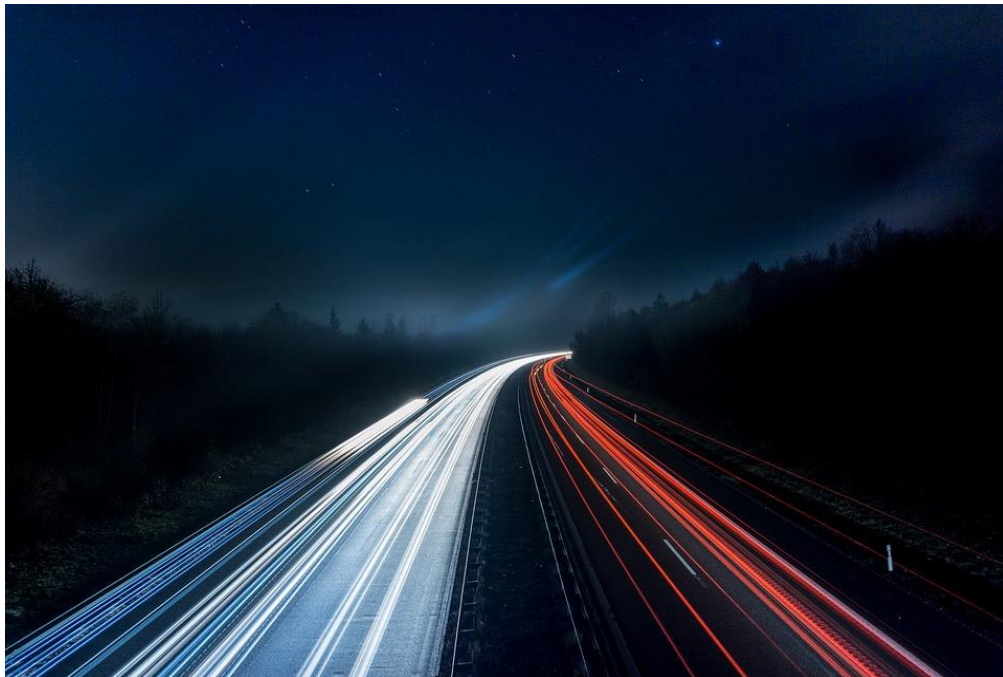




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

# Παράγοντες επιρροής της ευτυχίας κατά τη μετακίνηση σε αστικά συγκοινωνιακά δίκτυα

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Άλκηστις- Ειρήνη Μπατάλα

Επιβλέπων: Ελένη Βλαχογιάννη, Επίκουρη καθηγήτρια ΕΜΠ

Αθήνα, Μάρτιος 2019



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κυρία Ε. Βλαχογιάννη, Επίκουρη Καθηγήτρια της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π, για την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, για την πολύτιμη καθοδήγηση της σε όλα τα στάδια εκπόνησης της, καθώς και την εξαιρετική συνεργασία και τις γενικότερες γνώσεις που μου μετέδωσε.

Παράλληλα, ευχαριστώ ιδιαίτερα και τα άλλα δύο μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. Γ. Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π και κ. Κ. Κεπαπτσόγλου, Επίκουρος Καθηγητής της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Ε.Μ.Π, για τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω εξίσου θερμά την Ελένη Μαντούκα υποψήφια Διδάκτορα Ε.Μ.Π., για τις συμβουλές και τις υποδείξεις της πάνω σε σημαντικά θέματα της Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ηθική και υλική υποστήριξη που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Μάρτιος 2019

Άλκηστις – Ειρήνη Μπατάλα

# Παράγοντες επιρροής της ευτυχίας κατά τη μετακίνηση σε αστικά συγκοινωνιακά δίκτυα

Άλκηστις – Ειρήνη Μπατάλα

Επιβλέπων: Ελένη Βλαχογιάννη, Επίκουρη Καθηγήτρια ΕΜΠ

## **ΣΥΝΟΨΗ**

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ευτυχία που αισθάνονται οι επιβάτες κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού λαμβάνοντας υπόψη, τόσο τα χαρακτηριστικά των χρηστών και τα συναισθήματά τους, όσο και τα χαρακτηριστικά του ταξιδιού. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, αξιοποιήθηκαν δεδομένα από έρευνα ερωτηματολογίου που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος My-Trac. Η έρευνα αυτή διεξήχθη σε τρεις Ευρωπαϊκές χώρες, την Ελλάδα, την Ολλανδία και την Ισπανία. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούσαν στα δημογραφικά χαρακτηριστικά του ατόμου (φύλο, ηλικία, επάγγελμα, εισόδημα, κ.ά.) και σε στοιχεία σχετικά με τα καθημερινά τους ταξίδια. Τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη ενός μπεϋζιανού δικτύου ώστε να εντοπιστούν σημαντικές σχέσεις μεταξύ των παραγόντων και για τις τρεις χώρες. Τα ευρήματα ανέδειξαν μια ισχυρή σχέση μεταξύ της επιλογής μέσου μετακίνησης και της ευτυχίας των μετακινούμενων. Επιπλέον, η ευτυχία που αισθάνεται ο μετακινούμενος κατά τη διάρκεια του ταξιδιού συνδέεται ισχυρά με μεταβλητές που περιγράφουν το πόσο πιθανή θεωρεί ο χρήστης την εμφάνιση οποιουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος και το πόσο ανεκτικός είναι ο ταξιδιώτης σχετικά με τις αλλαγές των συνθηκών του δικτύου.

**Λέξεις-κλειδιά:** Παράγοντες επιρροής της ευτυχίας κατά τη μετακίνηση, χαρακτηριστικά χρηστών, χαρακτηριστικά ταξιδιού, καθημερινά ταξίδια, μπεϋζιανό δίκτυο

# **Factors Affecting Travel Happiness in Urban Transportation Networks**

Alkistis – Eirini Batala

Supervisor: Eleni I. Vlahogianni, Assistant Professor

## **ABSTRACT**

The purpose of this Diploma Thesis is to investigate the sentiment of happiness passengers feel during their journey and highlight the factors that affect these emotions, considering both users' and journey's characteristics. To achieve that goal, data gathered from questionnaires, created within the European research program My-Trac, were used. This survey was conducted in three European countries, Greece, Netherlands and Spain. The data collected refer to the individual's demographic characteristics (gender, age, occupation, income, etc.) and information on their daily trips. These data were used to develop a Bayesian network which identifies significant interrelations between the factors and travel happiness across these three countries. Findings revealed a strong probabilistic relationship between the Mode of transport an individual choose and their Happiness. In addition, the Happiness of users is significantly related with the variables which describe how likely the user considers the occurrence of an unexpected event and how flexible the user is regarding the changes in the network conditions.

**Keywords:** Travel happiness, users' characteristics, journey characteristics, daily trips, Bayesian networks.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση της ευτυχίας που αισθάνονται οι επιβάτες κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά των χρηστών, του ταξιδιού και τα συναισθήματα.

Έχοντας ορίσει τον επιδιωκόμενο στόχο, αναζητήθηκε βιβλιογραφία ερευνών με αντικείμενο έρευνας παρεμφερές με αυτό της Διπλωματικής Εργασίας. Οι μελέτες που εντοπίστηκαν, εγχώριες και διεθνείς, αφορούσαν την ικανοποίηση που αισθάνονται οι επιβάτες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους. Ωστόσο, δεν εντοπίστηκαν έρευνες των οποίων το αντικείμενο να ταυτίζεται με το αντίστοιχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή να λαμβάνει υπόψη όλα τα μέσα μεταφοράς, τους σκοπούς μετακίνησης και τα προσωπικά χαρακτηριστικά του ταξιδιώτη.

Ακολούθησε η ανάπτυξη ενός μπεϋζιανού δικτύου ώστε να διερευνηθούν σημαντικές σχέσεις μεταξύ των παραγόντων και για τις τρεις χώρες. Για την ανάπτυξη και εκπαίδευση του προτύπου αξιοποιήθηκαν οι απαντήσεις έρευνας ερωτηματολογίου που διεξήχθη σε τρεις χώρες: Ελλάδα, Ολλανδία και Ισπανία. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούσαν προσωπικά χαρακτηριστικά του ατόμου, στοιχεία σχετικά με το καθημερινό του ταξίδι καθώς και στοιχεία που αφορούν το νοικοκυριό, το επάγγελμα και το εισόδημα του. Η τελική επιλογή του μπεϋζιανού δικτύου, έγινε μετά από πολλές δοκιμές συνδυασμών μεταβλητών και εν τέλει ορισμένα από τα στοιχεία που είχαν συλλεχθεί αρχικά δεν αξιοποιήθηκαν.

Τα ευρήματα αποκάλυψαν μια ισχυρή σχέση μεταξύ της επιλογής μέσου μετακίνησης και της ευτυχίας των μετακινούμενων. Επιπλέον, η ευτυχία που αισθάνεται ο ταξιδιώτης κατά τη διάρκεια του ταξιδιού συνδέεται ισχυρά με δυο μεταβλητές που σχετίζονται με την αντίληψη του χρήστη για το μέσο που χρησιμοποιεί. Η πρώτη αφορά στο πόσο πιθανό θεωρεί ο χρήστης την εμφάνιση οποιουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος (για παράδειγμα κλείσιμο δρόμου, ζημιά οχήματος κτλ.). Η δεύτερη μεταβλητή περιγράφει το πόσο ανεκτικός είναι ο ταξιδιώτης σχετικά με τις αλλαγές των συνθηκών του δικτύου.

Από τη συνολική αξιολόγηση των αναλύσεων που διεξήχθησαν στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας προκύπτει ότι πιο ευτυχισμένοι κατά τη διάρκεια του ταξιδιού φαίνεται να είναι οι ποδηλάτες και οι πεζοί, ενώ αυτοί που φαίνεται να είναι λιγότερο ικανοποιημένοι κατά τη διάρκεια του ταξιδιού είναι οι χρήστες των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Οι πιο ευτυχισμένοι χρήστες παρατηρείται ότι θεωρούν λιγότερο πιθανή την εμφάνιση οποιουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος (για παράδειγμα κλείσιμο δρόμου, ζημιά οχήματος κτλ.). Αντίθετα, οι πιο δυσареστημένοι χρήστες θεωρούν όλο και πιο πιθανή την εμφάνιση μη αναμενόμενου γεγονότος.

Επιπλέον, πιο ανεκτικοί σχετικά με τις αλλαγές των συνθηκών του δικτύου φαίνεται να είναι οι πιο ευτυχισμένοι χρήστες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, σε σχέση με τους πιο δυσαρεστημένους χρήστες που παρουσιάζουν χαμηλά επίπεδα ανεκτικότητας.

Πιο ευέλικτοι σε σχέση με το χρόνο φαίνεται να είναι οι ταξιδιώτες που κινούνται για προσωπικούς λόγους, ενώ οι χρήστες με σκοπό την εργασία και την εκπαίδευση παρατηρείται ότι είναι λιγότερο ευέλικτοι σε σχέση με το χρόνο.

Παρατηρείται επίσης, ότι ο σκοπός του ταξιδιού συνδέεται ισχυρά με το εισόδημα που έχει ο ταξιδιώτης. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι οι χρήστες με το υψηλότερο εισόδημα μετακινούνται με σκοπό την εργασία. Αντίθετα, οι χρήστες με το χαμηλότερο εισόδημα μετακινούνται κυρίως με σκοπό την εκπαίδευση.

Ισχυρή σύνδεση παρατηρείται τέλος, μεταξύ της πιθανότητας που θεωρούν οι χρήστες ότι έχει η εμφάνιση οπουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος και των « Κινητικότητα ως υπηρεσία » που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών, οι οποίοι είτε θεωρούν πιθανή τη εμφάνιση μη αναμενόμενου γεγονότος είτε όχι, δεν επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν κάποια υπηρεσία μετακίνησης.

Τα παραπάνω συμπεράσματα αποτελούν ένα πρώτο βήμα για τη διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ευτυχία κατά τη μετακίνηση σε αστικά συγκοινωνιακά δίκτυα, κρίνεται όμως απαραίτητη περαιτέρω έρευνα, αφού η παρούσα Διπλωματική Εργασία στηρίχτηκε σε δεδομένα που αφορούν τρεις συγκεκριμένες Ευρωπαϊκές χώρες των οποίων τα διαθέσιμα μέσα μεταφοράς και οι συνθήκες του δικτύου μπορεί να διαφέρουν από άλλες. Επίσης, προτείνεται η διεξαγωγή παρόμοιας έρευνας σε άλλα κράτη με ποικίλα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά, αλλά και μέσα μετακίνησης προκειμένου να επιβεβαιωθούν ή βελτιωθούν τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας. Επιπλέον, η συγκριτική αξιολόγηση των συμπερασμάτων αρκετών ερευνών με το ίδιο αντικείμενο μπορεί να συμβάλει στην εξεύρεση λύσεων για τη βελτίωση της ικανοποίησης που αισθάνονται οι ταξιδιώτες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους, που να εφαρμόζονται κατάλληλα ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της κάθε χώρας. Τέλος, η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας θα ενισχυόταν μέσω της εκπόνησης έρευνας ίδιου στόχου και αντικειμένου με μόνη διαφοροποίηση τη μεθοδολογία με την οποία θα επεξεργαστούν τα στοιχεία, ώστε να ελεγχθεί εάν συμβαδίζουν τα αποτελέσματα των δυο περιπτώσεων.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η έννοια της ευτυχίας κατά τη μετακίνηση .....	4
1.2 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	5
1.3 Δομή .....	8

### 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Εισαγωγή.....	9
2.2 Συναφείς Έρευνες .....	9
2.3 Σύνοψη Βιβλιογραφίας .....	16

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

3.1 Ροή Εργασιών .....	17
3.2 Έρευνα Ερωτηματολογίου .....	18
3.3 Μπεϋζιανά Δίκτυα.....	19
3.3.1 Γενικά Στοιχεία Και Ορισμοί .....	19
3.3.2 Εκμάθηση Δομής .....	22
3.3.3 Επαγωγή Συμπερασμάτων .....	24
3.4 RStudio και R.....	25

### 4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Διαθέσιμα Δεδομένα .....	26
4.2 Αποτελέσματα .....	31

### 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Σύνοψη Μεθοδολογίας και Αποτελεσμάτων .....	41
5.2 Βασικά Συμπεράσματα.....	42
5.3 Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα .....	43

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ



**ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Πίνακας 1. Οι μεταβλητές του ερωτηματολογίου, οι έννοιες και οι τιμές τους.	26
Πίνακας 2. Συνδέσεις μεταξύ των μεταβλητών.....	33
Πίνακας 3. Πιθανοτήτων μέσου υπό όρους σκοπού. ....	34
Πίνακας 4. Πιθανοτήτων διαφορετικών υπηρεσιών μετακίνησης υπό όρους εμφάνισης τυχαίων γεγονότων.....	35
Πίνακας 5. Πιθανοτήτων ευελιξίας χρόνου υπό όρους σκοπού.....	35
Πίνακας 6. Πιθανοτήτων επιπέδου ευτυχίας υπό όρους μέσου. ....	36
Πίνακας 7. Πιθανοτήτων κόστους υπό όρους μέσου όταν το εισόδημα είναι υψηλό.....	36
Πίνακας 8. Πιθανοτήτων κόστους υπό όρους μέσου όταν το εισόδημα είναι χαμηλό. ....	37
Πίνακας 9. Πιθανοτήτων κόστους υπό όρους μέσου όταν το εισόδημα είναι μεσαίο. ....	37
Πίνακας 10. Πιθανοτήτων ανεκτικότητας στις αλλαγές υπό όρους ευτυχίας. .	38
Πίνακας 11. Πιθανοτήτων εμφάνισης μη αναμενόμενου συμβάντος υπό όρους ευτυχίας. ....	38
Πίνακας 12. Πιθανοτήτων εισοδήματος υπό όρους σκοπού ταξιδιού όταν δεν υπάρχει ευελιξία χρόνου . ....	39
Πίνακας 13. Πιθανοτήτων εισοδήματος υπό όρους σκοπού ταξιδιού όταν υπάρχει ευελιξία χρόνου. ....	39
Πίνακας 14. Πιθανοτήτων αριθμού μελών νοικοκυριού υπό όρους σκοπού του ταξιδιού. ....	40
Πίνακας 15. Πιθανοτήτων τοποθεσίας της οικείας υπό όρους κόστους. ....	40

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**

Διάγραμμα 1. Διάγραμμα ροής σταδίων μεθοδολογίας.....	7
Διάγραμμα 2. Γράφος μπεύζιανού δικτύου .....	20
Διάγραμμα 3. Μη κατευθυνόμενος γράφος. ....	21
Διάγραμμα 4. Κατευθυνόμενος γράφος. ....	21
Διάγραμμα 5. Παραδείγματα λαθών στους ακυκλικούς γράφους.....	21
Διάγραμμα 6. Μεταβλητή Ανοχή (Tolerance) .....	28
Διάγραμμα 7. Μεταβλητή Ικανοποίηση (Happiness).....	28
Διάγραμμα 8. Μεταβλητή Εμφάνιση μη αναμενόμενου γεγονότος (Pre) .....	28
Διάγραμμα 9. Μεταβλητή Σκοπός (Scope).....	29
Διάγραμμα 10. Μεταβλητή Κόστος (Cost).....	29
Διάγραμμα 11. Μεταβλητή Τοποθεσία (Home location).....	29
Διάγραμμα 12. Μεταβλητή Κινητικότητα ως υπηρεσία (MaaS) .....	29
Διάγραμμα 13. Μεταβλητή Ευελιξία (Flex) .....	29
Διάγραμμα 14. Μεταβλητή Μέσο (Mode) .....	30
Διάγραμμα 15. Μεταβλητή Μελών Νοικοκυριού (Household) .....	30
Διάγραμμα 16. Μεταβλητή Εισόδημα (Income).....	30
Διάγραμμα 17. Το εκπαιδευμένο μπεύζιανό δίκτυο.....	32

