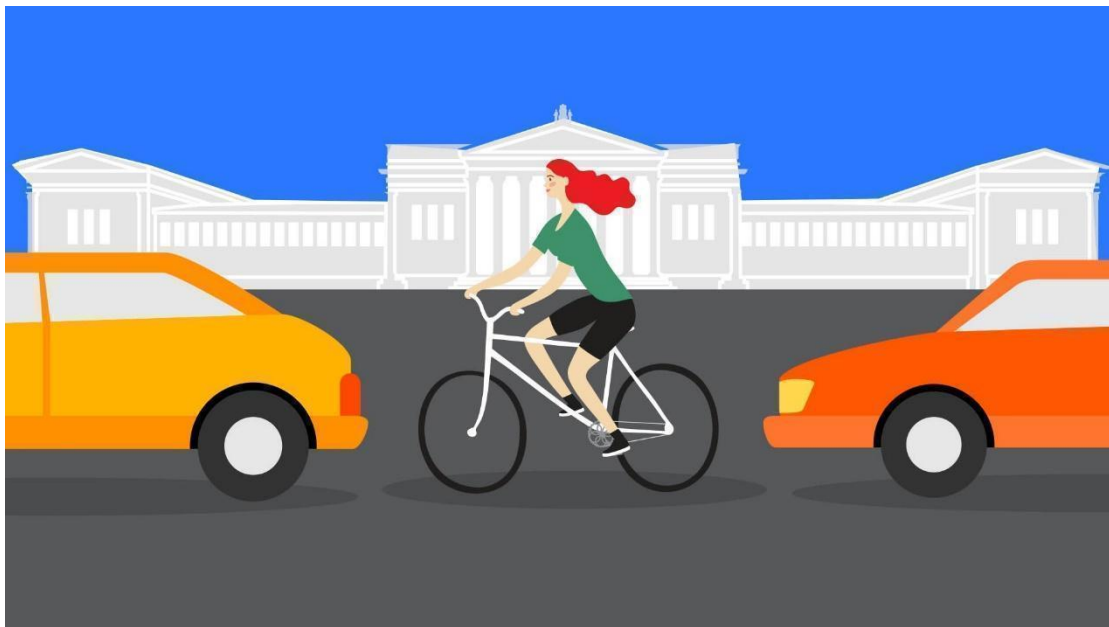




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ

Προτιμήσεις των Αθηναίων Οδηγών Αυτοκινήτων απέναντι στην Ποδηλασία

Διπλωματική Εργασία



Αθανάσιος Ζευγαράς

Επιβλέπων Καθηγητής
Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2021

Ευχαριστίες

Θεωρώ υποχρέωση μου να εκφράσω τις ειλικρινείς & θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέπων της Διπλωματικής μου εργασίας κ. Γιώργο Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., για την πολύτιμη βοήθεια του, την επιστημονική του καθοδήγηση σε όλα τα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς και για την άψογη συνεργασία μας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω εξίσου θερμά την Κατερίνα Δελιαλή, Μετα-Διδάκτορα Ε.Μ.Π., για τη σημαντική συμβολή της καθ' όλη τη διάρκεια συλλογής, επεξεργασίας και στατιστικής ανάλυσής των δεδομένων. Παρακολούθησε με προθυμία την πορεία αυτής της εργασίας και συνέβαλε καθοριστικά σε θέματα που προέκυψαν με ενδιαφέρον και υπομονή.

Ακόμη, ένα ευχαριστώ αξίζει στο κοινό που έλαβε ενεργά μέρος στην έρευνα, προσφέροντας την ενίσχυση του μέσω των ερωτηματολογίων.

Είναι πεποίθηση και προσδοκία μου ότι η προσπάθειά μου-η προσπάθεια μας θα οδηγήσει στην περαιτέρω αποτελεσματική και ασφαλή διείδυση και αποδοχή της κυκλοφορίας των ποδηλάτων στις ελληνικές πόλεις.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους άμεσα ή έμμεσα βοήθησαν και υποστήριξαν την εκπόνηση αυτής της Διπλωματικής Εργασίας.

Αθήνα, Ιούλιος 2021

Αθανάσιος Ζευγαράς

**Προτιμήσεις των Αθηναίων οδηγών αυτοκινήτων
σχετικά με τη δημιουργία δικτύου ποδηλατοδρόμων**

Αθανάσιος Ζευγαράς
Επιβλέπων : Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Σύνοψη

Ένα βασικό ζήτημα ασφάλειας και άνεσης των ποδηλατών στις σύγχρονες πόλεις είναι η συνύπαρξή τους με τα γρηγορότερα και με μεγαλύτερη μάζα επιβατικά οχήματα. Για τον λόγο αυτό, αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των προτιμήσεων και της γενικής αντιμετώπισης των Αθηναίων οδηγών ΙΧ επιβατικών αυτοκινήτων απέναντι στη ποδηλασία εντός του Λεκανοπεδίου της Αττικής. Αναπτύχθηκε ειδικό ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε από 267 Αθηναίους οδηγούς ΙΧ επιβατικών αυτοκινήτων, με βάση τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης για διάφορα υποθετικά σενάρια κόστους, χρόνου και άνεσης διαδρομής που αφορούσαν στην κατασκευή και συντήρηση ενός δικτύου ποδηλατοδρόμων πολλών χιλιομέτρων. Οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να επιλέξουν μεταξύ τριών εναλλακτικών προτάσεων : α) Μεγάλη ενίσχυση, β) Μικρή ενίσχυση και γ) Καμία ενίσχυση της ποδηλατικής κυκλοφορίας στη πόλη. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν μοντέλα λογιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης (πολυωνυμικό και διωνυμικό), αλλά και ένα μοντέλο κατανομής Poisson. Από τα μοντέλα συνδυαστικά, προέκυψε ότι η πιθανότητα επιλογής χρηματοδότησης ενός αναβαθμισμένου δικτύου ποδηλατοδρόμων εξαρτάται σαφώς σε μεγάλο βαθμό από το κόστος, το χρόνο και την άνεση διαδρομής με ΙΧ, τις συνήθειες μετακίνησης και άλλα δημογραφικά στοιχεία των οδηγών. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε ότι όσο εξοικονομείται χρόνος στις μετακινήσεις με ΙΧ, η πιθανότητα επιλογής μικρής ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων εμφανίζεται μεγαλύτερη. Αντίθετα, όσο η άνεση μετακίνησης με ΙΧ αυξάνεται, τότε η προτίμηση μετατοπίζεται στη μεγάλη ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων, παρά την απαραίτητη υψηλή εισφορά. Τέλος προέκυψε ότι, όσο μεγαλύτερα είναι η εμπειρία και τα καθημερινά χιλιόμετρα των οδηγών τόσο πιθανότερο είναι να επιλέξουν τη μηδενική ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων.

Λέξεις κλειδιά: Ποδήλατο, ποδηλατόδρομοι, δεδηλωμένη προτίμηση, λογιστική παλινδρόμηση, πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο, διωνυμικό λογιστικό μοντέλο, γραμμική κατανομή Poisson

**Car drivers' preferences towards the development of cycling infrastructure
in the city of Athens, Greece**

Athanasios Zevgaras
Supervisor: George Yannis, Professor, NTUA

Abstract

A key issue for the safety and comfort of cyclists in modern cities is their coexistence with the faster and more voluminous passenger vehicles. For this reason, the objective of this dissertation is to investigate the preferences and general mindset of the Athenian car drivers towards cycling within the Attica basin. A specialized questionnaire was developed, which was answered by 267 Athenian car drivers in total, based on the declared method of stated preference (SP) for various hypothetical cost, time and comfort scenarios concerning the construction and maintenance of a multi-kilometer bicycle network. Respondents were asked to choose between three alternative proposals: a) Large aid, b) Small aid and c) No aid of cycling use in the city. Logistic regression analysis models (polynomial and binomial) and linear Poisson regression models were then developed, which collectively indicate that the probability of choosing to finance an upgraded bicycle network clearly depends to a large extent on the cost, time and comfort of travelling by car, travel habits, and other driver demographics. In particular, it was observed that the more time is saved in car travel, the greater the likelihood of choosing a small amplification (aid) of the bicycle network. On the contrary, as the comfort of traveling by car increases, so does the likelihood of choosing a large amplification (aid) of the bicycle network, despite the costly contribution needed for it. Lastly, it turned out that the greater the experience and the daily kilometers of the drivers, the more likely they are to choose the non-amplification (aid) of the bicycle network.

Keywords: Bicycles, cycling, bikeways, stated preference, logistic regression, multinomial logistic regression, binomial logistic regression, generalized linear Poisson regression

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση των προτιμήσεων των Αθηναίων οδηγών ΙΧ επιβατικών αυτοκινήτων απέναντι στην ποδηλασία**. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε ποια είναι τα χαρακτηριστικά των οδηγών που επηρεάζουν τις προτιμήσεις τους για εισφορές για την πιθανή αναβάθμιση (χαμηλή, υψηλή) του δικτύου ποδηλατοδρόμων της Αθήνας.

Μετά τον καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου, αναζητήθηκε διεθνής βιβλιογραφία συναφής με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής εργασίας και εντοπίστηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία. Ταυτόχρονα συντάχθηκε ειδικό **ερωτηματολόγιο** με σκοπό τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων, και χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης** με 18 (9+9) υποθετικά σενάρια κόστους, χρόνου και άνεσης.

Ακολούθως, για την επεξεργασία των απαντήσεων των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση, στην οποία αναπτύχθηκαν 3 πρότυπα στατιστικά μοντέλα. Πρώτον, για τη διερεύνηση της προθυμίας πληρωμής ετήσιας εισφοράς για ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, αναπτύχθηκε πρότυπο **διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης**. Δεύτερον, μετά από δοκιμές διαφόρων εναλλακτικών μεθόδων, αναπτύχθηκε πρότυπο **κατανομής Poisson**, με σκοπό τη διερεύνηση του πιο επιθυμητού ύψους ετήσιας εισφοράς. Τέλος, αναπτύχθηκε πρότυπο **πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** σχετικά με τα σενάρια ανάπτυξης ποδηλατοδρόμων. Τα μαθηματικά μοντέλα που δημιουργήθηκαν από αυτές τις στατιστικές αναλύσεις, παρατίθενται στους παρακάτω συγκεντρωτικούς πίνακες.

Μεταβλητές	Επιλογή Μικρής Ενίσχυσης			Επιλογή Μεγάλης Ενίσχυσης		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθερός όρος	4.366	< 0.001		- 5,11	< 0.001	
Χρόνος	- 1,238	0,016	0,29	3969	< 0.001	52,9
Κόστος	4.586	< 0.001	98,11	30316	< 0.001	10 ⁴ 13
Άνεση μετακίνησης με Ι.Χ.	- 0,527	< 0.001	0,59	0,519	0,002	1,68
Διάρκεια οδήγησης Ι.Χ.	- 0,382	0,003	0,68	- 0,879	0,009	0,42
Απόσταση οδήγησης Ι.Χ.	- 0,266	0,001	0,77	- 1,289	< 0.001	0,28
Εμπειρία οδήγησης Ι.Χ.						
Σημαντικό μειονέκτημα χρήσης ποδηλάτου "Απότομες κλίσεις δρόμων"	- 0,338	< 0.001	0,71	- 0,701	< 0.001	0,5
Συμφωνία με το "Οι ποδηλατοδρόμοι δεν αποτελούν σημαντικό κομμάτι μίας σύγχρονης πόλης"				- 0,672	0,005	0,51
Συμφωνία με το "Οι ποδηλατοδρόμοι θα επιβαρύνουν μόνιμα την οδική κυκλοφορία της πόλης"	- 0,447	< 0.001	0,64	- 0,915	< 0.001	0,4
Πρόθεση πληρωμής ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη και λειτουργία ποδηλατοδρόμων	1.272	< 0.001	3,57	3337	< 0.001	28,13
Επιθυμητό κόστος ετήσιας εισφοράς	1.986	0,001	7,29	3971	0,001	53,03
"Έχω δυνατότητα τηλεργασίας"	0,397	0,003	1,49	1017	0,004	2,76
"Είμαι δημόσιος / ιδιωτικός υπάλληλος"	0,428	0,004	1,53	0,949	0,011	2,58
Είμαι φοιτητής"	0,888	< 0.001	2,43			
"Οι ποδηλάτες ευθύνονται για την άσχημη σχέση αυτοκινητιστών - ποδηλατιστών"	- 0,378	0,023	0,69	- 2,388	< 0.001	0,09
"Οδηγώ το αυτοκίνητό μου κυρίως για αγορές"	1,78	< 0.001	5,93	2485	< 0.001	12
"Οδηγώ το αυτοκίνητό μου κυρίως για αναψυχή"	- 0,967	< 0.001	0,38	- 2,732	< 0.001	0,07
"Άλλο μέσο μετακίνησης εκτός του Ι.Χ. Και ποδηλάτου πρέπει να έχει προτεραιότητα στο δρόμο"	- 0,976	0,021	0,38			

Πίνακας 6.1: Μοντέλα επιλογής επιπέδου ενίσχυσης

Μεταβλητές	Πρόθεση πληρωμής ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη και λειτουργία ποδηλατοδρόμων		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθερός Όρος			
'Όδηγώ το αυτοκίνητό μου κυρίως για εργασία / σπουδές'	0,405	< 0,001	1,5
'Όλα τα μέσα μετακίνησης πρέπει να έχουν τα ίδια δικαιώματα στο δρόμο	0,386	< 0,001	1,47
'Άλλο μέσο μετακίνησης εκτός του Ι.Χ. Και ποδηλάτου πρέπει να έχει προτεραιότητα στο δρόμο'	-1,54	< 0,001	0,21
'Είμαι ελεύθερος επαγγελματίας'	-0,419	0,001	0,66
'Είμαι φοιτητής'	0,516	0,001	1,68
Γυναίκα	0,281	0,008	1,33
Μορφωτικό επίπεδο	0,227	0,038	1,26
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι αγχολυτικό"	0,24	< 0,001	1,27
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι καλό για το περιβάλλον"	0,551	< 0,001	1,74
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι φτηνό"	-0,398	< 0,001	0,67
Σημαντικό μειονέκτημα χρήσης ποδηλάτου "Απουσία ποδηλατοδρόμων"	0,179	0,042	1,2
Σημαντικό μειονέκτημα χρήσης ποδηλάτου "Κακή κατάσταση οδοστρωμάτων"	-0,276	< 0,001	0,76
Σημαντικό μειονέκτημα χρήσης ποδηλάτου "Απότομες κλίσεις δρόμων"	-0,209	0,001	0,81
Συμφωνία με το "Οι ποδηλατοδρόμοι θα επιβαρύνουν μόνιμα την οδική κυκλοφορία της πόλης"	-0,313	< 0,001	0,73
Ηλικία	-0,142	0,021	0,87

Πίνακας 6.2: Μοντέλο πρόθεσης πληρωμής ετήσιας εισφοράς

Μεταβλητές	Επιθυμητό ύψος ετήσιας εισφοράς		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθ. Όρος	-2,764	< 0,001	0,06
Απόσταση οδήγησης ποδηλάτου	0,077	0,041	1,08
Εμπειρία οδήγησης Ι.Χ.	-0,139	0,014	0,87
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι καλό για το περιβάλλον"	0,293	< 0,001	1,34
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι φτηνό"	-0,147	0,015	0,86
'Είμαι ελεύθερος επαγγελματίας'	-0,263	0,039	0,77
'Όδηγώ το αυτοκίνητό μου κυρίως για εργασία / σπουδές'	0,251	0,021	1,29
'Άλλο μέσο μετακίνησης εκτός του Ι.Χ. Και ποδηλάτου πρέπει να έχει προτεραιότητα στο δρόμο'	-1,239	0,034	0,29
Αντίδραση προς την εικόνα ενός προστατευόμενου συνοδευτικού ποδηλατοδρόμου	0,204	0,026	1,23
Συμφωνία με το "Οι ποδηλατοδρόμοι δεν αποτελούν σημαντικό κομμάτι μίας σύγχρονης πόλης"	-0,154	0,029	0,86

Πίνακας 6.3: Μοντέλο επιλογής ύψους ετήσιας εισφοράς

Συμπεράσματα

Από τα διάφορα στάδια επεξεργασίας και στατιστικής ανάλυσης αυτής της Διπλωματικής εργασίας, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα που απαντούν τα κύρια ερωτήματα της Διπλωματικής Εργασίας:

- Η πιθανότητα επιλογής ενός αναβαθμισμένου δικτύου ποδηλατοδρόμων επηρεάζεται από τρία κύρια χαρακτηριστικά, **το ύψος εισφοράς, το χρόνο και το επίπεδο άνεσης μετακίνησης με ΙΧ επιβατικό αυτοκίνητο** Συγκεκριμένα για υψηλά ποσά ετήσιας εισφοράς μεγάλη σημασία δινόταν στο επίπεδο άνεσης διαδρομής με αυτοκίνητο, ενώ για χαμηλά ποσά ετήσιας εισφοράς παραπάνω σημασία δινόταν στο χρόνο διαδρομής με αυτοκίνητο.
- Οι Αθηναίοι αυτοκινητιστές εμφανίζονται στη πλειοψηφία τους **θετικοί ως προς την οικονομική ενίσχυση της ποδηλατικής κυκλοφορίας** στο Λεκανοπέδιο Αττικής, τουλάχιστον για μικρά κόστη ετήσιας εισφοράς της τάξης των 40-80 ευρώ. Ειδικότερα όσο μειώνεται το ύψος ετήσιας εισφοράς και ο χρόνος μετακίνησης με Ι.Χ., η πιθανότητα επιλογής οικονομικής ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων εμφανίζεται μεγαλύτερη. Το επίπεδο άνεσης οδήγησης Ι.Χ. δείχνει να μην απασχολεί ιδιαίτερα τους Αθηναίους οδηγούς, εκτός από αυτούς που επιλέγουν υψηλά κόστη ετήσιας εισφοράς και έχουν συνεπώς, υψηλότερες απαιτήσεις.
- Η επιλογή ενός αναβαθμισμένου δικτύου ποδηλατοδρόμων επηρεάζεται και από τα **δημογραφικά χαρακτηριστικά** του Αθηναίου οδηγού, όπως είναι **το φύλο, το μορφωτικό επίπεδο, το είδος απασχόλησης και η δυνατότητα τηλεργασίας** τώρα ή στο μέλλον. Πιο συγκεκριμένα προκύπτει πως:
 - ❖ Οι **Γυναίκες που οδηγούν αυτοκίνητο**, εμφανίζονται στη πλειοψηφία τους πιο **θετικές** από τους Άντρες σχετικά με τη καταβολή ετήσιας εισφοράς προς την ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων, ένα αποτέλεσμα που ενδεχομένως μπορεί να εξηγηθεί και μέσω βιβλιογραφίας που δείχνει πως οι γυναίκες είναι περισσότερο ευαισθητοποιημένες για θέματα οδικής ασφάλειας και βιωσιμότητας μεταφορών. Επίσης, οι Αθηναίοι άνδρες, πιθανόν να είναι διατεθειμένοι να αναλάβουν μεγαλύτερα ρίσκα από τις γυναίκες και να προτιμήσουν τις μοτοσυκλέτες έναντι των ποδηλατών για τις μικρο-μετακινήσεις τους.
 - ❖ Οι **Αθηναίοι οδηγοί με υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο τείνουν να είναι πιο θετικοί** στη καταβολή ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη και λειτουργία ποδηλατοδρόμων, συμπέρασμα που υποστηρίζεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία, που δείχνει πως οι υψηλότερες μορφωτικά ομάδες υποστηρίζουν παραπάνω τη ποδηλασία.

- ❖ Από το σύνολο των μοντέλων, παρατηρείται πως οι **Δημόσιοι/Ιδιωτικοί Υπάλληλοι και οι Φοιτητές** είναι ιδιαίτερα **θετικοί** προς την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, ενώ αντιθέτως οι **Ελεύθεροι Επαγγελματίες** τείνουν να είναι **αρνητικοί** προς την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, ειδικά για υψηλότερα κόσθη ετήσιας εισφοράς. Ενδεχομένως οι οδηγοί που κάνουν περισσότερες μετακινήσεις ή δίνουν μεγαλύτερη αξία στον χρόνο των μετακινήσεων τους δεν προτιμούν καθυστερήσεις λόγω της κυκλοφορίας ποδηλάτων.
- ❖ Η τηλεργασία εν καιρό πανδημίας δείχνει να επηρεάζει δραστικά τις επιλογές των ερωτώμενων επίσης. **Όσοι Αθηναίοι έχουν δυνατότητα τηλεργασίας, τείνουν να έχουν μία εμφανώς θετικότερη στάση** απέναντι στη κατασκευή ποδηλατοδρόμων, ανεξαρτήτως ύψους ετήσιας εισφοράς. Ένα λογικό αποτέλεσμα, καθώς οι ερωτώμενοι που δουλεύουν / θα δουλεύουν από το σπίτι τους, δεν υποχρεούνται να οδηγούν το αυτοκίνητο σε καθημερινή βάση, συνεπώς ενισχύουν τη προώθηση εναλλακτικών βιώσιμων μετακινήσεων όπως το ποδήλατο. Τέλος, το γεγονός ότι διαθέτουν ένα σταθερό μισθό σημαίνει ότι το ύψος εισφοράς είναι μικρότερης σημασίας για αυτούς.
- Σημαντικό ρόλο παίζει και η **εξοικείωση που είχαν οι Αθηναίοι οδηγοί με τη ποδηλασία**. Εκείνοι που οδηγούν ποδήλατο **σε τακτική βάση για μεγαλύτερες αποστάσεις, είναι διατεθειμένοι να καταβάλλουν ένα υψηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς**. Ένα λογικό αποτέλεσμα που υποστηρίζεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία που δείχνει ότι ενδεχομένως οι πολίτες οι οποίοι ήδη χρησιμοποιούν ποδήλατο σε τακτική βάση, τείνουν να είναι πολύ θετικοί στην υποστήριξη της εγκατάστασης ποδηλατικών υποδομών, καθώς σκοπεύουν να τις χρησιμοποιήσουν άμεσα οι ίδιοι.
- Αντιθέτως, η αρνητική επιρροή που έχουν τα χρόνια εμπειρίας οδήγησης αυτοκινήτου, είναι επίσης εμφανής και αναμενόμενη. Παρατηρείται **ότι οι Αθηναίοι με παραπάνω εμπειρία οδήγησης αυτοκινήτου, δεν είναι διατεθειμένοι να καταβάλουν ένα υψηλό ποσό ετήσιας εισφοράς για τη κατασκευή και λειτουργία ποδηλατοδρόμων**. Ένα αποτέλεσμα λογικό που μπορεί ενδεχομένως να εξηγηθεί από τη δύναμη της συνήθειας, η οποία αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην οικονομική υποστήριξη και επιλογή ενός εναλλακτικού τρόπου μετακίνησης, με το φόβο πιθανούς υπονόμησης των τωρινών τρόπων μετακίνησης.
- **Ομοίως, οι Αθηναίοι που οδηγούν καθημερινά μεγάλο αριθμό ωρών και χιλιομέτρων με το αυτοκίνητο, τείνουν να είναι πιο αρνητικοί στην ιδέα της ανάπτυξης ποδηλατοδρόμων, ανεξαρτήτως του ύψους ετήσιας εισφοράς**. Κατανοώντας ότι οι συγκεκριμένοι οδηγοί εξαρτώνται από το αυτοκίνητο σε ημερήσια βάση, δεν βλέπουν κάποιο τρόπο που επωφελούνται οι ίδιοι άμεσα από την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, πόσο μάλλον νιώθουν ότι τέτοιες αλλαγές θα βλάψουν τις καθημερινές τους διαδρομές.

- Οι Αθηναίοι που θεωρούν ως **αποτρεπτικό παράγοντα** χρήσης ποδηλάτου, την **κακή κατάσταση των οδών** είναι περισσότερο **αρνητικοί** στη χρηματοδότηση ποδηλατοδρόμων, καθώς δίνουν προτεραιότητα στις ανάγκες των οδοστρωμάτων. Αυτό το αποτέλεσμα είναι λογικό και αναμενόμενο, αφού η πλειοψηφία των οδών στο Λεκανοπέδιο χαρακτηρίζονται από παθογένειες κάθε είδους και συνεπώς η οδήγηση ενός δίκυκλου μέσου, όπως το ποδήλατο, μπορεί να είναι δύσκολη και επικίνδυνη.
- Η **ιδιόρρυθμη μορφολογία της Αθήνας**, φαίνεται να είναι επίσης σημαντικός **ανασταλτικός παράγοντας** που εμποδίζει την οικονομική υποστήριξη της ποδηλατικής κυκλοφορίας στη πρωτεύουσα. Από τρία λογιστικά μοντέλα, διαπιστώθηκε πως οι Αθηναίοι που θεωρούν τις **απότομες κλίσεις των οδών ως βασικό ελάττωμα** χρήσης του ποδηλάτου, τείνουν να είναι **πιο αρνητικοί** στην καταβολή ετήσιας εισφοράς, ειδικά για υψηλότερα κόστη. Ένα λογικό στατιστικό, ειδικά για μία πόλη με αρκετά λοφώδες ανάγλυφο όπως η Αθήνα. Το συμπέρασμα αυτό συμφωνεί και με τη διεθνή βιβλιογραφία που υποδεικνύει ότι σε πόλεις με δύσκολη μορφολογία, οι κάτοικοί τους τείνουν να είναι πιο αρνητικοί στη ποδηλασία με τη πρόφαση της μεγάλης σωματικής κόπωσης.
- Οι οδηγοί **ανώτερων ηλικιών**, δείχνουν να αντιδρούν **αρνητικά στην ένταξη κάποιου δικτύου ποδηλατοδρόμων** στο υφιστάμενο οδικό δίκτυο, αφού ο συντελεστής της ηλικίας έχει αρνητικό πρόσημο. Ενδεχομένως το γεγονός αυτό να εξηγείται από τη συνήθεια και την εξοικείωση που έχουν αποκτήσει τα άτομα αυτά με το ήδη υπάρχον οδικό δίκτυο, κάνοντάς τα να αποφεύγουν όποια αλλαγή και να πιστεύουν ότι δεν επείγει η ένταξη ποδηλατοδρόμων στο δίκτυο της περιοχής τους, αφού γνωρίζουν πια, πώς να κινηθούν αποδοτικά και γρήγορα μέσα σε αυτό. Σε κάθε περίπτωση, είναι ένα συμπέρασμα σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπου υποστηρίζει πως οι μεγαλύτερες ηλικιακά ομάδες έχουν πιο αρνητική αντιμετώπιση στη ποδηλασία και την ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών.
- **Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει ο λόγος οδήγησης αυτοκινήτου**. Από το σύνολο των στατιστικών μοντέλων, παρατηρείται ότι οι Αθηναίοι πολίτες που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για **εργασία, σπουδές ή αγορές είναι ιδιαίτερα θετικοί** προς την ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων, ακόμα και σε περιπτώσεις υψηλού ύψους ετήσιας εισφοράς. Αντιθέτως, οι Αθηναίοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για **αναψυχή** τείνουν να είναι **πιο αρνητικοί** προς την ανάπτυξη δικτύων ποδηλατοδρόμων. Φανερόνεται λοιπόν, ότι οι Αθηναίοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους με κύριο σκοπό την αναψυχή, καθώς δεν διανύουν σύντομες διαδρομές (όπως οι μετακινήσεις λόγω αγορών), ούτε έχουν σταθερό πρόγραμμα διαδρομών (όπως οι μετακινήσεις λόγω εργασίας/σπουδών), δεν βρίσκουν κάποιο άμεσο τρόπο που επωφελούνται από τις αλλαγές αυτές, με αποτέλεσμα να μη τις υποστηρίζουν.
- Η διωνυμική και η πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, αλλά και η κατανομή Poisson αποτελούν τις καταλληλότερες μεθόδους για την ανάλυση στοιχείων που έχουν συλλεχθεί με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Τα μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν στην παρούσα Διπλωματική Εργασία ικανοποιούν γενικά τους

στατιστικούς ελέγχους, αφού είχαν μια καλή προσαρμογή στα δεδομένα. Με κάποιες προσαρμογές μπορούν να πραγματοποιηθούν ποικίλες χρήσιμες διερευνήσεις.

Table of Contents

Ευχαριστίες	2
Σύνοψη	3
Abstract	4
Περίληψη	5
Συμπεράσματα	7
Table of Contents	11
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	15
1.1 Γενική Ανασκόπηση	15
1.1.1 Πολιτικές αιεφόρου ανάπτυξης και βιώσιμης κινητικότητας	16
1.1.2 Παγκόσμιες δράσεις για την ένταξη του ποδηλάτου στη πόλη	17
1.1.3 Πλεονεκτήματα χρήσης ποδηλάτου	18
1.1.4 Μειονεκτήματα χρήσης ποδηλάτου	20
1.1.5 Η περίπτωση της Ελλάδας	22
1.1.6 Ποδηλατόδρομοι στην Αθήνα	24
1.1.7 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19	25
1.1.7.1 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19: Ευρώπη	26
1.1.7.2 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19: Υπόλοιπος κόσμος	29
1.1.7.3 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19: Ελλάδα	32
1.1.7.4 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19: Αθήνα	32
1.1.8 Σύνοψη	34
1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	35
1.3 Μεθοδολογία	35
1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	37
Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	39
2.1 Εισαγωγή	39
2.2 Συναφείς Έρευνες	39
2.2.1 Το ποδήλατο στη πόλη	39
2.2.2 Συναφείς έρευνες και αποτελέσματα	41
2.2.3 Σύνοψη & Κριτική Αξιολόγηση Βιβλιογραφίας	43
2.2.3.1 Γενική αναφορά	43
2.2.3.2 Στάση απέναντι στη ποδηλασία	44
2.2.3.3 Στάση απέναντι στην ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών	45
2.2.3.4 Μεθοδολογίες	46

Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό υπόβαθρο	47
3.1 Εισαγωγή	47
3.2 Βασικές έννοιες στατιστικής	47
3.3 Βασικές Στατιστικές Κατανομές	48
3.3.1 Κανονική Κατανομή	48
3.3.2 Αρνητική Διωνυμική Κατανομή	49
3.3.3 Κατανομή Gumbel (Μεγίστων και Ελαχίστων)	49
3.4 Βασικές Μέθοδοι Στατιστικής Ανάλυσης	50
3.4.1 Γραμμική Παλινδρόμηση (Linear Regression)	51
3.4.2 Πιθανοτική ανάλυση (Probit Analysis)	51
3.4.3 Ανάλυση Διακριτότητας (Discriminant Analysis)	52
3.4.4 Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression)	52
3.4.5 Σύνοψη	53
3.5 Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression)	54
3.6 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου	55
3.6.1 Συντελεστές Εξίσωσης	55
3.6.2 Ελαστικότητα	55
3.6.3 Στατιστική Σημαντικότητα	56
3.6.4 Συσχέτιση Παραμέτρων	57
3.6.5 Συντελεστής προσαρμογής R ² , Hosmer - Lemeshow test / Pearson chi ²	58
3.6.6 Μέγιστη Πιθανοφάνεια	58
3.6.7 Τα κριτήρια πληροφοριών AIC και BIC	59
3.6.8 Μέθοδοι Δεδηλωμένης και Αποκαλυπτόμενης Προτίμησης (Stated and Revealed Preference)	59
3.6.9 Σύγκριση Δεδηλωμένης με Αποκαλυπτόμενη Σύγκριση	60
3.6.10 Θεωρία Στοχαστικής Χρησιμότητας - Συνάρτηση Χρησιμότητας	62
Κεφάλαιο 4: Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων	64
4.1 Εισαγωγή	64
4.2 Συλλογή Στοιχείων	64
4.2.1 Το ερωτηματολόγιο	64
4.2.2 Βασικές Αρχές Ερωτηματολογίου	65
4.2.3 Τα Μέρη του Ερωτηματολογίου	66
4.2.4 Τα Σενάρια	68
4.2.5 Προσαρμογή του Ερωτηματολογίου στις Βασικές Ανάγκες της Ανάλυσης	69

4.2.6 Βασικές Αρχές Επιλογής Δείγματος	71
4.2.7 Τελική ανάπτυξη ερωτηματολογίων	72
4.3 Επεξεργασία Στοιχείων	73
4.3.1 Κωδικοποίηση Δεδομένων	73
4.4 Συγκεντρωτικά Στοιχεία	76
4.5 Χωρική απεικόνιση αποτελεσμάτων	86
Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή μεθοδολογιών - αποτελέσματα	92
5.1 Γενικά	92
5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης	92
5.2.1 Εισαγωγή Δεδομένων στη Python	93
5.2.2 Ο Κώδικας	93
5.2.3 Συναρτήσεις χρησιμότητας	99
5.2.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου	103
5.2.5 Αποτελέσματα	106
5.2.6 Ανάλυση Ευαισθησίας	113
5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης	117
5.3.1 Επεξεργασία Δεδομένων	117
5.3.2 Ο Κώδικας	117
5.3.3 Συνάρτηση Χρησιμότητας	121
5.3.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου	122
5.3.5 Αποτελέσματα	123
5.4 Στατιστικό Πρότυπο Παλινδρόμησης Poisson	127
5.4.1 Επεξεργασία Δεδομένων	127
5.3.2 Ο Κώδικας	128
5.4.3 Συνάρτηση Χρησιμότητας	132
5.4.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου	132
5.4.5 Αποτελέσματα	134
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	137
6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων	137
6.2 Συμπεράσματα	139
6.3 Προτάσεις	141
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	143
Βιβλιογραφία	144
Παραρτήματα	154

Table of Contents

Παράρτημα Α – Ερωτηματολόγιο (Εκδοχή με τα πρώτα 9 σενάρια προτίμησης)	155
Παράρτημα Β – Ο κώδικας στατιστικής ανάλυσης στη Python	168

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της **σύγχρονης εποχής** συνιστά η ολοένα και αυξανόμενη τεχνοοικονομική πρόοδος. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει στη ραγδαία αστικοποίηση του πληθυσμού και συνεπώς στην αυξανόμενη ζήτηση για ταχείες και αυτόνομες μετακινήσεις, κυρίως με αυτοκίνητα, τα οποία αποτελούν το βασικότερο μέσο μετακίνησης. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι τα ποικίλα επιτεύγματα που έχει επιφέρει μαζική συγκέντρωση στις πόλεις διαμορφώνουν το πρόσωπο του μοντέρνου πολιτισμού και βελτιώνουν θεαματικά την ποιότητα της ανθρώπινης ζωής. Τα επιτεύγματα αυτά όμως, παρόλο που είναι αναγκαία, σε κάθε φάσμα της καθημερινότητας, δεν σημαίνει ότι η εφαρμογή τους είναι πάντα λειτουργική και ωφέλιμη. Κάποιες φορές, η εξέλιξη απελευθερώνει και ενώνει τον κόσμο, και κάποιες άλλες οδηγεί σε απομόνωση και δυστυχία.

Το ίδιο ισχύει και με τα μέσα συγκοινωνίας. Από την μία πλευρά, συμβάλλουν καθοριστικά στην ενοποίηση του κόσμου και στη διευκόλυνση πληθώρας δραστηριοτήτων, από την άλλη όμως, οι καθημερινές εικόνες κυκλοφοριακού χάους στους δρόμους, αποδεικνύουν και την άλλη πλευρά του επιχειρήματος. Ειδικότερα, όσον αφορά στις **μετακινήσεις εντός πόλεων**, η ολοένα και αυξανόμενη χρήση του αυτοκινήτου και γενικότερα των μηχανοκίνητων οχημάτων, έχει επιφέρει την αλλοίωση και υποβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος, ιδίως από τη στιγμή που δεν προβλέπονταν μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος κατόπιν των παραπάνω δραστηριοτήτων. Η ενασχόληση με το αυτοκίνητο ως ευνόητο επακόλουθο της νεωτερικότητας έχει γενικά ως αποτέλεσμα την εγκατάλειψη της πεζής μετακίνησης και ποδηλασίας στον πολεοδομικό σχεδιασμό των μοντέρνων πόλεων. ([Jones, 2012](#)) [1]; ([Kamba et al., 2007](#)) [2].

Η αλόγιστη χρήση μηχανοκίνητων οχημάτων δημιούργησε και δημιουργεί ακόμα αμέτρητα [προβλήματα στις πόλεις των ευρωπαϊκών](#) [3] χωρών (παραγωγή υψηλών ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα CO₂, μονοξειδίου του άνθρακα CO, μεθανίου CH₄, οξειδίου του αζώτου N₂O και

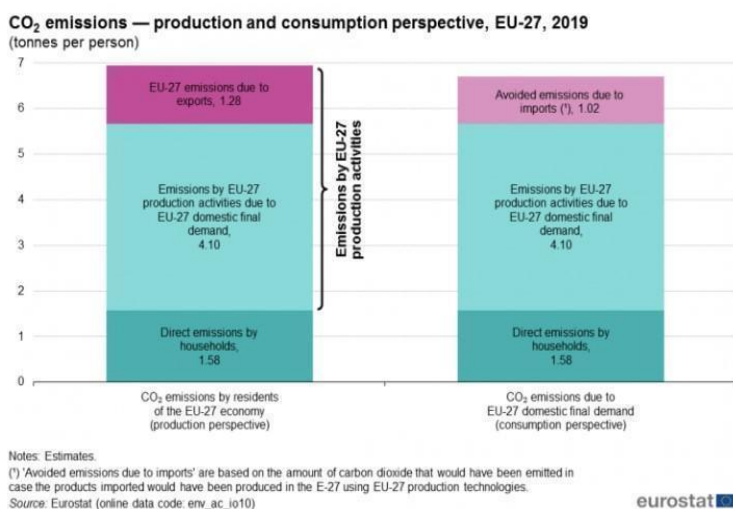


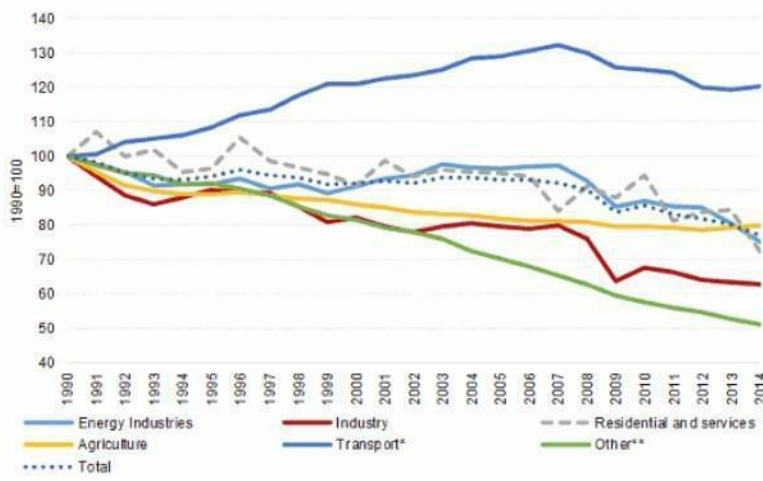
Figure 1: CO₂ emissions — production and consumption perspective, EU-27, 2019

(tonnes per person)

χλωροφθορανθράκων CFCs). Ειδικότερα, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης παράγονται σημαντικές ποσότητες CO₂ ([της τάξεως των περίπου 6,7 τόνων ετησίως ανά άτομο](#) [4], 25% των οποίων αντιστοιχούν στο τομέα των μεταφορών) και υπάρχει επιτακτική αναγκαιότητα να [σημειωθούν μειώσεις 25% - 40% μέχρι το 2030](#) [5] σύμφωνα με τις υποσχέσεις των κρατών-μελών της ΕΕ. [Η αστική κυκλοφορία είναι υπεύθυνη](#) για το 40% των εκπομπών CO₂ και για το 70%

λοιπών ρύπων από τις οδικές μεταφορές, [ποσοστά που δεν δείχνουν τάσεις πτώσης](#) σε αντίθεση με τους άλλους τομείς.

Τα αποτελέσματα των επαναλαμβανόμενων ερευνών σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση, την ηχορύπανση και την κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι συνεχώς πιο απογοητευτικά για την **ποιότητα ζωής** των κατοίκων. Επιπλέον, ορισμένοι συγγραφείς ισχυρίζονται ότι η ταχεία αύξηση των προβλημάτων υγείας που σχετίζονται με τον τρόπο ζωής, όπως οι καρδιακές παθήσεις, προκαλούνται από την καθιστική πτυχή της οδήγησης με Ι.Χ. ([Dora and Philips, 2000](#)) [6]



Note: * Transport includes international aviation but excludes international maritime;

** Other include fugitive emissions from fuels, waste management and indirect CO₂ emissions

Source: EEA

Οι παρακάτω ενότητες εξετάζουν θέματα σχετικά με τις **πολιτικές ενέργειες και δράσεις** που έχουν πραγματοποιηθεί, σε διεθνές αλλά και τοπικό επίπεδο, με σκοπό την ενίσχυση βιωσιμότερων εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης στις πόλεις. Ειδική μνεία δίνεται στις ενέργειες που

στοχεύουν τη προώθηση του ποδηλάτου και σε όσες δράσεις έχουν πραγματοποιηθεί με σκοπό την υλοποίηση δικτύων ποδηλατοδρόμων, στον παγκόσμιο και τον ελλαδικό χώρο. Στη συνέχεια, παρατίθενται κάποια θεμελιώδη πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του ποδηλάτου ως μέσο μετακίνησης και στο τέλος γίνεται μία εκτενής ανασκόπηση όλων των ποδηλατοδρόμων που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια (ή κατόπιν) της πανδημίας λόγω COVID-19, η οποία, παρόλα τα αρνητικά της, επέφερε και μία «έκρηξη» ενδιαφέροντος προς κοινωνικά αποστασιοποιημένους αλλά και βιώσιμους τρόπους μικροκινητικότητας στη πόλη, όπως η ποδηλασία.

1.1.1 Πολιτικές αειφόρου ανάπτυξης και βιώσιμης κινητικότητας

Για τη βελτίωση των συνθηκών εντός των πόλεων και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, έχει κριθεί πια απαραίτητη η μεταβολή της πολιτικής (σε παγκόσμιο αλλά και τοπικό επίπεδο) των αστικών μεταφορών προς ένα πιο βιώσιμο και περιβαλλοντικά φιλικό μέλλον με γενικές ενέργειες αειφόρου ανάπτυξης, όπως η [συμφωνία του Παρισιού](#) και η [Ατζέντα 2030](#), αλλά και πιο ειδικές πράξεις προς την επίτευξη **καθολικής βιώσιμης κινητικότητας** όπως το [Global Mobility Report του 2017](#) [7] Τις τελευταίες δεκαετίες ιδιαίτερα απασχολεί η έννοια της «βιώσιμης πόλης» η οποία στοχεύει στη συμφιλίωση της κοινωνικής και οικονομικής ευημερίας με τη προστασία του περιβάλλοντος και το σεβασμό της πολιτιστικής κληρονομιάς. Με τον όρο

«Βιώσιμη Πόλη» νοείται μια σειρά μεταβολών, έπειτα από τις οποίες θα επιτευχθούν στόχοι για την ικανοποίηση τόσο των παροντικών όσο και των μελλοντικών αναγκών της κοινωνίας.

Ο συνδυασμός Οικονομικής ευημερίας, Περιβαλλοντικής προστασίας και Κοινωνικής συνοχής αποτελεί την κινητήρια δύναμη εκπλήρωσης του προαναφερθέντος σκοπού. Εισάγεται έτσι η έννοια του Περιβαλλοντικού Κυκλοφοριακού Σχεδιασμού, πυλώνες του οποίου είναι η **αποθάρρυνση της χρήσης Ι.Χ.** -σε μέρη όπου αυτή είναι εφικτή- κι η συνεχής ανάπτυξη των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ως βασική δράση η προώθηση της χρήσης του ποδηλάτου ως κυριότερου μεταφορικού μέσου κυρίως εντός των πόλεων.

1.1.2 Παγκόσμιες δράσεις για την ένταξη του ποδηλάτου στη πόλη

Σε παγκόσμιο επίπεδο καταβάλλονται προσπάθειες για τη στροφή σε **εναλλακτικά μέσα μεταφορών**, και η προώθηση του ποδηλάτου είναι ένας από τους βασικότερους στόχους ([Asadi 2016](#)) [8] Παρά τις προσπάθειες αυτές, οι πόλεις συχνά δυσκολεύονται να βρουν τους πιο οικονομικά αποδοτικούς τρόπους για να ενισχύσουν την ποδηλασία των κατοίκων τους. ([Handy 2014](#)) [9]. Η ποδηλασία και η πεζή μετακίνηση αντιπροσωπεύουν τους πιο «αθώους» τρόπους μετακίνησης [10] και όντας συμβατά με τις πολιτικές περί ανάπλασης και ανακατανομής του οδικού χώρου, αποτελούν τις βασικότερες συνιστώσες της βιώσιμης κινητικότητας. Σε μια περίοδο όπου πολλές διεθνείς πόλεις[11, ανάλογης τάξης μεγέθους και δυσκολοτερων καιρικών συνθηκών από την Αθήνα) όπως Άμστερνταμ, Πόρτλαντ, Στρασβούργο, Κοπεγχάγη και Όσλο, πραγματοποιούν πάνω από το 20%[12] των αστικών τους μετακινήσεων με ποδήλατο,

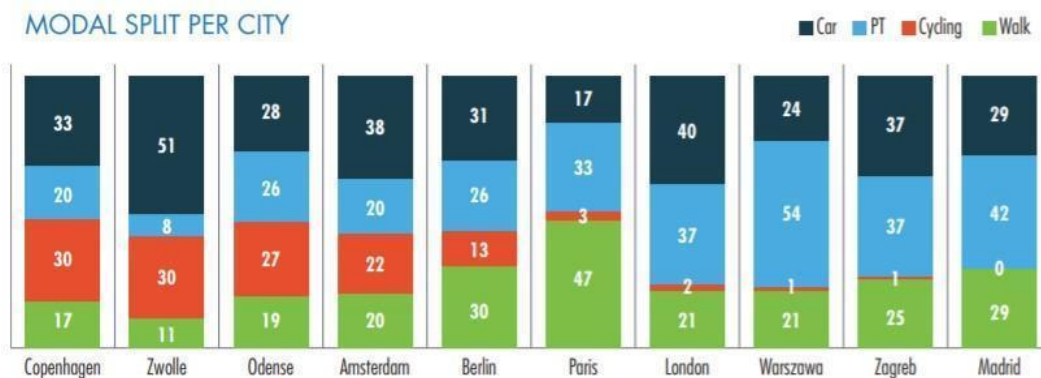


Figure 1: Modal Split by a selection of European Cities for (combined data from 2010 - 2013). (EPOMM, 2016).

είναι αναγκαία η διαμόρφωση ενός στρατηγικού σχεδίου για την ένταξη του ποδηλάτου στο πολεοδομικό και κοινωνικό περιβάλλον της ελληνικής πρωτεύουσας.

Στο πλαίσιο **στρατηγικών σχεδίων ανάπτυξης του ποδηλάτου**, οι παραπάνω πόλεις έχουν καταφέρει να προσφέρουν ασφαλείς μετακινήσεις μέσω λωρίδων και διαδρομών αποκλειστικά για ποδήλατα, να μειώσουν τα επίπεδα χρήσης του Ι.Χ. και κυκλοφοριακής ρύπανσης και τέλος να συμβάλλουν στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και υγείας του χρήστη όσο και την αναζωογόνηση της τοπικής κοινωνίας. Η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι ιδιαίτερως επιζήμια για τις επιχειρήσεις καθώς η πρόσβαση σε αυτές καθίσταται δυσχερής για τους προμηθευτές και τους επισκέπτες της αλλά και από άποψη χρόνου. Συνεπώς, οι ίδιες οι επιχειρήσεις έχουν την δυνατότητα και το συμφέρον να προωθήσουν τη χρήση του ποδηλάτου.

Αξιοσημείωτο παράδειγμα αποτελούν πολλές [πολυεθνικές εταιρείες με έδρα στην Ευρώπη](#) [13] που παροτρύνουν τους εργαζόμενους τους να προτιμούν το ποδήλατο για την πρόσβαση στο χώρο εργασίας παρέχοντας σε αυτούς ένα νέο ποδήλατο και οργανώνοντας συστηματικά ημερίδες ενημέρωσης. Με αυτόν τον τρόπο, εξοικονόμησαν χώρους στάθμευσης, πέτυχαν αποσυμφόρηση των οδών γύρω από τις επιχειρήσεις τους, καλύτερη κινητικότητα των εργαζομένων, βελτίωση της φυσικής τους κατάστασης και μείωση των χαμένων ωρών εργασίας λόγω ασθένειας. **Ανάλογες πρωτοβουλίες** (πεζοδρομήσεις, απαγόρευση κυκλοφορίας οχημάτων) μπορούν να ληφθούν στις εμπορικές ζώνες μιας πόλης έτσι ώστε να προωθηθεί η χρήση ποδηλάτου και στην καθημερινή δραστηριότητα των αγορών των πολιτών καθώς όχι μόνο δεν πλήττεται αλλά αντιθέτως αυξάνεται το κέρδος των καταστημάτων. ([βλ. Βαρκελώνη](#)) Συνεπώς, τα πολυκαταστήματα αλλά και γενικότερα τα εμπορικά καταστήματα μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια για βιώσιμη κινητικότητα. Λαμβάνοντας υπόψη ότι [το 40% όλων των μετακινήσεων](#) [14] περιορίζεται σε μια απόσταση το πολύ 4 χιλιομέτρων από την οικία του χρήστη, σημαίνει ότι αν το ποδήλατο αντικαταστήσει το αυτοκίνητο για αυτές τις μικρές αποστάσεις, οι οποίες είναι [διαχειρίσιμες για τη πλειοψηφία του πληθυσμού](#) [15] οι εκπομπές αέριων ρύπων θα μειωθούν σημαντικά.

[Σε μία διεθνή μελέτη](#) [16] συγκρίθηκαν διαφορετικά μελλοντικά σενάρια αυξημένης βιώσιμης μεταφοράς όπως η ποδηλασία και διαπιστώθηκε σημαντική μείωση των εκπομπών CO₂, ειδικά στις περιπτώσεις όπου τα ποσοστά [χρήσης ποδηλάτων ήταν ενισχυμένα](#) [17] Η **λειτουργικότητα των ποδηλατοδρόμων** είναι, με βάση και το ευρωπαϊκό παράδειγμα, αναμφισβήτητη. Τα δίκτυα ποδηλατοδρόμων έχουν αδιάψευστα θετικά αποτελέσματα στην απελευθέρωση αστικού χώρου τον οποίο θα καταλάμβαναν ενδεχομένως αυτοκίνητα, δημιουργώντας χώρο για περπάτημα και [κοινωνική συναναστροφή](#) [18] Μία πόλη που έχει ένα ολοκληρωμένο και οργανωμένο δίκτυο ποδηλατοδρόμων, έχει αναμφίβολα θέσει τα θεμέλια για την αντιμετώπιση πολλών εκ των σοβαρότερων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα σύγχρονα αστικά κέντρα.

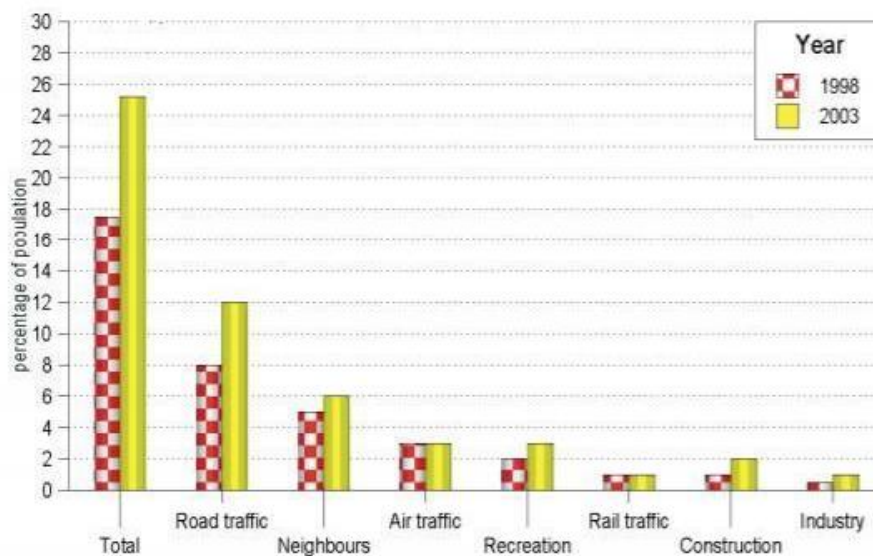
1.1.3 Πλεονεκτήματα χρήσης ποδηλάτου

Η χρήση του ποδηλάτου [εξυψώνει το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων](#) [19] [20] αφού συνοδεύεται από μια **πληθώρα πλεονεκτημάτων** και γι' αυτό κρίνεται σημαντική η προώθηση της χρήσης του στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις. Πρωτίστως, πρόκειται για το [πιο φιλικό προς το περιβάλλον](#) [21] μέσο μεταφοράς, εφόσον



εκπέμπει μηδενικούς ατμοσφαιρικούς ρύπους. Μάλιστα, [έρευνες έχουν αποδείξει](#) [22] πως ένα ταξίδι 6 χιλιομέτρων με ποδήλατο γλιτώνει τον αέρα που αναπνέουμε από 6.5 κιλά ρύπους. Επίσης η κατασκευή ενός ποδηλάτου απαιτεί πολύ μικρή κατανάλωση ενέργειας και πρώτων υλών, αποτελείται από ανακυκλώσιμα εξαρτήματα με αποτέλεσμα [να μην επιβαρύνει το](#)

φαινόμενο του θερμοκηπίου [23]. Κυρίως, συμβάλλει σε έναν υγιεινό τρόπο ζωής [24] του κατόχου του, προσφέροντας του ολοκληρωμένη σωματική άσκηση [25] ήπιας μορφής, μειώνοντας σημαντικά το κίνδυνο νοσηρότητας και θνησιμότητας [26] και πιο συγκεκριμένα μειώνοντας το κίνδυνο μίας ποικιλίας μακροπρόθεσμων παθήσεων, όπως στεφανιαία νόσο, εγκεφαλικό, παχυσαρκία, καρκίνο, διαβήτη τύπου 2 και μειώνοντας τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων κατά περίπου 30% και θνησιμότητα άλλων αιτιών κατά 20%. [27] Ειδικά στην Ελλάδα όπου τα ποσοστά παχυσαρκίας [28] είναι ανάμεσα στα υψηλότερα της ηπείρου και όπου το φαινόμενο έχει λάβει επιδημιολογικές διαστάσεις, δυστυχώς για τις παιδικές ηλικίες, τα παραπάνω προσόντα της ποδηλασίας είναι καίριας σημασίας. Για μικρές και μέσες αποστάσεις παρουσιάζει συγκρίσιμο συνολικό μέσο χρόνο μετακίνησης με τα υπόλοιπα μέσα μετακίνησης. Επίσης, **είναι εντελώς αθόρυβο**, μειώνοντας δραστικά την ηχορύπανση που μασιάζει τα κέντρα των πόλεων [29] στη σημερινή εποχή, με αποτέλεσμα την αύξηση της κυκλοφορίας πεζών στις τοπικές αγορές [30] τους.



Source: van den Berg et al. (36).

Εικόνα 1.5: Πληθυσμιακά ποσοστά ενόχλησης λόγω θορύβου στην Ευρώπη,

Ένας αξιοσημείωτος λόγος που θα έπρεπε το ποδήλατο να ενισχύεται ως πρωταρχικό μέσο μεταφοράς για τους πολίτες, είναι ότι η ταχύτητα που αναπτύσσει δεν είναι επικίνδυνη για πρόκληση σοβαρών ατυχημάτων, αλλά σε συνδυασμό με το μέγεθός του [31], (92% μικρότερος χώρος στάθμευσης σε σχέση με το μέσο Ι.Χ.) καθίσταται το **ταχύτερο και ευκολότερο στην πρόσβαση και στάθμευση** στη πόλη μέσο. Επιτυγχάνεται έτσι η διευκόλυνση μετακινήσεων στο κέντρο και η αποσυμφόρηση του κυκλοφοριακού φόρτου. Τέλος, πρόκειται για ένα οικονομικό μεταφορικό μέσο, αφού η αγορά του έχει **χαμηλό κόστος** και επιπλέον δεν απαιτεί έξοδα καυσίμων, τελών κυκλοφορίας ή ασφάλειας. Σε έρευνα του Πανεπιστημίου Lund [32] της Δανίας, υπολογίστηκε ότι είναι 6 φορές ακριβότερο για τη κοινωνία το να διανύσει κάποιος την ίδια απόσταση με αυτοκίνητο αντί για ποδήλατο, εάν ληφθούν υπόψη κόστη καυσίμων, κατασκευής και συντήρησης οδοστρωμάτων [33] εξόρυξης πρώτων υλών, κατασκευής, συντήρησης, ανταλλακτικών, απόσυρσης. Και το σημαντικότερο κόστος που επωμίζονται οι σημερινές κοινωνίες είναι αυτό της ανθρώπινης υγείας [34] και όσα έξοδα νοσηλείας [35] απαιτούνται για τη θεραπεία πληθώρας παθήσεων και λοιπών ατυχημάτων. Γερμανοί περιβαλλοντολόγοι έχουν εκτιμήσει ότι εάν οι νέες ποδηλατικές υποδομές που κατασκευάστηκαν στην Ευρώπη επί

πανδημίας γίνουν μόνιμες και οι νέοι ποδηλάτες διατηρήσουν τις υγιείς μεταφορικές τους συνήθειες, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν περίπου 3 δις. δολάρια σε οφέλη υγείας ετησίως. Μάλιστα, υπολογίστηκε ότι το πρώτο τρίμηνο της λειτουργίας των προσωρινών ποδηλατοδρόμων εν μέσω πανδημίας, έχει αποφέρει [οικονομικά οφέλη υγείας](#) [36] της τάξης των 800 εκατ. ευρώ. Η απελευθέρωση των παραπάνω χρηματικών πόρων θα μπορούσε να χρηματοδοτήσει άλλες πολιτικές πρωτοβουλίες με σκοπό την υποστήριξη της κοινωνικής ευημερίας.

Τα οφέλη του ποδηλάτου, εκτός από τους ίδιους τους χρήστες, είναι σημαντικά και για τους Δήμους σε μακροπρόθεσμη βάση. [Βελτιώνεται η κυκλοφοριακή ροή](#) καθώς αφενός μειώνεται ο αριθμός των αυτοκινήτων και αφετέρου έμμεσα προωθείται η συχνότερη χρήση των δημόσιων μεταφορών που συνδυάζονται με το ποδήλατο. Επιπλέον, εξοικονομείται χώρος οδοστρώματος και στάθμευσης με αποτέλεσμα να μειώνονται οι επενδύσεις στον τομέα της κατασκευής και συντήρησης του οδικού δικτύου [η καταπόνηση και φθορά](#) [37] του οποίου είναι πρακτικά μηδενική από τα ποδήλατα. Γενικότερα, διασφαλίζεται μία **καλύτερη ποιότητα ζωής** στην πόλη ενώ παράλληλα παρατηρείται **μείωση της φθοράς της πολιτιστικής κληρονομιάς**.

1.1.4 Μειονεκτήματα χρήσης ποδηλάτου

Παρ' όλα αυτά, είναι αξιοσημείωτο να αναφερθούν κι ορισμένα μειονεκτήματα που παρουσιάζει το ποδήλατο. Η αρνητική επιρροή των **καιρικών συνθηκών και της εδαφικής μορφολογίας** κάθε πόλης είναι αποτρεπτικοί παράγοντες στην καθολική του χρήση, ειδικά για άτομα μεγαλύτερης ηλικίας. Το **πολιτιστικά και κοινωνικά εμπόδια**, συνεχίζουν επίσης να περιορίζουν τον αριθμό των γυναικών και εθνικών μειονοτήτων που οδηγούν ποδήλατο. Επιπρόσθετα, οι υφιστάμενες υποδομές και [η έλλειψη κυκλοφοριακής παιδείας](#) [38] των χρηστών μιας οδού που παρατηρείται σήμερα σε υψηλό ποσοστό δεν παρέχουν την **απαιτούμενη ασφάλεια** στους χρήστες. Ιδιαίτερο σημείο προσοχής αποτελεί η έλλειψη ρυθμιστικού πλαισίου γύρω από τη χρήση των ποδηλάτων. Δεν απαιτούν την κατοχή άδειας οδήγησης, ασφάλισης ή καταβολή τελών κυκλοφορίας. Έτσι, γίνονται μεν προσιτά σε όλους, όμως αυξάνουν τον κίνδυνο λανθασμένης χρήσης τους από μη κατάλληλους οδηγούς. [Στην Ευρώπη έχει καταγραφεί](#) ότι τέσσερα στα δέκα τροχαία ατυχήματα λαμβάνουν χώρα εντός

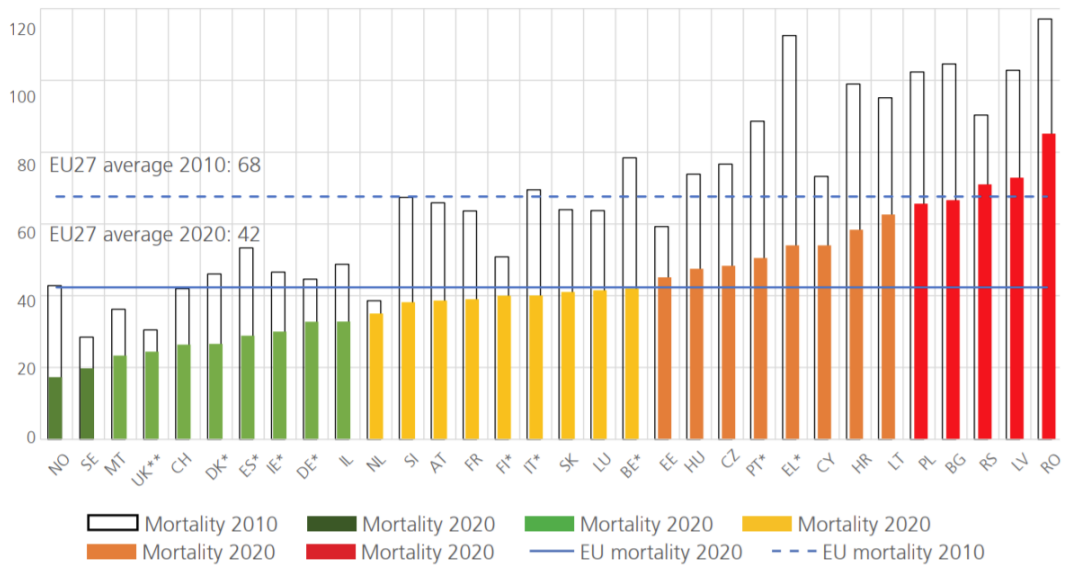
Figure 1: Number of urban road fatalities and proportion on total fatalities, 2007-2016



Source: CARE database, data available in May 2018

πόλης και
 ότι η μεγαλύτερη θνησιμότητα παρατηρείται μεταξύ των μοτοσικλετιστών, ποδηλατιστών και πεζών. Σε συνδυασμό με το δυσίωνα γεγονός ότι η **Ελλάδα** απέχει από τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο σε αριθμό θανατηφόρων τροχαίων ανά πληθυσμό,

Figure 4. Mortality (road deaths per million inhabitants) in 2020 (with mortality in 2010 for comparison).
 *National provisional estimates used for 2020, as final figures for 2020 were not available at the time this report went to print. The annual number of deaths in LU and MT are particularly small and, therefore, subject to substantial annual fluctuations. **UK data for 2020 are the provisional total for Great Britain for the year ending June 2020 combined with the total for Northern Ireland for the calendar year 2020.



⁴¹ DGT, Siniestralidad a 24h en vías interurbanas durante el ESTADO DE ALARMA por el COVID-19 Datos provisionales, <https://bit.ly/2SRZ45M>

Ranking of the ten NUTS 2 regions which have the highest number of persons killed in road accidents per million inhabitants

Rank	NUTS 2	NUTS 2 Description	2010	2016	Change 2010-2016 (%)
1	BG31	Severozapaden	106	153	44
2	PT18	Alentejo	177	142	-20
3	BE34	Prov. Luxembourg (BE)	152	138	-9
4	EL42	Notio Aigaio	159	134	-16
5	BG32	Severen tsentralen	111	132	19
6	EL65	Peloponnisos	223	124	-44
7	EL64	Stereia Ellada	198	112	-43
	PL43	Lubuskie	107	112	5
	PL62	Warminsko-Mazurskie	118	112	-5
	RO22	Sud-Est	125	112	-10
8	BG34	Yugoiztochen	120	111	-8
9	RO21	Nord-Est	98	106	8
	RO41	Sud-Vest Oltenia	110	106	-4
10	BG33	Severoiztochen	124	105	-15

Source: Eurostat (online data code: tran_r_acci)



κρίνεται

αναγκαία η κατασκευή ασφαλών ποδηλατικών υποδομών. Βέβαια, εμπλέκονται και πολλά **ψυχολογικά κριτήρια** στην αρνητική προδιάθεση των πολιτών, όπως η [αντίληψη του φαινομενικού κινδύνου](#) [39] στη ποδηλασία. [Έρευνες έχουν δείξει](#) [40] ότι σχεδόν το 80% των οδηγών υπερεκτίμησε τον αριθμό των ποδηλατιστών που σκοτώνονται ετησίως στους δρόμους, και το 75% πίστευαν ότι αν κάνουν ποδήλατο στο δρόμο, πιθανότατα θα χτυπηθούν από κάποιο όχημα. Σε έρευνα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για τους λόγους που κάνουν τους πολίτες της Αθήνας διστακτικούς απέναντι στη χρήση του ποδηλάτου, πρώτη απάντηση με σημαντική μάλιστα διαφορά από τη δεύτερη, ήταν η **επικινδυνότητα (Ποδηλατική Οδός, 2015)** [41]. Παράλληλα με τον αντιληπτό κίνδυνο τραυματισμού, η **παρενόχληση** είναι επίσης ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν πολλοί ποδηλάτες. [Ποσοστά της τάξης του 75%](#) [40] των ποδηλατών ανά έτος, δηλώνουν περιστατικά παρενόχλησης από αυτοκινητιστές, ξεκινώντας από απλές περιπτώσεις λεκτικής επίθεσης μέχρι και συμβάντα εχθρικής οδήγησης, θέτοντάς τους σε σωματικό κίνδυνο. Ωστόσο, οι ρίζες συμπεριφοράς που παρακινούν αυτές τις αρνητικές στάσεις δεν είναι καλά κατανοητές. Εν κατακλείδι, όλα τα παραπάνω φέρουν ως αποτέλεσμα, την αποθάρρυνση πολλών επίδοξων ποδηλατιστών, δεσμεύοντάς τους με αυτόν τον τρόπο στη χρήση άλλων μεταφορικών μέσων.

1.1.5 Η περίπτωση της Ελλάδας

Το ποδήλατο σήμερα στην Ελληνική πραγματικότητα δεν αποτελεί ακόμα ένα ελκυστικό και ανταγωνιστικό μέσο μεταφοράς γιατί η προώθηση του δεν εντάσσεται σε ένα οργανωμένο πλαίσιο σχεδιασμού με ξεκάθαρους στρατηγικούς στόχους, δράσεις και μέτρα εφαρμογής με απτά αποτελέσματα. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι πολιτικές για το ποδήλατο στην Ελλάδα δεν έχουν ως αφετηρία την πρωτεύουσα σε αντίθεση με ότι συμβαίνει συνηθέστερα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν διάφορες **επαρχιακές πόλεις** όπως [Καρδίτσα](#) [42] Τρίκαλα, Λάρισα

και Βόλος, οι οποίες πρωτοπορούν στη χρήση ποδηλάτου σε εθνικό επίπεδο έχοντας ποσοστά μετακίνησης με ποδήλατο της τάξης του 25%.

Στην Αθήνα, σχεδόν τα τρία τέταρτα (πάνω από το 70%) των επιβλαβών ρύπων οξειδίου του αζώτου προέρχονται από τα οχήματα και τις μεταφορές

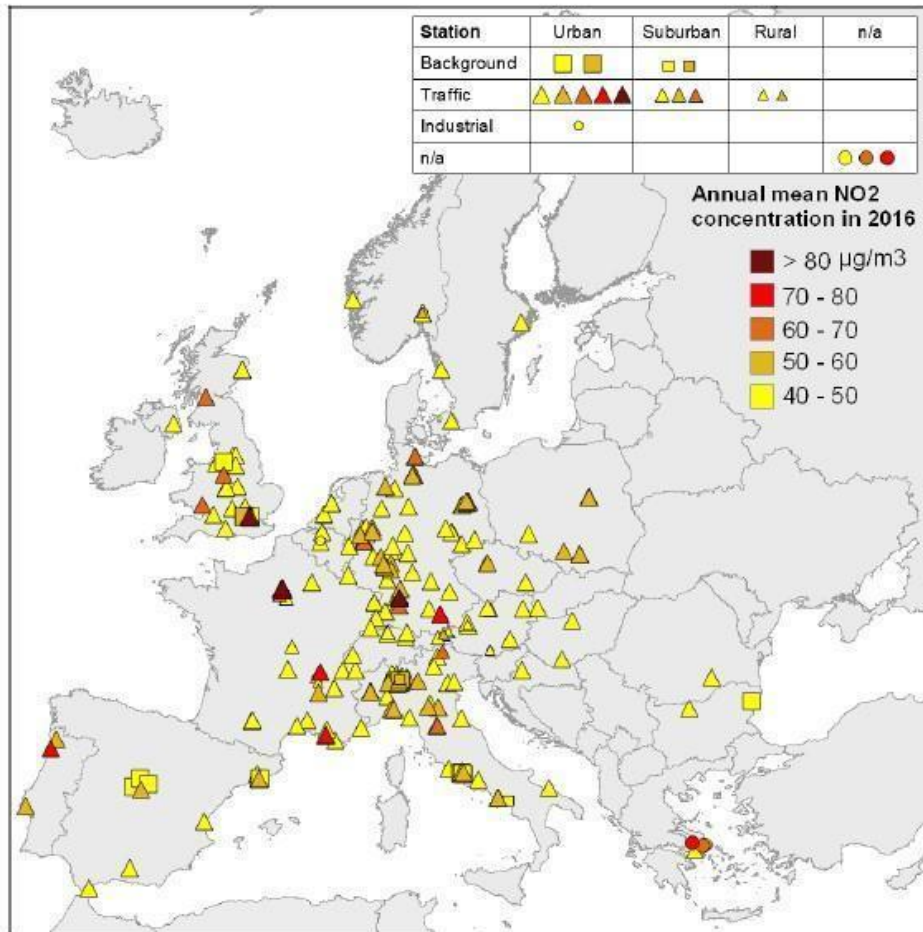


Figure 2: Annual mean observed NO₂ concentrations above the limit value of 40 µg/m³, by station type. Only stations with > 75% of valid data have been included in the map. (Source: JRC based on EEA data, 2018).

.Το

ποσοστό αυτό είναι πολύ μεγαλύτερο από το μέσο όρο (47%) σε 30 μεγάλες ευρωπαϊκές πόλεις, ενώ σε κάποιες όπως η Λισαβόνα είναι μόνο 20%, κυρίως εξαιτίας της ζώνης χαμηλών εκπομπών (LEZ) [43] που εφαρμόστηκε στο κέντρο της πόλης.

Σύμφωνα με έρευνες, στην Ευρώπη **το 30% των μετακινήσεων με αυτοκίνητο είναι κάτω από 3 χλμ. και το 50% κάτω από 5 χλμ.** (ισοδύναμο με 15 λεπτά ποδηλασίας). Μείωση κατά 1/3 στον αριθμό της χρήσης αυτοκινήτου εντός πόλης (από 40% σε 28% όλων των μετακινήσεων στην Αθήνα), αντιστοιχεί σε 30% λιγότερες πιθανότητες κυκλοφοριακής συμφόρησης, 25% μείωση εκπομπών στην ατμόσφαιρα και 25% λιγότερη κατανάλωση βενζίνης οχημάτων. Αν υποθεθεί ότι οι βασικές ανάγκες που πρέπει να ικανοποιεί ένα μέσο μεταφοράς είναι: να σε πηγαίνει όπου θέλεις, να είναι ασφαλές, να είναι άνετο και οικονομικό, τότε σίγουρα στη Αθήνα, αυτές οι ανάγκες σπάνια καλύπτονται. Μέχρι σήμερα το ποδήλατο χρησιμοποιείται ελάχιστα ως μέσο για τις καθημερινές μετακινήσεις παρότι όλοι οι πολίτες σε πρώτη προσέγγιση το σκέφτονται με συμπάθεια αλλά δεν το προτιμούν. **Η ομαλή ένταξη του ποδηλάτου** στις αστικές μετακινήσεις απαιτεί σχεδιασμό πολιτικών και δράσεων, σε θεσμικό επίπεδο, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα

ασφαλές και αναβαθμισμένο περιβάλλον, τόσο για τους ποδηλάτες, όσο και για τους άλλους χρήστες του οδικού χώρου.

