ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ «PARK AND RIDE» ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ

υπό

ΙΩΑΝΝΗ ΓΙΑΝΝΑΚΗ

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

2021

© 2021 Ιωάννης Γιαννάκης

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων)	Δρ. Ευτυχία Ναθαναήλ Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δεύτερος Εξεταστής (Συν-επιβλέπων)	Δρ. Ιωάννης Αδάμος Διδάσκων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τρίτος Εξεταστής	Δρ. Παναγιώτης Λεμονάκης Διδάσκων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, οφείλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, Δρα. Ιωάννη Αδάμο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Δρα. Ευτυχία Ναθαναήλ και τον Δρα. Παναγιώτη Λεμονάκη, μέλη της εξεταστικής επιτροπής, για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας και τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Ευχαριστώ ακόμα, για την πολύτιμη βοήθειά τους, όλους όσους προώθησαν την έρευνα ερωτηματολογίου, όπως και τα άτομα που συνέβαλαν με τη συμμετοχή τους στην υλοποίησή της.

Ευχαριστώ τους φίλους(ες) μου για την ηθική υποστήριξη και κατανόησή τους, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου. Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνω αυτή την εργασία στην οικογένειά μου.

Ιωάννης Κ. Γιαννάκης

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ «PARK AND RIDE» ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ

Ιωάννης Γιαννάκης

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2021

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ευτυχία Ναθαναήλ, Καθηγήτρια

Συν-επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Αδάμος, Διδάσκων

Περίληψη

Η ανάγκη για μετακινήσεις χαρακτηρίζει σε μεγάλο βαθμό τη σημερινή κοινωνία. Οι πολίτες μια πόλης έχουν την ανάγκη να μετακινηθούν, είτε για λόγους εργασίας, διασκέδασης–ψυχαγωγίας, για αγορές στο κέντρο της πόλης όπου βρίσκονται τα καταστήματα, είτε για να τακτοποιήσουν τις υποχρεώσεις τους στις δημόσιες υπηρεσίες. Η ανάγκη αυτή για μετακίνηση δημιούργησε την ανάγκη για αγορά αυτοκινήτου. Υψηλό ποσοστό νοικοκυριών πλέον έχουν στην κατοχή τους παραπάνω από ένα οχήματα, με αποτέλεσμα ο κυκλοφοριακός φόρτος να αυξάνεται ραγδαία. Με την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, η εύρεση χώρου στάθμευσης στο κέντρο μιας πόλης και ειδικά τις ώρες αιχμής φαίνεται να είναι πρακτικά αδύνατη.

Γι’ αυτόν τον λόγο, στο Detroit των Ηνωμένων Πολιτειών τη δεκαετία του 1930 κατασκεύασαν τους πρώτους σταθμούς στάθμευσης και μετεπιβίβασης (park and ride facilities). Ο σκοπός ήταν απλός, οι πολίτες από τις περιοχές γύρω από το κέντρο να μπορούν να συνδυάσουν την άνεση του αυτοκινήτου τους με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς για να προσεγγίσουν το αστικό κέντρο.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μέσω της βιβλιογραφίας, εντοπίζονται οι μεταβλητές για την εύρεση της βέλτιστης τοποθεσίας για έναν σταθμό στάθμευσης και μετεπιβίβασης. Γίνεται λεπτομερής αναφορά στις διάφορες μεθόδους και τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί με το πέρας των χρόνων από τους ερευνητές για την εύρεση της βέλτιστης τοποθεσίας.

Στη συνέχεια, με γνώμονα τις μεταβλητές που εντοπίστηκαν γίνεται προσπάθεια για την εύρεση των τοποθεσιών που έχουν τη δυνατότητα να φιλοξενήσουν μια τέτοια εγκατάσταση στην πόλη του Βόλου. Παράλληλα, γίνεται εκτενής αναφορά στην ισχύουσα νομοθεσία που επικρατεί στην Ελλάδα για τους χώρους στάθμευσης και τις προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν.

Τέλος, με τη βοήθεια έρευνας ερωτηματολογίου, καταγράφηκαν οι απόψεις και οι προσδοκίες 58 ατόμων και προέκυψαν ουσιαστικά συμπεράσματα ως προς τις απαιτούμενες ενέργειες που πρέπει να γίνουν σχετικά με μία τέτοια εγκατάσταση στην πόλη του Βόλου. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποτέλεσαν βάση για τη διεξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων και μελλοντικών προτάσεων.

A FEASIBILITY STUDY ON DEVELOPING AND OPERATING A PARK AND RIDE FACILITY IN THE CITY OF VOLOS

Ioannis Giannakis

University of Thessaly, Department of Civil Engineering, 2021

Thesis supervisor: Eftihia Nathanail, Professor

Thesis co-supervisor: Ioannis Adamos, Adjunct Lecturer

Abstract

The need for mobility strongly characterizes today's society. Citizens have the need to travel either for work, entertainment-leisure, shopping in the city center where the shops are located or to settle any obligations they have in public services' facilities. This need to travel enhanced the purchase of private vehicles. A high proportion of households own more than one vehicle, resulting in a significant increase of traffic, which in turn, incommodes finding a parking space in the city center and especially during the peak hours.

In Detroit of the United States of America in the 1930s, a first attempt was made to build park and ride facilities. The purpose of these facilities was simple thus, to accommodate citizens from the areas around the center to combine the comfort of their private vehicles with the use of public transport means for transit, in order to reach the city center.

In the present dissertation, through the literature review, we were able to find the variables which can help us find the optimal location for a park and ride facility. There is a detailed reference to the various methods and models that have been developed over the years by researchers to define the optimal location of such facilities.

Then, based on the variables that were identified, an attempt is made to find the locations that could facilitate the installation of park and ride facilities in the city of Volos. Once these locations are found, an extensive investigation on the current legislation was made addressing the relevant Greek legal framework for parking spaces and the required specifications.

Lastly, with the help of a questionnaire survey, the viewpoint and expectations of 58 people were recorded, and substantial conclusions were drawn regarding the required actions to be taken regarding such an installation in the city of Volos. The results of the research formed the basis for valuable conclusions and future considerations.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή……15

1.1 Ερευνητική περιοχή 15

1.2 Κίνητρο-στόχος 16

1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας 19

Κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία……20

Κεφάλαιο 3 Εγκαταστάσεις στάθμευσης και μετεπιβίβασης (park and ride)..... 22

3.1 Γενικά 22

3.2 Ανασκόπηση μεθοδολογιών χωροθέτησης εγκαταστάσεων «park and ride» 25

3.2.1 Η περίπτωση της πόλης του Southampton 25
3.2.2 Η μέθοδος p-hub για την εύρεση τοποθεσίας «park and ride» 28
3.2.3 Τοποθεσίες «park and ride» με σκοπό την εξυπηρέτηση της μέγιστης ζήτησης της αγοράς 32
3.2.4 Η περίπτωση της πόλης Κλουζ της Ρουμανίας 39
3.2.5 Μέθοδος εύρεσης βέλτιστης τοποθεσίας για εγκαταστάσεις που συνδέονται με τον μητροπολιτικό σιδηρόδρομο (χρήση GIS) 43

3.3 Εγκαταστάσεις «park charge ride» 49

3.3.1 Γενικά στοιχεία 49
3.3.2 Η περίπτωση της πόλης του Σικάγου 50

3.4 Σχετικό νομοθετικό πλαίσιο 52

3.4.1 Νομοθεσία για τους χώρους στάθμευσης βαρέων οχημάτων 52
3.4.2 Νομοθεσία για τη χωροθέτηση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων 53
3.4.3 Νομοθεσία για τη στάθμευση οχημάτων 55

3.5 Χρήσεις γης 58

Κεφάλαιο 4 Μελέτη περίπτωσης 60

4.1 Περιοχή μελέτης 60

4.2 Αστικό ΚΤΕΛ Βόλου 64

4.3 Καταγραφή οργανωμένων χώρων στάθμευσης στο κέντρο της πόλης 65

4.4 Ζητήματα κινητικότητας στην πόλη του Βόλου 67

4.5 Προσέγγιση χωροθέτησης εγκαταστάσεων «park and ride» στην πόλη του Βόλου 69

4.6 Έρευνα ερωτηματολογίου 71

4.6.1 Διαμόρφωση ερωτηματολογίου 71
4.6.2 Συλλογή δεδομένων 72
4.6.3 Αποτελέσματα 72

4.7 Προτεινόμενες θέσεις κατασκευής εγκατάστασης «park and ride» στην πόλη του Βόλου . 85

4.7.1 Κριτήρια επιλογής πρώτης θέσης και προοπτικές 85

4.7.2 Κριτήρια επιλογής δεύτερης θέσης και προοπτικές 86
4.7.3 Κριτήρια επιλογής τρίτης θέσης και προοπτικές 87
4.7.4 Κριτήρια επιλογής τέταρτης θέσης και προοπτικές 88
Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα – προτάσεις 91

Βιβλιογραφία 93

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4-1: Σύνοψη πληροφοριών για κεντρικούς χώρους στάθμευσης. 66

Πίνακας 4-2: Αριθμός επιβατών του Αστικού ΚΤΕΛ Βόλου για το έτος 2018 (Πηγή: https://ktelvolou.gr/). 68

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2-1: Μεθοδολογία διπλωματικής εργασίας. 21

Σχήμα 3-1: Γραφική απεικόνιση ερευνητικών προσπαθειών (Πηγή: Holguin-Veras et al., 2012). 25

Σχήμα 3-2: Κυκλοφοριακή αρτηρία Α3024 (Πηγή: Google Maps). 26

Σχήμα 3-3: Περιοχή Queens, New York (Πηγή: Google Maps). 31

Σχήμα 3-4: Τοποθεσίες Q6 και Q18 (Πηγή: Aros-Vera et al., 2013). 32

Σχήμα 3-5: Πόλη μιας διεύθυνσης (Πηγή: Holguin-Veras et al., 2012. 34

Σχήμα 3-6: Γραφική απεικόνιση των εξισώσεων 8, 9 και 10 (Πηγή: Holguin-Veras et al., 2012). 38

Σχήμα 3-7: Χάρτης καθιζήσεων (Πηγή: Harangus & Retegan, 2018). 41

Σχήμα 3-8: Τοποθεσία εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Harangus & Retegan, 2018). .42

Σχήμα 3-9: Χάρτης των γραμμών που επιλέχθηκαν (Πηγή: Horner & Grubesic, 2001). 46

Σχήμα 3-10: Χάρτης με τις περισσότερες πιθανότητες τοποθεσίας εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Horner & Grubesic, 2001). 46

Σχήμα 3-11: Χάρτης με τις τελικές τοποθεσίες εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Horner & Grubesic, 2001). 48

Σχήμα 3-12: Χάρτης των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και των κατόχων ηλεκτρικών οχημάτων (Πηγή: Ai et al., 2018). 51

Σχήμα 3-13: Τυπικές θέσεις στάθμευσης ηλεκτρικών οχημάτων (Πηγή: ΦΕΚ Α΄/05.10.2020). 55

Σχήμα 3-14: Θέσεις στάθμευσης υπό γωνία 0 και 45 μοιρών (Πηγή: ΦΕΚ 167/Δ/02.03.1993). 57

Σχήμα 3-15: Θέσεις στάθμευσης υπό γωνία 90 μοιρών (Πηγή: ΦΕΚ 167/Δ/02.03.1993). 58

Σχήμα 4-1: Λιμένας Βόλου (Πηγή: www.port-volos.gr). 61

Σχήμα 4-2: Ποδηλατόδρομος Βόλου (Πηγή: www.openstreetmap.org). 63

Σχήμα 4-3: Δρομολόγια αστικού ΚΤΕΛ Βόλου (Πηγή: www.openstreetmap.org). 65

Σχήμα 4-4: Ηλικία ερωτηθέντων. 73

Σχήμα 4-5: Επίπεδο εκπαίδευσης ερωτηθέντων. 74

Σχήμα 4-6: Απασχόληση ερωτηθέντων. 74

Σχήμα 4-7: Χρόνος εύρεσης χώρου στάθμευσης. 76

Σχήμα 4-8: Χρόνος διαδρομής. 76

Σχήμα 4-9: Παροχή συστήματος ενοικίασης ποδηλάτων στην εγκατάσταση «park and ride». 78

Σχήμα 4-10: Παροχή στάσης αστικού λεωφορείου που διασχίζει την πόλη στην εγκατάσταση «park and ride». 78

Σχήμα 4-11: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για την αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης. 79

Σχήμα 4-12: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για τη μείωση του συνολικού χρόνου μετακίνησης. 80

Σχήμα 4-13: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για την αποφυγή υψηλού κόστους στάθμευσης στο κέντρο της πόλης. 80

Σχήμα 4-14: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για τη μείωση των εξόδων μετακίνησης. 81

Σχήμα 4-15: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για την ένταξη της ποδηλασίας ή του περπατήματος στο τελευταίο μίλι. 81

Σχήμα 4-16: Λειτουργία εγκατάστασης «park and ride» για μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στο κέντρο της πόλης. 82

Σχήμα 4-17: Λειτουργία εγκατάστασης «park and ride» για τη διευκόλυνση των μετακινήσεων των τουριστών στην πόλη. 83

Σχήμα 4-18: Σημαντικότητα λειτουργία εγκατάστασης «park and ride» πλησίον του κυκλικού κόμβου του Δημαρχείου Βόλου. 84

Σχήμα 4-19: Σημαντικότητα λειτουργία εγκατάστασης «park and ride» στη συμβολή της οδού Βενιζέλου με την περιφερειακή οδό. 84

Σχήμα 4-20: 1η εναλλακτική θέση εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Google Earth Pro). 85

Σχήμα 4-21: 2η εναλλακτική θέση εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Google Earth Pro). 87

Σχήμα 4-22: 3η εναλλακτική θέση εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Google Earth Pro). 88

Σχήμα 4-23: 4η εναλλακτική θέση εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Google Earth Pro). 90

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Ερευνητική περιοχή

Από τα πρώτα χρόνια της ανθρωπότητας, ήταν απαραίτητη η δημιουργία κοινωνιών με σκοπό την επιβίωση. Με αυτόν τον τρόπο, οι άνθρωποι μπορούσαν να ζήσουν σε ασφαλείς πόλεις, έτσι ώστε να αναπτυχθούν κοινωνικά και οικονομικά. Η δημιουργία των πόλεων είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού που κατοικούσαν σε αυτές, συνεπώς και των αναγκών τους. Προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες όλο και περισσότερα αγαθά έπρεπε να μεταφέρονται στην πόλη. Για τη μεταφορά των αγαθών ήταν επιτακτική ανάγκη η δημιουργία δρόμων. Οι πρώτες οδοί δημιουργήθηκαν με σκοπό να μεταφέρονται γρήγορα οι άνθρωποι και τα αγαθά, από και προς μια πόλη ή μεταξύ των πόλεων.

Με την πάροδο του χρόνου ο κύριος σκοπός της οδού άλλαξε. Αρχικά κύριος σκοπός αποτελούσε η μεταφορά των ανθρώπων και των αγαθών και όχι των οχημάτων. Αυτό άλλαξε και πλέον δίνεται μεγάλη σημασία στην εύκολη και ασφαλή κίνηση των οχημάτων. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, τα οχήματα έγιναν ταχύτερα και πλέον κινητήρια δύναμη αποτελούν τα καύσιμα, αλλά και η ηλεκτρική ενέργεια.

Μετά τη βιομηχανική επανάσταση και την εισαγωγή του αυτοματισμού στα εργοστάσια, οι τιμές των αυτοκινήτων έγιναν προσιτές για όλους. Αυτό έχεις ως αποτέλεσμα τη ραγδαία αύξηση της αγοράς στα ιδιωτικά οχήματα. Έτσι, στις αστικές κυρίως οδούς παρατηρείται έντονα το φαινόμενο της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Αυτό συμβαίνει διότι η

ανάγκη για μετακίνηση με το ιδιωτικό όχημα είναι μεγαλύτερη από τη χωρητικότητα των υφιστάμενων αστικών οδών. Άλλος ένα παράγοντας που επηρεάζει την κυκλοφορία, είναι ότι σχετικά χαμηλό ποσοστό των πολιτών μετακινείται με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς.

Με τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, οι δρόμοι είναι ανάγκη να δέχονται μεγάλο κυκλοφοριακό φόρτο, αλλά και να μπορούν να προσφέρουν τη δυνατότητα για συνδυασμένες μεταφορές. Με τον όρο συνδυασμένες μεταφορές νοείται ο συνδυασμός διάφορων μέσων, όπως λεωφορείων, τρένων, επιβατικών και επαγγελματικών αυτοκινήτων με σκοπό να φτάσει κάποιος άνθρωπος ή να μεταφερθεί κάποιο αγαθό στον τελικό του προορισμό γρήγορα, ασφαλώς και με τη λιγότερη δυνατή επιβάρυνση στο περιβάλλον.

1.2 Κίνητρο-στόχος

Όπως προαναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο η αύξηση των ιδιωτικών οχημάτων ανά νοικοκυριό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου στα κέντρα των πόλεων και ειδικότερα τις ώρες αιχμής, με αποτέλεσμα να γίνεται έντονο το πρόβλημα της στάθμευσης στο κέντρο των μεγάλων πόλεων. Ο συνδυασμός της αύξησης των ιδιωτικών οχημάτων και συχνά των χαμηλών προδιαγραφών κατασκευής των δρόμων (π.χ. μικρό πλάτος, κτλ.), καθιστά την εύρεση χώρου στάθμευσης αδύνατη στο κέντρο μιας πόλης.

Σημαντική επίπτωση στη δυσκολία εύρεσης χώρου στάθμευσης προκαλεί η κυκλοφορία οχημάτων ανεφοδιασμού των διάφορων καταστημάτων. Συνήθως ο ανεφοδιασμός γίνεται τις ώρες κατά τις οποίες πολλοί πολίτες βρίσκονται στο κέντρο, με αποτέλεσμα η κατάσταση να γίνεται ακόμα χειρότερη. Ο μεγαλύτερος όγκος που καταλαμβάνουν τα συγκεκριμένα (βαρέα) οχήματα σχετικά με τα αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσης, οι πυκνοκατοικημένες περιοχές, καθώς και οι στενοί δρόμοι, δυσκολεύουν τους κατοίκους της περιοχής και τους πολίτες που εργάζονται εκεί.

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που συμβάλει στην αύξηση των αυτοκινήτων συνεπώς και της μη εύρεσης χώρου στάθμευσης είναι τα μη ελκυστικά Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ). Ο συνωστισμός στα λεωφορεία και τα τρένα τις ώρες αιχμής, καθώς και η μη καλή εξυπηρέτηση έχουν σαν αποτέλεσμα όλο και περισσότεροι πολίτες να μην επιλέγουν τα ΜΜΜ. Επιπλέον, αρκετοί πολίτες έχουν επιλέξει ως μόνιμη κατοικία τα προάστια των πόλεων, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται έντονα κυκλοφοριακά προβλήματα, τόσο περιφερειακά, όσο και κατά την είσοδο/έξοδο στα αστικά κέντρα.

Με την αύξηση της κυκλοφορίας στους δρόμους δημιουργούνται και άλλα προβλήματα πέραν της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Ένα από αυτά είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση. Στα κέντρα κυρίως των πόλεων έχει παρατηρηθεί ότι οι ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι αυξημένοι σε σχέση με την υπόλοιπη πόλη. Επίσης, λόγω της αύξησης των ατμοσφαιρικών ρύπων σε παγκόσμια κλίμακα εντείνεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η ηχορύπανση επιπλέον που δημιουργείται από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων μιας περιοχής.

Όλα αυτά τα προβλήματα που δημιουργούνται από τον συνδυασμό της αύξησης των ιδιωτικών οχημάτων, τις πυκνοκατοικημένες περιοχές, τους στενούς δρόμους και τα μη ελκυστικά ΜΜΜ αντικατοπτρίζουν τη σημερινή πραγματικότητα που αντιμετωπίζουν οι πολίτες.

Όπως προαναφέρθηκε, οι πολίτες των σύγχρονων κοινωνιών έχουν να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της εύρεσης στάθμευσης. Μία λύση που έχει προταθεί από τους ερευνητές είναι ο συνδυασμός των μεταφορών. Οι σταθμοί στάθμευσης και μετεπιβίβασης «park and ride» συνδυάζουν τη μετακίνηση με αυτοκίνητο και τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Οι πρώτες εγκαταστάσεις «park and ride» εμφανίστηκαν περίπου το 1930 στο Detroit των Ηνωμένων Πολιτειών. Εκεί οι πολίτες είχαν τη δυνατότητα να φθάσουν

στην εγκατάσταση με το αυτοκίνητό τους και στη συνέχεια με το τρένο στον χώρο εργασίας τους.

Η φιλοσοφία που διέπει τις εγκαταστάσεις «park and ride» είναι ότι ο μετακινούμενος μπορεί να συνδυάσει την άνεση που μπορεί να του προσφέρει το αυτοκίνητό του στις περιοχές που βρίσκονται έξω από το κέντρο με την ταχύτητα και την ποιότητα των ΜΜΜ. Όπως είναι λογικό, οι μετακινήσεις με τα αστικά λεωφορεία δεν αποτελούν την πρώτη επιλογή των πολιτών. Γι' αυτό με την εγκατάσταση είναι αναγκαίο να ξεπεραστούν οι προκαταλήψεις σχετικά με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Προκειμένου να ξεπεραστούν είναι ανάγκη να αλλάξει ο τρόπος λειτουργίας τους, ώστε να είναι πιο προσιτά στους πολίτες.

Ο 20^{ος} αιώνας χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι οι μετακινήσεις πρέπει να γίνονται σχετικά σε μικρό χρονικό διάστημα και όσο το δυνατόν περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον. Τα τελευταία χρόνια είναι αισθητή η εισαγωγή των ηλεκτρικών οχημάτων στην αγορά ως μία λύση στις μετακινήσεις που δεν είναι ιδιαίτερα επιβλαβής για το περιβάλλον. Με την ηλεκτροκίνηση μπορεί να βελτιωθεί η ποιότητα του αέρα και να θωρακιστεί η προστασία του περιβάλλοντος. Αυτό απαιτεί ότι η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από πηγές χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα ή από ανανεώσιμες πηγές όπως τον ήλιο, τον άνεμο, τη γεωθερμία ή το νερό. Γι' αυτό μια εγκατάσταση «park and ride» πρέπει να πληροί τη σχετική νομοθεσία, όσον αφορά στους χώρους στάθμευσης με ηλεκτρικούς σταθμούς φόρτισης.

Γενικά τα οφέλη που μπορεί να έχει μια τέτοια εγκατάσταση είναι η αποσυμφόρηση του οδικού δικτύου και ειδικότερα του κέντρου μιας πόλης. Ταυτόχρονα, η απελευθέρωση χώρου στάθμευσης σε μία πυκνοκατοικημένη περιοχή δίνει τη δυνατότητα να αναπτυχθεί κάποια άλλη δραστηριότητα.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της σκοπιμότητας κατασκευής και λειτουργίας σταθμών στάθμευσης και μετεπιβίβασης στην ευρύτερη περιοχή της πόλης του Βόλου.

1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα εργασία διαιρείται σε 5 επιμέρους Ενότητες-Κεφάλαια. Στο Κεφάλαιο 2 περιγράφεται συνοπτικά η προσέγγιση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε, ενώ στο Κεφάλαιο 3 γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση του σχεδιασμού, της κατασκευής και της λειτουργίας σταθμών στάθμευσης και μετεπιβίβασης (park and ride facilities) και αναφέρονται, επίσης, ζητήματα σχετικής νομοθεσίας.

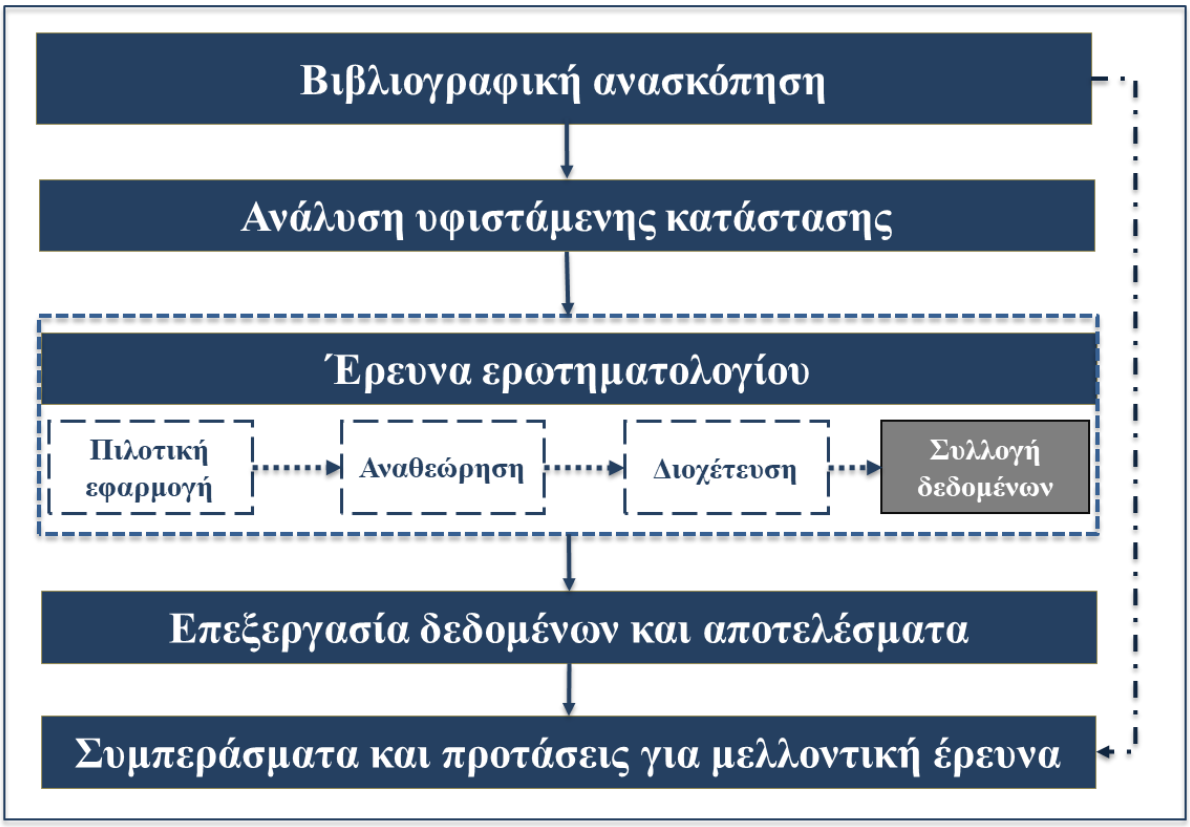
Στο Κεφάλαιο 4 γίνεται η ανάλυση της μελέτης περίπτωσης, κατά την οποία διερευνάται η σκοπιμότητα εγκατάστασης και λειτουργίας ενός σταθμού «park and ride» στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου. Τέλος, γίνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα (Κεφάλαιο 5) και παρατίθεται η βιβλιογραφία.

Κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία

Το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας περιελάμβανε συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση σε θέματα σχεδιασμού και λειτουργίας οργανωμένων σταθμών στάθμευσης και μετεπιβίβασης, μεθοδολογίες και τεχνικές χωροθέτησής τους, όπως και το σχετικό νομοθετικό πλαίσιο που πρέπει να ακολουθείται σε αυτές τις περιπτώσεις. Στη συνέχεια, με βάση τα ευρήματα της βιβλιογραφίας, την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης στην περιοχή του Βόλου και τη συλλογή συμπληρωματικών στοιχείων μέσα από έρευνα ερωτηματολογίου, διερευνήθηκε η σκοπιμότητα κατασκευής και λειτουργίας εγκαταστάσεων «park and ride» στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου.

Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης ήταν κυρίως οι ιστοσελίδες Science Direct και Scopus από τις οποίες έγινε επιλογή των κατάλληλων επιστημονικών άρθρων. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: «park and ride facilities», «location of park and ride facilities», «charging stations + park and ride», «parking legal framework», κτλ.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν παρουσιάζονται στο Σχήμα 2-1.



Σχήμα 2-1: Μεθοδολογία διπλωματικής εργασίας.

Κεφάλαιο 3 Εγκαταστάσεις στάθμευσης και μετεπιβίβασης (park and ride)

Σε αυτό το Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές αρχές σχεδιασμού των εγκαταστάσεων στάθμευσης και μετεπιβίβασης, ζητήματα και μεθοδολογίες ορθής επιλογής της τοποθεσίας λειτουργίας τέτοιων εγκαταστάσεων και το σχετικό νομοθετικό πλαίσιο.

3.1 Γενικά

Πολλοί αναλυτές με την πάροδο των χρόνων ασχολήθηκαν με την τοποθεσία που πρέπει να βρίσκεται μια εγκατάσταση «park and ride». Αρκετοί ερευνητές προσπάθησαν να λύσουν αυτό το πρόβλημα με τη βοήθεια υπολογιστικών διαδικασιών. Οι Horner και Grubesic (2001) χρησιμοποίησαν το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) με σκοπό να εντοπίσουν τις καλύτερες τοποθεσίες «park and ride» με γνώμονα την προσβασιμότητα. Οι Faghri et al. (2002) πρότειναν συγκεκριμένο σχέδιο, ώστε οι σχεδιαστές να είναι σε θέση να εντοπίσουν τη βέλτιστη τοποθεσία. Οι Farhan and Murray (2008) ανέπτυξαν ένα μοντέλο που έχει ως μεταβλητές τη ζήτηση, την άμεση προσβασιμότητα σε κεντρικούς αυτοκινητόδρομους και τα υπάρχοντα μέτρα που εφαρμόζονται για τη διαχείριση της κυκλοφορίας. Όσον αφορά σε μια πιο θεωρητική προσέγγιση ο Wang (2004) ερεύνησε τη βέλτιστη τοποθεσία και την τιμολόγηση μιας εγκατάστασης «park and ride» σε μια πόλη «μιας διεύθυνσης». Επίσης, καθόρισε διάφορες μεταβλητές με τις οποίες οι χρήστες επιλέγουν μια εγκατάσταση. Οι Liu et al. (2009) εστίασαν την ερευνά τους σε ένα σύστημα

χρησιμοποιώντας τον μητροπολιτικό σιδηρόδρομο με τις εγκαταστάσεις «park and ride» να βρίσκονται πάνω σε έναν άξονα, στον οποίο οι χρήστες να μπορούν να έχουν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα στις εγκαταστάσεις «park and ride» και να φτάσουν στον τελικό προορισμό με το αυτοκίνητό τους.

Αρκετοί ερευνητές έχουν προτείνει σχέδια βασισμένα στην εμπειρία των χρόνων από τις προηγούμενες έρευνες. Από τη βιβλιογραφία όλων αυτών των ετών εντόπισαν κάποιες κοινές μεταβλητές που προέκυψαν εμπειρικά. Μερικές από αυτές περιγράφονται στη συνέχεια. Για παράδειγμα, οι εγκαταστάσεις «park and ride» προτείνεται να βρίσκονται περιμετρικά από τις οδούς με τον μέγιστο κυκλοφοριακό φόρτο, αλλά όχι μακρύτερα από 6,4 χιλιόμετρα από το κέντρο της πόλης. Επίσης, είναι αναγκαίο να βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη από 16 χιλιόμετρα από τις κατοικίες των πολιτών, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι το 90% των χρηστών οδηγούν μικρότερες αποστάσεις για να προσεγγίσουν την τοποθεσία που βρίσκονται οι εγκαταστάσεις. Άλλο στοιχείο είναι ότι οι εγκαταστάσεις δεν θα πρέπει να τοποθετούνται σε απόσταση μικρότερη των 4,8 χιλιομέτρων από το κέντρο που βρίσκονται οι εργασιακοί χώροι. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται ο κυκλοφοριακός φόρτος από τις εγκαταστάσεις στις κύριες οδούς. Τέλος, να μην βρίσκονται τόσο κοντά στις κατοικίες των πολιτών, διότι έχει παρατηρηθεί ότι το 50% των υποψήφιων χρηστών προέρχονται από τις κατοικίες τους που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 4 χιλιομέτρων. Επιπλέον το 35% των χρηστών βρίσκονται σε μία παραβολή που εκτείνεται σε μήκος 16 χιλιομέτρων (Holguin-Veras et al., 2012).

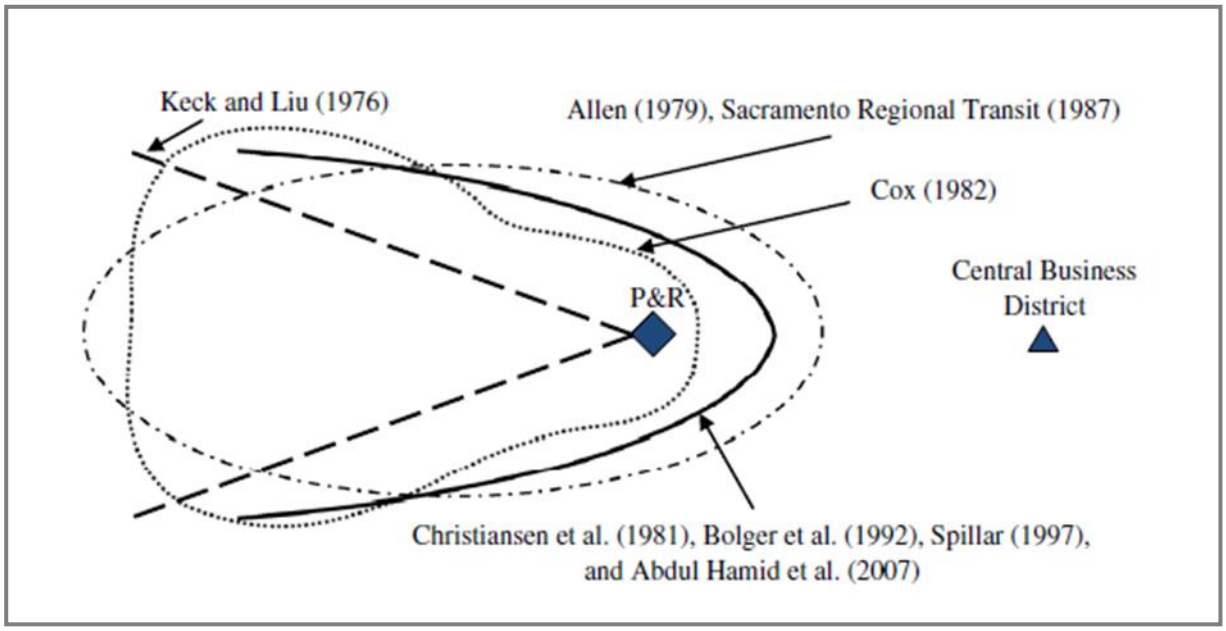
Άλλοι ερευνητές προτείνουν ότι οι εγκαταστάσεις πρέπει να βρίσκονται εντός 400 μέτρων, έτσι ώστε οι αποστάσεις να είναι τέτοιες για να είναι εφικτό το περπάτημα. Επίσης οι αποστάσεις πρέπει να είναι μικρές από τις κύριες αρτηρίες που οδηγούν στο κέντρο που βρίσκονται όλοι οι εργασιακοί χώροι. Με αυτόν τον τρόπο οι εγκαταστάσεις θα

προβάλλονται ως ελκυστικές λύσεις στους κάτοικους της πόλης. Είναι αναγκαίο να είναι εύκολα προσβάσιμες και να διαθέτουν μια έξοδο στη δεξιά λωρίδα των κύριων αστικών οδών. Πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν πρόσβαση στο κέντρο της πόλης σε 15 λεπτά ιδιαίτερα τις ώρες που καταγράφεται αυξημένη κυκλοφορία. Τέλος, πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιον τρόπο, ώστε να συμφέρουν οικονομικά τους χρήστες. Με λίγα λόγια, το κόστος να μετακινηθεί κάποιος χρήστης με το όχημά του στον χώρο εργασίας του θα πρέπει να υπερβαίνει το απαιτούμενο κόστος χρήσης μιας εγκατάστασης «park and ride».

Όσον αφορά στις περιοχές που υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να χρησιμοποιήσει κάποιος μια εγκατάσταση «park and ride», η σχετική βιβλιογραφία είναι περιορισμένη. Οι αναλυτές έχουν διαφορετικές απόψεις και οι έρευνες που έχουν γίνει βασίστηκαν και αυτές στην εμπειρία των προηγούμενων χρόνων. Ο Spillar (1997) χρησιμοποίησε δεδομένα από το Τέξας και το Σιάτλ για να εντοπίσει αυτές τις περιοχές. Πρότεινε ότι οι περιοχές αυτές θα είναι πάνω σε μια παραβολή που θα εξαρτάται από την τοποθεσία της εγκατάστασης «park and ride». Οι Christiansen et al. (1981) προσπάθησαν να εντοπίσουν αυτές τις περιοχές χρησιμοποιώντας ερωτηματολόγια προς τους πολίτες. Μετά την επεξεργασία των δεδομένων, προέκυψε πάλι μια παραβολή με την κορυφή της να κυμαίνεται σε μήκος από 0,8 έως 1,6 χιλιόμετρα. Επίσης, προέκυψε ένας άξονας μήκους 11,2 χιλιομέτρων κατά μήκος της κύριας κυκλοφοριακής αρτηρίας που οδηγεί στην εγκατάσταση. Οι Keck and Liou (1976) εφάρμοσαν σε μία έρευνά τους κωνική μορφή από τα δεδομένα που πήραν από το Albany. Ο Allen (1979) χρησιμοποίησε δεδομένα από τις πινακίδες των οχημάτων και η έρευνά του έδειξε ότι το 50% των περιοχών αυτών βρίσκονται μέσα σε μία έλλειψη με το κέντρο της να είναι η περιοχή που βρίσκονται οι εργασιακοί χώροι. Ο Cox (1982) στην έρευνά του κατέληξε σε ένα σχήμα που θυμίζει «αχλάδι» με την εγκατάσταση «park and ride» να βρίσκεται μακριά από το κέντρο των εργασιακών χώρων. Τέλος, οι Hamid et al. (2007)

χρησιμοποίησαν το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών για να αναλύσουν διάφορα χαρακτηριστικά των χρηστών και κατέληξαν σε ένα παραβολικό σχήμα.

Σχηματικά, οι διάφορες προσπάθειες που έχουν γίνει απεικονίζονται στο Σχήμα 3-1.



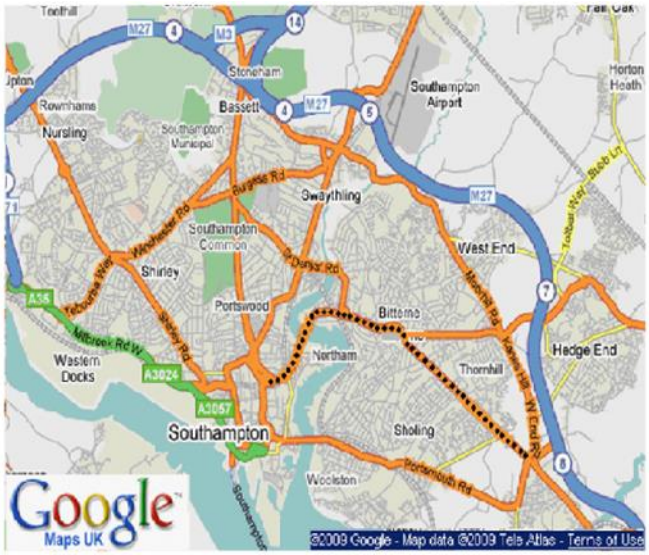
Σχήμα 3-1: Γραφική απεικόνιση ερευνητικών προσπαθειών (Πηγή: Holguin-Veras et al., 2012).

3.2 Ανασκόπηση μεθοδολογιών χωροθέτησης εγκαταστάσεων «park and ride»

3.2.1 Η περίπτωση της πόλης του Southampton

Η πόλη του Southampton βρίσκεται νότια του Ηνωμένου Βασιλείου και ο πληθυσμός της ανέρχεται στις 200.000 κατοίκους. Η πόλη αποτελεί ένα από τα βασικότερα οικονομικά κέντρα, καθώς διαθέτει λιμάνι, εμπορικά κέντρα, πανεπιστήμια και αεροδρόμιο. Όπως σε κάθε μεγάλη πόλη, ο κυκλοφοριακός φόρτος στο κέντρο του Southampton κάποιες ώρες την ημέρα, όπως νωρίς το πρωί και το μεσημέρι, αυξάνεται ραγδαία. Η κύρια αρτηρία μήκους 6,2

χιλιομέτρων που δέχεται τον περισσότερο κυκλοφοριακό φόρτο είναι η A3024, η οποία οδηγεί στο κέντρο της πόλης. Η αρτηρία αυτή διέρχεται από 22 φωτεινούς σηματοδότες και αποτελείται από πολλούς παράδρομους που οδηγούν σε αυτήν. Το 1970 προτάθηκε το σχέδιο «Bitterne» με σκοπό να αποσυμφορηθεί η A3024, σχέδιο το οποίο εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα. Το σχέδιο αυτό περιελάμβανε ειδικές λωρίδες κυκλοφορίας για τα λεωφορεία, αστυνόμευση, αποκλειστικές εισόδους για λεωφορεία, καθώς και άλλα μέτρα. Το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στη στενή γέφυρα που διαπερνά η A3024. Γι' αυτόν τον λόγο στους παράδρομους υπήρχε αστυνόμευση, ενώ τα λεωφορεία μπορούσαν να εισέλθουν, ώστε να αποφύγουν τις «ουρές» που δημιουργούνταν στους παράδρομους. Τελικά το δρομολόγιο που εκτελούσαν τα λεωφορεία μειώθηκε κατά 3,5 λεπτά χωρίς να έχει κάποια επίπτωση στον χρόνο διαδρομής των ιδιωτικών οχημάτων (Hounsell et al., 2011).



Σχήμα 3-2: Κυκλοφοριακή αρτηρία A3024 (Πηγή: Google Maps).

Εκτιμάται ότι ο επιπλέον αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος θα είναι αποτέλεσμα των νέων 6.000 κατοικιών που θα ανεγερθούν στην περιοχή «Hedge End». Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα μια αύξηση της κίνησης κατά 25% τις πρωινές κυρίως ώρες (7:00-09:30). Δηλαδή από τα ήδη υπάρχοντα 945 οχήματα/ώρα θα προστεθούν 236 οχήματα/ώρα, οπότε ο κυκλοφορικός φόρτος θα αυξηθεί κατά 590 οχήματα (236 οχήματα/ώρα για 2,5 ώρες). Τέλος, μέσω του προγράμματος «Trip End Model Presentation Program - TEMPO» εκτιμάται ότι η κίνηση από το κέντρο της πόλης προς τις άλλες περιοχές θα αυξηθεί κατά 16%, ενώ στην αντίστροφη κατεύθυνση, θα υπάρξει μια αύξηση 12,2% (Hounsell et al., 2011).

Το νέο σχέδιο που προτάθηκε προκειμένου να αποσυμφορηθεί η A3024 βασίζεται σε δύο άξονες. Ο πρώτος είναι μία εγκατάσταση «park and ride» στον κυκλικό κόμβο που βρίσκεται στην αρχή της αρτηρίας. Ο δεύτερος είναι στην ελεγχόμενη είσοδο των οχημάτων με σκοπό τα λεωφορεία να έχουν ένα προβάδισμα έναντι των IX. Το σχέδιο αυτό προκειμένου να ανταπεξέλθει στα νέα δεδομένα αποτελείται επίσης από 4 μέρη. Η εγκατάσταση πρέπει να έχει χωρητικότητα 1.000 θέσεων στάθμευσης, τα λεωφορεία να έχουν τη δυνατότητα να εισέρχονται στην A3024 χωρίς ειδική άδεια, οχήματα με ηλεκτρικό κινητήρα ή μικρά λεωφορεία να μπορούν να εισέρχονται και αυτά χωρίς ειδική άδεια, ενώ τα οι χρήστες IX είναι υποχρεωμένοι να περιμένουν ένα χρονικό διάστημα μέχρι να τους δοθεί η άδεια.

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα «CONTRAM», το νέο σχέδιο τέθηκε σε εφαρμογή με σκοπό να βρεθεί η βέλτιστη εφαρμογή του. Ύστερα από αρκετές προσομοιώσεις βρέθηκε το πιο κατάλληλο δυνατό σενάριο, ώστε το σχέδιο να αποδίδει τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα. Στην τοποθεσία στην οποία βρίσκεται η εγκατάσταση θα υπάρχει ένας κύκλος 30 δευτερολέπτων. Δηλαδή στα πρώτα 20 δευτερόλεπτα θα έχουν τη δυνατότητα να εισέρχονται στην οδό λεωφορεία και ηλεκτρικά οχήματα. Τα τελευταία 10 δευτερόλεπτα θα

μπορούν να εισέρχονται στην κυκλοφορία και ΙΧ, τα οποία θα περιμένουν στους παράδρομους.

Αποδείχθηκε μέσω του προγράμματος ότι η στρατηγική τοποθεσία της εγκατάστασης «park and ride», καθώς και η ελεγχόμενη είσοδος των οχημάτων έχει αισθητές επιπτώσεις στην κυκλοφορία της Α3024. Η κίνηση μειώθηκε καθώς και ο χρόνος να φτάσει κάποιος στο κέντρο της πόλης. Όλο και περισσότεροι πολίτες πήγαιναν με το όχημά τους στην εγκατάσταση και στη συνέχεια χρησιμοποιούσαν τα λεωφορεία.

Τέλος, στην πόλη θα υπάρξουν θετικές οικονομικές επιπτώσεις (Hounsell et al., 2011):

- Η εγκατάσταση park and ride αποφέρει νέα έσοδα στην πόλη μέσω του κομίστρου από την εναλλαγή από ΙΧ σε Μέσα Μαζικής Μεταφοράς και των υπηρεσιών που προσφέρει η εγκατάσταση.
- Η εφαρμογή 20/10 δευτερολέπτων αποφέρει τα μέγιστα οικονομικά οφέλη με 1.268 λίρες/ώρα.
- Οι 1.268 λίρες/ώρα ισοδυναμούν σε 800.000 λίρες τον χρόνο.
- Η αξία του χρόνου συνεισφέρει κατά 86% στη βελτίωση της οικονομίας.

3.2.2 Η μέθοδος p-hub για την εύρεση τοποθεσίας «park and ride»

Όπως έχει προαναφερθεί, η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι ένα μεγάλο πρόβλημα στα μεγάλα αστικά κέντρα (Aros-Vera et al., 2013). Οι εγκαταστάσεις «park and ride» προσφέρουν τη δυνατότητα επίλυσης αυτό του προβλήματος μέσω της συμμετοχής των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (μετρό, αστικά λεωφορεία, τραμ, κτλ..). Οι πολίτες θα έχουν τη δυνατότητα να οδηγήσουν μέχρι την τοποθεσία του «park and ride» και μετά να χρησιμοποιήσουν τα ΜΜΜ. Αυτό όπως είναι λογικό θα έχει ως συνέπεια να μειωθούν οι

ατμοσφαιρικοί ρύποι, να μειωθεί ο χρόνος μετάβασης από το ένα σημείο στο άλλο και παράλληλα να μειωθεί αισθητά το κόστος μετακίνησης.

Για να επιτευχθούν όμως τα θετικά αποτελέσματα, είναι αναγκαίο να υπάρχουν δρομολόγια μεγαλύτερης συχνότητας, τόσο από την πλευρά των λεωφορείων όσο και από την πλευρά του μητροπολιτικού σιδηρόδρομου. Επίσης, σημαντικά ζητήματα είναι η εύκολη προσβασιμότητα, όπως και η αξιοπιστία των εγκαταστάσεων «park and ride». Προκειμένου να βρεθεί η βέλτιστη τοποθεσία οι Aros-Vera et al. (2013) πρότειναν έναν νέο τρόπο προσέγγισης, τον «p-hub». Δίνουν έμφαση στην προέλευση και τον προορισμό του κυκλοφοριακού φόρτου που δημιουργείται. Δηλαδή, οι εγκαταστάσεις «park and ride» προσεγγίζονται ως σημεία μετεπιβίβασης των πολιτών από το όχημά τους στα ΜΜΜ.

Κατάστρωση του προβλήματος και εξήγηση του μαθηματικού τύπου

Ας υποθέσουμε ότι εξετάζουμε κάποιες μεγάλες πόλεις όπως τη Νέα Υόρκη, το Λος Άντζελες ή το Λονδίνο. Σε αυτές τις πόλεις υπάρχουν εκατομμύρια κάτοικοι, οι οποίοι μετακινούνται καθημερινά από τα σπίτια τους στον χώρο εργασίας τους. Οι κάτοικοι έχουν τη δυνατότητα είτε να χρησιμοποιήσουν το ιδιωτικό τους όχημα είτε να οδηγήσουν μέχρι τις εγκαταστάσεις «park and ride» και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν τα ΜΜΜ. Για κάθε ζεύγος προέλευσης-προορισμού (i=προέλευση, j=προορισμός) υπάρχει μια γνωστή πελατειακή ζήτηση h_{ij}. Άλλη μια μεταβλητή που είναι χρήσιμη είναι οι υποψήφιες τοποθεσίες k. Οι μεταβλητές g_{ija} και g_{ijk} δηλώνουν το κόστος να χρησιμοποιήσει κάποιος το ΙΧ για να μετακινηθεί στον χώρο εργασίας και το κόστος να χρησιμοποιήσει την εναλλακτική «park and ride», αντίστοιχα. Οπότε, ο μαθηματικός τύπος διατυπώνεται ως εξής (Aros-Vera et al., 2013:

$$p_{ijk} = e^{g_{ijk}} / \Sigma \forall i \in k e^{g_{ija}} \qquad \forall \kappa \in \kappa \cup \{\alpha\} \qquad (1)$$

Εφαρμογή του τύπου στο Queens της Νέας Υόρκης

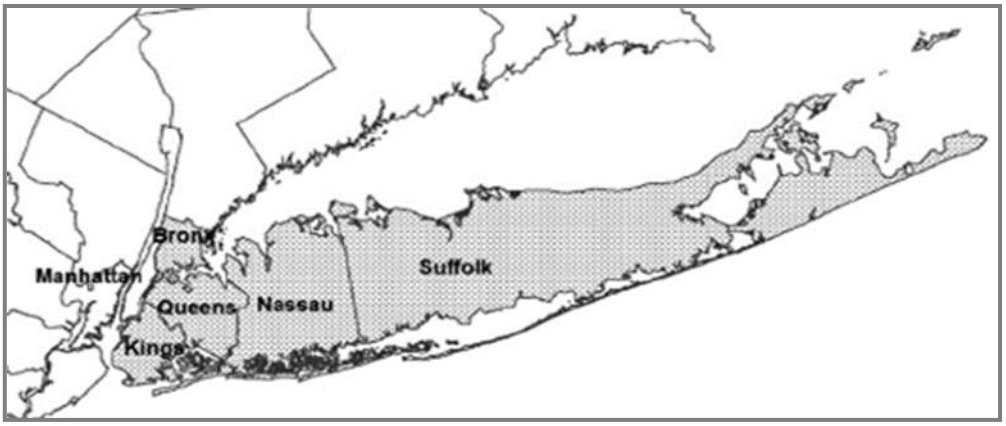
Για τη διεξαγωγή του πειράματος επιλέχθηκαν 21 τοποθεσίες εγκαταστάσεων «park and ride», οι οποίες βρίσκονται στο Queens. Να σημειωθεί ότι μας ενδιαφέρουν οι μετακινήσεις από 5 δημοτικά διαμερίσματα το Bronx, Queens, Brooklyn, Nassau και το Suffolk. Επιπλέον, στη διεξαγωγή του πειράματος μελετήθηκαν τα δεδομένα από 1.694 προελεύσεις από τα πέντε δημοτικά διαμερίσματα και 317 προορισμοί με τελικό σταθμό το Manhattan. Σκοπός του πειράματος είναι να βρεθούν οι πέντε καλύτερες τοποθεσίες από την εφαρμογή του μοντέλου. Είναι ανάγκη να σημειωθεί ότι οι μεταβλητές g_{ija} και g_{ijk} υπολογίστηκαν από τους τύπους Aros-Vera et al. (2013):

$$g_{ija} = u * t_{ij}^{A} + f_{ij}^{Tolls} + f_{ij}^{Parking} + c^{A} * d_{ij} \qquad (2)$$

$$g_{ijk=} u * \left(t_{ik}^{A} + t_{kj}^{T} + t_{kj}^{Waiting} + PF * t_{pj}^{T,Transfer}\right) + f_{ik}^{Tolls} + f_{kj}^{Fare} + f_{kj}^{Parking} + c^{A} * d_{ik} \qquad (3)$$

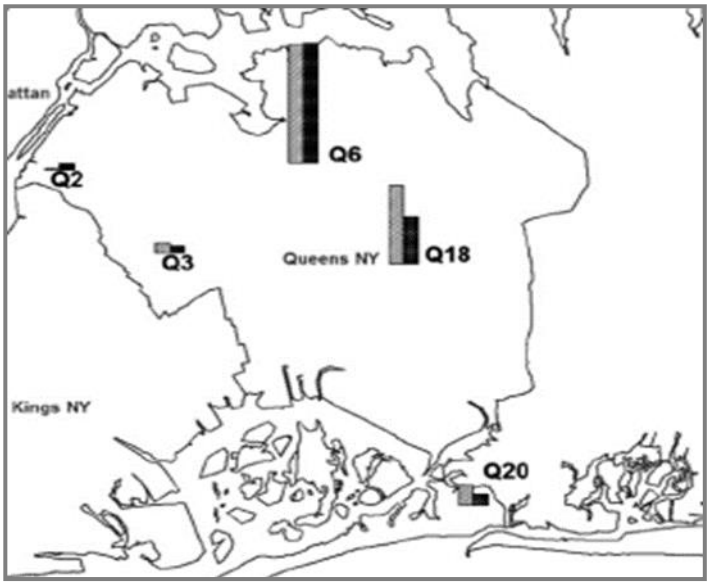
Στις παραπάνω εξισώσεις, η μεταβλητή t_{ij}^{A} δηλώνει τον χρόνο που μετακινείται κάποιος με ΙΧ και η t_{kj}^{T} τον χρόνο μετακίνησης με κάποιο ΜΜΜ. Η $t_{kj}^{Waiting}$ δηλώνει τον χρόνο αναμονής και η $t_{pj}^{T,Transfer}$ τον χρόνο μετακίνησης. Η μεταβλητή $f_{kj}^{Parking}$ δηλώνει το χρηματικό αντίτιμο για στάθμευση και η f_{ik}^{Tolls} το κόστος για τα διόδια. Η σταθερά c^{A}

αντιστοιχεί στα λειτουργικά έξοδα (συντήρηση, καύσιμα) ενός οχήματος. Η d_{ij} είναι η απόσταση που χρειάζεται να διανύσει κάποιος από την προέλευσή του στο Manhattan, ενώ για τον τελικό προορισμό στην εγκατάσταση park and ride είναι η d_{ik}.