### **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ**

Εικόνα 1 Αποτελέσματα της έρευνας για κάθε μέσο .....	5
Εικόνα 2. Αλγόριθμος στη γλώσσα προγραμματισμού R.....	18
Εικόνα 3. Περιβάλλον R. ....	25

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Η έννοια της ευτυχίας κατά τη μετακίνηση

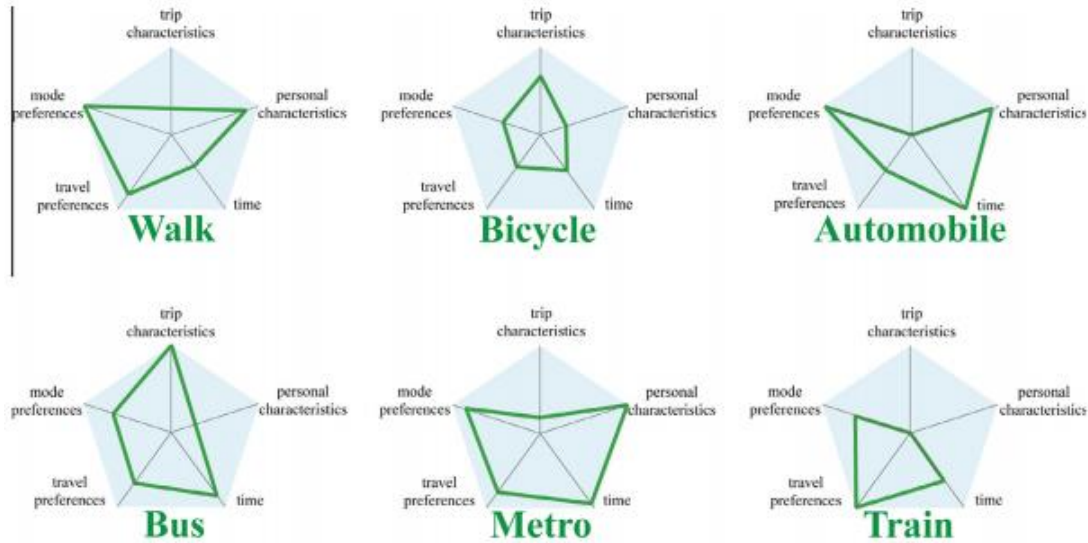
Η ευτυχία κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων παίζει σημαντικό ρόλο τόσο στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων όσο και στο σύνολο της κοινωνίας. Πολλοί άνθρωποι, ιδιαίτερα εκείνοι που ζουν σε μεγάλες πόλεις, περνούν σημαντικό χρόνο της ημέρας τους σε ταξίδια που σχετίζονται είτε με την εργασία είτε με άλλες δραστηριότητες όπως αναψυχή κτλ.

Δεδομένου του χρόνου που αφιερώνουν οι άνθρωποι στις μετακινήσεις είναι όλο και πιο σημαντικό να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ των χαρακτηριστικών μετακίνησης και της ευχαρίστησης την οποία αισθάνονται κατά τη διάρκεια αυτών των ταξιδιών.

Αδιαμφισβήτητα, το συναίσθημα που δημιουργείται στους ανθρώπους κατά τη διάρκεια των ταξιδιών διαφέρει ανάλογα με τον μέσο μετακίνησης, το χρόνο που απαιτεί καθώς και το σκοπό του ταξιδιού. Είναι κοινώς αποδεκτό, πως η αντίδραση ενός ατόμου σε περίπτωση καθυστερήσεων ή κάποιου άλλου ατυχούς συμβάντος κατά τη διάρκεια ψυχαγωγικού ταξιδιού είναι διαφορετική από αυτή του αντίστοιχου ταξιδιού για εργασιακό σκοπό. Επιπλέον γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η ικανοποίηση των επιβατών δεν επηρεάζεται μόνο από εξωτερικά χαρακτηριστικά του ταξιδιού (π.χ. κίνηση) αλλά και από εσωτερικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα οι στάσεις, καθώς και άλλοι προσωπικοί λόγοι.

Ήδη υπάρχουσα έρευνα (St-Louis, 2014) έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι οι πεζοί, οι επιβάτες τρένων και οι ποδηλάτες είναι πολύ πιο ικανοποιημένοι από ότι οι επιβάτες λεωφορείων και μετρό. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαίο να αναφερθούν τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας που ασχολήθηκε με τη ικανοποίηση των επιβατών για έξι διαφορετικούς τρόπους μετακίνησης (πεζοί, ποδήλατο, αυτοκίνητο, λεωφορείο μετρό και τρένο) σύμφωνα με τον τρόπο λειτουργίας κάθε μέσου (Εικόνα 1).

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Εικόνα 1 Αποτελέσματα της έρευνας για κάθε μέσο (Πηγή: St-Louis, 2014).

### 1.2 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει ως γενικό σκοπό την ανάδειξη των παραγόντων που επηρεάζουν την ευτυχία που αισθάνονται οι μετακινούμενοι κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού και τη βελτιστοποίηση αυτής στα αστικά δίκτυα μεταφοράς. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια που δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος My-TRAC «My Travel Companion».

Κατά την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας εφαρμόστηκε συγκεκριμένη μεθοδολογία, τα στάδια της οποίας αναλύονται στη συνέχεια.

Σε αυτό το αρχικό στάδιο, να επισημανθεί πως έπειτα από την πλήρη κατανόηση του στόχου της παρούσας Διπλωματικής εργασίας ξεκίνησε μια αναζήτηση βιβλιογραφικών αναφορών σε ελληνικές και διεθνείς πηγές. Πραγματοποιήθηκε έρευνα σε γενικές πληροφορίες, δημοσιεύσεις, επιστημονικά άρθρα αλλά και έρευνες που κρίθηκαν χρήσιμες και σχετίζονταν με το θέμα της συγκεκριμένης μελέτης. Τα προαναφερθέντα έγιναν με σκοπό να αποκτηθεί μια σχετική εμπειρία γύρω από την ανάλυση τέτοιων ζητημάτων, καθώς και να διερευνηθεί και να αποφασισθεί η μέθοδος βάση της οποίας θα γίνει η σωστή επεξεργασία στοιχείων και θα πραγματοποιηθεί ο επιδιωκόμενος στόχος.

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προέκυψε η συλλογή απαιτούμενων και χρήσιμων στοιχείων για την εκπόνηση της Διπλωματικής εργασίας. Η ανάλυση των δεδομένων αφορούσε στοιχεία που προέκυψαν από το προαναφερθέν ερωτηματολόγιο. Πιο συγκεκριμένα ήταν απαντήσεις που δόθηκαν σε αυτό στο πλαίσιο έρευνας που πραγματοποιήθηκε σε ευρωπαϊκό πρόγραμμα. Οι απαντήσεις προέρχονταν από πολίτες σε τρεις διαφορετικές χώρες, Ελλάδα, Ολλανδία και Ισπανία. Στο ερωτηματολόγιο περιλαμβάνονταν 27 ερωτήματα σχετικά με τα προσωπικά στοιχεία των συμμετεχόντων στην έρευνα αλλά και στοιχεία που αφορούσαν τις μετακινήσεις τους.

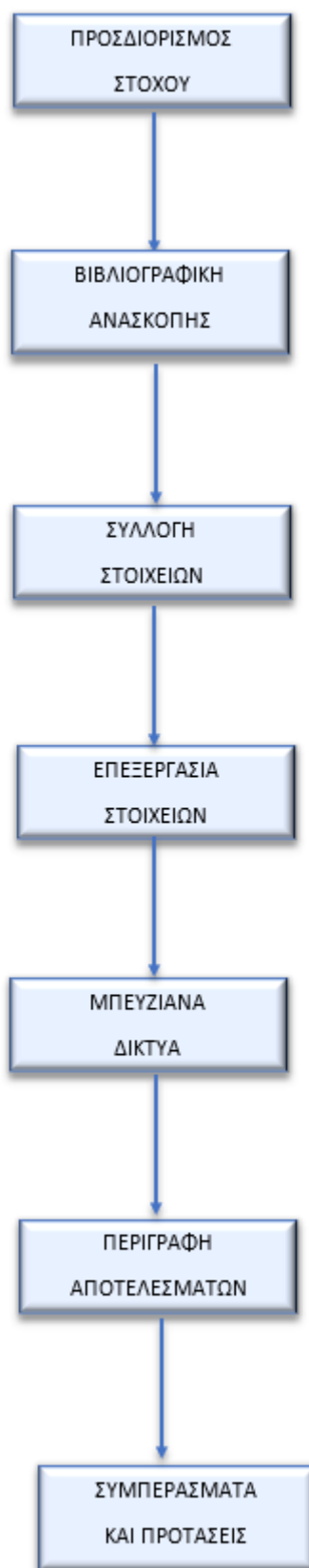
Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η κωδικοποίηση των συλλεχθέντων στοιχείων με σκοπό τη δημιουργία μιας ενιαίας βάσης δεδομένων. Όσα από αυτά κρίθηκαν ακατάλληλα για την εξαγωγή σωστού αποτελέσματος δεν συμπεριλήφθηκαν στον αλγόριθμο.

Έπειτα με στόχο την ανεύρεση των παραγόντων που επηρεάζουν την ευτυχία που αισθάνονται οι μετακινούμενοι κατά τη διάρκεια του ταξιδιού κατασκευάστηκε μοντέλο με τη χρήση των Μπεϋζιανών δικτύων. Το δίκτυο αυτό αναπτύχθηκε με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού R στο πρόγραμμα RStudio.

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν, αξιολογήθηκαν και ερμηνεύτηκαν. Ακολούθως προέκυψαν τα αντίστοιχα συμπεράσματα για το βαθμό αλλά και τον τύπο επιρροής που ασκούνταν στην εξαρτημένη μεταβλητή από τις εκάστοτε ανεξάρτητες μεταβλητές, καθώς επίσης και η παρουσίαση του μοντέλου.

Παρακάτω παρατίθενται με τη βοήθεια του διαγράμματος ροής τα στάδια της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας (Διάγραμμα 1).

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ



**Διάγραμμα 1. Διάγραμμα ροής σταδίων μεθοδολογίας**

### 1.3 Δομή

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζεται η δομή της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς επίσης γίνεται και συνοπτική αναφορά στο περιεχόμενο των κεφαλαίων της.

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και έχει ως σκοπό να δώσει στον αναγνώστη τη δυνατότητα να σχηματίσει μια γενική εικόνα σχετικά με το αντικείμενο με το οποίο ασχολείται. Ξεκινά με μια αναφορά στην ευτυχία που αισθάνονται οι μετακινούμενοι κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού, ενώ παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία ήδη υπάρχουσας έρευνας. Κατόπιν, προσδιορίζεται ο επιδιωκόμενος στόχος της συγκεκριμένης έρευνας και η μεθοδολογία πάνω στην οποία βασίστηκε για την εξαγωγή των συμπερασμάτων. Τέλος, ολοκληρώνεται με την παρούσα αναφορά στη δομή της Διπλωματικής Εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τα οποία προέκυψαν από την αναζήτηση και την καταγραφή ερευνών σχετικές με την ευτυχία που αισθάνονται οι μετακινούμενοι κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού. Τα σχετικά στοιχεία προέκυψαν από εργασίες που προέρχονται τόσο από την Ελλάδα όσο και από το εξωτερικό, δημοσιευμένες έρευνες και άρθρα καθώς επίσης και βιβλία. Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού γίνεται η σύνοψη και η αξιολόγηση των παραπάνω στοιχείων, ώστε να αξιολογηθεί ποια από αυτά τα στοιχεία μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο της επιλεγμένης μεθοδολογίας καθώς επίσης γίνεται και μια σύντομη αναφορά στο πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε και στην αντίστοιχη γλώσσα προγραμματισμού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία με την οποία συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν τα στοιχεία, στα οποία στηρίχθηκε η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Επίσης περιγράφεται ο τρόπος κωδικοποίησης και η επεξεργασία που υπέστησαν για να χρησιμοποιηθούν. Το κεφάλαιο αυτό ολοκληρώνεται με την αναλυτική περιγραφή του μοντέλου που αναπτύχθηκε, ενώ παράλληλα και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων που εξήχθησαν.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του μοντέλου και γίνεται αναφορά στη χρησιμότητα αυτού. Πέραν των υπολοίπων, παρουσιάζονται και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο τομέα.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, η οποία έγινε κατά την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Παρουσιάζονται μεθοδολογίες και αποτελέσματα ερευνών με αντικείμενο συναφές με εκείνο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται αποτελέσματα από έρευνες που αναφέρονται στην ικανοποίηση που αισθάνονται οι άνθρωποι κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού. Για κάθε εργασία γίνεται συνοπτική αναφορά στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και στα συμπεράσματα που προέκυψαν.

### 2.2 Συναφείς Έρευνες

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες με στόχο τη διερεύνηση της ικανοποίησης που νιώθει ένας άνθρωπος κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού. Στο πλαίσιο αυτό, οι ερευνητές επιλέγουν και εξετάζουν παραμέτρους που επηρεάζουν την ικανοποίηση που αισθάνεται ο ταξιδιώτης κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, καθώς και να συγκρίνουν το πως αισθάνεται ο ταξιδιώτης ανάλογα με το μέσο που χρησιμοποιεί για το ταξίδι του. Αρκετές έρευνες έχουν οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι οι ενεργοί χρήστες (πεζοί, ποδηλάτες) αισθάνονται μεγαλύτερη ικανοποίηση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους. Παρακάτω, γίνεται αναφορά σε κάποιες από αυτές τις έρευνες.

Οι Duarte et al. (2010) εξέτασαν το αντίκτυπο που έχει η αναμενόμενη ευτυχία στην επιλογή των αποφάσεων μεταξύ ενός ιδιωτικού τρόπου μεταφοράς και ενός μέσου δημόσιας συγκοινωνίας. Η έρευνα αυτή βασίστηκε σε ερωτηματολόγιο που είχε αναρτηθεί στο διαδίκτυο για επτά ημέρες και απαντήθηκε από 870 ερωτηθέντες. Ο μεγαλύτερος αριθμός ερωτηθέντων προερχόταν από την Ελβετία, την Πορτογαλία, την Ελλάδα και την Ιταλία. Για την ανάλυση των δεδομένων αναπτύχθηκαν τέσσερα διαφορετικά μοντέλα. Το πρώτο ήταν ένα σταθερό μοντέλο που χρησιμοποιούσε ως επεξηγηματικές μεταβλητές μόνο τις κύριες ιδιότητες των εναλλακτικών λύσεων, το οποίο μπορούσε να ληφθεί υπόψη και ως μοντέλο αναφοράς. Το δεύτερο μοντέλο ενσωμάτωνε τις κοινωνικές και δημογραφικές μεταβλητές ως ανεξάρτητες, η ερμηνευτική του αξία ήταν σημαντικά υψηλότερη από το μοντέλο αναφοράς. Το τρίτο μοντέλο εισάγει το κύριο πεδίο αυτής της περιπτώσιολογικής μελέτης, δείχνει την επιρροή των κινουμένων σχεδίων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Το τελευταίο μοντέλο εισάγει τους λανθάνοντες δείκτες της δηλωμένης συνολικής ευτυχίας και της ευτυχίας στη μεταφορά. Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η μελέτη αυτή είναι τα εξής:



## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

- Ένα σύστημα μεταφορών θα έχει περισσότερες πιθανότητες να είναι επιτυχές όσο ικανοποιεί τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις.
- Η αξιολόγηση των δηλωμένων απαντήσεων ευτυχίας έδειξε ότι το επίπεδο της συνολικής ευτυχίας έχει μια σημαντική διακύμανση ανά χώρα.
- Οι ικανοποιημένοι ερωτηθέντες δεν είναι οι Ευρωπαίοι, ενώ στην Ευρώπη πιο ικανοποιημένοι είναι οι Ελβετοί ερωτηθέντες και λιγότερο ευχαριστημένοι οι Πορτογάλοι και οι Ιταλοί.
- Το εισόδημα δεν αποτελεί καθοριστικός παράγοντας για το επίπεδο ευτυχίας.
- Η ιδιοκτησία αυτοκινήτων μπορεί να αποτελέσει καθοριστικό παράγοντα για το επίπεδο ευτυχίας.
- Τα άτομα που έχουν αυτοκίνητα είναι πιο ευτυχισμένα με τα ταξίδια αναψυχής ενώ εκείνα που δεν διαθέτουν αυτοκίνητα είναι πιο ευτυχισμένα με τα ταξίδια που σχετίζονται με την εργασία τους.
- Η θέση του σπιτιού και της εργασίας επηρεάζει σημαντικά το επίπεδο ευτυχίας στα ταξίδια που σχετίζονται με την εργασία.

