



ΤΜ
ΧΠ
ΠΑ

2024

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας Και Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σαββελίδη Μαρία – Ειρήνη

**Η ένταξη του τραμ στον αστικό ιστό και οι
χωρικές επιπτώσεις του. Η περίπτωση του
Βόλου.**

Επιβλέπων: Γαβανάς Νικόλαος, Επίκουρος
Καθηγητής

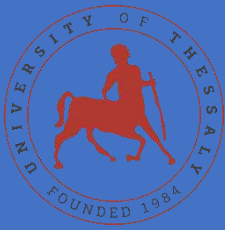
Βόλος, 2024



[0]

Η ένταξη του τραμ στον αστικό ιστό και οι χωρικές επιπτώσεις του. Η περίπτωση του Βόλου.

2024



University of Thessaly
Department of Planning and
Regional Development

THESIS

Savvelidi Maria - Eirini

**The integration of a tramway system into
the urban fabric and its spatial
implications. The case of Volos.**

Supervisor: Gavanas Nikolaos, Assistant
Professor

Volos, 2024



[1]

Δήλωση

Βεβαιώνω ότι η παρούσα εργασία είναι δική μου, δεν έχει συγγραφεί από άλλο πρόσωπο με ή χωρίς αμοιβή, δεν έχει αντιγραφεί από δημοσιευμένη ή αδημοσίευτη εργασία άλλου και δεν έχει προηγουμένως υποβληθεί για βαθμολόγηση στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ή αλλού. Βεβαιώνω ότι είμαι εν γνώσει των κανόνων περί λογοκλοπής του ΤΜΧΠΠΑ και ότι στο πλαίσιο αυτού έχουν τηρηθεί όλοι οι κανόνες κατά την ακαδημαϊκή δεοντολογία, σχετικά με αναφορές, βιβλιογραφία, κ.λπ., τόσο από έντυπες όσο και από ηλεκτρονικές πηγές. Σε περίπτωση λογοκλοπής αποδέχομαι όλες ανεξαιρέτως τις ποινές που προβλέπουν οι εκάστοτε Κανονισμοί του ΠΘ ή και του ΤΜΧΠΠΑ.

Ημερομηνία: 20/06/2024

Ονοματεπώνυμο: Σαββελίδη Μαρία – Ειρήνη

Υπογραφή:

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εξετάζει τη γεωμετρική και λειτουργική ένταξη ενός συστήματος τραμ στον αστικό ιστό και τις επιπτώσεις που προκύπτουν από αυτήν, με έμφαση στην επίδραση του στον χώρο. Η εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα και η απειλή της κλιματικής αλλαγής γέννησε την ανάγκη για νέες βιώσιμες πρακτικές, αλλά και στην αναβίωση και αναβάθμιση παλαιότερων πρακτικών, κι έτσι επέστρεψε σε πολλές ευρωπαϊκές πόλεις το τραμ το οποίο είχε καταργηθεί στα μέσα του 20^{ου} αιώνα.

Η εργασία εστιάζει στην παρουσίαση των πλεονεκτημάτων του τραμ καθώς και στα στοιχεία που το καθιστούν βιώσιμο. Αρχικά, παρουσιάστηκε το θεωρητικό υπόβαθρο των Δημόσιων Συγκοινωνιών και του τραμ και αναφέρθηκαν τρεις καλές πρακτικές από χώρες της Ευρώπης, οι οποίες λήφθηκαν υπόψη και στο μεθοδολογικό τμήμα της εργασίας. Στη συνέχεια, μέσω της μελέτης περίπτωσης, για την πόλη του Βόλου, αναλύθηκαν τα βήματα που απαιτούνται για την ένταξη του τραμ στις πόλεις (γεωμετρική και λειτουργική ένταξη). Ακόμη, διερευνήθηκε η σχέση του τραμ με τις χρήσεις γης αλλά και η επίπτωση του στο περιβάλλον. Η διπλωματική κατέληξε στο γεγονός ότι η γεωμετρική ένταξη είναι εφικτή, ότι θα μειωθούν αισθητά οι εκπομπές CO₂ που οφείλονται στον τομέα των μεταφορών και θα βελτιωθούν οι κυκλοφοριακές συνθήκες στο κεντρικό τμήμα της πόλης.

Τέλος, προτείνεται η στροφή σε φιλικότερους προς το περιβάλλον τρόπους μετακίνησης αλλά και η εφαρμογή της παρούσας μεθοδολογίας με την εκπόνηση των κατάλληλων συμπληρωματικών μελετών.

Λέξεις κλειδιά: δημόσιες συγκοινωνίες, βιώσιμη αστική κινητικότητα, τραμ, γεωμετρική ένταξη, χρήσεις γης

Abstract

This thesis examines the geometrical and functional integration of a tram system into the urban fabric and the resulting impacts, with an emphasis on its spatial impact. The dependence on fossil fuels and the threat of climate change has given rise to the need for new sustainable practices, as well as the revival and upgrade of traditional ones, thus bringing back to many European cities the tram which had been abolished in the mid-20th century.

This paper focuses on presenting the advantages of the tram and the elements that make it sustainable. First, the theoretical background of public transport and trams is presented and three good practices from European countries are mentioned, which were also taken into account in the methodological part of the paper. Then, through a case study, for the city of Volos, the steps required for the integration of trams in cities (geometrical and functional integration) are analyzed. Furthermore, the relationship between trams and land use and their impact on the environment is investigated. The thesis concludes that geometrical integration is feasible and that it will significantly reduce CO2 emissions due to the transport sector and improve traffic conditions in the central part of the city.

Finally, it is proposed to shift to more environmentally friendly modes of transport and to apply this methodology by carrying out appropriate complementary studies.

Key words: public transport, sustainable urban mobility, tram, geometric integration, land use

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης για τις γνώσεις και το υπόβαθρο που μου προσέφερε στην περίοδο των 5 αυτών ετών.

Στην συνέχεια, ένα θερμό ευχαριστώ, στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Νικόλαο Γαβανά για την πολύτιμη καθοδήγηση του και την συνεργασία κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς και την κ. Γεωργία Γεμενετζή και τον κ. Δημήτριο Καλέργη για τον χρόνο που αφιέρωσαν ως μέλη της τριμελούς επιτροπής.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και ιδίως στους γονείς μου, Δημήτρη και Συραγούλα, για την απεριόριστη υποστήριξη τους σε όλα τα έτη.

Περιεχόμενα

Δήλωση.....	2
Περίληψη	3
Abstract	4
Ευχαριστίες	5
Περιεχόμενα	6
Αρκτικόλεξα.....	15
Εισαγωγή.....	17
ΜΕΡΟΣ Α: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	19
1. Δημόσιες αστικές συγκοινωνίες και ο ρόλος τους στην προώθηση της βιώσιμης κινητικότητας.....	19
1.1. Δημόσιες συγκοινωνίες	19
1.2. Αρχές και πλεονεκτήματα των δημοσίων αστικών συγκοινωνιών.....	24
1.3. Προβλήματα και προοπτικές βελτίωσης των Δημόσιων Συγκοινωνιών για την προώθηση της βιώσιμης κινητικότητας.....	27
1.4. Ο ρόλος των Δημόσιων Συγκοινωνιών στις Ευρωπαϊκές και άλλες πολιτικές αστικής κινητικότητας	31
2. Ιστορική αναδρομή	36
2.1. Εξέλιξη του τραμ σε διεθνές επίπεδο	36
2.2. Εξέλιξη του τραμ σε εθνικό επίπεδο.....	41
2.3. Αναφορά του τραμ στον Βόλο.....	45
3. Το τραμ σήμερα.....	49
3.1. Βασικά Χαρακτηριστικά	49
3.2. Πλεονεκτήματα	53
3.3. Μειονεκτήματα.....	55
3.4. Σύγκριση με άλλα μέσα.....	57
3.5. Παραδείγματα καλών πρακτικών από την διεθνή εμπειρία	59
ΜΕΡΟΣ Β: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΤΑΞΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ TRAM ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ	72
4. Περιοχή Μελέτης.....	72
4.1. Υφιστάμενη Κατάσταση	72
4.2. Υφιστάμενες και προβλεπόμενες μεταφορικές υποδομές και υπηρεσίες Δημόσιων Συγκοινωνιών	84
4.3. Χρήσεις γης	91
4.4. Στοιχεία ενίσχυσης της πρότασης ένταξης συστήματος τραμ	94

5. Προδιαγραφές και πρόταση γεωμετρικής και λειτουργικής ένταξης γραμμής τραμ στην πόλη του Βόλου	96
5.1. Διαμόρφωση εναλλακτικών	96
5.1.1. Χαρακτηριστικά της χάραξης και της υποδομής.....	96
5.1.2. Κριτήρια ένταξης της γραμμής του τραμ	106
5.2. Περιγραφή προτεινόμενης διαδρομής	113
5.2.1. Τεχνικά Χαρακτηριστικά	113
5.2.2. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά.....	133
5.2.3. Χρήσεις γης.....	144
5.2.4. Περιβαλλοντικά Χαρακτηριστικά	152
5.2.5. Συμπληρωματικές μελέτες.....	153
Συμπεράσματα	155
Βιβλιογραφία	157

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση των Δημοσίων Συγκοινωνιών (ΔΣ)	19
Πίνακας 2. Αρχές και Πλεονεκτήματα των ΔΣ	26
Πίνακας 3. Ύπαρξη ατμήλατου τραμ ανά πόλη και χρονική περίοδο	37
Πίνακας 4. Χρονολογίες έναρξης λειτουργίας του ηλεκτρικού τραμ σε μια σειρά πόλεων.....	38
Πίνακας 5. Οι ενδιάμεσες στάσεις της διαδρομής ΟΣΕ-Αναυρος του τραμ στον Βόλο,1896	45
Πίνακας 6. Προτεινόμενες γραμμές του τραμ από την μελέτη για το Π.Σ. Βόλου	48
Πίνακας 7. Χωρητικότητα λεωφορείων ανά τύπο και μήκος	52
Πίνακας 8. Σύνοψη πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του τραμ	56
Πίνακας 9. Απαιτούμενη επιφάνεια οδού/επιβάτη/μέσο	58
Πίνακας 10. Τα βασικότερα χαρακτηριστικά του εξωτερικού και εσωτερικού τμήματος της Σαραγόσα	60
Πίνακας 11. Βασικά χαρακτηριστικά των γραμμών τραμ στην πόλη Νάντες..	66
Πίνακας 12. Βασικότερα χαρακτηριστικά του τραμ της Νάντες ανά τύπο του τροχαίου υλικού.....	69
Πίνακας 13. Κατανομή του πληθυσμού σε επίπεδο δήμων 1991-2021.....	74
Πίνακας 14. Ποσοστιαία μεταβολή του πληθυσμού ανά χωρική ενότητα για τα έτη 2011-2021.....	74
Πίνακας 15. Ποσοστά του κάθε δήμου στο συνολικό πληθυσμό της περιφερειακής ενότητας Μαγνησίας.....	75
Πίνακας 16. ΑΕΠ ανά χωρική ενότητα για τα έτη 2010,2015,2020	76
Πίνακας 17. Κατά κεφαλήν ΑΕΠ ανά χωρική ενότητα για τα έτη 2010,2015,2020.....	77
Πίνακας 18.Δείκτης τοπικής ειδίκευσης σε επίπεδο Δήμων για τον πρωτογενή τομέα.....	78
Πίνακας 19. Δείκτης τοπικής ειδίκευσης σε επίπεδο Δήμων για τον δευτερογενή τομέα	78
Πίνακας 20. Δείκτης τοπικής ειδίκευσης σε επίπεδο Δήμων για τον τριτογενή τομέα.....	79
Πίνακας 21. Λίστα υγροτόπων στον Δήμο Βόλου	81
Πίνακας 22. Κατηγοριοποίηση των περιοχών NATURA 2000 σε Ειδικές Ζώνες Διατήρησης και Ζώνες Ειδικής Προστασίας για την Μαγνησία	82
Πίνακας 23. Λίστα Τοπίων Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους στη Μαγνησία	82
Πίνακας 24. Λίστα αρχαιολογικών χώρων του Π.Σ. Βόλου	83
Πίνακας 25. Λίστα μουσείων του Π.Σ. Βόλου.....	83
Πίνακας 26. Ειδικές Χρήσεις ανά γενική χρήση για το Π.Σ. Βόλου	92
Πίνακας 27. Ποσοστά κάλυψης της έκτασης του Π.Σ. Βόλου	93
Πίνακας 28. Ταχύτητες εκμετάλλευσης ανά τύπο διαδρόμου	99
Πίνακας 29. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανά τρόπο ένταξης στην οδό	103
Πίνακας 30. Διακύμανση του μήκους ανάλογα με την μορφή του τραμ	105

Πίνακας 31. Σταθερά κινηματικά χαρακτηριστικά για όλους τους τύπους τραμ	106
Πίνακας 32. Απαιτούμενο εύρος κατάληψης της οδού ανά τρόπο ένταξης ..	107
Πίνακας 33. Γεωμετρικά κριτήρια στάσεων και αποβάθρων	111
Πίνακας 34. Περιγραφή των οδών διέλευσης του τραμ	115
Πίνακας 35. Προτεινόμενος τύπος διαδρόμου κίνησης του τραμ ανά τμήμα της διαδρομής	127
Πίνακας 36. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των επιμέρους τμημάτων στην οδό	129
Πίνακας 37. Προτεινόμενες στάσεις της γραμμής τραμ στον Βόλο	134
Πίνακας 38. Απόσταση μεταξύ των προτεινόμενων στάσεων της διαδρομής	135
Πίνακας 39. Επεξήγηση στοιχείων από τις Εικόνες 84 και 85.....	137
Πίνακας 40. Συγκεντρωτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών του τροχαίου υλικού	134
Πίνακας 41. Χαρακτηριστικά της ταχύτητας στην πλειονότητα των τραμ ...	135
Πίνακας 42. Χαρακτηριστικά της ταχύτητας στην περίπτωση του Βόλου	135
Πίνακας 43. Πιθανοί χρόνοι για την εξυπηρέτηση των επιβατών κατά την επιβίβαση και την αποβίβαση	136
Πίνακας 44. Αριθμός επιβατών ανά δρομολόγιο στην Γραμμή 1	137
Πίνακας 45. Αριθμός επιβατών ανά δρομολόγιο στην Γραμμή 5	137
Πίνακας 46. Συνολικός αριθμός επιβατών των γραμμών 1 και 5	138
Πίνακας 47. Τροποποιήσεις στις γραμμές λεωφορείων 1 και 5	140
Πίνακας 48. Χρήσεις γης ανά Buffer.....	145
Πίνακας 49. Μήκος και ημερήσιος αριθμός δρομολογίων των αστικών γραμμών 1 και 5.....	152

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. BRT στην Στοκχόλμη	21
Εικόνα 2. Μετρό στην Αθήνα	22
Εικόνα 3. Τραμ στην Αθήνα	23
Εικόνα 4. Ελαφρύ μετρό στο Ταϊπέι	23
Εικόνα 5. Monorail στην πόλη Chongqing	24
Εικόνα 6. Παραδείγματα μικροκινητικότητας	29
Εικόνα 7. Παράδειγμα carsharing	30
Εικόνα 8. Παράδειγμα carpooling	30

Εικόνα 9. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία	32
Εικόνα 10. Στόχοι βιώσιμης και έξυπνης στρατηγικής κινητικότητας	33
Εικόνα 11. Οι γενικοί στόχοι του νέου πλαισίου της Ε.Ε. για την αστική κινητικότητα	34
Εικόνα 12. Κύκλος Ανάπτυξης ΣΒΑΚ	35
Εικόνα 13. Πρώτα ίχνη γραμμής στον Ισθμό της Κορίνθου	36
Εικόνα 14. Ιππήλατο τραμ επί της οδού Bleecker, Νέα Υόρκη, 1917	36
Εικόνα 15. Σχέδιο της πρώτης ατμομηχανής τραίνου από τον Trevithick	37
Εικόνα 16. Η εξέλιξη του σιδηροδρομικού συστήματος της πόλης του Βερολίνου κατά τα έτη 1896-1930	39
Εικόνα 17. Ηλεκτροκίνητο τραμ στην Αθήνα, 1910	41
Εικόνα 18. Ιππήλατο τραμ στην Αθήνα	41
Εικόνα 19. Το ηλεκτροκίνητο τραμ της Θεσσαλονίκης	42
Εικόνα 20. Το τραμ της Καλαμάτας στο παραλιακό μέτωπο	43
Εικόνα 21. Το ιππήλατο τραμ του Καρλοβασίου	43
Εικόνα 22. Το ηλεκτροκίνητο τραμ της Πάτρας στο προάστιο των Ιτιών	44
Εικόνα 23. Απεικόνιση της διαδρομής του τραμ στον Βόλο	45
Εικόνα 24. Πάνω αριστερά: Η ατμάμαξα «Ιωλκός» (Αρχείο Σ.Θ.), Πάνω δεξιά: Η ατμάμαξα Μαίρη μπροστά από την Σιδηροδρομικό Σταθμό, 1946 (Φωτογραφικό Αρχείο Ζημέρη), Κάτω αριστερά: Το τραμ στην οδό Δημητριάδος (Αρχείο Στουρνάρα), Κάτω δεξιά: Το τραμ στην στάση Κωλέττη, 1930 (Συλλογή Μπατουδάκη).....	47
Εικόνα 25. Απλό τραμ στην Βουδαπέστη	49
Εικόνα 26. Αρθρωτό τραμ στην πόλη Lund της Σουηδίας	50
Εικόνα 27. Δύο τραμ συζευγμένα στην πόλη Malmo της Σουηδίας	50
Εικόνα 28. Τραμ στην πόλη Dresden της Γερμανίας του τύπου Citadis Classic	51
Εικόνα 29. Οι στάσεις της γραμμής 1 του τραμ στην πόλη Σαραγόσα της Ισπανίας.....	59