Σχήμα 3-3: Περιοχή Queens, New York (Πηγή: Google Maps).

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3-3, μετά την εφαρμογή του μοντέλου, οι εγκαταστάσεις Q6 και Q18 αποτελούν τις καλύτερες τοποθεσίες για μία εγκατάσταση «park and ride». Μια σημαντική διαφορά εντοπίζεται στη ζήτηση, καθώς η Q18 έχει αρκετά λιγότερη σε σχέση με την Q6. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν και άλλες τοποθεσίες, δηλαδή υπάρχει ανταγωνισμός.



Σχήμα 3-4: Τοποθεσίες Q6 και Q18 (Πηγή: Aros-Vera et al., 2013).

3.2.3 Τοποθεσίες «park and ride» με σκοπό την εξυπηρέτηση της μέγιστης ζήτησης της αγοράς

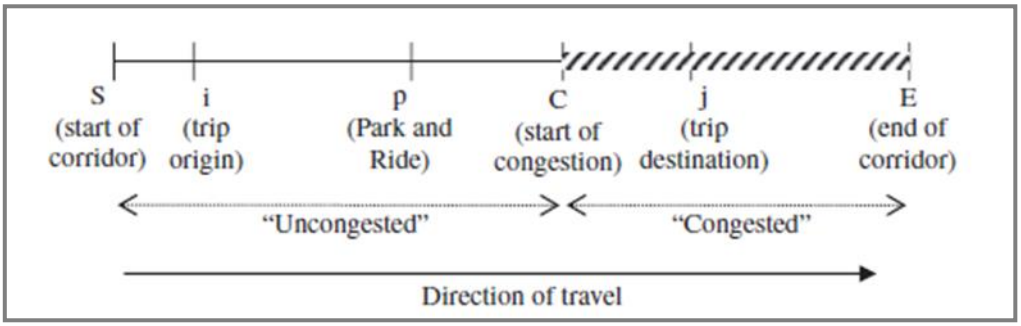
Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ότι μεγάλες πόλεις του εξωτερικού δίνουν όλο και μεγαλύτερη έμφαση στη μετακίνηση των πολιτών με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Κύριος σκοπός είναι η αποσυμφόρηση μεγάλων αστικών οδών, η εξοικονόμηση χρημάτων από μεριάς πολιτών και η μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων για μία καλύτερη ποιότητα ζωής (Holguin-Veras et al., 2012). Οι εγκαταστάσεις «park and ride» αποτελούν μία καλή λύση αν όχι την καλύτερη στην επίτευξη αυτών των στόχων. Στις αστικές περιοχές, στις οποίες ο χώρος για να γίνει μια τέτοια εγκατάσταση είναι περιορισμένος, η επιλογή της τοποθεσίας πρέπει να είναι προσεκτική και αποτέλεσμα ώριμων αποφάσεων. Αυτό συμβαίνει, καθώς μια τοποθεσία μπορεί να είναι καλύτερη όσον αφορά στην πρακτικότητά της, όμως κάποια άλλη τοποθεσία μπορεί να λειτουργεί περισσότερο ως σημείο μετεπιβίβασης και να έχει περισσότερα οικονομικά οφέλη.

Η εύρεση και ο σχεδιασμός της κατάλληλης τοποθεσίας για τις εγκαταστάσεις αυτές αποτελεί μια περίπλοκη διαδικασία, κατά την οποία είναι αναγκαίο να ληφθούν υπόψη πολλοί παράγοντες. Μερικοί από αυτούς είναι η ζήτηση, οι προοπτικές της αγοράς, τα χαρακτηριστικά των υποψήφιων χρηστών μια τέτοιας εγκατάστασης, η επιρροή που θα ασκήσει στις γύρω περιοχές και τέλος τα σχετικά κόστη και οφέλη.

Πόλη μιας διεύθυνσης-διάστασης

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια πόλη «ευθύγραμμη», όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3-5, αυτό σημαίνει ότι η μετακίνηση ενός κατοίκου μπορεί να συμβεί σε μια διεύθυνση – ευθύγραμμη κίνηση. Η κατανόηση αυτής της περίπτωσης είναι σημαντική, διότι μπορούμε να εξακριβώσουμε τους παράγοντες που καθορίζουν πόσο ωφέλιμη θα είναι μια εγκατάσταση «park and ride». Επίσης, θα μας είναι ωφέλιμη στην περίπτωση κατά την οποία έχουμε μια πόλη δύο διαστάσεων – διευθύνσεων.

Όπως φαίνεται και Σχήμα 3-5, ο ταξιδιώτης μπορεί να ξεκινήσει από την αρχή S και ο τελικός του προορισμός να είναι ο E. Να σημειωθεί ότι γίνεται η υπόθεση ότι η περιοχή που βρίσκεται το S είναι τα περίχωρα μια πόλης και το E είναι το κέντρο της. Η αρχή του κυκλοφοριακού φόρτου δηλώνεται από το γράμμα C, ενώ η προέλευση και ο προορισμός συμβολίζονται από τα i και j, αντίστοιχα. Οι διαφορετικές τοποθεσίες που μπορεί να έχει ο ταξιδιώτης δηλώνονται από το γράμμα I, οπότε είναι λογικό Is = 0.



Σχήμα 3-5: Πόλη μιας διεύθυνσης (Πηγή: Holguin-Veras et al., 2012.

Όσον αφορά στην πυκνότητα από και προς τις εγκαταστάσεις δηλώνονται από τις μεταβλητές ρ_s και ρ_D αντίστοιχα. Η μεταξύ τους σχέση δίνεται από τον εξής τύπο:

$$\rho_D = \rho_s * \{l_C/(l_E - l_C)\} \quad (4)$$

Επίσης το χρονικό διάστημα της μετακίνησης προς τις εγκαταστάσεις, αλλά και από αυτές δίνεται από την εξής σχέση:

$$s_{ij}^A = \{\frac{d_{ij}^A}{\frac{d_{iC}^A}{s_C^A} + \frac{d_{Cj}^A}{s_D^A}}\} \quad (5)$$

Η πιθανή ζήτηση αναλύεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος είναι ο προορισμός να είναι οι εγκαταστάσεις «park and ride», ενώ το δεύτερο μέρος είναι οι εγκαταστάσεις να αποτελούν την προέλευση. Όπως είναι φανερό η ζήτηση του δευτέρου μέρους σε αυτήν την περίπτωση είναι μικρότερη από τη ζήτηση του πρώτου μέρους.

$$u_1 * \left(\frac{d_{ip}^A}{S_{ip}^A} - \frac{d_{pj}^A}{S_{pj}^A}\right) + \left\{f_{ij}^A - \left(f_{ip}^{A,PR} + f_{pj}^T + f_p^{PR}\right)\right\} + c^A\left(d_{ip}^A + d_{pj}^A - d_{ip}^A\right) > u_2 * t_{pj}^{T,W} + u_3 * t_{pj}^{T,S} \quad (6)$$

Εφαρμογή του μοντέλου σε πόλη μιας διάστασης

Στην εφαρμογή του μοντέλου είναι αναγκαίο να υποθέσουμε δύο σενάρια. Το πρώτο σενάριο είναι οι εγκαταστάσεις «park and ride» να βρίσκονται εντός ή στα όρια της περιοχής που αρχίζει ο κυκλοφοριακός φόρτος, ενώ στη δεύτερη να βρίσκονται εκτός της περιοχής αυτής.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πιθανή αγορά προέλευσης είναι σημαντικά μικρότερη από την αγορά προορισμού. Αυτό που μένει τώρα είναι οι εγκαταστάσεις να προσελκύσουν τον μέγιστο αριθμό χρηστών που έχουν τη δυνατότητα. Αυτό το πρόβλημα είναι το λεγόμενο MAX MIN, κατά το οποίο γίνεται προσπάθεια να μεγιστοποιηθεί η ελάχιστη πιθανή ζήτηση P των εφικτών διαδρομών $T_{ij} \in \Delta$, όπου Δ οι εφικτές διαδρομές.

$$P(T_{ij} \in \Delta) = \text{MAX MIN } \{\Pi_O(l_p, d_{bp}^*), \Pi_D(l_p, d_{pj}^*)\} \quad (7)$$

όπου $\Pi_O(l_p, d_{bp}^*)$ και $\Pi_D(l_p, d_{pj}^*)$ είναι οι πιθανές αγορές προέλευσης και προορισμού μιας εγκατάστασης p, που βρίσκεται στη τοποθεσία l_p.

Πόλη δύο διαστάσεων

Στην περίπτωση της πόλης δύο διευθύνσεων, ένας τυχαίος αριθμός προελεύσεων έχουν σαν αποτέλεσμα να υπάρξει ζήτηση για έναν τελικό προορισμό (Holguin-Veras et al., 2012). Ο συνολικός αριθμός των προελεύσεων έχει συγκεντρωθεί σε ζώνες ανάλυσης

μεταφορών (Transportation Analysis Zones ή TASs). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ότι μια πιθανή αγορά που μπορεί να προσελκύσει μια εγκατάσταση p εξαρτάται από το γενικό κόστος χρήσης μια εγκατάστασης «park and ride» και από το κόστος να χρησιμοποιήσει κάποιος το IX. Είναι λογικό ότι το γενικό κόστος πρέπει να είναι μικρότερο σε σχέση με το κόστος με το ιδιωτικό όχημα.

Είναι σημαντικό στην περίπτωση αυτή η επιλογή των κατάλληλων μεταβλητών, όπως η ακριβής απόσταση μετακίνησης και η ταχύτητα. Με αυτόν τον τρόπο, οι διαφορές που μπορεί να υπήρχαν μεταξύ μια προσομοίωσης και της πραγματικότητας ελαχιστοποιούνται. Η εξίσωση 8 θα μας βοηθήσει στη διεξαγωγή αποτελεσμάτων, καθώς στην ουσία μας δείχνει τη μέγιστη αξία των οχημάτων που χρησιμοποιούν την εγκατάσταση park and ride από μια προέλευση i στην εγκατάσταση p και ύστερα στον τελικό προορισμό j. Δηλαδή μας φανερώνει τη βέλτιστη τοποθεσία της εγκατάστασης «park and ride» (Holguin-Veras et al., 2012).

$$\left(\frac{d_{ip}^{A}}{s_{ip}^{A}}+\frac{d_{pj}^{T}}{s_{pj}^{T}}\right) \leq \frac{1}{u_1}\left[u_1 * \frac{d_{ij}^{A}}{s_{ij}^{A}}+\left\{f_{ip}^{A}-\left(f_{ip}^{A,PR}+f_{pj}^{T}+f_{p}^{PR}\right)\right\}+\left(c^{A} * d_{ij}^{A}-c^{A} * d_{ip}^{A}\right)-\left(u_2 * t_{pj}^{T,W}+u_3 * t_{pj}^{T,S}\right)\right] \quad (8)$$

Ένα πόρισμα που μπορεί να μας δείξει αυτή η εξίσωση είναι ότι μια πιθανή τοποθεσία «park and ride» θα είναι πάνω στον άξονα που συνδέει το i και το j. Τέλος, η εξίσωση 8 αναφέρεται ως συνάρτηση ισότητας (equality condition).

Ο σκοπός της νέας εξίσωσης 9 είναι να προσδιορίσει τα ζευγάρια προέλευσης-προορισμού που είναι ωφέλιμα για τη χρήση «park and ride». Επίσης μας προμηνύει ότι ένα ζευγάρι προέλευσης-προορισμού θα έχει τη μορφή μιας ελλειψοειδούς συνάρτησης. Αυτό σημαίνει τα κόστη χρήσης της επιλογής «park and ride» είναι μεγαλύτερα από τα κόστη για

την επιλογή χρήσης μόνο του οχήματος για τον τελικό προορισμό. Η συνάρτηση αυτή είναι σημαντική, διότι αν αυξηθεί η απόσταση i και j, τότε θα αυξηθεί και η διάμετρος της έλλειψης. Δηλαδή θα μεγαλώσει η περιοχή στην οποία τα ζευγάρια i,j είναι ωφέλιμα.

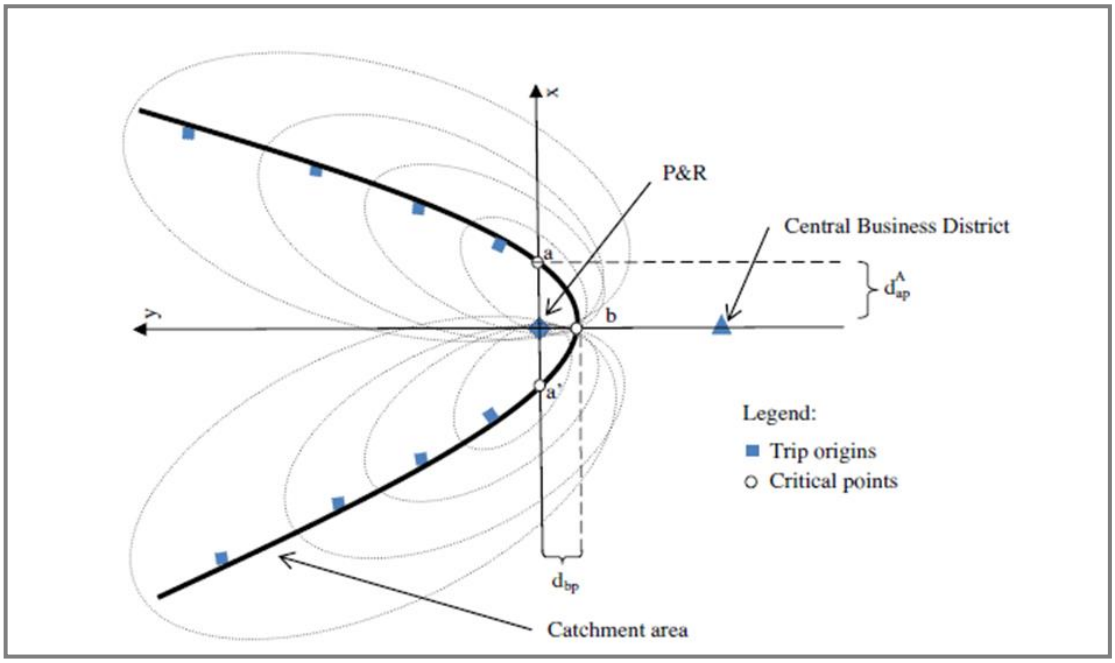
$$h_{ij}^{PR} = \left(\frac{d_{ip}^{A}}{s_{ip}^{A}} + \frac{d_{pj}^{T}}{s_{pj}^{T}}\right)$$

$$= \frac{1}{u_1}\left[u_1 * \frac{d_{ij}^{A}}{s_{ij}^{A}} + \left\{f_{ip}^{A} - \left(f_{ip}^{A,PR} + f_{pj}^{T} + f_{p}^{PR}\right)\right\} + \left(c^{A} * d_{ij}^{A} - c^{A} * d_{ip}^{A}\right)\right. \quad (9)$$

$$\left. - \left(u_2 * t_{pj}^{T,W} + u_3 * t_{pj}^{T,S}\right)\right]$$

Τέλος, μία εξίσωση που είναι χρήσιμη είναι η εξίσωση 10. Η φυσική σημασία της εξίσωσης 10 είναι πού μεγιστοποιείται η πιθανή ζήτηση μιας εγκατάστασης p, όταν μεγιστοποιείται ο αριθμός των πιθανών χρηστών. Οι μεταβλητές π_{ij} και δ_{ipj} δηλώνουν τη ζήτηση από το i στο j και η δεύτερη λαμβάνει τις τιμές 1 ή 0, εάν η εγκατάσταση p είναι εντός του i,j ή όχι, αντίστοιχα.

$$\Pi_p = \sum_{ij} \delta_{ipj} * \pi_{ij} \quad (10)$$



Σχήμα 3-6: Γραφική απεικόνιση των εξισώσεων 8, 9 και 10 (Πηγή: Holguin-Veras et al., 2012).

Εφαρμογή του μοντέλου σε πόλη δύο διαστάσεων

Το πείραμα διεξήχθη σε 500 τυχαίες προελεύσεις σε μια περιοχή 20 επί 20 με τον προορισμό να έχει συντεταγμένες (20,10) και η εγκατάσταση «park and ride» να βρίσκεται στην τοποθεσία με συντεταγμένες (10,10). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η περιοχή που έχει επιρροή στη χρήση του «park and ride» εξαρτάται από (Holguin-Veras et al., 2012):

- Το επίπεδο των υπηρεσιών
- Την έλξη μετακινήσεων από και προς την εγκατάσταση «park and ride».

Μέσω της εφαρμογής και των αποτελεσμάτων, οι ερευνητές ήταν σε θέση να διακρίνουν ότι η περιοχή επιρροής θα έχει σχήμα παραβολικό. Όσο καλύτερο είναι το επίπεδο των εγκαταστάσεων, τόσο πιο ακριβής θα είναι και η παραβολή. Δηλαδή η σχέση του επίπεδου εγκαταστάσεων με την περιοχή επιρροής είναι ανάλογη.

3.2.4 Η περίπτωση της πόλης Κλουζ της Ρουμανίας

Ένα από τα βασικότερα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει η πόλη Κλουζ είναι ο υψηλός κυκλοφοριακός φόρτος, ιδιαίτερα τις πρωινές ώρες. Αυτή η αύξηση οφείλεται στη σχετικά καλή τιμή των καυσίμων, την αύξηση των ιδιωτικών οχημάτων και τη δύσκολη εύρεση εργασίας. Επίσης, ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι αποτέλεσμα των κατοίκων που ζουν και εργάζονται στην πόλη, όπως και των πολιτών που οι κατοικίες τους είναι στα περίχωρα και οι εργασιακοί χώροι τους βρίσκονται στο κέντρο της πόλης. Λόγοι όπως η εύκολη πρόσβαση στους χώρους εργασίας και η εξοικονόμηση χρόνου κάνουν τους κατοίκους της πόλης κυρίως να διαλέγουν για τη μεταφορά τους το όχημά τους αντί τα ΜΜΜ. Με αυτόν τον τρόπο οι κάτοικοι των περίχωρων αντιμετωπίζουν καθημερινά πρόβλημα στην εύρεση θέσης στάθμευσης. Επίσης πολλοί μετακινούμενοι σταθμεύουν τα οχήματά τους στην είσοδο της πόλης σε τοποθεσίες, οι οποίες θεωρούνται με αυξημένη εγκληματικότητα. Οπότε η εύρεση μιας τοποθεσίας «park and ride» είναι πλέον επιτακτική ανάγκη (Harangus & Retegan, 2018).

Η περιοχή που εξετάζεται για να φιλοξενήσει την εγκατάσταση «park and ride» είναι ο λόφος St. Gheorghe. Είναι μια περιοχή 8,46 τετραγωνικών χιλιομέτρων και βρίσκεται βορειοανατολικά της Κλουζ. Στα ανατολικά φτάνει σε ύψος μέχρι 513 μέτρων, ενώ στα δυτικά μέχρι 478 μέτρα. Στους πρόποδες της πλαγιάς βρίσκεται ένα ποτάμι, κατά μήκος της όχθης του οποίου, έχουν οικοδομηθεί πολλά κτίρια.

Ψηφιακή ανάλυση και αναπαράσταση του λόφου St. Gheorghe

Προκειμένου να βρεθεί η καλύτερη τοποθεσία για την εγκατάσταση «park and ride» στον λόφο St. Gheorghe έπρεπε επιπλέον να ληφθεί υπόψη η υποχώρηση του εδάφους στην πλαγιά. Γι’ αυτόν τον λόγο, χρησιμοποιήθηκε το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS),

το οποίο περιλάμβανε τοπογραφικά σχέδια κλίμακας 1:5.000, ο Νόμος ISPIF ν. 6855/1986 που περιλαμβάνει προτεινόμενα σχέδια για τη βελτίωση της περιοχής, γεωλογικός χάρτης κλίμακας 1:200.000, μια κυκλοφοριακή μελέτη του 2015, απογραφή πληθυσμού, παρατηρήσεις και μετρήσεις στις διάφορες υποχωρήσεις τη χρονική περίοδο 2015 έως 2017 και τέλος τις τοποθεσίες που επρόκειτο να οικοδομηθούν κτίρια ή πολυκατοικίες από την πολεοδομία.

Όσον αφορά στην ευαισθησία του εδάφους στο να υπάρξει καθίζηση χρησιμοποιήθηκαν μεταβλητές όπως το υψόμετρο, η κλίση της πλαγιάς, η γεωλογία της περιοχής, κτλ. Με τη βοήθεια αυτών των μεταβλητών που ενσωματώθηκαν στο GIS, έγινε η κατηγοριοποίηση ανάλογα με την ευπάθεια του εδάφους στις κατολισθήσεις.

Τέλος, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της στατιστικής ανάλυσης για την εκτίμηση της συχνότητας των καθιζήσεων του εδάφους για διάφορες κατηγορίες (Harangus & Retegan, 2018):

$$I_i = \log \frac{S_i/N_i}{S/N} \qquad (11)$$

όπου:

I_i= η τελική πιθανότητα καθίζησης

S_i = η ολική περιοχή που μελετάμε λαμβάνοντας υπόψιν και την κατηγορία του εδάφους

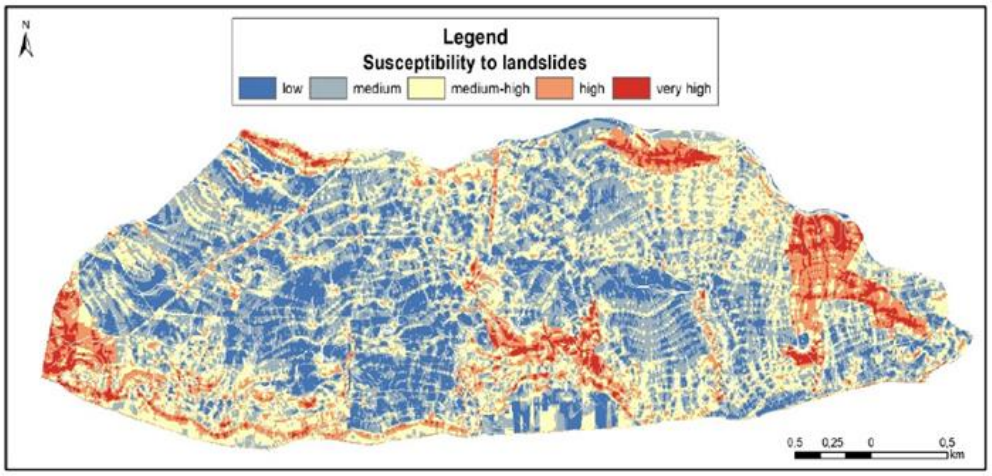
N_I = η ειδική περιοχή που εξετάζουμε για την ανάλογη κατηγορία

S= η γενική περιοχή που μελετάμε

N= η ειδική περιοχή μελέτης

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι η πιθανότητα να υπάρξει καθίζηση σε ύψος μικρότερο των 400 μέτρων είναι 52,7%, 46,6% μεταξύ 400–500 μέτρων και μόλις 0,7% για υψόμετρο μεγαλύτερο των 500 μέτρων (Harangus & Retegan, 2018).

Τέλος, από τον συνδυασμό της στατιστικής ανάλυσης και της χρήσης του GIS προέκυψε ο χάρτης που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3-7. Το 8,49% των επιφανειών δεν είναι επιρρεπείς στις κατολισθήσεις, ενώ το 28,19% των επιφανειών έχουν μικρή πιθανότητα να υπάρξει κάποια καθίζηση. Ένας τομέας που επίσης έχει λίγες πιθανότητες για καθίζηση είναι το πρανές που συνδέει την πλαγιά με το λιβάδι Somesul Mic. Η μέση πιθανότητα καθίζησης του εδάφους είναι 39,98% της ολικής επιφάνειας και βρίσκεται κυρίως στις περιοχές που έχει πλαγιά. Σε αυτήν την περιοχή μόνο το 16,38% αυτής υπάρχει μεγάλη πιθανότητα για καθίζηση του εδάφους, ενώ το 6,94% της περιοχής είναι επιρρεπές σε καθιζήσεις. Γενικά το μεγαλύτερο μέρος είναι πλαγιές υψηλής συχνότητας σε υποχωρήσεις που το γεγονός αυτό καθιστά ακατάλληλη την περιοχή για οικοδόμηση.



Σχήμα 3-7: Χάρτης καθιζήσεων (Πηγή: Harangus & Retegan, 2018).

Εύρεση της βέλτιστης τοποθεσίας «park and ride»

Η καταγραφή του κυκλοφοριακού φόρτου από τις 18 έως 24 Φεβρουαρίου του 2015 έδειξε ότι περίπου 5750 οχήματα εισέρχονται καθημερινά στην πόλη από τα ανατολικά. Επίσης, οι ώρες αιχμής παρατηρήθηκαν από τις 07:00 έως 09:00 το πρωί από κάτοικους που εργάζονται στην πόλη, αλλά η οικία τους είναι εκτός αυτής. Ένα σημαντικό μέρος των μετακινήσεων προέρχονται την περιοχή Somesul Mic και εισέρχονται στην πόλη από την βορειοανατολική είσοδο (Harangus & Retegan, 2018).