Οι Lai & Chen (2011) εξέτασαν τις σχέσεις μεταξύ των προθέσεων συμπεριφοράς του επιβάτη που χρησιμοποιεί τα δημόσια μέσα μεταφοράς και των παραγόντων που τους επηρεάζουν. Συγκεκριμένα, στη μελέτη αυτή εξετάζονται οι ρόλοι των στάσεων των υπηρεσιών (δηλαδή, η ποιότητα των υπηρεσιών, η αντιληπτή αξία και η ικανοποίηση) και η συμμετοχή που εμπλέκεται στο σχηματισμό των προθέσεων συμπεριφοράς των επιβατών στο πλαίσιο της υπηρεσίας δημόσιας συγκοινωνίας. Η έρευνα αυτή βασίστηκε σε 763 ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν στη πόλη Kaohsiung στη Κίνα τον Οκτώβριο του 2008. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε σε δυο στάδια: στο πρώτο στάδιο, διεξήχθησαν αναλύσεις διερευνητικών παραγόντων που χρησιμοποίησαν το κύριο συστατικό με τεχνική περιστροφής VARIMAX, ενώ στο δεύτερο στάδιο, εξετάστηκαν εμπειρικά οι σχέσεις εμπλοκής, η ποιότητα υπηρεσιών, η αντιληπτή αξία, η ικανοποίηση και οι προθέσεις συμπεριφοράς με χρήση μοντελοποίησης διαρθρωτικών εξισώσεων (SEM). Τα συμπεράσματα στα οποία οδήγησε η έρευνα είναι τα εξής:

- Η ικανοποίηση των προθέσεων συμπεριφοράς στο πλαίσιο χρήσης δημόσιων μέσων μεταφοράς επηρεάζεται από την ποιότητα των υπηρεσιών και την εκτιμώμενη αξία.
- Οι προθέσεις συμπεριφοράς των επιβατών ή η εμπιστοσύνη εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ικανοποίηση των επιβατών.
- Τα χαρακτηριστικά υπηρεσιών, όπως ασφάλεια των οχημάτων, η καθαριότητα των εγκαταστάσεων έχουν σημαντικές επιδράσεις στις προθέσεις συμπεριφοράς των επιβατών.
- Η ικανοποίηση των επιβατών δεν είναι εγγυημένη, αν η ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχουν τα δημόσια μέσα μεταφοράς δεν έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες αντιλήψεις για την αξία των επιβατών.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Οι Ettema et al. (2012) εξέτασαν πως οι δραστηριότητες εντός του οχήματος επηρεάζουν την ικανοποίηση των μετακινούμενων εργαζομένων στις δημόσιες συγκοινωνίες. Η έρευνα στηρίχθηκε σε στοιχεία που αποκτήθηκαν μέσω έρευνας ερωτηματολογίων που διεξήχθη σε τρεις αστικές περιοχές της Σουηδίας (Στοκχόλμη, Γκέτεμποργκ, Μάλμε) των οποίων η διαφορά είναι η διαθεσιμότητα των μέσων μαζικής μεταφοράς. Κλήθηκε να απαντήσει στα ερωτηματολόγια αυτά ένα τυχαίο δείγμα 1500 ατόμων σε κάθε μια από τις τρεις πόλεις στα οποία ζητήθηκε να συμπληρώσουν τις λεπτομέρειες για το πιο πρόσφατο κανονικό ταξίδι μετακίνησης από και προς τον χώρο εργασίας τους ή το σχολείο, συμπεριλαμβανομένης της ημερομηνίας, του χρόνου έναρξης, της διάρκειας και της αξιολόγησης του ταξιδιού σύμφωνα με το STS. Από τα ερωτηματολόγια αυτά τελικά χρησιμοποιήθηκαν τα 996. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση αυτών των στοιχείων ήταν η μέθοδος παλινδρόμησης. Τα συμπεράσματα της έρευνας αυτής ήταν τα ακόλουθα:

- Οι δραστηριότητες που αναλαμβάνονται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού μπορούν να επηρεάσουν την ικανοποίηση από τα ταξίδια.
- Η συζήτηση με άλλους επιβάτες έχει τη μεγαλύτερη θετική επίδραση στο STS.
- Οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την ψυχαγωγία (ανάγνωση, παιχνίδι, ακρόαση μουσικής) και τη χαλάρωση (κοιμάται, αναπαύεται, βλέπει έξω) οδηγούν σε χαμηλότερη ικανοποίηση ταξιδιού.
- Οι δραστηριότητες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού έχουν πιο θετική επίδραση στην επιστροφή στο σπίτι.
- Οι συχνές μετακινήσεις ατόμων έχουν σημαντικά υψηλότερη γνωστική αξιολόγησης των ταξιδιών.
- Η σχέση μεταξύ των δραστηριοτήτων κατά τη διάρκεια ταξιδιών και της ικανοποίησης των ταξιδιών δεν είναι απλή.

Οι Abou-Zeid et al. (2012) διερεύνησαν τις επιπτώσεις μιας προσωρινής αλλαγής στον τρόπο ταξιδιού προς την εργασία για την ευτυχία που αισθάνονται οι ταξιδιώτες και στον τρόπο λειτουργίας. Το πλαίσιο της μελέτης αυτής είναι ένα πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην Ελβετία απαιτώντας ένα δείγμα συνηθισμένων οδηγών αυτοκινήτων να μεταβούν προσωρινά στις δημόσιες συγκοινωνίες. Τα μέτρα ικανοποίησης για τη μελέτη αυτή αποκτήθηκαν πρώτα για τη μετακίνηση με το αυτοκίνητο, πριν τη παρέμβαση, όταν οι συμμετέχοντες ήταν σε ρουτίνα μετακίνησης, αμέσως μετά την παρέμβαση, όταν οι συμμετέχοντες έπρεπε να αποφασίσουν εάν θα στραφούν προς τη δημόσια συγκοινωνία ή θα συνεχίσουν να μετακινούνται με το αυτοκίνητο και αρκετούς μήνες μετά την παρέμβαση όταν οι συμμετέχοντες επέστρεψαν στη ρουτίνα μετακίνησης τους. Το πείραμα αυτό περιλάμβανε τρεις φάσεις: την προεπεξεργασία, την επέμβαση και την μετεπεξεργασία, όπου η επέμβαση αναφέρεται στην απαιτούμενη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς για 2-3 ημέρες σε μια συγκεκριμένη εβδομάδα. Τα ευρήματα της έρευνας αυτής ήταν τα εξής:

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

- Κανένας από τους Ελβετούς συμμετέχοντες δεν μεταπήδησε εντελώς στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Ωστόσο, ορισμένοι συμμετέχοντες συνέχισαν να χρησιμοποιούν δημόσιες συγκοινωνίες περιστασιακά.
- Ένας αριθμός συμμετεχόντων άλλαξε τις αντιλήψεις τους και τη στάση τους απέναντι στο αυτοκίνητο και στις δημόσιες συγκοινωνίες.
- Μετά την αγωγή, την εβδομάδα που ακολούθησε την παρέμβαση, οι συμμετέχοντες ανέφεραν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ικανοποίησης στο ταξίδι τους με το αυτοκίνητο σε σύγκριση με τα επίπεδα που αναφέρθηκαν πριν την παρέμβαση.
- Τα μέτρα ικανοποίησης με το όχημα που λήφθηκαν 4-5 μήνες μετά την παρέμβαση δεν ήταν σημαντικά διαφορετικά σε σχέση με αυτά που λήφθηκαν πριν από την παρέμβαση, υποστηρίζοντας έτσι την υπόθεση επιπτώσεων στην ικανοποίηση που αισθάνεται ο ταξιδιώτης λόγω συνθηκών ρουτίνας.
- η τροποποίηση συμπεριφοράς στις δημόσιες συγκοινωνίες συσχετίζεται με την ικανοποίηση των χρηστών.
- Η ικανοποίηση ήταν μεγαλύτερη όταν η εμπειρία των δημόσιων συγκοινωνιών ξεπερνούσε τις προσδοκίες.

Οι Morris et al. (2015) διερεύνησαν το τρόπο που οι επιλογές ταξιδιού επηρεάζουν το πώς αισθάνονται οι χρήστες με βάση δεδομένα από το ATUS (Υπουργείο Εργασίας των Ηνωμένων Πολιτειών), τα οποία περιείχαν τρεις δραστηριότητες ανά ερωτώμενο για την ημέρα που έγινε η μελέτη και ρωτούσε για πέντε συναισθήματα, ποσό σημαντική ήταν η δραστηριότητα και αν αφορούσε αλληλεπίδραση με άλλους. Η ενότητα αυτή περιλάμβανε 13260 απαντήσεις που παρείχαν πληροφορίες για περίπου 38000 δραστηριότητες. Η ανάλυση των δεδομένων αυτών έγινε με τη μέθοδο της παλινδρόμησης (OLS). Τα συμπεράσματα στα οποία οδήγησε η έρευνα αυτή ήταν τα εξής:

- Οι επιπτώσεις του ταξιδιού και του τρόπου λειτουργίας είναι αρκετά περιορισμένες.
- Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι ο αντίκτυπος του τρόπου μετακίνησης δεν είναι ασήμαντος και σε πολλές περιπτώσεις τα συμπεράσματα ήταν ότι οι επιπτώσεις της ταξιδιωτικής δραστηριότητας και του τρόπου ταξιδιού ήταν στατιστικά διακριτές από το μηδέν.
- Μέσω της μελέτης αυτής φάνηκε ότι, μεταξύ των ατόμων, το ταξίδι από μόνο του στην πραγματικότητα συνδέεται με θετικότερο αποτέλεσμα από ότι ο μέσος όρος όλων των άλλων δραστηριοτήτων.
- Οι πιο ευτυχισμένοι άνθρωποι είναι πιο πιθανό να ταξιδεύουν από ότι οι δυσανεκτικότεροι.
- Το ταξίδι δεν είναι μια εξ ολοκλήρου παραγόμενη ζήτηση αλλά έχει αξία από μόνο του.
- Οι ποδηλάτες είναι οι πιο ευτυχισμένοι ταξιδιώτες.
- Οι άνθρωποι τείνουν να έχουν μια καλύτερη διάθεση όταν ταξιδεύουν παρά όταν εργάζονται ή φοιτούν στο σχολείο.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

- Οι άνθρωποι είναι σε πολύ λιγότερη θετική διάθεση όταν ταξιδεύουν από όταν κοινωνικοποιούνται, τρώνε και πίνουν.

Οι St-Louis et al. (2014) σύγκριναν το επίπεδο ικανοποίησης που αισθάνονται οι επιβάτες ανάλογα με το μέσο που χρησιμοποιούν. Η μελέτη αυτή βασίζεται σε έρευνα που διεξήχθη στο Μόντρεαλ του Καναδά την άνοιξη του 2013 και χρησιμοποιεί δείγμα 3377 επιβατών που κάνουν χρήση ενός μόνο είδους μέσου. Η έρευνα αυτή βασίστηκε σε ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν για δυο ειδών ημέρες μια χιονισμένη και μια τυπική ζεστή ημέρα. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι στατιστικές μέθοδοι παλινδρόμησης ANOVA και OLS. Η έρευνα συγκρίνει την ικανοποίηση των επιβατών σε έξι τρόπους μεταφοράς: πεζοπορία, ποδήλατο, αυτοκίνητο, λεωφορείο, μετρό και αμαξοστοιχία. Επίσης, θεωρεί ότι οι εξωτερικοί και εσωτερικοί παράγοντες επηρεάζουν την ικανοποίηση που αισθάνεται ο επιβάτης κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του. Τα συμπεράσματα στα οποία οδήγησε η μελέτη αυτή ήταν τα ακόλουθα:

- Οι ενεργές λειτουργίες (πεζοπορία, ποδήλατο) και το τρένο παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερη ικανοποίηση από το αυτοκίνητο, το λεωφορείο και το μετρό.
- Η ικανοποίηση του ταξιδιού καθορίζεται τόσο από εξωτερικούς όσο και από εσωτερικούς παράγοντες.
- Οι τρόποι μετακίνησης που επηρεάζονται περισσότερο από εξωτερικούς παράγοντες τείνουν να εμφανίζουν χαμηλότερα επίπεδα ικανοποίησης.
- Οι προτιμήσεις των κοινωνικών παραγόντων του ταξιδιού και του τρόπου λειτουργίας επηρεάζουν ορισμένους τρόπους μεταφοράς περισσότερο από άλλους.
- Η επιθυμία χρήσης άλλων τρόπων μετακίνησης επηρεάζει την ικανοποίηση που αισθάνονται οι επιβάτες ιδιαίτερα εκείνων που έχουν και μετεπιβιβάσεις.

Οι Morris & Guerra (2015) βρήκαν πως η διάρκεια του ταξιδιού επηρεάζει τη διάθεση και τα συναισθήματα των επιβατών. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη αυτή αντλήθηκαν από την Αμερικανική Υπηρεσία Χρόνου Χρήσης (ATUS), η οποία διερωτάται για το βαθμό στον οποίο ένιωθαν ευτυχία, πόνο, θλίψη, άγχος και κόπωση κατά τη διάρκεια τριών τυχαία επιλεγμένων καθημερινών δραστηριοτήτων. Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι περιπτώσεις ταξιδιού κι έτσι τελικά, για την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν 23441 περιπτώσεις. Για την επεξεργασία των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος παλιάς παλινδρόμησης (OLS) της γενικής μορφής. Η έρευνα κατέληξε στα εξής συμπεράσματα:

- Η διάρκεια του ταξιδιού επηρεάζει τη διάθεση και τα συναισθήματα.
- Η κόπωση, ο πόνος, το άγχος και η συνολική διάθεση είναι χειρότερα σε μεγαλύτερα ταξίδια.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

- Τα μεγάλα ταξίδια υποβαθμίζουν τα συναισθήματα των οδηγών, αλλά πιθανώς όχι αυτά των επιβατών των αυτοκινήτων.
- Τα μεγαλύτερα ταξίδια ποδηλάτων περιλαμβάνουν περισσότερο πόνο.
- Η μακρόχρονη μετάβαση στο λεωφορείο είναι επιβλαβής για τη διάθεση.

Οι Stone & Schneider (2016) εξέτασαν την ευημερία κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων σε σχέση με άλλες δραστηριότητες. Η έρευνα υλοποιήθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 37.088 άτομα μέσω ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων. Οι ερωτηθέντες έπρεπε να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με την «τυπική» μετακίνηση τους από και προς τον τόπο απασχόλησης τους, δηλαδή η έρευνα απαιτούσε οι ερωτηθέντες να θυμούνται βασικά χαρακτηριστικά της μετακίνησης τους. Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκε η American Time Use Survey για να εξετάσει την ευημερία κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων. Τα σημαντικότερα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η έρευνα ήταν τα εξής:

- Σε σύγκριση με άλλες δραστηριότητες της ημέρας ενός ατόμου, η μετακίνηση είναι γενικά αρνητική εμπειρία.
- Η μεγαλύτερη διάρκεια των μετακινήσεων σχετίζεται με χειρότερες εμπειρίες ευεξίας.
- Οι μετακινήσεις που συνδέονται με την εργασία και την εργασία στο σπίτι διαφέρουν στην ευτυχία, την κούραση και τον πόνο.

Οι Mao et al. (2016) εξέτασαν την επίδραση της πολυτροπικής συμπεριφοράς, τη χρήση δηλαδή από έναν ταξιδιώτη διάφορων τρόπων μεταφοράς αντί για ένα μόνο τρόπο σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο συνήθως μιας εβδομάδας και της ευελιξίας των τρόπων μεταφοράς στην ικανοποίηση του ταξιδιού των κατοίκων των αστικών περιοχών. Η έρευνα διεξαχθεί στο Πεκίνο και βασίστηκε σε στοιχεία που προέρχονται από την « Ημερήσια Δραστηριότητα και Ταξιδιωτική Έρευνα του Πεκίνο, 2012» και περιλάμβανε κοινωνικοδημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων, ημερολόγιο δραστηριοτήτων που συμπληρώθηκε για μια εβδομάδα και δεδομένα από καταγραφείς GPS που έφεραν οι ερωτηθέντες. Τα συμπεράσματα που προέκυψαν συνοψίζονται παρακάτω:

- Τα χαρακτηριστικά του ταξιδιού, συμπεριλαμβανομένης της διάρκειας του ταξιδιού και της αναχώρησης στην ώρα αιχμής μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την ικανοποίηση του ταξιδιού με μηχανοκίνητους τρόπους.
- Οι μετακινήσεις από την εργασία είναι πιο ικανοποιητικές από τις μετακινήσεις προς αυτή για τους χρήστες του μετρό.
- Η πολύτροπη συμπεριφορά μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ικανοποίηση του ταξιδιού των μετακινούμενων.
- Οι πολυτροπικοί ποδηλάτες και περιπατητές τείνουν να είναι λιγότερο ικανοποιημένοι από τους μονομερείς.
- Η ευελιξία των μέσων κατά τη λήψη αποφάσεων μπορεί να επηρεάσει την ικανοποίηση του επιβάτη.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

- Η ικανοποίηση του ταξιδιού δεν επηρεάζεται μόνο από τους ίδιους τους τρόπους μεταφοράς, αλλά και από το πλαίσιο των επιλογών τροπών μετακίνησης, συμπεριλαμβανομένων των εμπειριών των ταξιδιωτών με άλλους τρόπους μεταφοράς και της ελευθερίας τους στην απόφαση.

Οι Chng et al. (2016) διερεύνησαν τις σχέσεις μεταξύ της λειτουργίας μετακίνησης, της συνδεσιμότητας των δημόσιων συγκοινωνιών και της υποκειμενικής ευημερίας. Η μελέτη χρησιμοποίησε στοιχεία για 3630 εργαζομένους στο Λονδίνο, τα οποία αντλήθηκαν από την Panel Understanding Society. Χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλασιαστικές γραμμικές παλινδρομήσεις για να διερευνηθούν πως η λειτουργία μετακίνησης και η συνδεσιμότητα των δημόσιων συγκοινωνιών συνδέονται με την υποκειμενική ευημερία για όλους τους μετακινούμενους στο Λονδίνο. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η λογιστική παλινδρόμηση για τη διερεύνηση των προγνωστικών των δημόσιων συγκοινωνιών. Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η έρευνα αυτή ήταν τα εξής:

- Οι μετακινήσεις με τα πόδια συσχετίζονται με σημαντικά υψηλότερη ικανοποίηση από τη χρήση του αυτοκινήτου, αλλά όχι με χαμηλότερη ψυχική δυσχέρεια.
- Η καλύτερη συνδεσιμότητα των δημόσιων συγκοινωνιών συνδέθηκε με σημαντικά χαμηλότερες ψυχικές διαταραχές.
- Οι χρήστες των αμαξοστοιχιών με καλύτερη συνδεσιμότητα είχαν υψηλότερα επίπεδα πνευματικής δυσφορίας.
- Η συνδεσιμότητα δε σχετίζεται με την πιθανότητα χρήσης δημόσιων συγκοινωνιών για τις μετακινήσεις.
- Οι μετακινήσεις με τις δημόσιες συγκοινωνίες ήταν πιο πιθανές μεταξύ των νεότερων μετακινούμενων που διένυαν μακρύτερες αποστάσεις και είχαν σχετικά μικρότερο αριθμό παιδιών και αυτοκινήτων εντός του νοικοκυριού.