1.1.6 Ποδηλατόδρομοι στην Αθήνα

Όσον αφορά [στην εγκατάσταση ποδηλατοδρόμων](#), προτεραιότητα στο [σχεδιασμό](#) [49] πρέπει να είναι το αίσθημα ασφάλειας του ποδηλάτη, τόσο κατά τη κίνησή του στο οδόστρωμα ([πλάτος οδού](#), [κατάσταση οδοστρώματος](#) [50]εγγύτητα με κεντρικές οδικές αρτηρίες, πυκνότητα διασταυρώσεων, [απλότητα](#), σαφήνεια και αναγνωσιμότητα) όσο και κατά τη διάρκεια της στάθμευσης. Επιπλέον κριτήρια σχεδιασμού περιλαμβάνουν το πόσο σωματικά ξεκούραστη είναι μία διαδρομή (αποφυγή ανηφορικών κλίσεων), ποιες [δραστηριότητες εξυπηρετεί](#) [51]κατά μήκος της (κέντρα Δήμων, πάρκα, σχολεία, στάσεις μετρό κλπ.) και ποια είναι η [δημογραφική σύνθεση](#) [52]του τοπικού πληθυσμού που θα εξυπηρετεί. Αυτό σημαίνει ότι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των δικτύων μεταφορών πρέπει να εναρμονίζονται με τις αντίστοιχες [χωροταξικές / πολεοδομικές προβλέψεις](#) [53]και το αντίστροφο. Κάτι που δε θα πρέπει να παραληφθεί είναι ο αριθμός των ποδηλατικών ατυχημάτων/τραυματισμών και των σημείων βελτίωσης που υποδεικνύουν οι ίδιοι οι ποδηλάτες. Όλα τα παραπάνω στοιχεία θα ενοποιηθούν σε ένα χάρτη θερμότητας που θα υποδεικνύει την ακριβή κατασκευή/βελτίωση ποδηλατικών υποδομών ανά δρόμο.

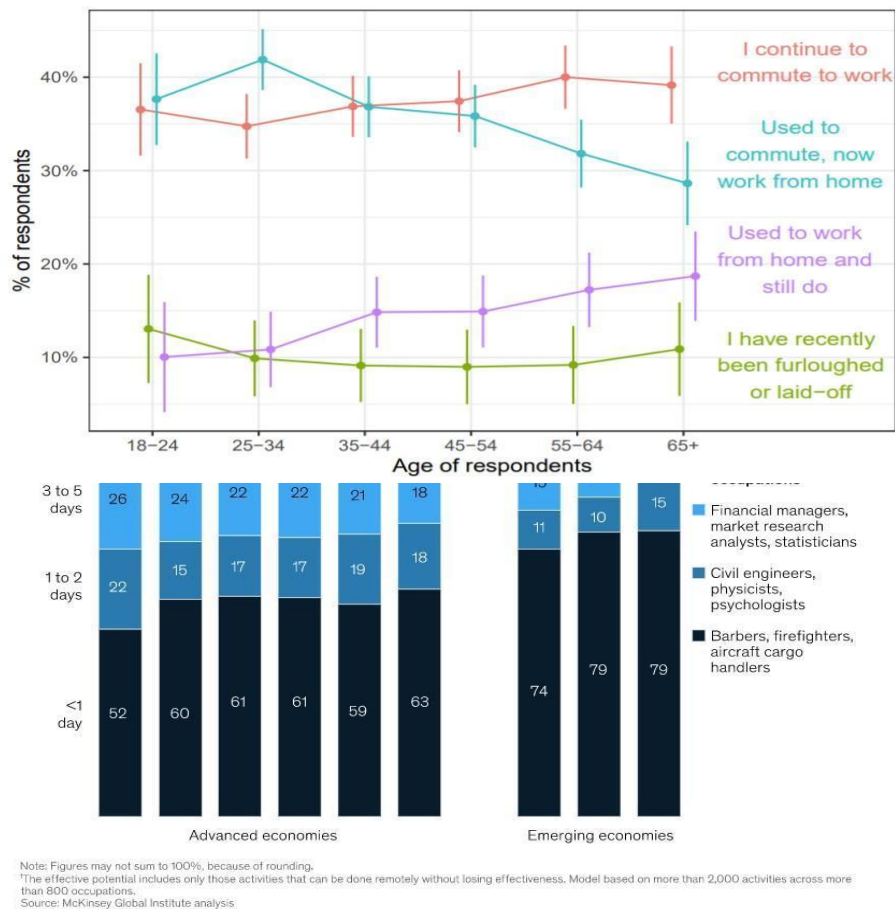
Στην Αθήνα η ένταξη του ποδηλάτου βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, συνεπώς απαιτούνται ρεαλιστικές και μετριοπαθείς προσδοκίες. Για παράδειγμα, μια ποδηλατική διαδρομή δεν είναι αναγκαίο να αποτελείται αποκλειστικά από ποδηλατοδρόμους, αλλά μπορούν να συμπεριληφθούν και δρόμοι ήπιας κυκλοφορίας αν είναι ασφαλείς για ποδήλατο. Πάραυτα, συνολικά [υπάρχουν ποδηλατικές διαδρομές](#) [31] που διέρχονται από **21 Δήμους της Αθήνας και αθροιστικά το μήκος τους φτάνει τα 55 χιλιόμετρα**. Το πρόβλημά τους είναι ότι έχουν κατακερματιστεί σε πολλά μικρά κομμάτια χωρίς να αποτελούν κομμάτι ενός ευρύτερου σχεδιασμού. Το δίκτυο ποδηλατοδρόμων δε χρειάζεται στη πρώτη φάση υλοποίησης να είναι πυκνό, αλλά πρέπει να εξυπηρετεί όλο το λεκανοπέδιο, με σχεδιασμό συνδετήριων αρθρώσεων μεταξύ των κεντρικών υπέρ-τοπικών αξόνων (όπως η διαδρομή Γκάζι-Φάληρο) και των υπάρχοντων αποσπασματικών τοπικών δικτύων που εξυπηρετούν μεμονωμένες περιοχές (Μελίσσια-Βριλήσσια-Χαλάνδρι).

Βασικό **αντεπιχείρημα πολλών Δήμων** του Λεκανοπεδίου για τη δημιουργία ποδηλατοδρόμων είναι ότι δεν υπάρχουν αρκετοί ενεργοί ποδηλάτες στη περιοχή τους, να κάνουν χρήση των νέων υποδομών. Οι πιο πολλές παρεμβάσεις για τη δημιουργία ποδηλατοδρόμων υποχρεωτικά κάνουν χρήση μέρους του οδοστρώματος ή/και του πεζοδρομίου, με αποτέλεσμα τη μείωση του πλάτους των οδών και την απώλεια θέσεων στάθμευσης. Για να εξισορροπηθούν οι παραπάνω θυσίες, θα πρέπει οι ποδηλατικές υποδομές να προσφέρουν υπηρεσία (ασφαλείς μετακινήσεις) σε μεγάλο αριθμό ενεργών χρηστών. Εάν δεν υπάρχει ένα υφιστάμενο ρεύμα χρηστών υπέρ του ποδηλάτου, τότε η πολιτεία δύσκολα να εγκαταλείψει τις μονολιθικές “αυτοκίνητο-κεντρικές” της απόψεις και να αποφασίσει να επενδύσει σε υποδομές με την ελπίδα της εμφάνισης νέων ποδηλατιστών, με το φόβο ότι οι υποδομές αυτές θα οδηγηθούν σε αχρησία και **το κόστος κατασκευής και λειτουργίας τους δε θα βρει αντίκρισμα**.

1.1.7 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19

Λίγοι τομείς έχουν επηρεαστεί από την πανδημία σε τόσο υψηλό βαθμό όσο οι μεταφορές. Από τη μία πλευρά [οι εμπορευματικές μεταφορές](#) [54] βίωσαν μία αναπάντεχη αύξηση λόγω των παραγγελιών στο σπίτι. Από την άλλη, [έρευνες στην Ισπανία](#) [55] αποκαλύπτουν μείωση εκπομπών οξειδίων αζώτου έως και 60%, και μείωση τροχαίων ατυχημάτων κατά 67%, μια συνολική πτώση κινητικότητας κατά 76% (μικρότερη για το ιδιωτικό αυτοκίνητο αλλά φτάνοντας σε ένα ναδίρ [μείον 93% για τις δημόσιες συγκοινωνίες](#) [56] στις ώρες αιχμής, οι οποίες [πλήχθηκαν ιδιαίτερα στις πρώιμες φάσεις της πανδημίας](#) [57] ειδικά σε μεγαλουπόλεις όπως η [Νέα Υόρκη](#) [58], η [Βουδαπέστη](#) [59], η [Στοκχόλμη](#) [60] κ.ά. Η παροχή δυνατότητας τηλεργασίας είναι ο καθοριστικός παράγοντας των παραπάνω μεταβολών, ειδικά σε ανεπτυγμένες χώρες με υψηλά ποσοστά εργαζομένων πανεπιστημιακής και ανώτερης μόρφωσης. ([Wang B et al., 2020](#)) [170], ([Lund S. et al., 2021](#)) Ταυτόχρονα, όμως παρατηρήθηκε ένα [κύμα ενδιαφέροντος](#) [61] προς τρόπους ατομικής κοινωνικά αποστασιοποιημένης [ενεργούς μετακίνησης](#) [62] όπως [ποδήλατο](#) [63] περπάτημα, e-scooter, κ.λπ., το οποίο [δύσκολα να σταματήσει και κατόπιν πανδημίας](#) [64] Συγκεκριμένα για το ποδήλατο έχει παρατηρηθεί μεγάλη αύξηση στα χιλιόμετρα που διανύθηκαν σύμφωνα με έρευνες στην [Ελβετία](#) [65] και την [Αμερική](#) [66]. Πολλές πόλεις μέσα στο τελευταίο χρόνο, βρήκαν την ευκαιρία να παραχωρήσουν οδούς και δημόσιο χώρο προς τους ποδηλάτες και έχουν προχωρήσει σε “pro-bike” μετασχηματιστικές δράσεις όπως προσωρινές λωρίδες ποδηλάτων, επιδοτήσεις αγοράς [ηλεκτρικών ποδηλάτων](#) [67], δωρεάν χρήση “[bike sharing](#)” [εφαρμογών](#) [68] και, τέλος έχουν εφαρμόσει πιλοτικά μέτρα απομείωσης της

Figure 4: Responses by inferred age

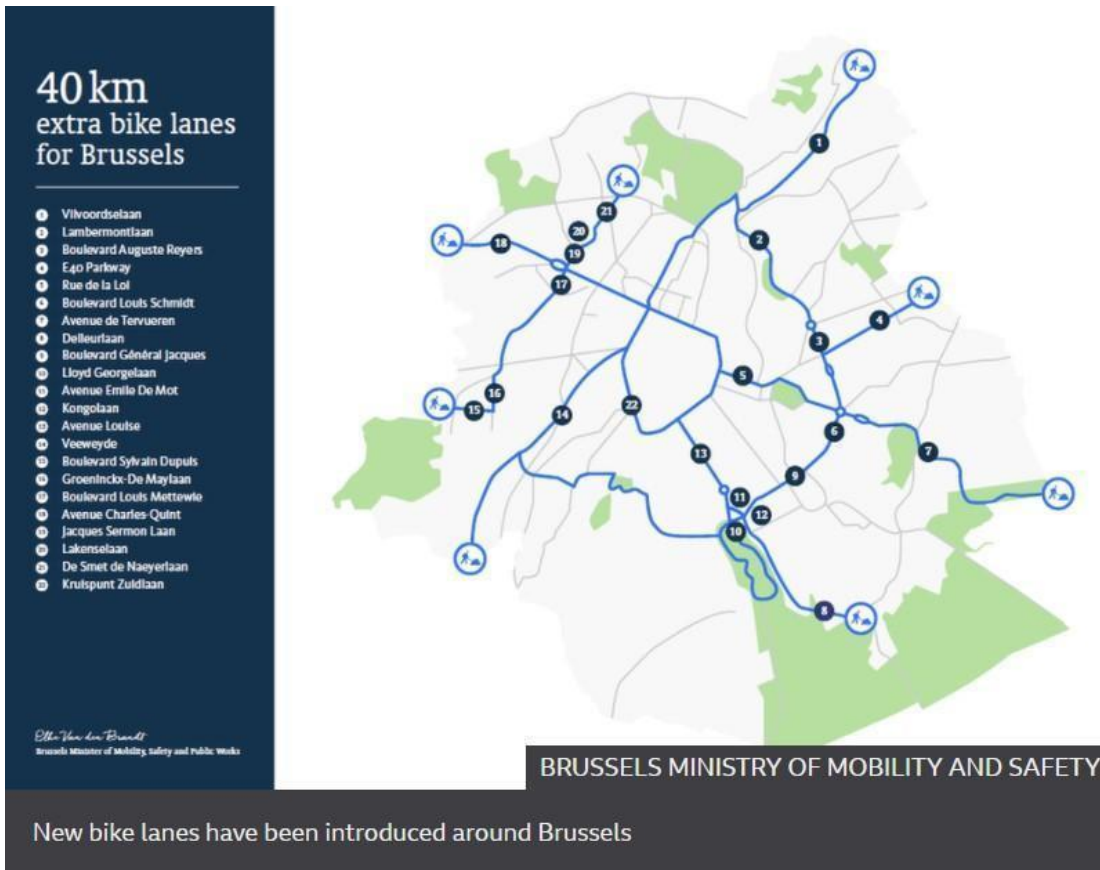


McKinsey & Company

κυκλοφορίας και ταχύτητας των Ι.Χ. στα κέντρα των πόλεων, με σκεπτικό την μελλοντική τους [ανθεκτικότητα και αειφορία](#) [69] Κάποια παραδείγματα πόλεων θα παρατεθούν παρακάτω:

1.1.7.1 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19: Ευρώπη

Σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, έχει εκτιμηθεί ότι κατά μέσο όρο 11,5 χλμ. προσωρινών λωρίδων ποδηλάτου έχουν ανακοινωθεί ή ήδη κατασκευαστεί σε περισσότερες από 100 πόλεις. Υπολογίζεται, ότι **κάθε επιπλέον χιλιόμετρο ποδηλατολωρίδων έχει αυξήσει την ποδηλασία κατά 0,6 τοις εκατό.** [Στις Βρυξέλλες](#) [70]



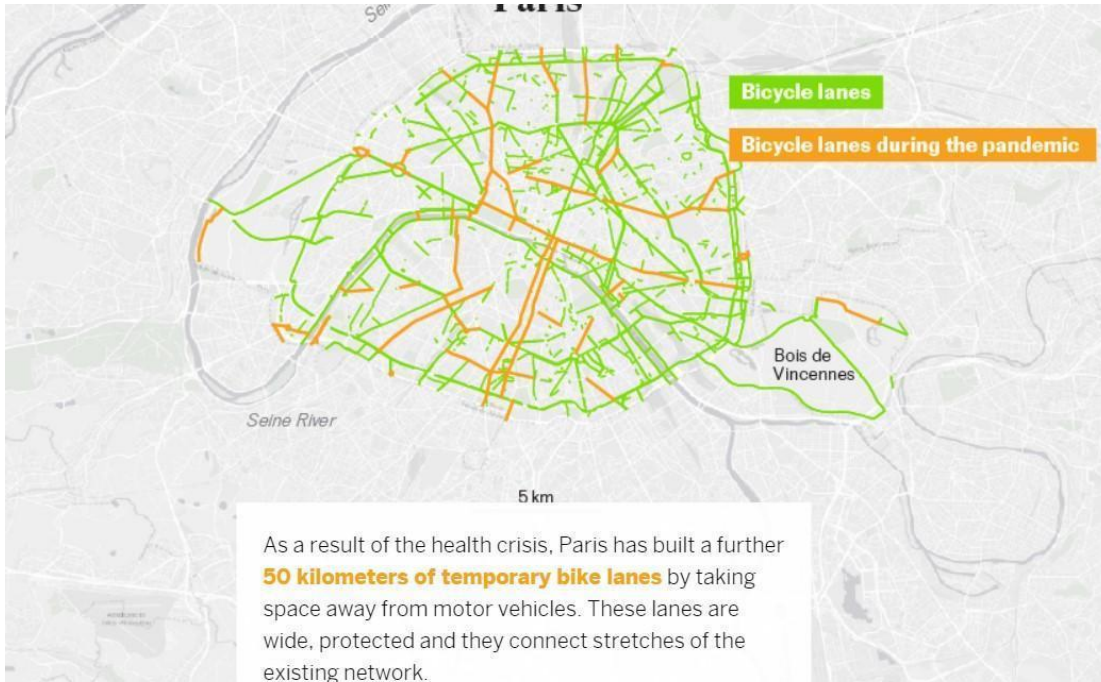
από τον Απρίλη του 2020, μειώθηκε το όριο ταχύτητας στα 20χλμ./ω εντός δακτυλίου πόλης, κατασκευάστηκαν δίκτυα ποδηλατοδρόμων [μήκους 24.9χλμ. και μεταγενέστερα 40χλμ](#)[71], δρόμοι ήπιας κυκλοφορίας μήκους 23.4χλμ. και πεζόδρομοι μήκους 5.15χλμ. Ως αποτέλεσμα η ποδηλασία το 2020 αυξήθηκε κατά 44% σε σχέση με το 2019. Στο κέντρο της [Βαρκελώνης](#) [72]προστέθηκαν 21 χλμ. ποδηλατοδρόμων στο ήδη υπάρχον δίκτυο και 12 χλμ. οδών ήπιας κυκλοφορίας οδηγώντας σε 12% αύξηση της ποδηλασίας συγκριτικά με το 2019. [Η Μαδρίτη](#) [72]προχώρησε στην ένταξη 12χλμ. προσωρινών ποδηλατικών λωρίδων, βλέποντας όμως [αρνητικά αποτελέσματα](#) [72]λόγω πρόχειρου σχεδιασμού και χωροθέτησης του δικτύου, το οποίο αδυνατεί να ικανοποιήσει το κέντρο της πόλης και τα βασικά σημεία ενδιαφέροντος που το συνιστούν.

Άλλα παραδείγματα προσθήκης προσωρινών ποδηλατολωρίδων επί πανδημίας εντοπίζονται στο [Λονδίνο](#) (25χλμ.), [Πόρτσμουθ](#), [Βερολίνο](#) (24χλμ.) και [Μόναχο](#) (12χλμ.) με αρνητικές αντιδράσεις [και ανάμικτα αποτελέσματα](#)[36] οδικής ασφάλειας στις βρετανικές και γερμανικές πόλεις, με εξαίρεση τη χρήση ποδηλάτου ως μέσο αναψυχής, όπου εκεί τα αποτελέσματα ήταν [σίγουρα θετικά](#) [74]

Παρατηρήθηκε ότι στις περιπτώσεις που η επέμβαση περιλάμβανε **εκτός των ποδηλατοδρόμων και μέτρα διαχείρισης κυκλοφορίας Ι.Χ.**, τα αποτελέσματα ήταν πολύ πιο άμεσα, εμφανή και αισιόδοξα. Επί παραδείγματι [το Δουβλίνο](#) έχει εισάγει 7.35χλμ. ποδηλατοδρόμων, 7χλμ. οδών ήπιας κυκλοφορίας, και 2χλμ. οδών με πλατύτερα πεζοδρόμια και ως αποτέλεσμα, ο όγκος κυκλοφορίας επί καραντίνας μειώθηκε κατά 70% και κατόπιν καραντίνας μειώθηκε κατά 35% σε σχέση με το 2019. [Στη Βουδαπέστη](#) κατασκευάστηκαν 9.90χλμ. ποδηλατοδρόμων πλάι σε κεντρικές οδικές αρτηρίες της πόλης και 3.63χλμ. οδών ήπιας κυκλοφορίας και ως επακόλουθο

1.1 Γενική Ανασκόπηση

σημειώθηκε αύξηση χρήσης ποδηλάτων άνω του 50%. Στις γαλλικές πόλεις [της Λιλ](#) και [Μπορντό](#) προστέθηκαν 9.23χλμ. στο υπάρχον δίκτυο ποδηλατοδρόμων και 2.22χλμ. οδών ήπιας κυκλοφορίας, επιφέροντας 60% άνοδο των ταξιδιών ποδηλάτου το 2020. Στη [Λισαβόνα](#) (12χλμ νέων ποδηλατοδρόμων) και το [Μιλάνο](#) (35χλμ οδών μικτής χρήσης και ήπιας κυκλοφορίας) έχουν εφαρμοστεί παρόμοια μέτρα συνδυαστικής αναδιάταξης του αστικού περιβάλλοντος, αλλά οι αρνητικές αντιδράσεις των κατοίκων συγχέουν τις μελλοντικές αποφάσεις των τοπικών αρχών.



[Η πόλη του](#)

[Παρισιού καινοτομεί](#) [75] με την υιοθέτηση της νέας πολεοδομικής φιλοσοφίας της [“πόλης των 15 λεπτών”](#) [76] μία ιδέα που αντιπροσωπεύει την πιθανότητα μίας μελλοντικής, αποκεντρωμένης, “πράσινης” γαλλικής πρωτεύουσας [μέχρι το 2024](#) [77]

Το μοντέλο αυτό, αναπτύχθηκε κυρίως για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα στο αστικό περιβάλλον, επαναπροσδιορίζοντας τις πόλεις από διακριτές ζώνες (για διαβίωση, εργασία και διασκέδαση), σε μωσαϊκά γειτονιών στις οποίες όλες οι ανάγκες των κατοίκων μπορούν να καλυφθούν [εντός 15 λεπτών από το σπίτι](#) [78] με τα πόδια, το ποδήλατο ή τις δημόσιες συγκοινωνίες.

Ο φόβος της πανδημίας και μίας επακόλουθης αύξησης του αριθμού των Ι.Χ. οδήγησε τη γαλλική κυβέρνηση να επιταχύνει **το σχεδιασμό του “Plan Velo”** [79] Κατά το πρώτο lockdown προστέθηκαν 29.23χλμ. ποδηλατοδρόμων και 4,31χλμ. οδών ήπιας κυκλοφορίας. Το 2020, οι παραπάνω δράσεις στο Παρίσι έχουν επιφέρει αύξηση των επιπέδων ποδηλασίας κατά 27% σε

σύγκριση

με

το

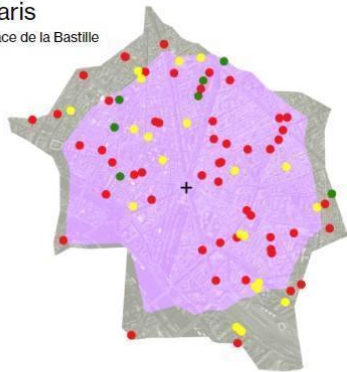
2019.

Fifteen Minutes in Three Cities
Within 15 minutes of the + symbol

■ On foot
■ By public transit

Paris

Place de la Bastille



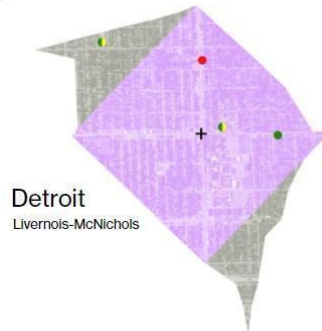
● K-12 school
● Preschool or child-care center
● Grocery

1 km

1 mi

Portland

Alberta Arts District



Detroit

Livernois-McNichols

Data: Remix, U.S. Department of Homeland Security, Portland Bureau of Planning and Sustainability, OpenStreetMap, Google, U.S. Department of Agriculture

1.1.7.2 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19: Υπόλοιπος κόσμος

Στην Αμερικάνικη ήπειρο, αρκετές μεγαλουπόλεις επί πανδημίας, έχουν λάβει αντίστοιχα μέτρα βιωσιμότητας μεταφορών. Στις Η.Π.Α. και Καναδά, από τον Απρίλιο του 2020 και έκτοτε, οι [πωλήσεις ποδηλάτων έχουν εκτοξευθεί](#), δηλώνοντας αύξηση 65% για απλά ποδήλατα και 145% για ηλεκτρικά ποδήλατα συγκριτικά με το 2019. Συνεπώς, η [Νέα Υόρκη](#) και [Φιλαδέλφεια](#) έχοντας δει μία απότομη αύξηση 50% και 151% αντίστοιχα, στη ποδηλατική κινητικότητα σε σχέση με το 2019, εγκαθίδρυσαν το σουηδικό μοντέλο "[Vision Zero](#)", όπου μέσω της κατασκευής [προστατευόμενων ποδηλατοδρόμων](#) (25χλμ), της δημιουργίας ασφαλέστερων διασταυρώσεων και εισαγωγής αυτοματοποιημένων συστημάτων ελέγχου ταχύτητας, προσδοκούν τη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων για ποδηλάτες. Άλλες πόλεις ακολούθησαν το κίνημα, όπως η [Βοστώνη](#), [Μιννεάπολη](#) [80] και [Όκλαντ](#) [81], (119χλμ. Οδών ήπιας κυκλοφορίας), [Σιατλ](#) (32χλμ. Πεζοδρομήσεων), [Τορόντο](#) (25χλμ. ποδηλατοδρόμων) και [Μόντρεαλ](#) (51 χλμ. ποδηλατοδρόμων).

Εκτός της Βορείου Αμερικής, το τελευταίο έτος, στη **Κεντρική και Νότιο Αμερική** έχουν επίσης εντοπιστεί καθοριστικές προσπάθειες αναδιάταξης του αστικού δικτύου, σε πόλεις όπως [Λίμα](#), [Κίτο](#), [Σαντιάγκο](#) και [Μπουένος Άιρες](#) με πρωτοκαθεδρία στο "πράσινο" κίνημα να παίρνουν η [Μπογκοτά](#) (76χλμ. νέων ποδηλατοδρόμων & δωρεές e-bikes)



η [Πουέμπλα](#) [82], (26χλμ. νέων ποδηλατοδρόμων), το [Σαν Πέδρο](#)[82], (6,5χλμ. νέων ποδηλατοδρόμων) και [Μέξικο Σίτυ](#) (54χλμ. νέων ποδηλατοδρόμων) με ενθαρρυντικά αποτελέσματα αύξησης ποδηλατών κατά 50% και άνω.

Στις υπόλοιπες ηπείρους έχουν παρατηρηθεί παρόμοιες φιλικές προς το ποδήλατο πολιτικές με σκοπό τη προώθηση της ασφαλούς χρήσης τους εν καιρώ πανδημίας. Πόλεις της **Ινδίας**, όπως [Τσενάι](#)[83], (42χλμ. νέων ποδηλατοδρόμων), [Μπενγκαλούρου](#) (16χλμ. νέων ποδηλατοδρόμων) και [Γκουργκάον](#) (10χλμ. νέων ποδηλατοδρόμων τον Οκτώβρη του 2020 & 25χλμ. το Νοέμβρη του 2020), έχουν δει θετικό αντίκτυπο στις παρεμβάσεις τους, με αυξημένα ποδηλατικά ταξίδια σε σύγκριση με προηγούμενα χρόνια.

Οι πολυπληθέστερες πόλεις της **Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας**, έχουν ακολουθήσει παρόμοιες πρακτικές μεταβολές προς την επίτευξη της ιδέας της “βιώσιμης πόλης”.



Το [Σίδνεϋ](#), μία πόλη [ανέκαθεν εχθρική](#) προς τη ποδηλασία, εισήγαγε σχεδόν 7χλμ. νέων ποδηλατοδρόμων που εξυπηρετούν διάφορα σημεία ενδιαφέροντος της πόλης, όπως πανεπιστήμια, σχολεία πάρκα, δημόσιες υπηρεσίες και

Major increase in cycling

Melbourne City

Location	Bike riders counted on 25 April 2020	Bike riders counted on 10 November 2019	Growth
Gardiners Creek Trail	911	231	294%
Maribyrnong River Trail	299	71	321%
Capital City Trail	703	219	221%
Moonee Ponds Creek Trail	411	102	303%
Merri Creek Trail	626	215	192%
Koonung Creek Trail	455	192	138%
Anniversary Trail	417	94	346%
Hobsons Bay Coastal Trail	531	61	778%
Main Yarra Trail	673	Not counted in 2019	NA
Bay Trail	942	Not counted in 2019	NA
Kerferd Road	1558	Not counted in 2019	NA
Capital City Trail	1158	Not counted in 2019	NA
Djerring Trail	143	Not counted in 2019	NA

Source: Bicycle Network

εμπορικά κέντρα. Στη [Μελβούρνη](#) περίπου 12χλμ. νέων ποδηλατοδρόμων θα αντικαταστήσουν αναξιοποίητους χώρους στάθμευσης στο κέντρο της πόλης και ως επιπρόσθετο μέτρο βοήθειας εισάχθηκαν 2

τετραγωνικά χλμ. οδών ήπιας κυκλοφορίας με το παρωνύμιο [“Little Streets”](#). Η Νέα Ζηλανδία, με αφορμή την εμφανή προτίμηση των ενεργών τρόπων μετακίνησης από τους πολίτες (78% αύξηση ποδηλασίας [στο Κάντερμπερι](#) και πάνω από 60% αύξηση στο Όκλαντ συγκριτικά με το 2019) ήταν η μόνη χώρα εν καιρό πανδημίας που επέλεξε [σε κυβερνητικό επίπεδο](#) [84] την ‘στρατηγική αστικοποίηση’ ως τρόπο ομαλότερης εξόδου από την φετινή περίοδο κρίσης. Η παραπάνω μέθοδος (που περιλαμβάνει τη κατασκευή ή πλάτυνση πεζοδρομίων, εισαγωγή ποδηλατοδρόμων και οδών ήπιας κυκλοφορίας) την εφάρμοσαν αρχικά μεγαλουπόλεις με αναλόγως έντονη πληθυσμιακή ποικιλομορφία με τη Νέα Ζηλανδία, όπως το Βερολίνο και η Μπογκοτά με σκοπό την αναβίωση τοπικών γειτονιών και επιχειρήσεων και την ασφαλή, υγειονομικά και οδηγικά, μετακίνηση των εργαζομένων με ποδήλατο ή πεζοί. Το [Όκλαντ](#) οδηγεί το δρόμο, με την εισαγωγή 17χλμ. ποδηλατολωρίδων τον Απρίλιο του 2020 συμπεριλαμβανομένης της μαζικής διεύρυνσης 20 πολυσύχναστων πεζοδρόμων του κέντρου της πόλης, της εισαγωγής οδών ήπιας κυκλοφορίας σε ακτίνα 1 χλμ. γύρω από 6 τοπικά σχολεία και της μείωσης των χρόνων αναμονής των πεζών στα φανάρια.

1.1.7.3 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19: Ελλάδα

Τα τελευταία χρόνια, στην Ελλάδα της οικονομικής κρίσης παρατηρείται μια αισθητή αύξηση του αριθμού των πολιτών που χρησιμοποιούν το ποδήλατο για τις καθημερινές τους μετακινήσεις καθώς πρόκειται για ένα μεταφορικό μέσο που είναι οικονομικό, οικολογικό και συμβατό με το αστικό περιβάλλον. Η πρόσφατη εμφάνιση παγκόσμιας πανδημίας σε συνδυασμό με την ήδη ασθενική ελληνική οικονομία που επιδεινώθηκε, επιβάλλει περικοπές των οικογενειακών προϋπολογισμών, κάτι που αποτελεί εύφορο έδαφος για τη προώθηση του ποδηλάτου, ως μία βιώσιμη, οικονομική και [υγειονομικά ασφαλή](#) [85] εναλλακτική. Στο πνεύμα αυτό, το Ελληνικό Υπουργείο Περιβάλλοντος προχώρησε στην υιοθέτηση ενός [προγράμματος χρηματοδότησης](#) αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων όπως e-bikes, το κόστος των οποίων μπορεί να καλυφθεί κατά 40%, μία κρατική πρωτοβουλία που βρήκε πολύ θετική απόκριση σε εθνικό επίπεδο. Σε χώρες με ελλειείς διαθέσιμους πόρους όπως η Ελλάδα, έχουν προταθεί προγράμματα μερικής χρηματοδότησης από τους πολίτες. Μέσω του λεγόμενου **Willingness To Pay** (WTP), μια εκδοχή του οποίου θα εφαρμοστεί και στην μελέτη αυτή, αξιολογείται το επίπεδο αποδοχής, χρήσης και προθυμίας πληρωμής ποδηλατικών υποδομών, έτσι ώστε να εκτιμηθεί η σκοπιμότητα, κοινωνική επιθυμία και αξία της επένδυσης. ([Eboli.L & Mazzulla.G 2008](#)) [86], ([Sælensminde, K 2004](#)) [87]

1.1.7.4 Το ποδήλατο στην εποχή του Covid-19: Αθήνα

Σε τοπικό επίπεδο, στο πλαίσιο της νέας πολιτικής βιώσιμης αστικής κινητικότητας, στην Αθήνα πρόσφατα οι Δημοτικές Αρχές έχουν ξεκινήσει έμπρακτα μια [διαδικασία σταδιακής ένταξης](#) [88] εναλλακτικών και **βιώσιμων μεταφορικών μέσων** και ταυτόχρονης απομάκρυνσης των αυτοκινήτων από το κέντρο της πόλης με σκοπό την **αποσυμφόρηση του αστικού κέντρου** μέσω διαπλατυνσεων πεζοδρομίων, πεζοδρόμησης οδών, μείωσης άνω ορίων ταχύτητας, πυκνής αστυνόμευσης και απαγορεύσεων δωρεάν στάθμευσης. Επίσης η πολιτεία, ακολουθώντας το παγκόσμιο πράσινο κίνημα, υλοποίησε το πιλοτικό έργο ονόματι [“Μεγάλος Περίπατος”](#).

Ο «μεγάλος περίπατος» της Αθήνας



info: megakaliperipatos.cityofathens.gr

Η ΚΑΘΗΜΕΡΝΗ

Το συγκεκριμένο έργο

πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του 2020, το οποίο περιλάμβανε τη δημιουργία λωρίδων λεωφορείου, δημοσίων χώρων, ποδηλατοδρόμων και πεζοδρόμων. Αυτές οι παρεμβάσεις αφορούσαν κύριες αρτηρίες του κέντρου της πόλης, όπως τη Λεωφόρο Βασιλίσσης Όλγας, Πατησίων, Πανεπιστημίου και Ηρώδη Αττικού, την οδό Ερμού και Μητροπόλεως. Η πλήρης απαγόρευση των Ι.Χ. από τις περιοχές της Πλάκας και του Εμπορικού τριγώνου γίνεται με σκοπό την αύξηση των ενεργών τρόπων μετακίνησης, τον εκσυγχρονισμό των δημόσιων συγκοινωνιών και τη μείωση χρήσης Ι.Χ. για πρόσβαση στο κέντρο της πρωτεύουσας. Συγκεκριμένα, στην λεωφόρο Πανεπιστημίου οι λωρίδες κυκλοφορίας μειώθηκαν από έξι σε δύο για ιδιωτικά αυτοκίνητα, η μία μετατράπηκε σε λωρίδα αποκλειστικής χρήσης δημόσιων συγκοινωνιών και οι άλλες τρεις λωρίδες μετατράπηκαν σε προσωρινούς ποδηλατοδρόμους και πεζοδρόμους. Η λεωφόρος Βασιλίσσης Όλγας πεζοδρομήθηκε και η πλατεία Συντάγματος αναζωογονήθηκε με παρόμοιες ενέργειες.

Δυστυχώς, οι αντιδράσεις των Αθηναίων οδηγών και μη ήταν ουδέτερες προς αρνητικές καθώς μετά από τέσσερις μήνες και εν καιρό πανδημίας, υπήρξε μείωση χρήσης αυτοκινήτων μόνο κατά 2% με παρόμοια αύξηση στη χρήση μοτοσικλετών και μηδενική μεταβολή χρήσης ποδηλάτου. Όμως, η πολιτεία βασισμένη επάνω στην εμφανή αύξηση κυκλοφορίας πεζών (28%), μέχρι το 2022 σκοπεύει να αποδώσει 50.000 τετραγωνικά μέτρα του κέντρου σε δημόσιους χώρους, να κατασκευάσει 900 μέτρα ποδηλατοδρόμων στη Λεωφόρο Πανεπιστημίου και να πεζοδρομήσει 6,3 χλμ.

Εν κατακλείδι, έχουν παρατηρηθεί σημαντικές, βραχυπρόθεσμες έστω, αυξήσεις στη ποδηλατική κυκλοφορία σε ευρωπαϊκό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο, λόγω των πρόσφατων ποδηλατικών υποδομών που αναπτύχθηκαν επί πανδημίας. Εξαιρώντας τη πιθανή επιρροή που

έχει στην μείωση της μετάδοσης COVID-19, τα καθαρά οφέλη της παρέμβασης είναι πιθανό να είναι μεγάλα. Το άμεσο κόστος κατασκευής ποδηλατικών υποδομών είναι χαμηλό. Στη χειρότερη περίπτωση, 1 περίπου χιλιόμετρα ποδηλατοδρόμου στη Σεβίλλη, κόστισε στο παρελθόν 250 χιλιάδες ευρώ ([Marques R., et al, 2015](#)) [176]. Ωστόσο, στη περίπτωση της πόλης του Βερολίνου, η προσέγγιση του επαναληπτικού σχεδιασμού με προσωρινές “pop-up” ποδηλατικές υποδομές κατά τη διάρκεια της πανδημίας, μείωσε το κόστος στα 9,5 χιλιάδες ευρώ για κάθε χιλιόμετρο ποδηλατοδρόμων σύμφωνα με τον [απολογισμό του Ιουλίου 2020](#)[177]. Αυτό το κόστος είναι μικρό σε σύγκριση με τα σημαντικά οφέλη στην υγεία των χρηστών των νέων ποδηλατικών υποδομών, οι οποίοι σύμφωνα με έρευνες γλιτώνουν 0,45 ευρώ σε ιατρικές δαπάνες για κάθε χιλιόμετρο που ποδηλατούν. ([Zapata-Diomedes B., et al., 2018](#)) [178]. Σύμφωνα με μία μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε **106 Ευρωπαϊκές πόλεις μέσα στο 2020-2021**, βρέθηκε ότι η πρόσθετη ποδηλατική κυκλοφορία που γεννήθηκε μέσα από αυτές τις νέες ποδηλατικές υποδομές, έχει μειώσει τις δαπάνες υγείας κάπου μεταξύ 0,5 και 1,7 δισεκατομμυρίων, και σε περίπτωση που αυτές οι προσωρινές υποδομές μονιμοποιηθούν και οι ποδηλατικές μετακινήσεις των κατοίκων εντατικοποιηθούν, **οι ετήσιες δαπάνες υγείας θα μειωθούν κατά 2,2 – 6,9 δισεκατομμύρια ευρώ.**([Kraus and Koch, 2021](#)) [[179].

1.1.8 Σύνοψη

Πλέον [η χρονική συγκυρία κρίνεται ώριμη](#) [89]για τη δυναμική είσοδο του ποδηλάτου στον Αττικό αστικό ιστό. Ευρωπαϊκές πρωτεύουσες παρόμοιας μορφολογίας με την Αθήνα, όπως το [Όσλο](#) [13]και η [Μαδρίτη](#), σχεδιάζουν τη σταδιακή **απαγόρευση των κινητήρων εσωτερικής καύσης**, προβλέποντας τη κατάργηση των πετρελαιοκίνητων οχημάτων έως το 2024 και των βενζινοκίνητων οχημάτων έως το 2030.

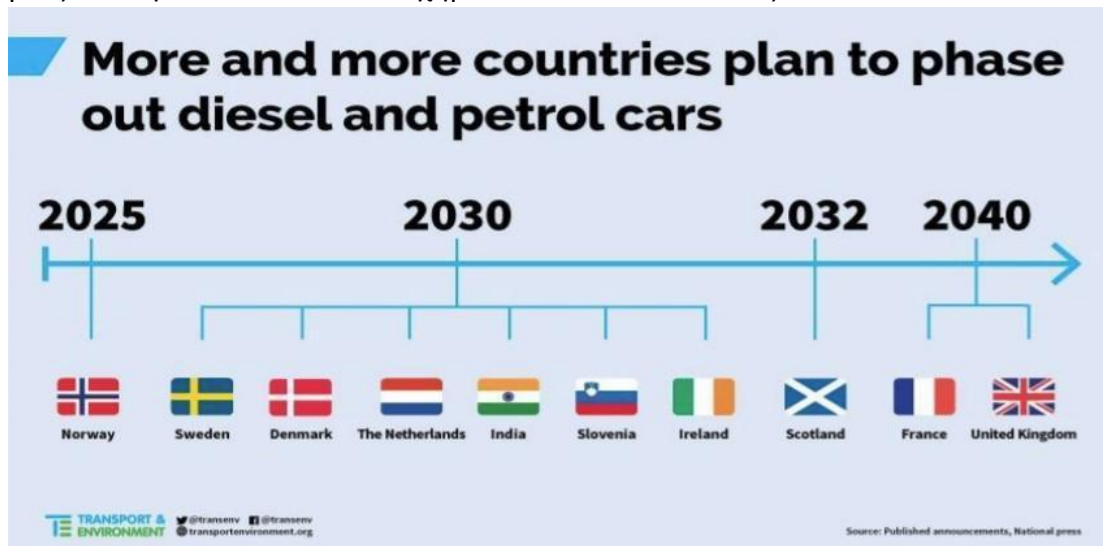


Image 1 - countries that have decided to phase-out diesel and petrol cars

Ομοίως και η ελληνική πρωτεύουσα έχει όλες τις προδιαγραφές για να μετατραπεί σε ένα οικοσύστημα βιώσιμης αστικής κινητικότητας, αντίστοιχου επιπέδου με αυτό των δυτικοευρωπαϊκών πόλεων. **Μαθαίνοντας από τις εμπειρίες** της εγχώριας αλλά και παγκόσμιας κρίσης, εμφανίστηκε η ευκαιρία πια να αναστραφούν αιωνόβιες προκλήσεις που μαστίζουν τα αστικά κέντρα, όπως η εμμονή στο αυτοκίνητο και η ελλιπής οδική ασφάλεια για τους εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης. [Η ποδηλατική αναγέννηση](#) μπορεί να εμπνεύσει τη δημιουργία ενός νέου

μοντέλου κινητικότητας όπου ο όρος “έξυπνες μεταφορές” θα είναι ταυτόσημος με τον όρο “βιώσιμες μεταφορές”.

1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Με βάση όλα τα προαναφερθέντα, στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση των προτιμήσεων των Αθηναίων οδηγών ΙΧ επιβατικών αυτοκινήτων απέναντι στη ποδηλασία**. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε ποια είναι τα χαρακτηριστικά των οδηγών που επηρεάζουν τις προτιμήσεις τους για εισφορές για την πιθανή αναβάθμιση (χαμηλή, υψηλή) του δικτύου ποδηλατοδρόμων της Αθήνας.

Ειδικότερα, με την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων έρευνας με ερωτηματολόγια επιχειρείται η διερεύνηση των σημαντικότερων χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την επιλογή των οδηγών Ι.Χ. μεταξύ τριών εναλλακτικών οδικών δικτύων του Λεκανοπεδίου της Αθήνας, **ανάλογα το επίπεδο αναβάθμισης δικτύου ποδηλατοδρόμων** που θα αναπτυχθεί επί αυτών (σενάριο Α: μεγάλη ενίσχυση, σενάριο Β: μικρή ενίσχυση, σενάριο Γ: Καμία ενίσχυση της ποδηλατικής κυκλοφορίας στη πόλη).

Προκειμένου να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά αυτά που επιδρούν στην επιλογή του οδικού δικτύου, χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης** (stated preference), με την οποία οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να επιλέξουν ανάμεσα σε 9 διαφορετικά σενάρια (χωρίς τη δυνατότητα μη-επιλογής) ποιο από τα τρία οδικά δίκτυα προτιμούν.

Κατ’ επέκταση, στην εργασία αυτή, καταβάλλεται προσπάθεια για την **ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων** μέσω των οποίων θα εντοπιστεί τόσο η επίδραση των βασικών παραγόντων επιρροής (χρόνος και άνεση μετακίνησης, ύψος ετήσιας εισφοράς) όσο και των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών των ερωτώμενων (φύλο, ηλικία, εισόδημα, τόπος κατοικίας και εργασίας, δυνατότητα τηλεργασίας κ.ά.). Επιπλέον παράγοντες όπως αντιλήψεις και γενικές στάσεις απέναντι στους ποδηλάτες επίσης θα ληφθούν υπόψη.

Τελική επιδίωξη επομένως είναι η κατανόηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο κάθε χαρακτηριστικό επηρεάζει την επιλογή του επιπέδου αναβάθμισης του δικτύου ποδηλατοδρόμων στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας. Τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν από αυτή τη Διπλωματική Εργασία αναμένεται να φανούν χρήσιμα και διαφωτιστικά σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, δημόσιους ή ιδιωτικούς, και να αξιοποιηθούν από την Πολιτεία, **για την ομαλή και ασφαλή ένταξη του ποδηλάτου** στο συγκοινωνιακό σύστημα της Αθήνας, η υιοθέτηση του οποίου καθίσταται επιτακτική, για τους προαναφερθέντες λόγους.

1.3 Μεθοδολογία

Στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο περιγράφεται συνοπτικά η μεθοδολογία και τα στάδια που ακολουθήθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, για την επίτευξη των παραπάνω στόχων.

Αφότου πρώτα προσδιορίστηκε το αντικείμενο προς εξέταση και οριστικοποιήθηκαν οι επιδιωκόμενοι στόχοι, εν συνεχεία πραγματοποιήθηκε εκτενής **βιβλιογραφική ανασκόπηση**

τόσο σε εθνικό όσο και διεθνές επίπεδο. Στο στάδιο αυτό, αναζητήθηκαν παρεμφερείς έρευνες, επιστημονικά άρθρα και γενικές πληροφορίες σχετικά με το εξεταζόμενο αντικείμενο, με σκοπό την απόκτηση μιας σφαιρικής άποψης γύρω από το θέμα των βιώσιμων μεταφορών. Η εκτενέστερη βιβλιογραφική εμβάθυνση στο ποδήλατο λειτούργησε συμβουλευτικά για τη πραγματοποίηση των επόμενων βημάτων της εργασίας. Κρίθηκε προτιμότερο ότι τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για την περαιτέρω ανάλυση να συγκεντρωθούν μέσω **διαδικτυακής έρευνας** και αυτό γιατί η φύση της έρευνας είναι τέτοια, που τα στοιχεία που απαιτούνται για την εκπόνησή της δεν μπορούν να συλλεχθούν ούτε με μετρήσεις, ούτε με παρατηρήσεις καθώς δεν αναφέρονται σε μια υπαρκτή κατάσταση, αλλά σε μια υποθετική διότι τα αναβαθμισμένα δίκτυα δεν είναι υπαρκτά.

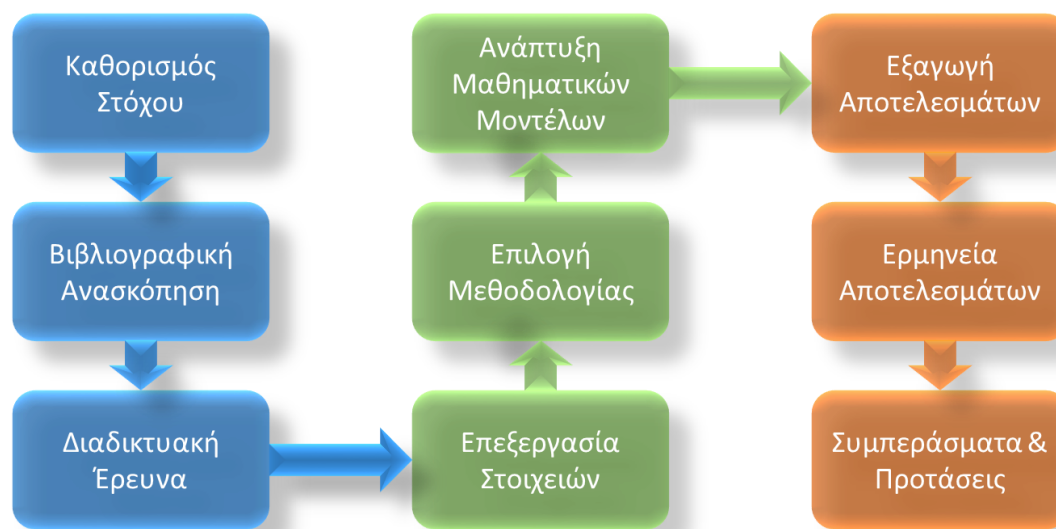
Η έρευνα της εργασίας αποφασίστηκε ότι θα βασιστεί στη μέθοδο της **Δεδηλωμένης Προτίμησης (Stated Preference)**, μίας ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθόδου σε συγκοινωνιακές έρευνες παρόμοιου είδους, καθώς καταγράφει στοιχεία/προτιμήσεις οδηγών που βασίζονται σε υποθετικές καταστάσεις. Για τη συγκέντρωση των απαραίτητων δεδομένων αποφασίστηκε να διαμορφωθεί **ερωτηματολόγιο** βασισμένο στη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Μέσα από μια σειρά σύντομων και εύκολα κατανοητών ερωτήσεων θα επιτευχθεί η καταγραφή των απόψεων και των αντιλήψεων των μετακινούμενων εντός του Λεκανοπεδίου οδηγών Ι.Χ. σχετικά με τη ποδηλασία και την ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων, τα οποία θα αποτελέσουν και τη βάση δεδομένων για την περαιτέρω στατιστική επεξεργασία. Μετέπειτα συμπεριελήφθησαν **18 σενάρια (9 + 9)** μετακίνησης με μεταβλητές τη διάρκεια και άνεση διαδρομής, καθώς και το ύψος ετήσιας εισφοράς και τρεις εναλλακτικές προτάσεις (μεγάλη, μικρή και καμία ενίσχυση της ανάπτυξης ποδηλατοδρόμων στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας). Συνολικά, **συγκεντρώθηκαν 267 ερωτηματολόγια** από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα οδηγών αυτοκινήτων που προέρχονταν από ένα ευρύ φάσμα κοινωνικο-οικονομικών υποβάθρων και χαρακτηριστικών με μόνο κοινό όλων, την οδήγηση και κατοίκηση εντός Λεκανοπεδίου Αττικής. Η συλλογή έγινε από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. και διεξήχθη αποκλειστικά μέσω διαδικτυακής συμπλήρωσης (**Google Forms**), καθώς οι επιτόπιες συνεντεύξεις δεν είναι εφικτές εν μέσω πανδημίας.

Κατόπιν συγκέντρωσης και ταξινόμησης όλων των ερωτηματολογίων, τα στοιχεία κωδικοποιήθηκαν κατάλληλα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχετικού λογισμικού ανάλυσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε (Python via Jupyter Notebook), για να ακολουθήσει η στατιστική τους ανάλυση. Λόγω της μορφής του ερωτηματολογίου δεν ήταν δυνατόν να διαπιστωθεί αν κάποια ερωτηματολόγια είχαν συμπληρωθεί τυχαία και χωρίς λογική, επομένως όλα τα ερωτηματολόγια συμπεριλήφθηκαν στη μετέπειτα στατιστική ανάλυση.

Αναπτύχθηκαν τρεις τύποι στατιστικών μοντέλων. Η **πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression)** χρησιμοποιήθηκε για το μέρος των σεναρίων του ερωτηματολογίου, με εξαρτημένη μεταβλητή την διακριτή επιλογή (discrete choice) επιπέδου ενίσχυσης της ποδηλατικής κυκλοφορίας στη πόλη (μεγάλη, μικρή και καμία ενίσχυση) και ανεξάρτητες μεταβλητές το ύψος ετήσιας εισφοράς, το χρόνο και την άνεση διαδρομής με Ι.Χ. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η **διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (binomial logistic regression)**, με την οποία πραγματοποιήθηκε διερεύνηση των μεταβλητών που επηρεάζουν σημαντικά την προθυμία (“Ναι ή Όχι”) πληρωμής ετήσιας εισφοράς για τη κατασκευή ενός εκτεταμένου δικτύου ποδηλατοδρόμων στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας. Τέλος, αναπτύχθηκε ένα **μοντέλο**

κατανομής Poisson (linear Poisson regression), που διερευνά την επιλογή του πιο επιθυμητού ύψους ετήσιας εισφοράς και τις βασικές μεταβλητές που επηρεάζουν την επιλογή αυτή. Και τα τρία μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν, περιέγραφαν σε ανεκτό επίπεδο εμπιστοσύνης τα ζητούμενα που τους είχαν ανατεθεί.

Με βάση αυτά τα τρία μοντέλα ακολούθησε η διαδικασία της αξιολόγησης και ερμηνείας των αποτελεσμάτων, η οποία οδήγησε στην **εξαγωγή των συμπερασμάτων** για το βαθμό επιρροής της εκάστοτε μεταβλητής στην επιλογή μεταξύ σεναρίων. Τα αποτελέσματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν στη διατύπωση προτάσεων για την αντιμετώπιση του ζητήματος, αλλά και για τη συνέχιση της έρευνας στο συγκεκριμένο πεδίο.



Εικόνα 1.: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Στο παρόν υποκεφάλαιο, παρουσιάζεται η δομή της Διπλωματικής Εργασίας μέσω της συνοπτικής αναφοράς του περιεχομένου του εκάστοτε κεφαλαίου της.

Στο κεφάλαιο 1, το οποίο είναι εισαγωγικό, γίνεται μία σύντομη **εισαγωγή** για την υπάρχουσα μορφή των μεταφορών και τις παγκόσμιες πολιτικές και δράσεις που γίνονται για την απεξάρτησή τους από τα ορυκτά καύσιμα. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα ποδήλατα ως προς τα γενικά χαρακτηριστικά τους και παρατίθενται όσα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συνδέονται με τη χρήση των ποδηλάτων σε ένα αστικό περιβάλλον. Μετά παρουσιάζονται όποιες δράσεις έχουν παρατηρηθεί προ και κατόπιν της πανδημίας λόγω COVID-19, για την ενίσχυση των ποδηλάτων και των ποδηλατικών υποδομών σε εθνικό αλλά και διεθνές επίπεδο, Έπειτα περιγράφεται το αντικείμενο και ο στόχος της Διπλωματικής Εργασίας και τίθενται τα ερωτήματα προς διερεύνηση. Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή της μεθοδολογίας και η σύνοψη της δομής της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Στο κεφάλαιο 2, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν ύστερα από εκτενή **βιβλιογραφική ανασκόπηση** ερευνών με παρεμφερές αντικείμενο και με μεθοδολογίες παρεμφερείς με αυτή που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την Διπλωματική Εργασία. Τέλος,

αναφέρονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών, τα οποία και αξιολογούνται με βάση τη συμβολή τους στο αντικείμενο και τη μεθοδολογία της παρούσας έρευνας.

Στο κεφάλαιο 3, που αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο, **αναλύεται η μεθοδολογία** που ακολουθήθηκε στη Διπλωματική Εργασία και ειδικότερα της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης. Στη συνέχεια πραγματοποιείται μια εκ βάθους ανάλυση των στατιστικών μοντέλων που επιλέχθηκαν για να υποστηρίξουν αυτή τη μεθοδολογία, καθώς και οι στατιστικοί έλεγχοι στους οποίους υποβάλλονται.

Στο κεφάλαιο 4, παρουσιάζεται αναλυτικά στο Παράρτημα Α, το **ερωτηματολόγιο** στο οποίο βασίστηκε η Διπλωματική Εργασία και το σκεπτικό πίσω από την δομή και κατασκευή του. Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου απεικονίζονται σχηματικά με κατάλληλα διαγράμματα, τα οποία συνοδεύονται από τον απαραίτητο σχολιασμό και σύγκριση με την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Ακόμη, περιλαμβάνεται στοχευμένη κωδικοποίηση και κανονικοποίηση των στοιχείων του ερωτηματολογίου και η προετοιμασία τους, ώστε να γίνει δυνατή η χρήση τους από τη στατιστική γλώσσα Python.

Στο κεφάλαιο 5, αναλύονται τα τελικά **μαθηματικά μοντέλα** που προέκυψαν από τις τρεις στατιστικές μεθόδους που εφαρμόστηκαν, καθώς και τα ενδιάμεσα βήματα που οδήγησαν σε αυτά. Μετά από την αξιολόγηση τους παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν τόσο από τα μαθηματικά μοντέλα όσο και από το ερωτηματολόγιο γενικότερα. Τα αποτελέσματα αυτά ερμηνεύονται εκτενώς και συγκρίνονται με την υπάρχουσα βιβλιογραφία.

Στο κεφάλαιο 6, παρατίθενται **συνοπτικά τα συμπεράσματα** της Διπλωματικής Εργασίας, ενώ παράλληλα τονίζεται η χρησιμότητά τους. Τέλος, παρουσιάζονται προτάσεις που περιλαμβάνουν τον τρόπο αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της έρευνας για την περαιτέρω μελέτη του τομέα της ένταξης ποδηλατοδρόμων στην Αθήνα.

Στο τέλος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας παρατίθενται οι **βιβλιογραφικές αναφορές** και τα **παραρτήματα**, η παρουσίαση των οποίων συμβαδίζει με όλα τα διεθνή πρότυπα. (i.e. Harvard referencing)

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο αφορά στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τοπικών και διεθνών ερευνών, των οποίων το αντικείμενο (αλλά και η τελική μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε) παρουσιάζει συνάφεια με τα υπό μελέτη ζητήματα, όπως αυτά παρουσιάστηκαν συνοπτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται αρχικά, έρευνες που εντοπίζουν, συνήθως μέσω ερωτηματολογίου δεδηλωμένης προτίμησης, τους **κύριους παράγοντες που σχετίζονται με την θετική ή αρνητική στάση των πολιτών απέναντι στη ποδηλασία**. Στη συνέχεια, παρατίθενται μελέτες που διερευνούν με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference) την θέληση ή μη των ερωτώμενων, να πληρώσουν (Willingness To Pay) για την ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών, καθώς και όσες μεταβλητές επηρεάζουν τη θέληση αυτή. Τα στοιχεία που εξετάζονται προκύπτουν ως επί το πλείστον, από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο εξωτερικό, αλλά και από κάποιες έρευνες στην Ελλάδα.

2.2 Συναφείς Έρευνες

2.2.1 Το ποδήλατο στη πόλη

Πολλές έρευνες δείχνουν πως η ελκυστικότητα της ποδηλασίας συνδέεται αντιστρόφως ανάλογα με την ελκυστικότητα της οδήγησης αυτοκινήτου και τα μέτρα για τον οργανωμένο επανασχεδιασμό των λωρίδων αυτοκινήτων και του χώρου στάθμευσης αυτοκινήτων είναι και τα δύο σημαντικά για την **υποστήριξη των δικαιωμάτων των ποδηλατών**, και φυσικά αναγκαία για την εξυπηρέτηση των αυξανόμενων ποδηλατικών πληθυσμών. ([Aldred, 2010 & 2013](#)) [90], ([Kåstrup, 2009](#)) [91], ([Pucher and Buehler, 2008](#)) [92] Διάφοροι μελετητές προσπάθησαν συνεπώς να κατανοήσουν **τα κόστη και τα οφέλη** που σχετίζονται με την ποδηλασία και την οδήγηση αυτοκινήτου, δείχνοντας ότι έχει σημειωθεί πρόοδος στην εκτίμηση του κοινωνικού και ιδιωτικού κόστους διαφορετικών συστημάτων μεταφοράς. ([Becker et al., 2012](#)) [93], ([CE Delft et al., 2011](#));[94], ([Hopkinson and Wardman, 1996](#));[96], ([Ortuzar et al., 2000](#));[95], ([Krizek, 2007](#));[97], ([Meschik, 2012](#)); [98], ([Rabl and de Nazelle, 2012](#));[99], ([Rank et al., 2001](#)) [100]

Τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά της μετακίνησης φαίνονται επίσης σημαντικά στις έρευνες. **Χρόνος, κόστος και απόσταση διαδρομής** έχουν καθολικά **αρνητική επιρροή** στη χρήση ποδηλάτου. ([Fernández-Heredia 2016](#)) [101], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102] Η γραμμικότητα στη σχέση της ποδηλατικής ζήτησης και της απόστασης διαδρομής αμφισβητείται από κάποιες

έρευνες που υποδεικνύουν ότι για πολύ μικρές διαδρομές κάτω του 1 χιλιομέτρου προτιμάται το περπάτημα έναντι του ποδηλάτου. ([Delmelle 2012](#)) [103], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102]

Περιβαλλοντικές μεταβλητές όπως ο καιρός και το ανάγλυφο του εδάφους φαίνονται επίσης να επηρεάζουν τη ποδηλατική ζήτηση. Πόλεις με θερμότερα κλίματα και υψηλές κλίσεις οδών, βλέπουν εμφανώς μικρότερη ποδηλατική χρήση. ([Manaugh, K 2017](#)) [104], ([Majumdera, B.B. 2013](#)).[105], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102]

Πολλές μελέτες ανά το κόσμο, δείχνουν σαφέστατα ότι η ποδηλασία δεν κατανέμεται ομοιόμορφα στα **φύλα και τις ηλικιακές ομάδες**, ειδικά στις χώρες με χαμηλά ποσοστά χρήσης ποδηλάτου, όπως η Ελλάδα. ([Tsolaki A., 2014](#)) [106], ([Norzalwi and Ismail, 2011](#)), ([Pucher et al., 2011a](#)) [107], ([Zhou, 2012](#)) [108], ([Aldred et al., 2016](#)) [109], ([Shokoohi & Nikitas 2017](#)) [110] Όποια πιθανά εμπόδια αντιμετωπίζουν οι γυναίκες είναι εκτενώς τεκμηριωμένα στη διεθνή βιβλιογραφία, με το κυριότερο να είναι η **αίσθηση ασφάλειας** (οδηγικής αλλά και προσωπικής) που διαφέρει από αυτή των αντρών. ([Garrard et al., 2008](#)) [111], ([Beecham and Wood, 2014](#)) [112], ([Mat Yazid et al., 2011](#)) [113]

Όσον αφορά στη σχέση μεταξύ **ηλικίας και θετικής στάσης προς το ποδήλατο**, αυτή η σχέση δεν έχει λάβει την ίδια προσοχή με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, αλλά είναι δυνητικά μία πολύ σημαντική ερώτηση καθώς τα οφέλη της ποδηλασίας προς την ανθρώπινη υγεία κορυφώνονται για τις ηλικίες 1 έως 19 ετών & 50 και άνω. ([Woodcock et al., 2014](#)) [114] Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, προκύπτει ότι η ηλικιακή ομάδα εύρους 20-39 ετών, έχουν μια πιο θετική αντιμετώπιση στη ποδηλασία. ([Tsolaki A., 2014](#)) [106] παρόλο που τα άτομα ηλικίας 40 και άνω τείνουν να χρησιμοποιούν παραπάνω το ποδήλατο για λόγους εργασίας ή αγορών, ενώ οι νεότεροι είναι γενικά πιο πιθανό να κάνουν ποδήλατο αποκλειστικά για λόγους αναψυχής. ([Aldred et al., 2016](#)) [109], ([Heesch et al., 2014](#)) [115], ([Shokoohi & Nikitas, 2017](#)) [110]

Μια άλλη έρευνα των [Cherry & Cervero, 2007](#)[116] αφορά στην ανάλυση χρήσης ηλεκτρικών ποδηλάτων, η οποία μπορεί να επεκταθεί και να δώσει χρήσιμες πληροφορίες και για τα κοινά ποδήλατα. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δείχνουν ότι τα άτομα που διαθέτουν **εκπαίδευση και εισόδημα** άνω του μέσου όρου είναι πολύ θετικά στην ενσωμάτωση των παραπάνω μέσων μεταφοράς στην καθημερινότητά τους. Τα μέσα αυτά είναι πιο προσιτά για τη συγκεκριμένη δημογραφική ομάδα και ταυτόχρονα υπήρχαν πολλές περιπτώσεις όπου τα άτομα τα επέλεγαν ως ένα “δεύτερο όχημα” στο νοικοκυριό τους. Οι κύριοι λόγοι για αυτήν την αλλαγή στις μεταφορικές συνήθειες των ατόμων ήταν η ταχύτητα, η ευκολία στάθμευσης, το οικονομικό κόστος λειτουργίας σε σύγκριση με τα αυτοκίνητα και η αποφυγή χρήσης των κορεσμένων συστημάτων μαζικής μεταφοράς στις πόλεις τους.

Παρόλα αυτά, όταν δίνεται φως στο λόγο χρήσης ποδηλάτου, εκεί φαίνεται ότι οι **ανώτερες εισοδηματικά ομάδες**, χρησιμοποιούν το ποδήλατο για λόγους αναψυχής ή άθλησης ([Piatkowski and Marshall, 2015](#)) [117], ([Xing et al., 2010](#)) [118] ενώ οι **κατώτερες εισοδηματικά ομάδες** τείνουν να το επιλέγουν για τη μετακίνηση από και προς την εργασία τους, κυρίως λόγω οικονομικών παραγόντων. ([Heesch et al., 2014](#)) [115], ([Steinbach et al. 2011](#)) [119] Όσον αφορά στα **μεσαία εισοδηματικά στρώματα**, τα ευρήματα δείχνουν ότι όσοι πραγματοποιούν τη μετακίνηση στην εργασία τους με ποδήλατο, το κάνουν ως συνειδητή επιλογή ([Shokoohi & Nikitas 2017](#)) [110], ([Bauman et al., 2010](#)) [120], δίνοντας ιδιαίτερη βάση στα περιβαλλοντικά και σωματικά οφέλη του ποδηλάτου ([Bauman and Rissel, 2009](#)) [121]

Η **έλλειψη ασφάλειας** στο δρόμο, αποτελεί επίσης ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει την κοινή γνώμη των πολιτών προς το ποδήλατο, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία. ([P. Rietveld, V. Daniel, 2004](#)) [122], ([Xing et al., 2010](#)) [118] Ειδικά σε χώρες με χαμηλά ποσοστά ποδηλασίας και υψηλά ποσοστά χρήσης αυτοκινήτου, όπως και η Ελλάδα ([Garrard et al., 2008](#)) [111],([Shokoohi & Nikitas, 2017](#)) [110] Μία πιθανή λύση που ίσως βελτιώσει έστω την αντίληψη οδηγικής ασφάλειας των ποδηλατιστών σε τέτοιες χώρες χαμηλής βιώσιμης αστικής μικροκινητικότητας, είναι ο **κατάλληλος σχεδιασμός** και κατασκευή απομονωμένων λωρίδων ποδηλάτου με διαχωριστική νησίδα, μία στρατηγική που έχει αποδειχθεί επιτυχημένη στη Σιγκαπούρη ([Meng et al., 2014](#)) [123]

Η ποδηλασία έχει αναγνωριστεί ως ένα σημαντικό μέσο για τη προαγωγή της **δημόσιας υγείας** ([Bauman and Rissel, 2009](#)) [121], ([Nielsen et al., 2013](#)) [124], ([Oja et al., 2011](#)) [24], ([Pucher and Dijkstra, 2003](#)) [125] και την **εξυγίανση του περιβάλλοντος** ([Rojas - Rueda et al. 2012](#)) [126], ([Dieter & Peng, 2014](#)) [127] Προηγούμενες μελέτες δείχνουν ότι οι πολίτες που αναγνωρίζουν τα υγειονομικά και οικολογικά οφέλη της ποδηλασίας τείνουν να είναι πιο θετικοί στην υποστήριξη ποδηλατικών υποδομών και δράσεων, και πολλές φορές να είναι διατεθειμένοι να κάνουν τη μετάβαση από Ι.Χ. στο ποδήλατο. ([Monda et al., 2007](#)) [128], ([Bauman et al., 2010](#)) [120],([Shokoohi & Nikitas, 2017](#)) [110]

2.2.2 Συναφείς έρευνες και αποτελέσματα

Λίγες μελέτες στοχεύουν στην εκτίμηση των **βασικών παραγόντων που επηρεάζουν την “Πρόθεση για Πληρωμή”** ενός ατόμου (και ειδικότερα οδηγού Ι.Χ.) για ποδηλατικές εγκαταστάσεις. Σε μία από αυτές ([Lierop 2012](#)) εκτιμήθηκε μέσω δημοσκόπησης η “Πρόθεση για Πληρωμή” των κατοίκων του Montreal για ένα ασφαλές πάρκινγκ ποδηλάτων. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων έδειξε ότι **νεότεροι άνθρωποι χαμηλότερου εισοδήματος καθώς και οι έμπειροι ποδηλάτες**, τείνουν να είναι αρνητικοί στη πληρωμή του πάρκινγκ. Ο κίνδυνος κλοπής ήταν ο βασικός τους λόγος.

Μία έρευνα που διεξήχθη μέσω δημοσκόπησης από τον [Laird \(2013\)](#) [129], εκτιμούσε τη “Πρόθεση για Πληρωμή” των κατοίκων 3 περιοχών της Ιρλανδίας για ποδηλατοδρόμους σε επαρχιακές οδούς. Ευρέθηκε ότι όσο μεγαλύτερη η **απόσταση της κατοικίας από το ποδηλατόδρομο**, τόσο μικρότερη επιθυμία να πληρώσουν είχαν οι ερωτώμενοι, πράγμα που υποδεικνύει ότι αν δεν ωφελείται με άμεσο τρόπο ο ίδιος ο πολίτης, τότε δεν είναι εύκολα διατεθειμένος να συνεισφέρει σε μία τέτοια ενέργεια. Επίσης, βρέθηκε ότι όσοι **κατέχουν ένα τουλάχιστον Ι.Χ.** στο νοικοκυριό τους, έχουν υψηλότερη επιθυμία να πληρώσουν, ενώ όσοι έμεναν κοντά στη πόλη και συνεπώς διανύουν μικρές αποστάσεις καθημερινά, είχαν μικρότερη επιθυμία να πληρώσουν την κατασκευή των νέων ποδηλατοδρόμων.

Σε μία έρευνα ([Cantillo, Vargas & Ramos, 2019](#)) [130] που πραγματοποιήθηκε στη πόλη Barranquilla της Κολομβίας, ερωτήθηκαν 360 στο σύνολο φοιτητές της πόλης από 3 διαφορετικά τοπικά πανεπιστήμια που ανήκουν στο ίδιο campus, για τη θέλησή τους να χρηματοδοτήσουν (“Willingness To Pay” = WTP) τη κατασκευή ποδηλατικών λωρίδων σε όλη την έκταση της πανεπιστημιούπολης. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν, υποδεικνύουν ότι η **χιλιομετρική**

απόσταση της μετακίνησης, οι δαπάνες, το αντικείμενο σπουδών, καθώς και ο υφιστάμενος τρόπος μετακίνησης είναι οι σημαντικότερες μεταβλητές που επηρεάζουν την επιθυμία των φοιτητών για πληρωμή ενός δικτύου ποδηλατοδρόμων στην έκταση του campus.