Βασισμένοι οι ερευνητές στα αποτελέσματα του χάρτη καθιζήσεων, όπως και στον κυκλοφοριακό φόρτο από τις ανατολικές εισόδους κυρίως, αποφασίστηκε η εγκατάσταση «park and ride» να τοποθετηθεί κοντά στη στάση τραμ στην περιοχή Bulevardul Muncii. Είναι μια περιοχή, στην οποία η κλίση δεν ξεπερνά τις 5 μοίρες και από εκεί διέρχεται και ένας από τους κεντρικότερους οδικούς άξονες. Η τοποθεσία της εγκατάστασης είναι 24.745 τετραγωνικών μέτρων και έχει τη δυνατότητα να φιλοξενήσει μέχρι και 960 οχήματα. Έτσι η τοποθεσία αυτή θα συμβάλει στο να αυξηθεί η ταχύτητα της διαδρομής και συνεπώς να μειωθεί ο χρόνο μετακίνησης.

Σχήμα 3-8: Τοποθεσία εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Harangus & Retegan, 2018).

3.2.5 Μέθοδος εύρεσης βέλτιστης τοποθεσίας για εγκαταστάσεις που συνδέονται με τον μητροπολιτικό σιδηρόδρομο (χρήση GIS)

Υπάρχουν πολλές έρευνες που υποστηρίζουν ότι οι τοποθεσίες «park and ride» είναι ωφέλιμο να βρίσκονται κοντά σε σταθμό του μητροπολιτικού σιδηρόδρομου. Αρκετές από αυτές τις έρευνες, βασίζονται στο να προσδιορίσουν την περιοχή με τη μεγαλύτερη πιθανότητα να χρησιμοποιήσει κάποιος τις εγκαταστάσεις «park and ride», οι οποίες συνήθως καταλήγουν σε παραβολικές μορφές που διαφέρουν οι διαστάσεις τους ανάλογα με την κάθε περίπτωση. Οι παραβολικές αυτές μορφές μπορούν να έχουν το σχήμα μια έλλειψης ή ενός αχλαδιού ανάλογα με τον αναλυτή και τη μέθοδο που χρησιμοποιεί. Συνήθως, η αρχική αγορά της εγκατάστασης προσδιορίζεται με τη βοήθεια της στατιστικής ανάλογα με τις θέσεις εργασίας στο κέντρο της πόλης. Παρά τις δυσκολίες που μπορεί να υπάρξουν στο να προσδιορίσει κάποιος μια τέτοια περιοχή, οι πόλεις Calgary και Sacramento εντόπισαν με επιτυχία αυτές τις περιοχές. Και οι δύο πόλεις υπολόγισαν την εκτιμώμενη ζήτηση στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

Οι Horner & Grubesic (2001) εντόπισαν από τη βιβλιογραφία κάποιες κοινές μεταβλητές που μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό της τοποθεσίας της εγκατάστασης «park and ride»:

- Οι εγκαταστάσεις πρέπει να βρίσκονται δίπλα σε κύριες αρτηρίες με υψηλές ταχύτητες και εύκολη προσβασιμότητα στα ΜΜΜ.
- Είναι ανάγκη να τοποθετούνται από τη μεριά που είναι η λωρίδα με τον υψηλότερο κυκλοφοριακό φόρτο, ώστε να μπορούν να «διακόψουν» την κυκλοφορία.
- Η είσοδος και η έξοδος από τις εγκαταστάσεις πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμες.

- Ο χρόνος μετακίνησης από και προς από τον κέντρο πρέπει να είναι ίδιος ή μικρότερος από τον χρόνο μετακίνησης με το ιδιωτικό όχημα.
- Ιδανικά, οι εγκαταστάσεις δεν πρέπει να είναι σε απόσταση μεγαλύτερη των 5 με 6 χιλιομέτρων από το κέντρο μιας πόλης.

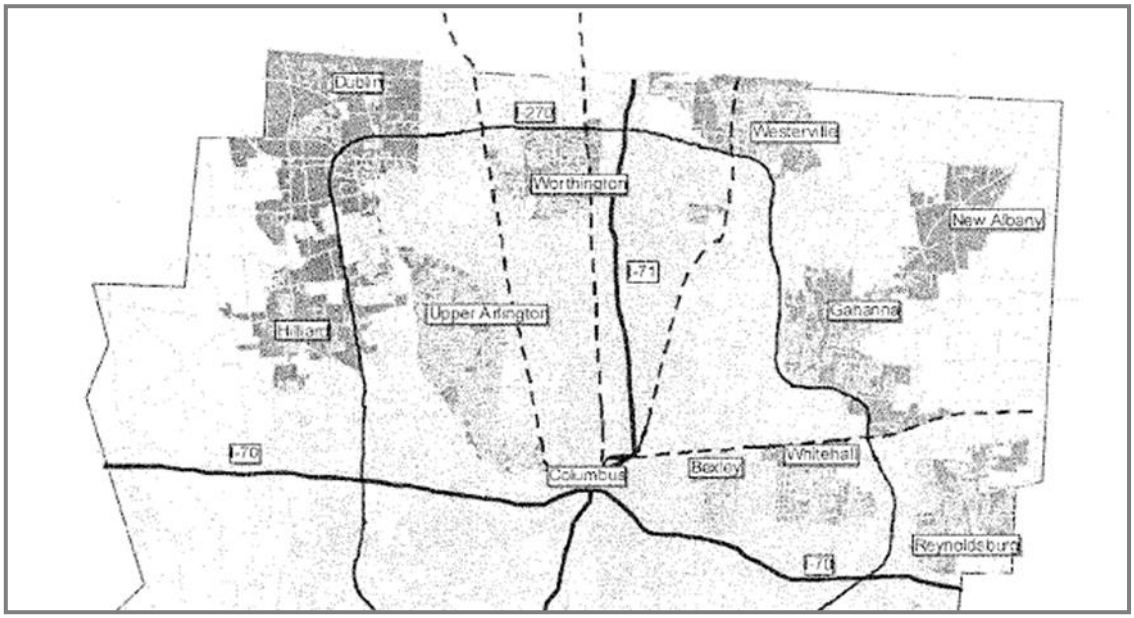
Όλο και περισσότερες πόλεις ανά τον κόσμο προσπαθούν να εφαρμόσουν ένα σύστημα συνδυασμένης μεταφοράς. Γι' αυτόν τον λόγο, πολλοί ερευνητές εστιάζουν στις εγκαταστάσεις «park and ride» που συνδυάζονται με τους σταθμούς του μητροπολιτικού σιδηρόδρομου (Horner & Grubesic, 2001). Σκοπός είναι οι πολίτες να σταματήσουν να βασίζονται μόνο στα οχήματά τους προκειμένου να φτάσουν στο κέντρο της πόλης, στο οποίο ενδεχομένως βρίσκεται και ο χώρος εργασίας τους. Προκειμένου να είναι αποτελεσματικές οι εγκαταστάσεις, η τοποθεσία που θα κατασκευασθούν έχει μεγάλη σημασία. Η συγκεκριμένη περίπτωση μεθοδολογίας που αναλύεται σε αυτό το Υπο-κεφάλαιο λαμβάνει υπόψη μεταβλητές, όπως το υπάρχον σιδηροδρομικό δίκτυο, χαρακτηριστικά του πληθυσμού, καθώς επίσης και τα άλλα ΜΜΜ. Είναι ανάγκη να σημειωθεί ότι αυτή η μέθοδος διαφέρει από τις υπόλοιπες που βασίζονται στη ζήτηση της διαδρομής «προέλευση–προορισμός».

Εφαρμογή της μεθόδου στο Columbus, Ohio

Όπως σε πολλές μητροπολιτικές περιοχές έτσι και στο Columbus, ο πληθυσμός αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς. Σύμφωνα με το Central Ohio Transit Authority (COTA) αναμενόταν αύξηση του πληθυσμού κατά 400.000 και αύξηση των θέσεων εργασίας κατά 225.000 μέχρι το τέλος του 2020. Οπότε είναι ανάγκη η εύρεση τοποθεσίας «park and ride» που να συνδυάζεται με το υπάρχον σιδηροδρομικό δίκτυο.

Όπως προαναφέρθηκε, αυτή η μέθοδος διαφέρει διότι προσπαθεί πρώτα να αναγνωρίσει τα χαρακτηριστικά του μετακινούμενου από το όχημα στο τρένο. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι το επίπεδο μόρφωσης, η ηλικία και το εισόδημα. Επίσης, ανάλογα με αυτές τις μεταβλητές, οι κάτοικοι των διάφορων περιοχών χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι αυτή με τη μεγαλύτερη οικονομική άνεση. Συνήθως είναι ηλικίες από 40 μέχρι 59 ετών, νοικοκυριά μέχρι 5 άτομα και ετήσιο εισόδημα που κυμαίνεται από 75.000 έως 100.000 δολάρια. Ενώ η δεύτερη κατηγορία είναι οι κάτοικοι που είναι σχετικά νέοι ηλικιακά από 25 έως 34 ετών και έχουν εισόδημα από 35.000 έως 50.000 δολάρια (Horner & Grubesic, 2001). Είναι φυσικό ανάμεσα σε αυτές τις κατηγορίες να εντοπίζονται και μερικές ομοιότητες, όπως το επίπεδο μόρφωσης και η επαγγελματική κατάρτιση.

Οι ερευνητές έκριναν αναγκαίο να τοποθετήσουν τη νέα εγκατάσταση «park and ride» σε υπάρχοντα σταθμό σιδηρόδρομου. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3-9, επιλέχθηκαν 4 γραμμές που διέρχεται το τρένο. Μετά την επεξεργασία των χαρακτηριστικών των δύο ομάδων στο πρόγραμμα GIS, και με χρήση κάποιων παραδοχών που έκαναν οι ερευνητές, όπως ότι οι στάσεις που κάνει το τρένο είναι περιορισμένες διότι βασίστηκαν στο ήδη υπάρχον σιδηροδρομικό σύστημα, οι τοποθεσίες που πιθανώς έχουν την μεγαλύτερη πιθανότητα βρίσκονται στους οδικούς άξονες με τον μεγαλύτερο κυκλοφοριακό φόρτο, ενώ παράλληλα δεν πρέπει να είναι κοντά στο κέντρο, προέκυψε ο χάρτης που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3-10. Όπως φαίνεται και στον χάρτη οι τελικές τοποθεσίες ήταν 21 και τα σημεία ζήτησης 6.668. Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα αυτά διαμορφώνουν τη βάση δεδομένων που αποτελείται από 140.028 στοιχεία (Horner & Grubesic, 2001).



Σχήμα 3-9: Χάρτης των γραμμών που επιλέχθηκαν (Πηγή: Horner & Grubesic, 2001).

Σχήμα 3-10: Χάρτης με τις περισσότερες πιθανότητες τοποθεσίας εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Horner & Grubesic, 2001).

Προκειμένου να καταλήξουν σε μία περιοχή, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τις παρακάτω εξισώσεις με σκοπό να απορρίψουν και άλλες περιοχές που δεν πληρούσαν τα κριτήρια. Οι εξισώσεις είναι (Horner & Grubesic, 2001):

$$D_{ij} \leq 5 \quad (12)$$

$$(D_{aj} + 1) \leq (D_{ij} + D_{aj}) \quad (13)$$

όπου D = η απόσταση σε μονάδες χρόνου σε λεπτά

i = η τοποθεσία park and ride

j = η ζήτηση

a = το κέντρο της πόλης

Να σημειωθεί ότι οι ερευνητές θεώρησαν ότι η απόσταση δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 5 λεπτά και έτσι προέκυψε η εξίσωση (14):

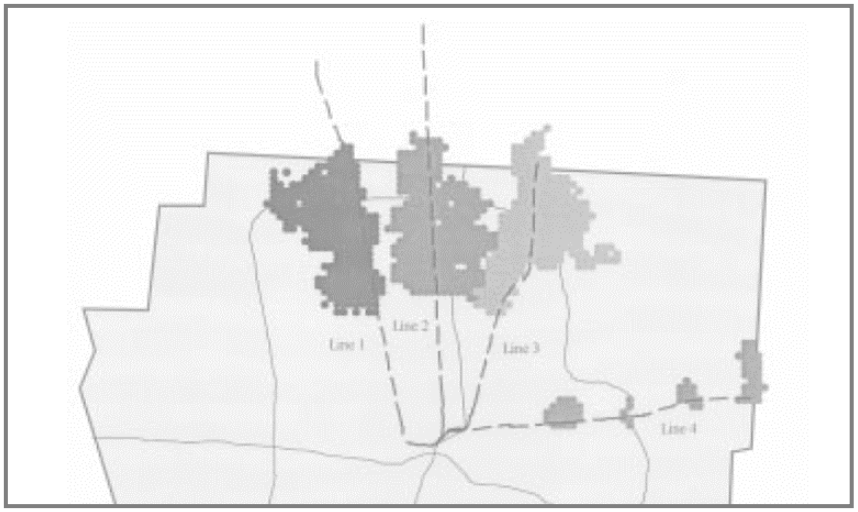
$$(P_j * C_j)/D_{ij} \quad (14)$$

όπου C = κοινωνικοοικοικονομική μεταβλητή για ζήτηση j

Τέλος, μέσω του GIS και της βάσης δεδομένων, εφαρμόσθηκε η εξής διαδικασία με τη βοήθεια ενός αλγορίθμου:

1. Επιλογή τοποθεσιών.
2. Απαλοιφή των σημείων ζήτησης που δεν ικανοποιούν την εξίσωση (12).
3. Απαλοιφή των σημείων ζήτησης που δεν ικανοποιούν την εξίσωση (13).
4. Προσθήκη των εναπομείναντων σημείων ζήτησης και χρήση της εξίσωσης (14).
5. Επανάληψη μέχρι να ελεγχθούν όλα τα στοιχεία.

Μετά την επαναληπτική διαδικασία, προέκυψε ο χάρτης που απεικονίζεται στο Σχήμα 3-11 με τις τελικές περιοχές για την εγκατάσταση.



Σχήμα 3-11: Χάρτης με τις τελικές τοποθεσίες εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Horner & Grubesic, 2001).

Όπως είναι φανερό, στα δίκτυα 1 και 2 είναι πιθανότερο να κατασκευασθεί μια τέτοια εγκατάσταση, σε σχέση με τα δίκτυα 3 και 4. Επίσης, η κεντρική αρτηρία που διέρχεται περιμετρικά από το κέντρο και τέμνει και τα τέσσερα δίκτυα είναι η I-270. Οπότε σύμφωνα με τα κριτήρια η εγκατάσταση πρέπει να βρίσκεται επί της συγκεκριμένης αρτηρίας. Κατ' επέκταση, η καλύτερη τοποθεσία θα πρέπει να βρίσκεται ανατολικά της γραμμής 1 και επί της I-270 (Horner & Grubesic, 2001).

3.3 Εγκαταστάσεις «park charge ride»

3.3.1 Γενικά στοιχεία

Η προέλευση και ο τελικός προορισμός αποτελούν τα κύρια κριτήρια για τους χρήστες μιας εγκατάστασης «park and ride» και ιδιαίτερα όταν προέρχονται από τα προάστια μιας πόλης (Ai et al., 2018). Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο σχεδιασμός μια τέτοιας εγκατάστασης είναι σημαντικός, καθώς αποτελεί σημείο μετεπιβίβασης και βελτιώνει την προσβασιμότητα στους σταθμούς. Ο συνδυασμός χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων σε ένα σταθμό «park and ride» μπορεί να μειώσει την εξάρτηση των πολιτών σε οχήματα που χρησιμοποιούν μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συνεπώς θα υπάρξει και βελτίωση στο πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης που είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η χρήση των Ηλεκτρικών Οχημάτων (ΗΟ) δημιουργεί την ανάγκη ύπαρξης των κατάλληλων υποδομών σταθμών φόρτισης. Δυστυχώς μέχρι τώρα δεν υπάρχουν πολλές εγκαταστάσεις που να έχουν υιοθετήσει και εφαρμόσει ένα σύστημα «park charge ride». Οι λόγοι είναι κυρίως οικονομικοί, έλλειψη χώρου στις εγκαταστάσεις «park and ride», αλλά και μη υποστήριξη από το κράτος.

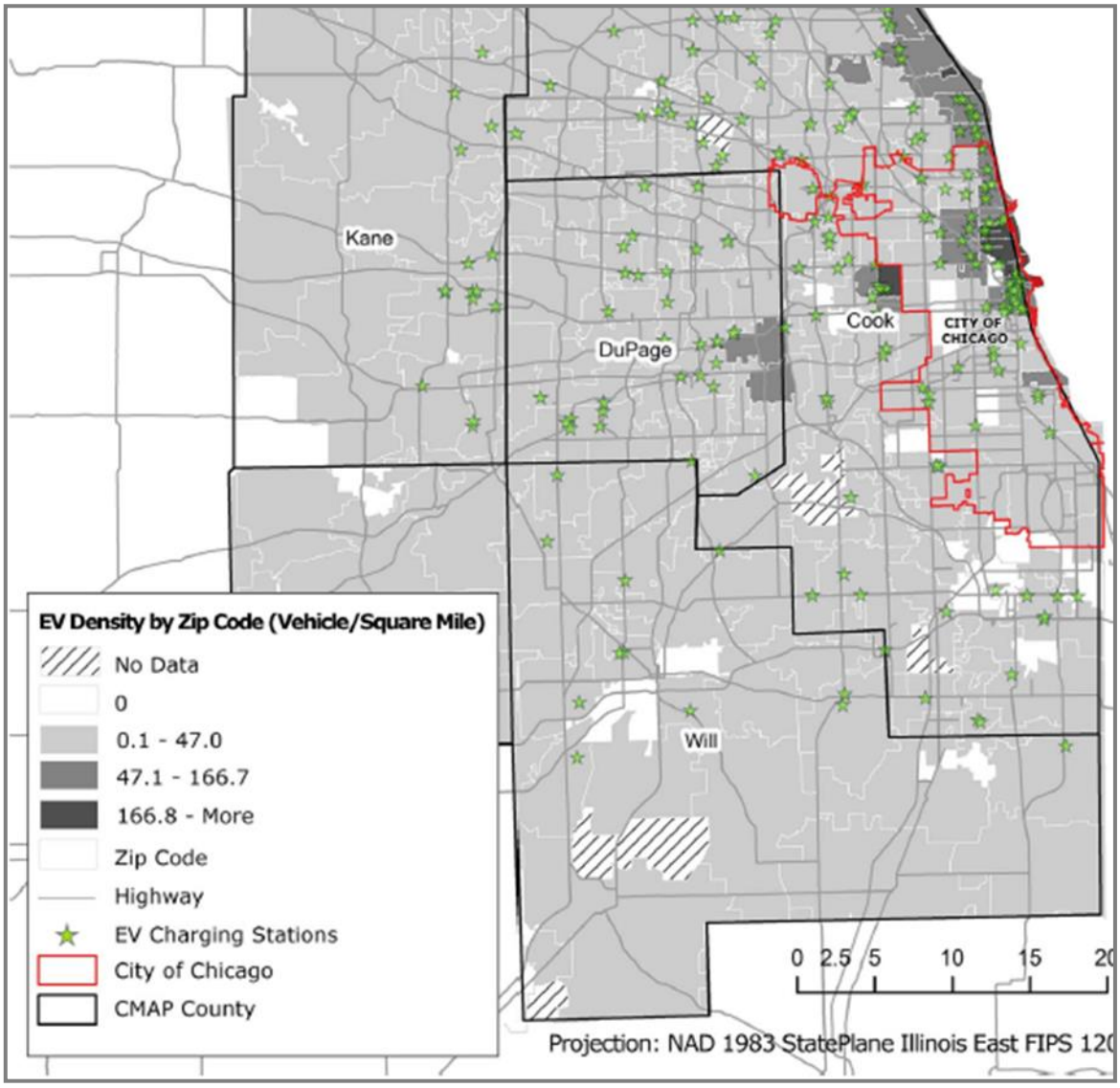
Παρόλα αυτά, μερικές πόλεις όπως το Λος Άντζελες, η Νέα Υόρκη, η Βοστόνη και το Σαν Ντιέγκο έχουν ήδη κάποιες εγκαταστάσεις «park charge ride». Ωστόσο, η καταγραφή της διαδικασίας, τα κριτήρια εφαρμογής, όπως και τα αποτελέσματα που έχει η εφαρμογή τους δεν έχουν καταγραφεί διεξοδικά με αποτέλεσμα η βιβλιογραφία σε αυτόν τον τομέα να μην είναι ολοκληρωμένη (Ai et al., 2018).

Μια γενική διαδικασία σχεδιασμού ενός συστήματος «park charge ride» αποτελείται από τρία βήματα. Το πρώτο βήμα έχει να κάνει με τους παράγοντες που μπορούν να μεταπείσουν έναν κάτοικο των προαστίων να χρησιμοποιήσει ένα ηλεκτρικό όχημα έναντι

ενός συμβατικού. Τέτοια παράγοντες μπορεί να είναι η οδηγική συμπεριφορά, κοινωνικά, οικονομικά ή δημογραφικά χαρακτηριστικά και τέλος η κατοχή ιδιωτικής χρήσης οχήματος. Το δεύτερο βήμα είναι η αξιολόγηση της ζήτησης μιας εγκατάστασης για ΗΟ βασισμένη στα χαρακτηριστικά του πρώτου βήματος. Τέλος, το τρίτο βήμα αναφέρεται στην εξακρίβωση της χρήσης των υπαρχόντων σταθμών φόρτισης στους σταθμούς μετεπιβίβασης. Καθώς οι εγκαταστάσεις «park and ride» έχουν ήδη χωρικούς περιορισμούς, η εγκατάσταση σταθμών φόρτισης στις υπάρχουσες θέσεις στάθμευσης μπορεί να δημιουργήσει θέμα ανταγωνισμού για τις θέσεις αυτές ιδίως τις καθημερινές (Ai et al., 2018).

3.3.2 Η περίπτωση της πόλης του Σικάγου

Η εταιρεία Regional Transportation Authority (RTA) είναι υπεύθυνη για τις δημόσιες μετακινήσεις στην πόλη του Σικάγου. Μέσω του συστήματος σιδηροδρομικών μεταφορών στην μητροπολιτική περιοχή του Σικάγου (METRA), οι ερευνητές συγκέντρωσαν πληροφορίες για τους 164 υποψήφιους σταθμούς που αποτέλεσαν τη βάση έρευνας. Οι σταθμοί διαφέρουν μεταξύ τους σε μεγάλο βαθμό. Οι θέσεις στάθμευσης κυμαίνονται από 2 έως 4.245. Δεκαοκτώ σταθμοί είναι πλέον στη μέγιστη χωρητικότητά τους. Πολλοί σταθμοί δεν είναι σε θέση να φιλοξενήσουν έναν σταθμό φόρτισης. Διαφορές επίσης υπάρχουν και στην εξυπηρέτηση των πολιτών ανάλογα με τον σταθμό. Ο σταθμός με τις περισσότερες διαδρομές εξυπηρετεί 6.000 διαδρομές. Τα ¾ των κατοίκων που χρησιμοποιούν τους σταθμούς έρχονται μέσω του οχήματός τους. Συνοψίζοντας τη συγκεκριμένη μελέτη, στον χάρτη του Σχήματος 3-12 απεικονίζονται οι τελικές τοποθεσίες που τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μεγάλα σε αριθμό, όπως και οι υπάρχουσες τοποθεσίες σταθμών φόρτισης (Ai et al., 2018).



Σχήμα 3-12: Χάρτης των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και των κατόχων ηλεκτρικών οχημάτων (Πηγή: Ai et al., 2018).

3.4 Σχετικό νομοθετικό πλαίσιο

3.4.1 Νομοθεσία για τους χώρους στάθμευσης βαρέων οχημάτων

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει συγκεκριμένη νομοθεσία για τις εγκαταστάσεις «park and ride» ή γενικά για κτίρια που κατασκευάζονται χώροι στάθμευσης. Παρόλα αυτά υπάρχει νομοθεσία για εγκαταστάσεις, στις οποίες τα οχήματα που σταθμεύουν είναι βαρέα. Για τις εγκαταστάσεις αυτές ισχύουν τα παρακάτω. Όσον αφορά στις κατηγορίες των σταθμών χωρίζονται σε περιπτώσεις, ανάλογα με την ωφέλιμη επιφάνειά τους (ΦΕΚ Β΄/07.06.2019):

- Μικρού μεγέθους, στους οποίους η ωφέλιμη επιφάνεια δεν ξεπερνά τα 1.000 τετραγωνικά μέτρα.
- Μεσαίου μεγέθους, στους οποίους η ωφέλιμη επιφάνεια είναι μεγαλύτερη από 1.000 τετραγωνικά μέτρα και μικρότερη από 3.500 τετραγωνικά μέτρα.
- Μεγάλου μεγέθους, στους οποίους η ωφέλιμη επιφάνεια είναι μεγαλύτερη από 3.500 τετραγωνικά μέτρα.

Με τον όρο ωφέλιμη επιφάνεια νοείται η επιφάνεια του χώρου στάθμευσης που αποτελείται από την επιφάνεια των θέσεων στάθμευσης και την επιφάνεια των λωρίδων κυκλοφορίας της εγκατάστασης, υπολογίζεται δε ως το άθροισμα των εμβαδών αυτών.

Μία εγκατάσταση «park and ride» όπως είναι λογικό θα κατατάσσεται είτε σε σταθμό μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους. Η νομοθεσία όσον αφορά σε αυτές τις δύο κατηγορίες ορίζει κάποιους περιορισμούς (ΦΕΚ Β΄/07.06.2019).

- Οι εγκαταστάσεις δεν πρέπει να βρίσκονται σε ακτινική απόσταση μικρότερη από 100 μέτρων από νοσοκομείο ή κλινική.

- Σε ακτινική απόσταση μικρότερη των 20 μέτρων από τα όρια του οικοπέδου ή γηπέδου αποθηκών εύφλεκτων ή εκρηκτικών υλικών.
- Η ακτινική απόσταση δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 100 μέτρα από το περίγραμμα ορατών αρχαιολογικών χώρων ή κηρυγμένων μνημείων, τηρουμένων και των διατάξεων περί προστασίας των αρχαιολογικών χώρων.
- Η ακτινική απόσταση δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 100 μέτρα από σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ή από ενοριακούς σταθμούς.
- Το πλησιέστερο σημείο της εισόδου–εξόδου του σταθμού είναι σε απόσταση μικρότερη των 40 μέτρων από φωτεινούς σηματοδότες και ομαδικούς κόμβους.
- Όταν δεν είναι ξεκάθαρα τα μήκη ορατότητας πριν την εγκατάσταση λόγω της οριζοντιογραφίας ή της μηκοτομής της οδού ή λόγω των πλευρικών εμποδίων.