Οι Zhu & Fan (2018) εξέτασαν τις επιδράσεις της λειτουργίας μετακίνησης, της διάρκειας και της συχνότητας στην ευτυχία που αισθάνεται ο ταξιδιώτης κατά τη διάρκεια μιας μετακίνησης. Η μελέτη αυτή χρησιμοποιεί πρωτότυπα δεδομένα που συλλέχθηκαν από δώδεκα τοποθεσίες στο Χί'αν της Κίνας για να εξετάσουν πως η ευχαρίστηση των μετακινήσεων μπορεί να διαφέρει σε οκτώ τρόπους μετακίνησης (βόλτα, ιδιωτικό ποδήλατο, δημόσιο ποδήλατο, λεωφορείο, μετρό, ηλεκτρικό ποδήλατο, λεωφορείο που παρέχει ο εργοδότης και ιδιωτικό αυτοκίνητο) και από τη διάρκεια και τη συχνότητα μετακίνησης. Το Χί'αν είναι το πολιτικό, οικονομικό, εκπαιδευτικό, πολιτιστικό και πληροφοριακό κέντρο της επαρχίας Shaanxi. Η ανάλυση σε αυτή την εργασία ελέγχει τα δημογραφικά στοιχεία του ατόμου (φύλο, ηλικία, εισόδημα και μέγεθος νοικοκυριού), τα γενικά επίπεδα ευημερίας και την κατάσταση υγείας. Το τελικό δείγμα δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη περιλαμβάνει 921

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

συμμετέχοντες, τα οποία και αναλυθήκαν με την μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης. Η έρευνα αυτή οδήγησε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η ευτυχία κατά τη μετακίνηση συνδέεται με τη λειτουργία μετακίνησης και τη διάρκεια, αλλά όχι με τη συχνότητα.
- Η χρήση λεωφορείου που παρέχει ο εργοδότης είναι ο πιο ευτυχισμένος τρόπος, ακολουθούμενος από το ιδιωτικό ποδήλατο και το περπάτημα.
- Οι άνθρωποι που χρησιμοποιούν κανονικά αστικά λεωφορεία ανέφεραν τη χαμηλότερη ευτυχία στην καθημερινή μετακίνηση.
- Το μετρό, το δημόσιο ποδήλατο και το ηλεκτρικό ποδήλατο δεν παρουσιάζουν καμία διαφορά στην ευχαρίστηση από το αυτοκίνητο.
- Η μεγαλύτερη διάρκεια μετακίνησης σχετίζεται και με χαμηλότερη ευτυχία για τον επιβάτη.
- Η χρήση ιδιωτικών ποδηλάτων συνδέεται με μεγαλύτερη ευτυχία μετακίνησής από ότι η χρήση δημόσιων ή ηλεκτρικών ποδηλάτων.

### 2.3 Σύνοψη Βιβλιογραφίας

Από την ανάλυση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει εστιαστεί στην ικανοποίηση που αισθάνονται τα άτομα κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού. Σε αυτό το πεδίο, παρατηρήθηκε ποικιλία μεθοδολογιών προσέγγισης, όπως γραμμικά ή μη μοντέλα παλινδρόμησης.

Ωστόσο, κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν εντοπίστηκε έρευνα η οποία να περιλαμβάνει κοινωνικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά, διάφορους τρόπους μετακίνησης, μετεπιβιβάσεις, καθώς και τους διαφορετικούς λόγους για τους οποίους μπορεί να μετακινείται ο επιβάτης. Κατά συνέπεια, προέκυψε η ανάγκη εκπόνησης μιας τέτοιας έρευνας, προκειμένου να κατανοηθεί η σύνδεση όλων αυτών των διαφορετικών μεταβλητών με την ευτυχία που αισθάνεται ο επιβάτης κατά τη διάρκεια του ταξιδιού και με βάση τα αποτελέσματα αυτά να προταθούν κατάλληλες πολιτικές για την αύξηση της ικανοποίησης των επιβατών.

## 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

### 3.1 Ροή Εργασιών

Για την επίτευξη του στόχου της παρούσας Διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν οι εξής εργασίες:

Αρχικά, ακολούθησε η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων η οποία βασίστηκε σε έρευνα ερωτηματολογίου (My-TRAC) που διεξήχθη σε τρεις ευρωπαϊκές χώρες: Ολλανδία, Ελλάδα και Ισπανία και τα στοιχεία αυτά αφορούσαν τόσο τα προσωπικά χαρακτηριστικά του ατόμου, όσο και στοιχεία σχετικά με το καθημερινό του ταξίδι καθώς το νοικοκυριό, το επάγγελμα και το εισόδημα του.

Ακολούθησε η επεξεργασία των δεδομένων, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ενός μπεϋζιανού δικτύου ώστε να ανακαλυφθούν σημαντικές συνενώσεις μεταξύ των παραγόντων και για τις τρεις χώρες.

Στη συνέχεια, συντάχθηκε αλγόριθμος (Εικόνα 2) με την βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού R έτσι ώστε με τη χρήση των κατάλληλων δεδομένων να δημιουργηθεί το μπεϋζιανό δίκτυο.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η τελική επιλογή του μοντέλου, έγινε μετά από πολλές δοκιμές συνδυασμών. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι ορισμένα από τα στοιχεία που είχαν συλλεχθεί αρχικά, εν τέλει δεν αξιοποιήθηκαν.

Τέλος, έγινε η περιγραφή των αποτελεσμάτων, ώστε να προκύψουν κατάλληλα συμπεράσματα και να γίνουν περαιτέρω προτάσεις.



### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

```
13 dedomena1<-read.csv2("C:/Users/m_ett/Music/Desktop/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ/My-TRAC_Aggregated Dataset happiness11.csv", na.strings = c(".", "NA"))
14 dedomena1$NTRIPS_W<-NULL
15 dedomena1$NTRIPS_E<-NULL
16 dedomena1$NTRIPS_P<-NULL
17 dedomena1$NTRIPS_L<-NULL
18 dedomena1$TOOLS<-NULL
19 dedomena1$NBIKE<-NULL
20 dedomena1$NMOTO<-NULL
21 dedomena1$COUNTRY<-NULL
22 dedomena1$OCCUPATION<-NULL
23 dedomena1$TRANSF<-NULL
24 #dedomena1$INCOME<-NULL
25 dedomena1$AGE<-NULL
26 dedomena1$GENDER<-NULL
27 dedomena1$NCARS<-NULL
28
29 #structure learning
30
31 dedofr1<-data.frame(dedomena1)
32 net1<-tabu(dedofr1)
33 plot(net1,main="")
34
35
36 #Learning the parameters
37
38 fittedbn1 <- bn.fit(net1, data = dedofr1)
39 fittedbn1
40 nparams(fittedbn1)
41
42 #Compare with empty and random network
43 #my network
44
45 bn.cv(dedofr1, bn = "tabu", debug = FALSE)
46 bn.cv(dedomena1, empty.graph(names(dedomena1)))
47 rand1 <- random.graph(names(dedomena1))
48 plot(rand1, main="random ")
49 bn.cv(dedomena1, bn = rand1)
50
51 ##BIC - Log-likelihood
52
53 score(net1, data = dedofr1, type="loglik")
54
55
56 #Arc strength
57
58 str1 <- arc.strength(net1, data = dedofr1, criterion="bic")
59 arcstr1 <- as.matrix(subset(str1, str1$strength <= -100))
60 arcstr1 <- arcstr1[,-3]
61 high1 = list(nodes = c("AGE", "SCOPE", "MODE", "HAPPINESS"), arcs = arcstr1, col = "red")
62 strength.plot(net1, str1, highlight = high1,
63 layout = "dot", shape = "circle", main = NULL, sub = NULL, debug = FALSE)
64
65 #Measuring arc strength with bootstrap
66 arcs1=boot.strength(dedofr1, algorithm = "tabu")
67 arcs1[(arcs1$strength > 0.5) & (arcs1$direction >= 0.5), ]
68
69 strength.plot(net1, arcs1)
--
```

#### Εικόνα 2. Αλγόριθμος στη γλώσσα προγραμματισμού R

### 3.2 Έρευνα Ερωτηματολογίου

Για την πραγματοποίηση αυτής της έρευνας συλλέχθηκαν και επεξεργάστηκαν απαραίτητα στοιχεία.

Η συλλογή των στοιχείων έγινε μέσω ερωτηματολογίων. Τα ερωτηματολόγια και συνεπώς τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα Διπλωματική Εργασία συλλέχθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος My-Trac το οποίο χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η έρευνα ερωτηματολογίου διεξάχθηκε σε τρεις ευρωπαϊκές χώρες, την Ελλάδα, την Ολλανδία και την Ισπανία.

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τέσσερα μέρη και είκοσι εφτά ερωτήσεις και αποσκοπεί στον εντοπισμό των παραγόντων που επηρεάζουν τις επιλογές ταξιδιών των χρηστών σε σχέση με το μέσο μετακίνησης, τη διαδρομή και την ώρα αναχώρησης.

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου βασίζεται σε ερωτήσεις σχετικά με το προφίλ κινητικότητας των ερωτηθέντων. Συγκεκριμένα, οι ερωτήσεις αναφέρονται στο σκοπό μετακίνησης, τον αριθμό των ταξιδιών που πραγματοποιεί μέσα σε μια εβδομάδα, το μέσο που χρησιμοποιεί, τον αριθμό των μετεπιβιβάσεων, σχετικά με το αν χρησιμοποιεί κάποια υπηρεσία (ταξί, uber κλπ.) και γενικά ερωτήσεις που έχουν να κάνουν με τα χαρακτηριστικά ενός τυπικού ταξιδιού του ερωτηθέντος.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου έχει να κάνει με ερωτήσεις που αφορούν τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τις επιλογές των χρηστών. Το μέρος αυτό χωρίζεται σε τρεις επιμέρους ερωτήσεις που αφορούν τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του μέσου που θα χρησιμοποιήσει ο ερωτηθείς, τους παράγοντες που θα επηρεάσουν τον ερωτώμενο σχετικά με την επιλογή της διαδρομής και τέλος τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή χρόνου αναχώρησης για τον ερωτώμενο.

Το τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου βασίζεται στην αξιολόγηση που κάνουν οι ερωτηθέντες για συγκεκριμένους παράγοντες που αφορούν το συνηθισμένο τους ταξίδι (προσαρμοστικότητα, αξιοπιστία, ασφάλεια, άνεση κλπ.).

Το τέταρτο και τελευταίο μέρος αυτού του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν προσωπικές πληροφορίες του ερωτηθέντος. Συγκεκριμένα, οι ερωτήσεις αυτές έχουν να κάνουν με το φύλο του ερωτηθέντος, την ηλικία, το εισόδημα του, τον αριθμό των οχημάτων που κατέχει, τα διαδικτυακά μέσα που χρησιμοποιεί κλπ.

Στο Παράρτημα Ι παρατίθεται το πλήρες ερωτηματολόγιο.

### 3.3 Μπεϋζιανά Δίκτυα

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίστηκε ο αλγόριθμος, με τον οποίο έγινε η ανάλυση των στοιχείων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά, παρατίθεται μια σύντομη αναφορά στη γλώσσα προγραμματισμού, καθώς και στο περιβάλλον στο οποίο χρησιμοποιήθηκε. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μια λεπτομερής ανάλυση των μπεϋζιανών δικτύων τα οποία αναπτύχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

#### 3.3.1 Γενικά Στοιχεία Και Ορισμοί

Η Μπεϋζιανή προσέγγιση προσπαθεί να εξηγήσει και να ελέγξει, μέσω πιθανοτήτων, την αβεβαιότητα. Σύμφωνα με τον Bayes, η μόνη ικανοποιητική περιγραφή της αβεβαιότητας επιτυγχάνεται μέσω της πιθανότητας. Η συμπερασματολογία λοιπόν κατά Bayes συνδέεται άμεσα με την κλασσική συμπερασματολογία, της οποίας στόχος είναι να εξάγει συμπεράσματα για ένα πληθυσμό, μελετώντας όμως ένα δείγμα. Στη συμπερασματολογία κατά Bayes χρησιμοποιείται το μοντέλο πιθανότητας  $f(\theta|x)$ , βασίζεται δηλαδή στη πιθανότητα της κατανομής της παραμέτρου δεδομένης της  $x$ , (α- posterior κατανομή). Τα δίκτυα αυτά είναι πολύ χρήσιμα, διότι μέσω αυτών μπορούν να διαβαστούν λεπτομέρειες

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

του μοντέλου απευθείας από το γράφημα. Βέβαια, τα δίκτυα αυτά δε μπορούν να αποτυπώσουν όλες τις δυνατές σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών. Ωστόσο, αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για την κατανόηση των παραγόντων που οδηγούν σε ένα αποτέλεσμα. (Scutari, 2017).

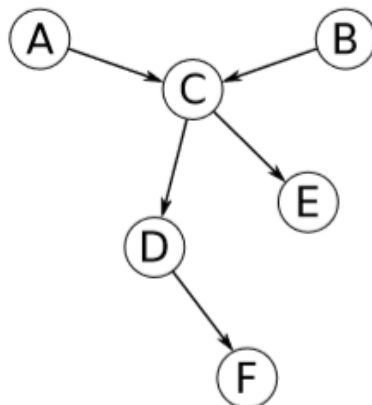
Τα Μπεϋζιανά δίκτυα ορίζονται από. (Scutari, 2017) :

- μια δομή δικτύου, ένα κατευθυνόμενο ακυκλικό γράφο  $G = (V, A)$ , όπου κάθε κόμβος  $v_i \in V$  αντιστοιχεί σε μια τυχαία μεταβλητή  $X_i$ .
- μια παγκόσμια κατανομή πιθανότητας  $X$  με τις παραμέτρους  $\Theta$ , οι οποίες μπορούν να παραγοντοποιηθούν σε μικρότερες τοπικές κατανομές πιθανότητας σύμφωνα με τα τόξα  $a_{ij} \in A$  που υπάρχουν στο γράφο.

Ο κύριος ρόλος της δομής του δικτύου είναι να εκφράσει **τις σχέσεις εξαρτώμενης ανεξαρτησίας** μεταξύ των μεταβλητών στο μοντέλο μέσω γραφικού διαχωρισμού (Διάγραμμα 2), προσδιορίζοντας έτσι την ολική συνάρτηση κατανομής  $P(X)$ :

$$P(\mathbf{X}) = \prod_{i=1}^N P(X_i | \Pi_{X_i}; \Theta_{X_i}) \quad , \text{όπου} \quad \Pi_{X_i} = \text{οι γονείς του } X_i \quad (1)$$

Κάθε κόμβος διαθέτει όλες τις τιμές που αντιστοιχούν στην μεταβλητή που αναπαριστά και σε αυτόν αντιστοιχεί ένας πίνακας υπό συνθήκη πιθανοτήτων. Η υπό συνθήκη ανεξαρτησία παίζει σημαντικό ρόλο στα πιθανοτικά μοντέλα καθώς απλοποιεί τη δομή των μοντέλων αυτών και τους υπολογισμούς που χρειάζονται για να κάνουμε επαγωγή συμπερασμάτων και μάθηση παραμέτρων ή/και δομής πάνω στο μοντέλο (Scutari, 2017).



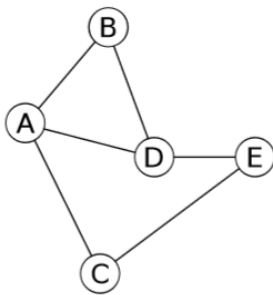
**Διάγραμμα 2. Γράφος μπεϋζιανού δικτύου. (Πηγή: Scutari 2017)**

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

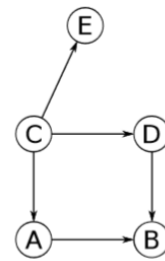
Το πρώτο συστατικό ενός μπεύζιανού δικτύου είναι ένα γράφημα. Το γράφημα αυτό είναι μαθηματικό και αποτελείται από:

- Ένα σύνολο κόμβων και
- Ένα σύνολο τόξων, τα οποία συνδέουν τους κόμβους που συσχετίζονται. Τα τόξα μπορούν να είναι κατευθυνόμενα (Διάγραμμα 4) ή μη κατευθυνόμενα (Διάγραμμα 3).

Ένα το πολύ τόξο μπορεί να υπάρχει μεταξύ ενός ζεύγους κόμβων.



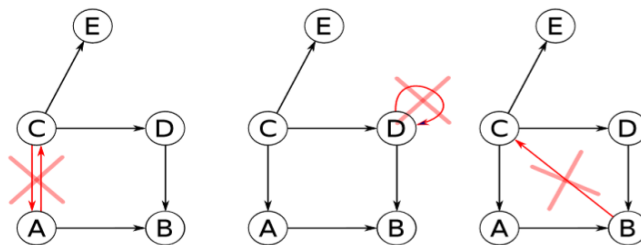
**Διάγραμμα 3. Μη κατευθυνόμενος γράφος. (Πηγή: Scutari 2017)**



**Διάγραμμα 4. Κατευθυνόμενος γράφος. (Πηγή: Scutari 2017).**

Τα Μπεύζιανά δίκτυα χρησιμοποιούν ένα συγκεκριμένο είδος γραφήματος που ονομάζεται κατευθυνόμενο άκυκλικό γράφημα (Διάγραμμα 5) το οποίο:

- Περιέχει μόνο κατευθυνόμενα τόξα
- Δεν περιέχει κανένα βρόχο
- Δεν περιέχει κανένα κύκλο που αρχίζει και τελειώνει στον ίδιο κόμβο.