Σε άλλη μελέτη παρόμοιας μεθοδολογίας με αυτή ([Gundlach A. & Sagebiel J. et al. 2018](#)) [131] πραγματοποιήθηκε ερωτηματολόγιο **δεδηλωμένης προτίμησης** (stated preference) και **επιλογή σεναρίων** (discrete choice experiment) για τους κατοίκους του Βερολίνου, με αφορμή την αλλαγή της Γερμανικής κυβέρνησης και τη πρωτοβουλία των κατοίκων της πόλης να πιέσουν τις τοπικές αρχές για τη κατασκευή νέων υποδομών που θα διευκολύνουν την μικροκινητικότητα στις πόλεις και γενικότερα τις ηπιότερες μορφές αστικής κινητικότητας, με προτεραιότητα να δίνεται στην ενίσχυση των ποδηλατοδρόμων ([Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, 2017](#)). Προκύπτει από τη μελέτη αυτή, ότι τουλάχιστον το 60% των Βερολινέζων επιλέγουν τη ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών, τις περισσότερες φορές σε συνδυασμό με την πύκνωση των δρομολογίων / στάσεων λεωφορείου και τρένου. Εκείνοι που ανήκουν σε **νεότερες ηλικιακές ομάδες** τείνουν να είναι πιο θετικοί στην κατασκευή ποδηλατικών υποδομών, συμπέρασμα σύμφωνο με άλλη βιβλιογραφία ([Da Silva Borges and Goldner, 2015](#)) [132] Επίσης, η έρευνα έδειξε ότι και **οι τακτικοί οδηγοί αυτοκινήτου, αλλά και οι τακτικοί χρήστες Μέσων Μαζικής Μεταφοράς**, είναι κατά της απαγόρευσης των αυτοκινήτων από το κέντρο της πόλης. Οι πρώτοι είναι θετικοί στην εγκατάσταση ποδηλατοδρόμων, αλλά οι δεύτεροι είναι ενάντια αυτής (αναμενόμενο αποτέλεσμα, καθώς η συγκεκριμένη ομάδα των ερωτώμενων είναι συνηθισμένη σε ένα τρόπο καθημερινής μετακίνησης και δεν προτίθεται να αλλάξει τις συνήθειές του, επιλέγοντας πιο επικίνδυνα και άβολα μέσα, κάτι που συμφωνεί και με προηγούμενες μελέτες. ([Maragkoudakis V. 2020](#)) [133]

Επαρκείς υφιστάμενες ποδηλατικές υποδομές, όπως ποδηλατόδρομοι και θέσεις στάθμευσης ποδηλάτων, φαίνεται να κινητοποιούν τους πολίτες να χρησιμοποιούν τις εγκαταστάσεις και να επηρεάζουν θετικά τη “Πρόθεση για Πληρωμή” της χρήσης και συντήρησης των υποδομών. ([González, F 2016](#)) [134], ([Caulfield, B 2014](#)) [135], ([Majumdera, B.B. & Mitrab, S., 2013](#)) [105], ([Pucher and Buehler 2008](#)) [33], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102], ([Tilahun et al. 2007](#)) [136], ([Buehler 2012](#)) [137]

Ψυχολογικές μεταβλητές που δείχνουν το πόσο υπέρ ή κατά της ποδηλασίας είναι ο ερωτηθέν, ελήφθησαν υπόψη σε αρκετές έρευνες, με δημοσκοπήσεις σε πόλεις όπως το Λονδίνο ([Maldonado - Hinajeros 2014](#)) [138] τη Σεουλ ([Kim 2017](#)) [139], το Πόρτλαντ ([Ma 2014](#)) [140], το Τορόντο ([Habib 2014](#)) [141] και άλλες. Αυτές δείχνουν ότι τα άτομα που εκτιμούν τα εγγενή πλεονεκτήματα και οφέλη της οδήγησης ποδηλάτου, όπως τους **μηδενικούς ρύπους και τη σωματική άσκηση**, τείνουν να έχουν υψηλότερη “Πρόθεση για Πληρωμή” προς όποιες ενέργειες υπέρ των ποδηλάτων τους προταθούν. ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142]

Άλλες μελέτες ποδηλατικής κίνησης και επιλογής διαδρομής, χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό των **βασικών παραγόντων που επηρεάζουν τη “Πρόθεση για Πληρωμή”**. Για παράδειγμα οι μελέτες συμφωνούν ότι: **1)** Οι νέοι είναι πιο πιθανό να μετακινηθούν με ποδήλατο ([Maldonado - Hinajeros 2014](#)) [138], ([Ortuzar 2000](#)) [95] **2)** Οι άντρες είναι πιθανότερο να επιλέξουν τη μετακίνηση με ποδήλατο από τις γυναίκες, ειδικά για εργασία/σπουδές ([Damant-Sirois 2015](#)) [143], ([Delmelle 2012](#)) [103], ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Maldonado-Hinarejos 2014](#)) [138], ([Ortúzar 2000](#)) [95] ειδικά για γυναίκες που οδηγούν Ι.Χ. για να

ταξιδέψουν από και προς την εργασία/σπουδές τους ([Rastogi 2010](#)) [144], ([Vandenbulcke 2011](#)) [145] και **3**) Οι ερωτώμενοι που ανήκουν σε υψηλότερες εισοδηματικές βαθμίδες έχουν λιγότερες πιθανότητες να ποδηλατούν. ([Habib 2014](#)) [141], ([Ortuzar 2000](#)) [95], ([Plaut 2005](#)) [146]. Επιπρόσθετα, πολλοί μελετητές συμπέραναν ότι η ιδιοκτησία και οδήγηση Ι.Χ. δρουν αρνητικά στη πιθανότητα χρήσης ποδηλάτου, ενώ οι πεζοί είναι οι πιο πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν ποδήλατο στο μέλλον. ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Sigurdardottir 2013](#)) [147] ειδικά αν παρατηρήσουν μια βελτίωση στο επίπεδο ποδηλατικών υποδομών ([Gatersleben and Appleton 2007](#)) [148], ([Litman 2008](#)) [149]. Παρόλα αυτά αρκετές έρευνες έχουν δείξει ότι οι οδηγοί Ι.Χ., ακόμα και αυτοί που είναι υψηλά εξαρτώμενοι από τη μετακίνηση με αυτοκίνητο, δείχνουν προθυμία να μειώσουν τη χρήση Ι.Χ. και να επιλέγουν πιο βιώσιμους τρόπους μετακίνησης, αν έχουν εφαρμοστεί κατάλληλες στρατηγικές εναλλακτικών μεταφορών και απομείωσης της κίνησης Ι.Χ. στα κέντρα των πόλεων ([Borgers A. 2008](#)) [150], ([Handy 2005](#)) [151], ([Hayden 2017](#)) [152]. Τα παραπάνω ευρήματα αντηχούν και από τη μελέτη των Ruiz & Bernabe 2014, οι οποίοι εντόπισαν στη πόλη της Βαλένθια μία ζήτηση για μη μηχανοκίνητα μέσα μεταφοράς. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι όσοι διανύουν διαδρομές μικρότερες ή ίσες από 30 λεπτά, είναι κατά τη πλειοψηφία τους πρόθυμοι να κάνουν τη μετάβαση από το αυτοκίνητο στο ποδήλατο. ([Ruiz & Bernabe, 2014, p. 209](#)) [153] Επιπλέον, διαπιστώνουν ότι η προθυμία για ποδηλασία από και προς την εργασία / τις σπουδές, εξαρτάται από το εκπαιδευτικό επίπεδο των ερωτώμενων, την απόσταση μετακίνησης και τη διαθεσιμότητα ποδηλάτων.

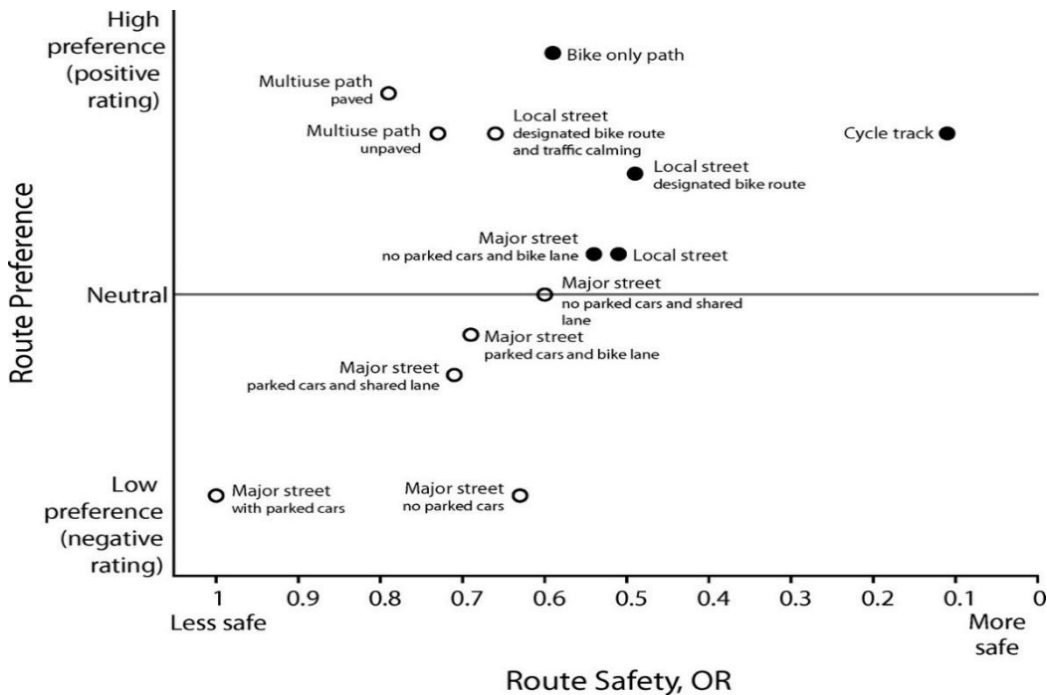
2.2.3 Σύνοψη & Κριτική Αξιολόγηση Βιβλιογραφίας

2.2.3.1 Γενική αναφορά

Το αυτοκίνητο δεν αποτελεί μόνο μία μοναχική επιλογή, αλλά καταστρέφει και τον δημόσιο χαρακτήρα της οδού μετατρέποντας τη σε ένα **ανασφαλές, θορυβώδες περιβάλλον χωρίς ανθρώπινη παρουσία** ([Crane R., 2000](#)) [154]. Έρευνα που παράθεσαν οι [Cervero R. & Duncan M., 2003](#) [155] σε γειτονίες του San Francisco έδειξε ότι σε οδούς με υψηλούς κυκλοφοριακούς φόρτους δεν αναπτύσσεται κοινωνικότητα στα πεζοδρόμια και οι γείτονες δεν γνωρίζονται μεταξύ τους ([Μπαρμπόπουλος, 2002](#)). Η σημερινή κατάσταση των οδών είναι αποτέλεσμα της αποκλειστικότητας τους για την κίνηση και στάθμευση των οχημάτων. Είναι περιβαλλοντικά υποβαθμισμένοι χωρίς πράσινο και συμβάλλουν στη μείωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων ([Khreis H. Et al., 2016](#)) [156] **Το ποδήλατο** καθώς και οι υποδομές που το υποστηρίζουν, είναι η απάντηση στην αναζήτηση ενός **υψηλότερου επιπέδου ποιότητας ζωής** (Βλαστός, 2000), ([Oja P. et al. 2011](#)) [24], ([Cavill N. & Watkins F., 2007](#)) [157], ([Pucher J. & Dijkstra L., 2003](#)) [125], ([Faskunger J., 2012](#)) [158], ([Panter J, et al., 2016](#)) [159] Είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την βιώσιμη ανάπτυξη δηλαδή με την αναβάθμιση της ποιότητας των σύγχρονων αστικών συγκοινωνιών, αλλά και του πολεοδομικού αστικού σχεδιασμού, ώστε να είναι ασφαλές και φιλικό για κάθε είδος μικροκινητικότητας όπως τους ποδηλάτες και τους πεζούς. ([Handy S., et al. 2002](#)) [160], ([Southworth M. & Owens P., 2007](#)) [161], ([Cervero R., 2002](#)) [162]

Έρευνες δείχνουν ότι και οι ίδιοι οι πολίτες αναγνωρίζουν ότι μία άνοδος στη χρήση του ποδηλάτου θα επέλθει μόνο κατόπιν της ανάπτυξης των αναγκαίων ποδηλατικών υποδομών, που περιλαμβάνουν ποδηλατοδρόμους, πάρκινγκ ποδηλάτων, σταθμοί ενοικίασης κοινόχρηστων «ποδηλάτων πόλης» κ.λπ. ([Tsolaki A., 2014](#)) [106]. Δύο μελέτες ([Winters M., et al.,](#)

2010) [181], (Teschke K., 2012) [182] που διεξήχθησαν στο Καναδά εξέτασαν τα ποσοστά τραυματισμών και τις προτιμήσεις των ποδηλατών για 14 διαφορετικές επιλογές ποδηλατικών υποδομών - συμπεριλαμβανομένων των κανονικών οδών, των ποδηλατοδρόμων (δηλαδή των προστατευμένων λωρίδων ποδηλάτων), των μη προστατευμένων λωρίδων ποδηλάτων (εκείνες που προστατεύονται από μια γραμμή χρωμάτων, αλλά όχι ένα φυσικό εμπόδιο), και μονοπάτια πολλαπλών χρήσεων (δηλαδή συνδυασμένα μονοπάτια πεζοπορίας και ποδηλασίας). Τα αποτελέσματα όπως παρατίθενται και στο παρακάτω διάγραμμα ήταν ξεκάθαρα: οι ποδηλατοδρόμοι ήταν μακράν η ασφαλέστερη επιλογή, μειώνοντας τους τραυματισμούς κατά 90% σε σύγκριση με έναν μεγάλο δρόμο χωρίς λωρίδα ποδηλάτων.



2.2.3.2 Στάση απέναντι στη ποδηλασία

Από τις έρευνες που διερευνούν τα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την αντίληψη των πολιτών απέναντι στην ποδηλασία προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Ο χρόνος, το κόστος και η απόσταση διαδρομής έχουν καθολικά αρνητική επιρροή στη χρήση ποδηλάτου
- Πόλεις με θερμότερα κλίματα και συχνότερες βροχοπτώσεις, αλλά και απότομες κλίσεις οδών, βλέπουν εμφανώς μικρότερη ποδηλατική χρήση
- Οι άντρες φαίνεται να χρησιμοποιούν ποδήλατο συχνότερα από τις γυναίκες οι οποίες για διάφορους προσωπικούς αλλά και κοινωνικούς λόγους, τείνουν να το αποφεύγουν
- Οι νεότεροι άνθρωποι έχουν μία θετικότερη στάση προς το ποδήλατο αν και αυτό δεν μεταφράζεται πάντα στην συχνότερη χρήση αυτού ως καθημερινό μέσο μετακίνησης
- Η ταχύτητα, η ευκολία στάθμευσης, το οικονομικό κόστος λειτουργίας σε σύγκριση με τα αυτοκίνητα και η αποφυγή χρήσης των κορεσμένων συστημάτων μαζικής μεταφοράς στα αστικά κέντρα είναι οι βασικότεροι παράγοντες της ολοένα και αυξανόμενης χρήσης του ποδηλάτου στις πόλεις

- Οι ερωτώμενοι με υψηλότερα εισοδήματα, τείνουν να υποστηρίζουν πολιτικές δράσεις υπέρ της ποδηλατικής ένταξης στις πόλεις, αλλά αυτό δεν μεταφράζεται σε μία τακτικότερη χρήση του ποδηλάτου ως το καθημερινό τους μέσο μετακίνησης, με το ακριβώς αντίθετο να ισχύει για τα χαμηλότερα εισοδηματικά στρώματα, δηλαδή μία υψηλότερη συχνότητα χρήσης ποδηλάτου, αλλά μία μειωμένη υποστήριξη ποδηλατικών πρωτοβουλιών της πολιτείας
- Στις πόλεις με υψηλά ποσοστά κυκλοφορίας Ι.Χ., τείνουν να αποφεύγουν τη χρήση ποδηλάτου λόγω έλλειψης αισθήματος ασφάλειας στο δρόμο
- Οι ερωτώμενοι που δίνουν μεγαλύτερη σημασία στο γεγονός ότι το ποδήλατο είναι καλό για το περιβάλλον, αλλά και για την σωματική υγεία, τείνουν να είναι πιο θετικοί προς αυτό και πιο ανοικτοί στο ενδεχόμενο μελλοντικής χρήσης του ως καθημερινό μέσο μετακίνησης
- Η ιδιοκτησία και οδήγηση Ι.Χ. δρουν αρνητικά στη πιθανότητα χρήσης ποδηλάτου, ενώ οι ερωτώμενοι που προτιμούν τη πεζή μετακίνηση στη καθημερινότητά τους, είναι οι πιο πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν ποδήλατο στο μέλλον
- Οι ερωτώμενοι που οδηγούν αυτοκίνητο καθημερινά, αλλά για διαδρομές διάρκειας κάτω των 30 λεπτών είναι πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν το ποδήλατο αντί του αυτοκινήτου, με τη προϋπόθεση ύπαρξης κατάλληλων υποδομών

2.2.3.3 Στάση απέναντι στην ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών

Από τις έρευνες που εξερευνούν το ενδεχόμενο **εγκατάστασης ποδηλατικών υποδομών και τις προτιμήσεις των ερωτώμενων σε αυτό, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:**

- Οι ερωτώμενοι που οδηγούν Ι.Χ. και ανήκουν σε υψηλότερα εισοδηματικά στρώματα έχουν μεγαλύτερη “Πρόθεση για Πληρωμή” εισφοράς με σκοπό την κατασκευή ποδηλατικών υποδομών, συγκριτικά με τους ερωτώμενους που οδηγούν ποδήλατο τακτικά αλλά έχουν ένα χαμηλότερο εισόδημα
- Οι πιο έμπειροι ποδηλάτες, τείνουν να έχουν μικρότερη θέληση για καταβολή εισφοράς με σκοπό τη κατασκευή νέων ποδηλατικών υποδομών
- Η απόσταση μετακίνησης από και προς την εργασία/σπουδές, ο τρέχων τρόπος μετακίνησης, η διαθεσιμότητα κοινόχρηστων ποδηλάτων, το εκπαιδευτικό επίπεδο, το είδος σπουδών καθώς και το κόστος της εισφοράς που ζητείται να καταβληθεί από αυτούς, δείχνουν να είναι βασικοί παράγοντες που επιδρούν στην «Πρόθεση για Πληρωμή» των ερωτώμενων
- Οι ερωτώμενοι μικρότερης ηλικίας είναι πιο θετικοί στην εγκατάσταση ποδηλατικών υποδομών στις πόλεις, όμως δεν έχουν μεγάλη προθυμία να πληρώσουν εισφορά για τη κατασκευή των υποδομών αυτών
- Οι ερωτώμενοι που οδηγούν αυτοκίνητο ως καθημερινό μέσο μεταφοράς τους, είναι θετικοί στην εγκατάσταση ποδηλατικών υποδομών στη πόλη, σε αντίθεση με τους ερωτώμενους που χρησιμοποιούν τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς για τις καθημερινές τους μετακινήσεις στη πόλη
- Οι ερωτώμενοι που κατοικούν και εργάζονται σε μέρη με ήδη υπάρχουσες ποδηλατικές εγκαταστάσεις ή σχεδιαζόμενες να γίνουν, τείνουν να είναι πιο πρόθυμοι να πληρώσουν εισφορά για τη ανάπτυξη νέων, ή την αναβάθμιση των υπάρχοντων ποδηλατικών υποδομών

- Οι ερωτώμενοι που δείχνουν να εκτιμούν παραπάνω, τα εγγενή πλεονεκτήματα και οφέλη της οδήγησης ποδηλάτου, όπως τους μηδενικούς ρύπους και τη σωματική άσκηση που προσφέρει, τείνουν να έχουν υψηλότερη Πρόθεση για Πληρωμή εισφοράς ανάπτυξης ποδηλατικών υποδομών
- Παρατηρείται η αναγκαιότητα μελέτης τόσο πριν όσο μετά, αλλά και κατά τη διάρκεια, εφαρμογής ενός πιλοτικού δικτύου ποδηλατοδρόμων, ούτως ώστε να εντοπιστούν, και να αντιμετωπιστούν κατάλληλα, οι μεταβολές στις προτιμήσεις των μετακινούμενων
- Καθίσταται σαφές ότι οποιαδήποτε μελέτη γίνεται για τη διερεύνηση της χρήσης και λειτουργίας ενός δικτύου ποδηλατοδρόμων, πρέπει να γίνεται στο πλαίσιο του ευρύτερου συγκοινωνιακού δικτύου, καθώς τα ποδήλατα αλληλοεπιδρούν και συνυπάρχουν με τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς

2.2.3.4 Μεθοδολογίες

Σχετικά με τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη διερεύνηση της αποδοχής του κοινού, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης είναι κατάλληλη για έρευνες που αφορούν σε υποθετικές καταστάσεις, καθώς μπορεί να καταγραφεί η αντίδραση του πληθυσμού σε μη υπαρκτές μελλοντικές (συγκοινωνιακές) συνθήκες
- Όπως σε οποιαδήποτε στατιστική έρευνα, απαιτείται συλλογή στοιχείων από ένα επαρκές και αντιπροσωπευτικό δείγμα με έννοιες που είναι σαφώς ορισμένες ώστε να γίνονται εύκολα κατανοητές από το σύνολο του δείγματος
- Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, ένα ερωτηματολόγιο έρευνας με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης αποτελείται από τρία ή τέσσερα μέρη
- Η συλλογή στοιχείων στη συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών, πραγματοποιούνται διαδικτυακά. Παρά τα προφανή πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου (ευκολία στη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, εισαγωγή εικόνων και ήχων, αίσθηση ανωνυμίας) πρέπει να σημειωθεί ότι το δείγμα δεν είναι πάντα αντιπροσωπευτικό, καθώς δεν έχουν όλες οι ηλικίες και κοινωνικές τάξεις την ίδια ευκολία χρήσης και πρόσβασης στο διαδίκτυο
- Οι ερωτήσεις που αφορούν στα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων εισάγονται στο τελευταίο μέρος της έρευνας, ούτως ώστε να μην τους αποθαρρύνουν από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου
- Η στατιστική ανάλυση ερευνών οι οποίες στα υποθετικά σενάρια περιλαμβάνουν δύο επιλογές, συνήθως πραγματοποιείται με το δυαδικό λογιστικό πρότυπο. Στις περιπτώσεις όπου οι ερωτώμενοι έχουν να επιλέξουν ανάμεσα σε τρεις ή περισσότερες κατηγορικές εναλλακτικές αξιοποιείται το πολυωνυμικό λογιστικό πρότυπο. Η γραμμική παλινδρόμηση Poisson χρησιμοποιείται κυρίως στις περιπτώσεις όπου η απάντηση είναι εύκολα ποσοτικοποιημένη και μετρήσιμη (πχ αριθμός ατυχημάτων σε μία διασταύρωση ανά μέρα).
- Τέλος, είναι επιθυμητή η αξιολόγηση πολλών διαφορετικών μεταβλητών προκειμένου να βρεθούν εκείνες που πραγματικά επηρεάζουν την επιλογή των συμμετεχόντων

Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό υπόβαθρο

3.1 Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίχθηκε η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει αναφορά σε ορισμένες θεμελιώδεις στατιστικές έννοιες και στις τρεις βασικές μεθόδους ανάλυσης που αναπτύχθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων, δηλαδή στην πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (multinomial logistic regression), στην διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (binary logitic regression) και στη κατανομή Poisson. Στη συνέχεια, αναλύονται τα θεωρητικά στοιχεία που αφορούν στις προαναφερθείσες μεθόδους. Τέλος, θα γίνει ανάλυση των κριτηρίων αποδοχής ή απόρριψης των παραπάνω μεθόδων και της μεθόδου με την οποία έγινε η συλλογή των δεδομένων.

3.2 Βασικές έννοιες στατιστικής

Το σύνολο του οποίου τα στοιχεία μελετώνται στη στατιστική έρευνα ως προς ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά ονομάζεται **πληθυσμός (population)**. Πρόκειται για ένα σύνολο στοιχείων που είναι τελείως καθορισμένα. Ένας πληθυσμός μπορεί να είναι πραγματικός ή θεωρητικός. Επειδή, όμως, είναι αδύνατο να εξετασθεί το σύνολο του πληθυσμού επιλέγεται ένα μικρότερο μέρος αυτού, ένα υποσύνολο το οποίο ονομάζεται **δείγμα (sample)**, και η διαδικασία ονομάζεται δειγματοληψία ή δημοσκοπήση. Οι περισσότερες στατιστικές έρευνες στηρίζονται σε δείγματα, αφού οι ιδιότητες του πληθυσμού είναι συνήθως αδύνατο να καταγραφούν. Όλα τα στοιχεία που ανήκουν στο δείγμα ανήκουν και στον πληθυσμό χωρίς να ισχύει το αντίστροφο. Εάν αυτό το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό, τότε τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από την ανάλυσή του θα ισχύουν με ικανοποιητική ακρίβεια και για τον πληθυσμό.

Με τον όρο **μεταβλητές (variables)** εννοούνται τα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν να μετρηθούν και να καταγραφούν σε ένα σύνολο ατόμων. Οι μεταβλητές διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ποιοτικές μεταβλητές (qualitative variables):** Οι ποιοτικές μεταβλητές λαμβάνουν τιμές που κατηγοριοποιούν τον πληθυσμό σε κατηγορίες που δεν είναι απαραίτητα μετρήσιμες, όπως για παράδειγμα το φύλο. Η χρήση αριθμών για την παράσταση των τιμών μίας τέτοιας μεταβλητής είναι καθαρά συμβολική και δεν έχει την έννοια της μέτρησης.
- **Ποσοτικές μεταβλητές (quantitative variables):** Οι ποσοτικές μεταβλητές λαμβάνουν αυστηρά αριθμητικές τιμές και χωρίζονται σε διακριτές, όπως ο αριθμός τέκνων σε μια οικογένεια, και συνεχείς, όπως ο μισθός. Σε μία διακριτή μεταβλητή η μικρότερη μη μηδενική διαφορά που μπορούν να έχουν δύο τιμές είναι σταθερή ποσότητα. Αντίθετα σε μια συνεχή μεταβλητή δύο τιμές μπορούν να διαφέρουν κατά οποιαδήποτε μικρή ποσότητα. Στην πράξη, συνεχής θεωρείται μια μεταβλητή όταν μπορεί να πάρει όλες τις τιμές σε ένα διάστημα, διαφορετικά θεωρείται διακριτή.

Για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της ανάλυσης χρησιμοποιούνται δύο αντιστρόφως ανάλογα μέτρα αξιοπιστίας:

- **Επίπεδο Εμπιστοσύνης:** υποδηλώνει το ποσοστό της πιθανότητας να είναι αληθής η εκτίμηση σε ένα καθορισμένο διάστημα εμπιστοσύνης. Για παράδειγμα, για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 τοις εκατό υπάρχουν 95 τοις εκατό πιθανότητες η εκτίμηση που προέκυψε από την ανάλυση του δείγματος να είναι αξιόπιστη
- **Επίπεδο Σημαντικότητας:** υποδηλώνει το ποσοστό της πιθανότητας να είναι εσφαλμένη η εκτίμηση. Για παράδειγμα, επίπεδο σημαντικότητας 5 τοις εκατό σημαίνει ότι μακροπρόθεσμα η εκτίμηση θα είναι λανθασμένη 5 τοις εκατό των φορές.

Ο **συντελεστής συσχέτισης (correlation coefficient) ρ** εκφράζει τον βαθμό και τον τρόπο που δύο τυχαίες μεταβλητές συσχετίζονται. Δεν εξαρτάται από τη μονάδα μέτρησης των δύο μεταβλητών και παίρνει τιμές στο διάστημα [-1, 1]. Τιμές κοντά στο «1» δηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση, τιμές κοντά στο «-1» δηλώνουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση και τιμές κοντά στο 0 δηλώνουν γραμμική ανεξαρτησία των δύο μεταβλητών. Στο μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης και της κατανομής Poisson, οι ανεξάρτητες τυχαίες μεταβλητές οφείλουν να μην είναι εξαρτημένες ούτε μεταξύ τους, δηλαδή να μην υπάρχει μεταξύ τους συσχέτιση (correlation). Αν δύο μεταβλητές, είναι μεταξύ τους συσχετισμένες δηλαδή έχουν correlation μεγαλύτερο από 0.5 (αυθαίρετα επιλεγμένο), δεν μπορεί να βρεθεί με ακρίβεια η επιρροή τους στο μοντέλο.

3.3 Βασικές Στατιστικές Κατανομές

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία της στατιστικής για να μελετηθούν τα διάφορα στατιστικά μεγέθη πρέπει να είναι γνωστή η μορφή της κατανομής που ακολουθούν. Παρακάτω παρατίθενται οι σημαντικότερες στατιστικές κατανομές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση επιβατικών και οδικών δεδομένων.

Μία συνήθης πρακτική στον έλεγχο στατιστικών υποθέσεων, είναι ο υπολογισμός της τιμής της πιθανότητας p (probability-value ή p -value). Η πιθανότητα p είναι το μικρότερο επίπεδο σημαντικότητας α που οδηγεί στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης H_0 έναντι της εναλλακτικής H_1 . Είναι μία σημαντική τιμή, διότι ποσοτικοποιεί τη στατιστική απόδειξη που υποστηρίζει την εναλλακτική υπόθεση. Γενικά, όσο πιο μικρή είναι η τιμή της πιθανότητας p , τόσο περισσότερες είναι οι αποδείξεις για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης H_0 έναντι της εναλλακτικής H_1 . Εάν η τιμή p είναι μικρότερη ή ίση του επιπέδου σημαντικότητας α , τότε η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται.

3.3.1 Κανονική Κατανομή

Η κανονική κατανομή ή κατανομή Gauss αποτελεί, ίσως, την πιο σημαντική κατανομή της στατιστικής. Αναφέρεται σε συνεχείς μεταβλητές και η μαθηματική της έκφραση είναι:

$$f(x) = \left(\frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \right) e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2s^2}}$$

όπου:

- s , η τυπική απόκλιση
- μ , η μέση τιμή

- χ , μια τιμή της συνεχούς τυχαίας μεταβλητής

Η παραπάνω έκφραση ονομάζεται συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας και συμβολίζεται με $X \sim N(\chi, s^2)$.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η **εξαρτημένη μεταβλητή (πληρωμή της ετήσιας εισφοράς)** λαμβάνει **διακριτές τιμές (ναι, όχι)** και, ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αναλυθεί με το πρότυπο της κατανομής Gauss.

3.3.2 Αρνητική Διωνυμική Κατανομή

Η αρνητική διωνυμική κατανομή (Negative Binomial Regression) χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου η διακύμανση των στοιχείων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή. Μια τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί την αρνητική διωνυμική κατανομή με παραμέτρους r, p όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας:

$$f(x) = \binom{r+x-1}{r-1} p^r (1-p)^x$$

και συμβολίζεται με $X \sim NB(r, p)$, όπου:

- r , θετικός ακέραιος = 0, 1, 2, ...
- $p \in (0, 1)$

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η **διακύμανση των στοιχείων του δείγματος είναι κατώτερη από τη μέση τιμή**, με επακόλουθο τα στοιχεία να μη μπορούν να αναλυθούν με την Αρνητική Διωνυμική Κατανομή.

3.3.3 Κατανομή Gumbel (Μεγίστων και Ελαχίστων)

Η κατανομή Gumbel χρησιμοποιείται για την περιγραφή της κατανομής των μεγίστων (ή ελαχίστων) ενός αριθμού στοιχείων από διάφορες κατανομές. Η χρήση της κατανομής Gumbel μεγίστων θεωρείται κατάλληλη για ακραία γεγονότα. Μαθηματικά εκφράζεται ως εξής:

$$P = x_0 - \frac{1}{a} \ln[\ln T - \ln \ln(T - 1)]$$

όπου:

- P , η πιθανότητα
- x_0, a , παράμετροι κατανομής
- T , περίοδος επαναφοράς

Οι δύο παράμετροι της συνάρτησης κατανομής Gumbel, η παράμετρος κλίμακας a και η παράμετρος θέσης x_0 , με βάση τη μέθοδο των ροπών, δίνονται από τις σχέσεις:

$$a = \frac{1}{0,78s}$$

$$x_0 = \underline{x} - 0,45s$$

όπου \underline{x} , s η δειγματική μέση τιμή και τυπική απόκλιση, αντίστοιχα.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, **δεν είναι στόχος η περιγραφή της κατανομής των ακραίων στοιχείων που συλλέχθηκαν**, συνεπώς η κατανομή Gumbel Μεγίστων - Ελαχίστων δεν εξυπηρετεί τις ανάγκες της εργασίας.

3.3.4 Κατανομή Poisson

Η κατανομή Poisson είναι η πιο κατάλληλη κατανομή για την περιγραφή **τελείως τυχαίων διακριτών γεγονότων, όπως και στη παρούσα έρευνα**. Μια τυχαία μεταβλητή X (όπως π.χ. το πλήθος των ατυχημάτων ή των νεκρών από οδικά ατυχήματα) θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή Poisson με παράμετρο λ ($\lambda > 0$), και γράφεται $X \sim P(\lambda)$, όταν έχει συνάρτηση μάζας πιθανότητας την:

$$f(x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}$$

όπου $x=0, 1, 2, 3, \dots$ και $x! = x \cdot (x-1) \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$

Η μέση τιμή και η διασπορά κατά Poisson είναι $E\{x\} = \mu$ και $\sigma^2\{x\} = \mu$ και είναι ίσες μεταξύ τους.

3.4 Βασικές Μέθοδοι Στατιστικής Ανάλυσης

Ο κλάδος της στατιστικής που εξετάζει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών, ώστε να καθίσταται δυνατή η πρόβλεψη της μίας από τις υπόλοιπες, ονομάζεται ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis). Πρέπει να τονιστεί ότι διαφέρουν από τα είδη προτύπων διακριτών επιλογών τα οποία θεωρούν ότι τα σφάλματα ε_{in} του συνόλου των επιλογών είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ακολουθούν μία κοινή κατανομή.

Ο όρος εξαρτημένη μεταβλητή αφορά εκείνη της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ ο όρος ανεξάρτητη αποδίδεται στη μεταβλητή η οποία χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν θεωρείται τυχαία αλλά “καθοδηγείται” από την εξαρτημένη μεταβλητή. Προκειμένου να προσδιοριστεί αν μια ανεξάρτητη μεταβλητή ή συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών προκάλεσε τη μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής, κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων.

Η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μία στατιστική διαδικασία που συμβάλλει στην ανάπτυξη εξισώσεων για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης. Σημειώνεται πως η επιλογή της μεθόδου ανάπτυξης ενός μοντέλου βασίζεται στο αν η **εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής ή διακριτή**.

Αφού ολοκληρωθεί η έρευνα πεδίου και συλλεγούν τα απαραίτητα δεδομένα, ακολουθεί η στατιστική τους ανάλυση, η οποία οδηγεί στην εξαγωγή των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων και κατ' επέκταση στην επίτευξη του στόχου της όλης έρευνας. Η μέθοδος με την οποία θα πραγματοποιηθεί η στατιστική ανάλυση εξαρτάται άμεσα από το αντικείμενο της

έρευνας, αλλά και από τη μορφή και το περιεχόμενο της έρευνας πεδίου, μέσω της οποίας έχουν συλλεγεί τα στοιχεία. Χαρακτηριστικά θα μπορούσαν να αναφερθούν οι παρακάτω στατιστικές μέθοδοι που είναι κατάλληλες για την επεξεργασία στοιχείων που έχουν συλλεγεί με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης. Οι μέθοδοι αυτές είναι (Pindyck, Rubinfeld,1991) :

- Γραμμική παλινδρόμηση (Linear Regression)
- Πιθανοτική ανάλυση(Probit analysis)
- Ανάλυση διακριτότητας (Discriminant Analysis)
- Λογιστική παλινδρόμηση (Logistic Regression)

Το αποτέλεσμα της στατιστικής ανάλυσης, με χρήση των παραπάνω μεθόδων, είναι η εξαγωγή μαθηματικού προτύπου, η μορφή και το περιεχόμενο του οποίου εξαρτάται από την επιλεγείσα μέθοδο.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικότερα χαρακτηριστικά τους, η σύγκριση των οποίων οδήγησε στην επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου για τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων στην παρούσα ΔιπλωματικΔιπλωματική εργασία.

3.4.1 Γραμμική Παλινδρόμηση (Linear Regression)

Στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχές μέγεθος και ακολουθεί κανονική κατανομή, τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης. Η απλούστερη περίπτωση γραμμικής παλινδρόμησης είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση (simple linear regression).

Η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) υπολογίζει τη συνάρτηση χρησιμότητας κάποιου γεγονότος σε σχέση με παράγοντες που το επηρεάζουν καταλήγοντας σε ένα γραμμικό μαθηματικό πρότυπο (Pindyck,Rubinfeld,1991). Με βάση αυτό το μαθηματικό πρότυπο υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης του γεγονότος (πρότυπο πρόβλεψης πιθανότητας).

Η εκτίμηση των παραμέτρων στην γραμμική παλινδρόμηση πραγματοποιείται με τη **μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων**, έτσι ώστε το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών των τιμών που έχουν παρατηρηθεί από αυτές που έχουν υπολογιστεί να είναι το ελάχιστο.

Σε αυτό το μοντέλο προϋπόθεση αποτελεί η **εξαρτημένη μεταβλητή να είναι συνεχής** και να ακολουθεί την **κανονική κατανομή**.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία η εξαρτημένη μεταβλητή (πληρωμή της ετήσιας εισφοράς) λαμβάνει **διακριτές τιμές (ναι, όχι)** και, ως εκ τούτου, δεν μπορεί να αναλυθεί με το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

3.4.2 Πιθανοτική ανάλυση (Probit Analysis)

Το μοντέλο της **πιθανοτικής ανάλυσης (probit analysis)** μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει διακριτές ή συνεχείς τιμές. Ο υπολογισμός της συνάρτησης χρησιμότητας, η οποία διέπεται από μια γραμμική σχέση, αλλά και της πιθανότητας πραγματοποίησης με ανάλογο τρόπο όπως και στη γραμμική παλινδρόμηση.

Για την υλοποίηση της πιθανοτικής ανάλυσης απαιτείται ο **μετασχηματισμός των ανεξάρτητων μεταβλητών σε πιθανότητες, με τιμές από 0 έως και 1** (Pindyck, Rubinfeld, 1991). Πρέπει να δοθεί προσοχή ωστόσο, στη διατήρηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την εξαρτημένη ακόμα και μετά τον μετασχηματισμό. Δηλαδή αν πριν το μετασχηματισμό η αύξηση ορισμένων παραμέτρων προκαλούσε αύξηση της τιμής της πιθανότητας, αυτό πρέπει να συνεχίσει να πραγματοποιείται και μετά. Ανάλογα ισχύουν και για τη μείωση της πιθανότητας.

Η απαίτηση αυτή οδηγεί στη χρήση της συνάρτησης αθροιστικής πιθανότητας, προκειμένου να υπολογιστεί η πιθανότητα να επιλεγεί μια από τις συγκεκριμένες εναλλακτικές λύσεις. Υπάρχουν πολλές συναρτήσεις αθροιστικής πιθανότητας από τις οποίες ως επί των πλείστων χρησιμοποιούνται η κανονική και η λογιστική. Όπως και στην περίπτωση της γραμμικής παλινδρόμησης, έτσι και στη μέθοδο probit analysis θεωρείται μια γραμμική σχέση της μορφής $U_i = a + bX_i$, όπου δεν υπάρχουν στοιχεία για το U_i . Υπάρχουν στοιχεία αναφορικά με το αν τα στοιχεία ανήκουν σε μια από τις προκαθορισμένες κατηγορίες του U_i . Για παράδειγμα στην κατηγορία του χαμηλού U_i ή στην κατηγορία του υψηλού U_i . Με αυτά τα στοιχεία γίνεται ο υπολογισμός των παραμέτρων a και b . Δίνει δηλαδή εκτίμηση των πραγματικών τιμών για διαφορετικά επίπεδα ανταπόκρισης, σε αντίθεση με τη λογιστική παλινδρόμηση που εκτιμά την ευαισθησία της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Η probit analysis είναι μια μέθοδος η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων στην παρούσα Διπλωματική εργασία. Παρόλα αυτά όμως, λόγω της πολυπλοκότητας που εμφανίζει από τη χρήση της συνάρτησης αθροιστικής πιθανότητας, επιλέχθηκε να μην χρησιμοποιηθεί εν τέλει στην παρούσα Διπλωματική Εργασία και έγινε προσπάθεια ανεύρεσης κάποιας άλλης απλούστερης μεθόδου.

3.4.3 Ανάλυση Διακριτότητας (Discriminant Analysis)

Το πρότυπο της ανάλυση διακριτότητας (discriminant analysis) είναι και αυτό μια στατιστική μέθοδος που έχει χρησιμοποιηθεί κατά την εκπόνηση πολλών συγκοινωνιακών μελετών, και η οποία μπορεί να αξιολογήσει τα στοιχεία της **δεδηλωμένης προτίμησης**. Το αποτέλεσμα της όμως δεν είναι μαθηματικό πρότυπο πρόβλεψης της πιθανότητας να συμβεί ή όχι ένα συγκεκριμένο γεγονός. Αυτό που κάνει είναι να συγκροτεί μαθηματικό πρότυπο πρόβλεψης των καθορισμένων κατηγοριών που ανήκει ένα άτομο με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Είναι δηλαδή μια μέθοδος που κατηγοριοποιεί το δείγμα ανάλογα με κάποια βασικά χαρακτηριστικά του, τα οποία ο ερευνητής έχει καθορίσει. Παρόμοιοι τύποι αποτελεσμάτων μπορούν να εξαχθούν με τη χρήση των ομοειδών μεθόδων, όπως η **ανάλυση παραγόντων (factor analysis)** και η **ανάλυση ομαδοποίησης (cluster analysis)**.

Γίνεται λοιπόν σαφές ότι ήταν ακατάλληλη για τη στατιστική ανάλυση στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, γιατί ακριβώς ο σκοπός της είναι άλλος και ξεφεύγει από τις δυνατότητες της συγκεκριμένης μεθόδου.

3.4.4 Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression)

Η λογιστική παλινδρόμηση (logistic regression) είναι μέθοδος κατάλληλη για στατιστική επεξεργασία δεδομένων που έχουν συγκεντρωθεί με τη μέθοδο της **δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference)**. Χρησιμοποιείται ευρύτατα για την εκπόνηση μελετών που έχουν στόχο να μελετήσουν τις διαθέσεις του κοινού αναφορικά με υποθετικά ανταγωνιστικά σενάρια. Αποτελεί

μέθοδο, η οποία ενδείκνυται για την ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου πρόβλεψης της πιθανότητας να επιλεγεί κάποιο από τα εναλλακτικά σενάρια (Pindyck, Rubinfeld, 1991). Το πρότυπο αυτό αποτελείται από τους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν τη συγκεκριμένη επιλογή, δείχνει τον τρόπο με τον οποίο συντελείται η επίδραση, καθώς επίσης και το μέγεθος της επίδρασης του καθενός παράγοντα πάνω στην τελική επιλογή. Η λογιστική παλινδρόμηση αποτελεί πολύ χρήσιμο εργαλείο στις περιπτώσεις που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι **διακριτή (dummy)**, όπως ακριβώς συμβαίνει στην παρούσα Διπλωματική εργασία.

Παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τη γραμμική παλινδρόμηση αφού η διαδικασία ανάλυσης πραγματοποιείται με τον ίδιο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, αν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής και κανονικά κατανεμημένη η στατιστική επεξεργασία μπορεί να γίνει και με τις δύο μεθόδους οι οποίες θα οδηγήσουν στο ίδιο αποτέλεσμα (Pindyck, Rubinfeld, 1991). Η βασική τους διαφορά είναι ότι η λογιστική παλινδρόμηση μπορεί να εφαρμοστεί και στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή, όπως ακριβώς συμβαίνει και στην παρούσα έρευνα.

Στη λογιστική παλινδρόμηση οι συντελεστές των μεταβλητών του προτύπου υπολογίζονται με τη **μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood method) (Pindyck, Rubinfeld, 1991)**, δηλαδή οι συντελεστές υπολογίζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να καθιστούν τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων, ή της έρευνας πεδίου, πιθανότερα να επιλεγούν. Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει αρχικά από την ανάλυση δίνει τη **συνάρτηση χρησιμότητας (utility function)** ενός γεγονότος. Το πρότυπο αυτό είναι γραμμικό συναρτήσει των παραγόντων που επηρεάζουν το συγκεκριμένο γεγονός. Η πιθανότητα που υπάρχει να πραγματοποιηθεί το γεγονός αυτό, υπολογίζεται εύκολα με κατάλληλο μετασχηματισμό, από τη συνάρτηση χρησιμότητας. Η σχέση που συνδέει αυτά τα δύο μεγέθη (πιθανότητα και συνάρτηση χρησιμότητας) δεν είναι γραμμική. Η λογιστική παλινδρόμηση, αποτελεί μια κατάλληλη μέθοδο για την επεξεργασία στοιχείων που προέκυψαν από ανεξάρτητες παρατηρήσεις, ή δηλώσεις του κοινού, καθώς και σε περιπτώσεις ερευνών όπου η ανάλυση στηρίζεται σε ομαδοποιημένα δεδομένα.

3.4.5 Σύνοψη

Με δεδομένο λοιπόν ότι στην παρούσα Διπλωματική εργασία επιδιώκεται μέσω της στατιστικής ανάλυσης η ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου πρόβλεψης, όπου η εξαρτημένη μεταβλητή είναι διακριτή (επιβολή προστίμου, όχι επιβολή προστίμου), συνεπάγονται τα εξής :

- Η **γραμμική παλινδρόμηση** δεν είναι κατάλληλη μέθοδος επεξεργασίας των δεδομένων της συγκεκριμένης έρευνας γιατί απαιτεί η εξαρτημένη μεταβλητή να είναι συνεχής και κανονικά κατανεμημένη.
- Η **ανάλυση διακριτότητας** δεν μπορεί να οδηγήσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα γιατί κατηγοριοποιεί το δείγμα ανάλογα με κάποια χαρακτηριστικά του, μη μπορώντας να οδηγήσει στην ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου πρόβλεψης αναφορικά με την επιλογή του.
- Η μέθοδος **probit analysis** θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αλλά είναι πολυπλοκότερη και περισσότερο χρονοβόρα από τη λογιστική παλινδρόμηση, ενώ γενικά προτιμάται περισσότερο σε περιπτώσεις σχεδιασμένων πειραμάτων, παρά σε περιπτώσεις ερευνών πεδίου.

3.5 Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression)

- Η μέθοδος της **λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression)**, συνεπώς κρίθηκε καταλληλότερη για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων στην παρούσα Διπλωματική εργασία, με σκοπό την ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου πρόβλεψης της πιθανότητας αναφορικά με την επιλογή των χρηστών της οδού. Η μέθοδος αυτή περιγράφεται αναλυτικά στην παράγραφο που ακολουθεί.

3.5 Λογιστική Παλινδρόμηση (Logistic Regression)

Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) χρησιμοποιείται συχνά σε συγκοινωνιακές έρευνες, στις οποίες ζητείται η πρόβλεψη της επιρροής ορισμένων χαρακτηριστικών στην επιλογή κάποιου γεγονότος. Μέσω του μοντέλου αυτού αναπτύσσεται ένα μαθηματικό πρότυπο που δίνει μια γραμμική συνάρτηση χρησιμότητας του εν λόγω γεγονότος σε σχέση με τα χαρακτηριστικά που το επηρεάζουν. Έπειτα, μέσω κατάλληλου μετασχηματισμού υπολογίζεται η πιθανότητα πραγματοποίησης αυτού του γεγονότος.

Η **συνάρτηση χρησιμότητας** της λογιστικής παλινδρόμησης δίνεται από τη σχέση:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n$$

όπου:

- U_i , η συνάρτηση χρησιμότητας του γεγονότος i
- $x_1 \dots x_n$, οι μεταβλητές του προβλήματος
- α_0 , ο σταθερός όρος ο οποίος δείχνει την επίδραση όλων εκείνων των παραγόντων που επηρεάζουν την επιλογή και δεν έχουν συμπεριληφθεί ως μεταβλητές στο μαθηματικό πρότυπο.
- $\alpha_1 \dots \alpha_n$, οι συντελεστές των μεταβλητών.

Η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί το γεγονός i δίνεται από τη σχέση:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{1 + e^{U_i}}$$

Εύκολα προκύπτει ότι η πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί το γεγονός i δίνεται από τη σχέση $1 - P_i$, και στην περίπτωση που το πρότυπο έχει πολλές επιλογές, όπως συμβαίνει και στην παρούσα έρευνα, ισούται με το άθροισμα των πιθανοτήτων των υπόλοιπων μεταβλητών.

Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στην ανάπτυξη του **διωνυμικού προτύπου πρόβλεψης (binary model)**, όπου τα πιθανά ενδεχόμενα είναι δύο, όσο και για την ανάπτυξη προτύπου με περισσότερες εναλλακτικές επιλογές όπως το **πολυωνυμικό πρότυπο πρόβλεψης (multinomial model)**. Η λειτουργία της μεθόδου είναι ταυτόσημη και για τα δύο μοντέλα. Όταν οι πιθανές επιλογές είναι δύο, τότε επιλέγεται το πρώτο μοντέλο, ενώ όταν οι επιλογές είναι περισσότερες επιλέγεται το δεύτερο. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εξετάζει και τα δύο μοντέλα. Με το διωνυμικό μοντέλο αναλύεται η ερώτηση 'θα πληρώνατε ετήσια εισφορά?' με πιθανές απαντήσεις 'Ναι' ή 'Όχι', και με το πολυωνυμικό πρότυπο αναλύονται τα

σενάρια, όπου οι επιλογές είναι 'Μεγάλη Ενίσχυση', 'Μικρή Ενίσχυση', και 'Καμία Ενίσχυση' του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην Αθήνα.

Μια άλλη έννοια που αξίζει να αναλυθεί μιας και έχει χρησιμοποιηθεί σε αυτή τη Διπλωματική Εργασία είναι αυτή του **λόγου πιθανοτήτων (odds ratio)**. Πρόκειται για ένα κλάσμα στον αριθμητή του οποίου βρίσκεται η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και στον παρονομαστή η πιθανότητα να μην συμβεί. Αν, λοιπόν, ως P οριστεί η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός και 1-P την πιθανότητα να μην συμβεί, τότε η αναλογία είναι $P/(1-P)$. Αυτός ο λόγος χρησιμοποιείται κυρίως στην λογαριθμική της μορφή ως εξής:

$$\text{logit}(P) = \log_e \frac{P}{1-P} = \beta_0 + \beta_1 \chi_1 + \dots + \beta_n \chi_n$$

Για παράδειγμα, τα odds να προκύψει 'κορώνα' στο ρίξιμο ενός νομίσματος είναι $0.5/0.5=1$, αφού η πιθανότητα να έρθει 'κορώνα' είναι 50 τοις εκατό και η πιθανότητα να μην έρθει 'κορώνα' είναι 50 τοις εκατό. Γενικά:

- όταν $\text{odds} > 1$ οι πιθανότητες αυξάνονται
- όταν $\text{odds} < 1$ οι πιθανότητες μειώνονται

3.6 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου

Τα κριτήρια βάσει των οποίων πραγματοποιείται η αξιολόγηση ενός μαθηματικού προτύπου μετά τη διαμόρφωσή του είναι τα πρόσημα και οι τιμές των συντελεστών βί της εκάστοτε εξίσωσης, η στατιστική σημαντικότητα, η ποιότητα του μοντέλου καθώς και το σφάλμα της εξίσωσης.

3.6.1 Συντελεστές Εξίσωσης

Σχετικά με τους **συντελεστές της εξίσωσης** της λογιστικής παλινδρόμησης ως κριτήριο αποδοχής του μοντέλου πρέπει να προσφέρεται μια **λογική ερμηνεία των προσήμων** τους. Σε πρώτο στάδιο εξετάζεται το πρόσημο.

- Λογική Ερμηνεία των **προσήμων** των συντελεστών

Θετικό πρόσημο του συντελεστή βί συνεπάγεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντιθέτως, **αρνητικό πρόσημο** υποδηλώνει μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης.

- Λογική Ερμηνεία της **τιμής** των συντελεστών

Σε δεύτερο στάδιο, θα πρέπει να ερμηνεύεται λογικά και η **τιμή του συντελεστή**, καθώς αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής (xi) κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά βί μονάδες. Στην περίπτωση που η αύξηση αυτή εκφράζεται σε ποσοστά τότε αναφερόμαστε στην **ελαστικότητα (elasticity)**.

3.6.2 Ελαστικότητα

Η **ελαστικότητα** αποτελεί δείκτη ο οποίος αντικατοπτρίζει την **ευαισθησία** της εξαρτημένης μεταβλητής Y στη μεταβολή μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι πολλές φορές

ορθότερο να εκφραστεί η ευαισθησία ως ποσοστιαία μεταβολή της εξαρτημένης μεταβλητής που προκαλεί 1% μεταβολή της ανεξάρτητης. Για γραμμικά μοντέλα και **συνεχείς μεταβλητές** η ελαστικότητα εκφράζεται ως εξής:

$$ei = \left(\frac{\Delta Yi}{\Delta Xi}\right) * \left(\frac{Xi}{Y}i\right) = \beta i * \left(\frac{Xi}{Y}i\right)$$

Για **διακριτές μεταβλητές** χρησιμοποιείται η έννοια της ψευδοελαστικότητας, η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη. Η **ψευδοελαστικότητα** υπολογίζεται μέσω της παρακάτω μαθηματικής σχέσης:

$$E_{xivk}^{P(i)} = e^{\beta ik} \frac{\sum_{i=1}^l e^{\beta ixn}}{\sum_{i=1}^l e^{\Delta(\beta ixn)}} - 1$$

Όπου:

- I, το πλήθος των πιθανών επιλογών
- xivk, η τιμή της μεταβλητής k, για την εναλλακτική i, του ατόμου v
- Δ(βixn), η τιμή της συνάρτησης που καθορίζει την κάθε επιλογή αφού η τιμή της xvk έχει μεταβληθεί από 0 σε 1
- βixn, η αντίστοιχη τιμή όταν η xivk έχει τιμή 0
- βik, η τιμή της παραμέτρου της μεταβλητής xvk

3.6.3 Στατιστική Σημαντικότητα

Σημαντικός τχος για την αξιολόγηση του προτύπου είναι ο έλεγχος **t-test/ratio/stat (κριτήριο t κατανομής Student)**. Μέσω του δείκτη t-stat προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή η επιλογή των μεταβλητών που θα συμπεριληφθούν στο τελικό πρότυπο. Ο t-ratio αναφέρεται σε καθεμιά από τις μεταβλητές ξεχωριστά. Ο δείκτης αυτός είναι στην ουσία το αποτέλεσμα της διαίρεσης της εκτιμώμενης για το συντελεστή τιμής δια της τυπικής απόκλισής της. Η τυπική απόκλιση είναι ένα μέγεθος που παρουσιάζει τη συνέπεια με την οποία έχει υπολογιστεί η τιμή του συγκεκριμένου συντελεστή. Ο συντελεστής t-stat εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:

$$t_{stat} = \frac{\beta_i}{s.e}$$

Όπου **s.e το τυπικό σφάλμα (standard error)**.

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι η μείωση του τυπικού σφάλματος επιφέρει αύξηση του συντελεστή t-stat και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t-stat κατά απόλυτη τιμή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Αν η επιρροή αυτή είναι σημαντική τότε η συγκεκριμένη μεταβλητή πρέπει να συμπεριληφθεί στην ανάπτυξη του μαθηματικού προτύπου. Σε αντίθετη

περίπτωση πρέπει να αποκλειστεί. Οι τιμές που μπορεί να πάρει κυμαίνονται από $-\infty$ έως $+\infty$. Στον πίνακα που παρατίθεται στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι **κρίσιμες** τιμές του συντελεστή t-stat για το εκάστοτε επίπεδο εμπιστοσύνης.

Επίπεδο εμπιστοσύνης	Τιμές t-ratio
90%	1.282
95%	1.645
97.5%	1.960
99%	2.326
99.5%	2.576

Πίνακας 3.1: Τιμές του t-ratio ανάλογα με το βαθμό εμπιστοσύνης

Όπως φαίνεται και στον πίνακα, για **επίπεδο εμπιστοσύνης 95%**, οποιαδήποτε μεταβλητή έχει **t-ratio πάνω από 1.645** μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει σημαντική επιρροή στο μοντέλο. Να σημειωθεί ότι στατιστικά αποδεκτή γίνεται η απόλυτη τιμή του t-ratio, καθώς ο δείκτης μπορεί να λάβει και αρνητικές τιμές. Στα μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης ισχύει ό,τι και σε αυτά της γραμμικής παλινδρόμησης, με διαφορά ότι αντί για το t-test χρησιμοποιείται το Wald test. Το συγκεκριμένο test ορίζεται και λειτουργεί ακριβώς όπως και το t-test, οπότε για επίπεδο εμπιστοσύνης **95% η τιμή του Wald θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του ~1,7** για τις μεταβλητές του μοντέλου.

3.6.4 Συσχέτιση Παραμέτρων

Για να πραγματοποιηθεί με επιτυχία η μέθοδος της λογιστικής παλινδρόμησης (logistic regression) **οι ανεξάρτητες μεταβλητές** του προβλήματος οφείλουν να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή να μην υπάρχει μεταξύ τους **συσχέτιση (correlation)**. Αν δεν είναι ασυσχέτιστες, στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, η διαδικασία οδηγείται σε αποτυχία με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου. Αν τουλάχιστον ένας από τους συντελεστές αυτούς είναι ίσος με 1 ή -1 τότε οι αντίστοιχες μεταβλητές είναι απόλυτα συσχετισμένες μεταξύ τους, οπότε η διαδικασία ανάπτυξης μαθηματικού προτύπου καταλήγει σε αδιέξοδο, επειδή οι τιμές των μεταβλητών αυτών δεν παρέχουν ξεχωριστά στοιχεία για την ανάλυση. Αν δύο μεταβλητές, είναι μεταξύ τους συσχετισμένες δηλαδή έχουν **correlation μεγαλύτερο από 0.5**, δεν μπορεί να βρεθεί με ακρίβεια η επιρροή τους στο μοντέλο. Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι αν περισσότερες από δύο ανεξάρτητες μεταβλητές συσχετίζονται απολύτως, για παράδειγμα αν μία είναι το άθροισμα άλλων δύο, ο έλεγχος συσχέτισης που γίνεται δεν το εντοπίζει. Ο έλεγχος αυτός δηλαδή δεν καλύπτει το 100% των πιθανών προβλημάτων συσχέτισης των ανεξάρτητων μεταβλητών. Βοηθάει όμως αφενός μεν στον εντοπισμό αρκετών τέτοιων προβλημάτων και αφ' ετέρου δίνει μια γενική εικόνα για την κατάσταση των μεταβλητών.

3.6.5 Συντελεστής προσαρμογής R², Hosmer - Lemeshow test / Pearson chi²

Ο συντελεστής R² χρησιμοποιείται ως δείκτης αξιολόγησης της ποιότητας του προτύπου καθώς αποτελεί κριτήριο καλής προσαρμογής των δεδομένων στο γραμμικό μοντέλο και ορίζεται από τη σχέση:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

Όπου:

$$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 = \beta^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

Ο συντελεστής R² εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την μεταβλητή X, ενώ λαμβάνει τιμές από 0 έως και 1. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η τιμή του R² στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή είναι η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X. Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων στην πράξη η τιμή αυτή δεν ξεπερνά το 0,45. Θα μπορούσε λοιπόν να θεωρηθεί κανείς ως ικανοποιητική τιμή για το R², οποιαδήποτε βρίσκεται από 0,20 και πάνω. Για την αξιολόγηση των μοντέλων λογιστικής παλινδρόμησης εφαρμόζεται και ο στατιστικός έλεγχος Hosmer-Lemeshow test / Pearson chi² (Hosmer & Lemeshow, 2000), ο οποίος θεωρείται πιο αξιόπιστος από το συντελεστή R² λόγω της πιθανής μη γραμμικότητας των αναλύσεων. Πολλές φορές εισάγεται ως σημαντικότητα του ελέγχου μία συγκεκριμένη τιμή την οποία ο έλεγχος πρέπει να υπερβεί, και για το επίπεδο εμπιστοσύνης 95% η τιμή ορίζεται στο 0,05.

3.6.6 Μέγιστη Πιθανοφάνεια

Η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας (Likelihood Ratio Test - LRT) αποτελεί ένα κριτήριο για την εκτίμηση της στατιστικής εμπιστοσύνης των μεταβλητών ενός μοντέλου. Σκοπός είναι να επιτευχθεί υψηλή πιθανοφάνεια και αυτό μπορεί να συμβεί όταν ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας L είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Μοντέλα με πολλές μεταβλητές αποδεικνύονται πιο σύνθετα και απαιτείται ένα κριτήριο, με το οποίο να αποφασίζεται εάν η μείωση του λογαρίθμου πιθανοφάνειας αντισταθμίζεται από την αύξηση της πολυπλοκότητας του μοντέλου.

Αυτό το κριτήριο είναι το κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας (LRT), το οποίο δίνεται από τη σχέση:

$$LRT = -2(L_{(b)} - L_{(0)}) > \chi_{b0,05}^2$$

Όπου:

- L₍₀₎, το μέγεθος αυτό αποτελεί έναν απλό υπολογισμό της πιθανοφάνειας ενός προτύπου στο οποίο για κάθε παρατήρηση (στοιχείο της έρευνας πεδίου), όλες οι εναλλακτικές επιλογές έχουν την ίδια πιθανότητα να επιλεγούν.

- $L_{(b)}$, το μέγεθος αυτό αποτελεί μια προσέγγιση της πιθανοφάνειας που θα προκύπτει από ένα πρότυπο στο οποίο όλες οι εναλλακτικές επιλογές εκτός από μία έχουν έναν εναλλακτικό καθορισμένο συντελεστή (alternative specific constant).
- Η τιμή του κριτηρίου χ^2 για b βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%

Αν ισχύει η παραπάνω ανισότητα, τότε το μοντέλο με τις μεταβλητές είναι στατιστικά προτιμότερο από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές.

Οι τιμές των παραπάνω μεγεθών εξεταζόμενες μεμονωμένα δεν δίνουν καμία ουσιαστική πληροφορία. Απεναντίας όμως συγκρινόμενες μεταξύ του και με τις αντίστοιχες τιμές άλλων δοκιμών, δίνουν μια γενική εικόνα για την ποιότητα του συγκεκριμένου προτύπου. Για παράδειγμα οι έλεγχοι πιθανοφάνειας χ^2 (likelihood ratio χ^2) είναι ένας πολύ συνηθισμένος τρόπος ελέγχου προτύπων που έχουν αναπτυχθεί με βάση τα ίδια δεδομένα. Όταν το ένα πρότυπο είναι γενίκευση του άλλου, τα δύο πρότυπα μπορούν να παρουσιάσουν συμπεριφορά (nested hypotheses) για την οποία το διπλάσιο της διαφοράς του λογαρίθμου της πιθανοφάνειας μπορεί να ελεγχθεί ως μεταβλητή χ^2 με κατάλληλο αριθμό βαθμών ελευθερίας. Η τελική πιθανοφάνεια των δύο αυτών μοντέλων είναι το κλειδί στα δεδομένα για τον παραπάνω έλεγχο.

3.6.7 Τα κριτήρια πληροφοριών AIC και BIC

Το Akaike Information Criterion (AIC) είναι ένας εκτιμητής της σχετικής ποιότητας των στατιστικών μοντέλων για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Με δεδομένο ένα σύνολο μοντέλων που ερμηνεύουν κάποια δεδομένα, το AIC υπολογίζει την ποιότητα του κάθε μοντέλου σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα. Έτσι το AIC παρέχει ένα μέσο για την επιλογή του μοντέλου που ερμηνεύει καλύτερα τα εκάστοτε δεδομένα.

Το Bayesian Information Criterion (BIC) είναι ένα κριτήριο για την επιλογή μοντέλου μεταξύ ενός πεπερασμένου συνόλου μοντέλων. Κατά κανόνα, προτιμάται το μοντέλο με το χαμηλότερο BIC. Βασίζεται, εν μέρει, στη συνάρτηση πιθανοφάνειας και σχετίζεται στενά με το κριτήριο πληροφόρησης Akaike (AIC).

Κατά την τοποθέτηση μοντέλων, είναι δυνατό να αυξηθεί η πιθανοφάνεια με την προσθήκη παραμέτρων, αλλά κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική ποσότητα παραμέτρων. Τόσο η BIC όσο και η AIC προσπαθούν να επιλύσουν αυτό το πρόβλημα εισάγοντας μια ποινή για τον αριθμό των παραμέτρων στο μοντέλο. Η ποινή αυτή είναι μεγαλύτερη σε BIC από ό, τι στο AIC.

3.6.8 Μέθοδοι Δεδηλωμένης και Αποκαλυπτόμενης Προτίμησης (Stated and Revealed Preference)

Για την καταγραφή των απόψεων του κοινού χρησιμοποιούνται ουσιαστικά δύο τεχνικές: η **μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference)** και η **μέθοδος αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference)**.

Η **Μέθοδος Δεδηλωμένης Προτίμησης (stated preference)** χρησιμοποιείται ευρέως σε συγκοινωνιακές εφαρμογές, και ειδικότερα στους τομείς αξιολόγησης προτιμήσεων, ανάλυσης ζήτησης, και μελλοντικής πρόβλεψης. Αναπτύχθηκε, αρχικά, στις αρχές της δεκαετίας του 1970 για έρευνα προώθησης προϊόντων, ενώ το ενδιαφέρον για την εφαρμογή της σε συγκοινωνιακές έρευνες δημιουργήθηκε το 1979 στο Ηνωμένο Βασίλειο (Kroes & Sheldon, 1988).

Σκοπός είναι η καταγραφή των προτιμήσεων μέρους του πληθυσμού σχετικά με κάποιο ζήτημα και η ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου για την περιγραφή αυτών των προτιμήσεων. Η μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης είναι ιδιαίτερα δημοφιλής εξαιτίας της ευκολίας που παρέχει στην υλοποίησή της και τη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς των χρηστών του δικτύου ακόμα και σε υποθετικά μελλοντικά σενάρια.

Η πλέον ευκολότερη μέθοδος για τη συλλογή αυτών των στοιχείων είναι **το ερωτηματολόγιο** (Bates, 1988). Η μορφή, η έκταση, και η διατύπωση του ερωτηματολογίου επαφίεται στην ευχέρεια του ερευνητή αλλά πρέπει να συνάδει και με το αντικείμενο και τους στόχους της έρευνας.

Σύμφωνα με τους Kroes & Sheldon (1988), το **πρώτο στάδιο** στον σχεδιασμό μιας έρευνας με τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης είναι ο **καθορισμός των μεταβλητών και το επίπεδό τους** που πρέπει να αξιολογηθεί από τους ερωτώμενους. Οι μεταβλητές μπορούν να λάβουν είτε συνεχείς είτε διακριτές τιμές. Πρέπει να δοθεί προσοχή, ωστόσο, στη διατύπωση του γενικότερου πλαισίου της έρευνας αλλά και στην κλίμακα βαθμολόγησης των εξαρτημένων μεταβλητών. Για παράδειγμα, μπορεί να παρουσιάζεται ένα πλήθος εναλλακτικών επιλογών και να ζητείται η κατάταξή τους σε μια σειρά κλιμακούμενης προτίμησης ή η βαθμολόγησή τους. Μια άλλη μορφή αφορά σταφορά στην παρουσίαση ενός συνδυασμού εναλλακτικών επιλογών (συνήθως δύο με πέντε), από τον οποίο οι ερωτώμενοι πρέπει να επιλέξουν μία μεταβλητή. **Η επιλογή της μορφής του ερωτηματολογίου** είναι και το **επόμενο βήμα στον σχεδιασμό της έρευνας**.

Ο τελικός σκοπός θα πρέπει να είναι ο καθορισμός των συνδυασμών όλων των επιπέδων των μεταβλητών με τέτοιο τρόπο ώστε να μην παρουσιάζεται συσχετισμός μεταξύ των εναλλακτικών. Ο συνολικός αριθμός των εναλλακτικών μπορεί να εξαρτάται τόσο από τον αριθμό των μεταβλητών όσο και από τα διαφορετικά τους επίπεδα. Στην πράξη, ωστόσο, οι ερωτώμενοι μπορούν να αξιολογήσουν έναν περιορισμένο αριθμό εναλλακτικών επιλογών τη φορά, συνήθως μεταξύ εννιά και δεκάξι. Ως εκ τούτου μια ανάλυση που εμπεριέχει όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των επιπέδων κάθε μεταβλητής (full factorial design) μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν υπάρχουν λίγες μεταβλητές και επίπεδα. Όταν αυτό είναι αδύνατο μπορεί να παρουσιαστεί ένα υποσύνολο των δυνατών συνδυασμών (fractional factorial design).

Πέραν της **μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference)**, η καταγραφή των προτιμήσεων και επιλογών του κοινού μπορεί να γίνει και με χρήση της **μεθόδου αποκαλυπτόμενης προτίμησης (revealed preference)**. Η μέθοδος αποκαλυπτόμενης προτίμησης καταγράφει τη συμπεριφορά και την άποψη του κοινού πάνω σε εναλλακτικές επιλογές που εφαρμόζονται ήδη και συνεπώς αποτελεί το καταλληλότερο εργαλείο για την εξαγωγή μοντέλων σχετικά με τη ζήτηση.

3.6.9 Σύγκριση Δεδηλωμένης με Αποκαλυπτόμενη Σύγκριση

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, προκειμένου να μελετηθεί η στάση που προτίθεται να κρατήσει το κοινό απέναντι σε μια υποθετική κατάσταση που δεν έχει εφαρμοστεί στο παρελθόν χρησιμοποιείται η μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης. Από την άλλη, για την καταγραφή της συμπεριφοράς και των επιλογών του κοινού πάνω σε υπάρχοντα εναλλακτικά σενάρια

χρησιμοποιείται η μέθοδος αποκαλυπτόμενης προτίμησης, η οποία και βασίζεται σε μετρήσεις και παρατηρήσεις.

Ανεξάρτητα της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί, μετά τη συλλογή των στοιχείων, ακολουθεί η κατάλληλη στατιστική επεξεργασία τους και κατ' επέκταση η ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου του οποίου η μορφή και το περιεχόμενο εξαρτώνται από το αντικείμενο της έρευνας. Συνήθως, τα μαθηματικά μοντέλα που αναπτύσσονται στις κυκλοφοριακές έρευνες βασίζονται σε δεδομένα που λαμβάνονται από απευθείας μετρήσεις και παρατηρήσεις, ή από έρευνες στις οποίες καταγράφονται οι απόψεις του κοινού. Συγκρίνοντας τα οδικά δίκτυα που επιλέχθηκαν με εκείνα που δεν επιλέχθηκαν, αποκαλύπτονται οι προτιμήσεις των χρηστών του οδικού δικτύου (οδηγοί). Με κατάλληλες στατιστικές τεχνικές, υπολογίζεται η συνάρτηση χρησιμότητας (utility function) του κάθε οδικού δικτύου από την οποία προκύπτει η πιθανότητα να επιλεγεί κάθε ένα από αυτά.

Όπως προαναφέρθηκε, για την ανάπτυξη μαθηματικών προτύπων που εκτιμούν τη ζήτηση σε μετακινήσεις, οι **μέθοδοι της αποκαλυπτόμενης προτίμησης** (revealed preference) κρίνονται καταλληλότερες (Kroes, Sheldon, 1986). Ωστόσο όμως παρουσιάζουν κάποιους **περιορισμούς** οι οποίοι μειώνουν την ευρεία και γενική χρήση τους. Ως βασικότεροι από αυτούς θα μπορούσαν να αναφερθούν οι ακόλουθοι :

- Οι μέθοδοι της αποκαλυπτόμενης προτίμησης στερούνται ευελιξίας με αποτέλεσμα να εμφανίζονται πολλές φορές δυσκολίες στην εξέταση όλων των μεταβλητών που μπορεί να είναι ενδιαφέρουσες για την έρευνα.
- Συχνά εμφανίζεται ισχυρός συσχετισμός μεταξύ επεξηγηματικών μεταβλητών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον, όπως για παράδειγμα ο χρόνος και το κόστος ταξιδιού. Το γεγονός αυτό καθιστά δύσκολο τον υπολογισμό των συντελεστών του μαθηματικού προτύπου.
- Οι μέθοδοι αποκαλυπτόμενης προτίμησης δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν απ' ευθείας στην αξιολόγηση καταστάσεων κάτω από συνθήκες που δεν υφίστανται σήμερα.
- Οι μέθοδοι αυτές προϋποθέτουν ότι οι επεξηγηματικές μεταβλητές μπορούν να εκφραστούν σε απόλυτες μονάδες. Για το λόγο αυτό η χρήση τους συνήθως περιορίζεται στη συλλογή στοιχείων για αρχικού ενδιαφέροντος μεταβλητές, όπως για παράδειγμα χρόνος και κόστος ταξιδιού. Σπάνια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση της επίδρασης αλλαγών αναφορικά με δευτερεύουσες μεταβλητές, όπως για παράδειγμα οι ανέσεις του σταθμού και ο σχεδιασμός των θέσεων μέσα στο μέσο μεταφοράς.