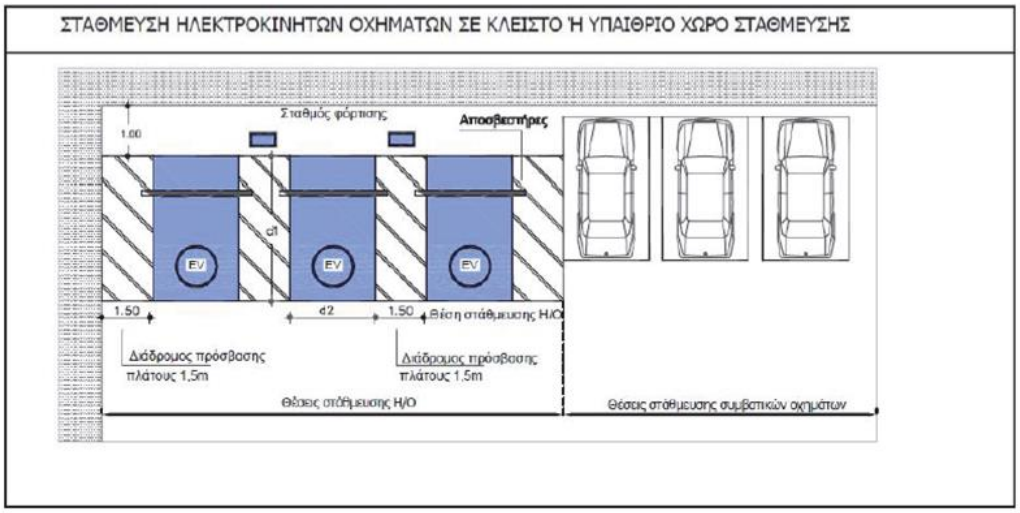
3.4.2 Νομοθεσία για τη χωροθέτηση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων

Σύμφωνα με το ΦΕΚ «Τεχνικές Οδηγίες για τα Σχέδια Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων Σ.Φ.Η.Ο.» (ΦΕΚ Α΄/05.10.2020) είναι ανάγκη η χωροθέτηση ενός σημείου επαναφόρτισης ΗΟ ανά 1.000 κατοίκους. Ειδικότερα τέτοια σημεία πρέπει να βρίσκονται σε υφιστάμενους δημοτικούς χώρους στάθμευσης, στεγασμένους δημοτικούς χώρους στάθμευσης, υφιστάμενες παρόδιες θέσεις στάθμευσης, ελεύθερες και ελεγχόμενης στάθμευσης, ιδίως στα πολεοδομικά κέντρα των δήμων και σε περιοχές αυξημένης επίσκεψης και σε πυκνοδομημένες αστικές περιοχές και τέλος σε νέους υπαίθριους/στεγασμένους χώρους στάθμευσης ή παρόδιες θέσεις στάθμευσης που χωροθετούνται με σκοπό την εγκατάσταση σημείων επαναφόρτισης ΗΟ.

Κατ΄ επέκταση, σύμφωνα με το συγκεκριμένο πρόσφατο ΦΕΚ, η κατασκευή θέσεων στάθμευσης για τα ΗΟ είναι αναγκαία για μία εγκατάσταση park and ride. Όσον αφορά στις

προδιαγραφές των σημείων φόρτισης οι αποδεκτές μέθοδοι φόρτισης είναι η μέθοδος 3 (Mode 3 AC Charging) και η μέθοδος 4 (Mode 4 AC Charging). Για τις περιπτώσεις ατυχημάτων είναι ανάγκη να τοποθετηθεί χειροκίνητος διακόπτης διακοπής ηλεκτρικού ρεύματος σε δύο τουλάχιστον θέσεις. Είναι ανάγκη για χωροταξικούς λόγους, αλλά και οδικής ασφάλειας σε κατάλληλα σημεία πλησίον των θέσεων ναι είναι οριοθετημένες με κράσπεδα. Οι συσκευές φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων είναι ανάγκη να τοποθετηθούν σε τέτοια σημεία έτσι ώστε (ΦΕΚ Α΄/05.10.2020):

- Να μην εμποδίζουν την κυκλοφορία τόσο των εισερχόμενων όσο και των εξερχόμενων οχημάτων, όπως και των πεζών από και προς τις εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης.
- Να μην εμποδίζουν τη λειτουργική διαρρύθμιση και την οριοθέτηση των κύριων και συμπληρωματικών δραστηριοτήτων.
- Οι συσκευές φόρτισης πρέπει να τοποθετούνται το ελάχιστο 4 μέτρα από δεξαμενές καυσίμων υγρών και αέριων.
- Λόγω της μορφής ενέργειας που χρησιμοποιούν τα ΗΟ είναι αναγκαίο να τηρηθούν οι αποστάσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 3-13: Τυπικές θέσεις στάθμευσης ηλεκτρικών οχημάτων (Πηγή: ΦΕΚ Α΄/05.10.2020).

3.4.3 Νομοθεσία για τη στάθμευση οχημάτων

Το ελάχιστο πλάτος των διαδρόμων ανάμεσα από τις θέσεις στάθμευσης πρέπει να είναι 2,25 μέτρα στα ευθύγραμμα τμήματα. Όπως είναι λογικό το πλάτος αυξάνεται στα καμπύλα τμήματα ανάλογα με την ακτίνα στροφής (ΦΕΚ 167/Δ/02.03.1993).

- Για πλάτος καμπύλου διαδρόμου 3,5 μέτρων έχουμε εσωτερική ακτίνα στροφής 3 μέτρων.
- Για πλάτος καμπύλου διαδρόμου 3,4 μέτρων έχουμε εσωτερική ακτίνα στροφής 4 μέτρων.
- Για πλάτος καμπύλου διαδρόμου 3,3 μέτρων έχουμε εσωτερική ακτίνα στροφής 5 μέτρων.
- Για πλάτος καμπύλου διαδρόμου 3,2 μέτρων έχουμε εσωτερική ακτίνα στροφής 6 μέτρων.

- Για πλάτος καμπύλου διαδρόμου 3,1 μέτρων έχουμε εσωτερική ακτίνα στροφής 7 μέτρων.
- Για πλάτος καμπύλου διαδρόμου 3,0 μέτρων έχουμε εσωτερική ακτίνα στροφής 8 μέτρων.
- Για πλάτος καμπύλου διαδρόμου 2,9 μέτρων έχουμε εσωτερική ακτίνα στροφής 9 μέτρων.
- Για πλάτος καμπύλου διαδρόμου 2,8 μέτρων έχουμε εσωτερική ακτίνα στροφής 10 μέτρων.

Όσων αφορά στην οριζόντια σήμανση, το δάπεδο χαράζεται με ανεξίτηλο ειδικό λευκό ή κίτρινο χρώμα σήμανσης οδοστρωμάτων.

Μια τέτοια εγκατάσταση είναι αναγκαίο να πληροί και τι προβλέπει η νομοθεσία για τα άτομα με αναπηρία. Σύμφωνα με τη Νομοθεσία στις 100 θέσεις το 10% πρέπει να προβλέπεται για άτομα με ειδικές ανάγκες. Πέραν των 100 θέσεων, για παράδειγμα στις 150 θέσεις θα πρέπει να προστεθεί ένα 5% από το 10% των 100 θέσεων. Οι θέσεις στάθμευσης έχουν μία βασική διαφορά σε σχέση με τις συμβατικές. Το πλάτος είναι κατά ένα μέτρο μεγαλύτερο δηλαδή στα 3,3 μέτρα, ενώ το μήκος παραμένει στα 5 μέτρα.

Σχετικά με το πλάτος και το μήκος των θέσεων στάθμευσης για μία τέτοια εγκατάσταση δεν υπάρχει κάποια νομοθεσία στην Ελλάδα. Αντιθέτως υπάρχουν κάποιες τυπικές διατάξεις ανάλογα με τη γωνία στάθμευσης στους χώρους στάθμευσης των κτιρίων (ΦΕΚ 167/Δ/02.03.1993).

- Περίπτωση υπό γωνία 0 μοιρών, το ένα όχημα πίσω από το άλλο:

    1) Θέση στάθμευσης 2,50 x 5,50 μέτρων για πλάτος δρόμου 3 μέτρων.
    2) Θέση στάθμευσης 2,00 x 5,50 μέτρων για πλάτος δρόμου 3,50 μέτρων.

- Περίπτωση υπό γωνία 90 μοιρών:

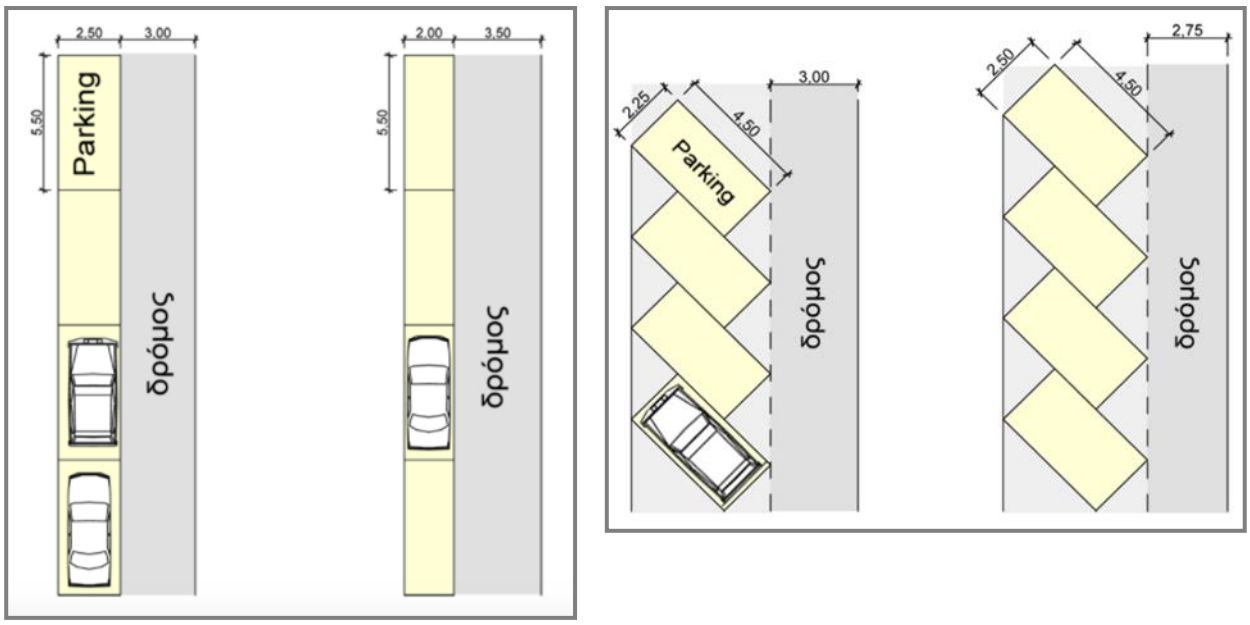
    1) Θέση στάθμευσης 2,25 x 4,50 μέτρων για πλάτος δρόμου 5,40 μέτρων.

    2) Θέση στάθμευσης 2,70 x 4,50 μέτρων για πλάτος δρόμου 4,50 μέτρων.

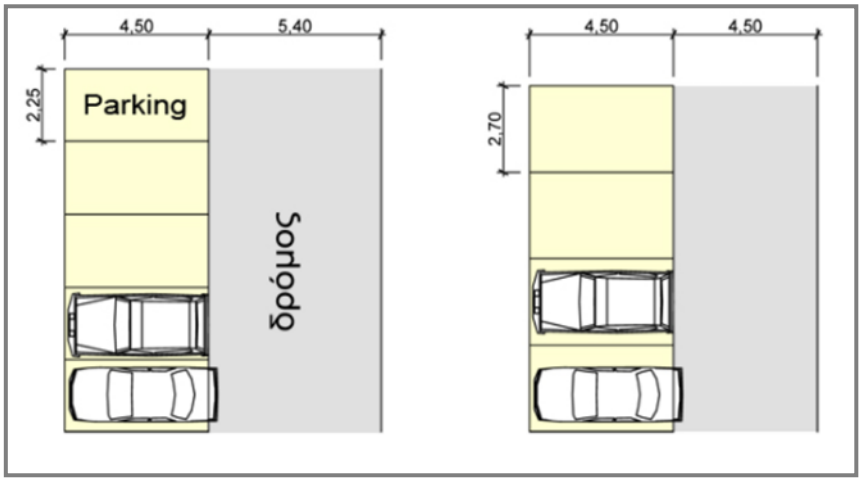
- Περίπτωση υπό γωνία 45 μοιρών:

    1) Θέση στάθμευσης 2,25 x 4,50 μέτρων για πλάτος δρόμου 3 μέτρων.

    2) Θέση στάθμευσης 2,50 x 4,50 μέτρων για πλάτος δρόμου 2,75 μέτρων.



Σχήμα 3-14: Θέσεις στάθμευσης υπό γωνία 0 και 45 μοιρών (Πηγή: ΦΕΚ 167/Δ/02.03.1993).



Σχήμα 3-15: Θέσεις στάθμευσης υπό γωνία 90 μοιρών (Πηγή: ΦΕΚ 167/Δ/02.03.1993).

3.5 Χρήσεις γης

Μια εγκατάσταση «park and ride» χρειάζεται έναν μεγάλο χώρο για να κατασκευασθεί. Ένας τόσο μεγάλος χώρος πολλών τετραγωνικών μέτρων είναι λογικό να κοστίζει ένα μεγάλο χρηματικό ποσό. Γι' αυτόν τον λόγο, πολλές εγκαταστάσεις τοποθετούνται λίγο μακριά σε σχέση με το κέντρο της πόλης. Με αυτόν τον τρόπο η αξία του οικοπέδου είναι μικρότερη με αποτέλεσμα το κόστος του έργου να μειώνεται σε σχετικά μεγάλο βαθμό. Είναι ανάγκη η εγκατάσταση να είναι σε απόσταση τέτοια, ώστε οι χρήστες να έχουν τη δυνατότητα να περπατήσουν ως το κέντρο της πόλης (σε 15 λεπτά).

Μια εγκατάσταση «park and ride» πρέπει να βρίσκεται πάνω σε μία κεντρική κυκλοφοριακή αρτηρία που να οδηγεί στο κέντρο της πόλης. Με αυτόν τον τρόπο οι μετακινήσεις από και προς την εγκατάσταση είναι δυνατόν να γίνονται σε σχετικά μικρό χρόνο. Είναι αναγκαίο οι χρήστες να έχουν εύκολη είσοδο και έξοδο προς την εγκατάσταση. Γι' αυτό χρειάζεται μια ξεχωριστή λωρίδα κυκλοφορίας για την ασφαλή είσοδο και έξοδο των οχημάτων. Για την ασφαλή έξοδο και είσοδο των οχημάτων η εγκατάσταση πρέπει να

διαθέτει και την κατάλληλη οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση. Επίσης, σε αυτές τις κεντρικές αρτηρίες πρέπει να βρίσκονται στάσεις του αστικού ΚΤΕΛ με ανάλογα ή αποκλειστικά δρομολόγια που να εξυπηρετούν το σύνολο των χρηστών. Όσον αφορά στις μεγάλες πόλεις είναι αναγκαίο να υπάρχει κοντά σταθμός του μετρό προκειμένου να εξυπηρετούνται εύκολα και γρήγορα οι χρήστες.

Η τοποθεσία που θα κατασκευασθεί η εγκατάσταση έχει στρατηγικό ρόλο στην βραχυχρόνια και μακροχρόνια λειτουργία της. Η τοποθεσία πρέπει να εξυπηρετεί τόσο τους πολίτες μια πόλης, όσο και αυτούς που μετακινούνται σε αυτήν για λόγους εργασίας.

Με την εισαγωγή των ηλεκτρικών οχημάτων στην καθημερινότητα η εγκατάσταση πρέπει να περιέχει ειδικές θέσεις στάθμευσης γι' αυτά τα οχήματα. Οπότε, μερικές θέσεις στάθμευσης θα δεσμευτούν γι' αυτόν τον σκοπό. Σύμφωνα με τη νομοθεσία υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά στην τοποθεσία της εγκατάστασης. Είναι αναγκαίο να υπάρξουν κατάλληλες θέσεις στάθμευσης για τα άτομα με ειδικές ανάγκες, όπως επίσης ορίζει η κατάλληλη νομοθεσία.

Είναι προφανές ότι μια τέτοια μεγάλη εγκατάσταση θα έχει ως αποτέλεσμα την αναβάθμιση της γύρω περιοχής. Αναμένεται να προσελκύσει νέες επιχειρήσεις με σκοπό να εξυπηρετούν τους χρήστες. Από την άλλη πλευρά όμως είναι πιθανόν μια τέτοια αναβάθμιση να αυξήσει την εγκληματικότητα γύρω από την περιοχή. Γι' αυτό είναι αναγκαίο να υπάρχει κατάλληλος φωτισμός σε όλα τα σημεία που θεωρούνται επικίνδυνα. Επίσης, πρέπει να υπάρχει και ασφάλεια γύρω από τον χώρο. Με αυτόν τον τρόπο θα αποτραπούν οι εγκληματικές πράξεις, θα φυλάσσεται ο χώρος, και κατ' επέκταση, οι εργαζόμενοι, οι κάτοικοι των γύρω περιοχών και οι χρήστες θα νιώθουν ασφαλείς να χρησιμοποιήσουν την εγκατάσταση και να σταθμεύσουν το όχημά τους.

Κεφάλαιο 4 Μελέτη περίπτωσης

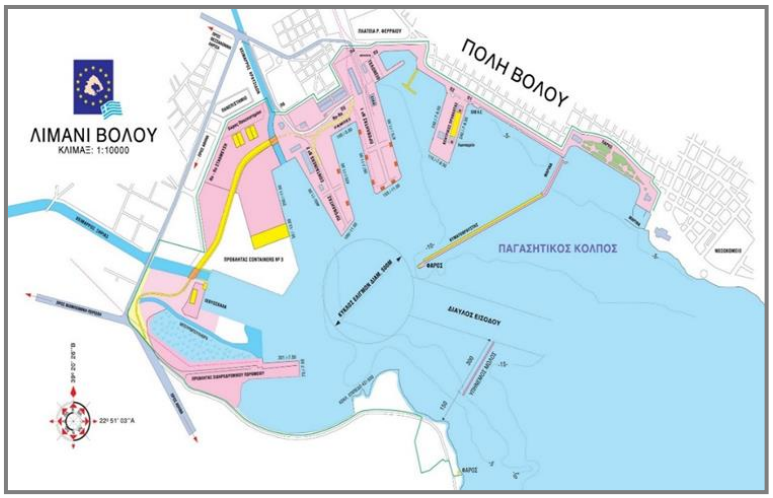
Σε αυτό το Κεφάλαιο παρουσιάζεται η μελέτη περίπτωσης που εξετάσθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία και αφορά στη διερεύνηση της σκοπιμότητας κατασκευής και λειτουργίας εγκαταστάσεων «park and ride» στην ευρύτερη περιοχή της πόλης του Βόλου.

4.1 Περιοχή μελέτης

Ο Δήμος Βόλου είναι Δήμος της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Αποτελείται από τους Δήμους Βόλου, Νέας Ιωνίας, Πορταριάς, Μακρινίτσας, Νέας Αγχιάλου, Ιωλκού, Αγριάς, Αρτέμιδας και Αισωνίας. Οι μόνιμοι κάτοικοι υπολογίζονται περίπου στους 125.000 χιλιάδες και η συνολική έκταση που καλύπτει είναι 385,614 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Η πόλη του Βόλου βρίσκεται σε πλεονεκτική θέση σχετικά με πολλές πόλεις της Ελλάδας, καθώς βρίσκεται στην ενδιάμεση θέση της απόστασης Αθήνας–Θεσσαλονίκης και έχει πρόσβαση στον αυτοκινητόδρομο Πάτρα-Αθήνα-Θεσσαλονίκη-Εύζωνοι (ΠΑΘΕ). Διαθέτει λιμάνι και είναι σε κοντινή απόσταση από το βουνό του Πηλίου. Ο προσανατολισμός της πόλης χαρακτηρίζεται είτε παράλληλος προς την θάλασσα είτε κάθετος σε αυτή. Όσον αφορά στον πρώτο προσανατολισμό, οι λεωφόροι Ιάσονος και Δημητριάδος είναι οι δύο κεντρικές αρτηρίες που διασχίζουν την πόλη. Όσον αφορά στον κάθετο προσανατολισμό, οι κεντρικές αρτηρίες είναι η Βενιζέλου και η Κ. Καρτάλη (Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών ΣΒΑΚ Βόλου, 2019).

Το λιμάνι του Βόλου βρίσκεται εσωτερικά του Παγασητικού κόλπου προστατευόμενο λόγω της γεωγραφίας και είναι εκτεθειμένο μόνο στους ανέμους. Η έκτασή του είναι 300.000 τετραγωνικά μέτρα. Έχει καθοριστικό ρόλο τόσο στην πόλη όσο και στη Θεσσαλία γενικά. Ο χαρακτήρας του είναι εμπορικός και τουριστικός. Συγκεκριμένα, διαθέτει πέντε προβλήτες μεικτής χρήσης, τόσο εμπορευματικής, όσο και επιβατικής. Η κεντρική προβλήτα είναι 33.394 τετραγωνικά μέτρα και το μέγιστο μήκος του κρηπιδώματος είναι 240 μέτρα. Το μέγιστο βάθος είναι 8,5 μέτρα και επί αυτού βρίσκεται το λιμεναρχείο και ο κεντρικός χώρος στάθμευσης. Στο χώρο του λιμανιού υπάρχουν εγκατεστημένοι 9 ηλεκτροκίνητοι γερανοί. Οι έξι από αυτούς είναι δυναμικότητας 8 τόνων στα 20 μέτρα. Ένας είναι δυναμικότητας 25 τόνων στα 20 μέτρα. Ένας είναι δυναμικότητας 27 τόνων στα 17 μέτρα. Ένας (ο οποίος χρησιμοποιείται για φορτοεκφόρτωση κοντέινερ) είναι δυναμικότητας 40 τόνων στα 25 μέτρα (www.port-volos.gr).

Το σημείο, στο οποίο βρίσκεται το λιμάνι του Βόλου είναι κομβικό, καθώς από εκεί αναχωρούν επιβάτες και εμπορεύματα για τις Βόρειες Σποράδες. Γενικά ο Βόλος έχει σχεδιαστεί δίπλα από το λιμάνι, οπότε η σύνδεσή του με την πόλη είναι σημαντική.



Σχήμα 4-1: Λιμένας Βόλου (Πηγή: www.port-volos.gr).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου βρίσκεται το μοναδικό αεροδρόμιο της Θεσσαλίας. Οι κινήσεις που πραγματοποιούνται στο αεροδρόμιο έχουν επιβατικό σκοπό και συγκεκριμένα τουριστικό. Είναι ένα εποχιακό αεροδρόμιο, το οποίο λειτουργεί από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο. Οι επιβάτες κατά μεγάλο ποσοστό κατάγονται από τη Γαλλία. Οι υπόλοιποι επιβάτες έρχονται με κύριο σκοπό να επισκεφθούν το Πήλιο και τις γύρω περιοχές. Ο ρόλος του είναι σημαντικός, καθώς είναι το μοναδικό αεροδρόμιο που συνδέει τον Βόλο και τις γύρω περιοχές με την υπόλοιπη χώρα, αλλά και την Ευρώπη.

Το σιδηροδρομικό δίκτυο της περιοχής αποτελείται από μία κανονική γραμμή Βόλου–Λάρισας. Συνδέει τον Βόλο με τη Λάρισα οπότε και με την κύρια γραμμή, η οποία είναι η Αθήνα–Θεσσαλονίκη. Η τουριστική γραμμή Βόλου–Μηλεών είναι μονή, εύρους 60 εκατοστών και 28 χιλιομέτρων. Η κατασκευή του τελείωσε το 1902 και διακόπηκε η λειτουργεία της γραμμής το 1971. Επαναλειτούργησε το 1996 εκτελώντας τη διαδρομή Άνω Λεχώνια–Μηλιές για τουριστικούς σκοπούς κυρίως την άνοιξη και το καλοκαίρι (https://www.ose.gr/el/).

Όσον αφορά στο οδικό δίκτυο του Βόλου, σε γενικές γραμμές χαρακτηρίζεται επαρκές. Συνδέει τις περιοχές μεταξύ τους, αλλά και με το εθνικό δίκτυο. Το κέντρο του Βόλου αποτελείται από στενούς δρόμους με ελάχιστο χώρο για στάθμευση. Είναι συχνό το φαινόμενο της παράνομης στάθμευσης στο κέντρο του της πόλης. Ως αποτέλεσμα της παράνομης στάθμευσης συχνά δημιουργούνται φαινόμενα κυκλοφοριακής συμφόρησης. Λόγω της παράνομης στάθμευσης, πολλά οχήματα δεν έχουν τον κατάλληλο χώρο προκειμένου να διασχίσουν έναν στενό δρόμο στο κέντρο της πόλης. Άλλο ένα σημαντικό θέμα είναι ότι τα άτομα με προβλήματα κινητικότητας, έχουν καθημερινά προβλήματα

μετακίνησης, καθώς τα οχήματα σταθμεύουν σε ειδικούς χώρους προέλευσης των ατόμων με ειδικές ανάγκες.

Είναι σημαντική η αναφορά στον ποδηλατόδρομο της πόλης, καθώς βρίσκεται μόνο κατά μήκος της παραλίας του Βόλου. Η πόλη χαρακτηρίζεται για τις λιγοστές ανηφόρες που μπορεί κάποιος να συναντήσει. Γενικά, η πόλη είναι επίπεδη οπότε είναι κατάλληλη για μετακινήσεις με ποδήλατο. Δυστυχώς όμως δεν υπάρχουν υποδομές για ποδηλατόδρομο με αποτέλεσμα οι ποδηλάτες να μετακινούνται μαζί με τα οχήματα στον δρόμο.

Σχήμα 4-2: Ποδηλατόδρομος Βόλου (Πηγή: www.openstreetmap.org).

Σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι κάτοικοι της πόλης σε σχέση με την κινητικότητα, είναι τα ακόλουθα:

- Οι αστικές συγκοινωνίες δεν προσφέρουν συχνά δρομολόγια.
- Έλλειψη κεντρικών χώρων στάθμευσης με την κατάλληλη χωρητικότητα.
- Οι πολίτες δεν είναι εξοικειωμένοι με την ιδέα της μετακίνησης με το ποδήλατο, τα ΜΜΜ και με άλλους τρόπους μετακίνησης.
- Η πόλη δεν διαθέτει υποδομές όσον αφορά στους ποδηλατόδρομους και τα πεζοδρόμια.

