαν εντός της υπό εξέταση περιοχής και συνέχιζαν την πορεία τους εντός αυτής, δηλαδή εκείνοι που κατά κάποιο τρόπο ήταν αναγκασμένοι να διασχίσουν την οδό Σόλωνος σε αυτό το οδικό τμήμα για να κατευθυνθούν στον προορισμό τους (π.χ. οι πεζοί 1,2 και 3 του σχήματος 4.2).



Σχήμα 4.2 Πεζοί που ενδιέφερε να καταγραφούν

Δεν ενδιέφερε να καταγραφούν οι πεζοί που προέρχονταν από ή κατευθύνονταν σε άλλο οικοδομικό τετράγωνο της οδού Σόλωνος ανάντη της οδού Εμμανουήλ Μπενάκη ή κατάντη της οδού Θεμιστοκλέους (π.χ. οι πεζοί 1 και 2 του σχήματος 4.3). Όπως είναι φανερό οι πεζοί αυτοί

είχαν εναλλακτική επιλογή να διασχίσουν την οδό Σόλωνος σε κάποιο άλλο σημείο εκτός περιοχής, στο οποίο με τα διατιθέμενα μέσα ήταν αδύνατο να παρακολουθηθούν, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτό να ελεγχθούν οι συνθήκες κάτω από τις οποίες επελέγη το συγκεκριμένο σημείο για να διασχίσουν. Στην επόμενη παράγραφο περιγράφονται αναλυτικά τα στοιχεία που καταγράφηκαν για κάθε πεζό.



Σχήμα 4.3 Πεζοί που δεν ενδιέφερε να καταγραφούν

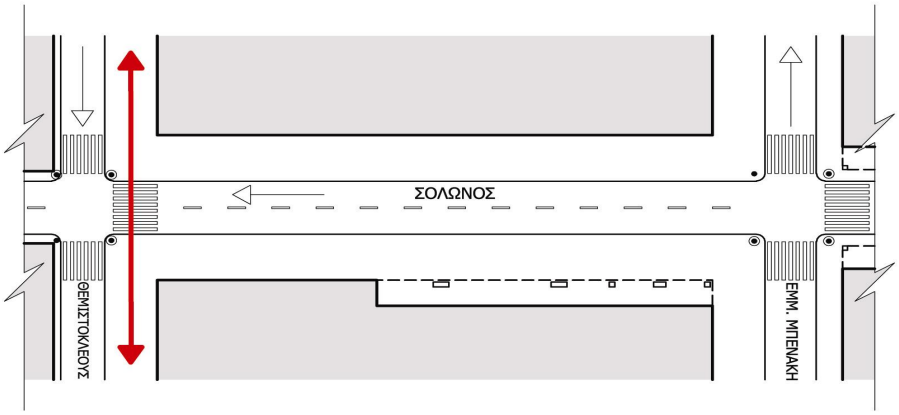
4.2.2 Στοιχεία Βάσης δεδομένων

Κατά την παρακολούθηση των ταινιών, τα στοιχεία που ήταν απαραίτητα για την ανάλυση και επεξεργασία, καταγράφονταν σε ειδικά έντυπα (βλέπε παράρτημα) που είχαν δημιουργηθεί για το σκοπό αυτό. Κατόπιν μεταφέρθηκαν κωδικοποιημένα και σε ηλεκτρονική μορφή στη βάση δεδομένων (§4.2.3).

Αρχικά πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός των πεζών σε **έξι διαφορετικές κατηγορίες** με κριτήριο την προέλευση και τον προορισμό των πεζών (υπάρχει αντιστοιχία και με το αν κινούνταν σε ανωφέρεια δηλαδή προς την οδό Εμμανουήλ Μπενάκη ή σε κατωφέρεια προς την οδό Θεμιστοκλέους). Ακολουθεί περιγραφή των κατηγοριών αυτών και παράθεση των αντίστοιχων σχημάτων για καλύτερη κατανόηση και εποπτεία του θέματος.

- **Κατηγορία 1**

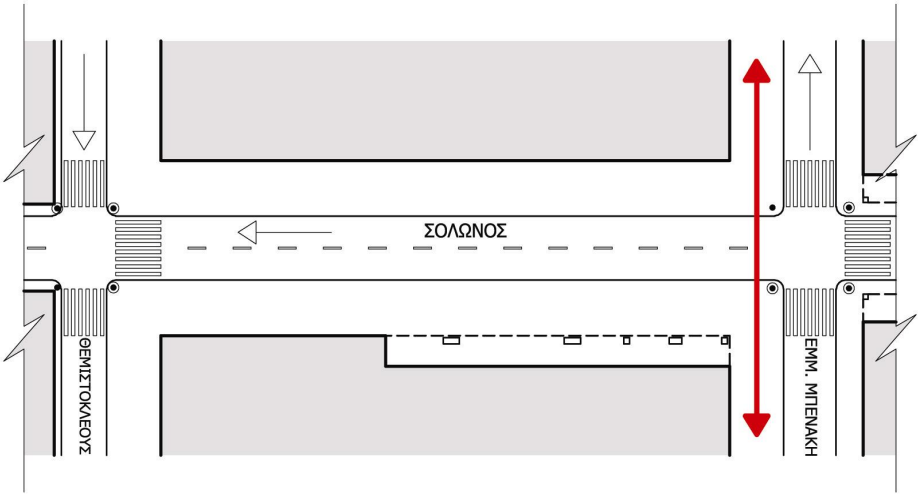
Αφορά στα άτομα που διασχίζουν την οδό Σόλωνος στη διάβαση προερχόμενοι από την οδό Θεμιστοκλέους και συνεχίζουν την πορεία τους εντός των ορίων της περιοχής. (σχ.4.4)



Σχήμα 4.4 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 1

- **Κατηγορία 2**

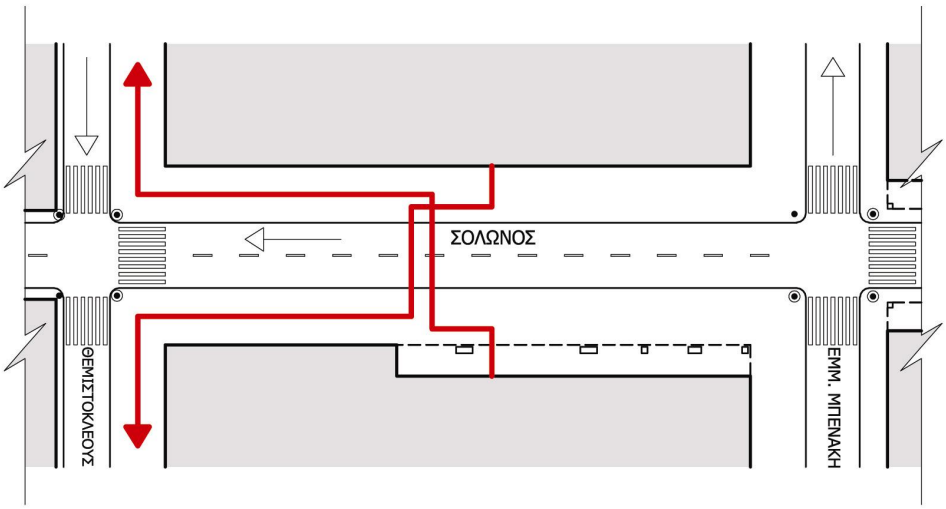
Αφορά στα άτομα που διασχίζουν την οδό Σόλωνος στη διασταύρωση με την οδό Εμμανουήλ Μπενάκη και συνεχίζουν την πορεία τους εντός των ορίων της περιοχής. (σχ.4.5)



Σχήμα 4.5 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 2

- **Κατηγορία 3**

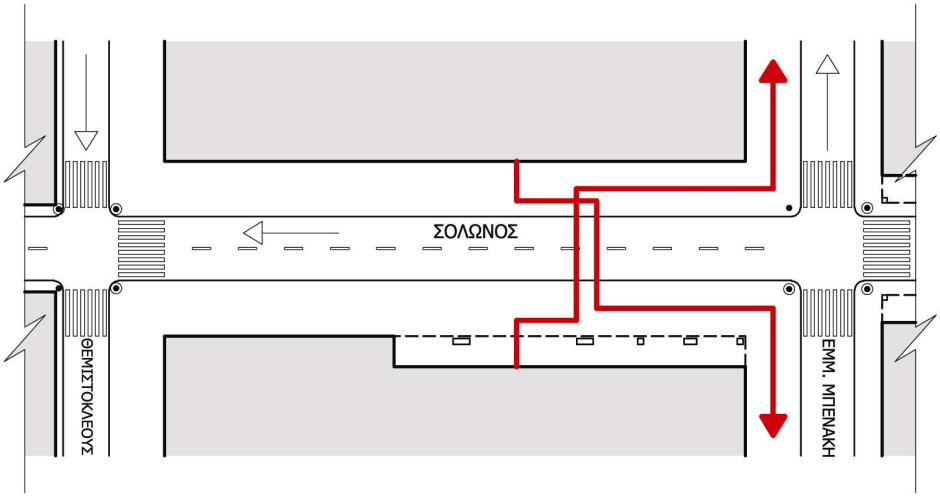
Αφορά στα άτομα που προέρχονται από κτίριο εντός της περιοχής διασχίζουν την οδό Σόλωνος και κατευθύνονται προς την οδό Θεμιστοκλέους . (σχ.4.6)



Σχήμα 4.6 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 3

- **Κατηγορία 4**

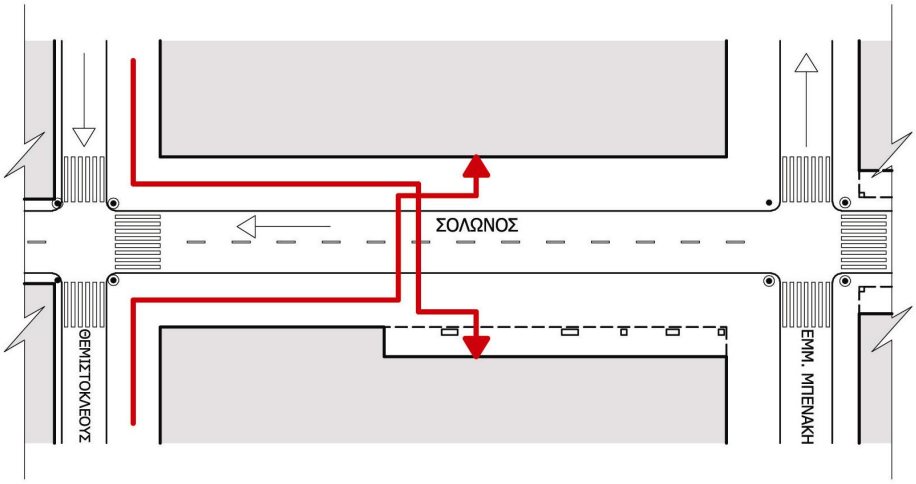
Αφορά στα άτομα που προέρχονται από κτίριο εντός της περιοχής διασχίζουν την οδό Σόλωνος και κατευθύνονται προς την οδό Εμμανουήλ Μπενάκη. (σχ.4.7)



Σχήμα4.7 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 4

- **Κατηγορία 5**

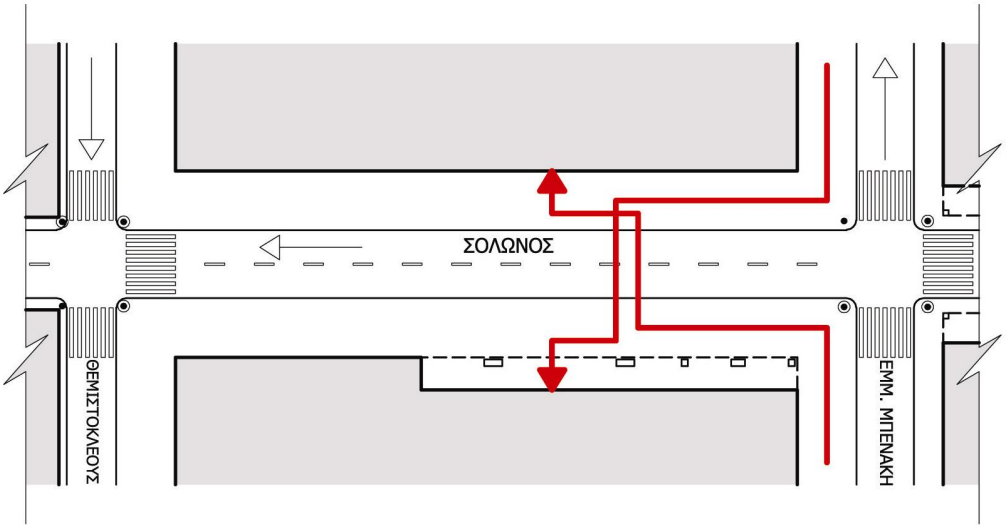
Αφορά στα άτομα που προέρχονται από την οδό Θεμιστοκλέους διασχίζουν την οδό Σόλωνος και κατευθύνονται σε κτίριο εντός της περιοχής. (σχ.4.8)



Σχήμα4.8 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 5

- **Κατηγορία 6**

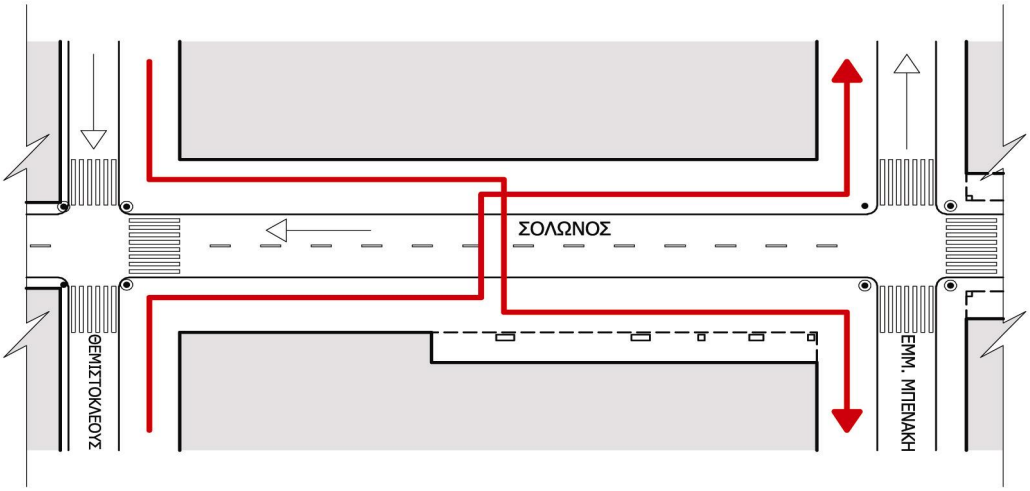
Αφορά στα άτομα που προέρχονται από την οδό Εμμανουήλ Μπενάκη διασχίζουν την οδό Σόλωνος και κατευθύνονται σε κτίριο εντός της περιοχής. (σχ.4.9)



Σχήμα 4.9 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 6

- **Κατηγορία 7**

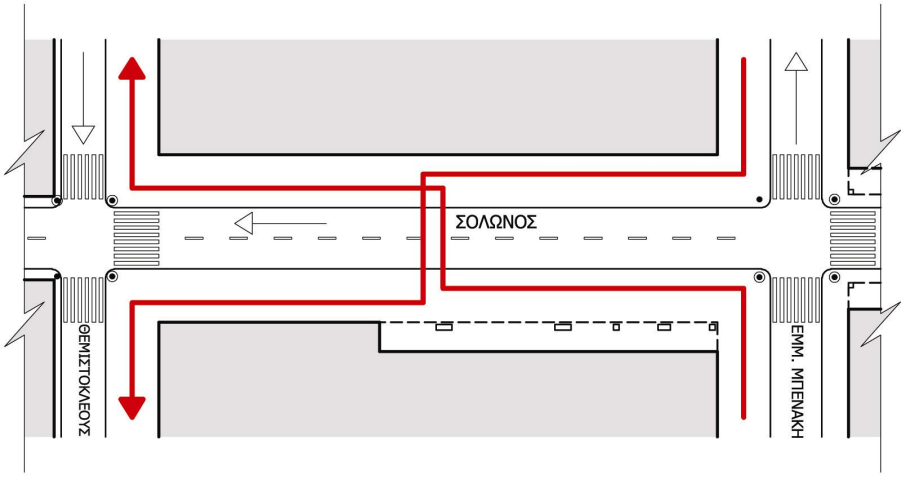
Αφορά στα άτομα που προέρχονται από την οδό Θεμιστοκλέους διασχίζουν την οδό Σόλωνος και κατευθύνονται στην οδό Εμμ.Μπενάκη (σχ.4.10)



Σχήμα 4.10 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 7

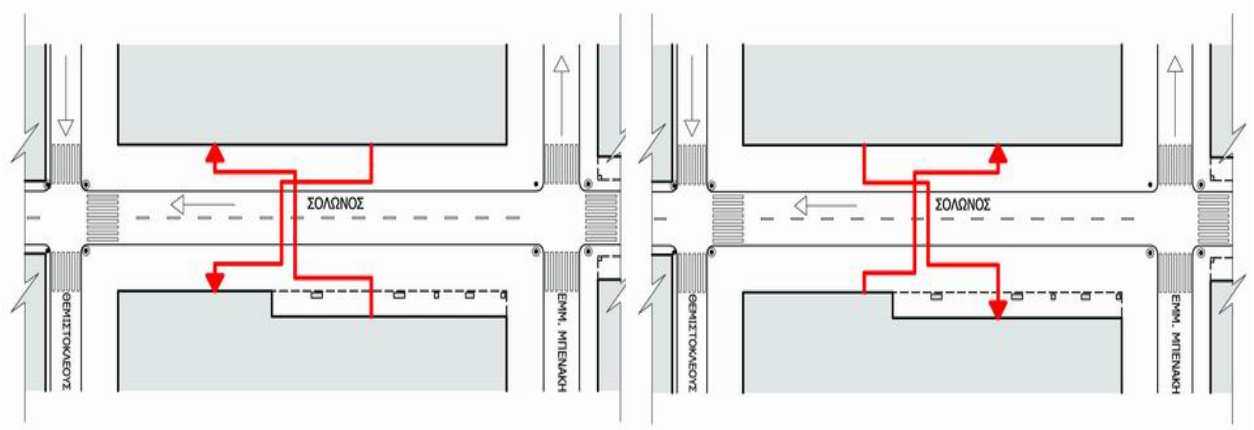
- **Κατηγορία 8**

Αφορά στα άτομα που προέρχονται από την οδό Εμμ.Μπενάκη διασχίζουν την οδό Σόλωνος και κατευθύνονται στην οδό Θεμιστοκλέους (σχ.4.11)



Σχήμα 4.11 Κινήσεις πεζών κατηγορίας 8

Κατά τον διαχωρισμό σε κατηγορίες προέκυψαν ακόμη δύο κατηγορίες πεζών. Πρόκειται για πεζούς που είχαν προέλευση και προορισμό κάποιο κτίριο εντός περιοχής και κινήθηκαν είτε προς την οδό Θεμιστοκλέους (κατωφέρεια) είτε προς την οδό Εμμανουήλ Μπενάκη (ανωφέρεια) όπως φαίνεται στο σχ.4.12. Το πλήθος όμως των ατόμων που πραγματοποίησαν αυτές τις κινήσεις ήταν πολύ μικρό (5 άτομα και 3 άτομα αντίστοιχα) με αποτέλεσμα να μην μπορούν να



εξαχθούν στατιστικώς σημαντικά συμπεράσματα και έτσι να μην συμπεριληφθούν στο δείγμα.

Σχήμα 4.12 Κινήσεις πεζών που δεν συμπεριλήφθηκαν στο δείγμα

Εν συνεχεία καταγράφηκε η **ηλικία** και το **φύλο** κάθε πεζού. Είναι προφανές πως δεν ήταν δυνατόν να υπολογιστεί ακριβώς η ηλικία του κάθε πεζού για τον λόγο αυτό έγινε διαχωρισμός σε τρεις ηλικιακές ομάδες: 0-25 ετών , 26-65 ετών και >65 ετών οι οποίες είναι άλλωστε και οι κατηγορίες που ενδιαφέρουν. Παρά το διαχωρισμό αυτό, και λόγο της αρκετά μεγάλης απόστασης της κάμερας από τη διασταύρωση Σόλωνος-Εμμ.Μπενάκη, δεν ήταν δυνατό να καταγραφεί η ηλικία για ορισμένα άτομα που διέσχιζαν σε αυτό το σημείο σε αντίθεση με το φύλο, το οποίο έχει καταγραφεί για το σύνολο των πεζών που διέσχισαν την οδό στην υπό εξέταση περιοχή.

Το επόμενο στοιχείο που καταγράφηκε ήταν το σημείο στο οποίο διέσχιζαν οι πεζοί την οδό Σόλωνος, το οποίο θα αποτελέσει και την ανεξάρτητη μεταβλητή στην περαιτέρω ανάλυση. Στην Βάση Δεδομένων η μεταβλητή αυτή αναφέρεται ως **απόσταση από τον φωτεινό σηματοδότη** (Σολ.-Θεμ.). Λόγω της μη δυνατότητας για ακριβή μέτρηση του σημείου στο οποίο διέσχισε ο κάθε πεζός, πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός του οδικού τμήματος σε έξι τμήματα. Το πρώτο τμήμα αποτελείται από τη διάβαση στη διασταύρωση της οδού Σόλωνος με την οδό

Θεμιστοκλέους (~5μ.) και το έκτο τμήμα αποτελείται από τα πέντε τελευταία μέτρα της υπό εξέταση περιοχής προς την πλευρά της οδού Εμμανουήλ Μπενάκη, όπου και παρατηρήθηκε σχετικά μεγάλη συγκέντρωση διελεύσεων (για αυτό το λόγο αντιμετωπίστηκε και ως ξεχωριστό τμήμα). Τα υπόλοιπα προέκυψαν από το διαχωρισμό του υπολοίπου σε τέσσερα ίσα τμήματα με μήκος περίπου 15μ το καθένα. Για να αποφευχθούν λάθη στην καταγραφή σχετικά με το που διέσχισε ο κάθε πεζός είχαν προηγηθεί μετρήσεις του μήκους και είχαν οριστεί τα τμήματα με βάση κάποια χαρακτηριστικά της περιοχής όπως κτίρια, σήμανση κτλ.

Επίσης καταγράφηκε για κάθε πεζό ο **χρόνος αναμονής** στο άκρο της οδού μέχρι τη στιγμή που ξεκινάει να διασχίζει, το **κενό μεταξύ των οχημάτων** το οποίο εκμεταλλευόταν ο πεζός για να διασχίσει καθώς και αν παρατηρήθηκε **εμπλοκή** του πεζού με τα διερχόμενα οχήματα. Συγκεκριμένα η εμπλοκή του πεζού με κάποιο όχημα καταγραφόταν με διαφορετικό τρόπο αν η εμπλοκή γινόταν με όχημα προερχόμενο από την οδό Σόλωνος ή αν εμπλεκόταν με όχημα που είχε εισέλθει στην οδό Σόλωνος από την οδό Εμμανουήλ Μπενάκη (αριστερή στροφή).

Ειδικότερα για τους πεζούς που κινούνταν κοντά στη διάβαση καταγράφονταν η **ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη** τη στιγμή που προσέγγιζαν τη διάβαση.

Δύο ακόμη στοιχεία ήταν η τυχόν **παράνομη στάθμευση** επί της οδού και το αν οι πεζοί διέσχιζαν σε σημεία όπου υπήρχαν παράνομα σταθμευμένα οχήματα ή αν προτιμούσαν να διασχίσουν σε κάποιο άλλο σημείο καθώς και η τυχόν **κατάληψη της διάβασης από οχήματα** που ανέμεναν μπροστά από τον φωτεινό σηματοδότη.

Το επόμενο στοιχείο που εξετάστηκε ήταν ο **κυκλοφοριακός φόρτος** της οδού Σόλωνος για κάθε κύκλο σηματοδότησης καθώς και ο φόρτος που προέρχονταν από την οδό Εμμανουήλ Μπενάκη. Επισημαίνεται, ότι αν κάποιοι πεζοί κινούνταν επί της οδού Σόλωνος για διάρκεια μεγαλύτερη από τη διάρκεια του κύκλου σηματοδότησης, και η κίνηση τους επηρεάζονταν από το φόρτο περισσότερων του ενός κύκλου, τότε ο φόρτος που καταγράφονταν για τα άτομα αυτά ήταν ο μέσος φόρτος τον κύκλων σηματοδότησης, κατά τη διάρκεια των οποίων κινούνταν στο υπό εξέταση οδικό τμήμα.

Τέλος ενδιέφερε ο τρόπος με τον οποίο διέσχιζε ο κάθε πεζός την οδό, δηλαδή εάν διέσχισε **περπατώντας** ή αν διέσχισε **τρέχοντας,** ανεξαρτήτως αν το έκανε για να αποφύγει κάποιο διερχόμενο όχημα ή αν απλά ήταν βιαστικός.

4.2.3 Εισαγωγή στοιχείων στη Βάση Δεδομένων

Καθώς ολοκληρώθηκε η παρακολούθηση των ταινιών και η καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων στα αντίστοιχα έντυπα, ακολούθησε η κωδικοποίηση και εισαγωγή των στοιχείων σε ηλεκτρονική μορφή στη Βάση Δεδομένων. Η Βάση Δεδομένων δημιουργήθηκε στο λογισμικό EXCEL, από το οποίο στη συνέχεια με κάποιες απαραίτητες μετατροπές τα δεδομένα εισήχθησαν σε άλλα λογισμικά (SPSS, LIMDEP) στατιστικής ανάλυσης. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εισαγωγή των καταγεγραμμένων στοιχείων στη Βάση Δεδομένων είναι η ακόλουθη:

Κατηγορία πεζών

Οι τιμές που λαμβάνει η μεταβλητή αυτή κυμαίνονται από 1 έως 6 ως ακολούθως:

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	***ΤΙΜΗ***
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 1	**1**
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 2	2
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 3	3
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 4	4
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 5	5
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 6	6

Ηλικία

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	***ΤΙΜΗ***
0-25 ετών	1
26-65 ετών	2
>65 ετών	3
ΑΓΝΩΣΤΗ	0

Φύλο

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	***ΤΙΜΗ***
ΑΝΤΡΕΣ	0
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	1

Απόσταση από φωτεινό σηματοδότη

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	*ΤΙΜΗ*
ΔΙΑΒΑΣΗ (ΣΟΛ.-ΘΕΜ.)	0
ΤΜΗΜΑ 1	1
ΤΜΗΜΑ 2	2
ΤΜΗΜΑ 3	3
ΤΜΗΜΑ 4	4
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ (ΣΟΛ.-ΕΜΜ.ΜΠ.)	5

Χρονικός διαχωρισμός οχημάτων

Για τα άτομα που εμπλέκονταν με διερχόμενα οχήματα, καταγραφόταν ο χρονικός διαχωρισμός μεταξύ των οχημάτων (σε δευτερόλεπτα), τον οποίο εκμεταλλεύονταν για να διασχίσουν. Όπως είναι φυσικό δεν παρατηρήθηκαν εμπλοκές για όλους τους πεζούς με αποτέλεσμα να έχουμε έλλειψη στοιχείων στη στήλη που αφορούσε το χρονικό διαχωρισμό μεταξύ των οχημάτων. Έτσι για τα άτομα αυτά σημειώνονταν στα αντίστοιχα κελιά ο αριθμός **0**, θέλοντας έτσι να φανεί ότι το στοιχείο αυτό (χρονικός διαχωρισμός μεταξύ οχημάτων) δεν επηρεάζει τη συμπεριφορά τους. Το εύρος των τιμών που παρατηρήθηκαν είναι από **0** έως **9** .

Χρόνος αναμονής

Όπως και στην περίπτωση των κενών έτσι και εδώ σημειώνονταν ο χρόνος αναμονής σε δευτερόλεπτα, με τη διαφορά ότι ο αριθμός **0** δεν σημαίνει ότι δεν επηρεάζονται από αυτό το στοιχείο, αλλά ότι διέσχισαν χωρίς να περιμένουν καθόλου στην άκρη του οδοστρώματος. Η διαφορά αυτή μπορεί να αποδοθεί με το διαφορετικό τύπο μεταβλητών που χρησιμοποιείται για την κάθε περίπτωση. Περισσότερες λεπτομέρειες δίνονται σε επόμενο κεφάλαιο, στο οποίο περιγράφεται η μεθοδολογία καθώς και η χρήση των λογισμικών που χρησιμοποιούνται για τη στατιστική ανάλυση. Οι τιμές κυμαίνονται από **0** έως **29**.

Εμπλοκή

Όσον αφορά στην εμπλοκή των πεζών με τα διερχόμενα οχήματα καταχωρήθηκε με **0** για τα άτομα που δεν εμπλέκονταν με οχήματα, με **1** τα άτομα που είχαν εμπλοκή με οχήματα που κινούνταν επί της Σόλωνος και με **2** τα άτομα που είχαν εμπλοκή με οχήματα, τα οποία προέρχονταν στρεφόμενα από την Εμμανουήλ Μπενάκη.

Ένδειξη φωτεινού σηματοδότη

Στα άτομα που η επιλογή τους δεν εξαρτάται από την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη αντιστοιχεί η τιμή **0**. Στα άτομα που φτάνοντας στη διάβαση ο φωτεινός σηματοδότης είχε πράσινη ένδειξη αντιστοιχεί η τιμή **1** και σε εκείνους που φτάνοντας στη διάβαση η ένδειξη ήταν κόκκινη αντιστοιχεί η τιμή **2**.

Παράνομη στάθμευση

Εάν δεν υπήρχαν παράνομα σταθμευμένα οχήματα τη στιγμή που κάποιος διέσχιζε τότε στο άτομο αυτό αντιστοιχεί η τιμή **0.** Εάν υπήρχαν παράνομα σταθμευμένα οχήματα και ο πεζός διέσχιζε σε σημείο μακριά από αυτά τότε σε αυτόν αντιστοιχεί η τιμή **1** .Στα άτομα που διέσχιζαν στην περιοχή όπου υπήρχαν παράνομα σταθμευμένα οχήματα αντιστοιχεί η τιμή **2.** Για το πρότυπο διακριτών επιλογών και το ιεραρχημένο πρότυπο οι τιμές της μεταβλητές αυτής είναι **1** για τους πεζούς, για τους οποίους στο σημείο που διέσχισαν υπήρχαν παράνομα σταθμευμένα οχήματα και **2** για εκείνους, οι οποίοι στο σημείο που διέσχισαν δεν υπήρχαν παράνομα σταθμευμένα οχήματα.

Κατάληψη διάβασης από οχήματα

Για τα άτομα που δεν επηρεάζονταν από την ύπαρξη οχημάτων στη διάβαση (είτε γιατί διέσχιζαν μακριά από τη διάβαση, είτε διέσχιζαν στη διάβαση αλλά δεν υπήρχαν οχήματα κοντά) αντιστοιχεί η τιμή **0**. Για τους πεζούς που διέσχιζαν στη διάβαση ενώ υπήρχαν οχήματα σταματημένα μπροστά στο φωτεινό σηματοδότη (κόκκινη ένδειξη) η τιμή **1**, εφόσον τα οχήματα αυτά καταλάμβαναν τμήμα της διάβασης και η τιμή **2** εφόσον τα σταματημένα οχήματα δεν καταλάμβαναν τη διάβαση.

Τρόπος που διασχίζει

Τα άτομα που διέσχιζαν περπατώντας καταγράφονταν με **0** και τα άτομα που διέσχιζαν είτε τρέχοντας είτε περπατώντας με ρυθμό φανερά πιο γρήγορο από τους υπολοίπους με **1**.

Κυκλοφοριακός φόρτος (ΣΟΛΩΝΟΣ)

Ο κυκλοφοριακός φόρτος καταγράφηκε σε οχήματα ανά κύκλο σηματοδότησης για κάθε πεζό. Όπως προαναφέρθηκε για άτομα που κινούνταν για διάρκεια μεγαλύτερη από έναν κύκλο σηματοδότησης και επηρεάζονταν από τα οχήματα και των δύο κύκλων καταγραφόταν ο μέσος όρος των φόρτων των δύο κύκλων. Το εύρος των τιμών που παρατηρήθηκαν είναι από **0** έως **21**.

Κυκλοφοριακός φόρτος (ΣΤΡΕΦΟΝΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΕΜΜ.ΜΠΕΝΑΚΗ)

Ο κυκλοφοριακός φόρτος των στρεφόντων οχημάτων από την οδό Εμμ.Μπενάκη μετρούνταν και καταγράφονταν σε οχήματα ανά κύκλο σηματοδότησης για τον κάθε πεζό και οι τιμές του κυμαίνονταν από **0** έως **6.**

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω των μεθόδων στατιστικής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται, **η βάση δεδομένων έχει διαφορετική μορφή κάθε φορά**. Έτσι ενώ για τη δημιουργία του πολυωνυμικού λογαριθμικού προτύπου στη βάση δεδομένων για κάθε πεζό αντιστοιχεί μία σειρά δεδομένων, στο ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο στον κάθε πεζό αντιστοιχούν τόσες σειρές δεδομένων όσες και οι εναλλακτικές επιλογές του. Περισσότερες λεπτομέρειες για τη μορφή της βάσης δεδομένων αναφέρονται σε παρακάτω κεφάλαια όπου αναπτύσσονται τα πρότυπα που θα χρησιμοποιηθούν. Λόγω του πολύ μεγάλου μεγέθους της Βάσης Δεδομένων είναι αδύνατη η παράθεσή της σε αυτό το σημείο. Ενδεικτικά αποσπάσματα της Βάσης δεδομένων παρατίθενται σε ειδικό παράρτημα της διπλωματικής εργασίας.

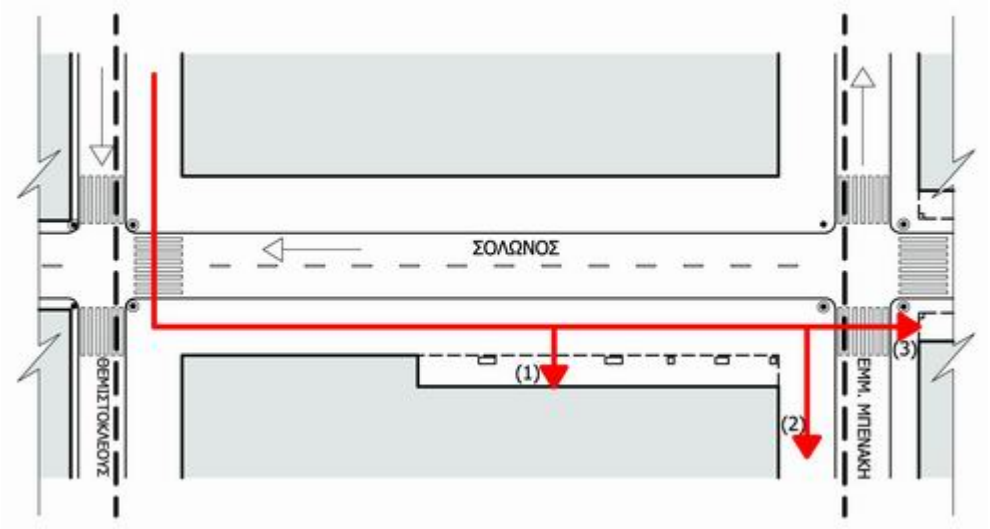
4.2.4 Δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν κατά τη συλλογή

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνει εκτενής αναφορά στις **δυσκολίες** που παρουσιάστηκαν κατά τη συλλογή των στοιχείων, καθώς και στους τρόπους με τους οποίους αντιμετωπίστηκαν οι δυσκολίες αυτές.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 1 λόγω του σημείου τοποθέτησης της κάμερας, της ύπαρξης της μικρής στοάς καθώς και των παράνομα σταθμευμένων οχημάτων σε αυτή την περιοχή, ήταν **αδύνατη η καταγραφή ορισμένων στοιχείων** απαραίτητων για την περαιτέρω ανάλυση (για σχετικά μικρό αριθμό ατόμων που κινούνταν σε αυτή την περιοχή). Ενώ ήταν γνωστό το που διασχίζουν οι πεζοί και γενικότερα ήταν γνωστή η συμπεριφορά τους επί του οδοστρώματος, δεν ήταν εφικτό να καταγραφούν στοιχεία που αναφέρονταν στην κίνηση των πεζών αυτών επί του πεζοδρομίου (ειδικότερα εντός της στοάς).

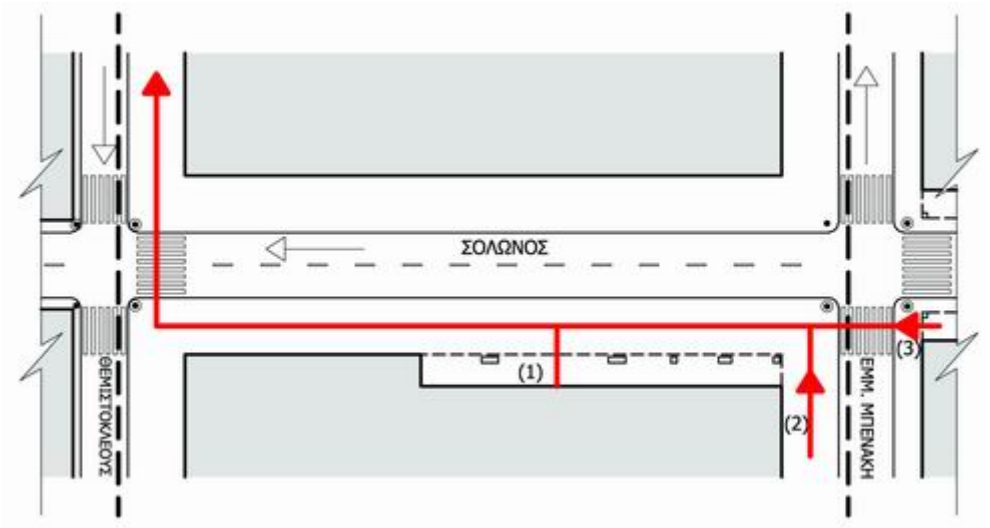
Συγκεκριμένα για τα άτομα που διέσχιζαν την οδό Σόλωνος και κατευθύνονταν προς τη στοά δεν ήταν γνωστός ο προορισμός τους. Δηλαδή δεν γνωρίζαμε αν κατευθύνονταν σε κτίριο εντός της στοάς **(1),** αν συνέχιζαν να κινούνται επί της Εμμανουήλ Μπενάκη εντός των ορίων της υπό εξέταση περιοχής **(2)** (στις δύο αυτές περιπτώσεις ενδιέφερε να καταγραφούν) ή αν συνέχιζαν να

κινούνται επί της Σόλωνος αλλά ανάντη της Εμμανουήλ Μπενάκη **(3)** (δηλαδή εκτός των ορίων οπότε και δεν ενδιέφερε να καταγραφούν). Βλέπε σχήμα 4.13.



Σχήμα 4.13 Πεζοί που κατευθύνονταν προς την περιοχή της στοάς

Για τα άτομα που προέρχονταν από την περιοχή της στοάς και κατόπιν διέσχιζαν την οδό Σόλωνος δεν ήταν γνωστή η ακριβής προέλευσή τους. Δηλαδή δεν ήταν γνωστό αν προέρχονταν από κτίριο εντός της στοάς **(1),** αν προέρχονταν από την Εμμανουήλ Μπενάκη εντός ορίων της υπό εξέταση περιοχής **(2)** (στις δύο αυτές περιπτώσεις ενδιέφερε να καταγραφούν) ή αν προέρχονταν από την οδό Σόλωνος αλλά εκτός των ορίων της περιοχής **(3)** (οπότε και δεν ενδιέφερε η καταγραφή τους). Βλέπε σχήμα 4.14.



Σχήμα 4.14 Πεζοί που προέρχονταν από την περιοχή της στοάς

Για να ξεπεραστεί αυτή η δυσκολία χρειάστηκε η συνεισφορά στις μετρήσεις ενός ακόμα ατόμου. Επίσης κρίθηκε απαραίτητη η χρήση χρονομέτρων για συγχρονισμό με την κάμερα. Η διαδικασία που ακολούθησε ήταν η εξής: Αφού πρώτα συγχρονίστηκαν τα χρονόμετρα με την κάμερα το ένα άτομο σημείωνε για τους πεζούς που διέσχιζαν και κατόπιν κινούνταν προς την στοά, την **χρονική στιγμή** και το **σημείο που διέσχιζε** ο πεζός, το **φύλο** και την **ηλικία** του καθώς και τον τελικό **προορισμό του**. Το άλλο άτομο σημείωνε για τα άτομα που προέρχονταν από την περιοχή της στοάς και κατόπιν διέσχιζαν, την ακριβή **προέλευσή τους**, την **χρονική στιγμή** και το **σημείο που διέσχιζε** ο πεζός καθώς και το **φύλο** και την **ηλικία** του.

Έπειτα παρακολουθώντας την ταινία χρησιμοποιούνταν μερικά από αυτά τα στοιχεία (ηλικία, φύλο, χρονική στιγμή και σημείο που διέσχισαν) για την αναγνώριση των πεζών οπότε γνωρίζοντας και τον προορισμό ή προέλευσή τους ήταν δυνατή η εξαγωγή της πλήρους εικόνας της συμπεριφοράς τους. Έτσι εάν επρόκειτο για πεζό που ενδιέφερε να καταγραφεί ήταν γνωστά όλα τα απαραίτητα στοιχεία, ενώ ταυτόχρονα ήταν γνωστό αν κάποιος από τους πεζούς που φαινόταν στην ταινία να διασχίζει, κινήθηκε κάποια στιγμή εκτός της υπό εξέταση περιοχής οπότε και δεν καταγραφόταν.

Ένα άλλο πρόβλημα που προέκυψε ήταν ότι στις ταινίες **δεν φαινόταν η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη** της οδού Σόλωνος τόσο για τα οχήματα όσο και για τους πεζούς οπότε δεν ήταν γνωστό εάν κάποιος πεζός διέσχιζε την διάβαση με πράσινη ή με κόκκινη ένδειξη. Παρόλα αυτά το πρόβλημα αυτό ξεπεράστηκε εύκολα καθώς στις ταινίες φαινόταν η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη (για τους πεζούς) της οδού Θεμιστοκλέους. Έτσι έχοντας μελετήσει την αλληλουχία των ενδείξεων του φωτεινού σηματοδότη της οδού Θεμιστοκλέους και συσχετίσει τις ενδείξεις αυτές με τις αντίστοιχες του φωτεινού σηματοδότη της οδού Σόλωνος ήταν γνωστή κάθε στιγμή η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη που ενδιέφερε.

4.2.5 Περιγραφή Βάσης Δεδομένων

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να παρατεθούν κάποιοι πίνακες που προέκυψαν από μια πρώτη ανάλυση των στοιχείων της βάσης δεδομένων, με τη βοήθεια των οποίων εξάγονται κάποια βασικά εποπτικά συμπεράσματα, κυρίως για την επίδραση ορισμένων παραγόντων στην επιλογή του τμήματος στο οποίο διασχίζει την οδό ο πεζός.

Ο πίνακας 4.1 αφορά στην συχνότητα διελεύσεων των πεζών σε κάθε τμήμα, σε σχέση με την κατηγορία στην οποία ανήκουν (οι οχτώ κατηγορίες που ορίστηκαν παραπάνω).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ						ΣΥΝΟΛΟ
		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 1	ΤΜΗΜΑ 2	ΤΜΗΜΑ 3	ΤΜΗΜΑ 4	ΤΜΗΜΑ 5	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 2	
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 1	αριθμός διελεύσεων	**1220**						**1220**
	ποσοστό %	*100,00*						*100,00*
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 2	αριθμός διελεύσεων						**274**	**274**
	ποσοστό %						*100,00*	*100,00*
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 3	αριθμός διελεύσεων	**5**	**16**	**21**	**10**	**1**		**51**
	ποσοστό %	*9,80*	*31,37*	*37,25*	*19,61*	*1,96*		*100,00*
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 4	αριθμός διελεύσεων	**1**	**4**	**14**	**9**	**7**	**8**	**43**
	ποσοστό %	*2,33*	*9,30*	*32,56*	*20,93*	*16,28*	*18,60*	*100,00*
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 5	αριθμός διελεύσεων	**19**	**18**	**9**	**7**		**1**	**53**
	ποσοστό %	*33,96*	*33,96*	*16,98*	*13,21*		*1,89*	*100,00*
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 6	αριθμός διελεύσεων	**3**	**5**	**4**	**14**	**11**		**36**
	ποσοστό %	*8,33*	*13,89*	*11,11*	*38,89*	*27,78*		*100,00*
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 7	αριθμός διελεύσεων	**26**	**15**	**14**	**7**	**5**		**67**
	ποσοστό %	*38,81*	*22,39*	*20,90*	*10,45*	*7,46*		*100,00*
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 8	αριθμός διελεύσεων	**2**	**11**	**12**	**4**	**9**	**7**	**45**
	ποσοστό %	*4,44*	*24,44*	*26,67*	*8,89*	*20,00*	*15,56*	*100,00*
ΣΥΝΟΛΟ	αριθμός διελεύσεων	**1276**	**69**	**74**	**51**	**33**	**290**	**1793**
	ποσοστό %	*71,17*	*3,85*	*4,13*	*2,84*	*1,84*	*16,17*	*100,00*

Πίνακας 4.1 Συχνότητα διελεύσεων σε κάθε τμήμα ανάλογα με την κατηγορία των πεζών

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα οι πεζοί που ανήκουν στην κατηγορία 1 κατά το μεγαλύτερο ποσοστό διασχίζουν στη διάβαση, γεγονός αναμενόμενο αν σκεφτεί κανείς πως προέλευση όλων των πεζών αυτής της κατηγορίας είναι η διασταύρωση Σόλωνος και Θεμιστοκλέους όπου βρίσκεται και η μοναδική διάβαση του υπό εξέταση τμήματος. Αντίστοιχα για τους πεζούς που ανήκουν στην κατηγορία 2 παρατηρούμε πως το μεγαλύτερο ποσοστό διασχίζει στη διασταύρωση 2. Το ποσοστό αυτό παρουσιάζεται λίγο μειωμένο σε σχέση με αυτό της κατηγορίας 1. Η διαφορά αυτή πιθανώς οφείλεται στη μη ύπαρξη φωτεινού σηματοδότη στη διασταύρωση 2. Όσον αφορά τις υπόλοιπες κατηγορίες παρατηρούνται μεγαλύτερα ποσοστά που διασχίζουν εντός του οικοδομικού τετραγώνου, γεγονός αναμενόμενο καθώς ο πεζοί των κατηγοριών αυτών έχουν ως προέλευση ή προορισμό σημεία που βρίσκονται μακριά από τις διασταυρώσεις ένα και δύο.

Οι δύο πίνακες που ακολουθούν αφορούν στη συχνότητα διελεύσεων σε κάθε τμήμα ανάλογα με την προέλευση και τον προορισμό του κάθε πεζού.

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ						ΣΥΝΟΛΟ
		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 1	ΤΜΗΜΑ 2	ΤΜΗΜΑ 3	ΤΜΗΜΑ 4	ΤΜΗΜΑ 5	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 2	
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 1	αριθμός διελεύσεων	**1264**	**33**	**23**	**14**	**5**	**1**	**1340**
	ποσοστό %	*94,33*	*2,46*	*1,72*	*1,04*	*0,37*	*0,07*	*100,00*
ΤΜΗΜΑ 2	αριθμός διελεύσεων	**1**	**10**	**8**	**2**	**1**	**3**	**25**
	ποσοστό %	*4,00*	*40,00*	*32,00*	*8,00*	*4,00*	*12,00*	*100,00*
ΤΜΗΜΑ 3	αριθμός διελεύσεων	**2**	**2**	**12**	**4**	**1**	**2**	**23**
	ποσοστό %	*8,70*	*8,70*	*52,17*	*17,39*	*4,35*	*8,70*	*100,00*
ΤΜΗΜΑ 4	αριθμός διελεύσεων	**3**	**7**	**8**	**6**	**4**	**3**	**31**
	ποσοστό %	*9,68*	*22,58*	*25,81*	*19,35*	*12,90*	*9,68*	*100,00*
ΤΜΗΜΑ 5	αριθμός διελεύσεων		**1**	**5**	**7**	**2**		**15**
	ποσοστό %		*6,67*	*33,33*	*46,67*	*13,33*		*100,00*
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 2	αριθμός διελεύσεων	**6**	**16**	**18**	**18**	**20**	**281**	**359**
	ποσοστό %	*1,67*	*4,46*	*5,01*	*5,01*	*5,57*	*78,27*	*100,00*
ΣΥΝΟΛΟ	αριθμός διελεύσεων	**1276**	**69**	**74**	**51**	**33**	**290**	**1793**
	ποσοστό %	*71,17*	*3,85*	*4,13*	*2,84*	*1,84*	*16,17*	*100,00*

Πίνακας 4.2 Συχνότητα διελεύσεων πεζών σε κάθε τμήμα ανάλογα με την προέλευση τους

Παρατηρείται πως μεγάλο ποσοστό των πεζών διασχίζουν ακριβώς στο τμήμα από το οποίο προέρχονται, ενώ αυξημένα είναι και τα ποσοστά των πεζών που διασχίζουν σε τμήματα γειτονικά με αυτά από τα οποία προέρχονται.

ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ						ΣΥΝΟΛΟ
		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 1	ΤΜΗΜΑ 2	ΤΜΗΜΑ 3	ΤΜΗΜΑ 4	ΤΜΗΜΑ 5	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 2	
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 1	αριθμός διελεύσεων	**1227**	**27**	**31**	**14**	**10**	**7**	**1316**
	ποσοστό %	*93,24*	*2,05*	*2,36*	*1,06*	*0,76*	*0,53*	*100,00*
ΤΜΗΜΑ 2	αριθμός διελεύσεων	**3**	**8**	**3**	**1**	**1**		**16**
	ποσοστό %	*18,75*	*50,00*	*18,75*	*6,25*	*6,25*		*100,00*
ΤΜΗΜΑ 3	αριθμός διελεύσεων	**5**	**7**	**7**	**10**	**3**		**32**
	ποσοστό %	*15,63*	*21,88*	*21,88*	*31,25*	*9,38*		*100,00*
ΤΜΗΜΑ 4	αριθμός διελεύσεων	**11**	**7**	**2**	**6**	**3**		**29**
	ποσοστό %	*37,93*	*24,14*	*6,90*	*20,69*	*10,34*		*100,00*
ΤΜΗΜΑ 5	αριθμός διελεύσεων	**2**	**1**	**1**	**2**	**3**	**1**	**10**
	ποσοστό %	*20,00*	*10,00*	*10,00*	*20,00*	*30,00*	*10,00*	*100,00*
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 2	αριθμός διελεύσεων	**28**	**19**	**30**	**18**	**13**	**282**	**390**
	ποσοστό %	*7,18*	*4,87*	*7,69*	*4,62*	*3,33*	*72,31*	*100,00*
ΣΥΝΟΛΟ	αριθμός διελεύσεων	**1276**	**69**	**74**	**51**	**33**	**290**	**1793**
	ποσοστό %	*71,17*	*3,85*	*4,13*	*2,84*	*1,84*	*16,17*	*100,00*

Πίνακας 4.3 Συχνότητα διελεύσεων πεζών σε κάθε τμήμα ανάλογα με τον προορισμό τους

Ανάλογες παρατηρήσεις μπορούν να γίνουν και για τις διελεύσεις των πεζών ανάλογα με τον **προορισμό** τους. Οπότε μπορεί κανείς να βγάλει το συμπέρασμα πως εάν κάποιος πεζός προέρχεται ή έχει προορισμό τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου αυξάνεται η πιθανότητα να διασχίσει σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου (midblock) και μειώνεται η πιθανότητα να διασχίσει σε μία εκ των διασταυρώσεων. Είναι φανερό πως υπάρχει αναλογία στα αποτελέσματα των δύο τελευταίων πινάκων και σε αυτά του πρώτου, γεγονός αναμενόμενο μια και ο διαχωρισμός σε κατηγορίες εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την προέλευση και τον προορισμό των πεζών χωρίς βέβαια να λαμβάνει υπόψη το ακριβές σημείο προέλευσης και προορισμού, αλλά το αν οι πεζοί προέρχονται ή κατευθύνονται σε διασταυρώσεις ή σε τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η επιρροή του φύλου στην επιλογή του τμήματος στο οποίο θα διασχίσει ο πεζός.

ΦΥΛΟ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ						ΣΥΝΟΛΟ
		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 1	ΤΜΗΜΑ 2	ΤΜΗΜΑ 3	ΤΜΗΜΑ 4	ΤΜΗΜΑ 5	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 2	
ΑΝΤΡΑΣ	αριθμός διελεύσεων	**779**	**54**	**42**	**25**	**22**	**197**	**1119**
	ποσοστό %	*69,62*	*4,83*	*3,75*	*2,23*	*1,97*	*17,61*	*100,00*
ΓΥΝΑΙΚΑ	αριθμός διελεύσεων	**497**	**15**	**32**	**26**	**11**	**93**	**674**
	ποσοστό %	*73,74*	*2,23*	*4,75*	*3,86*	*1,63*	*13,80*	*100,00*
ΣΥΝΟΛΟ	αριθμός διελεύσεων	**1276**	**69**	**74**	**51**	**33**	**290**	**1793**
	ποσοστό %	*71,17*	*3,85*	*4,13*	*2,84*	*1,84*	*16,17*	*100,00*

Πίνακας 4.4 Συχνότητα διελεύσεων πεζών σε κάθε τμήμα ανάλογα με το φύλο τους

Οι γυναίκες έχουν την τάση να διασχίζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό στην διασταύρωση 1 *(73,74%)* όπου υπάρχει φωτεινός σηματοδότης σε σχέση με τους άντρες που διασχίζουν στην διασταύρωση 1 *(69,62%)*. Αντίθετα στην διασταύρωση 2 το ποσοστό των αντρών *(17,61%)* είναι μεγαλύτερο από αυτό των γυναικών *(13,8%)*. Στα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου τα ποσοστά και των δύο φύλων είναι παρεμφερή και λίγο μεγαλύτερα στο σύνολο τους για τους άντρες από τις γυναίκες. Συνοπτικά μπορεί κανείς να εξάγει το συμπέρασμα ότι οι γυναίκες έχουν την τάση να διασχίζουν σε τμήματα όπου υπάρχει προστατευόμενη φάση (φωτεινός σηματοδότης), δηλαδή ριψοκινδυνεύουν ελαφρώς λιγότερο σε σχέση με τους άντρες.