Εικόνα 30. Το τραμ της Σαραγόσα	62
Εικόνα 31. Η διαδρομή N. 28 του τραμ της Λισαβόνας	63
Εικόνα 32. Το τραμ N 28 της Λισαβόνας περνώντας από γραφικές γειτονιές	63
Εικόνα 33. Η διαδρομή N. 15 του τραμ της Λισαβόνας	64
Εικόνα 34. Το σύγχρονο τραμ N 15 της Λισαβόνας	65
Εικόνα 35. Κάρτα για απεριόριστες διαδρομές σε όλα τα μέσα μαζικής μεταφοράς στην Λισαβόνα	65
Εικόνα 36. Απεικόνιση των διαδρομών του τραμ στην πόλη Νάντες	67
Εικόνα 37. Ορισμένοι χώροι Park and Ride στην πόλη Νάντες	68
Εικόνα 38. Ο τύπος τραμ Alstom TFS στην πόλη Νάντες	69
Εικόνα 39. Ο τύπος τραμ Bombardier Incentro στην πόλη Νάντες	70
Εικόνα 40. Ο τύπος τραμ CAF Urbos	70
Εικόνα 41. Η εικόνα της οδού Cours des cinquante otages πριν και μετά την ανάπλαση της	71
Εικόνα 42. Απεικόνιση των διαδρομών των γραμμών 1 έως 6	85
Εικόνα 43. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 7	86
Εικόνα 44. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 8	86
Εικόνα 45. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 9	86
Εικόνα 46. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 15	86
Εικόνα 47. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 11	87
Εικόνα 48. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 49	87
Εικόνα 49. Προτεινόμενο σύστημα τραμ για το Π.Σ. Βόλου	90
Εικόνα 50. Παράδειγμα κοινού διαδρόμου κυκλοφορίας, Λισαβόνα	96
Εικόνα 51. Παράδειγμα αποκλειστικού διαχωρισμένου διαδρόμου, Μηρατισλάβα	97
Εικόνα 52. Παράδειγμα αποκλειστικού διαδρόμου, Κωνσταντινούπολη	98
Εικόνα 53. Παράδειγμα αποκλειστικού προστατευόμενου διαδρόμου, Αθήνα	98
Εικόνα 54. Παράδειγμα τοποθέτησης στο άκρο του οδοστρώματος σε μια λωρίδα, Πράγα	101

Εικόνα 55. Παράδειγμα τοποθέτησης στο άκρο του οδοστρώματος σε διπλή λωρίδα, Αθήνα	102
Εικόνα 56. Παράδειγμα τοποθέτησης στο κέντρο του οδοστρώματος, Βουδαπέστη	103
Εικόνα 57. Στάση με πλευρικές αποβάθρες (μετατοπισμένες)	108
Εικόνα 58. Στάση με κεντρική αποβάθρα	109
Εικόνα 59. Στάση με πλευρικές αποβάθρες (αντικριστές)	109
Εικόνα 60. Θέση του κόμβου στην συμβολή των οδών Δημητριάδος, Ιάσονος και Γρ. Λαμπράκη και διάδρομοι διέλευσης.....	116
Εικόνα 61. Σκαρίφημα του κυκλικού κόμβου στην συμβολή των οδών Δημητριάδος, Ιάσονος και Λαμπράκη	117
Εικόνα 62. Προσαρμογή των λωρίδων κυκλοφορίας στον κυκλικό κόμβο στην συμβολή των οδών Δημητριάδος, Ιάσονος και Λαμπράκη	118
Εικόνα 63. Θέσεις διασταυρώσεων στην προτεινόμενη διαδρομή	119
Εικόνα 64. Διασταύρωση Φιλελλήνων με Πολυμέρη και κατεύθυνση στροφής	120
Εικόνα 65. Διασταύρωση Πολυμέρη με Αιολίδος και κατεύθυνση στροφής	120
Εικόνα 66. Διασταύρωση Πλαστήρα με Πολυμέρη και κατεύθυνση στροφής	121
Εικόνα 67. Διασταύρωση Φιλελλήνων με Δημητριάδος και κατεύθυνση στροφής	121
Εικόνα 68. Γεωμετρική ένταξη του τραμ στην Διασταύρωση 1	122
Εικόνα 69. Γεωμετρική ένταξη του τραμ στην Διασταύρωση 2	123
Εικόνα 70. Φώτα LED τοποθετημένα στο πεζοδρόμιο για την προειδοποίηση έλευσης του τραμ	123
Εικόνα 71. Μετατροπή της οδού Αιολίδος σε ήπιας κυκλοφορίας και τοποθέτηση προειδοποιητικών LED	124
Εικόνα 72. Γεωμετρική ένταξη του τραμ στην Διασταύρωση 3	125
Εικόνα 73. Γεωμετρική ένταξη του τραμ στην Διασταύρωση 4	126
Εικόνα 74. Σήμανση που ορίζει το σημείο έναρξης και τερματισμού του αποκλειστικού διαδρόμου κίνησης του τραμ	128

Εικόνα 75. Προειδοποιητική πινακίδα διέλευσης του τραμ	128
Εικόνα 76. Οριζόντια σήμανση επί της οδού που υποδεικνύει τον αποκλειστικό διάδρομο	128
Εικόνα 77. Κάτοψη της οδού όπου η κίνηση του τραμ γίνεται σε αποκλειστικό διάδρομο	129
Εικόνα 78. Πινακίδα προειδοποίησης διέλευσης του τραμ	130
Εικόνα 79. Πινακίδα ανεστραμμένου τριγώνου	130
Εικόνα 80. Πινακίδες STOP και παραχώρησης προτεραιότητας	132
Εικόνα 81. Σύστημα Transit Signal Priority	132
Εικόνα 82. Τομή της οδού στην οποία η κίνηση γίνεται σε αποκλειστικό διαχωρισμένο διάδρομο	133
Εικόνα 83. Τομή της οδού στην οποία η κίνηση γίνεται σε κοινό διάδρομο	133
Εικόνα 84. Μπροστινή όψη της στάσης του τραμ	136
Εικόνα 85. Πλάγια όψη της στάσης του τραμ	137
Εικόνα 86. Παράδειγμα αμαξοστασίου στην Ολλανδία	142
Εικόνα 87. Ενδεικτικές θέσεις χωροθέτησης του συστήματος Park and Ride στον Βόλο	143
Εικόνα 88. Σχέση χρήσεων γης και μεταφορών	144
Εικόνα 89. Παράδειγμα της έρευνας Δεδηλωμένης Προτίμησης	154

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Ποσοστό συμμετοχής των Δήμων στην Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας για το έτος 2021	75
Διάγραμμα 2. Ποσοστό κάλυψης επί τοις εκατό του Π.Σ. Βόλου	93
Διάγραμμα 3. Χρήσεις γης στην 1η Ζώνη	147
Διάγραμμα 4. Χρήσεις γης στην 2 ^η Ζώνη	147
Διάγραμμα 5. Χρήσεις Γης στην 3 ^η Ζώνη	148
Διάγραμμα 6. Χρήσεις Γης στην 4 ^η Ζώνη	148
Διάγραμμα 7. Χρήσεις Γης στην 5 ^η Ζώνη	149
Διάγραμμα 8. Χρήσεις Γης στην 6 ^η Ζώνη	149
Διάγραμμα 9. Χρήσεις Γης στην 7 ^η Ζώνη	150
Διάγραμμα 10. Χρήσεις Γης στην 8 ^η Ζώνη	150
Διάγραμμα 11. Χρήσεις Γης στην 9 ^η Ζώνη	151

Διάγραμμα 12. Χρήσεις Γης στην 10 ^η Ζώνη	151
---	-----

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1. Κατηγοριοποίηση των ΔΣ σύμφωνα με τον Vuchic.....	20
Σχήμα 2. Σχέση ταχύτητας εκμετάλλευσης και κόστους υλοποίησης ανά τύπο διαδρόμου	100

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 1. Μορφολογία της περιφερειακής ενότητας Μαγνησίας	72
Χάρτης 2. Διοικητική οργάνωση της περιφερειακής ενότητας Μαγνησίας και ένταξη της στον ελληνικό χώρο	73
Χάρτης 3. Δείκτης τοπικής ειδίκευσης σε επίπεδο Δήμων της Π.Ε. Μαγνησίας για τον πρωτογενή τομέα	78
Χάρτης 4. Δείκτης τοπικής ειδίκευσης σε επίπεδο Δήμων της Π.Ε. Μαγνησίας για τον δευτερογενή τομέα	79
Χάρτης 5. Δείκτης τοπικής ειδίκευσης σε επίπεδο Δήμων της Π.Ε. Μαγνησίας για τον τριτογενή τομέα	80
Χάρτης 6. Απεικόνιση του δικτύου εξυπηρέτησης του αστικού ΚΤΕΛ που συνολικά εξυπηρετούν τις επιβατικές ανάγκες για την πόλη του Βόλου	88
Χάρτης 7. Χρήσεις γης του Π.Σ. Βόλου	94
Χάρτης 8. Σημεία τοποθέτησης της κατάλληλης σήμανσης στον κυκλικό κόμβο στην συμβολή των οδών Δημητριάδος, Ιάσονος και Λαμπράκη	131
Χάρτης 9. Συγκεντρωτική παρουσίαση των επιμέρους στοιχείων της τελικής διαδρομής	140
Χάρτης 10. Αλληλεπίδραση των προτεινόμενων MMM που θα εξυπηρετούν το επιβατικό κοινό της πόλης του Βόλου	141

Αρκτικόλεξα

Κεφάλαιο 1:

ΔΣ Δημόσιες Συγκοινωνίες

MMM Μέσα Μαζικής Μεταφοράς

BRT BUS Rapid Transit

ITS Intelligent Transport Systems

LRT Light Rail Transport Systems

CO₂ Carbon Dioxide

I.X. Ιδιωτικής Χρήσης (αυτοκίνητο)

P&R Park & Ride

GPS Global Positioning System

ΣΒΑΚ Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας

ΦΕΚ Φύλλο της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως

Κεφάλαιο 2:

ΔΕΜΕΚΑΒ Δημοτική Επιχείρηση Μελετών, Κατασκευών και Ανάπτυξης Βόλου

ΟΣΕ Οργανισμός Σιδηροδρόμων Ελλάδος

ΒΙΠΕ Βιομηχανική Περιοχή

ΣΔΙΤ Συμπράξεις Δημοσίου και Ιδιωτικού Τομέα

Κεφάλαιο 3:

Ε.Ε. Ευρωπαϊκή Ένωση

ΑΠΕ Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

CAF Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles

RCA Rapid Charge Accumulator

SIL4 Safety Integrity Levels

Κεφάλαιο 4:

ΕΛ.ΣΤΑΤ. Ελληνική Στατιστική Αρχή

ΠεΣΠΚΑ Περιφερειακό Σχέδιο Προσαρμογής στην Κλιματική Αλλαγή

ΑΕΠ Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν

ΠΕ Περιφερειακή Ενότητα

LQ Location Quotient (Δείκτης τοπικής ειδίκευσης)

ΒΙΟΠΑ Βιομηχανικό Πάρκο

ΕΖΔ Ειδικές Ζώνες Διατήρησης

ΖΕΠ Ζώνες Ειδικής Προστασίας

ΚΤΕΛ Κοινοπραξία Τακτικών Επιβατικών Λεωφορείων.

Ε.Π. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα

Π.Δ. Προεδρικό Διάταγμα

ΓΠΣ Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο

Π.Σ. Πολεοδομικό Συγκρότημα

ΜΕΤΚΑ Μεταλλικές Κατασκευές

MICE Meetings, incentives, conferences and exhibitions tourism

Κεφάλαιο 5:

TSP Transit Signal Priority

Εισαγωγή

Η ανθεκτικότητα των πόλεων είναι μια παράμετρος που δέχεται συνεχώς πιέσεις με σημαντικότερη τη κλιματική αλλαγή. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να υιοθετηθούν μέτρα που θα οχυρώσουν τις πόλεις έναντι των επιπτώσεών της. Ένας από τους κυριότερους παράγοντες που ευθύνονται για την κλιματική αλλαγή είναι οι αστικές μεταφορές καθώς υπάρχει μεγάλη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα (Διμέλλη, 2023). Από το 1990 και έπειτα έχει καταγραφεί στις ευρωπαϊκές πόλεις μια ταχεία αύξηση στις εκπομπές του CO₂ και στην κατανάλωση της ενέργειας γεγονός που χρίζει αντιμετώπισης (Banister, 2011). Αυτό οδήγησε την Ευρωπαϊκή Ένωση στην έκδοση πολιτικών όπου κυρίαρχος στόχος είναι η βιώσιμη αστική κινητικότητα και η επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας (Διμέλλη, 2023). Η προώθηση και η ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού και φιλικού προς το περιβάλλον συστήματος Δημοσίων Συγκοινωνιών όπως είναι το τραμ, το μετρό κ.α., είναι βασική προϋπόθεση για την επίτευξη αυτού του στόχου (Γαβανάς κ.α., 2015).

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να διερευνήσει τα πλεονεκτήματα της ένταξης ενός συστήματος τραμ στον αστικό ιστό καθώς και τις χωρικές επιπτώσεις αυτού, με την μελέτη περίπτωσης να αφορά την πόλη του Βόλου.

Στόχος είναι να τεκμηριωθεί η επιλογή του τραμ ως ένα βιώσιμο μέσο, το οποίο έχει εφαρμογή και σε πόλεις μεσαίου μεγέθους. Ταυτόχρονα, αναπτύχθηκε μια μεθοδολογία για τα βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για να διερευνηθεί αν είναι εφικτή η γεωμετρική και η λειτουργική ένταξη του συγκεκριμένου μέσου σε οποιαδήποτε πόλη.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της διπλωματικής ξεκίνησε με την διάκριση σε δυο μέρη. Το πρώτο περιλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο με τρία επιμέρους κεφάλαια. Αρχικά, στο Κεφάλαιο 1, γίνεται η περιγραφή των Δημοσίων Συγκοινωνιών και η σύνδεση τους με την βιώσιμη κινητικότητα. Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται ανάλυση του τραμ ιστορικά, σε διεθνές και εθνικό επίπεδο με έμφαση να δίνεται στην ιστορία του Βόλου. Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται το σύγχρονο τραμ και αναφέρονται καλές πρακτικές τριών ευρωπαϊκών πόλεων (Σαραγόσα, Λισαβόνα, Νάντες). Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε με δύο επιμέρους κεφάλαια. Το Κεφάλαιο 4 αφορά στην ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης για την πόλη του Βόλου, τα δεδομένα του οποίου λήφθηκαν υπόψη στο Κεφάλαιο 5, όπου αναπτύσσεται η πρόταση της τελικής διαδρομής του τραμ. Για την διερεύνηση αν η ένταξη του τραμ είναι εφικτή εξετάστηκαν σε πρώτη φάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδών (ευθύγραμμο και καμπύλα τμήματα). Στην συνέχεια, αναλύονται τα λειτουργικά χαρακτηριστικά. Τέλος, εξετάζεται η αλληλεπίδραση του τραμ με τα άλλα μέσα που εξυπηρετούν τις επιβατικές ανάγκες της πόλης,

η διαχείριση της στάθμευσης, η σχέση του με τις θεσμοθετημένες χρήσεις γης καθώς και ο περιβαλλοντικός του αντίκτυπος.

Η μελέτη περίπτωσης καταλήγει σε τρία βασικά συμπεράσματα. Πρώτον, η γεωμετρική ένταξη του τραμ στην πόλη του Βόλου είναι εφικτή. Δεύτερον, από περιβαλλοντική σκοπιά με την ένταξη του και την κατάργηση δύο λεωφορειακών γραμμών θα βελτιώσει την κυκλοφοριακή ροή στο κεντρικό τμήμα της πόλης και θα μειωθούν οι ημερήσιες εκπομπές CO₂. Τέλος, όσον αφορά τις χρήσεις γης, οι κυρίαρχες κατηγορίες που συναντώνται στην διαδρομή κίνησης του τραμ είναι το «πολεοδομικό κέντρο» και η «γενική κατοικία».

ΜΕΡΟΣ Α: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

1. Δημόσιες αστικές συγκοινωνίες και ο ρόλος τους στην προώθηση της βιώσιμης κινητικότητας

1.1. Δημόσιες συγκοινωνίες

Με την χρήση του όρου «Δημόσιες Συγκοινωνίες» (ΔΣ), αναφερόμαστε σε μια υπηρεσία, στόχος της οποίας είναι η μεταφορά επιβατών με την χρήση Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ) έναντι χρηματικού αντιτίμου. Ταυτόχρονα, η μεταφορά γίνεται σε συγκεκριμένες διαδρομές και ωράρια (Γαβανάς κ.α., 2015).