- Το αστικό ΚΤΕΛ δεν διαθέτει ηλεκτρικά οχήματα για τις περιοχές στο κέντρο του Βόλου, στο οποίο οι δρόμοι είναι στενοί.
- Άγνοια και μη σωστή πληροφόρηση των πολιτών για τα θέματα της βιώσιμης αστικής κινητικότητας.
- Αυξημένος κυκλοφοριακός φόρτος και ειδικότερα στο κέντρο της πόλης λόγω των λειτουργίας πολλών δημόσιων υπηρεσιών και της αυξημένης χρήσης του ιδιωτικού οχήματος.

Σε γενικές γραμμές το οδικό δίκτυο του Βόλου αντιμετωπίζει πολλά προβλήματα. Είναι επιτακτική ανάγκη πλέον ένα σχέδιο συνδυασμού των μεταφορών με σκοπό να εξυπηρετούνται εύκολα και γρήγορα οι κάτοικοι. Έτσι θα υπάρξει μείωση στους ατμοσφαιρικούς ρύπους, αύξηση των κατοίκων που χρησιμοποιούν τα ΜΜΜ για τη μετακίνησή τους. Επιπλέον, με το ποσοστό αύξησης των μετακινούμενων με τα ΜΜΜ, τίθεται θέμα για τη δημιουργία μιας γραμμής ηλεκτρικού τραμ, καθώς και των ποδηλατοδρόμων με σκοπό την ενίσχυση των εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης.

4.2 Αστικό ΚΤΕΛ Βόλου

Το αστικό ΚΤΕΛ Βόλου αποτελείται από 13 γραμμές με 460 στάσεις και 54 οχήματα με σκοπό να εξυπηρετήσουν τους πολίτες του Βόλου και να καλύψει όλο το πολεοδομικό συγκρότημα. Ο κεντρικός σταθμός βρίσκεται στη δυτική είσοδο της πόλης και κοντά στον χώρο των πανεπιστημίων. Το ΚΤΕΛ αναλαμβάνει επίσης τη μετακίνηση των εργαζομένων στα εργοστάσια της περιοχής, όπως και των μαθητών προς τα σχολεία τους. Οι τιμές στα εισιτήρια είναι 1,10 ευρώ το ολόκληρο και 1,50 ευρώ το επιβαρυμένο. Το μειωμένο χρεώνεται 0,60 ευρώ και 1,00 ευρώ το επιβαρυμένο. Τέλος, το φοιτητικό κοστίζει 0,80 ευρώ

και 1,00 ευρώ το επιβαρυμένο. Με τον όρο επιβαρυμένο νοείται να εκδόσει κάποιος εισιτήριο από τον οδηγό του λεωφορείου την ώρα που εκτελείται η διαδρομή (www.astikovolou.gr).

Σχήμα 4-3: Δρομολόγια αστικού ΚΤΕΛ Βόλου (Πηγή: www.openstreetmap.org).

4.3 Καταγραφή οργανωμένων χώρων στάθμευσης στο κέντρο της πόλης

Ο Πίνακας 4-1 συνοψίζει το ωράριο λειτουργίας, τις ώρες αιχμής και το κόστος των κεντρικών οργανωμένων χώρων στάθμευσης που βρίσκονται στο κέντρο του Βόλου.

Αξίζει να γίνει αναφορά στη μοναδική εγκατάσταση «park and ride» που διαθέτει ο Βόλος, η οποία είναι το «Cityzen Parking» που βρίσκεται στο Τελωνείο και λειτουργεί από τον Οκτώβριο του 2019. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να σταθμεύσει το όχημά του και με το εισιτήριο εισόδου, λαμβάνει δύο δωρεάν εισιτήρια για το Αστικό ΚΤΕΛ Βόλου. Η εγκατάσταση δεν λειτουργεί σε 24ώρη βάση και δεν λειτουργεί τις Κυριακές (https://www.cityzen.com.gr/).

Πίνακας 4-1: Σύνοψη πληροφοριών για κεντρικούς χώρους στάθμευσης.

Επωνυμία χώρου στάθμευσης	**Ωράριο λειτουργίας**	**Ώρες αιχμής**	**Κόστος (ενδεικτικά)**
Volos Park, Όγλ 29	24ώρο	09:00-15:00, 18:00-21:00	2,40 ευρώ για μια ώρα, 4,90 ευρώ για δύο ώρες, 6,40 ευρώ για τρεις ώρες και στη συνέχεια η κάθε επιπλέον ώρα χρεώνεται +0,80 ευρώ, οι 24 ώρες κοστίζουν 18,50 ευρώ, ενώ η μηνιαία συνδρομή 150 ευρώ.
Parking Λιμένα Βόλου, Αργοναυτών 24	24ώρο	09:00-15:00, 18:00-21:00	3 ευρώ τις δύο πρώτες ώρες και στη συνέχεια +1 ευρώ για κάθε επιπλέον ώρα.
Parking Auto Inn, Βενιζέλου 53	08:00-22:30	09:00-15:00, 18:00-21:00	5 ευρώ για κάθε ώρα, 120 ευρώ ο μήνας και 10 ευρώ οι 24 ώρες.
Parking Παπαδιαμάντη, Πάρκο Ρ. Φεραίου	24ώρο	09:00-15:00, 18:00-21:00	0,5 ευρώ η μία ώρα και 1 ευρώ οι δύο. Σε αυτόν τον χώρο στάθμευσης μπορεί ο χρήστης να σταθμεύσει το όχημά του το πολύ μέχρι δύο ώρες.
Σταθμός Αυτοκινήτων Βόλου, Αλμυρού 1-7	24ώρο	-	0,8 ευρώ για κάθε ώρα από τις 07:00 – 22:00 και 0,5 ευρώ την ώρα μετά τις 22:00.
Parking Γεροβασίλη, Σπυρίδη 89α	07:00-15:00	09:00-15:00	2,5 ευρώ για μία ώρα, 4,2 ευρώ για δύο ώρες, 5,2 ευρώ για τρεις ώρες και στη συνέχεια η κάθε επιπλέον ώρα χρεώνεται με +1 ευρώ.
Δημοτικό Parking Βόλου, Γαμβέτα-Ερμού	24ώρο	09:00-15:00, 18:00-21:00	Δωρεάν

4.4 Ζητήματα κινητικότητας στην πόλη του Βόλου

Είναι λογικό ότι η ιδιοκτησία οχήματος επηρεάζει τις μετακινήσεις των πολιτών. Το χρονικό διάστημα 2017–2019, οι κάτοχοι αυτοκινήτων αυξήθηκαν σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (ΕΛΣΑΤ) το διάστημα από το 2017–2018 η αύξηση των ιδιωτικών οχημάτων στην Ελλάδα αυξήθηκε κατά 27,6%, ενώ από το 2018–2019 παρατηρήθηκε μικρότερη αύξηση της τάξεως του 8,8%, οπότε το συμπέρασμα είναι ότι λόγω αύξησης των οχημάτων που κυκλοφορούν θα αυξηθεί και η ζήτηση για οδικές μεταφορές (https://www.statistics.gr/).

Το 2019, στο πλαίσιο σύνταξης του Εθνικού Στρατηγικού Σχεδίου Μεταφορών έγιναν μετρήσεις του κυκλοφοριακού φόρτου στο οδικό δίκτυο της Ηπειρωτικής Ελλάδας. Οι μετρήσεις που έγιναν οδήγησαν στον προσδιορισμό του λόγου φόρτου/ικανότητας. Ο λόγος αυτός στην περιοχή μελέτης της Μαγνησίας είναι σχετικά μικρός και κυμαίνεται μεταξύ του 0,25–0,50. Αυτό σημαίνει ότι το οδικό δίκτυο είναι σε θέση να ανταπεξέλθει στον κυκλοφοριακό φόρτο μέχρι τώρα (Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Μεταφορών της Ελλάδας, 2019).

Όσον αφορά στο Υπεραστικό ΚΤΕΛ Βόλου, για το πρώτο εξάμηνο του έτους 2018, οι περισσότερες μετακινήσεις έγιναν σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Λάρισα. Αυτό είναι λογικό, καθώς ο Βόλος είναι μια πόλη με μεγάλο αριθμό φοιτητών, οπότε και προέκυψαν αυτές οι μετακινήσεις για άλλες μεγάλες πόλεις. Στον Πίνακα 4-2 φαίνεται συγκεντρωτικά ο αριθμός των επιβατών για το πρώτο εξάμηνο του 2018 (https://ktelvolou.gr/).

Πίνακας 4-2: Αριθμός επιβατών του Αστικού ΚΤΕΛ Βόλου για το έτος 2018 (Πηγή: https://ktelvolou.gr/).

Δρομολόγιο	**Αριθμός επιβατών**
Βόλος-Αθήνα	62053
Αθήνα-Βόλος	59602
Βόλος-Θεσσαλονίκη	48590
Θεσσαλονίκη-Βόλος	48277
Βόλος-Κοζάνη	3136
Βόλος-Λάρισα	33034
Βόλος-Πάτρα	2351
Βόλος-Τρίκαλα	13823
Σύνολο	270866

Οι κύριες και μεγαλύτερες κυκλοφοριακές αρτηρίες του Βόλου είναι η Δημητριάδος, η Ιάσωνος, η Βενιζέλου, η Κ. Καρτάλη και η Αναλήψεως. Οι αρτηρίες αυτές δέχονται τον περισσότερο κυκλοφοριακό φόρτο τις ώρες αιχμής. Επίσης ο φόρτος αυτός αυξάνεται τους τουριστικούς μήνες, καθώς πολλοί τουρίστες διέρχονται από την πόλη. Σύμφωνα με την έρευνα που έγινε για το Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Μεταφορών, το οδικό δίκτυο της περιοχής μπορεί να έχει χαμηλό ποσοστό φόρτου/ικανότητας, όμως οι αρτηρίες αυτές δέχονται μεγάλο φόρτο.

Το Υπεραστικό ΚΤΕΛ Βόλου συμβάλει στην αύξηση της κυκλοφορίας, καθώς τα δρομολόγια με την μεγαλύτερη ζήτηση είναι αυτά της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης. Τους καλοκαιρινούς μήνες με τη λειτουργία του αεροδρομίου της Αγχιάλου ο κυκλοφοριακός φόρτος αυξάνεται, καθώς οι κύριοι προορισμοί είναι το Πήλιο, οι Σποράδες, ο Βόλος και σε έναν μικρότερο βαθμό η Εύβοια. Ο λιμένας του Βόλου έχει και αυτός μεγάλη επιρροή, καθώς η ενδοχώρα του είναι μεγάλη. Το αποτέλεσμα είναι τα εμπορεύματα που έρχονται με τα φορτηγά πλοία να πρέπει να μεταφερθούν με φορτηγά οχήματα. Οπότε, ο κυκλοφοριακός

φόρτος των οδών αυτών να καταπονείται ακόμα περισσότερο. Επίσης συμβάλει και το γεγονός ότι πολλοί επισκέπτες θέλουν να επισκεφθούν τις Σποράδες και το κοντινότερο λιμάνι είναι του Βόλου. Τέλος, η γραμμή του τρένου Λάρισα–Βόλος εξυπηρετεί καθημερινά τους πολίτες και τους φοιτητές. Η τοποθεσία που βρίσκεται πριν την συμβολή των οδών Ιάσωνος και Βενιζέλου προτρέπει τους επισκέπτες να χρησιμοποιήσουν τις οδούς αυτές.

4.5 Προσέγγιση χωροθέτησης εγκαταστάσεων «park and ride» στην πόλη του Βόλου

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των βέλτιστων τοποθεσιών είναι κυρίως εμπειρικές και εντοπίστηκαν μέσω της βιβλιογραφίας από διάφορους ερευνητές. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μεταβλητές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την πόλη του Βόλου και σε περίπτωση που χρησιμοποιηθούν σε άλλες πόλεις θα πρέπει να προσαρμοστούν κατάλληλα. Δηλαδή είναι ανάγκη να διερευνηθεί το οδικό δίκτυο της πόλης, οι αστικές συγκοινωνίες, ο πληθυσμός, καθώς και οι άλλοι τρόποι μετακίνησης,

Για τη συγκεκριμένη περίπτωση μελέτης, λήφθηκαν υπόψη και οι διάφοροι περιορισμοί που προέκυψαν από την ισχύουσα νομοθεσία στην Ελλάδα για εγκαταστάσεις τέτοιου βελησνεκούς που έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο Κεφάλαιο. Συγκεντρωτικά, οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό την εύρεση των βέλτιστων τοποθεσιών στην πόλη του Βόλου είναι οι εξής:

- Η απόσταση της εγκατάστασης να μην απαιτεί περισσότερο χρόνο από 10–15 λεπτά με περπάτημα από το κέντρο. Δηλαδή, αυτό μεταφράζεται σε περίπου 400 μέτρα.
- Είναι σημαντικό να βρίσκονται σε κύριες αστικές αρτηρίες των πόλεων. Καθώς η αστική συγκοινωνία είναι εύκολα προσβάσιμη. Ο χρόνος από την εγκατάσταση προς

το κέντρο θα πρέπει να είναι σχετικά μικρός. Οι πολίτες μπορούν έτσι να έχουν εύκολη πρόσβαση και έξοδο από την εγκατάσταση.

- Αν είναι δυνατόν να βρίσκονται κοντά σε σταθμούς σιδηρόδρομου, διότι έτσι οι χρήστες μπορούν να εξυπηρετηθούν εύκολα και γρήγορα.
- Είναι ανάγκη να υπάρχει στάση λεωφορείων κοντά με σκοπό την εύκολη μετακίνηση των πολιτών προς το κέντρο της πόλης. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε περιπτώσεις που οι εγκαταστάσεις δεν είναι κοντά σε στάσεις, τότε μπορεί να προστεθεί μια επιπρόσθετη στάση ή να υπάρχει ένα δρομολόγιο που να εξυπηρετεί αποκλειστικά τη μεταφορά των πολιτών από και προς την εγκατάσταση.
- Τέλος, όσον αφορά στις εγκαταστάσεις που είναι κοντά σχετικά με το κέντρο, η απόσταση δεν πρέπει να ξεπερνά τα 4,8 χιλιόμετρα. Αυτό γίνεται κυρίως για να αποφευχθεί η κίνηση που μπορεί να προκύψει στις ώρες αιχμής.

Όπως αναφέρθηκαν οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των τοποθεσιών πρέπει να αναφερθούν και κάποιοι περιορισμοί που ελήφθησαν υπόψη. Λόγω του μεγέθους της εγκατάστασης είναι ανάγκη να μην βρίσκεται κοντά σε σχολεία, νοσοκομεία και αποθήκες που φυλάσσονται εύφλεκτα υλικά.

Συμπληρωματικά με τα παραπάνω στοιχεία που συλλέχθηκαν από τη βιβλιογραφία, στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, σχεδιάσθηκε και πραγματοποιήθηκε έρευνα ερωτηματολογίου με θέμα «Λειτουργία σταθμού στάθμευσης και μετεπιβίβασης στις σύγχρονες πόλεις». Ο σκοπός της έρευνας ήταν η καταγραφή των απόψεων και των προθέσεων των μετακινούμενων να ενσωματώσουν τη χρήση μιας εγκατάστασης «park and ride» στις καθημερινές τους μετακινήσεις.

Αναλυτικά, η έρευνα ερωτηματολογίου και τα βασικά ευρήματά της παρουσιάζονται στο επόμενο Υπο-κεφάλαιο.

4.6 Έρευνα ερωτηματολογίου

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η δομή του ερωτηματολογίου, η συλλογή των δεδομένων και τα βασικά αποτελέσματα που προέκυψαν.

4.6.1 Διαμόρφωση ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο διαμορφώνεται με 23 ερωτήσεις κλειστού τύπου και απαρτίζεται από 3 μέρη. Συγκεκριμένα πριν αρχίσει το πρώτο μέρος έγινε μια μικρή εισαγωγή στο τι είναι μια εγκατάσταση «park and ride» και ποιος είναι ο σκοπός της. Επίσης, προσδιορίσθηκαν οι όροι «πρώτο» και «τελευταίο» μίλι.

Στη συνέχεια, το πρώτο μέρος αποτελείται από ερωτήσεις γενικές που αναφέρονται στον τρόπο που μετακινούνται οι ερωτηθέντες και στον λόγο μετακίνησής τους μέσα στην πόλη. Συγκεκριμένα, οι πρώτες δύο ερωτήσεις είναι για τον σκοπό μετακίνησης των πολιτών μέσα στην πόλη και το μέσο με το οποίο πραγματοποιείται η μετακίνηση. Οι επόμενες ερωτήσεις είναι για τον χρόνο εύρεσης θέσης στάθμευσης και ο χρόνος που απαιτείται. Ύστερα πραγματοποιούνται ερωτήσεις που σχετίζονται με τον τύπο του οχήματος που διαθέτουν οι ερωτηθέντες.

Το δεύτερο μέρος αποτελείται από ερωτήσεις που αφορούν στις εγκαταστάσεις «park and ride», καθώς και στη γνώμη των ερωτηθέντων για διάφορες περιπτώσεις σχετικές με τις εγκαταστάσεις. Οι πρώτες δύο ερωτήσεις αναφέρονται στο αν κάποιος έχει χρησιμοποιήσει μια τέτοια εγκατάσταση και αν είναι πρόθυμος να χρησιμοποιήσει έναν σταθμό μετεπιβίβασης. Οι επόμενες ερωτήσεις διενεργούνται από 5-μερή κλίμακα από το «Διαφωνώ έντονα» έως το «Συμφωνώ απόλυτα» και αναφέρουν διάφορες υπηρεσίες που μπορούν να προσφέρουν οι σταθμοί μετεπιβίβασης, ώστε να είναι ελκυστικοί. Στο ίδιο μέρος γίνονται και

ειδικά οι ερωτήσεις που αφορούν σε μία εγκατάσταση «park and ride» στην πόλη του Βόλου. Επίσης και εδώ οι ερωτήσεις αναπτύσσονται από το «Διαφωνώ έντονα» έως το «Συμφωνώ απόλυτα». Τέλος, όσον αφορά στο δεύτερο μέρος, συγκεκριμένη ερώτηση αναφέρεται στο κόστος που θα ήταν πρόθυμοι οι πολίτες να διαθέσουν για να χρησιμοποιήσουν μια τέτοια εγκατάσταση.

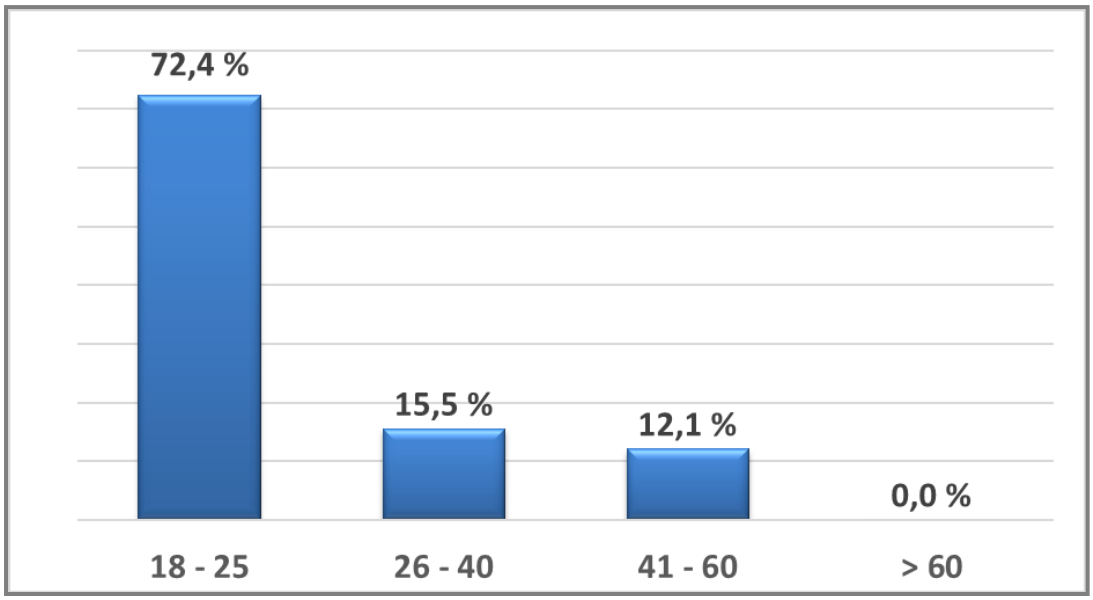
Τέλος, στο τρίτο και τελευταίο μέρος του ερωτηματολογίου καταγράφονται τα δημογραφικά στοιχεία των ερωτηθέντων όπως φύλο, ηλικία, εισόδημα, μορφωτικό επίπεδο και απασχόληση.

4.6.2 Συλλογή δεδομένων

Το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε ηλεκτρονικά στην πλατφόρμα «SurveyMonkey» με σκοπό να απαντηθεί από όσα περισσότερα άτομα γίνεται και ιδιαίτερα από τον Βόλο. Αρχικά έγινε πιλοτική εφαρμογή και στη συνέχεια οι απαντήσεις συλλέχθηκαν από την ίδια πλατφόρμα και δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων σε ένα υπολογιστικό φύλο Excel. Με βάση το πρόγραμμα αυτό διεξήχθησαν αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής.

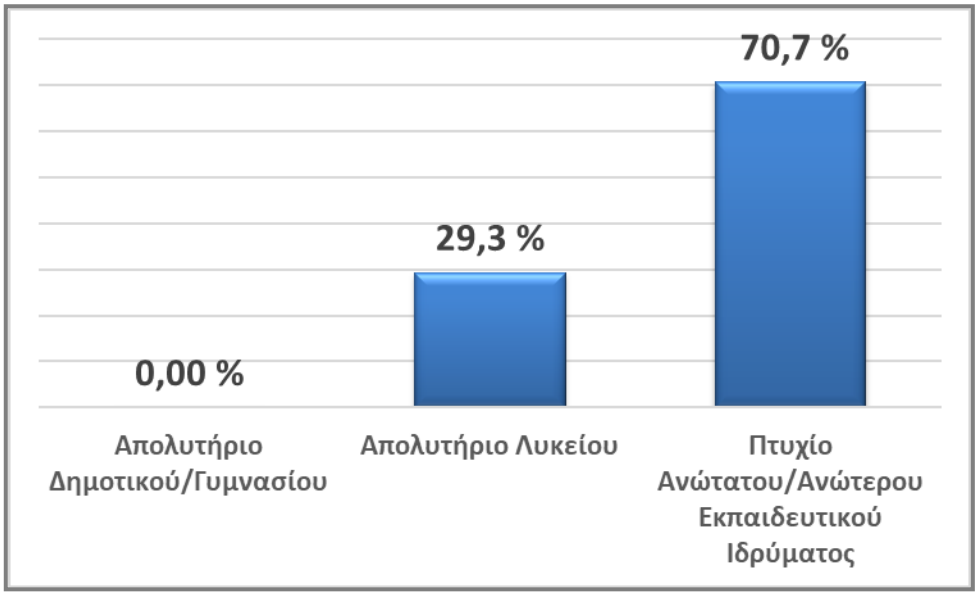
4.6.3 Αποτελέσματα

Το παρόν ερωτηματολόγιο απαντήθηκε συνολικά από 58 άτομα εκ των οποίων οι 39 ήταν άνδρες και οι 19 γυναίκες. Η πλειοψηφία του δείγματος ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 18 με 25 ετών και ένα μικρότερο ποσοστό ανήκει στις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες.

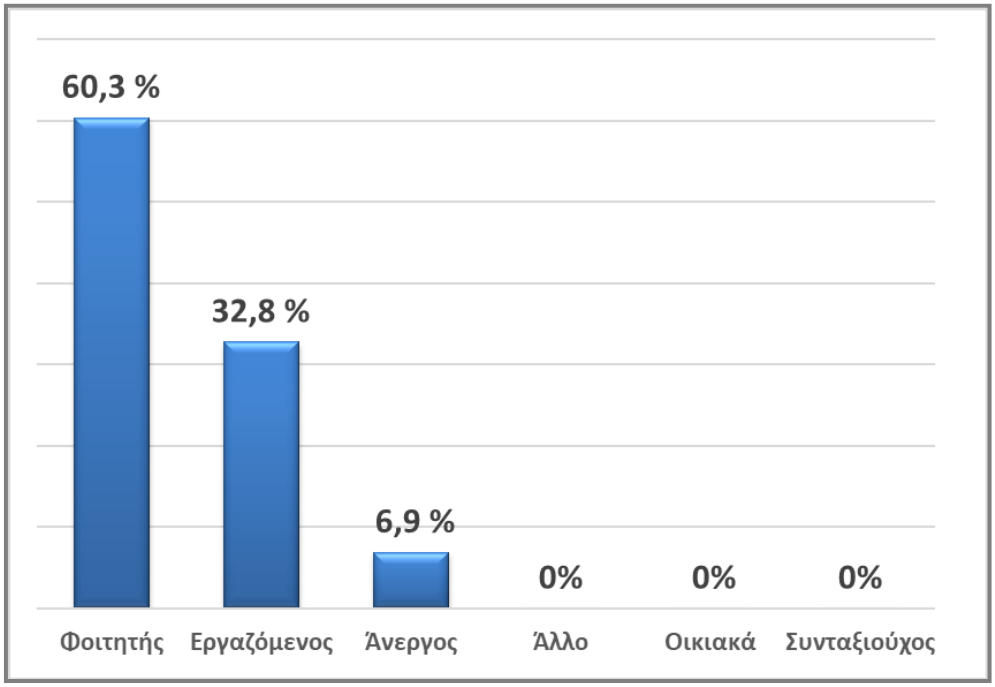


Σχήμα 4-4: Ηλικία ερωτηθέντων.

Όσον αφορά στο μορφωτικό επίπεδο των ερωτηθέντων, το 70,7% κατέχει πτυχίο ανώτερου εκπαιδευτικού ιδρύματος και το 29,3% απολυτήριο λυκείου (Σχήμα 4-5). Η απασχόληση των ερωτηθέντων μοιράζεται στο 60,3% φοιτητές, 32,8% εργαζόμενοι και μόλις το 6,9% άνεργοι (Σχήμα 4-6).



Σχήμα 4-5: Επίπεδο εκπαίδευσης ερωτηθέντων.