Εν συνεχεία παρουσιάζεται η συμπεριφορά των πεζών, οι οποίοι διασχίζουν στη διάβαση (διασταύρωση 1). Πραγματοποιείται διάκριση ανάλογα με το φύλο και την ηλικία του κάθε πεζού σε σχέση με την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη τη στιγμή που διασχίζει. Τα αποτελέσματα από αυτόν τον πίνακα όπως και από τον προηγούμενο δείχνουν την τάση που έχουν οι άντρες και οι μικρότερης ηλικίας πεζοί να ριψοκινδυνεύουν περισσότερο σε σχέση με τις γυναίκες και τους ηλικιωμένους (μεγαλύτερα ποσοστά διασχίζουν με κόκκινη ένδειξη).

	ΗΛΙΚΙΑ	ΠΡΑΣΙΝΟ	ΚΟΚΚΙΝΟ
ΑΝΤΡΕΣ	<25	**138** *(85.71%)*	**23** *(14.29%)*
	25-65	**448** *(85.17%)*	**78** *(14.83%)*
	>65	**84** *(91.30%)*	**8** *(8.70%)*
	ΣΥΝΟΛΟ	**670** *(86.00%)*	**109** *(14.00%)*
ΓΥΝΑΙΚΕΣ	<25	**115** *(90.55%)*	**12** *(9.44%)*
	25-65	**296** *(93.40%)*	**21** *(6.60%)*
	>65	**48** *(92.30%)*	**4** *(7.70%)*
	ΣΥΝΟΛΟ	**459** *(92.54%)*	**37** *(7.46%)*
ΣΥΝΟΛΟ	<25	**253** *(87.85%)*	**35** *(12.15%)*
	25-65	**744** *(88.26%)*	**99** *(11.74%)*
	>65	**131** *(91.60%)*	**12** *(8.40%)*
	ΣΥΝΟΛΟ	**1129** *(88.54%)*	**146** *(11.46%)*

Πίνακας 4.5 Διελεύσεις στην διάβαση ανάλογα με την ηλικία και το φύλο των πεζών.

Τέλος παρουσιάζεται ο παρακάτω πίνακας, που αφορά στην επιρροή του κυκλοφοριακού φόρτου, στην επιλογή του τμήματος στο οποίο διασχίζει κάθε πεζός.

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ ΦΟΡΤΟΣ		ΑΠΟΣΤΑΣΗ						ΣΥΝΟΛΟ
		ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 1	ΤΜΗΜΑ 2	ΤΜΗΜΑ 3	ΤΜΗΜΑ 4	ΤΜΗΜΑ 5	ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 2	
ΜΙΚΡΟΣ (<12)	αριθμός διελεύσεων	**314**	**12**	**14**	**15**	**12**	**78**	**445**
	ποσοστό %	*70,56*	*2,70*	*3,15*	*3,37*	*2,70*	*17,53*	*100,00*
ΜΕΣΑΙΟΣ (12-16)	αριθμός διελεύσεων	**734**	**28**	**27**	**20**	**14**	**145**	**968**
	ποσοστό %	*75,83*	*2,89*	*2,79*	*2,07*	*1,45*	*14,98*	*100,00*
ΜΕΓΑΛΟΣ (>16)	αριθμός διελεύσεων	**248**	**14**	**27**	**12**	**12**	**67**	**380**
	ποσοστό %	*65,26*	*3,68*	*7,11*	*3,16*	*3,16*	*17,63*	*100,00*
ΣΥΝΟΛΟ	αριθμός διελεύσεων	**1276**	**69**	**74**	**51**	**33**	**290**	**1793**
	ποσοστό %	*71,17*	*3,85*	*4,13*	*2,84*	*1,84*	*16,17*	*100,00*

Πίνακας 4.6 Συχνότητα διελεύσεων πεζών σε κάθε τμήμα ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο.

Λόγω της μεγάλης διακύμανσης των τιμών του κυκλοφοριακού φόρτου (από 0 έως 21) ο αντίστοιχος πίνακας που προέκυπτε ήταν πολύ μεγάλος και ήταν δύσκολο να παρατεθεί σε αυτό το σημείο. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε **ομαδοποίηση σε τρεις κατηγορίες**. Έτσι για

τιμές από 0 έως 12 οχήματα ανά κύκλο φωτεινής σηματοδότησης ο φόρτος χαρακτηρίζεται ως μικρός, από 12 έως 16 ως μεσαίος και από 16 και άνω ως μεγάλος. Παρατηρείται πως τόσο για μικρό κυκλοφοριακό φόρτο όσο και για μεγάλο τα ποσοστά των πεζών που διασχίζουν σε τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου είναι μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα για μεσαίο κυκλοφοριακό φόρτο. Επίσης οι διελεύσεις εντός του οικοδομικού τετραγώνου και ειδικότερα για τα τμήματα 1 και 2 είναι περισσότερες σε ποσοστά για μεγάλο κυκλοφοριακό φόρτο από ότι για μικρό. Το γεγονός αυτό πιθανότατα οφείλεται στο ότι όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται πολύ τα οχήματα συσσωρεύονται στα τμήματα αυτά που βρίσκονται πλησίον του φωτεινού σηματοδότη και ακινητοποιούνται ή κινούνται με πολύ μικρές ταχύτητες με αποτέλεσμα τα τμήματα αυτά να καθίστανται προσφορότερα για να διασχίσουν οι πεζοί. Σε αντίθεση στα τμήματα 3 και 4 ναι μεν για μικρούς ή πολύ μεγάλους φόρτους αυξάνεται το ποσοστό διελεύσεων των πεζών όμως λόγω των πιο υψηλών ταχυτήτων των οχημάτων (δεν έχουν φρενάρει ακόμα για να σταματήσουν στο φωτεινό σηματοδότη) σε σχέση με τα τμήματα 1 και 2, οι πεζοί αντιλαμβάνονται μεγαλύτερο κίνδυνο και παρουσιάζονται λίγο μικρότερα ποσοστά διελεύσεων.

Περισσότερα συμπεράσματα για την συμπεριφορά των πεζών ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες (και για συνδυασμό των συνθηκών αυτών) παρουσιάζονται σε επόμενα κεφάλαια όπου και αναπτύσσονται μαθηματικά πρότυπα προσομοίωσης της συμπεριφοράς των πεζών. Επίσης διαγράμματα συσχέτισης των χαρακτηριστικών των πεζών και των συνθηκών που επικρατούν με την επιλογή του τμήματος που διασχίζουν παρατίθενται σε ειδικά παραρτήματα που συμπεριλαμβάνονται στην διπλωματική εργασία.

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στην παράγραφο αυτή πραγματοποιείται περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθείται για την εισαγωγή των στοιχείων που έχουν συλλεχθεί, στα λογισμικά που θα χρησιμοποιηθούν για τη στατιστική ανάλυση. Επιπλέον δίδεται σύντομη παρουσίαση των προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή που χρησιμοποιούνται και κάποια χρήσιμα σημεία στη λειτουργία τους. Για την καλύτερη κατανόηση και εποπτεία του θέματος παρατίθενται και κάποιες διαδοχικές οθόνες εκτέλεσης επεξεργασίας στοιχείων, καθώς και αποσπάσματα των πινάκων των στοιχείων που χρησιμοποιούνται.

4.3.1 Πίνακες Εποπτικών Συμπερασμάτων

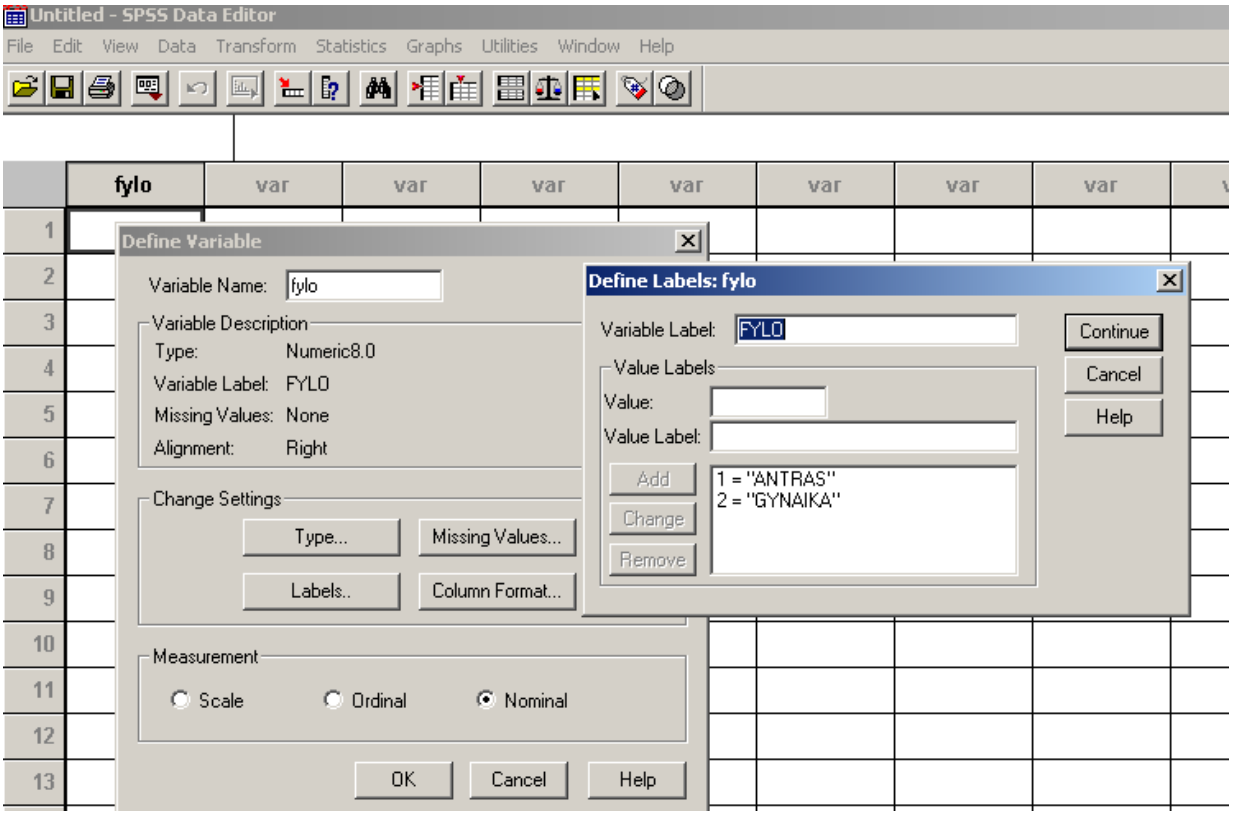
Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται απόσπασμα του συγκεντρωτικού πίνακα της βάσης δεδομένων που περιέχει όλα τα στοιχεία που συλλέχθηκαν και καταγράφηκαν.

KATHGORIA1	APOSTASH	ENDEIKSH	STATHMEYSH	FYLO	PROELEYSH	PROORISMOI	EMPLOKH	FORTOS1	DIABASH	ANAMONH	TROPOS POY	KATEYTHYNSH	LIKIA	KENO	FORTOS2
4	4	0	1	1	2	5	1	17	0	1	0	2	0	2	2
4	2	0	1	1	1	5	1	15	2	0	0	2	0	6	1
4	3	0	1	1	1	5	1	15	0	3	0	2	0	3	4
4	2	0	1	0	2	5	1	11	0	3	0	2	0	4	1
4	3	0	1	1	3	5	0	11	0	0	0	2	0	0	2
4	2	0	1	0	1	5	0	18	0	0	0	2	0	0	1
4	3	0	1	1	1	5	0	18	0	0	0	2	0	0	1
4	5	0	1	1	2	5	1	12	0	2	0	2	0	3	1
4	5	0	1	0	1	5	1	12	0	4	0	2	0	4	3
4	5	0	1	1	3	5	1	12	0	3	0	2	0	5	3
3	1	0	0	0	1	0	1	7	1	0	1	1	0	1	1
3	3	0	0	0	4	0	1	8	0	3	0	1	0	7	0
3	0	2	0	0	3	0	1	8	0	1	0	1	0	2	0
3	2	0	0	1	3	0	1	18	2	3	0	1	0	4	2
3	3	0	1	0	3	0	1	12	0	0	0	1	0	4	2
3	1	0	1	0	3	0	1	14	2	2	0	1	0	2	5
3	1	0	1	0	3	0	1	14	2	2	0	1	0	2	5
3	1	0	1	0	1	0	1	13	0	1	0	1	0	2	0
3	1	0	1	0	1	0	1	13	0	1	0	1	0	2	0
3	2	0	1	1	3	0	1	17	0	4	0	1	0	2	1
3	0	1	1	0	3	0	0	14	2	0	0	1	0	0	1
3	3	0	1	1	4	0	1	13	0	4	0	1	0	5	5
3	3	0	1	1	4	0	1	13	0	2	0	1	0	5	5
3	2	0	1	0	3	0	0	12	0	0	0	1	0	0	3

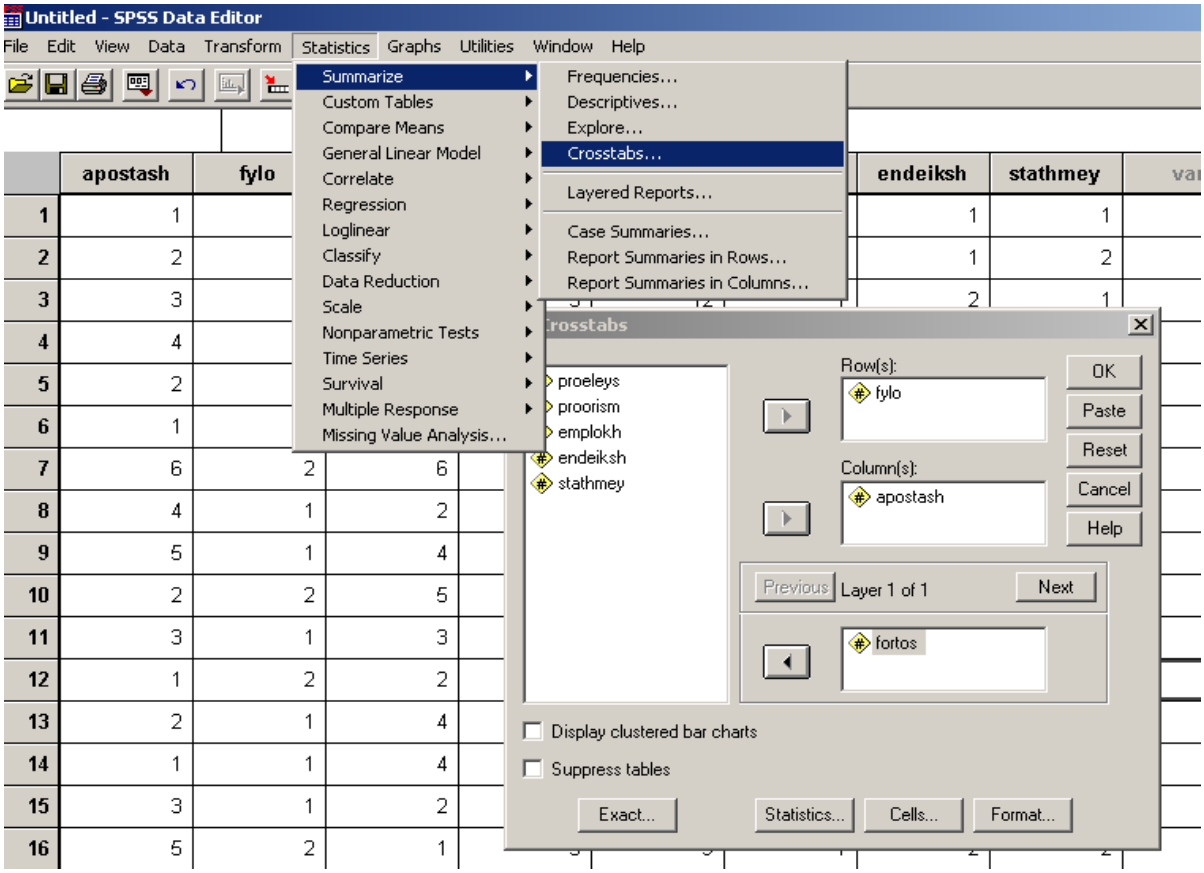
Πίνακας 4.7 Συγκεντρωτικός Πίνακας Βάσης Δεδομένων

Ο **συγκεντρωτικός πίνακας** καθώς και όλοι οι υπόλοιποι πίνακες της βάσης δεδομένων, οι οποίοι περιέχουν τα στοιχεία που θα αποτελέσουν τις μεταβλητές (εξαρτημένη και ανεξάρτητες) κατά τη στατιστική ανάλυση, δημιουργήθηκαν στο λογισμικό EXCEL. Ο λόγος που έγινε αυτό είναι ότι το EXCEL είναι πιο εύχρηστο και με πολύ περισσότερες δυνατότητες όσον αφορά στην δημιουργία των πινάκων από τα άλλα δυο λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν το LIMDEP 7.0 και το SPSS 8.0. Επιπλέον από το EXCEL με κατάλληλες μετατροπές των αρχείων, είναι εύκολο να μετακινηθούν αυτά στα άλλα λογισμικά, ενώ εάν οι πίνακες δημιουργούνταν εξ αρχής στα δύο άλλα λογισμικά τότε θα ήταν δύσκολη η μεταφορά τους στο EXCEL όπου και η επεξεργασία τους ή τυχόν διόρθωση τους απαιτεί υποπολλαπλάσιο χρόνο (πολύ σημαντικές απεδείχθησαν οι εντολές αντικατάσταση, ταξινόμηση, προεπισκόπηση κτλ. Τις οποίες δεν διαθέτουν τα άλλα προγράμματα).

Η **δημιουργία των πινάκων** που παρουσιάζονται παραπάνω σε αυτό το κεφάλαιο καθώς και παρόμοιων που βρίσκονται στο ένθετο παράρτημα πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού SPSS. Αρχικά πρέπει στο SPSS να οριστούν τα ονόματα και οι ιδιότητες τις κάθε μεταβλητής. Αυτό μπορεί εύκολα να γίνει με τον εξής τρόπο: Στην πρώτη οθόνη που παρουσιάζεται μετά την εκκίνηση του προγράμματος με διπλό κλικ επάνω στις μεταβλητές (var) εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου. Σε αυτό ορίζεται το όνομα της μεταβλητής, ο τύπος της (scale,ordinal,nominal κτλ.), ο αριθμός των δεκαδικών ψηφίων που θα περιέχει καθώς και τον τρόπο κωδικοποίησης των μεταβλητών (π.χ. για την μεταβλητή ηλικία αντιστοιχεί στην τιμή 1 οι ηλικίες από 0 έως 25 ετών στην τιμή 2 οι ηλικίες από 25 έως 65 κτλ.). Επαναλαμβάνεται αυτή η διαδικασία για όλες τις μεταβλητές και μετά με την χρήση της εντολής αντιγραφή-επικόλληση από το EXCEL μεταφέρονται τα δεδομένα στο SPSS. Για τη δημιουργία των πινάκων που συσχετίζουν κάποια από τα στοιχεία χρησιμοποιείται η εντολή crosstab. Για τη χρησιμοποίηση της επιλέγουμε διαδοχικά την επιλογή statistics, εν συνεχεία την επιλογή summarize και τέλος στην εντολή crosstab. Στο σημείο αυτό το πρόγραμμα ζητάει να οριστούν οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στις γραμμές και τις στήλες του πίνακα αντίστοιχα. Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται οι διαδοχικές οθόνες για την εκτέλεση των παραπάνω εντολών.



Σχήμα 4.15 Εισαγωγή μεταβλητών στο SPSS.

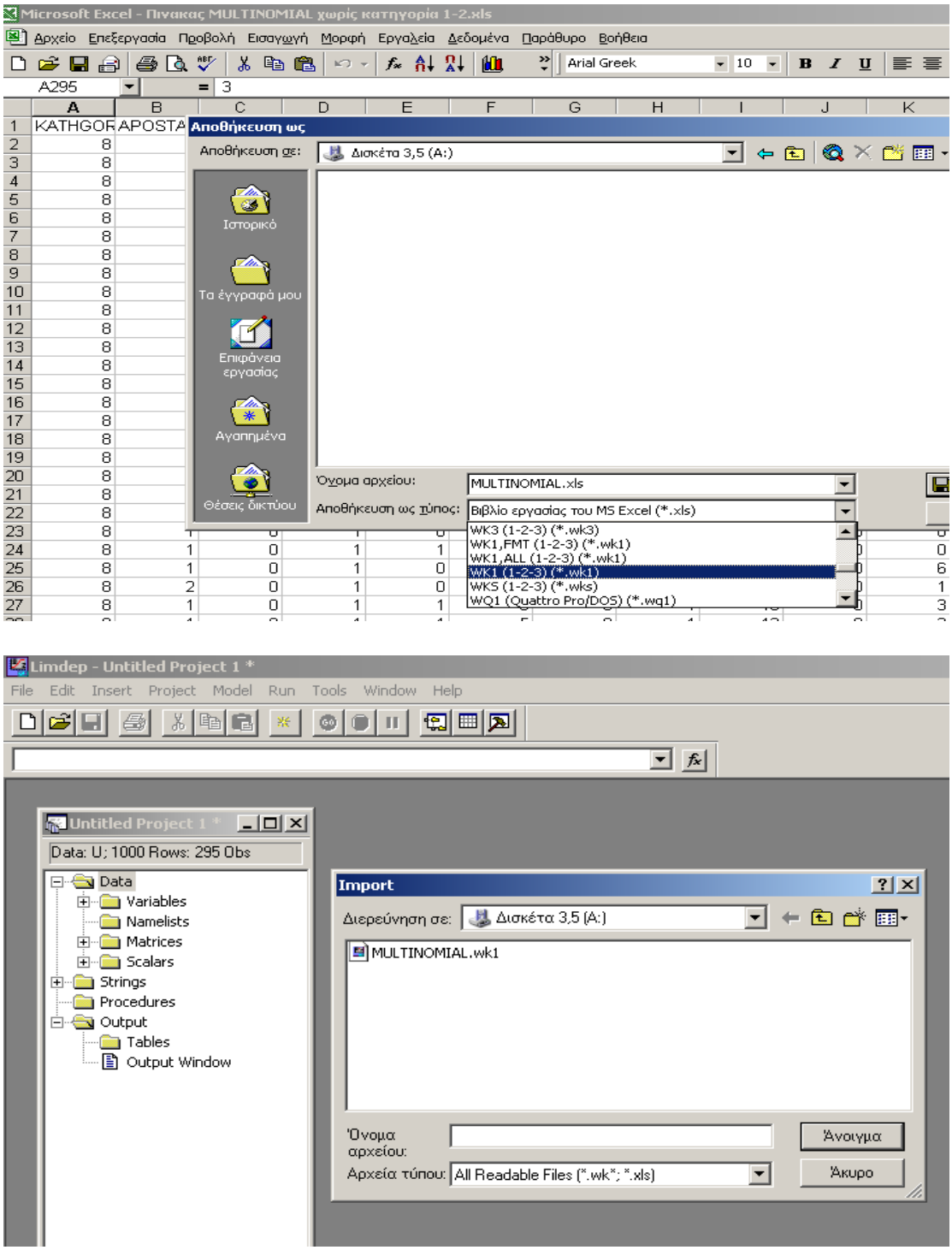


Σχήμα 4.16 Οθόνη εκτέλεσης εντολής CROSSTABULATION.

4.3.2 Δημιουργία Μαθηματικών Προτύπων

Για τη δημιουργία των μαθηματικών προτύπων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό LIMDEP (version 7.0). Μια σημαντική δυσκολία που αντιμετωπίστηκε κατά τη χρήση του λογισμικού ήταν η **εισαγωγή των δεδομένων** γιατί δεν αναγνωρίζει αρχεία τύπου .xls (αρχεία Excel). Έτσι μετά την δημιουργία της βάσης δεδομένων στο EXCEL τα αρχεία αποθηκεύονταν σαν αρχεία .wk1 (αρχεία LOTUS) τα οποία αναγνωρίζει το πρόγραμμα LIMDEP. Επιπρόσθετα το λογισμικό LIMDEP αναγνωρίζει μόνο αγγλικούς χαρακτήρες (ακόμη και σαν τίτλο αρχείου) και τα κελιά στο EXCEL δεν πρέπει να περιέχουν πράξεις. Μία καλή λύση σε περίπτωση μεγάλων πινάκων που είναι δύσκολο να εντοπιστούν τα κελιά που έχουν προέλθει από πράξεις είναι να πραγματοποιηθεί αντιγραφή και ειδική επικόλληση (μόνο τιμές) σε άλλο αρχείο και από εκεί να αποθηκευτεί το αρχείο σε μορφή lotus ώστε να είναι δυνατό να εισαχθεί στο Limdep. Η εισαγωγή των μεταβλητών πραγματοποιείται με χρήση της εντολής import variables που

εμφανίζεται με την επιλογή project. Πρέπει να σημειωθεί πως παρά τη διαφορετική δομή της βάσης δεδομένων για της διάφορες μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν (multinomial logit,discrete choice-nested logit model) ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων παραμένει ο ίδιος και δεν θα απασχολήσει παρακάτω που γίνεται διάκριση μεταξύ των τριών προτύπων. Στο σχ.4.17 παρουσιάζονται οι διαδοχικές οθόνες για αυτή τη διαδικασία.



Σχήμα 4.17 Διαδοχικές οθόνες εισαγωγής μεταβλητών στο LIMDEP

• Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο (Multinomial Logit Model)

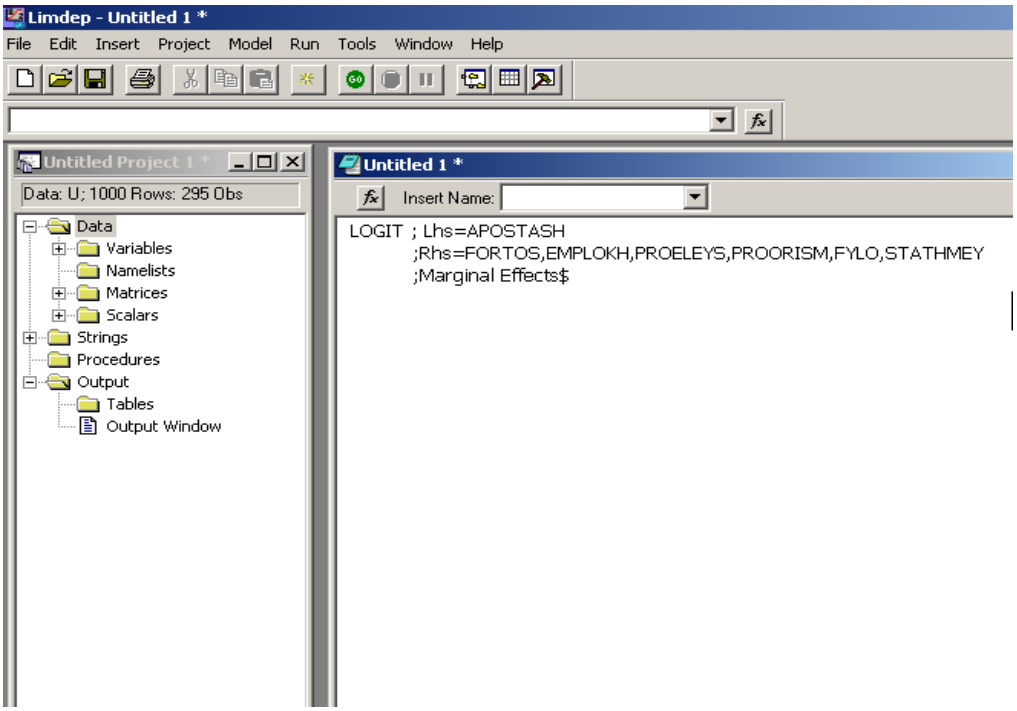
Αφού ολοκληρωθεί η εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό ακολουθεί ο **προγραμματισμός** του για τη στατιστική επεξεργασία τους. Για το πολυωνυμικό λογαριθμικό πρότυπο όπως φαίνεται στην οθόνη του παρακάτω σχήματος ανοίγοντας ένα καινούργιο αρχείο (project) πληκτρολογούνται οι παρακάτω εντολές:

```
Logit   ;Lhs=APOSTASH
        ;Rhs=proeleys,proorism,fylo,emplokh,fortos,stathmey
        ;marginal effects$
```

όπου Lhs: η εξαρτημένη μεταβλητή

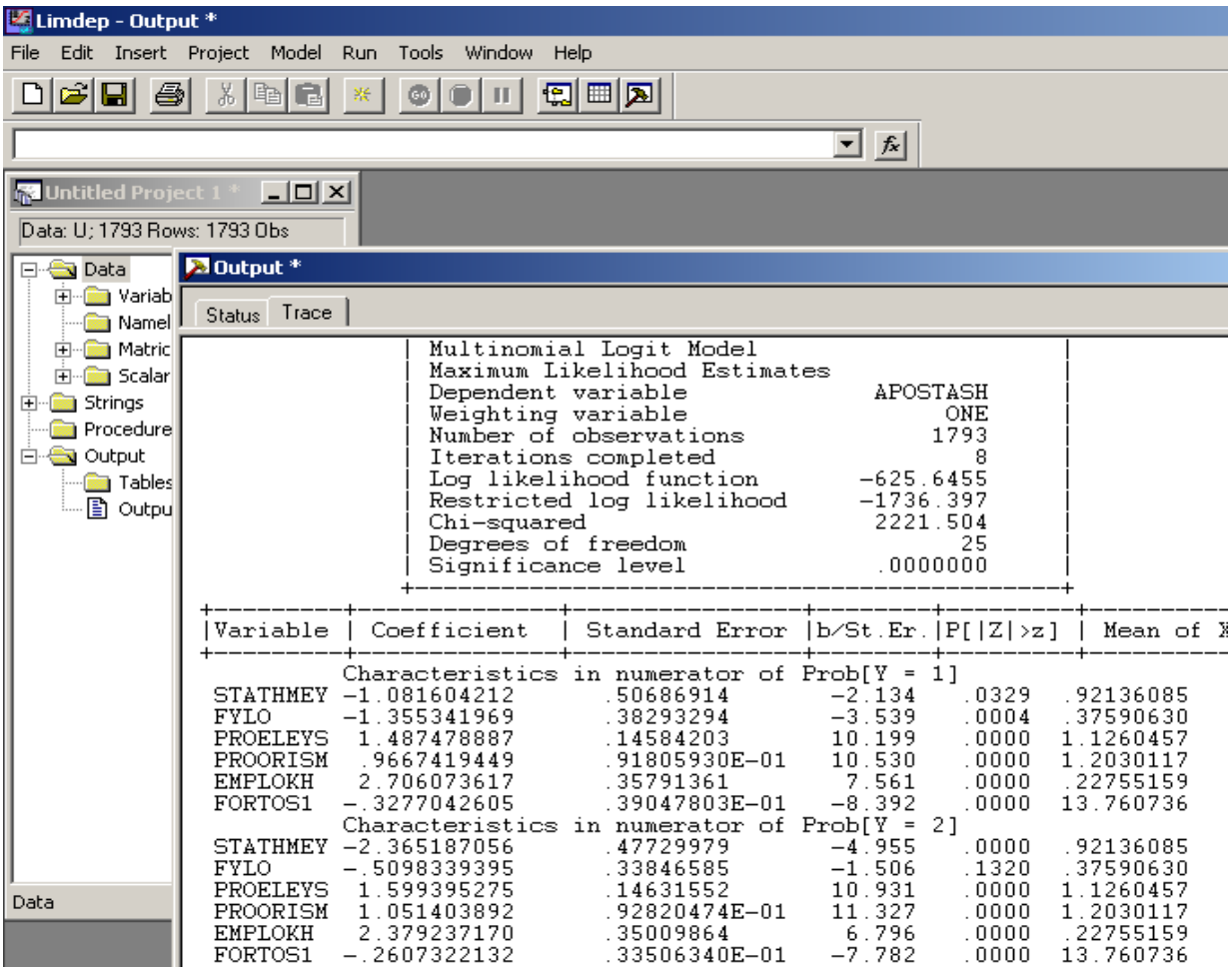
Rhs:οι ανεξάρτητες μεταβλητές

και οι εντολή marginal effects αναφέρεται στην παρουσίαση των οριακών επιρροών των μεταβλητών ως προς τις διάφορες εναλλακτικές. Οι οριακές επιρροές δείχνουν τη μεταβολή στην πιθανότητα επιλογής μίας εναλλακτικής που προκαλείται από μία αντίστοιχη (μικρή) μεταβολή στις ανεξάρτητες μεταβλητές. Σημειώνεται πως για κάθε μεταβλητή αντιστοιχούν μόνο 7 αλφαριθμητικοί χαρακτήρες.

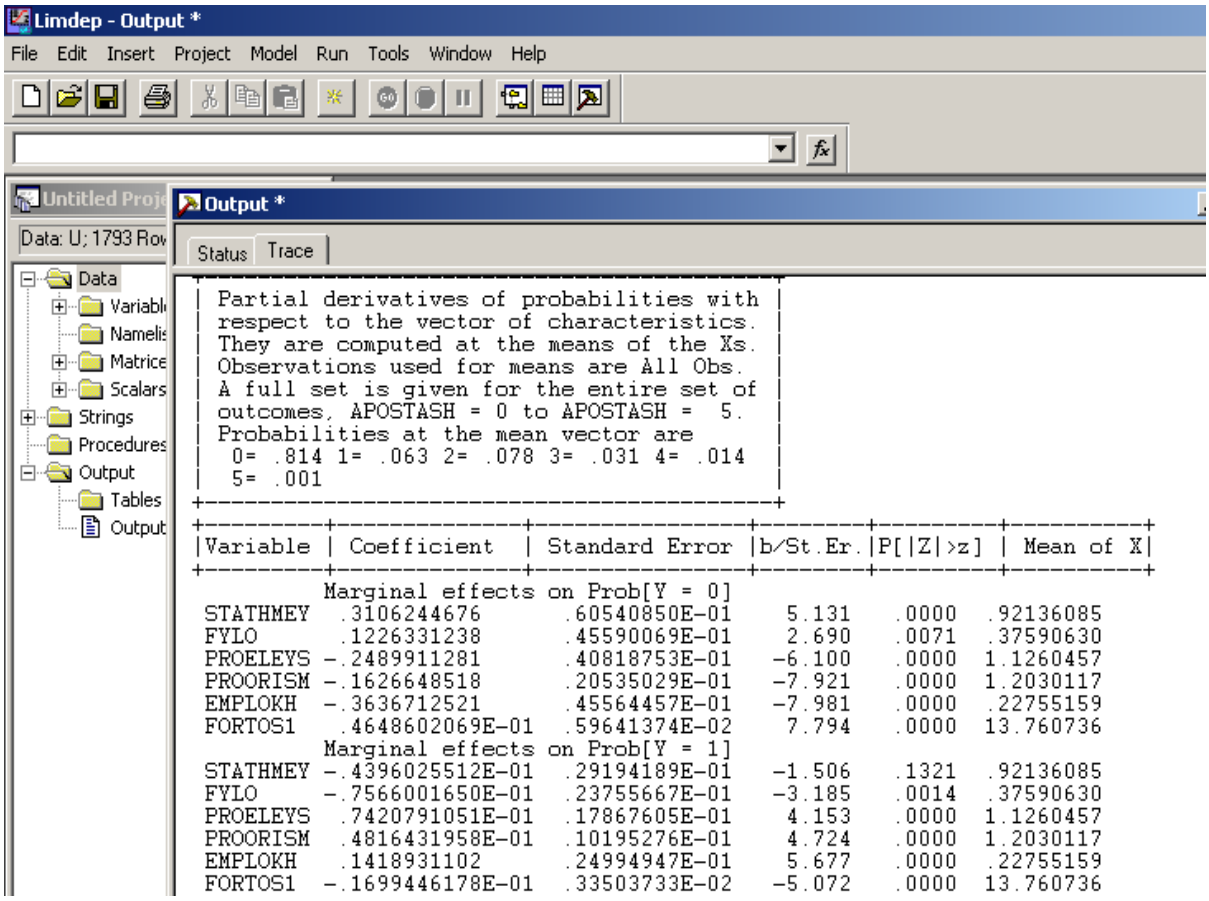


Σχήμα 4.18 Οθόνη προγραμματισμού του Πολυωνυμικού Προτύπου.

Τα αποτελέσματα της μεθόδου συνοψίζονται σε πίνακες της μορφής που φαίνεται στο Σχ.4.19. Στους πίνακες αυτούς παρουσιάζονται οι τιμές των συντελεστών (coefficients) των εξαρτημένων μεταβλητών στις συναρτήσεις χρησιμότητας, το αναμενόμενο σφάλμα (standardt error) για κάθε συντελεστή, η τιμή του κριτηρίου t* (t-statistic) που για επίπεδο σημαντικότητας 0,05 δεν πρέπει σε απόλυτη τιμή να είναι μικρότερο του 1,65. Όσον αφορά στο στατιστικό έλεγχο ολόκληρου του προτύπου παρουσιάζεται η τιμή του κριτηρίου χ^2. Οι τιμές του ελέγχονται από πίνακες της αντίστοιχης κατανομής. Αντίστοιχα παρουσιάζονται και οι οριακές επιρροές (εκτός της τιμής του κριτηρίου χ^2). Τέλος παρουσιάζονται οι πιθανότητες που προκύπτουν για κάθε εναλλακτική εάν θέσουμε όλες τις μεταβλητές ίσες με τη μέση τιμή τους καθώς και ένας πίνακας που παρουσιάζει τις συχνότητες των πραγματικών έναντι των προβλεπόμενων αποτελεσμάτων.



Σχήμα 4.19 Οθόνη παρουσίασης αποτελεσμάτων για το Πολυωνυμικό Πρότυπο.



Σχήμα 4.20 Οθόνη παρουσίασης οριακών επιρροών για το Πολυωνυμικό Πρότυπο.

• Πρότυπο Διακριτών Επιλογών – Ιεραρχημένο Λογαριθμικό πρότυπο.

Για τη δημιουργία τέτοιου είδους προτύπων όπως έχει προαναφερθεί στη βάση δεδομένων για κάθε πεζό αντιστοιχούν τόσες γραμμές όσες και οι εναλλακτικές επιλογές του. (Περισσότερες λεπτομέρειες αναφέρονται σε επόμενο κεφάλαιο όπου αναλύεται διεξοδικά η εφαρμογή τον προτύπων). Έτσι ο συγκεντρωτικός πίνακας σε αυτή την περίπτωση έχει την παρακάτω μορφή (σημειώνεται πως λόγο του πολύ μεγάλου μεγέθους τόσο σε αριθμό γραμμών αλλά και στηλών παρουσιάζεται μικρό τμήμα του με μικρό αριθμό μεταβλητών):

KATHGORIA1-	nij	altij	APOSTASH	ENDEIK1	STATHMEYSH	proel1	proel2	proel3	proel4	proel5	proel6
5	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
	3	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	3	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0
5	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	4	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	4	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	4	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0
5	4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	4	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	4	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	4	4	0	0	2	0	0	0	1	0	0
5	3	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
	3	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0
	3	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0
5	3	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
	3	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	3	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0
5	4	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0
	4	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	4	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	4	4	1	0	2	0	0	0	1	0	0
6	2	5	1	0	2	0	0	0	0	1	0
	2	6	0	0	2	0	0	0	0	0	1
6	4	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	4	4	1	0	2	0	0	0	1	0	0
	4	5	0	0	2	0	0	0	0	1	0
	4	6	0	0	2	0	0	0	0	0	1
6	4	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	4	4	1	0	2	0	0	0	1	0	0
	4	5	0	0	2	0	0	0	0	1	0
	4	6	0	0	2	0	0	0	0	0	1
6	3	4	4	0	2	0	0	0	1	0	0
	3	5	0	0	2	0	0	0	0	1	0
	3	6	0	0	2	0	0	0	0	0	1
6	4	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	4	4	1	0	2	0	0	0	1	0	0
	4	5	0	0	2	0	0	0	0	1	0
	4	6	0	0	2	0	0	0	0	0	1

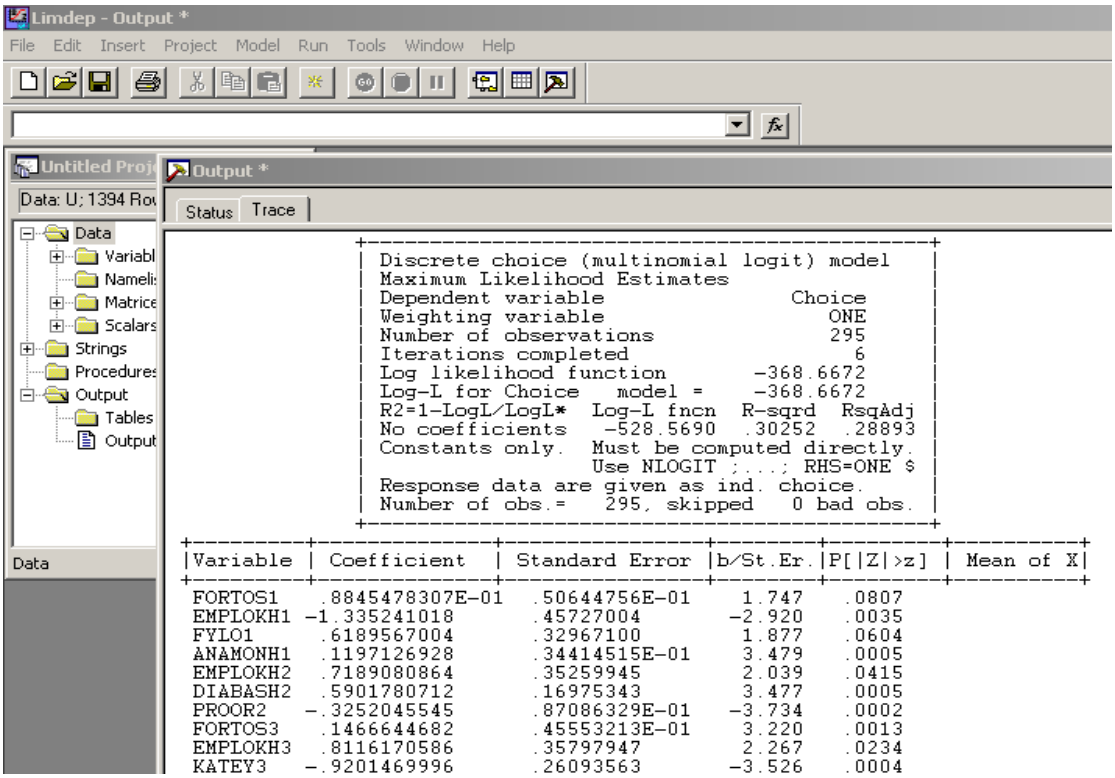
Πίνακας 4.8 Συγκεντρωτικός πίνακας για το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο

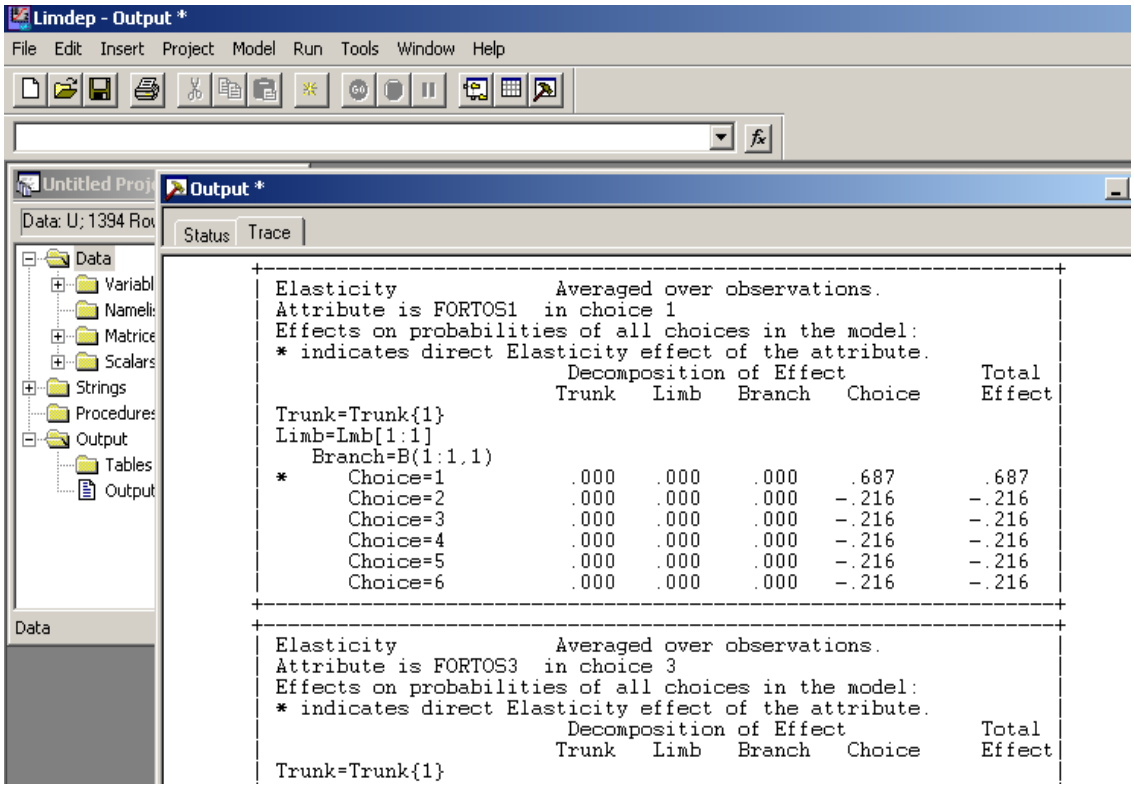
Η στήλες nij και altij αναφέρονται στο πλήθος των επιλογών που έχει ο κάθε πεζός και στις επιλογές καθαυτές αντίστοιχα. Όπως παρατηρούμε η μεταβλητή προέλευση αποτελείται από 6 στήλες που αντιστοιχούν σε μία εναλλακτική η κάθε μία (για όλες τις άλλες μεταβλητές παίρνει την τιμή μηδέν). Στην δημιουργία αυτού του προτύπου είναι δυνατό να εισάγουμε σε κάθε συνάρτηση χρησιμότητας όποιες μεταβλητές επιθυμούμε σε αντίθεση με το Πολυωνυμικό Πρότυπο όπου σε όλες τις συναρτήσεις χρησιμότητας εισάγονται οι ίδιες μεταβλητές. Ο τρόπος

προγραμματισμού του Προτύπου Διακριτών Μεταβλητών και του Ιεραρχημένου Προτύπου δεν διαφέρουν πολύ μια και το ένα (Ιεραρχημένο) είναι στην ουσία προέκταση του άλλου. Έτσι οι εντολές που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

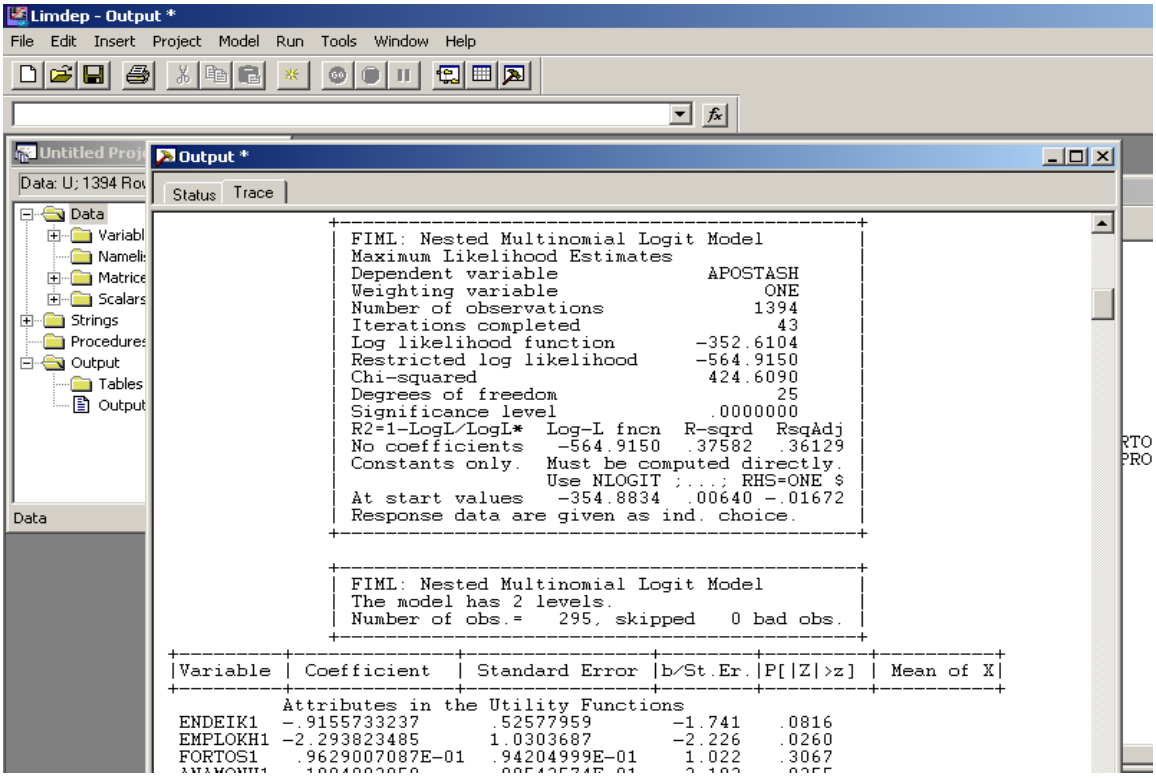
```
 Nlogit
;Lhs=apostash,nij,altij
;choices=1,2,3,4,5,6
;tree=junction(1,6),midblock(2,3,4,5)
;Rhs=endeik1,anamonh1,emplokh1
,emplokh2,diabash2,fylo2,proor2
,fortos3,emplokh3,katey3
,fortos4,proeley4,katey4,anamonh4
,fortos5,preoeley5,katey5,anamonh5
,fortos6,proeley6,anamonh6,proor6
;describe
;effects:endeik1(1)/anamonh1(1)/emplokh1(1)/emplokh2(2)........$
```

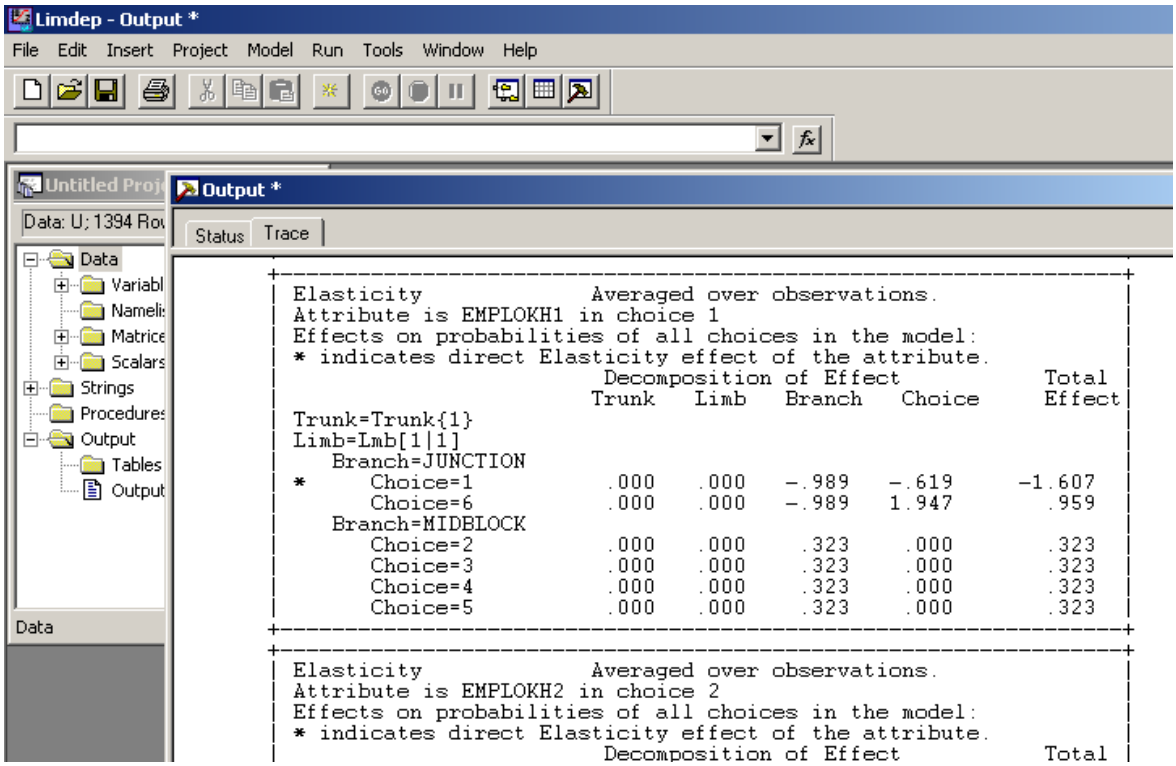
όπου Lhs,Rhs όπως προηγουμένως, η εντολή **choices** προσδιορίζει το καθολικό σύνολο επιλογών (universal choice set), με την εντολή **describe** παρουσιάζονται πίνακες των συναρτήσεων χρησιμότητας για κάθε εναλλακτική και με την εντολή **effects** παρουσιάζονται οι ελαστικότητες (elasticities) των πιθανοτήτων των διαφόρων εναλλακτικών ως προς τις αντίστοιχες μεταβολές στις τιμές των μεταβλητών. Πρέπει να αναφερθεί πως η μόνη διαφορά κατά τον προγραμματισμό των δύο αυτών προτύπων (discrete-nested) έγκειται στην εντολή **tree.** Στον προγραμματισμό του προτύπου διακριτών επιλογών η εντολή αυτή παραλείπεται (αφού το πρότυπο αυτό ταυτίζεται με το ιεραρχημένο που αποτελείται από ένα κλάδο και μία διακλάδωση) ενώ για το ιεραρχημένο πρότυπο η εντολή αυτή χρησιμοποιείται και ορίζει το δέντρο που χαρακτηρίζει το πρότυπο. Λεπτομέρειες για τη δομή των εντολών και τη λειτουργία των λογισμικών για κάθε πρότυπο παρουσιάζονται σε επόμενο κεφάλαιο. Στα επόμενα σχήματα παρουσιάζονται διαδοχικές οθόνες για την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω καθώς και οθόνες αποτελεσμάτων των προτύπων. Τέλος αναφέρεται πως στα αποτελέσματα του προτύπου διακριτών επιλογών τη θέση του κριτηρίου χ^2 παίρνει το κριτήριο R^2, ενώ στο ιεραρχημένο πρότυπο αναφέρονται και τα δύο κριτήρια.