Σήμερα (2024) έχουν προκύψει διάφοροι τύποι δημόσιων συγκοινωνιών, γεγονός που περιπλέκει την επιλογή του καταλληλότερου μέσου για την κάλυψη των αναγκών μιας περιοχής. Ορισμένα από τα κριτήρια που οδηγούν στην επιλογή ενός μέσου μεταξύ άλλων είναι η περιοχή εξυπηρέτησης, τα πληθυσμιακά δεδομένα και η ζήτηση για μετακινήσεις που γεννάται από αυτά, κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά όπως η χωρητικότητα καθώς και το κόστος που προκύπτει από την ένταξη ενός μέσου στο μεταφορικό σύστημα (Ανδρικοπούλου κ.α., 2014).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση των ΔΣ ανάλογα με διάφορες παραμέτρους.

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση των Δημοσίων Συγκοινωνιών (ΔΣ)

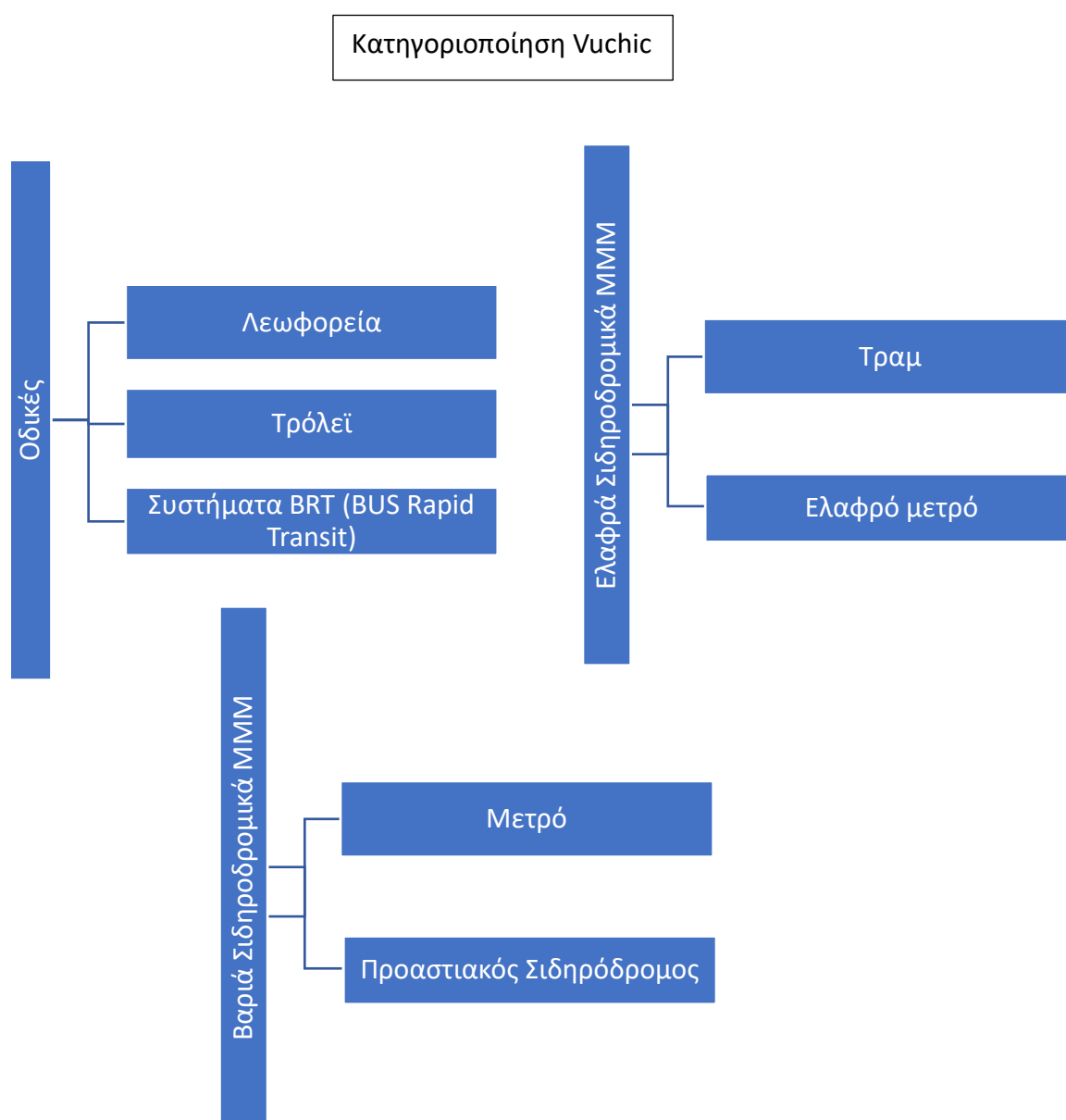
Με βάση τον τομέα μεταφοράς	Με βάση το μέσο	Με βάση την εξυπηρετούμενη περιοχή	Με βάση την ιδιοκτησία
Οδικές	Λεωφορεία/BRT	Αστικές	Δημόσια
Σιδηροδρομικές	Τραμ/LRT	Περιαστικές	Δημοτική
Θαλάσσιες	Metro	Υπεραστικές	Ιδιωτική
Αεροπορικές	Προαστιακός Σιδηρόδρομος	Μικτές	Μικτή
Συνδυασμός	Monorail	Διεθνείς	
	Καλωδιοκίνητο σύστημα		
	Πλοiάρια		
	Πολυτροπικές		
	Αεροπλάνα		
Πηγή: Γαβανάς κ.α., 2015			

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας θα χρησιμοποιηθεί η κατηγοριοποίηση του Vuchic (2007) η οποία συνδυάζει την κατηγοριοποίηση με βάση τον τομέα μεταφοράς και το μέσο που παρουσιάστηκε στον Πίνακα 1 και έχει ως εξής:

1. Οδικά MMM
2. Ελαφρά σιδηροδρομικά MMM
3. Βαριά σιδηροδρομικά MMM

Η κατηγοριοποίηση αυτή περιλαμβάνει τα μέσα που φαίνονται στο Σχήμα 1.

Σχήμα 1. Κατηγοριοποίηση των ΔΣ σύμφωνα με τον Vuchic



Περιγραφή βασικότερων συστημάτων ΜΜΜ

Δίκτυα λεωφορείων: Κατά κύριο λόγο συναντώνται σε πόλεις που χαρακτηρίζονται από μικρό μέγεθος και δευτερευόντως συμπληρωματικά με άλλα μέσα σε πόλεις με μεγαλύτερο μέγεθος. Πρόκειται συνήθως για δίκτυα με ακτινωτή μορφή που καταλήγουν στο κέντρο και ακολουθούν τους οδικούς άξονες (Ανδρικοπούλου κ.α., 2014). Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια λόγω της στροφής σε μέσα που είναι πιο βιώσιμα, φιλικά προς το περιβάλλον και ανταγωνιστικά δημιουργήθηκε μία νέα προσέγγιση για τον σχεδιασμό των δικτύων λεωφορείων, το λεγόμενο «Bus Rapid Transit (BRT)». Το BRT είναι η εξέλιξη των συμβατικών λεωφορείων και έχει χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά του τραμ αλλά με ελαστικούς τροχούς (Εικόνα 1). Πιο συγκεκριμένα, είναι ένας αποτελεσματικός και άνετος τρόπος μεταφοράς που χαρακτηρίζεται από υψηλή ταχύτητα, χάρη στο γεγονός ότι η κίνηση γίνεται σε αποκλειστικούς διαδρόμους και κατά μήκος της διαδρομής οι στάσεις είναι λιγότερες σε αριθμό και είναι τοποθετημένες σε ευθυγράμμιση με το κέντρο της οδού, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι καθυστερήσεις και να αυξάνεται η αξιοπιστία του μέσου, αφού τηρούνται τα προβλεπόμενα δρομολόγια (Basso et al., 2019). Ακόμη, έχει υψηλά επίπεδα χωρητικότητας, ευελιξία κινήσεων και διαθέτει ενσωματωμένα ευφυή συστήματα μεταφορών (Intelligent Transport Systems (ITS) (Siedler, 2014).



Εικόνα 1. BRT στην Στοκχόλμη

Πηγή: <https://www.urban-transport-magazine.com/en/swedens-first-electric-brt-service-up-and-running-in-stockholm/>

Δίκτυα αστικών σιδηροδρόμων: Η μορφή των δικτύων αυτών είναι παρόμοια με αυτή των λεωφορείων αφού συνήθως είναι ακτινωτά και η διαδρομή τους διέρχεται από το κέντρο (Ανδρικοπούλου κ.α., 2014). Η διαφορά τους από το δίκτυο των λεωφορείων είναι ότι πρόκειται για συστήματα με μικρή ευελιξία αφού κινούνται σε σταθερή τροχιά και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την υποδομή πάνω στην οποία κινούνται, όμως πλεονεκτούν όχι μόνο από άποψη χωρητικότητας αλλά και ταχύτητας (Γαβανάς κ.α., 2015).

Σε αυτή τη κατηγορία συγκαταλέγονται τέσσερα διαφορετικά είδη σιδηροδρομικών μέσων (Pyrgidis, 2021):

1. Μετρό, πρόκειται για ένα μέσο που είναι υπόγειο και έχει μεγάλα επίπεδα χωρητικότητας της τάξεως των 45.000 επιβατών/κατεύθυνση. Η κατασκευή του συνοδεύεται από υψηλό οικονομικό κόστος. Στην Εικόνα 2 φαίνεται το Μετρό της Αθήνας.



Εικόνα 2. Μετρό στην Αθήνα

Πηγή: <https://www.protothema.gr/economy/article/1274151/metro-ta-gigadiaia-projects-pou-allazoun-athina-kai-thessaloniki/>

2. Τραμ, η κίνηση του γίνεται πάνω σε ειδικά διαμορφωμένες σιδηροτροχιές και διέρχεται κατά κύριο λόγο από τις κεντρικές αρτηρίες μιας πόλης. Η εκτενέστερη ανάλυση για το συγκεκριμένο μέσο είναι αντικείμενο των κεφαλαίων που ακολουθούν. Στην Εικόνα 3 διακρίνεται το τραμ στην Αθήνα.



Εικόνα 3. Τραμ στην Αθήνα

Πηγή:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%B1%CE%BC_%CE%91%CE%B8%CE%AE%CE%BD%CE%B1%CF%82

3. Ελαφρύ μετρό, συγκαταλέγεται στην κατηγορία των Light Rail Transport Systems (LRT) και αποτελεί μια εναλλακτική που συνδυάζει τα χαρακτηριστικά του μετρό και του τραμ. Ενδείκνυται σε πόλεις με πληθυσμό που κυμαίνεται από 500.000 έως 1.000.000 κατοίκους. Στην Εικόνα 4 φαίνεται το ελαφρύ μετρό στο Ταϊπέι.



Εικόνα 4. Ελαφρύ μετρό στο Ταϊπέι

Πηγή: <https://www.urban-transport-magazine.com/en/expansion-of-metro-new-taipei-danhai-light-rail/>

4. Monorail, είναι ένα μεταφορικό μέσο που κινείται με την βοήθεια ενός υπερυψωμένου χαλύβδινου οδηγού. Χρησιμοποιείται για μικρότερες αποστάσεις και σε περιπτώσεις χώρων αναψυχής ή για την σύνδεση ενός κέντρου πόλεως με το αεροδρόμιο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.



Εικόνα 5. Monorail στην πόλη Chongqing
Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Monorail>

1.2. Αρχές και πλεονεκτήματα των δημοσίων αστικών συγκοινωνιών

Αρχές

Το βασικό ζητούμενο που σχετίζεται με τον τομέα των δημοσίων συγκοινωνιών είναι να είναι αποδοτικές, ανταγωνιστικές και να εναρμονίζονται με τους τρεις πυλώνες της αειφορίας την οικονομία, την κοινωνία και το περιβάλλον. Για τους παραπάνω λόγους πρέπει να τηρούνται ορισμένες αρχές κατά τον σχεδιασμό τους.

1. **Απλές Δομές Δικτύων**, στον σχεδιασμό ενός μεταφορικού συστήματος πρέπει οι προτεινόμενες διαδρομές να είναι απλές έτσι ώστε να είναι εύκολη η αναγνώριση τους και σε δεύτερη φάση η απομνημόνευση τους από τους επιβάτες.
2. **Ιεραρχημένα Δίκτυα**, στο εκάστοτε σύστημα ΔΣ πρέπει να υπάρχει μια κατηγοριοποίηση ανάμεσα στις επιμέρους γραμμές η οποία πρέπει να γίνεται με βάση ορισμένες παραμέτρους όπως είναι η ταχύτητα κίνησης, η χωρητικότητα των οχημάτων και η περιοχή εξυπηρέτησης αν πρόκειται δηλαδή για αστικές ή υπεραστικές συνδέσεις. Ταυτόχρονα με την ιεράρχηση των δικτύων πρέπει να υπάρχει διασύνδεση ανάμεσα στους διαφορετικούς τύπους δικτύων. Αν ο σχεδιασμός βασιστεί στην ορθή αξιολόγηση των παραπάνω, τότε αυξάνεται η αποτελεσματικότητα του συστήματος και εξασφαλίζεται η συνδεσιμότητα ανάμεσα σε διαφορετικές περιοχές.
3. **Αξιοπιστία και συνέπεια**, τα ΜΜΜ πρέπει να είναι ανταγωνιστικά έναντι της μετακίνησης με Ι.Χ. οχήματα. Για αυτό το λόγο πρέπει να εξασφαλίζεται η ομαλή κυκλοφορία τους με όσο το δυνατόν λιγότερα εμπόδια και με τέτοια ταχύτητα ώστε να μειώνεται όσο το δυνατόν περισσότερο ο χρόνος ταξιδιού και να επιτυγχάνεται η τήρηση των

προβλεπόμενων δρομολογίων. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω πρέπει να γίνονται παρεμβάσεις ώστε να προωθούνται οι ΔΣ όπως είναι η κίνηση σε λωρίδα αποκλειστικής κυκλοφορίας και η προτεραιότητα σε κόμβους και διασταυρώσεις (Dodson et al, 2011).

4. **Προσβασιμότητα και άνεση**, αφορά ορισμένα στοιχεία που ικανοποιούν τις ανάγκες των επιβατών τόσο κατά τη διάρκεια χρήσης του μέσου όσο και κατά την αναμονή στην στάση. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η ύπαρξη στοιχείων που είναι απαραίτητα για την πρόσβαση ευάλωτων κοινωνικών ομάδων όπως ράμπες, οχήματα χαμηλού δαπέδου κ.λπ. αλλά και κάποια που αφορούν την γενικότερη λειτουργία των οχημάτων όπως είναι τα συστήματα ψύξης και θέρμανσης, η χωρητικότητα και το μέγεθος των καθισμάτων, τα επίπεδα θορύβου και η παροχή στοιχειωδών ανέσεων στις στάσεις όπως καθίσματα, στέγαστρα, φωτισμός και κάδοι απορριμμάτων
5. **Συνεχής ενημέρωση**, το επιβατικό κοινό πρέπει ανά πάσα στιγμή να έχει πρόσβαση στην πληροφορία και να ενημερώνεται για τα δρομολόγια των οχημάτων και για πιθανές καθυστερήσεις που μπορεί να προκύπτουν. Η παροχή αυτών των πληροφοριών μπορεί να γίνει μέσω συστήματος τηλεματικής είτε με ειδική εφαρμογή στο κινητό είτε με ηλεκτρονικούς πίνακες οι οποίοι τοποθετούνται στον χώρο των στάσεων (Γαβανάς κ.α., 2015).

Πλεονεκτήματα

1. Εξοικονομείται ενέργεια αφού με πληρότητα της τάξεως του 50% οι ΔΣ καταναλώνουν 5 φορές λιγότερη ενέργεια συγκριτικά με την κατανάλωση ενός Ι.Χ. (Αραβαντινός, 2007)
2. Αλλάζουν την εικόνα και βελτιώνουν τα επίπεδα διαβίωσης στις πόλεις αφού διευκολύνονται οι ροές στα μεγάλα αστικά κέντρα και η πρόσβαση σε ευκαιρίες για εργασία, δείγμα προόδου και ανάπτυξης, ενώ απελευθερώνεται δημόσιος χώρος από την οδό λόγω μεγαλύτερης μεταφορικής ικανότητας από τα ιδιωτικά μέσα
3. Αποτελούν έναν τρόπο για την μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων (αέρια ρύπανση, αυξημένες εκπομπές CO₂, ηχορύπανση) που προκαλούνται από την ταχεία αστικοποίηση και από τις αυξημένες ανάγκες για μετακινήσεις, αφού είναι ένας τρόπος μεταφοράς που αν σχεδιαστεί σωστά μειώνει την χρήση των Ι.Χ. (Sun, Cui, 2018)
4. Όπου εφαρμόζονται αποτελεσματικά συστήματα ΔΣ επιλύονται πολλαπλά προβλήματα που σχετίζονται με την κίνηση στην οδό όπως είναι τα ατυχήματα, η κυκλοφοριακή συμφόρηση και η διαχείριση της στάθμευσης
5. Περιορίζονται οι κοινωνικές ανισότητες, αφού δίνεται η δυνατότητα μετακίνησης και σε άτομα που δεν διαθέτουν αυτοκίνητο (Litman, 2024).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά οι αρχές και τα πλεονεκτήματα των ΔΣ

Πίνακας 2. Αρχές και Πλεονεκτήματα των ΔΣ

Αρχές	Πλεονεκτήματα
• Απλή μορφή δικτύων • Ιεράρχηση δικτύων • Αξιόπιστα και συνεπή μέσα • Εξασφάλιση προσβασιμότητας και άνεσης • Ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο	• Εξοικονόμηση ενέργειας • Βελτίωση επιπέδων διαβίωσης • Μείωση περιβαλλοντικών προβλημάτων • Επίλυση κυκλοφοριακών ζητημάτων • Μείωση των κοινωνικών ανισοτήτων
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

1.3. Προβλήματα και προοπτικές βελτίωσης των Δημόσιων Συγκοινωνιών για την προώθηση της βιώσιμης κινητικότητας

Όπως αναφέρεται παραπάνω, η προώθηση των Δημόσιων Συγκοινωνιών αποτελεί μια πρακτική, η οποία επιφέρει πολλαπλά οφέλη τόσο στην ανάπτυξη μιας πόλης όσο και σε κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Είναι μια λύση βιώσιμη, φιλική προς το περιβάλλον και προτιμότερη από την μετακίνηση με Ι.Χ. τόσο από οικονομική άποψη όσο και από κυκλοφοριακή. Στο σημείο αυτό πρέπει να αποσαφηνιστεί ότι ο όρος βιώσιμη κινητικότητα είναι τμήμα της ευρύτερης έννοιας της βιώσιμης ανάπτυξης και αφορά την προώθηση των μεταφορικών συστημάτων που λαμβάνουν υπόψη τις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές ανάγκες μιας κοινωνίας χωρίς να προκαλούνται αρνητικές συνέπειες (Gallo, Marinelli, 2020) . Παρόλα αυτά, γεννούνται και ορισμένα προβλήματα από τα MMM, τα οποία χρίζουν διερεύνηση.