**Διάγραμμα 5. Παραδείγματα λαθών στους ακυκλικούς γράφους. (Πηγή: Scutari 2017).**

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Επίσημα ο γράφος αυτός είναι ένας χάρτης ανεξαρτησίας της κατανομής πιθανότητας του  $X$ , με γραφικό διαχωρισμό που υποδηλώνει πιθανοτική ανεξαρτησία. (Scutari, 2017)

Σ' ένα μπεύζιανό δίκτυο οι συσχετίσεις μεταξύ των κόμβων αναπαρίστανται μέσω κατευθυνόμενων τόξων. Αν ένας κόμβος  $A$  συνδέεται μ' ένα κόμβο  $C$  ( διάγραμμα 2 ) τότε ο κόμβος  $A$  ονομάζεται γονέας του κόμβου  $C$ , ενώ ο κόμβος  $C$  παιδί του κόμβου  $A$ .

#### 3.3.2 Εκμάθηση Δομής

Με τον όρο εκμάθηση ( Christakopoulou, 2013), συνήθως αναφέρεται η επιλογή και εκτίμηση μοντέλων. Συνήθως η εκμάθηση εκτελείται ως διαδικασία δυο βημάτων:

1. Δομή μάθησης, μάθηση της δομής γραφημάτων από τα δεδομένα.
2. Εκμάθηση παραμέτρων.

Η εκμάθηση της δομής ενός μπεύζιανού δικτύου, αποτελεί το πρώτο και πιο σημαντικό βήμα στην εκμάθηση ενός δικτύου. **(Christakopoulou, 2013)**

Για την εκμάθηση των δομών μπορεί να βασιστεί είτε στην απόκτηση πληροφοριών από εμπειρογνώμονες , είτε χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα δεδομένα( Christakopoulou, 2013). Οι παραπάνω προσεγγίσεις έχουν όμως και μερικά μειονεκτήματα, όπως για παράδειγμα:

- Δυσκολία στην εύρεση εμπειρογνώμονα ή δεδομένων
- Τα δεδομένα μπορεί να μην είναι σταθερά
- Συνήθως είναι δύσκολο οι εμπειρογνώμονες να προτείνουν τιμές για τις παραμέτρους.
- Οι παρατηρήσεις αντιμετωπίζονται ως ανεξάρτητες πραγματοποιήσεις του συνόλου των κόμβων. Εάν υπάρχει κάποια μορφή χρονικής ή χωρικής εξάρτησης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον ορισμό του δικτύου.

Τελικά, για την εκμάθηση μιας δομής μπορούν να χρησιμοποιηθούν τρεις αλγόριθμοι:

1. Αλγόριθμοι που βασίζονται σε περιορισμούς: χρησιμοποιούν στατιστικές δοκιμές για να μάθουν τις σχέσεις εξαρτωμένης ανεξαρτησίας από τα δεδομένα και υποθέτουν ότι το γράφημα είναι ένας τέλειος χάρτης για τον προσδιορισμό της σωστής διάρθρωσης του δικτύου.
2. Αλγόριθμοι που βασίζονται σε κάποιο σκορ: αντιπροσωπεύουν την εφαρμογή γενικών τεχνικών βελτιστοποίησης. Κάθε υποψήφιο γράφημα λαμβάνει μια βαθμολογία που αντικατοπτρίζει την καλή του θέση, η οποία στη συνέχεια λαμβάνεται ως αντικειμενική συνάρτηση για μεγιστοποίηση. Αυτοί οι αλγόριθμοι διερευνούν τον χώρο αναζήτησης, ξεκινώντας από μια δομή δικτύου (συνήθως το κενό γράφημα) και προσθέτοντας, διαγράφοντας ή αναστρέφοντας ένα τόξο τη φορά, έως ότου η βαθμολογία δεν μπορεί πλέον να βελτιωθεί.

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

3. Υδριβικοί αλγόριθμοι: οι δοκιμές **εξαρτώμενης ανεξαρτησίας** χρησιμοποιούνται για να μάθουν τουλάχιστον ένα μέρος των εξαρτημένων σχέσεων ανεξαρτησίας από τα δεδομένα, περιορίζοντας έτσι το χώρο αναζήτησης για μια επακόλουθη αναζήτηση με βάση τα αποτελέσματα.

Οι αλγόριθμοι σε αυτές τις τρεις κατηγορίες καθορίζονται χωρίς να απαιτείται κάποιος συγκεκριμένος τύπος δεδομένων, πράγμα που σημαίνει ότι είναι δυνατή η ανάμιξη και η αντιστοίχιση δοκίμων και βαθμολογιών με αλγόριθμους.

Οι διαφορετικές κατηγορίες αλγόριθμων έχουν διαφορετικά πλεονεκτήματα και αδυναμίες. **Οι αλγόριθμοι με βάση τα αποτελέσματα** είναι πιο συνηθισμένοι στην πράξη. Γενικά, δεν υπάρχει καλύτερος αλγόριθμος, για διαφορετικά σύνολα δεδομένων και διαφορετικές εργασίες αλλάζει και ο αλγόριθμος ο οποίος είναι κατάλληλος για την εκμάθηση (Scutari & Denis, 2015)

Στη παρούσα Διπλωματική εργασία έγινε χρήση του αλγορίθμου **«Tabu search»**, για την επιλογή της κατάλληλης δομής, η οποία αποτελεί αλγόριθμο αναζήτησης που διατηρεί μια λίστα με τις τελευταίες δομές που «επισκέφθηκε» και επιστρέφει μόνο αν οι υπόλοιπες δομές της λίστας είναι χειρότερες από την τρέχουσα δομή.

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία εκμάθησης της δομής του δικτύου, ακολουθεί ο υπολογισμός των άγνωστων παραμέτρων/ εκμάθηση παραμέτρων (υπό συνθήκη πιθανότητας) από τα δεδομένα εκπαίδευσης. Η εκμάθηση παραμέτρων, εφαρμόζει την εν μέρει ή πλήρη εκτίμηση των παραμέτρων της τοπικής κατανομής ή τον περιορισμό τους με διάφορους τρόπους. Αυτό το καθήκον μπορεί να εκτελεστεί με τρόπο, ώστε να αποτιμάται η διάσταση των παραμέτρων από τις δομές που προέκυψαν στο προηγούμενο βήμα (εκμάθηση δομών).

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται δυο κυρίες προσεγγίσεις για την εκτίμηση των παραμέτρων:

- Η μια βασίζεται στην εκτίμηση της μέγιστης πιθανότητας,
- Η άλλη στη βάση της μπεϋζιανής εκτίμησης.

Η εκτίμηση της ποιότητας του δικτύου θα γίνει με την χρήση δείκτη ποιότητας. Για τη παρούσα Διπλωματική επιλέχθηκε η εντολή **«Score»**. Οι δείκτες αυτοί έχουν την ιδιότητα ότι η βαθμολογία του συνόλου του δικτύου ισοδυναμεί με το άθροισμα της βαθμολογίας των επιμέρους κόμβων.

Τα Μπεϋζιανά δίκτυα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως ταξινομητές, για να προβλέψουν ποια από τις διάφορες κατηγορίες ανήκει σε κάθε παρατήρηση. Η εστίαση σε αυτή την περίπτωση είναι η προβλεπτική ακρίβεια για νέες παρατηρήσεις αντί να αντιπροσωπεύει πιστά τη δομή εξάρτησης της μεταβλητής. Δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι ένα "ερμηνεύσιμο" μπεϋζιανό δίκτυο θα παρέχει καλή ακρίβεια πρόβλεψης. Αντιθέτως, εισάγουν προκατάληψη με τη μορφή ενός τεχνητού κατευθυνόμενου άκυκλου γραφήματος για να βελτιώσουν τις προβλέψεις του μπεϋζιανού δικτύου. (Scutari, 2017)

### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Οι δυο πιο συνηθισμένοι μπεϋζιανοί ταξινομητές είναι :

- Ο ταξινομητής Naive Bayes και
- Ο **ταξινομητής με την επεκτάσιμη διερεύνηση των δέντρων** (Tree-Augmented Naive Bayes (TAN)). (Mantouka, 2016)

#### 3.3.3 Επαγωγή Συμπερασμάτων

Τα Μπεϋζιανά δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με τη φύση των δεδομένων, που υπερβαίνουν την απλή περιγραφή του παρατηρούμενου δείγματος. **Υπάρχουν δυο είδη ερωτήσεων, τα ερωτήματα υποθετικής πιθανότητας και τα μέγιστα εκ των υστέρων ερωτήματα τα οποία μπορούν να απαντηθούν από το πρώτο είδος.** Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να αποκτήσουν αυτές τις απαντήσεις βάσει στοιχείων είναι γνωστές, ως συμπεράσματα. Η προσέγγιση αυτή, εξαλείφει την ανάγκη για πρόσθετα πειράματα και για το λόγο αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμη. Η μπεϋζιανή συμπερασματολογία διακρίνεται, σε στατιστική και δυναμική συμπερασματολογία.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία έγινε χρήση της στατιστικής μπεϋζιανής συμπερασματολογίας. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της είναι:

- Όλες οι άγνωστες ποσότητες θεωρούνται τυχαίες μεταβλητές και χρησιμοποιούνται κατανομές πιθανότητας, για να περιγράψουν την κατάσταση της γνώσης μας για τις ποσότητες αυτές.
- Η συμπερασματολογία των δικτύων γίνεται με βάση το θεώρημα Bayes. (Mantouka, 2016)

Οι αλγόριθμοι για την εξαγωγή συμπερασμάτων μπορούν να ταξινομηθούν ως:

- Ακριβείς: αλγόριθμοι που συνδυάζουν επαναλαμβανόμενες εφαρμογές του θεωρήματος Bayes με τοπικούς υπολογισμούς, για να ληφθεί η ακριβής τιμή του  $P(Q | E, G, \Theta)$ . Οι δυο πιο γνωστοί είναι:
  - Μεταβλητή εξάλειψης (variable elimination) και
  - Δέντρα διασταύρωσης (junction trees)
- Προσέγγισης: αλγόριθμοι που χρησιμοποιούν προσομοιώσεις Monte Carlo για δειγματοληψία από την παγκόσμια κατανομή και επομένως για την εκτίμηση  $P(Q | E, G, \Theta)$ . Οι δυο πιο γνωστοί είναι:
  - Λογική δειγματοληψία (Logic sampling) και
  - Πιθανότητα βαρύτητας (likelihood weighting)

Οι προσεγγιστικοί αλγόριθμοι τείνουν να βελτιώνονται καλύτερα σε μεγαλύτερο αριθμό μεταβλητών, ενώ οι ακριβείς αλγόριθμοι τείνουν να είναι πιο διαδοχικοί και επαναληπτικοί. (Scutari, 2017)

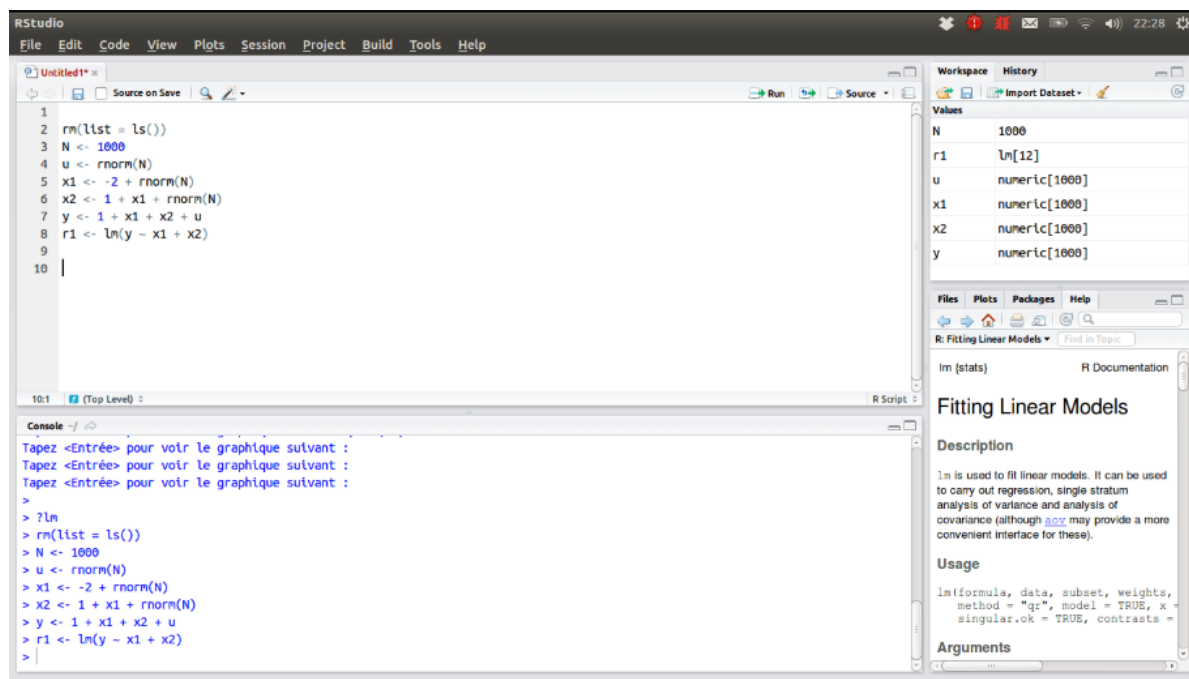
### 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

#### 3.4 RStudio και R

Το RStudio είναι ένα ελεύθερο και ανοιχτού κώδικα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης για τη γλώσσα προγραμματισμού R. Το πρόγραμμα αυτό εκτελείται τοπικά ως κανονική εφαρμογή επιφάνειας εργασίας και αποτελεί πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης.

Η γλώσσα προγραμματισμού R χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη στατιστικού λογισμικού και την ανάλυση δεδομένων. Η R και οι βιβλιοθήκες της εφαρμόζουν μια ευρεία ποικιλία στατιστικών και γραφικών τεχνικών, συμπεριλαμβανομένης της γραμμικής και μη γραμμικής μοντελοποίησης.

Το περιβάλλον R αποτελείται από μια βασική διανομή, που διατηρείται και αναπτύσσεται από την R Core Team, και ένα συνεχώς αυξανόμενο σύνολο συνεισφερόντων πακέτων. (Wikipedia) Στην εν λόγω διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε το πακέτο `bhlearn` για την υλοποίηση και αξιολόγηση των μπεϋζιανών δικτύων.



Εικόνα 3. Περιβάλλον R.



## 4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 Διαθέσιμα Δεδομένα

Από την έρευνα ερωτηματολογίων συγκεντρώθηκαν συνολικά 2200 ερωτηματολόγια. Η κωδικοποίηση των μεταβλητών που σχετίζονται με το ερωτηματολόγιο φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Οι μεταβλητές του ερωτηματολογίου, οι έννοιες και οι τιμές τους.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΕΝΝΟΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ	ΤΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
Scope	Σκοπός ταξιδιού.	Educational, leisure, personal, work.
Mode	Μέσο μετακίνησης.	Private vehicle, public transport, soft mode (ποδηλάτες, πεζοί).
Transfer Tools	Μετεπιβιβάσεις ταξιδιού. Τι μεταφέρει μαζί του κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, όπως για παράδειγμα μια τσάντα.	Number. Yes, no.
MaaS	Κινητικότητα ως υπηρεσία.	Car-pooling, Car-sharing, None, Taxi, Uber, Various MaaS.
Flex	Ευελιξία του ωραρίου εργασίας	Fixed, flexible.
Ntrips_W	Αριθμός ταξιδιών σε μια συνηθισμένη εβδομάδα με σκοπό τη δουλειά.	Number.
Ntrips_E	Αριθμός ταξιδιών σε μια συνηθισμένη εβδομάδα με σκοπό την εκπαίδευση.	Number.
Ntrips_P	Αριθμός ταξιδιών σε μια συνηθισμένη εβδομάδα για προσωπικούς σκοπούς.	Number.
Ntrips_L	Αριθμός ταξιδιών σε μια συνηθισμένη εβδομάδα στον ελεύθερο τους χρόνο.	Number.
Cost	Το κόστος ταξιδιού.	< twenty, > sixty, forty-sixty, twenty-fourty.
Happiness	Η ικανοποίηση που αισθάνεται ο ταξιδιώτης κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.	Sad, unhappy, neutral, happy, very happy.
Tolerance	Ποσό ανεκτικός είναι σχετικά με τις αλλαγές των συνθηκών δικτύου και υπηρεσιών.	Very intolerant, intolerant, neutral, tolerant, very tolerant.
Pre	Πόσο πιθανό θεωρεί την εμφάνιση οποιουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος (για παράδειγμα κλείσιμο δρόμου, ζημιά οχήματος κτλ.).	Slightly impossible, not possible, neutral, certain, slightly possible.
Gender	Φύλο	Male, female.
Age	Ηλικία.	18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, ≥65
Income	Το εισόδημα του ταξιδιώτη.	High, medium, low.
Occupation	Η επαγγελματική κατάσταση (ιδιωτικός υπάλληλος, δημόσιος υπάλληλος, άνεργος κτλ.).	Government employee, Private employee, self-employed, unemployed, retired, student.
Household	Αριθμός μελών του νοικοκυριού.	One, two, three, four, > four.
Ncars	Αριθμός οχημάτων που κατέχει το νοικοκυριό.	Number.
Homelocation	Η τοποθεσία του νοικοκυριού (αστικό, προαστιακό, αγροτικό).	Urban, suburban, rural.
Nmoto	Αριθμός μηχανών που κατέχει το νοικοκυριό.	Number.
Nbike	Αριθμός ποδηλάτων που κατέχει το νοικοκυριό.	Number.
Country	Η χώρα στην οποία ζει.	Greece, Netherlands, Spain.