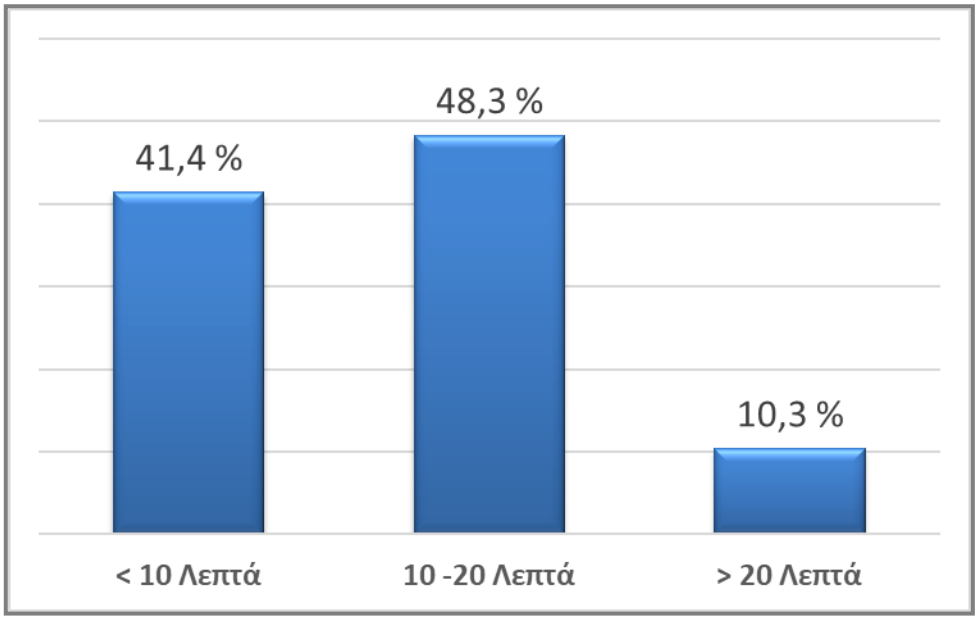
Σχήμα 4-6: Απασχόληση ερωτηθέντων.

Το οικογενειακό εισόδημα των ερωτηθέντων ήταν κατά κύριο λόγο μεγαλύτερο των 1.500 ευρώ με ποσοστό 39,7%. Το 31% δήλωσε οικογενειακό εισόδημα από 1.000 έως 1.500 ευρώ και το υπόλοιπο 29,3% εισόδημα μικρότερο των 1.000 ευρώ.

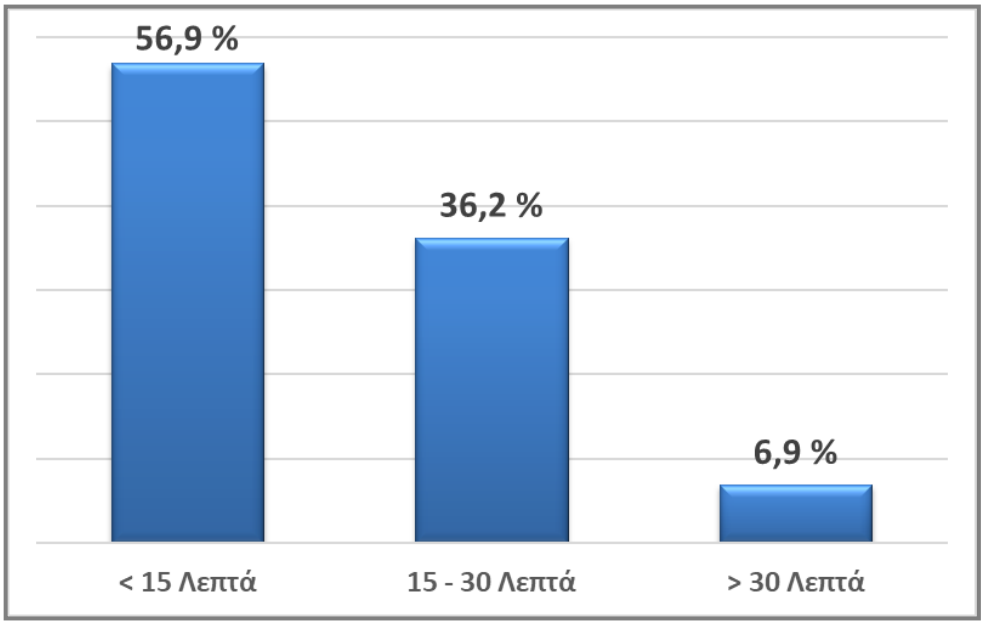
Το παρόν ερωτηματολόγιο απαντήθηκε κυρίως από άτομα τα οποία έχουν ως τόπο διαμονής τον Βόλο, όπως φαίνεται από τις απαντήσεις στην αντίστοιχη ερώτηση. Αυτό το συμπέρασμα είναι επιτρεπτό στην έρευνα αυτή, καθώς η πόλη του Βόλου αποτελεί το πεδίο έρευνας της παρούσας της διπλωματικής εργασίας.

Οι ερωτηθέντες στο μεγαλύτερο ποσοστό χρησιμοποιούν το αυτοκίνητό τους για τη μετακίνησή τους με ποσοστό 41,4%. Αμέσως μετά είναι το ποδήλατο με 37,9% και στη συνέχεια είναι τα λεωφορεία και τα δίκυκλα με ποσοστό 12,1% και 6,9%, αντίστοιχα. Τέλος, δηλώθηκε άλλο μέσο με 1,7%. Αυτό που έχει μεγάλη σημασία είναι πως ο χρόνος εύρεσης χώρου στάθμευσης είναι 10 με 20 λεπτά και αυτό προκύπτει από το 48,3% των ερωτηθέντων. Το 41,4% των ερωτηθέντων ξοδεύει λιγότερο από 10 λεπτά, ενώ ένα μικρό ποσοστό χρειάζεται περισσότερο από 20 λεπτά για να βρει μια θέση στάθμευσης.

Δηλαδή το συμπέρασμα είναι ότι για μία απόσταση μικρότερη των 15 λεπτών που διανύει το 56,9% των ερωτηθέντων ξοδεύει επιπλέον 10 με 20 λεπτά για την εύρεση χώρου στάθμευσης. Δηλαδή ο χρόνος στάθμευσης σε πολλές περιπτώσεις ξεπερνά τον χρόνο της διαδρομής.



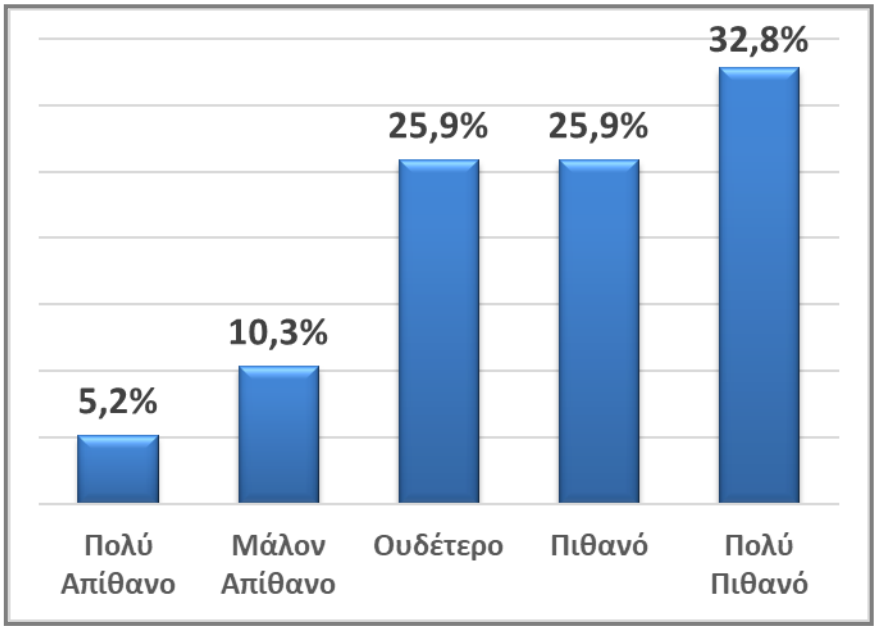
Σχήμα 4-7: Χρόνος εύρεσης χώρου στάθμευσης.



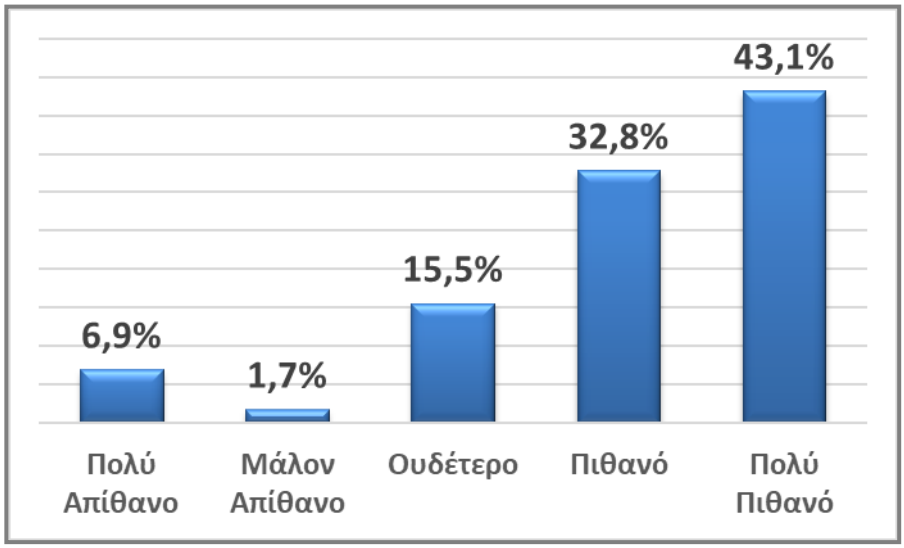
Σχήμα 4-8: Χρόνος διαδρομής.

Τέλος, προκύπτει ότι ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσουν οι ερωτηθέντες στον τελικό τους προορισμό είναι μικρότερος των 5 λεπτών με ποσοστό 46,6%. Ενώ, 5 με 10 λεπτά χρειάζεται το 44,8% και ένα μικρό ποσοστό των ερωτηθέντων (8,6%) χρειάζεται πάνω από 10 λεπτά.

Επιπλέον, είναι φανερό πως το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων δεν έχουν χρησιμοποιήσει έναν σταθμό μετεπιβίβασης (75,9%). Οι ερωτηθέντες προέκυψε ότι είναι πρόθυμοι να χρησιμοποιήσουν έναν σταθμό μετεπιβίβασης στην πόλη τους με ποσοστό 32,8%. Αξίζει να αναφερθεί ότι πολλοί είναι αυτοί που έχουν μια ουδέτερη στάση με ποσοστό 27,6%. Στην περίπτωση που ο σταθμός μετεπιβίβασης διέθετε ένα σύστημα ενοικίασης ποδηλάτων, το ποσοστό που είχε ουδέτερη στάση αλλάζει γνώμη και το 25,9% θεωρεί πιθανό να χρησιμοποιήσει μια τέτοια εγκατάσταση και το 32,8% πολύ πιθανό. Ίδιο είναι το αποτέλεσμα και στην περίπτωση να υπάρχει έξω από την εγκατάσταση μια στάση λεωφορείου που διασχίζει το κέντρο της πόλης. Το 32,8% απάντησε πιθανό στο ενδεχόμενο αυτό και το 43,1% πολύ πιθανό. Στην περίπτωση που υπάρχει σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων οι ερωτηθέντες κράτησαν ουδέτερη στάση με ποσοστό 31%. Γίνεται φανερό πως αρχικά οι πολίτες είναι λίγο διστακτικοί στο να χρησιμοποιήσουν έναν σταθμό μετεπιβίβασης, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό δεν έχει ξαναχρησιμοποιήσει. Όταν οι παροχές που μπορεί να προσφέρει ένας τέτοιος χώρος αυξάνονται και είναι παράλληλα φιλικές προς το περιβάλλον, τότε οι πολίτες παύουν να είναι διστακτικοί και είναι σχεδόν σίγουροι ότι θα επιλέξουν τον σταθμό μετεπιβίβασης για τη μετακίνησή τους.



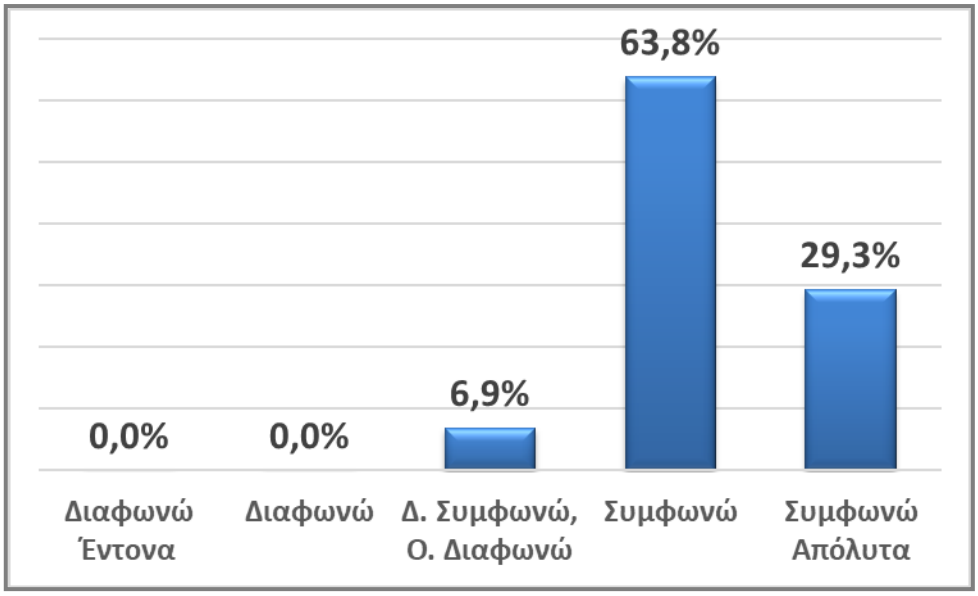
Σχήμα 4-9: Παροχή συστήματος ενοικίασης ποδηλάτων στην εγκατάσταση «park and ride».



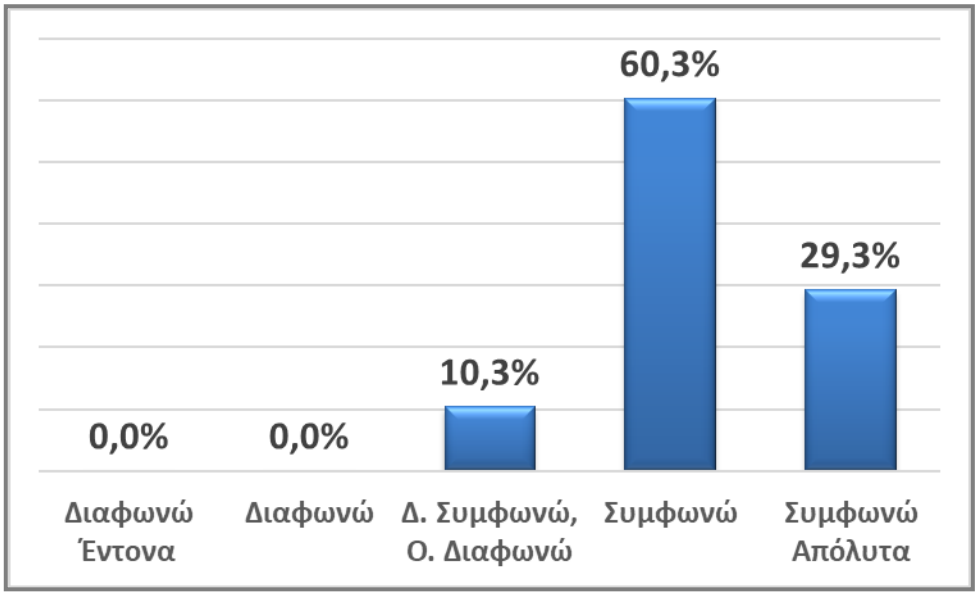
Σχήμα 4-10: Παροχή στάσης αστικού λεωφορείου που διασχίζει την πόλη στην εγκατάσταση «park and ride».

Άλλο ένα εύρημα είναι ότι οι ερωτηθέντες είναι διατεθειμένοι να χρησιμοποιήσουν ένα σταθμό μετεπιβίβασης, τόσο για την εξοικονόμηση χρόνου, όπως και χρημάτων. Στην περίπτωση για να αποφύγουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση στο κέντρο της πόλης το

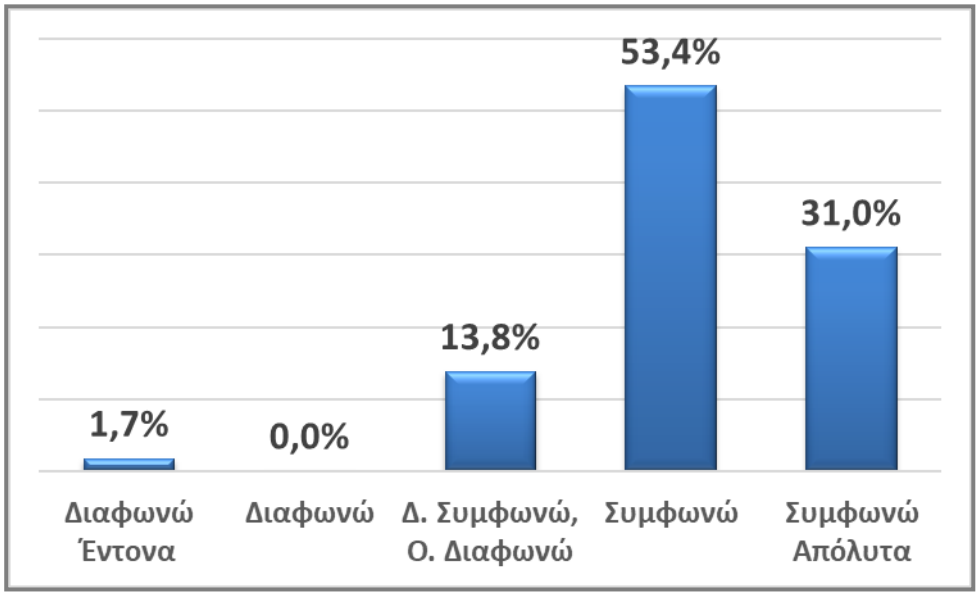
συντριπτικό ποσοστό 63,8% συμφωνεί στο να χρησιμοποιήσει μια τέτοια εγκατάσταση. Στην περίπτωση μείωσης του συνολικού χρόνου μετακίνησης ποσοστό 60,3% των ερωτηθέντων είναι σύμφωνο. Ακόμη, στις περιπτώσεις για την αποφυγή του υψηλού κόστους στάθμευσης στο κέντρο, μείωση των εξόδων μετακίνησης (π.χ. καύσιμα) και την ένταξη της ποδηλασίας και του περπατήματος στο τελευταίο μίλι, οι ερωτηθέντες ήταν σύμφωνοι στο να χρησιμοποιήσουν έναν σταθμό μετεπιβίβασης με ποσοστά 53,4%, 55,2% και 51,7%, αντίστοιχα.



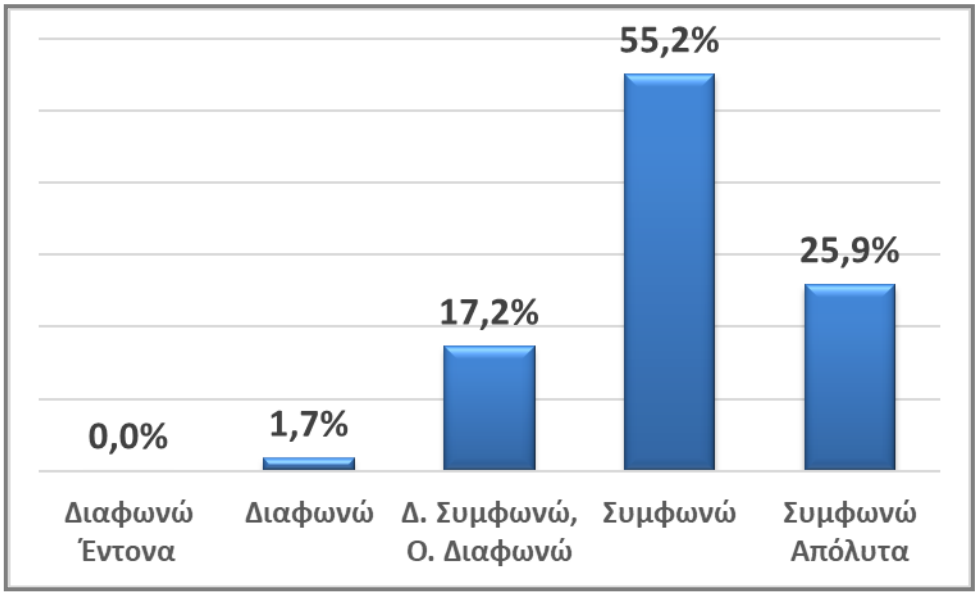
Σχήμα 4-11: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για την αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης.



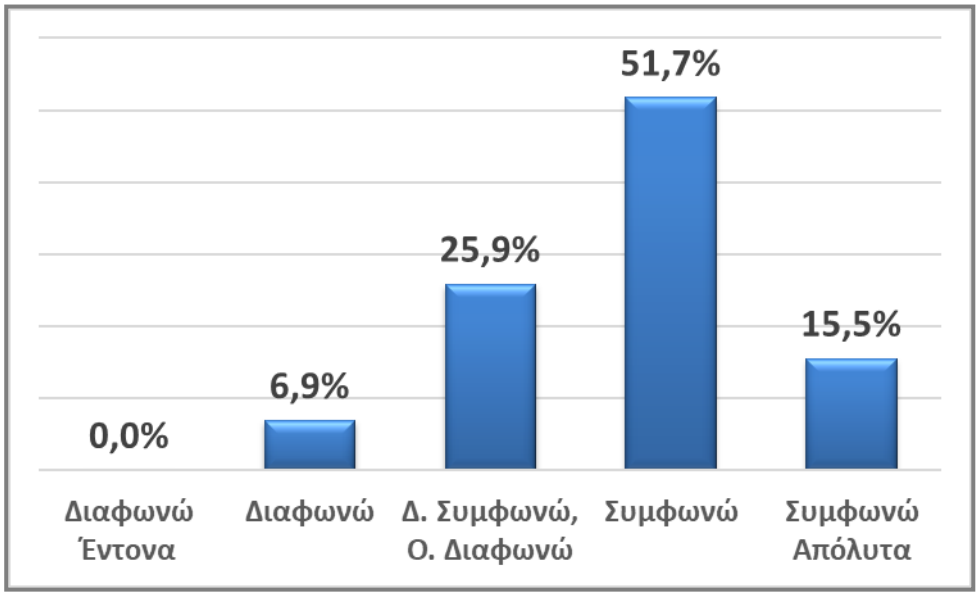
Σχήμα 4-12: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για τη μείωση του συνολικού χρόνου μετακίνησης.



Σχήμα 4-13: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για την αποφυγή υψηλού κόστους στάθμευσης στο κέντρο της πόλης.

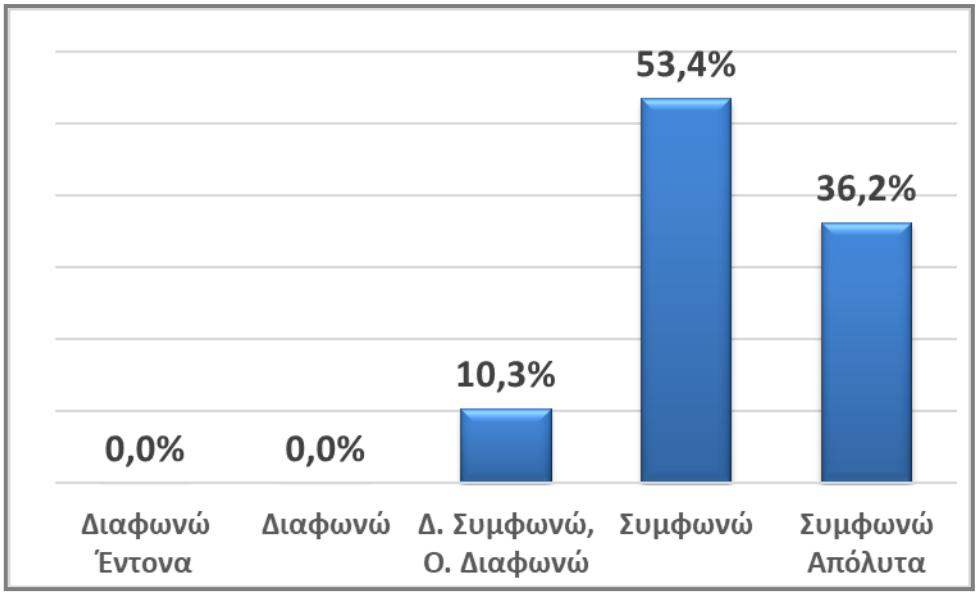


Σχήμα 4-14: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για τη μείωση των εξόδων μετακίνησης.

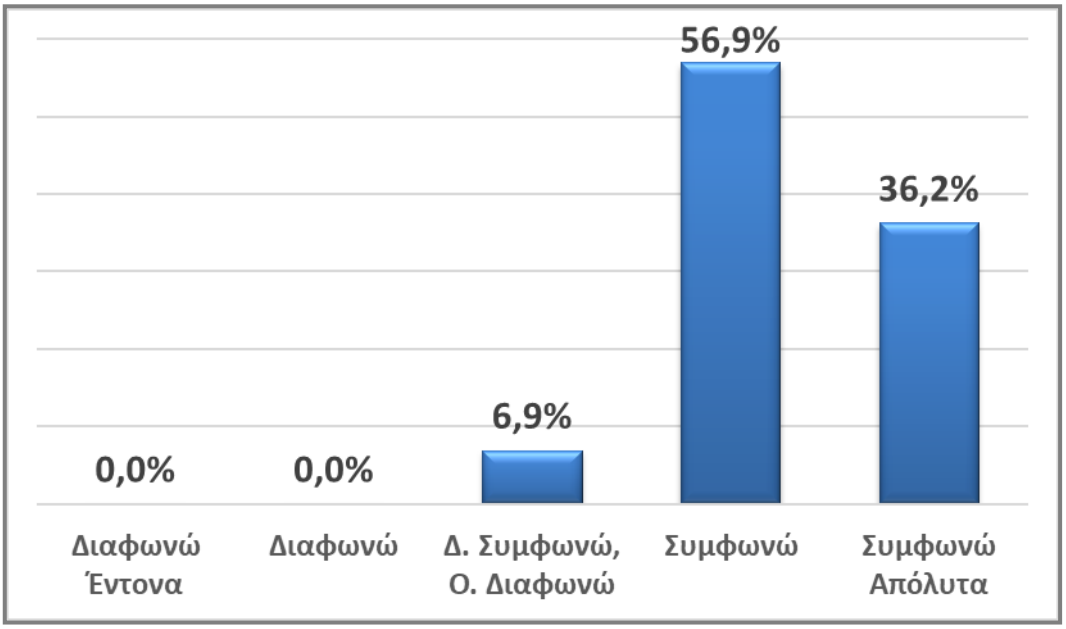


Σχήμα 4-15: Χρήση εγκατάστασης «park and ride» για την ένταξη της ποδηλασίας ή του περπατήματος στο τελευταίο μίλι.