Ειδικότερα, ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των δημόσιων συγκοινωνιών είναι ότι στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ανεπαρκείς και δεν γίνεται πλήρης εκμετάλλευση χωρητικότητας των μέσων (Αραβαντινός, 2007). Με άλλα λόγια, η ζήτηση των μέσων είναι χαμηλή κατά τη διάρκεια της ημέρας, με εξαίρεση τις ώρες αιχμής, γεγονός που εντείνεται από την πιθανή αναξιοπιστία των δρομολογίων ή την αδυναμία του δικτύου να καλύψει όλες τις επιβατικές ανάγκες. Συμπληρωματικά με αυτό το πρόβλημα λειτουργεί και η κυκλοφοριακή συμφόρηση που πλήττει την πλειονότητα των πόλεων και ιδίως το κέντρο αυτών και παρεμποδίζει την ομαλή λειτουργία των δημόσιων μέσων και, ειδικά, την τήρηση του προγράμματος των δρομολογίων. Ένα άλλο ζήτημα είναι η προσβασιμότητα που αφορά κυρίως τις ευάλωτες κοινωνικές ομάδες, όπως τα άτομα με ειδικές ανάγκες, τους ηλικιωμένους και τις κυοφορούσες, αφού στην πληθώρα τους τα οχήματα έχουν δάπεδο μετρίου ύψους (Τσαμτζή, 2014).

Μια σχετικά νέα τάση στην αστική κινητικότητα είναι οι συνδυασμένες μεταφορές που προωθούν τις δημόσιες συγκοινωνίες και τους ήπιους τρόπους μετακίνησης σε συνδυασμό με τον περιορισμό της χρήσης των Ι.Χ. . Ωστόσο, η εφαρμογή αυτής της πρακτικής παρεμποδίζεται από την έλλειψη προσβάσιμων σταθμών (σταθμοί Park & Ride, P&R) που χρησιμοποιούνται για την στάθμευση των Ι.Χ., έτσι ώστε να διευκολύνεται η μετεπιβίβαση σε ένα άλλο μέσο (Αραβαντινός, 2007).

Τέλος, ιδιαίτερα, στον ελλαδικό χώρο ο στόλος των MMM στην πλειονότητα του είναι απαρχαιωμένος και είναι αναγκαίος ο εκσυγχρονισμός και η συντήρηση του προς αποφυγή ατυχημάτων αλλά και για να μειωθούν τα ποσοστά των εκπομπών αέριων ρύπων.

Εντούτοις τα πλεονεκτήματα της δημόσιας μετακίνησης υπερτερούν των προβλημάτων. Εξάλλου εφαρμόζονται στρατηγικές και μέτρα για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων και την βελτίωση των υπηρεσιών δημοσίων συγκοινωνιών, τα οποία εναρμονίζονται με τους πυλώνες της

βιωσιμότητας. Αρχικά, λόγω των προαναφερθέντων, οι δημόσιες συγκοινωνίες απαιτούν τακτική αναδιοργάνωση και εκσυγχρονισμό. Πιο συγκεκριμένα, απαιτείται οι διαδρομές του εκάστοτε οχήματος να ανασχεδιάζονται και όπου χρειάζεται να επεκτείνονται λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες των επιβατών, τις υπάρχουσες συνθήκες και την κυκλοφοριακή ικανότητα των υφιστάμενων οδικών αξόνων.

Ταυτόχρονα, ως απόρροια των εξελίξεων και των νέων τεχνολογιών και της προώθησης των ευφυών συστημάτων μεταφορών (ITS) κάνουν την εμφάνιση τους πρακτικές που βελτιώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα εξυπηρέτησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τηλεματική, με την οποία δίνεται η δυνατότητα για εξ αποστάσεως διαχείριση των μεταφορών και ταυτόχρονα ανάπτυξη εφαρμογών προσβάσιμων από τους επιβάτες, οι οποίοι ενημερώνονται για τον χρόνο άφιξης του μέσου που επιθυμούν και άλλα χρήσιμα στοιχεία, όπως, ο χρόνος διαδρομής, οι διαθέσιμες στάσεις και η συνολική διαδρομή που διανύεται. Ακόμη, είναι εφικτή η έκδοση ηλεκτρονικού εισιτηρίου.

Μια άλλη επίκαιρη τάση, είναι η στροφή σε εναλλακτικές μορφές καυσίμου που είναι φιλικότερες προς το περιβάλλον και με μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα συγκριτικά με την πετρελαιοκίνηση. Οι επικρατέστερες πηγές ενέργειας για τις αστικές συγκοινωνίες είναι η ηλεκτροκίνηση και η υδρογονοκίνηση. Όσον αφορά την ηλεκτροκίνηση είναι μια πηγή πιο διαδεδομένη σε σχέση με την υδρογονοκίνηση και έχει ήδη εφαρμογή σε μέσα μαζικής μεταφοράς κυρίως σταθερής τροχιάς όπως το τραμ, το τρόλεϊ και το μετρό. Τα βασικότερα θετικά στοιχεία της είναι η μείωση της ηχορύπανσης, η μείωση των εκπομπών και η απλότητα των οχημάτων από κατασκευαστική άποψη. Παρόλα αυτά, το οικονομικό κόστος των οχημάτων παραμένει ακόμη σχετικά υψηλό. Η υδρογονοκίνηση είναι μια πράσινη λύση που δεν επιβαρύνει το περιβάλλον, καθώς από την χρήση του εκπέμπεται αποκλειστικά νερό και είναι μια ανεξάντλητη εναλλακτική πηγή ενέργειας (Kubański, 2020).

Ως προς τις υπηρεσίες κινητικότητας μια σύγχρονη προοπτική ανάπτυξης των MMM είναι η διαμοιρασμένη κινητικότητα (shared mobility). Πρόκειται για ένα νέο τύπο κινητικότητας που βασίζεται στον διαμοιρασμό, ο οποίος σύμφωνα με τους Τυρινόπουλος κ.α. (2022) *«αφορά οποιαδήποτε αγορά που συγκεντρώνει καταναλωμένα δίκτυα μεμονωμένων ατόμων που ανταλλάσσουν ή μοιράζονται αντικείμενα, των οποίων η περιοδική χρήση από τους ιδιοκτήτες τους επιτρέπει τον διαμοιρασμό και με άλλα άτομα του δικτύου αυτού»*. Είναι μια λύση βιώσιμη και ουσιαστικά δίνει κίνητρα για την χρήση εναλλακτικών μορφών μετακίνησης έναντι του Ι.Χ. και συμπληρώνει τα κενά στις υφιστάμενες μεταφορικές υπηρεσίες και τα καθιστά πιο προσβάσιμα. Συμπληρωματικά, είναι μια πρακτική που λαμβάνει υπόψη και την κοινωνική διάσταση της βιωσιμότητας, αφού, προάγει ένα σύστημα μεταφορών προσιτό για όλους και χωρίς αποκλεισμούς (Τυρινόπουλος κ.α., 2022).

Σε αυτή την μορφή συμπεριλαμβάνονται μαζί με τις δημόσιες συγκοινωνίες, που αποτελούν τον κυριότερη υπηρεσία διαμοιρασμένης κινητικότητας, άλλοι τρεις τύποι μετακίνησης (Τυρινόπουλος κ.α., 2022):

1. Μικροκινητικότητα, περιλαμβάνει την μετακίνηση με ποδήλατα, πατίνια και άλλα ελαφρά μέσα προσωπικής μετακίνησης με μικρή σχετικά ταχύτητα και με ή χωρίς μερική ή πλήρη ηλεκτροκίνηση (Εικόνα 6). Είναι κατάλληλη για μικρές αποστάσεις σε αστικά κέντρα από 1 έως 3 χιλιόμετρα. Τα μέσα μικροκινητικότητας σε διαμοιρασμένες υπηρεσίες ελέγχονται με ειδική εφαρμογή και έχουν ενσωματωμένο GPS ώστε να διευκολύνεται ο εντοπισμός τους.



Εικόνα 6. Παραδείγματα μικροκινητικότητας

Πηγή: <https://www.ictpus.gr/egkrithikan-ta-sxedia-biosimis-astikis-kinitikotitas-ton-dimon-thessalonikis-lamieon-kai-elassonas/>

2. Carsharing, με την βοήθεια ψηφιακής εφαρμογής ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να νοικιάσει ένα Ι.Χ. για ένα σύντομο χρονικό διάστημα (Εικόνα 7). Αυτή η πρακτική ενδείκνυται για μικρές και μέσες αποστάσεις της τάξεως των 3 έως 15 χιλιομέτρων και λόγους αναψυχής και εργασίας.



Εικόνα 7. Παράδειγμα carsharing
Πηγή: <https://brainbox.gr/en/car-sharing/>

3. Carpooling, πρόκειται για μια υπηρεσία με την οποία δυο ή περισσότερα άτομα, με κοινό προορισμό, επιβιβάζονται στο ίδιο αυτοκίνητο με αποτέλεσμα να μειώνονται οι συνολικές διαδρομές και κατ' επέκταση να δημιουργούνται οφέλη τόσο για τους επιβάτες αφού εξοικονομούν χρήματα αλλά κυρίως για το περιβάλλον όπως φαίνεται στην Εικόνα 8.



Εικόνα 8. Παράδειγμα carpooling
Πηγή: <https://medium.com/@gethooptie/what-is-carpooling-advantages-of-carpooling-b47a1604d1da>

1.4. Ο ρόλος των Δημόσιων Συγκοινωνιών στις Ευρωπαϊκές και άλλες πολιτικές αστικής κινητικότητας

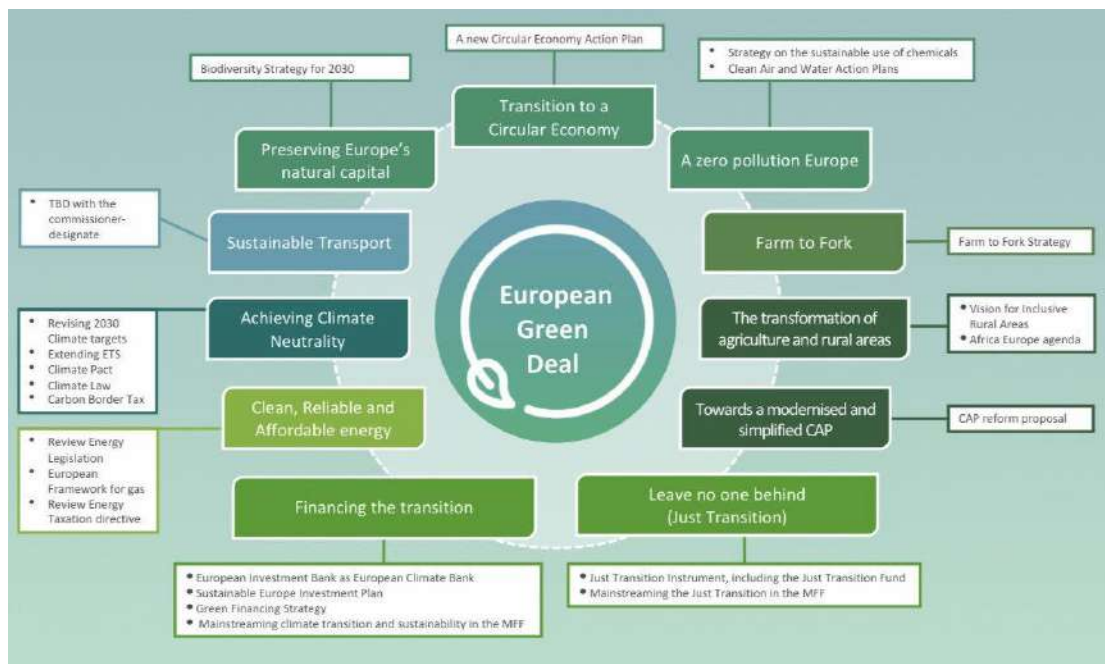
Με τον όρο αστική κινητικότητα γίνεται λόγος για την μετακίνηση ατόμων και αγαθών μέσω διαφορετικών μέσων μεταφοράς στις πόλεις. Πρόκειται για μια έννοια η οποία χρίζει προσοχής κατά τον σχεδιασμό καθώς κλονίζεται από πολλές προκλήσεις όπως είναι η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η κλιματική αλλαγή, η ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας και η γήρανση των υφιστάμενων υποδομών (Πιτσιάβα, 2024). Λόγω των προκλήσεων που αναφέρθηκαν, τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο αναπτύσσονται πολιτικές που θέτουν συγκεκριμένους στόχους για την προώθηση της βιώσιμης κινητικότητας. Παρακάτω θα αναλυθούν οι κυριότερες πολιτικές που περιλαμβάνουν αυτή την έννοια.

Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal) European Commission, COM (2019) 640:

Πρόκειται για την αναπτυξιακή στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης που εκδόθηκε το 2019 και περιλαμβάνει ένα σύνολο στόχων σε διάφορους τομείς όπως είναι η ενέργεια, το κλίμα, η βιομηχανία, οι μεταφορές κ.α. με απώτερο στόχο την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, όπως αναφέρεται στην Εικόνα 9. Όσον αφορά τον κλάδο των μεταφορών προβλέπεται η μετάβαση σε μια μορφή κινητικότητας η οποία θα είναι βιώσιμη και έξυπνη και ως γενικός στόχος τίθεται η μείωση των εκπομπών κατά 90 %.

Πιο συγκεκριμένα, εξετάζοντας τις ΔΣ στην Πράσινη Συμφωνία αναφέρονται τα εξής (Fetting, 2020):

1. Το 60 % του ποσού που αφορά τον κλάδο των μεταφορών θα δοθεί σε έργα υποδομής που θα είναι βιώσιμα
2. Ψηφιοποίηση των ΔΣ με έξυπνα συστήματα
3. Προώθηση των πολυτροπικών μεταφορών με έμφαση στις ΔΣ
4. Διαμόρφωση της φορολογίας ανάλογα με την επιβάρυνση του εκάστοτε οχήματος στο περιβάλλον.



Εικόνα 9. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία
Πηγή: <https://www.compostnetwork.info/eu-green-deal/>

Βιώσιμη και έξυπνη στρατηγική κινητικότητας (Sustainable & Smart Mobility Strategy):

Αφορά μια στρατηγική η οποία εφαρμόζει την Πράσινη Συμφωνία στον κλάδο των μεταφορών και θέτει υποστόχους στον γενικό στόχο της μείωσης των εκπομπών.

Περιλαμβάνει τρεις κατηγορίες στόχων όπως αναφέρονται στην Εικόνα 10:

1. Βιώσιμη κινητικότητα
2. Έξυπνη κινητικότητα
3. Ανθεκτική κινητικότητα

Στην συγκεκριμένη στρατηγική δεν γίνεται συγκεκριμένη ειδική αναφορά στις ΔΣ αλλά θα αναφερθούν ορισμένοι επιμέρους στόχοι που τις επηρεάζουν (European Commission, 2020):

1. Μικρότερη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα συνεπώς μετάβαση σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας
2. Οι πόλεις μεγάλου και μεσαίου μεγέθους με έτος στόχο το 2030 θα έχουν σχέδια βιώσιμης κινητικότητας
3. Δημιουργία ενιαίου ηλεκτρονικού εισιτηρίου έως το 2030 προς προώθηση των πολυτροπικών μεταφορών
4. Οι μεταφορές πρέπει να είναι προσβάσιμες από όλους τόσο όσον αφορά την πρόσβαση από την λειτουργική άποψη τόσο από την οικονομική
5. Εξασφάλιση ασφαλών μεταφορών με μηδενικά ατυχήματα έως το 2050



Εικόνα 10. Στόχοι βιώσιμης και έξυπνης στρατηγικής κινητικότητας
Πηγή: <https://civitas.eu/news/european-commission-presents-landmark-sustainable-and-smart-mobility-strategy>

Νέο πλαίσιο για την Αστική Κινητικότητα (New EU Urban Mobility Framework)
European Commission, COM (2021) 811:

Σε αυτό το πλαίσιο αναφέρεται μια δέσμη μέτρων που έχει ως στόχο την προώθηση μιας έξυπνης και ασφαλούς αστικής κινητικότητας που δεν θα αποκλείει καμία κοινωνική ομάδα και δεν θα επιβαρύνει το περιβάλλον καθώς ζητούμενο είναι οι μηδενικές εκπομπές (Εικόνα 11). Έμφαση δίνεται στην προώθηση των δημοσίων μεταφορών και στην διαμοιρασμένη κινητικότητα όπως αυτή περιεγράφηκε στην ενότητα 1.3.