Για όλους τους παραπάνω λόγους οι **μέθοδοι δεδηλωμένης προτίμησης** αποτελούν ένα ελκυστικότερο εργαλείο για την πραγματοποίηση κυκλοφοριακών μελετών και ερευνών από ότι οι μέθοδοι της αποκαλυπτόμενης προτίμησης. Τα **πλεονεκτήματά** της αρκετά:

- Είναι ευκολότερο να κατευθύνει κανείς τις μεθόδους δεδηλωμένης προτίμησης προς το πεδίο ενδιαφέροντός του, γιατί ακριβώς ο ερευνητής καθορίζει την κατάσταση που αξιολογείται από τους ερωτώμενους.
- Επίσης, είναι περισσότερο ευέλικτες γιατί μπορούν να λειτουργήσουν εύκολα και αποτελεσματικά και με μεγαλύτερο αριθμό μεταβλητών,

- Εφαρμόζεται με μικρότερο κόστος και γρηγορότερα από εκείνες της αποκαλυπτόμενης προτίμησης αφού δεν απαιτούνται χρονοβόρες και δαπανηρές μετρήσεις για όποιες παραλλαγές στις επεξηγηματικές μεταβλητές που ενδιαφέρουν τον ερευνητή.

Απέναντι στα παραπάνω πλεονεκτήματα των μεθόδων της δεδηλωμένης προτίμησης θα μπορούσε να αντιπαρατάξει κανείς και ένα **μειονέκτημα**. Πολλές φορές, οι ερωτώμενοι άλλο δηλώνουν και άλλο πράττουν. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να είναι κρίσιμο κάτω από ορισμένες συνθήκες, όταν για παράδειγμα επιδιώκεται να καθοριστεί η ζήτηση ενός μεταφορικού μέσου χρησιμοποιώντας μόνο αυτές τις μεθόδους, μην επαληθεύοντας τα αποτελέσματά τους και με κάποια άλλη (αποτελέσματα εφαρμογής σε παρόμοιες συνθήκες). **Στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων** τέτοιου είδους μελετών πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί όπως έχει αποδειχθεί (Lin et al., 1986), (Van der Hoorn et al., 1984) οι κάτοικοι του δυτικού κόσμου έχουν την τάση να μεγαλοποιούν τις απαντήσεις τους όταν αντιλαμβάνονται ότι παίρνουν μέρος σε κάποιο πείραμα.

Οι μέθοδοι της δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference) βρίσκουν πολλές εφαρμογές σε κυκλοφοριακές έρευνες που σκοπό έχουν να εκτιμήσουν τη σχετική βαρύτητα ορισμένων παραγόντων και όχι τον υπολογισμό απόλυτων μεγεθών. Έχει αποδειχθεί (Roberts et al., 1986) ότι οι μελέτες δεδηλωμένης προτίμησης είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για το σκοπό αυτό, και το παραπάνω βασικό τους μειονέκτημα μπορεί να αντιμετωπιστεί έτσι.

Όταν απαιτείται εκτίμηση απόλυτων μονάδων ενδείκνυται η χρήση **συνδυασμού μεθόδων** δεδηλωμένης και αποκαλυπτόμενης προτίμησης, γιατί με τον τρόπο αυτό εξαλείφονται τα βασικά μειονεκτήματα κάθε μεθόδου και τα αποτελέσματα είναι απαλλαγμένα από τον κίνδυνο ασυνέπειας.

Εν τέλει, στην παρούσα Διπλωματική Εργασία επιλέγεται η χρήση της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης.

3.6.10 Θεωρία Στοχαστικής Χρησιμότητας - Συνάρτηση Χρησιμότητας

Τα μοντέλα των διακριτών επιλογών, όπως αυτές παρουσιάζονται σε μία έρευνα δεδηλωμένης προτίμησης, είναι εξατομικευμένα μοντέλα (disaggregate models), με την έννοια ότι εξετάζονται οι επιλογές μεμονωμένων ατόμων και όχι πληθυσμών, σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των ατόμων (characteristics) και τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών επιλογών (attributes). Η ανάλυση της επιλογής του ατόμου προϋποθέτει τη γνώση των εναλλακτικών επιλογών που αντιλαμβάνεται ότι διαθέτει. Το σύνολο που εμπεριέχει όλες τις δυνατές διακριτές επιλογές ονομάζεται **σύνολο επιλογών (choice set)** και περιέχει πεπερασμένο αριθμό εναλλακτικών. Επιπλέον, τα σύνολα επιλογών διαχωρίζονται σε καθολικά σύνολα (universal choice set), τα οποία εμπεριέχουν όλες τις δυνατές εναλλακτικές και τα μειωμένα σύνολα (reduced choice set), τα οποία είναι υποσύνολα των καθολικών και εμπεριέχουν μόνο τις εναλλακτικές που είναι διαθέσιμες στο κάθε άτομο.

Σε κάθε περίπτωση, ορίζεται μια συνάρτηση χρησιμότητας ως ένα μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει την ικανοποίηση του κάθε ατόμου από τα χαρακτηριστικά της κάθε εναλλακτικής, και επιλέγεται η εναλλακτική με τη μέγιστη τιμή χρησιμότητας. Ωστόσο, η χρησιμότητα είναι μια λανθάνουσα έννοια (latent concept) η οποία είναι συνάρτηση τόσο συστηματικών (systematic) όσο και τυχαίων (random) μεταβλητών. Οι συστηματικές μεταβλητές περιλαμβάνουν την

ποσοτική επιρροή των μετρήσιμων χαρακτηριστικών των εναλλακτικών επιλογών αλλά και του ίδιου του ατόμου στην ικανοποίηση του ατόμου από την κάθε εναλλακτική.

Η αβεβαιότητα στον υπολογισμό της χρησιμότητας μπορεί να οφείλεται σε ελλιπή ή λανθασμένη γνώση/πληροφόρηση του ατόμου για τις εναλλακτικές επιλογές και τα χαρακτηριστικά τους, αλλά και σε διακύμανση στις προτιμήσεις του ατόμου σε σχέση με διάφορους παράγοντες που δε μπορούν να ποσοτικοποιηθούν. Η τυχαιότητα αυτή λαμβάνεται υπόψη στα μοντέλα διακριτών επιλογών στο πλαίσιο της **θεωρίας στοχαστικής χρησιμότητας**.

Για κάθε εναλλακτική (i) του συνόλου επιλογών C_n θεωρείται μια συνάρτηση χρησιμότητας του ατόμου (n) ως εξής:

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

όπου $V_{in} = \beta_{in}X_{in}$, είναι το συστηματικό (deterministic) μέρος της χρησιμότητας, με β_i το διάνυσμα (vector) των συντελεστών, X_{in} το διάνυσμα των τιμών των μεταβλητών και ε_{in} το στοχαστικό μέρος της χρησιμότητας της εναλλακτικής.

Η πιθανότητα επιλογής της κάθε εναλλακτικής του ατόμου υπολογίζεται ως εξής:

$$P_n \left(\frac{i}{C} \right) = P(U_{in} > U_{ij}) \forall j \in C, i \neq j$$

Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί εδώ ότι μια βασική υπόθεση της θεωρίας στοχαστικής χρησιμότητας είναι ότι τα σφάλματα ε_{in} του συνόλου των επιλογών είναι μεταξύ τους ανεξάρτητα και ακολουθούν μια κοινή κατανομή (independent and identically distributed – i.i.d.). Ανάλογα με τις εκάστοτε υποθέσεις που γίνονται για τη στατιστική αυτή κατανομή, προκύπτουν διάφορες μορφές της παραπάνω εξίσωσης. Οι πιο συνηθισμένες παραδοχές είναι ότι τα σφάλματα ε_{in} ακολουθούν την **κανονική κατανομή ή την κατανομή Gumbel**. Έτσι, προκύπτουν τα δύο πιο διαδεδομένα είδη προτύπων διακριτών επιλογών, τα **πιθανοτικά (probit) και τα λογιστικά (logit)**.

Κεφάλαιο 4: Συλλογή και Επεξεργασία Στοιχείων

4.1 Εισαγωγή

Όπως προαναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 1.2, στόχος της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση των αντιλήψεων των Αθηναίων οδηγών αυτοκινήτων** απέναντι στους **ποδηλάτες** και το ενδεχόμενο δημιουργίας **δικτύου ποδηλατοδρόμων**, καθώς και ο προσδιορισμός των κυριότερων χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την επιλογή του επιπέδου επένδυσης, που θα χρειαστεί για τη δημιουργία των ποδηλατοδρόμων αυτών.

Για τη συλλογή των στοιχείων επιλέχθηκε η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης**, μέσω ενός κατάλληλα σχεδιασμένου **ερωτηματολογίου**. Τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση, ώστε να εξεταστεί η σημαντικότητά τους.

4.2 Συλλογή Στοιχείων

4.2.1 Το ερωτηματολόγιο

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων για τη Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε μέσω **ερωτηματολογίου**, το οποίο παρατίθεται στο σύνολό του στο τέλος του τεύχους στο **Παράρτημα Α**.

Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε **τέσσερα μέρη** καλύπτοντας συνολικά επτά σελίδες, συμπεριλαμβανομένου και του εξωφύλλου. Ο χρόνος συμπλήρωσής του κυμαίνεται μεταξύ 8 και 10 λεπτών, χρόνος που θεωρείται αποδεκτός για έρευνες πεδίου. Η συλλογή των περισσότερων ερωτηματολογίων έγινε αποκλειστικά υπό μορφή διαδικτυακής έρευνας μέσω Google Forms, καθώς η έρευνα πραγματοποιήθηκε εν μέσω παγκόσμιας πανδημίας όπου η κοινωνική αποστασιοποίηση ήταν καθήκον όλων. Συνολικά συλλέχθηκαν **267 ερωτηματολόγια**, αριθμός ικανοποιητικός για τέτοιου είδους έρευνες, προκειμένου τα αποτελέσματα από την ανάλυσή τους να θεωρούνται αξιόπιστα.

Στο εξώφυλλο του ερωτηματολογίου φαίνονται ξεκάθαρα ο τίτλος της έρευνας, το όνομα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, και η Σχολή, καθώς και ένα σύντομο κείμενο, στο οποίο αναφέρεται ξεκάθαρα ότι η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι ανώνυμη.

Καθόλη την έκταση του ερωτηματολογίου γίνεται χρήση **κλίμακας τύπου Likert** ([Likert, 1932](#)) [163] τεσσάρων ή πέντε σημείων ('Καθόλου', 'Λίγο', 'Αρκετά', 'Πολύ'), ('Διαφωνώ απόλυτα', 'Διαφωνώ', 'Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ', 'Συμφωνώ', 'Συμφωνώ απόλυτα'), είτε απλών ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, με σκοπό τη διατήρηση ενός υψηλού επιπέδου ευκολίας και σαφήνειας στην κατανόηση των ερωτήσεων. Η μορφή αυτή διατηρείται σε όλο το εύρος του ερωτηματολογίου χωρίς αλλαγές, ώστε να διατηρηθεί ο ίδιος βαθμός ομοιογένειας και να αποφευχθεί το ενδεχόμενο σύγχυσης στη συμπλήρωση των απαντήσεων.

Οι **δύο περιορισμοί** που τέθηκαν για το δικαίωμα συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου αφορούσε την **κατοχή διπλώματος οδήγησης αυτοκινήτου** και, την **κατοικία εντός Νομού Αττικής**, καθώς το ζητούμενο ήταν η συλλογή των προτιμήσεων Αθηναίων οδηγών Ι.Χ.

4.2.2 Βασικές Αρχές Ερωτηματολογίου

Σε αυτό το σημείο τονίζεται ότι κατά τον σχεδιασμό του ερωτηματολογίου δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο να είναι δομημένο με τέτοιο τρόπο, ώστε αφενός να εξυπηρετεί τις ανάγκες της έρευνας και αφ' ετέρου να στηρίζεται σε ορισμένες βασικές αρχές, διότι μόνο με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η **εγκυρότητα των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από την έρευνα**. (Κανελλαϊδης, 1982, Javeau, 2000). Οι αρχές που ακολουθήθηκαν κατά το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου φαίνονται αναλυτικά στη συνέχεια:

1. Οι ερωτήσεις πρέπει να εκφράζονται με τρόπο ώστε οι απαντήσεις **να μην είναι κατευθυνόμενες από τον ερευνητή**. Η φύση και το πλήθος των εναλλακτικών λύσεων που δίνονται θα πρέπει να αφήνουν τον ερωτώμενο να επιλέγει **αβίαστα** αυτό που κάθε φορά εκφράζει την άποψή του ή αυτό που του φαίνεται ως πλέον καταλληλότερη επιλογή.

Εδώ όμως πρέπει να σημειωθεί και το εξής φαινόμενο που συχνά παρατηρείται στις μελέτες δεδηλωμένης προτίμησης : Αρκετές φορές η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται στη μελέτη και προτυποποίηση της αντίδρασης και των προθέσεων του κοινού απέναντι σε κάποιες **νέες καταστάσεις που αναμένεται να αντικαταστήσουν την υφιστάμενη**. Στην περίπτωση αυτή μέσα από το ερωτηματολόγιο πρέπει να γίνεται σαφές ότι η υφιστάμενη κατάσταση ίσως πάψει να υπάρχει, οπότε ο ερωτώμενος έχει να επιλέξει ανάμεσα σε δύο νέες και στο ενδεχόμενο διατήρησης της παλιάς. Μπορεί βέβαια η επιλογή αυτή να είναι αρκετά δύσκολη, όπως επίσης μπορεί κάποιους από το δείγμα να τους εξυπηρετεί η υφιστάμενη κατάσταση και για τους λόγους αυτούς να επιμένουν να την επιζητούν.

2. Προκειμένου να συμπληρωθεί σωστά το ερωτηματολόγιο πρέπει να δημιουργηθεί ένα κλίμα εμπιστοσύνης προς τον ερωτώμενο, συνεπώς τονίζεται με έμφαση **ποιος διεξάγει την έρευνα**, ενώ ορισμένες ερωτήσεις προσωπικού χαρακτήρα, πρέπει να συνοδεύονται από τη διαβεβαίωση ότι η έρευνα γίνεται ανώνυμα.
3. Οι ερωτήσεις πρέπει να είναι απλά διατυπωμένες, ώστε να μπορούν να γίνουν **εύκολα κατανοητές** από το μέσο χρήστη και να αναφέρονται με σαφήνεια σε συγκεκριμένα θέματα για να αποφεύγονται οι παρανοήσεις.

4. Το ερωτηματολόγιο πρέπει να **μπορεί να συμπληρωθεί σε χρόνο εύλογο από το μέσο χρήστη**, δηλαδή της τάξης των πέντε (5) έως δέκα (10) λεπτών. Ο χρόνος αυτός αυξάνεται με την προϋπόθεση ότι ο ερωτώμενος το συμπληρώνει στον ελεύθερο του χρόνο ή σε κάποιον ειδικό χώρο, όχι δηλαδή εν ώρα εργασίας ή στο δρόμο. Ερωτηματολόγια τα οποία εκτείνονται σε μεγάλο αριθμό ερωτημάτων κουράζουν τον ερωτώμενο και του δημιουργούν την αίσθηση ότι θα χάσει χρόνο συνεπώς είναι πιθανό να μην απαντηθούν σωστά.
5. Πρέπει να υπάρχει **συνοχή μεταξύ των ερωτημάτων**. Ομοειδή ερωτήματα πρέπει να εμφανίζονται στο ερωτηματολόγιο ομαδοποιημένα και να ερωτώνται μαζί, προκειμένου η σκέψη και η μνήμη του ερωτώμενου να κατευθύνεται ευκολότερα στις σωστές απαντήσεις.
6. Η συνθετότητα των ερωτήσεων πρέπει να γίνεται **κλιμακωτά**, ξεκινώντας από τις **πιο απλές και καταλήγοντας στις πιο σύνθετες** για τη διευκόλυνση του ερωτώμενου. Πρέπει να υπάρχει δηλαδή συνεχής και λογική ροή των ζητούμενων.
7. Είναι επιθυμητό ο ερωτώμενος να συνεργάζεται με τον ερευνητή ώστε να απαντά ειλικρινά και ευσυνείδητα. Επομένως οι ερωτήσεις **δεν πρέπει να τον ξαφνιάζουν** και να του δίνουν την εντύπωση ότι εξετάζεται.
8. Οι έννοιες και οι μονάδες που θα χρησιμοποιηθούν στις ερωτήσεις θα πρέπει να είναι **γνωστές και κατανοητές** προς τους ερωτώμενους.
9. Πρέπει να υπάρχουν **ερωτήματα έλεγχου**, τα οποία τίθενται για τον έλεγχο της ορθότητας των απαντήσεων σε βασικές ερωτήσεις.
10. Οι προσωπικού χαρακτήρα ερωτήσεις που αναφέρονται σε πληροφορίες γύρω από το άτομο του ερωτώμενου πρέπει να συνοδεύονται από τη **διαβεβαίωση ότι η έρευνα γίνεται με ανώνυμα ερωτηματολόγια**, αν όντως έτσι συμβαίνει. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει από την αρχή να ενημερώνεται ο ερωτώμενος ότι η έρευνα περιλαμβάνει επώνυμα ερωτηματολόγια, οπότε του δίνεται η δυνατότητα επιλογής αν θέλει να συμμετάσχει ή όχι.
11. Πρέπει να **αποφεύγονται οι ερωτήσεις αρνητικού τύπου** π.χ. «γιατί δε διαλέξατε την εναλλακτική λύση Α» γιατί οδηγούν τον ερωτώμενο σε αμυντική θέση και η απάντησή του μπορεί να είναι μια δικαιολογία που γίνεται ευρύτερα αποδεκτή, και όχι η πραγματική αιτία που δεν έκανε ο χρήστης τη συγκεκριμένη επιλογή.
12. Οι ερωτήσεις προσωπικού τόνου που απευθύνονται σε **πρώτο πρόσωπο** στο χρήστη δίνουν γενικά αποτελέσματα που ανταποκρίνονται σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό στην πραγματικότητα.
13. Η **αρτιότητα εμφάνισης** του ερωτηματολογίου, από τεχνική άποψη, επηρεάζει σημαντικά το βαθμό ανταπόκρισης του κοινού.
14. Σε κάθε ερωτηματολόγιο θα πρέπει να έχουν προβλεφθεί ειδικοί χώροι σε κάθε ανοιχτή ερώτηση για τη κωδικοποίηση της κάθε απάντησης, με τρόπο ώστε να καταστεί δυνατή η εισαγωγή της, υπό μορφή αριθμού στο λογισμικό πρόγραμμα, για περαιτέρω επεξεργασία.

4.2.3 Τα Μέρη του Ερωτηματολογίου

Πρώτη Ενότητα

Η πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου αποτελείται από ερωτήσεις που αφορούν στην **οδηγική εμπειρία, τις οδηγικές τους συνήθειες με Ι.Χ., αλλά και την οικειότητα και οδηγική εμπειρία που έχουν με τη ποδηλασία εντός πόλης**. Με αυτόν τον τρόπο οι ερωτώμενοι εισάγονται σταδιακά στο κλίμα και στη φιλοσοφία της έρευνας απαντώντας σε ερωτήσεις, οι οποίες αργότερα θα φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Δεύτερη Ενότητα

Στη δεύτερη ενότητα εξετάζεται η **άποψη που έχουν οι ερωτώμενοι για τα ποδήλατα, τους ποδηλάτες και τέλος για τους ποδηλατόδρομους στη πόλη**. Η συγκεκριμένη ενότητα του ερωτηματολογίου αποτελείται από ερωτήσεις που στόχο έχουν

1. Να εξοικειωθεί ο ερωτώμενος με το ποδήλατο και να τον βοηθήσει να σκεφτεί τους **λόγους** που θα τον απέτρεπαν αλλά και τους λόγους που θα τον παρακινούσαν να το χρησιμοποιήσει για την καθημερινή του μετακίνηση.
2. Να αποκαλύψει ο ερωτώμενος ποια είναι η γενική του **στάση** απέναντι
 - Στους υπόλοιπους οδηγούς Ι.Χ.
 - Στους ποδηλάτες
 - Στην ένταξη ποδηλατοδρόμων εντός πόλης

Οι εικόνες ποδηλατικών σεναρίων που απεικονίστηκαν στο ερωτηματολόγιο, προήλθαν από το [National Association of City Transportation Officials \(NACTO\)](#) [180]

Τρίτη Ενότητα

Στην τρίτη ενότητα απαντάται το σημαντικότερο μέρος του ερωτηματολογίου που θα χρησιμοποιηθεί εκτενώς στις αναλύσεις της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και περιλαμβάνει τρεις ερωτήσεις.

Στην πρώτη ερώτηση του μέρους αυτού, παρουσιάζεται για **πρώτη φορά στον ερωτώμενο το ενδεχόμενο της μελλοντικής θέσπισης ετήσιας εισφοράς** σε Ειδικό Ταμείο της Περιφέρειας Αττικής, με μοναδικό στόχο την εξασφάλιση πόρων για την ανάπτυξη και λειτουργία εκτεταμένου δικτύου ποδηλατοδρόμων στο σύνολο του οδικού δικτύου του Λεκανοπεδίου της Αθήνας. Εδώ οι ερωτώμενοι καλούνται να δείξουν κατά πόσο είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν την εισφορά αυτή.

Στη δεύτερη ερώτηση, δίνονται κάποιες **προτεινόμενες τιμές της εισφοράς** αυτής και οι ερωτώμενοι καλούνται να απαντήσουν πόσα χρήματα προτίθενται να δώσουν.

Στην τρίτη ερώτηση του μέρους αυτού, **παρουσιάζονται εννέα εναλλακτικά υποθετικά σενάρια (18 σενάρια συνολικά)** για κάθε ένα από τα οποία ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει ανάμεσα σε τρεις επιλογές Α, Β ή Γ (μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης). Καλείται δηλαδή να δηλώσει την προτίμησή του ανάμεσα σε τρεις εναλλακτικές επιλογές ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων στην Αθήνα (‘Μεγάλη ενίσχυση’, ‘Μικρή ενίσχυση’, ‘Καμία ενίσχυση’), με βάση τρεις παραμέτρους (ύψος εισφοράς, χρόνος και άνεση οδήγησης Ι.Χ.)

Πριν την παρουσίαση των σεναρίων, γίνεται μια **περιγραφή για τις έννοιες που αναφέρονται σε αυτά**. Αρχικά, επισημαίνεται ότι τα σενάρια αναφέρονται στη μετακίνησή τους με Ι.Χ. Στη

συνέχεια αναλύονται οι έννοιες του χρόνου, του κόστους και της άνεσης, όπως αυτές υπεισέρχονται στα σενάρια του τρίτου μέρους. Τονίζεται ότι τα σενάρια αναφέρονται στη ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας. Δίνονται οι εναλλακτικές τιμές για την ετήσια εισφορά που αναλογεί στην ανάπτυξη και λειτουργία του δικτύου ποδηλατοδρόμων καθώς και η άνεση και μεταβολή (αύξηση ή μείωση) του χρόνου οδήγησης με Ι.Χ., που θα επέλθουν κατόπιν των αλλαγών.

Σε κάθε ένα από τα εννέα σενάρια, περιγράφονται κάποιες κυκλοφοριακές συνθήκες με **δεδομένους συνδυασμούς χρόνου, κόστους και άνεσης** ξεχωριστό για κάθε επίπεδο ενίσχυσης και ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει υποχρεωτικά έναν από αυτούς για κάθε σενάριο.

Τέταρτη Ενότητα

Στην τέταρτη και τελευταία ενότητα της έρευνας **περιλαμβάνονται οκτώ (8) ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτώμενων**. Ζητούνται στοιχεία όπως είναι το φύλο, η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, το επάγγελμα και το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα. Με αφορμή τις πρόσφατες αλλαγές που έχει επιφέρει στο εργασιακό (και όχι μόνο) περιβάλλον η παγκόσμια πανδημία και τα μαζικά lockdown μεγάλων αστικών κέντρων, ερευνήθηκε και η **δυνατότητα τωρινής ή/και μελλοντικής τηλεργασίας των ερωτώμενων**. Τέλος, ερευνήθηκαν η **τοποθεσία κατοικίας και εργασίας του κάθε ερωτώμενου**, με σκοπό την χωρική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της έρευνας, που ίσως χρησιμοποιηθεί ως υπόδειγμα για μελλοντικές έρευνες χάραξης και κατασκευής ποδηλατικών υποδομών στην Αθήνα. Η καταγραφή των παραπάνω κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών χρησιμεύει:

- Στον έλεγχο της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος.
- Στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων συνδυαζόμενα με τις απαντήσεις της τρίτης ενότητας και
- Στη χρήση κάποιων χαρακτηριστικών, στο μαθηματικό μοντέλο που αργότερα θα αναπτυχθεί.
- Στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων σε χωρικό επίπεδο με σκοπό την εξαγωγή επιπρόσθετων (π.χ. σχεδιαστικών και κατασκευαστικών) συμπερασμάτων

4.2.4 Τα Σενάρια

Το σημαντικότερο μέρος του ερωτηματολογίου, στο οποίο βασίστηκε αυτή η έρευνα και που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της μεθόδου δεδηλωμένης προτίμησης, είναι τα υποθετικά σενάρια που περιλαμβάνονται στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου.

Στο πλαίσιο όσων αναφέρονται παρακάτω στην παράγραφο 4.4 σχετικά με το χρόνο και το μέγεθος του ερωτηματολογίου, κατά την παρουσίαση των σεναρίων στο ερωτηματολόγιο, **κατέστη σαφές ότι παρουσιάζονται κάποια σενάρια καθώς δεν ήταν δυνατό να μπουν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί**. Αυτό συμβαίνει γιατί προτίθενται **τρεις (3)** βασικές εναλλακτικές (μεγάλη ενίσχυση, μικρή ενίσχυση, καμία ενίσχυση) οι οποίες έχουν από **τρία (3)** χαρακτηριστικά η καθεμία (ετήσια εισφορά, άνεση και χρόνος διαδρομής). Η ετήσια εισφορά παίρνει **έξι (6)** διαφορετικές τιμές, η άνεση διαδρομής **τρεις (3)** «τιμές» και η μεταβολή του χρόνου διαδρομής **πέντε (5)** τιμές.

Σύμφωνα με τον [παρακάτω μαθηματικό τύπο](#), θα χρειαζόνταν δηλαδή **2002 διαφορετικά σενάρια** αν ήταν η πρόθεση να καλυφθούν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί, πράγμα ανέφικτο και από πλευράς σύνθεσης του ερωτηματολογίου αλλά και από πλευράς απάντησής του. Επίσης πολλοί από τους συνδυασμούς αυτούς δεν θα είχαν λογικό νόημα, πράγμα ανεπιθύμητο, καθώς ήταν σημαντική μέριμνα να υπάρχει κάποια λογική αντιστοιχία με τη πραγματικότητα. Για παράδειγμα θεωρήθηκε απολύτως λογικό η μεγάλη ενίσχυση να κοστίζει σε κάθε περίπτωση, παραπάνω από τη μικρή ενίσχυση καθώς θα πραγματοποιηθεί μία εκτενέστερη ανάπτυξη του δικτύου ποδηλατοδρόμων, η οποία θα είναι σίγουρα και πιο κοστοφόρα.

Όπως σε πολλές άλλες έρευνες δεδηλωμένης προτίμησης, χρησιμοποιήθηκε απλουστευτικά, ο **λογικός σχεδιασμός (logical design)**, ο οποίος περιλαμβάνει πολύ λιγότερους και στοχευμένους συνδυασμούς από τον **ορθογωνικό σχεδιασμό (orthogonal design)**, αν και ο δεύτερος εγγυάται την ικανοποίηση ορισμένων επιθυμητών στατιστικών ιδιοτήτων όπως είναι η ταυτοποίηση και η ακρίβεια (Ben – Akiva M., 2007). Ο λογικός σχεδιασμός, είχε στόχο πρώτον να προβληματίσει τον ερωτηθέντα, ώστε να σκεφτεί πριν συμπληρώσει την απάντηση του. Με τον τρόπο αυτό, κανένα σενάριο δεν είχε προφανή απάντηση και ως αποτέλεσμα, προέκυψαν σε κάθε ερωτηματολόγιο διαφορετικές μεταξύ τους απαντήσεις, οι οποίες δίνουν περισσότερες πληροφορίες κατά τη στατιστική ανάλυση.

Με βάση τον παραπάνω απλουστευτικό σχεδιασμό, προέκυψαν **18 σενάρια, τα οποία χωρίστηκαν σε δύο καρτέλες των 9 σεναρίων**. Οι πρώτοι 100 ερωτώμενοι απάντησαν στην πρώτη καρτέλα, και κατόπιν η καρτέλα αλλάχθηκε ούτως ώστε οι επόμενοι 100 που θα εισέρχονταν στην ιστοσελίδα της διαδικτυακής έρευνας να απαντήσουν στο δεύτερο σετ υποθετικών σεναρίων, και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία για τακτικότερες εναλλαγές έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ότι και οι δύο καρτέλες σεναρίων αναλογούν σε ίδιο μέγεθος δείγματος.

Για την οπτική παρουσίαση των σεναρίων αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί η μορφή που παρουσιάζεται στην εικόνα 4.1, ενώ δεν παρουσιάστηκαν προβλήματα στην ανάγνωση ή την κατανόησή τους. Το σύνολο των σεναρίων παρατίθεται στο Παράρτημα Α στο τέλος αυτού του τεύχους.

	A	B	Γ
Σενάριο 1	Μεγάλη ενίσχυση	Μικρή ενίσχυση	Καμία ενίσχυση
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	-15%	+5%	
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	200	40	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	χαμηλή	υψηλή	

4.2.5 Προσαρμογή του Ερωτηματολογίου στις Βασικές Ανάγκες της Ανάλυσης

Κατά την ανάπτυξη μαθηματικού προτύπου που προκύπτει από τη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης είναι εξ' αρχής άγνωστο ποιες παράμετροι θα απαρτίζουν το μοντέλο. Για το λόγο αυτό γίνεται μια προσπάθεια να συλλεχθούν στοιχεία για όσο το δυνατόν **περισσότερες παραμέτρους** κρίνεται ότι σχετίζονται με το αντικείμενο της έρευνας.

Σίγουρα μετά από ώριμη σκέψη του υπό έρευνα αντικειμένου, είναι δυνατό να προσδιοριστεί ποιες είναι οι βασικές παράμετροι που κατά πάσα πιθανότητα θα περιέχονται στο πρότυπο. Όμως δεν ισχύει το ίδιο και για τις μεταβλητές δευτερεύουσας σημασίας που θα χρησιμοποιηθούν.

Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι πολλές φορές κατά τη στατιστική ανάλυση κάποιες από τις παραμέτρους που αναμενόταν να παίζουν σημαντικό ρόλο **τελικά αποδεικνύονται άλλοτε ασήμαντες και άλλοτε πολύ μικρής βαρύτητας**, ενώ άλλες που φαίνονταν ασήμαντες αποδεικνύονται βαρύνουσας σημασίας.

Κάτι άλλο που κάνει τη συλλογή πολλών στοιχείων απαραίτητη είναι ότι αρκετές φορές, η **στατιστική ανάλυση παρουσιάζει αμελητέα τη σημασία ορισμένων παραμέτρων αν χρησιμοποιηθούν απόφεις**, ενώ χρησιμοποιούμενες **σε συνδυασμό**, αποτελούν μια καινούρια σημαντικότερη μεταβλητή. Για παράδειγμα είναι δυνατόν δύο μεταβλητές να προκύπτουν ασήμαντες, αλλά ο λόγος τους ή το γινόμενο τους να αποτελεί μια νέα πολύ σημαντική παράμετρο για το μαθηματικό πρότυπο. Εδώ βεβαίως πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο ότι η νέα μεταβλητή που θα προκύψει, για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατάρτιση του προτύπου θα πρέπει απαραίτητα να έχει φυσική σημασία. Σε αντίθετη περίπτωση η χρήση της είναι απαγορευμένη.

Είναι γνωστό ότι **όσο περισσότερες παραμέτρους** (σχετικές με το θέμα) περιλαμβάνει το μοντέλο, τόσο **εγκυρότερα** είναι τα **αποτελέσματά** του, αφού προσεγγίζουν περισσότερο την ισχύουσα πραγματικότητα. Επίσης όσο αυξάνονται τα συστατικά του, οι συντελεστές των μεταβλητών κινούνται προς τη σωστή κατεύθυνση, τείνουν δηλαδή να ταυτιστούν με τους ιδανικούς, αν υποθεθεί ότι τέτοιοι υπάρχουν. Χαρακτηριστικό είναι ότι με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο συντελεστής του σταθερού όρου, γεγονός πολύ θετικό, μιας που ο όρος αυτός εκφράζει την επίδραση όλων εκείνων των μεταβλητών που επηρεάζουν μεν αλλά δεν έχουν συμπεριληφθεί στην έρευνα.

Καθίσταται σαφές λοιπόν ότι πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου, ώστε να επιτυγχάνεται η συλλογή όσο το δυνατό περισσότερων πληροφοριών που αφορούν το εξεταζόμενο θέμα, χωρίς όμως η διαδικασία της απάντησής του να καταντά χρονοβόρα και κουραστική για τον ερωτώμενο επηρεάζοντας τις απαντήσεις του. Έτσι εξασφαλίζεται ότι η έρευνα δε θα αποτύχει –τουλάχιστον από τεχνικούς λόγους- και θα προκύψουν σφαιρικά και ολοκληρωμένα αποτελέσματα από μια όσο το δυνατό πληρέστερη ανάλυση.

Αντίστοιχη προσπάθεια έγινε και κατά το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου της παρούσας έρευνας. Παρατηρώντας το ερωτηματολόγιο που παρατίθεται παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι σχεδόν **όλες οι ερωτήσεις** (εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων) έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να **αποτελούν παραμέτρους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη στατιστική ανάλυση**, και αν οι στατιστικοί δείκτες που θα προκύψουν το επιτρέπουν να αποτελέσουν συστατικά των τελικών μαθηματικών προτύπων που θα αξιοποιηθούν.

Συγκεκριμένα για το παρόν ερωτηματολόγιο, οι ερωτήσεις που απαρτίζουν τη πρώτη και τη δεύτερη ενότητα, μπορούν υπό κατάλληλη επεξεργασία να αποτελέσουν συστατικά των μαθηματικών προτύπων. Στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου όλες οι ερωτήσεις μπορούν να αποτελέσουν παραμέτρους των προτύπων και μάλιστα βασικές, την επίδραση των οποίων επιχειρεί να μελετήσει η παρούσα Διπλωματική εργασία.

Ειδικότερα, από το τρίτο μέρος προκύπτουν στοιχεία για τις εξής μεταβλητές :

α) η μεταβολή του χρόνου διαδρομής με Ι.Χ. στο επιλεγόμενο οδικό σενάριο,

- β) το επίπεδο άνεσης διαδρομής με Ι.Χ. στο επιλεγμένο οδικό σενάριο, και
- γ) το ύψος ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη του επιλεγόμενου σεναρίου

Οι ερωτήσεις που απαρτίζουν το τέταρτο μέρος του ερωτηματολογίου (ερωτήσεις 32–39) αφορούν το φύλο, την ηλικία, το ετήσιο οικογενειακό εισόδημα, το μορφωτικό επίπεδο, το επάγγελμα, την τοποθεσία κατοικίας και εργασίας και τέλος την δυνατότητα τηλεργασίας, στοιχεία δηλαδή που μπορούν με κατάλληλη κωδικοποίηση να αποτελέσουν σημαντικές ή μη μεταβλητές του προτύπου.

4.2.6 Βασικές Αρχές Επιλογής Δείγματος

Η λογική πάνω στην οποία βασίζεται όλη η επιστήμη της στατιστικής, καθώς και το γεγονός που την κάνει ένα πολυτιμότερο εργαλείο για πλήθος άλλων επιστημών είναι το ότι μέσα από την εξέταση ενός μικρού αλλά επαρκούς τμήματος του συνόλου που ονομάζεται δείγμα, εξάγει ακριβή και αξιόπιστα αποτελέσματα που αντιπροσωπεύουν ολόκληρο το σύνολο. Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι **όσο καταλληλότερο είναι το δείγμα που θα επιλεγεί για μελέτη, τόσο πιο αντιπροσωπευτικά θα είναι τα εξαγόμενα αποτελέσματα** για ολόκληρο τον πληθυσμό, δηλαδή πιο **αξιόπιστα**.

Η καταλληλότητα του δείγματος εξαρτάται από το αν αυτό πληροί ή όχι κάποιες προϋποθέσεις που σύμφωνα με τον Ρ.Κotler οι βασικότερες από αυτές είναι:

1. Το δείγμα πρέπει να επιλέγεται κάθε φορά από τον κατάλληλο πληθυσμό. Έτσι για παράδειγμα σε μια έρευνα γύρω από την οδική κυκλοφορία θα πρέπει να επιλεγεί από ένα **πληθυσμό οδηγών**. Ιδιαίτερα στην παρούσα έρευνα που αφορά στην μετακίνηση εντός του Νομού Αττικής, πρέπει το δείγμα να επιλεγεί από πληθυσμό χρηστών του συγκοινωνιακού δικτύου που μετακινούνται σε τακτική βάση εντός του συγκεκριμένου Νομού.
2. **Το μέγεθος του δείγματος** έχει μεγάλη σημασία και πιο συγκεκριμένα όσο πιο μεγάλο είναι, τόσο πιο αξιόπιστα είναι τα αποτελέσματα της έρευνας. Στο πλαίσιο της Διπλωματικής εργασίας αυτής συγκεντρώθηκαν 267 απαντημένα ερωτηματολόγια, ικανοποιητικός αριθμός για τη φύση της συγκεκριμένης έρευνας.
3. Η επιλογή του δείγματος πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε αυτό να είναι **αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού ως προς τα χαρακτηριστικά του**. Για παράδειγμα, εδώ που ο πληθυσμός ήταν οδηγοί εντός του Λεκανοπεδίου Αθήνας, το δείγμα έπρεπε να αποτελείται από άτομα με ποικίλα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά, κάτι για την επίτευξη του οποίου καταβλήθηκε έντονη προσπάθεια. Έτσι μελετώντας το τέταρτο μέρος του ερωτηματολογίου που περιέχει τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο να αποτελείται το δείγμα από άτομα που ανήκουν σε όλες τις αναφερόμενες κατηγορίες με όσο το δυνατόν πιο λογικές αναλογίες.

Έχοντας υπόψη τις παραπάνω βασικές αρχές επιλογής δείγματος, έγινε προσπάθεια το δείγμα της συγκεκριμένης Διπλωματικής εργασίας να επιλεγεί σύμφωνα με αυτές, ώστε τα αποτελέσματά της να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο αντιπροσωπευτικά και έγκυρα.

4.2.7 Τελική ανάπτυξη ερωτηματολογίων

Όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 1.3 (Μεθοδολογία) αρχικά, μετά τον καθορισμό του αντικειμένου μελέτης, αποφασίστηκε ότι η απαραίτητη για την εκπόνηση της Διπλωματικής εργασίας βάση δεδομένων, θα καταρτιστεί με διαδικτυακή έρευνα, και συγκεκριμένα με τη βοήθεια κατάλληλα σχεδιασμένου ερωτηματολογίου, η συμπλήρωση του οποίου θα γίνεται ανώνυμα και εύκολα μέσω ηλεκτρονικών φορητών (η μη) συσκευών, όπως smartphone, laptop, tablet, desktop κλπ. **Η διαδικτυακή έρευνα** από τη φύση της δεν είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα, απαιτεί όμως **ιδιαίτερη προσοχή στη σχεδίαση του ερωτηματολογίου**, στη διατύπωση των ερωτήσεων, καθώς και στις ρυθμίσεις της εκάστοτε πλατφόρμας που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάρτηση του ερωτηματολογίου στο διαδικτυακό χώρο.

Για τη συλλογή των ερωτηματολογίων, εξαιτίας των περιορισμών στις επαφές λόγω πανδημίας, αποφασίστηκε η πραγματοποίηση έρευνας αποκλειστικά διαδικτυακής μορφής, αξιοποιώντας την υπηρεσία **Goggle Forms** ([https://docs.google.com › forms](https://docs.google.com/forms)). Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη πλατφόρμα λόγω της ευκολίας χρήσης (sync with Drive), της ομοιομορφίας που είχε ανεξαρτήτως της συσκευής που χρησιμοποιούνταν της πληθώρας δυνατοτήτων που παρέχονται (ανάρτηση φωτογραφιών, καρτελών, μεταπήδηση σε άλλη ενότητα ανάλογα την απάντηση, παροχή διαγραμμάτων κλπ.) και της εξασφάλισης ανωνυμίας και προστασίας δεδομένων που εξασφαλίζει στους χρήστες η Google.

Σημαντικό προσόν του Google Forms, είναι η δυνατότητα **εύκολου φιλτραρίσματος του δείγματος**. Συνεπώς, αποφεύχθηκε το τυπικό εισαγωγικό κείμενο που εμφανίζεται στις διαδικτυακές έρευνες, όπου καθίσταται σαφές (σε όσους αφιερώσουν το χρόνο να το διαβάσουν) ότι η έρευνα αφορά μόνο σε μία επιθυμητή κοινωνική ομάδα (πχ. στους μετακινούμενους εντός του Δήμου Αθηναίων), ενώ παράλληλα παρακαλούνται όσοι δεν ανήκουν στη συγκεκριμένη κοινωνική ομάδα να μη συνεχίσουν στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Στη παρούσα Διπλωματική Εργασία, το επιθυμητό δείγμα ήταν κάτοικοι του Νομού Αττικής με δίπλωμα οδήγησης Ι.Χ. Συνεπώς διατυπώθηκε μία ερώτηση της μορφής «Είστε κάτοικος Αττικής και έχετε δίπλωμα οδήγησης αυτοκινήτου?», και όσοι ερωτώμενοι απαντούσαν «Όχι» το σύστημα αυτόματα τους μεταπηδούσε στην τελική υποβολή του ερωτηματολογίου χωρίς να τους δίνει τη δυνατότητα συμπλήρωσης των ενδιάμεσων ενοτήτων.

Για την εξακρίβωση πιθανών παραλείψεων και σφαλμάτων που συνέβησαν κατά το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου, πραγματοποιήθηκε μία **πυλοτική διαδικτυακή έρευνα (pilot study)**, ώστε όποια προβλήματα παρουσιαστούν, να διορθωθούν άμεσα και έτσι να οριστικοποιηθεί η μορφή του ερωτηματολογίου. Συγκεντρώθηκαν 10 απαντημένα ερωτηματολόγια τα οποία είχαν την ίδια ακριβώς πορεία συμπλήρωσης με τα τελικά, και παρατηρήθηκε ότι πέρα από κάποιες μικρές διορθώσεις στη μορφή και το είδος των ερωτήσεων (πολλαπλής επιλογής, μονής επιλογής, υποχρεωτική ή προαιρετική, κλίμακα Likert 4 ή 5 σημείων κλπ.), η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου έγινε ομαλά, διαρκούσε σχετικά **σύντομο χρονικό διάστημα 8-10 λεπτών** (διάρκεια ανεκτή για διαδικτυακή έρευνα, αλλά όχι τόσο αν πραγματοποιούνταν έρευνα πεδίου), οπότε και οριστικοποιήθηκε στη τελική του μορφή και ξεκίνησε η ηλεκτρονική του διάδοση.

Η ιστοσελίδα διαδόθηκε μέσα από ποικίλλες **σελίδες κοινωνικής δικτύωσης, προσωπικά email και μηνύματα**, με σκοπό το δείγμα να αποτελείται από άτομα με ποικίλα κοινωνικοοικονομικά

χαρακτηριστικά, για να είναι όσο το δυνατό περισσότερο αμερόληπτο και αντιπροσωπευτικό, κάτι που σύμφωνα με τα αποτελέσματα επετεύχθη, παρόλο που οι Διαδικτυακές έρευνες συνηθίζουν να μην ικανοποιούν σε σημαντικό βαθμό την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, καθώς δεν διαθέτουν όλες οι ηλικίες και τα κοινωνικά στρώματα πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

Η οριστική έρευνα **διήρκεσε ένα χρονικό διάστημα περίπου ενάμιση (1,5) μήνα (Απρίλιος 2021 – Μάιος 2021)** και οδήγησε στην ανάπτυξη της απαραίτητης βάσης δεδομένων για την περαιτέρω στατιστική ανάλυση και την εξαγωγή των μαθηματικών προτύπων.

4.3 Επεξεργασία Στοιχείων

4.3.1 Κωδικοποίηση Δεδομένων

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της συλλογής των ερωτηματολογίων ξεκίνησε η προετοιμασία για τη στατιστική τους επεξεργασία. Σε πρώτο στάδιο όλες οι απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν και συγκεντρώθηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό **Microsoft Excel**. Γνωρίζοντας εκ των προτέρων ότι θα γίνει χρήση του προγράμματος **Python** (έκδοση 3.9) για την στατιστική ανάλυση με πολυωνυμική και διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση αντίστοιχα, καθώς και για τη παλινδρόμηση Poisson, ξεκίνησε η κωδικοποίηση των δεδομένων με τη μορφή αριθμών, προκειμένου να είναι αντιληπτά από το πρόγραμμα ανάλυσης. Δημιουργήθηκε έτσι ένας πίνακας Excel (Master Table), στο οποίο όμως δεν ήταν συμπληρωμένα όλα τα “κελιά”, καθώς ορισμένες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου δεν ήταν υποχρεωτικές προς απάντηση (όπως Ταχυδρομικός Κώδικας κατοικίας και τόπος εργασίας) ενώ υπήρχαν ορισμένες στήλες με πληροφορίες που τελικώς δεν χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα. Όσον αφορά στους ερωτώμενους που δεν πληρούσαν τις αρχικές προϋποθέσεις (κατοικία εντός Αττικής και κατοχή διπλώματος οδήγησης Ι.Χ.), τα κελιά τους δεν συμπεριελήφθησαν στο Βασικό Πίνακα.

Η πρώτη στήλη ήταν η “Number” στην οποία φαινόταν ο αύξων αριθμός του κάθε ερωτηθέντα. Καθώς στην τρίτη ενότητα του ερωτηματολογίου υπήρχαν 9 σενάρια, για την καλύτερη ανάγνωση και χρήση του Excel, σε κάθε “Number” αντιστοιχούσαν 9 σειρές. Αυτές οι σειρές είχαν τα ίδια στοιχεία ανά στήλη, για τις πρώτες 900 σειρές (100 ερωτώμενοι επί 9 σενάρια) και αντιστοίχως για τις επόμενες 900 σειρές, κ.ο.κ., με διαφορές μόνο στις στήλες που αφορούσαν τις απαντήσεις των σεναρίων, όπως φαίνεται στην **εικόνα 4.1**

Number	ID	Choice	Time	Cost	Comfort	TimeA	TimeB	TimeΓ	CostA	CostB	CostΓ	ComfortA	ComfortB	ComfortΓ	Exp_Car	Time_Car	Reas_Car	Dist_Car	Exp_Bike	Dist_Bike	Adv_1	Adv_2
2	1	A	-0,15	200	2	-15%	5%	0%	200	40	0	2	1	0	1	1	1	2	1	1	4	4
2	2	Γ	0	0	0	15%	5%	0%	300	80	0	1	2	0	1	1	1	2	1	1	4	4
2	3	Γ	0	0	0	15%	0%	0%	100	80	0	1	2	0	1	1	1	2	1	1	4	4
2	4	Γ	0	0	0	0%	5%	0%	300	80	0	2	2	0	1	1	1	2	1	1	4	4
2	5	B	-0,05	80	2	15%	-5%	0%	100	80	0	1	2	0	1	1	1	2	1	1	4	4
2	6	B	0	80	2	0%	0%	0%	300	80	0	1	2	0	1	1	1	2	1	1	4	4
2	7	A	-0,15	300	2	-15%	5%	0%	300	40	0	2	1	0	1	1	1	2	1	1	4	4
2	8	A	-0,15	300	2	-15%	0%	0%	300	40	0	2	1	0	1	1	1	2	1	1	4	4
2	9	B	-0,05	80	2	0%	-5%	0%	300	80	0	1	2	0	1	1	1	2	1	1	4	4
3	1	A	-0,15	200	2	-15%	5%	0%	200	40	0	2	1	0	1	1	1	3	3	4	2	2
3	2	B	0,05	80	2	15%	5%	0%	300	80	0	1	2	0	1	1	1	3	3	4	2	2
3	3	B	0	80	2	15%	0%	0%	100	80	0	1	2	0	1	1	1	3	3	4	2	2
3	4	B	0,05	80	2	0%	5%	0%	300	80	0	2	2	0	1	1	1	3	3	4	2	2
3	5	B	-0,05	80	2	15%	-5%	0%	100	80	0	1	2	0	1	1	1	3	3	4	2	2
3	6	Γ	0	0	0	0%	0%	0%	300	80	0	1	2	0	1	1	1	3	3	4	2	2
3	7	B	-0,05	40	1	-15%	-5%	0%	300	40	0	2	1	0	1	1	1	3	3	4	2	2
3	8	B	0	40	1	-15%	0%	0%	300	40	0	2	1	0	1	1	1	3	3	4	2	2
3	9	A	0	300	1	0%	-5%	0%	300	80	0	1	2	0	1	1	1	3	3	4	2	2

Εικόνα 4.1: Μέρος του γενικού συγκεντρωτικού πίνακα του ερωτηματολογίου

Η πρώτη γραμμή περιέχει τις στήλες:

- Number, ο αύξων αριθμός των ερωτώμενων. Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.1 οι απαντήσεις του 1ου ερωτηθέντα έχουν διαγραφεί, καθώς δεν πληρούσαν τις προϋποθέσεις για ανάλυση.
- ID, ο αριθμός του εκάστοτε σεναρίου της τρίτης ενότητας
- Choice, η επιλογή μίας εκ των τριών εναλλακτικών σεναρίων, με A = Μεγάλη ενίσχυση, B = Μικρή ενίσχυση, Γ= Καμία ενίσχυση.
- TimeA, TimeB, TimeΓ, η τιμή της μεταβλητής της αλλαγής του χρόνου μετακίνησης με Ι.Χ. (αύξηση με '+' και μείωση με '-') για τη μεγάλη ενίσχυση, τη μικρή ενίσχυση, και για τη μηδενική ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων, αντίστοιχα
- CostA, CostB, CostΓ, η τιμή της μεταβλητής του ύψους ετήσιας εισφοράς για τη μεγάλη ενίσχυση, τη μικρή ενίσχυση και τη μηδενική ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων, αντιστοίχως.
- ComfortA, ComfortB, ComfortΓ, η τιμή της μεταβλητής της άνεσης μετακίνησης με Ι.Χ., για τη μεγάλη ενίσχυση, τη μικρή ενίσχυση, και για τη μηδενική ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων, αντίστοιχα.
- Exp_Car, Time_Car, Dist_Car..., η κωδικοποίηση των ερωτήσεων σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο του Παραρτήματος Α
- Να σημειωθεί ότι το TimeΓ αντιστοιχεί πάντα στη τιμή μηδέν (0), όπως και το ComfortΓ και CostΓ, καθώς αν δεν πραγματοποιηθεί καμία ενίσχυση του υφιστάμενου δικτύου ποδηλατοδρόμων, προφανώς δεν προβλέπεται καμία αλλαγή στη διάρκεια και άνεση μετακίνησης με Ι.Χ. η οποία θεωρείται ότι είναι σε μέτρια επίπεδα για το υφιστάμενο δίκτυο.

Μερικές παρατηρήσεις σχετικά με τη διαδικασία της κωδικοποίησης παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

- Σε ερωτήσεις, στις οποίες οι απαντήσεις ήταν δύο, για παράδειγμα μεταξύ Ναι ή Όχι, η κωδικοποίηση στο Excel αντιστοιχεί σε Ναι=1 και Όχι=0. Σε ερωτήσεις, στις οποίες οι

απαντήσεις ήταν άνω των δύο, η πρώτη απάντηση αντιστοιχεί στο 1, η δεύτερη απάντηση στο 2, και ούτω καθεξής.

- Δυνατότητα γραφής απάντησης (Text) δόθηκε μόνο σε δύο περιπτώσεις. Πρώτον στη δήλωση Ταχυδρομικού Κώδικα, μία ερώτηση που τα δεδομένα της τελικά δεν χρησιμοποιήθηκαν, και δεύτερον στην επιλογή λόγου μετακίνησης με Ι.Χ., όπου τελικά όλες οι απαντήσεις συμπύχθηκαν στο τρίπτυχο επιλογών Εργασία/Σπουδές – Αγορές – Αναψυχή.
- Οι ερωτήσεις, στις οποίες δεν έχει δοθεί απάντηση, απεικονίζονται με κενό στο αντίστοιχο κελί τους στο Excel. Παρόλα αυτά, στη συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία, η μόνη περίπτωση που δόθηκε η επιλογή στους ερωτώμενους να αφήσουν αναπάντητο κάποιο ερώτημα, ήταν στην ερώτηση “Ποιος είναι ο Δήμος Εργασίας / Σπουδών σας”, μία ερώτηση που δεν χρησιμοποιήθηκε περαιτέρω ως μεταβλητή για την στατιστική επεξεργασία και την ανάπτυξη λογιστικών μοντέλων.
- Με το συνδυασμό των προγραμμάτων **Excel και Python** πραγματοποιήθηκε ένας **έλεγχος συσχέτισης (correlation)** των μεταβλητών μέσω της εντολής `df = df.corr()`. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε εξαγωγή του πίνακα συσχέτισης μεταβλητών στο Excel μέσω της εντολής: `df.to_excel('όνομα αρχείου.xlsx', index = False, header=True)`. Μέσω του Excel πραγματοποιήθηκε ένα απλό φιλτράρισμα των μεταβλητών ανά ζεύγη, με κριτήριο η συσχέτιση να είναι **μικρότερη του απόλυτου 0.5**. Εντοπίστηκε συσχέτιση μεταξύ κάποιων μεταβλητών, όπως `Exp_Bike` (Εμπειρία οδήγησης ποδηλάτου) & `Dist_Bike` (συνήθης απόσταση μετακίνησης με ποδήλατο), ή `Exp_Car` (Εμπειρία οδήγησης Ι.Χ.) & `Age` (Ηλικία). Στη περίπτωση αυτή **αφαιρείται μία από τις δύο** υψηλά συσχετιζόμενες μεταβλητές από την τελική επεξεργασία του κάθε μοντέλου. Παρόλα αυτά έγιναν δοκιμές για να αποκαλυφθεί ποια μεταβλητή, έδινε πιο κατανοητά και στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.
- Δημιουργήθηκαν **τρεις (3) διαφορετικοί Βασικοί Πίνακες (Master Tables)** ένας για το κάθε μοντέλο, καθώς δεν μπορούσαν να συμπεριληφθούν όλες οι μεταβλητές σε κάθε μοντέλο, λόγω πολύ υψηλών συσχετίσεων που θα επηρέαζαν και τα υπόλοιπα αποτελέσματα του μοντέλου. Παραδείγματος χάριν στο μοντέλο Poisson που ρωτάει «Τι ύψος ετήσιας εισφοράς θα ήσασταν διατεθειμένος να καταβάλλετε;», δεν έχει νόημα να συμπεριληφθούν τα δεδομένα της ερώτησης «Θα ήσασταν διατεθειμένος να καταβάλλετε ετήσια εισφορά;», καθώς οι ερωτώμενοι που απαντήσανε «Όχι», κατά πάσα περίπτωση επιλέξανε το μηδενικό ύψος ετήσιας εισφοράς. Αποδεικνύεται και έμπρακτα αυτό στο **διάγραμμα 4.10** των συγκεντρωτικών στοιχείων.
- Αξίζει να αναφερθεί ότι κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των δεδομένων, παρατηρήθηκε πως η **κωδικοποίηση πολλών μεταβλητών έπρεπε να διορθωθεί** λόγω αποτελεσμάτων που δεν είχαν λογική. Για παράδειγμα σε **ερωτήσεις τύπου Likert** η κωδικοποίηση δεν πρέπει να είναι τυχαία, αλλά αναλόγως **κλιμακωτή** με τη μέθοδο Likert.(π.χ. «Διαφωνώ Απόλυτα = 1 έως Συμφωνώ Απόλυτα = 5). Αλλά σε περιπτώσεις **κατηγορικών μεταβλητών** (πχ «Επάγγελμα») η κωδικοποίηση παρέμεινε **τυχαία**.
- Τέλος, για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων, πραγματοποιήθηκε κανονικοποίηση των δεδομένων σύμφωνα με το τύπο:

$$X_{normalized} = \frac{X - X_{minimum}}{X_{maximum} - X_{minimum}}$$

Η παραπάνω μαθηματική σχέση χρησιμοποιήθηκε για τις παραμέτρους όπως το ύψος ετήσιας εισφοράς και η μεταβολή διάρκειας χρόνου μετακίνησης με αυτοκίνητο.

Κατόπιν όλων των παραπάνω αλλαγών που πραγματοποιήθηκαν, ο τελικός Βασικός Πίνακας (Master Table), που θα αξιοποιηθεί και στην στατιστική επεξεργασία και ανάπτυξη των τριών μοντέλων παρατίθεται κάτω.

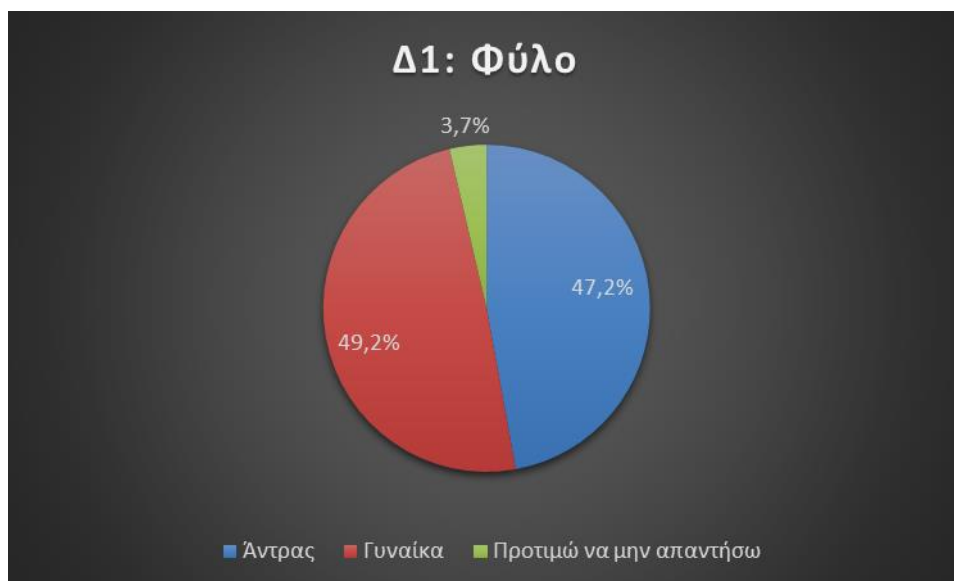
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Choice	Time	Cost	Comfort	Exp_Car	Time_Car	Reas_Car	Dist_Car	Exp_Bike	Dist_Bike	Adv_1	Adv_2	Adv_3	Adv_4	Adv_5	Adv_6	Disadv_1	Disadv_2	Disadv_3	Disadv_4
2	0	0,666667	1	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	4	4	2	4	3
3	0	0,5	0	2	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	4	2	4	3
4	0	0,5	0	2	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	4	2	4	3
5	0	0,5	0	2	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	4	2	4	3
6	1	0,333333	0,266667	1	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	4	2	4	3
7	1	0,5	0,266667	1	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	4	2	4	3
8	2	0	1	1	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	4	2	4	3
9	2	0	1	1	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	4	2	4	3
10	1	0,333333	0,266667	1	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	4	2	4	3
11	2	0	0,666667	1	1	1	1	3	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3
12	1	0,666667	0,266667	1	1	1	1	3	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3
13	1	0,5	0,266667	1	1	1	1	3	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3
14	1	0,666667	0,266667	1	1	1	1	3	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3
15	1	0,333333	0,266667	1	1	1	1	3	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3
16	0	0,5	0	2	1	1	1	3	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3
17	1	0,333333	0,133333	3	1	1	1	3	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3
18	1	0,5	0,133333	3	1	1	1	3	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3
19	2	0,5	1	3	1	1	1	3	3	4	2	2	4	4	4	4	4	4	3
20	1	0,666667	0,133333	3	3	1	1	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3
21	2	1	1	3	3	1	1	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3
22	2	1	0,333333	3	3	1	1	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3
23	2	0,5	1	3	3	1	1	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3
24	2	1	0,333333	3	3	1	1	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3
25	2	0,5	1	3	3	1	1	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3
26	2	0	1	1	3	1	1	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3
27	2	0	1	1	3	1	1	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3
28	2	0,5	1	3	3	1	1	3	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3
29	1	0,666667	0,133333	3	3	2	1	4	1	1	2	2	2	4	2	4	2	3	4
30	1	0,666667	0,266667	1	3	2	1	4	1	1	2	2	2	4	2	4	2	3	4
31	1	0,5	0,266667	1	3	2	1	4	1	1	2	2	2	4	2	4	2	3	4
32	1	0,666667	0,266667	1	3	2	1	4	1	1	2	2	2	4	2	4	2	3	4
33	1	0,333333	0,266667	1	3	2	1	4	1	1	2	2	2	4	2	4	2	3	4
34	1	0,5	0,266667	1	3	2	1	4	1	1	2	2	2	4	2	4	2	3	4
35	1	0,333333	0,133333	3	3	2	1	4	1	1	2	2	2	4	2	4	2	3	4

Εικόνα 4.2: Μέρος του Βασικού Πίνακα που χρησιμοποιήθηκε στο Python

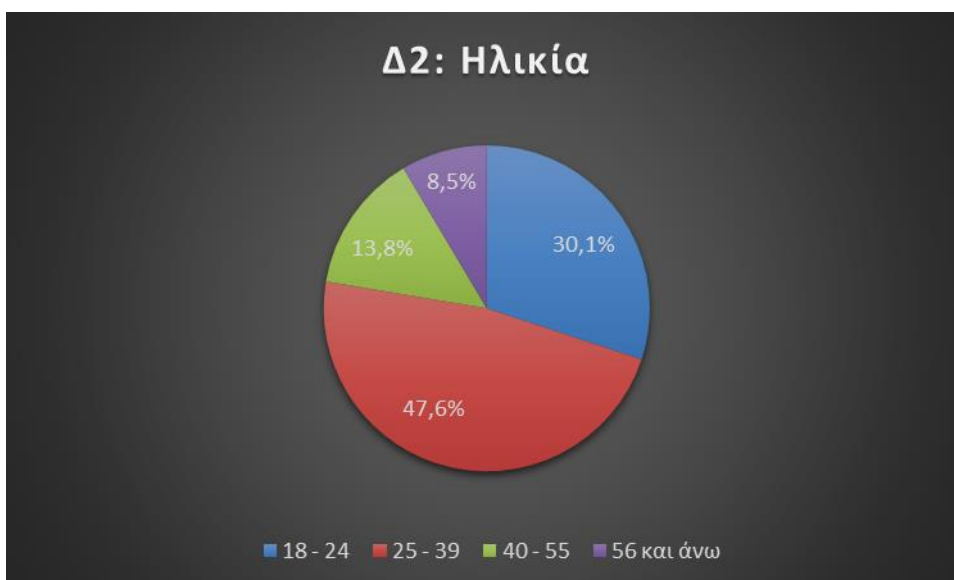
4.4 Συγκεντρωτικά Στοιχεία

Στη παράγραφο αυτή, παρατίθενται συγκεντρωτικά **τα σημαντικότερα και πιο ενδιαφέροντα στατιστικά στοιχεία** με τη μορφή πινάκων σχετικά με το δείγμα της έρευνας, και την απόκρισή του στις διάφορες ερωτήσεις αποδοχής του ποδηλάτου και των ποδηλατοδρόμων στη πόλη. Με δεδομένο ότι τα εξαγόμενα από την έρευνα συμπεράσματα βασίζονται στη στατιστική επεξεργασία των απαντήσεων των συγκεκριμένων ατόμων, είναι χρήσιμο να παρουσιαστούν τα βασικότερα δημογραφικά (και όχι μόνο) χαρακτηριστικά τους, ώστε ο αναγνώστης να μπορεί να κρίνει αν το χρησιμοποιούμενο δείγμα παρουσιάζει κατάλληλη κατανομή που να μπορεί να χαρακτηριστεί αντιπροσωπευτικό. Τα στοιχεία παρουσιάζονται με τη μορφή ποσοστιαίας κατανομής.

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η **ποσοστιαία κατανομή του δείγματος**:



Διάγραμμα 4.1: Ποσοστιαία κατανομή φύλου



Διάγραμμα 4.2: Ποσοστιαία κατανομή ηλικίας



Διάγραμμα 4.3: Ποσοστιαία κατανομή ετήσιου οικογενειακού εισοδήματος



Διάγραμμα 4.4: Ποσοστιαία κατανομή μορφωτικού επιπέδου



Διάγραμμα 4.5: Ποσοστιαία κατανομή επαγγέλματος



Διάγραμμα 4.6: Ποσοστιαία κατανομή δυνατότητας τηλεργασίας

Όπως παρατηρείται στα παραπάνω διαγράμματα, οι συμμετέχοντες είναι στη συντριπτική πλειοψηφία τους νέοι ηλικίας κάτω των 39 ετών, με υψηλό μορφωτικό επίπεδο Πανεπιστημιακού επιπέδου ΑΕΙ ή ΤΕΙ/ΙΕΚ, γεγονός που είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού, αν συνυπολογιστεί ότι το δείγμα αποτελείται κυρίως από άτομα ηλικίας 18-39 ετών.

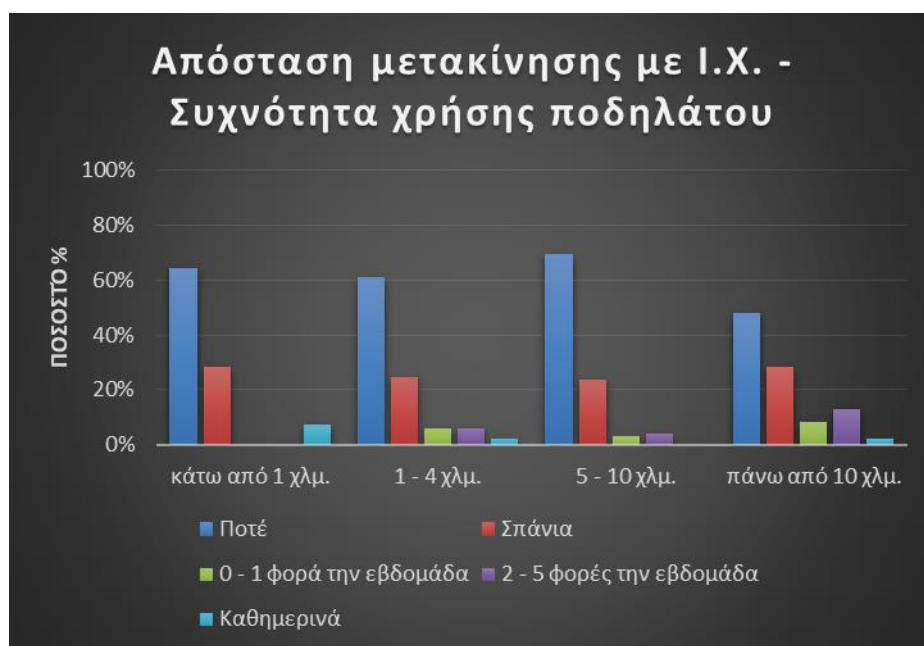
Έπρεπε να βρεθούν τρόποι προσέλκυσης ατόμων μεγαλύτερων σε ηλικία, προκειμένου να υπάρχει μεγαλύτερη ομοιομορφία στο δείγμα, όμως κάτι τέτοιο δεν ήταν εφικτό στην παρούσα έρευνα λόγω περιορισμένου χρόνου και κυρίως λόγω του τρόπου διεξαγωγής της μελέτης, καθώς οι υψηλότερες ηλικιακά ομάδες δεν βρίσκουν εύκολη τη συμπλήρωση ηλεκτρονικών δημοσκοπήσεων στο Διαδίκτυο.

Οι ερωτώμενοι στη συντριπτική πλειοψηφία τους είναι ισομοιρασμένοι ανάμεσα σε φοιτητές, ελεύθερους επαγγελματίες ή δημόσιους και ιδιωτικούς υπαλλήλους, αποτέλεσμα αναμενόμενο για τα επικρατέστερα ηλικιακά στρώματα 18-24 και 25-39. Παρατηρείται ότι η κατανομή του φύλου είναι ικανοποιητικά διχοτομημένη, ενώ η δυνατότητα τηλεργασίας είναι εφικτή για περίπου 60% των συμμετεχόντων.

Το δείγμα αποτελούνταν από υψηλά ποσοστά συμμετοχής για κάθε εισοδηματική βαθμίδα, γεγονός θετικό καθώς εξασφαλίζεται η αντιπροσωπευτικότητα και αμεροληψία της μελέτης.

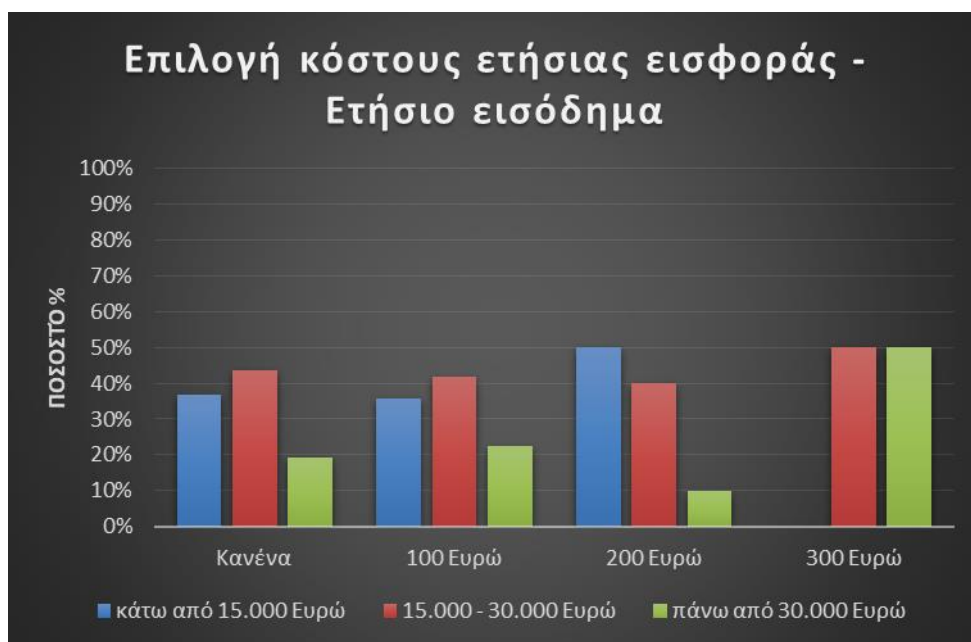
Αξίζει να σημειωθεί ότι το 100% του δείγματος ερωτώμενων, κατοικούν στο Νομό Αττικής και διαθέτουν δίπλωμα οδήγησης Ι.Χ., καθώς αυτές οι δύο συνθήκες ήταν προαπαιτούμενες για τη περαιτέρω συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.

Στη συνέχεια παρατίθεται μερικά εξίσου σημαντικά στατιστικά στοιχεία και συμπεράσματα που αντλήθηκαν από τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου.