Σχήμα 4.21 Διαδοχικές οθόνες αποτελεσμάτων του Προτύπου Διακριτών Επιλογών





Σχήμα 4.22 Διαδοχικές οθόνες αποτελεσμάτων του Ιεραρχημένου Προτύπου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε προκειμένου να πραγματοποιηθεί η **στατιστική επεξεργασία των στοιχείων,** που συλλέχθηκαν καθώς και τα **αποτελέσματα** που προέκυψαν. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων έγινε με τρεις διαφορετικές μεθόδους, από τις οποίες προέκυψαν τρία διαφορετικά πρότυπα: α) Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο *(Multinomial Logit Model)*, β) Πρότυπο Διακριτών Επιλογών *(Discrete Choice Model),* γ) Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο *(Nested Logit Model).* Η αρχική προσέγγιση πραγματοποιήθηκε με χρήση του Πολυωνυμικού Λογαριθμικού Προτύπου. Το πολυωνυμικό πρότυπο μπορεί να θεωρηθεί ότι αναφέρεται σαν τη γενική περίπτωση, από την οποία μέσω κάποιον περιορισμών και παραδοχών προκύπτουν τα άλλα δύο πρότυπα. Έτσι με το πρότυπο διακριτών επιλογών κανείς λαμβάνει υπόψη τα μειωμένα σύνολα επιλογών (reduced choice set), που ενδεχομένως αντιστοιχούν στον κάθε πεζό, γεγονός που δεν λαμβάνεται υπόψη από το πολυωνυμικό πρότυπο. Επίσης το ιεραρχημένο πρότυπο, το οποίο αποτελεί και επέκταση του προτύπου διακριτών επιλογών, πραγματοποιεί διαχωρισμό των επιλογών σε ομάδες με κοινά μη παρατηρούμενα χαρακτηριστικά (διασταυρώσεις-midblock), επιδιώκοντας έτσι μια θεωρητικά πιο αξιόπιστη προσέγγιση του προβλήματος. Μια ακόμη σημαντική διαφορά των μεθόδων αναφέρεται στη διαφοροποίηση της δομής της βάσης δεδομένων. Όλα τα παραπάνω εξετάζονται διεξοδικά στη συνέχεια του κεφαλαίου. Η στατιστική επεξεργασία των στοιχείων και η δημιουργία των προτύπων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του λογισμικού Limdep (Version 7.0). Τέλος, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται και περιγράφονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία και πραγματοποιείται προσπάθεια εξήγησης τους με βάση τη λογική, την εμπειρία και στοιχεία από τη σχετική βιβλιογραφία.

5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΟΛΥΩΝΙΜΙΚΟΥ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ

5.2.1 Δεδομένα Εισόδου

Σε προηγούμενο κεφάλαιο (4.2.3) περιγράφονται αναλυτικά τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά την πραγματοποίηση των μετρήσεων, τα οποία θα αποτελέσουν τις μεταβλητές στην περαιτέρω ανάλυση, καθώς και ο **τρόπος εισαγωγής τους στο λογισμικό Limdep**. Η καταγραφή πραγματοποιήθηκε αρχικά στο λογισμικό Excel όπου και δημιουργήθηκε ένας συγκεντρωτικός πίνακας όλων των παρατηρήσεων. Έπειτα με μετατροπή του αρχείου αυτού από μορφή αρχείου Excel (.xls) σε μορφή Lotus (.wk1) εισήχθησαν τα δεδομένα στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης. Όπως έχει προαναφερθεί η βάση δεδομένων, για το πολυωνυμικό λογαριθμικό πρότυπο, αποτελείται από τόσες γραμμές όσες είναι και οι παρατηρήσεις, δηλαδή για κάθε πεζό αντιστοιχεί μία σειρά δεδομένων και από τόσες στήλες όσες και οι μεταβλητές (ανεξάρτητη και εξαρτημένες) που θα χρησιμοποιηθούν στην προσπάθεια ανάπτυξης του μαθηματικού προτύπου. Η μορφή του αρχείου εισόδου είναι αυτή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

APOSTASH	ENDEIKSH	STATHMEYSH	FYLO	PROELEYSH	PROORISMOS	EMPLOKH	FORTOS	DIABASH	ANAMONH	TROPOS P	KATEYTHYN	HLIKIA	KENO
4	0	0	1	5	0	0	9	2	0	0	1	0	0
2	0	0	0	5	0	1	12	0	5	0	1	0	7
2	0	0	1	5	0	1	12	0	5	0	1	0	7
4	0	0	0	5	0	1	9	0	1	0	1	0	3
2	0	1	1	5	0	0	9	0	6	0	1	0	0
3	0	1	0	5	0	0	18	0	4	0	1	0	0
1	0	1	0	5	0	1	13	0	1	1	1	0	1
2	0	1	0	5	0	0	17	0	7	0	1	0	0
2	0	1	1	5	0	0	17	0	8	0	1	0	0
5	0	1	0	5	0	1	19	0	3	0	1	0	3
5	0	1	1	5	0	1	12	0	2	0	1	0	2
3	0	1	0	5	0	1	11	0	3	0	1	0	2
1	0	1	0	5	0	0	8	2	0	0	1	0	0
1	0	1	0	5	0	0	8	2	0	0	1	0	0
2	0	1	0	5	0	1	12	0	4	0	1	0	3
1	0	1	1	0	5	1	17	0	0	0	2	2	3
1	0	1	0	0	5	1	17	0	0	0	2	2	2
0	1	1	1	0	5	0	19	2	10	0	2	1	0
0	1	1	0	0	5	0	6	2	2	0	2	2	0
2	0	1	0	0	5	0	6	2	2	0	2	1	0
3	0	1	0	0	5	1	14	0	0	0	2	1	2
0	1	1	0	0	5	0	11	2	0	0	2	2	0
0	2	1	0	0	5	1	13	0	1	0	2	1	2
0	1	1	0	0	5	0	13	0	17	0	2	2	0
1	0	1	0	0	5	1	10	2	10	0	2	2	3
1	0	1	0	0	5	1	10	2	10	0	2	2	3
3	0	1	1	0	5	0	13	2	0	0	2	2	0
0	1	1	0	0	5	0	12	2	8	0	2	2	0
4	0	1	0	0	5	0	9	0	2	0	2	2	0
4	0	1	1	0	5	0	9	0	2	0	2	2	0
2	0	1	1	0	5	0	14	0	0	0	2	3	0
0	1	1	1	0	5	0	14	2	20	0	2	2	0
2	0	1	0	0	5	0	9	0	1	0	2	2	0
2	0	1	1	0	5	0	9	0	1	0	2	2	0
1	0	1	1	0	5	0	12	1	1	0	2	2	0
2	0	1	0	0	5	1	18	2	0	0	2	2	3
0	1	1	0	0	5	0	9	0	2	0	2	2	0

Πίνακας 5.1 Απόσπασμα αρχείου εισόδου για το πολυωνυμικό πρότυπο.

Στο παραπάνω απόσπασμα παρουσιάζονται οι περισσότερες από τις μεταβλητές, είτε αυτές χρησιμοποιήθηκαν στα τελικά πρότυπα είτε όχι. Σημειώνεται ότι τα ονόματα των μεταβλητών πρέπει να αποτελούνται από 8 το πολύ χαρακτήρες, έτσι χρησιμοποιήθηκαν τα 8 πρώτα γράμματα από τα πραγματικά ονόματα των μεταβλητών. Η περιγραφή των μεταβλητών και ο καθορισμός των ορίων μέσα στα οποία κυμαίνονται έχει πραγματοποιηθεί αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο. Παρακάτω αναφέρονται οι μεταβλητές με τα ονόματά τους στο αρχείο εισόδου. Επισημαίνεται πως ο αριθμός των πεζών που καταγράφηκαν ήταν πολύ μεγάλος (1793 πεζοί) γεγονός που καθιστά αδύνατη την παρουσίαση του συνόλου της βάσης δεδομένων.

• Ανεξάρτητη Μεταβλητή

APOSTASH: το τμήμα της οδού στο οποίο διασχίζει ο πεζός

• **Εξαρτημένες Μεταβλητές**

ENDEIKSH: η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη

STATHMEY: η παράνομη στάθμευση οχημάτων

FYLO: το φύλο του πεζού

HLIKIA: η ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκει ο πεζός

FORTOS: ο κυκλοφοριακός φόρτος στο εξεταζόμενο τμήμα της οδού Σόλωνος σε οχήματα ανά κύκλο φωτεινής σηματοδότησης

DIABASH: η ύπαρξη ή όχι σταματημένων οχημάτων επάνω στη διάβαση των πεζών

EMPLOKH: εάν ο πεζός όταν διασχίζει, εμπλέκεται στη διερχόμενη κυκλοφορία ή εάν διασχίζει χωρίς την ύπαρξη διερχόμενων οχημάτων

ANAMONH: ο χρόνος αναμονής στην άκρη του οδοστρώματος μέχρι να εκκινήσει να διασχίζει

KENO: ο χρονικός διαχωρισμός μεταξύ των οχημάτων, τον οποίο εκμεταλλεύεται ο πεζός για να διασχίσει

PROELEYS: το τμήμα της οδού από το οποίο προέρχεται ο πεζός

PROORISM: το τμήμα της οδού στο οποίο κατευθύνεται ο πεζός

KATEYTH: η κατεύθυνση του πεζού εάν δηλαδή κινείται σύμφωνα με την κυκλοφορία των οχημάτων, εάν κινείται κάθετα στο υπόψη τμήμα ή αν κινείται αντίθετα από τη ροή των οχημάτων

FORTOS2: ο αριθμός των οχημάτων που εισέρχονται στο υπόψη τμήμα από την οδό Εμμ.Μπενάκη

TROPOS: ο τρόπος που διασχίζει ο πεζός δηλαδή εάν ο πεζός διασχίζει περπατώντας ή εάν κινείται σε φανερά πιο γρήγορο ρυθμό.

5.2.2 Στατιστική Επεξεργασία Στοιχείων

Όπως φαίνεται παραπάνω η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι η APOSTASH δηλαδή το τμήμα στο οποίο διασχίζει ο πεζός την οδό. Επειδή το οδικό τμήμα έχει χωριστεί σε έξι διαφορετικά τμήματα (Διάβαση,Τμήμα2 κτλ.), τα οποία αποτελούν και τις εναλλακτικές επιλογές του πεζού, είναι φανερό ότι πρόκειται για μία **διακριτή μεταβλητή και μάλιστα ποιοτική** (nominal), αφού τα χαρακτηριστικά της κάθε επιλογής διαφέρουν από τις υπόλοιπες, όμως όχι με τρόπο τέτοιο ώστε να χαρακτηριστούν διατεταγμένες. Δηλαδή δεν παρατηρείται σταθερή μεταβολή κάποιων χαρακτηριστικών των τμημάτων περνώντας από το ένα τμήμα στο άλλο, ενώ σε αντίθεση έχουμε ακανόνιστη μεταβολή των χαρακτηριστικών (δηλαδή από το πρώτο τμήμα στο οποίο υπάρχει διάβαση πεζών περνάμε σε ορισμένα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου χωρίς προστατευόμενη φάση και εν συνεχεία ακολουθεί μία ακόμη διασταύρωση, όπου οι πεζοί έχουν έμμεση επαφή με το φωτεινό σηματοδότη που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της διασταύρωσης). Έτσι λόγω της διακριτής και ποιοτικής ανεξάρτητης μεταβλητής, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται αφορούν στη θεωρία διακριτών επιλογών. Έτσι στην παράγραφο αυτή αναπτύσσεται το πολυωνυμικό λογαριθμικό πρότυπο. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές αναφέρονται αναλυτικά σε προηγούμενη παράγραφο (4.2.3) και ονομαστικά παραπάνω. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τη στατιστική επεξεργασία είναι το Limdep 7.0.

Κατά τη στατιστική επεξεργασία προέκυψαν ενδιαφέροντα συμπεράσματα γύρω από την επιρροή ορισμένων παραγόντων στην τελική επιλογή του τμήματος, στο οποίο θα διασχίσει ο πεζός. Οι επιρροές των παραγόντων στην τελική επιλογή ελέγχονται με το **κριτήριο-t** του Student **(t-test).** Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό το πηλίκο του εκτιμώμενου συντελεστή (coefficient) μιας μεταβλητής προς το αντίστοιχο τυπικό σφάλμα των σταθερών όρων (standard error), θα πρέπει κατά απόλυτη τιμή να είναι μεγαλύτερο από την αντίστοιχη κρίσιμη τιμή που δίνει το κριτήριο t, ώστε η μεταβλητή αυτή να επηρεάζει στατιστικώς σημαντικά την τελική επιλογή του πεζού. Οι οριακές τιμές του κριτηρίου-t λαμβάνονται από πίνακες της αντίστοιχης κατανομής. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με ορισμένες κρίσιμες τιμές του κριτηρίου για διαφορετικά επίπεδα εμπιστοσύνης:

Βαθμοί Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης			
v	0,9	0,95	0,975	0,99
60	1,296	1,671	2,000	2,39
120	1,289	1,658	1,98	2,358

Πίνακας 5.2 Κρίσιμες τιμές κριτηρίου-t του Student

Έτσι για παράδειγμα εάν η τιμή του κριτηρίου-t για μια μεταβλητή είναι μικρότερη από 1,671 η επιρροή της μεταβλητής αυτής κρίνεται ως στατιστικά μη σημαντική στο επίπεδο εμπιστοσύνης 0,95, ενώ αντίθετα για μεγαλύτερες τιμές πρόκειται για στατιστικώς σημαντική επιρροή. Σημειώνεται ότι δεν υπάρχει άνω όριο στις τιμές του κριτηρίου. Αν και θεωρητικά το κριτήριο-t δεν είναι το καταλληλότερο για την εκτίμηση της σημαντικότητας των μεταβλητών που προκύπτουν από το πολυωνυμικό λογαριθμικό πρότυπο, χρησιμοποιείται για λόγους ευκολίας ενώ παρέχει και σχετικά αξιόπιστα αποτελέσματα.

Για το στατιστικό έλεγχο του συνόλου του προτύπου χρησιμοποιείται ένας άλλος στατιστικός έλεγχος και συγκεκριμένα το κριτήριο χ^2 . Όσο μεγαλύτερη τιμή λαμβάνει το μέγεθος αυτό, τόσο καταλληλότερο κρίνεται το μαθηματικό πρότυπο. Οι τιμές ελέγχονται από τον πίνακα της αντίστοιχης κατανομής. Έτσι, για παράδειγμα για 25 βαθμούς ελευθερίας (όσοι και στο πρότυπο που αναπτύσσεται παρακάτω) για επίπεδο εμπιστοσύνης 0,95 η τιμή του κριτηρίου χ^2 πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 37,65. Όπως καταλαβαίνει κανείς από τα παραπάνω, για την ανάπτυξη του τελικού προτύπου απαιτείται μεγάλος αριθμός δοκιμών ώστε να επιτευχθούν υψηλές τιμές των κριτηρίων τόσο για τους συντελεστές των μεταβλητών όσο και για το συνολικό πρότυπο. Αφού

ολοκληρωθούν οι στατιστικοί έλεγχοι τόσο των μεταβλητών όσο και του συνολικού προτύπου, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί αξιολόγηση του προτύπου με βάση την λογική, την προϋπάρχουσα γνώση και παρόμοιες βιβλιογραφικές αναφορές. Στην επόμενη παράγραφο πραγματοποιείται παρουσίαση του τελικού προτύπου και αναλύονται τα αποτελέσματα. Σημαντικά για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων μπορεί να φανούν κάποια διαγράμματα μεταβολής πιθανότητας που παρατίθενται.

5.2.3 Αποτελέσματα Πολυωνυμικού Λογαριθμικού Προτύπου

5.2.3.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων Πολυωνυμικού Λογαριθμικού Προτύπου

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας με τα **αποτελέσματα του μαθηματικού πρότυπου** που αναπτύχθηκε για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών. Ειδικότερα μελετάται η επιλογή τμήματος συγκεκριμένου οικοδομικού τετραγώνου, όπου ο πεζός επιλέγει για να διασχίσει, και οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή αυτή. Στη πρώτη στήλη εμφανίζονται οι ανεξάρτητες μεταβλητές που επιλέχθηκαν από το σύνολο των μεταβλητών, ως οι στατιστικά πιο σημαντικές. Στη δεύτερη στήλη παρουσιάζονται οι συντελεστές των μεταβλητών στις συναρτήσεις χρησιμότητας, στην τρίτη στήλη οι αντίστοιχες τιμές του κριτηρίου-t για τον κάθε συντελεστή και στην τελευταία στήλη οι οριακές επιρροές των μεταβλητών, που δηλώνουν την μεταβολή που προκαλείται στην πιθανότητα να επιλεγεί ένα συγκεκριμένο τμήμα, από τις αντίστοιχες μεταβολές στις τιμές των μεταβλητών.

Υπενθυμίζεται από τη θεωρία ότι οι πιθανότητα ο πεζός να διασχίσει σε κάποιο τμήμα i της οδού δίνεται από την σχέση:

$$P_n(i) = e^{U(in)} / \sum e^{U(jn)} \quad \forall i,j \epsilon C \qquad (1)$$

Όπου:

$U_{(in)}=\beta_i x_{in}$ και $U_{(jn)}=(\beta_j x_{jn})$ οι **συναρτήσεις χρησιμότητας** του πεζού n για την επιλογή i και της επιλογές j αντίστοιχα.(ΠΡΟΣΟΧΗ!! η επιλογή i συμπεριλαμβάνεται στις επιλογές j).

Οι συντελεστές β_i, β_j των ανεξάρτητων μεταβλητών των συναρτήσεων χρησιμότητας είναι οι εκτιμώμενοι συντελεστές που παρουσιάζονται στον πίνακα των αποτελεσμάτων. Έτσι για παράδειγμα η πιθανότητα ένας πεζός να διασχίσει στο Τμήμα 2 δίνεται από τη σχέση:

$$P_n(2) = e^{U(2n)} / (e^{U(1n)}+e^{U(2n)}+e^{U(3n)}+e^{U(4n)}+e^{U(5n)}+e^{U(6n)}) \quad (2)$$

Όπου:

$$U(2n)=e^{(1,487PROELEY+0,9667PROORISM-1,3553FYLO+2,7061EMPLOKH-0,3277FORTOS-1,0816STATHMEYSH)}$$

Με ανάλογο τρόπο ορίζονται και οι υπόλοιπες συναρτήσεις χρησιμότητας U(jn) λαμβάνοντας υπόψη τις αντίστοιχες τιμές από τον πίνακα των αποτελεσμάτων. Το **θετικό πρόσημο** σε ένα συντελεστή δείχνει την τάση που έχει μία μεταβλητή να αυξήσει την τιμή της αντίστοιχης συνάρτησης χρησιμότητας και κατ'επέκταση την **τάση για αύξηση** της πιθανότητας να επιλεγεί ένα συγκεκριμένο τμήμα για να διασχίσει ο πεζός. Για παράδειγμα στη συνάρτηση χρησιμότητας του πεζού n για την επιλογή (Τμήμα2) ο συντελεστής του κυκλοφοριακού φόρτου είναι θετικός, που σημαίνει πως για μία αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου αυξάνεται η τιμή της αντίστοιχης συνάρτησης χρησιμότητας. Πρέπει να τονιστεί πως παρά την αύξηση της τιμής της συνάρτησης χρησιμότητας, δεν εξυπακούεται και αύξηση στην πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2. Ναι μεν με μια αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου αυξάνεται η τιμή της συνάρτησης χρησιμότητας για το τμήμα 2, που σημαίνει πως το τμήμα 2 γίνεται πιο ελκυστικό για τον πεζό σε σύγκριση με προηγουμένως, όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος ήταν μικρότερος, όμως ταυτόχρονα μπορεί ο κυκλοφοριακός φόρτος να εισέρχεται και σε άλλες συναρτήσεις χρησιμότητας και μάλιστα με τέτοιο τρόπο (θετικό πρόσημο), ώστε με αύξηση του να αυξάνονται συγκριτικά με το τμήμα 2, περισσότερο οι συναρτήσεις χρησιμότητας των άλλων τμημάτων. Έτσι ενώ ο αριθμητής της σχέσης (2), η οποία δίνει την πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2 αυξάνεται, αυξάνονται ταυτόχρονα και οι τιμές του παρονομαστή, με αποτέλεσμα τελικά να μειώνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2 εάν υπάρξει αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατηρείται ότι οι συντελεστές για την επιλογή 1 (Διάβαση) είναι όλοι ίσοι με 0. Αυτό συμβαίνει διότι το πολυωνυμικό πρότυπο δεν μπορεί να υπολογίσει τους συντελεστές για μεταβλητές που εισέρχονται σε όλες τις συναρτήσεις χρησιμότητας (και για τις j

επιλογές) αλλά μόνο για μεταβλητές που εισέρχονται το μέγιστο σε **j-1 συναρτήσεις χρησιμότητας.** Με αυτόν τον τρόπο η συνάρτηση χρησιμότητας της επιλογής 1 (Διάβαση) λαμβάνει την τιμή **1** (e^0) ανεξάρτητα από τις τιμές που λαμβάνει η κάθε μεταβλητή. Βεβαίως πρέπει να τονιστεί το ότι η συνάρτηση χρησιμότητας για την επιλογή 1 έχει σταθερή τιμή για οποιαδήποτε τιμή των ανεξάρτητων μεταβλητών, δεν σημαίνει ότι η πιθανότητα να διασχίσει ένας πεζός στη διάβαση είναι σταθερή. Αυτή μεταβάλλεται καθώς εξαρτάται και από τις υπόλοιπες συναρτήσεις χρησιμότητας (βλ. σχέση (1),(2)) οι οποίες δεν παραμένουν σταθερές για ενδεχόμενες μεταβολές των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Το μέγεθος της επιρροής (στην πιθανότητα να επιλέξει ο πεζός κάποιο τμήμα) από τη μεταβολή της τιμής κάθε μεταβλητής, εκτιμάται από τις **οριακές επιρροές** που παρουσιάζονται στην τρίτη στήλη του πίνακα αποτελεσμάτων. Τα παραπάνω γίνονται κατανοητά ευκολότερα με τη δημιουργία διαγραμμάτων (μεταβολής της πιθανότητας σε σχέση με τη μεταβολή στην τιμή κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών) που παρατίθενται στη συνέχεια. Τέλος επισημαίνεται ότι οι οριακές επιρροές αναφέρονται για μικρές μεταβολές στις τιμές των μεταβλητών όταν αυτές λαμβάνουν τιμή ίση με τη μέση τιμή τους.

Πρέπει να σημειωθεί πως για την ανάπτυξη του προτύπου πραγματοποιήθηκαν πολλές **δοκιμές.** Στην αρχή εισήχθει μεγάλος αριθμός μεταβλητών και με συνεχείς προσθαφαιρέσεις μεταβλητών ανάλογα με την τιμή του κριτηρίου-t δημιουργήθηκε το τελικό πρότυπο. Εκτός από την τιμή του κριτηρίου-t σημαντικό ρόλο στο να αφαιρεθεί μία μεταβλητή από το πρότυπο παίζει και το αν οι εκτιμώμενοι συντελεστές συμπίπτουν με τη λογική και συμφωνούν με αποτελέσματα άλλων ερευνών με σχετικό περιεχόμενο. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο συγκεντρωτικός πίνακας των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή του πολυωνυμικού λογαριθμικού προτύπου και ακολουθεί η περιγραφή και επεξήγηση του μαθηματικού προτύπου που προέκυψε.

Στον πίνακα αυτό παρουσιάζονται, όπως προαναφέρθηκε και οι οριακές επιρροές των μεταβλητών. Ένας ορθότερος τρόπος ποσοτικοποίησης της επιρροής των μεταβλητών είναι οι ελαστικότητες, που όμως δεν μπορούν να υπολογιστούν για το πολυωνυμικό πρότυπο σε αντίθεση με τα άλλα δύο πρότυπα (πρότυπο διακριτών επιλογών και ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο). Τέλος σημειώνεται ότι οι οριακές επιρροές και οι ελαστικότητες δεν είναι θεωρητικά ορθό να υπολογίζονται για μη συνεχείς μεταβλητές, όμως στα επόμενα υπολογίζονται και παρουσιάζονται ώστε να προκύψει μία συνολική εικόνα των επιρροών των διαφόρων μεταβλητών. Οι τιμές τους βοηθούν στον ποιοτικό καθορισμό των επιρροών των μεταβλητών.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΛΥΩΝΙΜΙΚΟΥ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Συντελεστές (Coefficient)	(t-test)	Οριακές επιρροές (Marginal effects)
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΗΝ **ΔΙΑΒΑΣΗ**			
Προέλευση Πεζού	0	-	-0,2489
Προορισμός Πεζού	0	-	-0,1626
Φύλο Πεζού	0	-	0,1226
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0	-	-0,3636
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0	-	0,0465
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	0	-	0,3106
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 2**			
Προέλευση Πεζού	1,48748	10,199	0,0742
Προορισμός Πεζού	0,9667	10,53	0,0481
Φύλο Πεζού	-1,3553	-3,539	-0,0756
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	2,7061	7,561	0,1419
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0,3277	-8,392	-0,0169
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	-1,0816	-2,134	-0,0439
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 3**			
Προέλευση Πεζού	1,5994	10,931	0,1002
Προορισμός Πεζού	1,0514	11,327	0,0659
Φύλο Πεζού	-0,5098	-1,506	-0,0278
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	2,3792	6,796	0,1497
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0,2607	-7,782	-0,0158
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	-2,3652	-4,955	-0,1537
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 4**			
Προέλευση Πεζού	1,8368	11,555	0,0473
Προορισμός Πεζού	1,2094	11,117	0,0312
Φύλο Πεζού	-0,2835	-0,720	-0,0041
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	2,2078	5,351	0,0544
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0,3671	-8,231	-0,0095
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	-2,3205	-3,745	-0,0599
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 5**			
Προέλευση Πεζού	2,0775	11,844	0,0246
Προορισμός Πεζού	1,3007	10,501	0,0153
Φύλο Πεζού	-1,1508	-2,408	-0,0139
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	1,6209	3,473	0,0163
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0,3208	-6,809	-0,0036
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	-3,7938	-5,222	-0,0474
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 6**			
Προέλευση Πεζού	2,8385	15,881	0,0026
Προορισμός Πεζού	2,1490	15,986	0,0020
Φύλο Πεζού	-1,2473	-2,835	-0,0011
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	1,6870	3,861	0,0012
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0,5096	-9,619	-0,0004
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	-5,8145	-7,993	-0,0056

Πίνακας 5.3 Αποτελέσματα Πολυωνυμικού Λογαριθμικού Προτύπου

5.2.3.2 Περιγραφή και επεξήγηση αποτελεσμάτων του Πολυωνυμικού Λογαριθμικού Προτύπου

Αρχικά αναφέρεται ότι η τιμή του κριτηρίου χ^2 έχει πολύ υψηλή (2221,504) γεγονός που καθιστά το πρότυπο αξιόπιστο.

ΕΠΙΛΟΓΗ 1 (ΔΙΑΒΑΣΗ)

Όπως φαίνεται στον πίνακα των αποτελεσμάτων για την επιλογή 1 (Διάβαση), όλοι οι συντελεστές των μεταβλητών λαμβάνουν την τιμή 0, οπότε δεν μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα κατευθείαν από τις τιμές των συντελεστών των συναρτήσεων χρησιμότητας αλλά κανείς πρέπει να εξετάσει την τελευταία στήλη του πίνακα όπου και παρουσιάζονται οι οριακές επιρροές των μεταβλητών.

→ Επιρροή σημείου προέλευσης

Η τιμή της οριακής επιρροής είναι ίση με –0,2489 γεγονός που σημαίνει ότι εάν κάποιος έχει προέλευση εντός του οικοδομικού τετραγώνου και μάλιστα όσο πιο μακριά είναι το σημείο προέλευσης του πεζού από την διάβαση, τόσο μειώνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός σε αυτή. Η τιμή της οριακής επιρροή σημαίνει ότι για απομάκρυνση του σημείου προέλευσης κατά ένα τμήμα μακρύτερα (από τη μέση τιμή του) από τη διάβαση, μειώνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στη διάβαση κατά 24,89%. Το γεγονός αυτό φαίνεται να είναι λογικό αφού προφανώς ένας πεζός που έχει σημείο προέλευσης κοντά στη διάβαση είναι πιθανότερο να διασχίσει σε αυτή από ένα πεζό που προέρχεται από σημείο μακριά από αυτή, μια και σε αυτή την περίπτωση είναι πιθανό κατά την κίνησή του να αντιμετωπίσει ευνοϊκές συνθήκες (μεγάλος χρονικός διαχωρισμός κτλ.) σε κάποιο άλλο τμήμα και έτσι να διασχίσει εκεί..

→ Επιρροή σημείου προορισμού

Η τιμή της οριακής επιρροής σε αυτήν την περίπτωση είναι –0,1626, που σημαίνει ότι ένας πεζός που έχει προορισμό ένα τμήμα μακρύτερα (από τη διάβαση) από κάποιον άλλο, έχει 16,26% μικρότερη πιθανότητα να διασχίσει στη διάβαση. Ανάλογα με την επιρροή του σημείου προέλευσης εξηγείται και η επιρροή του σημείου προορισμού του πεζού. Δηλαδή είναι πιθανότερο ένας πεζός που κατευθύνεται σε κτήριο πλησίον της διάβασης να διασχίσει σε αυτή, παρά ένας πεζός που έχει προορισμό για παράδειγμα ένα κτήριο που βρίσκεται στην άλλη διασταύρωση του εξεταζόμενου οδικού τμήματος.

→ Επιρροή του φύλου του πεζού

Από το πρόσημο της οριακής επιρροής του φύλου του πεζού φαίνεται πως οι γυναίκες είναι πιο πιθανό να διασχίσουν στη διάβαση από ότι οι άντρες, εάν όλες οι άλλες μεταβλητές λαμβάνουν την ίδια τιμή. Επειδή η μεταβλητή αυτή λαμβάνει τιμές 0 και 1 δεν είναι σωστό να γίνει αναφορά στην αριθμητική τιμή της οριακής επιρροής όμως μπορεί κανείς να πει πως η τάξη μεγέθους της διαφοράς της πιθανότητας ενός άντρα και μιας γυναίκας να διασχίσουν στη διάβαση είναι περίπου 10% όταν όλες οι μεταβλητές εμφανίζονται με τιμή ίση με τη μέση τιμή τους.

→ Επιρροή ενδεχόμενης εμπλοκής του πεζού με τη διερχόμενη κυκλοφορία.

Όπως είναι φυσικό η επιρροή της εμπλοκής εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο που σημαίνει ότι όταν ένας πεζός διασχίζει στη διάβαση, είναι μικρότερη η πιθανότητα να εμπλακεί με τα διερχόμενα οχήματα από ότι εάν διέσχιζε σε κάποιο άλλο τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου. Το συμπέρασμα αυτό είναι προφανές καθώς στη διάβαση οι πεζοί μπορούν να εκμεταλλευτούν το χρόνο της πράσινης ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη (για πεζούς) οπότε και δεν υπάρχει διερχόμενη κυκλοφορία σε αυτό το σημείο. Σε αντίθεση στα άλλα τμήματα η κίνηση των οχημάτων μπορεί να συνεχίζεται και κατά την πράσινη ένδειξη για τους πεζούς και δεν υπάρχει προκαθορισμένος χρόνος όπου προστατεύονται οι πεζοί από την κυκλοφορία.

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Όσο αυξάνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται και η πιθανότητα να διασχίσει κανείς στη διάβαση και μάλιστα για αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, μετρούμενου σε οχήματα ανά κύκλο φωτεινής σηματοδότησης, κατά ένα όχημα, αυξάνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στη διάβαση κατά 4,65%. Και αυτό το συμπέρασμα φαίνεται λογικό και σύμφωνο με τη βιβλιογραφία όπου αναφέρεται πως γενικά η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου μειώνει την πιθανότητα να διασχίσουν οι πεζοί σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου και αντίστοιχα αυξάνεται η πιθανότητα να επιλέξει τη διάβαση.

→ Επιρροή παράνομης στάθμευσης

Η ύπαρξη παράνομης στάθμευσης στο υπό παρακολούθηση οδικό τμήμα (που σε συντριπτική πλειοψηφία παρουσιαζόταν στα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου) οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στην διάβαση. Λόγω ελλιπών στοιχείων γύρω από την επιρροή της στάθμευσης και δει της παράνομης, στη συμπεριφορά των πεζών στη βιβλιογραφία, τα αποτελέσματα δεν μπορούν να ελεγχθούν βάση παρόμοιων μελετών όμως διαισθητικά μπορεί κανείς να ισχυριστεί πως όντως η ύπαρξη παράνομα σταθμευμένων απωθεί τους πεζούς από το να

διασχίσουν στα τμήματα όπου αυτή παρατηρείται, πιθανώς λόγω μειωμένης ορατότητας του πεζού ή και αντίληψης υψηλότερου κινδύνου, καθώς αυτός μπορεί να μην είναι ορατός από τα διερχόμενα οχήματα.

Τέλος για την επιλογή 1 (Διάβαση), από τις τιμές των οριακών επιρροών προκύπτει ότι η μεταβλητή εκείνη, που ενδεχόμενη μεταβολή της επηρεάζει περισσότερο την επιλογή 1 είναι η εμπλοκή του πεζού με τη διερχόμενη κυκλοφορία, η οποία μάλιστα τείνει να μειώσει την πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στη διάβαση.

ΕΠΙΛΟΓΗ 2 (Τμήμα2)

→ Επιρροή σημείου προέλευσης

Στο μαθηματικό πρότυπο που αναπτύχθηκε ο συντελεστής της μεταβλητής αυτής έχει θετικό πρόσημο γεγονός που δείχνει ότι όσο μακρύτερα από τη διάβαση βρίσκεται το σημείο προέλευσης του πεζού, τόσο πιο μεγάλη τιμή παίρνει η συνάρτηση χρησιμότητας της επιλογής αυτής, δηλαδή η επιλογή 2 καθίσταται πιο ελκυστική για τον πεζό. Από την τιμή της οριακής επιρροής 0,0742 φαίνεται πως για ενδεχόμενη απομάκρυνση του σημείου προέλευσης κατά ένα τμήμα (από την μέση τιμή του) αυξάνεται κατά 7% η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2. Επίσης αναφέρεται πως η τιμή του κριτηρίου-t για αυτή τη μεταβλητή παίρνει την τιμή 10,199 που σημαίνει ότι είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο εμπιστοσύνης μεγαλύτερο του 99% και σωστά συμπεριλήφθη στο μαθηματικό πρότυπο. Υπενθυμίζεται ότι οι κρίσιμες τιμές του κριτηρίου και τα αντίστοιχα επίπεδα εμπιστοσύνης δίνονται στον πίνακα 5.1.

→ Επιρροή σημείου προορισμού

Ομοίως με την προηγούμενη μεταβλητή και σε αυτή την περίπτωση εμφανίζεται θετικό πρόσημο και η οριακή επιρροή λαμβάνει τιμή 0,0481, δηλαδή ένας πεζός με προορισμό κατά ένα τμήμα μακρύτερα από τον προορισμό ενός άλλου πεζού, έχει 4,81% μεγαλύτερη πιθανότητα να διασχίσει στο τμήμα 2. Η τιμή του κριτηρίου-t και σε αυτή την περίπτωση είναι υψηλή 10,53.

→ Επιρροή του φύλου του πεζού

Το αρνητικό πρόσημο σε αυτή τη μεταβλητή δηλώνει ότι οι γυναίκες είναι λιγότερο πιθανό να διασχίσουν στο τμήμα 2 από ότι οι άντρες. Το γεγονός αυτό φαίνεται λογικό, μια και στα περισσότερα θέματα οδικής ασφάλειας οι γυναίκες φαίνεται να ριψοκινδυνεύουν λιγότερο από

τους άντρες, έτσι και εδώ οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να διασχίσουν στη διάβαση πάρα σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου σε αντίθεση με τους άντρες. Η τιμή του κριτηρίου t είναι –3,539 που καθιστά τη μεταβλητή στατιστικώς σημαντική.

→ Επιρροή ενδεχόμενης εμπλοκής πεζού με διερχόμενη κυκλοφορία.

Σε αντίθεση με τη διάβαση, στο τμήμα 2 η εμπλοκή παρουσιάζεται με θετικό πρόσημο που σημαίνει ότι είναι πιθανότερο κάποιος που θα διασχίσει στο τμήμα 2 να εμπλακεί με τη διερχόμενη κυκλοφορία σε σχέση με κάποιον που θα διασχίσει στη διάβαση. Το συμπέρασμα αυτό όπως και στην περίπτωση της διάβασης συμφωνεί με τη λογική και σε συνδυασμό με την υψηλή τιμή του κριτηρίου-t (7,561) παρέμεινε στο μαθηματικό πρότυπο.

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Η ενδεχόμενη αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου οδηγεί σε μείωση της συνάρτησης χρησιμότητας για την επιλογή 2 και σε μείωση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2. Για μείωση του κυκλοφοριακού φόρτου κατά ένα όχημα ανά κύκλο φωτεινής σηματοδότησης παρουσιάζεται μείωση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2 κατά 1,69%. Το γεγονός συμφωνεί με τη βιβλιογραφία όπου αναφέρεται πως γενικά η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας ο πεζός να διασχίσει στη διάβαση και μείωση της πιθανότητας να διασχίσει σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου. Βεβαίως οι τιμές αυτές της οριακής επιρροής δείχνουν ότι οι μεταβολές αυτές ισχύουν για τιμές των μεταβλητών ίσες με τη μέση τιμή τους και όπως θα φάνει σε διαγράμματα που ακολουθούν τα αποτελέσματα μπορεί να αντιστραφούν εάν θέσουμε διαφορετικές τιμές σε κάποιες μεταβλητές ή για τιμές του φόρτου διαφορετικές από τη μέση τιμή του.

→ Επιρροή παράνομης στάθμευσης

Στο τμήμα 2 η ύπαρξη παράνομα σταθμευμένων οχημάτων μειώνει την πιθανότητα οι πεζοί να διασχίσουν εκεί, γεγονός που φαίνεται από το θετικό πρόσημο του συντελεστή της μεταβλητής όσο και από την τιμή της οριακής επιρροής, που όμως δεν είναι θεωρητικά σωστό να χρησιμοποιείται σε τέτοιου είδους μεταβλητές. Παρόλα αυτά μπορεί κανείς να πει πως η ύπαρξη παράνομα σταθμευμένων οχημάτων μειώνει την πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2 κατά περίπου 4%.

ΕΠΙΛΟΓΕΣ 3,4,5,6 (Τμήματα 3,4,5,6)

Οι επιλογές αυτές παρουσιάζονται μαζί μια και οι συντελεστές και οι οριακές επιρροές των μεταβλητών έχουν τα ίδια πρόσημα για όλες τις επιλογές, γεγονός που σημαίνει ότι τα αποτελέσματα (αύξηση-μείωση πιθανότητας) παρουσιάζουν την ίδια τάση και ερμηνεύονται κατά τον ίδιο τρόπο και μάλιστα όπως ακριβώς και για την επιλογή 2. Παρακάτω αναφέρονται απλά οι τιμές των συντελεστών και των οριακών επιρροών των μεταβλητών για αριθμητική σύγκριση μεταξύ τους.

→ Επιρροή σημείου προέλευσης

ΕΠΙΛΟΓΗ 3 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 1,5994 και οριακή επιρροή 0,1002
ΕΠΙΛΟΓΗ 4 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 1,8368 και οριακή επιρροή 0,0473
ΕΠΙΛΟΓΗ 5 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 2,0775 και οριακή επιρροή 0,0246
ΕΠΙΛΟΓΗ 6 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 2,8385 και οριακή επιρροή 0,0026

Από τις τιμές αυτές των οριακών επιρροών καθώς και τις αντίστοιχες για τις προηγούμενες επιλογές (διάβαση, τμήμα2) φαίνεται ότι η προέλευση ασκεί μεγαλύτερη επιρροή και μάλιστα αρνητική στην επιλογή 1 (διάβαση) –0,2489 ενώ στις υπόλοιπες επιλογές ασκεί θετική επιρροή με υψηλότερη αυτή για την επιλογή 3 (τμήμα 3) 0,1002.

→ Επιρροή σημείου προορισμού

ΕΠΙΛΟΓΗ 3 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 1,0514 και οριακή επιρροή 0,0659
ΕΠΙΛΟΓΗ 4 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 1,2094 και οριακή επιρροή 0,0312
ΕΠΙΛΟΓΗ 5 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 1,3007 και οριακή επιρροή 0,0153
ΕΠΙΛΟΓΗ 6 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 2,1490 και οριακή επιρροή 0,0020

Και εδώ η επιλογή στην οποία ασκείται η μεγαλύτερη επιρροή και μάλιστα αρνητική, από ενδεχόμενη μεταβολή της τιμής της μεταβλητής, είναι η επιλογή 1 (διάβαση) –0,1626 και από τις υπόλοιπες αυτή με τη μεγαλύτερη θετική επιρροή είναι η επιλογή 3 (τμήμα3) 0,0659.

→ Επιρροή του φύλου του πεζού

ΕΠΙΛΟΓΗ 3 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή -0,5098 και οριακή επιρροή -0,0278
ΕΠΙΛΟΓΗ 4 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή -0,2835 και οριακή επιρροή -0,0041

ΕΠΙΛΟΓΗ 5 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή -2,0775 και οριακή επιρροή -0,0246
ΕΠΙΛΟΓΗ 6 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή -2,8385 και οριακή επιρροή -0,0026

Η μεγαλύτερη επιρροή, η οποία είναι θετική, από ενδεχόμενη μεταβολή της τιμής της μεταβλητής αυτής, ασκείται στην επιλογή 1 (διάβαση) 0,1226. Αντίστοιχα από τις αρνητικές επιρροές η υψηλότερη ασκείται στην επιλογή 2 (τμήμα2) –0,0756.

→ Επιρροή ενδεχόμενης εμπλοκής πεζού με διερχόμενη κυκλοφορία

ΕΠΙΛΟΓΗ 3 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 2,3792 και οριακή επιρροή 0,1497
ΕΠΙΛΟΓΗ 4 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 2,2078 και οριακή επιρροή 0,0544
ΕΠΙΛΟΓΗ 5 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 1,6209 και οριακή επιρροή 0,0163
ΕΠΙΛΟΓΗ 6 έχει θετική επιρροή με συντελεστή 1,6870 και οριακή επιρροή 0,0012

Μεγαλύτερη επιρροή που είναι αρνητική ασκείται στην επιλογή 1 (διάβαση) –0,3636 και μεγαλύτερη θετική στην επιλογή 3 (τμήμα 3) 0,1497.

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

ΕΠΙΛΟΓΗ 3 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή -0,2607 και οριακή επιρροή -0,0158
ΕΠΙΛΟΓΗ 4 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή -0,3671 και οριακή επιρροή -0,0095
ΕΠΙΛΟΓΗ 5 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή -0,3208 και οριακή επιρροή -0,0036
ΕΠΙΛΟΓΗ 6 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή -0,5096 και οριακή επιρροή -0,0004

Η μεγαλύτερη επιρροή, η οποία είναι θετική, από ενδεχόμενη μεταβολή της τιμής της μεταβλητής αυτής ασκείται στην επιλογή 1 (διάβαση) 0,0465. Αντίστοιχα από τις αρνητικές επιρροές η υψηλότερη ασκείται στην επιλογή 2 (τμήμα2) –0,0169.

→ Επιρροή παράνομης στάθμευσης

ΕΠΙΛΟΓΗ 3 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή –2,3652 και οριακή επιρροή –0,1537
ΕΠΙΛΟΓΗ 4 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή –2,3205 και οριακή επιρροή –0,0599
ΕΠΙΛΟΓΗ 5 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή –3,7938 και οριακή επιρροή –0,0474
ΕΠΙΛΟΓΗ 6 έχει αρνητική επιρροή με συντελεστή –5,8145 και οριακή επιρροή –0,0056

Μεγαλύτερη θετική επιρροή ασκείται στην επιλογή 1 (διάβαση) 0,3106 και μεγαλύτερη αρνητική στην επιλογή 3 (τμήμα 3) –0,1537.

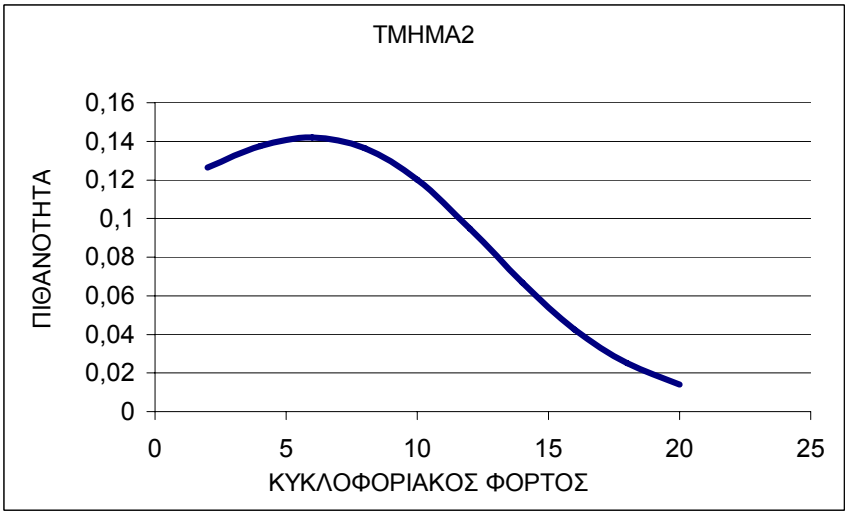
Τέλος παρακάτω για κάθε επιλογή συνοψίζονται οι μεταβλητές που ασκούν τη μεγαλύτερη επιρροή είτε θετική είτε αρνητική:

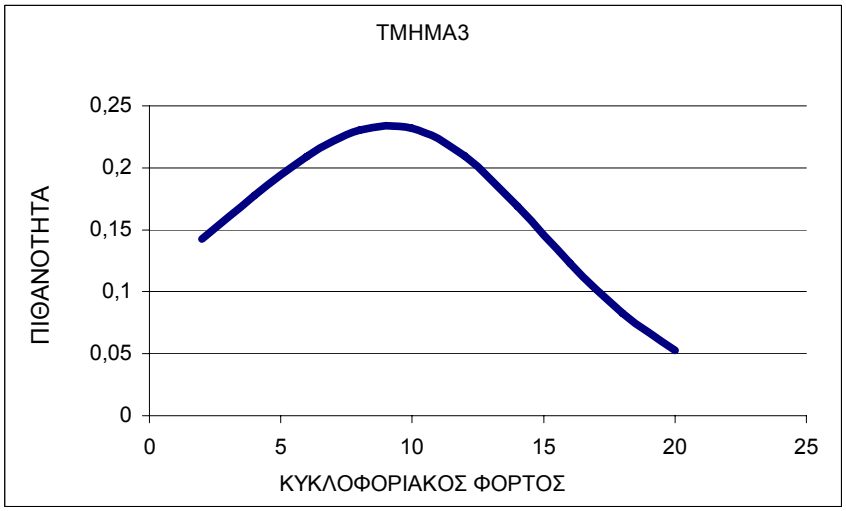
ΕΠΙΛΟΓΗ 1 εμπλοκή με διερχόμενα οχήματα (-0,3636)
ΕΠΙΛΟΓΗ 2 εμπλοκή με διερχόμενα οχήματα (0,1419)
ΕΠΙΛΟΓΗ 3 παράνομη στάθμευση οχημάτων (-0,1537)
ΕΠΙΛΟΓΗ 4 παράνομη στάθμευση οχημάτων (-0,0599)
ΕΠΙΛΟΓΗ 5 παράνομη στάθμευση οχημάτων (-0,0474)
ΕΠΙΛΟΓΗ 6 παράνομη στάθμευση οχημάτων (-0,0056)

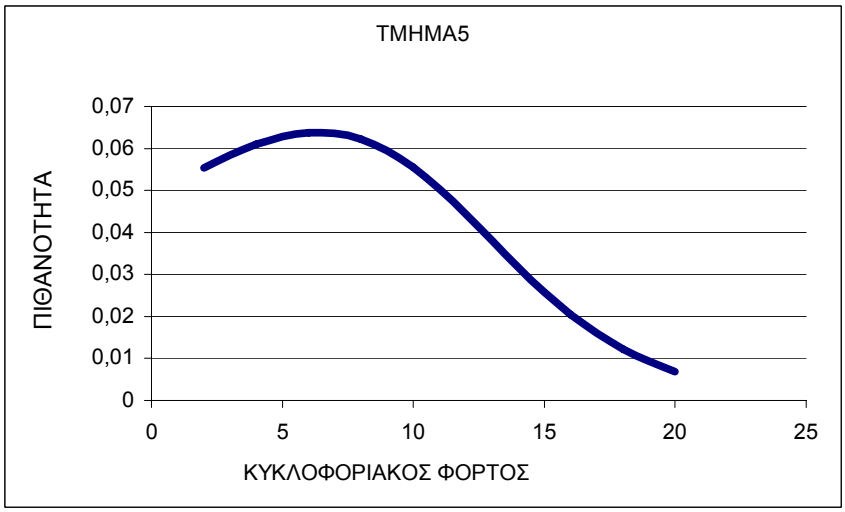
Είναι φανερό πως σε όλες τις συναρτήσεις χρησιμότητας (για όλες τις επιλογές) εισέρχονται οι ίδιες μεταβλητές και αυτό αποτελεί ένα μειονέκτημα της μεθόδου του πολυωνυμικού λογαριθμικού προτύπου το οποίο αίρεται με τις μεθόδους που θα αναπτυχθούν στις επόμενες παραγράφους.

Στο σημείο αυτό γίνεται παρουσίαση κάποιον διαγραμμάτων που δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο **μεταβάλλεται η πιθανότητα** να διασχίσει ο πεζός σε κάθε τμήμα ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο. Επισημαίνεται πως οι τιμές που παίρνουν οι υπόλοιπες μεταβλητές είναι αυθαίρετες. Έτσι για έναν άντρα που προέρχεται από το τμήμα 1 (Διάβαση Σολ.-Εμμ.Μπεν.), κατευθύνεται στο τμήμα 6 (διασταύρωση Σολ.-Εμμ.Μπεν.), δεν εμπλέκεται με την διερχόμενη κυκλοφορία και ταυτόχρονα δεν υπάρχουν παράνομα σταθμευμένα οχήματα η μεταβολή της πιθανότητας να επιλέξει κάποιο τμήμα ανάλογα με τον κυκλοφοριακό φόρτο δίνεται από τα σχήματα που ακολουθούν.

ΔΙΑΒΑΣΗ
ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
0
5
10
15
20
25
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ

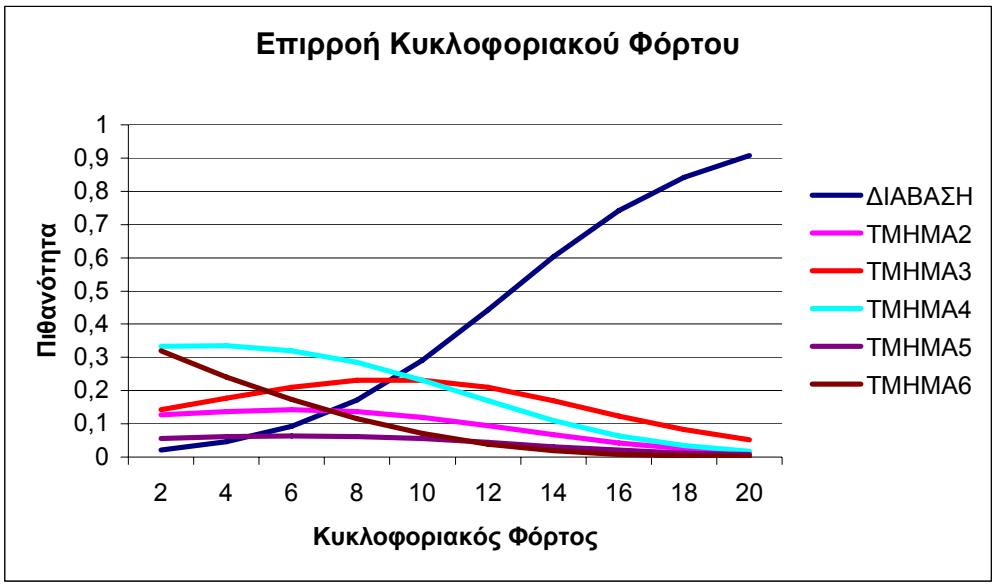

ΤΜΗΜΑ2
ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ
0,16
0,14
0,12
0,1
0,08
0,06
0,04
0,02
0
0
5
10
15
20
25
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ


ΤΜΗΜΑ3
ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
0
5
10
15
20
25
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ



Σχήμα 5.1 Διαγράμματα μεταβολής πιθανότητας σε σχέση με κυκλοφοριακό φόρτο.

Τέλος παρουσιάζονται τα έξι αυτά διαγράμματα σε ένα σύστημα αξόνων ώστε να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα.