Πιο συγκεκριμένα αναφέρονται οι ακόλουθοι στόχοι που αφορούν τις δημόσιες συγκοινωνίες με έτος στόχου το 2030 (European Commission, 2021):

- Μετάβαση σε οχήματα μηδενικών εκπομπών που θα ανέρχονται στα 30.000.000
- Η μετακίνηση με δημόσια συστήματα μεταφορών για αποστάσεις μικρότερες των 500 χλμ. θα έχει μηδενικό αποτύπωμα άνθρακα
- Τα οχήματα θα είναι αυτοματοποιημένα.



Εικόνα 11. Οι γενικοί στόχοι του νέου πλαισίου της Ε.Ε. για την αστική κινητικότητα

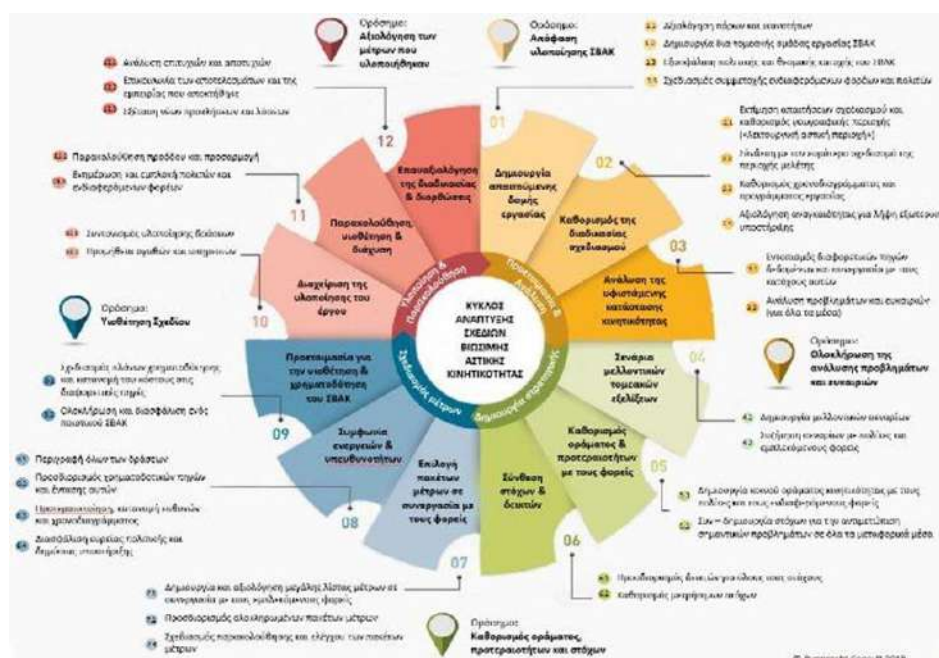
Πηγή: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/urban-transport/sustainable-urban-mobility_en

Σχέδια Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ) (Ν. 4784/2021, ΦΕΚ Α 40/16.3.2021) :

Όσον αφορά τον στρατηγικό σχεδιασμό των αστικών μεταφορών και της κινητικότητας, αυτός εκπονείται σε επίπεδο Δήμων από τα ΣΒΑΚ (Εικόνα 12). Σύμφωνα με το ΦΕΚ υπ' αριθμόν Α 40/16.3.2021 «*ως ΣΒΑΚ ορίζεται το στρατηγικό σχέδιο κινητικότητας που καταρτίζεται με σκοπό την κάλυψη των αναγκών για την κινητικότητα των ανθρώπων και τη μεταφορά αγαθών στον αστικό και περιαστικό ιστό προς διασφάλιση καλύτερης ποιότητας ζωής*». Τα ΣΒΑΚ περιλαμβάνουν μέτρα τα οποία στοχεύουν σε ένα περιβάλλον που θα είναι ευχάριστο, ασφαλές και βιώσιμο και οι μετακινήσεις θα γίνονται με οικονομικό και γρήγορο τρόπο και δεν θα αποκλείουν καμία κοινωνική ομάδα. Έμφαση δίνεται στην στροφή σε πιο καθαρούς τρόπους μετακίνησης όπως είναι το ποδήλατο, η πεζή και οι ΔΣ.

Πιο συγκεκριμένα (Βλαστός, Μπακογιάννης, 2019),

1. Οι ΔΣ αποτελούν έναν από τους στυλοβάτες των ΣΒΑΚ
2. Επιδιώκεται μείωση της χρήσης των αυτοκινήτων και στροφή σε φιλικότερες μορφές κινητικότητας με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις ΔΣ
3. Οι ΔΣ θα έχουν νέα μορφή με συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το αυτοκίνητο που θα αφορούν την ταχύτητα, ιδίως όσον αφορά τα κεντρικά τμήματα της πόλης, χάρη στην κίνηση σε αποκλειστικούς διαδρόμους ειδικά διαμορφωμένους για τραμ και λεωφορεία και που θα περιορίζουν την παρόδια στάθμευση οχημάτων στους κεντρικούς άξονες



Εικόνα 12. Κύκλος Ανάπτυξης ΣΒΑΚ

Πηγή: <https://www.ilioupoligiaiolous.gr/psifistike-nomos-gia-ta-svak-sxedia-viosimis-astikis-kinitikotitas->

2. Ιστορική αναδρομή

2.1. Εξέλιξη του τραμ σε διεθνές επίπεδο

Πρώτα ίχνη

Τα πρώτα σημάδια ύπαρξης ενός συστήματος με χαρακτηριστικά παρόμοια αυτών των συστημάτων σταθερής τροχιάς έχουν ιστορία 2.000 ετών, με τις πρώτες γραμμές να εντοπίζονται στην Αρχαία Ελλάδα, στην Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία και στη Μάλτα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελεί η περίπτωση διαδρομής με συνολικό μήκος που εκτιμάται από 6 έως 8,5 χιλιόμετρα, που χρησιμοποιούνταν για την μεταφορά βαρκών, στην τοποθεσία του Ισθμού της Κορίνθου, το 600 π.Χ. (Εικόνα 13). Όσον αφορά, την πρωταρχική μορφή των σημερινών βαγονιών, υπολογίζεται ότι έκανε την εμφάνιση της, την περίοδο του 1550, στην Γερμανία, για την διευκόλυνση της μεταφοράς υλικών στα ορυχεία (Tzanakakis, 2013).



Εικόνα 13. Πρώτα ίχνη γραμμής στον Ισθμό της Κορίνθου
Πηγή: Tzanakakis, 2023

Ιππήλατο τραμ

Ο όρος τραμ δεν ήταν πάντα αυτός που περιέγραφε ένα σιδηροδρομικό σύστημα, μικρής έκτασης. Το αρχικό τραμ ονομαζόταν streetcar και ήταν ιδιαίτερος δημοφιλής την περίοδο των πρώτων δεκαετιών του 1900 στην Αμερική και την Ευρώπη. Πρωτοεμφανίστηκε στις πόλεις Richmond (Βιρτζίνια, ΗΠΑ) (Πυργίδης, 2009) και Harlem (Νέα Υόρκη, ΗΠΑ) το 1832 και είχε ιππήλατη μορφή (Εικόνα 14) (Roess, Sansone, 2012). Το ιππήλατο τραμ είναι το δεύτερο, χρονικά, μέσο μαζικής μεταφοράς που εξυπηρετούσε τις ανάγκες των αστικών περιοχών και αποτελεί τον αντικαταστάτη της ιππήλατης άμαξας δημόσιας χρήσης (omnibus) που λειτουργούσε από το 1826 (Costa, Fernandes, 2011).

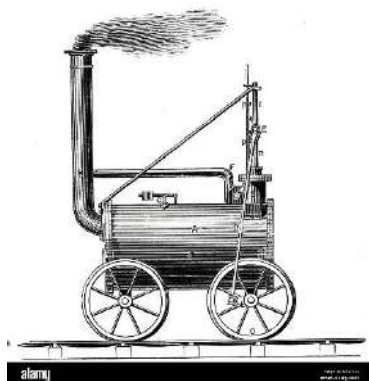


Εικόνα 14. Ιππήλατο τραμ επί της οδού Bleeker, Νέα Υόρκη, 1917
Πηγή: New York Transit Museum

<https://nytransitmuseum.catalogaccess.com/photos/135739>

Ατμοκίνητο τραμ

Το ιππήλατο τραμ αντικαταστάθηκε από το ατμοκίνητο. Αυτή η εξέλιξη οφείλεται στον James Watt που τροποποίησε την ατμομηχανή του Thomas Newcomen και δημιούργησε έναν κινητήρα, με την βοήθεια του οποίου ήταν δυνατή η κίνηση ενός τροχού. Όμως, το 1804, στο Ηνωμένο Βασίλειο, ο Richard Trevithick κατασκεύασε την πρώτη λειτουργική ατμομηχανή κατάλληλη για σιδηροδρομικές γραμμές (Εικόνα 15) (Tzanakakis, 2013). Ωστόσο, το ατμοκίνητο τραμ δεν άντεξε πολύ στον χρόνο.



Εικόνα 15. Σχέδιο της πρώτης ατμομηχανής τραίνου από τον Trevithick

Πηγή: <https://www.alamy.com/stock-photo/richard-trevithick-locomotive.html?sortBy=relevant>

Οι πόλεις στις οποίες χρησιμοποιήθηκε αναφέρονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Ύπαρξη ατμήλατου τραμ ανά πόλη και χρονική περίοδο

Πόλη	Χώρα	Περίοδος
Αμβέρσα	Βέλγιο	1888-1891
Κοπεγχάγη	Δανία	1884-1892
Μόναχο	Γερμανία	1883-1900
Πόρτο	Πορτογαλία	1878-1914
Πηγή: Costa, Fernandes (2011), Ιδία επεξεργασία		

Ηλεκτροκίνητο τραμ

Μεταγενέστερα του ατμού, εμφανίστηκε το πρώτο ηλεκτρικό τραμ που είχε παρόμοια μορφή με την σημερινή. Οι πρώτες προσπάθειες έγιναν στο Βερολίνο στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, ωστόσο εξαιτίας του 1^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου η εφαρμογή του καθυστέρησε (Fabian, 2000). Η εταιρεία Siemens προσπάθησε να αναπτύξει ένα ηλεκτρικό τραμ που θα μπορούσε να ενταχθεί στο μεταφορικό σύστημα πρακτικά, το οποίο παρουσίασε στην έκθεση του Βερολίνου (1879) και του Παρισιού (1881). Αργότερα, το 1888 κατασκευάστηκε στο Richmond (Βιρτζίνια, ΗΠΑ) ένα σύστημα ικανό να διοχετεύει ηλεκτρική ενέργεια χωρίς διακοπές στο τραμ, μέσω εναέριων καλωδίων (Costa, Fernandes, 2011) και έκτοτε τα ηλεκτρικά τραμ άρχισαν να χρησιμοποιούνται και σε άλλες πόλεις όπως για παράδειγμα το Λονδίνο, το Παρίσι και η Νέα Υόρκη (Tzanakakis, 2013). Παρόλο που η ιδέα του ηλεκτρικού τραμ αναφέρθηκε για πρώτη φορά στο Βερολίνο, η πρώτη εφαρμογή έγινε στο Richmond. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται η χρονολογική σειρά εμφάνισης του ηλεκτρικού τραμ σε ένα σύνολο πόλεων.

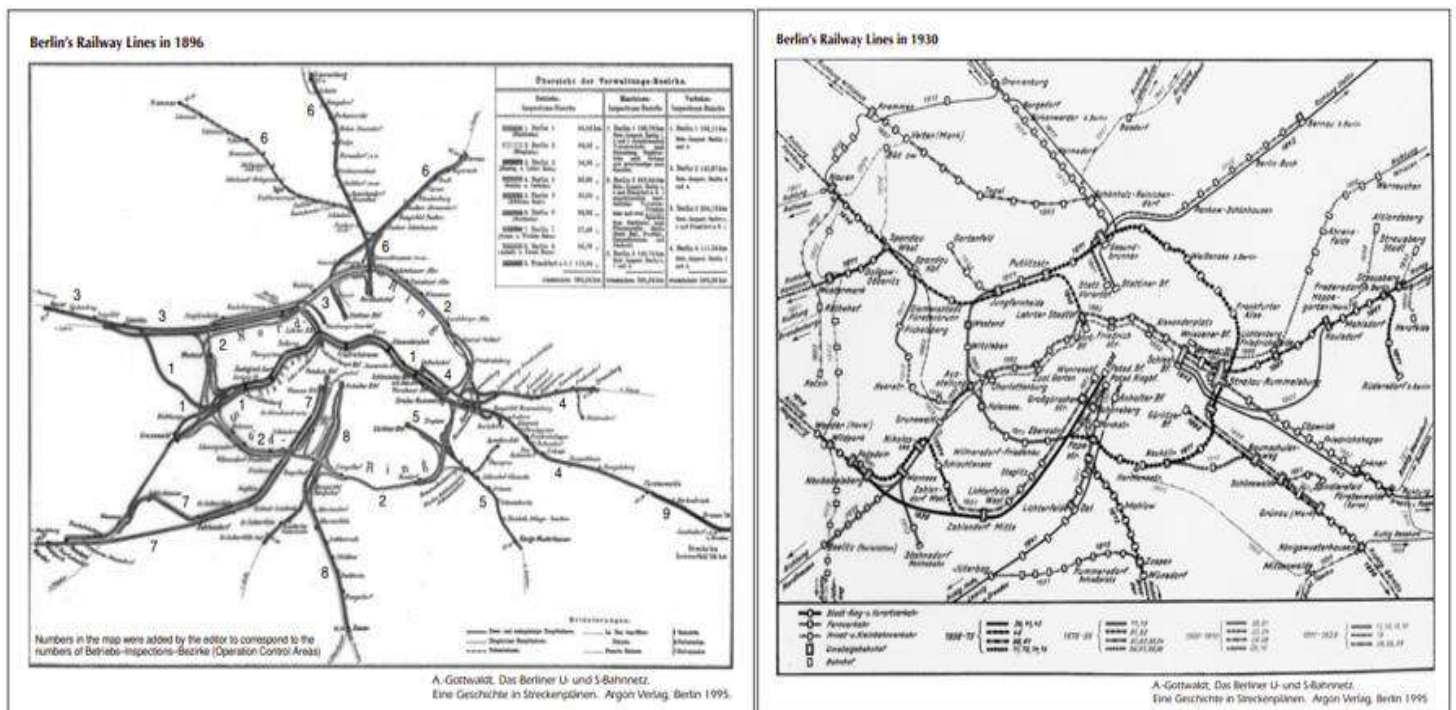
Πίνακας 4. Χρονολογίες έναρξης λειτουργίας του ηλεκτρικού τραμ σε μια σειρά πόλεων

Έτος	Πόλη	Χώρα
1888	Ρίτσμοντ	ΗΠΑ
1890	Βερολίνο	Γερμανία
1890	Βρέμη	Γερμανία
1891	Λιντς	Αγγλία
1892	Παρίσι	Γαλλία
1893	Λυών	Γαλλία
1893	Δρέσδη	Γερμανία
1893	Γένοβα	Ιταλία
1893	Μιλάνο	Ιταλία
1893	Μπρεσλάου	Πολωνία
1894	Αμβούργο	Γερμανία
1894	Βρυξέλλες	Βέλγιο
1895	Μπρίστολ	Αγγλία
1895	Μόναχο	Γερμανία
1895	Πόρτο	Πορτογαλία
1896	Δουβλίνο	Ιρλανδία
1896	Λειψία	Γερμανία
1896	Πράγα	Τσεχία
1897	Βιέννη	Αυστρία
1898	Μαδρίτη	Ισπανία
1898	Γλασκώβη	Σκωτία
1898	Λίβερπουλ	Αγγλία
1899	Κοπεγχάγη	Δανία
1899	Φρανκφούρτη	Γερμανία
1899	Μόσχα	Ρωσία
1899	Σέφιλντ	Αγγλία

1899	Βαρκελώνη	Ισπανία
1900	Άμστερνταμ	Ολλανδία
1901	Μπέρμιγχαμ	Αγγλία
1901	Κολόνια	Γερμανία
1901	Λονδίνο	Αγγλία
1901	Λισαβόνα	Πορτογαλία
1901	Μάντσεστερ	Αγγλία
1902	Αμβέρσα	Βέλγιο
1905	Μπέλφαστ	Ιρλανδία
1905	Ρότερνταμ	Ολλανδία
1907	Αγία Πετρούπολη	Ρωσία
1908	Αθήνα	Ελλάδα
1908	Θεσσαλονίκη	Ελλάδα
1910	Έντινμπουργκ	Σκωτία

Πηγή: Costa, Fernandes, 2011

Η έλευση του ηλεκτρικού τραμ έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αστική ανάπτυξη των πόλεων καθώς τα όρια του πολεοδομικού κέντρου επεκτάθηκαν όπως φαίνεται και από την Εικόνα 16 του Βερολίνου.