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι μεταβλητές που τελικά μετά από αρκετές δοκιμές κρίθηκαν απαραίτητες να χρησιμοποιηθούν, ώστε το μπεϋζιανό δίκτυο να μας δώσει ένα αξιολογικό αποτέλεσμα είναι οι εξής:

- Scope
- Homelocation
- MaaS
- Flex
- Cost
- Mode
- Household
- Happiness
- Tolerance
- Pre
- Income

Οι απαντήσεις που έχουν δοθεί σχετικά με το πόσο ευτυχισμένος αισθάνεται ο ταξιδιώτης κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, έχει χωριστεί σε τρεις κλάσεις οι οποίες είναι:

- Zero: που περιλαμβάνει τις απαντήσεις: sad, unhappy.
- Neutral
- One: που περιλαμβάνει τις απαντήσεις: happy, very happy.

Οι απαντήσεις που αφορούν το πόσο πιθανή θεωρούν την εμφάνιση ενός μη αναμενόμενου γεγονότος έχουν χωριστεί ως εξής :

- Zero: που περιλαμβάνει τις απαντήσεις : Slightly impossible, Not possible.
- Neutral
- One: που περιλαμβάνει τις απαντήσεις : Certain, Slightly possible.

Οι απαντήσεις που αφορούν το ποσό ανεκτικοί είναι σχετικά με τις αλλαγές των συνθηκών του δικτύου χωρίζονται σε τρεις κλάσεις ως εξής:

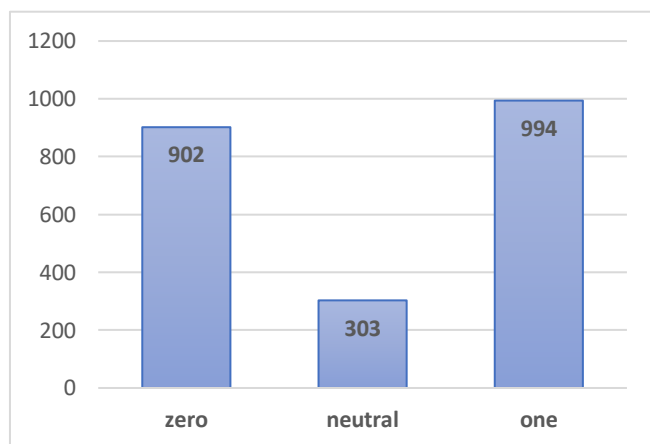
- Zero: που περιλαμβάνει τις απαντήσεις : very intolerant, intolerant.
- Neutral
- One: που περιλαμβάνει τις απαντήσεις : tolerant, very tolerant.

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

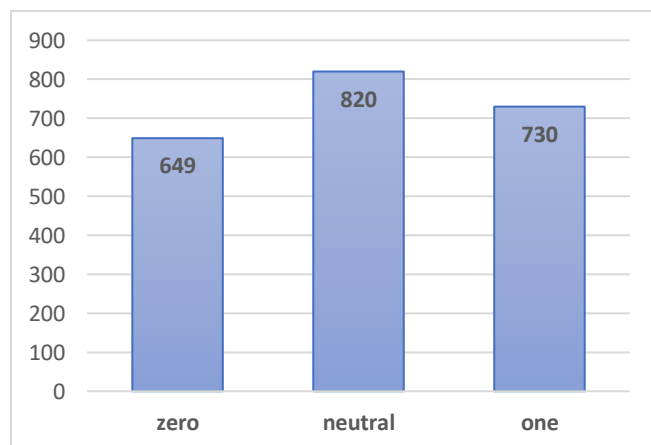
Οι απαντήσεις που αφορούν τη τοποθεσία της οικείας αποτελείται από δυο κλάσεις:

- Urban
- Other: που περιλαμβάνει τις απαντήσεις suburban και rural.

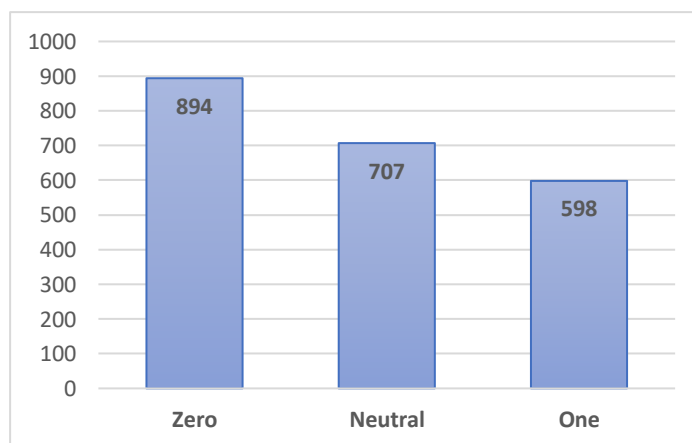
Στα διαγράμματα που ακολουθούν (Διαγράμματα 6-16) παρουσιάζονται τα στοιχεία που αντλήθηκαν από το ερωτηματολόγιο και χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα Διπλωματική Εργασία.



**Διάγραμμα 7. Μεταβλητή Ικανοποίηση (Happiness)**

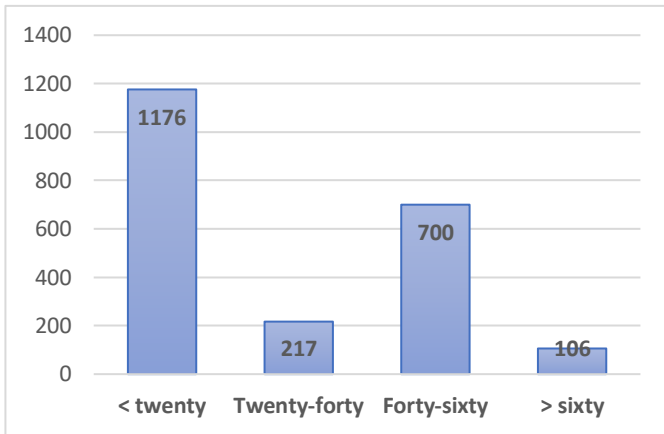


**Διάγραμμα 6. Μεταβλητή Ανοχή (Tolerance)**

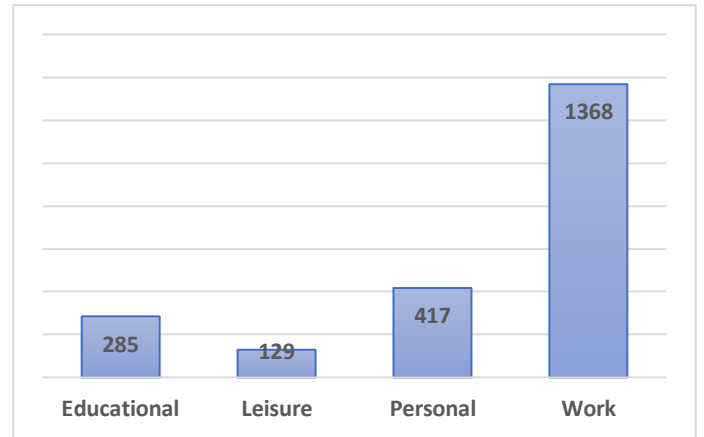


**Διάγραμμα 8. Μεταβλητή Εμφάνιση μη αναμενόμενου γεγονότος (Pre)**

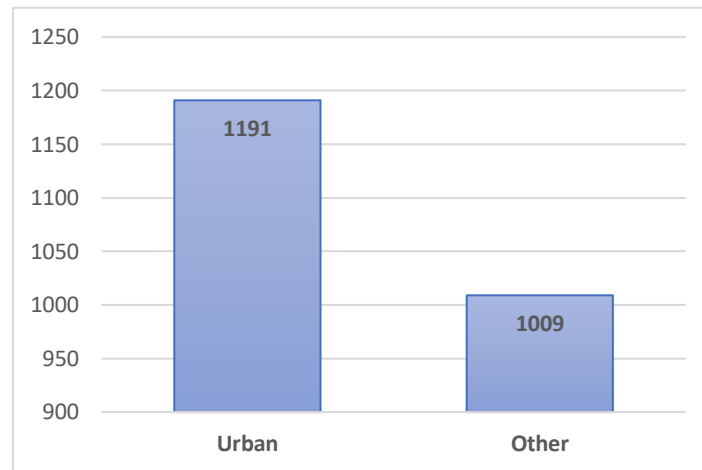
## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



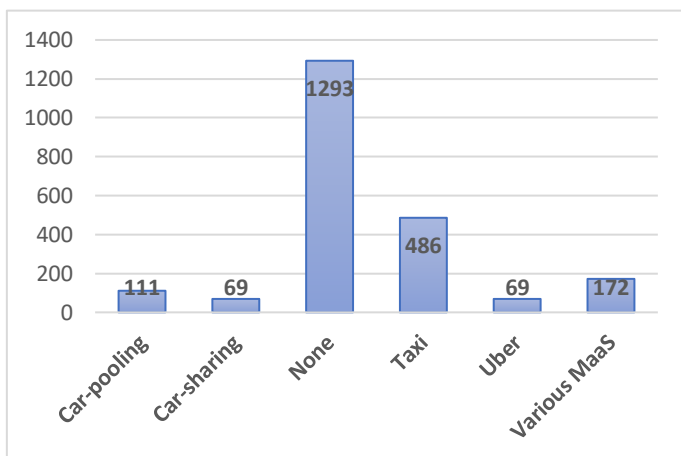
Διάγραμμα 10. Μεταβλητή Κόστος (Cost)



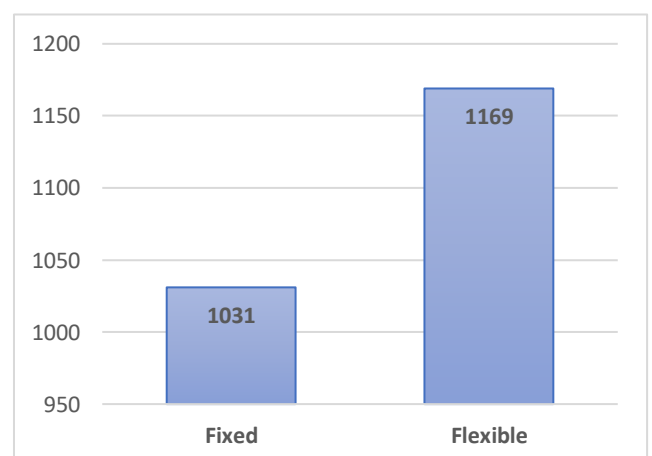
Διάγραμμα 9. Μεταβλητή Σκοπός (Scope)



Διάγραμμα 11. Μεταβλητή Τοποθεσία (Homelocation)

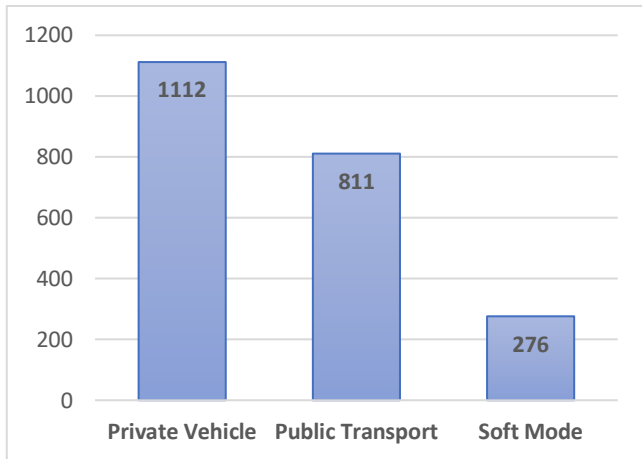


Διάγραμμα 12. Μεταβλητή Κινητικότητα ως υπηρεσία (MaaS)

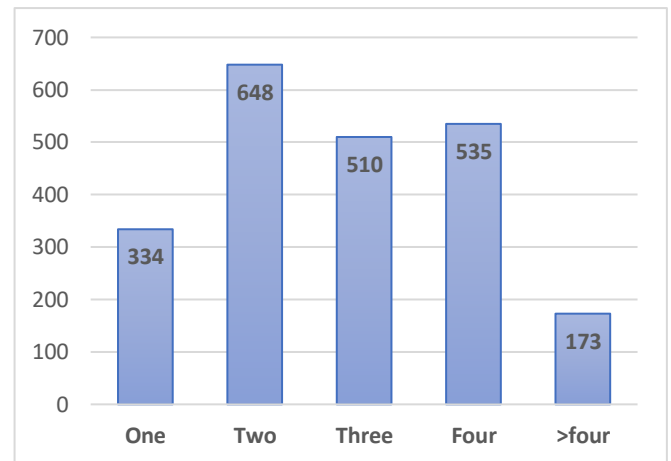


Διάγραμμα 13. Μεταβλητή Ευελιξία (Flex)

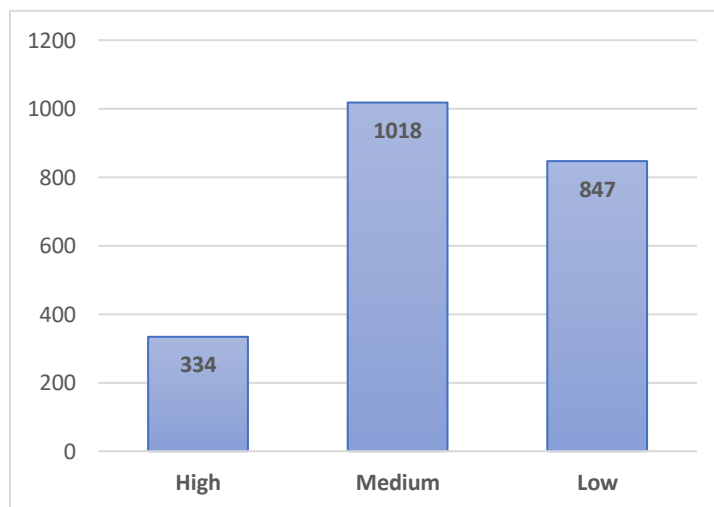
## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



**Διάγραμμα 14. Μεταβλητή Μέσο (Mode)**



**Διάγραμμα 15. Μεταβλητή Μελών Νοικοκυριού (Household)**



**Διάγραμμα 16. Μεταβλητή Εισόδημα (Income)**

Σύμφωνα με τα διαγράμματα οι περισσότεροι ερωτηθέντες :

- Αισθάνονταν ικανοποίηση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.
- Είναι ουδέτεροι όσον αναφορά την ανεκτικότητα που παρουσιάζουν σχετικά με τις αλλαγές των συνθηκών δικτύου και υπηρεσιών.
- Παρουσιάζουν ουδέτερη στάση σχετικά με το πόσο πιθανή θεωρούν την εμφάνιση οποιουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος.
- Απάντησαν ότι το κόστος του ταξιδιού τους είναι λιγότερο από είκοσι.
- Είχαν ως σκοπό του ταξιδιού τους την εργασία.
- Κατοικούσαν σε αστική περιοχή.
- Δε χρησιμοποιούσαν καμία υπηρεσία μετακίνησης.
- Ήταν ευέλικτοι σε σχέση με το χρόνο.
- Χρησιμοποιούσαν ιδιωτικό μέσο μετακίνησης.
- Το νοικοκυριό τους αποτελούταν από δυο άτομα.
- Είχαν μεσαίο εισόδημα.

### 4.2 Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται τα αποτελέσματα του μπεϋζιανού μοντέλου, που αναπτύχθηκε για να αξιολογήσει τους παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν την ικανοποίηση που αισθάνεται ένας ταξιδιώτης κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για στοιχεία που προέρχονται από ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν από ταξιδιώτες σε τρεις ευρωπαϊκές χώρες: την Ελλάδα, την Ολλανδία και την Ισπανία. Για την εκμάθηση της δομής όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 3.3.2 χρησιμοποιήθηκε η εντολή «**Tabu**».