Επιπρόσθετα, οι ερωτηθέντες είναι θετικοί στο ότι μία τέτοια εγκατάσταση μετεπιβίβασης θα βοηθούσε στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στο κέντρο της πόλης. Συγκεκριμένα η πλειοψηφία (53,4%) συμφωνεί με αυτήν την άποψη και το 36,2% συμφωνεί απόλυτα. Επίσης, ένας σταθμός μετεπιβίβασης θα είχε θετικό αντίκτυπο στις μετακινήσεις των τουριστών μέσα στην πόλη σύμφωνα με τα αποτελέσματα της σχετικής ερώτησης που έγινε. Το 56,9% συμφωνεί με την άποψη αυτή και το 36,2% συμφωνεί απόλυτα. Βέβαια υπάρχει και ένα ποσοστό 6,9%, το οποίο ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί.

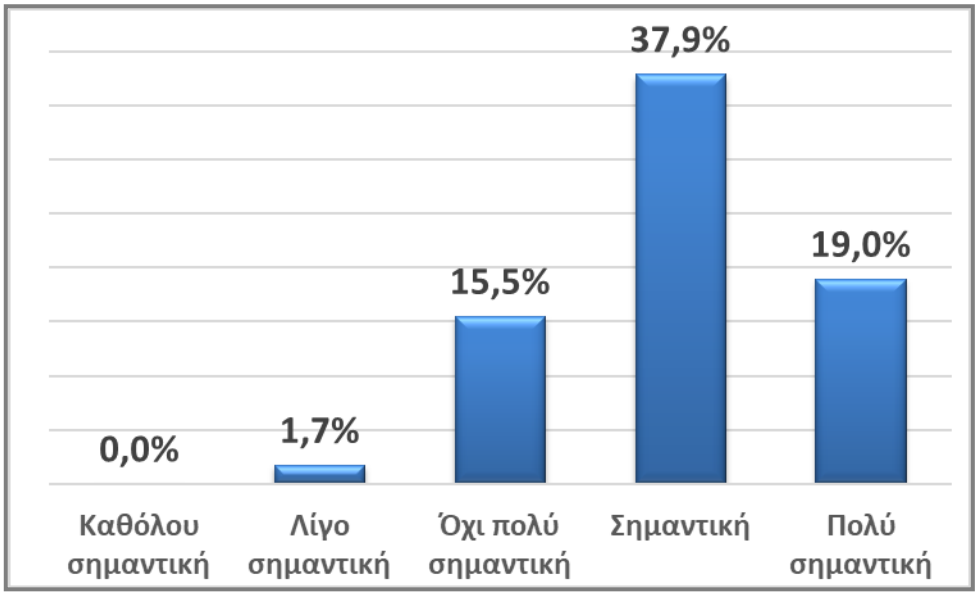


Σχήμα 4-16: Λειτουργία εγκατάστασης «park and ride» για μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στο κέντρο της πόλης.

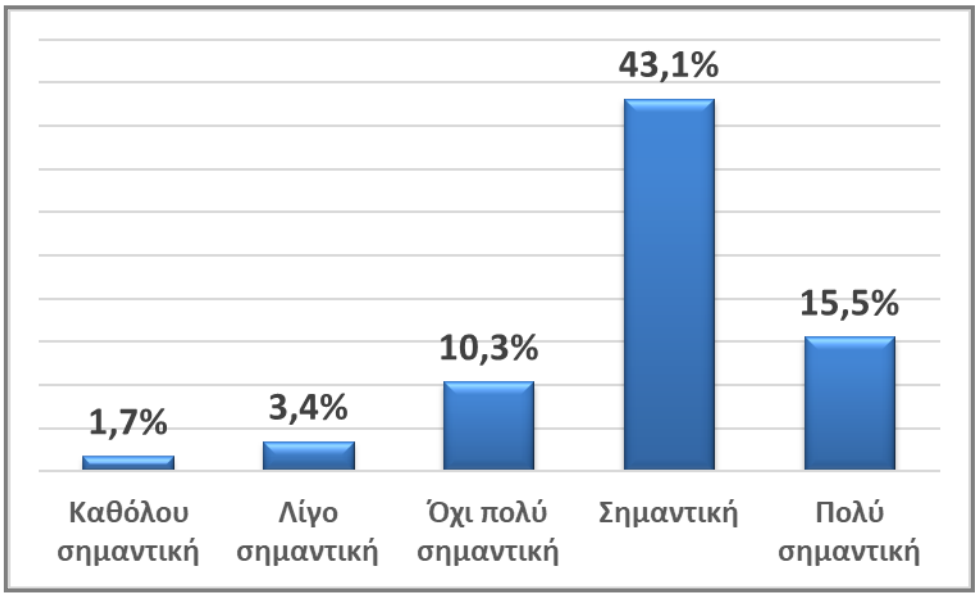


Σχήμα 4-17: Λειτουργία εγκατάστασης «park and ride» για τη διευκόλυνση των μετακινήσεων των τουριστών στην πόλη.

Οι τελευταίες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αναφέρονται συγκεκριμένα στη μελέτη περίπτωσης, δηλαδή στην πόλη του Βόλου. Συγκεκριμένα, εξετάζονται δύο εναλλακτικές θέσεις λειτουργίας ενός σταθμού μετεπιβίβασης στον κυκλικό κόμβου του Δημαρχείου και στη συμβολή της οδού Βενιζέλου με την περιφερειακή οδό. Όσον αφορά στην πρώτη περίπτωση, οι ερωτηθέντες στο μεγαλύτερο ποσοστό 37,9% θεώρησαν σημαντική την τοποθεσία αυτή και το 19% πολύ σημαντική. Αξίζει να αναφερθεί ότι ένα σημαντικό σχετικά ποσοστό το 15,9% είχε ουδέτερη στάση, καθώς ούτε συμφώνησε ούτε διαφώνησε. Σχετικά με τη δεύτερη εναλλακτική θέση, οι ερωτηθέντες θεώρησαν ότι αυτή η περίπτωση θα βοηθούσε περισσότερο την πόλη του Βόλου. Το 43,1% απάντησε ότι θα ήταν πολύ σημαντική η λειτουργία ενός σταθμού «park and ride» στη συγκεκριμένη περιοχή και το 15,5% πολύ σημαντική. Το ποσοστό που κράτησε ουδέτερη θέση μειώθηκε σε αυτήν την περίπτωση και είναι 10,3% σε σχέση με το 15,9% της προηγούμενης περίπτωσης.



Σχήμα 4-18: Σημαντικότητα λειτουργίας εγκατάστασης «park and ride» πλησίον του κυκλικού κόμβου του Δημαρχείου Βόλου.



Σχήμα 4-19: Σημαντικότητα λειτουργίας εγκατάστασης «park and ride» στη συμβολή της οδού Βενιζέλου με την περιφερειακή οδό.

4.7 Προτεινόμενες θέσεις κατασκευής εγκατάστασης «park and ride» στην πόλη του Βόλου

Στη συνέχεια, με βάση τα ευρήματα της βιβλιογραφίας και αξιολογώντας κριτικά τα αποτελέσματα της έρευνας ερωτηματολογίου που πραγματοποιήθηκε, προτείνονται 4 εναλλακτικές τοποθεσίες στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου για την κατασκευή και λειτουργία μιας εγκατάστασης «park and ride».

4.7.1 Κριτήρια επιλογής πρώτης θέσης και προοπτικές

Η πρώτη θέση που προτείνεται είναι στην αρχή της οδού Ιάσωνος αμέσως μετά τον κυκλικό κόμβο του Δημαρχείου. Η θέση αυτή επιλέχθηκε διότι πληροί πολλά από τα κριτήρια. Δηλαδή, η απόσταση από το κέντρο είναι περίπου 5–7 λεπτά με περπάτημα. Είναι στη συμβολή δύο κύριων αστικών οδών του Βόλου, της Ιάσωνος και της Δημητριάδος. Πλησίον των δύο αυτών οδών, υπάρχουν στάσεις λεωφορείων που διασχίζουν το κέντρο. Με την επιλογή αυτής της θέσης γίνεται εύκολη η είσοδος και η έξοδος προς την εγκατάσταση.

Σχήμα 4-20: 1η εναλλακτική θέση εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Google Earth Pro).

Η θέση αυτή έχει το θετικό ότι όχι μόνο είναι σε κοντινή απόσταση από το κέντρο, αλλά και από τον κεντρικό σταθμό των υπεραστικών και αστικών ΚΤΕΛ. Επίσης, ο σιδηροδρομικός σταθμός βρίσκεται σε κοντινή απόσταση. Οι ταξιδιώτες που έρχονται τόσο από τη νότια, όσο και τη βόρεια Ελλάδα έχουν τη δυνατότητα να σταθμεύσουν σε αυτήν την εγκατάσταση. Όσο για τους πολίτες του Βόλου και ιδιαίτερα αυτούς της Νέας Ιωνίας θα έχουν τη δυνατότητα να κατευθυνθούν με το δικό τους όχημα προς την εγκατάσταση και από εκεί να χρησιμοποιήσουν κάποια από τις υπηρεσίες που θα προσφέρει το «park and ride». Η τοποθεσία αυτή είναι 1.833 τετραγωνικά μέτρα και είναι εντός σχεδίου πόλης.

4.7.2 Κριτήρια επιλογής δεύτερης θέσης και προοπτικές

Η δεύτερη θέση που διερευνήθηκε είναι στην περιφερειακή οδό του Βόλου στη συμβολή της με την οδό Βενιζέλου. Εδώ η απόσταση από το κέντρο είναι μεγαλύτερη, καθώς απαιτείται χρόνος 20 λεπτά με τα πόδια και περίπου 7 λεπτά με όχημα. Και σε αυτήν την περίπτωση, η εγκατάσταση είναι στη συμβολή δύο μεγάλων αρτηριών του Βόλου. Η Βενιζέλου έχει πολλές στάσεις των αστικών λεωφορείων που μπορεί κάποιος πολίτης να χρησιμοποιήσει για να κατευθυνθεί στο κέντρο. Λόγω της τοποθεσίας, η είσοδος και η έξοδος οχημάτων είναι εύκολη, καθώς υπάρχει άνεση χώρου.

Η επιλογή αυτής της τοποθεσίας έχει το θετικό ότι κάποιος που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει μια τέτοια εγκατάσταση έχει τη δυνατότητα να μην οδηγήσει μέσα στην πόλη. Η περιφερειακή οδός δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες που έρχονται για επαγγελματικούς λόγους στον Βόλο να μην σπαταλήσουν χρόνο στη διάσχιση του κέντρου και ιδιαίτερα τις ώρες αιχμής. Επίσης, σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να υπάρξει συνεργασία με το αστικό ΚΤΕΛ Βόλου και να δημιουργηθούν δρομολόγια από και προς την εγκατάσταση από το κέντρο του Βόλου και αντίστροφα. Άλλο ένα θετικό της τοποθεσίας

είναι ότι μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για τους τουρίστες του Πηλίου. Δηλαδή μπορούν πολλοί επισκέπτες να σταθμεύσουν τα οχήματά τους στη εγκατάσταση και από εκεί να χρησιμοποιήσουν το υπεραστικό ΚΤΕΛ Βόλου και να κατευθυνθούν προς τα χωριά και τα αξιοθέατα του Πηλίου. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να επιτευχθεί και η αποσυμφόρηση του Πηλίου, αλλά και μείωση των ατυχημάτων, καθώς το οδικό δίκτυο δεν είναι και τόσο καλό. Η τοποθεσία αυτή είναι 3.057 τετραγωνικά μέτρα και είναι εντός σχεδίου πόλεως.

Σχήμα 4-21: 2η εναλλακτική θέση εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Google Earth Pro).

4.7.3 Κριτήρια επιλογής τρίτης θέσης και προοπτικές

Όπως η δεύτερη θέση, έτσι και η τρίτη είναι στην περιφερειακή οδού του Βόλου στη συμβολή με την επαρχιακή οδό Βόλου–Άλλης Μεριάς. Και σε αυτήν την περίπτωση το κέντρο δεν είναι τόσο κοντά, καθώς απαιτείται χρόνος 25 λεπτά με τα πόδια περίπου και 10 λεπτά με αυτοκίνητο. Επίσης, η εγκατάσταση θα βρισκόταν στη συμβολή δύο μεγάλων οδών, και η τοποθεσία είναι κατάλληλη για την εύκολη είσοδο και έξοδο των οχημάτων. Δυστυχώς, είναι λίγες οι στάσεις των αστικών λεωφορείων σε αυτήν την τοποθεσία.

Σχήμα 4-22: 3η εναλλακτική θέση εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Google Earth Pro).

Η επιλογή αυτής της τοποθεσίας έγινε με κριτήριο να εξυπηρετεί τους πολίτες που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή της Άλλης Μεριάς. Επίσης η τοποθεσία είναι στην περιφερειακή οδό, έτσι και πάλι κάποιος δεν απαιτείται να εισέλθει στο κέντρο του Βόλου και αποφεύγει την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Οι ταξιδιώτες και οι τουρίστες που επισκέπτονται το Πήλιο και πάλι θα έχουν την ίδια δυνατότητα, όπως στη δεύτερη τοποθεσία. Δυστυχώς, τα δρομολόγια που εκτελεί το αστικό ΚΤΕΛ Βόλου είναι ελάχιστα. Έτσι είναι αναγκαίο σε αυτήν την περίπτωση να υπάρξουν δρομολόγια από και προς την εγκατάσταση για το κέντρο του Βόλου. Επίσης και σε αυτήν την περίπτωση είναι σημαντικό το υπεραστικό ΚΤΕΛ να διέρχεται από αυτήν την εγκατάσταση με σκοπό να εξυπηρετεί τους τουρίστες. Η τοποθεσία αυτή είναι 5.979 τετραγωνικά μέτρα και είναι και αυτή εντός σχεδίου πόλεως.

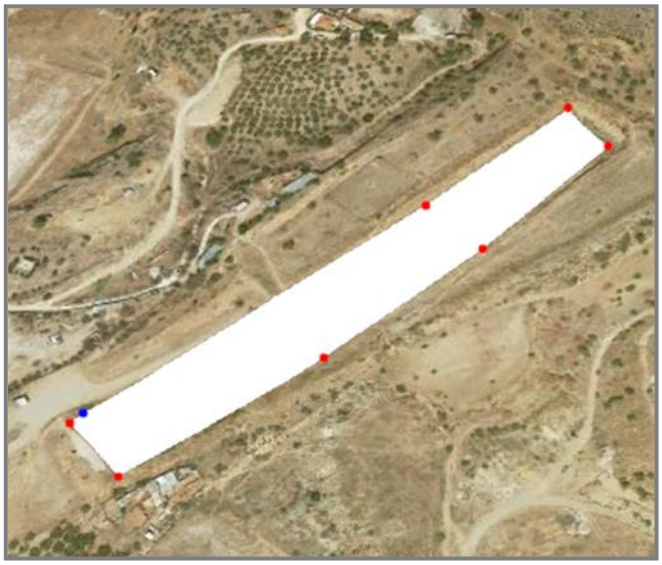
4.7.4 Κριτήρια επιλογής τέταρτης θέσης και προοπτικές

Η τελευταία εναλλακτική θέση που διερευνήθηκε, λαμβάνει υπόψιν της μια πιθανή μεγάλη επένδυση που μελετάται πολλά χρόνια στην περιοχή του Βόλου και αφορά στην

κατασκευή τελεφερίκ, για τη σύνδεση του Βόλου με το Πήλιο. Αξιολογώντας τις διάφορες μελέτες και έρευνες που έχουν γίνει τόσο από ιδιώτες μηχανικούς, όσο και από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, η διαδρομή που προτείνεται είναι Σκοπευτήριο–Πεδίο Βολής μέχρι το Αθλητικό κέντρο της Πορταριάς.

Η επιλογή της τοποθεσίας Πεδίο Βολής είναι κομβική. Η τοποθεσία αυτή ανήκει στο Υπουργείο Εθνικής Άμυνας και χρησιμοποιείται μερικώς από την 32η Ταξιαρχία Πεζοναυτών που στεγάζεται στο στρατόπεδο Γεωργούλα στη Νέα Ιωνία. Ωστόσο, η τοποθεσία του Πεδίου Βολής δεν έχει την κατάλληλη απόσταση από κατοικημένη περιοχή (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας 2006), κατ' επέκταση προτείνεται να τροποποιηθούν οι χρήσεις της.

Η συγκεκριμένη περιοχή έχει μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς όχι μόνο μπορεί να αναπτυχθεί μία εγκατάσταση «park and ride», αλλά και ένας σταθμός τελεφερίκ που θα συνδέει τον Βόλο με το Πήλιο. Η περιοχή έχει έκταση 12.200 τετραγωνικά μέτρα και απέχει περίπου 50 λεπτά με τα πόδια από το κέντρο του Βόλου και 15 λεπτά με κάποιο όχημα. Είναι εμφανές ότι προκειμένου να αναπτυχθεί μια εγκατάσταση «park and ride» και ένα σύστημα τελεφερίκ πρέπει να γίνουν αποκλειστικές διαδρομές από το αστικό ΚΤΕΛ Βόλου προς την εγκατάσταση από το κέντρο και αντίστροφα. Η περιοχή βρίσκεται κοντά στην περιφερειακή οδό και μπορεί να εξυπηρετήσει και τους τουρίστες του Πηλίου. Μπορούν να σταθμεύσουν το όχημά τους στην εγκατάσταση και μέσα στις παροχές να είναι και η μεταφορά τους προς την Πορταριά. Επίσης, οι πολίτες του Βόλου, αλλά και του Πηλίου θα έχουν τη δυνατότητα να μετακινηθούν από και προς την Πορταριά ανεξαρτήτως καιρικών φαινομένων. Καθώς το οδικό δίκτυο της περιοχής αντιμετωπίζει προβλήματα και κυρίως τους χειμερινούς μήνες που παγώνουν τα νερά και ο δρόμος ολισθαίνει επικίνδυνα.



Σχήμα 4-23: 4η εναλλακτική θέση εγκατάστασης «park and ride» (Πηγή: Google Earth Pro).

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα – προτάσεις

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην εύρεση της βέλτιστης τοποθεσίας για έναν σταθμό στάθμευσης και μετεπιβίβασης και εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα αξιολογώντας σφαιρικά τα ευρήματα της σχετικής βιβλιογραφίας και της έρευνας που διενεργήθηκε σε 58 άτομα κυρίως νεαρής ηλικίας.

Όπως είναι ευρέως γνωστό στην Ελλάδα δεν λειτουργούν πλήρως οργανωμένοι σταθμοί στάθμευσης και μετεπιβίβασης. Γι' αυτό και δεν υπάρχει κάποια ειδική νομοθεσία γι' αυτές τις εγκαταστάσεις πράγμα που καθιστά την οικοδόμηση τέτοιων εγκαταστάσεων δύσκολη για τη χώρα μας. Στην παρούσα διπλωματική εργασία καταγράφονται οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των περισσότερο κατάλληλων τοποθεσιών στην πόλη του Βόλου. Σε περίπτωση εφαρμογής για μια άλλη πόλη ο μεταβλητές πρέπει να τροποποιηθούν ως ένα βαθμό κατάλληλα. Οι πιθανές τοποθεσίας που πρόκυψαν είναι τέσσερις και η μία από αυτές είναι σε συνδυασμό με την ανέγερση ενός συστήματος τελεφερίκ που να οδηγεί στο Πήλιο. Σκοπός μίας τέτοιας εγκατάστασης στην πόλη του Βόλου είναι η αποσυμφόρηση του κέντρου και ιδιαίτερα τις ώρες αιχμής, η διευκόλυνση των πολιτών και των τουριστών στη μετακίνησή τους μέσα στην πόλη, η μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων και τέλος η μείωση του φαινομένου της παράνομης στάθμευσης στους στενούς δρόμους στο κέντρο του Βόλου.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίου και τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά. Οι απαντήσεις δόθηκαν κυρίως από άτομα νεαρά σε

ηλικία 18–25 ετών που κατοικούν στον Βόλο. Οι ερωτηθέντες ήταν αρχικά διστακτικοί για έναν τέτοιο σταθμό όμως με την παροχή και διαφόρων υπηρεσιών η στάση τους άλλαξε και ήταν θετικοί στο να χρησιμοποιήσουν έναν σταθμό στάθμευσης και μετεπιβίβασης.

Επιπρόσθετα, σε περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε να εξεταστεί εκτενέστερα η δημιουργία και η λειτουργία ενός σταθμού στάθμευσης και μετεπιβίβασης με τον συνδυασμό ενός συστήματος τελεφερίκ και οι επιπτώσεις που θα έχει τόσο στη μετακίνηση των κατοίκων, όπως και στο περιβάλλον. Επιπλέον, θα μπορούσε να γίνει έρευνα που θα επικεντρωνόταν στη βιωσιμότητα ενός τέτοιου σταθμού για τα ελληνικά δεδομένα. Τέλος, θα μπορούσε να γίνει η κατάλληλη διερεύνηση στο πως θα γίνει ελκυστική μια εγκατάσταση «park and ride» και σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας που δεν γνωρίζουν τι είναι και πως θα καλύψει τις ανάγκες τους για μετακίνηση.

Βιβλιογραφία

Zqi Song, Yi He, Lihui Zhang, 2017. Integrated planning of park- and- ride facilities and transit. *Transportation Research Part C 74 (2017), pages 182 – 195.*

Jose Holguin-Veras, Wilfredo F. Yushimito, Felipe Aros-Vera, John (Jack) Reilly, 2012. User rationality and optimal park-and-ride location under potential demand maximization. *Transportation Research Part B 46 (2012), pages 949 – 970.*

Felipe Aros-Vera, Vladimir Marianov, John E. Mitchell, 2012. p-Hub approach for the optimal park-and-ride facility location problem. *European Journal of Operational Research 226 (2013); pages 277-285.*

Nick Hounsell, Birenda Shrestha, Jiran Piao, 2011. Enhancing Park and Ride with access control: A case study of Southampton. *Transport Policy 18 (2011), pages 194 – 203.*

Iulia Harangus, Violeta-Elena Retegan, 2018. Determining the favorable area for the creation of a park-and-ride arrangement, in the eastern part of Cluj-Napoca municipality using G.I.S. technology. *Studia UBB Geographia, LXIII, 2, 2018, pages 39 – 52.*

Ning Ai, Junjun Zheng, Xiaochen Chen, 2018. Electric vehicle park-charge-ride programs: A planning framework and case study in Chicago. *Transportation Research Part D 59 (2018), pages 433 – 450.*

Florin Rusca, Aura Rusca, Eugen Rosca, Mircea Rosca, Oana Dinu, Florian Ghionea, 2019. *The 12th International Conference Interdisciplinarity in Engineering.*

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

Robert van der Heijden, Eric J E Molin, 2004. The choice of Park and Ride facilities: an analysis using a context-dependent hierarchical choice experiment. *Article in Environment and Planning.*

Gareth Mills, Peter White, 2018. Evaluating the ling – term impacts of bus – based park and ride. *Research in Transportation Economics 69 (2018), pages 536 – 543.*

Mark W. Horner, Tony H. Grubesic, 2001. A G.I.S. – based planning approach to locating urban rail terminals. *Transportation 28, pages 55 – 77.*

Baohong He, Weining He, Mingwei He, 2012. The Attitude and Preference of Traveler to the Park and Ride Facilities: a Case Study in Nanjing, China. *8th International Conference on Traffic and Transportation Studies Changsha, China.*

Εθνικό Στρατηγικό Σχέδιο Μεταφορών της Ελλάδας (2019). Retrieved from http://www.nationaltransportplan.gr/wp-content/uploads/2019/11/Final_NTPG_gr_20190712.pdf.

Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών ΣΒΑΚ Βόλου, 2019. Διεύθυνση Βιώσιμης Κινητικότητας, Δήμος Βόλου, Ελληνική Δημοκρατία.

ΦΕΚ Β΄2040/04.06.2019. Καθορισμός των όρων, των προϋποθέσεων και των τεχνικών προδιαγραφών για την εγκατάσταση συσκευών φόρτισης συσσωρευτών ηλεκτροκίνητων οχημάτων (σημεία επαναφόρτισης), στις εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης οχημάτων, σε δημοσίως προσβάσιμα σημεία επαναφόρτισης κατά μήκος του αστικού, υπεραστικού και εθνικού οδικού δικτύου καθώς και σε χώρους στάθμευσης δημόσιων και ιδιωτικών κτιρίων.

ΦΕΚ Β΄4380/05.10.2020. Τεχνικές οδηγίες για τα Σχέδια Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων Σ.Φ.Η.Ο.

ΦΕΚ Α΄114/29.06.2018. Κατηγορίες και περιεχόμενο χρήσεων γης.

ΦΕΚ Β΄2192/07.06.2019. Καθορισμός των αρμόδιων οργάνων, των όρων και προϋποθέσεων ίδρυσης και λειτουργίας πάσης φύσεως σταθμών αυτοκινήτων εντός και εκτός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων, καθώς και των όρων και προϋποθέσεων για την κυκλοφοριακή σύνδεση των ανωτέρω εγκαταστάσεων και επιχειρήσεων με εθνικές, επαρχιακές, δημοτικές και κοινοτικές οδούς.

ΦΕΚΔ΄167/02.03.1993. Προδιαγραφές για την κατασκευή χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων που εξυπηρετούν τα κτίρια.

ΦΕΚ Β΄50/15.01.2015. Καθορισμός των όρων, προϋποθέσεων και τεχνικών προδιαγραφών συσκευών φόρτισης συσσωρευτών ηλεκτροκίνητων οχημάτων, για την εγκατάσταση αυτών σε υφιστάμενα ή υπό αδειοδότηση «Πρατήρια παροχής Καυσίμων και Ενέργειας», σε υφιστάμενους ή υπό αδειοδότηση στεγασμένους και υπαίθριους σταθμούς αυτοκινήτων, σε υφιστάμενα ή υπό αδειοδότηση συνεργεία συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, μοτοσικλετών και μοτοποδηλάτων και σε υφιστάμενα ή υπό αδειοδότηση δημόσια ή ιδιωτικά Κ.Τ.Ε.Ο.

Ηλεκτρονικές πηγές

https://www.openstreetmap.org/

https://www.cityzen.com.gr/

www.googlemaps.com

www.googleeartpro.com

www.ktelvolou.gr

www.port-volos.gr

https://www.statistics.gr/

https://www.ose.gr/el/