Διάγραμμα 4.7: Ποσοστιαία κατανομή ανά συνήθη απόσταση μετακίνησης με Ι.Χ. της συχνότητας χρήσης ποδηλάτου

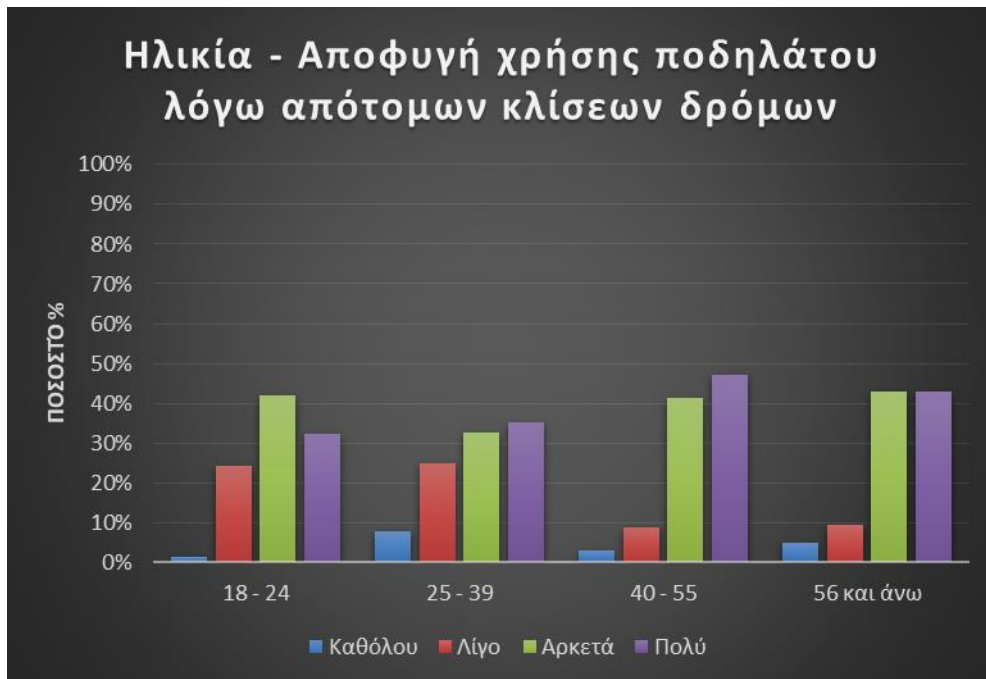
Παρατηρείται ότι τα ποσοστά μηδενικής ή σπάνιας χρήσης του ποδηλάτου παραμένουν υψηλά ακόμα και για μικρές αποστάσεις μετακίνησης με αυτοκίνητο (0 έως 4 χλμ.). Κάτι τέτοιο, δίνει φως στην «αυτοκίνητο-κεντρική» νοοτροπία των Αθηναίων, οι οποίοι αποφεύγουν τη χρήση ποδηλάτου ανεξαρτήτως απόστασης.



Διάγραμμα 4.8: Ποσοστιαία κατανομή ανά επιλεγμένο ύψος ετήσιας εισφοράς του ετήσιου εισοδήματος

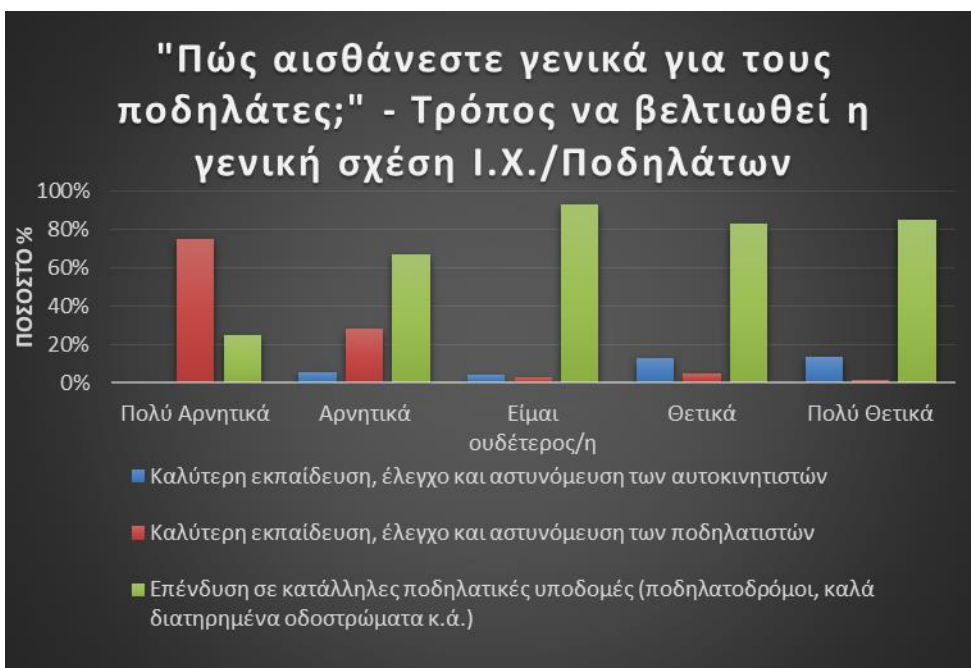
Το παραπάνω γράφημα δείχνει ότι οι ερωτώμενοι που ανήκουν σε **ανώτερες εισοδηματικά τάξεις, είναι πρόθυμοι να καταβάλλουν υψηλότερα ποσά** ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη

ποδηλατοδρόμων, συμπέρασμα που είναι σύμφωνο και με τη διεθνή βιβλιογραφία. ([Lierop 2012](#)), ([Habib 2014](#)) [[141], ([Ortuzar 2000](#)) [95], ([Plaut 2005](#)) [146]



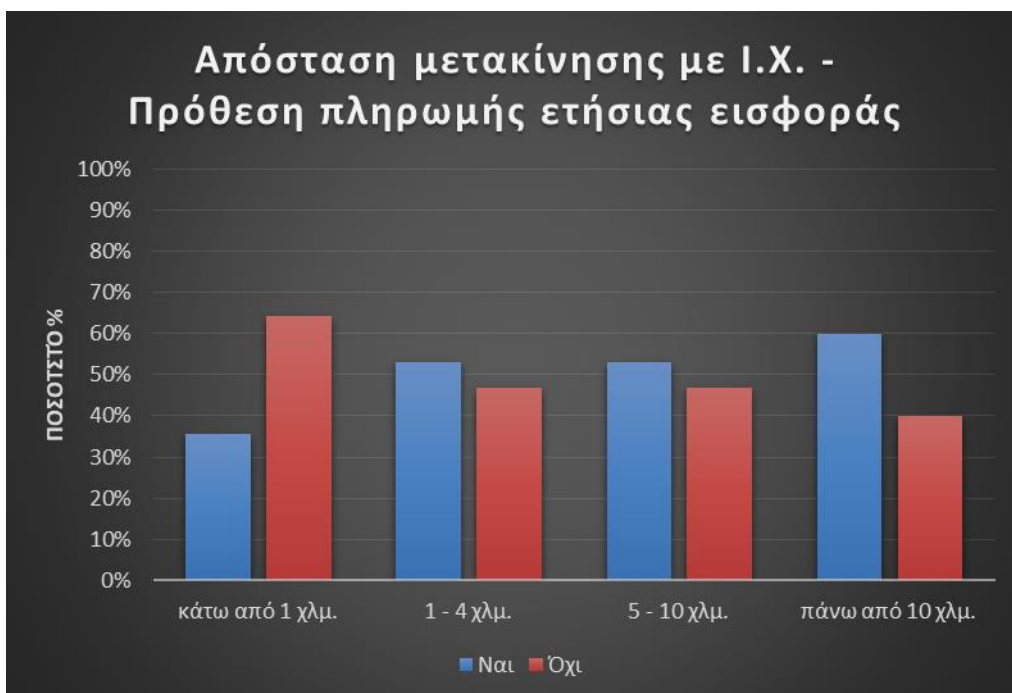
Διάγραμμα 4.9: Ποσοστιαία κατανομή ανά ηλικία της αποφυγής χρήσης ποδηλάτου λόγω απότομων κλίσεων οδών

Όπως παρατηρείται στο παραπάνω διάγραμμα, οι απότομες κλίσεις των οδών στην Αθήνα, τείνει να είναι σημαντικός παράγοντας που αποτρέπει τη χρήση του ποδηλάτου σε όλα τα ηλικιακά στρώματα, ειδικότερα όμως για τις μεγαλύτερες ηλικιακά ομάδες, πράγμα αναμενόμενο και σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία. ([Manaugh, K 2017](#)) [104], ([Majumdar, B.B. 2013](#)). [105], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102]



Διάγραμμα 4.10: Ποσοστιαία κατανομή ανά γενική στάση απέναντι στους ποδηλάτες, του τρόπου επίλυσης της σχέσης Ι.Χ. και Ποδηλάτων στο δρόμο

Το παραπάνω γράφημα δείχνει πως οι Αθηναίοι οδηγοί Ι.Χ., που έχουν μία **αρνητική γενική στάση προς τους ποδηλάτες, τείνουν να κατηγορούν τους ποδηλάτες** (έλλειψη οδικής παιδείας, μη σεβασμός Κ.Ο.Κ.) για τη κακή σχέση που έχουν με τους αυτοκινητιστές. Από την άλλη, οι συμμετέχοντες που είναι θετικοί προς τους ποδηλάτες τείνουν να επικεντρώνονται στην έλλειψη ποδηλατικών υποδομών και σε ελάχιστες περιπτώσεις δόθηκε βάση στην επικίνδυνη οδική συμπεριφορά των αυτοκινητιστών. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με την διεθνή βιβλιογραφία, όπου δείχνει πως οι αυτοκινητιστές με αρνητική προδιάθεση προς τους ποδηλάτες, συνηθίζουν να παίρνουν τη μεριά των άλλων αυτοκινητιστών. ([Fruhen L., Flin R., 2015](#)) [164], ([Basford L. et al., 2002](#)) [165], ([Fruhen L. et al. 2019](#)) [39]



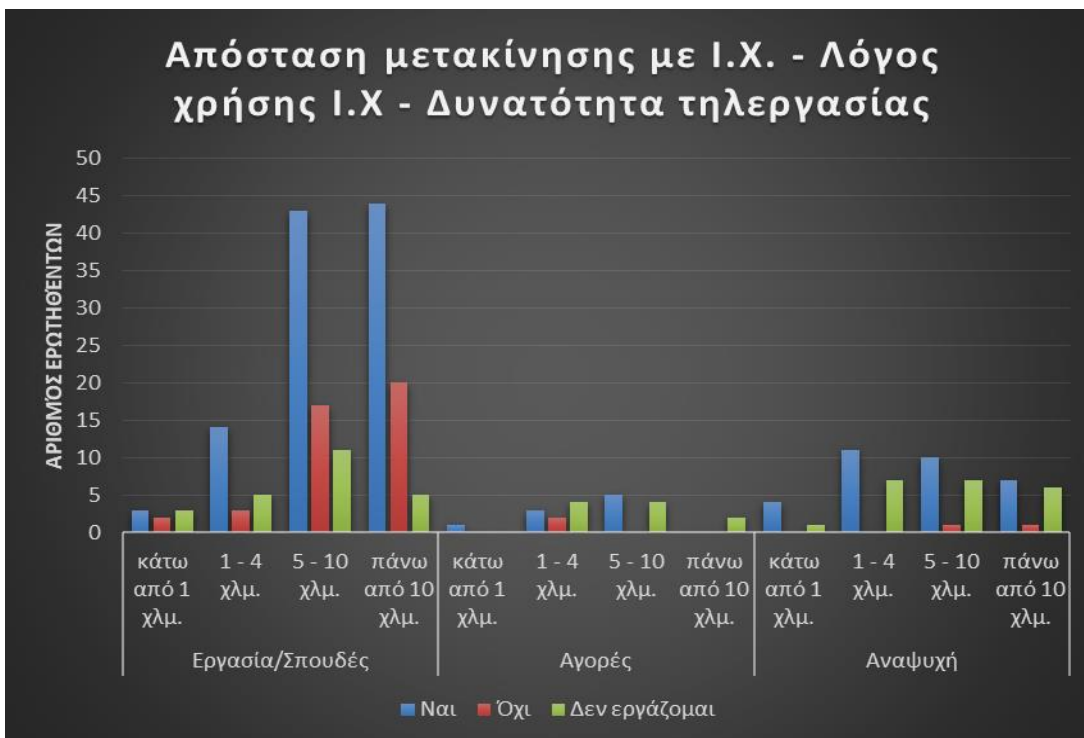
Διάγραμμα 4.11: Ποσοστιαία κατανομή ανά απόσταση μετακίνησης με Ι.Χ. της πρόθεσης πληρωμής ετήσιας εισφοράς

Όπως παρατηρείται παραπάνω, οι Αθηναίοι που συνήθως οδηγούν το αυτοκίνητό τους για **διαδρομές κάτω του ενός (1) χιλιομέτρου, είναι πολύ λιγότερο πρόθυμοι να πληρώσουν ετήσια εισφορά** για την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων στην Αθήνα, σε αντίθεση με τους Αθηναίους που οδηγούν μεγαλύτερες χιλιομετρικές αποστάσεις σε τακτική βάση, οι οποίοι δείχνουν μεγάλη προθυμία να υποστηρίξουν τέτοιες δράσεις. Τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας δίδονται στο θέμα αυτό και συνεπώς δεν μπορεί να θεωρηθεί αξιόπιστο το συγκεκριμένο αποτέλεσμα της παρούσας Διπλωματικής. ([Laird, 2013](#)) [129], ([Cantillo, Vargas & Ramos, 2019](#)) [130]



Διάγραμμα 4.12: Ποσοστιαία κατανομή ανά γενική στάση απέναντι στους ποδηλάτες της επιλογής του μέσου με παραπάνω δικαιώματα στο δρόμο

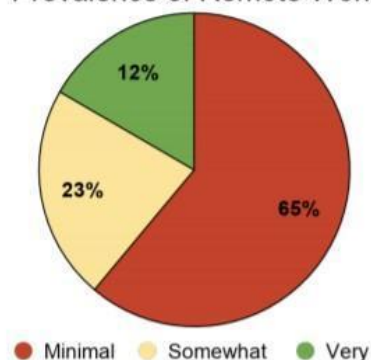
Από το παραπάνω γράφημα είναι εμφανές, όπως και στο διάγραμμα 4.10, ότι οι Αθηναίοι οδηγοί Ι.Χ. που έχουν μια **αρνητική στάση απέναντι στους ποδηλάτες, τείνουν να τάσσονται υπέρ των αυτοκινήτων**, ακόμα και σε θέματα προτεραιότητας ή δικαιωμάτων στο δρόμο. Το παραπάνω συμπέρασμα είναι σύμφωνο και με τη διεθνή βιβλιογραφία. ([Oldmeadow J. et al., 2019](#)) [40], ([Rissel C. et al., 2002](#)) [166], ([Johnson M. et al., 2014](#)) [167]



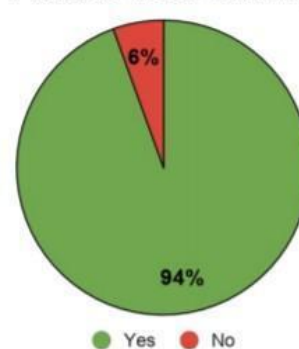
Διάγραμμα 4.13: Ποσοτική κατανομή απόστασης μετακίνησης με Ι.Χ., λόγου χρήσης Ι.Χ., και δυνατότητας τηλεργασίας

Η συντριπτική πλειοψηφία των Αθηναίων αυτοκινητιστών, χρησιμοποιεί κυρίως το αυτοκίνητο για τη διαδρομή κατοικία – εργασία/σπουδές, μία διαδρομή που συνήθως έχει απόσταση επάνω από πέντε (5) χιλιόμετρα. Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών των μετακινήσεων με Ι.Χ., θα μπορούσαν να αποφευχθούν, καθώς η πλειοψηφία των ερωτώμενων έχει δυνατότητα τηλεργασίας, λόγω των πρόσφατων υγειονομικών περιορισμών στους «φυσικούς» χώρους εργασίας κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Αυτή η ανεξερεύνητη δυνατότητα για την Ελληνική πρωτεύουσα φαίνεται να ισχύει για πολλές ακόμα πόλεις ανά τον κόσμο, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία.

Prevalence of Remote Work

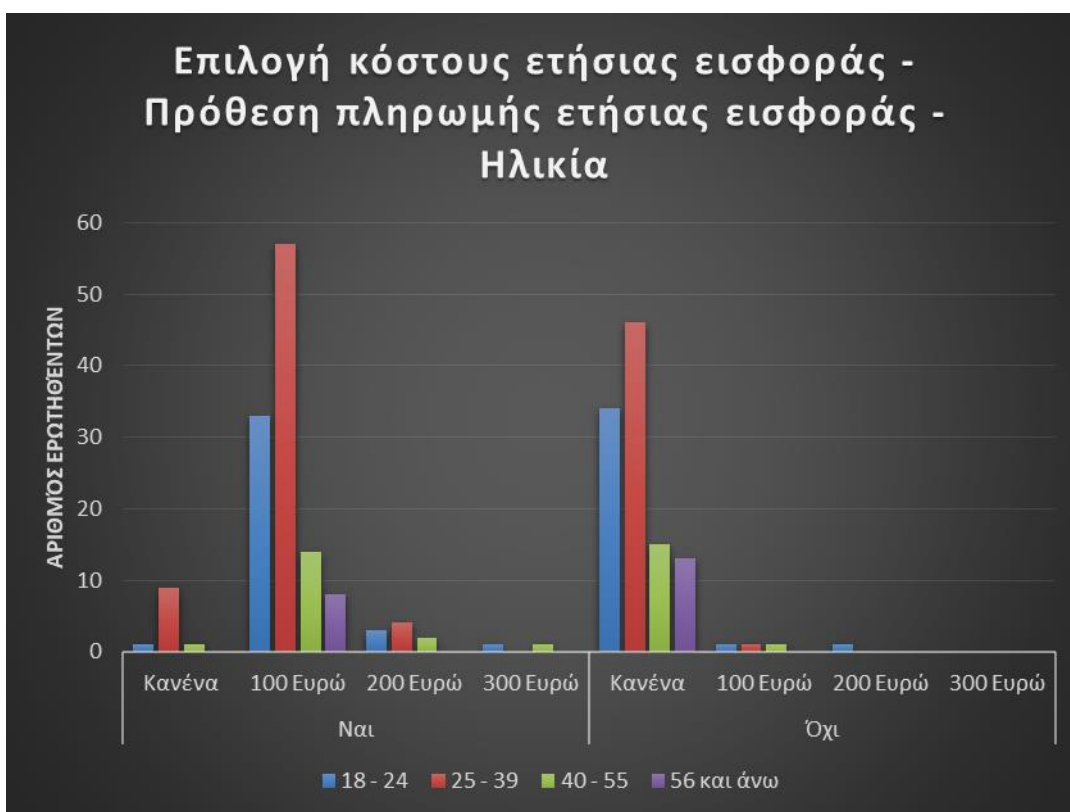


Flexible Work Offering



Επάνω

παρατίθενται δύο διαγράμματα με αντικείμενο τις επίσημες πολιτικές τηλεργασίας και ελαστικού ωραρίου που προσφέρουν **17 πολυεθνικές εταιρίες** (όπως P&G, Boeing, HP, κ.λπ.) στους εργαζόμενους τους, πολιτικές οι οποίες θα μεταβληθούν άμεσα κατόπιν πανδημίας σύμφωνα με τους ([Jung et al., 2021](#)) [168], ([Brynjolfsson E. Et al., 2020](#)) [169], ([Wang B et al., 2020](#)) [170], ([Lund S. Et al., 2021](#)). Μία τέτοια μαζική αλλαγή του κυκλοφοριακού περιβάλλοντος της Αθήνας, θα επέφερε σημαντική **αποσυμφόρηση των κεντρικών αρτηριών**, ειδικά στις ώρες αιχμής, κάτι που θα μείωνε δραστικά το επίπεδο αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα της πρωτεύουσας, αλλά θα γλίτωνε και τους εργαζόμενους από το χαμένο χρόνο (και κόστος) της μετακίνησης από και προς την εργασία τους. ([Ozimek A., 2020](#)) [171], ([Pearson E., 2021](#)) [172]



Διάγραμμα 4.14: Ποσοτική κατανομή πρόθεσης πληρωμής ετήσιας εισφοράς, επιθυμητού ύψους ετήσιας εισφοράς και ηλικίας

Όπως αναφέρθηκε και στην υποενότητα 4.3.1, κατά τη κωδικοποίηση των δεδομένων, η ερώτηση της πρόθεσης πληρωμής ετήσιας εισφοράς και επιθυμητού ύψους ετήσιας εισφοράς είχαν υψηλή συσχέτιση, και δεν είχε νόημα να συμπεριληφθούν στο ίδιο μοντέλο ως εξαρτημένη και ανεξάρτητη μεταβλητή. Από το παραπάνω διάγραμμα είναι επίσης εμφανές ότι η **συντριπτική πλειοψηφία των ερωτώμενων που έχουν πρόθεση να πληρώσουν ετήσια εισφορά** για την ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων, είναι διατεθειμένοι να καταβάλλουν το μικρότερο δυνατό χρηματικό ποσό (100 ευρώ) για τη παραπάνω ενέργεια. Το παραπάνω γράφημα δείχνει επίσης ότι οι ερωτώμενοι που είναι **νεότερης ηλικίας, κατά κανόνα έχουν μεγαλύτερη προθυμία να καταβάλλουν ετήσια εισφορά** για την ανάπτυξη και λειτουργία ποδηλατοδρόμων, σε αντίθεση με τους ερωτώμενους που ανήκουν σε ανώτερα ηλικιακά στρώματα, αποτέλεσμα που είναι σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία, ([Da Silva Borges and Goldner, 2015](#)) [132] και δείχνει μία τάση έμπρακτης υποστήριξης ποδηλατικών πρωτοβουλιών και δράσεων από τις νεότερες γενιές ([Tsolaki A., 2014](#)) [106], ([Norzalwi and Ismail, 2011](#)) [173], ([Pucher et al., 2011a](#)) [107], ([Zhou, 2012](#)) [108], ([Aldred et al., 2016](#)) [109], ([Shokoohi & Nikitas 2017](#)) [110] ίσως λόγω αυξημένης περιβαλλοντικής συνείδησης ή ίσως λόγω αναγνώρισης των προσωπικών ωφελειών (σωματική υγεία, φτηνή και αγχολυτική μετακίνηση κ.λπ.) που θα τους προσφέρει η ποδηλασία.

4.5 Χωρική απεικόνιση αποτελεσμάτων

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο ερευνήθηκαν και αναλύθηκαν η τοποθεσία κατοικίας και εργασίας του κάθε ερωτώμενου, με σκοπό την **χωρική απεικόνιση των αποτελεσμάτων** της έρευνας. Η συγκεκριμένη επεξεργασία έγινε με σκοπό την εξαγωγή επιπρόσθετων (π.χ. σχεδιαστικών και κατασκευαστικών) συμπερασμάτων σχετικά με το Λεκανοπέδιο Αθήνας. Μία μελλοντική διερεύνηση θα μπορούσε να συμπεριλάβει τον συνδυασμό δημογραφικών στοιχείων με ερωτήσεις συμπεριφοράς και αντίληψης προς τη ποδηλασία. Κάτι τέτοιο θα αποκάλυπτε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις μεταφορικές συνήθειες των διαφόρων κατηγοριών πολιτών και θα έδινε φως στο ερώτημα του ποιες περιοχές θα ήταν πράγματι πιο θετικές στη κατασκευή νέων ποδηλατικών υποδομών. Τέλος, η άντληση του Τ.Κ., δεν αποδείχθηκε χρήσιμη στη τελική ανάλυση λόγω απουσίας ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων για όλη την έκταση της πόλης. Παρόλα αυτά, μέσω της κρατικής ιστοσελίδας geodata.gov.gr διατίθεται ένα shapefile με την ακριβή χωροθέτηση των τομέων των Τ.Κ. για το Δήμο Αθηνών. Συνεπώς, για μία μελλοντική έρευνα στοχευμένη αποκλειστικά στο Δήμο Αθηνών, τα εξαγόμενα στοιχεία της τωρινής Διπλωματικής Εργασίας, θα ήταν πολύ χρήσιμα για την εύρεση περιοχών και γειτονιών αυξημένου/μειωμένου ποδηλατικού ενδιαφέροντος. Κάτι τέτοιο θα διευκόλυνε εμφανώς την σχεδίαση ποδηλατικών υποδομών και θα εξασφάλιζε την άμεση χρήση και αξιοποίησή τους από τους άμεσα ενδιαφερόμενους πολίτες.

Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκε χάριν ευχρηστίας και συμβατότητας με την υπόλοιπη ανάλυση, η γλώσσα Python μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής Jupyter Notebook. Αρχικά, εισάγεται το τελικό αρχείο Excel με το Βασικό Πίνακα που περιέχει τα κωδικοποιημένα δεδομένα και τις επιθυμητές μεταβλητές του ερωτηματολογίου μέσω της εντολής `pd.read_excel("Όνομα Αρχείου.xlsx")`. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία στο αρχείο .xlsx δόθηκε το όνομα "df", μία συντόμευση του data frame. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε η εντολή `df['count'] = 1` με σκοπό τη δημιουργία μίας στήλης για τις τιμές 'count' που θα εξαχθούν από το Βασικό Πίνακα, η οποία δεν θα περιέχει τις μηδενικές τιμές. Αυτές οι τιμές 'count' εκφράζουν τον **αριθμό ερωτώμενων που κατοικούν και εργάζονται/σπουδάζουν σε κάθε Δήμο της Αττικής. Η συγκεκριμένη ομαδοποίηση και ταξινόμηση γίνεται με την εντολή** `df.groupby(['Όνομα Μεταβλητής']).count()['count']`. Σε περίπτωση που είναι επιθυμία να προστεθούν παραπάνω παράμετροι στο φιλτράρισμα των ερωτώμενων για μία πιο σύνθετη διερεύνηση, εντός της ίδιας αγκύλης γράφονται όσες μεταβλητές είναι επιθυμητό, χωρίζοντάς τες με ένα κόμμα (,).

Παρατίθεται μία **τμηματική απεικόνιση** του κώδικα στο περιβάλλον του Jupyter Notebook με τη προγραμματιστική γλώσσα Python

```
In [15]: df['count'] = 1
df.groupby(['Job_loc.2']).count()['count']
```

Job_loc.2	count
Αγ. Ανδρονόων - Καματερού	1
Αγ. Παρασκευής	8
Αθηναίων	44
Αιγάλεω	8
Αλίμου	1
Αμαρουσίου	15
Ασπροπύργου	1
Αχαρνών	1
Βάρης - Βούλας - Βουλιαγμένης	5
Βριλησίων	1
Γαλατσίου	14
Γλυφάδας	4
Διονύσου	1
Ελευσίνιας	1
Ζωγράφου	69
Ηλιούπολης	5
Ηρακλείου	1
Ιλίου	2
Καλλιθέας	2
Κραταινίου	1

```
In [16]: df['count'] = 1
df.groupby(['Resid_loc.2']).count()['count']
```

Resid_loc.2	count
Αγ. Ανδρονόων - Καματερού	5
Αγ. Δημητρίου	2
Αγ. Παρασκευής	10
Αθηναίων	51
Αιγάλεω	6
Αλίμου	3
Αμαρουσίου	3
Βάρης - Βούλας - Βουλιαγμένης	4
Βριλησίων	1
Βύρωνα	1
Γαλατσίου	30
Γλυφάδας	14
Δάφνης - Ψυττού	1
Διονύσου	2
Ελληνικού - Αργυρούπολης	4
Ζωγράφου	22
Ηλιούπολης	4
Ηρακλείου	1
Ιλίου	7
Κραταινίου	3

Εικόνα 4.15: Καταμέτρηση ερωτώμενων ανά Δήμο κατοικίας και εργασίας/σπουδών

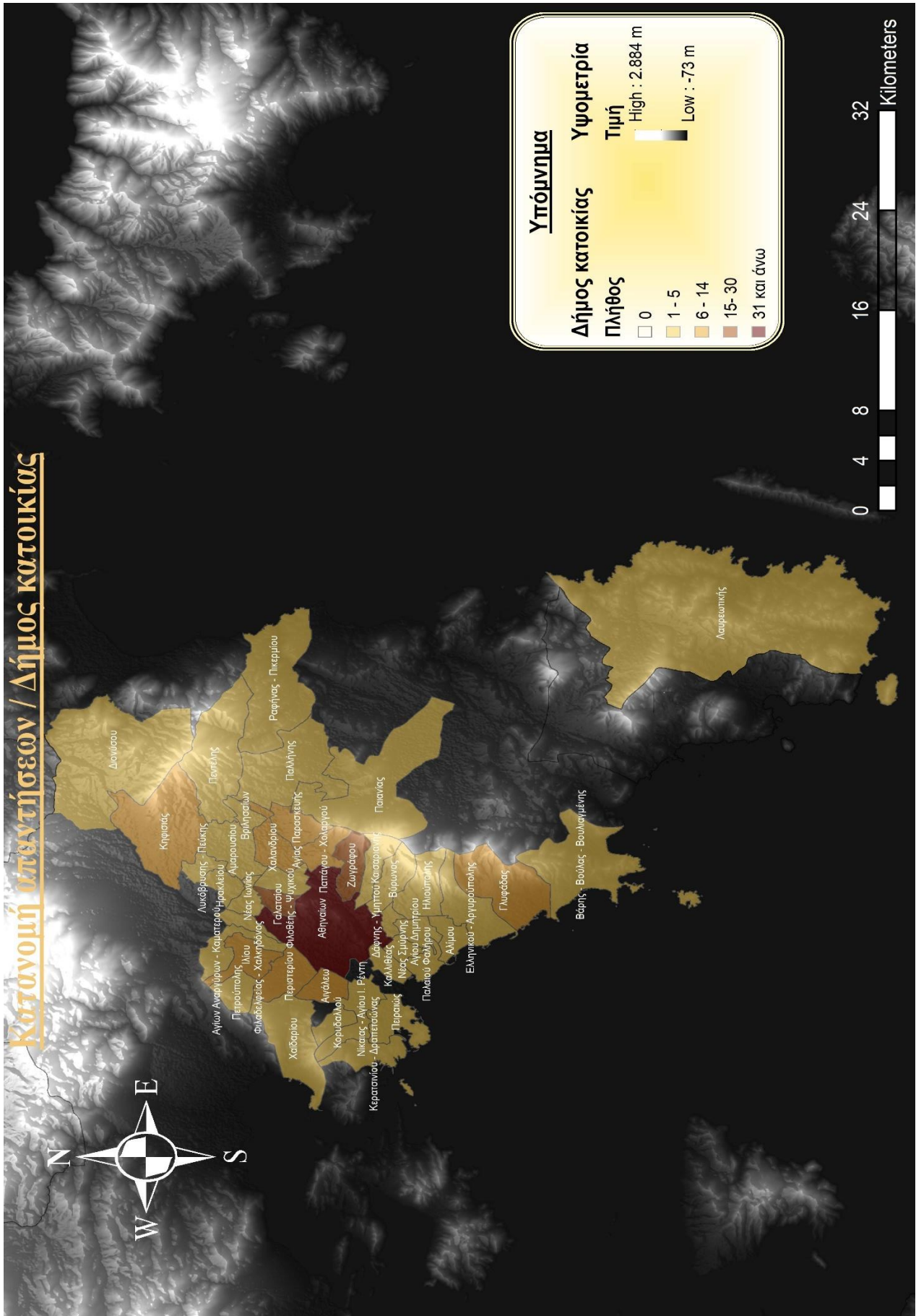
Στη συνέχεια, αφότου εξήχθησαν τα αποτελέσματα στην Python, έγινε **χρήση του λογισμικού ArcGIS** ένα πρόγραμμα που χρησιμοποιείται κυρίως για την προβολή, επεξεργασία, δημιουργία και ανάλυση γεωχωρικών δεδομένων. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε με σκοπό την απεικόνιση των αποτελεσμάτων της παραπάνω καταμέτρησης. Για την εισαγωγή των base layers επί των οποίων θα εμφανίζονταν τα δεδομένα, αναζητήθηκε στην ιστοσελίδα της ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Αρχή) ένας χάρτης των ορίων των Δήμων της Αττικής επί Καλλικράτη, σε μορφή αναγνωρίσιμη από ArcGIS όπως το shapefile [.shp]. Στη συνέχεια για να εισαχθούν τα δεδομένα των μετρήσεων στο shapefile των ορίων Δήμων, πραγματοποιήθηκε η εξής ακολουθία (Attribute Table -> Table Option -> Add Field -> Δίνεται όνομα στη νέα στήλη -> Double Format -> Open Editor -> Start Editing -> Open Attribute Table -> Τοποθετώ τις τιμές που αντιστοιχούν σε κάθε Δήμο -> Save Edits

Αποφασίστηκε η χωρική απεικόνιση να συμπεριλαμβάνει και **τα υψομετρικά δεδομένα του Λεκανοπεδίου Αττικής**, χαρακτηριστικό που δεν χρησιμοποιήθηκε άμεσα στην συγκεκριμένη διπλωματική αλλά θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για περαιτέρω διερεύνηση της επίδρασης της μορφολογίας εδάφους στις αντιλήψεις των πολιτών περί μεταφορικών μέσων κάθε είδους (συμπεριλαμβανομένων και τον ποδηλάτων). Το επίπεδο υψομετρικών δεδομένων εξήχθη από το European Environmental Agency και πιο συγκεκριμένα το από το Digital Elevation Model του Copernicus.com για το τμήμα της νοτιοανατολικής Μεσογείου. Το συγκεκριμένο αρχείο είναι πολύ ακριβές και δεν χρειάστηκε απομείωση του pixelation. Το πρόβλημα είναι ότι ήταν διαθέσιμο σε μορφή raster, και όταν επιδιώχθηκε η μετατροπή του σε αρχείο vector με σκοπό την ενοποίηση (merge) με το layer των Καλλικρατικών Δήμων, η μετατροπή και ενοποίηση αυτή δεν επιτράπηκε λόγω τεράστιου όγκου δεδομένων και ασύμφωνων συστημάτων συντεταγμένων. Επίσης η επάνω μετατροπή θα μείωνε την ακρίβεια της απεικόνισης καθώς θα ενοποιούνταν τα μεμονωμένα pixel σε μεγάλα πολύγωνα, κάτι που δε θα βελτιωνόταν με ένα απλό Cubic Convolution, ούτε με την επιλογή Display Quality -> Coarse. Συνεπώς, επιλέχθηκε να

4.5 Χωρική απεικόνιση αποτελεσμάτων

μη εννοποιηθούν τα δύο data layers και απλώς να επικαλύπτονται με μειωμένο το transparency ενός εκ των δύο, έτσι ώστε να είναι ευδιάκριτα τα δεδομένα και των δύο.

Παρατίθενται οι χωρικές κατανομές των ερωτώμενων ανά Δήμο κατοικίας και εργασίας/σπουδών.



Εικόνα 4.16: Κατανομή ερωτώμενων ανά Δήμο κατοικίας

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από τις δύο χωρικές κατανομές είναι τα εξής:

- Ο τόπος κατοικίας και εργασίας/σπουδών διαφέρει για την πλειοψηφία των πολιτών, γεγονός που είναι εμφανές από τις διαφοροποιήσεις στον αριθμό μετρήσεων για κάθε περιοχή μεταξύ των δύο χαρτών.
- Ο χάρτης για τον τόπο εργασίας/σπουδών των ερωτώμενων καλύπτει μία πολύ μεγαλύτερη επιφάνεια του Λεκανοπεδίου Αττικής σε σύγκριση με τον χάρτη για τον τόπο κατοικίας των ερωτώμενων.
- Οι Δήμοι κατοικίας των ερωτώμενων τείνουν να είναι πιο κεντρικοί, σε περιοχές με εύκολη πρόσβαση σε Μ.Μ.Μ., ενώ αντιθέτως οι Δήμοι εργασίας/σπουδών βρίσκονται και σε πιο απομακρυσμένες περιοχές του Νομού, κάτι που δείχνει πως ο κόσμος επιλέγει την κατοικία του με βάση την εγγύτητα στα δημόσια μέσα μεταφοράς και το κέντρο της πόλης κατ' επέκταση.
- Στο χάρτη κατανομής Δήμων κατοικίας διακρίνεται μία εμφανώς μεγαλύτερη πυκνότητα σε λίγες και κεντρικές περιοχές της πόλης, σε αντίθεση με το χάρτη κατανομής εργασίας/σπουδών, όπου με εξαίρεση κάποια βασικά κέντρα προσέλκυσης (Δήμος Αθηνών, Αμαρουσίου και Ζωγράφου) οι υπόλοιπες περιοχές έχουν πιο ισομοιρασμένη πυκνότητα.
- Παρατηρείται ότι τα βασικά κέντρα προσέλκυσης κατοίκων δεν είναι ίδια με τα κέντρα που απορροφούν την πλειοψηφία των εργαζόμενων/σπουδαστών.
- Τέλος, φαίνεται ότι οι Δήμοι με μεγαλύτερη υψομετρία διαθέτουν συνήθως είτε μηδενική ή πολύ χαμηλή πυκνότητα προτίμησης κατοικίας αλλά και εργασίας/σπουδών, κάτι που σημαίνει πως οι Αθηναίοι αυτοκινητιστές αποφεύγουν πιο ορεινά και απότομα ανάγλυφα και προτιμούν να κατοικούν αλλά και να εργάζονται/σπουδάζουν σε πιο πεδινές και ομαλές εκτάσεις εδάφους.

Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή μεθοδολογιών - αποτελέσματα

5.1 Γενικά

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά **οι μεθοδολογίες** που χρησιμοποιήθηκαν στη Διπλωματική Εργασία, καθώς και **τα αποτελέσματα** που προκύπτουν από την εφαρμογή τους.

Όπως αναφέρθηκε και στο 4ο κεφάλαιο, μετά τη συλλογή των στοιχείων, την επεξεργασία και οργάνωσή τους σε πίνακες μέσω του προγράμματος Excel, ακολούθησε η **στατιστική τους επεξεργασία**. Πρώτον, για τη διερεύνηση της προθυμίας πληρωμής ετήσιας εισφοράς για ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο της **διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης**. Δεύτερον, μετά από δοκιμές διαφόρων εναλλακτικών μεθόδων, χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο της **κατανομής Poisson**, με σκοπό τη διερεύνηση του πιο επιθυμητού ύψους ετήσιας εισφοράς. Τέλος, έγινε χρήση του προτύπου της **πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** για το μέρος των σεναρίων ανάπτυξης ποδηλατοδρόμων.

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά **τα βήματα** που έγιναν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και παρουσιάζεται η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων. Αναπόσπαστο κομμάτι των αποτελεσμάτων αποτελούν **οι στατιστικοί έλεγχοι** που απαιτούνται για την αποδοχή ή απόρριψη των μοντέλων.

Τέλος, παρουσιάζονται και περιγράφονται **τα αποτελέσματα** της στατιστικής επεξεργασίας και γίνεται μια προσπάθεια ερμηνείας τους σύμφωνα με τη λογική, την εμπειρία και στοιχεία από τη σχετική βιβλιογραφία. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αυτών διακρίνεται σε τρεις φάσεις:

- Παρουσίαση των εξαγόμενων στοιχείων
- Περιγραφή των αποτελεσμάτων
- Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων περιλαμβάνει τόσο τη μαθηματική σχέση του μοντέλου, όσο και κάποια σχετικά διαγράμματα που διευκολύνουν στη γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Στις παρακάτω παραγράφους περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των τριών συναρτήσεων χρησιμότητας οι οποίες θεωρήθηκε ότι εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται τελικά η επιλογή του επιπέδου ενίσχυσης ποδηλατοδρόμων από τους Αθηναίους οδηγούς Ι.Χ.

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Με το μοντέλο αυτό, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση των **σεναρίων** του ερωτηματολογίου. Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκε χάριν ευχρηστίας, η γλώσσα **Python (έκδοση 3.9)**, μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής ανοικτού κώδικα

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

ονόματι **Jupyter Notebook**, το οποίο δίνει τη δυνατότητα για αυτόματο συγχρονισμό και αυτόματη αποθήκευση όλων των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται μέσα στο περιβάλλον αυτό, καθώς και το πρόσφατο ιστορικό των προηγούμενων δραστηριοτήτων.

5.2.1 Εισαγωγή Δεδομένων στη Python

Στη παρούσα έρευνα, το Python χρησιμοποιήθηκε μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής Jupyter Notebook, το οποίο ανοίγει στο προεπιλεγμένο πρόγραμμα περιήγησης στο διαδίκτυο, μέσω της εντολής `cmd -> Jupyter Notebook`.

Έπρεπε να γίνει **εγκατάσταση κάποιων πακέτων εντολών** που θα βοηθήσουν στη συνέχεια. Στο command window που είχε ανοιχθεί προηγουμένως γράφεται **“pip install xlrd”** ή **“pip install openpyxl”** για να μπορεί να γίνει ανάγνωση των αρχείων Excel από το Jupyter Notebook. Με τη βοήθεια του pandas και numpy θα γίνει εφικτή η επεξεργασία των δεδομένων των αρχείων Excel, και η στατιστική ανάλυση των δεδομένων, άρα: -> **“pip install numpy”** (το Pandas είναι ήδη εγκατεστημένο επειδή το λογισμικό Python είναι έκδοσης νεότερης του 3.7). Αντίστοιχα πακέτα έπρεπε να εγκατασταθούν καθ’ όλη τη διάρκεια της επεξεργασίας των δεδομένων, όπως πχ για τη δημιουργία διαγραμμάτων -> **“pip install seaborn”**, ή την **δημιουργία στατιστικών μοντέλων** -> **“pip install statsmodels”**, ή την αναβάθμιση της έκδοσης του ίδιου του λογισμικού -> **python -m pip install --upgrade pip**, ή της διαδικτυακής εφαρμογής -> **“pip install --upgrade jupyterhub”** & **“pip install --upgrade --user nbconvert”**. Αφότου εγκατασταθούν όλα τα παραπάνω Python πακέτα, ακολουθεί στη γραφή του κώδικα στο περιβάλλον του Jupyter Notebook.

5.2.2 Ο Κώδικας

Αρχικά γράφονται κάποιες προαπαιτούμενες εντολές για τη συντόμευση μελλοντικών διεργασιών. Πολλές από αυτές τις βιβλιοθήκες εντολών όπως ‘sklearn’, τελικά δεν χρησιμοποιήθηκαν αφού το στατιστικό μοντέλο δεν επιλύθηκε με προβλέψεις και train & test set δεδομένων.

```
In [12]: import pandas as pd
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
import scipy as scp
from patsy import dmatrices
import sklearn
%matplotlib inline
import seaborn as sns
from matplotlib import colors as mcolors
import statsmodels.formula.api as smf
import statsmodels.api as sm
from sklearn.metrics import roc_auc_score
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
from sklearn.preprocessing import PolynomialFeatures
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn import metrics
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
```

Εικόνα 5.1: Εισαγωγή και συντόμευση πακέτων εντολών στο Python

Κατόπιν, εισάγεται το τελικό αρχείο Excel με το Βασικό Πίνακα του πολυωνυμικού μοντέλου που περιέχει τα κωδικοποιημένα δεδομένα και τις επιθυμητές μεταβλητές του ερωτηματολογίου μέσω της εντολής **“pd.read_excel(“Όνομα Αρχείου.xlsx”)**. Επίσης, εμφανίζονται και οι δέκα

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

πρώτες σειρές του Βασικού Πίνακα με την εντολή `".head('αριθμός σειρών')"`, για να επιβεβαιωθεί ότι έγινε σωστή εισαγωγή δεδομένων. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία στο αρχείο `.xlsx` δόθηκε το όνομα `"df"`, μία συντόμευση του data frame. Αξίζει να σημειωθεί πως οτιδήποτε ακολουθεί το σύμβολο `"#"` στην ίδια γραμμή, αποτελεί σχολιασμό και δεν μεταφράζεται από το πρόγραμμα.

```
In [2]: #import DATA from Master Table
df = pd.read_excel('Master Table Polynomial.xlsx')

In [3]: df.head(10)

Out[3]:
```

	Choice	Time	Cost	Comfort	Exp_Car	Time_Car	Reas_Car	Dist_Car	Exp_Bike	Dist_Bike	...	Impr_gen	Impr_day	Tax	Tax_cost	Gender	Age	li
0	2	0.000000	0.666667	1	1	1	1	2	1	1	...	2	1	1	1.000000	1	1	
1	0	0.500000	0.000000	2	1	1	1	2	1	1	...	2	1	1	1.000000	1	1	
2	0	0.500000	0.000000	2	1	1	1	2	1	1	...	2	1	1	1.000000	1	1	
3	0	0.500000	0.000000	2	1	1	1	2	1	1	...	2	1	1	1.000000	1	1	
4	1	0.333333	0.266667	1	1	1	1	2	1	1	...	2	1	1	1.000000	1	1	
5	1	0.500000	0.266667	1	1	1	1	2	1	1	...	2	1	1	1.000000	1	1	
6	2	0.000000	1.000000	1	1	1	1	2	1	1	...	2	1	1	1.000000	1	1	
7	2	0.000000	1.000000	1	1	1	1	2	1	1	...	2	1	1	1.000000	1	1	
8	1	0.333333	0.266667	1	1	1	1	2	1	1	...	2	1	1	1.000000	1	1	
9	2	0.000000	0.666667	1	1	1	1	3	3	4	...	2	3	1	0.666667	2	2	

10 rows x 45 columns

Εικόνα 5.2: Εισαγωγή και σύντομη εμφάνιση του τελικού αρχείου Excel στο Python

Οι μεταβλητές και οι αντίστοιχες τιμές της εικόνας 5.2, είναι ίδιες με αυτές της εικόνας 4.2, αφού είναι ίδιο το αρχείο εισαγμένο αυτή τη φορά στο Python.

Αναλυτικότερα, στο αρχείο `"df"` περιλαμβάνονται οι παρακάτω μεταβλητές και αντίστοιχες τιμές:

- **Choice**, η επιλογή μίας εκ των τριών εναλλακτικών σεναρίων, με, **2= Μεγάλη ενίσχυση, 1 = Μικρή ενίσχυση, 0 = Καμία ενίσχυση δικτύου ποδηλατοδρόμων**
- **Time**, η τιμή της μεταβλητής της αλλαγής του χρόνου μετακίνησης με Ι.Χ. (αύξηση με '+' και μείωση με '-') για τη μεγάλη ενίσχυση, τη μικρή ενίσχυση, και για τη μηδενική ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων, αντίστοιχα. **Πιο συγκεκριμένα κατόπιν κανονικοποίησης προκύπτει (-15% = 0; -5% = 1/3; 0 = 0,5; +5% = 2/3; +15% = 1)**
- **Cost**, η τιμή της μεταβλητής του ύψους ετήσιας εισφοράς για τη μεγάλη ενίσχυση, τη μικρή ενίσχυση και τη μηδενική ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων, αντιστοίχως. **Πιο συγκεκριμένα κατόπιν κανονικοποίησης προκύπτει (0 Ευρώ = 0; 100 Ευρώ = 1/3; 200 Ευρώ = 2/3; 300 Ευρώ = 1)**
- **Comfort**, η τιμή της μεταβλητής της άνεσης μετακίνησης με Ι.Χ., για τη μεγάλη ενίσχυση, τη μικρή ενίσχυση, και για τη μηδενική ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων, αντίστοιχα. **Πιο συγκεκριμένα κατόπιν κανονικοποίησης προκύπτει (Χαμηλή= 1; Μέτρια = 2; Υψηλή = 3)**
- **Exp_Car, Time_Car, Dist_Car...**, η κωδικοποίηση των ερωτήσεων σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο του Παραρτήματος Α

Παρατίθεται μία τμηματική απεικόνιση του πολυωνυμικού λογιστικού μοντέλου στο περιβάλλον του Jupyter Notebook με τη γλώσσα προγραμματισμού Python.

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

```
In [6]: Scenario_choice = df['Choice'].value_counts()
print(Scenario_choice)

1    1146
0     675
2     393
Name: Choice, dtype: int64

In [7]: dffcor = df.corr()
dffcor.to_excel('Correlation1.xlsx', index = False, header=True)

In [8]: # Χρειάζεται το reset index έτσι ώστε το Choice να είναι πάλι στήλη
dff.groupby('Choice').count().reset_index()

Out[8]:
```

	Choice	Time	Cost	Comfort	Exp_Car	Time_Car	Dist_Car	Exp_Bike	Dist_Bike	Adv_1	...	Reas_Car_2	Reas_Car_3	Reas_Car_4	Gender_1	Gender_2	G
0	0	675	675	675	675	675	675	675	675	675	...	675	675	675	675	675	675
1	1	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1146	...	1146	1146	1146	1146	1146	1146
2	2	393	393	393	393	393	393	393	393	393	...	393	393	393	393	393	393

```
3 rows x 63 columns

In [11]: # Δημιουργούμε τα συνολα δεδομένων
# Κάνοντας drop από το X τη μεταβλητή Choice,
# και οσες άλλες αποκλείστηκαν από το correlation παραπάνω
## αποκλείω οσα είναι ασήμαντα στατιστικά και στα 500 choices
X = df.drop(['Choice', 'Age', 'Adv_1', 'Adv_2', 'Adv_3', 'Adv_4', 'Disadv_2', 'Adv_5', 'Adv_6', 'Disadv_7', 'Disadv_6', 'Disadv_4']
y = df['Choice']
print(list(X.columns.values))

['Time', 'Cost', 'Comfort', 'Time_Car', 'Dist_Car', 'Exp_Bike', 'Disadv_3', 'Bikelanes', 'Congest', 'Tax', 'Tax_cos
t', 'Rem_job_1', 'Job_type_1', 'Job_type_4', 'Impr_day_1', 'Reas_Car_2', 'Reas_Car_3', 'Rights_4']

In [12]: # Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα, μπορούμε να φτιάξουμε ένα μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης
logit_model=sm.MNLogit(y,sm.add_constant(X))
logit_model
result=logit_model.fit(method='lbfgs')
print(result.summary())

MNLogit Regression Results
=====
Dep. Variable:          Choice      No. Observations:      2214
Model:                MNLogit      Df Residuals:          2176
Method:                MLE          Df Model:              36
Date:                 Sun, 04 Jul 2021  Pseudo R-squ.:         0.5087
Time:                 19:50:03       Log-Likelihood:        -1098.5
converged:             False        LL-Null:               -2235.9
Covariance Type:      nonrobust     LLR p-value:           0.000
=====
Choice=1      coef      std err          z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
const         4.3658      0.533         8.196     0.000         3.322         5.410
```

Εικόνα 5.3: Η τελική μορφή του πολυωνυμικού μοντέλου στο Python.

Στη συνέχεια, μέσω **Python** πραγματοποιήθηκε ένας **έλεγχος συσχέτισης (correlation)** όλων των μεταβλητών μέσω της εντολής **df = df.corr()**. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε εξαγωγή του πίνακα συσχέτισης μεταβλητών σε ένα κενό αρχείο Excel ονόματος **“Correlation1”**, μέσω της εντολής: **df.to_excel ('όνομα αρχείου.xlsx', index = False, header=True)**. (όπου index το θεωρείται False για να μη συμπεριληφθεί και η αρίθμηση των σειρών στο αρχείο Excel, ενώ αντιθέτως γράφεται το header ως True επειδή πρέπει να εμφανίζονται στο αρχείο Excel τα ονόματα των στηλών, καθώς είναι τα ονόματα των μεταβλητών).

```
In [21]: dffcor = df.corr()
dffcor.to_excel('Correlation1.xlsx', index = False, header=True)

In [22]: # Χρειάζεται το reset index έτσι ώστε το Choice να είναι πάλι στήλη
dff.groupby('Choice').count().reset_index()

Out[22]:
```

	Choice	Time	Cost	Comfort	Exp_Car	Time_Car	Dist_Car	Exp_Bike	Dist_Bike	Adv_1	...	Reas_Car_2	Reas_Car_3	Reas_Car_4	Gender_1	Gender_2	G
0	0	675	675	675	675	675	675	675	675	675	...	675	675	675	675	675	675
1	1	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1146	1146	...	1146	1146	1146	1146	1146	1146
2	2	393	393	393	393	393	393	393	393	393	...	393	393	393	393	393	393

```
3 rows x 63 columns
```

Εικόνα 5.4: Έλεγχος συσχέτισης συνόλου μεταβλητών στο Python.

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Ακολούθως, μέσω του πίνακα Excel που προκύπτει, πραγματοποιήθηκε ένα απλό φιλτράρισμα των μεταβλητών ανά ζεύγη, με κριτήριο η συσχέτιση να είναι **μικρότερη του απόλυτου 0.5**. Εντοπίστηκε συσχέτιση μεταξύ κάποιων μεταβλητών, όπως **Exp_Bike** (Εμπειρία οδήγησης ποδηλάτου) & **Dist_Bike** (συνήθης απόσταση μετακίνησης με ποδήλατο), ή **Exp_Car** (Εμπειρία οδήγησης Ι.Χ.) & **Age** (Ηλικία). Στη περίπτωση αυτή **αφαιρείται μία από τις δύο** υψηλά συσχετιζόμενες μεταβλητές από την τελική επεξεργασία του κάθε μοντέλου. Παρόλα αυτά έγιναν δοκιμές για να αποκαλυφθεί ποια μεταβλητή έδινε πιο χρήσιμα και στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Παρατίθεται **μία τμηματική απεικόνιση** του πίνακα συσχέτισης μεταβλητών που προέκυψε, όπου highlighted με πορτοκαλί είναι οι τιμές που υπερβαίνουν το απόλυτο 0,5.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Exp_Car	Time_Car	Reas_Car	Dist_Car	Exp_Bike	Dist_Bike	Adv_1	Adv_2	Adv_3	Adv_4	Adv_5	Adv_6
2	Exp_Car	1											
3	Time_Car	0,146299	1										
4	Reas_Car	-0,13162	-0,27203	1									
5	Dist_Car	0,195302	0,429982	-0,22554	1								
6	Exp_Bike	0,084699	-0,0227	0,027309	0,126191	1							
7	Dist_Bike	0,064914	-0,01718	0,067766	0,155354	0,805385	1						
8	Adv_1	0,028586	-0,17699	0,105321	-0,07235	0,177175	0,095393	1					
9	Adv_2	0,150054	-0,10354	0,001423	-0,07781	0,165795	0,112357	0,644853	1				
10	Adv_3	0,107899	-0,02426	-0,08909	0,105429	0,282436	0,217407	0,29218	0,397707	1			
11	Adv_4	0,068196	0,003046	-0,05373	-0,00494	-0,01477	-0,11108	0,219695	0,240241	0,269634	1		
12	Adv_5	-0,03941	0,010095	-0,03857	-0,14569	-0,04829	-0,13661	0,231658	0,278673	0,185964	0,490899	1	
13	Adv_6	0,104563	-0,03013	-0,04636	0,009522	0,098058	0,028931	0,213918	0,261368	0,363245	0,622042	0,38734	1
14	Disadv_1	-0,06306	-0,01729	-0,05331	-0,04406	-0,02223	0,002787	0,102207	0,110602	0,123422	0,2674	0,214728	0,326816
15	Disadv_2	-0,04535	0,042701	-0,04536	-0,03251	-0,05406	-0,03829	0,107998	0,115946	0,055215	0,288075	0,117046	0,243733
16	Disadv_3	-0,02037	-0,012	0,004162	-0,13963	-0,1274	-0,15868	0,096269	-0,02252	-0,11085	0,223077	0,111041	0,076744
17	Disadv_4	-0,06039	0,03826	-0,05799	0,012944	-0,01188	0,006113	0,036302	0,083805	0,139978	0,288566	0,131918	0,306739
18	Disadv_5	0,030721	0,03117	-0,02466	-0,05322	-0,15462	-0,12197	-0,02892	-0,04669	-0,17351	0,094088	0,132749	-0,00817
19	Disadv_6	-0,06193	0,1189	-0,0549	-0,01418	-0,15015	-0,11462	0,035937	0,029897	-0,02798	0,17251	0,119059	0,066352

Εικόνα 5.5: Πίνακας συσχέτισης μεταβλητών στο Excel με όνομα Correlation1

Στο τέλος, όπως παρατηρείται στην εικόνα 5.4 χρειάζεται να μετατραπεί το choice πάλι σε στήλη, επειδή αυτή η μορφοποίηση χάλασε μετά το correlation. Αυτό γίνεται με την εντολή **“.reset_index()”,** όπου έτσι δημιουργείται μία στήλη index που αναφέρεται στη μεταβλητή ως προς την οποία γίνεται **“.groupby(“Όνομα μεταβλητής”)**”.

Εν συνεχεία, αφού εισάχθηκε στο περιβάλλον Jupyter Notebook το υπολογιστικό φύλλο Excel και πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος συσχέτισης, έπρεπε κάθε **μεταβλητή να ανατεθεί στο είδος της,** δηλαδή έπρεπε να εξακριβωθεί αν λαμβάνει **διακριτή/κατηγορική (factorial)** τιμή, ή αν λαμβάνει **συνεχή (numeric/continuous)** τιμή. Στη παρούσα Διπλωματική Εργασία, υπάρχουν επτά (7) μεταβλητές που λαμβάνουν διακριτές (όπως Φύλο, Επάγγελμα, Λόγος Μετακίνησης με Ι.Χ., κ.λπ.). Αρχικά ήταν εννέα (9) μεταβλητές συμπεριλαμβανομένου του επιπέδου άνεσης (Comfort) και της εξαρτημένης μεταβλητής επιλογής σεναρίων (Choice), αλλά τελικά αυτές κωδικοποιήθηκαν κατάλληλα έτσι ώστε να λαμβάνουν συνεχείς τιμές.

Ο τρόπος που εφαρμόστηκε είναι με τη **μετατροπή** των 7 κατηγορικών μεταβλητών **σε εικονικές (dummy) μεταβλητές.** Η εικονική μεταβλητή είναι μία δυαδική μεταβλητή που δείχνει εάν μια ξεχωριστή κατηγορική μεταβλητή λαμβάνει μία συγκεκριμένη τιμή. Στο Python, είναι εφικτό να δημιουργηθούν εικονικές μεταβλητές χρησιμοποιώντας την εντολή **“pd.get_dummies(όνομα αρχείου, columns = [“Μεταβλητή 1”,,”Μεταβλητή 7”])”.** Συνεπώς, έτσι το νέο data frame έχει πολλές παραπάνω στήλες δυαδικής μορφής (0 και 1). Τέλος, εμφανίζονται και οι πέντε

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

πρώτες σειρές του νέου αρχείου δεδομένων με παρόμοια εντολή όπως και πάνω “print(.head(‘αριθμός σειρών’))”, για να επιβεβαιωθεί ότι έγινε σωστή μορφοποίηση των κατηγορικών μεταβλητών.

```
In [11]: df = pd.get_dummies(df, columns=["Rem_job", "Job_type", "Impr_gen", "Impr_day", "Reas_Car", "Gender", "Rights"])
In [20]: print(df.head(5))
```

	Rem_job	Job_type	Impr_gen	Impr_day	Reas_Car	Gender	Rights
0	0	0.500000	0.000000	1	1	1	1
1	0	0.500000	0.000000	2	1	1	2
2	0	0.500000	0.000000	2	1	1	2
3	0	0.500000	0.000000	2	1	1	2
4	1	0.333333	0.266667	1	1	1	2

	Dist_Bike	Adv_1	Adv_2	Adv_3	Adv_4	Reas_Car_2	Reas_Car_3	Reas_Car_4	Gender_1
0	0	1	4	...	0	0	0	0	1
1	1	1	4	...	0	0	0	0	1
2	1	1	4	...	0	0	0	0	1
3	1	1	4	...	0	0	0	0	1
4	1	1	4	...	0	0	0	0	1

	Gender_2	Gender_3	Rights_1	Rights_2	Rights_3	Rights_4
0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	1	0

[5 rows x 63 columns]

Εικόνα 5.6: Μετατροπή και απεικόνιση των κατηγορικών μεταβλητών

Κενά κελιά στο τελικό αρχείο Excel, δεν υπήρχαν. Πρώτον επειδή η μόνη ερώτηση που επέτρεπε την αποφυγή απάντησης ήταν η επιλογή του Δήμου Εργασίας / Σπουδών, μία ερώτηση που δεν χρησιμοποιήθηκε στη στατιστική ανάλυση καθώς θα απαιτούσε και χωρική / χαρτογραφική απεικόνιση των προτιμήσεων των Αθηναίων, κάτι που υπερβαίνει το συγκεκριμένο αντικείμενο και στόχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Δεύτερον, επειδή κατά τη σχεδίαση του ερωτηματολογίου κύρια μέριμνα ήταν το 100% των ερωτήσεων να απαντώνται με ένα απλό “κλικ” επιλογής και να μην απαιτείται απάντηση με συγγραφή κειμένου (Text) από τους συμμετέχοντες.

Στα επόμενα δύο κελιά παρατίθενται **οι σημαντικότερες εντολές** για την εφαρμογή της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Δημιουργούνται τα **σύνολα δεδομένων** και χωρίζεται η εξαρτημένη μεταβλητή “Choice” (που αντιπροσωπεύει την επιλογή των ερωτώμενων), από τις ανεξάρτητες μεταβλητές μέσω της εντολής **X = drop(['Choice'], axis = 1)**. Το ‘axis = 1’ χρειάζεται επειδή αλλιώς το πρόγραμμα θα θεωρούσε αυτόματα ως ‘axis = 0’ πράγμα που σημαίνει ότι όλοι οι υπολογισμοί του αρχείου δεδομένων που θα έκανε, θα ήταν κατά μήκος όλων των σειρών μίας μεταβλητής, ενώ θέτοντας ‘axis = 1’, οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται κατά μήκος των στηλών όλων των μεταβλητών. Από τον άξονα X γίνεται drop σε πρώτο κομμάτι και τις μεταβλητές που έχουν **υψηλή συσχέτιση** μεταξύ τους (μόνο μία από τις 2). Στη συνέχεια όσο προχωράει το μοντέλο και μετά από πολλές δοκιμές και συνδυασμούς, απορρίπτονται και οι μεταβλητές που θεωρούνται **στατιστικά ασήμαντες**, με αποτέλεσμα να καταλήξει το μοντέλο στη τελική του μορφή.

Στη συνέχεια για να ληφθούν οι p-values του μοντέλου που δημιουργήθηκε παραπάνω χρησιμοποιείται το **πακέτο εντολών του statsmodels library**. Από τις αρχικές συντομεύσεις στην εικόνα 5.1 με το ‘sm.’ καλείται το πακέτο statsmodels, και στη συνέχεια μέσω της επίκλησης του πακέτου Statsmodels, περιλαμβάνεται και **το πακέτο MNLogit**, το οποίο επιτρέπει την εκτίμηση των πολυωνυμικών λογιστικών μοντέλων.

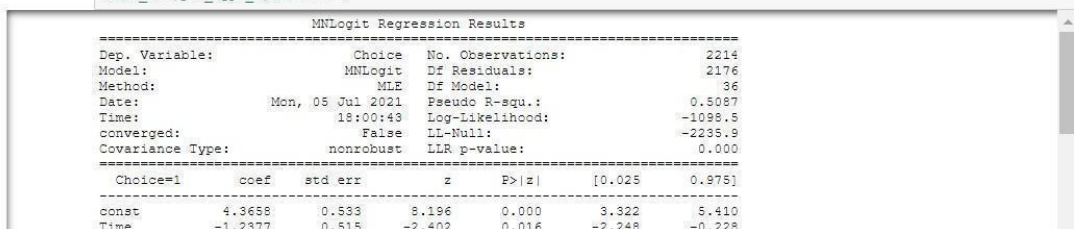
5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Με την εντολή 'MNLogit.fit()' πραγματοποιείται μία γρήγορη, εύκολη και μικρού μεγέθους **πολυωνυμική παλινδρόμηση**, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας (**Maximum Likelihood Method**). Μετά από δοκιμές, η προτιμώμενη μέθοδος για **αριθμητική βελτιστοποίηση** ήταν η 'bfgs', που είναι ίδια με την κλασική 'bfgs' μέθοδο (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno) απλά για μικρότερη απαιτούμενη μνήμη επεξεργασίας και περιέχεται στο πακέτο του 'scipy' που καλείται στην εικόνα 5.1 και συγκεκριμένα το 'scipy.optimize'. Στο σύνολο δεδομένων αντί για (X), υπάρχει η εντολή 'sm.add_constant(X)' καθώς το μοντέλο βελτιώνεται με το να προστεθεί ένας σταθερός όρος στην εξίσωση χρησιμότητας. Παρατίθενται παρακάτω τα δύο αυτά κελιά εντολών, και τα αποτελέσματά τους που εμφανίστηκαν με προαναφερθείσες εντολές όπως το 'print(.summary)'

```
In [10]: # Δημιουργούμε τα συνολα δεδομένων
# Κανοντας drop απο το X τη μεταβλητη Choice,
## και οσες αλλες αποκλειστηκαν απο το correlation παραμονα
##αποκλειω οσα είναι ασημαντα στατιστικά και στα δυο choices
X = df.drop(['Choice', 'Age', 'Adv_1', 'Adv_2', 'Adv_3', 'Adv_4', 'Disadv_2', 'Adv_5', 'Adv_6', 'Disadv_7', 'Disadv_6',
'Disadv_4', 'Disadv_3', 'Disadv_5', 'Disadv_1', 'Feel_Bike', 'Nervous', 'Bike_safe', 'Photo_1', 'Photo_2',
'Photo_3', 'Photo_4', 'Income', 'Edu_level', 'Bike_life', 'Exp_Car', 'Dist_Bike', 'Reas_Car_1', 'Reas_Car_4',
'Rights_1', 'Rights_2', 'Rights_3', 'Impr_gen_1', 'Impr_gen_2', 'Impr_gen_3', 'Impr_day_2', 'Impr_day_3',
'Gender_1', 'Gender_2', 'Gender_3', 'Rem_job_2', 'Rem_job_3', 'Job_type_2', 'Job_type_3', 'Job_type_5'])
y = df['Choice']
print(list(X.columns.values))

['Time', 'Cost', 'Comfort', 'Time_Car', 'Dist_Car', 'Exp_Bike', 'Disadv_3', 'Bikelanes', 'Congest', 'Tax', 'Tax_cos
t', 'Rem_job_1', 'Job_type_1', 'Job_type_4', 'Impr_day_1', 'Reas_Car_2', 'Reas_Car_3', 'Rights_4']

In [14]: # Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα, μπορούμε να φτιαξουμε ένα μοντέλο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης
logit_model=sm.MNLogit(y, sm.add_constant(X))
logit_model
result=logit_model.fit(method='bfgs')
print(result.summary())
#time_car,job_type_4,bikelanes
```



Choice=1	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	4.3658	0.533	8.196	0.000	3.322	5.410
Time	-1.2377	0.515	-2.402	0.016	-2.248	-0.228

Εικόνα 5.7: Βασικός κώδικας δημιουργίας πολυωνυμικού μοντέλου στο Python

Από τον τελικό κώδικα του πολυωνυμικού μοντέλου με όνομα "logit_model" που απεικονίζεται στην επάνω εικόνα φαίνεται πως :

1. Η **εξαρτημένη μεταβλητή Choice** υπολογίζεται συναρτήσει των μεταβλητών του **χρόνου (Time)**, **κόστους (Cost)**, και **άνεσης (Comfort)**, οι οποίες λαμβάνουν διάφορες τιμές ανάλογα την εναλλακτική επιλογή, και των **ανεξάρτητων μεταβλητών** 'Time_Car', 'Dist_Car', 'Exp_Bike', 'Disadv_3', 'Bikelanes', 'Congest', 'Tax', 'Tax_cost', 'Rem_job_1', 'Job_type_1', 'Job_type_4', 'Impr_day_1', 'Reas_Car_2', 'Reas_Car_3', 'Rights_4', των οποίων οι τιμές παραμένουν σταθερές ανεξάρτητα της εναλλακτικής επιλογής. Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων επετεύχθη μετά από πολλές δοκιμές και διαφορετικούς σχεδιασμούς.
2. Τυπικά, το επιθυμητό επίπεδο αναφοράς, είναι αυτό που συγκριτικά με τις άλλες επιλογές των σεναρίων, παρατηρείται ότι η πλειοψηφία του πληθυσμού το επιλέγει. Παρόλα αυτά με την εντολή '.value_counts()' που εμφανίζεται στην εικόνα 5.3, φαίνεται ότι η **πλειοψηφία** (~51%) των επιλογών ήτανε για τα σεναρία της **μικρής ενίσχυσης** της ποδηλατικής κυκλοφορίας στη πόλη. Όμως, ως **επίπεδο αναφοράς** ορίζεται η τρίτη

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

επιλογή των σεναρίων , δηλαδή η **μηδενική ενίσχυση** της ποδηλατικής κυκλοφορίας στη πόλη. Η επιλογή αυτή έγινε έτσι ώστε να είναι πιο κατανοητή η **σύγκριση ανά δύο, των τριών (3) επιπέδων ενίσχυσης**, δηλαδή **μεγάλη – καμία ενίσχυση** και **μικρή – καμία ενίσχυση**. Αυτοί οι συνδυασμοί σεναρίων δίνουν πιο εμφανή και ευδιάκριτα αποτελέσματα, από το να συγκριθεί καμία – μικρή ενίσχυση και μεγάλη – μικρή ενίσχυση. Έτσι, οι δύο συναρτήσεις που προκύπτουν από το μαθηματικό μοντέλο για τη μικρή και τη μεγάλη ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων στη πόλη ερμηνεύονται συγκριτικά με την επιλογή του να διατηρηθεί το υφιστάμενο οδικό δίκτυο με μηδενική ενίσχυση της ποδηλατικής κίνησης στη πόλη.

Τέλος για να ποσοτικοποιηθεί η πιθανότητα να πραγματοποιηθούν (ή όχι) τα ενδεχόμενα ενός μοντέλου, χρησιμοποιήθηκε ένα στατιστικό μέτρο ονόματι **Λόγος Απόδοσης / Πιθανοτήτων (Odds Ratio)** ή Σχετικός Λόγος Συμπληρωματικών Πιθανοτήτων. Στη γλώσσα Python το Odds Ratio περιέχεται στο πακέτο εντολών του numpy, το οποίο έχει ήδη κληθεί, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.1. Η εντολή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και εμφάνιση του Odds Ratio του πολυωνυμικού μοντέλου παρατίθεται στη κάτω εικόνα. (Στην εικόνα παρακάτω φαίνονται και τα τελικά τεστ AIC και BIC που πραγματοποιήθηκαν για τη εύρεση του βέλτιστου πολυωνυμικού μοντέλου)

```
In [11]: # ESTIMATION OF PERFORMANCE METRICS FOR POLYNOMIAL MODEL
```

```
aic1 = result.aic  
bic1 = result.bic
```

```
print('AIC = ', aic1)  
print('BIC = ', bic1)
```

```
AIC = 2273.0686617479737  
BIC = 2489.76579405218
```

```
In [12]: # Odds ratio for the models
```

```
np.exp(result.params)  
print(np.exp(result.params))
```

```
Out[12]:
```

	0	1
const	78.714676	6.036404e-03
Time	0.290043	5.290435e+01
Cost	98.110701	1.466282e+13
Comfort	0.590633	1.680347e+00
Time_Car	0.682673	4.151429e-01
Dist_Car	0.766714	2.756187e-01

Εικόνα 5.8: Δημιουργία και εμφάνιση του Odds Ratio για το μοντέλο στο Python

5.2.3 Συναρτήσεις χρησιμότητας

Από το πολυωνυμικό μοντέλο "logit_model" που εξετάστηκε παραπάνω προκύπτουν οι **δύο (2) συναρτήσεις χρησιμότητας** για τη **μικρή** και τη **μεγάλη ενίσχυση δικτύου ποδηλατοδρόμων** αντίστοιχα. Οι συντελεστές αυτών των συναρτήσεων εμφανίζονται στο Python με την εντολή

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

“.summary()”, που φαίνεται στην εικόνα 5.7, της οποίας το ολοκληρωμένο αποτέλεσμα απεικονίζεται στην εικόνα 5.8 παρακάτω.

Συγκεκριμένα, απεικονίζονται οι **σταθερές τιμές (const)** των δύο συναρτήσεων, καθώς και οι **συντελεστές (coefficients)** των μεταβλητών για κάθε συνάρτηση που επιλέχθηκαν για το μοντέλο. Όπως είναι εύκολα κατανοητό, η διαδικασία επιλογής των μεταβλητών περιλάμβανε διεξοδικές δοκιμές με ένα μεγάλο εύρος μεταβλητών, των οποίων η σημαντικότητα κρινόταν με βάση την **τιμή $P > |z|$** . Εάν η τιμή ήταν σε **απόλυτη τιμή μεγαλύτερη του 0.05**, τότε η μεταβλητή **δεν θεωρούνταν σημαντική** για το μοντέλο.