Για την επιλογή του κατάλληλου μπεϋζιανού δικτύου, χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο βαθμολόγησης **log-likelihood**, το οποίο καταδεικνύει την βαθμολογία ενός μπεϋζιανού δικτύου, αλλά και το πως τροποποιείται με τις αλλαγές στις γραφικές παραστάσεις (T.Pvan Staa, 2001). Για να θεωρηθεί το δίκτυο κατάλληλο για την ανάλυση των δεδομένων μας, συγκρίθηκε με ένα κενό και ένα τυχαίο γράφημα. Ο αναμενόμενος λόγος ζημιών (που εκτιμήθηκε μετά τη δεκαπλάσια διασταυρούμενη επικύρωση) για το κενό και τυχαίο γράφημα, βρέθηκε υψηλότερος από το εκπαιδευμένο μοντέλο που σημαίνει ότι το εκπαιδευμένο δίκτυο ταιριάζει καλύτερα στα δεδομένα από ότι το μηδενικό και τυχαίο μοντέλο

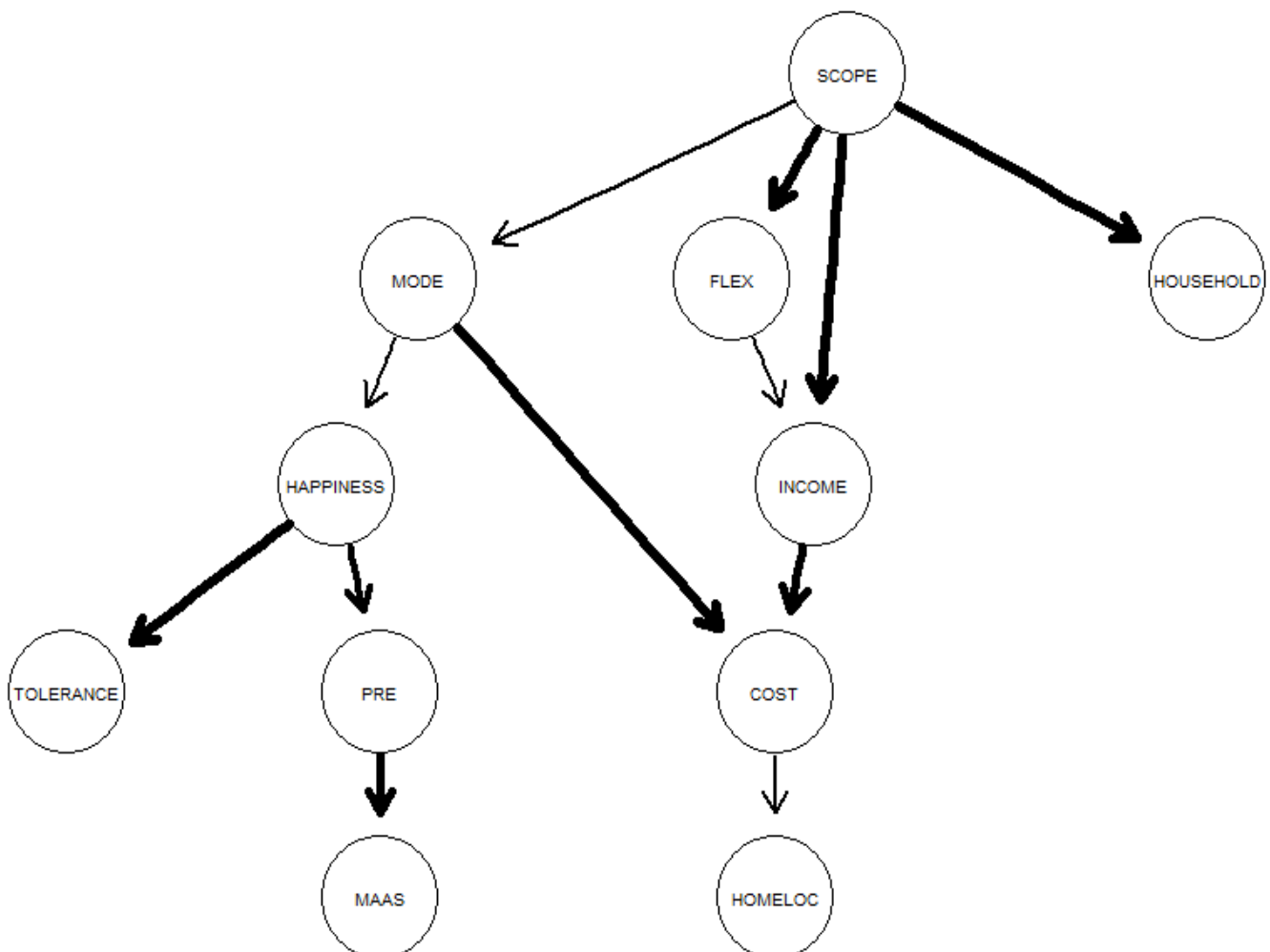
Τελικά προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- Εκπαιδευμένο δίκτυο:
  - Δείκτης λογικής πιθανότητας: -23982.46
  - Λόγος ζημιών: 10.97795

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Κενό δίκτυο:
  - Λόγος ζημιών: 11.40953
- Τυχαίο δίκτυο:
  - Λόγος ζημιών: 11.30233

Ο κατευθυνόμενος ακυκλικός γράφος που υπολογίστηκε από το μπεύζιανό δίκτυο για τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τα ερωτηματολόγια είναι το εξής φαίνεται στο Διάγραμμα 17.



**Διάγραμμα 17. Το εκπαιδευμένο μπεύζιανό δίκτυο.**

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι σχέσεις μεταξύ των παραγόντων αντιπροσωπεύονται από τόξα τα οποία παρέχουν δυο μέτρα:

- Η ισχύς της σχέσης (strength) που παίρνει τιμές από 0 ( αδύναμη σχέση) έως 1 (ισχυρή σχέση).
- Η πιθανότητα κατεύθυνσης του τόξου (direction) που κυμαίνεται από 0,5 (η κατεύθυνση είναι αβέβαιη) έως 1 (η κατεύθυνση που απεικονίζεται είναι η μόνη δυνατή).

Οι σχέσεις μεταξύ των παραγόντων παρατίθενται στον Πίνακα 2.

**Πίνακας 2. Συνδέσεις μεταξύ των μεταβλητών.**

From	To	Strength	Direction
Scope	Mode	0.675	0.504
Scope	Flex	1.000	0.530
Scope	Income	1.000	0.502
Scope	Household	1.000	0.512
Mode	Cost	1.000	0.825
Flex	Income	6.70	0.515
Cost	Homelocation	0.555	0.815
Mode	Happiness	0.685	0.507
Happiness	Tolerance	1.000	0.510
Happiness	Pre	0.840	0.515
Pre	MaaS	0.950	0.518
Income	Cost	0.915	0.847

Το Διάγραμμα 17 δείχνει ότι ο σκοπός αποτελεί πρόβλεψη του μέσου, του αριθμού των μελών του νοικοκυριού ,της ευελιξίας στο χρόνο και του εισοδήματος, ενώ η ισχύς της ένωσης είναι 0.675 για το μέσο και 1 για τον αριθμό των μελών του νοικοκυριού της ευελιξίας και του εισοδήματος. Επίσης, παρατηρείται ότι η ευελιξία αποτελεί και αυτή πρόβλεψη για το εισόδημα με την ισχύ της ένωσης να είναι 0.670.

Το μέσο και το εισόδημα φαίνεται να αποτελούν πρόβλεψη για το κόστος του ταξιδιού, κάτι που θεωρείται λογικό, αφού η χρήση διαφορετικού μέσου για το ίδιο ταξίδι επιφέρει αλλαγές στο κόστος του ταξιδιού κάτι που επηρεάζεται άμεσα από το εισόδημα του κάθε ατόμου αφού, κάθε άτομο ανάλογα με το εισόδημα του, μπορεί να διαθέσει διαφορετικό ποσό για το ταξίδι του. Η ισχύς της ένωσης είναι 1 και 0.915 αντίστοιχα. Επιπλέον, η τοποθεσία του νοικοκυριού συνδέεται με το κόστος του ταξιδιού κάτι που είναι αναμενόμενο, αφού άνθρωποι που ζουν σε αστικές περιοχές είναι πιθανόν να ξοδεύουν λιγότερα χρήματα για το ταξίδι τους, σε σχέση με τους ανθρώπους που ζουν σε προαστιακές ή αγροτικές περιοχές. Η ισχύς της ένωσης είναι 0,555.



## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρατηρείται επίσης, ότι το μέσο αποτελεί πρόβλεψη για την ευτυχία που αισθάνεται ο ταξιδιώτης κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Η ισχύς της ένωσης είναι 0.685.

Επιπλέον, παρατηρείται ότι η ευτυχία του ταξιδιώτη κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό τόσο με το ποσό ανεκτικοί είναι οι ταξιδιώτες σχετικά με τις αλλαγές των συνθηκών δικτύου και υπηρεσιών όσο και με το πόσο πιθανό θεωρούν την εμφάνιση οποιουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Η ισχύς της ένωσης είναι 1 και 0.840 αντίστοιχα.

Τέλος, παρατηρείται η σύνδεση των υπηρεσιών μετακίνησης με την πιθανότητα εμφάνισης μη αναμενόμενου συμβάντος κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, αφού αν ο ταξιδιώτης θεωρεί ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης κάποιου μη αναμενόμενου συμβάντος μπορεί να επιλέξει να χρησιμοποιήσει κάποια διαφορετική υπηρεσία μετακίνησης. Η ισχύς της ένωσης είναι 0.950.

Δίνονται επίσης οι πίνακες πιθανοτήτων υπό όρους όπως υπολογίστηκαν με βάση το μπεϋζιανό δίκτυο για τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τη παρούσα Διπλωματική Εργασία. (Πίνακας 3 έως και Πίνακα 15)

Ο **Πίνακας 3** δείχνει ότι οι ταξιδιώτες με σκοπό την εργασία αλλά και αυτοί που ταξιδεύουν στον ελεύθερο τους χρόνο είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν ιδιωτικό όχημα ενώ φαίνεται ότι οι ταξιδιώτες που μετακινούνται με σκοπό την εκπαίδευση ή για προσωπικούς λόγους υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να επιλέξουν τα δημόσια μέσα μεταφοράς.

**Πίνακας 3. Πιθανοτήτων μέσου υπό όρος σκοπού.**

SCOPE \ MODE	Educational	leisure	personal	work
Private vehicle	0.200	0.434	0.417	0.603
Public transport	0.593	0.341	0.422	0.308
Soft mode	0.207	0.225	0.161	0.088

Σύμφωνα με τον **Πίνακα 4**, φαίνεται ότι αν υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης κάποιου μη αναμενόμενου συμβάντος ο ταξιδιώτης δε θα επιλέξει κάποιο διαφορετικό μέσο μετακίνησης. Το ίδιο παρατηρείται και στην περίπτωση που η πιθανότητα εμφάνισης κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος είναι μικρή. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται ότι η επιλογή μιας διαφορετικής υπηρεσίας μετακίνησης δεν εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πιθανότητα εμφάνισης κάποιου μη αναμενόμενου συμβάντος.

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

**Πίνακας 4. Πιθανοτήτων διαφορετικών υπηρεσιών μετακίνησης υπό όρους εμφάνισης τυχαίων γεγονότων.**

PRE MAAS	Neutral	One	Zero
Car-pooling	0.0523	0.038	0.057
Car-sharing	0.0396	0.032	0.025
None	0.586	0.450	0.682
Taxi	0.228	0.291	0.169
Uber	0.020	0.060	0.021
Various MaaS	0.075	0.129	0.046

Η ευελιξία του χρόνου του ταξιδιώτη βρέθηκε ότι σχετίζεται με το σκοπό του ταξιδιού του. Φαίνεται, ότι ταξιδιώτες που μετακινούνται στον ελεύθερο τους χρόνο ή για προσωπικούς λόγους είναι πιο ευέλικτοι σχετικά με το χρόνο ταξιδιού από ότι οι ταξιδιώτες που μετακινούνται με σκοπό την εκπαίδευση ή την εργασία τους (Πίνακας 5).

**Πίνακας 5. Πιθανοτήτων ευελιξίας χρόνου υπό όρους σκοπού.**

SCOPE FLEX	Educational	Leisure	Personal	Work
Fixed	0.523	0.310	0.273	0.532
Flexible	0.477	0.690	0.727	0.468

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6, οποίος δείχνει την πιθανότητα του επιπέδου ευτυχίας του ταξιδιού με τον τρόπο του ταξιδιού, φαίνεται ότι οι χρήστες δημόσιων μέσων μεταφοράς είναι πιο πιθανό να έχουν ουδέτερα συναισθήματα, ενώ οι περισσότεροι άνθρωποι που ταξιδεύουν με μαλακούς τρόπους ή ιδιωτικά οχήματα είναι πιο πιθανό να είναι ευτυχείς. Παρατηρείται ότι οι χρήστες μαλακών τρόπων μετακίνησης έχουν πιθανότητα 63% να ευχαριστημένοι κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους, οι χρήστες ιδιωτικών οχημάτων έχουν πιθανότητα 46% ενώ τέλος οι χρήστες δημόσιων μέσων μεταφοράς έχουν πιθανότητα 38%.

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

**Πίνακας 6. Πιθανοτήτων επιπέδου ευτυχίας υπό όρους μέσου.**

<b>MODE</b> <b>HAPPINESS</b>	<b>Private vehicle</b>	<b>Public transport</b>	<b>Soft mode</b>
<b>Neutral</b>	0.419	0.445	0.301
<b>One</b>	0.460	0.380	0.630
<b>Zero</b>	0.128	0.175	0.069

Σύμφωνα με τον **Πίνακα 7**, φαίνεται ότι το κόστος για τους χρήστες ιδιωτικών οχημάτων είναι πιο πιθανό να κυμαίνεται από είκοσι έως σαράντα, ενώ για τους χρήστες δημόσιων μέσων μετακίνησης ή μαλακών τρόπων είναι πιο πιθανό το κόστος τους να είναι λιγότερο από είκοσι.

**Πίνακας 7. Πιθανοτήτων κόστους υπό όρους μέσου όταν το εισόδημα είναι υψηλό.**

### **INCOME: HIGH**

<b>MODE</b> <b>COST</b>	<b>Private vehicle</b>	<b>Public transport</b>	<b>Soft mode</b>
<b>&lt; twenty</b>	0.282	0.536	0.871
<b>&gt; sixty</b>	0.158	0.072	0.032
<b>Forty-sixty</b>	0.226	0.072	0.032
<b>Twenty-forty</b>	0.333	0.319	0.065

Ο **Πίνακας 8**, μας δείχνει ότι όταν το εισόδημα είναι χαμηλό το κόστος τόσο για τους χρήστες που χρησιμοποιούν ιδιωτικά οχήματα για τις μετακινήσεις τους, όσο και για αυτούς που χρησιμοποιούν μαλακούς τρόπους μετακίνησης ή δημόσια μέσα είναι πιθανότερο να είναι μικρότερο του ποσού των είκοσι.

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

**Πίνακας 8. Πιθανοτήτων κόστους υπό όρους μέσου όταν το εισόδημα είναι χαμηλό.**

**INCOME: Low**

<b>MODE COST</b>	<b>Private vehicle</b>	<b>Public transport</b>	<b>Soft mode</b>
<b>&lt; twenty</b>	0.570	0.729	0.925
<b>&gt; sixty</b>	0.024	0.017	0.00
<b>Forty-sixty</b>	0.069	0.029	0.007
<b>Twenty-forty</b>	0.337	0.224	0.0685

Σύμφωνα με τον **Πίνακα 9**, φαίνεται ότι όταν το εισόδημα του χρήστη είναι μέσο το κόστος χρήσης τόσο για μαλακούς τρόπους μετακίνησης, όσο και για τα δημόσια μέσα μεταφοράς είναι πιθανότερο να είναι μικρότερο του ποσού των είκοσι, ενώ για τα ιδιωτικά οχήματα είναι πιθανότερο να κυμαίνεται από ποσά των είκοσι έως και των σαράντα.

**Πίνακας 9. Πιθανοτήτων κόστους υπό όρους μέσου όταν το εισόδημα είναι μεσαίο.**

**INCOME: Medium**

<b>MODE COST</b>	<b>Private vehicle</b>	<b>Public transport</b>	<b>Soft mode</b>
<b>&lt; twenty</b>	0.346	0.497	0.788
<b>&gt; sixty</b>	0.063	0.030	0.020
<b>Forty-sixty</b>	0.170	0.075	0.00
<b>Twenty-forty</b>	0.421	0.398	0.192

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο **Πίνακας 10**, δείχνει ότι ο ταξιδιώτης που είναι ανεκτικός στις αλλαγές είναι πιθανότερο να είναι ευτυχής κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του. Αντίθετα, ο ταξιδιώτης που δεν είναι ανεκτικός σε αλλαγές είναι πιθανότερο να μη νιώθει ευχαριστημένος κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του.

**Πίνακας 10. Πιθανοτήτων ανεκτικότητας στις αλλαγές υπό όρους ευτυχίας.**

HAPPINESS TOLERANCE	Neutral	One	Zero
Neutral	0.446	0.338	0.271
One	0.235	0.483	0.125
Zero	0.319	0.179	0.604

Η ευτυχία του ταξιδιού σχετίζεται με το πως αντιλαμβάνεται ένας ταξιδιώτης την πιθανότητα εμφάνισης ενός απροσδόκητου γεγονότος κατά τη διάρκεια ταξιδιών. Σύμφωνα με τον **Πίνακα 11**, φαίνεται ότι ο ταξιδιώτης που θεωρεί πιθανή την εμφάνιση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος, είναι πιθανότερο να μην αισθάνεται κάποια ευτυχία κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Αντίθετα, ο ταξιδιώτης που δε θεωρεί πιθανή την εμφάνιση κάποιου μη αναμενόμενου γεγονότος είναι πιθανότερο να αισθάνεται ευτυχής κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του.

**Πίνακας 11. Πιθανοτήτων εμφάνισης μη αναμενόμενου συμβάντος υπό όρους ευτυχίας.**

HAPPINESS PRE	Neutral	One	Zero
Neutral	0.373	0.290	0.274
One	0.287	0.218	0.403
Zero	0.340	0.492	0.323

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τον **Πίνακα 12**, όταν δεν υπάρχει ευελιξία χρόνου ο ταξιδιώτης με υψηλό εισόδημά είναι πιθανότερο να ταξιδεύει στον ελεύθερο του χρόνο, ο ταξιδιώτης με χαμηλό εισόδημα είναι πιθανότερο να ταξιδεύει με σκοπό την εκπαίδευση του, ενώ ο ταξιδιώτης με εισόδημα μεσαίου μεγέθους είναι πιθανότερο να ταξιδεύει με σκοπό την εργασία.

**Πίνακας 12. Πιθανοτήτων εισοδήματος υπό όρους σκοπού ταξιδιού όταν δεν υπάρχει ευελιξία χρόνου .**

**Flex: Fixed**

SCOPE INCOME	Educational	Leisure	Personal	Work
High	0.007	0.150	0.026	0.136
Low	0.906	0.550	0.482	0.235
Medium	0.087	0.300	0.491	0.629

Ο **Πίνακας 13**, μας δείχνει ότι όταν υπάρχει ευελιξία χρόνου οι ταξιδιώτες με υψηλό εισόδημα είναι πιθανότερο να ταξιδεύουν με σκοπό την εργασία, οι ταξιδιώτες με χαμηλό εισόδημα είναι πιθανότερο να ταξιδεύουν με σκοπό την εκπαίδευση ενώ οι ταξιδιώτες με εισόδημα μεσαίου μεγέθους είναι πιθανότερο να ταξιδεύουν και αυτοί με σκοπό την εργασία τους.