Εικόνα 16. Η εξέλιξη του σιδηροδρομικού συστήματος της πόλης του Βερολίνου κατά τα έτη 1896-1930

Πηγή: Fabian, 2000

Κατάργηση και αναγέννηση του τραμ

Στα μέσα, περίπου, του 20^{ου} αιώνα ξεκίνησε στις ευρωπαϊκές πόλεις η κατάργηση της λειτουργίας των τραμ. Οι κυριότεροι λόγοι ήταν (Costa, Fernandes, 2011):

- Μεγάλα κόστη συντήρησης της υποδομής
- Εμφάνιση νέων οχημάτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εμφάνιση των τρόλεϊ η οποία αντικατέστησε το τραμ λόγω του ότι ο ηλεκτρικός εξοπλισμός του τραμ είχε μακρά διάρκεια ζωής οπότε δεν ήταν δυνατή η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών
- Αλλαγές στην τεχνολογία και ανταγωνισμός με άλλα πιο αποδοτικά μέσα όπως το τρόλεϊ και τα υπόγεια σιδηροδρομικά συστήματα

Όμως, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αυτή η τάση έχει αναστραφεί σήμερα (2024) και έχει επέλθει η «αναγέννηση» του τραμ σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες εξαιτίας της υπερβολικής εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα και της ανάγκης για πιο βιώσιμες πρακτικές (Boquet, 2017).

2.2. Εξέλιξη του τραμ σε εθνικό επίπεδο

Η ιστορία του τροχιοδρόμου στον ελληνικό χώρο είναι μακρά, με έτος έναρξης της, το 1880, στην περιοχή της Αθήνας (Αλεξανδρή-Βρανά, 2022). Όμως, το τραμ κάλυπτε τις επιβατικές ανάγκες και άλλων πόλεων της ελληνικής επικράτειας όπως ο Βόλος, η Πάτρα, το Καρλόβασι Σάμου, η Καλαμάτα και η Θεσσαλονίκη (Νάθενας, Καραθάνου, 2004). Σταδιακά, η λειτουργία αυτού του μέσου στις παραπάνω πόλεις σταμάτησε και σήμερα συναντάται αποκλειστικά στην Αθήνα όπου υπάρχουν 2 γραμμές. Η πρώτη, η γραμμή με αριθμό 6 εξυπηρετεί την διαδρομή Πικροδάφνη-Σύνταγμα ενώ η γραμμή 7 περιλαμβάνει την διαδρομή Ασκληπείο Βούλας - Αγία Τριάδα (ΣΤΑΣΥ, χ.ε.).

Τραμ Αθηνών

Η εκτίναξη του πληθυσμού της Αθήνας κατά την περίοδο 1860-1880 γέννησε την ανάγκη για οικονομικές δημόσιες συγκοινωνίες προσιτές από όλους. Μέχρι το 1869, οι ανάγκες μετακίνησης καλύπτονταν είτε από ζώα είτε από άμαξες, οι οποίες απευθύνονταν στα ανώτερα κοινωνικά στρώματα. Εξαιτίας των αυξανόμενων αναγκών, ανατέθηκε στην εταιρεία Demerb (Βελγίου) να αναλάβει την σύνδεση του κέντρου της πόλης με τα προάστια και την ένταξη των δημοσίων συγκοινωνιών στο μεταφορικό σύστημα της Αθήνας, για χρονικό ορίζοντα 50 χρόνων. Έτσι, λειτούργησε μια σειρά από ιππήλατα τραμ (Εικόνα 17) και μια γραμμή ατμοκίνητου τραμ, η οποία εξυπηρετούσε την περιοχή Αθήνα – Φάληρο. Τα συγκεκριμένα τραμ σταμάτησαν να λειτουργούν το 1887 και αντικαταστάθηκαν από τα ηλεκτροκίνητα το 1908. Με τα ηλεκτροκίνητα τραμ (Εικόνα 18), η μετακίνηση έγινε ταχύτερη και αθόρυβη (Αλεξανδρή-Βρανά, 2022). Το νέο τραμ της Αθήνας με την μορφή που έχει σήμερα ξεκίνησε να λειτουργεί το 2004 (Πυργίδης, 2009).



Εικόνα 17. Ηλεκτροκίνητο τραμ στην Αθήνα, 1910
Πηγή: ΣΤΑΣΥ

Εικόνα 18. Ιππήλατο τραμ στην Αθήνα
Πηγή: [https://www.in.gr/2020/10/15/plus/istoria-tou-tram-
apo-ta-ippilata-oximata-tou-1882-eos-simera/](https://www.in.gr/2020/10/15/plus/istoria-tou-tram-apo-ta-ippilata-oximata-tou-1882-eos-simera/)



Τραμ Θεσσαλονίκης

Η πόλη της Θεσσαλονίκης απέκτησε τραμ πριν ακόμα ενσωματωθεί στο ελληνικό κράτος. Οι ντόπιοι το χαρακτήριζαν ως «το στολίδι της πόλης». Στις 8 Μαΐου του 1893 λειτούργησε για πρώτη φορά ιππήλατο τραμ που αποτελούταν από δυο γραμμές εκ των οποίων η μία ήταν παραλιακή και η δεύτερη τερμάτιζε στον σταθμό των Ανατολικών Σιδηροδρόμων διαμέσου της Εγνατίας Οδού και απαρτιζόταν από 45 βαγόνια και 120 άλογα. Το ιππήλατο τραμ λειτούργησε μέχρι το 1907-1908 όταν και αντικαταστάθηκε από το ηλεκτροκίνητο εξαιτίας του ανταγωνισμού με τη θαλάσσια αστική συγκοινωνία. Το ηλεκτροκίνητο τραμ διέθετε 30 οχήματα τα οποία είχαν χωρητικότητα 36 επιβάτες/όχημα και κινούνταν με μέση ταχύτητα 15-20 χλμ/ώρα. Το τραμ εξυπηρετούσε τους επιβάτες της Θεσσαλονίκης με μεγάλη επιτυχία μέχρι την περίοδο της Κατοχής, που τα μισά οχήματα χρησιμοποιήθηκαν για τις ανάγκες του πολέμου. Με το πέρας αυτής της χρονικής περιόδου έγιναν προσπάθειες επανάχρησης αυτού του μέσου οι οποίες απέτυχαν και το τραμ σταμάτησε να λειτουργεί στις 27 Αυγούστου 1957. Οι κυριότεροι λόγοι που οδήγησαν στην κατάργηση του, ήταν ο ανταγωνισμός από τα λεωφορεία και τα Ι.Χ. οχήματα και οι τάσεις που κυριαρχούσαν στον Δυτικό Κόσμο (Σύλλογος φίλων του σιδηρόδρομου, 1997). Στην Εικόνα 19 φαίνεται το ηλεκτροκίνητο τραμ στην πόλη της Θεσσαλονίκης.



*Εικόνα 19. Το ηλεκτροκίνητο τραμ της Θεσσαλονίκης
Πηγή: <https://cityculture.gr/tram-thessalonikis/>*

Τραμ Καλαμάτας

Μια άλλη πόλη που διέθετε σύστημα τροχιόδρομου, ήταν η Καλαμάτα. Η λειτουργία του ήταν ηλεκτροκίνητη και ξεκίνησε το 1910 και η διαδρομή του ήταν κυκλική, συνολικού μήκους 5 χλμ και ένωνε το Παλιό τμήμα της πόλης με το παραλιακό μέτωπο που εκτεινόταν στα ανατολικά (Εικόνα 20). Αποτελούταν από 6 οχήματα με χωρητικότητα 16 καθήμενων επιβατών. Η παύση λειτουργίας του έγινε κατά τη διάρκεια της Κατοχής (Σύλλογος φίλων του σιδηρόδρομου, 1997).



Εικόνα 20. Το τραμ της Καλαμάτας στο παραλιακό μέτωπο
Πηγή: <https://kalamatain.gr/new/ixeres-oti-i-kalamata-iche-tram/>

Τραμ Καρλοβασίου

Ο τροχιόδρομος έκανε την εμφάνιση του στις 25 Σεπτεμβρίου του 1905 και ήταν ιππήλατος όπως φαίνεται στην Εικόνα 21. Ένωνε τις τρεις γειτονιές της περιοχή το Νέο, το Μεσαίο και το Παλιό Καρλόβασι και είχε ως τερματισμό το λιμάνι. Η συνολική διαδρομή του είχε μήκος 5 χλμ και οι επιβατικές ανάγκες καλύπτονταν από 3 οχήματα. Το τραμ λειτούργησε έως το 1940 όταν καταργήθηκε εξαιτίας της μείωσης του πληθυσμού και την εξαφάνιση του κλάδου της βυρσοδεψίας που ήταν ο κυρίαρχος κλάδος απασχόλησης στην περιοχή (Σύλλογος φίλων του σιδηρόδρομου, 1997).



Εικόνα 21. Το ιππήλατο τραμ του Καρλοβασίου
Πηγή: <https://eteropolikos.blogspot.com/2012/04/blog-post.html>

Τραμ Πάτρας

Η Πάτρα είναι η πρώτη πόλη που απέκτησε ηλεκτροκίνητο σύστημα τραμ στις 6 Απριλίου 1902. Είχε συνολικό μήκος 4,5 χλμ και αποτελούταν από δύο γραμμές. Η πρώτη είχε ως αφετηρία το προάστιο Ιτιές (Εικόνα 22) και τερματιζόταν στην Αγγλική Εκκλησία και η δεύτερη λειτουργούσε ως διακλάδωση στην πρώτη διαδρομή και εξυπηρετούσε το Άνω πόλη και το κεντρικό μέρος της Πάτρας. Η λειτουργία του έπαυσε το 1940 για λόγους που δεν έχουν διευκρινιστεί (Σύλλογος φίλων του σιδηρόδρομου, 1997).



*Εικόνα 22. Το ηλεκτροκίνητο τραμ της Πάτρας στο
προάστιο των Ιτιών*

Πηγή:

<https://www.npress.gr/endiaferonta/%CF%84%CE%BF-%CF%84%CF%81%CE%B1%CE%BC-%CF%84%CE%B7%CF%83-%CF%80%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B1%CF%83-1902-1918/>

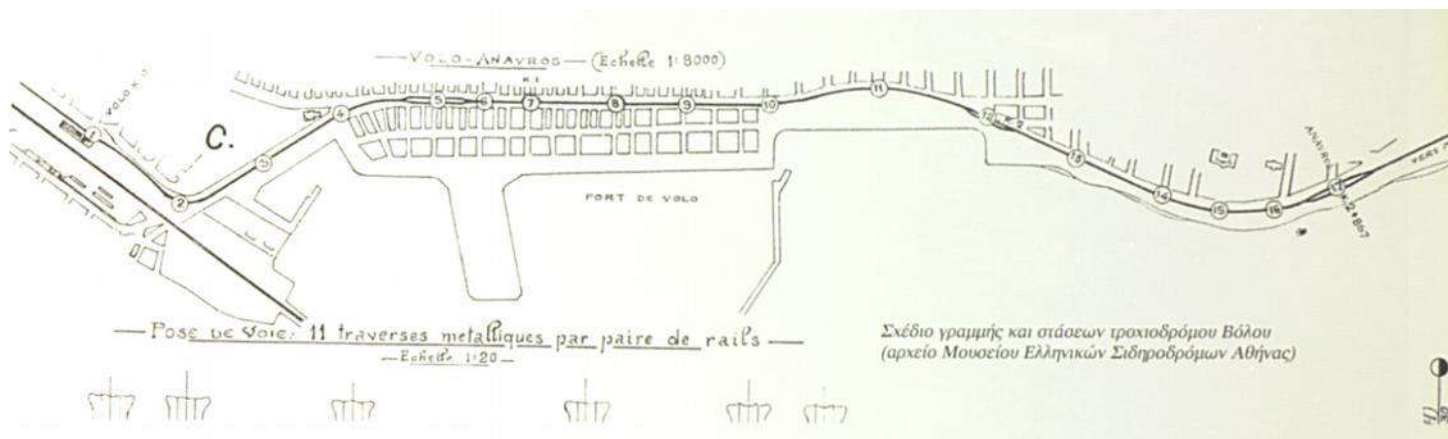
2.3. Αναφορά του τραμ στον Βόλο

Ο Βόλος ήταν η τρίτη κατά χρονολογική σειρά πόλη που απέκτησε δικό της σύστημα τραμ ακολουθώντας την Αθήνα και τον Πειραιά. Το ατμοκίνητο τραμ έκανε για πρώτη φορά την εμφάνιση του στον Βόλο, το 1896 και η διαδρομή που ακολουθούσε είχε συνολικό μήκος 2,8 χιλιόμετρα με αφετηρία τον Σιδηροδρομικό Σταθμό, τερματισμό τον Άναυρο και 17 ενδιάμεσες στάσεις όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 23. Τα κυριότερα σημεία από τα οποία διερχόταν ήταν το Λιμάνι, το Δημοτικό Θέατρο, η Αγορά, το Δημαρχείο, το Πάρκο, το Νοσοκομείο και το Μουσείο (Νάθενας, Καραθάνου, 2004).

Αναλυτικά οι στάσεις του όπως διαφαίνονται στον Πίνακα 5 και στο παρακάτω σχέδιο είναι οι εξής:

Πίνακας 5. Οι ενδιάμεσες στάσεις της διαδρομής ΟΣΕ-Άναυρος του τραμ στον Βόλο, 1896

Στάσεις	
1. Σιδηροδρομικός Σταθμός	10. Φιλελλήνων
2. Παλαιά	11. Κασσαβέτη
3. Τελωνείο	12. Βλαχάβα
4. Ταχυδρομείο	13. Αγίου Κωνσταντίνου
5. Κωλέττη	14. Τσιμωνίδη
6. Ιωλκού	15. Νοσοκομείο
7. Ορμινίου	16. Μουσείο
8. Αγίου Νικολάου	17. Άναυρος
9. Γαμβέτα	
Πηγή: Το τραινάκι του Πηλίου, 2004	



Εικόνα 23. Απεικόνιση της διαδρομής του τραμ στον Βόλο

Πηγή: Το τραινάκι του Πηλίου, 2004

Πριν την έλευση του τροχιοδρόμου, οι επιβατικές ανάγκες καλύπτονταν από μια αρχική μορφή λεωφορείων τα οποία κινούνταν με την βοήθεια αλόγων (Νάθενας, Καραθάνου, 2004).

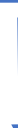
Το χρονικό του τραμ στον Βόλο

1896



1^ο ατμοκίνητο τραμ
(Σιδηροδρομικός Σταθμός-Άναυρος)

1939



Παύση λειτουργίας
Αντικατάσταση του από την εμφάνιση των λεωφορείων και συγκεκριμένα από την αστική γραμμή 1 (Άναυρος-Νέα Ιωνία) που έχει διατηρηθεί έως σήμερα.

1942-1948



Επαναλειτουργία
Εξαιτίας της έλλειψης καυσίμων έγιναν προσπάθειες επαναλειτουργίας, επαναφέροντας την αρχική διαδρομή

1949-1950

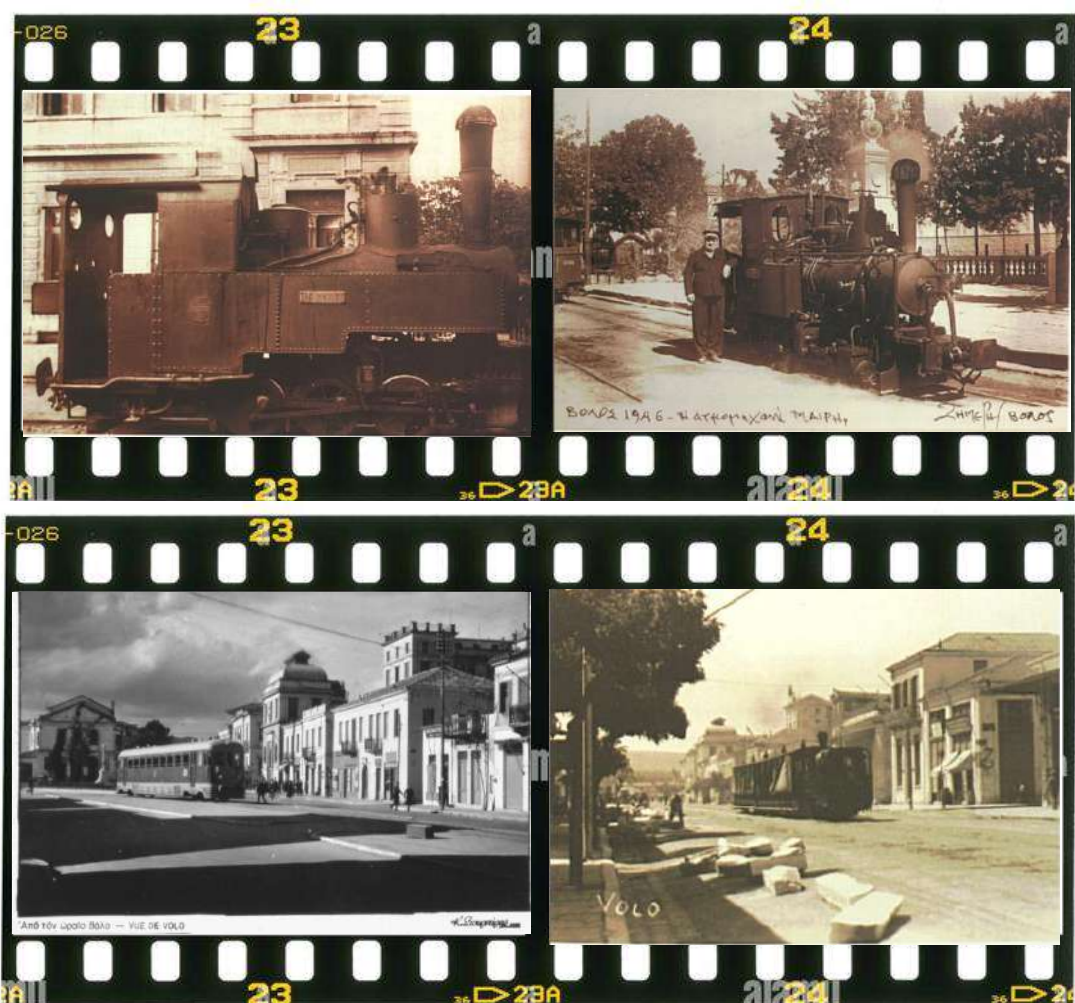


Τελευταία δρομολόγια
Αυτή την περίοδο λειτούργησε για τελευταία φορά το τραμ του Βόλου καθώς μετά το πέρας του πολέμου επέστρεψαν εκ νέου τα αστικά λεωφορεία