Σχήμα 5.2 Διάγραμμα μεταβολής των πιθανοτήτων σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο.

Από τα παραπάνω διαγράμματα είναι προφανές πως σε γενικές γραμμές η **αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου** οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στη διάβαση και μείωση τις πιθανότητας να διασχίσει οπουδήποτε αλλού. Επίσης παρατηρείται πως για πολύ μικρές τιμές του κυκλοφοριακού φόρτου η πιθανότητα να διασχίσει στην διάβαση είναι μηδαμινή σε αντίθεση με τα υπόλοιπα τμήματα και περισσότερο τα τμήματα 4 και 6 όπου η πιθανότητες είναι αρκετά μεγάλες. Περισσότερα συμπεράσματα και μάλιστα σε σχέση και με τις δύο άλλες μεθόδους που χρησιμοποιούνται παρουσιάζονται σε ειδικό κεφάλαιο που ακολουθεί.

Όπως καταλαβαίνει κανείς υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός συνδυασμών των τιμών των μεταβλητών, που μπορεί να οδηγήσει σε πολύ μεγάλο αριθμό διαγραμμάτων. Για το κεφάλαιο αυτό επιλέχθηκε η παραπάνω περίπτωση σαν μια γενική περίπτωση. Περισσότερα διαγράμματα παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο που αφορά στη σύγκριση των μαθηματικών προτύπων καθώς και στο παράρτημα στο τέλος της διπλωματικής εργασίας.

5.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ

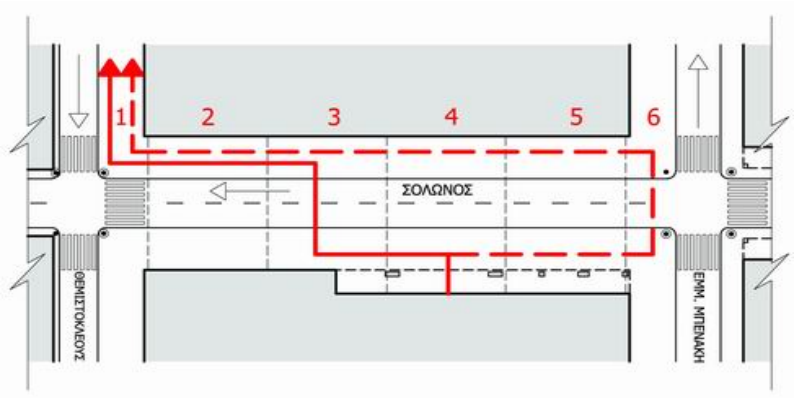
5.3.1 Δεδομένα Εισόδου

Όπως αναφέρεται και στη θεωρία ο τρόπος υπολογισμού της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός σε κάποιο τμήμα της οδού, είναι ο ίδιος τόσο για το πολυωνυμικό πρότυπο όσο και για το πρότυπο διακριτών επιλογών. Δηλαδή η πιθανότητα υπολογίζεται από τις σχέσεις (1),(2) της παραγράφου που αναφέρεται στο πολυωνυμικό λογαριθμικό πρότυπο (5.2.3). Η διαφορά των δύο αυτών μεθόδων έγκειται στη **δομή της βάσης δεδομένων**, που διαφοροποιείται λόγω κάποιων περιορισμών και παραδοχών που πραγματοποιούνται κατά την εφαρμογή του προτύπου διακριτών επιλογών, καθώς και στη μορφή των αποτελεσμάτων αφού με τη μέθοδο αυτή σε κάθε συνάρτηση χρησιμότητας υπάρχει η δυνατότητα να εισαχθούν διαφορετικές μεταβλητές σε αντίθεση με το πολυωνυμικό λογαριθμικό πρότυπο, όπου οι ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές εμφανίζονταν και στις έξι συναρτήσεις χρησιμότητας. Στη συνέχεια αναφέρονται οι περιορισμοί και οι **διαφοροποιήσεις** από την προηγούμενη μέθοδο και ο τρόπος υλοποίησης τους, που πραγματοποιείται με αλλαγή στη δομή της βάσης δεδομένων και αλλαγές στον προγραμματισμό της μεθόδου.

Κατά την εφαρμογή του προτύπου, θεωρήθηκε ότι οι πεζοί δεν είχαν όλοι το ίδιο σύνολο επιλογών δηλαδή το καθολικό σύνολο (universal choice set) όπως στο πολυωνυμικό πρότυπο, αλλά **σε κάθε πεζό αντιστοιχούσε ένα μειωμένο σύνολο** (reduced choice set), το οποίο διαφοροποιούνταν από πεζό σε πεζό ανάλογα με κάποιες παραμέτρους (προέλευση-προορισμός). Έτσι για κάθε πεζό **δεν ήταν διαθέσιμες όλες οι εναλλακτικές επιλογές**, αλλά είχε να επιλέξει μεταξύ κάποιων από τις επιλογές του καθολικού συνόλου, με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται η σχέση (2) με τρόπο που αναλύεται παρακάτω. Ο προσδιορισμός των μειωμένων συνόλων επιλογών πραγματοποιήθηκε με τον εξής τρόπο:

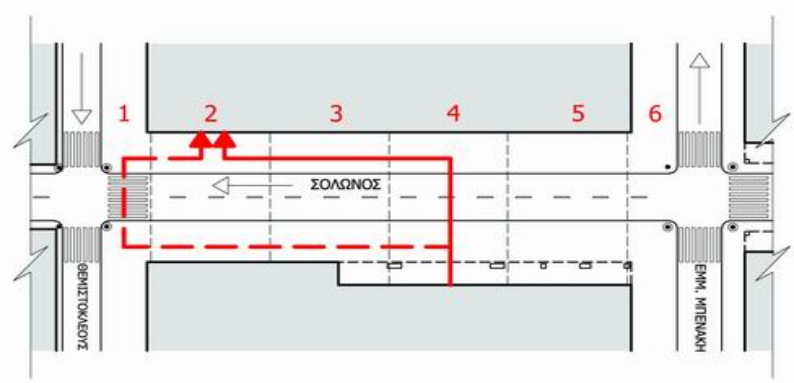
- Έστω ένας πεζός που έχει σημείο προέλευσης ένα κτήριο που βρίσκεται στο τμήμα 4 και σημείο προορισμού τη διασταύρωση Σόλωνος και Θεμιστοκλέους (Τμήμα 1), όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί (συνεχής γραμμή). Για τον πεζό αυτό θεωρούνται ως δυνατές οι επιλογές τμήμα1, τμήμα2, τμήμα3, τμήμα4 και αφαιρούνται από το σύνολο επιλογών του οι επιλογές τμήμα5, τμήμα6. Δηλαδή θεωρείται απίθανο ένας πεζός με κατεύθυνση τη διασταύρωση Σόλωνος–Θεμιστοκλέους και προέρχεται από τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου να κινηθεί αντίθετα, προς τη διασταύρωση Σόλωνος-Εμμ.Μπενάκη, να διασχίσει σε τμήμα ανάντη του σημείου προέλευσης και εν συνεχεία να κινηθεί κατηφορικά προς τον τελικό προορισμό του

(διακεκομμένη γραμμή), γεγονός που επαληθεύτηκε από τις μετρήσεις καθώς δεν παρατηρήθηκε πεζός με τέτοια είδους κίνηση.



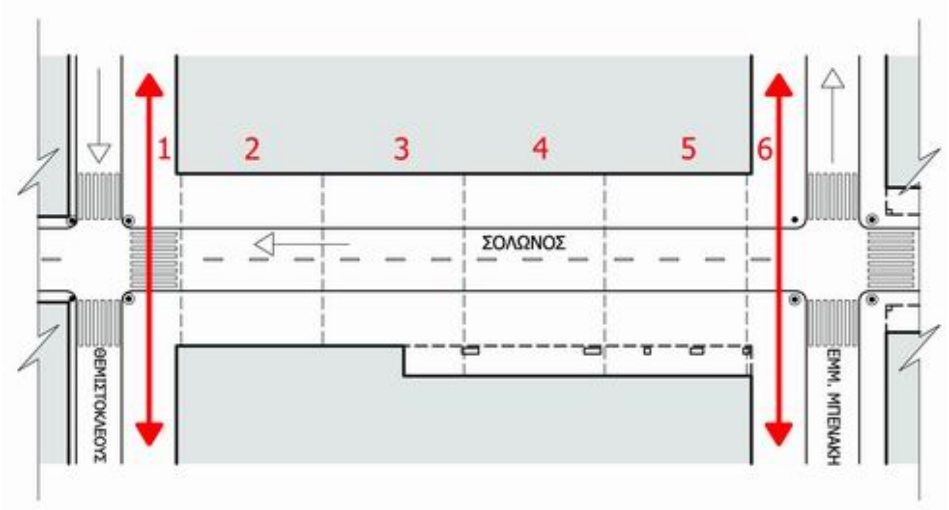
Σχήμα 5.3 Παραδοχή για την κίνηση των πεζών

Βεβαίως τα παραπάνω διαφέρουν όταν ο πεζός έχει σημείο προέλευσης ή προορισμού τμήμα της οδού σε γειτονία με τις διασταυρώσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Ο πεζός έχει σημείο προέλευσης το τμήμα 4 και σημείο προορισμού το τμήμα 2 που βρίσκεται πολύ κοντά στη διάβαση. Ακολουθώντας τον παραπάνω συλλογισμό, το σύνολο επιλογών του πεζού θα έπρεπε να ήταν τα τμήματα 4,3 και 2. Όμως λόγω της μικρής απόστασης του τμήματος 2 από τη διάβαση και λόγω της μεγαλύτερης ασφάλειας που προσφέρει η διάβαση, θεωρείται πιθανό ο πεζός να διασχίσει στην διάβαση (τμήμα 1) παρά τη λίγο μεγαλύτερη απόσταση που θα διανύσει, οπότε το σύνολο επιλογών του πεζού αυτού είναι τα τμήματα 4,3,2 και 1. Αναφέρεται πως σε μεγάλο αριθμό πεζών που πραγματοποίησαν τέτοιου είδους κίνηση, μόνο πέντε πεζοί επέλεξαν να διασχίσουν στη διάβαση, περπατώντας έτσι λίγα μέτρα περισσότερο. Η πλειοψηφία διέσχιζε μόνο σε σημεία που βρίσκονταν ανάμεσα στα σημεία προέλευσης και προορισμού μειώνοντας έτσι την απόσταση βαδίσματος στο ελάχιστο δυνατό.



Σχήμα 5.4 Παραδοχή για την κίνηση των πεζών

Με ανάλογο σκεπτικό ορίστηκαν τα μειωμένα σύνολα επιλογών για κάθε πεζό. Πρέπει να αναφερθεί πως για τους πεζούς που διέσχισαν κάθετα στις διασταυρώσεις, χωρίς να εισέλθουν και να περπατήσουν κατά μήκος του υπό παρακολούθηση οικοδομικού τετραγώνου, θεωρήθηκε ότι ο προορισμός τους ήταν τέτοιος ώστε να έχουν μόνο μια δυνατή επιλογή δηλαδή το τμήμα στο οποίο διέσχισαν και όπως φαίνεται στο σχήμα 5.



Σχήμα 5.5 Παραδοχή για κίνηση των πεζών (Κατηγορίες 1 και 2)

Από τον ορισμό των μειωμένων συνόλων εύκολα καταλαβαίνει κανείς πως για την εφαρμογή τους θα πρέπει να γίνουν οι αντίστοιχες **αλλαγές στην δομή του πίνακα με τα δεδομένα εισόδου.** Έτσι στην περίπτωση αυτή για κάθε πεζό, στην βάση δεδομένων αντιστοιχούν τόσες γραμμές δεδομένων όσες είναι και οι δυνατές επιλογές του πεζού. Επιπλέον εισάγονται και δύο νέες μεταβλητές και μάλιστα εξαρτημένες οι nij, altij, οι οποίες αφορούν στο πλήθος των δυνατών επιλογών και στις επιλογές καθαυτές αντίστοιχα. Τα παραπάνω γίνονται κατανοητά πιο εύκολα με το παράδειγμα που ακολουθεί.

 Έστω ένας πεζός με προέλευση το τμήμα 4, προορισμό το τμήμα 1, διασχίζει στο τμήμα 3 και x1,x2,x3,x4 οι τιμές μιας οποιασδήποτε ανεξάρτητης μεταβλητής για το κάθε τμήμα αντίστοιχα.

	Nij	Altij	APOSTASH	X
ΠΕΖΟΣ n	4	1	0	X1
	4	2	0	X2
	4	3	1	X3
	4	4	0	X4

Πίνακας 5.4 Μεταβλητές με διαφορετική τιμή για κάθε εναλλακτική

Η μεταβλητή **Nij** καθορίζει το πλήθος των δυνατών επιλογών (4 επιλογές). Η μεταβλητή **Altij** καθορίζει το ποιες είναι αυτές οι μεταβλητές (1,2,3,4) και η εξαρτημένη μεταβλητή APOSTASH παίρνει την τιμή 0 για όλες τις επιλογές εκτός από την επιλογή την οποία πραγματοποιεί ο πεζός δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση την επιλογή 3 όπου και παίρνει την τιμή 1.

Η μεταβλητή **X** εισάγεται με αυτόν τον τρόπο στον πίνακα εισόδου μόνο σε περιπτώσεις όπου η τιμή της **αλλάζει από επιλογή σε επιλογή** (π.χ. η παράνομη στάθμευση, σε άλλα τμήματα παρατηρούνται παράνομα σταθμευμένα οχήματα ενώ σε άλλα όχι). Οι μεταβλητές που η τιμή τους παραμένει **σταθερή για όλες τις μεταβλητές** (π.χ. φύλο πεζού, προέλευση πεζού κτλ.) δεν μπορούν να εισαχθούν με αυτόν τον τρόπο, δηλαδή σε μία στήλη στη βάση δεδομένων διότι θα ήταν αδύνατο να υπολογιστούν οι συντελεστές τους στις αντίστοιχες συναρτήσεις χρησιμότητας. Κάθε μεταβλητή αυτού του είδους μπορεί να εισαχθεί σε το πολύ j-1 συναρτήσεις χρησιμότητας. Αυτό το γεγονός αποτελεί και τη μεγαλύτερη δυσκολία της μεθόδου, από την άποψη του απαιτούμενου χρόνου για την δημιουργία των πινάκων. Έτσι αν κανείς επιθυμεί να εισάγει μία τέτοια μεταβλητή, μπορεί να το κάνει στο πρότυπο διακριτών επιλογών χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη τεχνητή μεταβλητή (dummy variable) η οποία εμφανίζεται στις j-1 επιλογές και αντίστοιχες συναρτήσεις χρησιμότητας.

 Έτσι έστω για το προηγούμενο παράδειγμα ότι εισάγεται και η μεταβλητή FORTOS η οποία παίρνει την τιμή 15. Εάν η μεταβλητή FORTOS καταγράφονταν όπως και η X (δηλαδή σε μία στήλη και τέσσερις γραμμές με την ίδια τιμή για κάθε επιλογή) θα ήταν αδύνατο να υπολογιστούν οι συντελεστές και για το λόγο αυτό η εισαγωγή τέτοιων μεταβλητών πρέπει να γίνεται με τον ακόλουθο τρόπο:

	Nij	Altij	APOSTASH	X	FORTOS		
ΠΕΖΟΣ n	4	1	0	X1	15	0	0
	4	2	0	X2	0	15	0
	4	3	1	X3	0	0	15
	4	4	0	X4	0	0	0

Πίνακας 5.5 Μεταβλητές με σταθερή τιμή για όλες τις εναλλακτικές (α)

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 5.5, για την εισαγωγή της μεταβλητής FORTOS δημιουργείται ένας πίνακας με τόσες γραμμές όσες οι εναλλακτικές επιλογές και με μία λιγότερη στήλη αυτή που θα αντιστοιχούσε στην επιλογή 4. Επίσης παρατηρούμε πως στην τελευταία γραμμή που αντιστοιχεί στην τέταρτη επιλογή, η τιμή για τις τρεις στήλες που αντιστοιχούν στις τρεις πρώτες

επιλογές είναι μηδενική. Για μεγαλύτερη ευκολία θα μπορούσε κανείς να δημιουργήσει για τη μεταβλητή αυτή ένα διαγώνιο πίνακα 4*4 όπως παρακάτω:

	Nij	Altij	APOSTASH	X	FORTOS1	FORTOS2	FORTOS3	FORTOS4
ΠΕΖΟΣ n	4	1	0	X1	15	0	0	0
	4	2	0	X2	0	15	0	0
	4	3	1	X3	0	0	15	0
	4	4	0	X4	0	0	0	15

Πίνακας 5.6 Μεταβλητές με σταθερή τιμή για όλες τις εναλλακτικές (β)

οπότε αν κατά την εισαγωγή των μεταβλητών στο πρότυπο δεν εισάγει τη μεταβλητή FORTOS4 μεταπίπτει στην προηγούμενη περίπτωση με τις τρεις στήλες. **Προσοχή απαιτείται ώστε να μην εισαχθούν και οι τέσσερις στήλες** (FORTOS1,2,3,4) γιατί στην περίπτωση αυτή είναι αδύνατο να υπολογιστούν οι συντελεστές. Η δημιουργία του πλήρους πίνακα (τετραγωνικού) πλεονεκτεί διότι μπορεί κανείς εύκολα να επιλέξει για ποια εναλλακτική θέλει να μηδενιστεί η αντίστοιχη μεταβλητή και απλά να μην εισάγει στο πρότυπο την αντίστοιχη στήλη ενώ είναι και πιο εύκολη η δημιουργία τους με πολλαπλασιασμό της αντίστοιχης μεταβλητής με το μοναδιαίο πίνακα.

Τέλος, αν επιθυμεί κανείς να εισάγει μια μεταβλητή σε μία μόνο συνάρτηση χρησιμότητας (έστω ότι επιθυμεί να εισάγει την μεταβλητή **X** του παραπάνω πίνακα μόνο στη συνάρτηση χρησιμότητας της επιλογής 1) αρκεί να **μηδενίσει την τιμή της μεταβλητής για τις υπόλοιπες εναλλακτικές επιλογές** οπότε ο παραπάνω πίνακας θα έπαιρνε την εξής μορφή:

	Nij	Altij	APOSTASH	X	FORTOS1	FORTOS2	FORTOS3	FORTOS4
ΠΕΖΟΣ n	4	1	0	X1	15	0	0	0
	4	2	0	0	0	15	0	0
	4	3	1	0	0	0	15	0
	4	4	0	0	0	0	0	15

Πίνακας 5.7 Μεταβλητή (X1) που εισάγεται μόνο σε μία συνάρτηση χρησιμότητας

Στο σημείο αυτό γίνεται αναφορά στις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή του προτύπου αυτού και διάκρισή τους, ανάλογα με το αν η τιμή τους είναι η ίδια ή διαφορετική ανάμεσα στις εναλλακτικές επιλογές.

Ο **κυκλοφοριακός φόρτος** στην πραγματικότητα δεν παίρνει την ίδια τιμή για όλες τις επιλογές. Για παράδειγμα ένας πεζός που μεταβαίνει από το τμήμα 6 στο τμήμα 1 μπορεί να χρειαστεί χρόνο πολλαπλάσιο του κύκλου σηματοδότησης με αποτέλεσμα ο φόρτος που θα αντιμετώπιζε αν

διέσχιζε στο τμήμα 6 να ήταν διαφορετικός από τον φόρτο που θα αντιμετώπιζε εάν διέσχιζε στο τμήμα 1. Στις περισσότερες περιπτώσεις ευτυχώς αυτό δεν συμβαίνει, οπότε μπορούμε με ασφάλεια να υποθέσουμε ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος παραμένει σταθερός για τον πεζό για όλες τις εναλλακτικές.

Είναι προφανές πως δεν μπορεί κανείς να ξέρει για έναν πεζό που διέσχισε σε κάποιο τμήμα της οδού, εάν διασχίζοντας σε κάποιο άλλο τμήμα θα **εμπλεκόταν με τη διερχόμενη κυκλοφορία**. Εάν όμως θεωρήσουμε πως η μεταβλητή EMPLOKH αντικατοπτρίζει το κατά πόσο ο πεζός είναι διατεθειμένος να εμπλακεί στην κυκλοφορία, τότε η μεταβλητή αφορά στον πεζό και λαμβάνει την ίδια τιμή για όλες τις εναλλακτικές επιλογές (θεωρούμε δηλαδή πως κάποιος που εμπλέκεται στην κυκλοφορία σε κάποιο τμήμα, είναι διατεθειμένος να εμπλακεί στην κυκλοφορία και θα το έκανε σε οποιοδήποτε τμήμα και αν διέσχιζε).

Όπως και για την προηγούμενη μεταβλητή και εδώ η τιμή του **χρόνου αναμονής** θεωρούμε πως αντικατοπτρίζει το χρόνο που είναι διατεθειμένος να αναμένει ένας πεζός στην άκρη του οδοστρώματος, μέχρι να εκκινήσει να διασχίζει οπότε και εδώ αφορά στον πεζό, λαμβάνει την ίδια τιμή για όλες τις εναλλακτικές και αντιμετωπίζεται όπως περιγράφεται νωρίτερα.

Η μεταβλητή αυτή αφορά στην επιρροή, που μπορεί να έχει στην επιλογή του τμήματος που θα διασχίσει ο πεζός, η **ύπαρξη οχημάτων πάνω στη διάβαση** κατά την πράσινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη για τους πεζούς . Είναι προφανές πως η μεταβλητή αυτή αφορά στις επιλογές κοντά στο φωτεινό σηματοδότη, γεγονός που επαληθεύτηκε κατά την ανάλυση, με αποτέλεσμα να εισαχθεί μόνο στη συνάρτηση χρησιμότητας της επιλογής 2 (τμήμα 2).

Οι μεταβλητές **κατεύθυνση, προέλευση, προορισμός, φύλο** είναι εξ ορισμού μεταβλητές που αφορούν στον πεζό και λαμβάνουν την ίδια τιμή για όλες τις επιλογές. Για παράδειγμα αν ο προορισμός ενός πεζού είναι το τμήμα 3, είτε ο πεζός διασχίσει σε ένα τμήμα είτε σε οποιοδήποτε άλλο ο προορισμός του θα παραμένει ο ίδιος.

Μεταβλητές με διαφορετικές τιμές για κάθε εναλλακτική που επιχειρήθηκε να εισαχθούν στο μαθηματικό πρότυπο ήταν η **στάθμευση** και η **ένδειξη** του φωτεινού σηματοδότη, οι οποίες όμως αποδείχτηκαν στατιστικώς όχι επαρκώς σημαντικές για να υιοθετηθούν στο πρότυπο που αναπτύχθηκε.

Στο σημείο αυτό έχοντας αναπτύξει τον τρόπο με τον οποίο δημιουργήθηκε το **αρχείο εισόδου**, παρουσιάζεται απόσπασμα αυτού με ορισμένες μόνο μεταβλητές, αφού προφανώς λόγω του μεγάλου αριθμού στηλών και γραμμών που αντιστοιχούν στον κάθε πεζό. Το μέγεθος του αρχείου είναι πολλαπλάσιο από του πολυωνυμικού προτύπου και αδύνατο να παρουσιαστεί ολόκληρο. Το απόσπασμα του αρχείου που παρουσιάζεται είναι ενδεικτικό για όλα τα είδη των μεταβλητών που

nij	altij	APOSTASH	STATHMEYSH	FORTOS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	FORTOS1	FORTOS2	FORTOS3	FORTOS4	FORTOS5	FORTOS6
1	1	1	1	11	1	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0
1	1	1	1	14	1	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
1	1	1	1	18	1	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0
5	1	0	1	11	1	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0
5	2	1	1	11	0	1	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0
5	3	0	1	11	0	0	1	0	0	0	0	0	11	0	0	0
5	4	0	2	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11	0	0
5	5	0	2	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11	0
4	1	0	1	17	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0
4	2	0	1	17	0	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0
4	3	1	1	17	0	0	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0
4	4	0	2	17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17	0	0
3	1	1	1	15	1	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0
3	2	0	1	15	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
3	3	0	1	15	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0	0
3	4	1	1	16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	0	0
3	5	0	1	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	0
3	6	0	2	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16
4	3	0	1	16	0	0	1	0	0	0	0	0	16	0	0	0
4	4	1	1	16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	0	0
4	5	0	2	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16	0
4	6	0	2	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16
5	2	0	1	15	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
5	3	0	1	15	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0	0
5	4	1	1	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0
5	5	0	2	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0
5	6	0	2	15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15
2	5	1	1	17	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17	0
2	6	0	2	17	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17
5	2	0	1	15	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
5	3	0	1	15	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0	0
5	4	1	1	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0
5	5	0	2	15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0
5	6	0	2	15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15
6	1	0	1	13	1	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
6	2	0	1	13	0	1	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0
6	3	1	1	13	0	0	1	0	0	0	0	0	13	0	0	0
6	4	0	1	13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	0	0
6	5	0	1	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	0
6	6	0	1	13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13
6	1	0	1	7	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
6	2	0	1	7	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
6	3	1	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0
6	4	0	1	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0
6	5	0	1	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0
6	6	0	1	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7

Πίνακας 5.8 Αρχείο Εισόδου για το Πρότυπο Διακριτών Επιλογών

χρησιμοποιήθηκαν. Παρουσιάζονται οι ανεξάρτητες μεταβλητές APOSTASH, NIJ, ALTIJ μία μεταβλητή που παίρνει διαφορετικές τιμές για την κάθε εναλλακτική τη STATHMEYSH, η μεταβλητή FORTOS σε μία στήλη, οι σταθερές A1, A2, A3, A4, A5, A6 και ο FORTOS αφού έχει υποστεί τις απαραίτητες τροποποιήσεις για την εφαρμογή του προτύπου. Υπενθυμίζεται ότι τόσο οι σταθερές όσο και οι μεταβλητές που διατηρούν σταθερή τιμή για όλες τις εναλλακτικές, θα πρέπει να εισάγονται το πολύ στις πέντε από τις έξι συναρτήσεις χρησιμότητας.

5.3.2 Στατιστική Επεξεργασία Στοιχείων

Όπως έχει προαναφερθεί η ανεξάρτητη μεταβλητή και σε αυτήν την περίπτωση είναι το τμήμα εντός του εξεταζόμενου οικοδομικού τετραγώνου, στο οποίο διασχίζει ο κάθε πεζός και επιχειρείται να συσχετιστεί με τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές. Όπως στο πολυωνυμικό πρότυπο έτσι και στο πρότυπο διακριτών επιλογών η στατιστική σημαντικότητα της κάθε μεταβλητής ελέγχεται με την τιμή του κριτηρίου-t. Όμως σε αυτήν την περίπτωση η εκτίμηση της **καταλληλότητας του συνολικού προτύπου** πραγματοποιείται με το στατιστικό δείκτη R^2, ο οποίος δείχνει το κατά πόσο οι υπολογιζόμενες από το πρότυπο τιμές συμπίπτουν με τις πραγματικές. Λαμβάνει τιμές από 0 έως 1 και όσο πλησιέστερα στη μονάδα είναι ο δείκτης τόσο καλύτερο κρίνεται το πρότυπο. Επίσης αναφέρεται πως υπολογίζεται και η διορθωμένη τιμή του κριτηρίου R^2 για τον αριθμό των παραμέτρων που εισέρχονται στο πρότυπο.

Και σε αυτή την περίπτωση ο αριθμός των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν για την δημιουργία του τελικού προτύπου ήταν μεγάλος και παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον από το πολυωνυμικό πρότυπο, γιατί **σε κάθε συνάρτηση χρησιμότητας εισάγονταν διαφορετικές μεταβλητές** γεγονός που καθιστούσε πολύ πιο πολύπλοκη αλλά και χρονοβόρα την όλη διαδικασία. Με την συνεχή παρακολούθηση της συμπεριφοράς του προτύπου κατά τη διάρκεια των δοκιμών μπορεί κανείς να κατανοήσει καλύτερα τη λειτουργία της μεθόδου αλλά και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν οι μεταβλητές ή κάποιοι συνδυασμοί αυτών, την πιθανότητα επιλογής του κάθε τμήματος.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο **τρόπος προγραμματισμού του προτύπου**:

```
Nlogit
;Lhs=apostash,nij,altij
;choices=1,2,3,4,5,6
;Rhs=fortos1,emplokh1,fylo1,anamonh1
,emplokh2,diabash2,proor2
,fortos3,emplokh3,katey3
,fortos4,proeley4,katey4,anamonh4
,fortos5,preoeley5,katey5,anamonh5
,fortos6,proeley6,anamonh6
;describe
;effects:fortos1(1)/emplokh1(1)/fylo1(1)/anamonh1(1)/.....
```

Κανείς μπορεί να διατάξει την εκτέλεση του προτύπου με την εντολή **Nlogit**. Έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια ότι το πρότυπο διακριτών επιλογών στην πραγματικότητα είναι ένα ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο (Nested Logit Model) χωρίς διακλαδώσεις αλλά μόνο με ένα κλάδο (limb) και μία διακλάδωση (branch) και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται η εντολή Nlogit που χρησιμοποιείται και στο ιεραρχημένο πρότυπο. Οι εντολές **Lhs** και **Rhs** αφορούν στις εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές αντίστοιχα. Η εντολή **describe** χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ειδικών πινάκων των συναρτήσεων χρησιμότητας κάθε επιλογής, με τους συντελεστές των μεταβλητών που εισέρχονται στην κάθε μία. Με την εντολή **effects** παρουσιάζονται οι οριακές επιρροές καθώς και οι ελαστικότητες με αλλαγή απλά των παρενθέσεων και τη χρησιμοποίηση αγκύλων. Τέλος η εντολή **choices** ενημερώνει το λογισμικό για το ποιο είναι το καθολικό σύνολο επιλογών. Στην επόμενη παράγραφο παρουσιάζεται το πρότυπο που προέκυψε, ενώ επιχειρείται και μια σύντομη περιγραφή και επεξήγηση των αποτελεσμάτων του προτύπου.

5.3.3 Αποτελέσματα Προτύπου Διακριτών Επιλογών

5.3.3.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων Προτύπου Διακριτών Επιλογών

Στο πρότυπο διακριτών επιλογών στο αρχείο εξόδου του λογισμικού παρουσιάζονται οι **συντελεστές** όλων των μεταβλητών, οι αντίστοιχες τιμές του **κριτηρίου-t,** οι **ελαστικότητες** ή οι **οριακές επιρροές** καθώς και κάποιοι πίνακες, όπου συνοψίζονται οι **συναρτήσεις χρησιμότητας** της κάθε επιλογής (descriptive statistics). Επίσης παρουσιάζεται μικρός πίνακας όπου

αναφέρονται κάποια χαρακτηριστικά, όπως αριθμός παρατηρήσεων κτλ. Η τιμή του στατιστικού δείκτη R^2 που προέκυψε είναι πολύ υψηλή (0,88524) όπως και του διορθωμένου στατιστικού δείκτη R^2 (0.88301) που σημαίνει πως το πρότυπο είναι αξιόπιστο. Το συνολικό αρχείο εξόδου του λογισμικού σε αυτή την μέθοδο όπως και στις υπόλοιπες δύο λόγω του μεγάλου μεγέθους του, δεν είναι δυνατό να παρατεθεί σε αυτό το σημείο.

Υπενθυμίζεται από προηγούμενη παράγραφο η μαθηματική σχέση, που υπολογίζει την πιθανότητα ένας πεζός να διασχίσει στο τμήμα i:

$$P_n(i) = e^{U(in)} / \sum e^{U(jn)} \quad \forall i,j \epsilon C \qquad (1)$$

Όποτε η πιθανότητα ένας πεζός να διασχίσει στο Τμήμα 2 δίνεται από τη σχέση:

$$P_n(2) = e^{U(2n)} / (e^{U(1n)}+e^{U(2n)}+e^{U(3n)}+e^{U(4n)}+e^{U(5n)}+^{eU(6n)}) \quad (2)$$

Βέβαια όλα αυτά ισχύουν στην περίπτωση που ο κάθε πεζός έχει σαν σύνολο δυνατών επιλογών το καθολικό σύνολο. Στην περίπτωση που ο πεζός για παράδειγμα έχει σαν σύνολο επιλογών το μειωμένο σύνολο {Τμήμα1, Τμήμα2, Τμήμα3, Τμήμα4} η σχέση (2) γίνεται:

$$P_n(2) = e^{U(2n)} / (e^{U(1n)}+e^{U(2n)}+e^{U(3n)}+e^{U(4n)}) \quad (3)$$

δηλαδή στον παρονομαστή εισέρχονται οι όροι που αφορούν μόνο στις εναλλακτικές επιλογές που ανήκουν στο σύνολο επιλογών του κάθε πεζού και όχι όλοι οι όροι του καθολικού συνόλου επιλογών με αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της τιμής της πιθανότητας να διασχίσει στο τμήμα 2.

Στους πίνακες που ακολουθούν συνοψίζονται τα αποτελέσματα του προτύπου, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται και κάποια διαγράμματα μεταβολής της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός σε κάποιο τμήμα, σε συνάρτηση με ορισμένες μεταβλητές, όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος και ο χρόνος αναμονής, ανάλογα με αυτά που παρατίθενται για το πολυωνυμικό πρότυπο.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ			
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Συντελεστές (Coefficient)	(t-test)	Οριακές επιρροές (Marginal effects)
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΗΝ **ΔΙΑΒΑΣΗ**			
Φύλο Πεζού	0,6190	1,877	0,985
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	-1,3352	-2,920	-2,126
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0,0885	1,747	0,141
Χρόνος Αναμονής	0,1197	3,479	0,191
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 2**			
Διάβαση	0,5902	3,477	1,383
Προορισμός Πεζού	-0,3252	-3,734	-0,762
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0,7189	2,039	1,685
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 3**			
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0,8116	2,267	2,104
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0,1466	3,220	0,38
Κατεύθυνση Πεζού	-0,9201	-3,526	-2,385
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 4**			
Προέλευση Πεζού	0,2513	2,900	0,51
Χρόνος Αναμονής	-0,1403	-2,191	-0,284
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0,1096	1,931	0,222
Κατεύθυνση Πεζού	-0,5487	-1,975	-1,113
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 5**			
Προέλευση Πεζού	0,2401	2,278	0,308
Χρόνος Αναμονής	-0,1548	-1,927	-0,199
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0,1926	2,760	0,247
Κατεύθυνση Πεζού	-1,1587	-3,355	-1,487
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 6**			
Προέλευση Πεζού	0,2024	1,588	0,167
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0,1229	-1,802	-0,102
Χρόνος Αναμονής	0,1139	2,251	0,094

Πίνακας 5.9 Αποτελέσματα Προτύπου Διακριτών Επιλογών

Ένας καλύτερος τρόπος για τον υπολογισμό της επιρροής που ασκεί, η μεταβολή στις τιμές κάποιων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή είναι οι **ελαστικότητες.** Στον παραπάνω πίνακα αναφέρονται οι **οριακές επιρροές** για ευκολότερη σύγκριση με την προηγούμενη μέθοδο για την οποία το λογισμικό δεν προσφέρει τη δυνατότητα υπολογισμού των ελαστικοτήτων. Στα παρακάτω θα γίνεται κυρίως αναφορά στις ελαστικότητες. Οι ελαστικότητες αναφέρονται σε πολύ μικρές μεταβολές στην τιμή των ανεξάρτητων μεταβλητών της τάξεως του 1% σε αντίθεση με τις οριακές επιρροές που αναφέρονται σε μεγάλες μεταβολές, έτσι οι ελαστικότητες δίνουν μια πιο ακριβή προσέγγιση των επιρροών.

5.3.3.2 Περιγραφή και επεξήγηση αποτελεσμάτων του Προτύπου Διακριτών Επιλογών

ΕΠΙΛΟΓΗ 1 (Διάβαση)

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Ο κυκλοφοριακός επιδρά θετικά στο να επιλέξει ο πεζός να διασχίσει στη διάβαση. Δηλαδή με αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου αυξάνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στη διάβαση. Το γεγονός αυτό συμφωνεί με τη λογική αλλά και με τις περισσότερες βιβλιογραφικές αναφορές γύρω από την οδική ασφάλεια των πεζών. Επίσης αναφέρεται η τιμή του κριτηρίου-t (1,747) που καθιστά τη μεταβλητή στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο εμπιστοσύνης 0,95. Η τιμή της ελαστικότητας είναι 0,113, μικρότερη του 1, που σημαίνει πως είναι ανελαστική δηλαδή μία μεταβολή του φόρτου κατά 1% προκαλεί μεταβολή στην πιθανότητα ο πεζός να διασχίσει στη διάβαση μικρότερη του 1%.

→ Επιρροή ενδεχόμενης εμπλοκής του πεζού με τη διερχόμενη κυκλοφορία

Η μεταβλητή αυτή εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο που σημαίνει πως ένας πεζός που είναι διατεθειμένος να εμπλακεί στην κυκλοφορία των οχημάτων είναι πιθανότερο να διασχίσει σε ένα τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου παρά στη διάβαση. Το γεγονός αυτό φαίνεται λογικό μια και στη διάβαση υπάρχει προστατευόμενη φάση όπου οι πεζοί μπορούν να διασχίσουν χωρίς να εμπλακούν με τα διερχόμενα οχήματα. Η τιμή της ελαστικότητας είναι –0,200 και η τιμή t-test –2,920 που καθιστά τη μεταβλητή στατιστικώς σημαντική.

→ Επιρροή χρόνου αναμονής

Ο χρόνος αναμονής εμφανίζεται με θετικό πρόσημο και θετική ελαστικότητα (0,029), γεγονός που σημαίνει ότι οι πεζοί που είναι διατεθειμένοι να περιμένουν περισσότερο στην άκρη του οδοστρώματος μέχρι να διασχίσουν είναι πιθανότερο να διασχίσουν στη διάβαση. Και αυτό το γεγονός είναι λογικό αφού στη διάβαση κανείς μπορεί να αναμένει αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι να διασχίσει όσο και η διάρκεια του κόκκινου για τους πεζούς, ενώ σε σημεία εντός του οικοδομικού τετραγώνου ο χρόνος αναμονής εξαρτάται από το χρονικό διαχωρισμό των οχημάτων και την διάθεση του πεζού να ρισκάρει και προφανώς είναι πολύ μικρότερος. Άλλωστε και σε αντίστοιχο πίνακα που έχει δημιουργηθεί και παρουσιάζεται στο παράρτημα είναι φανερό ότι ο χρόνος αναμονής είναι γενικά πολύ μεγαλύτερος για τους πεζούς που διασχίζουν στη διάβαση.

→ Επιρροή του φύλου του πεζού

Το πρόσημο της μεταβλητής αυτής είναι θετικό γεγονός που σημαίνει πως οι γυναίκες είναι πιθανότερο να διασχίσουν στη διάβαση από ότι οι άντρες. Το γεγονός αυτό επαληθεύεται από τη λογική και από βιβλιογραφικές αναφορές όπου αναφέρεται πως οι άντρες έχουν την τάση να ριψοκινδυνεύουν περισσότερο σε διάφορα θέματα οδικής ασφάλειας από τις γυναίκες. Και εδώ η τιμή του κριτηρίου ελέγχου της στατιστικής σημαντικότητας της μεταβλητής είναι υψηλή (1,877).

Από τις τιμές των ελαστικοτήτων των μεταβλητών για την επιλογή 1 (διάβαση) φαίνεται πως καμία από τις μεταβλητές δεν ασκεί πολύ σημαντική επιρροή στην πιθανότητα ο πεζός να διασχίσει στη διάβαση. Η μεταβλητή εκείνη που ενδεχόμενη μεταβολή της ασκεί τη **μεγαλύτερη επιρροή** στην εν λόγω πιθανότητα (τιμή ελαστικότητας –0,200) είναι η μεταβλητή **εμπλοκή** η οποία μάλιστα ασκεί αρνητική επιρροή. Ακολουθεί ο κυκλοφοριακός φόρτος (0,113) ο οποίος επηρεάζει θετικά την πιθανότητα.

ΕΠΙΛΟΓΗ 2 (Τμήμα 2)

→ Επιρροή ενδεχόμενης εμπλοκής του πεζού με την διερχόμενη κυκλοφορία

Η επιρροή της μεταβλητής αυτής για την επιλογή 2 έχει θετικό πρόσημο και ελαστικότητα (0,106) σε αντίθεση με την παραπάνω περίπτωση (διάβαση) γεγονός αναμενόμενο και λογικό βάση όσων αναφέρθηκαν για τη μεταβλητή αυτή προηγουμένως δηλαδή για την επιλογή 1. Η τιμή του κριτηρίου-t είναι 2,039.

→ Επιρροή στάσης οχημάτων επάνω στη διάβαση

Η επιρροή της μεταβλητής αυτής είναι θετική και η τιμή της ελαστικότητας της είναι 0,087. Το γεγονός αυτό μπορεί να ερμηνευτεί ως ακολούθως. Από τον ορισμό της μεταβλητής σε προηγούμενη παράγραφο υπενθυμίζεται πως αφορά στην ύπαρξη οχημάτων επάνω στις διαγραμμίσεις της διάβασης κατά την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη για τα οχήματα. Έτσι ένας πεζός, που καταφτάνει στη διάβαση για να διασχίσει και παρατηρεί κάποια οχήματα να καταλαμβάνουν τον χώρο, στον οποίο υποτίθεται πως έπρεπε να κινηθεί αυτός, είναι πιθανό να επιλέξει να διασχίσει σε κάποιο άλλο σημείο όπου οι συνθήκες είναι πιο ευνοϊκές. Επίσης εάν τα οχήματα, που βρίσκονται στη διάβαση είναι μεγάλα (π.χ. επαγγελματικά, τζιπ κτλ.), ο πεζός που καλείται να διασχίσει πιθανώς να μην έχει επαρκή ορατότητα, ώστε να διαπιστώσει τυχόν κίνηση δικύκλων ανάμεσα από τα οχήματα, γεγονός που μπορεί να καταστήσει επικίνδυνη την απόπειρα να διασχίσει, με αποτέλεσμα να αποφασίσει να διασχίσει κάπου αλλού. Βεβαίως η τελική επιλογή

εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, έτσι για παράδειγμα κάποιος που διασχίζει κάθετα στο σημείο αυτό και συνεχίζει εκτός περιοχής ελέγχου πιθανότατα να μην επιλέξει κάποιο άλλο σημείο, σε αντίθεση με κάποιον που κατευθύνεται π.χ. σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου όπου η πιθανότητα να επιλέξει κάποιο άλλο σημείο και ειδικότερα το τμήμα 2 είναι πολύ μεγαλύτερη (Σχ.9). Επίσης αναφέρεται η τιμή του κριτηρίου-t που είναι 3,477.

→ Επιρροή του προορισμού του πεζού

Η επιρροή του σημείου προορισμού του πεζού είναι αρνητική και η ελαστικότητα παίρνει τιμή –0,112. Αυτό σημαίνει πως όσο ποιο μακριά από το τμήμα 1 (διάβαση) βρίσκεται το σημείο προορισμού του πεζού τόσο μικρότερη είναι η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στους παρακάτω λόγους. Οι περισσότεροι πεζοί που είχαν προορισμό τμήματα απομακρυσμένα από τη διάβαση και κυρίως το τμήμα 6, είχαν σαν προέλευση τμήματα που βρίσκονταν πιο μακριά από τη διάβαση από ότι το τμήμα 2 και κατεύθυνση τέτοια ώστε να μην περνάνε από το τμήμα 2 με αποτέλεσμα να μην διασχίζουν εκεί. Εξάλλου οι πεζοί εκείνοι που η προέλευση τους είναι τέτοια, ώστε το τμήμα 2 να αποτελεί μια δυνατή επιλογή για αυτούς, (δηλαδή αυτοί που είχαν προέλευση το τμήμα 1 (διάβαση)) είναι πιθανότερο να διασχίσουν στη διάβαση όπου υπάρχει και προστατευόμενη φάση παρά στο τμήμα 2. Τέλος στο τμήμα 2 παρατηρήθηκε μεγαλύτερος συνωστισμός οχημάτων από τα υπόλοιπα τμήματα (κατά την κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη δημιουργούνταν ουρές οχημάτων) γεγονός που καθιστά το τμήμα 2 λιγότερο ελκυστικό από τα υπόλοιπα τμήματα. Κανείς μπορεί να υποθέσει πως με τη δημιουργία ουρών και την ακινητοποίηση των οχημάτων, είναι πιθανότερο να διασχίσει ο πεζός εκεί, όμως δεν πρέπει να παραβλέψουμε τον μεγάλο αριθμό δικύκλων που κυκλοφορούν και κινούνται ανάμεσα στα ακινητοποιημένα οχήματα, με αποτέλεσμα να καθιστούν πιο επικίνδυνη τη διάσχιση της οδού σε αυτά τα σημεία ιδιαίτερα όταν τα δίκυκλα δεν είναι ευδιάκριτα από τους πεζούς.

Για την επιλογή 2 η μεταβλητή που προκαλεί, με ενδεχόμενη μεταβολή της τη **μεγαλύτερη μεταβολή** στην αντίστοιχη πιθανότητα, είναι ο **προορισμός** του πεζού, ο οποίος ασκεί αρνητική επιρροή (-0,112). Ακολουθεί η μεταβλητή εμπλοκή η οποία επηρεάζει θετικά την πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2 (0,106).

ΕΠΙΛΟΓΗ 3 (Τμήμα 3)

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 3. Η τιμή της ελαστικότητας είναι 0,213. Όπως αναφέρεται προηγουμένως σε περιπτώσεις μεγάλου κυκλοφοριακού φόρτου παρατηρείται συνωστισμός οχημάτων στα δύο πρώτα κυρίως τμήματα (Διάβαση, τμήμα 2). Η διάβαση όπως αναφέρεται είναι πιο ελκυστική για τους πεζούς κατά την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου ενώ είναι προφανές πως μειώνεται η πιθανότητα να διασχίσει στο τμήμα 2. Έτσι ποσοστό των πεζών που θα διέσχιζαν στο τμήμα 2 καταφεύγουν και σε άλλα τμήματα εκτός της διάβασης με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 3 καθώς και στα υπόλοιπα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου. Εξάλλου με την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου μειώνονται οι ταχύτητες των οχημάτων και ιδιαίτερα στο τμήμα 3 καθώς τα οχήματα πλησιάζουν το φωτεινό σηματοδότη. Επίσης αναφέρεται η τιμή του κριτηρίου-t που είναι 3,220. Σημειώνεται ότι η επιρροή δεν είναι υψηλή.

→ Επιρροή ενδεχόμενης εμπλοκής του πεζού με την διερχόμενη κυκλοφορία

Στην επιλογή 3 η επιρροή της ενδεχόμενης εμπλοκής του πεζού με τα διερχόμενα οχήματα ασκεί θετική επιρροή και η ελαστικότητα λαμβάνει την τιμή 0,131. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ο ίδιος με την επιλογή 2, αφού η εμπλοκή είναι θετική για όλα τα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου (midblock) και αρνητική μόνο για την διάβαση, όπου υπάρχει και η προστατευόμενη φάση για τους πεζούς.

→ Επιρροή της κατεύθυνσης που κινείται ο πεζός

Η κατεύθυνση του πεζού δρα αρνητικά για την επιλογή 3 και η ελαστικότητα της λαμβάνει την τιμή –0,257. Δηλαδή οι πεζοί που κινούνται από τη διασταύρωση Σόλωνος-Θεμιστοκλέους προς τη διασταύρωση Σόλωνος-Εμμ.Μπενάκη έχουν μικρότερες πιθανότητες να διασχίσουν στο τμήμα 3 ,καθώς όπως φαίνεται στη συνέχεια και στα τμήματα 4 και 5, σε σχέση με αυτούς που κινούνται στην αντίθετη κατεύθυνση. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι ο πεζός που κινείται από τη διασταύρωση Σόλωνος-Θεμιστοκλέους προς τη διασταύρωση Σόλωνος-Εμμ.Μπενάκη πριν φτάσει στο τμήμα 3 πιθανότατα να έχει περάσει από τη διάβαση, η οποία εξ ορισμού είναι η πιο ασφαλής και ελκυστική επιλογή, και να έχει διασχίσει εκεί ενώ ένας πεζός με την αντίθετη κατεύθυνση πριν φτάσει στο τμήμα 3 δεν περνάει από τέτοιο τμήμα, όπως η διάβαση (που του προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια και άνεση) με αποτέλεσμα να είναι πιθανότερο να διασχίσει στο

τμήμα 3 ή σε κάποιο άλλο τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου. Αναφέρεται πως η τιμή του κριτηρίου-t για αυτή τη μεταβλητή είναι –3,256.

Για την επιλογή 3 η μεταβλητή που προκαλεί τη **μεγαλύτερη μεταβολή** και μάλιστα αρνητική στην αντίστοιχη πιθανότητα είναι η **κατεύθυνση** του πεζού (-0,257), ενώ ακολουθεί ο κυκλοφοριακός φόρτος, ο οποίος ασκεί θετική επιρροή (0,213).

ΕΠΙΛΟΓΗ 4 (Τμήμα 4)

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Ισχύουν όσα ακριβώς αναφέρονται για την ίδια μεταβλητή στην επιλογή 3. Η τιμή της ελαστικότητας σε αυτή την περίπτωση είναι 0,168 ενώ για την επιλογή 3 είναι 0,213. Δηλαδή για αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 4 αυξάνεται λιγότερο από την αντίστοιχη για το τμήμα 3. Πιθανότατα αυτό οφείλεται στις μικρότερες ταχύτητες που έχουν τα οχήματα στο τμήμα 3 αφού βρίσκεται πιο κοντά στο φωτεινό σηματοδότη (όπου μειώνονται πολύ οι ταχύτητες) από το τμήμα 4. Αναφέρεται η τιμή του κριτηρίου-t που παίρνει την τιμή 1,931.

→ Επιρροή χρόνου αναμονής

Όπως σε όλα τα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου, έτσι και στο τμήμα 4 ο χρόνος αναμονής παρουσιάζει αρνητικό πρόσημο. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο και εξηγείται σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται για την ίδια μεταβλητή στην επιλογή 1. Η τιμή της ελαστικότητας είναι –0,063 και του κριτηρίου-t –2,191.

→ Επιρροή της κατεύθυνσης που κινείται ο πεζός

Η κατεύθυνση του πεζού επηρεάζει αρνητικά την πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 4 και η αντίστοιχη ελαστικότητα παίρνει την τιμή –0,160. Ο λόγος που πιθανόν να συμβαίνει αυτό είναι ο ίδιος που αναφέρεται για την ίδια μεταβλητή στην επιλογή 3. Η τιμή του κριτηρίου-t είναι –1,975.

→ Επιρροή της προέλευσης του πεζού

Το πρόσημο της μεταβλητής αυτής είναι θετικό για την επιλογή 4 και η αντίστοιχη ελαστικότητα λαμβάνει την τιμή 0,090. Δηλαδή όσο πιο μακριά από τη διάβαση βρίσκεται το σημείο προέλευσης του πεζού τόσο αυξάνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 4

καθώς, όπως θα φανεί παρακάτω, και στα τμήματα 5 και 6. Κατά την επεξεργασία των στοιχείων παρατηρήθηκε πως οι πεζοί που δεν προέρχονταν από τα ακριανά τμήματα της οδού (διάβαση, τμήμα 6), είχαν την τάση να διασχίζουν στο τμήμα από το οποίο προέρχονται ή σε περιπτώσεις όπου οι συνθήκες δεν ευνοούσαν σε τμήματα πλησίον του τμήματος προέλευσης του πεζού. Δηλαδή παρατηρήθηκε μία τάση οι πεζοί να αποφεύγουν το βάδισμα στην πλευρά της οδού από τη οποία προέρχονται και να διασχίζουν αμέσως στο σημείο προέλευσης τους. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω φαίνεται λογική η θετική επιρροή της προέλευσης στην πιθανότητα ο πεζός να διασχίσει στο εν λόγω τμήμα.

Γενικότερα για την επιλογή 4 η μεταβλητή με τη **μεγαλύτερη επιρροή** και μάλιστα θετική είναι ο **κυκλοφοριακός φόρτος** (0,168) και ακολουθεί η κατεύθυνσης του πεζού με αρνητική επιρροή (-0,160).

ΕΠΙΛΟΓΗ 5 (Τμήμα 5)

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Ομοίως με τις επιλογές 3 και 4 και σε αυτή την περίπτωση ο κυκλοφοριακός φόρτος ασκεί θετική επιρροή στην πιθανότητα ο πεζός να διασχίσει στο αντίστοιχο τμήμα. Η τιμή της ελαστικότητας είναι 0,255 και η τιμή του κριτηρίου-t 2,760.

→ Επιρροή της κατεύθυνσης που κινείται ο πεζός

Το πρόσημο της μεταβλητής αυτής είναι αρνητικό και η τιμή της ελαστικότητας –0,304. Η επεξήγηση των παραπάνω είναι όμοια με αυτή της ίδιας μεταβλητής για τις επιλογές 3 και 4.

→ Επιρροή της προέλευσης του πεζού

Όπως και για την επιλογή 4 έτσι και εδώ η προέλευση του πεζού έχει θετικό πρόσημο για τους λόγους που αναφέρονται παραπάνω. Η τιμή της ελαστικότητας είναι 0,081. Επίσης η τιμή του κριτηρίου-t είναι 2,278.

→ Επιρροή χρόνου αναμονής

Ισχύουν όσα αναφέρονται για την ίδια μεταβλητή στις προηγούμενες επιλογές. Ειδικότερα για αυτή την περίπτωση η τιμή της ελαστικότητας είναι –0,058 και η τιμή του κριτηρίου-t είναι -1,927.

Για την επιλογή τμήμα 5 η μεταβλητή με την **μεγαλύτερη επιρροή** και μάλιστα αρνητική στην αντίστοιχη πιθανότητα είναι η **κατεύθυνση** του πεζού (-0,304) και ακλουθεί ο κυκλοφοριακός φόρτος με θετική επιρροή (0,255).