Ως εκ τούτου, οι τελικές συναρτήσεις και οι μεταβλητές που συμπεριληφθήκαν στο μοντέλο προέκυψαν μετά από πολλές δοκιμές, ώστε να βρεθεί ένας ικανοποιητικός συνδυασμός μεταβλητών που να ικανοποιεί τον στόχο της Διπλωματικής Εργασίας.

Η μορφή του τελικού μοντέλου στο Python φαίνεται στη συνέχεια.

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

```

=====
MNLogit Regression Results
=====
Dep. Variable:                Choice      No. Observations:      2214
Model:                        MNLogit    Df Residuals:          2176
Method:                        MLE      Df Model:                36
Date:                          Sun, 04 Jul 2021      Pseudo R-squ.:         0.5087
Time:                          22:00:21      Log-Likelihood:        -1098.5
converged:                      False     LL-Null:                -2235.9
Covariance Type:                nonrobust  LLR p-value:           0.000
=====
Choice=1      coef      std err      z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
const         4.3658      0.533      8.196      0.000      3.322      5.410
Time        -1.2377      0.515     -2.402      0.016     -2.248     -0.228
Cost         4.5861      0.606      7.574      0.000      3.399      5.773
Comfort     -0.5266      0.083     -6.328      0.000     -0.690     -0.363
Time_Car   -0.3817      0.128     -2.975      0.003     -0.633     -0.130
Dist_Car   -0.2656      0.080     -3.319      0.001     -0.423     -0.109
Exp_Bike   -0.1103      0.064     -1.725      0.084     -0.236      0.015
Disadv_3   -0.3382      0.075     -4.535      0.000     -0.484     -0.192
Bikelanes  -0.0516      0.082     -0.630      0.529     -0.212      0.109
Congest    -0.4465      0.061     -7.334      0.000     -0.566     -0.327
Tax         1.2715      0.218      5.826      0.000      0.844      1.699
Tax_cost   1.9861      0.599      3.314      0.001      0.812      3.161
Rem_job_1   0.3973      0.136      2.929      0.003      0.131      0.663
Job_type_1  0.4278      0.149      2.865      0.004      0.135      0.721
Job_type_4  0.8875      0.172      5.164      0.000      0.551      1.224
Impr_day_1 -0.3777      0.167     -2.267      0.023     -0.704     -0.051
Reas_Car_2  1.7797      0.290      6.130      0.000      1.211      2.349
Reas_Car_3 -0.9673      0.156     -6.196      0.000     -1.273     -0.661
Rights_4   -0.9763      0.424     -2.305      0.021     -1.806     -0.146
-----
Choice=2      coef      std err      z      P>|z|      [0.025      0.975]
-----
const        -5.1099      1.365     -3.744      0.000     -7.785     -2.435
Time         3.9685      0.765      5.188      0.000      2.469      5.468
Cost        30.3163      2.052     14.776      0.000     26.295     34.338
Comfort      0.5190      0.170      3.048      0.002      0.185      0.853
Time_Car    -0.8791      0.339     -2.597      0.009     -1.543     -0.216
Dist_Car    -1.2887      0.206     -6.242      0.000     -1.693     -0.884
Exp_Bike     0.2619      0.159      1.646      0.100     -0.050      0.574
Disadv_3    -0.7014      0.183     -3.824      0.000     -1.061     -0.342
Bikelanes   -0.6720      0.239     -2.811      0.005     -1.140     -0.203
Congest     -0.9153      0.165     -5.549      0.000     -1.239     -0.592
Tax          3.3369      0.597      5.590      0.000      2.167      4.507
Tax_cost    3.9708      1.216      3.266      0.001      1.588      6.354
Rem_job_1    1.0165      0.354      2.874      0.004      0.323      1.710
Job_type_1   0.9494      0.373      2.544      0.011      0.218      1.681
Job_type_4   0.6263      0.444      1.410      0.158     -0.244      1.497
Impr_day_1  -2.3877      0.533     -4.481      0.000     -3.432     -1.343
Reas_Car_2   2.4845      0.660      3.764      0.000      1.191      3.778
Reas_Car_3  -2.7315      0.436     -6.265      0.000     -3.586     -1.877
Rights_4    -0.4028      1.083     -0.372      0.710     -2.526      1.721
=====

```

Εικόνα 5.9: Η μορφή του τελικού πολυωνυμικού μοντέλου στο Python

Με βάση τα παραπάνω, οι τελικές συναρτήσεις χρησιμότητας U_1 και U_2 για τη μικρή και μεγάλη ενίσχυση αντίστοιχα, με επίπεδο αναφοράς τη μηδενική ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων είναι οι εξής:

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

➤ Συνάρτηση επιλογής μικρής ενίσχυσης δικτύου ποδηλατοδρόμων:

$$U_1 = 4,366 - 1,238 * \text{Time} + 4,586 * \text{Cost} - 0,527 * \text{Comfort} - 0,382 * \text{Time_Car} - 0,266 * \text{Dist_Car} - 0,338 * \text{Disadv_3} - 0,447 * \text{Congest} + 1,272 * \text{Tax} + 1,986 * \text{Tax_cost} + 0,397 * \text{Rem_job_1} + 0,428 * \text{Job_type_1} + 0,888 * \text{Job_type_4} - 0,378 * \text{Impr_day_1} + 1,78 * \text{Reas_Car_2} - 0,967 * \text{Reas_Car_3} - 0,976 * \text{Rights_4}$$

Και η πιθανότητα επιλογής της μικρής ενίσχυσης ορίζεται:

$$P_1 = \frac{e^{U_1}}{1 + e^{U_1} + e^{U_2}}$$

Συγκεκριμένα:

- Ο όρος 4,366 αποτελεί τον σταθερό (**constant**) όρο της συνάρτησης.
- **Time**, η μεταβλητή του χρόνου.
- **Cost**, η μεταβλητή του κόστους.
- **Comfort**, η μεταβλητή της άνεσης.
- **Time_Car**, η μεταβλητή του χρόνου καθημερινής οδήγησης Ι.Χ.
- **Dist_Car**, η μεταβλητή της συνήθους απόστασης μετακίνησης με Ι.Χ.
- **Disadv_3**, η μεταβλητή της σημαντικότητας των απότομων κλίσεων των οδών για την οδήγηση ποδηλάτου
- **Congest**, η μεταβλητή της πιθανότητας επιβάρυνσης της οδικής κυκλοφορίας, κατόπιν ένταξης ποδηλατοδρόμων
- **Tax**, η μεταβλητή της προθυμίας καταβολής ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων
- **Tax_cost**, η μεταβλητή του προτιμητέου ύψους ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων
- **Rem_job_1**, η επιλογή "Ναι" στην ερώτηση Νο.39: "Δυνατότητα τηλεργασίας"
- **Job_type_1, Job_type_4**, οι επιλογές "Δημόσιος / Ιδιωτικός Υπάλληλος" και "Φοιτητής" αντίστοιχα, στην ερώτηση Νο.38: "Επάγγελμα"
- **Impr_day_1**, η επιλογή " Πιο προβλέψιμη συμπεριφορά των ποδηλατιστών και παραπάνω προσοχή" στην ερώτηση Νο.20: "Τι από τα παρακάτω θα προτείνετε για τη βελτίωση της σχέσης μεταξύ αυτοκινητιστών και ποδηλατιστών σε καθημερινή βάση;"
- **Reas_Car_2, Reas_Car_3**, οι επιλογές "Αγορές" και "Αναψυχή" αντίστοιχα, στην ερώτηση Νο.6: "Ποιος είναι ο κύριος λόγος μετακίνησής σας με αυτοκίνητο;"
- **Rights_4**, η επιλογή "Άλλο μέσο μετακίνησης" στην ερώτηση Νο.13: "Ποιος πιστεύετε ότι πρέπει να έχει παραπάνω δικαιώματα όσον αφορά στη κοινή χρήση του δρόμου;"

➤ Συνάρτηση επιλογής μεγάλης ενίσχυσης δικτύου ποδηλατοδρόμων:

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

$$U2 = -5,11 + 3,969 * \text{Time} + 30,316 * \text{Cost} + 0,519 * \text{Comfort} - 0,879 * \text{Time_Car} - 1,289 * \text{Dist_Car} - 0,701 * \text{Disadv_3} - 0,672 * \text{Bikelanes} - 0,915 * \text{Congest} + 3,337 * \text{Tax} + 3,971 * \text{Tax_cost} + 1,017 * \text{Rem_job_1} + 0,949 * \text{Job_type_1} - 2,388 * \text{Impr_day_1} + 2,485 * \text{Reas_Car_2} - 2,732 * \text{Reas_Car_3}$$

Και η πιθανότητα επιλογής της **μεγάλης ενίσχυσης** ορίζεται:

$$P2 = \frac{e^{U2}}{1 + e^{U2} + e^{U1}}$$

Συγκεκριμένα:

- Ο όρος $-5,11$ αποτελεί τον σταθερό (**constant**) όρο της συνάρτησης.
- **Time**, η μεταβλητή του χρόνου.
- **Cost**, η μεταβλητή του κόστους.
- **Comfort**, η μεταβλητή της άνεσης.
- **Time_Car**, η μεταβλητή του χρόνου καθημερινής οδήγησης Ι.Χ.
- **Dist_Car**, η μεταβλητή της συνήθους απόστασης μετακίνησης με Ι.Χ.
- **Disadv_3**, η μεταβλητή της σημαντικότητας των απότομων κλίσεων των οδών για την οδήγηση ποδηλάτου
- **Bikelanes**, η μεταβλητή της αναγκαιότητας των ποδηλατοδρόμων στις σύγχρονες πόλεις
- **Congest**, η μεταβλητή της πιθανότητας επιβάρυνσης της οδικής κυκλοφορίας, κατόπιν ένταξης ποδηλατοδρόμων
- **Tax**, η μεταβλητή της προθυμίας καταβολής ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων
- **Tax_cost**, η μεταβλητή του προτιμητέου ύψους ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων
- **Rem_job_1**, η επιλογή “Ναι” στην ερώτηση No.39: “Δυνατότητα τηλεργασίας”
- **Job_type_1**, η επιλογή “Δημόσιος / Ιδιωτικός Υπάλληλος”, στην ερώτηση No.38: “Επάγγελμα”
- **Impr_day_1**, η επιλογή “ Πιο προβλέψιμη συμπεριφορά των ποδηλατιστών και παραπάνω προσοχή” στην ερώτηση No.20: “Τι από τα παρακάτω θα προτείνατε για τη βελτίωση της σχέσης μεταξύ αυτοκινητιστών και ποδηλατιστών σε καθημερινή βάση;”
- **Reas_Car_2**, **Reas_Car_3**, οι επιλογές “Αγορές” και “Αναψυχή” αντίστοιχα, στην ερώτηση No.6: “Ποιος είναι ο κύριος λόγος μετακίνησής σας με αυτοκίνητο;”

5.2.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου

Απολύτως απαραίτητος για την αποδοχή του μοντέλου και των συναρτήσεων χρησιμότητας αποτελεί ο **στατιστικός έλεγχος** του πολυωνυμικού μοντέλου, ο οποίος πραγματοποιείται αυτόματα στο Python κατά την εξαγωγή των μαθηματικών μοντέλων.

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Τα δεδομένα αυτά έχουν συγκεντρωθεί στον Πίνακα 5.1 της επόμενης σελίδας συγκεντρωτικά για κάθε συνάρτηση που αναπτύχθηκε παραπάνω.

Μεταβλητές	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio	Σημαντικότητα
Choice=1	-	-	-	-
1 : σταθ. όρος	4,366	< 0.001	78.72	0.001
Time	- 1,238	0.016	0.29	0.05
Cost	4,586	< 0.001	98.11	0.001
Comfort	- 0,527	< 0.001	0.59	0.001
Time_Car	- 0,382	0.003	0.68	0.01
Dist_Car	- 0,266	0.001	0.77	0.001
Exp_Bike	- 0,11	0.084	0.90	Μη σημαντικό
Disadv_3	- 0,338	< 0.001	0.71	0.001
Bikelanes	- 0,052	0.529	0.95	Μη σημαντικό
Congest	- 0,447	< 0.001	0.64	0.001
Tax	1,272	< 0.001	3.57	0.001
Tax_cost	1,986	0.001	7.29	0.001
Rem_job_1	0,397	0.003	1.49	0.01
Job_type_1	0,428	0.004	1.53	0.01
Job_type_4	0,888	< 0.001	2.43	0.001
Impr_day_1	- 0,378	0.023	0.69	0.05
Reas_Car_2	1,78	< 0.001	5.93	0.001
Reas_Car_3	- 0,967	< 0.001	0.38	0.001
Rights_4	- 0,976	0.021	0.38	0.05
Choice=2	-	-	-	-
2 : σταθ. όρος	- 5,11	< 0.001	0.006	0.001
Time	3,969	< 0.001	52.9	0.001
Cost	30,316	< 0.001	10 [^] 13	0.001

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Comfort	0,519	0.002	1.68	0.01
Time_Car	- 0,879	0.009	0.42	0.01
Dist_Car	- 1,289	< 0.001	0.28	0.001
Exp_Bike	0,262	0.100	1.3	Μη σημαντικό
Disadv_3	- 0,701	< 0.001	0.5	0.001
Bikelanes	- 0,672	0.005	0.51	0.01
Congest	- 0,915	< 0.001	0.4	0.001
Tax	3,337	< 0.001	28.13	0.001
Tax_cost	3,971	0.001	53.03	0.001
Rem_job_1	1,017	0.004	2.76	0.01
Job_type_1	0,949	0.011	2.58	0.05
Job_type_4	0,626	0.158	1.87	Μη σημαντικό
Impr_day_1	- 2,388	< 0.001	0.09	0.001
Reas_Car_2	2,485	< 0.001	12	0.001
Reas_Car_3	- 2,732	< 0.001	0.07	0.001
Rights_4	- 0,403	0.710	0.67	Μη σημαντικό

Πίνακας 5.1: Στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών του πολυωνυμικού μοντέλου.

Αναλυτικότερα:

- **Μεταβλητές**, το όνομα των μεταβλητών που έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο. Οι μεταβλητές είναι κοινές και για τις δύο συγκρίσεις σεναρίων, αλλά μπορεί να μην είναι στατιστικά σημαντικές και στις δύο περιπτώσεις. Το πρώτο τμήμα του πίνακα είναι για **Choice = 1**, δηλαδή για τη σύγκριση του σεναρίου μικρής ενίσχυσης με αυτό της μηδενικής ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων, ενώ για **Choice = 2** συγκρίνεται η μεγάλη ενίσχυση με τη μηδενική ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων.
- **Συντελεστές**, η αριθμητική τιμή των συντελεστών (coefficients) των μεταβλητών.
- **P-Value**, η τιμή του P-Value με βάση την οποία κρίνεται η σημαντικότητα κάθε μεταβλητής στο μοντέλο. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υιοθετήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95 τοις εκατό. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε τιμή του PValue μικρότερη του 0.05 γίνεται αποδεκτή για το μοντέλο.
- **Odds Ratio**, μαθηματικά ορίζεται ως $\exp(\text{Συντελεστές})$. Ερμηνεύεται ως πόσες φορές πιο πιθανόν είναι να επιλεγεί η εκάστοτε εναλλακτική επιλογή σε σχέση με την επιλογή

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

αναφοράς με βάση τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Αναλυτικότερα, η ερμηνεία του Odds Ratio έχει δοθεί στο Υποκεφάλαιο 3.5.

- **Σημαντικότητα**, το επίπεδο σημαντικότητας με βάση την τιμή του P-Value. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ή 95 τοις εκατό. Μικρότερη τιμή από την 0.05 σημαίνει μεγαλύτερο επίπεδο σημαντικότητας και, άρα, αποδεκτή τιμή της μεταβλητής.

Οι συντελεστές των μεταβλητών ακολουθούν μια λογική ερμηνεία, ικανοποιώντας και αυτό το κριτήριο, όπως είχε αναφερθεί στο Υποκεφάλαιο 3.6.10.

Όσον αφορά στον έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών, όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 3.6, ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε στη γλώσσα Ryhton με την εντολή `df.corr()` αφού είχε προηγηθεί η μετατροπή όλων των μεταβλητών σε αριθμούς. Τα ζευγάρια των μεταβλητών `Exp_Bike – Dist_Bike`, `Adv_1 – Adv_2`, `Adv_4 – Adv_6`, `Age – Exp_Car`, παρουσίασαν συσχέτιση μεταξύ τους άνω του απόλυτου 0.5 και συνεπώς δεν χρησιμοποιήθηκαν ταυτόχρονα σε κανένα μοντέλο. Τα μόνο ζευγάρια μεταβλητών που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα στο πολυωνυμικό αποκλειστικά μοντέλο, παρά την υψηλή τους συσχέτιση, λόγω της χρησιμότητας των συμπερασμάτων που προκύπτουν είναι το `Tax – Tax_Cost`.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στο Ryhton διαθέτει συντελεστή **Pseudo R² = 0.5087**, οποίος είναι μεγαλύτερος από [το 0.30 ένα τυπικό κάτω όριο](#) για μελέτες κοινωνικού τύπου πεδίου STEM, όπως η παρούσα και, συνεπώς, γίνεται αποδεκτός. Χρησιμοποιήθηκε Pseudo R² τιμή, καθώς δεν υφίσταται απλό R² για λογιστικά μοντέλα τα οποία βασίζονται σε εκτιμήσεις μέγιστης πιθανοφάνειας μέσω επαναλήψεων.

5.2.5 Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η ερμηνεία των συναρτήσεων χρησιμότητας που παρουσιάστηκαν παραπάνω.

Για συντόμευση θα αναφερόμαστε στη **Μεγάλη, Μικρή και Καμία** ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων ως **Σενάρια Α, Β και Γ** αντιστοίχως, ακριβώς όπως είχαν παρουσιαστεί και στο ερωτηματολόγιο.

Αρχικά, η συνάρτηση χρησιμότητας U1, η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για την επιλογή του σεναρίου Β έναντι του σεναρίου Γ ορίζεται ως εξής:

$$U1 = 4,366 - 1,238 * Time + 4,586 * Cost - 0,527 * Comfort - 0,382 * Time_Car - 0,266 * Dist_Car - 0,338 * Disadv_3 - 0,447 * Congest + 1,272 * Tax + 1,986 * Tax_cost + 0,397 * Rem_job_1 + 0,428 * Job_type_1 + 0,888 * Job_type_4 - 0,378 * Impr_day_1 + 1,78 * Reas_Car_2 - 0,967 * Reas_Car_3 - 0,976 * Rights_4$$

Στη συνάρτηση αυτή διακρίνονται **16 μεταβλητές και μία (1) σταθερά**, όπως αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο 5.2.3.

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Από τη συνάρτηση U1 συμπεραίνει κανείς με τη βοήθεια και των Odds Ratio του πίνακα 5.1 τα εξής:

- Time -> Αύξηση του **χρόνου** μετακίνησης με Ι.Χ. στο σενάριο Β, οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής του σεναρίου Γ έναντι του Β κατά 71%, πράγμα που σημαίνει ότι στο δίλημμα: μικρή ενίσχυση έναντι καμίας ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων, οι ερωτώμενοι που επιλέγουν το σενάριο Β, **δίνουν μεγάλη βάση** στη διάρκεια του χρόνου μετακίνησης με Ι.Χ., κάτι που είναι σύμφωνο με παρελθοντική βιβλιογραφία . ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102], ([Serifis A., 2015](#)) [22], ([Salem N., 2019](#)) [174], ([Souris X., 2017](#)) [175]
- Cost -> Αύξηση του **ύψους ετήσιας εισφοράς** στο σενάριο Β, οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής του σεναρίου Β έναντι του Γ κατά 98 φορές, ένα αποτέλεσμα που δεν δείχνει κάτι, καθώς όλες οι τιμές ύψους ετήσιας εισφοράς για μικρή ενίσχυση ήταν ίσες ή υψηλότερες (0, 40, 80 ευρώ) από το μηδέν που κόστιζε η μηδενική ενίσχυση.
- Comfort -> Αύξηση του επιπέδου **άνεσης** μετακίνησης με Ι.Χ. στο σενάριο Β, οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής του σεναρίου Γ έναντι του Β κατά 41%, πράγμα που σημαίνει ότι στο δίλημμα: μικρή ενίσχυση έναντι καμίας ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων, οι ερωτώμενοι που επιλέγουν το σενάριο Β, **δεν δίνουν μεγάλη βάση** στην άνεση μετακίνησης με Ι.Χ.
- Time_Car -> Όσες παραπάνω **ώρες οδηγούν Ι.Χ.** τόσο πιθανότερο (32%) είναι να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Β, ένα λογικό στατιστικό, καθώς οι οδηγοί που εξαρτώνται από το αυτοκίνητο σε ημερήσια βάση, δεν βλέπουν κάποιο τρόπο που επωφελούνται οι ίδιοι άμεσα από την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, κάτι που είναι σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία για την αρνητικότητα προς τη ποδηλασία των τακτικών χρηστών αυτοκινήτου ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Sigurdardottir 2013](#)) [147]
- Dist_Car -> Όσο περισσότερα **χιλιόμετρα οδηγούν καθημερινά με το Ι.Χ.**, τόσο πιθανότερο είναι (23%) να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Β, ένα λογικό στατιστικό, που ακολουθάει το ίδιο σκεπτικό με τον αριθμό ωρών οδήγησης αυτοκινήτου. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η απόσταση διαδρομής έχει καθολικά αρνητική επιρροή στη χρήση ποδηλάτου. ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102]
- Disadv_3 -> Όσο πιο σημαντικό μειονέκτημα των ποδηλάτων θεωρούν τις **απότομες κλίσεις** των οδών, τόσο πιθανότερο είναι (29%) να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Β, ένα λογικό στατιστικό, ειδικά για μία πόλη με αρκετά λοφώδη σημεία όπως η Αθήνα. Το

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

συμπέρασμα αυτό συμφωνεί και με τη διεθνή βιβλιογραφία που υποδεικνύει ότι σε πόλεις με δύσκολο ανάγλυφο, οι κάτοικοί τους τείνουν να είναι πιο αρνητικοί στη ποδηλασία. ([Manaugh, K 2017](#)) [104], ([Majumdar, B.B. 2013](#)). [105], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102]

- Congest -> Όσο παραπάνω πιστεύουν ότι οι ποδηλατόδρομοι θα **επιβαρύνουν μόνιμα την οδική κυκλοφορία** της πόλης, τόσο πιθανότερο (36%) είναι να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Β, ένα λογικό αποτέλεσμα, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, που δείχνει ότι ο κόσμος που δεν έχει βιώσει σωστή εφαρμογή και ένταξη ποδηλατικών υποδομών στη πόλη του, τείνει να είναι πιο αρνητικός στο ενδεχόμενο ανάπτυξης ποδηλατικών υποδομών. ([González, F 2016](#)) [134], ([Caulfield, B 2014](#)) [135], ([Majumdar, B.B. & Mitrab, S., 2013](#)) [105], ([Pucher and Buehler 2008](#)) [33,92], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102], ([Tilahun et al. 2007](#)) [136], ([Buehler 2012](#)) [137]
- Tax -> Όσο πιο θετικοί είναι στην **πληρωμή ετήσιας εισφοράς** για τη κατασκευή ποδηλατοδρόμων, τόσο πιθανότερο (3,57 φορές) είναι να επιλέξουν το σενάριο Β έναντι του Γ, ένα απόλυτα λογικό στατιστικό, αφού όσοι κάτοικοι είναι πρόθυμοι να καταβάλλουν ετήσια εισφορά, σημαίνει πως είναι θετικοί στην ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων
- Tax_cost -> Όσο υψηλότερο **ποσό ετήσιας εισφοράς** είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν για την κατασκευή ποδηλατοδρόμων, τόσο πιθανότερο (7,29 φορές) είναι να επιλέξουν το σενάριο Β έναντι του Γ, ένα απόλυτα λογικό στατιστικό, καθώς όσοι ερωτώμενοι είναι διατεθειμένοι να καταβάλλουν υψηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς, τείνουν να επιλέγουν το σενάριο που το κόστος του είναι υψηλότερο
- Rem_job_1 -> Εκείνοι που έχουν τη **δυνατότητα τηλεργασίας** είναι 1,49 φορές πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Β έναντι του Γ, ένα λογικό αποτέλεσμα, καθώς οι ερωτώμενοι που δουλεύουν / θα δουλεύουν από το σπίτι τους, δεν υποχρεώνονται να οδηγούν το αυτοκίνητο σε καθημερινή βάση, συνεπώς ενισχύουν τη προώθηση εναλλακτικών βιώσιμων μετακινήσεων όπως το ποδήλατο
- Job_type_1 -> Οι **δημόσιοι/ιδιωτικοί υπάλληλοι**, είναι 1,53 φορές πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Β έναντι του Γ, ένα ενδιαφέρον αποτέλεσμα που δείχνει πως οι εργαζόμενοι με σταθερό τόπο, χρόνο και μισθό εργασίας, τείνουν να υποστηρίζουν την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων.
- Job_type_4 -> Οι **φοιτητές**, είναι 2,43 φορές πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Β έναντι του Γ, ένα επίσης ενδιαφέρον αποτέλεσμα που δείχνει πως και πάλι οι μετακινούμενοι

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

με ένα σταθερό προορισμό και χρονική διάρκεια εργασίας/σπουδών, τείνουν να υποστηρίζουν την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων. Το αποτέλεσμα των φοιτητών μπορεί να εξηγηθεί και με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπου υποστηρίζεται πως οι νεότερες ηλικιακά ομάδες έχουν πιο θετική αντιμετώπιση στη ποδηλασία και την ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών. ([Tsolaki A., 2014](#)) [106], ([Gundlach A. & Sagebiel J. et al. 2018](#)) [131], ([Da Silva Borges and Goldner, 2015](#)) [132], ([Maldonado - Hinajeros 2014](#)) [138], ([Ortuzar 2000](#)) [95] Μάλιστα αν συνυπολογιστούν και οι έρευνες που δείχνουν πως οι υψηλότερες μορφωτικά ομάδες υποστηρίζουν παραπάνω τη ποδηλασία, τότε το παραπάνω αποτέλεσμα είναι απόλυτα αναμενόμενο. ([Ruiz & Bernabe, 2014, p. 209](#)) [153]

- Impr_day_1 -> Εκείνοι που **κατηγορούν τους ποδηλάτες** για την άσχημη σχέση ποδηλατών - αυτοκινητιστών, είναι 31% πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Β. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν όχι μόνο με τα **διαγράμματα 4.10 και 4.12** αλλά και με την διεθνή βιβλιογραφία, όπου δείχνει πως οι αυτοκινητιστές με αρνητική προδιάθεση προς τους ποδηλάτες, συνηθίζουν να λαμβάνουν υπόψη αποκλειστικά τις ανάγκες των αυτοκινητιστών. ([Oldmeadow J. et al., 2019](#)) [40], ([Rissel C. et al., 2002](#)) [166], ([Johnson M. et al., 2014](#)) [167], ([Fruhen L., Flin R., 2015](#)) [164], ([Basford L. et al., 2002](#)) [165], ([Fruhen L. et al. 2019](#)) [39]
- Reas_Car_2 -> Εκείνοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για **αγορές**, είναι 5,93 φορές πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Β έναντι του Γ, ένα αποτέλεσμα λογικό καθώς η πλειοψηφία των κατοίκων δεν διανύουν επάνω από 5 χιλιόμετρα για να πραγματοποιήσουν τις καθημερινές αγορές τους. Η συγκεκριμένη απόσταση είναι εφικτή και με το ποδήλατο για κάθε ηλικία, με τη προϋπόθεση της ύπαρξης ασφαλών ποδηλατικών υποδομών. Αυτό σημαίνει πως οι συγκεκριμένοι ερωτώμενοι επέλεξαν το σενάριο με τους ποδηλατοδρόμους με το σκεπτικό της μελλοντικής χρήσης του ποδηλάτου και από τους ίδιους, το οποίο διεθνής βιβλιογραφία δείχνει πως είναι σημαντικό κίνητρο υποστήριξης ποδηλατικών δράσεων. ([Laird \(2013\)](#))
- Reas_Car_3 -> Εκείνοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για **αναψυχή**, είναι 62% πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Β, αποτέλεσμα επίσης λογικό, καθώς οι διαδρομές για λόγους αναψυχής σε μία μεγαλούπολη όπως η Αθήνα, συνήθως είναι μεγάλης χρονικής και χιλιομετρικής διάρκειας, κάτι που επιστρέφει στα επάνω bullet points των Time_car και Dist_car.
- Rights_4 -> Εκείνοι που επέλεξαν κάποιο **εναλλακτικό τρόπο μετακίνησης** να έχει προτεραιότητα στο δρόμο όπως λεωφορεία, τραμ κ.ά., (όλα εκτός ποδηλάτων & Ι.Χ.),), είναι 62% πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Β, αποτέλεσμα επίσης λογικό σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η οποία υποδυκνώνει πως οι τακτικοί χρήστες των δημόσιων συγκοινωνιών, τείνουν να είναι ενάντια της ανάπτυξης

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

ποδηλατικών υποδομών (αναμενόμενο αποτέλεσμα, καθώς η συγκεκριμένη ομάδα των ερωτώμενων είναι συνηθισμένη σε ένα τρόπο καθημερινής μετακίνησης και δεν προτίθεται να αλλάξει τις συνήθειές του, επιλέγοντας πιο επικίνδυνα και άβολα μέσα) ([Maragkoudakis V. 2020](#)) [133]

Η συνάρτηση χρησιμότητας U2, η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για την επιλογή μεγάλης ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων, ορίζεται ως εξής:

$$U2 = -5,11 + 3,969 * \text{Time} + 30,316 * \text{Cost} + 0,519 * \text{Comfort} - 0,879 * \text{Time_Car} - 1,289 * \text{Dist_Car} - 0,701 * \text{Disadv_3} - 0,672 * \text{Bikelanes} - 0,915 * \text{Congest} + 3,337 * \text{Tax} + 3,971 * \text{Tax_cost} + 1,017 * \text{Rem_job_1} + 0,949 * \text{Job_type_1} - 2,388 * \text{Impr_day_1} + 2,485 * \text{Reas_Car_2} - 2,732 * \text{Reas_Car_3}$$

Στη συνάρτηση αυτή διακρίνονται **15 μεταβλητές και μία (1) σταθερά**, όπως αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο 5.2.3.

Από τη συνάρτηση U3 συμπεραίνει κανείς με τη βοήθεια και των Odds Ratio του πίνακα 5.1 τα εξής:

- Time -> Αύξηση του **χρόνου** μετακίνησης με Ι.Χ. στο σενάριο Α, οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής του σεναρίου Α έναντι του Γ κατά 53 φορές, πράγμα που σημαίνει ότι στο δίλημμα: μεγάλη ενίσχυση έναντι καμίας ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων, οι ερωτώμενοι που επιλέγουν το σενάριο Α δεν δίνουν μεγάλη σημασία στην διάρκεια μετακίνησης με Ι.Χ.
- Cost -> Αύξηση του **ύψους ετήσιας εισφοράς** στο σενάριο Α, οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής του σεναρίου Α έναντι του Γ κατά 10^{13} φορές, ένα αποτέλεσμα που δεν δείχνει κάτι, καθώς όλες οι τιμές ύψους ετήσιας εισφοράς για μεγάλη ενίσχυση ήταν υψηλότερες (100, 200, 300 ευρώ) από το μηδέν που κόστιζε η μηδενική ενίσχυση.
- Comfort -> Αύξηση του επιπέδου **άνεσης** μετακίνησης με Ι.Χ. στο σενάριο Α, οδηγεί σε αύξηση της πιθανότητας επιλογής του σεναρίου Α έναντι του Γ κατά 1,68 φορές, πράγμα που σημαίνει ότι στο δίλημμα: μεγάλη ενίσχυση έναντι καμίας ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων, οι ερωτώμενοι που επιλέγουν το σενάριο Α, **δίνουν μεγάλη βάση** στην άνεση μετακίνησης με Ι.Χ. κάτι που είναι σύμφωνο με παρελθοντική βιβλιογραφία, ([Tsolaki A., 2014](#)) [106], ([Maragkoudakis V., 2020](#)) [133]
- Time_Car -> Όσες παραπάνω **ώρες οδηγούν Ι.Χ.** τόσο πιθανότερο (58%) είναι να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Α, ένα λογικό στατιστικό, καθώς οι οδηγοί που

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

εξαρτώνται από το αυτοκίνητο σε ημερήσια βάση, δεν βλέπουν κάποιο τρόπο που επωφελούνται οι ίδιοι άμεσα από την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, κάτι που είναι σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία για την αρνητικότητα προς τη ποδηλασία των τακτικών χρηστών αυτοκινήτου ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Sigurdardottir 2013](#)) [147]

- Dist_Car -> Όσο περισσότερα **χιλιόμετρα οδηγούν καθημερινά με το Ι.Χ.**, τόσο πιθανότερο είναι (72%) να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Α, ένα λογικό στατιστικό, που ακολουθεί το ίδιο σκεπτικό με τον αριθμό ωρών οδήγησης αυτοκινήτου που φαίνεται στο παραπάνω bullet point. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η απόσταση διαδρομής έχει καθολικά αρνητική επιρροή στη χρήση ποδηλάτου. ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102]
- Disadv_3 -> Όσο πιο σημαντικό μειονέκτημα των ποδηλάτων θεωρούν τις **απότομες κλίσεις** των οδών, τόσο πιθανότερο είναι (50%) να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Α, ένα λογικό στατιστικό, ειδικά για μία πόλη με αρκετά λοφώδη σημεία όπως η Αθήνα. Το συμπέρασμα αυτό συμφωνεί και με τη διεθνή βιβλιογραφία που υποδεικνύει ότι σε πόλεις με δύσκολο ανάγλυφο, οι κάτοικοί τους τείνουν να είναι πιο αρνητικοί στη ποδηλασία. ([Manaugh, K 2017](#)) [104], ([Majumdar, B.B. 2013](#)). [105], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102]
- Bikelanes -> Όσο παραπάνω πιστεύουν ότι οι ποδηλατόδρομοι δεν αποτελούν σημαντικό κομμάτι μιας σύγχρονης πόλης, τόσο πιθανότερο (45%) είναι να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Α. Αυτό είναι ένα λογικό αποτέλεσμα που υποστηρίζεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία, που δείχνει ότι τα άτομα που εκτιμούν τα εγγενή πλεονεκτήματα και οφέλη της οδήγησης ποδηλάτου, όπως τους μηδενικούς ρύπους και τη σωματική άσκηση, τείνουν να έχουν υψηλότερη “Πρόθεση για Πληρωμή” προς όποιες “pro-bike” ενέργειες τους προταθούν. ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142]
- Congest -> Όσο παραπάνω πιστεύουν ότι οι ποδηλατόδρομοι θα **επιβαρύνουν μόνιμα την οδική κυκλοφορία** της πόλης, τόσο πιθανότερο (60%) είναι να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Α, ένα λογικό αποτέλεσμα, σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία, που δείχνει ότι ο κόσμος που δεν έχει βιώσει σωστή εφαρμογή και ένταξη ποδηλατικών υποδομών στη πόλη του, τείνει να είναι πιο αρνητικός στο ενδεχόμενο ανάπτυξης ποδηλατικών υποδομών. ([González, F 2016](#)) [134], ([Caulfield, B 2014](#)) [135], ([Majumdar, B.B. & Mitrab, S., 2013](#)) [105], ([Pucher and Buehler 2008](#)) [33,92], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102], ([Tilahun et al. 2007](#)) [136], ([Buehler 2012](#)) [137]
- Tax -> Όσο πιο θετικοί είναι στην **πληρωμή ετήσιας εισφοράς** για τη κατασκευή ποδηλατοδρόμων, τόσο πιθανότερο (28,13 φορές) είναι να επιλέξουν το σενάριο Α έναντι

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

του Γ , ένα απόλυτα λογικό στατιστικό, αφού όσοι κάτοικοι είναι πρόθυμοι να καταβάλλουν ετήσια εισφορά, σημαίνει πως είναι θετικοί στην ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων

- Tax_cost -> Όσο υψηλότερο **ποσό ετήσιας εισφοράς** είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν για την κατασκευή ποδηλατοδρόμων, τόσο πιθανότερο (53,03 φορές) είναι να επιλέξουν το σενάριο Α έναντι του Γ , ένα απόλυτα λογικό στατιστικό, καθώς όσοι ερωτώμενοι είναι διατεθειμένοι να καταβάλλουν υψηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς, τείνουν να επιλέγουν το σενάριο που το κόστος του είναι υψηλότερο
- Rem_job_1 -> Εκείνοι που έχουν τη **δυνατότητα τηλεργασίας** είναι 2,76 φορές πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Α έναντι του Γ , ένα λογικό αποτέλεσμα, καθώς οι ερωτώμενοι που δουλεύουν / θα δουλεύουν από το σπίτι τους, δεν υποχρεώνονται να οδηγούν το αυτοκίνητο σε καθημερινή βάση, συνεπώς ενισχύουν τη προώθηση εναλλακτικών βιώσιμων μετακινήσεων όπως το ποδήλατο
- Job_type_1 -> Οι **δημόσιοι/ιδιωτικοί υπάλληλοι**, είναι 2,58 φορές πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Α έναντι του Γ , ένα ενδιαφέρον αποτέλεσμα που δείχνει πως οι εργαζόμενοι με σταθερό τόπο, χρόνο και μισθό εργασίας, τείνουν να υποστηρίζουν την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων.
- Impr_day_1 -> Εκείνοι που **κατηγορούν τους ποδηλάτες** για την άσχημη σχέση ποδηλατών - αυτοκινητιστών, είναι 91% πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Α. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν όχι μόνο με τα **διαγράμματα 4.10 και 4.12** αλλά και με την διεθνή βιβλιογραφία, όπου δείχνει πως οι αυτοκινητιστές με αρνητική προδιάθεση προς τους ποδηλάτες, συνηθίζουν να λαμβάνουν υπόψη αποκλειστικά τις ανάγκες των αυτοκινητιστών. ([Oldmeadow J. et al., 2019](#)) [40], ([Rissel C. et al., 2002](#)) [166], ([Johnson M. et al., 2014](#)) [167], ([Fruhen L., Flin R., 2015](#)) [164], ([Basford L. et al., 2002](#)) [165], ([Fruhen L. et al. 2019](#)) [39]
- Reas_Car_2 -> Εκείνοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για **αγορές**, είναι 12 φορές πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Α έναντι του Γ , ένα αποτέλεσμα λογικό καθώς η πλειοψηφία των κατοίκων δεν διανύουν επάνω από 5 χιλιόμετρα για να πραγματοποιήσουν τις καθημερινές αγορές τους. Η συγκεκριμένη απόσταση είναι εφικτή και με το ποδήλατο για κάθε ηλικία, με τη προϋπόθεση της ύπαρξης ασφαλών ποδηλατικών υποδομών. Αυτό σημαίνει πως οι συγκεκριμένοι ερωτώμενοι επέλεξαν το σενάριο με τους ποδηλατοδρόμους με το σκεπτικό της μελλοντικής χρήσης του ποδηλάτου και από τους ίδιους, το οποίο διεθνή βιβλιογραφία δείχνει πως είναι σημαντικό κίνητρο υποστήριξης ποδηλατικών δράσεων. ([Laird \(2013\)](#))

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

- Reas_Car_3 -> Εκείνοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για **αναψυχή**, είναι 93,5% πιθανότερο να επιλέξουν το σενάριο Γ έναντι του Α, αποτέλεσμα επίσης λογικό, καθώς οι διαδρομές για λόγους αναψυχής σε μία μεγαλούπολη όπως η Αθήνα, συνήθως είναι μεγάλης χρονικής και χιλιομετρικής διάρκειας, κάτι που επιστρέφει στα επάνω bullet points των Time_car και Dist_car.

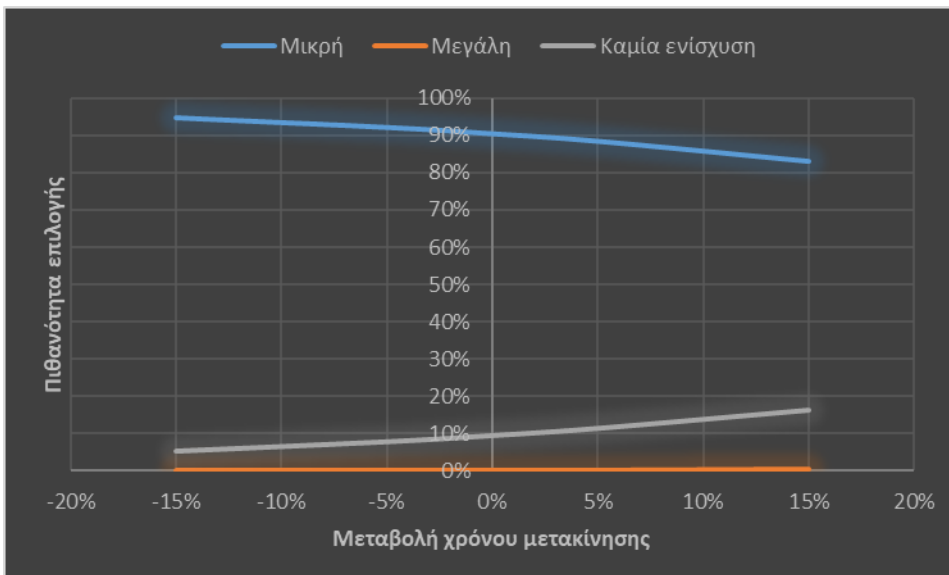
5.2.6 Ανάλυση Ευαισθησίας

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται ορισμένα **διαγράμματα ευαισθησίας**, που σχεδιάστηκαν με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην επιλογή μεταξύ μικρής, μεγάλης και μηδενικής ποδηλατικής ενίσχυσης.

Για την κατασκευή των διαγραμμάτων πιθανοτήτων χρησιμοποιήθηκαν **κοινές τιμές** για το ύψος ετήσιας εισφοράς, τη χρονική διάρκεια και άνεση μετακίνησης με αυτοκίνητο, για κάθε εναλλακτική επιλογή, σε αναλογία με τις τιμές που παρουσιάστηκαν στο Ερωτηματολόγιο.

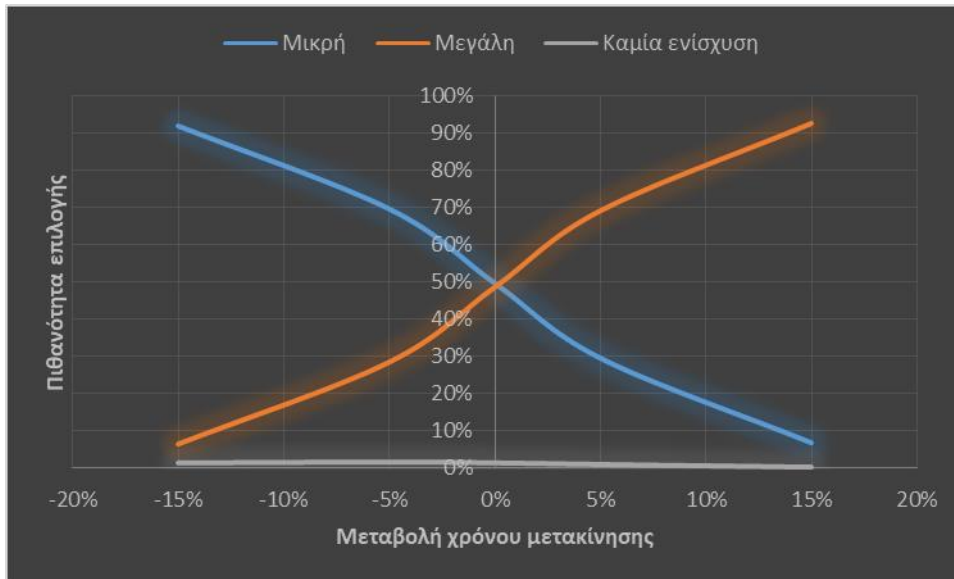
Λαμβάνοντας υπόψιν ότι η παρούσα έρευνα βασίστηκε στη μέθοδο της δεδηλωμένης προτίμησης και σε υποθετικά σενάρια πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα **ενδεχομένως να διαφέρουν** σε περίπτωση που η έρευνα διεξαχθεί με κάποια άλλη μεθοδολογία ή εάν αλλάξουν τα δεδομένα, όπως για παράδειγμα, εάν ξεκινήσει η σταδιακή ένταξη δικτύου εκτεταμένων λωρίδων κυκλοφορίας ποδηλάτων στους αθηναϊκούς δρόμους.

Τα διαγράμματα ανάλυσης ευαισθησίας **παρουσιάζονται στις επόμενες σελίδες**.

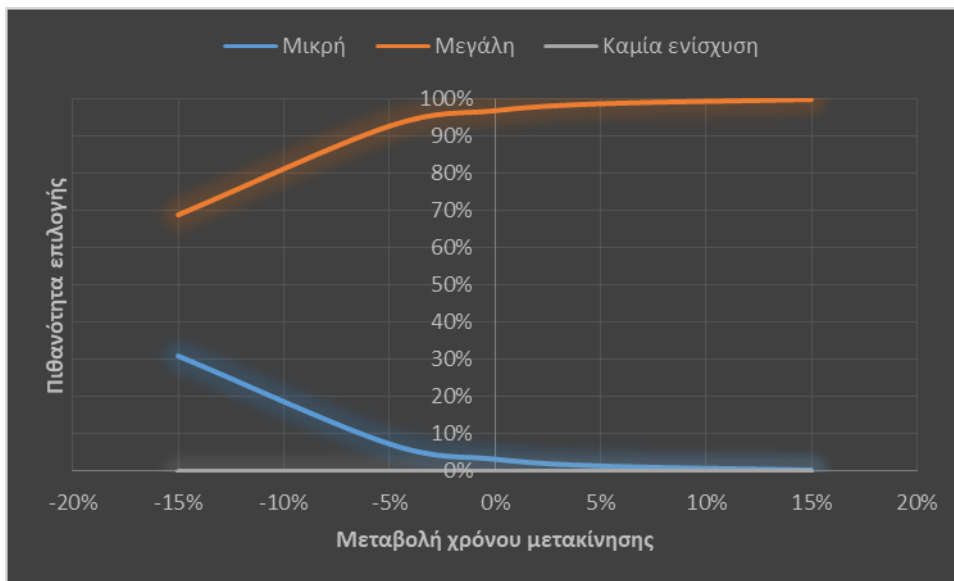


Διάγραμμα 5.1: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο μετακίνησης με Ι.Χ., για χαμηλό ύψος ετήσιας εισφοράς, χαμηλή άνεση μετακίνησης με Ι.Χ. και Αθηναίους οδηγούς που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για αναψυχή

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

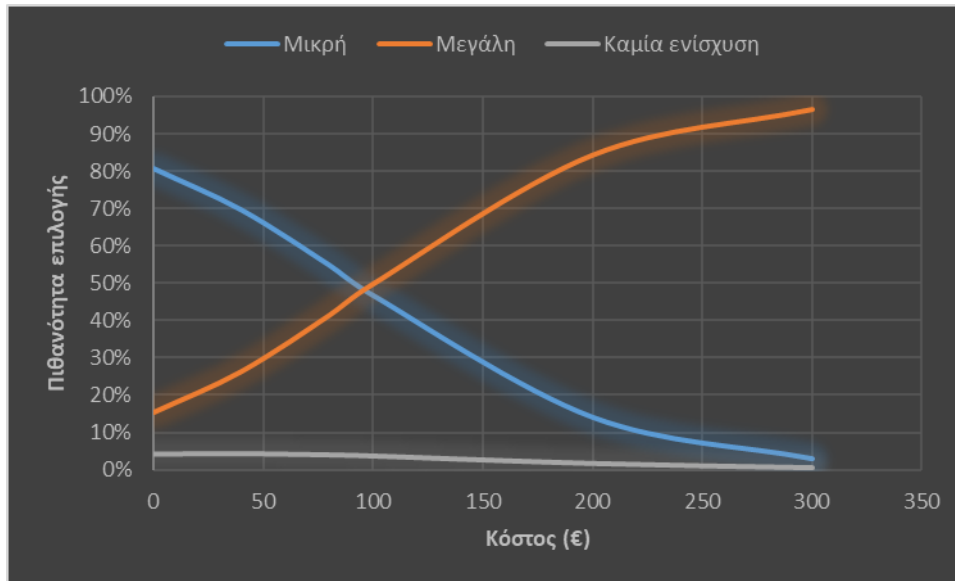


Διάγραμμα 5.2: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο μετακίνησης με Ι.Χ., για μεσαίο ύψος ετήσιας εισφοράς, υψηλή άνεση μετακίνησης με Ι.Χ. και Αθηναίους οδηγούς που είναι δημόσιοι/ιδιωτικοί υπάλληλοι και έχουν δυνατότητα τηλεργασίας

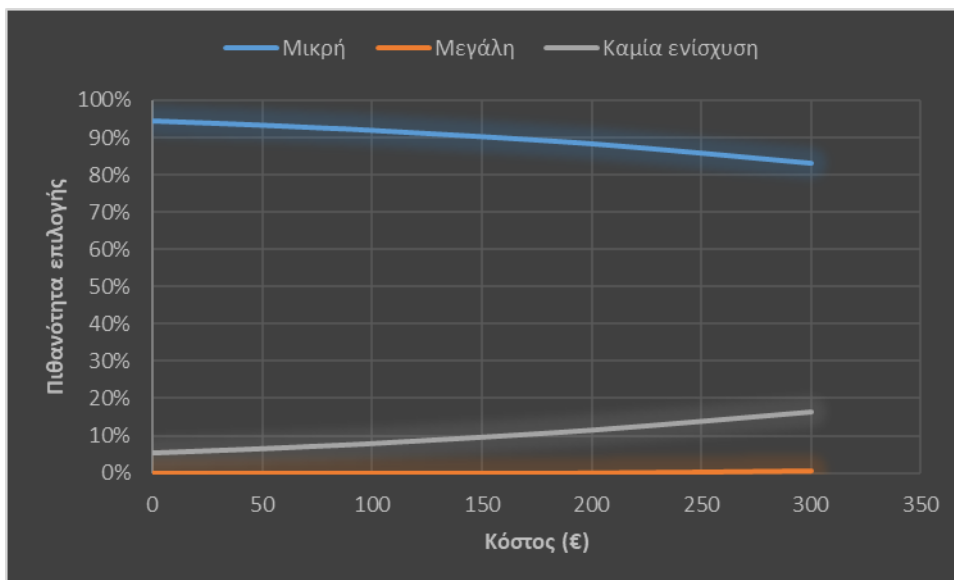


Διάγραμμα 5.3: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το χρόνο μετακίνησης με Ι.Χ., για υψηλό ύψος ετήσιας εισφοράς, υψηλή άνεση και Αθηναίους οδηγούς που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για αγορές

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

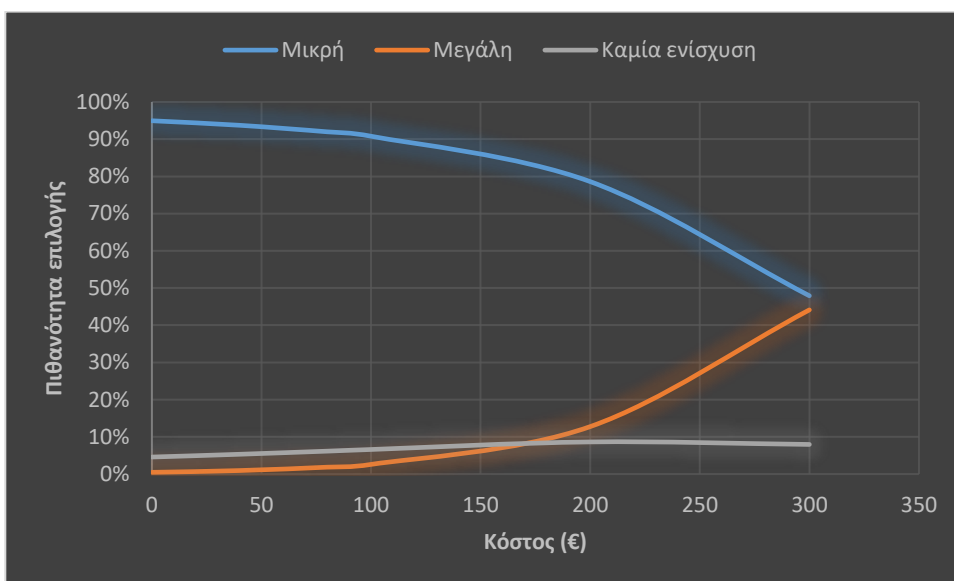


Διάγραμμα 5.4: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το ύψος ετήσιας εισφοράς, για υψηλό χρόνο, υψηλή άνεση μετακίνησης με Ι.Χ. και Αθηναίους οδηγούς που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για αναψυχή



Διάγραμμα 5.5: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το ύψος ετήσιας εισφοράς, για χαμηλό χρόνο, χαμηλή άνεση μετακίνησης με Ι.Χ. και Αθηναίους οδηγούς που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για αναψυχή

5.2 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης



Διάγραμμα 5.6: Μεταβολή πιθανότητας επιλογής με το ύψος ετήσιας εισφοράς, για μεσαίο χρόνο, μεσαία άνεση μετακίνησης με Ι.Χ. και Αθηναίους οδηγούς που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για αναψυχή

Από τα προηγούμενα διαγράμματα προκύπτουν τα εξής:

- ✓ Οι Αθηναίοι πολίτες εμφανίζονται στην πλειοψηφία τους ιδιαίτερα αρνητικοί ως προς την καμία ενίσχυση του δικτύου ποδηλατοδρόμων. Παρόλα αυτά παρουσιάζουν επίσης αρκετά **αρνητική στάση απέναντι στη μεγάλη ποδηλατική ενίσχυση**. Σε κάθε περίπτωση, οι Αθηναίοι αυτοκινητιστές **προτιμούν σε μεγάλο βαθμό την μικρή ενίσχυση** του αττικού δικτύου ποδηλατοδρόμων, έναντι των άλλων δύο επιπέδων ενίσχυσης.
- ✓ Το **επίπεδο άνεσης** διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση των διαγραμμάτων ευαισθησίας. Όταν η άνεση αυξάνεται από Χαμηλή σε Μεσαία και Υψηλή, τότε αυξάνεται η πιθανότητα επιλογής της μεγάλης ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων και μειώνεται αντίστοιχα η επιλογή της μικρής ενίσχυσης. Τα ποσοστά επιλογής καμίας ποδηλατικής ενίσχυσης παρέμειναν χαμηλά ανεξαρτήτως επιπέδου άνεσης
- ✓ Ο **χρόνος μετακίνησης με αυτοκίνητο** συμβάλλει και αυτός σημαντικά στις αποφάσεις των Αθηναίων αυτοκινητιστών σχετικά με την επιλογή του επιπέδου ποδηλατικής ενίσχυσης. Παρατηρείται πως όσο αυξάνεται ο χρόνος μετακίνησης με Ι.Χ. τόσο μειώνεται η πιθανότητα επιλογής μικρής ποδηλατικής ενίσχυσης ενώ το αντίθετο ισχύει για την μεγάλη ποδηλατική ενίσχυση. Τα ποσοστά επιλογής καμίας ποδηλατικής ενίσχυσης δείχνουν τη τάση να μην επηρεάζονται ούτε από τη μεταβολή του χρόνου μετακίνησης με αυτοκίνητο.
- ✓ Το **ύψος ετήσιας εισφοράς** παρόλο που σύμφωνα με παρόμοια βιβλιογραφία δείχνει να είναι σημαντικός παράγοντας επιρροής των επιλογών των ερωτώμενων, στη συγκεκριμένη εργασία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στην ανάλυση ευαισθησίας, καθώς για λόγους ρεαλιστικής προσέγγισης ήταν πάντα ανάλογο με το επίπεδο ενίσχυσης των ποδηλατικών υποδομών. Συνεπώς, πάντοτε με την αύξηση του

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

ύψους ετήσιας εισφοράς αυξάνεται και η πιθανότητα επιλογής της μεγάλης ενίσχυσης ενώ για χαμηλά ή μηδενικά κόστη υπάρχει αύξηση της πιθανότητας επιλογής καμίας ή μικρής ποδηλατικής ενίσχυσης.

- ✓ Τέλος, στα διαγράμματα τέθηκε ως δευτερεύουσα παράμετρος, ο **λόγος μετακίνησης με αυτοκίνητο** και αποδείχθηκε πως επηρεάζει αισθητά το ποσοστό επιλογής μηδενικής ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων. Συγκεκριμένα για τους Αθηναίους που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητο για εργασία/σπουδές ή αγορές, η πιθανότητα επιλογής καμίας ποδηλατικής ενίσχυσης είναι πολύ χαμηλότερη σε σύγκριση με τους Αθηναίους που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για λόγους αναψυχής.

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

5.3.1 Επεξεργασία Δεδομένων

Η δημιουργία του μοντέλου της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης αφορά, όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, την ερώτηση **“Θα είσαστε διατεθειμένος/η να πληρώσετε ετήσια εισφορά ώστε να εξασφαλιστούν οι απαιτούμενοι πόροι για την ανάπτυξη και τη λειτουργία ενός δικτύου ποδηλατοδρόμων;”**. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε, είναι πιο απλή από εκείνη της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε το ίδιο Script στο Python που είχε δημιουργηθεί νωρίτερα, με τη μόνη διαφορά πως τώρα αλλάζει η εντολή της εκτέλεσης του μοντέλου αλλά και το αρχείο των στοιχείων, αφού η καινούργια εντολή εκμεταλλεύεται το αρχείο Excel **“Master Table Binomial.xlsx”** και όχι το “Master Table Polynomial.xlsx”. Η διαφορά αυτών των δύο πινάκων δεδομένων είναι ότι στον πίνακα του διωνυμικού μοντέλου **δεν περιέχονται** οι μεταβλητές “Choice”, “Time”, “Cost”, “Comfort”, “Tax_cost”.

5.3.2 Ο Κώδικας

Αρχικά γράφονται κάποιες προαπαιτούμενες εντολές για τη συντόμευση μελλοντικών διεργασιών. Πολλές από αυτές τις βιβλιοθήκες εντολών όπως ‘sklearn’, τελικά δεν χρησιμοποιήθηκαν αφού το στατιστικό μοντέλο δεν επιλύθηκε με προβλέψεις και train & test set δεδομένων. Η **εικόνα 5.1** δείχνει το σύνολο των βιβλιοθηκών που εισάχθηκαν και στο script του διωνυμικού μοντέλου παλινδρόμησης.

Κατόπιν, εισάγεται το τελικό αρχείο Excel με το Βασικό πίνακα του διωνυμικού μοντέλου που περιέχει τα κωδικοποιημένα δεδομένα και τις επιθυμητές μεταβλητές του ερωτηματολογίου μέσω της εντολής **“pd.read_excel(“Όνομα Αρχείου.xlsx”)**. Επίσης, εμφανίζονται και οι δέκα πρώτες σειρές του Βασικού πίνακα με την εντολή **“.head(‘αριθμός σειρών’)”**, για να επιβεβαιωθεί ότι έγινε σωστή εισαγωγή δεδομένων. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία στο αρχείο .xlsx δόθηκε το όνομα **“Tax”**. Αξίζει να σημειωθεί πως οτιδήποτε ακολουθεί το σύμβολο **“#”** στην ίδια γραμμή, αποτελεί σχολιασμό και δεν μεταφράζεται από το πρόγραμμα.

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

```
In [3]: Tax = pd.read_excel('Master Table Binomial.xlsx')

In [4]: Tax.head(5)

Out[4]:
```

	Exp_Car	Time_Car	Reas_Car	Dist_Car	Exp_Bike	Dist_Bike	Adv_1	Adv_2	Adv_3	Adv_4	...	Photo_4	Impr_gen
0	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	...	4	2
1	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	...	4	2
2	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	...	4	2
3	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	...	4	2
4	1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	...	4	2

5 rows x 40 columns

Εικόνα 5.9: Εισαγωγή και σύντομη εμφάνιση του τελικού αρχείου Excel στο Python

Οι μεταβλητές και οι αντίστοιχες τιμές της εικόνας 5.9, είναι ίδιες με αυτές της εικόνας 5.2, με τη μόνη διαφορά ότι έχουν αφαιρεθεί οι μεταβλητές: “Choice”, “Time”, “Cost”, “Comfort”, “Tax_cost”.

Στη συνέχεια, μέσω Python πραγματοποιήθηκε ένας έλεγχος συσχέτισης (correlation) όλων των μεταβλητών μέσω της εντολής `Taxcor = Tax.corr()`. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε εξαγωγή του πίνακα συσχέτισης μεταβλητών σε ένα κενό αρχείο Excel ονόματος “Correlation2”, μέσω της εντολής: `Taxcor.to_excel('όνομα αρχείου.xlsx', index = False, header=True)`. (όπου index θεωρείται False για να μη συμπεριληφθεί και η αρίθμηση των σειρών στο αρχείο Excel, ενώ αντιθέτως γράφεται το header ως True επειδή είναι επιθυμητό να εμφανίζονται στο αρχείο Excel τα ονόματα των στηλών, καθώς είναι τα ονόματα των μεταβλητών).

```
In [22]: #Correlation
Taxcor = Tax.corr()

In [23]: #the file will be saved where the code is located
Taxcor.to_excel('Correlation2.xlsx', index = False, header=True)
```

Εικόνα 5.10: Έλεγχος συσχέτισης συνόλου μεταβλητών στο Python.

Ο έλεγχος του πίνακα συσχέτισης και το φιλτράρισμα των τιμών που ήταν ανώτερες του απόλυτου 0,5 πραγματοποιήθηκε στο αρχείο Excel με όνομα ‘Correlation2’ και αποκλείστηκαν όσες υψηλά συσχετιζόμενες μεταβλητές χρειάστηκε, μετά από δοκιμές φυσικά στο τελικό διωνυμικό μοντέλο.

Εν συνεχεία, αφού εισάχθηκε στο περιβάλλον Jupyter Notebook το υπολογιστικό φύλλο Excel και πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος συσχέτισης, έπρεπε κάθε μεταβλητή να ανατεθεί στο είδος της, δηλαδή έπρεπε να εξακριβωθεί αν λαμβάνει διακριτή/κατηγορική (factorial) τιμή, ή αν λαμβάνει συνεχή (numeric/continuous) τιμή. Πραγματοποιήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία με το κώδικα του πολυωνυμικού μοντέλου με την εντολή `“pd.get_dummies(όνομα αρχείου, columns = [“Μεταβλητή 1”,,“Μεταβλητή n+1”])”` και συνεπώς μετατράπηκαν 7 κατηγορικές μεταβλητές σε dummy. Συνεπώς, έτσι το νέο αρχείο “Tax” έχει πολλές παραπάνω στήλες δυαδικής μορφής (0 και 1). Τέλος, εμφανίζονται και οι πέντε πρώτες σειρές του νέου αρχείου δεδομένων με παρόμοια εντολή όπως και πάνω `“print(.head(‘αριθμός σειρών’))”`, για να επιβεβαιωθεί ότι έγινε σωστή μορφοποίηση των κατηγορικών μεταβλητών.

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

```
In [24]: Tax = pd.get_dummies(Tax, columns=["Rem_job", "Job_type", "Impr_gen", "Impr_day", "Reas_Car", "Gender", "Rights"])

In [25]: print(Tax.head())
```

	Exp_Car	Time_Car	Dist_Car	Exp_Bike	Dist_Bike	Adv_1	Adv_2	Adv_3	\
0	1	1	2	1	1	4	4	3	
1	1	1	2	1	1	4	4	3	
2	1	1	2	1	1	4	4	3	
3	1	1	2	1	1	4	4	3	
4	1	1	2	1	1	4	4	3	

	Adv_4	Adv_5	...	Reas_Car_2	Reas_Car_3	Reas_Car_4	Gender_1	Gender_2	\
0	4	4	...	0	0	0	1	0	
1	4	4	...	0	0	0	1	0	
2	4	4	...	0	0	0	1	0	
3	4	4	...	0	0	0	1	0	
4	4	4	...	0	0	0	1	0	

	Gender_3	Rights_1	Rights_2	Rights_3	Rights_4	\
0	0	0	0	1	0	
1	0	0	0	1	0	
2	0	0	0	1	0	
3	0	0	0	1	0	
4	0	0	0	1	0	

Εικόνα 5.11: Μετατροπή και απεικόνιση των κατηγορικών μεταβλητών

Στο επόμενο κελί παρατίθενται **οι σημαντικότερες εντολές** για την εφαρμογή της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Δημιουργούνται τα **σύνολα δεδομένων** και χωρίζεται η εξαρτημένη μεταβλητή **“Tax”** (που αντιπροσωπεύει την θέληση των ερωτώμενων να πληρώσουν), από τις ανεξάρτητες μεταβλητές μέσω της εντολής **“formula_c = ‘Tax ~...’**, ένα τρόπο που θυμίζει αυτόν στο πρόγραμμα R – Studio που έχει εφαρμοστεί σε παρελθοντικές Διπλωματικές εργασίες. Σε αντίθεση με τη πολυωνυμική παλινδρόμηση, εδώ δεν γίνεται **“drop”** τις μεταβλητές που δεν είναι επιθυμητές στο μοντέλο, αντιθέτως απλά προστίθενται με (+) όσες θα χρησιμοποιηθούν στο διωνυμικό μοντέλο. Σε πρώτο κομμάτι οι μόνες που δεν προστίθενται ήταν οι μεταβλητές που έχουν **υψηλή συσχέτιση** μεταξύ τους (μόνο μία από τις 2). Στη συνέχεια όσο προχωράει το μοντέλο και μετά από πολλές δοκιμές και συνδυασμούς, απορρίπτονται και οι μεταβλητές που θεωρούνται **στατιστικά ασήμαντες**, με αποτέλεσμα να αφαιρούνται από την **“ισότητα (formula)”** και να καταλήξει το μοντέλο στη τελική του μορφή.

Στη συνέχεια για να ληφθούν τα p-values του μοντέλου που δημιουργήθηκε παραπάνω χρησιμοποιείται το **πακέτο εντολών του statsmodels library** και συγκεκριμένα το statsmodels.formula.api. Από τις αρχικές συντομεύσεις στην εικόνα 5.1 με το ‘smf.’ καλείται το πακέτο statsmodels.formula.api, και στη συνέχεια μέσω της επίκλησης του πακέτου αυτού περιλαμβάνεται και **το πακέτο ‘glm’ (Generalized Linear Model)**, το οποίο επιτρέπει την εκτίμηση των διωνυμικών λογιστικών μοντέλων, μέσω της επίκλησης της διωνυμικής οικογενείας υπολογισμών (sm.families) και της εντολής **‘family=sm.families.Binomial()’**. Με την εντολή **“όνομα μοντέλου’.fit()’** πραγματοποιείται μία γρήγορη, εύκολη και μικρού μεγέθους **διωνυμική παλινδρόμηση**, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Επαναλαμβανόμενα Σταθμισμένων Ελαχίστων Τετραγώνων (IRLS).

Παρατίθενται παρακάτω αυτά τα κελιά εντολών, και τα αποτελέσματά τους που εμφανίστηκαν με προαναφερθείσες εντολές όπως το **‘print(.summary)’**

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

```
In [19]: # Δημιουργούμε τα συνολα δεδομένων
# Διαχωρίζουμε την εξαρτημένη μεταβλητή Tax,
## αποκλείω οσες αλλαγές αποκλείστηκαν από το correlation παραπάνω
### αποκλείω οσα είναι ασήμαντα στατιστικά
### Κοιμησιολογώντας τα δεδομένα, μπορούμε να φτιάξουμε ένα μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης
#### Βελτίωση του παραπάνω αφαιρώντας οσα έχουν p>0,05

formula_a = 'Tax ~ Reas_Car_1+Rights_3+Rights_4+Job_type_2+Job_type_4+Gender_2+Edu_level+Adv_3+Adv_4+Adv_5+Disadv_1+Disadv_2+Disadv_3+Congest+Age'
model_a = smf.glm(formula = formula_a, data=Tax, family=sm.families.Binomial())
result_a = model_a.fit()
print(result_a.summary())
```

Generalized Linear Model Regression Results						
Dep. Variable:	Tax	No. Observations:	2214			
Model:	GLM	Df Residuals:	2198			
Model Family:	Binomial	Df Model:	15			
Link Function:	logit	Scale:	1.0000			
Method:	IRLS	Log-Likelihood:	-1389.9			
Date:	Fri, 18 Jun 2021	Deviance:	2779.7			
Time:	13:56:02	Pearson chi2:	2.19e+03			
No. Iterations:	4					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
Intercept	-0.4905	0.455	-1.078	0.281	-1.382	0.401
Reas_Car_1	0.4048	0.099	4.071	0.000	0.210	0.600
Rights_3	0.3861	0.100	3.854	0.000	0.190	0.582
Rights_4	-1.5398	0.405	-3.799	0.000	-2.334	-0.746
Job_type_2	-0.4191	0.123	-3.405	0.001	-0.660	-0.178
Job_type_4	0.5164	0.152	3.394	0.001	0.218	0.815
Gender_2	0.2812	0.105	2.669	0.008	0.075	0.488
Edu_level	0.2273	0.109	2.079	0.038	0.013	0.442
Adv_3	0.2396	0.055	4.340	0.000	0.131	0.348
Adv_4	0.5511	0.073	7.568	0.000	0.408	0.694
Adv_5	-0.3978	0.063	-6.279	0.000	-0.522	-0.274
Disadv_1	0.1791	0.088	2.030	0.042	0.006	0.352
Disadv_2	-0.2760	0.078	-3.539	0.000	-0.429	-0.123
Disadv_3	-0.2092	0.064	-3.260	0.001	-0.335	-0.083
Congest	-0.3131	0.043	-7.266	0.000	-0.398	-0.229
Age	-0.1421	0.062	-2.309	0.021	-0.263	-0.021

Εικόνα 5.12: Βασικός κώδικας δημιουργίας διωνυμικού μοντέλου στο Python

Από τον τελικό κώδικα του διωνυμικού μοντέλου με όνομα “model_a” που απεικονίζεται στην επάνω εικόνα φαίνεται πως :

Η εξαρτημένη μεταβλητή Tax υπολογίζεται συναρτήσει των **ανεξάρτητων μεταβλητών**, ‘Reas_Car_1’, ‘Rights_3’, ‘Rights_4’, ‘Job_type_2’, ‘Job_type_4’, ‘Gender_2’, ‘Edu_level’, ‘Adv_3’, ‘Adv_4’, ‘Adv_5’, ‘Disadv_1’, ‘Disadv_2’, ‘Disadv_3’, ‘Congest’, ‘Age’, των οποίων οι τιμές παραμένουν σταθερές ανεξάρτητα της εναλλακτικής επιλογής. Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων επετεύχθη μετά από πολλές δοκιμές και διαφορετικούς σχεδιασμούς.

Τέλος για να ποσοτικοποιηθεί η πιθανότητα να πραγματοποιηθούν (ή όχι) τα ενδεχόμενα ενός μοντέλου, χρησιμοποιήθηκε ένα στατιστικό μέτρο ονόματι **Λόγος Απόδοσης / Πιθανοτήτων (Odds Ratio)** ή Σχετικός Λόγος Συμπληρωματικών Πιθανοτήτων. Στη γλώσσα Python το Odds Ratio περιέχεται στο πακέτο εντολών του numpy, το οποίο έχει ήδη κληθεί, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.1. Η εντολή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και εμφάνιση του Odds Ratio του διωνυμικού μοντέλου παρατίθεται στη κάτω εικόνα.