**Πίνακας 13. Πιθανοτήτων εισοδήματος υπό όρους σκοπού ταξιδιού όταν υπάρχει ευελιξία χρόνου.**

**Flex: Flexible**

SCOPE INCOME	Educational	Leisure	Personal	Work
High	0.007	0.090	0.089	0.295
Low	0.926	0.573	0.518	0.203
Medium	0.066	0.337	0.398	0.501

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τον **Πίνακα 14**, παρατηρείται ότι με σκοπό την εκπαίδευση είναι πιθανότερο να μετακινούνται ταξιδιώτες με αριθμό μελών του νοικοκυριού τέσσερα, για προσωπικούς λόγους πιθανότερο είναι να μετακινούνται ταξιδιώτες με αριθμό μελών νοικοκυριού ένα έως δυο , με σκοπό τη δουλειά είναι πιθανότερο να μετακινούνται χρήστες με αριθμό μελών νοικοκυριού τρία, ενώ πιθανότερο είναι χρήστες με αριθμό μελών νοικοκυριού μεγαλύτερο του τέσσερα να μετακινούνται με σκοπό την εκπαίδευση.

**Πίνακας 14. Πιθανοτήτων αριθμού μελών νοικοκυριού υπό όρους σκοπού του ταξιδιού.**

<b>SCOPE HOUSEHOLD</b>	<b>Educational</b>	<b>Leisure</b>	<b>Personal</b>	<b>Work</b>
<b>&gt;four</b>	0.196	0.0620	0.055	0.062
<b>Four</b>	0.365	0.171	0.134	0.258
<b>One</b>	0.063	0.202	0.206	0.149
<b>Three</b>	0.242	0.202	0.168	0.252
<b>Two</b>	0.133	0.364	0.436	0.279

Σύμφωνα με τον **Πίνακα 15**, παρατηρείται ότι ο ταξιδιώτης που ζει σε αστική περιοχή είναι πιθανότερο να έχει μειωμένο κόστος μετακίνησης κάτω από είκοσι ευρώ, ενώ αντίθετα οι χρήστες που ζουν σε κάποια άλλη περιοχή εκτός της αστικής είναι πιθανότερο το κόστος του ταξιδιού τους να κυμαίνεται από το ποσό των είκοσι έως και το ποσό των σαράντα ευρώ.

**Πίνακας 15. Πιθανοτήτων τοποθεσίας της οικείας υπό όρους κόστους.**

<b>COST HOMELOC</b>	<b>&lt;Twenty</b>	<b>&gt;sixty</b>	<b>Forty-sixty</b>	<b>Twenty-forty</b>
<b>Other</b>	0.406	0.566	0.548	0.503
<b>Urban</b>	0.594	0.434	0.452	0.497

### 5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### 5.1 Σύνοψη Μεθοδολογίας και Αποτελεσμάτων

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση της ευτυχίας που αισθάνονται οι επιβάτες κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά των χρηστών, του ταξιδιού και τα συναισθήματα.

Έχοντας ορίσει τον επιδιωκόμενο στόχο, αναζητήθηκε βιβλιογραφία ερευνών με αντικείμενο έρευνας παρεμφερές με εκείνο της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας. Οι έρευνες που εντοπίστηκαν, εγχώριες και διεθνείς, αφορούσαν στην ικανοποίηση που αισθάνονται οι επιβάτες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους. Ωστόσο, δεν εντοπίστηκαν έρευνες των οποίων το αντικείμενο να ταυτίζεται με το αντίστοιχο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή να λαμβάνει υπόψη όλα τα μέσα μεταφοράς, τους λόγους μετακίνησης και προσωπικά χαρακτηριστικά του ταξιδιώτη.

Στη συνέχεια, για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων αξιοποιήθηκαν οι απαντήσεις έρευνας ερωτηματολογίου που διεξήχθη σε τρεις χώρες: Ελλάδα, Ολλανδία και Ισπανία. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούσαν προσωπικά χαρακτηριστικά του ατόμου, στοιχεία σχετικά με το καθημερινό του ταξίδι καθώς και στοιχεία που αφορούν το νοικοκυριό, το επάγγελμα και το εισόδημα του.

Ακολούθησε η επεξεργασία των δεδομένων, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ενός μπεϋζιανού δικτύου ώστε να ανακαλύψουν σημαντικές συνενώσεις μεταξύ των παραγόντων και για τρεις χώρες. Τα ευρήματα αποκάλυψαν μια ισχυρή σχέση μεταξύ της επιλογής μέσου ταξιδιού (MODE) και της ευτυχίας (HAPPINESS) των ταξιδιωτών. Επιπλέον, η ευτυχία που αισθάνεται ο ταξιδιώτης κατά τη διάρκεια του ταξιδιού συνδέεται ισχυρά με δυο μεταβλητές που σχετίζονται με την αντίληψη του χρήστη για το μέσο που χρησιμοποιεί. Η πρώτη αφορά το πόσο πιθανό θεωρεί ο χρήστης την εμφάνιση οποιουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος (για παράδειγμα κλείσιμο δρόμου, ζημιά οχήματος κτλ.) (PRE). Η δεύτερη μεταβλητή το ποσό ανεκτικός είναι ο ταξιδιώτης σχετικά με τις αλλαγές των συνθηκών δικτύου και υπηρεσιών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η τελική επιλογή του μοντέλου, έγινε μετά από πολλές δοκιμές συνδυασμών. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι ορισμένα από τα στοιχεία που είχαν συλλεχθεί αρχικά, εν τέλει δεν αξιοποιήθηκαν.



## 5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 5.2 Βασικά Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν κατά την εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, με τη χρήση μπεϋζιανών δικτύων, συνδέονται άμεσα με τον στόχο της έρευνας, όπως αυτός περιεγράφηκε στο πρώτο κεφάλαιο. Τα σημαντικότερα εκ των συμπερασμάτων, που προέκυψαν, αναφέρονται παρακάτω:

Πιο ευτυχισμένοι κατά τη διάρκεια του ταξιδιού φαίνεται να είναι οι ποδηλάτες και οι πεζοί, ενώ αυτοί που φαίνεται να είναι λιγότερο ικανοποιημένοι κατά τη διάρκεια του ταξιδιού είναι οι χρήστες των δημόσιων μέσων μεταφοράς.

Οι πιο ευτυχισμένοι χρήστες παρατηρείται ότι θεωρούν λιγότερο πιθανή την εμφάνιση οποιουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος (για παράδειγμα κλείσιμο δρόμου, ζημιά οχήματος κτλ.). Αντίθετα, οι πιο δυσαρεστημένοι χρήστες θεωρούν όλο και πιο πιθανή την εμφάνιση μη αναμενόμενου γεγονότος.

Πιο ανεκτικοί σχετικά με τις αλλαγές των συνθηκών δικτύου και υπηρεσιών φαίνεται να είναι οι πιο ευτυχισμένοι χρήστες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, σε σχέση με τους πιο δυσαρεστημένους χρήστες που παρουσιάζουν χαμηλά επίπεδα ανεκτικότητας.

Πιο ευέλικτοι σε σχέση με το χρόνο φαίνεται να είναι οι ταξιδιώτες που κινούνται για προσωπικούς λόγους, ενώ οι χρήστες με σκοπό την εργασία και την εκπαίδευση παρατηρείται ότι είναι λιγότερο ευέλικτοι σε σχέση με το χρόνο.

Παρατηρείται επίσης, ότι ο σκοπός του ταξιδιού συνδέεται ισχυρά με το εισόδημα που έχει ο ταξιδιώτης. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι οι χρήστες με το υψηλότερο εισόδημα μετακινούνται με σκοπό την εργασία. Αντίθετα, οι χρήστες με το χαμηλότερο εισόδημα μετακινούνται κυρίως με σκοπό την εκπαίδευση.

Τέλος, ισχυρή σύνδεση παρατηρείται μεταξύ της πιθανότητας που θεωρούν οι χρήστες ότι έχει η εμφάνιση οπουδήποτε μη αναμενόμενου γεγονότος και των υπηρεσιών μετακίνησης που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών, οι οποίοι είτε θεωρούν πιθανή τη εμφάνιση μη αναμενόμενου γεγονότος είτε όχι, δεν επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν κάποια υπηρεσία μετακίνησης.

## 5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 5.3 Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψαν κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα.

Η διεξαγωγή παρόμοιας έρευνας σε άλλα κράτη με ποικίλα κοινωνικά, οικονομικά χαρακτηριστικά αλλά και μέσα μετακίνησης θα συνείσφερε στην επιβεβαίωση ή διόρθωση των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης εργασίας. Επιπλέον, η συγκριτική αξιολόγηση των συμπερασμάτων αρκετών ερευνών με το ίδιο αντικείμενο μπορεί να συμβάλει στην εξεύρεση λύσεων για τη βελτίωση της ικανοποίησης που αισθάνονται οι ταξιδιώτες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους, που να εφαρμόζονται κατάλληλα ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της κάθε χώρας.

Τέλος, η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας θα ενισχυόταν μέσω της εκπόνησης μελέτης ίδιου στόχου και αντικειμένου με μόνη διαφοροποίηση τη μεθοδολογία με την οποία θα επεξεργαστούν τα στοιχεία, ώστε να ελεγχθεί εάν συμβαδίζουν τα αποτελέσματα των δυο περιπτώσεων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Abou-Zeid, M. *et al.* (2012) 'Happiness and travel mode switching: Findings from a Swiss public transportation experiment', *Transport Policy*. Pergamon, 19(1), pp. 93–104. doi: 10.1016/J.TRANPOL.2011.09.009.

Chng, S. *et al.* (2016) 'Commuting and wellbeing in London: The roles of commute mode and local public transport connectivity', *Preventive Medicine*. Academic Press, 88, pp. 182–188. doi: 10.1016/J.YPMED.2016.04.014.

Christakopoulou, K. (2013) *Bayesian δίκτυα και εφαρμογές*. Available at: <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/6403/1/diploma.pdf> (Accessed: 5 December 2018).

Duarte, A. *et al.* (2010) 'New approaches in transportation planning: happiness and transport economics', *Netnomics*, 11, pp. 5–32. doi: 10.1007/s11066-009-9037-2.

Ettema, D. *et al.* (2012) 'How in-vehicle activities affect work commuters' satisfaction with public transport', *Journal of Transport Geography*. Pergamon, 24, pp. 215–222. doi: 10.1016/J.JTRANGEO.2012.02.007.

Lai, W.-T. and Chen, C.-F. (2011) 'Behavioral intentions of public transit passengers—The roles of service quality, perceived value, satisfaction and involvement', *Transport Policy*. Pergamon, 18(2), pp. 318–325. doi: 10.1016/J.TRANPOL.2010.09.003.

Mantouka, E. (2016) *ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΑΙΧΝΙΔΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ «ΕΞΥΠΝΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ» ΣΕ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ*. athens. Available at: [http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/42668/MANTΟΥΚΑ\\_ΕΛΕΝΗ\\_ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ\\_ΕΡΓΑΣΙΑ.pdf?sequence=1](http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/42668/MANTΟΥΚΑ_ΕΛΕΝΗ_ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ_ΕΡΓΑΣΙΑ.pdf?sequence=1) (Accessed: 5 December 2018).

Mao, Z., Ettema, D. and Dijst, M. (2016) 'Commuting trip satisfaction in Beijing: Exploring the influence of multimodal behavior and modal flexibility', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Pergamon, 94, pp. 592–603. doi: 10.1016/J.TRA.2016.10.017.

Morris, E. A. *et al.* (2015) 'Mood and mode: does how we travel affect how we feel?', *Transportation*, 42, pp. 25–43. doi: 10.1007/s11116-014-9521-x.

Morris, E. A. and Guerra, E. (2015) 'Are we there yet? Trip duration and mood during travel', *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Pergamon, 33, pp. 38–47. doi: 10.1016/J.TRF.2015.06.003.

Scutari and Denis, J. (2015) *Bayesian networks - With examples in R, Forensic science international. Genetics*. doi: 10.1145/1859204.1859227.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Scutari, M. (2017) 'Understanding Bayesian belief networks .', *AI Expert*, 44(May), p. 322.

St-Louis, E. *et al.* (2014) 'The happy commuter: A comparison of commuter satisfaction across modes', *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Pergamon, 26, pp. 160–170. doi: 10.1016/J.TRF.2014.07.004.

Stone, A. A. and Schneider, S. (2016) 'Commuting episodes in the United States: Their correlates with experiential wellbeing from the American Time Use Survey', *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Pergamon, 42, pp. 117–124. doi: 10.1016/J.TRF.2016.07.004.

T.Pvan Staa (2001) *gland and Wales Epidemiology of fractures in En, Bone*. doi: [https://doi.org/10.1016/S8756-3282\(01\)00614-7](https://doi.org/10.1016/S8756-3282(01)00614-7).

Zhu, J. and Fan, Y. (2018) 'Commute happiness in Xi'an, China: Effects of commute mode, duration, and frequency', *Travel Behaviour and Society*. Elsevier, 11, pp. 43–51. doi: 10.1016/J.TBS.2018.01.001.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι  
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ**

## Travel Behavior Questionnaire

This survey is conducted within the framework of the project My – TRAC (CORDIS ID: 777640) and is aimed at identifying the factors that affect the mobility choices related to the mode of transport, the time of departure and the route followed. For the purpose of this research, no personal information is required. Every answer will be treated confidentially and abiding to European and local laws and ethics.

### A. Mobility Profile

**1. Which is your usual purpose of your everyday travel?**

Work

Educational

Personal (medical, family, housework, shopping)

Leisure

**2. How many trips do you perform by all modes for the following trip purposes during a normal week?**

	Work	Educational	Personal	Leisure
Number of trips				

**3. What is the main travel mode for your usual purpose of travel? In case of using multiple modes, select the one you perform most kilometres with (Choose only one)**

Car

Bus

Metro

Train

Tram

Bicycle

Motorcycle

Walking

Other: \_\_\_\_\_

**4. How many transfers do you have to perform during your usual trip?**

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

**5. Do you usually have to carry equipment/tools (e.g., bag, bicycle) with you?**

Yes

No

**6. Which of the following services have you used or considered using for your usual trip?**

Taxi

UBER

Car-sharing

Car-pooling

None of them

**7. How much do you spend for your transportation per week?**

<20€

20 – 40€

40 – 60€

>60€

**8. Do you have a public transport pass?**

Yes

No

**9. Describe your work time flexibility:**

Fixed start/end work time

Flexible start/end work time

**10. How do you feel during your everyday trips?**

Sad	Unhappy	Neutral	Happy	Very happy
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**11. How tolerant are you regarding changes of network and service conditions (e.g., congestion, incident)?**

(Answer on a scale 1 -5, where 1 represents not tolerant and 5 very tolerant)

1 (not tolerant)

2

3

4

5 (very tolerant)

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

**12. How possible do you consider the occurrence of any unexpected event (road closure, vehicle damage, etc.) during your trip?**

(Answer on a scale 1-5, where 1 represents not possible and 5 certain)

1 (not possible)                       2                       3                       4                       5 (certain)

### Factors affecting users' choices

Please complete the following tables taking into account your usual trip (travel mode, trip purpose, route and time of departure).

#### Factors affecting mode choice

**13. Which of the following factors do you consider important for choosing your usual travel mode?** Please describe the importance of each factor on a 5-point scale, from 1 (not important) to 5 (extremely important).

	Not important	Somewhat important	Important	Very important	Extremely important
Cost					
Travel time					
Reliability					
Cleanliness and comfort					
Flexibility					
Availability					
Safety					
Security					
Real-time information provision					
In-vehicle activities					
Accessibility					
Weather conditions					
Parking availability					

#### Factors affecting route choice

**14. Which of the following factors do you consider important for choosing your usual route?** Please describe the importance of each factor on a 5-point scale, from 1 (not important) to 5 (extremely important).

	Not important	Somewhat important	Important	Very important	Extremely important
Travel time					
Cost					
Number of transfers					
Crowdedness					



## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Network conditions (Congestion, incidents, etc.)					
--	--	--	--	--	--

### Factors affecting departure time choice

**15. Which of the following factors do you consider important for choosing time of departure?** Please describe the importance of each factor on a 5-point scale, from 1 (not important) to 5 (extremely important).

	Not important	Somewhat important	Important	Very important	Extremely important
Travel time					
Mode choice					
Number of transfers					
Cost					

### B. Assessing user's choice of travelling

**16. Please assess each one of the following factors concerning your usual travel mode on a scale from 1 (lowest) to 5 (highest).**

	Assessment of travel mode
Flexibility (Adaptability to changes of network conditions)	
Reliability (Consistency of predetermined arrival/departure times and frequencies)	
Availability (Easy access whenever and wherever is needed)	
Safety (Ensuring physical integrity and health)	
Security (Ensuring that users travel without fear of being a victim of some form of attack)	
Accessibility (Ease of use by vulnerable travellers, e.g., elderly, children, PRM)	
Comfort (The property of travel mode to offer a convenient and restful trip)	

### C. Personal Information

**17. Select your gender:**

Female

Male

**18. Select your age group:**

18 – 24

25 – 34

35 – 44

45 – 54

55 – 64

≥ 65

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

### 19. Select your total annual personal income:

Low

Medium

High

### 20. Select your occupation:

Government employee

Private employee

Self-employed

Unemployed

Retired

Student

### 21. Number of household members:

### 22. How many of the following vehicles do you own or have access to?

(Please provide the number for each vehicle)

Car	<input type="text"/>
-----	----------------------

Motorcycle	<input type="text"/>
------------	----------------------

Bicycle	<input type="text"/>
---------	----------------------

### 23. Select your home location:

Urban

Suburban

Rural

### 24. Do you use social media in your everyday life?

Yes

No

### 25. If yes, which of the following do you prefer to use?

Facebook

Twitter

LinkedIn

Instagram

Youtube

Google +

Tripadvisor

Foursquare

Other: \_\_\_\_\_

## ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

**26. Would you be willing to share your location information and your social media activities (check-in, posts, etc.) in order to receive personalized recommendations and services?**

Yes

No

**27. Do you evaluate (review) places you have visited in social media? (Tripadvisor, Google etc.)?**

Yes

No