ΕΠΙΛΟΓΗ 6 (Τμήμα 6)

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Το πρόσημο του κυκλοφοριακού φόρτου στην επιλογή 6 είναι αρνητικό, δηλαδή η αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου οδηγεί σε μείωση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 6. Η ελαστικότητα λαμβάνει την τιμή –0,160. Τα αποτελέσματα αυτά αντιτίθενται με τον πίνακα που παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 4, όπου φαίνεται ότι για αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου παρουσιάζεται μεγαλύτερο ποσοστό πεζών, που διασχίζουν στο τμήμα 6. Επιπλέον αναμένεται ότι όταν οι συνθήκες γίνονται πιο δύσκολες για να διασχίσει ο πεζός (π.χ. αύξηση του φόρτου) θα έπρεπε οι πεζοί από τα γειτονικά τμήματα να καταφύγουν στο τμήμα αυτό για να διασχίσουν, όπου κατά κάποιο τρόπο παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια από τα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου λόγω της ορατότητας στο φωτεινό σηματοδότη που βρίσκεται από την άλλη πλευρά της διασταύρωσης. Αναφέρεται πώς κατά την ανάπτυξη του ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου τα αποτελέσματα για τη μεταβλητή αυτή στην συγκεκριμένη επιλογή παρουσιάζουν αντίθετα πρόσημα.

→ Επιρροή της προέλευσης του πεζού

Κατά τον ίδιο τρόπο όπως στις προηγούμενες δύο επιλογές η προέλευση του πεζού επηρεάζει θετικά την πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 6. Η ελαστικότητα λαμβάνει τη τιμή 0,069 και η τιμή του κριτηρίου-t είναι 1,588.

→ Επιρροή χρόνου αναμονής

Ο χρόνος αναμονής όπως και στη διάβαση φαίνεται να δρα θετικά στην πιθανότητα επιλογής του τμήματος 6. Αυτό δικαιολογείται αν σκεφτεί κανείς ότι το τμήμα 6 και η διάβαση, όπως προέκυψε από την ως τώρα ανάλυση, θεωρούνται σαν τα τμήματα που παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια στους πεζούς. Συνεπώς κανείς που επιθυμεί να διασχίσει με μεγαλύτερη ασφάλεια την οδό (επιλογές 1,6), είναι διατεθειμένος να περιμένει περισσότερο χρονικό διάστημα μέχρι να διασχίσει. Το γεγονός αυτό επαληθεύεται από τα δεδομένα, όπου φαίνεται πως ο μέσος χρόνος αναμονής για το τμήμα 1 και 6 είναι μεγαλύτερος από τους αντίστοιχους των τμημάτων 2,3,4,5.

Για την επιλογή 6 η μεταβλητή με την **μεγαλύτερη επιρροή** είναι ο **κυκλοφοριακός φόρτος** με αρνητική επιρροή (-0,160) και ακολουθεί η προέλευση του πεζού με θετική επιρροή (0,069). Επισημαίνεται πως καμία από τις παραπάνω μεταβλητές δεν επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την πιθανότητα.

Για ορισμένες μεταβλητές συνοψίζονται τα παρακάτω αποτελέσματα:

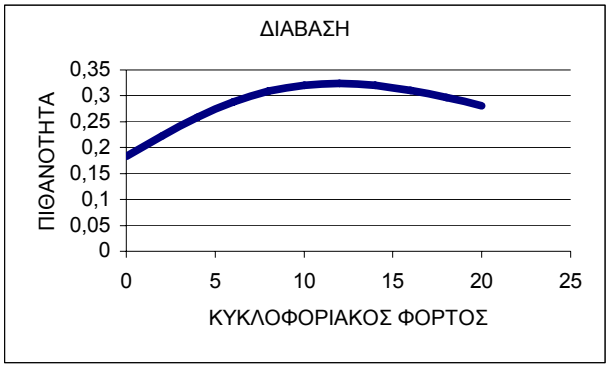
Ο **κυκλοφοριακός φόρτος** ασκεί στις επιλογές 1,3,4,5,6 επιρροές (0,113), (0,213), (0,168), (0,255), (-0,160) αντίστοιχα. Είναι προφανές πως ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι περισσότερο υπεύθυνος για τη μεταβολή της πιθανότητας της επιλογής 5. Δηλαδή για αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου είναι πιθανότερο κανείς να επιλέξει το τμήμα 5 για να διασχίσει.

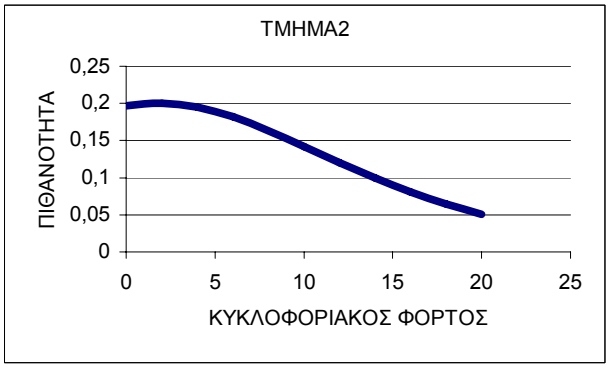
Ο **χρόνος αναμονής** ασκεί στις επιλογές 1,4,5,6 επιρροές (0,029), (-0,063), (-0,058), (0,036) αντίστοιχα. Έτσι για αύξηση του χρόνου αναμονής οι επιλογές 1,6 είναι οι περισσότερο πιθανές για να διασχίσουν οι πεζοί.

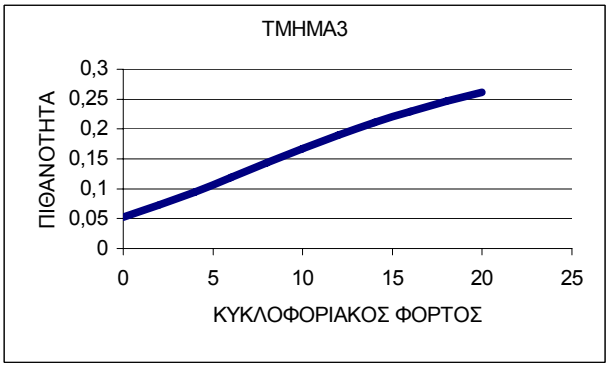
Η **προέλευση** ασκεί στις επιλογές 4,5,6 επιρροές (0,090), (0,081), και (0,069) αντίστοιχα. Έτσι παρατηρείται πως η προέλευση είναι περισσότερο υπεύθυνη για τη μεταβολή της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 4.

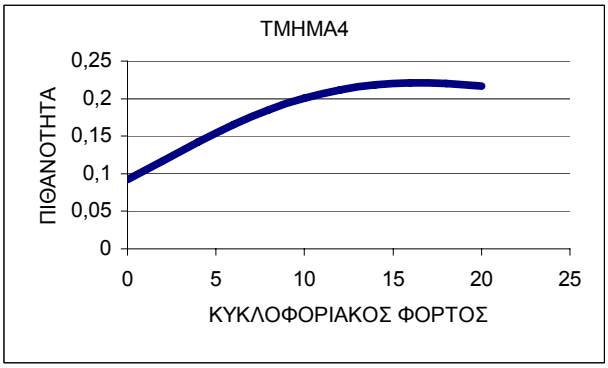
Παρακάτω παρατίθενται κάποια διαγράμματα, όπου παρουσιάζεται η **μεταβολή της πιθανότητας** να διασχίσει ο πεζός σε κάθε τμήμα, σε σχέση με τις μεταβολές σε ορισμένες μεταβλητές (αναμονή, φόρτος) και διάφορες σταθερές τιμές των άλλων παραμέτρων.

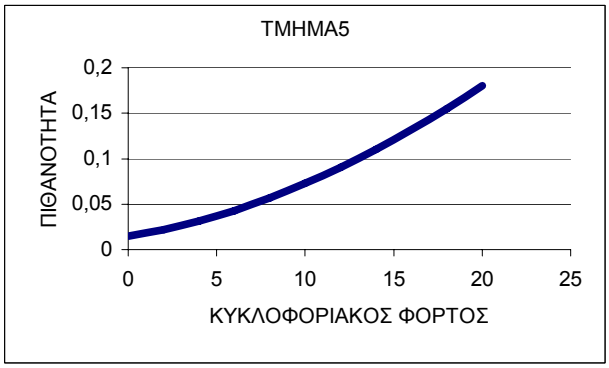
Έτσι για έναν άντρα που προέρχεται από το τμήμα 1, αντικρίζει πράσινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη όταν καταφτάνει στη διάβαση, δεν εμπλέκεται με τα οχήματα, έχει χρόνο αναμονής 0sec, στη διάβαση δεν υπάρχουν οχήματα πάνω στις διαγραμμίσεις και κατευθύνεται στο τμήμα 6, ισχύουν τα παρακάτω διαγράμματα:

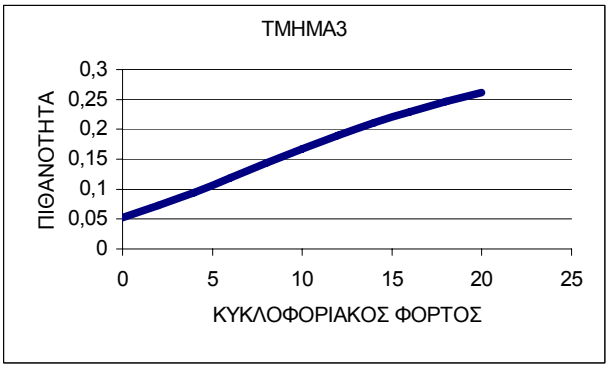


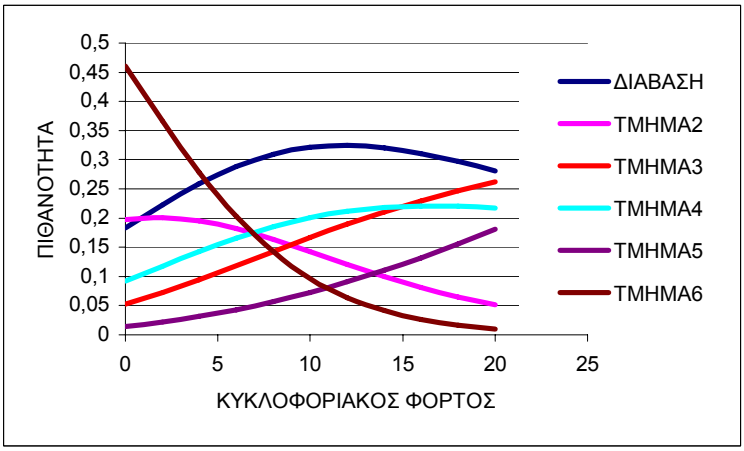




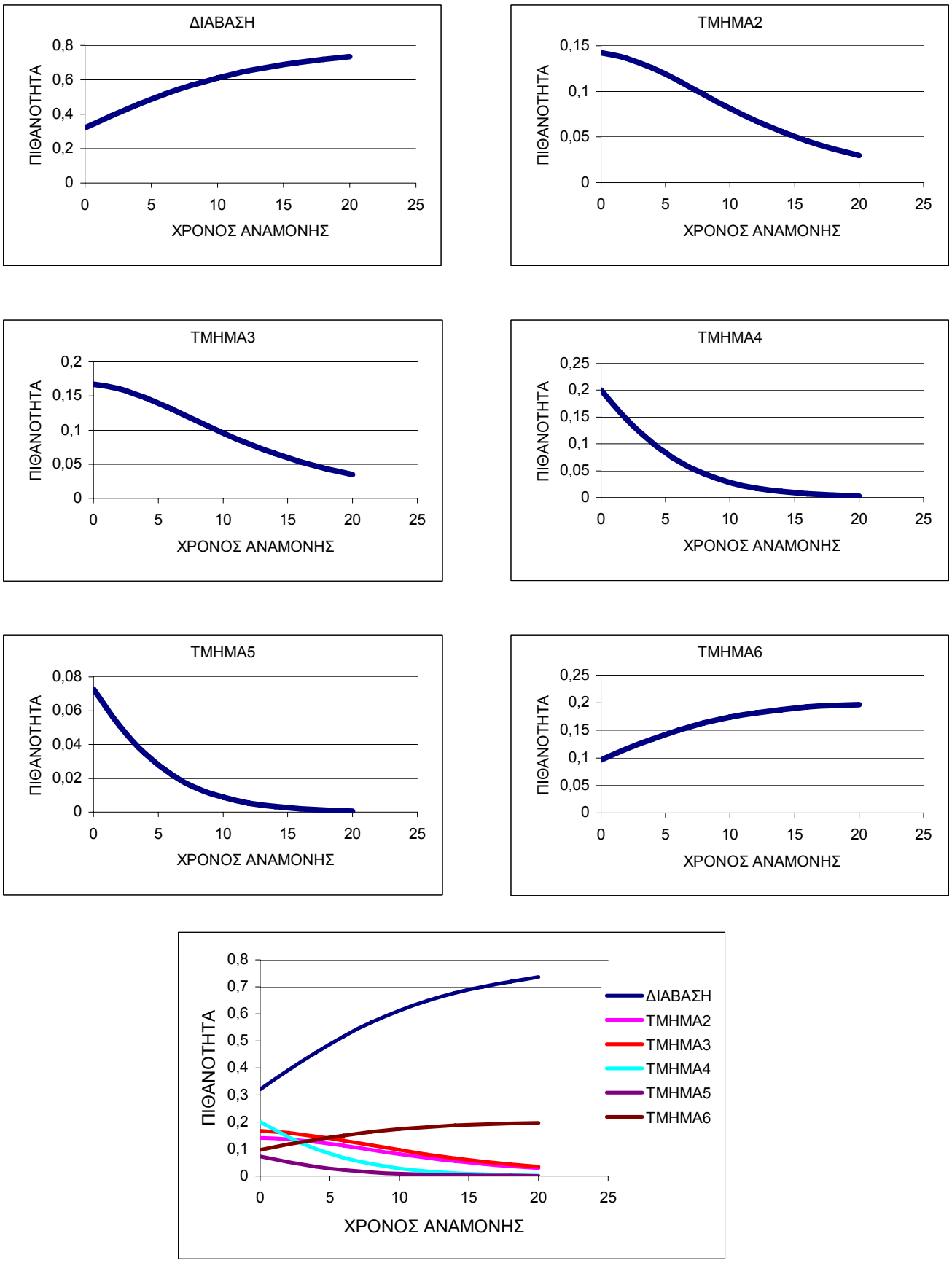








Σχήμα 5.6 Διαγράμματα μεταβολής της πιθανότητας σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο



Σχήμα 5.7 Διαγράμματα μεταβολής της πιθανότητας σε σχέση με το χρόνο αναμονής

5.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΙΕΡΑΡΧΗΜΕΝΟΥ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ

Κατά την ανάλυση με το πρότυπο διακριτών μεταβλητών παρατηρήθηκε πως πολλά στοιχεία είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά και ανάλογες επιρροές για τις επιλογές 1,6 και 2,3,4,5 αντίστοιχα. Έτσι υποθέτοντας ότι τα παραπάνω τμήματα μοιράζονται κατά τον ίδιο τρόπο και ορισμένες μη παρατηρούμενες επιρροές, επιχειρείται **διάκριση των επιλογών σε διασταυρώσεις** (Τμήμα1 και 6) **και σε τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου** (Τμήμα 2,3,4,5). Η διάκριση αυτή πραγματοποιήθηκε με τη δημιουργία του ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου, όπου δημιουργήθηκαν δύο κλάδοι (branches), ένας για τις διασταυρώσεις (junction) και ένας για τα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου (midblock). Με τη δημιουργία του προτύπου αυτού λαμβάνονται υπόψη τυχόν μη παρατηρούμενα μεγέθη, που επηρεάζουν την επιλογή του πεζού και είναι κοινά για ορισμένες επιλογές. Δηλαδή το καθολικό σύνολο εναλλακτικών επιλογών διαιρείται σε υποσύνολα, τα στοιχεία των οποίων παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά.

5.4.1 Δεδομένα Εισόδου

Όπως έχει προαναφερθεί το ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο αποτελεί μια επέκταση του προτύπου διακριτών επιλογών, με αποτέλεσμα να έχουν κοινά ορισμένα χαρακτηριστικά τους. Μία βασική ομοιότητα των δύο προτύπων είναι το αρχείο εισόδου. Έτσι αναφέρεται ότι το αρχείο εισόδου για το ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο είναι **πανομοιότυπο με αυτό του προτύπου διακριτών μεταβλητών** και για ευνόητους λόγους δεν αναπτύσσεται σε αυτό το σημείο αλλά μπορεί κανείς να ανατρέξει στην παράγραφο 5.3.1, όπου και αναπτύσσεται διεξοδικά ο τρόπος δημιουργίας του αρχείου εισόδου.

5.4.2 Στατιστική Επεξεργασία Στοιχείων

Η στατιστική αξιολόγηση για το ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο γίνεται με τα κριτήρια που αναφέρονται και στις προηγούμενες μεθόδους. Έτσι η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών των μεταβλητών ελέγχεται με την τιμή του κριτηρίου-t, όπως ακριβώς περιγράφεται στις αντίστοιχες, για τις προηγούμενες μεθόδους, παραγράφους. Το συνολικό πρότυπο ελέγχεται στην περίπτωση αυτή, τόσο με την τιμή του κριτηρίου χ^2 όσο και με την τιμή του κριτηρίου R^2.

Για τον **προγραμματισμό** του ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου στο λογισμικό Limdep οι εντολές που χρησιμοποιούνται, είναι οι ίδιες ακριβώς με του προτύπου διακριτών επιλογών, ενώ προστίθεται μία εντολή ακόμη η εντολή **tree.** Η εντολή αυτή αναφέρεται στη δημιουργία του δέντρου του προτύπου, δηλαδή στο διαχωρισμό του καθολικού συνόλου σε τόσα υποσύνολα όσοι και οι κλάδοι του προτύπου, και για το παρόν παράδειγμα έχει τη μορφή:

; tree= junction(1,6),midblock(2,3,4,5)

Στις παρενθέσεις αναφέρονται οι επιλογές, που είναι διαθέσιμες στο κάθε υποσύνολο, ενώ στην αμέσως προηγούμενη εντολή (**choices**) αναφέρεται το σύνολο των επιλογών του καθολικού συνόλου. Παρακάτω παρουσιάζεται το σύνολο του κώδικα που χρησιμοποιείται στο λογισμικό, για τη δημιουργία του ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου.

```
Nlogit
;Lhs=apostash,nij,altij
;choices=1,2,3,4,5,6
; tree= junction(1,6),midblock(2,3,4,5)
;Rhs=endeik1,emplokh1,fortos1,anamonh1
,emplokh2,diabash2,fylo2,proor2
,fortos3,emplokh3,katey3
,fortos4,proeley4,katey4,anamonh4
,fortos5,preoeley5,katey5,anamonh5
,fortos6,proeley6,anamonh6,proor6
;describe
;effects:endeik1(1)/emplokh1(1)/fortos1(1)/anamonh1(1)/.....
```

Κατά την εκτέλεση της μεθόδου αυτής από το λογισμικό, αρχικά παρουσιάζεται το αντίστοιχο πρότυπο διακριτών επιλογών, που θα προέκυπτε, αν από το αρχείο με τις εντολές που περιγράφηκε παραπάνω παραλειπόταν η εντολή δημιουργίας του δέντρου (**tree**). Από το πρότυπο διακριτών επιλογών, που δημιουργείται σε πρώτη φάση, υπολογίζονται οι **αρχικές τιμές** που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του τελικού ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου.

Λόγω της παραπάνω παρατήρησης και της συγγένειας των δύο μεθόδων, που έχει περιγραφεί σε προηγούμενα κεφάλαια, αποφασίστηκε οι μεταβλητές που θα εισαχθούν στο πρότυπο κατά την πρώτη δοκιμή να είναι αυτές που τελικά χρησιμοποιήθηκαν στο πρότυπο διακριτών επιλογών. Κατόπιν με ορισμένες προσθαφαιρέσεις μεταβλητών προέκυψε το τελικό ιεραρχημένο

λογαριθμικό πρότυπο. Το πλήθος των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του προτύπου δεν ήταν σε καμία περίπτωση τόσο μεγάλο όσο στις προηγούμενες μεθόδους, όπου κατά κάποιο τρόπο η εισαγωγή των μεταβλητών κατά τις πρώτες δοκιμές ήταν αυθαίρετη και καθαρά διαισθητική.

5.4.3 Αποτελέσματα Ιεραρχημένου Λογαριθμικού Προτύπου

5.4.3.1 Παρουσίαση αποτελεσμάτων Ιεραρχημένου Λογαριθμικού Προτύπου

Έχοντας χωρίσει το καθολικό σύνολο επιλογών σε δύο υποσύνολα, η πιθανότητα να επιλέξει ο πεζός ένα τμήμα της οδού να διασχίσει, επηρεάζεται αρχικά από την **επιλογή μεταξύ των δύο μειωμένων υποσυνόλων** και εν συνεχεία από την **επιλογή του συγκεκριμένου τμήματος μεταξύ των τμημάτων του μειωμένου υποσυνόλου**. Κατά αυτό τον τρόπο, για παράδειγμα η πιθανότητα να διασχίσει ένας πεζός στο τμήμα 2, ισούται με την πιθανότητα να διασχίσει σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου (επιλογή μεταξύ διασταύρωσης και τμήματος εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου), επί την πιθανότητα να διασχίσει στο τμήμα 2, δεδομένου ότι θα διασχίσει σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου (επιλογή μεταξύ των τμημάτων 2,3,4,5).

Στον πίνακα αποτελεσμάτων που ακολουθεί παρουσιάζονται όπως και στις άλλες μεθόδους οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών στις συναρτήσεις χρησιμότητας Vi, οι τιμές του κριτηρίου-t για τις μεταβλητές, καθώς και οι οριακές επιρροές. Κατά την περιγραφή και επεξήγηση των αποτελεσμάτων γίνονται αναφορές και στις τιμές των ελαστικοτήτων, που δίνουν μια καλύτερη εικόνα της επιρροής, που ασκούν οι μεταβολές στις τιμές των μεταβλητών, στην πιθανότητα επιλογής του τμήματος της οδού. Στο πίνακα αποτελεσμάτων του ιεραρχημένου προτύπου, εκτός από τους συντελεστές των μεταβλητών, υπολογίζονται και οι λεγόμενες ψευδο-χρησιμότητες για κάθε κλάδο ή αλλιώς συμπεριλαμβανόμενες τιμές (inclusive values) των κλάδων. Για κάθε κλάδο ισχύει:

Διασταυρώσεις (junction): $V_{Cj}=Ln(e^{V1}+e^{V6})$

Τμήματα εσωτερικά του οικοδομικού τετραγώνου (midblock) : $V_{Cm}=Ln(e^{V2}+e^{V3}+e^{V4}+e^{V5})$

Στη γενική περίπτωση, όπου κανείς έχει στη διάθεση του όλες τις δυνατές επιλογές η πιθανότητα να επιλέξει π.χ. ένα εσωτερικό τμήμα του οικοδομικού τετραγώνου αντί διασταύρωσης δίνεται από τη σχέση:

$$P_C(C_m) = e^{V_{Cm}} / (e^{V_{Cm}} + e^{V_{Cj}}) \qquad (4)$$

και η πιθανότητα να επιλέξει έστω το τμήμα 2, ανάμεσα στα εσωτερικά τμήματα (2,3,4,5) δίνεται από τη σχέση:

$$P_{Cm}(2) = e^{V2} / (e^{V2} + e^{V3} + e^{V4} + e^{V5}) \qquad (5)$$

τέλος η πιθανότητα να επιλέξει ο πεζός το τμήμα 2 ανάμεσα σε όλες τις δυνατές επιλογές είναι:

$$P_C(2) = P_C(C_m) * P_{Cm}(2) \qquad (6)$$

Έστω ένας πεζός ο οποίος δεν έχει στη διάθεση του το καθολικό σύνολο επιλογών, αλλά το μειωμένο σύνολο 2,3,4. Παρατηρείται πως σαν εναλλακτική επιλογή δεν παρουσιάζεται καμία από τις δύο διασταυρώσεις οπότε είναι βέβαιο πως ο πεζός θα διασχίσει σε εσωτερικό τμήμα του οικοδομικού τετραγώνου και η σχέση (4) γίνεται:

$$P_C(C_m) = e^{V_{Cm}} / e^{V_{Cm}} = 1 \qquad (7)$$

αντίστοιχα η πιθανότητα να επιλέξει το τμήμα 2 ανάμεσα στα εσωτερικά τμήματα του οικοδομικού τετραγώνου 2,3 και 4 δίνεται από τη σχέση:

$$P_{Cm}(2) = e^{V2} / (e^{V2} + e^{V3} + e^{V4}) \qquad (8)$$

τέλος η τιμή της πιθανότητας να επιλέξει το τμήμα 2 είναι συνολικά:

$$P_C(2) = P_C(C_m) * P_{Cm}(2) = 1 * [e^{V2} / (e^{V2} + e^{V3} + e^{V4})] \qquad (9)$$

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας των αποτελεσμάτων του ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου και έπειτα περιγράφονται και επεξήγονται τα αποτελέσματα αυτά, ενώ παρουσιάζονται και κάποια διαγράμματα, όπου φαίνεται ο τρόπος, με τον οποίο μεταβάλλεται η πιθανότητα ο πεζός να διασχίσει στο κάθε τμήμα σε σχέση με κάποιες τιμές των μεταβλητών, σταθερές για ορισμένες μεταβλητές, μεταβαλλόμενες για τις υπόλοιπες. Τα διαγράμματα παρουσιάζουν αντιστοιχία με τα διαγράμματα που παρουσιάστηκαν κατά την ανάπτυξη των δύο προηγούμενων μεθόδων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΙΕΡΑΡΧΗΜΕΝΟΥ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ			
Μεταβλητές	Συντελεστές	t-test	Οριακές Επιρροές
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 1** (ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 1)			
Ένδειξη Φωτεινού Σηματοδότη	-0.9156	-1.741	-0.009
Εμπλοκή με διερχόμενη κυκλοφορία	-2.2938	-2.226	-0.023
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.9629	1.022	0.001
Χρόνος Αναμονής	0.1904	2.103	0.002
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 2** (ΤΜΗΜΑ 2)			
Εμπλοκή με διερχόμενη κυκλοφορία	0.4954	1.397	0.012
Υπαρξη οχημάτων επάνω στη Διάβαση	0.4953	2.759	0.012
Φύλο Πεζού	-0.9718	-2.952	-0.023
Προορισμός πεζού	-0.4112	-4.153	-0.010
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 3** (ΤΜΗΜΑ 3)			
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1473	3.164	0.004
Εμπλοκή με διερχόμενη κυκλοφορία	0.4600	1.338	0.013
Κατευθυνση Πεζού	-1.4995	-5.027	-0.042
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 4** (ΤΜΗΜΑ 4)			
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1243	2.162	0.003
Προέλευση Πεζού	0.1694	2.022	0.003
Κατευθυνση Πεζού	-1.3405	-4.155	-0.042
Χρόνος Αναμονής	-0.1484	-2.327	-0.003
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 5** (ΤΜΗΜΑ 5)			
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.2140	3.064	0.003
Προέλευση Πεζού	0.1542	1.490	0.002
Κατευθυνση Πεζού	-1.9790	-5.107	-0.026
Χρόνος Αναμονής	-0.1592	-2.013	-0.003
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 6** (ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 2)			
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.2148	1.332	0.001
Προέλευση Πεζού	-0.4299	-1.481	-0.002
Χρόνος Αναμονής	0.1482	1.581	-0.002
Προορισμός πεζού	-1.3081	-2.803	-0.007
Συμπεριλαμβανομενες Αξίες			
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	0.6738	2.530	
ΕΝΤΟΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΥ	1.5033	3.356	

Πίνακας 5.10 Αποτελέσματα Ιεραρχημένου Λογαριθμικού Προτύπου

5.4.3.2 Περιγραφή και επεξήγηση αποτελεσμάτων του Ιεραρχημένου Λογαριθμικού Προτύπου

Στο σημείο αυτό επισημαίνεται ότι οι περισσότερες μεταβλητές του υπό ανάπτυξη προτύπου, εισέρχονται και στο πρότυπο διακριτών επιλογών και μάλιστα παρουσιάζουν στις περισσότερες περιπτώσεις τα ίδια πρόσημα και ανάλογες επιρροές. Στις περιπτώσεις αυτές για την επεξήγηση των αποτελεσμάτων, το κείμενο παραπέμπει στις αντίστοιχες παραγράφους για το πρότυπο διακριτών επιλογών.

ΕΠΙΛΟΓΗ 1 (Διασταύρωση 1-Διάβαση)

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Ο κυκλοφοριακός φόρτος φαίνεται να επιδρά θετικά με ενδεχόμενη αύξησή του, στην πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 1 (διασταύρωση 1), γεγονός που συμφωνεί και με τις δύο προηγούμενες μεθόδους. Η τιμή της ελαστικότητας για την μεταβλητή αυτή είναι 0,094. Όπως αναφέρεται και στις προηγούμενες μεθόδους τα παραπάνω είναι σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και τη λογική και γίνονται αποδεκτά.

→ Επιρροή ενδεχόμενης εμπλοκής του πεζού με τη διερχόμενη κυκλοφορία

Και αυτή η μεταβλητή παρουσιάζει την ίδια συμπεριφορά τόσο για το πρότυπο διακριτών επιλογών όσο και για το παρόν ιεραρχημένο πρότυπο, δηλαδή παρουσιάζει αρνητικό πρόσημο. Το γεγονός αυτό, όπως έχει περιγραφεί προηγουμένως, φαίνεται λογικό και γίνεται αποδεκτό. Η ελαστικότητα σε αυτή την περίπτωση λαμβάνει την τιμή –0,264, που δείχνει ότι επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό από την προηγούμενη μεταβλητή τον κυκλοφοριακό φόρτο.

→ Επιρροή χρόνου αναμονής

Η αύξηση του χρόνου αναμονής και στο ιεραρχημένο πρότυπο φαίνεται να επιδρά θετικά στην πιθανότητα επιλογής του τμήματος 1. Όπως έχει αναφερθεί το γεγονός αυτό είναι λογικό, καθώς στην διάβαση οι πεζοί στην μεγάλη πλειοψηφία τους αναμένουν να ανάψει η πράσινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, γεγονός που μπορεί να τους αναγκάσει να αναμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στην άκρη του οδοστρώματος έως ότου διασχίσουν. Η τιμή της ελαστικότητας είναι 0,036, δηλαδή η επιρροή του χρόνου αναμονής δεν είναι πολύ υψηλή.

→ Επιρροή ένδειξης φωτεινού σηματοδότη

Η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη επηρεάζει αρνητικά την πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στη διάβαση. Δηλαδή εάν τη στιγμή που ο πεζός φτάσει στη διάβαση η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη για τους πεζούς είναι κόκκινη, μειώνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στη διάβαση. Διαφορετικά, είναι πιθανότερο να διασχίσει ένας πεζός σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου παρά να διασχίσει στη διάβαση με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη εάν βέβαια ο προορισμός του είναι τέτοιος ώστε να υπάρχουν στο σύνολο επιλογών του και η διάβαση και κάποια τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου. Το να διασχίσει κανείς στη διάβαση με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, μετατρέπει κατά κάποιο τρόπο το τμήμα αυτό σε τμήμα χωρίς προστατευόμενη φάση (χάνει το νόημα του ο φωτεινός σηματοδότης) και έχει τα χαρακτηριστικά που έχουν και τα τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου. Έτσι παρατηρείται χαμηλό ποσοστό πεζών που διασχίζουν στη διάβαση με κόκκινη ένδειξη σε σχέση με το ποσοστό των πεζών που έχουν ανάλογα χαρακτηριστικά (προέλευση, προορισμό κτλ.) και διασχίζουν στη διάβαση με πράσινο ή σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου. Η τιμή της ελαστικότητας είναι –0,009 δηλαδή η επιρροή της ένδειξης του φωτεινού σηματοδότη δεν είναι πολύ σημαντική.

Για την επιλογή 1 (Διασταύρωση 1) η μεταβλητή με την **μεγαλύτερη επιρροή** είναι η ενδεχόμενη **εμπλοκή** του πεζού με τα διερχόμενα οχήματα, με αρνητική επιρροή και τιμή της ελαστικότητας -0,264. Ακολουθεί ο κυκλοφοριακός φόρτος όπου με αύξησή του αυξάνεται η πιθανότητα της επιλογής 1. Η ελαστικότητα λαμβάνει την τιμή 0,094 .

ΕΠΙΛΟΓΗ 2 (Τμήμα 2)

→ Επιρροή ενδεχόμενης εμπλοκής του πεζού με τη διερχόμενη κυκλοφορία

Σε αντίθεση με τη διάβαση και σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προτύπου διακριτών επιλογών, η μεταβλητή εμπλοκή επηρεάζει θετικά την πιθανότητα της επιλογής 2. Η τιμή της ελαστικότητας σε αυτή την περίπτωση είναι 0,078. Η τιμή του κριτηρίου-t (1,397) δεν επαρκεί για επίπεδο σημαντικότητας 0,95 όμως είναι στατιστικώς σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 0,90 και γίνεται αποδεκτή αφού παρουσιάζει ενδιαφέρον σε σχέση με το πώς εμφανίζεται η ίδια μεταβλητή στις συναρτήσεις χρησιμότητας των υπολοίπων επιλογών. Η αιτιολόγηση της θετικής επιρροής στην επιλογή 2 είναι η ίδια με αυτή στην αντίστοιχη παράγραφό για το πρότυπο διακριτών επιλογών.

→ Επιρροή στάσης οχημάτων επάνω στη διάβαση

Και αυτή η μεταβλητή εμφανίζει στο ιεραρχημένο πρότυπο την ίδια συμπεριφορά όπως και στο πρότυπο διακριτών επιλογών και αιτιολογείται με τον ίδιο τρόπο. Η ελαστικότητα λαμβάνει την τιμή 0,081 και ο συντελεστής θετικό πρόσημο. Η τιμή του κριτηρίου-t είναι 2,759 και καθιστά τη μεταβλητή στατιστικά σημαντική.

→ Επιρροή του προορισμού του πεζού

Η επιρροή του προορισμού του πεζού είναι αρνητική και η ελαστικότητα λαμβάνει την τιμή –0,155. Το γεγονός αυτό φαίνεται να είναι αληθές βάση των όσων αναφέρονται στην αντίστοιχη παράγραφο για το πρότυπο διακριτών επιλογών. Αναφέρεται ότι η τιμή του κριτηρίου-t είναι –4,153 η οποία είναι αρκετά υψηλή.

→ Επιρροή του φύλου του πεζού

Όπως και προηγουμένως έτσι και με αυτή τη μέθοδο καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως οι γυναίκες έχουν την τάση να ριψοκινδυνεύουν λιγότερο και να διασχίζουν σε μεγαλύτερα ποσοστά στη διάβαση σε αντίθεση με τους άντρες, όπου τα ποσοστά αυτών που δε διασχίζουν στη διάβαση είναι μεγαλύτερα. Η τιμή του κριτηρίου-t είναι –2,952, που κρίνεται επαρκής ώστε να εισαχθεί η μεταβλητή στο πρότυπο.

Για την επιλογή 2 η μεταβλητή με την **μεγαλύτερη επιρροή** είναι ο **προορισμός** του πεζού με αρνητική επιρροή και ελαστικότητα ίση με -0,155.

ΕΠΙΛΟΓΗ 3 (Τμήμα 3)

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Ισχύουν όσα ακριβώς έχουν αναφερθεί και στο πρότυπο διακριτών επιλογών, για τη μεταβλητή αυτή στην αντίστοιχη επιλογή. Αναφορικά, ο κυκλοφοριακός φόρτος εμφανίζεται με θετικό συντελεστή και η τιμή της ελαστικότητας είναι 0,228. Η τιμή του κριτηρίου-t είναι 3,164 η οποία είναι αρκετά υψηλή.

→ Επιρροή ενδεχόμενης εμπλοκής του πεζού με τη διερχόμενη κυκλοφορία

Και σε αυτή την επιλογή όπως και στην επιλογή 2 η εμπλοκή εμφανίζεται με θετικό πρόσημο ενώ το ίδιο συμβαίνει και στο πρότυπο διακριτών επιλογών. Η τιμή της ελαστικότητας είναι 0,078 και η τιμή του κριτηρίου-t 1,338 αποδεκτή σε επίπεδο σημαντικότητας 0,95.

→ Επιρροή της κατεύθυνσης που κινείται ο πεζός

Και σε αυτή την περίπτωση όπως άλλωστε στις περισσότερες μεταβλητές τα πρόσημα των συντελεστών των μεταβλητών είναι τα ίδια με αυτά του προτύπου διακριτών επιλογών, με αποτέλεσμα η αιτιολόγηση τους να είναι η ίδια με αυτή που αναφέρεται στις αντίστοιχες παραγράφους του προτύπου διακριτών επιλογών. Η τιμή της ελαστικότητας είναι –0,447 και του κριτηρίου-t –5,027.

Συνολικά για την επιλογή 3 η μεταβλητή με την **μεγαλύτερη επιρροή** (αρνητική) είναι η **κατεύθυνση** του πεζού (-0,4470) και ακολουθεί ο κυκλοφοριακός φόρτος με θετική επιρροή (0,228).

ΕΠΙΛΟΓΗ 4 (Τμήμα 4)

Για την αποφυγή συνεχών επαναλήψεων, αναφέρεται ότι τόσο στην επιλογή 4 όσο και στην επιλογή 5, τα πρόσημα των συντελεστών των μεταβλητών και των ελαστικοτήτων είναι τα ίδια με τα αντίστοιχα του προτύπου διακριτών επιλογών και συνεπώς ισχύουν όσα αναφέρονται στην παράγραφό (5.3.3), για την αιτιολόγηση των αποτελεσμάτων. Έτσι στη συνέχεια, για όλες τις μεταβλητές, για τις δύο αυτές επιλογές, αναφέρονται μόνο οι τιμές των ελαστικοτήτων και του κριτηρίου-t.

→ Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου

Ελαστικότητα (0,196) t-test (2.162)

→ Επιρροή χρόνου αναμονής

Ελαστικότητα (-0.068) t-test (-2.327)

→ Επιρροή της κατεύθυνσης που κινείται ο πεζός

Ελαστικότητα (-0.405) t-test (-4.155)

→ Επιρροή της προέλευσης του πεζού

Ελαστικότητα (0.062) t-test (2.022)

ΕΠΙΛΟΓΗ 5 (Τμήμα 5)

→ **Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου**

Ελαστικότητα (0.288) t-test (3.064)

→ **Επιρροή της κατεύθυνσης που κινείται ο πεζός**

Ελαστικότητα (-0.527) t-test (-5.107)

→ **Επιρροή της προέλευσης του πεζού**

Ελαστικότητα (0.053) t-test (1.490)

→ **Επιρροή χρόνου αναμονής**

Ελαστικότητα (-0.061) t-test (-2.013)

ΕΠΙΛΟΓΗ 6 (Διασταύρωση 2)

→ **Επιρροή κυκλοφοριακού φόρτου**

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεταβλητή αυτή λόγω του διαφορετικού πρόσημου, που παρουσιάζει στο πρότυπο διακριτών επιλογών και το ιεραρχημένο πρότυπο. Όπως αναφέρεται στο πρότυπο διακριτών επιλογών, αναμένεται με αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου να αυξάνεται και η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στη διασταύρωση 2. Στο ιεραρχημένο πρότυπο φαίνεται να ισχύει το γεγονός αυτό, σε αντίθεση με το πρότυπο διακριτών επιλογών, με αποτέλεσμα να το καταστεί καταλληλότερο για την περιγραφή της επιρροής της μεταβλητής αυτής. Η τιμή του κριτηρίου-t είναι 1,332 αποδεκτή σε επίπεδο σημαντικότητας 0,90.

→ **Επιρροή χρόνου αναμονής**

Η επιρροή του χρόνου αναμονής εμφανίζεται με θετικό πρόσημο του συντελεστή της μεταβλητής, όπως και στο πρότυπο διακριτών επιλογών για τους λόγους που αναπτύσσονται στην αντίστοιχη παράγραφο του προτύπου διακριτών επιλογών. Η τιμή της ελαστικότητας είναι 0,039 του κριτηρίου-t 1,581.

→ Επιρροή της προέλευσης του πεζού

Για την προέλευση του πεζού από το ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο προκύπτει αρνητικός συντελεστής. Το γεγονός αυτό όμως φαίνεται να μην αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα αφού και διαισθητικά μπορεί κανείς να καταλάβει πως όσο πιο πολύ απέχει το σημείο προέλευσης από το φωτεινό σηματοδότη τόσο πιθανότερο είναι να διασχίσει κανείς στη διασταύρωση 2. Επίσης από πίνακα που παρατίθεται στο κεφάλαιο 4 προκύπτει πως από τους πεζούς οι οποίοι είχαν προέλευση την διασταύρωση 2 (τμήμα 6) ποσοστό ίσο με το 78,27% αυτών διέσχισαν στη διασταύρωση 2. Αναφέρεται η τιμή της ελαστικότητας –0,110 και του κριτηρίου-t –1,481.

→ Επιρροή του προορισμού του πεζού

Όπως και για την προέλευση, έτσι και εδώ τα αποτελέσματα του προτύπου μοιάζουν να αντιτίθενται στην πραγματικότητα. Από το πρότυπο προκύπτει αρνητική τιμή του πρόσημου που σημαίνει πως για αύξηση της απόστασης του σημείου προορισμού από τη διάβαση μειώνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στη διασταύρωση 2. Όμως από πίνακα του κεφαλαίου 4 προκύπτει πως οι πεζοί που έχουν προορισμό τη διασταύρωση 2 διασχίζουν σε αυτή σε ποσοστό 72,31% που δείχνει πως ο προορισμός του πεζού θα έπρεπε να επηρεάζει θετικά την πιθανότητα να διασχίσει στη διασταύρωση 2. Αναφορικά η τιμή της ελαστικότητας προκύπτει –0,457 και του κριτηρίου-t -2,803.

* Σημειώνεται πως ύστερα από κάποιες παρατηρήσεις, σχετικά με τα μαθηματικά πρότυπα (παράγραφος 5.5), φαίνεται πως τα αποτελέσματα για τις δύο αυτές μεταβλητές (προέλευση, προορισμός) όσον αφορά στην επιλογή 6 (τμήμα 6) να συμφωνούν με τη λογική και τελικά γίνονται αποδεκτά. (βλέπε παράγραφο 5.5) σε αντίθεση με όσα αναφέρονται παραπάνω.

Για τις παρακάτω μεταβλητές συνοψίζονται τα εξής αποτελέσματα:

Κυκλοφοριακός Φόρτος

Ο κυκλοφοριακός φόρτος επηρεάζει περισσότερο από όλες την πιθανότητα της επιλογής 5 (0,288) και ακολουθεί η επιλογή 3 (0,228). Δηλαδή μπορεί κανείς να πει πως για αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου είναι πιθανότερο κάποιος να διασχίσει στα τμήματα 5 και 3.

Χρόνος Αναμονής

Ο χρόνος αναμονής φαίνεται να είναι πιο πολύ υπεύθυνος, για την μεταβολή της πιθανότητας της επιλογής 4 και μάλιστα επηρεάζει αρνητικά. Έτσι για αύξηση του χρόνου αναμονής μειώνεται περισσότερο σε σχέση με τις άλλες επιλογές, η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 4.

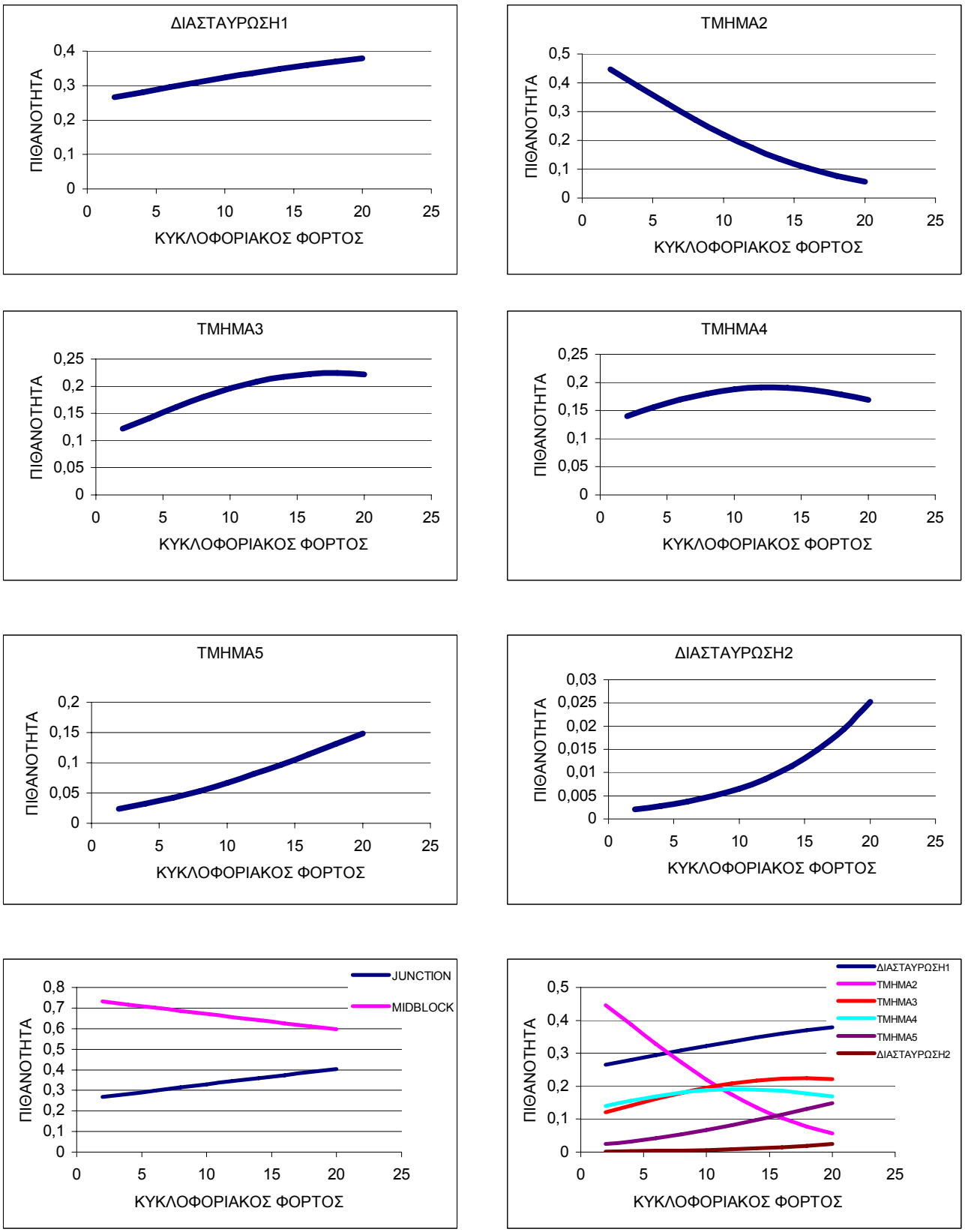
Κατεύθυνση

Η κατεύθυνση του πεζού φαίνεται να επηρεάζει περισσότερο από όλες και μάλιστα αρνητικά την επιλογή 5 (-0,527). Έτσι μπορεί κανείς να πει ότι για τους πεζούς, που κινούνται αντίθετα από την κίνηση των οχημάτων, η επιλογή 5 είναι η λιγότερο πιθανή για να διασχίσει ο πεζός, εάν βέβαια οι τιμές των συναρτήσεων χρησιμότητας με τις υπόλοιπες μεταβλητές ισούνται μεταξύ τους.

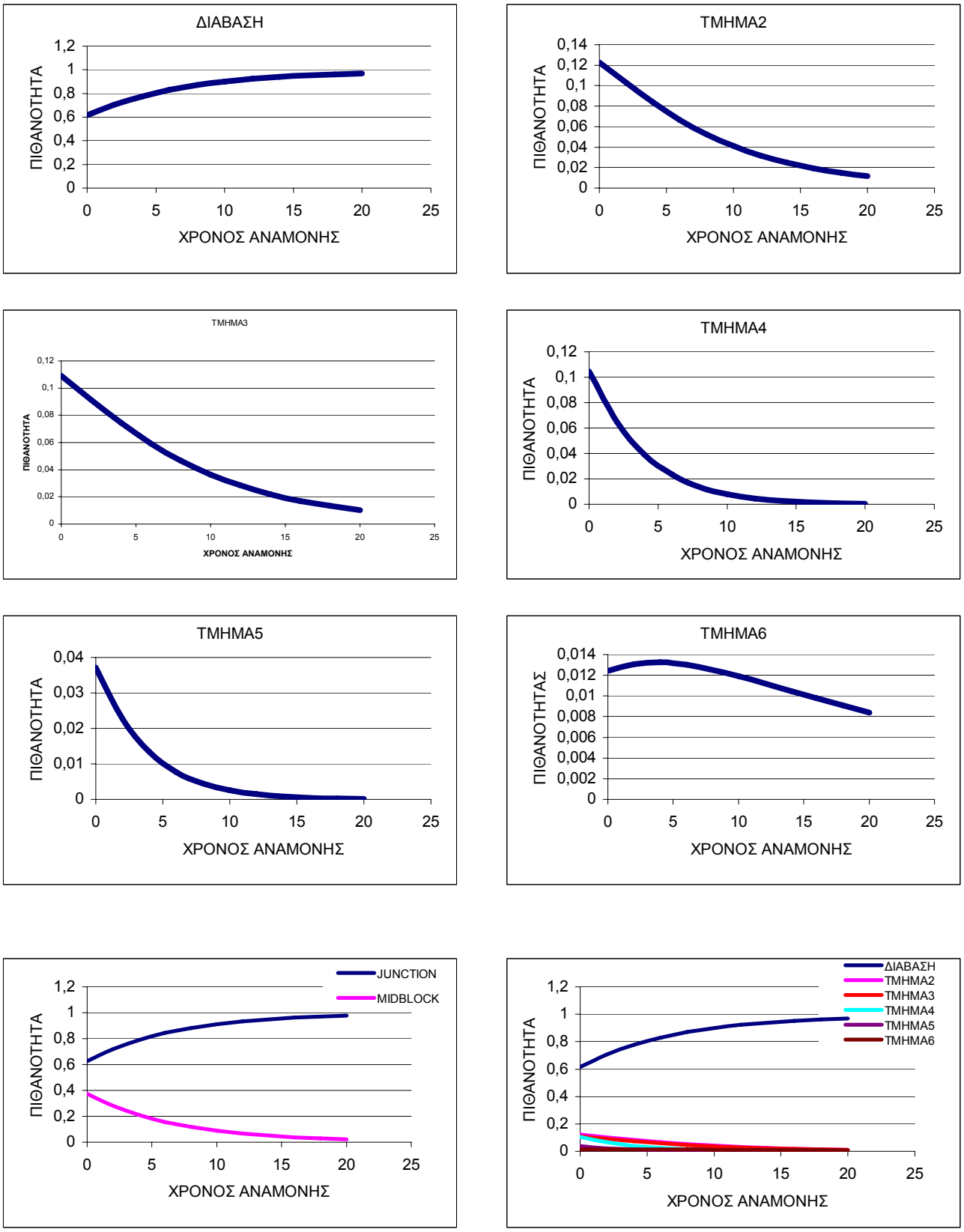
Σε επόμενο κεφάλαιο πραγματοποιείται αξιολόγηση του κάθε προτύπου και σύγκριση μεταξύ τους ώστε να εκτιμηθεί το καταλληλότερο για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα,** όπου φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο **μεταβάλλεται η πιθανότητα** ο πεζός να διασχίσει στο κάθε τμήμα, σε σχέση με τις τιμές κάποιων μεταβλητών (φόρτος, αναμονή) και κρατώντας σταθερές τις υπόλοιπες.

Έτσι για έναν άντρα με προέλευση την διασταύρωση 1, προορισμό τη διασταύρωση 2, που φτάνοντας στη διάβαση είναι αναμμένη η πράσινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη, που δεν είναι διατεθειμένος να εμπλακεί στην κυκλοφορία των οχημάτων και δεν είναι διατεθειμένος να αναμένει στην άκρη του οδοστρώματος για να διασχίσει ισχύουν τα παρακάτω διαγράμματα:



Σχήμα 5.8 Δια γράμματα μεταβολής πιθανότητας σε σχέση με τον κυκλοφοριακό φόρτο



Σχήμα 5.9 Διαγράμματα μεταβολής πιθανότητας σε σχέση με το χρόνο αναμονής

5.5 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Στο σημείο αυτό σημειώνονται κάποιες **σημαντικές παρατηρήσεις** που αφορούν στα τρία μαθηματικά πρότυπα που αναπτύχθηκαν, βάση των οποίων προκύπτουν σπουδαία συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία των προτύπων. Όπως αναφέρεται στις προηγούμενες παραγράφους οι στατιστικοί έλεγχοι έδωσαν πολύ υψηλές τιμές των αντίστοιχων δεικτών όπως φαίνεται παρακάτω:

Στατιστικοί έλεγχοι	ΠΟΛΥΩΝΙΜΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ (Multinomial Logit Model)	ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ (Discrete Choice Model)	ΙΕΡΑΡΧΗΜΕΝΟ ΠΡΟΤΥΠΟ (Nested Logit Model)
Ελεγχος χ^2 (Chi-squared)	2221,504		4577,947
Ελεγχος R^2 (R-sqrd)		0,88524	0,86652
Διορθωμένο R^2 (R-sqAdj)		0,88301	0,86341

Πίνακας 5.11 Τιμές στατιστικών δεικτών των μαθηματικών προτύπων

Οι πολύ υψηλές τιμές των στατιστικών ελέγχων οφείλεται στο μεγάλο πλήθος των πεζών που διέσχιζαν κάθετα την οδό Σόλωνος στις δύο διασταυρώσεις. Τα άτομα αυτά είχαν προέλευση και προορισμό στο ίδιο τμήμα της οδού, με αποτέλεσμα να είναι καθορισμένο εξ αρχής το τμήμα στο οποίο θα διασχίσουν, και λόγω του μεγάλου τους πλήθους και της προβλεψιμότητάς τους από τα μαθηματικά πρότυπα, προέκυψαν τόσο υψηλοί δείκτες. Ειδικότερα για τα δύο τελευταία μαθηματικά πρότυπα (ιεραρχημένο και πρότυπο διακριτών επιλογών), κατά τη δημιουργία των αρχείων εισόδου καθορίζονται οι εναλλακτικές επιλογές, που έχει ο κάθε πεζός και για τους πεζούς που αναφέρονται παραπάνω (Κατηγορία 1 και 2), η εναλλακτική επιλογή είναι μόνο μία, δηλαδή είναι **βέβαιο ότι θα διασχίσουν στις αντίστοιχες διασταυρώσεις** (πιθανότητα οι παραπάνω πεζοί να διασχίσουν στην αντίστοιχη διασταύρωση P=1).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω καταλαβαίνει κανείς ότι **οι τιμές των δεικτών αυτών δεν είναι αξιόπιστες** για τους πεζούς όλων των άλλων κατηγοριών (πεζοί που βαδίζουν έστω και για μικρό διάστημα κατά μήκος του υπόψη οδικού τμήματος). Με αυτό το σκεπτικό αποφασίστηκε να αναπτυχθούν τα ίδια μαθηματικά πρότυπα για τους πεζούς εκείνους, οι οποίοι δεν είχαν προκαθορισμένη συμπεριφορά (αφαιρέθηκαν οι πεζοί των κατηγοριών 1 και 2 των οποίων η πιθανότητα να διασχίσουν στις διασταυρώσεις είναι ίση με 1). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται παρακάτω και έχουν εξαιρετικό ενδιαφέρον.

Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του κάθε προτύπου, όσον αφορά στις τιμές των συντελεστών των μεταβλητών και των αντίστοιχων τιμών του κριτηρίου-t.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΛΥΩΝΙΜΙΚΟΥ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ		
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Συντελεστές (Coefficient)	(t-test)
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΗΝ **ΔΙΑΒΑΣΗ**		
Προέλευση Πεζού	0	-
Προορισμός Πεζού	0	-
Φύλο Πεζού	0	-
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0	-
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0	-
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	0	-
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 2**		
Προέλευση Πεζού	0.0272	0.171
Προορισμός Πεζού	-0.3227	-2.310
Φύλο Πεζού	-0.8634	-1.835
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	3.0428	5.833
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0.1461	-2.547
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	2.1585	2.128
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 3**		
Προέλευση Πεζού	0.2834	1.898
Προορισμός Πεζού	-0.0914	-0.704
Φύλο Πεζού	0.0913	0.212
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	2.8172	5.643
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.0276	-0.537
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	-0.6384	-0.708
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 4**		
Προέλευση Πεζού	0.6373	4.093
Προορισμός Πεζού	0.1985	1.436
Φύλο Πεζού	0.2749	0.604
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	2.3413	4.451
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0.1277	-2.282
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	-0.9716	-1.052
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 5**		
Προέλευση Πεζού	0.9087	5.309
Προορισμός Πεζού	0.3495	2.341
Φύλο Πεζού	-0.8283	-1.535
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	1.5846	2.759
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0.0852	-1.440
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	-2.4298	-2.654
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 6**		
Προέλευση Πεζού	0.6676	3.349
Προορισμός Πεζού	0.1964	1.073
Φύλο Πεζού	0.1263	0.207
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	2.4768	3.680
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0.2081	-2.648
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων	-1.1615	-1.016

Πίνακας 5.12 Αποτελέσματα πολυωνυμικού προτύπου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ		
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Συντελεστές (Coefficient)	(t-test)
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΗΝ **ΔΙΑΒΑΣΗ**		
Φύλο Πεζού	0.6190	1.877
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	-1.3352	-2.920
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.0885	1.747
Χρόνος Αναμονής	0.1197	3.479
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 2**		
Διάβαση	0.5902	3.477
Προορισμός Πεζού	-0.3252	-3.734
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0.7189	2.039
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 3**		
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0.8116	2.267
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1466	3.220
Κατεύθυνση Πεζού	-0.9201	-3.526
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 4**		
Προέλευση Πεζού	0.2513	2.900
Χρόνος Αναμονής	-0.1403	-2.191
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1096	1.931
Κατεύθυνση Πεζού	-0.5487	-1.975
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 5**		
Προέλευση Πεζού	0.2401	2.278
Χρόνος Αναμονής	-0.1548	-1.927
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1926	2.760
Κατεύθυνση Πεζού	-1.1587	-3.355
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 6**		
Προέλευση Πεζού	0.2024	1.588
Κυκλοφοριακός Φόρτος	-0.1229	-1.802
Χρόνος Αναμονής	0.1139	2.251

Πίνακας 5.13 Αποτελέσματα προτύπου διακριτών επιλογών

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΙΕΡΑΡΧΗΜΕΝΟΥ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ		
Μεταβλητές	Συντελεστές	t-test
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 1** (ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 1)		
Ένδειξη Φωτεινού Σηματοδότη	-0.9156	-1.741
Εμπλοκή με διερχόμενη κυκλοφορία	-2.2938	-2.226
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.9629	1.022
Χρόνος Αναμονής	0.1904	2.103
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 2** (ΤΜΗΜΑ 2)		
Εμπλοκή με διερχόμενη κυκλοφορία	0.4954	1.397
Υπαρξη οχημάτων επάνω στη Διάβαση	0.4953	2.759
Φύλο Πεζού	-0.9718	-2.952
Προορισμός πεζού	-0.4112	-4.153
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 3** (ΤΜΗΜΑ 3)		
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1473	3.164
Εμπλοκή με διερχόμενη κυκλοφορία	0.4600	1.338
Κατευθυνση Πεζού	-1.4995	-5.027
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 4** (ΤΜΗΜΑ 4)		
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1243	2.162
Προέλευση Πεζού	0.1694	2.022
Κατευθυνση Πεζού	-1.3405	-4.155
Χρόνος Αναμονής	-0.1484	-2.327
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 5** (ΤΜΗΜΑ 5)		
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.2140	3.064
Προέλευση Πεζού	0.1542	1.490
Κατευθυνση Πεζού	-1.9790	-5.107
Χρόνος Αναμονής	-0.1592	-2.013
Συνάρτηση Χρησιμότητας για την **ΕΠΙΛΟΓΗ 6** (ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ 2)		
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.2148	1.332
Προέλευση Πεζού	-0.4299	-1.481
Χρόνος Αναμονής	0.1482	1.581
Προορισμός πεζού	-1.3081	-2.803
Συμπεριλαμβανομενες Αξιές		
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΗ	0.6738	2.530
ΕΝΤΟΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΥ	1.5033	3.356

Πίνακας 5.14 Αποτελέσματα ιεραρχημένου προτύπου.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένας πίνακας με τις τιμές των στατιστικών ελέγχων των μαθηματικών προτύπων, καθώς αναφέρονται και όλες οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των συνολικών προτύπων, που αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους και των προτύπων, που προέκυψαν μετά την αφαίρεση των πεζών που ανήκουν στις κατηγορίες 1 και 2.

Στατιστικοί έλεγχοι	ΠΟΛΥΩΝΙΜΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ (Multinomial Logit Model)	ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΑΚΡΙΤΩΝ ΕΠΙΛΟΓΩΝ (Discrete Choice Model)	ΙΕΡΑΡΧΗΜΕΝΟ ΠΡΟΤΥΠΟ (Nested Logit Model)
Ελεγχος χ^2 (Chi-squared)	163,303		424,609
Ελεγχος R^2 (R-sqrd)		0,30496	0,37582
Διορθωμένο R^2 (R-sqAdj)		0,29077	0,36129

Πίνακας 5.15 Τιμές στατιστικών δεικτών των μαθηματικών προτύπων.

Για το πρότυπο διακριτών επιλογών καθώς και για το ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο, εύκολα μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι **τα αποτελέσματα**, όσον αφορά στους συντελεστές των μεταβλητών και τις τιμές του κριτηρίου-t των συντελεστών είναι **πανομοιότυπα** με τα **συνολικά πρότυπα**, που αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους και συμπεριλάμβαναν τους πεζούς των κατηγοριών 1 και 2. Δηλαδή συμπεραίνεται ότι κατά την ανάπτυξη των δύο αυτών προτύπων δεν λαμβάνονται υπόψη, κατά την εκτίμηση των συντελεστών των συναρτήσεων χρησιμότητας, οι παρατηρήσεις εκείνες (πεζοί) κατά τις οποίες η πραγματοποιούμενη επιλογή είναι προκαθορισμένη και η πιθανότητα να συμβεί είναι ίση με 1. Όμως παρά το γεγονός ότι οι τιμές των συντελεστών παραμένουν οι ίδιες δεν συμβαίνει το ίδιο με τους στατιστικούς δείκτες, που αφορούν στο συνολικό πρότυπο. Έτσι αφαιρώντας ένα μεγάλο πλήθος ατόμων, του οποίου η συμπεριφορά προβλεπόταν με ακρίβεια (πιθανότητα ίση με 1) από το μαθηματικό πρότυπο είναι αναμενόμενο να διαφοροποιηθούν (μειωθούν) οι τιμές των κριτηρίων ελέγχου, που αφορούν στο σύνολο του προτύπου. Με αυτόν τον τρόπο η τιμή του κριτηρίου $\mathbf{R^2}$ και η **διορθωμένη τιμή του** $\mathbf{R^2}$ για το πρότυπο διακριτών επιλογών μεταβάλλονται από **0,88524** και **0,88301** σε **0,30496** και **0,29077** αντίστοιχα. Ομοίως για το ιεραρχημένο λογαριθμικό πρότυπο οι τιμές του **κριτηρίου** $\boldsymbol{\chi^2}$**,** $\mathbf{R^2}$ και η **διορθωμένη τιμή του** $\mathbf{R^2}$ μειώνονται από **4577,947** **0,86652** και **0,86341** σε **424,609** **0,37582** και **0,36129** αντίστοιχα.

Όπως αναφέρεται, στα δύο αυτά πρότυπα είχαν καθοριστεί από την δημιουργία των αρχείων εισόδου, οι εναλλακτικές επιλογές που είχε ο κάθε πεζός γεγονός, το οποίο δεν συμβαίνει κατά την ανάπτυξη του πολυωνυμικού λογαριθμικού προτύπου. Στο πολυωνυμικό πρότυπο θεωρείται ότι ο κάθε πεζός έχει τις ίδιες εναλλακτικές επιλογές με τους υπόλοιπους, δηλαδή όλα τα τμήματα του υπόψη οικοδομικού τετραγώνου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το γεγονός ότι κατά την αφαίρεση των πεζών των κατηγοριών 1 και 2, προκύπτουν **διαφορετικά** αποτελέσματα από αυτά του συνολικού προτύπου που παρουσιάζονται σε προηγούμενη παράγραφο. Τα αποτελέσματα διαφέρουν τόσο ως προς τις τιμές των συντελεστών των μεταβλητών και των αντίστοιχων τιμών του κριτηρίου-t, όσο και στις τιμές των κριτηρίων που αφορούν στο σύνολο του προτύπου. Έτσι όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.14 οι τιμές των συντελεστών διαφέρουν από τους αντίστοιχους, που είχαν υπολογιστεί για το σύνολο των πεζών και οι τιμές του κριτηρίου-t είναι σημαντικά μικρότερες, με αποτέλεσμα μεγάλο μέρος των μεταβλητών να μην κρίνονται στατιστικά σημαντικές. Επίσης η τιμή του κριτηρίου χ^2 μειώνεται από **2221,504** σε **163,303.** Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι στην περίπτωση που αφαιρεθούν οι πεζοί, οι οποίοι είχαν πλήρως προκαθορισμένη και προβλέψιμη συμπεριφορά, το πολυωνυμικό πρότυπο αδυνατεί να περιγράψει το φαινόμενο και ορθώς επιλέχτηκε να αναπτυχθούν και τα άλλα δύο πρότυπα μέσω των οποίων πραγματοποιούνται σαφώς καλύτερες προβλέψεις. Επισημαίνεται ότι στην περίπτωση, όπου αφαιρέθηκαν οι πεζοί των κατηγοριών 1 και 2, έγινε απόπειρα δημιουργίας προτύπου και με διαφορετικές μεταβλητές από αυτές του αρχικού προτύπου που περιγράφεται σε προηγούμενη παράγραφο, όμως στην περίπτωση του πολυωνυμικού προτύπου ήταν αδύνατο να προκύψει πρότυπο που να περιγράφει ικανοποιητικά το φαινόμενο επιλογής διαδρομής από τους πεζούς.

* Κατά την περιγραφή και επεξήγηση των αποτελεσμάτων του ιεραρχημένου λογαριθμικού προτύπου σε προηγούμενη παράγραφο προέκυψε ότι τα πρόσημα των μεταβλητών, **προέλευση** και **προορισμός** για την **επιλογή 6,** ήταν **αρνητικά** γεγονός που αντιτίθεται με τη λογική αφού από τις μετρήσεις προκύπτει πως όσο πιο μακριά από το φωτεινό σηματοδότη βρίσκεται το σημείο προέλευσης και προορισμού του πεζού (και ειδικότερα αν το σημείο προέλευσης και προορισμού είναι το τμήμα 6 δηλαδή η διασταύρωση Σόλωνος-Εμμ.Μπενάκη) τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των πεζών που διασχίζουν στο τμήμα αυτό. Μάλιστα όλοι οι πεζοί που είχαν προέλευση και προορισμό το τμήμα 6 διέσχισαν σε αυτό. Όμως όπως αναφέρθηκε παραπάνω το ιεραρχημένο πρότυπο προκύπτει, από τους πεζούς εκείνους οι οποίοι είχαν παραπάνω από μία εναλλακτική επιλογή με αποτέλεσμα να μην λαμβάνει υπόψη τους πεζούς της κατηγορίας 2 που είχαν προέλευση και προορισμό το τμήμα 6 και πιθανότητα ίση με τη μονάδα να διασχίσουν σε αυτό. Έτσι για τους υπόλοιπους πεζούς, από το συγκεντρωτικό πίνακα των δεδομένων προκύπτει ότι οι

πεζοί που προέρχονται ή έχουν προορισμό το τμήμα 6 διασχίζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό σε κάποιο άλλο τμήμα, παρά στο τμήμα 6, με αποτέλεσμα να κρίνεται σαν λογικό το γεγονός ότι οι μεταβλητές προέλευση και προορισμός παρουσιάζονται με αρνητικό πρόσημο στη επιλογή 6.

Τέλος αναφέρεται πως οι τιμές των ελαστικοτήτων και των οριακών επιρροών μεταβάλλονται και αυτές με την αφαίρεση από το δείγμα των πεζών των κατηγοριών 1 και 2 και μάλιστα καθώς το δείγμα ελαττώνεται και αφαιρούνται οι πεζοί των δύο αυτών κατηγοριών, στη συμπεριφορά των οποίων οι διάφορες μεταβλητές (εκτός της προέλευσης και του προορισμού τους) παίζουν ασήμαντο ρόλο, είναι αναμενόμενο οι τιμές των ελαστικοτήτων και των οριακών επιρροών να αυξάνονται. Ο τρόπος με τον οποίο μεταβάλλονται δεν επηρεάζει την αναλογία μεταξύ τους, απλά μεταβάλλει τις απόλυτες τιμές τους, καθιστώντας αυτές πολύ σημαντικότερες. Έτσι για παράδειγμα οι τιμές των **ελαστικοτήτων του κυκλοφοριακού φόρτου** για το **πρότυπο διακριτών επιλογών** μεταβάλλονται από τις τιμές **0.113 , 0.213 , 0.168 , 0.255 , -0.160** για το αρχικό συνολικό πρότυπο (όλες οι κατηγορίες πεζών) στις τιμές **0.687 , 1.292 , 1.021 , 1.549 , -0.973** αντίστοιχα. Με αυτόν τον τρόπο οι περισσότερες μεταβλητές μετατρέπονται από ανελαστικές σε ελαστικές, στις περισσότερες περιπτώσεις. Οι ελαστικότητες και οι οριακές επιρροές παρουσιάζονται σε πίνακες αναλυτικά για όλες τις μεταβλητές των νέων προτύπων στο παράρτημα που συνοδεύει την διπλωματική εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται **σύγκριση μεταξύ των προτύπων** που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών, όσον αφορά στο σημείο εντός συγκεκριμένου οδικού τμήματος στο οποίο ο πεζός επιλέγει να διασχίσει την οδό. Από τη σύγκριση θα προκύψει το καταλληλότερο πρότυπο για την περίπτωση, τόσο από θεωρητική άποψη όσο και από τις τιμές των στατιστικών δεικτών που χρησιμοποιούνται, για να υποδείξουν το ποσοστό των περιπτώσεων που είναι σε θέση να προβλέψει το κάθε πρότυπο. Για παράδειγμα εάν το κριτήριο R^2 λάβει την τιμή 0,5 σημαίνει ότι το πρότυπο προβλέπει με επιτυχία το που θα διασχίσει ο πεζός για το 50% των παρατηρήσεων. Επειδή τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται δεν έχουν και τα τρία ένα κοινό δείκτη στατιστικής αξιοπιστίας και δεν χρησιμοποιούνται οι ίδιες ακριβώς μεταβλητές, κανείς δεν μπορεί εύκολα να συγκρίνει τα αποτελέσματα των προτύπων και τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός σε κάποιο τμήμα (ανάλογα με τις τιμές που λαμβάνουν οι διάφορες μεταβλητές), γνωρίζοντας μόνο τη μαθηματική έκφραση των προτύπων (βλέπε πίνακες αποτελεσμάτων Κεφάλαιο 5). Έτσι στη συνέχεια παρατίθενται ορισμένα διαγράμματα, όπου παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο μεταβάλλεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός σε κάποιο τμήμα και για τα τρία πρότυπα. Οι μεταβλητές που είναι κοινές και για τα τρία πρότυπα τίθενται στην ίδια τιμή (π.χ. θεωρείται πως ο πεζός είναι άντρας και στις τρεις περιπτώσεις, έχει τον ίδιο προορισμό και προέλευση σε κάθε περίπτωση κτλ.) και παρατηρείται πως μεταβάλλεται η πιθανότητα σε σχέση με την μεταβολή σε μία μεταβλητή κάθε φορά. Βέβαια τα διαγράμματα αυτά είναι δυνατό να δημιουργηθούν μόνο για μεταβλητές διατεταγμένες που λαμβάνουν αρκετά μεγάλο πλήθος τιμών, όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος και ο χρόνος αναμονής. Τέλος αφού εκτιμηθεί το καταλληλότερο πρότυπο για την περίπτωση, αναφέρονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από το μαθηματικό πρότυπο γύρω από τη συμπεριφορά των πεζών κατά τη διάσχιση της οδού και την επιρροή διαφόρων παραγόντων στην τελική επιλογή του πεζού.

6.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

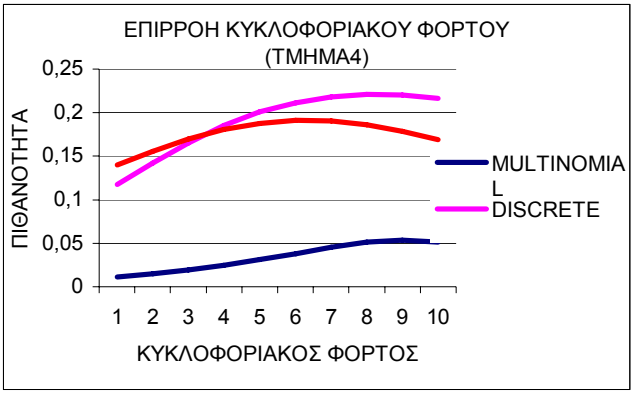
Στην παράγραφο αυτή επιχειρείται σύγκριση των προτύπων **με χρήση των διαγραμμάτων** για τα οποία γίνεται αναφορά στην εισαγωγή του κεφαλαίου και βάση των μαθηματικών τους εκφράσεων (Πιν.6.1) και των τιμών των δεικτών στατιστικής αξιοπιστίας που λαμβάνει το κάθε πρότυπο.

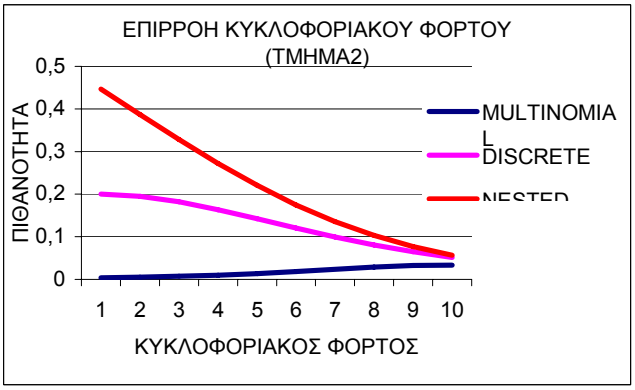
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ			
Μαθηματικά Πρότυπα	Ιεραρχημένο	Διακριτών Επιλογών	Πολυωνυμικό
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΗΝ **ΔΙΑΒΑΣΗ**			
Ένδειξη Φωτεινού Σηματοδότη	-0.9156		
Προέλευση Πεζού			0
Προορισμός Πεζού			0
Φύλο Πεζού		0.6190	0
Χρόνος Αναμονής	0.1904	0.1197	
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	-2.2938	-1.3352	0
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.9629	0.0885	0
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			0
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 2**			
Στάση οχημάτων επάνω στη διάβαση	0.4953	0.5902	
Προέλευση Πεζού			1.48748
Προορισμός Πεζού	-0.4112	-0.3252	0.9667
Φύλο Πεζού	-0.9718		-1.3553
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0.4954	0.7189	2.7061
Κυκλοφοριακός Φόρτος			-0.3277
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-1.0816
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 3**			
Προέλευση Πεζού			1.5994
Προορισμός Πεζού			1.0514
Κατεύθυνση Πεζού	-1.3405	-0.9201	
Φύλο Πεζού			-0.5098
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα	0.4600	0.8116	2.3792
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1473	0.1466	-0.2607
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-2.3652
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 4**			
Προέλευση Πεζού	0.1694	0.2513	1.8368
Προορισμός Πεζού			1.2094
Κατεύθυνση Πεζού	-1.3405	-0.5487	
Φύλο Πεζού			-0.2835
Χρόνος Αναμονής	-0.1484	-0.1403	
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα			2.2078
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.1243	0.1096	-0.3671
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-2.3205
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 5**			
Προέλευση Πεζού	0.1542	0.2401	2.0775
Προορισμός Πεζού			1.3007
Κατεύθυνση Πεζού	-1.979	-1.1587	
Φύλο Πεζού			-1.1508
Χρόνος Αναμονής	-0.1592	-0.1548	
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα			1.6209
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.2140	0.1926	-0.3208
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-3.7938
ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΝΑ ΔΙΑΣΧΙΣΟΥΝ ΣΤΟ **ΤΜΗΜΑ 6**			
Προέλευση Πεζού	-0.4299	0.2024	2.8385
Προορισμός Πεζού	-1.3081		2.1490
Φύλο Πεζού			-1.2473
Χρόνος Αναμονής	0.1482	0.1139	
Εμπλοκη με διερχόμενα οχήματα			1.6870
Κυκλοφοριακός Φόρτος	0.2148	-0.1229	-0.5096
Παράνομη Στάθμευση Οχημάτων			-5.8145

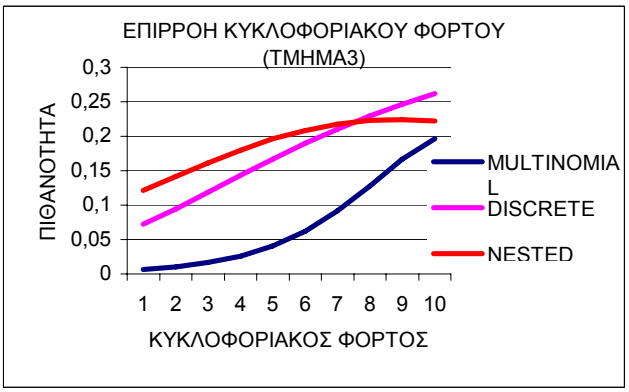
Πίνακας 6.1 Σύγκριση των μαθηματικών προτύπων.

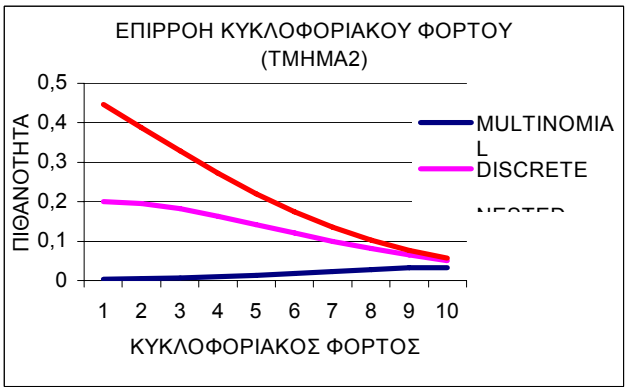
6.2.1 Συγκριτικά Διαγράμματα Πιθανότητας

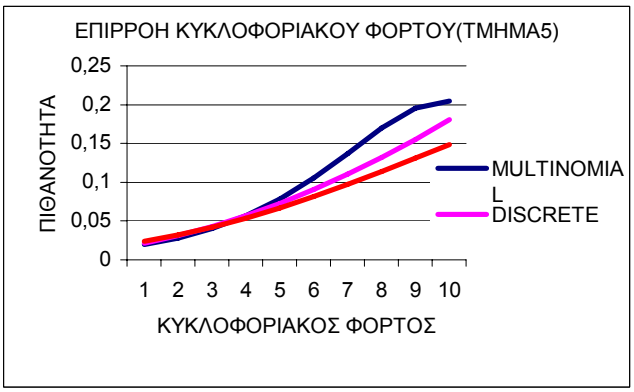
Η πρώτη σειρά διαγραμμάτων αναφέρεται σε πεζό ο οποίος είναι άντρας, έχει προέλευση το τμήμα 1 και προορισμό το τμήμα 6, δεν εμπλέκεται στην κυκλοφορία των οχημάτων, δεν αναμένει στην άκρη του οδοστρώματος μέχρι να διασχίσει και τη στιγμή που φτάνει στο τμήμα 1 η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη για τους πεζούς είναι πράσινη και δεν υπάρχουν οχήματα επάνω στις διαγραμμίσεις της διάβασης. Κρατώντας τις μεταβλητές αυτές σταθερές και για διάφορες τιμές του κυκλοφοριακού φόρτου προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα.

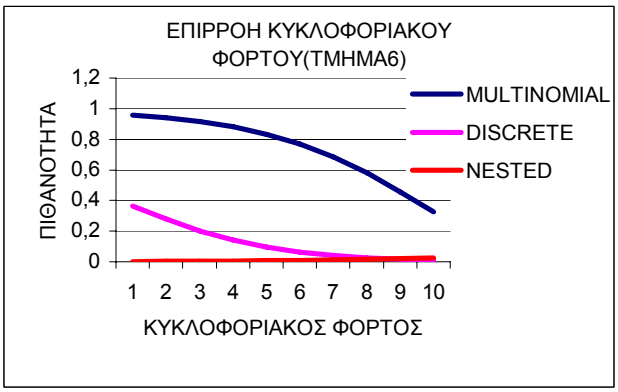






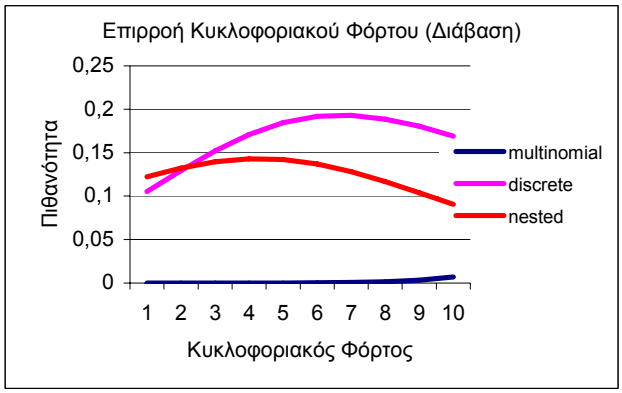


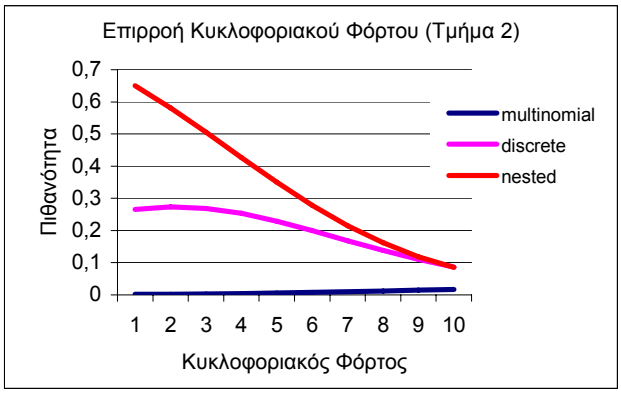


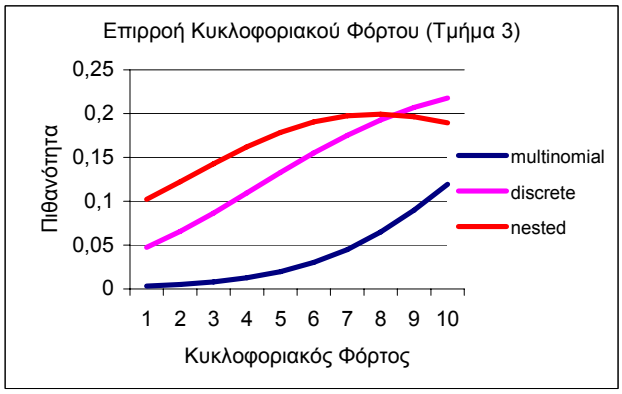


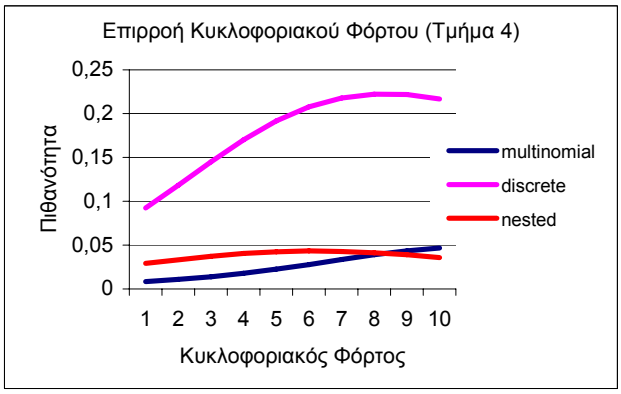
Σχήμα 6.1 Επιρροή Κυκλοφοριακού Φόρτου

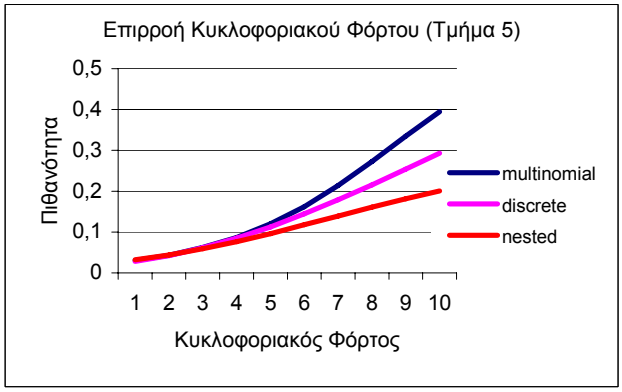
Αλλάζοντας στα παραπάνω διαγράμματα το φύλο του πεζού, υποθέτοντας ότι ο πεζός εμπλέκεται στην κυκλοφορία των οχημάτων, ο χρόνος αναμονής στην άκρη του οδοστρώματος είναι 5 δευτερόλεπτα, ενώ αντιστρέφεται η προέλευση και ο προορισμός του και επιπλέον υπάρχουν οχήματα επάνω στις διαγραμμίσεις της διάβασης κατά την κόκκινη (για τα οχήματα) ένδειξη προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα.

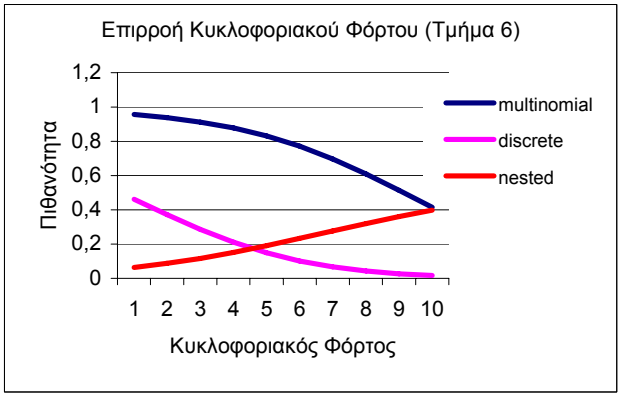






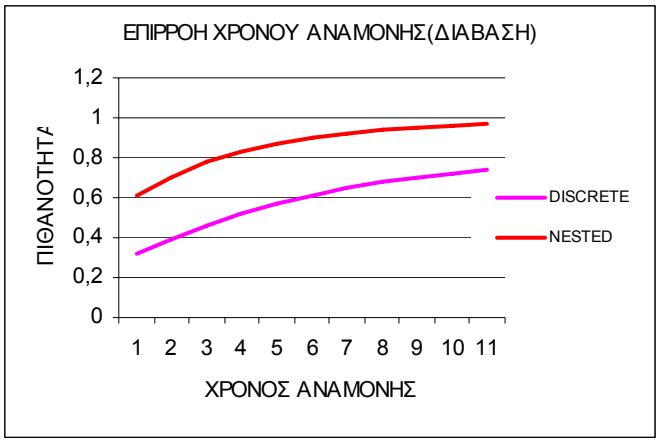


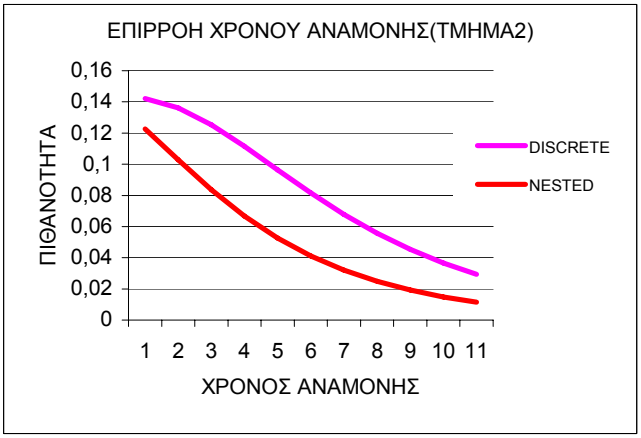


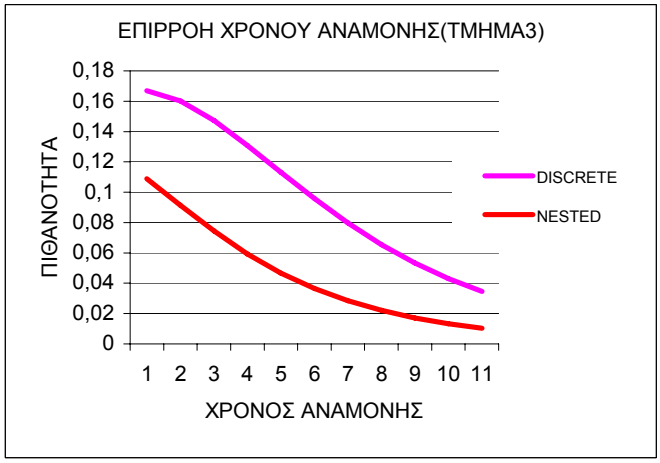


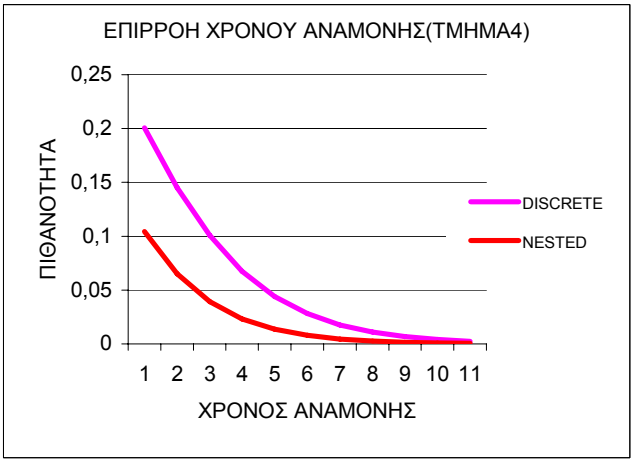
Σχήμα 6.2 Επιρροή Κυκλοφοριακού Φόρτου.

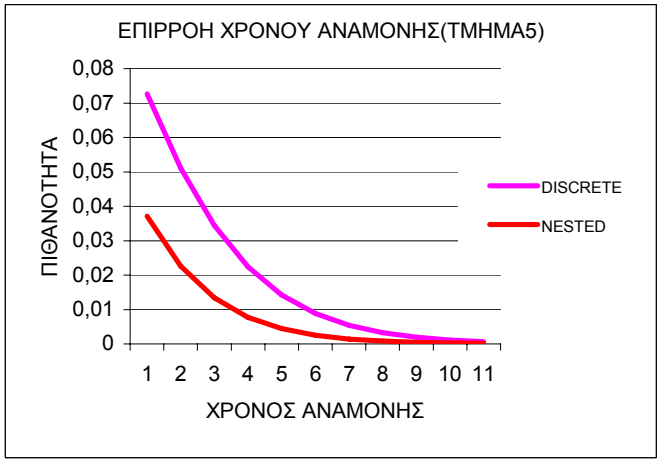
Τα διαγράμματα που ακολουθούν αναφέρονται σε πεζούς με προέλευση το τμήμα 1 και προορισμό το τμήμα 6 και εκφράζουν την επιρροή του χρόνου αναμονής.

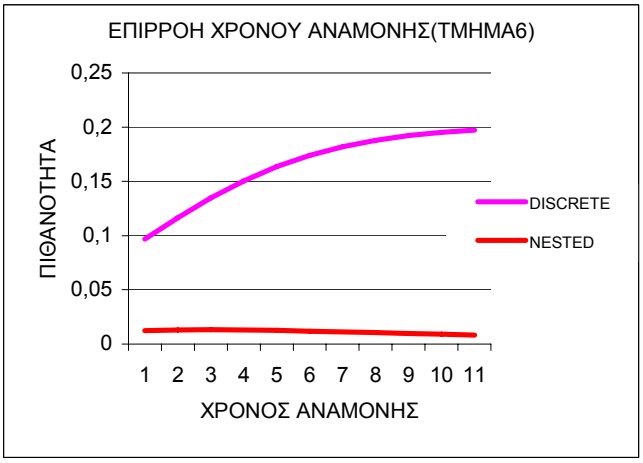












Σχήμα 6.3 Επιρροή Χρόνου Αναμονής

6.2.2 Συμπεράσματα για την καταλληλότητα των προτύπων

6.2.2.1 Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο

Κατ΄ αρχήν αναφέρεται ότι στα διαγράμματα επιρροής του χρόνου αναμονής δεν συγκαταλέγεται το πολυωνυμικό πρότυπο, καθώς η μεταβλητή αυτή (χρόνος αναμονής) δεν ήταν στατιστικά σημαντική, όπως προέκυψε κατά την ανάπτυξη του προτύπου. Όπως αναφέρεται και σε προηγούμενες παραγράφους το πολυωνυμικό πρότυπο θεωρητικά υστερεί έναντι των δύο άλλων προτύπων. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο ότι κατά την ανάπτυξη του πολυωνυμικού προτύπου δεν λαμβάνονται υπόψη τα μειωμένα σύνολα επιλογών, με αποτέλεσμα όλοι οι πεζοί να φαίνεται ότι έχουν τις ίδιες ακριβώς εναλλακτικές επιλογές, γεγονός που προφανώς δεν αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα. Επίσης στο πολυωνυμικό πρότυπο στις συναρτήσεις χρησιμότητας όλων των επιλογών εμφανίζονται οι ίδιες μεταβλητές. Έτσι π.χ. αν κάποια μεταβλητή είναι πολύ σημαντική για μία επιλογή και στατιστικά ασήμαντη για τις υπόλοιπες, η μεταβλητή αυτή δεν χρησιμοποιείται στο συνολικό πρότυπο. Έτσι κανείς είναι αναγκασμένος να χρησιμοποιήσει μόνο τις μεταβλητές εκείνες που είναι στατιστικά σημαντικές για όλες τις επιλογές, εισάγοντας έτσι μεγάλες ανακρίβειες καθώς μεταβλητές που πραγματικά μπορεί να επηρεάζουν το αποτέλεσμα μένουν έξω από το πρότυπο. Εξάλλου οι μεγάλες τιμές του κριτηρίου x^2 δεν είναι αξιόπιστες καθώς προκύπτουν χάρις στο μεγάλο πλήθος ατόμων με προκαθορισμένη συμπεριφορά (πεζοί που ανήκουν στις κατηγορίες 1 και 2). Αν από το δείγμα αφαιρεθούν τα άτομα αυτά τότε η τιμή του κριτηρίου μειώνεται σημαντικά, ενώ ταυτόχρονα αρκετές μεταβλητές που είχαν εισαχθεί στο πρότυπο κρίνονται στατιστικά μη σημαντικές.

Η μη καταλληλότητα του προτύπου προκύπτει και από τη σύγκριση των διαγραμμάτων που παρουσιάζονται νωρίτερα. Στα περισσότερα διαγράμματα φαίνεται ότι τα αποτελέσματα των δύο άλλων προτύπων παρουσιάζουν μια κοινή τάση και παραπλήσιες τιμές των πιθανοτήτων, σε αντίθεση με το πολυωνυμικό πρότυπο όπου παρουσιάζονται μεγάλες αποκλίσεις για τις περισσότερες επιλογές. Στην πρώτη σειρά διαγραμμάτων παρατηρείται υποεκτίμηση των πιθανοτήτων να διασχίσει ο πεζός στα τμήματα 1 έως 3, υπερεκτίμηση της πιθανότητας να διασχίσει στο τμήμα 6 (διασταύρωση 2) και μόνο για την επιλογή 5 τα αποτελέσματα φαίνεται να συμφωνούν με αυτά των άλλων προτύπων. Έτσι π.χ. προκύπτει πως για ένα πεζό με προέλευση το τμήμα 1 (διασταύρωση 1) και προορισμό το τμήμα 5 (διασταύρωση 2) η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 1 (όπου υπάρχει και διάβαση) είναι μηδαμινή για μικρές τιμές του κυκλοφοριακού φόρτου και επίσης εξαιρετικά χαμηλή για αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Το

γεγονός αυτό δεν φαίνεται λογικό αφού από την επεξεργασία των δεδομένων φαίνεται πως οι πεζοί με τα παραπάνω χαρακτηριστικά (προέλευση, προορισμό κτλ.) διασχίζουν σε ποσοστό 37,7% στη διάβαση και σε πολύ μικρότερα ποσοστά στα άλλα τμήματα. Επίσης στο διάγραμμα παρατηρείται ότι η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 6 (διασταύρωση 2) κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα από 0,9 έως 0,4, ενώ είναι χαρακτηριστικό ότι από τα άτομα που είχαν προέλευση το τμήμα 1 και προορισμό το τμήμα 2 κανείς δεν επέλεξε να διασχίσει στο τμήμα 6.

Από τη δεύτερη σειρά διαγραμμάτων, που αναφέρεται σε άτομα με προέλευση το τμήμα 6 και προορισμό το τμήμα 1 το πρότυπο παρέχει πολύ μικρές τιμές πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στα τμήματα 1 έως 4 και αντίστοιχα πολύ μεγάλη τιμή της πιθανότητας να διασχίσει στο τμήμα 6. Και αυτά τα αποτελέσματα αντιτίθενται στις μετρήσεις αφού υπολογίζεται ότι ποσοστό ίσο με 64,4% των πεζών με τα παραπάνω χαρακτηριστικά διασχίζουν στα τμήματα 1 έως 4. Τα σφάλματα αυτά οφείλονται στη μη δυνατότητα ορισμού των μειωμένων συνόλων επιλογών των πεζών, έτσι από το πρότυπο μπορεί να προκύψουν υψηλές τιμές πιθανοτήτων για ορισμένες κινήσεις, που δεν είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν από τον πεζό. Για παράδειγμα εάν τεθεί ως προέλευση και προορισμός του πεζού το τμήμα 6, θα έπρεπε να προκύπτουν μηδενικές πιθανότητες να διασχίσει ο πεζός π.χ. στο τμήμα 1, γεγονός που δεν συμβαίνει καθώς το πολυωνυμικό πρότυπο υπολογίζει τιμές διάφορες του μηδενός για παρόμοιες περιπτώσεις.

Από όλα αυτά συμπεραίνει κανείς πως το πολυωνυμικό λογαριθμικό πρότυπο δεν είναι κατάλληλο για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών, όσον αφορά στην επιλογή του σημείου που θα διασχίσει εντός συγκεκριμένου οδικού τμήματος.

6.2.2.2 Πρότυπο Διακριτών Επιλογών – Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο

Από θεωρητικής άποψης το **ιεραρχημένο πρότυπο** φαίνεται να **υπερτερεί του προτύπου διακριτών επιλογών**. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα τμήματα 2 έως 5 και τα τμήματα 1 και 6 μοιράζονται κάποια μη παρατηρούμενα και μετρήσιμα χαρακτηριστικά. Η υπόθεση της ύπαρξης κοινών επιρροών μη μετρήσιμων στηρίζεται στο ότι τα τμήματα 2 έως 5 είναι και τα τέσσερα τμήματα midblock, ενώ τα τμήματα 1 και 6 είναι διασταυρώσεις με άλλες οδούς. Επίσης κατά την ανάπτυξη του προτύπου διακριτών επιλογών που προηγήθηκε του ιεραρχημένου προτύπου, παρατηρήθηκε ότι οι δύο αυτές ομάδες (midblock-junction) παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες στα παρατηρούμενα χαρακτηριστικά, με αποτέλεσμα να υποτεθεί ότι παρουσιάζουν ανάλογες ομοιότητες και στις μη παρατηρούμενες επιρροές. Η ύπαρξη των χαρακτηριστικών

αυτών μπορεί να αλλοιώσει τα αποτελέσματα και να αποτελέσει πηγή σφαλμάτων. Τα παραπάνω περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3, όπου αναπτύσσεται το θεωρητικό υπόβαθρο, και αφορούν στην ιδιότητα των λογαριθμικών προτύπων που καλείται **ανεξαρτησία από μη σχετικές μεταβλητές** (ΙΙΑ). Από το παράδειγμα επιλογής διαδρομής, που αναπτύσσεται στην αντίστοιχη παράγραφο του κεφαλαίου 3, είναι φανερό ότι η μη τήρηση της συνθήκης αυτής μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Το ιεραρχημένο πρότυπο έχει δημιουργηθεί με σκοπό να ξεπεραστεί η δυσκολία αυτή. Έτσι χωρίζοντας τις επιλογές σε ομάδες (κλάδους), ανάλογα με τα αναμενόμενα μη παρατηρούμενα χαρακτηριστικά (δημιουργία δέντρου), μπορεί κανείς να ξεπεράσει τη δυσκολία αυτή, καθώς με την ένταξη κάποιων επιλογών σε μία ομάδα αλληλοαναιρούνται οι στοχαστικοί (μη ντετερμινιστικοί) όροι των συναρτήσεων χρησιμότητας των επιλογών αυτών, οι οποίοι αντικατοπτρίζουν τις μη παρατηρούμενες επιρροές.

Από τα διαγράμματα μεταβολής πιθανότητας, που παρουσιάζονται παραπάνω παρατηρείται ότι τα δύο πρότυπα σε γενικές γραμμές παρουσιάζουν ίδια συμπεριφορά, δηλαδή έχουν τις ίδιες τάσεις είτε αυξητικές είτε μειωτικές στις περισσότερες των περιπτώσεων, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να βγουν συμπεράσματα, για το ποιο πρότυπο είναι το ποιο κατάλληλο για την περίπτωση κρίνοντας μόνο από τα διαγράμματα μεταβολής της πιθανότητας. Βεβαίως σε ορισμένες περιπτώσεις, κυρίως για την πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 6 τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι διαφορετικά. Έτσι στην πρώτη σειρά διαγραμμάτων που αναφέρονται σε πεζούς με προέλευση το τμήμα 1 και προορισμό το τμήμα 6 το **ιεραρχημένο πρότυπο δίνει μικρότερες τιμές πιθανότητας** (σχεδόν μηδενικές) να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 6 σε σχέση με το πρότυπο διακριτών επιλογών και φαίνεται να συμφωνεί με τα στοιχεία της βάσης δεδομένων, από όπου προκύπτει πως κανένας πεζός με τα παραπάνω χαρακτηριστικά δεν διέσχισε στο τμήμα 6.

Στη δεύτερη σειρά διαγραμμάτων και ειδικότερα για την επιλογή 6 παρατηρείται πως τα δύο πρότυπα έρχονται σε σύγκρουση. Και πάλι το ιεραρχημένο πρότυπο φαίνεται να δίνει **ορθότερα αποτελέσματα** αφού το πρότυπο διακριτών επιλογών δείχνει ότι η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 6 μειώνεται με την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, και μάλιστα σε πολύ μικρές τιμές, γεγονός που αντιτίθεται τόσο στα στοιχεία που προέκυψαν από τις μετρήσεις όσο και στην διαίσθηση, τη λογική και την εμπειρία από παρόμοιες εφαρμογές. Πράγματι φαντάζει λογικότερο κανείς να επιλέξει να διασχίσει σε διασταύρωση όπου υπάρχει ορατότητα σε φωτεινό σηματοδότη, παρά σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου όταν αυξάνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος. Παρόμοια συμπεράσματα μπορεί να βγάλει κανείς από την σύγκριση των διαγραμμάτων

μεταβολής της πιθανότητας σε σχέση με το χρόνο αναμονής στην άκρη του οδοστρώματος. Έτσι και σε αυτήν την περίπτωση τα δύο πρότυπα δίνουν αποτελέσματα που ακολουθούν τις ίδιες αυξητικές ή μειωτικές τάσεις της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στα τμήματα 1 έως 5 και παρουσιάζουν διαφορά μόνο για τη επιλογή 6. Το πρότυπο διακριτών επιλογών δίνει αυξητική τάση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 6 καθώς αυξάνεται ο χρόνος αναμονής και μάλιστα οι τιμές που παρέχει φαίνεται να είναι αρκετά αυξημένες σε σχέση με την πραγματικότητα ενώ από το ιεραρχημένο πρότυπο προκύπτει πως η πιθανότητα να διασχίσει κανείς στο τμήμα 6 είναι σχεδόν σταθερή για οποιαδήποτε τιμή του χρόνου αναμονής. Οι τιμές της πιθανότητας είναι πολύ μικρές (σχεδόν μηδενικές) και φαίνεται να συμφωνούν με τις μετρήσεις αφού όπως αναφέρεται και παραπάνω παρατηρήθηκε πως κανένα άτομο που είχε προέλευση το τμήμα 1 και προορισμό το τμήμα 6, δεν διέσχισε στο τμήμα 6.

Αναφέρεται ότι για τα πρότυπα στα οποία δεν συμπεριλαμβάνονται οι πεζοί με προκαθορισμένη συμπεριφορά (πεζοί που έχουν μόνο μία εναλλακτική επιλογή άρα πιθανότητα για αυτή την επιλογή P=1),τα οποία είναι πιο αυστηρά και αξιόπιστα από τα συνολικά πρότυπα, οι τιμές του στατιστικού κριτηρίου R^2 για την αξιολόγηση των προτύπων είναι για το Πρότυπο Διακριτών Επιλογών $\mathbf{R^2=0,30496}$ και για το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο $\mathbf{R^2=0,37582}$. Εκτός του κριτηρίου R^2 υπολογίζονται και οι τιμές του διορθωμένου κριτηρίου R^2 και παίρνει τις τιμές $\mathbf{R^2=0,29077}$ και $\mathbf{R^2=0,36129}$ για τα δύο πρότυπα αντίστοιχα.

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι το πλέον κατάλληλο πρότυπο για την περιγραφή της διαδικασίας επιλογής του τμήματος, εντός συγκεκριμένου οικοδομικού τετραγώνου, που θα διασχίσει ο πεζός, είναι το **Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο**. Το γεγονός αυτό στηρίζεται τόσο στους υψηλότερους στατιστικούς δείκτες που παρουσιάζει το ιεραρχημένο πρότυπο σε σχέση με τα υπόλοιπα, αλλά και στην θεωρητικά πιο ορθή χρησιμοποίηση του στη συγκεκριμένη έρευνα. Τέλος το ιεραρχημένο πρότυπο φαίνεται να δίνει ορθότερα αποτελέσματα σε σχέση με τα δύο άλλα πρότυπα αφού τα αποτελέσματα του συμφωνούν με τη λογική και με τα στοιχεία της βάσης δεδομένων. Στην επόμενη παράγραφο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, όσον αφορά στη συμπεριφορά των πεζών καθαυτή και στηρίζονται στο Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο, το οποίο κρίθηκε το καταλληλότερο για την περίπτωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

7.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση της ενδεχόμενης επιρροής ορισμένων παραμέτρων, στη διαδικασία επιλογής του τμήματος που θα διασχίσει την οδό ο πεζός. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν με τη βοήθεια βιντεοσκόπησης και κατόπιν καταγράφηκαν και υπέστησαν στατιστική επεξεργασία. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη στατιστική επεξεργασία είναι το Πολυωνυμικό Λογαριθμικό Πρότυπο, το Πρότυπο Διακριτών Επιλογών και το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο. Από τη στατιστική επεξεργασία προέκυψαν οι παράμετροι εκείνες με τη σημαντικότερη επιρροή στη συμπεριφορά του πεζού, οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. Σημειώνεται ότι οι τιμές που αναγράφονται στον πίνακα αποτυπώνουν τις **ελαστικότητες** των μεταβλητών και όχι τους συντελεστές τους στις συναρτήσεις χρησιμότητας, αφού οι ελαστικότητες είναι πιο άμεσος τρόπος ποσοτικοποίησης της επιρροής των διάφορων μεταβλητών. Επίσης με τη χρήση των ελαστικοτήτων καθίσταται ευχερέστερη η σύγκριση της επιρροής που ασκούν οι ανεξάρτητες μεταβλητές στην εξαρτημένη (τμήμα που διασχίζει ο πεζός). Επισημαίνεται ότι δεν είναι θεωρητικά ορθό να υπολογίζονται οι ελαστικότητες για ποιοτικές μεταβλητές (μεταβλητές που λαμβάνουν τιμές 0 και 1 όπως το φύλο του πεζού), όμως παρόλα αυτά στα επόμενα παρουσιάζονται οι ελαστικότητες που υπολογίστηκαν από το λογισμικό με σκοπό την απεικόνιση του συνόλου του προτύπου και την ποιοτική εκτίμηση της επιρροής της κάθε μεταβλητής. Επιπλέον για κάθε μεταβλητή υπολογίζονται οι ελαστικότητες για τη συγκεκριμένη επιλογή που πραγματοποιεί ο πεζός (εντός του κλάδου στον οποίο ανήκει) αλλά και για τον κλάδο στον οποίο ανήκει η επιλογή που πραγματοποιεί. Η τελική τιμή των ελαστικοτήτων (όπως παρουσιάζεται στο κεφάλαιο 5) προκύπτει από την άθροιση των δύο επιμέρους τιμών.