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

```
In [43]: model_a_odds = pd.DataFrame(np.exp(result_a.params), columns= ['Odds_Ratio'])
print(model_a_odds)
```

	Odds_Ratio
Intercept	0.612343
Reas_Car_1	1.498936
Rights_3	1.471213
Rights_4	0.214417
Job_type_2	0.657655
Job_type_4	1.675954
Gender_2	1.324779
Edu_level	1.255234
Adv_3	1.270723
Adv_4	1.735209
Adv_5	0.671793
Disadv_1	1.196192
Disadv_2	0.758795
Disadv_3	0.811215
Congest	0.731177
Age	0.867522

Εικόνα 5.13: Δημιουργία και εμφάνιση του Odds Ratio για το μοντέλο στο Python

5.3.3 Συνάρτηση Χρησιμότητας

Η συνάρτηση χρησιμότητας που προκύπτει από το διωνυμικό μοντέλο είναι η εξής:

$$U_{\text{bin}} = 0,405 * \text{Reas_Car_1} + 0,386 * \text{Rights_3} - 1,54 * \text{Rights_4} - 0,419 * \text{Job_type_2} + 0,516 * \text{Job_type_4} + 0,281 * \text{Gender_2} + 0,227 * \text{Edu_level} + 0,24 * \text{Adv_3} + 0,55 * \text{Adv_4} - 0,4 * \text{Adv_5} + 0,18 * \text{Disadv_1} - 0,276 * \text{Disadv_2} - 0,21 * \text{Disadv_3} - 0,313 * \text{Congest} - 0,142 * \text{Age}$$

Οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στην εξίσωση είναι:

- Η συνάρτηση δεν περιέχει σταθερό όρο
- **Reas_Car_1** η επιλογή “Εργασία / Σπουδές”, στην ερώτηση No.6: “Ποιος είναι ο κύριος λόγος μετακίνησής σας με αυτοκίνητο;”
- **Rights_3**, η επιλογή “Ίσα δικαιώματα για όλους” στην ερώτηση No.13: “Ποιος πιστεύετε ότι πρέπει να έχει παραπάνω δικαιώματα όσον αφορά στη κοινή χρήση του δρόμου;”
- **Rights_4**, η επιλογή “Άλλο μέσο μετακίνησης” στην ερώτηση No.13: “Ποιος πιστεύετε ότι πρέπει να έχει παραπάνω δικαιώματα όσον αφορά στη κοινή χρήση του δρόμου;”
- **Job_type_2, Job_type_4**, οι επιλογές “Ελεύθερος Επαγγελματίας”, και “Φοιτητής”, στην ερώτηση No.38: “Επάγγελμα”, αντίστοιχα.
- **Gender_2**, η επιλογή “Γυναίκα” στην ερώτηση No.34: “Φύλο”
- **Edu_level**, η μεταβλητή του μορφωτικού επιπέδου των ερωτώμενων
- **Adv_3**, η μεταβλητή της σημαντικότητας των αγχολυτικών ωφελειών που προσφέρει το ποδήλατο
- **Adv_4**, η μεταβλητή της σημαντικότητας των περιβαλλοντικών ωφελειών που προσφέρει το ποδήλατο

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

- **Adv_5**, η μεταβλητή της σημαντικότητας των οικονομικών ωφελειών που προσφέρει το ποδήλατο
- **Disadv_1**, η μεταβλητή της σημαντικότητας των ποδηλατοδρόμων για την οδήγηση ποδηλάτου
- **Disadv_2**, η μεταβλητή της σημαντικότητας της κατάστασης οδοστρωμάτων για την οδήγηση ποδηλάτου
- **Disadv_3**, η μεταβλητή της σημαντικότητας των απότομων κλίσεων των οδών για την οδήγηση ποδηλάτου
- **Congest**, η μεταβλητή της πιθανότητας επιβάρυνσης της οδικής κυκλοφορίας, κατόπιν ένταξης ποδηλατοδρόμων
- **Age**, η μεταβλητή της ηλικίας των ερωτώμενων

5.3.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου

Απολύτως απαραίτητος για την αποδοχή του μοντέλου και της συνάρτησης χρησιμότητας αποτελεί ο **στατιστικός έλεγχος του διωνυμικού μοντέλου**, ο οποίος πραγματοποιείται αυτόματα στην Python κατά την εξαγωγή των μαθηματικών μοντέλων.

Τα δεδομένα αυτά έχουν συγκεντρωθεί στον Πίνακα 5.2 της επόμενης σελίδας για τη συνάρτηση που αναπτύχθηκε παραπάνω.

Μεταβλητές	Συντελεστές	P - Value	Odds Ratio	Σημαντικότητα
Σταθ. Όρος	- 0,491	0,281	0,61	Μη Σημαντικό
Reas_Car_1	0,405	< 0,001	1,5	0
Rights_3	0,386	< 0,001	1,47	0
Rights_4	-1,54	< 0,001	0,21	0
Job_type_2	-0,419	0,001	0,66	0,001
Job_type_4	0,516	0,001	1,68	0,001
Gender_2	0,281	0,008	1,33	0,01
Edu_level	0,227	0,038	1,26	0,05
Adv_3	0,24	< 0,001	1,27	0
Adv_4	0,551	< 0,001	1,74	0
Adv_5	-0,398	< 0,001	0,67	0
Disadv_1	0,179	0,042	1,2	0,05

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

Disadv_2	-0,276	< 0,001	0,76	0
Disadv_3	-0,209	0,001	0,81	0,001
Congest	-0,313	< 0,001	0,73	0
Age	-0,142	0,021	0,87	0,05

Πίνακας 5.2: Στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών της διωνυμικής παλινδρόμησης.

Αναλυτικότερα:

- ❖ Μεταβλητές, το όνομα των μεταβλητών που έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο.
- ❖ Συντελεστές, η αριθμητική τιμή των συντελεστών (coefficients) των μεταβλητών.
- ❖ P-Value, η τιμή του P-Value με βάση την οποία κρίνεται η σημαντικότητα κάθε μεταβλητής στο μοντέλο. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υιοθετήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95 τοις εκατό. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε τιμή του P-Value μικρότερη του 0.05 γίνεται αποδεκτή για το μοντέλο.
- ❖ Odds Ratio, μαθηματικά ορίζεται ως $\exp(\text{Συντελεστές})$. Ερμηνεύεται ως πόσες φορές πιο πιθανό είναι να επιλεγεί η εκάστοτε εναλλακτική επιλογή σε σχέση με την επιλογή αναφοράς με βάση τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Αναλυτικότερα, η ερμηνεία του Odds Ratio έχει δοθεί στο Υποκεφάλαιο 3.5.
- ❖ Σημαντικότητα, το επίπεδο σημαντικότητας με βάση την τιμή του P-Value. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ή 95 τοις εκατό. Μικρότερη τιμή από την 0.05 σημαίνει μεγαλύτερο επίπεδο σημαντικότητας και, άρα, αποδεκτή τιμή της μεταβλητής.

Οι συντελεστές των μεταβλητών ακολουθούν μια λογική ερμηνεία, ικανοποιώντας και αυτό το κριτήριο, όπως είχε αναφερθεί στο Υποκεφάλαιο 3.6.10.

Όσον αφορά στον έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών, όπως αναφέρθηκε και στο Υποκεφάλαιο 3.6, ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε στη γλώσσα Rython με την εντολή `df.corr()` αφού είχε προηγηθεί η μετατροπή όλων των μεταβλητών σε αριθμούς. Τα ζευγάρια των μεταβλητών `Exp_Bike – Dist_Bike`, `Adv_1 – Adv_2`, `Adv_4 – Adv_6`, `Age – Exp_Car`, `Tax – Tax_Cost`, παρουσίασαν συσχέτιση μεταξύ τους άνω του απόλυτου 0.5 και συνεπώς δεν χρησιμοποιήθηκαν ταυτόχρονα σε κανένα μοντέλο.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στο Rython διαθέτει συντελεστή **Pearson chi(squared) = 2.190**, για τον οποίο ισχύει ότι όσο μεγαλύτερος είναι, τόσο πιο αποδεκτό το μοντέλο, καθώς δεν υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών του μοντέλου, κάτι που θα συνέβαινε αν το Pearson χ^2 έτεινε προς το μηδέν (0).

5.3.5 Αποτελέσματα

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η **ερμηνεία της συνάρτησης χρησιμότητας** που παρουσιάστηκε παραπάνω.

Αρχικά, η συνάρτηση χρησιμότητας U_{bin} , η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για τη πρόθεση πληρωμής ετήσιας εισφοράς προς την ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων, ορίζεται ως εξής:

$$U_{bin} = 0,405 * Reas_Car_1 + 0,386 * Rights_3 - 1,54 * Rights_4 - 0,419 * Job_type_2 + 0,516 * Job_type_4 + 0,281 * Gender_2 + 0,227 * Edu_level + 0,24 * Adv_3 + 0,55 * Adv_4 - 0,4 * Adv_5 + 0,18 * Disadv_1 - 0,276 * Disadv_2 - 0,21 * Disadv_3 - 0,313 * Congest - 0,142 * Age$$

Στη συνάρτηση αυτή διακρίνονται 15 μεταβλητές και καμία σταθερά, όπως αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο 5.3.3.

Από τη συνάρτηση U_{bin} συμπεραίνει κανείς με τη βοήθεια και των **Odds Ratio** του πίνακα 5.2 τα εξής:

- **Reas_Car_1** -> Εκείνοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για **Εργασία/Σπουδές**, είναι 1,50 φορές πιο πιθανό να πούνε «Ναι» στην ετήσια εισφορά, αποτέλεσμα λογικό αν ληφθεί υπόψη το Διάγραμμα 4.13. Το διάγραμμα αυτό δείχνει ότι η πλειοψηφία των ερωτώμενων που χρησιμοποιούν το Ι.Χ. τους για Εργασία / Σπουδές, έχουν δυνατότητα τηλεργασίας, όπου από το πολυωνυμικό μοντέλο έχει διαπιστωθεί πως οι ερωτώμενοι με δυνατότητα τηλεργασίας, είναι εμφανώς θετικοί στην έμπρακτη υποστήριξη ανάπτυξης ποδηλατοδρόμων.
- **Rights_3** -> Όσοι πιστεύουν πως όλοι θα έπρεπε να έχουν **ίσα δικαιώματα στο δρόμο**, είναι κατά 1,47 φορές πιο πιθανό να πούνε «Ναι» στην ετήσια εισφορά, ένα ενδιαφέρον αποτέλεσμα που δείχνει ότι οι οδηγοί που κατανοούν ότι οι δρόμοι δεν υπάρχουν για να εξυπηρετούν αποκλειστικά τις ανάγκες των αυτοκινήτων, τείνουν να υποστηρίζουν μία ενέργεια που θα υποστηρίξει και τις εναλλακτικές μετακινήσεις
- **Rights_4** -> Όσοι επέλεξαν κάποιο **εναλλακτικό τρόπο μετακίνησης να έχει προτεραιότητα στο δρόμο, όπως λεωφορεία, τράμ, κ.λπ.**, (όλα εκτός ποδηλάτων & Ι.Χ.), τόσο πιο πιθανό είναι (79%) να πούνε “Όχι” στην ετήσια εισφορά, ένα λογικό αποτέλεσμα που έρχεται σε συμφωνία με το μοντέλο πολυωνυμικής παλινδρόμησης αλλά και με παρελθοντική βιβλιογραφία, η οποία υποδεικνύει ότι οι τακτικοί χρήστες των δημόσιων συγκοινωνιών, τείνουν να είναι ενάντια της ανάπτυξης ποδηλατικών υποδομών (αναμενόμενο αποτέλεσμα, καθώς η συγκεκριμένη ομάδα των ερωτώμενων είναι συνηθισμένη σε ένα τρόπο καθημερινής μετακίνησης και δεν προτίθεται να αλλάξει τις συνήθειές του, επιλέγοντας πιο επικίνδυνα και άβολα μέσα) ([Maragkoudakis V. 2020](#)) [133]

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

- Job_type_2 -> Οι **Ελεύθεροι Επαγγελματίες** είναι κατά 34% πιο πιθανό να πούνε “Όχι” στην ετήσια εισφορά, ένα συμπέρασμα λογικό, καθώς οι ελεύθεροι επαγγελματίες συνηθίζουν να έχουν ένα πιο ασταθές χρόνο και τόπο εργασίας, κάτι που καθιστά τη χρήση αυτοκινήτου ως καθημερινή αναγκαιότητα για αυτούς. Συνεπώς, ενδεχομένως δεν βλέπουν κάποιο τρόπο που επωφελούνται οι ίδιοι άμεσα από την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, κάτι που είναι σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία για την αρνητικότητα προς τη ποδηλασία των τακτικών χρηστών αυτοκινήτου ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Sigurdardottir 2013](#)) [147]
- Job_type_4 -> Οι **Φοιτητές** είναι 1,68 φορές πιο πιθανό να πούνε “Ναι” στην ετήσια εισφορά, ένα αποτέλεσμα που είναι σύμφωνο όχι μόνο με το πολυωνυμικό μοντέλο παραπάνω, αλλά και με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπου υποστηρίζεται πως οι νεότερες ηλικιακά ομάδες έχουν πιο θετική αντιμετώπιση στη ποδηλασία και την ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών ([Tsolaki A., 2014](#)) [106], ([Gundlach A. & Sagebiel J. et al. 2018](#)) [131], ([Da Silva Borges and Goldner, 2015](#)) [132], ([Maldonado - Hinajeros 2014](#)) [138], ([Ortuzar 2000](#)) [95] Μάλιστα αν συνυπολογιστούν και οι έρευνες που δείχνουν πως οι υψηλότερες μορφωτικά ομάδες υποστηρίζουν παραπάνω τη ποδηλασία, τότε το παραπάνω αποτέλεσμα είναι αναμενόμενο. ([Ruiz & Bernabe, 2014, p. 209](#)) [153], ([Cherry & Cervero, 2007](#)) [116]
- Gender_2 -> Οι **Γυναίκες** είναι 1,33 φορές πιο πιθανό να πούνε “Ναι” στην ετήσια εισφορά, ένα αναπάντεχο αποτέλεσμα, καθώς σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία οι γυναίκες είναι πιο αρνητικές στη ποδηλασία από τους άντρες. Παρόλα αυτά αν ερευνηθεί σε βάθος ο λόγος αυτής της αρνητικότητας, διαπιστώνεται ότι οι γυναίκες αποφεύγουν το ποδήλατο λόγω αισθήματος έλλειψης προσωπικής ασφαλείας. ([Garrard et al., 2008](#)) [111], ([Beecham and Wood, 2014](#)) [112], ([Mat Yazid et al., 2011](#)) [113]. Η έλλειψη ασφαλείας στο δρόμο, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει την κοινή γνώμη των πολιτών προς το ποδήλατο, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία. ([P. Rietveld, V. Daniel, 2004](#)) [122], ([Xing et al., 2010](#)) [118] Ειδικά σε χώρες με χαμηλά ποσοστά ποδηλασίας και υψηλά ποσοστά χρήσης αυτοκινήτου, όπως και η Ελλάδα ([Garrard et al., 2008](#)) [111], ([Shokoohi & Nikitas, 2017](#)) [110] Συνεπώς, μία έμπρακτη υποστήριξη κατασκευής ποδηλατοδρόμων οδηγεί στην ενίσχυση αυτού του αισθήματος ασφαλείας, κάτι που ενδεχομένως δικαιολογεί και το παραπάνω αποτέλεσμα.
- Edu_level -> Όσο υψηλότερο **το μορφωτικό επίπεδο των ερωτώμενων**, τόσο πιο πιθανό (1,26 φορές) είναι να πούνε “Ναι” στην ετήσια εισφορά, συμπέρασμα που υποστηρίζεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία, που δείχνει πως οι υψηλότερες μορφωτικά ομάδες υποστηρίζουν παραπάνω τη ποδηλασία. ([Ruiz & Bernabe, 2014, p. 209](#)) [153], ([Cherry & Cervero, 2007](#)) [116]

5.3 Στατιστικό Πρότυπο Διωνυμικής Λογιστικής Παλινδρόμησης

- Adv_3 -> Όσο πιο **αγχολυτικό θεωρούν ότι είναι το ποδήλατο**, τόσο πιθανότερο είναι (1,27 φορές) να πούνε «Ναι» στην ετήσια εισφορά. Αυτό είναι ένα λογικό αποτέλεσμα που υποστηρίζεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία, που δείχνει ότι τα άτομα που εκτιμούν τα εγγενή πλεονεκτήματα και οφέλη της οδήγησης ποδηλάτου, όπως τη σωματική άσκηση και ψυχική υγεία τείνουν να έχουν υψηλότερη “Πρόθεση για Πληρωμή” προς όποιες “pro-bike” ενέργειες τους προταθούν. ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Bauman and Rissel, 2009](#)) [121]
- Adv_4 -> Όσο πιο **περιβαλλοντικά φιλικό θεωρούν ότι είναι το ποδήλατο**, τόσο πιθανότερο είναι (1,74 φορές) να πούνε «Ναι» στην ετήσια εισφορά. Αυτό υποστηρίζεται και από προηγούμενες μελέτες που δείχνουν ότι οι πολίτες που αναγνωρίζουν τα υγειονομικά και οικολογικά οφέλη της ποδηλασίας τείνουν να είναι πιο θετικοί στην υποστήριξη ποδηλατικών υποδομών και δράσεων, και πολλές φορές να είναι διατεθειμένοι να κάνουν τη μετάβαση από Ι.Χ. στο ποδήλατο. ([Monda et al., 2007](#)) [128], ([Bauman et al., 2011](#)) [120], ([Shokoohi & Nikitas, 2017](#)) [110], ([Bauman and Rissel, 2009](#)) [121]
- Adv_5 -> Όσο μεγαλύτερη βάση δίνουν **στις οικονομικές ωφέλειες του ποδηλάτου**, τόσο πιο πιθανό είναι (33%) να πούνε «Όχι» στην ετήσια εισφορά, αποτέλεσμα λογικό καθώς ο κόσμος που δίνει μεγάλη βάση στις οικονομικές ωφέλειες, δυσκολεύεται να στηρίξει οικονομικά μία δράση που ίσως να μην τον ωφελήσει άμεσα προσωπικά.
- Disadv_1 -> Όσο πιο σημαντικό πρόβλημα θεωρούν **την έλλειψη ποδηλατοδρόμων**, τόσο πιο πιθανό είναι (1,2 φορές) να πούνε «Ναι» στην ετήσια εισφορά. Επαρκείς υφιστάμενες ποδηλατικές υποδομές, όπως ποδηλατόδρομοι και θέσεις στάθμευσης ποδηλάτων, φαίνεται να κινητοποιούν τους πολίτες να χρησιμοποιούν τις εγκαταστάσεις και να επηρεάζουν θετικά τη “Πρόθεση για Πληρωμή” της χρήσης και συντήρησης των υποδομών. ([González, F 2016](#)) [134], ([Caulfield, B 2014](#)) [135], ([Majumdara, B.B. & Mitrab, S., 2013](#)) [105], ([Pucher and Buehler 2008](#)) [33, 92], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102], ([Tilahun et al. 2007](#)) [136], ([Buehler 2012](#)) [137]
- Disadv_2 -> Όσο πιο σημαντικό πρόβλημα θεωρούν τη **κακή κατάσταση οδοστρωμάτων**, τόσο πιο πιθανό είναι (24%) να πούνε «Όχι» στην ετήσια εισφορά. Ένα αποτέλεσμα λογικό, καθώς έτσι δείχνουν ότι ίσως θα ήταν προτιμότερο να δοθούν χρήματα για την επιδιόρθωση των οδοστρωμάτων, παρά για μία νέα εγκατάσταση ποδηλατοδρόμων. Η κακή κατάσταση των οδών, είναι αποτρεπτική, τόσο για τη χρήση ποδηλάτου, όσο και άλλων εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης και οδηγεί σε μία αρνητική συμπεριφορά προς τέτοια εναλλακτικά μέσα. Αυτό το συμπέρασμα υποστηρίζεται και από παρελθοντική βιβλιογραφία. ([Maragkoudakis V. 2020](#)) [133]

5.4 Στατιστικό Πρότυπο Παλινδρόμησης Poisson

- Disadv_3 -> Όσο πιο σημαντικό μειονέκτημα των ποδηλάτων θεωρούν τις **απότομες κλίσεις των οδών**, τόσο πιο πιθανό είναι (19%) να πούνε «Όχι» στην ετήσια εισφορά, ένα λογικό στατιστικό, ειδικά για μία πόλη με αρκετά λοφώδη σημεία όπως η Αθήνα. Το συμπέρασμα αυτό συμφωνεί και με τη διεθνή βιβλιογραφία που υποδεικνύει ότι σε πόλεις με δύσκολο ανάγλυφο, οι κάτοικοί τους τείνουν να είναι πιο αρνητικοί στη ποδηλασία. ([Manaugh, K 2017](#)) [104], ([Majumdar, B.B. 2013](#)). [105], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102]
- Congest -> Όσο παραπάνω φοβούνται ότι οι ποδηλατόδρομοι θα **επιβαρύνουν μόνιμα την οδική κυκλοφορία της πόλης**, τόσο πιο πιθανό είναι (27%) να πούνε «Όχι» στην ετήσια εισφορά, ένα λογικό αποτέλεσμα, σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία, που δείχνει ότι ο κόσμος που δεν έχει βιώσει σωστή εφαρμογή και ένταξη ποδηλατικών υποδομών στη πόλη του, τείνει να είναι πιο αρνητικός στο ενδεχόμενο ανάπτυξης ποδηλατικών υποδομών. ([González, F 2016](#)) [134], ([Caulfield, B 2014](#)) [135], ([Majumdar, B.B. & Mitrab, S., 2013](#)) [105], ([Pucher and Buehler 2008](#)) [33,92], ([Rybarczyk & Gallagher 2014](#)) [102], ([Tilahun et al. 2007](#)) [136], ([Buehler 2012](#)) [137]
- Age -> Όσο μεγαλύτερη η **ηλικία τους**, τόσο πιο πιθανό είναι (13%) να πούνε «Όχι» στην ετήσια εισφορά, ένα συμπέρασμα σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπου υποστηρίζεται πως οι μεγαλύτερες ηλικιακά ομάδες έχουν πιο αρνητική αντιμετώπιση στη ποδηλασία και την ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών. ([Tsolaki A., 2014](#)) [106], ([Gundlach A. & Sagebiel J. et al. 2018](#)) [131], ([Da Silva Borges and Goldner, 2015](#)) [132], ([Maldonado - Hinajeros 2014](#)) [138], ([Ortuzar 2000](#)) [95]

5.4 Στατιστικό Πρότυπο Παλινδρόμησης Poisson

5.4.1 Επεξεργασία Δεδομένων

Η δημιουργία του μοντέλου της γραμμικής παλινδρόμησης Poisson αφορά, όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως, την ερώτηση **“Ποιο ποσό είσατε διατεθειμένος/η να πληρώσετε ως ετήσια εισφορά στο Νομό Αττικής ώστε να εξασφαλιστούν οι απαιτούμενοι πόροι για την ανάπτυξη και τη λειτουργία ενός δικτύου ποδηλατοδρόμων;”**. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε, είναι παρόμοια με αυτές των λογιστικών παλινδρομήσεων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε το ίδιο Script στο Python που είχε δημιουργηθεί νωρίτερα, με τη μόνη διαφορά πως τώρα αλλάζει η εντολή της εκτέλεσης του μοντέλου αλλά και το αρχείο των στοιχείων, αφού η καινούργια εντολή εκμεταλλεύεται το αρχείο Excel **“Master Table Poisson.xlsx”**. Η διαφορά αυτού του νέου πίνακα

δεδομένων είναι ότι στον πίνακα του μοντέλου κατανομής Poisson, **δεν περιέχονται** οι μεταβλητές “Choice”, “Time”, “Cost”, “Comfort”, “Tax”.

5.3.2 Ο Κώδικας

Αρχικά γράφονται κάποιες προαπαιτούμενες εντολές για τη συντόμευση μελλοντικών διεργασιών. Πολλές από αυτές τις βιβλιοθήκες εντολών όπως ‘sklearn’, τελικά δεν χρησιμοποιήθηκαν αφού το στατιστικό μοντέλο δεν επιλύθηκε με προβλέψεις και train & test set δεδομένων. Η **εικόνα 5.1** δείχνει το σύνολο των βιβλιοθηκών που εισάχθηκαν και στο script του Poisson μοντέλου παλινδρόμησης.

Κατόπιν, εισάγεται το τελικό αρχείο Excel με το Βασικό πίνακα του Poisson μοντέλου που περιέχει τα κωδικοποιημένα δεδομένα και τις επιθυμητές μεταβλητές του ερωτηματολογίου μέσω της εντολής **“pd.read_excel (‘Όνομα Αρχείου.xlsx’)”**. Επίσης, εμφανίζονται και οι δέκα πρώτες σειρές του Βασικού Πίνακα με την εντολή **“.head(‘αριθμός σειρών’)”**, για να επιβεβαιωθεί ότι έγινε σωστή εισαγωγή δεδομένων. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία στο αρχείο .xlsx δόθηκε το όνομα **“df”**. Αξίζει να σημειωθεί πως οτιδήποτε ακολουθεί το σύμβολο **“#”** στην ίδια γραμμή, αποτελεί σχολιασμό και δεν μεταφράζεται από το πρόγραμμα.

```
In [2]: df = pd.read_excel('Master Table Poisson.xlsx')
```

```
In [34]: df.head(5)
```

```
Out[34]:
```

	Exp_Car	Time_Car	Dist_Car	Exp_Bike	Dist_Bike	Adv_1	Adv_2	Adv_3	Adv_4	Adv_5	...	Reas_Car_2	Reas_Car_3
0	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	...	0	0
1	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	...	0	0
2	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	...	0	0
3	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	...	0	0
4	1	1	2	1	1	4	4	3	4	4	...	0	0

5 rows × 58 columns

Εικόνα 5.14: Εισαγωγή και σύντομη εμφάνιση του τελικού αρχείου Excel στο Python

Οι μεταβλητές και οι αντίστοιχες τιμές της **εικόνας 5.14**, είναι ίδιες με αυτές της **εικόνας 5.2**, με τη μόνη διαφορά ότι έχουν αφαιρεθεί οι μεταβλητές: “Choice”, “Time”, “Cost”, “Comfort”, “Tax”.

Στη συνέχεια, μέσω **Python** πραγματοποιήθηκε ένας **έλεγχος συσχέτισης (correlation)** όλων των μεταβλητών μέσω της εντολής **Taxcor = Tax.corr()**. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε εξαγωγή του πίνακα συσχέτισης μεταβλητών σε ένα κενό αρχείο Excel ονόματος “Correlation3”, μέσω της εντολής: **‘Taxcor.to_excel (‘όνομα αρχείου.xlsx’, index = False, header=True)’**. (όπου index θεωρείται False για να μη συμπεριληφθεί και η αρίθμηση των σειρών στο αρχείο Excel, ενώ αντιθέτως γράφεται το header ως True επειδή είναι επιθυμητό να εμφανίζονται στο αρχείο Excel τα ονόματα των στηλών, καθώς είναι τα ονόματα των μεταβλητών).

5.4 Στατιστικό Πρότυπο Παλινδρόμησης Poisson

```
In [4]: df_cor = df.corr()

In [5]: #the file will be saved where the code is located
df_cor.to_excel('Correlation3.xlsx', index = False, header=True)
```

Εικόνα 5.15: Έλεγχος συσχέτισης συνόλου μεταβλητών στο Python.

Ο έλεγχος του πίνακα συσχέτισης και το φιλτράρισμα των τιμών που ήταν ανώτερες του **απόλυτου 0,5** πραγματοποιήθηκε στο αρχείο Excel με όνομα 'Correlation3' και αποκλείστηκαν όσες υψηλά συσχετιζόμενες μεταβλητές χρειάστηκε, μετά από δοκιμές φυσικά στο τελικό μοντέλο κατανομής Poisson.

Εν συνεχεία, αφού εισάχθηκε στο περιβάλλον Jupyter Notebook το υπολογιστικό φύλλο Excel και πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος συσχέτισης, έπρεπε κάθε **μεταβλητή να ανατεθεί στο είδος της**, δηλαδή έπρεπε να εξακριβωθεί αν λαμβάνει **διακριτή/κατηγορική** (factorial) τιμή, ή αν λαμβάνει **συνεχή** (numeric/continuous) τιμή. Πραγματοποιήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία με το κώδικα του πολυωνυμικού μοντέλου με την εντολή **"pd.get_dummies(όνομα αρχείου, columns = ["Μεταβλητή 1",, "Μεταβλητή n+1"])"** και **συνεπώς μετατράπηκαν 7 κατηγορικές μεταβλητές σε dummy**. Συνεπώς, έτσι το νέο αρχείο "df" έχει πολλές παραπάνω στήλες δυαδικής μορφής (0 και 1). Τέλος, εμφανίζονται και οι τέσσερις πρώτες σειρές του νέου αρχείου δεδομένων με παρόμοια εντολή όπως και πάνω **"print(.head('αριθμός σειρών'))"**, για να επιβεβαιωθεί ότι έγινε σωστή μορφοποίηση των κατηγορικών μεταβλητών.

```
In [6]: df = pd.get_dummies(df, columns=["Rem_job", "Job_type", "Impr_gen", "Impr_day", "Reas_Car", "Gender", "Rights"])

In [35]: print(df.head(4))

   Exp_Car  Time_Car  Dist_Car  Exp_Bike  Dist_Bike  Adv_1  Adv_2  Adv_3  \
0         1         1         2         1         1         4         4         3
1         1         1         2         1         1         4         4         3
2         1         1         2         1         1         4         4         3
3         1         1         2         1         1         4         4         3

   Adv_4  Adv_5  ...  Reas_Car_2  Reas_Car_3  Reas_Car_4  Gender_1  Gender_2  \
0         4         4  ...         0         0         0         1         0
1         4         4  ...         0         0         0         1         0
2         4         4  ...         0         0         0         1         0
3         4         4  ...         0         0         0         1         0

   Gender_3  Rights_1  Rights_2  Rights_3  Rights_4
0          0         0         0         1         0
1          0         0         0         1         0
2          0         0         0         1         0
3          0         0         0         1         0

[4 rows x 58 columns]
```

Εικόνα 5.16: Μετατροπή και απεικόνιση των κατηγορικών μεταβλητών

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ένας έλεγχος που ήταν για να αποφασιστεί αν θα επιλεγεί η κατανομή Poisson ή η Αρνητική Διωνυμική Παλινδρόμηση για την ανάλυση του συγκεκριμένου μοντέλου. Το δίλημμα αυτό υπήρχε, επειδή παρατηρήθηκε με την εντολή **.value_counts()** πως σχεδόν οι μισοί ερωτώμενοι επέλεξαν το μηδενικό ύψος ετήσιας εισφοράς και γενικά όταν υπάρχει πληθώρα μηδενικών στο δείγμα, καλό είναι να εξετάζεται και το ενδεχόμενο επίλυσής του με Negative Binomial Regression. Από το υποκεφάλαιο 3.3.2 διαπιστώνεται πως η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου **η διακύμανση (variance) των στοιχείων του δείγματος είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή (mean)**. Με τη χρήση απλού κώδικα όπως **‘.mean’** και **‘.var’** διαπιστώθηκε πως η διακύμανση του δείγματος είναι μικρότερη από τη μέση τιμή, κάτι που οδηγεί τελικά στη χρήση της κατανομής Poisson.

```

In [36]: Tax_cost_choice = df['Tax_cost'].value_counts()
print(Tax_cost_choice)

0.000000    1071
0.333333    1035
0.666667     90
1.000000     18
Name: Tax_cost, dtype: int64

In [8]: # Criterion to check whether you should use Poisson or NegBinomial

mean = df['Tax_cost'].mean()
print('mean = ', mean)
var = (df['Tax_cost'].std())**2
print('variance = ', var)

mean = 0.1910569105691057
variance = 0.04163518609546692

When variance <= mean ---> POISSON!

```

Εικόνα 5.17: Απόρριψη του μοντέλου αρνητικής διωνυμικής κατανομής

Στο επόμενο κελί παρατίθενται **οι σημαντικότερες εντολές** για την εφαρμογή της κατανομής Poisson. Δημιουργούνται τα **σύνολα δεδομένων** και χωρίζεται η εξαρτημένη μεταβλητή “Tax_cost” (που αντιπροσωπεύει την θέληση των ερωτώμενων να πληρώσουν), από τις ανεξάρτητες μεταβλητές μέσω της εντολής “**formula_1 = 'Tax_cost ~...'**”, ένα τρόπο που θυμίζει αυτόν στο πρόγραμμα R – Studio που έχει εφαρμοστεί σε παρελθοντικές Διπλωματικές εργασίες. Σε αντίθεση με τη πολυωνυμική παλινδρόμηση, εδώ δεν γίνεται “drop” τις μεταβλητές που δεν είναι επιθυμητές στο μοντέλο, αντιθέτως απλά προστίθενται με (+) όσες θα χρησιμοποιηθούν στο Poisson μοντέλο. Σε πρώτο κομμάτι οι μόνες που δεν προστέθηκαν ήταν οι μεταβλητές που έχουν **υψηλή συσχέτιση** μεταξύ τους (μόνο μία από τις 2). Στη συνέχεια όσο προχωράει το μοντέλο και μετά από πολλές δοκιμές και συνδυασμούς, απορρίπτονται και οι μεταβλητές που θεωρούνται **στατιστικά ασήμαντες**, με αποτέλεσμα να αφαιρούνται από την “ισότητα (formula)” και να οδηγηθεί το μοντέλο στη τελική του μορφή.

Στη συνέχεια για να ληφθούν τα p-values του μοντέλου που δημιουργήθηκε παραπάνω χρησιμοποιείται το **πακέτο εντολών του statsmodels** library και συγκεκριμένα το statsmodels.formula.api. Από τις αρχικές συντομεύσεις στην εικόνα 5.1 με το ‘smf.’ καλείται το πακέτο statsmodels.formula.api, και στη συνέχεια μέσω της επίκλησης του πακέτου αυτού περιλαμβάνεται και **το πακέτο ‘glm’ (Generalized Linear Model)**, το οποίο επιτρέπει την εκτίμηση των γραμμικών μοντέλων κατανομής Poisson, μέσω της επίκλησης της Poisson οικογενείας υπολογισμών (sm.families) και της εντολής ‘**family=sm.families.Poisson()**’.

Με την εντολή “όνομα μοντέλου.fit()” πραγματοποιείται μία γρήγορη, εύκολη και μικρού μεγέθους **παλινδρόμηση Poisson**, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Επαναλαμβανόμενα Σταθμισμένων Ελαχίστων Τετραγώνων (**IRLS**).

Παρατίθενται παρακάτω αυτά τα κελιά εντολών, και τα αποτελέσματά τους που εμφανίστηκαν με προαναφερθείσες εντολές όπως το ‘print(.summary)’. (Στην εικόνα παρακάτω φαίνονται και

τα τελικά τεστ AIC και BIC που πραγματοποιήθηκαν για την εύρεση του βέλτιστου μοντέλου Poisson κατανομής)

```
In [47]: # Δημιουργούμε τα συνολα δεδομενων
# Διαχωρίζουμε την εξαρτημένη μεταβλητή Tax_cost,
## αποκλείω οσες άλλες αποκλείστηκαν απο το correlation παραπανω
###αποκλείω οσα είναι ασημαντα στατιστικά
#### Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα, μπορούμε να φτιαξουμε ένα μοντέλο Poisson
#### Βελτίωση του παραπανω αφαιρώντας οσα εχουν p>0,05
formula_1 = 'Tax_cost ~ Dist_Bike+Exp_Car+Adv_4+Adv_5+Job_type_2+Reas_Car_1+Rights_4+Photo_4+Bikelanes'
model_1 = smf.glm(formula = formula_1, data=df, family=sm.families.Poisson())
result_1 = model_1.fit()
print(result_1.summary())
```

```
=====
Generalized Linear Model Regression Results
=====
Dep. Variable:          Tax_cost      No. Observations:          2214
Model:                GLM           Df Residuals:              2204
Model Family:         Poisson       Df Model:                  9
Link Function:        log           Scale:                    1.0000
Method:               IRLS         Log-Likelihood:          -970.01
Date:                 Wed, 07 Jul 2021  Deviance:                 540.04
Time:                 00:10:46       Pearson chi2:             441.
No. Iterations:       5
Covariance Type:     nonrobust
=====
```

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
Intercept	-2.7638	0.467	-5.913	0.000	-3.680	-1.848
Dist_Bike	0.0766	0.038	2.039	0.041	0.003	0.150
Exp_Car	-0.1385	0.056	-2.470	0.014	-0.248	-0.029
Adv_4	0.2925	0.080	3.641	0.000	0.135	0.450
Adv_5	-0.1465	0.060	-2.441	0.015	-0.264	-0.029
Job_type_2	-0.2634	0.128	-2.062	0.039	-0.514	-0.013
Reas_Car_1	0.2509	0.109	2.304	0.021	0.037	0.464
Rights_4	-1.2388	0.583	-2.126	0.034	-2.381	-0.097
Photo_4	0.2044	0.092	2.229	0.026	0.025	0.384
Bikelanes	-0.1544	0.071	-2.189	0.029	-0.293	-0.016

```
=====
```

```
In [48]: aic = result_1.aic
bic = result_1.bic
print('AIC = ', aic)
print('BIC = ', bic)
## the model with the lowest BIC is selected.
```

```
AIC = 1960.0157795535997
BIC = -16436.392817908905
```

Εικόνα 5.18: Βασικός κώδικας δημιουργίας μοντέλου Poisson στο Python

Από τον τελικό κώδικα του μοντέλου Poisson με όνομα “model_1” που απεικονίζεται στην επάνω εικόνα φαίνεται πως :

Η εξαρτημένη μεταβλητή `Tax_cost` υπολογίζεται συναρτήσει των ανεξάρτητων μεταβλητών, ‘Dist_Bike’, ‘Exp_Car’, ‘Adv_4’, ‘Adv_5’, ‘Job_type_2’, ‘Reas_Car_1’, ‘Rights_4’, ‘Photo_4’, ‘Bikelanes’, των οποίων οι τιμές παραμένουν σταθερές ανεξάρτητα της εναλλακτικής επιλογής. Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων επετεύχθη μετά από πολλές δοκιμές και διαφορετικούς σχεδιασμούς.

Τέλος για να ποσοτικοποιηθεί η πιθανότητα να πραγματοποιηθούν (ή όχι) τα ενδεχόμενα ενός μοντέλου, χρησιμοποιήθηκε ένα στατιστικό μέτρο ονόματι **Λόγος Απόδοσης / Πιθανοτήτων (Odds Ratio)** ή Σχετικός Λόγος Συμπληρωματικών Πιθανοτήτων. Στη γλώσσα Python το Odds Ratio περιέχεται στο πακέτο εντολών του `numpry`, το οποίο έχει ήδη κληθεί, όπως φαίνεται στην εικόνα 5.1. Η εντολή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και εμφάνιση του Odds Ratio του μοντέλου Poisson παρατίθεται στη κάτω εικόνα με το βασικό της κομμάτι να αποτελεί το ‘`nr.exp`’.

```
In [33]: # ODDS RATIO FOR POISSON
model_1_odds = pd.DataFrame(np.exp(result_1.params), columns= ['Odds_Ratio'])
print(model_1_odds)
```

	Odds_Ratio
Intercept	0.063051
Dist_Bike	1.079619
Exp_Car	0.870675
Adv_4	1.339736
Adv_5	0.863732
Job_type_2	0.768400
Reas_Car_1	1.285220
Rights_4	0.289728
Photo_4	1.226733
Bikelanes	0.856887

Εικόνα 5.19: Δημιουργία και εμφάνιση του Odds Ratio για το μοντέλο στο Python

5.4.3 Συνάρτηση Χρησιμότητας

Η συνάρτηση χρησιμότητας που προκύπτει από το μοντέλο κατανομής Poisson είναι η εξής:

$$U_{\text{Pois}} = -2,764 + 0,077 * \text{Dist_Bike} - 0,139 * \text{Exp_Car} + 0,293 * \text{Adv_4} - 0,147 * \text{Adv_5} - 0,263 * \text{Job_type_2} + 0,251 * \text{Reas_Car_1} - 1,239 * \text{Rights_4} + 0,204 * \text{Photo_4} - 0,154 * \text{Bikelanes}$$

Οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στην εξίσωση είναι:

- Ο όρος $-2,764$ αποτελεί τον σταθερό όρο της συνάρτησης.
- **Dist_Bike**, η μεταβλητή της συνήθους απόστασης μετακίνησης με ποδήλατο
- **Exp_Car**, τα χρόνια εμπειρίας οδήγησης αυτοκινήτου
- **Adv_4**, η μεταβλητή της σημαντικότητας των περιβαλλοντικών ωφελειών που προσφέρει το ποδήλατο
- **Adv_5**, η μεταβλητή της σημαντικότητας των οικονομικών ωφελειών που προσφέρει το ποδήλατο
- **Job_type_2**, η επιλογή “Ελεύθερος Επαγγελματίας” στην ερώτηση No.38: “Επάγγελμα”
- **Reas_Car_1** η επιλογή “Εργασία / Σπουδές”, στην ερώτηση No.6: “Ποιος είναι ο κύριος λόγος μετακίνησής σας με αυτοκίνητο;”
- **Rights_4**, η επιλογή “Άλλο μέσο μετακίνησης” στην ερώτηση No.13: “Ποιος πιστεύετε ότι πρέπει να έχει παραπάνω δικαιώματα όσον αφορά στη κοινή χρήση του δρόμου;”
- **Photo_4**, η μεταβλητή του επιπέδου συμπάθειας ενός συνοδευτικού διαδρόμου ποδηλάτων με χτισμένη διαχωριστική νησίδα από την υπόλοιπη οδό (δες **ερώτηση No. 18** για την εικόνα)
- **Bikelanes**, η μεταβλητή της αναγκαιότητας των ποδηλατοδρόμων στις σύγχρονες πόλεις

5.4.4 Στατιστικός Έλεγχος Μοντέλου

5.4 Στατιστικό Πρότυπο Παλινδρόμησης Poisson

Απολύτως απαραίτητος για την αποδοχή του μοντέλου και της συνάρτησης χρησιμότητας αποτελεί ο **στατιστικός έλεγχος του μοντέλου κατανομής Poisson**, ο οποίος πραγματοποιείται αυτόματα στο Rython κατά την εξαγωγή των μαθηματικών μοντέλων.

Τα δεδομένα αυτά έχουν συγκεντρωθεί στον Πίνακα 5.3 της επόμενης σελίδας συγκεντρωτικά για τη συνάρτηση που αναπτύχθηκε παραπάνω.

Μεταβλητές	Συντελεστές	P - Value	Odds Ratio	Σημαντικότητα
Σταθ. Όρος	-2,764	< 0,001	0,06	0
Dist_Bike	0,077	0,041	1,08	0,05
Exp_Car	-0,139	0,014	0,87	0,05
Adv_4	0,293	< 0,001	1,34	0
Adv_5	-0,147	0,015	0,86	0,05
Job_type_2	-0,263	0,039	0,77	0,05
Reas_Car_1	0,251	0,021	1,29	0,05
Rights_4	-1,239	0,034	0,29	0,05
Photo_4	0,204	0,026	1,23	0,05
Bikelanes	-0,154	0,029	0,86	0,05

Πίνακας 5.3: Στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών της παλινδρόμησης Poisson

Αναλυτικότερα:

- ❖ Μεταβλητές, το όνομα των μεταβλητών που έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο.
- ❖ Συντελεστές, η αριθμητική τιμή των συντελεστών (coefficients) των μεταβλητών.
- ❖ P-Value, η τιμή του P-Value με βάση την οποία κρίνεται η σημαντικότητα κάθε μεταβλητής στο μοντέλο. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία υιοθετήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95 τοις εκατό. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε τιμή του P-Value μικρότερη του 0.05 γίνεται αποδεκτή για το μοντέλο.
- ❖ Odds Ratio, μαθηματικά ορίζεται ως $\exp(\text{Συντελεστές})$. Ερμηνεύεται ως πόσες φορές πιο πιθανό είναι να επιλεγεί η εκάστοτε εναλλακτική επιλογή σε σχέση με την επιλογή αναφοράς με βάση τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Αναλυτικότερα, η ερμηνεία του Odds Ratio έχει δοθεί στο Υποκεφάλαιο 3.5.
- ❖ Σημαντικότητα, το επίπεδο σημαντικότητας με βάση την τιμή του P-Value. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ή 95 τοις εκατό. Μικρότερη τιμή από την 0.05 σημαίνει μεγαλύτερο επίπεδο σημαντικότητας και, άρα, αποδεκτή τιμή της μεταβλητής.

Οι συντελεστές των μεταβλητών ακολουθούν μια λογική ερμηνεία, ικανοποιώντας και αυτό το κριτήριο, όπως είχε αναφερθεί στο Υποκεφάλαιο 3.6.10.

Όσον αφορά στον έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών, όπως αναφέρθηκε και στο Υποκεφάλαιο 3.6, ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε στη γλώσσα Python με την εντολή `df.corr()` αφού είχε προηγηθεί η μετατροπή όλων των μεταβλητών σε αριθμούς. Τα ζευγάρια των μεταβλητών `Exp_Bike - Dist_Bike`, `Adv_1 - Adv_2`, `Adv_4 - Adv_6`, `Age - Exp_Car`, `Tax - Tax_Cost`, παρουσίασαν συσχέτιση μεταξύ τους άνω του απόλυτου 0.5 και συνεπώς δεν χρησιμοποιήθηκαν ταυτόχρονα σε κανένα μοντέλο.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στο Python διαθέτει συντελεστή **Pearson chi(squared) = 441**, για τον οποίο ισχύει ότι όσο μεγαλύτερος είναι, τόσο πιο αποδεκτό το μοντέλο, καθώς δεν υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών του μοντέλου, κάτι που θα συνέβαινε αν το Pearson χ^2 έτεινε προς το μηδέν (0).

5.4.5 Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η **ερμηνεία της συνάρτησης χρησιμότητας** που παρουσιάστηκε παραπάνω.

Αρχικά, η συνάρτηση χρησιμότητας U_{Pois} , η οποία εκφράζει τη συνάρτηση για τη πρόθεση πληρωμής ετήσιας εισφοράς προς την ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων, ορίζεται ως εξής:

$$U_{\text{Pois}} = -2,764 + 0,077 * \text{Dist_Bike} - 0,139 * \text{Exp_Car} + 0,293 * \text{Adv_4} - 0,147 * \text{Adv_5} - 0,263 * \text{Job_type_2} + 0,251 * \text{Reas_Car_1} - 1,239 * \text{Rights_4} + 0,204 * \text{Photo_4} - 0,154 * \text{Bikelanes}$$

Στη συνάρτηση αυτή διακρίνονται 9 μεταβλητές και μία (1) σταθερά, όπως αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο 5.4.3.

Από τη συνάρτηση U_{Pois} συμπεραίνει κανείς με τη βοήθεια και των **Odds Ratio** του πίνακα 5.3 τα εξής:

- `Dist_Bike` -> Όση μεγαλύτερη **απόσταση διανύουν με το ποδήλατο** καθημερινά, τόσο πιθανότερο (1,08 φορές) είναι να καταβάλλουν ένα υψηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς, ένα λογικό αποτέλεσμα που υποστηρίζεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία που δείχνει ότι ενδεχομένως οι πολίτες που ήδη χρησιμοποιούν ποδήλατο σε τακτική βάση, τείνουν να είναι πολύ θετικοί στην υποστήριξη της εγκατάστασης ποδηλατικών υποδομών ([Laird \(2013\)](#)), ([Serifis A., 2015](#)) [22], ([Tsolaki A., 2014](#)) [106]

- Exp_Car -> Όσο μεγαλύτερη **εμπειρία οδήγησης έχουν με το αυτοκίνητο**, τόσο πιθανότερο (23%) είναι να καταβάλλουν ένα χαμηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς, ένα αποτέλεσμα λογικό επειδή η μεταβλητή αυτή όντας υψηλά συσχετιζόμενη ($correlation > 0,5$) με την ηλικία δικαιολογείται έτσι και από την διεθνή βιβλιογραφία, όπου υποστηρίζεται ότι ίσως οι μεγαλύτερες ηλικιακά ομάδες έχουν πιο αρνητική αντιμετώπιση στη ποδηλασία και την ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών. ([Tsolaki A., 2014](#)) [106], ([Gundlach A. & Sagebiel J. et al. 2018](#)) [131], ([Da Silva Borges and Goldner, 2015](#)) [132], ([Maldonado - Hinajeros 2014](#)) [138], ([Ortuzar 2000](#)) [95]
- Adv_4 -> Όσο πιο **περιβαλλοντικά φιλικό θεωρούν πως είναι το ποδήλατο**, τόσο πιθανότερο (1,34 φορές) είναι να καταβάλλουν ένα υψηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς. Αυτό υποστηρίζεται, όχι μόνο από τα αποτελέσματα της παραπάνω δυαδικής κατανομής, αλλά και από προηγούμενες μελέτες που δείχνουν ότι οι πολίτες που αναγνωρίζουν τα υγειονομικά και οικολογικά οφέλη της ποδηλασίας τείνουν να είναι πιο θετικοί στην υποστήριξη ποδηλατικών υποδομών και δράσεων, και πολλές φορές να είναι διατεθειμένοι να κάνουν τη μετάβαση από Ι.Χ. στο ποδήλατο. ([Monda et al., 2007](#)) [128], ([Bauman et al., 2011](#)) [120], ([Shokoohi & Nikitas, 2017](#)) [110], ([Bauman and Rissel, 2009](#)) [121]
- Adv_5 -> Όσο **φτηνότερο** σε σχέση με τα υπόλοιπα μέσα θεωρούν ότι είναι το ποδήλατο, τόσο πιθανότερο (14%) είναι να καταβάλλουν ένα χαμηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς, αποτέλεσμα λογικό και σύμφωνο με τη διωνυμική κατανομή καθώς ο κόσμος που δίνει μεγάλη βάση στις οικονομικές ωφέλειες, πιθανώς να δυσκολεύεται να στηρίξει οικονομικά μία δράση που ίσως να μην τον ωφελήσει άμεσα προσωπικά.
- Job_type_2 -> Οι **ελεύθεροι επαγγελματίες** έχουν 23% μεγαλύτερη πιθανότητα να καταβάλλουν ένα χαμηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς, ένα συμπέρασμα λογικό, καθώς οι ελεύθεροι επαγγελματίες συνηθίζουν να έχουν ένα πιο ασταθές χρόνο και τόπο εργασίας, κάτι που καθιστά τη χρήση αυτοκινήτου ως καθημερινή αναγκαιότητα για αυτούς. Συνεπώς, δεν βλέπουν κάποιο τρόπο που επωφελούνται οι ίδιοι άμεσα από την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, κάτι που είναι σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία για την αρνητικότητα προς τη ποδηλασία των τακτικών χρηστών αυτοκινήτου ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142], ([Sigurdardottir 2013](#)) [147]
- Reas_Car_1 -> Εκείνοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για **Εργασία ή Σπουδές**, έχουν 1,29 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να καταβάλλουν ένα υψηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς, αποτέλεσμα λογικό αν ληφθεί υπόψη το Διάγραμμα 4.13. Το διάγραμμα αυτό δείχνει ότι η πλειοψηφία των ερωτώμενων που χρησιμοποιούν το Ι.Χ. τους για Εργασία / Σπουδές, έχουν δυνατότητα τηλεργασίας, όπου από τα λογιστικά μοντέλα παρατηρείται ότι οι ερωτώμενοι με δυνατότητα τηλεργασίας, είναι εμφανώς θετικοί στην έμπρακτη υποστήριξη ανάπτυξης ποδηλατοδρόμων.

- Rights_4 -> Όσοι επέλεξαν κάποιο **εναλλακτικό τρόπο μετακίνησης να έχει προτεραιότητα** στο δρόμο, όπως λεωφορεία, τραμ, κ.λπ., (όλα εκτός ποδηλάτων & Ι.Χ.), είναι κατά 71% πιθανότερο να καταβάλλουν ένα χαμηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς ένα λογικό αποτέλεσμα που έρχεται σε συμφωνία με το μοντέλο πολυωνυμικής παλινδρόμησης αλλά και με παρελθοντική βιβλιογραφία, η οποία υποδεικνύει πως οι τακτικοί χρήστες των δημόσιων συγκοινωνιών, τείνουν να είναι ενάντια της ανάπτυξης ποδηλατικών υποδομών (αναμενόμενο αποτέλεσμα, καθώς η συγκεκριμένη ομάδα των ερωτώμενων είναι συνηθισμένη σε ένα τρόπο καθημερινής μετακίνησης και δεν προτίθεται να αλλάξει τις συνήθειές του, επιλέγοντας πιο επικίνδυνα και άβολα μέσα) ([Maragkoudakis V. 2020](#)) [133]
- Photo_4 -> Όσο πιο θετική αντίδραση έχουν προς την εικόνα ενός **προστατευόμενου συνοδευτικού ποδηλατοδρόμου**, τόσο μεγαλύτερη (1,24 φορές) είναι η πιθανότητα να καταβάλλουν ένα υψηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς, ένα αποτέλεσμα που απλά δείχνει πως όσοι διατίθενται να καταβάλλουν υψηλό ποσό ετήσιας εισφοράς, συνήθως έχουν στο μυαλό τους μόνιμες, ασφαλείς και ευδιάκριτες εγκαταστάσεις ποδηλατοδρόμων, με νησίδα ασφαλείας, έναντι απλών ποδηλατικών λωρίδων με διαχωριστικές γραμμές σήμανσης.
- Bikelanes -> Όσο παραπάνω πιστεύουν ότι **οι ποδηλατόδρομοι δεν αποτελούν σημαντικό μέρος μιας σύγχρονης πόλης**, τόσο πιθανότερο (14%) είναι να καταβάλλουν ένα χαμηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς. Αυτό είναι ένα λογικό αποτέλεσμα που υποστηρίζεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία, η οποία δείχνει ότι τα άτομα που εκτιμούν τα εγγενή πλεονεκτήματα και οφέλη της οδήγησης ποδηλάτου, όπως τους μηδενικούς ρύπους και τη σωματική άσκηση, τείνουν να έχουν υψηλότερη “Πρόθεση για Πληρωμή” προς όποιες “pro-bike” ενέργειες τους προταθούν. ([Fernández-Heredia 2016](#)) [142]

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Με βάση όλα τα προαναφερθέντα, στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση των προτιμήσεων των Αθηναίων οδηγών ΙΧ επιβατικών αυτοκινήτων απέναντι στη ποδηλασία**. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε ποια είναι τα χαρακτηριστικά των οδηγών που επηρεάζουν τις προτιμήσεις τους για εισφορές για την πιθανή αναβάθμιση (χαμηλή, υψηλή) του δικτύου ποδηλατοδρόμων της Αθήνας.

Μετά τον καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου, αναζητήθηκε διεθνής βιβλιογραφία συναφής με το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής εργασίας και εντοπίστηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία. Ταυτόχρονα συντάχθηκε ειδικό **ερωτηματολόγιο** με σκοπό τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων, και χρησιμοποιήθηκε η **μέθοδος της δεδηλωμένης προτίμησης** με 18 (9+9) υποθετικά σενάρια κόστους, χρόνου και άνεσης.

Ακολούθως, για την επεξεργασία των απαντήσεων των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση, στην οποία αναπτύχθηκαν 3 πρότυπα στατιστικά μοντέλα. Πρώτον, για τη διερεύνηση της προθυμίας πληρωμής ετήσιας εισφοράς για ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, αναπτύχθηκε πρότυπο **διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης**. Δεύτερον, μετά από δοκιμές διάφορων εναλλακτικών μεθόδων, αναπτύχθηκε πρότυπο **κατανομής Poisson**, με σκοπό τη διερεύνηση του πιο επιθυμητού ύψους ετήσιας εισφοράς. Τέλος, αναπτύχθηκε πρότυπο **πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** σχετικά με τα σενάρια ανάπτυξης ποδηλατοδρόμων.

Αρχικά η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για έναν αυξημένο αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών με σκοπό να αποσαφηνιστούν οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις και να βρεθούν εκείνες που τελικά επηρεάζουν τις εξαρτημένες μεταβλητές: τα δύο επιπέδα αναβάθμισης της οδικής υποδομής. Η τελική επιλογή των μοντέλων έγινε μετά από αρκετές δοκιμές συνδυασμών ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Τα μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν από τις αναλύσεις αυτές παρατίθενται συνοπτικά παρακάτω:

6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Μεταβλητές	Επιλογή Μικρής Ενίσχυσης			Επιλογή Μεγάλης Ενίσχυσης		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθερός όρος	4.366	< 0.001		- 5,11	< 0.001	
Χρόνος	- 1,238	0,016	0,29	3969	< 0.001	52,9
Κόστος	4.586	< 0.001	98,11	30316	< 0.001	10 [^] 13
Άνεση μετακίνησης με Ι.Χ.	- 0,527	< 0.001	0,59	0,519	0,002	1,68
Διάρκεια οδήγησης Ι.Χ.	- 0,382	0,003	0,68	- 0,879	0,009	0,42
Απόσταση οδήγησης Ι.Χ.	- 0,266	0,001	0,77	- 1,289	< 0.001	0,28
Εμπειρία οδήγησης Ι.Χ.						
Σημαντικό μειονέκτημα χρήσης ποδηλάτου "Απότομες κλίσεις δρόμων"	- 0,338	< 0.001	0,71	- 0,701	< 0.001	0,5
Συμφωνία με το "Οι ποδηλατοδρόμοι δεν αποτελούν σημαντικό κομμάτι μίας σύγχρονης πόλης"				- 0,672	0,005	0,51
Συμφωνία με το "Οι ποδηλατοδρόμοι θα επιβαρύνουν μόνιμα την οδική κυκλοφορία της πόλης"	- 0,447	< 0.001	0,64	- 0,915	< 0.001	0,4
Πρόθεση πληρωμής ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη και λειτουργία ποδηλατοδρόμων	1.272	< 0.001	3,57	3337	< 0.001	28,13
Επιθυμητό κόστος ετήσιας εισφοράς	1.986	0,001	7,29	3971	0,001	53,03
"Έχω δυνατότητα τηλεργασίας"	0,397	0,003	1,49	1017	0,004	2,76
"Είμαι δημόσιος / ιδιωτικός υπάλληλος"	0,428	0,004	1,53	0,949	0,011	2,58
Είμαι φοιτητής"	0,888	< 0.001	2,43			
"Οι ποδηλάτες ευθύνονται για την άσχημη σχέση αυτοκινητιστών - ποδηλατιστών"	- 0,378	0,023	0,69	- 2,388	< 0.001	0,09
"Οδηγώ το αυτοκίνητό μου κυρίως για αγορές"	1,78	< 0.001	5,93	2485	< 0.001	12
"Οδηγώ το αυτοκίνητό μου κυρίως για αναψυχή"	- 0,967	< 0.001	0,38	- 2,732	< 0.001	0,07
"Άλλο μέσο μετακίνησης εκτός του Ι.Χ. Και ποδηλάτου πρέπει να έχει προτεραιότητα στο δρόμο"	- 0,976	0,021	0,38			

Πίνακας 6.1: Μοντέλα επιλογής επιπέδου ενίσχυσης

Μεταβλητές	Πρόθεση πληρωμής ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη και λειτουργία ποδηλατοδρόμων		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθερός Όρος			
"Οδηγώ το αυτοκίνητό μου κυρίως για εργασία / σπουδές"	0,405	< 0,001	1,5
"Όλα τα μέσα μετακίνησης πρέπει να έχουν τα ίδια δικαιώματα στο δρόμο"	0,386	< 0,001	1,47
"Άλλο μέσο μετακίνησης εκτός του Ι.Χ. Και ποδηλάτου πρέπει να έχει προτεραιότητα στο δρόμο"	-1,54	< 0,001	0,21
"Είμαι ελεύθερος επαγγελματίας"	-0,419	0,001	0,66
"Είμαι φοιτητής"	0,516	0,001	1,68
Γυναίκα	0,281	0,008	1,33
Μορφωτικό επίπεδο	0,227	0,038	1,26
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι αγχολυτικό"	0,24	< 0,001	1,27
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι καλό για το περιβάλλον"	0,551	< 0,001	1,74
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι φτηνό"	-0,398	< 0,001	0,67
Σημαντικό μειονέκτημα χρήσης ποδηλάτου "Απουσία ποδηλατοδρόμων"	0,179	0,042	1,2
Σημαντικό μειονέκτημα χρήσης ποδηλάτου "Κακή κατάσταση οδοστρωμάτων"	-0,276	< 0,001	0,76
Σημαντικό μειονέκτημα χρήσης ποδηλάτου "Απότομες κλίσεις δρόμων"	-0,209	0,001	0,81
Συμφωνία με το "Οι ποδηλατοδρόμοι θα επιβαρύνουν μόνιμα την οδική κυκλοφορία της πόλης"	-0,313	< 0,001	0,73
Ηλικία	-0,142	0,021	0,87

Πίνακας 6.2: Μοντέλο πρόθεσης πληρωμής ετήσιας εισφοράς

Μεταβλητές	Επιθυμητό ύψος ετήσιας εισφοράς		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθ. Όρος	-2,764	< 0,001	0,06
Απόσταση οδήγησης ποδηλάτου	0,077	0,041	1,08
Εμπειρία οδήγησης Ι.Χ.	-0,139	0,014	0,87
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι καλό για το περιβάλλον"	0,293	< 0,001	1,34
Πλεονέκτημα ποδηλάτου "Είναι φτηνό"	-0,147	0,015	0,86
"Είμαι ελεύθερος επαγγελματίας"	-0,263	0,039	0,77
"Οδηγώ το αυτοκίνητό μου κυρίως για εργασία / σπουδές"	0,251	0,021	1,29
"Άλλο μέσο μετακίνησης εκτός του Ι.Χ. Και ποδηλάτου πρέπει να έχει προτεραιότητα στο δρόμο"	-1,239	0,034	0,29
Αντίδραση προς την εικόνα ενός προστατευόμενου συνοδευτικού ποδηλατοδρόμου	0,204	0,026	1,23
Συμφωνία με το "Οι ποδηλατοδρόμοι δεν αποτελούν σημαντικό κομμάτι μίας σύγχρονης πόλης"	-0,154	0,029	0,86

Πίνακας 6.3: Μοντέλο επιλογής ύψους ετήσιας εισφοράς

6.2 Συμπεράσματα

Από τα διάφορα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής αυτής εργασίας, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα που δίνουν απάντηση στα ερωτήματα και τους στόχους της Διπλωματικής Εργασίας.

- **Οι Αθηναίοι αυτοκινητιστές εμφανίζονται στη πλειοψηφία τους θετικοί ως προς την οικονομική ενίσχυση της ποδηλατικής κυκλοφορίας** στο Λεκανοπέδιο Αττικής, τουλάχιστον για μικρά κόστη ετήσιας εισφοράς της τάξης των 40-80 ευρώ. Ειδικότερα όσο μειώνεται το ύψος ετήσιας εισφοράς και ο χρόνος μετακίνησης με αυτοκίνητο, η πιθανότητα επιλογής οικονομικής ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων εμφανίζεται μεγαλύτερη. Το επίπεδο άνεσης οδήγησης Ι.Χ. δείχνει να μην απασχολεί ιδιαίτερα τους Αθηναίους οδηγούς, εκτός από εκείνους που επιλέγουν υψηλά κόστη ετήσιας εισφοράς και έχουν συνεπώς, υψηλότερες απαιτήσεις.
- **Η πιθανότητα επιλογής ενός αναβαθμισμένου δικτύου ποδηλατοδρόμων επηρεάζεται από τρία κύρια χαρακτηριστικά, το ύψος εισφοράς, το χρόνο και το επίπεδο άνεσης** διαδρομής με αυτοκίνητο. Συγκεκριμένα, για υψηλά ποσά ετήσιας εισφοράς μεγάλη σημασία δίδεται στο επίπεδο άνεσης διαδρομής με Ι.Χ., ενώ για χαμηλά ποσά ετήσιας εισφοράς περισσότερη σημασία δίδεται στο χρόνο διαδρομής με αυτοκίνητο. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και με τα ευρήματα της διεθνούς βιβλιογραφίας.
- **Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει ο λόγος οδήγησης αυτοκινήτου.** Από το σύνολο των στατιστικών μοντέλων, παρατηρείται ότι οι Αθηναίοι οδηγοί που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για εργασία, σπουδές ή αγορές είναι ιδιαίτερα θετικοί προς την ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων, ακόμα και σε περιπτώσεις υψηλού ύψους ετήσιας εισφοράς. Αντιθέτως, οι Αθηναίοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους κυρίως για αναψυχή τείνουν να είναι πιο αρνητικοί προς την ανάπτυξη δικτύων ποδηλατοδρόμων. Φανερώνεται λοιπόν, ότι οι Αθηναίοι που χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους με κύριο σκοπό την αναψυχή, καθώς δεν διανύουν σύντομες διαδρομές (όπως οι μετακινήσεις λόγω αγορών), ούτε έχουν σταθερό πρόγραμμα διαδρομών (όπως οι μετακινήσεις λόγω εργασίας/σπουδών), δεν βρίσκουν κάποιο άμεσο τρόπο που επωφελούνται από τις αλλαγές αυτές, με αποτέλεσμα να μη τις υποστηρίζουν.
- Εξίσου καίριας σημασίας είναι και το είδος απασχόλησης των ερωτώμενων. Από το σύνολο των μοντέλων, παρατηρείται ότι **οι Δημόσιοι/Ιδιωτικοί Υπάλληλοι και οι Φοιτητές είναι ιδιαίτερα θετικοί** προς την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, ενώ αντιθέτως οι Ελεύθεροι Επαγγελματίες τείνουν να είναι αρνητικοί προς την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, ειδικά για υψηλότερα κόστη ετήσιας εισφοράς. Ενδεχομένως οι οδηγοί που κάνουν περισσότερες μετακινήσεις ή δίνουν μεγαλύτερη αξία στον χρόνο των μετακινήσεων τους δεν προτιμούν καθυστερήσεις λόγω της κυκλοφορίας ποδηλάτων.

- Από τα δύο πολυωνυμικά λογιστικά μοντέλα, παρατηρείται ότι **οι Αθηναίοι που οδηγούν καθημερινά μεγάλο αριθμό ωρών και χιλιομέτρων με το αυτοκίνητο, τείνουν να είναι πιο αρνητικοί** στην ιδέα της ανάπτυξης ποδηλατοδρόμων, ανεξαρτήτως του ύψους ετήσιας εισφοράς. Κατανοώντας ότι οι συγκεκριμένοι οδηγοί εξαρτώνται από το αυτοκίνητο σε ημερήσια βάση, δεν βλέπουν κάποιο τρόπο που επωφελούνται οι ίδιοι άμεσα από την ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων, πόσο μάλλον νιώθουν ότι τέτοιες αλλαγές θα βλάψουν τις καθημερινές τους διαδρομές.
- Η τηλεργασία εν καιρό πανδημίας δείχνει να επηρεάζει δραστικά τις επιλογές των ερωτώμενων επίσης. Από τα δύο πολυωνυμικά λογιστικά μοντέλα συμπεραίνεται ότι **όσοι Αθηναίοι έχουν δυνατότητα τηλεργασίας, τείνουν να έχουν μία εμφανώς θετικότερη στάση** απέναντι στη κατασκευή ποδηλατοδρόμων, ανεξαρτήτως ύψους ετήσιας εισφοράς. Ένα λογικό αποτέλεσμα, καθώς οι ερωτώμενοι που δουλεύουν / θα δουλεύουν από το σπίτι τους, δεν υποχρεούνται να οδηγούν το αυτοκίνητο σε καθημερινή βάση, συνεπώς ενισχύουν τη προώθηση εναλλακτικών βιώσιμων μετακινήσεων όπως το ποδήλατο. Τέλος, το γεγονός ότι διαθέτουν ένα σταθερό μισθό σημαίνει ότι το ύψος εισφοράς είναι μικρότερης σημασίας για αυτούς.
- Αντίστοιχα θετική επιρροή στην επιλογή της ενίσχυσης του δικτύου ποδηλατοδρόμων φαίνεται να έχει και η μόρφωση των ερωτώμενων. Από το διωνυμικό λογιστικό μοντέλο παρατηρείται ότι **οι Αθηναίοι οδηγοί με υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο τείνουν να είναι πιο θετικοί** στη καταβολή ετήσιας εισφοράς για την ανάπτυξη και λειτουργία ποδηλατοδρόμων, συμπέρασμα που υποστηρίζεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία, που δείχνει πως οι υψηλότερες μορφωτικά ομάδες υποστηρίζουν παραπάνω τη ποδηλασία.
- Εξίσου θετική επίδραση στην επιλογή ενίσχυσης των ποδηλατοδρόμων στην Αθήνα, έχει και η εξοικείωση των ερωτώμενων με το ποδήλατο ως μέσο μετακίνησης. Από το μοντέλο κατανομής Poisson, παρατηρείται ότι **οι Αθηναίοι που χρησιμοποιούν τακτικά το ποδήλατό τους για μεγαλύτερες αποστάσεις, είναι διατεθειμένοι να καταβάλλουν ένα υψηλότερο ποσό ετήσιας εισφοράς**. Ένα λογικό αποτέλεσμα που υποστηρίζεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία που δείχνει ότι ενδεχομένως οι πολίτες οι οποίοι ήδη χρησιμοποιούν ποδήλατο σε τακτική βάση, τείνουν να είναι πολύ θετικοί στην υποστήριξη της εγκατάστασης ποδηλατικών υποδομών, καθώς σκοπεύουν να τις χρησιμοποιήσουν άμεσα οι ίδιοι.
- Αντιθέτως, η αρνητική επιρροή που έχουν τα χρόνια εμπειρίας οδήγησης αυτοκινήτου, είναι επίσης εμφανής και αναμενόμενη. Από το μοντέλο κατανομής Poisson, παρατηρείται ότι **οι Αθηναίοι με παραπάνω εμπειρία οδήγησης αυτοκινήτου, δεν είναι διατεθειμένοι να καταβάλουν ένα υψηλό ποσό ετήσιας εισφοράς** για τη κατασκευή και λειτουργία ποδηλατοδρόμων. Ένα αποτέλεσμα λογικό που μπορεί ενδεχομένως να εξηγηθεί από τη δύναμη της συνήθειας, η οποία αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην οικονομική υποστήριξη και επιλογή ενός εναλλακτικού τρόπου μετακίνησης, με το φόβο πιθανούς υπονόμησης των τωρινών τρόπων μετακίνησης.

- Οι Αθηναίοι που θεωρούν ως **ανασταλτικό παράγοντα** χρήσης ποδηλάτου, την **κακή κατάσταση των οδών**, είναι περισσότερο **αρνητικοί** στη χρηματοδότηση ποδηλατοδρόμων, καθώς δίνουν προτεραιότητα στις ανάγκες των οδοστρωμάτων. Αυτό το αποτέλεσμα είναι λογικό και αναμενόμενο, αφού η πλειοψηφία των οδών στο Λεκανοπέδιο χαρακτηρίζονται από παθογένειες κάθε είδους και συνεπώς η οδήγηση ενός δίκυκλου μέσου, όπως το ποδήλατο, μπορεί να είναι δύσκολη και επικίνδυνη.
- Το **ανάγλυφο του Λεκανοπεδίου Αθήνας**, φαίνεται να είναι επίσης **σημαντικός ανασταλτικός παράγοντας** στην ανάπτυξη ποδηλατοδρόμων στη πρωτεύουσα. Από τα τρία λογιστικά μοντέλα (πολυωνυμικό και διωνυμικό), παρατηρείται ότι οι Αθηναίοι που θεωρούν τις απότομες κλίσεις των οδών ως βασικό ελάττωμα χρήσης του ποδηλάτου, τείνουν να είναι πιο αρνητικοί στην καταβολή ετήσιας εισφοράς, ειδικά για υψηλότερα κόστη, ένα λογικό στατιστικό, ειδικά για μία πόλη με αρκετά λοφώδη σημεία όπως η Αθήνα. Το συμπέρασμα αυτό συμφωνεί και με τη διεθνή βιβλιογραφία που υποδεικνύει ότι σε πόλεις με δύσκολη μορφολογία, οι κάτοικοί τους τείνουν να είναι πιο αρνητικοί στη ποδηλασία με τη πρόφαση της μεγάλης σωματικής κόπωσης.
- Σύμφωνα με το διωνυμικό λογιστικό μοντέλο, **οι γυναίκες που οδηγούν αυτοκίνητο εμφανίζονται στη πλειοψηφία τους πιο θετικές** από τους άντρες σχετικά με τη καταβολή ετήσιας εισφοράς προς την ανάπτυξη δικτύου ποδηλατοδρόμων, ένα αποτέλεσμα που ενδεχομένως μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι γυναίκες είναι περισσότερο ευαισθητοποιημένες για θέματα οδικής ασφάλειας και βιωσιμότητας μεταφορών. Επίσης, οι Αθηναίοι άνδρες, πιθανόν να είναι διατεθειμένοι να αναλάβουν μεγαλύτερα ρίσκα από τις γυναίκες και να προτιμήσουν τις μοτοσυκλέτες έναντι των ποδηλατών για τις μικρο-μετακινήσεις τους.
- Τέλος, από το διωνυμικό λογιστικό μοντέλο παρατηρείται ότι **όσο αυξάνεται η ηλικία των ερωτώμενων τόσο μειώνεται η πρόθεσή τους να καταβάλλουν ετήσια εισφορά** για τη ανάπτυξη και λειτουργία δικτύου ποδηλατοδρόμων. Ένα συμπέρασμα σύμφωνο με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπου υποστηρίζει πως οι μεγαλύτερες ηλικιακά ομάδες έχουν πιο αρνητική αντιμετώπιση στη ποδηλασία και την ανάπτυξη ποδηλατικών υποδομών. Ενδεχομένως το γεγονός αυτό να εξηγείται από τη συνήθεια και την εξοικείωση που έχουν αποκτήσει τα άτομα αυτά με το ήδη υπάρχον οδικό δίκτυο, κάνοντάς τα να πιστεύουν ότι δεν είναι και τόσο σημαντικό να αναβαθμιστεί. Επίσης εξηγούνται τα παραπάνω, λαμβάνοντας υπόψη, ότι για το ποδήλατο απαιτείται καλή φυσική κατάσταση, η οποία συναντάται πιο εύκολα στις νεαρές ηλικίες οι οποίες ενδεχομένως να είναι πιο εξοικειωμένες με το ποδήλατο, είτε για μετακίνηση είτε για άσκηση είτε για διασκέδαση, ή ακόμα και το ότι είναι πιο ανοιχτές σε εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης.

Με βάση τα αποτελέσματα και τα συνολικά εξαγόμενα συμπεράσματα από την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, επιχειρείται η **παράθεση μίας σειράς προτάσεων** που ενδεχομένως θα αξιοποιηθούν σε μελλοντικές έρευνες σχεδιασμού αστικών συγκοινωνιακών συστημάτων, χαρακτηριστικά.

- Οι Αθηναίοι αυτοκινητιστές εκφράζουν στο σύνολό τους μία θετική συμπεριφορά απέναντι στην οικονομική ενίσχυση του υφιστάμενου οδικού δικτύου, με σκοπό την ανάπτυξη και λειτουργία ενός δικτύου ποδηλατοδρόμων στο Λεκανοπέδιο Αττικής. Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο ποσοστό υποστηρίζει μία μικρή ενίσχυση της ποδηλατικής κυκλοφορίας, με σκοπό τη πληρωμή χαμηλών εισφορών και την αποφυγή πιο χρονοβόρων διαδρομών με Ι.Χ. Αυτή η επιφύλαξη του κοινού στο θέμα της διάρκειας οδήγησης Ι.Χ., θα έπρεπε να είναι προτεραιότητα **στο σχεδιασμό και ενσωμάτωση των ποδηλατοδρόμων στην Αθήνα, ώστε να βελτιωθούν (ή έστω να παραμείνουν ίδιοι) οι χρόνοι μετακίνησης με αυτοκίνητο στη πόλη.**

- Επίσης, δεδομένης της καταλυτικής θέσης που κατέχει το ύψος ετήσιας εισφοράς στην επιλογή επιπέδου ενίσχυσης, **οι κατασκευαστικές εταιρίες που είναι υπεύθυνες για την ανάπτυξη, λειτουργία και συντήρηση των νέων ποδηλατοδρόμων συνίσταται να αναπτύξουν ένα σχέδιο μείωσης του κόστους**, τουλάχιστον σε πρώτη φάση, μέχρι οι μετακινούμενοι να εξοικειωθούν με τις νέες υποδομές και να έρθουν σε άμεση επαφή με τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν. Βέβαια το μειωμένο κόστος για τις παραπάνω εργασίες δε θα πρέπει να υπονομεύει την ασφάλεια των μετακινούμενων. Μετά το πέρας αυτού του αρχικού διαστήματος, συνιστάται η σταδιακή αύξηση του κόστους ετήσιας εισφοράς, με σκοπό την εξάπλωση του δικτύου ποδηλατοδρόμων σε όλη την Αθήνα, τη τοποθέτηση πιο μοντέρνας σηματοδότησης και τη παράλληλη ανάπτυξη λοιπών ποδηλατικών εγκαταστάσεων όπως χώρους ασφαλούς στάθμευσης και ενοικίασης ποδηλάτων.

- Η ομαλή ένταξη του ποδηλάτου στις αστικές μετακινήσεις απαιτεί σχεδιασμό πολιτικών και δράσεων, σε θεσμικό επίπεδο εκ μέρους της Πολιτείας, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα ασφαλές και αναβαθμισμένο περιβάλλον, τόσο για τους ποδηλάτες, όσο και για τους άλλους χρήστες του οδικού χώρου και να αποφορτιστεί η πόλη από τα Ι.Χ. Επιπλέον, πρέπει να πραγματοποιηθούν ενέργειες όσον αφορά στην παιδεία, την ενημέρωση και την ευαισθητοποίηση των πολιτών, τη θέσπιση κινήτρων, τη συνεργασία σε όλα τα επίπεδα διακυβέρνησης καθώς και τη συστηματική αξιολόγηση. **Ένα ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης από την Πολιτεία** με σκοπό την παράθεση όλων των πλεονεκτημάτων των ποδηλατών, τα οποία αποτελούν ένα μέσο μεταφοράς με θετικές συνέπειες στο περιβάλλον, στην υγεία και στον αστικό χώρο, κρίνεται απαραίτητο. Ειδικά το κέντρο της Αθήνας, έχει ανάγκη από περισσότερες θέσεις στάθμευσης, κάτι το οποίο τα ποδήλατα μπορούν να προσφέρουν, μειώνοντας παράλληλα την κυκλοφοριακή συμφόρηση από τα Ι.Χ. και τα Μ.Μ.Μ.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας μελετήθηκαν η επιρροή του χρόνου διαδρομής και του κόστους, στην επιλογή ενός αναβαθμισμένου δικτύου ποδηλατοδρόμων για το Λεκανοπέδιο Αθήνας. Παράλληλα, με την προσθήκη επιπρόσθετων μεταβλητών σχετικών με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και τις απόψεις των οδηγών Ι.Χ., εξήχθησαν μαθηματικά μοντέλα με υψηλή αξιοπιστία ως προς την εξαγωγή των συμπερασμάτων που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Υπάρχουν, ωστόσο, περιθώρια για περαιτέρω συνέχιση της έρευνας σε ένα πεδίο που θα απασχολήσει αρκετά την επιστημονική κοινότητα τα επόμενα χρόνια:

- **Αλλαγή στις τιμές του χρόνου μετακίνησης με Ι.Χ.** και κυρίως του κόστους ετήσιας εισφοράς στα σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης αναμένεται να επιφέρει αρκετά διαφορετικά αποτελέσματα, και ως εκ τούτου μια τέτοια διερεύνηση θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον.
- Στο μέλλον, προτείνεται η **επέκταση του δείγματος**, ώστε να περιλαμβάνει ένα μεγαλύτερο εύρος πληθυσμού που δεν θα προέρχεται κατά πλειοψηφία από το διαδίκτυο.
- Έντονο ενδιαφέρον θα είχε η **επέκταση της έρευνας πέραν του Λεκανοπεδίου της Αθήνας** και η διεξαγωγή της ίδιας έρευνας και ανάλυσης σε άλλες πόλεις της Ελλάδας. Με τον τρόπο αυτό θα διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή κάποιου αναβαθμισμένου δικτύου ποδηλατοδρόμων σε άλλες περιοχές με διαφορετικά υπάρχοντα οδικά δίκτυα, οδηγικές συνήθειες και δημογραφικά χαρακτηριστικά. Έτσι θα μπορέσουν να γίνουν συγκρίσεις και να ελεγχθεί εάν οι παράγοντες που η παρούσα έρευνα ανέδειξε ως σημαντικούς για την επιλογή κάποιου αναβαθμισμένου δικτύου έχουν την ίδια βαρύτητα ανεξαρτήτως νομού.
- Επιπλέον, σε επόμενη φάση θα μπορούσε να εξεταστεί η **εφαρμογή εναλλακτικών ή και πιο σύνθετων στατιστικών μεθόδων**, όπως επίσης και η εφαρμογή τους σε ένα μεγαλύτερο δείγμα.
- Επιπρόσθετα, εξαιτίας της φύσης του αντικειμένου, το οποίο είναι σχετικά ανεξερεύνητο για τα ελληνικά δεδομένα, και έχει εισέλθει πρόσφατα στην καθημερινότητα των Αθηναίων, η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας **θα μπορούσε να επαναληφθεί μετά την ανάπτυξη του δικτύου ποδηλατοδρόμων**, όπου πλέον η έρευνα μπορεί να γίνει με τη μέθοδο της αποκαλυπτόμενης προτίμησης, ώστε να μελετηθεί η απόκλιση των αποτελεσμάτων των

δύο μεθόδων, αλλά και σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά την συνεχή ανάπτυξη και εξέλιξη των ποδηλατικών υποδομών προκειμένου να μελετηθεί η μεταβολή των προτιμήσεων και της στάσης του κοινού ανάλογα με τα εκάστοτε νέα κυκλοφοριακά δεδομένα.

- Τέλος, καθώς συλλέχθηκαν οι απαντήσεις με την τοποθεσία κατοικίας και εργασίας του κάθε ερωτώμενου, όχι μόνο σε επίπεδο Δήμου αλλά και Ταχυδρομικού Κώδικα (Τ.Κ.), υπάρχει η δυνατότητα της **χωρικής απεικόνισης όλων των αποτελεσμάτων της έρευνας**. Για παράδειγμα η εμφάνιση των περιοχών υψηλότερου ποδηλατικού ενδιαφέροντος, ή αυξημένης θέλησης για πληρωμή (“WTP”), μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υπόδειγμα για μελλοντικές μελέτες πιο στοχευμένης χάραξης και κατασκευής ποδηλατικών υποδομών στην Αθήνα, έτσι ώστε οι νέες υποδομές να φανούν άμεσα χρήσιμες στο κοινό και το κόστος κατασκευής και λειτουργίας τους να βρει σημαντικό αντίκρισμα.

Βιβλιογραφία

1. Jones, T., 2012. Getting the British back on bicycles—The effects of urban traffic-free paths on everyday cycling. *Transport Policy* 20, 138–149. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.01.014>
2. Kamba, A.N., Rahmat, R.A.O.K., Ismail, A., 2007. Why Do People Use Their Cars: A Case Study In Malaysia. *J. of Social Sciences* 3, 117–122. <https://doi.org/10.3844/jssp.2007.117.122>
3. Gopaul, H.S., n.d. Conserving Nature, Biodiversity with CO2 Sinks 525.
4. ec.europa.eu/eurostat
5. ec.europa.eu/clima
6. Dora, C., Phillips, M., Weltgesundheitsorganisation (Eds.), 2000. Transport, environment and health, WHO regional publications European series / WHO, Regional Office for Europe. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.
7. Sustainable Mobility for All (2017) *Global Mobility Report 2017 Tracking Sector Performance*. Available at: <http://hdl.handle.net/10986/28542> (Accessed: 8 July 2021).
8. Bagloee, S., Sarvi, M., Wallace, M., 2016. Bicycle lane priority: Promoting bicycle as a green mode even in congested urban area. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 87, 102–121. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.03.004>
9. Handy, S., van Wee, B., Kroesen, M., 2014. Promoting Cycling for Transport: Research Needs and Challenges. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 34, 4–24. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.860204>
10. de Nazelle, A. *et al.* (2011) ‘Improving health through policies that promote active travel: A review of evidence to support integrated health impact assessment’, *Environment International*, 37(4), pp. 766–777. doi: [10.1016/j.envint.2011.02.003](https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.02.003).

11. Saplıoğlu, M., Aydın, M.M., 2018. Choosing safe and suitable bicycle routes to integrate cycling and public transport systems. *Journal of Transport & Health* 10, 236–252. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.05.011>
12. ec.europa.eu/transport
13. ec.europa.eu/environment
14. Charalambous Alexios – Tryfonas, Athens, 2016. Cycle route optimization using Visual Basic for Applications: Case study on the municipality of New Psychiko
15. Pantelaki, E., Maggi, E., Crotti, D., 2021. Mobility impact and well-being in later life: A multidisciplinary systematic review. *Research in Transportation Economics* 86, 100975. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100975>
16. Woodcock, J. *et al.* (2009) ‘Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport’, *The Lancet*, 374(9705), pp. 1930–1943. doi: [10.1016/S0140-6736\(09\)61714-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61714-1).
17. Tainio, M. *et al.* (2016) ‘Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking?’, *Preventive Medicine*, 87, pp. 233–236. doi: [10.1016/j.ypmed.2016.02.002](https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.02.002).
18. Milakis, D. *et al.* (2012) ‘Planning of the Athens Metropolitan Cycle Network using Participative Multicriteria Gis Analysis’, *Transport Research Arena 2012*, 48, pp. 816–826. doi: [10.1016/j.sbspro.2012.06.1059](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1059).
19. Nikitas, A., 2018. Understanding bike-sharing acceptability and expected usage patterns in the context of a small city novel to the concept: A story of ‘Greek Drama.’ *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 56, 306–321. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.04.022>
20. Nikitas, A. (2018) ‘Understanding bike-sharing acceptability and expected usage patterns in the context of a small city novel to the concept: A story of “Greek Drama”’, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 56, pp. 306–321. doi: [10.1016/j.trf.2018.04.022](https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.04.022).
21. Eißel, D., Chu, C.P., 2014. The Future of Sustainable Transport System for Europe. *AI Soc.* 29, 387–402. <https://doi.org/10.1007/s00146-013-0461-3>
22. Serifis Apostolos, Athens, 2015, THE DEVELOPMENT OF BIKE SHARING SYSTEMS IN THE REGION OF ATTICA
23. Rojas-Rueda, D., de Nazelle, A., Teixidó, O., Nieuwenhuijsen, M.J., 2012. Replacing car trips by increasing bike and public transport in the greater Barcelona metropolitan area: A health impact assessment study. *Environment International* 49, 100–109. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.08.009>
24. Oja P, Titze S, Bauman A, *et al.* Health benefits of cycling: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(4):496-509. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x
25. Andersen, L. B. *et al.* (2000) ‘All-Cause Mortality Associated With Physical Activity During Leisure Time, Work, Sports, and Cycling to Work’, *Archives of Internal Medicine*, 160(11), p. 1621. doi: [10.1001/archinte.160.11.1621](https://doi.org/10.1001/archinte.160.11.1621).
26. Celis-Morales, C. A. *et al.* (2017) ‘Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study’, *BMJ*, 357, p. j1456. doi: [10.1136/bmj.j1456](https://doi.org/10.1136/bmj.j1456).
27. Hamer, M. and Chida, Y. (2008) ‘Walking and primary prevention: a meta-analysis of prospective cohort studies’, *British Journal of Sports Medicine*, 42(4), p. 238. doi: [10.1136/bjism.2007.039974](https://doi.org/10.1136/bjism.2007.039974).

28. Tzotzas, T. *et al.* (2011) 'Prevalence of overweight and abdominal obesity in Greek children 6-12 years old: Results from the National Epidemiological Survey', *Hippokratia*, 15(1), pp. 48–53.
29. euro.who.int
30. Tom Edwards Transport correspondent, London, n.d. Coronavirus: Will London embrace walking and cycling?, BBC.com
31. Nikokavouras Charilaos, Cycling infrastructure and Sustainable mobility, Athens 2015
32. Gössling, S. and Choi, A. S. (2015) 'Transport transitions in Copenhagen: Comparing the cost of cars and bicycles', *Ecological Economics*, 113, pp. 106–113. doi: [10.1016/j.ecolecon.2015.03.006](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.006).
33. Pucher, J. and Buehler, R. (2008) 'Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany', *Transport Reviews*, 28(4), pp. 495–528. doi: [10.1080/01441640701806612](https://doi.org/10.1080/01441640701806612).
34. Rojas-Rueda, D. *et al.* (2011) 'The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: health impact assessment study', *BMJ*, 343, p. d4521. doi: [10.1136/bmj.d4521](https://doi.org/10.1136/bmj.d4521).
35. Jarrett, J. *et al.* (2012) 'Effect of increasing active travel in urban England and Wales on costs to the National Health Service', *The Lancet*, 379(9832), pp. 2198–2205. doi: [10.1016/S0140-6736\(12\)60766-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60766-1).
36. bicyclenetwork.com
37. John Forester, 2019, *Bicycle Transportation: A Handbook for Cycling Transportation Engineers* (MIT Press).
38. Topolšek, D., Babić, D. and Fiolic, M. (2019) 'The effect of road safety education on the relationship between Driver's errors, violations and accidents: Slovenian case study', *European Transport Research Review*, 11. doi: [10.1186/s12544-019-0351-y](https://doi.org/10.1186/s12544-019-0351-y).
39. Fruhen, L. S., Rossen, I. and Griffin, M. A. (2019) 'The factors shaping car drivers' attitudes towards cyclist and their impact on behaviour', *Accident Analysis & Prevention*, 123, pp. 235–242. doi: [10.1016/j.aap.2018.11.006](https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.11.006).
40. Oldmeadow, J. *et al.* (2019) 'Driver anger towards cyclists in Australia: Investigating the role of the perceived legitimacy of cyclists as road users', *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 63, pp. 240–251. doi: [10.1016/j.trf.2019.04.021](https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.04.021).
41. atticarailtrail.ntua.gr
42. karditsa-net.gr
43. Santos, F. M., Gómez-Losada, Á. and Pires, J. C. M. (2019) 'Impact of the implementation of Lisbon low emission zone on air quality', *Journal of Hazardous Materials*, 365, pp. 632–641. doi: [10.1016/j.jhazmat.2018.11.061](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.11.061).
44. Nikitas, A. (2019) 'How to Save Bike-Sharing: An Evidence-Based Survival Toolkit for Policy-Makers and Mobility Providers', *Sustainability*, 11(11). doi: [10.3390/su11113206](https://doi.org/10.3390/su11113206).
45. Natalie Villwock-Witte, Lotte van Grol, Case Study of Transit–Bicycle Integration: Openbaar Vervoer-fiets, Published April 28, 2019, <https://doi.org/10.3141%2F2534-02>
46. Fyhri, A. and Fearnley, N. (2015) 'Effects of e-bikes on bicycle use and mode share', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 36, pp. 45–52. doi: [10.1016/j.trd.2015.02.005](https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.02.005).
47. Van der Spek, S. C. and Scheltema, N. (2015) 'The importance of bicycle parking management', *Managing the Business of Cycling*, 15, pp. 39–49. doi: [10.1016/j.rtbm.2015.03.001](https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2015.03.001).

48. Schepers, P. *et al.* (2017) 'The Dutch road to a high level of cycling safety', *Safety Science*, 92, pp. 264–273. doi: [10.1016/j.ssci.2015.06.005](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.06.005).
49. Larsen, J., Patterson, Z. and El-Geneidy, A. (2013) 'Build It. But Where? The Use of Geographic Information Systems in Identifying Locations for New Cycling Infrastructure', *International Journal of Sustainable Transportation*, 7(4), pp. 299–317. doi: [10.1080/15568318.2011.631098](https://doi.org/10.1080/15568318.2011.631098).
50. Pikora, T. J. *et al.* (2002) 'Developing a reliable audit instrument to measure the physical environment for physical activity', *American Journal of Preventive Medicine*, 23(3), pp. 187–194. doi: [10.1016/S0749-3797\(02\)00498-1](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00498-1).
51. Lovelace, R. *et al.* (2017) 'The Propensity to Cycle Tool: An open source online system for sustainable transport planning', *Journal of Transport and Land Use*, 10(1). doi: [10.5198/jtlu.2016.862](https://doi.org/10.5198/jtlu.2016.862).
52. Honey-Rosés, J. *et al.* (2020) 'The impact of COVID-19 on public space: an early review of the emerging questions – design, perceptions and inequities', *Cities & Health*, pp. 1–17. doi: [10.1080/23748834.2020.1780074](https://doi.org/10.1080/23748834.2020.1780074).
53. Janette Sadik-Khan, 2020, *Streets for Pandemic, Response & Recovery*, NACTO, GDCI
54. Dam, P. *et al.* (2020) 'COVID-19: Impact on transport and mental health', *Journal of Transport & Health*, 19, p. 100969. doi: [10.1016/j.jth.2020.100969](https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100969).
55. Aloi, A. *et al.* (2020) 'Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain)', *Sustainability*, 12(9). doi: [10.3390/su12093870](https://doi.org/10.3390/su12093870).
56. Gkiotsalitis, K. and Cats, O. (2021) 'Public transport planning adaption under the COVID-19 pandemic crisis: literature review of research needs and directions', *Transport Reviews*, 41(3), pp. 374–392. doi: [10.1080/01441647.2020.1857886](https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1857886).
57. Sharifi, A. and Khavarian-Garmsir, A. R. (2020) 'The COVID-19 pandemic: Impacts on cities and major lessons for urban planning, design, and management', *Science of The Total Environment*, 749, p. 142391. doi: [10.1016/j.scitotenv.2020.142391](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142391).
58. Teixeira, J. F. and Lopes, M. (2020) 'The link between bike sharing and subway use during the COVID-19 pandemic: The case-study of New York's Citi Bike', *Transportation research interdisciplinary perspectives*. 2020/07/08 edn, 6, pp. 100166–100166. doi: [10.1016/j.trip.2020.100166](https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100166).
59. Bucsky, P. (2020) 'Modal share changes due to COVID-19: The case of Budapest', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, p. 100141. doi: [10.1016/j.trip.2020.100141](https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100141).
60. Jenelius, E. and Cebecauer, M. (2020) 'Impacts of COVID-19 on public transport ridership in Sweden: Analysis of ticket validations, sales and passenger counts', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, p. 100242. doi: [10.1016/j.trip.2020.100242](https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100242).
61. Shamshiripour, A. *et al.* (2020) 'How is COVID-19 reshaping activity-travel behavior? Evidence from a comprehensive survey in Chicago', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, p. 100216. doi: [10.1016/j.trip.2020.100216](https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100216).
62. Lavery *et al.* 2020, COVID-19 presents opportunities and threats to transport and health, <https://doi.org/10.1177%2F0141076820938997>
63. Bucsky, P. (2020) 'Modal share changes due to COVID-19: The case of Budapest', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, p. 100141. doi: [10.1016/j.trip.2020.100141](https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100141).
64. Campisi, T. *et al.* (2020) 'The Impact of COVID-19 Pandemic on the Resilience of Sustainable Mobility in Sicily', *Sustainability*, 12(21). doi: [10.3390/su12218829](https://doi.org/10.3390/su12218829).

65. Molloy, J. *et al.* (2020) 'Tracing the Sars-CoV-2 Impact: The First Month in Switzerland', *Findings*. doi: [10.32866/001c.12903](https://doi.org/10.32866/001c.12903).
66. Doubleday, A. *et al.* (2021) 'How did outdoor biking and walking change during COVID-19?: A case study of three U.S. cities', *PLOS ONE*, 16(1), p. e0245514. doi: [10.1371/journal.pone.0245514](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245514).
67. Kazemzadeh, K. and Koglin, T. (2021) 'Electric bike (non)users' health and comfort concerns pre and peri a world pandemic (COVID-19): A qualitative study', *Journal of Transport & Health*, 20, p. 101014. doi: [10.1016/j.jth.2021.101014](https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101014).
68. Bakogiannis, E. *et al.* (2019) 'Monitoring the first dockless bike sharing system in Greece: Understanding user perceptions, usage patterns and adoption barriers', *Research in Transportation Business & Management*, 33, p. 100432. doi: [10.1016/j.rtbm.2020.100432](https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100432).
69. Sharifi, A. and Khavarian-Garmsir, A. R. (2020) 'The COVID-19 pandemic: Impacts on cities and major lessons for urban planning, design, and management', *Science of The Total Environment*, 749, p. 142391. doi: [10.1016/j.scitotenv.2020.142391](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142391).
70. Coronavirus: How pandemic sparked European cycling revolution By Kate Vandy BBC News, Brussels Published, 2 October 2020, [bbc.com](https://www.bbc.com)
71. by Rosie Burgin on 28 May 2020, Initiatives across Europe support cycling as mobility solution
72. [elpais.com](https://www.elpais.com)
73. Coronavirus: Will pop-up bike lanes keep new cyclists on the road? By Becky Morton BBC News Published, 28 June 2020, [bbc.com](https://www.bbc.com)
74. Hong, J., McArthur, D. and Raturi, V. (2020) 'Did Safe Cycling Infrastructure Still Matter During a COVID-19 Lockdown?', *Sustainability*, 12(20). doi: [10.3390/su12208672](https://doi.org/10.3390/su12208672).
75. Forbes.com, Paris To Create 650 Kilometers Of Post-Lockdown Cycleways, Carlton Reid, Senior Contributor
76. [15minutecity.com](https://www.15minutecity.com)
77. Bbc.com, How '15-minute cities' will change the way we socialize, By Peter Yeung, 4th January 2021
78. [bloomberg.com](https://www.bloomberg.com), The 15-Minute City—No Cars Required—Is Urban Planning's New Utopia
79. Forbes.com, Every Street In Paris To Be Cycle-Friendly By 2024, Promises Mayor, Carlton Reid, Senior Contributor
80. [Nytimes.com](https://www.nytimes.com), Cities Close Streets to Cars, Opening Space for Social Distancing, By Johnny Diaz, April 11, 2020
81. Bbc.com How bike-friendly 'slow streets' are changing cities, By Mark Johanson, 19th November 2020
82. Nikitas, A. *et al.* (2021) 'Cycling in the Era of COVID-19: Lessons Learnt and Best Practice Policy Recommendations for a More Bike-Centric Future', *Sustainability*, 13, p. 4620. doi: [10.3390/su13094620](https://doi.org/10.3390/su13094620).
83. Hu, S. *et al.* (2021) 'Examining spatiotemporal changing patterns of bike-sharing usage during COVID-19 pandemic', *Journal of Transport Geography*, 91, p. 102997. doi: [10.1016/j.jtrangeo.2021.102997](https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.102997).
84. [Forbes.com](https://www.forbes.com) New Zealand First Country To Fund Pop-Up Bike Lanes, Widened Sidewalks During Lockdown, Carlton Reid, Senior Contributor
85. Sabrina Lai, Federica Leone, and Corrado Zoppi (2020) 'Covid-19 and spatial planning', *TeMA - Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 0(0). doi: [10.6092/1970-9870/6846](https://doi.org/10.6092/1970-9870/6846).

86. Eboli, L. and Mazzulla, G. (2008) 'Willingness-to-pay of public transport users for improvement in service quality', (38), p. 12.
87. Sælensminde, K. (2004) 'Cost–benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(8), pp. 593–606. doi: [10.1016/j.tra.2004.04.003](https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.04.003).
88. Nrso.ntua.gr
89. Nurse, A. and Dunning, R. (2020) 'Is COVID-19 a turning point for active travel in cities?', *Cities & Health*, pp. 1–3. doi: [10.1080/23748834.2020.1788769](https://doi.org/10.1080/23748834.2020.1788769).
90. Aldred, R. (2010) "'On the outside": constructing cycling citizenship', *Social & Cultural Geography*, 11(1), pp. 35–52. doi: [10.1080/14649360903414593](https://doi.org/10.1080/14649360903414593).
91. Kåstrup, M. (2009) 'Identity and bicycle culture—A Danish perspective', in *Cycling and Society Research Group Symposium. Bolton*.
92. Pucher, J. and Buehler, R. (2008) 'Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany', *Transport Reviews*, 28(4), pp. 495–528. doi: [10.1080/01441640701806612](https://doi.org/10.1080/01441640701806612).
93. Becker, U., Becker, T. and Gerlach, J. (2016) 'The True Costs of Automobility: External Costs of Cars Overview on existing estimates in EU-27', in.
94. Essen, H. *et al.* (2011) *External costs of transport in Europe, update study for 2008*.
95. Ortúzar, J. de D., Iacobelli, A. and Valeze, C. (2000) 'Estimating demand for a cycle-way network', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 34(5), pp. 353–373. doi: [10.1016/S0965-8564\(99\)00040-3](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(99)00040-3).
96. Hopkinson, P. and Wardman, M. (1996) 'Evaluating the demand for new cycle facilities', *Transport Policy*, 3(4), pp. 241–249. doi: [10.1016/S0967-070X\(96\)00020-0](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(96)00020-0).
97. Krizec, K. J. (2007) 'Estimating the economic benefits of bicycling and bicycle facilities: An interpretive review and proposed methods', *Essays on transport economics*, pp. 219–248.
98. Meschik, M. (2012) 'Reshaping City Traffic Towards Sustainability Why Transport Policy should Favor the Bicycle Instead of Car Traffic', *Transport Research Arena 2012*, 48, pp. 495–504. doi: [10.1016/j.sbspro.2012.06.1028](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1028).
99. Rabl, A. and de Nazelle, A. (2012) 'Benefits of shift from car to active transport', *Transport Policy*, 19(1), pp. 121–131. doi: [10.1016/j.tranpol.2011.09.008](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.09.008).
100. Rank, J., Folke, J. and Homann Jespersen, P. (2001) 'Differences in cyclists and car drivers exposure to air pollution from traffic in the city of Copenhagen', *Science of The Total Environment*, 279(1), pp. 131–136. doi: [10.1016/S0048-9697\(01\)00758-6](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(01)00758-6).
101. 'Modelling bicycle use intention: the role of perceptions' (2014) *Transportation*, 43(1), pp. 1–23. doi: [10.1007/s11116-014-9559-9](https://doi.org/10.1007/s11116-014-9559-9).
102. Rybarczyk, G. and Gallagher, L. (2014) 'Measuring the potential for bicycling and walking at a metropolitan commuter university', *Journal of Transport Geography*, 39, pp. 1–10. doi: [10.1016/j.jtrangeo.2014.06.009](https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.009).
103. Delmelle, E. M. and Delmelle, E. C. (2012) 'Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment', *Transport Policy*, 21, pp. 1–9. doi: [10.1016/j.tranpol.2011.12.007](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.007).
104. Manaugh, K., Boisjoly, G. and El-Geneidy, A. (2017) 'Overcoming barriers to cycling: understanding frequency of cycling in a University setting and the factors preventing commuters from cycling on a regular basis', *Transportation*, 44(4), pp. 871–884. doi: [10.1007/s11116-016-9682-x](https://doi.org/10.1007/s11116-016-9682-x).

105. Majumdar, B. B. and Mitra, S. (2013) 'Investigating the Relative Influence of Various Factors in Bicycle Mode Choice', *2nd Conference of Transportation Research Group of India (2nd CTRG)*, 104, pp. 1120–1129. doi: [10.1016/j.sbspro.2013.11.208](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.208).
106. Tsolaki Athina, Athens, 2014, ANALYSIS OF PREFERENCES FOR THE USE OF BICYCLE SHARING SYSTEM IN ATHENS, NTUA
107. Pucher, J., Buehler, R. and Seinen, M. (2011) 'Bicycling renaissance in North America? An update and re-appraisal of cycling trends and policies', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(6), pp. 451–475. doi: [10.1016/j.tra.2011.03.001](https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.03.001).
108. Zhou, J. (2012) 'Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(7), pp. 1013–1029. doi: [10.1016/j.tra.2012.04.001](https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.04.001).
109. Aldred, R., Woodcock, J. and Goodman, A. (2016) 'Does More Cycling Mean More Diversity in Cycling?', *Transport Reviews*, 36(1), pp. 28–44. doi: [10.1080/01441647.2015.1014451](https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1014451).
110. Shokoohi, R. and Nikitas, A. (2017) 'Urban growth, and transportation in Kuala Lumpur: Can cycling be incorporated into Kuala Lumpur's transportation system?', *Case Studies on Transport Policy*, 5(4), pp. 615–626. doi: [10.1016/j.cstp.2017.09.001](https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.09.001).
111. Garrard, J., Rose, G. and Lo, S. K. (2008) 'Promoting transportation cycling for women: The role of bicycle infrastructure', *Preventive Medicine*, 46(1), pp. 55–59. doi: [10.1016/j.ypmed.2007.07.010](https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.07.010).
112. Beecham, R. and Wood, J. (2014) 'Exploring gendered cycling behaviours within a large-scale behavioural data-set', *Transportation Planning and Technology*, 37(1), pp. 83–97. doi: [10.1080/03081060.2013.844903](https://doi.org/10.1080/03081060.2013.844903).
113. Yazid, M. R. M., Ismail, R. and Atiq, R. (2011) 'The Use of Non-Motorized For Sustainable Transportation in Malaysia', *2nd International Building Control Conference*, 20, pp. 125–134. doi: [10.1016/j.proeng.2011.11.147](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.147).
114. Woodcock, J. *et al.* (2014) 'Health effects of the London bicycle sharing system: health impact modelling study', *BMJ : British Medical Journal*, 348, p. g425. doi: [10.1136/bmj.g425](https://doi.org/10.1136/bmj.g425).
115. Heesch, K. C., Giles-Corti, B. and Turrell, G. (2014) 'Cycling for transport and recreation: Associations with socio-economic position, environmental perceptions, and psychological disposition', *Preventive Medicine*, 63, pp. 29–35. doi: [10.1016/j.ypmed.2014.03.003](https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.03.003).
116. Cherry, C. and Cervero, R. (2007) 'Use characteristics and mode choice behavior of electric bike users in China', *Transport Policy*, 14, pp. 247–257. doi: [10.1016/j.tranpol.2007.02.005](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.02.005).
117. Piatkowski, D. P. and Marshall, W. E. (2015) 'Not all prospective bicyclists are created equal: The role of attitudes, socio-demographics, and the built environment in bicycle commuting', *Travel Behaviour and Society*, 2(3), pp. 166–173. doi: [10.1016/j.tbs.2015.02.001](https://doi.org/10.1016/j.tbs.2015.02.001).
118. Xing, Y., Handy, S. L. and Mokhtarian, P. L. (2010) 'Factors associated with proportions and miles of bicycling for transportation and recreation in six small US cities', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 15(2), pp. 73–81. doi: [10.1016/j.trd.2009.09.004](https://doi.org/10.1016/j.trd.2009.09.004).
119. Steinbach, R. *et al.* (2011) 'Cycling and the city: A case study of how gendered, ethnic and class identities can shape healthy transport choices', *Social Science & Medicine*, 72(7), pp. 1123–1130. doi: [10.1016/j.socscimed.2011.01.033](https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.01.033).
120. Bauman, A. *et al.* (2011) 'Cross-national comparisons of socioeconomic differences in the prevalence of leisure-time and occupational physical activity, and active commuting in six Asia-


- Pacific countries’, *Journal of Epidemiology and Community Health*. doi:10.1136/jech.2008.086710
121. Bauman, A. E. and Rissel, C. (2009) ‘Cycling and health: an opportunity for positive change?’, *Medical Journal of Australia*, 190(7), pp. 347–348. doi: [10.5694/j.1326-5377.2009.tb02443.x](https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2009.tb02443.x).
122. Rietveld, P. and Daniel, V. (2004) ‘Determinants of bicycle use: do municipal policies matter?’, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(7), pp. 531–550. doi: [10.1016/j.tra.2004.05.003](https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.05.003).
123. Meng, M. *et al.* (2014) ‘Influences of urban characteristics on cycling: Experiences of four cities’, *Sustainable Cities and Society*, 13, pp. 78–88. doi: [10.1016/j.scs.2014.05.001](https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.05.001).
124. Nielsen, T. A. S. *et al.* (2013) ‘Environmental correlates of cycling: Evaluating urban form and location effects based on Danish micro-data’, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 22, pp. 40–44. doi: [10.1016/j.trd.2013.02.017](https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.02.017).
125. Pucher, J. and Dijkstra, L. (2003) ‘Promoting Safe Walking and Cycling to Improve Public Health: Lessons From The Netherlands and Germany’, *American Journal of Public Health*, 93(9), pp. 1509–1516. doi: [10.2105/AJPH.93.9.1509](https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1509).
126. Rojas-Rueda, D. *et al.* (2012) ‘Replacing car trips by increasing bike and public transport in the greater Barcelona metropolitan area: A health impact assessment study’, *Environment International*, 49, pp. 100–109. doi: [10.1016/j.envint.2012.08.009](https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.08.009).
127. Eißel, D. and Chu, C. P. (2014) ‘The Future of Sustainable Transport System for Europe’, *AI Soc.*, 29(3), pp. 387–402. doi: [10.1007/s00146-013-0461-3](https://doi.org/10.1007/s00146-013-0461-3).
128. Monda, K. L. *et al.* (2007) ‘China’s transition: The effect of rapid urbanization on adult occupational physical activity’, *Social Science & Medicine*, 64(4), pp. 858–870. doi: [10.1016/j.socscimed.2006.10.019](https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2006.10.019).
129. Laird, J., Page, M. and Shen, S. (2013) ‘The value of dedicated cyclist and pedestrian infrastructure on rural roads’, *Transport Policy*, 29, pp. 86–96. doi: [10.1016/j.tranpol.2013.04.004](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.04.004).
130. Cantillo, T. *et al.* (2020) ‘What determines university student’s willingness to pay for bikeways?’, *Transportation*, 47(5), pp. 2267–2286. doi: [10.1007/s11116-019-10014-w](https://doi.org/10.1007/s11116-019-10014-w).
131. Gundlach, A. *et al.* (2018) ‘Investigating people’s preferences for car-free city centers: A discrete choice experiment’, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 63, pp. 677–688. doi: [10.1016/j.trd.2018.07.004](https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.07.004).
132. Borges, B. F. D. S. and Goldner, L. G. (2015) ‘Implementation of car-free neighbourhoods in medium-sized cities in Brazil, a case study in Florianópolis, Santa Catarina’, *International Journal of Urban Sustainable Development*, 7(2), pp. 183–195. doi: [10.1080/19463138.2015.1036758](https://doi.org/10.1080/19463138.2015.1036758).
133. Maragkoudakis Vasilis, Athens, 2020, NTUA, Preferences towards e-scooters in Athens
134. González, F., Melo-Riquelme, C. and de Grange, L. (2016) ‘A combined destination and route choice model for a bicycle sharing system’, *Transportation*, 43(3), pp. 407–423. doi: [10.1007/s11116-015-9581-6](https://doi.org/10.1007/s11116-015-9581-6).
135. Caulfield, B. (2014) ‘Re-cycling a city – Examining the growth of cycling in Dublin’, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61, pp. 216–226. doi: [10.1016/j.tra.2014.02.010](https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.02.010).

136. Tilahun, N. Y., Levinson, D. M. and Krizek, K. J. (2007) 'Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preference survey', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(4), pp. 287–301. doi: [10.1016/j.tra.2006.09.007](https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.007).
137. Buehler, R. (2012) 'Determinants of bicycle commuting in the Washington, DC region: The role of bicycle parking, cyclist showers, and free car parking at work', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(7), pp. 525–531. doi: [10.1016/j.trd.2012.06.003](https://doi.org/10.1016/j.trd.2012.06.003).
138. Maldonado-Hinarejos, R., Sivakumar, A. and Polak, J. W. (2014) 'Exploring the role of individual attitudes and perceptions in predicting the demand for cycling: a hybrid choice modelling approach', *Transportation*, 41(6), pp. 1287–1304. doi: [10.1007/s11116-014-9551-4](https://doi.org/10.1007/s11116-014-9551-4).
139. Kim, J. et al. (2017) 'How to promote sustainable public bike system from a psychological perspective?', *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(4), pp. 272–281. doi: [10.1080/15568318.2016.1252450](https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1252450).
140. Ma, L., Dill, J. and Mohr, C. (2014) 'The objective versus the perceived environment: what matters for bicycling?', *Transportation*, 41(6), pp. 1135–1152. doi: [10.1007/s11116-014-9520-y](https://doi.org/10.1007/s11116-014-9520-y).
141. Habib, K. N. et al. (2014) 'Synopsis of bicycle demand in the City of Toronto: Investigating the effects of perception, consciousness and comfortability on the purpose of biking and bike ownership', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 70, pp. 67–80. doi: [10.1016/j.tra.2014.09.012](https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.09.012).
142. Fernández-Heredia, Á., Jara-Díaz, S. and Monzón, A. (2016) 'Modelling bicycle use intention: the role of perceptions', *Transportation*, 43(1), pp. 1–23. doi: [10.1007/s11116-014-9559-9](https://doi.org/10.1007/s11116-014-9559-9).
143. Damant-Sirois, G. and El-Geneidy, A. M. (2015) 'Who cycles more? Determining cycling frequency through a segmentation approach in Montreal, Canada', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, pp. 113–125. doi: [10.1016/j.tra.2015.03.028](https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.03.028).
144. Rastogi, R. (2010) 'Willingness to Shift to Walking or Bicycling to Access Suburban Rail: Case Study of Mumbai, India', *Journal of Urban Planning and Development-asce - J URBAN PLAN DEV-ASCE*, 136. doi: [10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2010\)136:1\(3\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2010)136:1(3)).
145. Vandenbulcke, G. et al. (2011) 'Cycle commuting in Belgium: Spatial determinants and “re-cycling” strategies', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(2), pp. 118–137. doi: [10.1016/j.tra.2010.11.004](https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.11.004).
146. Plaut, P. O. (2005) 'Non-motorized commuting in the US', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(5), pp. 347–356. doi: [10.1016/j.trd.2005.04.002](https://doi.org/10.1016/j.trd.2005.04.002).
147. Sigurdardottir, S. B. et al. (2013) 'Understanding adolescents' intentions to commute by car or bicycle as adults', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 24, pp. 1–9. doi: [10.1016/j.trd.2013.04.008](https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.04.008).
148. Gatersleben, B. and Appleton, K. M. (2007) 'Contemplating cycling to work: Attitudes and perceptions in different stages of change', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(4), pp. 302–312. doi: [10.1016/j.tra.2006.09.002](https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.002).
149. Litman, T. (2007) 'Valuing Transit Service Quality Improvements', *Journal of Public Transportation*, 11. doi: [10.5038/2375-0901.11.2.3](https://doi.org/10.5038/2375-0901.11.2.3).
150. Borgers, A. et al. (2008) 'Preferences for Car-restrained Residential Areas', *Journal of Urban Design*, 13(2), pp. 257–267. doi: [10.1080/13574800801965734](https://doi.org/10.1080/13574800801965734).
151. Handy, S., Weston, L. and Mokhtarian, P. L. (2005) 'Driving by choice or necessity?', *Positive Utility of Travel*, 39(2), pp. 183–203. doi: [10.1016/j.tra.2004.09.002](https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.09.002).

152. Hayden, A., Tight, M. and Burrow, M. (2017) 'Is Reducing Car Use a Utopian Vision?', *World Conference on Transport Research - WCTR 2016 Shanghai. 10-15 July 2016*, 25, pp. 3944–3956. doi: [10.1016/j.trpro.2017.05.335](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.335).
153. Ruiz, T. and Bernabé, J. C. (2014) 'Measuring factors influencing valuation of nonmotorized improvement measures', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 67, pp. 195–211. doi: [10.1016/j.tra.2014.06.008](https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.06.008).
154. Randall Crane, Department of Urban Planning, School of Public Policy and Social Research, University of California, Los Angeles, The Influence of Urban Form on Travel: An Interpretive Review, 2000 <https://doi.org/10.1177%2F08854120022092890>
155. Cervero, R. and Duncan, M. (2003) 'Walking, Bicycling, and Urban Landscapes: Evidence From the San Francisco Bay Area', *American Journal of Public Health*, 93(9), pp. 1478–1483. doi: [10.2105/AJPH.93.9.1478](https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1478).
156. Khreis, H. and Nieuwenhuijsen, M. (2016) 'Car free cities: Pathway to healthy urban living', *Environment International*, 94, pp. 251–262. doi: [10.1016/j.envint.2016.05.032](https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.032).
157. Cavill, N. and Watkins, F. (2007) 'Cycling and health', *Health Education*, 107(5), pp. 404–420. doi: [10.1108/09654280710778556](https://doi.org/10.1108/09654280710778556).
158. Faskunger, J. (2013) 'Promoting Active Living in Healthy Cities of Europe', *Journal of Urban Health*, 90(1), pp. 142–153. doi: [10.1007/s11524-011-9645-7](https://doi.org/10.1007/s11524-011-9645-7).
159. Panter, J. *et al.* (2016) 'Impact of New Transport Infrastructure on Walking, Cycling, and Physical Activity', *American Journal of Preventive Medicine*, 50(2), pp. e45–e53. doi: [10.1016/j.amepre.2015.09.021](https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.09.021).
160. Handy, S. L. *et al.* (2002) 'How the built environment affects physical activity: Views from urban planning', *INNOVATIVE APPROACHES UNDERSTANDING AND INFLUENCING PHYSICAL ACTIVITY*, 23(2, Supplement 1), pp. 64–73. doi: [10.1016/S0749-3797\(02\)00475-0](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00475-0).
161. Southworth, M. and Owens, P. M. (1993) 'The Evolving Metropolis: Studies of Community, Neighborhood, and Street Form at the Urban Edge', *Journal of the American Planning Association*, 59(3), pp. 271–287. doi: [10.1080/01944369308975880](https://doi.org/10.1080/01944369308975880).
162. Cervero, R. (2002) 'Built environments and mode choice: toward a normative framework', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(4), pp. 265–284. doi: [10.1016/S1361-9209\(01\)00024-4](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(01)00024-4).
163. Robinson, J. (2014) 'Likert Scale', in Michalos, A. C. (ed.) *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 3620–3621. doi: [10.1007/978-94-007-0753-5_1654](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_1654).
164. Fruhen, L. S. and Flin, R. (2015) 'Car driver attitudes, perceptions of social norms and aggressive driving behaviour towards cyclists', *Accident Analysis & Prevention*, 83, pp. 162–170. doi: [10.1016/j.aap.2015.07.003](https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.07.003).
165. L.~Basford, Reid S., *et al.* (2002) 'Driver's perceptions of cyclists'.
166. Rissel, C. *et al.* (2002) 'Driver Road Rule Knowledge and Attitudes towards Cyclists', *World Transport Policy and Practice*, 8, pp. 26–30. doi: [10.1071/PY02029](https://doi.org/10.1071/PY02029).
167. Johnson, M. *et al.* (2014) 'Safety in numbers? Investigating Australian driver behaviour, knowledge and attitudes towards cyclists', *Accident Analysis & Prevention*, 70, pp. 148–154. doi: [10.1016/j.aap.2014.02.010](https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.02.010).
168. Jung, H.-S. and Silva, R. (no date) 'Future of Remote Work in the time of COVID-19', p. 22.

169. Brynjolfsson, E. *et al.* (2020) *COVID-19 and Remote Work: An Early Look at US Data*. w27344. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, p. w27344. doi: [10.3386/w27344](https://doi.org/10.3386/w27344).
170. Wang, B. *et al.* (2020) 'Achieving Effective Remote Working During the COVID-19 Pandemic: A Work Design Perspective', *Applied psychology = Psychologie appliquee*, p. 10.1111/apps.12290. doi: [10.1111/apps.12290](https://doi.org/10.1111/apps.12290).
171. Ozimek, Adam, Where Remote Work Saves Commuters Most (August 27, 2020). Available doi at or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3777314>
172. Pearson, E. (2021) 'Engineering a Remote Future', p. 7., <http://ipweaq.intersearch.com.au/ipweaqjspui/handle/1/6921>
173. Norzalwi, N. and Ismail, A. (2011) 'Public Approach Towards Sustainable Transportation in UKM's Campus', *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5.
174. Salem Nektaria, NTUA, Athens, 2019, INVESTIGATION OF MESSINIA DRIVERS ATTITUDES TOWARDS ROAD SAFETY
175. Souris Charalampos, NTUA, Athens, 2017, INVESTIGATING THE ACCEPTANCE OF AUTONOMOUS VEHICLES BY GREEK DRIVERS
176. Marqués, R. *et al.* (2015) 'How infrastructure can promote cycling in cities: Lessons from Seville', *Bicycles and Cycleways*, 53, pp. 31–44. doi: [10.1016/j.retrec.2015.10.017](https://doi.org/10.1016/j.retrec.2015.10.017).
177. B. Friedrichshain-Kreuzberg, Einrichtung von pandemieresilienter Infrastruktur in Form von temporären Radverkehrsanlagen (2020)
178. Zapata-Diomed, B. *et al.* (2018) 'A method for the inclusion of physical activity-related health benefits in cost-benefit analysis of built environment initiatives', *Preventive Medicine*, 106, pp. 224–230. doi: [10.1016/j.ypmed.2017.11.009](https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.11.009).
179. Kraus, S. and Koch, N. (2021) 'Provisional COVID-19 infrastructure induces large, rapid increases in cycling', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(15), p. e2024399118. doi: [10.1073/pnas.2024399118](https://doi.org/10.1073/pnas.2024399118).
180. nacto.org
181. Winters M, Teschke K. Route preferences among adults in the near market for bicycling: findings of the cycling in cities study. *Am J Health Promot.* 2010;25(1):40-47. doi:10.4278/ajhp.081006-QUAN-236
182. Teschke, K. *et al.* (2012) 'Route Infrastructure and the Risk of Injuries to Bicyclists: A Case-Crossover Study', *American Journal of Public Health*, 102(12), pp. 2336–2343. doi: [10.2105/AJPH.2012.300762](https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.300762).

Παράρτημα Α – Ερωτηματολόγιο (Εκδοχή με τα πρώτα 9 σενάρια προτίμησης)



ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΟΔΗΓΙΚΗΣ-ΠΟΔΗΛΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ

(Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Σχολή Πολιτικών Μηχανικών)

Η παρούσα έρευνα με αντικείμενο τη στάση των οδηγών Ι.Χ. της Αττικής απέναντι στους ποδηλάτες και το ενδεχόμενο δημιουργίας δικτύου ποδηλατοδρόμων, εκπονείται από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι ανώνυμη. Θα χρειαστείτε 8-10 λεπτά για τη συμπλήρωσή του. Η συμμετοχή είναι εθελοντική.

Σας ευχαριστούμε πολύ.

* Απαιτείται

Κατοικία

1. Είστε κάτοικος Αττικής; *

Ναι

Όχι

2. Ποιος είναι ο Ταχυδρομικός σας Κώδικας;

Η απάντησή σας _____

Οδήγηση

3. Έχετε δίπλωμα οδήγησης αυτοκινήτου; *

Ναι

Όχι

Χαρακτηριστικά κινητικότητας

4. Πόσα χρόνια οδηγείτε ενεργά; *

- < 5 χρόνια
- 6 - 10 χρόνια
- > 10 χρόνια

5. Πόσες ώρες οδηγείτε καθημερινά; *

- < 1 ώρα
- 1 - 3 ώρες
- > 3 ώρες

6. Ποιος είναι ο κύριος λόγος μετακίνησής σας με αυτοκίνητο; *

- Εργασία/Σπουδές
- Αγορές
- Αναψυχή
- Άλλο: _____

7. Ποια είναι η συνήθης απόσταση μετακίνησής με το αυτοκίνητό σας; *

- < 1 χλμ.
- 1 - 4 χλμ.
- 5 - 10 χλμ.
- > 10 χλμ.

8. Πόσο συχνά οδηγείτε ποδήλατο στην Αθήνα; *

- Ποτέ
- Σπάνια
- 0 - 1 φορά την εβδομάδα
- 2 - 5 φορές την εβδομάδα
- Καθημερινά

9. Ποια είναι η συνήθης απόσταση μετακίνησής σας με ποδήλατο; *

- Δεν χρησιμοποιώ ποδήλατο
- < 1 χλμ.
- 1 - 4 χλμ.
- 5 - 10 χλμ.
- > 10 χλμ.

Στάση απέναντι στους ποδηλάτες

10. Πόσο σημαντικά είναι για εσάς τα παρακάτω προτερήματα του ποδηλάτου ως μέσο μετακίνησης; *

	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ
Είναι πιο βολικό και εύχρηστο (εύκολο παρκάρισμα)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Είναι χρονικά αξιόπιστο σε κάθε περίπτωση(αποφυγή μπουτιλιάριατος, απουσία δρομολογίων)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Είναι αγχολυτικό	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Είναι φιλικό προς το περιβάλλον	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Είναι φτηνό	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Είναι καλό για τη σωματική υγεία	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Πόσο σημαντικά είναι για εσάς τα παρακάτω ελαττώματα του ποδηλάτου ως μέσο μετακίνησης στην Αθήνα: *

	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ
Απουσία ποδηλατοδρόμων	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κακή κατάσταση οδοστρώματος (λακκούβες, αυλακώσεις, πρόχειρα μπαλώματα)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Απότομες κλίσεις οδών	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Μη φιλική συμπεριφορά από τους υπόλοιπους χρήστες του δρόμου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Μειωμένη άνεση/ Επιπρόσθετη σωματική κούραση	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ελλιπείς γνώσεις περί του Κ.Ο.Κ για τη ποδηλασία	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Μεγαλύτερη διάρκεια μετακίνησης	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κίνδυνος κλοπής	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Πώς αισθάνεστε γενικά για τους ποδηλάτες: *

- Πολύ Αρνητικά
- Αρνητικά
- Είμαι ουδέτερος/η
- Θετικά
- Πολύ Θετικά

13. Ποιος πιστεύετε ότι πρέπει να έχει παραπάνω δικαιώματα όσον αφορά τη κοινή χρήση του δρόμου; *

- Οχήματα
- Ποδήλατα
- Ίσα δικαιώματα για όλους
- Άλλο μέσο μετακίνησης

14. Ως οδηγός αυτοκινήτου, σε τι βαθμό συμφωνείτε/διαφωνείτε με τις παρακάτω δηλώσεις; *

	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Είμαι ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Είναι αγχωτικό να μοιράζεσαι τον δρόμο με ποδηλάτες	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ένα δίκτυο ποδηλατοδρόμων, δεν αποτελεί αναγκαιότητα για μια σύγχρονη πόλη	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Η καθημερινή μετακίνηση (κυκλοφορία & στάθμευση) των αυτοκινητιστών θα επιβαρυνθεί μόνιμα από την ένταξη ποδηλατικών λωρίδων	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Οι ποδηλάτες δεν θα έπρεπε να οδηγούν σε κεντρικές οδικές αρτηρίες, ειδικά κατά τις ώρες αιχμής	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Η ζωή σε μια περιοχή φιλική προς το ποδήλατο δε παρουσιάζει σημαντικά προτερήματα	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Αξιολογήστε το κάθε σενάριο ποδηλατοδρόμησης που απεικονίζεται παρακάτω:

15. Λωρίδες μικτής χρήσης (συνύπαρξη με αυτοκίνητα). Τοποθετούνται σε τοπτικές οδούς και ζώνες ήπιας κυκλοφορίας με άνω όριο ταχύτητας ~30 χλμ./ω *



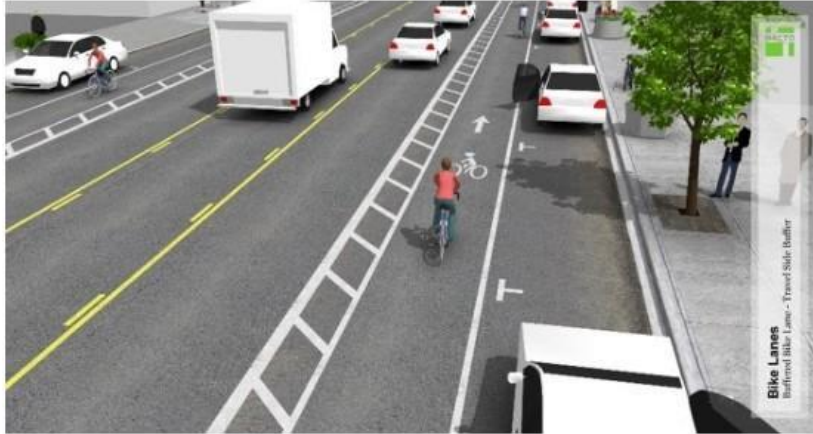
- Πολύ κακό
- Κακό
- Καλό
- Πολύ καλό

16. Συμβατικές λωρίδες ποδηλάτου, μίας κατεύθυνσης, επισημασμένες με συνεχή διαχωριστική γραμμή. Γειτνιάζουν στα αριστερά τους με την οδό κυκλοφορίας και στα δεξιά τους με το πεζοδρόμιο ή με λωρίδα στάθμευσης. Τοποθετούνται σε συλλεκτήριες/επαρχιακές οδούς με άνω όριο ταχύτητας ~50χλμ./ω *



- Πολύ κακό
- Κακό
- Καλό
- Πολύ καλό

17. Προστατευόμενες λωρίδες ποδηλάτου, μίας κατεύθυνσης, επισημασμένες με μια συνεχή διαχωριστική (buffer) γραμμή πάχους ~1 μέτρο. Γειτνιάζουν στα αριστερά τους με την οδό κυκλοφορίας και στα δεξιά τους με το πεζοδρόμιο ή με λωρίδα στάθμευσης. Τοποθετούνται συνήθως σε δευτερεύουσες αρτηρίες μεγάλης κίνησης με επαρκή χώρο και με άνω όριο ταχύτητας ~80κμ./ω *



- Πολύ κακό
- Κακό
- Καλό
- Πολύ καλό

18. Συνοδευτικός διάδρομος, μίας ή δύο κατευθύνσεων που προστατεύεται από την οδό κυκλοφορίας με φυσικά (δενδροφύτευση) ή κατασκευαστικά στοιχεία (διαχωριστική νησίδα ασφαλείας). Τοποθετούνται συνήθως σε κύριες αρτηρίες με άνω όρια ταχύτητας ~100 κμ./ω *



- Πολύ κακό
- Κακό
- Καλό
- Πολύ καλό

19. Ως οδηγός, τι από τα παρακάτω θα προτεινάτε για μια γενική βελτίωση της σχέσης μεταξύ αυτοκινητιστών και ποδηλατιστών; *

- Καλύτερη εκπαίδευση, έλεγχο και αστυνόμευση των ποδηλατιστών
- Επένδυση σε κατάλληλες ποδηλατικές υποδομές (ποδηλατοδρόμοι, καλά διατηρημένα οδοστρώματα κ.ά.)
- Καλύτερη εκπαίδευση, έλεγχο και αστυνόμευση των αυτοκινητιστών

20. Τι από τα παρακάτω θα προτεινάτε για τη βελτίωση της σχέσης μεταξύ αυτοκινητιστών και ποδηλατιστών σε καθημερινή βάση; *

- Πιο προβλέψιμη συμπεριφορά των ποδηλατιστών και παραπάνω προσοχή
- Πιο προβλέψιμη και υπεύθυνη συμπεριφορά των αυτοκινητιστών
- Χρήση φαναριών στα ποδήλατα και ένδυση με πιο "ευδιάκριτα" ρούχα (με έντονα χρώματα και ανακλαστικές επιφάνειες)

Επιλογές συνεισφοράς για τη δημιουργία ποδηλατικών υποδομών

Εξετάζεται το υποθετικό σενάριο για τη μελλοντική θέσπιση εισφοράς σε Ειδικό Ταμείο στην Περιφέρεια Αττικής, με μοναδικό στόχο την εξασφάλιση πόρων για την ανάπτυξη και λειτουργία εκτεταμένου δικτύου ποδηλατοδρόμων στο σύνολο του οδικού δικτύου του Λεκανοπεδίου της Αθήνας.

21. Θα είσαστε διατεθειμένος/η να πληρώσετε ετήσια εισφορά ώστε να εξασφαλισθούν οι απαιτούμενοι πόροι για την ανάπτυξη και τη λειτουργία του παραπάνω ποδηλατικού δικτύου; *

- Ναι
- Όχι

22. Ποιο ποσό είσαστε διατεθειμένος/η να πληρώσετε ως ετήσια εισφορά στο Νομό Αττικής ώστε να εξασφαλισθούν οι απαιτούμενοι πόροι για την ανάπτυξη και τη λειτουργία του παραπάνω ποδηλατικού δικτύου; *

- Κανένα
- 100 Ευρώ
- 200 Ευρώ
- 300 Ευρώ

Ετοιμάστηκαν σενάρια προτιμήσεων για 3 διαφορετικές τιμές παραμέτρων: α) Η ετήσια εισφορά που σας ζητείται για την ανάπτυξη και λειτουργία του νέου ποδηλατικού δικτύου (0 - 300 ευρώ), με την υψηλότερη εισφορά να αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη έκταση νέου ποδηλατικού δικτύου. β) Το ποσοστό αύξησης(+) ή μείωσης(-) του συνολικού χρόνου που απαιτείται για να διανύσετε οδικώς με το όχημά σας τη διαδρομή εργασία/σπουδές - κατοικία (+15%, +5%, 0%, -5%, -15%) γ) Το επίπεδο άνεσης που νιώθετε όταν οδηγείτε/παρκάρετε το αυτοκίνητό σας (υψηλή, μεσαία, χαμηλή). Σας ζητείτε να επιλέξετε μεταξύ 3 εναλλακτικών προτάσεων. (Μεγάλη ενίσχυση, Μικρή ενίσχυση, Καμία ενίσχυση της ποδηλατικής κυκλοφορίας στη πόλη)

23. Επιλέξτε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ μεταβολής χρόνου διαδρομής, ετήσιας εισφοράς, και επιπέδου άνεσης που θα προτιμούσατε *

Σενάριο 1	A	B	Γ
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	Μεγάλη ενίσχυση -15%	Μικρή ενίσχυση +5%	Καμία ενίσχυση
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	200	40	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	χαμηλή	υψηλή	

Α

Β

Γ

24. Επιλέξτε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ μεταβολής χρόνου διαδρομής, ετήσιας εισφοράς, και επιπέδου άνεσης που θα προτιμούσατε *

Σενάριο 2	A	B	Γ
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	Μεγάλη ενίσχυση +15%	Μικρή ενίσχυση +5%	Καμία ενίσχυση
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	300	80	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	υψηλή	χαμηλή	

Α

Β

Γ

25. Επιλέξτε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ μεταβολής χρόνου διαδρομής, ετήσιας εισφοράς, και επιπέδου άνεσης που θα προτιμούσατε *

Σενάριο 3	A	B	Γ
	Μεγάλη ενίσχυση	Μικρή ενίσχυση	Καμία ενίσχυση
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	+15%	0%	
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	100	80	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	υψηλή	χαμηλή	

- Α
- Β
- Γ

26. Επιλέξτε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ μεταβολής χρόνου διαδρομής, ετήσιας εισφοράς, και επιπέδου άνεσης που θα προτιμούσατε *

Σενάριο 4	A	B	Γ
	Μεγάλη ενίσχυση	Μικρή ενίσχυση	Καμία ενίσχυση
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	0%	+5%	
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	300	80	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	χαμηλή	χαμηλή	

- Α
- Β
- Γ

27. Επιλέξτε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ μεταβολής χρόνου διαδρομής, ετήσιας εισφοράς, και επιπέδου άνεσης που θα προτιμούσατε *

Σενάριο 5	A	B	Γ
	Μεγάλη ενίσχυση	Μικρή ενίσχυση	Καμία ενίσχυση
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	+15%	-5%	
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	100	80	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	υψηλή	χαμηλή	

- Α
- Β
- Γ

28. Επιλέξτε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ μεταβολής χρόνου διαδρομής, ετήσιας εισφοράς, και επιπέδου άνεσης που θα προτιμούσατε *

Σενάριο 6	A	B	Γ
	Μεγάλη ενίσχυση	Μικρή ενίσχυση	Καμία ενίσχυση
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	0%	0%	
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	300	80	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	υψηλή	χαμηλή	

- Α
- Β
- Γ

29. Επιλέξτε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ μεταβολής χρόνου διαδρομής, ετήσιας εισφοράς, και επιπέδου άνεσης που θα προτιμούσατε *

Σενάριο 7	A	B	Γ
	Μεγάλη ενίσχυση	Μικρή ενίσχυση	Καμία ενίσχυση
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	-15%	-5%	
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	300	40	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	χαμηλή	υψηλή	

- Α
- Β
- Γ

30. Επιλέξτε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ μεταβολής χρόνου διαδρομής, ετήσιας εισφοράς, και επιπέδου άνεσης που θα προτιμούσατε *

Σενάριο 8	A	B	Γ
	Μεγάλη ενίσχυση	Μικρή ενίσχυση	Καμία ενίσχυση
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	-15%	0%	
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	300	40	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	χαμηλή	υψηλή	

- Α
- Β
- Γ

31. Επιλέξτε τον συνδυασμό Α, Β ή Γ μεταβολής χρόνου διαδρομής, ετήσιας εισφοράς, και επιπέδου άνεσης που θα προτιμούσατε *

Σενάριο 9	Α	Β	Γ
Μεταβολή χρόνου διαδρομής (%)	Μεγάλη ενίσχυση 0%	Μικρή ενίσχυση -5%	Καμία ενίσχυση
Κόστος Ετήσια Εισφοράς (Ευρώ)	300	80	
Άνεση κυκλοφορίας και στάθμευσης	υψηλή	χαμηλή	

- Α
- Β
- Γ

Δημογραφικά στοιχεία

32. Δήμος Κατοικίας: *

33. Δήμος Εργασίας/Σπουδών:

34. Φύλο: *

- Άντρας
- Γυναίκα
- Προτιμώ να μην απαντήσω
- Άλλο: _____

35. Ηλικία: *

- 18 - 24
- 25 - 39
- 40 - 55
- 56 και άνω

36. Ετήσιο οικογενειακό εισόδημα: *

- < 15.000 Ευρώ
- 15.000 - 30.000 Ευρώ
- > 30.000 Ευρώ

37. Μορφωτικό επίπεδο: *

- Γυμνάσιο / Λύκειο
- Φοιτητής
- Πτυχιούχος Πανεπιστημίου και άνω
- Άλλο: _____

38. Επάγγελμα: *

- Δημόσιος / Ιδιωτικός υπάλληλος
- Ελεύθερος επαγγελματίας
- Ανεργος
- Φοιτητής
- Συνταξιούχος

39. Δυνατότητα τηλεργασίας: *

- Ναι
- Όχι
- Δεν εργάζομαι

Παράρτημα Β – Ο κώδικας στατιστικής ανάλυσης στη Python

```
import pandas as pd
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
import scipy as scp
from patsy import dmatrices
import sklearn
%matplotlib inline
import seaborn as sns
from matplotlib import colors as mcolors
import statsmodels.formula.api as smf
import statsmodels.api as sm
from sklearn.metrics import roc_auc_score
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
from sklearn.preprocessing import PolynomialFeatures
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn import metrics
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler

```

```
#import DATA from Master Table
df = pd.read_excel('Master Table Final1.xlsx')
print(df.head(10))

```

```
df = df + pd.get_dummies(df,
columns=["Rem_job", "Job_type", "Impr_gen", "Impr_day", "Reas_Car", "Gender", "Rights"])
print(df.head(5))

```

```
Scenario_choice = df['Choice'].value_counts()
print(Scenario_choice)

```

```
dfcor = df.corr()
```



```
dfcor.to_excel('Correlation1.xlsx', index = False, header=True)
```

```
df.groupby('Choice').count().reset_index() # xreiazesai to reset index wsste to Choice na einai pali sthlh
```

POLYNOMIAL

```
# Δημιουργουμε τα train & test συνολα δεδομενων (WHICH IN THE END DIDN'T NEED TO HAPPEN, JUST PUT X and y, no train and test we're not using sklearn)
```

```
# Κανοντας drop απο το X τη μεταβλητη Choice,
```

```
## και οσες αλλες αποκλειστηκαν απο το correlation παραπανω
```

```
###αποκλειω οσα ειναι ασημαντα στατιστικα και στα δυο choices
```

```
X = df.drop(['Choice', 'Age', 'Adv_1', 'Adv_2', 'Adv_3', 'Adv_4', 'Disadv_2', 'Adv_5', 'Adv_6', 'Disadv_7', 'Disadv_6', 'Disadv_4', 'Disadv_8', 'Disadv_5', 'Disadv_1', 'Feel_Bike', 'Nervous', 'Bike_safe', 'Photo_1', 'Photo_2', 'Photo_3', 'Photo_4', 'Income', 'Edu_level', 'Bike_life', 'Exp_Car', 'Dist_Bike', 'Reas_Car_1', 'Reas_Car_4', 'Rights_1', 'Rights_2', 'Rights_3', 'Impr_gen_1', 'Impr_gen_2', 'Impr_gen_3', 'Impr_day_2', 'Impr_day_3', 'Gender_1', 'Gender_2', 'Gender_3', 'Rem_job_2', 'Rem_job_3', 'Job_type_2', 'Job_type_3', 'Job_type_5'], axis=1)
```

```
y = df['Choice']
```

```
print(list(X.columns.values))
```

```
X_train, X_test, y_train, y_test = sklearn.model_selection.train_test_split(X, y, test_size = 0.15, random_state = 0)
```

```
#πχ. αυξηση του χρονου μετακινησης οδηγει σε αυξηση της πιθανοτητας επιλογης του σεναριου A εναντι του B (A - Εντονη ποδηλατικη ενισχυση, εκετενες δικτυο, σημανσεις, νομοθεσιες κλπ, B λιγοτερο , Γ καθολου)
```

```
#πχ. οσοι επελεγαν να πληρωσουν ετησιο φορο εισφορας και οσο πιο υψηλο κοστος επελεγαν, τοσο πιο πιθανο ειναι να επιλεξουν το σεναριο A εναντι του B
```

```
logit_model=sm.MNLogit(y_train,sm.add_constant(X_train))
```

```
logit_model
```

```
result=logit_model.fit(method='lbfgs')
```

```
print(result.summary())
```

```
# ESTIMATION OF PERFORMANCE METRICS FOR MODEL 1
```

```
aic1 = result.aic
```

```
bic1 = result.bic
```

```
print('AIC = ', aic1)
```

```
print('BIC = ', bic1)
```

```
# Odds ratio for the models
```

```
np.exp(result.params)
```

```
print(np.exp(result.params))
```

BINOMIAL

```
# Δημιουργουμε τα συνολα δεδομενων
```

```
# Διαχωρίζουμε την εξετημένη μεταβλητή Tax,
```

```
## αποκλειω οσες αλλες αποκλειστηκαν απο το correlation παραπανω
```

```
###αποκλειω οσα ειναι ασημαντα στατιστικα
```

```
#### Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα, μπορούμε να φτιαξουμε ένα μοντέλο 2νυμικής λογιστικής παλινδρόμησης
```

```
##### Βελτιωση του παραπανω αφαιρωντας οσα εχουν p>0,05
```

```
formula_a = 'Tax ~  
Reas_Car_1+Rights_3+Rights_4+Job_type_2+Job_type_4+Gender_2+Edu_level+Adv_3+Adv_4+  
Adv_5+Disadv_1+Disadv_2+Disadv_3+Congest+Age'
```

```
model_a = smf.glm(formula = formula_a, data=Tax, family=sm.families.Binomial())
```

```
result_a = model_a.fit()
```

```
print(result_a.summary())
```

```
# ESTIMATION OF PERFORMANCE METRICS FOR MODEL 3
```

```
aic1 = result_a.aic
```

```
bic1 = result_a.bic
```

```
print('AIC = ', aic1)
```

```
print('BIC = ', bic1)
```

```
#odds ratio calc
```

```
model_a_odds = pd.DataFrame(np.exp(result_a.params), columns= ['Odds_Ratio'])
```

```
print(model_a_odds)
```

POISSON

```
Tax_cost_choice = df['Tax_cost'].value_counts()
```

```
print(Tax_cost_choice)
```

```
# Criterion to check whether you should use Poisson or NegBinomial
```

```
mean = df['Tax_cost'].mean()
```

```
print('mean = ', mean)
```

```
var = (df['Tax_cost'].std())**2
```

```
print('variance = ', var)
```

```
#When variance <= mean ---> POISSON!
```

```
# Δημιουργουμε τα συνολα δεδομενων
```

```
# Διαχωρίζουμε την εξερχόμενη μεταβλητή Tax_cost,
```

```
## αποκλειω οσες αλλες αποκλειστηκαν απο το correlation παραπανω
```

```
###αποκλειω οσα ειναι ασημαντα στατιστικα
```

```
#### Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα, μπορούμε να φτιαξουμε ένα μοντέλο Poisson
```

```
##### Βελτιωση του παραπανω αφαιρωντας οσα εχουν p>0,05
```

```
formula_1 = 'Tax_cost ~  
Dist_Bike+Exp_Car+Adv_4+Adv_5+Job_type_2+Reas_Car_1+Rights_4+Photo_4+Bikelanes'
```

```
model_1 = smf.glm(formula = formula_1, data=df, family=sm.families.Poisson())
```

```
result_1 = model_1.fit()
```

```
print(result_1.summary())
```

```
aic = result_1.aic
```

```
bic = result_1.bic
```

```
print('AIC = ', aic)
```

```
print('BIC = ', bic)
```

```
## the model with the lowest BIC is selected.
```

```
# ODDS RATIO FOR POISSON
```

```
model_1_odds = pd.DataFrame(np.exp(result_1.params), columns= ['Odds_Ratio'])
```

```
print(model_1_odds)
```