Τέλος στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι ελαστικότητες τόσο για το αρχικό συνολικό πρότυπο όσο και για τα πρότυπο από το οποίο απουσιάζουν οι πεζοί με προκαθορισμένη συμπεριφορά. Είναι φανερό ότι οι τιμές διαφέρουν όχι όμως και οι τάσεις των επιρροών, ενώ όπως φαίνεται οι τιμές των ελαστικοτήτων για το συνολικό πρότυπο είναι σημαντικά μικρότερες από τις αντίστοιχες για το πρότυπο από το οποίο απουσιάζουν οι πεζοί των κατηγοριών 1 και 2. Οι

πίνακες 7.1 και 7.2 βοηθούν στην εξαγωγή των συμπερασμάτων σχετικά με τη συμπεριφορά των πεζών και ειδικότερα σχετικά με την επιλογή του τμήματος, στο οποίο θα διασχίσει ο πεζός την εξεταζόμενη οδό.

ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ			
	Κλαδος	Επιλογη	Συνολικη Επιρροη
Επιλογη 1	-0,044	-0,015	-0,058
ΕΜΠΛΟΚΗ ΠΕΖΩΝ ΜΕ ΔΙΕΡΧΩΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
Επιλογη 1	-0,163	-0,102	-0,264
Επιλογη 2	0,013	0,065	0,078
Επιλογη 3	0,013	0,065	0,078
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ			
Επιλογη 1	0,06	0,034	0,094
Επιλογη 3	0,045	0,183	0,228
Επιλογη 4	0,016	0,18	0,196
Επιλογη 5	0,014	0,274	0,288
Επιλογη 6	0,115	0,109	0,225
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ			
Επιλογη 1	0,022	0,014	0,036
Επιλογη 4	-0,005	-0,063	-0,068
Επιλογη 5	-0,003	-0,058	-0,061
Επιλογη 6	0,016	0,023	0,039
ΚΑΤΑΛΗΨΗ ΔΙΑΒΑΣΗΣ ΑΠΌ ΟΧΗΜΑΤΑ			
Επιλογη 2	0,021	0,06	0,081
ΦΥΛΟ ΠΕΖΟΥ			
Επιλογη 2	-0,027	-0,118	-0,145
ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΖΟΥ			
Επιλογη 2	-0,036	-0,119	-0,155
Επιλογη 6	-0,2	-0,257	-0,457
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΖΟΥ			
Επιλογη 3	-0,089	-0,358	-0,447
Επιλογη 4	-0,037	-0,368	-0,405
Επιλογη 5	-0,025	-0,502	-0,527
ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΕΖΟΥ			
Επιλογη 4	0,005	0,058	0,062
Επιλογη 5	0,003	0,05	0,053
Επιλογη 6	-0,074	-0,036	-0,11

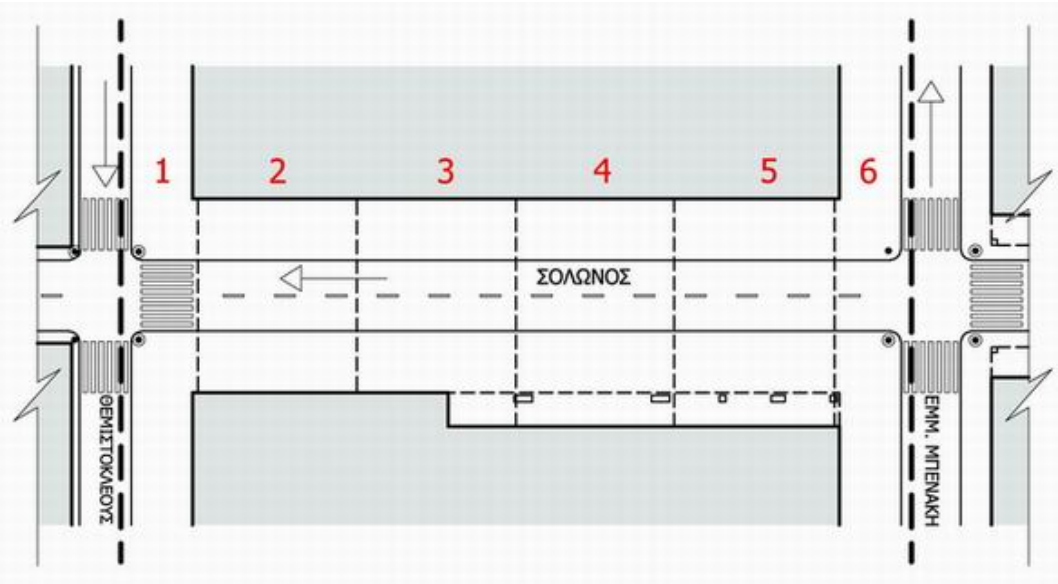
Πίνακας 7.1 Ελαστικότητες για συνολικό πρότυπο

ΕΝΔΕΙΞΗ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ			
	Κλαδος	Επιλογη	Συνολικη Επιρροη
Επιλογη 1	-0,266	-0,09	-0,355
ΕΜΠΛΟΚΗ ΠΕΖΩΝ ΜΕ ΔΙΕΡΧΩΜΕΝΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ			
Επιλογη 1	-0,989	-0,619	-1,607
Επιλογη 2	0,079	0,393	0,472
Επιλογη 3	0,078	0,398	0,476
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ			
Επιλογη 1	0,362	0,209	0,571
Επιλογη 3	0,273	1,113	1,385
Επιλογη 4	0,097	1,095	1,192
Επιλογη 5	0,086	1,664	1,751
Επιλογη 6	0,700	0,665	1,365
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ			
Επιλογη 1	0,134	0,083	0,217
Επιλογη 4	-0,028	-0,385	-0,413
Επιλογη 5	-0,016	-0,353	-0,369
Επιλογη 6	0,098	0,139	0,237
ΚΑΤΑΛΗΨΗ ΔΙΑΒΑΣΗΣ ΑΠΌ ΟΧΗΜΑΤΑ			
Επιλογη 2	0,129	0,365	0,494
ΦΥΛΟ ΠΕΖΟΥ			
Επιλογη 2	-0,167	-0,715	-0,882
ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΖΟΥ			
Επιλογη 2	-0,22	-0,722	-0,942
Επιλογη 6	-1,218	-1,562	-2,78
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΖΟΥ			
Επιλογη 3	-0,543	-2,175	-2,718
Επιλογη 4	-0,222	-2,238	-2,46
Επιλογη 5	-0,154	-3,051	-3,205
ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΕΖΟΥ			
Επιλογη 4	0,028	0,35	0,378
Επιλογη 5	0,016	0,304	0,320
Επιλογη 6	-0,452	-0,217	-0,669

Πιν.7.2 Ελαστικότητες για μειωμένο πρότυπο

7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΠΕΖΩΝ

Τονίζεται ότι τα συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας που σχετίζονται με τη συμπεριφορά των πεζών αναφέρονται σε ένα συγκεκριμένο οδικό τμήμα με κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και κάθε γενίκευσή τους πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης οδού. Γενικεύοντας τα συμπεράσματα είναι δυνατό να σχηματίσει κανείς μια εικόνα για το πώς οι πεζοί αντιλαμβάνονται τις διάφορες αλλαγές στο περιβάλλον της οδού και την ενδεχόμενη επικινδυνότητα που εμπεριέχεται σε αυτές (π.χ. αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου), καθώς και για την αντίδρασή τους σε αυτές, που εκφράζεται μέσα από την επιλογή του σημείου που θα διασχίσουν και τις επικρατούσες συνθήκες σε αυτό. Στη συνέχεια συνοψίζονται τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν για την επιρροή της κάθε μεταβλητής και γενικότερα για τη συμπεριφορά των πεζών στο υπόψη οδικό τμήμα. Στο σχήμα 7.1 παρουσιάζεται η εξεταζόμενη οδός χωρισμένη στα τμήματα 1 έως 6 (τα οποία αποτελούν και τις εναλλακτικές επιλογές του πεζού), με σκοπό την ευχερέστερη κατανόηση των όσων ακολουθούν, όπου γίνονται συνεχής αναφορές στα εν λόγω τμήματα.



Σχήμα 7.1 Εναλλακτικές Επιλογές Πεζού

7.2.1 Συμπεράσματα για την επιρροή των μεταβλητών

Όπως είναι αναμενόμενο η **ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη** παρουσιάζεται περισσότερο σημαντική για το τμήμα 1 όπου και βρίσκεται ο φωτεινός σηματοδότης. Υπενθυμίζεται ότι οι τιμές της μεταβλητής "ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη" ήταν 0 για εκείνους που δεν επηρεάζονταν από το σηματοδότη, 1 για τα άτομα που όταν βρέθηκαν στη διάβαση η ένδειξη ήταν πράσινη και 2 για τα άτομα που όταν βρέθηκαν στη διάβαση η ένδειξη ήταν κόκκινη. Από την αρνητική τιμή της ελαστικότητας συμπεραίνεται ότι αν κάποιος που επιθυμεί να διασχίσει την οδό, βρεθεί στη διάβαση και η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι κόκκινη είναι πιθανότερο να διασχίσει σε κάποιο άλλο σημείο της οδού (που κρίνει ότι είναι ασφαλέστερο ή θα χρειαστεί λιγότερος χρόνος) παρά στην διάβαση όπου ενδεχομένως να αναμένει σημαντικό χρονικό διάστημα έως ότου η ένδειξη γίνει πράσινη. Βεβαίως για να ισχύει αυτό είναι απαραίτητη προϋπόθεση ο προορισμός του πεζού να είναι τέτοιος ώστε να είναι πιθανό να επιλέξει κάποιο άλλο τμήμα να διασχίσει. Επίσης αναφέρεται ότι η μεταβλητή αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική για τις άλλες επιλογές, όμως παρά τη χαμηλή σημαντικότητα οι τιμές για τις υπόλοιπες επιλογές ήταν θετικές που σημαίνει ότι ευσταθεί ο παραπάνω συλλογισμός. Βεβαίως από την τιμή της ελαστικότητας (–0,355) βγαίνει το συμπέρασμα ότι η επιρροή που ασκεί η μεταβλητή αυτή δεν είναι πολύ σημαντική και το πρότυπο κρίνεται ανελαστικό σε ενδεχόμενη αλλαγή της τιμής τις μεταβλητής. Δηλαδή για ενδεχόμενη μεταβολή της ένδειξης από πράσινη σε κόκκινη είναι μικρή η τιμή της επιπλέον πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός σε κάποιο άλλο τμήμα εκτός από τη διάβαση.

Από τον πίνακα των ελαστικοτήτων κανείς μπορεί να συμπεράνει ότι η **εμπλοκή με τα διερχόμενα οχήματα** δρα αρνητικά στο να διασχίσει κανείς στη διάβαση και θετικά στο να διασχίσει σε κάποιο τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου. Αν σκεφτεί κανείς ότι από το πρότυπο απουσιάζουν τα άτομα που είναι βέβαιο ότι θα διασχίσουν στις διαβάσεις (λόγω του προορισμού τους ανεξάρτητα από τις συνθήκες που επικρατούν) οι τιμές των ελαστικοτήτων δείχνουν ότι ένας πεζός που είναι διατεθειμένος να εμπλακεί στην κυκλοφορία των οχημάτων και να προκαλέσει την αντίδραση των οδηγών (ελάττωση ταχύτητας κτλ.), δηλαδή έχει μία τάση να πραγματοποιήσει πιο επικίνδυνες ενέργειες, είναι πιο πιθανό να διασχίσει σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου σε αντίθεση με τα άτομα που δεν είναι διατεθειμένα να εμπλακούν στην κυκλοφορία των οχημάτων. Τα άτομα αυτά, με εν γένει πιο συντηρητική συμπεριφορά, επιλέγουν να διασχίσουν στη διάβαση όπου κρίνουν ότι είναι ασφαλέστερα ενώ είναι διατεθειμένοι να αναμένουν αρκετό χρονικό διάστημα έως ότου μπορέσουν να διασχίσουν απρόσκοπτα. Η τιμή της ελαστικότητας για την επιλογή 1 καθώς και για τον κλάδο στον οποίο ανήκει (διασταυρώσεις) παίρνει υψηλές τιμές –1,607 και –0,989 που σημαίνει ότι τα άτομα που είναι διατεθειμένα να εμπλακούν στην κυκλοφορία έχουν πολύ μεγαλύτερες πιθανότητες να διασχίσουν σε τμήμα εντός

του οικοδομικού τετραγώνου σε σχέση με τους υπόλοιπους. Ενδεχόμενη αλλαγή στη διάθεση του πεζού μεταβάλει σημαντικά την πιθανότητα να διασχίσει στις διασταυρώσεις και ειδικότερα στην διασταύρωση 1, όπου υπάρχει διάβαση για τους πεζούς.

Καθώς αυξάνεται ο **κυκλοφοριακός φόρτος** παρατηρείται αύξηση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός σε όλα τα τμήματα εκτός του τμήματος 2. Βεβαίως οι ελαστικότητες αναφέρονται για τις περιπτώσεις που οι μεταβλητές λαμβάνουν τη μέση τιμή τους και έτσι η επιρροή του φόρτου μπορεί να αλλάξει πρόσημο εάν κάποιες άλλες μεταβλητές πάρουν διαφορετικές τιμές (όπως φαίνεται στα σχήματα 6.1 και 6.2). Γενικότερα, μπορεί κανείς να εξάγει το συμπέρασμα ότι με την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου αυξάνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στις διασταυρώσεις και ταυτόχρονα αυξάνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στα τμήματα εκείνα που βρίσκονται εντός του οικοδομικού τετραγώνου και μάλιστα όσο το δυνατό μακρύτερα από το φωτεινό σηματοδότη. Οι τιμές των ελαστικοτήτων αυξάνονται σημαντικά για τα τμήματα αυτά. Το γεγονός αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από το ότι, όσο μακρύτερα από το φωτεινό σηματοδότη διασχίσει κανείς αποφεύγει τις ουρές οχημάτων που σχηματίζονται εκεί, όπου και εγκυμονούν κίνδυνοι από διελεύσεις δικύκλων ανάμεσα από τα οχήματα οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα να μην γίνονται αντιληπτά τα δίκυκλα από τους πεζούς. Το τμήμα 2 που βρίσκεται αμέσως μετά τη διάβαση είναι αυτό που συγκεντρώνει τις χαμηλότερες πιθανότητες να διασχίσει ο πεζός στην περίπτωση που ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξηθεί αρκετά. Τέλος, οι τιμές των ελαστικοτήτων είναι αρκετά υψηλές, άρα συμπεραίνεται ότι η επιρροή που ασκεί η μεταβολή του κυκλοφοριακού φόρτου στην πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός σε οποιοδήποτε τμήμα είναι αρκετά σημαντική και ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι ένας από τους παράγοντες με την υψηλότερη επιρροή στη συμπεριφορά των πεζών.

Από τις τιμές των ελαστικοτήτων για το **χρόνο αναμονής** προκύπτει ότι οι πεζοί, οι οποίοι είναι διατεθειμένοι να αναμένουν αρκετό χρονικό διάστημα στην άκρη του οδοστρώματος μέχρι τη στιγμή που θα διασχίσουν και όσο ο χρόνος αναμονής αυξάνεται είναι πιθανότερο να διασχίσουν σε μία εκ των δύο διασταυρώσεων και μάλιστα είναι πιο πιθανό να διασχίσουν στην διασταύρωση όπου υπάρχει η διάβαση και τους παρέχεται μεγαλύτερη ασφάλεια. Οι πεζοί που δεν είναι διατεθειμένοι να αναμένουν σημαντικό χρονικό διάστημα αποφεύγουν να διασχίσουν στη διάβαση, όπου μπορεί να χρειαστεί να αναμένουν και προτιμούν να διασχίσουν στο τμήμα εκείνο που τους παρέχει τη δυνατότητα να μειώσουν το χρόνο αναμονής στο ελάχιστο. Φυσικά αν οι συνθήκες στις διασταυρώσεις είναι τέτοιες που το επιτρέπουν (δεν απαιτείται χρόνος αναμονής) οι πεζοί αυτοί μπορεί να διασχίσουν σε οποιοδήποτε σημείο.

Η μεταβλητή αυτή παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική μόνο για την επιλογή του τμήματος 2 όπου λαμβάνει θετική τιμή. Οπότε κανείς οδηγείται στο συμπέρασμα ότι εάν την στιγμή που κάποιος πεζός φτάσει στη διάβαση, η ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη είναι κόκκινη για τα οχήματα και **οι διαγραμμίσεις της διάβασης καλύπτονται από τα οχήματα,** αυξάνεται η πιθανότητα να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2 που βρίσκεται αμέσως μετά τη διάβαση. Η επιρροή που ασκεί η μεταβλητή αυτή δεν είναι πολύ υψηλή με αποτέλεσμα την μικρή αύξηση της πιθανότητας να διασχίσει ο πεζός στο τμήμα 2 εάν συναντήσει οχήματα σταματημένα επάνω στη διάβαση.

Από τις μεταβλητές **προορισμός και προέλευση** του πεζού εξάγεται το συμπέρασμα ότι συνήθως ο πεζός διασχίζει σε τμήματα που βρίσκονται κοντά στο σημείο προέλευσης του ή στο σημείο προορισμού του και τις περισσότερες φορές με κριτήριο την ελαχιστοποίηση του χρόνου διαδρομής του. Ο προορισμός εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο για τους πεζούς που διασχίζουν στο τμήμα 6. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στα οχήματα που συστηματικά σταθμεύουν παράνομα στα τελευταία τμήματα της οδού, με αποτέλεσμα οι πεζοί που κατευθύνονται προς το τμήμα 6 να διασχίζουν νωρίτερα αφού είναι δύσκολη η προσπέλαση στα τμήματα όπου παρατηρείται παράνομη στάθμευση. Επισημαίνεται ότι από τους πεζούς εκείνους που είχαν προέλευση το τμήμα 1 και προορισμό το τμήμα 6 κανείς δεν διέσχισε στο τμήμα 6. Σημειώνεται επίσης ότι ο προορισμός των πεζών εμφανίζεται με σημαντικές τιμές της ελαστικότητας που σημαίνει ότι οι πεζοί με προορισμό το τμήμα 6 ή άλλο τμήμα κοντά σε αυτό έχουν πολύ μικρές πιθανότητες να διασχίσουν στο τμήμα 6 με την προϋπόθεση ότι δεν έχουν ως σημείο προέλευσης κάποιο από τα παραπάνω τμήματα. Επίσης η προέλευση του πεζού εμφανίζεται με αρνητικό πρόσημο στην επιλογή 6 που σημαίνει και πάλι ότι αν κάποιος πεζός έχει σημείο προέλευσης το τμήμα 6 και κατευθύνεται π.χ. προς τα τμήματα 1 ή 2, είναι μικρή η πιθανότητα να διασχίσει στο τμήμα 6. Στην περίπτωση που ο προορισμός του είναι κάποιο τμήμα κοντά στο τμήμα 6 αυξάνεται η πιθανότητα να διασχίσει στο τμήμα 6 σε σχέση με έναν πεζό με προορισμό κάποιο από τα πρώτα τμήματα.

Το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί από την μεταβλητή αυτή είναι ότι οι πεζοί που είχαν **κατεύθυνση** από το τμήμα 1 προς το τμήμα 6 είναι λιγότερο πιθανό να διασχίσουν στα τμήματα 3, 4 και 5 σε σχέση με εκείνους που έχουν αντίθετη κατεύθυνση. Το γεγονός αυτό οφείλεται πιθανότατα στην παράνομη στάθμευση των οχημάτων που παρουσιάζεται εντονότερη στα τμήματα 3 έως 6 και αναγκάζει τους πεζούς που θέλουν να διασχίσουν να το κάνουν πριν φτάσουν

στα σημεία αυτά όπου είναι δυσκολότερη η προσπέλαση. Επίσης, αν κάποιος πεζός προέρχεται από το τμήμα 1 και κατευθύνεται προς το τμήμα 6 περνά πρώτα από το τμήμα 1, όπου παρέχεται μεγαλύτερη ασφάλεια σε κάποιον που επιθυμεί να διασχίσει, με αποτέλεσμα οι πεζοί αυτοί να διασχίζουν σε μεγαλύτερα ποσοστά στο τμήμα 1 και ενδεχομένως και στο τμήμα 2 σε σχέση με τα τμήματα 3,4 και 5. Από τις τιμές που λαμβάνουν οι ελαστικότητες της μεταβλητής καταλαβαίνει κανείς ότι η επιρροή που ασκεί η μεταβολή της κατεύθυνσης του πεζού στην επιλογή του τμήματος που θα διασχίσει είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Όπως αναφέρεται σε αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές (Keall M.D.,1995 / Γκόλιας Ι.Κ., Φραντζεσκάκης Ι.Μ., 1994) οι **γυναίκες** έχουν μια τάση να ριψοκινδυνεύουν λιγότερο όσον αναφορά στα θέματα οδικής ασφάλειας σε σχέση με τους **άντρες.** Έτσι και στην παρούσα εργασία προέκυψε πως οι γυναίκες διασχίζουν σε μικρότερο ποσοστό σε τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου από τους άντρες και αντίστοιχα σε μεγαλύτερα ποσοστά στις διασταυρώσεις. Επίσης τα ποσοστά των γυναικών που διέσχισαν με κόκκινη ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη και ενεπλάκησαν με την κυκλοφορία είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα των αντρών.

7.2.2 Γενικά Συμπεράσματα

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν, σχετικά με τη συμπεριφορά του πεζού, όσον αφορά στο τμήμα συγκεκριμένης οδού, στο οποίο επιλέγει να διασχίσει. Επίσης παρουσιάζονται και κάποια συμπεράσματα, σχετικά με την καταλληλότητα των προτύπων και την επιλογή του καταλληλότερου, για τη περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών. Έτσι τα συμπεράσματα που εξήχθησαν είναι τα ακόλουθα:

1) Οι πεζοί που ο προορισμός τους δεν τους υπαγορεύει να διασχίσουν σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, σε πολύ μεγάλο ποσοστό **διασχίζουν το οδόστρωμα σε σημεία εκτός των διαβάσεω**ν παραβιάζοντας των ΚΟΚ. Έτσι παρατηρείται μεγάλος αριθμός πεζών που διασχίζουν σε τμήματα όπου δεν υπάρχει φωτεινός σηματοδότης ή διάβαση ενώ και από τους πεζούς που διασχίζουν σε τμήμα, όπου υπάρχει φωτεινός σηματοδότης ένα όχι αμελητέο ποσοστό (11,5%) διασχίζει κατά την κόκκινη ένδειξη.

2) Τα πρώτα τρία τμήματα συγκεντρώνουν τα μεγαλύτερα ποσοστά διελεύσεων, γεγονός που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην **παράνομη στάθμευση** οχημάτων επάνω στο πεζοδρόμιο που

ήταν συστηματική ιδιαίτερα στα τμήματα 4 έως 6 από την πλευρά του εξεταζόμενου τμήματος που βρίσκεται προς την οδό Ακαδημίας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δυσχεραίνει την πρόσβαση των πεζών στα πεζοδρόμια των τμημάτων αυτών και να τους αναγκάζει να διασχίσουν στα προηγούμενα τμήματα και να συνεχίσουν τη διαδρομή τους στην απέναντι πλευρά, όπου χάρις σε κάποια κάγκελα που βρίσκονταν στο πεζοδρόμιο δεν παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός σταθμευμένων οχημάτων.

3) Τα σημαντικά ποσοστά των διελεύσεων σε τμήματα εσωτερικά του οικοδομικού τετραγώνου οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην προσπάθεια των πεζών για όσο το δυνατό μεγαλύτερη **μείωση του χρόνου διαδρομής** και γενικότερα του χρόνου που ξοδεύει στις μεταφορές. Έτσι όταν ένας πεζός καταφτάνει στη διάβαση και αντικρίζει την κόκκινη ένδειξη, πιθανότατα να μην αναμένει στη διάβαση (χρόνοι αναμονής έως και 25-30 sec) αλλά να κινηθεί σε άλλο τμήμα, όπου ενδεχομένως να εκμεταλλευτεί κάποιο κενό στη ροή των οχημάτων και να μην χρειαστεί να αναμένει στην άκρη του οδοστρώματος. Το συμπέρασμα αυτό ενισχύεται από το γεγονός ότι οι πεζοί, που εμπλέκονται στην κυκλοφορία των οχημάτων, εκμεταλλεύονται χρονικούς διαχωρισμούς των οχημάτων έως και 5 δευτερολέπτων σε ποσοστό που φτάνει το 76,75%, που αποτελεί μια σημαντική ένδειξη της μεγάλης σημασίας που έχει αποκτήσει ο χρόνος στη σύγχρονη κοινωνία αφού κανείς είναι διατεθειμένος να ριψοκινδυνέψει περισσότερο προκειμένου να εξοικονομήσει λίγο χρόνο.

4) Η **προσπάθεια εξοικονόμησης χρόνου** που οδηγεί σε συμπεριφορές που εμπεριέχουν **μεγαλύτερο κίνδυνο** επαληθεύεται και από τα υψηλά ποσοστά (41,7%) των πεζών που είναι διατεθειμένοι να εμπλακούν στην κυκλοφορία των οχημάτων προκειμένου να διασχίσουν την οδό.

5) Ένα **κενό στη ροή των οχημάτων** της τάξεως των **3 δευτερολέπτων** είναι αρκετό ώστε να διασχίσουν την οδό οι πεζοί σε ποσοστό **36,05%.** Τα παραπάνω ποσοστά διαφοροποιούνται ανάμεσα σε άντρες και γυναίκες καθώς και ανάμεσα στις διάφορες ηλικιακές ομάδες όμως η τάξη μεγέθους για όλες τις κατηγορίες (φύλο, ηλικία) είναι περίπου η ίδια, γεγονός που σημαίνει ότι έχει περισσότερο να κάνει με την γενικότερη συμπεριφορά του ελληνικού λαού και δεν αποτελεί χαρακτηριστικό κάποιων συγκεκριμένων ομάδων ατόμων (νεαροί κτλ.).

6) Οι πεζοί, οι οποίοι προέρχονταν από την πλευρά της οδού που βρίσκεται προς την οδό Ακαδημίας, παρατηρήθηκε ότι έχουν μια τάση να διασχίζουν σε σημεία πολύ κοντινά στο

σημείο προέλευσης τους, που δείχνει την βιαστική διάθεση για τη διάσχιση της οδού. Το γεγονός αυτό ενισχύεται από τις **δυσμενείς συνθήκες που επικρατούν στο πεζοδρόμιο** που βρίσκεται προς την οδό Ακαδημίας (πλάτος πεζοδρομίου, παράνομα σταθμευμένα οχήματα επάνω στο πεζοδρόμιο) και καθιστούν δύσκολο και σε ορισμένες περιπτώσεις επικίνδυνο το βάδισμα σε αυτό.

7) Επίσης ελάχιστοι ήταν οι πεζοί, οι οποίοι πραγματοποίησαν κινήσεις που απαιτούσαν μεγαλύτερη **απόσταση βαδίσματος** προκείμενου να διασχίσουν στη διάβαση, όπου υπάρχει προστατευόμενη φάση για τους πεζούς. Εκτός από την προσπάθεια εξοικονόμησης χρόνου από τους πεζούς οι συμπεριφορές αυτές πιθανότατα να οφείλονται και στην αρνητική διάθεση που διακατέχει τους πεζούς όσον αφορά στο βάδισμα, το οποίο προσπαθούν να μειώσουν στο ελάχιστο. Η τάση αυτή, είναι απόρροια της διάθεσης για ελαχιστοποίηση της σωματικής άσκησης, γεγονός που παρατηρείται έντονο τα τελευταία χρόνια.

8) Όπως αναφέρεται σε προηγούμενο κεφάλαιο, λιγοστές είναι οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί γύρω από την συμπεριφορά των πεζών με χρήση της **θεωρίας διακριτών επιλογών (discrete choice theory)**. Έτσι με την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα γύρω από την καταλληλότητα της εφαρμογής της παραπάνω θεωρίας σε ζητήματα οδικής ασφάλειας των πεζών. Από τα αποτελέσματα της εφαρμογής της θεωρίας διακριτών επιλογών (τόσο από τις τιμές των στατιστικών δεικτών όσο και από τη συμφωνία των αποτελεσμάτων με παρόμοιες έρευνες και με τη λογική), εξάγεται το συμπέρασμα ότι αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη της συμπεριφοράς των πεζών, με την προϋπόθεση ότι κατά την εφαρμογή της πραγματοποιήθηκαν παραδοχές, οι οποίες είναι ρεαλιστικές και δεν επηρεάζουν αρνητικά τα εξαγόμενα αποτελέσματα. Με αυτό τον τρόπο προκύπτουν μαθηματικά πρότυπα τα οποία μπορούν να προσομοιώσουν σε ικανοποιητικό βαθμό τη διαδικασία επιλογής του τμήματος που θα διασχίσει ο πεζός. Οι παραδοχές που πραγματοποιούνται, είναι άλλοτε κοινές για οποιαδήποτε οικογένεια προτύπων και αν χρησιμοποιείται (αρκεί βέβαια να υπάγεται στη θεωρία διακριτών επιλογών) και σε ορισμένες περιπτώσεις διαφέρουν για κάθε οικογένεια προτύπων.

9) Από τη σύγκριση των τριών προτύπων που αναπτύχθηκαν (Κεφάλαιο 6), προέκυψε ότι το **καταλληλότερο πρότυπο είναι το Ιεραρχημένο Λογαριθμικό Πρότυπο**. Το πολυωνιμικό λογαριθμικό πρότυπο κρίθηκε ακατάλληλο για την περιγραφή της συμπεριφοράς των πεζών λόγω ορισμένων περιορισμών του (π.χ. θεωρούνται σταθερές οι εναλλακτικές επιλογές του

πεζού και δεν μπορούν να εισέλθουν στο πρότυπο μεταβλητές με τιμές διαφορετικές για κάθε εναλλακτική επιλογή), που καθιστούν τα αποτελέσματα μη ρεαλιστικά. Από τα άλλα δύο πρότυπα το ιεραρχημένο πρότυπο κρίνεται καταλληλότερο. Η τιμή του στατιστικού δείκτη R^2 είναι για το ιεραρχημένο πρότυπο 0,36129, ενώ για το πρότυπο διακριτών επιλογών 0,30496. Τα αποτελέσματα του ιεραρχημένου προτύπου για ορισμένες μεταβλητές παρουσιάζονται πιο ρεαλιστικά από τα αντίστοιχα του προτύπου διακριτών επιλογών, ενώ και θεωρητικά προκύπτει ότι για περιπτώσεις όπως αυτή που εξετάζεται στην παρούσα εργασία, όπου ορισμένες εναλλακτικές επιλογές μοιράζονται κάποια κοινά χαρακτηριστικά (π.χ. διασταυρώσεις και τμήματα εντός του οικοδομικού τετραγώνου), είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται το ιεραρχημένο πρότυπο, με το οποίο πραγματοποιείται ομαδοποίηση των εναλλακτικών με κοινά χαρακτηριστικά.

10) Τέλος αναφέρεται ότι το ιεραρχημένο πρότυπο που αναπτύχθηκε, μπορεί με κατάλληλη κάθε φορά προσαρμογή στις τοπικές συνθήκες (π.χ. προσθήκη, αφαίρεση μεταβλητών, αλλαγή στις τιμές των μεταβλητών, προσθήκη σταθερών), να χρησιμοποιηθεί για την **προσομοίωση της συμπεριφοράς των πεζών και σε άλλα οδικά τμήματα**, ιδιαίτερα σε πόλεις της Ελλάδας αλλά και σε αστικά κέντρα του εξωτερικού. Οι απαραίτητες προϋποθέσεις είναι το οδικό τμήμα να διασταυρώνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις με άλλες οδούς, να είναι μίας κατεύθυνσης, να υπάρχει φωτεινός σηματοδότης για οχήματα και πεζούς και να έχει παρόμοια γεωμετρικά χαρακτηριστικά με το εξεταζόμενο τμήμα.

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι οι πεζοί στην Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή των Αθηνών αλλά και στα υπόλοιπα αστικά κέντρα **συμπεριφέρονται με τρόπο που εμπεριέχει υψηλό κίνδυνο** προκειμένου να ελαχιστοποιήσουν το χρόνο διαδρομής και την απόσταση βαδίσματος. Σε αρκετές περιπτώσεις η συμπεριφορά των πεζών δεν εξαρτάται μόνο από τη δίκη τους διάθεση αλλά και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος της οδού. Έτσι η συμπεριφορά ενός πεζού μπορεί να διαφοροποιηθεί ανάλογα με τη συμπεριφορά των οδηγών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα συμπεριφοράς των οδηγών που αναγκάζει τους πεζούς να ριψοκινδυνέψουν περισσότερο είναι η κατάληψη της διάβασης από οχήματα. Έτσι οι πεζοί αναγκάζονται να διασχίσουν ανάμεσα από τα οχήματα, όπου σε πολλές περιπτώσεις κινούνται δίκυκλα τα οποία δεν είναι πάντα ορατά από τους πεζούς. Σε ανάλογες περιπτώσεις πολλοί πεζοί αποφασίζουν να διασχίσουν σε άλλα τμήματα της οδού. Επίσης η παράνομη στάθμευση οχημάτων επάνω στα πεζοδρόμια αναγκάζει πολλούς πεζούς να περπατήσουν κατά μήκος του οδοστρώματος αντί του πεζοδρομίου.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω δεν μπορεί να θεωρηθεί τυχαίο το πολύ **υψηλό ποσοστό ατυχημάτων με πεζούς**, που παρουσιάζεται στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές, το οποίο καθιστά την Ελλάδα σε έναν από τους αρνητικούς πρωτοπόρους στον τομέα αυτό ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται ορισμένες προτάσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος που στην Ελλάδα έχει αποκτήσει διαστάσεις προβλήματος δημόσιας υγείας.

7.3 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με βάση τα αποτελέσματα και συμπεράσματα που προέκυψαν κατά τη διερεύνηση της συμπεριφοράς των πεζών, σχετικά με την επιλογή του τμήματος της οδού που θα διασχίσουν, παρουσιάζεται μία σειρά προτάσεων, που ενδεχομένως μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της συμπεριφοράς πεζών και οδηγών και κατ'επέκταση στην μείωση των οδικών ατυχημάτων που αφορούν στους πεζούς.

1. Για την αντιμετώπιση των συχνότατων διελεύσεων των πεζών από τμήματα εσωτερικά του οικοδομικού τετραγώνου, κρίνεται σκόπιμη η **προσαρμογή υποδομής** (δέντρα, κιγκλιδώματα, κλπ.). Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται η κίνηση των πεζών επί των πεζοδρομίων, η αποθάρρυνση τους από το να διασχίσουν την οδό εκτός διαβάσεων και η αποθάρρυνση της παράνομης στάθμευσης επί των πεζοδρομίων, ενώ ταυτόχρονα προσφέρεται στους πεζούς υψηλότερη αίσθηση ασφάλειας που μπορεί να είναι αρκετά χαμηλή (π.χ. λόγω μικρού πλάτους πεζοδρομίου).

2. Από την παρούσα εργασία προέκυψε ότι η ύπαρξη παράνομης στάθμευσης οδηγεί σε ορισμένες περιπτώσεις τους πεζούς σε συμπεριφορές που εμπεριέχουν υψηλό κίνδυνο (π.χ. βάδισμα κατά μήκος του οδοστρώματος και όχι στο πεζοδρόμιο). Έτσι κρίνεται απαραίτητη η **αντιμετώπιση της παράνομης στάθμευσης** επάνω στα πεζοδρόμια. Η αντιμετώπιση της παράνομης στάθμευσης στα πεζοδρόμια μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με την τοποθέτηση κάγκελων ή γενικότερα εμποδίων κατά μήκος του πεζοδρομίου (εάν ο χώρος το επιτρέπει και δεντροφύτευση) ή με συστηματική αστυνόμευση. Επίσης σημαντική κρίνεται και η δημιουργία θέσεων στάθμευσης δικύκλων ώστε να σταματήσει η συστηματική στάθμευσή τους επάνω στα πεζοδρόμια.

3. Όπως και για την αντιμετώπιση της παράνομης στάθμευσης, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα που να αντιμετωπίζουν και άλλες παραβάσεις, οι οποίες οδηγούν τους πεζούς σε συμπεριφορές που εγκυμονούν κινδύνους. Έτσι θα πρέπει να υπάρξει **αντιμετώπιση της στάσης των οχημάτων επάνω στις διαβάσεις των πεζών**. Το γεγονός αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της εντονότερης αστυνόμευσης, η οποία για τέτοιου είδους παραβάσεις σήμερα είναι ανεπαρκής.

4. Καθορισμός και αποτελεσματική εφαρμογή κατάλληλων **μέτρων για τη φορτοεκφόρτωση**, για την τροφοδοσία των καταστημάτων (ωράρια, χώροι επί των πεζοδρομίων), τα οποία θα διασφαλίζουν την απρόσκοπτη και ασφαλή κυκλοφορία των πεζών.

5. Μία άλλη πρόταση, αφορά στο σχεδιασμό των οδών και θα μπορούσε να βοηθήσει τόσο στην αντιμετώπιση του προβλήματος της οδικής ασφάλειας των πεζών. Έτσι προτείνεται θεσμοθέτηση των **μελετών επιπτώσεων οδικής ασφάλειας** με έμφαση στην κυκλοφορία των πεζών σε κάθε μεγάλο (οδικό ή μη) έργο υποδομής.

6. Επίσης η ασφάλεια του πεζού θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά το **σχεδιασμό της οδικής κυκλοφορίας** και του οδικού περιβάλλοντος γενικότερα. Έτσι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες των πεζών για γρήγορη και ασφαλή μετακίνηση, κατά τη θέσπιση των κύκλων φωτεινής σηματοδότησης και άλλων παραμέτρων που αφορούν στην κυκλοφορία καθώς και μέσω της πραγματοποίησης όλων εκείνων των ρυθμίσεων (π.χ. διαβάσεις, σηματοδότες για πεζούς, επαρκές πλάτος πεζοδρομίων κτλ.) που αφορούν στο περιβάλλον της οδού γενικότερα.

7. Οι πεζοί είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη και κατά την **διαχείριση της κυκλοφορίας.** Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με εισαγωγή ειδικών διατάξεων σχετικά με την κυκλοφορία των πεζών είτε με διαφορετική αξιοποίηση υφιστάμενων λειτουργιών. Έτσι η Τροχαία θα μπορούσε να ασχοληθεί περισσότερο με ρυθμίσεις της κυκλοφορίας που να ευνοούν τους πεζούς και όχι μόνο να εξυπηρετεί την κυκλοφορία των οχημάτων. Προτείνεται να τερματιστεί η ούτως ή άλλως μάταια, διευκόλυνση της κυκλοφορίας των οχημάτων από τους Τροχονόμους εις βάρος της κυκλοφορίας των πεζών.

8. Ετοιμασία και υιοθέτηση **πολιτικής για την κυκλοφορία των πεζών** από κάθε Δημοτική Αρχή, στην οποία θα καθορίζονται σαφώς τα όρια της προτεραιότητας των οχημάτων και των

πεζών και θα προγραμματίζονται συγκεκριμένες δράσεις για την υλοποίηση της πολιτικής αυτής.

9. Δημιουργία **πεζοδρομημένων κεντρικών περιοχών** αξιοποιώντας τις επιτυχημένες εμπειρίες από άλλες ελληνικές πόλεις (Λάρισα, Κατερίνη, Ενοποίηση των Αρχαιολογικών Χώρων Αθήνας, κλπ.) ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να υπάρξει συστηματική αναβάθμιση των πεζοδρομίων και συντήρηση και επιτήρηση της σωστής λειτουργίας πεζοδρόμων.

10. Εφαρμογή σειράς **τεχνικών μέτρων χαμηλού κόστους** μείωσης της ταχύτητας της κυκλοφορίας σε επιλεγμένες περιοχές κατοικίας (υπερυψωμένο οδόστρωμα στις διασταυρώσεις, στενώσεις οδών, προεξοχές πεζοδρομίων, κλπ.). Δημιουργία και επιτήρηση ζωνών με όριο ταχύτητας 30 χλμ./ώρα σε περιοχές κατοικίας και έντονων εμπορικών δραστηριοτήτων.

11. Εντοπισμός **επικίνδυνων θέσεων** με στατιστικά αυξημένο αριθμό ατυχημάτων με εμπλοκή πεζού και εφαρμογή των απαραίτητων βελτιωτικών επεμβάσεων.

12. Συστηματική επιτήρηση των μικρών (δίκτυα Οργανισμών Κοινής Ωφελείας) και των μεγάλων (ανισόπεδοι κόμβοι, τραμ, κλπ.) **έργων** για τη διαφύλαξη αξιοπρεπών συνθηκών κυκλοφορίας των πεζών.

13. Ένας τρόπος για τη **μείωση του χρόνου βαδίσματος επάνω στο οδόστρωμα** άρα και του κινδύνου που αντιμετωπίζει ο πεζός είναι η διάσχιση της οδού κάθετα και όχι υπό γωνία. Ο πεζός μπορεί να οδηγηθεί στο να διασχίσει κάθετα από κατάλληλες ρυθμίσεις, όπως κάγκελα τα οποία έχουν κενά και στις δύο πλευρές του οδοστρώματος, σε σημεία που βρίσκονται ακριβώς απέναντι το ένα από το άλλο.

14. Το σύνολο των πολιτών θα πρέπει να **ενημερώνεται και να ευαισθητοποιείται γύρω από θέματα οδικής ασφάλειας** και ειδικότερα για την οδική ασφάλεια των πεζών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της εκπαίδευσης στα σχολεία αλλά και από εκστρατείες που πραγματοποιούνται από την πολιτεία, μέσω των μέσων μαζικής ενημέρωσης. Έτσι οι πολίτες ενημερώνονται για τους κινδύνους που εμπεριέχονται κατά την πεζή διαδρομή τους και μπορούν να τους αντιμετωπίσουν με μεγαλύτερη ασφάλεια. Οι εκστρατείες προώθησης της

σωστής κυκλοφοριακής συμπεριφοράς των οδηγών απέναντι στους πεζούς μπορεί να επιτευχθεί και μέσω των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης και άλλων τρόπων προώθησης μηνυμάτων (αφίσες, έντυπα, κλπ.).

15. Τέλος οι εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης θα πρέπει αναφέρονται και σε κάποιες **ειδικές κατηγορίες πεζών** με μειωμένες ικανότητες (αντίληψη, κινητικότητα), όπως είναι τα μικρά παιδιά, οι ηλικιωμένοι και τα άτομα που αντιμετωπίζουν κινητικά προβλήματα. Έτσι προτείνεται ανάπτυξη ολοκληρωμένων δικτύων διαδρομών πεζών, καθώς και προστατευμένων διαδρομών ατόμων με ειδικές ανάγκες. Επίσης για τα άτομα αυτά θα πρέπει να τονιστεί η σημασία που έχει το να διασχίσουν στη διάβαση, όπου ο χρόνος της προστατευόμενης φάσης για τους πεζούς επαρκεί για να διασχίσουν με ασφάλεια χωρίς να εμπλακούν στην κυκλοφορία των οχημάτων και να προσφύγουν σε ριψοκίνδυνες συμπεριφορές.

7.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύσσονται κάποια μαθηματικά πρότυπα που έχουν ως σκοπό να περιγράψουν τη διαδικασία επιλογής του τμήματος συγκεκριμένης οδού στο οποίο θα διασχίσει ο πεζός. Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε για ένα συγκεκριμένο οδικό τμήμα με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εισαχθούν στο πρότυπο μεταβλητές που ενδεχομένως να παίζουν κάποιο ρόλο στην διαδικασία επιλογής. Τέτοιες μεταβλητές είναι το πλάτος του πεζοδρομίου, ο αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας, η διάρκεια του κύκλου του φωτεινού σηματοδότη κ.α., οι οποίες δεν μεταβάλλονται για το εκάστοτε οδικό τμήμα. Επίσης οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν επί το πλείστον σε ώρες όπου παρατηρούνταν αιχμή της κυκλοφορίας τόσο των οχημάτων όσο και των πεζών.

Έτσι ενδιαφέρον θα παρουσίαζε εάν γινόταν μία παρόμοια εργασία όπου θα συμπεριλαμβάνονταν **περισσότερα του ενός οδικά τμήματα**, τα οποία θα παρουσίαζαν ορισμένα διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως αριθμός λωρίδων, χρόνος κύκλου φωτεινού σηματοδότη, πλάτος πεζοδρομίου, χρήσεις κτηρίων κτλ. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να εισαχθούν στα πρότυπα και αυτές οι μεταβλητές, οι οποίες πιθανότατα να είναι σημαντικές και δεν μπορούν να εισαχθούν στα πρότυπα για ένα συγκεκριμένο τμήμα αφού παραμένουν σταθερές για ολόκληρο το οδικό τμήμα και για όλους τους πεζούς. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν και συμπεράσματα για

θέματα οδικής ασφάλειας τα οποία είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν κατά τη μελέτη για τη δημιουργία νέων οδών.

Επίσης θα ήταν ενδιαφέρον να γίνουν παρόμοιες μετρήσεις όχι μόνο για διαφορετικά οδικά τμήματα αλλά και για **διαφορετικές στιγμές της ημέρας** και ειδικότερα τη νύχτα όπου επικρατούν διαφορετικές συνθήκες φωτισμού και κυκλοφορίας (μικρότεροι κυκλοφοριακοί φόρτοι, μεγαλύτερες ταχύτητες κτλ.) ή ακόμα και για διαφορετικές περιόδους του έτους.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αναλύεται η συμπεριφορά των πεζών κατά τη διάσχιση οδικού τμήματος. Παρόμοια εργασία θα μπορούσε να εκπονηθεί και σε επίπεδο διαδρομής, όπου σαν εξαρτημένη μεταβλητή να εμφανίζεται η διαδρομή που επιλέγει να πραγματοποιήσει ο πεζός. Γνωρίζοντας έτσι τη συμπεριφορά των πεζών σε επίπεδο οδικού τμήματος και σε επίπεδο διαδρομής θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθεί και ποσοτικοποιηθεί η επικινδυνότητα που εμπεριέχεται στις διάφορες επιλογές του πεζού. Έτσι λαμβάνοντας υπόψη τη συμπεριφορά αλλά και την επικινδυνότητα της συμπεριφοράς των πεζών, καθίσταται δυνατός ο υπολογισμός της **πιθανότητας να συμβεί ένα οδικό ατύχημα** στα εξεταζόμενα οδικά τμήματα.

Ένας διαφορετικός τρόπος προσέγγισης της συμπεριφοράς των πεζών με **χρήση ερωτηματολογίων** στα οποία μπορεί κανείς να ερωτάται για τις διάφορες μεταβλητές και να επιλέγει μεταξύ κάποιων απαντήσεων. Ανάλογα με την μορφή που θα έχουν οι εναλλακτικές απαντήσεις χρησιμοποιείται και το καταλληλότερο πρότυπο για την περίπτωση. Για παράδειγμα οι πιθανές απαντήσεις μπορεί να είναι διατεταγμένες δηλαδή της μορφής:

α) ποτέ

β) σπάνια

γ) συχνά

δ) πάντα

οπότε το διατεταγμένο πιθανοτικό πρότυπο είναι το καταλληλότερο. Βέβαια οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου σε αυτή την περίπτωση μπορεί να αφορούν κυρίως χαρακτηριστικά του πεζού αφού είναι δύσκολο κανείς να απαντήσει π.χ. στην ερώτηση ''για ποιες τιμές του κυκλοφοριακού φόρτου θα προτιμούσατε να διασχίσετε στη διάβαση;'' το οποίο είναι ευκολότερο να απαντηθεί με χρήση βιντεοκάμερας και παρατήρηση.

Τέλος ενδιαφέρον μπορεί να είχε η προσπάθεια δημιουργίας προτύπων που να αναφέρονται τόσο **στους πεζούς όσο και στους οδηγούς των οχημάτων** και να προβλέπουν την συμπεριφορά

των πεζών και αντίστοιχα τις αντιδράσεις των οδηγών κάτω από κάποιες καθορισμένες συνθήκες και να ποσοτικοποιούν την επικινδυνότητα των πραγματοποιούμενων ενεργειών.

Παραπάνω αναφέρθηκαν κάποιες προτάσεις για εργασίες που να έχουν ως αντικείμενο την συμπεριφορά των πεζών (και ποιο συγκεκριμένα το τμήμα που επιλέγουν να διασχίσουν), ανεξάρτητα με την στατιστική μέθοδο που επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί. Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένοι τομείς τους οποίους θα είχε ενδιαφέρον να προσεγγίσει κανείς με την χρήση των στατιστικών μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία δηλαδή με την χρήση των λογαριθμικών προτύπων (logit models).

Όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφική ανασκόπηση τα λογαριθμικά πρότυπα έχουν χρησιμοποιηθεί σε ορισμένες εργασίες που αφορούν στην συμπεριφορά των πεζών χρησιμοποιώντας όμως διαφορετική εξαρτημένη μεταβλητή π.χ. αντί για το τμήμα στο οποίο διασχίζει ο πεζός κανείς μπορεί να ορίσει σαν εξαρτημένη μεταβλητή την αντίδραση του πεζού και ενδεχομένως του οδηγού σε περιπτώσεις που ο πεζός εμπλέκεται στην κυκλοφορία των οχημάτων με αποτέλεσμα να μπορεί να **ποσοτικοποιήσει την επικινδυνότητα** που κρύβεται στις διάφορες ενέργειες των χρηστών της οδού. Παρόμοια εργασία αναφέρεται στην βιβλιογραφική ανασκόπηση στο κεφάλαιο 2 (Himanen V., Kulmala R, 1987).

Ένας άλλος τρόπος προσέγγισης μπορεί να είναι με χρήση σαν εξαρτημένης μεταβλητής τον **τρόπο με τον οποίο διασχίζει ο πεζός** ένα οδικό τμήμα. Δηλαδή οι εναλλακτικές επιλογές μπορεί να είναι:

Α= διασχίζει στην αριστερή διασταύρωση

Β= διασχίζει σε τμήμα εντός του οικοδομικού τετραγώνου διαγώνια (πρώτα διασχίζει μετά βαδίζει)

Γ= διασχίζει πραγματοποιώντας περιπορεία …

και άλλες τέτοιου είδους εναλλακτικές επιλογές. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές μπορεί να είναι μερικές από τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία καθώς και πολλές άλλες ανάλογα το οδικό ή οδικά τμήματα που ερευνώνται κάθε φορά (Xhuehao Chu, 2002).

Επίσης πεδίο έρευνας μπορεί να αποτελέσει και **η διαδρομή που επιλέγει ένας μεγάλος αριθμός ατόμων** με παραπλήσια προέλευση και τον ίδιο προορισμό (π.χ. από κατοικία σε τόπο εργασίας, μεγάλο εργοστάσιο που απασχολεί άτομα από συγκεκριμένη περιοχή). Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να συσχετιστούν τα διάφορα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών διαδρομών (πλήθος

και χρόνος κύκλου φωτεινών σηματοδοτών, αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας, όρια ταχύτητας μήκος διαδρομής κτλ.) και τα χαρακτηριστικά των ατόμων (ηλικία, φύλο, τύπος οχήματος κ.α.) με την τελική επιλογή που πραγματοποιεί το κάθε άτομο.

Εργασίες όπως αυτές που αναφέρονται παραπάνω θα ήταν εξαιρετικά ενδιαφέρον να πραγματοποιηθούν για **μαζικές μετακινήσεις** π.χ. προς μεγάλα αθλητικά κέντρα που θα μπορούσαν να δώσουν σημαντική βοήθεια στην αντιμετώπιση τέτοιου είδους αιχμών στη ζήτηση μετακινήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Al-Kathairi A.S., Mufti R.K., Garib A.M., *"Evaluating the Pedestrian Enviroment in Abu Dhabi"*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2001

2. Beckwith D., Coffey P.L., *"Passive Pedestrian Detection: a Case Study"*, District 6, Annual Meeting, San Jose, 1998

3. Bierlaire M., *"Discrete choice models"*, Intelligent Transportation Systems Programm, Massachusetts Institute of Technology, URL:http://web.mit.edu/mbi/www/michel.html, 1997

4. Bierlaire M., *"Log-Linear, Logit, and Probit Models"*, PA 765, http:www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/logit.htm, 1997

5. Γιαννής Γ., Βαρδάκη Σ., Καραδήμας Χ., Κανελαίδης Γ., *"Ανάπτυξη στρατηγικού σχεδίου για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας στην Ελλάδα 2001-2005"*, Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου: "Έρευνα στις Μεταφορές", Σύλλογος Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων, Ινστιτούτο Μεταφορών, Αθήνα, 2002

6. Γεωργούσης Π.Ν., *"Στατιστική Εφαρμοσμένη στις Επιστήμες της Συμπεριφοράς"*, Τόμος Α' Περιγραφική Στατιστική, Αθήνα, 1991

7. Cherchi E., Ortuzar J.D., *"Alternative Specific Variables in Non-linear Utilities: Influence of Correlation, Homoscedasticity and Taste Variations"*, 10th International Conference on Travel Behavior Research, pp10-15, Lucerne, 2003

8. Cotrell W.D., Dharminder P., "*Evaluation of Pedesrian Data Needs and Collection Efforts"*, Department of Civil and Enviromental Engineering, University of Utah, Proceedings, 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, 2002

9. Crider L.B., Burden J., Han F., *"Multimodal LOS "Point" Level of Service Project"*, Department of Urban &Regional Planning, University of Florida, Gainesvlle, Florida, 2001

10. Das S., Manski C.F., Manuszak M., *"Walk or Wait? An Empirical Analysis of Street Crossing Decisions"*, Society of Indian Automobile Manufacturers, Transportation Research and Injury Prevention Programm, NSF grant SES-0001436, Indian Institut of Technology, New Delhi, 2002

11. Dudowicz J., Freed K. F., *"Lattice Cluster Theory for Pedestrian. Random Copolymer"* Macromolecules

12. Duncan C., Khattak A.J. Hughes R.G., *"Effectiveness of Pedestrian Safety Treatments for "Hit-Along-Roadway" Crashes"*, Transportation Research Board, 81st Annual Meeting, D.C., Washington, 2001

13. European Transport Safety Council (ETSC), *"Police enforcement startegies to reduce traffic casualties in Europe"*, Brussels, 1996

14. Evans D., Norman P., *"Understanding pedestrians' road crossing decisions: an application of the theory of planned behaviour"*, Health Education Research, Oxford University Press

15. Greene W.H., *"Econometric Analysis"*, MacMillan Book Publishing Co., Inc., New York, 1990

16. Green W.H., *"Econometrics Analysis"*, Edition 2, Models with Discrete Dependent Variables, MacMillan Press, New York, 1993

17. Greene W.H., *"Limdep V.7.0 Manual"*, Econometric Software, 1998

18. Hasselberg M., Laflamme L., *"Children at risk in traffic: improvement potentials in the Swedish"* Acta Paediatrica, 93(1):113-119, 2004

19. Himanen V., Kulmala R., *"An application of logit models in analysing the behaviour of pedestrians and car drivers on pedestrian crossings"*, Technical Research Centre of Finland,

Road and Traffic Laboratory, Accident analysis and prevention Vol. 20, No 3, pp 187-197, Pergamon Press, Espoo, Finland, 1987

20. Huang H., *"An Evaluation of Flashing Crosswalks in Gainesville and Lakeland"*, University of North Carolina at Capel Hill, Highway Safety Research Center, Department of Transportation, Florida, 2000

21. Hunt J.G., Griffiths J.D., "*Pedestrian crossing criteria research-Random crossing model"*, Transport and road research laboratory, Department of Transport, Contractor Report 248, University of Wales College of Cardiff, 1991

22. Kanellaidis G., Muhlard N., Yannis G., *"Pedestrian safety problems and implementation of countermeasures"*, Journal of IATSS, special feature on nonmotorized transport, Vol.23, No.2, pp. 15-25, 1999

23. Karger B., Teige K., Bühren W., DuChesne A., *"Relationship between impact velocity and injuries in fatal pedestrian-car collisions",* International Journal of Legal Medicine, Volume 113, Issue 2, pp 0084-0088

24. Karlaftis M.G., Tarko A., *"Heterogeneity considerations in accident modeling"*, Accident Analysis and Prenention 30 (4), 425-433, 1998

25. Keall M.D., *"Pedestrian exposure to risk of road accident in New Zealand"*, Land Transport Safety Authority, Accident Analysis and Prevention, Vol. 27, No. 5, pp 729-740, Pergamon Press, Wellington New Zealand, 1995

26. Κοκολάκης Γ., Σπηλιώτης Ι., *"Εισαγωγή στη θεωρία πιθανοτήτων και στατιστική"*, Συμεών, 1991

27. Κοτσαμπασάκης Ι., Διπλωματική Εργασία, Τομέας ΜΣΥ, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2000

28. Landis B.W., Vattikuti V.R., Ottenberg R.M., Mcleod D.S., Guttenplan M., *"Modeling the Roadside Walking Enviroment: a Pedstrian Level of Service"*, TRB Paper No. 01-0511, 2001

29. Leden L., *"Pedestrian risk decrease with pedestrian flow. A case study based on data from signalized intersections in Hamilton, Ontario"*, VTT Building and Transport, Lulea University of Technology, Accident Analysis and Prevention 34, pp 457-464, Pergamon Press, 2000

30. McFadden Daniel, Train Kenneth, *"Mixed MNL models for discrete response"*, Journal of Applied Econometrics: Volume 15, Issue 5, Pages: 447-470, Wiley InterScience, 2000

31. Mazharul Hoque MD., Andreassen D.C., *"Pedestrian accidents: an examination by road class with special reference to accident 'cluster' "*, Research Scholar, Department of Civil Engineering, Monash University, Australian Road Research Board, 1986

32. Moberly James Nicholas, Langham Martin Paul, *"Pedestrian conspicuity at night: failure to observe a biological motion advantage in a high-clutter environment",* Applied Cognitive Psychology: Volume 16, Issue 4, Pages: 477-485, Wiley InterScience, May 2002

33. Mohammed M. Hamed, *"Analysis of pedestrians' behavior at pedestrian crossings"*, Civil Engineering Department, Jordan University of Science and Technology, PO Box 3030, Irbid, Jordan, Safety Science 38 63-82, Pergamon Press, 2000

34. Moshe Ben-Akiva, Lerman S.R., *"Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand"*, The MIT Press, 1985

35. Μπουρνελάκη Ε.Σ., *"Διερεύνηση της επιρροής της κεντρικής νησίδας στη σχετική επικινδυνότητα υπεραστικών οδικών τμημάτων"*, Διπλωματική Εργασία, Τομέας ΜΣΥ, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2002

36. Nee J., Hallenbeck M.E., *"A motorist and pedestrian behavioral analysis relating to pedestrian safety improvements"*, Research Project T1803, Task 16, Washington State Transportation Center, University of Washington, 2003

37. Παναρέτου Ι., Ξεκαλάκης Ε., *"Εισαγωγή στη στατιστική σκέψη"*, Τόμος 1 Περιγραφική Στατιστική, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2000

38. Sarkar S., *"Evaluation of Safety for Pedestrians at Macro- and Microlevels in Urban Areas"*, Network of Employers for Traffic Safety (NETS), Regional Coordinator for San Diego, Transportation Research Record 1502, 1993

39. Sisiopiku V.P., Akin D. *"Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities: an examination based on observation and survey data"*, Department of Civil and Enviromental Engineering, University of Alabama at Birmingham, Department of Urban and Regional Planning, Transportation Research Part F xxx, Gebze Institute of Technology, Elsevier, 2003

40. Σκόρδος Σ., *"Προσδιορισμός Παραμέτρων Κόστους του Συστήματος Διοδίων"*, Διπλωματική Εργασία, Τομέας ΜΣΥ, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 1991

41. Σταθόπουλος Α., *"Συμβολή στη διερεύνηση της άξιας του χρόνου στις μεταφορές"*, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ. Πολυτεχνείου, Αθηνά, 1984

42. Washington S.P., Karlaftis M.G., Mannering F.L., *"Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis"*, Chapman & Hall/CRC, 2003

43. Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Γκόλιας Ι.Κ., *"Οδική Ασφάλεια"*, Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1994

44. Φραντζεσκάκης Ι.Μ., Πατσιάβα-Λατινοπούλου Μ.Χ., Τσαμπούλας Δ.Α., *"Διαχείριση Κυκλοφορίας"*, Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1997

45. Χαλικιάς Ι.Γ., *"Στατιστική, Μέθοδοι ανάλυσης για επιχειρηματικές αποφάσεις"*, Rosili και Γ. Χαλικιά, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2001

46. Xuehao Chu, Baltes M.R., *"Measuring Pedstrian Quality of Service for Mid-Block Street Crossing: The Selection of Potential Determinants"*, 81st Annual Meeting, Transportation Research Board, D.C., Washington, 2002

47. Xuehao Chu, Guttenplan M., Baltes M., *"Why People Cross Where They Do, The Role of the Street Envirmoent"*, TRB Paper No. 03-3078, Center for Urban Transportation Research, University of South Florida, 2002

48. Zegeer C.V., Stewart R.J., Huang H.H., Lagerwey P.A., *"Safety Effects of Marked vs Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations: Executive Summary and Recommended Guidelines"*, FHWA-RD-01-075, U.S.Department of Transportation, Federal Highway Administration, Turner-Fairbank Highway Research Center, 2002

49. Ziri-Castro K. I., Scanlon W. G., Evans N. E., *"Measured pedestrian movement and bodyworn terminal effects for the indoor channel at 5.2 GHz"*, European Transactions on Telecommunications: Volume 14, Issue 6, Pages: 529-538, Wiley InterScience, 2000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΑΡΧΕΙΑ ΕΞΟΔΟΥ
LIMDEP

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
--> RESET
--> READ;file="C:\multi12345678.wk1";format=wks;names$
--> LOGIT;Lhs=APOSTASH;Rhs=STATHMEY,FYLO,PROELEYS,PROORISM,EMPLOKH,FORTOS1
    ;Marginal Effects;PrintVC$

            +-----------------------------------------------+
            | Multinomial logit model                       |
            | There are  6 outcomes for LH variable APOSTASH |
            | These are the OLS start values based on the   |
            | binary variables for each outcome Y(i) = j.   |
            | Coefficients for LHS=0 outcome are set to 0.0 |
            +-----------------------------------------------+
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
|Variable | Coefficient  | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
          Characteristics in numerator of Prob[Y = 1]
 STATHMEY  .4031368722E-01  .16996020         .237   .8125  .92136085
 FYLO     -.1565200054E-01  .10384874        -.151   .8802  .37590630
 PROELEYS -.5333321994E-02  .35991309E-01    -.148   .8822  1.1260457
 PROORISM  .4353006184E-02  .34627892E-01     .126   .9000  1.2030117
 EMPLOKH   .1174728633      .12989527         .904   .3658  .22755159
 FORTOS1  -.1469425244E-02  .11743610E-01    -.125   .9004  13.760736
          Characteristics in numerator of Prob[Y = 2]
 STATHMEY -.7458719387E-02  .16913217        -.044   .9648  .92136085
 FYLO      .1481872587E-01  .10334280         .143   .8860  .37590630
 PROELEYS  .3467554480E-03  .35815964E-01     .010   .9923  1.1260457
 PROORISM  .4230491048E-02  .34459188E-01     .123   .9023  1.2030117
 EMPLOKH   .1072091785      .12926243         .829   .4069  .22755159
 FORTOS1   .1045564319E-02  .11686396E-01     .089   .9287  13.760736
          Characteristics in numerator of Prob[Y = 3]
 STATHMEY  .2147770288E-01  .16965743         .127   .8993  .92136085
 FYLO      .2090640889E-01  .10366375         .202   .8402  .37590630
 PROELEYS  .7448119091E-02  .35927194E-01     .207   .8358  1.1260457
 PROORISM  .1751998823E-02  .34566205E-01     .051   .9596  1.2030117
 EMPLOKH   .5080988689E-01  .12966387         .392   .6952  .22755159
 FORTOS1  -.1530962742E-02  .11722690E-01    -.131   .8961  13.760736
          Characteristics in numerator of Prob[Y = 4]
 STATHMEY -.3341088101E-02  .17025018        -.020   .9843  .92136085
 FYLO     -.2162675853E-02  .10402593        -.021   .9834  .37590630
 PROELEYS  .1244426102E-01  .36052717E-01     .345   .7300  1.1260457
 PROORISM -.2596894685E-02  .34686973E-01    -.075   .9403  1.2030117
 EMPLOKH   .1276254985E-01  .13011689         .098   .9219  .22755159
 FORTOS1   .6718839407E-03  .11763646E-01     .057   .9545  13.760736
          Characteristics in numerator of Prob[Y = 5]
 STATHMEY -.3261951706E-01  .14540808        -.224   .8225  .92136085
 FYLO     -.1405603047E-01  .88846953E-01    -.158   .8743  .37590630
 PROELEYS  .1027006645      .30792074E-01    3.335   .0009  1.1260457
 PROORISM  .7330918414E-01  .29625613E-01    2.475   .0133  1.2030117
 EMPLOKH  -.9335453683E-01  .11113085        -.840   .4009  .22755159
 FORTOS1   .1075946627E-02  .10047151E-01     .107   .9147  13.760736

Normal exit from iterations. Exit status=0.
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
+---------------------------------------------+
| Multinomial Logit Model                     |
| Maximum Likelihood Estimates                |
| Dependent variable             APOSTASH     |
| Weighting variable                  ONE     |
| Number of observations             1793     |
| Iterations completed                  8     |
| Log likelihood function       -625.6455     |
| Restricted log likelihood     -1736.397     |
| Chi-squared                    2221.504     |
| Degrees of freedom                   25     |
| Significance level             .0000000     |
+---------------------------------------------+
```

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[|Z|>z]	Mean of X
	Characteristics in numerator of Prob[Y = 1]				
STATHMEY	-1.081604212	.50686914	-2.134	.0329	.92136085
FYLO	-1.355341969	.38293294	-3.539	.0004	.37590630
PROELEYS	1.487478887	.14584203	10.199	.0000	1.1260457
PROORISM	.9667419449	.91805930E-01	10.530	.0000	1.2030117
EMPLOKH	2.706073617	.35791361	7.561	.0000	.22755159
FORTOS1	-.3277042605	.39047803E-01	-8.392	.0000	13.760736
	Characteristics in numerator of Prob[Y = 2]				
STATHMEY	-2.365187056	.47729979	-4.955	.0000	.92136085
FYLO	-.5098339395	.33846585	-1.506	.1320	.37590630
PROELEYS	1.599395275	.14631552	10.931	.0000	1.1260457
PROORISM	1.051403892	.92820474E-01	11.327	.0000	1.2030117
EMPLOKH	2.379237170	.35009864	6.796	.0000	.22755159
FORTOS1	-.2607322132	.33506340E-01	-7.782	.0000	13.760736
	Characteristics in numerator of Prob[Y = 3]				
STATHMEY	-2.320540727	.61970795	-3.745	.0002	.92136085
FYLO	-.2835175212	.39402592	-.720	.4718	.37590630
PROELEYS	1.836823877	.15895734	11.555	.0000	1.1260457
PROORISM	1.209445054	.10879619	11.117	.0000	1.2030117
EMPLOKH	2.207864200	.41259577	5.351	.0000	.22755159
FORTOS1	-.3671455278	.44605157E-01	-8.231	.0000	13.760736
	Characteristics in numerator of Prob[Y = 4]				
STATHMEY	-3.793881735	.72658269	-5.222	.0000	.92136085
FYLO	-1.150870409	.47799694	-2.408	.0161	.37590630
PROELEYS	2.077500982	.17540235	11.844	.0000	1.1260457
PROORISM	1.300700316	.12386045	10.501	.0000	1.2030117
EMPLOKH	1.620982549	.46668276	3.473	.0005	.22755159
FORTOS1	-.3208112587	.47118281E-01	-6.809	.0000	13.760736
	Characteristics in numerator of Prob[Y = 5]				
STATHMEY	-5.814563185	.72746548	-7.993	.0000	.92136085
FYLO	-1.247381625	.44006235	-2.835	.0046	.37590630
PROELEYS	2.838554398	.17873693	15.881	.0000	1.1260457
PROORISM	2.149055047	.13443395	15.986	.0000	1.2030117
EMPLOKH	1.687025965	.43690221	3.861	.0001	.22755159
FORTOS1	-.5095976138	.52980232E-01	-9.619	.0000	13.760736

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
+-------------------------------------------+
| Partial derivatives of probabilities with |
| respect to the vector of characteristics. |
| They are computed at the means of the Xs. |
| Observations used for means are All Obs.  |
| A full set is given for the entire set of |
| outcomes, APOSTASH = 0 to APOSTASH =  5.  |
| Probabilities at the mean vector are      |
|  0= .814 1= .063 2= .078 3= .031 4= .014  |
|  5= .001                                  |
+-------------------------------------------+
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
|Variable | Coefficient  | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
          Marginal effects on Prob[Y = 0]
 STATHMEY  .3106244676      .60540850E-01    5.131   .0000  .92136085
 FYLO      .1226331238      .45590069E-01    2.690   .0071  .37590630
 PROELEYS -.2489911281      .40818753E-01   -6.100   .0000  1.1260457
 PROORISM -.1626648518      .20535029E-01   -7.921   .0000  1.2030117
 EMPLOKH  -.3636712521      .45564457E-01   -7.981   .0000  .22755159
 FORTOS1   .4648602069E-01  .59641374E-02    7.794   .0000  13.760736
          Marginal effects on Prob[Y = 1]
 STATHMEY -.4396025512E-01  .29194189E-01   -1.506   .1321  .92136085
 FYLO     -.7566001650E-01  .23755667E-01   -3.185   .0014  .37590630
 PROELEYS  .7420791051E-01  .17867605E-01    4.153   .0000  1.1260457
 PROORISM  .4816431958E-01  .10195276E-01    4.724   .0000  1.2030117
 EMPLOKH   .1418931102      .24994947E-01    5.677   .0000  .22755159
 FORTOS1  -.1699446178E-01  .33503733E-02   -5.072   .0000  13.760736
          Marginal effects on Prob[Y = 2]
 STATHMEY -.1537299920      .35986448E-01   -4.272   .0000  .92136085
 FYLO     -.2783569270E-01  .23197701E-01   -1.200   .2302  .37590630
 PROELEYS  .1002476527      .21398343E-01    4.685   .0000  1.1260457
 PROORISM  .6599713471E-01  .11974894E-01    5.511   .0000  1.2030117
 EMPLOKH   .1497673064      .26227662E-01    5.710   .0000  .22755159
 FORTOS1  -.1578085448E-01  .30376589E-02   -5.195   .0000  13.760736
          Marginal effects on Prob[Y = 3]
 STATHMEY -.5990740841E-01  .20585991E-01   -2.910   .0036  .92136085
 FYLO     -.4104402345E-02  .11178179E-01    -.367   .7135  .37590630
 PROELEYS  .4730139420E-01  .13405262E-01    3.529   .0004  1.1260457
 PROORISM  .3119396604E-01  .80603272E-02    3.870   .0001  1.2030117
 EMPLOKH   .5441201452E-01  .14752253E-01    3.688   .0002  .22755159
 FORTOS1  -.9579251581E-02  .24541771E-02   -3.903   .0001  13.760736
          Marginal effects on Prob[Y = 4]
 STATHMEY -.4743568747E-01  .16359891E-01   -2.900   .0037  .92136085
 FYLO     -.1390437069E-01  .78032936E-02   -1.782   .0748  .37590630
 PROELEYS  .2462779382E-01  .89106150E-02    2.764   .0057  1.1260457
 PROORISM  .1530347582E-01  .53458265E-02    2.863   .0042  1.2030117
 EMPLOKH   .1632252241E-01  .74028767E-02    2.205   .0275  .22755159
 FORTOS1  -.3665794975E-02  .13112809E-02   -2.796   .0052  13.760736
          Marginal effects on Prob[Y = 5]
 STATHMEY -.5591124532E-02  .26675163E-02   -2.096   .0361  .92136085
 FYLO     -.1128641592E-02  .70111988E-03   -1.610   .1074  .37590630
 PROELEYS  .2606376889E-02  .12921189E-02    2.017   .0437  1.1260457
 PROORISM  .2005955607E-02  .96856141E-03    2.071   .0384  1.2030117
 EMPLOKH   .1276298561E-02  .70883719E-03    1.801   .0718  .22755159
 FORTOS1  -.4656578769E-03  .21693785E-03   -2.147   .0318  13.760736

Frequencies of actual & predicted outcomes
Predicted outcome has maximum probability.

            Predicted
------  ----------------------------  +  -----
Actual      0    1    2    3    4    5  |  Total
------  ----------------------------  +  -----
  0      1254    6    5    4    1    6  |   1276
  1        25   24   10    3    0    7  |     69
  2        21   17   22    4    0   10  |     74
  3        10    9   11    2    0   19  |     51
  4         2    4    7    2    2   16  |     33
  5         1    3    2    3    2  279  |    290
------  ----------------------------  +  -----
Total    1313   63   57   18    5  337  |   1793
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
--> Nlogit
    ;Lhs=apostash,nij,altij
    ;choices=1,2,3,4,5,6
    ;Rhs=fortos1,emplokh1,fylo1,anamonh1
    ,emplokh2,diabash2,proor2
    ,fortos3,emplokh3,katey3
    ,fortos4,proeley4,katey4,anamonh4
    ,fortos5,proeley5,katey5,anamonh5
    ,fortos6,proeley6,anamonh6
    ;describe
    ;effects:FORTOS1(1)/FORTOS3(3)/FORTOS4(4)/FORTOS5(5)/FORTOS6(6)/EMPLOKH1(...
    /ANAMONH1(1)/ANAMONH4(4)/ANAMONH5(5)/ANAMONH6(6)/DIABASH2(2)/PROOR2(2)/KA...
    /PROELEY4(4)/PROELEY5(5)/PROELEY6(6)$
Normal exit from iterations. Exit status=0.

               +----------------------------------------------+
               | Discrete choice (multinomial logit) model    |
               | Maximum Likelihood Estimates                 |
               | Dependent variable               Choice      |
               | Weighting variable                  ONE      |
               | Number of observations              295      |
               | Iterations completed                  6      |
               | Log likelihood function       -368.6672      |
               | Log-L for Choice   model =    -368.6672      |
               | R2=1-LogL/LogL*  Log-L fncn  R-sqrd  RsqAdj  |
               | No coefficients   -528.5690  .30252  .28893  |
               | Constants only.  Must be computed directly.  |
               |                  Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $  |
               | Response data are given as ind. choice.      |
               | Number of obs.=   295, skipped   0 bad obs.  |
               +----------------------------------------------+
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
|Variable | Coefficient  | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
 FORTOS1   .8845478307E-01  .50644756E-01    1.747   .0807
 EMPLOKH1 -1.335241018      .45727004       -2.920   .0035
 FYLO1     .6189567004      .32967100        1.877   .0604
 ANAMONH1  .1197126928      .34414515E-01    3.479   .0005
 EMPLOKH2  .7189080864      .35259945        2.039   .0415
 DIABASH2  .5901780712      .16975343        3.477   .0005
 PROOR2   -.3252045545      .87086329E-01   -3.734   .0002
 FORTOS3   .1466644682      .45553213E-01    3.220   .0013
 EMPLOKH3  .8116170586      .35797947        2.267   .0234
 KATEY3   -.9201469996      .26093563       -3.526   .0004
 FORTOS4   .1096334674      .56771512E-01    1.931   .0535
 PROELEY4  .2512991478      .86661566E-01    2.900   .0037
 KATEY4   -.5487105420      .27776617       -1.975   .0482
 ANAMONH4 -.1402877558      .64019929E-01   -2.191   .0284
 FORTOS5   .1926215993      .69778492E-01    2.760   .0058
 PROELEY5  .2401215999      .10542539        2.278   .0227
 KATEY5   -1.158703013      .34533796       -3.355   .0008
 ANAMONH5 -.1548209323      .80328487E-01   -1.927   .0539
 FORTOS6  -.1228910353      .68206595E-01   -1.802   .0716
 PROELEY6  .2024022940      .12747032        1.588   .1123
 ANAMONH6  .1138884477      .50592870E-01    2.251   .0244
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Descriptive Statistics for Alternative 1

Utility Function Coefficient			All 220.0 obs.		54.0 observs. that chose 1	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
FORTOS1	.0885	FORTOS1	13.686	3.555	13.315	3.220
EMPLOKH1	-1.3352	EMPLOKH1	1.500	.501	1.130	.339
FYLO1	.6190	FYLO1	1.350	.478	1.370	.487
ANAMONH1	.1197	ANAMONH1	3.605	5.383	6.574	8.105

Descriptive Statistics for Alternative 2

Utility Function Coefficient			All 248.0 obs.		70.0 observs. that chose 2	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
EMPLOKH2	.7189	EMPLOKH2	1.540	.499	1.671	.473
DIABASH2	.5902	DIABASH2	1.589	.913	1.857	.997
PROOR2	-.3252	PROOR2	3.371	2.208	3.100	2.107

Descriptive Statistics for Alternative 3

Utility Function Coefficient			All 266.0 obs.		72.0 observs. that chose 3	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
FORTOS3	.1467	FORTOS3	13.632	3.521	14.264	3.456
EMPLOKH3	.8116	EMPLOKH3	1.549	.499	1.708	.458
KATEY3	-.9201	KATEY3	2.560	.497	2.514	.503

Descriptive Statistics for Alternative 4

Utility Function Coefficient			All 254.0 obs.		51.0 observs. that chose 4	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
FORTOS4	.1096	FORTOS4	13.472	3.427	13.255	3.526
PROELEY4	.2513	PROELEY4	3.299	2.161	3.863	2.079
KATEY4	-.5487	KATEY4	2.555	.498	2.451	.503
ANAMONH4	-.1403	ANAMONH4	3.520	5.058	1.804	2.466

Descriptive Statistics for Alternative 5

Utility Function Coefficient			All 214.0 obs.		32.0 observs. that chose 5	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
FORTOS5	.1926	FORTOS5	13.262	3.390	14.531	3.501
PROELEY5	.2401	PROELEY5	3.523	2.234	4.688	1.908
KATEY5	-1.1587	KATEY5	2.556	.498	2.375	.492
ANAMONH5	-.1548	ANAMONH5	3.421	4.949	1.813	3.797

Descriptive Statistics for Alternative 6 (cont.)

Utility Function Coefficient			All 192.0 obs.		16.0 observs. that chose 6	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
FORTOS6	-.1229	FORTOS6	13.266	3.423	13.250	2.595
PROELEY6	.2024	PROELEY6	3.521	2.267	4.188	1.834
ANAMONH6	.1139	ANAMONH6	3.453	5.007	6.250	6.148

```
+-------------------------------------------------------------+
| Partial effects = average over observations                 |
|                                                             |
| dlnP[alt=k,br=j,lmb=i,tr=l]                                 |
| ---------------------------- = D(m:K,J,I,L) = delta(m)*F    |
| dx(m):alt=K,br=J,lmb=I,tr=L]                                |
|                                                             |
| delta(m) = coefficient on x(m) in U(K:J,I,L)                |
| F = (l=L) (i=I) (j=J) [(k=K)-P(K:JIL)]                      |
|  +  (l=L) (i=I) [(j=J)-P(J:IL)] P(K:JIL)t(J:IL)             |
|  +  (l=L) [(i=I)-P(I:L)] P(J:IL) P(K:JIL)t(J:IL)s(I:L)      |
|  + [(l=L)-P(L)] P(I:L) P(J:IL) P(K:JIL)t(J:IL)s(I:L)f(L)    |
|                                                             |
| P(K|JIL)=Prob[choice=K |branch=J,limb=I,trunk=L]           |
| P(J|IL), P(I³L), P(L) defined likewise.                     |
| (n=N) = 1 if n=N, 0 else, for n=k,j,i,l and N=K,J,I,L.      |
| Elasticity = x(l) * D(l:K,J,I)                              |
| Marginal effect = P(KJIL)*D = P(K:JIL)P(J:IL)P(I:L)P(L)D    |
| F is decomposed into the 4 parts in the tables.             |
+-------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS1  in choice 1                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect          Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
| *     Choice=1          .000   .000    .000    .687       .687  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.216      -.216  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.216      -.216  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.216      -.216  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.216      -.216  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.216      -.216  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS3  in choice 3                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect          Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.511      -.511  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.511      -.511  |
| *     Choice=3          .000   .000    .000   1.292      1.292  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.511      -.511  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.511      -.511  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.511      -.511  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS4  in choice 4                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect          Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.251      -.251  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.251      -.251  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.251      -.251  |
| *     Choice=4          .000   .000    .000   1.021      1.021  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.251      -.251  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.251      -.251  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS5  in choice 5                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.304      -.304  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.304      -.304  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.304      -.304  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.304      -.304  |
| *     Choice=5          .000   .000    .000   1.549      1.549  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.304      -.304  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS6  in choice 6                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000    .088       .088  |
|       Choice=2          .000   .000    .000    .088       .088  |
|       Choice=3          .000   .000    .000    .088       .088  |
|       Choice=4          .000   .000    .000    .088       .088  |
|       Choice=5          .000   .000    .000    .088       .088  |
| *     Choice=6          .000   .000    .000   -.973      -.973  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is EMPLOKH1 in choice 1                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
| *     Choice=1          .000   .000    .000  -1.218     -1.218  |
|       Choice=2          .000   .000    .000    .276       .276  |
|       Choice=3          .000   .000    .000    .276       .276  |
|       Choice=4          .000   .000    .000    .276       .276  |
|       Choice=5          .000   .000    .000    .276       .276  |
|       Choice=6          .000   .000    .000    .276       .276  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is EMPLOKH2 in choice 2                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.285      -.285  |
| *     Choice=2          .000   .000    .000    .646       .646  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.285      -.285  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.285      -.285  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.285      -.285  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.285      -.285  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is EMPLOKH3 in choice 3                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.338      -.338  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.338      -.338  |
| *     Choice=3          .000   .000    .000    .795       .795  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.338      -.338  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.338      -.338  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.338      -.338  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FYLO1    in choice 1                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
| *     Choice=1          .000   .000    .000    .468       .468  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.155      -.155  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.155      -.155  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.155      -.155  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.155      -.155  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.155      -.155  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is ANAMONH1 in choice 1                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
| *     Choice=1          .000   .000    .000    .178       .178  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.144      -.144  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.144      -.144  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.144      -.144  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.144      -.144  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.144      -.144  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is ANAMONH4 in choice 4                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000    .044       .044  |
|       Choice=2          .000   .000    .000    .044       .044  |
|       Choice=3          .000   .000    .000    .044       .044  |
| *     Choice=4          .000   .000    .000   -.381      -.381  |
|       Choice=5          .000   .000    .000    .044       .044  |
|       Choice=6          .000   .000    .000    .044       .044  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is ANAMONH5 in choice 5                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000    .030       .030  |
|       Choice=2          .000   .000    .000    .030       .030  |
|       Choice=3          .000   .000    .000    .030       .030  |
|       Choice=4          .000   .000    .000    .030       .030  |
| *     Choice=5          .000   .000    .000   -.354      -.354  |
|       Choice=6          .000   .000    .000    .030       .030  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is ANAMONH6 in choice 6                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.039      -.039  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.039      -.039  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.039      -.039  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.039      -.039  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.039      -.039  |
| *     Choice=6          .000   .000    .000    .217       .217  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is DIABASH2 in choice 2                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.260      -.260  |
| *     Choice=2          .000   .000    .000    .528       .528  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.260      -.260  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.260      -.260  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.260      -.260  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.260      -.260  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is PROOR2   in choice 2                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000    .239       .239  |
| *     Choice=2          .000   .000    .000   -.682      -.682  |
|       Choice=3          .000   .000    .000    .239       .239  |
|       Choice=4          .000   .000    .000    .239       .239  |
|       Choice=5          .000   .000    .000    .239       .239  |
|       Choice=6          .000   .000    .000    .239       .239  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is KATEY3   in choice 3                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000    .565       .565  |
|       Choice=2          .000   .000    .000    .565       .565  |
| *     Choice=3          .000   .000    .000  -1.560     -1.560  |
|       Choice=4          .000   .000    .000    .565       .565  |
|       Choice=5          .000   .000    .000    .565       .565  |
|       Choice=6          .000   .000    .000    .565       .565  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is KATEY4   in choice 4                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000    .233       .233  |
|       Choice=2          .000   .000    .000    .233       .233  |
|       Choice=3          .000   .000    .000    .233       .233  |
| *     Choice=4          .000   .000    .000   -.975      -.975  |
|       Choice=5          .000   .000    .000    .233       .233  |
|       Choice=6          .000   .000    .000    .233       .233  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is KATEY5   in choice 5                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000    .299       .299  |
|       Choice=2          .000   .000    .000    .299       .299  |
|       Choice=3          .000   .000    .000    .299       .299  |
|       Choice=4          .000   .000    .000    .299       .299  |
| *     Choice=5          .000   .000    .000  -1.850     -1.850  |
|       Choice=6          .000   .000    .000    .299       .299  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is PROELEY4 in choice 4                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.168      -.168  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.168      -.168  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.168      -.168  |
| *     Choice=4          .000   .000    .000    .546       .546  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.168      -.168  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.168      -.168  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is PROELEY5 in choice 5                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.122      -.122  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.122      -.122  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.122      -.122  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.122      -.122  |
| *     Choice=5          .000   .000    .000    .492       .492  |
|       Choice=6          .000   .000    .000   -.122      -.122  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is PROELEY6 in choice 6                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1:1]                                                   |
|    Branch=B(1:1,1)                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .000   -.046      -.046  |
|       Choice=2          .000   .000    .000   -.046      -.046  |
|       Choice=3          .000   .000    .000   -.046      -.046  |
|       Choice=4          .000   .000    .000   -.046      -.046  |
|       Choice=5          .000   .000    .000   -.046      -.046  |
| *     Choice=6          .000   .000    .000    .418       .418  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
--> RESET
--> READ;file="C:\NLOGIT (KAT.345678).wk1";format=wks;names$
--> Nlogit
    ;Lhs=apostash,nij,altij
    ;choices=1,2,3,4,5,6
    ; tree= junction(1,6),midblock(2,3,4,5)
    ;Rhs=endeik1,emplokh1,fortos1,anamonh1
    ,emplokh2,diabash2,fylo2,proor2
    ,fortos3,emplokh3,katey3
    ,fortos4,proeley4,katey4,anamonh4
    ,fortos5,proeley5,katey5,anamonh5
    ,fortos6,proeley6,anamonh6,proor6
    ;describe
    ;effects:ENDEIK1(1)/EMPLOKH1(1)/EMPLOKH2(3)/EMPLOKH3(4)/FORTOS1(1)/FORTOS...
    /ANAMONH1(1)/ANAMONH4(5)/ANAMONH5(6)/ANAMONH6(2)/DIABASH2(3)/FYLO2(3)/PRO...
    /KATEY5(6)/PROELEY4(5)/PROELEY5(6)/PROELEY6(2)$
Normal exit from iterations. Exit status=0.

              +---------------------------------------------+
              | Discrete choice (multinomial logit) model   |
              | Maximum Likelihood Estimates                |
              | Dependent variable               Choice     |
              | Weighting variable                  ONE     |
              | Number of observations              295     |
              | Iterations completed                  6     |
              | Log likelihood function       -354.8834     |
              | Log-L for Choice   model =    -354.8834     |
              | R2=1-LogL/LogL*  Log-L fncn  R-sqrd  RsqAdj |
              | No coefficients   -564.9150  .37179  .35837 |
              | Constants only.  Must be computed directly. |
              |                  Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $ |
              | Response data are given as ind. choice.     |
              | Number of obs.=   295, skipped   0 bad obs. |
              +---------------------------------------------+
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
|Variable | Coefficient  | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
 ENDEIK1  -.4156509019      .29527935       -1.408   .1592
 EMPLOKH1 -1.816276484      .49443231       -3.673   .0002
 FORTOS1   .4594304664E-01  .50493359E-01     .910   .3629
 ANAMONH1  .1324475314      .36083762E-01    3.671   .0002
 EMPLOKH2  .3958073709      .38894900        1.018   .3089
 DIABASH2  .6016007222      .17944148        3.353   .0008
 FYLO2    -1.121665465      .33484372       -3.350   .0008
 PROOR2   -.4947354413      .10320003       -4.794   .0000
 FORTOS3   .1579771428      .48271027E-01    3.273   .0011
 EMPLOKH3  .4693319167      .36677309        1.280   .2007
 KATEY3   -1.758209556      .33067268       -5.317   .0000
 FORTOS4   .1359221283      .59680989E-01    2.277   .0228
 PROELEY4  .1843065402      .89557344E-01    2.058   .0396
 KATEY4   -1.601002300      .36030966       -4.443   .0000
 ANAMONH4 -.1614808924      .67906659E-01   -2.378   .0174
 FORTOS5   .2233624828      .72701161E-01    3.072   .0021
 PROELEY5  .1729833086      .10885747        1.589   .1120
 KATEY5   -2.245093424      .41978448       -5.348   .0000
 ANAMONH5 -.1707107665      .83960086E-01   -2.033   .0420
 FORTOS6   .5471880327E-01  .80840458E-01     .677   .4985
 PROELEY6 -.2511657818      .15936487       -1.576   .1150
 ANAMONH6  .1117261030      .47489305E-01    2.353   .0186
 PROOR6   -.7617573939      .16959085       -4.492   .0000
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
Cannot invert Hessian at current values.
Switching to BFGS (gradient based) method.
Normal exit from iterations. Exit status=0.
              +---------------------------------------------+
              | FIML: Nested Multinomial Logit Model        |
              | Maximum Likelihood Estimates                |
              | Dependent variable             APOSTASH     |
              | Weighting variable                  ONE     |
              | Number of observations             1394     |
              | Iterations completed                 43     |
              | Log likelihood function       -352.6104     |
              | Restricted log likelihood     -564.9150     |
              | Chi-squared                    424.6090     |
              | Degrees of freedom                   25     |
              | Significance level             .0000000     |
              | R2=1-LogL/LogL*  Log-L fncn  R-sqrd  RsqAdj |
              | No coefficients   -564.9150  .37582  .36129 |
              | Constants only.  Must be computed directly. |
              |                  Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $ |
              | At start values   -354.8834  .00640 -.01672 |
              | Response data are given as ind. choice.     |
              +---------------------------------------------+

              +---------------------------------------------+
              | FIML: Nested Multinomial Logit Model        |
              | The model has 2 levels.                     |
              | Number of obs.=   295, skipped   0 bad obs. |
              +---------------------------------------------+
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
|Variable | Coefficient  | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+---------+--------------+----------------+--------+---------+----------+
          Attributes in the Utility Functions
 ENDEIK1  -.9155733237      .52577959       -1.741   .0816
 EMPLOKH1 -2.293823485      1.0303687       -2.226   .0260
 FORTOS1   .9629007087E-01  .94204999E-01    1.022   .3067
 ANAMONH1  .1904082859      .90543574E-01    2.103   .0355
 EMPLOKH2  .4953525585      .35465826        1.397   .1625
 DIABASH2  .4952522641      .17950704        2.759   .0058
 FYLO2    -.9718441129      .32924829       -2.952   .0032
 PROOR2   -.4112099062      .99010987E-01   -4.153   .0000
 FORTOS3   .1473309481      .46568206E-01    3.164   .0016
 EMPLOKH3  .4600271593      .34377093        1.338   .1808
 KATEY3   -1.499575347      .29829238       -5.027   .0000
 FORTOS4   .1243849412      .57526796E-01    2.162   .0306
 PROELEY4  .1694679565      .83805233E-01    2.022   .0432
 KATEY4   -1.340535169      .32261231       -4.155   .0000
 ANAMONH4 -.1483963982      .63776804E-01   -2.327   .0200
 FORTOS5   .2146161223      .70044459E-01    3.064   .0022
 PROELEY5  .1542017525      .10351868        1.490   .1363
 KATEY5   -1.979051926      .38751256       -5.107   .0000
 ANAMONH5 -.1592316684      .79121253E-01   -2.013   .0442
 FORTOS6   .2148250378      .16123156        1.332   .1827
 PROELEY6 -.4299000600      .29024990       -1.481   .1386
 ANAMONH6  .1482200577      .93737140E-01    1.581   .1138
 PROOR6   -1.308136937      .46677294       -2.803   .0051
          Inclusive Value Parameters
 JUNCTION  .6737946785      .26632423        2.530   .0114
 MIDBLOCK  1.503298551      .44798915        3.356   .0008
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Descriptive Statistics for Alternative 1

Utility Function Coefficient			All 220.0 obs.		54.0 observs. that chose 1	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
ENDEIK1	-.9156	ENDEIK1	.995	.868	1.130	.339
EMPLOKH1	-2.2938	EMPLOKH1	1.500	.501	1.130	.339
FORTOS1	.0963	FORTOS1	13.686	3.555	13.315	3.220
ANAMONH1	.1904	ANAMONH1	3.605	5.383	6.574	8.105

Descriptive Statistics for Alternative 6 (cont.)

Utility Function Coefficient			All 192.0 obs.		16.0 observs. that chose 6	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
FORTOS6	.2148	FORTOS6	13.266	3.423	13.250	2.595
PROELEY6	-.4299	PROELEY6	3.521	2.267	4.188	1.834
ANAMONH6	.1482	ANAMONH6	3.453	5.007	6.250	6.148
PROOR6	-1.3081	PROOR6	4.260	2.177	3.813	2.562

Descriptive Statistics for Alternative 2

Utility Function Coefficient			All 248.0 obs.		70.0 observs. that chose 2	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
EMPLOKH2	.4954	EMPLOKH2	1.540	.499	1.671	.473
DIABASH2	.4953	DIABASH2	1.589	.913	1.857	.997
FYLO2	-.9718	FYLO2	1.355	.479	1.229	.423
PROOR2	-.4112	PROOR2	3.371	2.208	3.100	2.107

Descriptive Statistics for Alternative 3

Utility Function Coefficient			All 266.0 obs.		72.0 observs. that chose 3	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
FORTOS3	.1473	FORTOS3	13.632	3.521	14.264	3.456
EMPLOKH3	.4600	EMPLOKH3	1.549	.499	1.708	.458
KATEY3	-1.4996	KATEY3	2.560	.497	2.514	.503

Descriptive Statistics for Alternative 4

Utility Function Coefficient			All 254.0 obs.		51.0 observs. that chose 4	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
FORTOS4	.1244	FORTOS4	13.472	3.427	13.255	3.526
PROELEY4	.1695	PROELEY4	3.299	2.161	3.863	2.079
KATEY4	-1.3405	KATEY4	2.555	.498	2.451	.503
ANAMONH4	-.1484	ANAMONH4	3.520	5.058	1.804	2.466

Descriptive Statistics for Alternative 5

Utility Function Coefficient			All 214.0 obs.		32.0 observs. that chose 5	
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
FORTOS5	.2146	FORTOS5	13.262	3.390	14.531	3.501
PROELEY5	.1542	PROELEY5	3.523	2.234	4.688	1.908
KATEY5	-1.9791	KATEY5	2.556	.498	2.375	.492
ANAMONH5	-.1592	ANAMONH5	3.421	4.949	1.813	3.797

```
+-------------------------------------------------------------+
| Partial effects = average over observations                 |
|                                                             |
| dlnP[alt=k,br=j,lmb=i,tr=l]                                 |
| ---------------------------- = D(m:K,J,I,L) = delta(m)*F    |
| dx(m):alt=K,br=J,lmb=I,tr=L]                                |
|                                                             |
| delta(m) = coefficient on x(m) in U(K:J,I,L)                |
| F = (l=L) (i=I) (j=J) [(k=K)-P(K:JIL)]                      |
|  +  (l=L) (i=I) [(j=J)-P(J:IL)] P(K:JIL)t(J:IL)             |
|  +  (l=L) [(i=I)-P(I:L)] P(J:IL) P(K:JIL)t(J:IL)s(I:L)      |
|  + [(l=L)-P(L)] P(I:L) P(J:IL) P(K:JIL)t(J:IL)s(I:L)f(L)    |
|                                                             |
| P(K|JIL)=Prob[choice=K |branch=J,limb=I,trunk=L]           |
| P(J|IL), P(I³L), P(L) defined likewise.                     |
| (n=N) = 1 if n=N, 0 else, for n=k,j,i,l and N=K,J,I,L.      |
| Elasticity = x(l) * D(l:K,J,I)                              |
| Marginal effect = P(KJIL)*D = P(K:JIL)P(J:IL)P(I:L)P(L)D    |
| F is decomposed into the 4 parts in the tables.             |
+-------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.           |
| Attribute is ENDEIK1  in choice 1                           |
| Effects on probabilities of all choices in the model:       |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.      |
|                        Decomposition of Effect          Total |
|                       Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                              |
| Limb=Lmb[1|1]                                               |
|    Branch=JUNCTION                                          |
| *     Choice=1          .000   .000   -.266   -.090      -.355 |
|       Choice=6          .000   .000   -.266    .590       .325 |
|    Branch=MIDBLOCK                                          |
|       Choice=2          .000   .000    .132    .000       .132 |
|       Choice=3          .000   .000    .132    .000       .132 |
|       Choice=4          .000   .000    .132    .000       .132 |
|       Choice=5          .000   .000    .132    .000       .132 |
+-------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.           |
| Attribute is EMPLOKH1 in choice 1                           |
| Effects on probabilities of all choices in the model:       |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.      |
|                        Decomposition of Effect          Total |
|                       Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                              |
| Limb=Lmb[1|1]                                               |
|    Branch=JUNCTION                                          |
| *     Choice=1          .000   .000   -.989   -.619     -1.607 |
|       Choice=6          .000   .000   -.989   1.947       .959 |
|    Branch=MIDBLOCK                                          |
|       Choice=2          .000   .000    .323    .000       .323 |
|       Choice=3          .000   .000    .323    .000       .323 |
|       Choice=4          .000   .000    .323    .000       .323 |
|       Choice=5          .000   .000    .323    .000       .323 |
+-------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.           |
| Attribute is EMPLOKH2 in choice 2                           |
| Effects on probabilities of all choices in the model:       |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.      |
|                        Decomposition of Effect          Total |
|                       Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                              |
| Limb=Lmb[1|1]                                               |
|    Branch=JUNCTION                                          |
|       Choice=1          .000   .000   -.295    .000      -.295 |
|       Choice=6          .000   .000   -.295    .000      -.295 |
|    Branch=MIDBLOCK                                          |
| *     Choice=2          .000   .000    .079    .393       .472 |
|       Choice=3          .000   .000    .079   -.249      -.170 |
|       Choice=4          .000   .000    .079   -.249      -.170 |
|       Choice=5          .000   .000    .079   -.249      -.170 |
+-------------------------------------------------------------+
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is EMPLOKH3 in choice 3                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000   -.290    .000      -.290  |
|       Choice=6          .000   .000   -.290    .000      -.290  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000    .078   -.245      -.167  |
| *     Choice=3          .000   .000    .078    .398       .476  |
|       Choice=4          .000   .000    .078   -.245      -.167  |
|       Choice=5          .000   .000    .078   -.245      -.167  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS1  in choice 1                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
| *     Choice=1          .000   .000    .362    .209       .571  |
|       Choice=6          .000   .000    .362   -.774      -.411  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000   -.159    .000      -.159  |
|       Choice=3          .000   .000   -.159    .000      -.159  |
|       Choice=4          .000   .000   -.159    .000      -.159  |
|       Choice=5          .000   .000   -.159    .000      -.159  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS3  in choice 3                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000   -.777    .000      -.777  |
|       Choice=6          .000   .000   -.777    .000      -.777  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000    .273   -.698      -.426  |
| *     Choice=3          .000   .000    .273   1.113      1.385  |
|       Choice=4          .000   .000    .273   -.698      -.426  |
|       Choice=5          .000   .000    .273   -.698      -.426  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS4  in choice 4                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000   -.425    .000      -.425  |
|       Choice=6          .000   .000   -.425    .000      -.425  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000    .097   -.348      -.251  |
|       Choice=3          .000   .000    .097   -.348      -.251  |
| *     Choice=4          .000   .000    .097   1.095      1.192  |
|       Choice=5          .000   .000    .097   -.348      -.251  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS5  in choice 5                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000   -.515    .000      -.515  |
|       Choice=6          .000   .000   -.515    .000      -.515  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000    .086   -.400      -.314  |
|       Choice=3          .000   .000    .086   -.400      -.314  |
|       Choice=4          .000   .000    .086   -.400      -.314  |
| *     Choice=5          .000   .000    .086   1.664      1.751  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FORTOS6  in choice 6                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .700  -1.190      -.490  |
| *     Choice=6          .000   .000    .700    .665      1.365  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000   -.102    .000      -.102  |
|       Choice=3          .000   .000   -.102    .000      -.102  |
|       Choice=4          .000   .000   -.102    .000      -.102  |
|       Choice=5          .000   .000   -.102    .000      -.102  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is ANAMONH1 in choice 1                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
| *     Choice=1          .000   .000    .134    .083       .217  |
|       Choice=6          .000   .000    .134   -.429      -.295  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000   -.155    .000      -.155  |
|       Choice=3          .000   .000   -.155    .000      -.155  |
|       Choice=4          .000   .000   -.155    .000      -.155  |
|       Choice=5          .000   .000   -.155    .000      -.155  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is ANAMONH4 in choice 4                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .069    .000       .069  |
|       Choice=6          .000   .000    .069    .000       .069  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000   -.028    .065       .037  |
|       Choice=3          .000   .000   -.028    .065       .037  |
| *     Choice=4          .000   .000   -.028   -.385      -.413  |
|       Choice=5          .000   .000   -.028    .065       .037  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is ANAMONH5 in choice 5                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .048    .000       .048  |
|       Choice=6          .000   .000    .048    .000       .048  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000   -.016    .042       .026  |
|       Choice=3          .000   .000   -.016    .042       .026  |
|       Choice=4          .000   .000   -.016    .042       .026  |
| *     Choice=5          .000   .000   -.016   -.353      -.369  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is ANAMONH6 in choice 6                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .098   -.194      -.097  |
| *     Choice=6          .000   .000    .098    .139       .237  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000   -.033    .000      -.033  |
|       Choice=3          .000   .000   -.033    .000      -.033  |
|       Choice=4          .000   .000   -.033    .000      -.033  |
|       Choice=5          .000   .000   -.033    .000      -.033  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is DIABASH2 in choice 2                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000   -.317    .000      -.317  |
|       Choice=6          .000   .000   -.317    .000      -.317  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
| *     Choice=2          .000   .000    .129    .365       .494  |
|       Choice=3          .000   .000    .129   -.297      -.167  |
|       Choice=4          .000   .000    .129   -.297      -.167  |
|       Choice=5          .000   .000    .129   -.297      -.167  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is FYLO2    in choice 2                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .422    .000       .422  |
|       Choice=6          .000   .000    .422    .000       .422  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
| *     Choice=2          .000   .000   -.167   -.715      -.882  |
|       Choice=3          .000   .000   -.167    .392       .225  |
|       Choice=4          .000   .000   -.167    .392       .225  |
|       Choice=5          .000   .000   -.167    .392       .225  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is PROOR2   in choice 2                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .447    .000       .447  |
|       Choice=6          .000   .000    .447    .000       .447  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
| *     Choice=2          .000   .000   -.220   -.722      -.942  |
|       Choice=3          .000   .000   -.220    .443       .224  |
|       Choice=4          .000   .000   -.220    .443       .224  |
|       Choice=5          .000   .000   -.220    .443       .224  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is PROOR6   in choice 6                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000  -1.218   2.066       .848  |
| *     Choice=6          .000   .000  -1.218  -1.562     -2.780  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000    .174    .000       .174  |
|       Choice=3          .000   .000    .174    .000       .174  |
|       Choice=4          .000   .000    .174    .000       .174  |
|       Choice=5          .000   .000    .174    .000       .174  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is KATEY3   in choice 3                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000   1.391    .000      1.391  |
|       Choice=6          .000   .000   1.391    .000      1.391  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000   -.543   1.287       .744  |
| *     Choice=3          .000   .000   -.543  -2.175     -2.718  |
|       Choice=4          .000   .000   -.543   1.287       .744  |
|       Choice=5          .000   .000   -.543   1.287       .744  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is KATEY4   in choice 4                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .847    .000       .847  |
|       Choice=6          .000   .000    .847    .000       .847  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000   -.222    .711       .489  |
|       Choice=3          .000   .000   -.222    .711       .489  |
| *     Choice=4          .000   .000   -.222  -2.238     -2.460  |
|       Choice=5          .000   .000   -.222    .711       .489  |
+-----------------------------------------------------------------+
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is KATEY5   in choice 5                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000    .776    .000       .776  |
|       Choice=6          .000   .000    .776    .000       .776  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000   -.154    .619       .465  |
|       Choice=3          .000   .000   -.154    .619       .465  |
|       Choice=4          .000   .000   -.154    .619       .465  |
| *     Choice=5          .000   .000   -.154  -3.051     -3.205  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is PROELEY4 in choice 4                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000   -.169    .000      -.169  |
|       Choice=6          .000   .000   -.169    .000      -.169  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000    .028   -.132      -.103  |
|       Choice=3          .000   .000    .028   -.132      -.103  |
| *     Choice=4          .000   .000    .028    .350       .378  |
|       Choice=5          .000   .000    .028   -.132      -.103  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is PROELEY5 in choice 5                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000   -.119    .000      -.119  |
|       Choice=6          .000   .000   -.119    .000      -.119  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000    .016   -.090      -.074  |
|       Choice=3          .000   .000    .016   -.090      -.074  |
|       Choice=4          .000   .000    .016   -.090      -.074  |
| *     Choice=5          .000   .000    .016    .304       .320  |
+-----------------------------------------------------------------+
+-----------------------------------------------------------------+
| Elasticity            Averaged over observations.               |
| Attribute is PROELEY6 in choice 6                               |
| Effects on probabilities of all choices in the model:           |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.          |
|                         Decomposition of Effect           Total |
|                        Trunk   Limb   Branch   Choice     Effect|
| Trunk=Trunk{1}                                                  |
| Limb=Lmb[1|1]                                                   |
|    Branch=JUNCTION                                              |
|       Choice=1          .000   .000   -.452    .768       .316  |
| *     Choice=6          .000   .000   -.452   -.217      -.669  |
|    Branch=MIDBLOCK                                              |
|       Choice=2          .000   .000    .066    .000       .066  |
|       Choice=3          .000   .000    .066    .000       .066  |
|       Choice=4          .000   .000    .066    .000       .066  |
|       Choice=5          .000   .000    .066    .000       .066  |
+-----------------------------------------------------------------+
```