Πηγή: Ιδία επεξεργασία από το βιβλίο: Το τραινάκι του Πηλίου

Σύμφωνα με τον Γ. Νάθηνα και την Μ. Καραθάνου (2004), τα κυριότερα πλεονεκτήματα του τραμ για τον Βόλο ήταν ότι:

1. Πρόσδιδε στην εικόνα της πόλης έναν μοντέρνο χαρακτήρα, ο οποίος ήταν σύμφωνος με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και ήταν πηγή προσέλκυσης ξένων προς μόνιμη εγκατάσταση
2. Αποτελούσε αναπόσπαστο στοιχείο της κοινωνικής ζωής και της καλής ποιότητας ζωής των κατοίκων
3. Βελτίωνε αισθητικά την πόλη
4. Συνεισέφερε στην οικονομική ανάπτυξη καθώς προσέλκυε πολλούς επισκέπτες
5. Οδήγησε στην οικιστική ανάπτυξη και την επέκταση της πόλης προς την περιοχή του Αναύρου



Εικόνα 24. Πάνω αριστερά: Η ατμάμαξα «Ιωλκός» (Αρχείο Σ.Θ.), Πάνω δεξιά: Η ατμάμαξα Μαίρη μπροστά από την Σιδηροδρομικό Σταθμό, 1946 (Φωτογραφικό Αρχείο Ζημέρη), Κάτω αριστερά: Το τραμ στην οδό Δημητριάδος (Αρχείο Στουρνάρα), Κάτω δεξιά: Το τραμ στην στάση Κωλέττη, 1930 (Συλλογή Μπατουδάκη)

Μελέτη επαναλειτουργίας του τραμ (Βουγιούκας, Σγουρής, 2005):

Το έτος 1994 έγινε μια μελέτη κύριο ζήτημα της οποίας ήταν να διερευνήσει αν είναι εφικτή η λειτουργία συστήματος τραμ στην πόλη του Βόλου. Αυτή η μελέτη έγινε στα πλαίσια Προγράμματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης που ονομαζόταν ECOS Overture. Σε αυτή τη διερεύνηση συμμετείχαν ο Δήμος Βόλου, με την συνεισφορά της Δημοτικής Επιχείρησης Μελετών, Κατασκευών και Ανάπτυξης Βόλου (ΔΕΜΕΚΑΒ) και το Μελετητικό Γραφείο EuroTrans consulting. Σημαντική ήταν και η συνεισφορά του τμήματος Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Πιο συγκεκριμένα, η συγκεκριμένη μελέτη προέβλεπε την δημιουργία 3 γραμμών κίνησης του τραμ, οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Προτεινόμενες γραμμές του τραμ από την μελέτη για το Π.Σ. Βόλου

Γραμμή	Αφετηρία	Τερματισμός	Μήκος	Μελλοντικές επεκτάσεις
Α	Πανθεσσαλικό Στάδιο (Νέα Ιωνία)	Ναυτικός Όμιλος (Άναυρος)	5,2 χλμ	Νέα Ιωνία-ΒΙΠΕ
				Άναυρος-Αγριά
Β	Αϊβαλιώτικα	Άναυρος	4,8 χλμ	Αϊβαλιώτικα-Νέες Παγασές
Γ	Νεάπολη	Αηδονοφωλιές	4,5 χλμ	-
Πηγή: Βουγιούκας, Σγουρής, 2005				

Για τις ανάγκες της διέλευσης του τραμ προβλέφθηκε η χρήση των παλιών σιδηροδρομικών γραμμών του τμήματος Βόλος-Μηλιές Πηλίου, δηλαδή η σημερινή οδός Δημητριάδος που έχει καλυφθεί. Ακόμη, αξιοποιούνται οι γραμμές που ανήκουν στον ΟΣΕ και κατευθύνονται προς την Α' ΒΙΠΕ και οι βασικότερες οδοί της πόλης Ιωλκού, Αναλήψεως, Κ. Καρτάλη, Παγασών, Μαιάνδρου και Αθηνών.

Η συγκεκριμένη μελέτη κατέληξε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Η ένταξη συστήματος τραμ αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία που απαιτεί πολλά χρόνια
- Αποτελεί έναν βιώσιμο τρόπο μετακίνησης για πόλεις με μεσαίο μέγεθος όπως ο Βόλος εξαιτίας της πρόβλεψης της αύξησης των μετακινήσεων
- Ένα ζήτημα που προκύπτει είναι το υψηλό κόστος κατασκευής κάτι το οποίο λύνεται με ποικίλους τρόπους όπως η επιλογή ελαφρότερων συστημάτων με μικρότερη χωρητικότητα, η συγχρηματοδότηση του έργου με ΣΔΙΤ και η διαμόρφωση χώρων που θα ικανοποιούν τις ανάγκες για στάθμευση των Ι.Χ. οχημάτων για την μετεπιβίβαση σε ΜΜΜ (Park and Ride) τα έσοδα των οποίων θα δίνονται για την λειτουργία του τραμ.

3. Το τραμ σήμερα

3.1. Βασικά Χαρακτηριστικά

Το σύγχρονο τραμ διαθέτει ένα σύνολο χαρακτηριστικών που το διαφοροποιούν από το παραδοσιακό, η πορεία του οποίου περιεγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Πιο συγκεκριμένα, θα αναφερθούν, συν τοις άλλοις, ορισμένα στοιχεία όπως η μορφή, η χωρητικότητα, οι κλίσεις και κάποιες από τις περιπτώσεις όπου επιλέγεται η ένταξη του στο μεταφορικό σύστημα μιας πόλης.

Μορφή χάραξης και υποδομής:

Στην πλειονότητα των πόλεων που διαθέτουν σύστημα τραμ, το συγκεκριμένο μέσο κινείται σε διαδρόμους όπου η ζήτηση για μετακίνηση είναι υψηλή και με ακτινωτό τρόπο. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι είτε η διέλευση του τραμ από το κέντρο της πόλης είτε η κατάληξη σε αυτό (Ανδρικοπούλου κ.α., 2014). Όσον αφορά, την μορφή της υποδομής, το τραμ εφάπτεται του εδάφους μέσω σιδηροτροχιών και κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι είναι ένα όχημα χαμηλού δαπέδου (Αραβαντινός, 2007).

Είδη συρμών:

Ο τροχιόδρομος διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες συρμών (Πυργίδης, 2009):

1. Απλό, η συγκεκριμένη μορφή είναι ευρέως γνωστή, καθώς η ιστορία της είναι μακρά ξεκινώντας από το ιππήλατο τραμ μέχρι το ηλεκτροκίνητο κάτι το οποίο το καθιστά ένα παραδοσιακό μέσο. Είναι ένα μέσο βιώσιμο, ασφαλές και με μικρότερο πλάτος συγκριτικά με το αρθρωτό και είναι κατάλληλο για οδικούς άξονες στενού πλάτους (Εικόνα 25).



Εικόνα 25. Απλό τραμ στην Βουδαπέστη

Πηγή: https://www.tripadvisor.com.gr/Attraction_Review-g274887-d2191670-Reviews-Tram_Number_2-Budapest_Central_Hungary.html

2. Αρθρωτό, πρόκειται για μια μορφή μεταγενέστερη που γεννήθηκε από την ανάγκη για μεγαλύτερα επίπεδα χωρητικότητας και ευελιξίας. Ακόμη είναι αποδοτικότερο και στην περίπτωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, ένα πρόβλημα που επηρεάζει κυρίως τα κέντρα των πόλεων από που διέρχεται και το τραμ (Εικόνα 26).



Εικόνα 26. Αρθρωτό τραμ στην πόλη Lund της Σουηδίας
Πηγή: <https://www.railtech.com/infrastructure/2020/12/14/sweden-opens-its-first-modern-tram-line/?gdpr=accept>

3. Δύο τραμ συζευγμένα, η ένωση δυο ή περισσότερων αρθρωτών ή μη τραμ (Εικόνα 27).



Εικόνα 27. Δύο τραμ συζευγμένα στην πόλη Malmö της Σουηδίας
Πηγή: <https://depositphotos.com/gr/editorial/modern-double-articulated-bus-van-hool-324h-exequicity-24-hybrid-188284270.html>

Χωρητικότητα συρμών:

Τα επίπεδα χωρητικότητας του εκάστοτε συρμού ποικίλουν ανάλογα με το είδος του. Για παράδειγμα, η επιφάνεια που χρειάζεται για έναν επιβάτη ανέρχεται στα 1,3 m² για ένα απλό τραμ και στα 1,2 m² για ένα αρθρωτό (Αραβαντινός, 2007). Αυτό μεταφράζεται ως 100 έως 500 επιβάτες ανά συρμό (Πυργίδης, 2009). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το μοντέλο Citadis Classic της Γαλλικής εταιρείας Alstom η οποία εξειδικεύεται στην παραγωγή τροχαίου υλικού (Εικόνα 28). Το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να μεταφέρει με άνεση περισσότερους από 200 επιβάτες και διαθέτει και ειδικά διαμορφωμένους χώρους για τις ανάγκες ατόμων με αναπηρία, με ποδήλατα καθώς και για άτομα που φέρουν παιδικά καρότσια. Ακόμη, εμφανίζει την δυνατότητα ζεύξης επιμέρους συρμών γεγονός που αυξάνει περαιτέρω την χωρητικότητά του. Χρησιμοποιείται ήδη από πλήθος χωρών της Ευρώπης όπως η Αυστρία, η Γερμανία και η Σουηδία (ALSTOM, n.d).



Εικόνα 28. Τραμ στην πόλη Dresden της Γερμανίας του τύπου Citadis Classic

Πηγή: <https://www.alstom.com/citadis-classic-articulated-tram-high-quality-and-proven-trams-european-brownfield-networks>

Ακόμη, σαν μέσο ενδείκνυται για πόλεις με υψηλή ζήτηση για μετακινήσεις, αφού εξυπηρετεί από 6.000 έως 18.000 επιβάτες ανά ώρα και κατεύθυνση (Πυργίδης, 2009). Για παράδειγμα στην Βουδαπέστη, όπου χρησιμοποιούνται τραμ μήκους 54 μέτρων, η μεταφορική ικανότητα ανέρχεται στους 14.000 επιβάτες ανά ώρα και κατεύθυνση αριθμός που προσεγγίζει τα επίπεδα του μετρό (Spårvagnsstäderna, n.d).

Η χωρητικότητα του τραμ υπερβαίνει κατά πολύ την αντίστοιχη ενός συμβατικού λεωφορείου το οποίο μπορεί να μεταφέρει 70 επιβάτες εκ των οποίων οι 40 καθήμενοι (Urban Bus Toolkit, 2006). Ο συγκεκριμένος αριθμός μεταβάλλεται ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος του λεωφορείου όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Χωρητικότητα λεωφορείων ανά τύπο και μήκος

Τύπος	Μήκος (m)	Χωρητικότητα (Επιβάτες)
Μικρό λεωφορείο (mini buses)	5-6	10-20
	7-8	20-35
Διώροφο	9-12	60-120
Αρθρωτό λεωφορείο	18-20	270+
Πηγή: Urban Bus Toolkit, 2024		

Επιτρεπόμενες κλίσεις:

Η μέγιστη κατά μήκος κλίση την οποία μπορεί (σημειακά) να ανέβει το τραμ είναι 12% (ALSTOM, 2015). Ωστόσο, για να επιτευχθεί μια οικονομική εκμετάλλευση του δικτύου η μέγιστη κλίση που συνιστάται είναι της τάξεως του 6-8% (Πυργίδης, 2009).

Ακτίνα καμπυλότητας:

Το τραμ είναι ένα μέσο που για την χάραξη του απαιτούνται στροφές με ακτίνα καμπυλότητας που ανέρχεται στα 17 μ, αριθμός πολύ μικρότερος σε σχέση με την ακτίνα που χρειάζεται για το μετρό η οποία είναι 100 μ (Πυργίδης 2009). Ωστόσο, σε αυτή τη περίπτωση τα λεωφορεία έχουν συγκριτικό πλεονέκτημα αφού η ακτίνα καμπυλότητας περιορίζεται στα 11 μ (ΟΜΟΕ 4, 2001).

Περίπτώσεις επιλογής του τραμ:

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή εμπειρία, το σύστημα του τραμ είναι κατάλληλο για πόλεις με πληθυσμό που κυμαίνεται από 100.000 έως 300.000 κατοίκους (Naegeli et al, 2012).

Σύμφωνα με τον Πυργίδη (2009), το τραμ εντάσσεται στο μεταφορικό σύστημα μιας πόλης όταν:

- Η ζήτηση που γεννάται από τις μετακινήσεις είναι μικρότερη από 10.000 άτομα ανά ώρα και κατεύθυνση
- Η ζήτηση υπερβαίνει τα 10.000 άτομα/ώρα/κατεύθυνση αλλά δεν υπάρχουν οι εδαφικοί και οικονομικοί πόροι για ένα υπόγειο μεταφορικό σύστημα
- Απαιτείται ένα μέσο που θα χρησιμοποιείται συμπληρωματικά με τα υπάρχοντα μέσα, όπως είναι τα λεωφορεία ή το τρόλεϊ
- Η ελκυστικότητα που αποπνέει το τραμ πρόκειται να αξιοποιηθεί για να αναβαθμιστεί μια συγκεκριμένη περιοχή
- Μια πόλη αντιμετωπίζει πρόβλημα με την ποιότητα του αέρα

3.2. Πλεονεκτήματα

Το τραμ βρισκόταν στην ακμή του στα πρώτα μισά του 20ου αιώνα, ωστόσο, μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1960, βρέθηκε παρηκμασμένο εξαιτίας της δημοτικότητας των οδικών μεταφορών και ειδικότερα των αυτοκινήτων που, σταδιακά, αντικατέστησαν τα μέσα σταθερής τροχιάς (Σκάγιαννης, 1994). Παρόλα αυτά, στην Ευρώπη έχει εμφανιστεί η τάση επανόδου του, γεγονός που προωθείται και από την πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με τον κανονισμό του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (2021) υπ' αριθμόν 2021/1119, προβλέπεται η μείωση των ρύπων σε ποσοστό που ανέρχεται στο 90%, με έτος στόχου το 2050, έτσι ώστε να επιτευχθεί η κλιματική ουδετερότητα. Μια προσπάθεια επίτευξης αυτού του στόχου έγινε στην Μπρατισλάβα, της Σλοβακίας, στην οποία δόθηκε από την Ε.Ε. χρηματοδότηση ύψους 73 εκατομμυρίων με σκοπό την επέκταση του υφιστάμενου δικτύου τραμ προς προώθηση της οικολογίας, μετριασμό των επιπτώσεων των μεταφορικών συστημάτων στο περιβάλλον και μείωση της ηχορύπανσης (European Commission, 2023).

Το σύγχρονο τραμ έχει ποικίλα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα μέσα μαζικής μεταφοράς όχι μόνο από οικονομική, κοινωνική, περιβαλλοντική άποψη αλλά και από πολεοδομική.

- Αποτελεί μια μεταφορική λύση βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον (Πυργίδης, 2009). Σήμερα (2024), χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας και την χρήση υβριδικών συστημάτων, η κίνηση του τραμ δεν στηρίζεται στις παραδοσιακές μορφές ενέργειας όπως είναι η παραγωγή ηλεκτρισμού από ορυκτούς πόρους όπως ο λιγνίτης. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα, είναι η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα στον τομέα των μεταφορών για την κίνηση εντός των πόλεων. Λύση σε αυτό το πρόβλημα δίνει η στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το τραμ στην πόλη Σαραγόσα στην Ισπανία το οποίο λειτουργεί υβριδικά και για την λειτουργία του χρησιμοποιούνται υπερπυκνωτές που επαναφορτίζονται είτε σε σταθμούς είτε κατά τη διάρκεια της αναγεννητικής πέδησης (regenerative braking) (Arevalo et al, 2021). Η περίπτωση αυτής της πόλης θα αναλυθεί στην ενότητα 3.5.
- Συνδέεται στενά με τον όρο της βιωσιμότητας για τα αστικά περιβάλλοντα καθώς το τραμ απομακρύνει δραστικά τα Ι.Χ. οχήματα από τα σημεία από όπου περνάει, αφού κατά κύριο λόγο διέρχεται από τους κεντρικούς οδικούς άξονες και έτσι περιορίζει τους παρόδιους χώρους στάθμευσης.
- Παρέχει στον επιβάτη δυναμική άνεση, λόγω του ότι δεν υπάρχουν απότομες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις αλλά ένας σταθερός ρυθμός και σταθερές ταχύτητες κίνησης, που μπορεί να είναι υψηλές ειδικά αν η διέλευση του γίνεται σε αποκλειστικό διάδρομο, καθώς και αξιόπιστα δρομολόγια (Πυργίδης, 2009).

- Χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα μεταφορικής ικανότητας όπως περιγράφεται στην Ενότητα 3.1.
- Είναι εύκολα προσβάσιμο από όλους καθώς είναι ένα μέσο χαμηλού δαπέδου και χάρη στην κίνηση πάνω σε ράγες εφάπτεται στο πεζοδρόμιο ή στις αποβάθρες κάτι το οποίο το καθιστά προτιμότερο για κοινωνικές ομάδες, όπως τα άτομα με ειδικές ανάγκες, οι ηλικιωμένοι και οι εγκυμονούσες (Αραβαντινός, 2007).
- Από πολεοδομική άποψη, ο χώρος που απαιτείται για την εκμετάλλευση του τραμ είναι μικρότερος σε σύγκριση με τα άλλα επιφανειακά μέσα τόσο για τον χώρο που καταλαμβάνει ο εκάστοτε επιβάτης όσο και για την διατομή που καταλαμβάνει το όχημα στην οδό η οποία περιορίζεται στον ελάχιστο χώρο που χρειάζεται για την διέλευση του (Αραβαντινός, 2007).
- Όπως αναφέρεται και στην Ενότητα 3.1., η χάραξη του είναι εύκολη αφού είναι κατάλληλο για κίνηση σε σχετικά μεγάλες κατά μήκος κλίσεις και σε στροφές με μικρή καμπύλη (Πυργίδης, 2009).
- Αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της ιστορίας και της ταυτότητας των πόλεων, ελληνικών και μη, καθώς και στοιχείο που συνδέει τον χώρο με την δημόσια συγκοινωνία (Αραβαντινός, 2007).
- Αναβαθμίζει τις περιοχές από την οποίες περνάει καθώς πέριξ της διαδρομής του υπάρχουν δενδροφυτεύσεις και πράσινο που εξυπηρετούν όχι μόνο την αισθητική αναβάθμιση της περιοχής αλλά και την μείωση του θορύβου που προκαλείται από την κύλιση στις σιδηροτροχιές (Boquet, 2017).
- Η εικόνα του τροχιόδρομου είναι πόλος έλξης για τους επισκέπτες και ανήκει στα αξιοθέατα της εκάστοτε πόλης όπως για παράδειγμα στην Λισαβόνα όπου το τραμ χρησιμοποιείται σε ποσοστό που αγγίζει το 44 % από τους τουρίστες και θεωρούν την μετακίνηση με το συγκεκριμένο μέσο μια μοναδική εμπειρία (Zarrilli, Brito, 2013).
- Δύναται να λειτουργήσει και ως εργαλείο για την ανάπλαση μιας περιοχής, αφού παρέχει σύνδεση στις γειτονιές που έχουν παρακμάσει αλλά και σε απομακρυσμένες περιοχές (Boquet, 2017).

3.3. Μειονεκτήματα

Εξετάζοντας τα θετικά στοιχεία, τα μειονεκτήματα είναι λιγότερα, γεγονός που καθιστούν το τραμ ως ένα μέσο με συγκριτικά πλεονεκτήματα έναντι των άλλων. Επιπλέον με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών πολλά από τα αρνητικά του χαρακτηριστικά είναι δυνατόν να αντιμετωπισθούν. Αναλυτικότερα,

- Επειδή τα τραμ λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα, ποιότητα και αποτελεσματικότητα του ηλεκτρικού δικτύου και από ειδικές υποδομές παροχής αυτής. Ωστόσο, ορισμένες εναλλακτικές επίλυσης αυτού το προβλήματος είναι είτε η χρήση τραμ με ελαστικούς τροχούς που σε ορισμένα τμήματα της διαδρομής κινούνται χάρη σε έναν μεταλλικό οδηγό ο οποίος είναι ενσωματωμένος στο οδόστρωμα ενώ σε άλλα τμήματα κινούνται με παροχή πετρελαίου ή μέσω μπαταριών (Αραβαντινός, 2007), είτε η υιοθέτηση υβριδικών συστημάτων τα οποία βασίζονται κατά κύριο λόγο στην αξιοποίηση των ΑΠΕ που χαρακτηρίζονται από αυτονομία κίνησης στα σημεία όπου η ενέργεια δεν επαρκεί (Arevalo et al, 2021) .
- Σαν μέσο σταθερής τροχιάς χαρακτηρίζεται από δυσκαμψία όσον αφορά τις κινήσεις του και από δυσκολία αναπροσαρμογής των διαδρομών του καθώς εξαρτάται από την υποδομή του (Αραβαντινός, 2007).
- Πρόκληση ζητημάτων ακουστικής και οπτικής όχλησης. Πιο συγκεκριμένα, η επαφή του τροχού στις σιδηροτροχιές προκαλεί θόρυβο και κραδασμούς. Γι' αυτό το λόγο οι σιδηροτροχιές πρέπει να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι όπως το έδαφος και οι κλίσεις και να επιλέγονται σωστά υλικά που να απορροφούν τους κραδασμούς. Όσον αφορά την οπτική όχληση, αυτή προκαλείται από τα εναέρια καλώδια τα οποία τροφοδοτούν με ενέργεια το σύστημα του τραμ (Πυργίδης, 2009). Όμως, υπάρχει η εναλλακτική υπογειοποίησης τους ώστε να μειωθούν τα επίπεδα όχλησης, η οποία παρόλα αυτά χαρακτηρίζεται από υψηλό κόστος σε σύγκριση με την συμβατική λύση των εναέριων καλωδίων (Burges et al, 2008).

Στον Πίνακα 8 αναφέρονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ένταξης του τραμ στις πόλεις και είναι εμφανές ότι τα πρώτα κατά σειρά επικρατούν.

Πίνακας 8. Σύνοψη πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του τραμ

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
• Φιλικό προς το περιβάλλον • Δραστική απομάκρυνση του Ι.Χ. • Άνεση • Υψηλές ταχύτητες κίνησης • Αξιόπιστα δρομολόγια • Μεγάλη μεταφορική ικανότητα • Προσβάσιμο από όλους • Μικρότερος απαιτούμενος χώρος ανά επιβάτη • Μικρότερος απαιτούμενος χώρος στην οδό • Εύκολη χάραξη • Αναβάθμισης περιοχών διέλευσης • Ελκυστικότητα • Εργαλείο ανάπτυξης του αστικού χώρου	• Εξάρτηση από το ηλεκτρικό δίκτυο • Δυσκαμψία κινήσεων • Δυσκολία αναπροσαρμογής της διαδρομής • Θόρυβος κατά την κύλιση • Οπτική όχληση λόγω των καλωδίων
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

3.4. Σύγκριση με άλλα μέσα

Ακολουθώντας τις σημερινές τάσεις αλλά και τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης πάνω στον τομέα των μεταφορών συμπεραίνει κανείς ότι προωθούνται οι συνδυασμένες (διατροφικές) μεταφορές, δηλαδή προωθούνται οι μετακινήσεις με διάφορα μέσα και τρόπους όπως είναι η μετακίνηση με τραμ, λεωφορείο, ποδήλατο, η πεζή κ.α. με απώτερο σκοπό, την προώθηση της βιωσιμότητας και την βελτίωση της ποιότητας ζωής στις πόλεις (Βλαστός, Μπακογιάννης, 2019). Γι' αυτό τον λόγο το ζητούμενο δεν είναι ο αποκλεισμός ενός μέσου μαζικής μεταφοράς αλλά ο συνδυασμός αυτών έτσι ώστε να ενισχυθούν τα δημόσια μέσα και να υπερισχύσουν έναντι της μετακίνησης με Ι.Χ..

Ακολουθώντας, θα αναλυθούν τα στοιχεία που διαφοροποιούν το τραμ από τα άλλα μέσα ώστε να αναδειχθεί η σημασία του και η συνεισφορά του στα μεταφορικά συστήματα. Αρχικά, η ταχύτητα εκμετάλλευσης του τραμ είναι 2 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή των λεωφορείων και των τρόλεϊ γεγονός που οφείλεται στο ότι είναι δυνατή η κίνηση του σε αποκλειστικό διάδρομο χωρίς να παρεμποδίζεται από άλλα οχήματα και υπάρχει και η δυνατότητα να δίνεται προτεραιότητα στο τραμ στις διασταυρώσεις (Πυργίδης, 2009). Επίσης, για την κίνηση του απαιτείται λιγότερος χώρος στην οδό συγκριτικά με την κίνηση των λεωφορείων που είναι ελεύθερη και ασταθής οπότε ο διάδρομος στον οποίο κινείται πρέπει να είναι ευρύτερος από το περιτύπωμα των οδικών οχημάτων (Αραβαντινός, 2007). Αναφορικά με την κατανάλωση καυσίμου, το τραμ καταναλώνει 3 φορές λιγότερο καύσιμο ανά επιβάτη από ότι το λεωφορείο και 6 φορές λιγότερες σε σχέση με τα Ι.Χ. οχήματα (Πυργίδης, 2009). Στα πλεονεκτήματα του τραμ έναντι του μετρό περιλαμβάνονται το μικρότερο κόστος κατασκευής και η ευκολία στην χάραξη και στην πρόσβαση. Λεπτομερέστερα, το κόστος που υπολογίζεται για την κατασκευή ενός συστήματος τραμ είναι 5 φορές μικρότερο σε σύγκριση με το κόστος του μετρό. Όμως το μετρό επιλέγεται σε περιοχές που η ζήτηση για μετακινήσεις είναι υψηλότερη λόγω της μεγάλης μεταφορικής του ικανότητας. Συνοπτικά, το τραμ έχει χωρητικότητα που κυμαίνεται από 6.000-18.000 επιβάτες/ ώρα/ κατεύθυνση, είναι κατάλληλο για μεγαλύτερες κλίσεις έως 8 % και για στροφές με μικρή καμπύλη μέχρι 17 μ, ενώ για το μετρό η χωρητικότητα ανέρχεται στους 10.000-70.000 επιβάτες/ώρα/κατεύθυνση, η μέγιστη κλίση στο 5% και η ακτίνα καμπυλότητας στα 100 μ. Τέλος, χάρη σε ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω όπως είναι το χαμηλό δάπεδο και οι υπερυψωμένες στάσεις του τραμ το καθιστούν πιο εύκολα προσβάσιμο σε σχέση με άλλα μεταφορικά μέσα και κατάλληλο για τις ευάλωτες ομάδες (Pyrgidis, 2021).

Ο Πίνακας 9 παρουσιάζει με συγκεντρωτικό τρόπο την απαιτούμενη επιφάνεια οδού ανά επιβάτη και ανά μεταφορικό μέσο όπου φαίνεται ότι το τραμ καταλαμβάνει την μικρότερη επιφάνεια στην οδό για τον κάθε επιβάτη.

Πίνακας 9. Απαιτούμενη επιφάνεια οδού/επιβάτη/μέσο

Μέσο	Επιφάνεια οδού/επιβάτη
Αρθρωτό LRT (τραμ)	1,2 m ² / επιβ.
Απλό LRT	1,3 m ² / επιβ.
Αρθρωτό Trolley	1,6 m ² / επιβ.
Αρθρωτό λεωφορείο	1,9 m ² / επιβ.
Διώροφο λεωφορείο	1,4 m ² / επιβ.
Απλό λεωφορείο	2,0 m ² / επιβ.
I.X.	23,7 m ² / επιβ.
Πηγή: Πολεοδομικός σχεδιασμός, Αραβαντινός, 2007	

3.5. Παραδείγματα καλών πρακτικών από την διεθνή εμπειρία Σαραγόσα, Ισπανία

Το πρώτο παράδειγμα καλών πρακτικών αποτελεί η πόλη Σαραγόσα που βρίσκεται στην Ισπανία. Πρόκειται για μια περιοχή η οποία διαθέτει μια γραμμή τραμ που συνδέει το βόρειο με το νότιο τμήμα της και η διέλευση της γίνεται μέσα από το κέντρο της πόλης (Ortego, 2015). Η διαδρομή είναι συνολικού μήκους 12,8 χλμ απαρτίζεται από 25 στάσεις, όπως φαίνεται και στον ακόλουθο χάρτη (Εικόνα 29), εκ των οποίων οι 23 εξυπηρετούνται από πλευρικές αποβάθρες και οι 2 από κεντρικές και κατά μέσο όρο απέχουν η μια από την άλλη 500 μ (Garcia et al., 2012) .



Εικόνα 29. Οι στάσεις της γραμμής 1 του τραμ στην πόλη Σαραγόσα της Ισπανίας
Πηγή: <https://www.tranviasdezaragoza.es/en/informacion/nuestro-tranvia>

Το συγκεκριμένο τραμ κατασκευάστηκε από την ισπανική εταιρεία CAF (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles) και είναι του τύπου Urbos 3. Το τραμ της Σαραγόσα κινείται με μέση ταχύτητα 34 χλμ/ώρα, δηλαδή με μεγαλύτερη ταχύτητα από ότι κινείται το λεωφορείο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υποστηρίζεται από ένα σύστημα φωτεινής σηματοδότησης που του δίνει προτεραιότητα σε σχέση με την υπόλοιπη κυκλοφορία στα σημεία όπου διασταυρώνονται οι οδοί και ταυτόχρονα μειώνεται και ο χρόνος στάσης των άλλων οχημάτων στους σηματοδότες αφού τα τραμ και των δύο κατευθύνσεων περνάνε από τις διασταυρώσεις την ίδια χρονική στιγμή (Ortego, 2015). Η μέγιστη ταχύτητα με την οποία μπορεί να κινηθεί ανέρχεται στα 70 km/h (Garcia et al., 2012). Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά τόσο του εξωτερικού όσο και του εσωτερικού τμήματος του τραμ.

Πίνακας 10. Τα βασικότερα χαρακτηριστικά του εξωτερικού και εσωτερικού τμήματος της Σαραγόσα

Είδος χαρακτηριστικού	Μέγεθος	Σχόλια
Εξωτερικό		
Ύψος δαπέδου	35 cm από το έδαφος	Σε συνδυασμό με τις υπερυψωμένες στάσεις διευκολύνεται η πρόσβαση των ευπαθών ομάδων
Χρώματα βαγονιών	Μεταλλικό γκρι, μαύρο, κόκκινο	-
Πόρτες και παράθυρα	6 πόρτες/πλευρά Μεγάλα παράθυρα	Οι 4 από τις 6 πόρτες είναι διπλές και χρησιμοποιούνται και κατά την είσοδο και κατά την έξοδο ώστε να είναι προσβάσιμα από άτομα με ζητήματα κινητικότητας.
Εσωτερικό		
Χωρητικότητα	200 άτομα	Εκ των οποίων οι 52 γίνεται να είναι καθιστοί
Καθίσματα	Κάθετες πλάτες	Όστε να στηρίζονται άτομα που δυσκολεύονται να καθίσουν
	Κατασκευασμένα από ξύλα τα οποία έχουν προέλθει από βιώσιμα δάση	
Χώροι για άτομα με μειωμένη κινητικότητα	Τέσσερις χώροι/τραμ με ζώνες ασφαλείας	-
Πηγή: Tranvia Zaragoza		

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτής της περίπτωσης τραμ είναι ότι χάρη στο σύστημα που διαθέτει εξοικονομούνται μεγάλα ποσά ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η λειτουργία του συγκεκριμένου οχήματος υποβοηθείται από ένα σύστημα ταχείας φόρτισης που ονομάζεται RCA (Rapid Charge Accumulator) το οποίο χρησιμοποιεί έναν αριθμό υπερπυκνωτών που τοποθετούνται στην οροφή των βαγονιών και χάρη σε αυτούς είναι δυνατή η ανάκτηση της ενέργειας που χάνεται κατά την πέδηση του οχήματος (Tranvia Zaragoza, n.d). Ακόμη, οι υπερπυκνωτές φορτίζονται είτε από την ενέργεια που παράγεται στην πέδηση είτε στις στάσεις όταν συνδέονται με την παροχή ρεύματος και έτσι δεν υπάρχει εξάρτηση από εναέρια καλώδια ηλεκτροδότησης (Εικόνα 30) κατά τη διέλευση από την μια στάση στην άλλη (Garcia et al, 2012). Στην προκειμένη, η απόσταση 2 χλμ ανάμεσα στις στάσεις Gran Vía και La Chimenea λειτουργεί χωρίς την χρήση καλωδίων. Με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείται ενέργεια της τάξεως του 35%. Ένα άλλο χαρακτηριστικό που συγκαταλέγει το τραμ της Σαραγόσα στις καλές πρακτικές είναι το ότι έχει βραβευτεί για τα επίπεδα ασφαλείας του με το σημαντικότερο πιστοποιητικό, το λεγόμενο SIL4 (Safety Integrity Levels) (Tranvia Zaragoza, n.d).

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα στατιστικά στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια έρευνας και εξετάστηκαν παράμετροι όπως είναι οι χρήστες του οχήματος, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, η κατανάλωση κ.λπ. (Ortego, 2015).

- 26,9 εκατομμύρια χρήστες χρησιμοποιούν το τραμ της Σαραγόσα ετησίως.
- Εμφανίζει πληρότητα που υπολογίζεται στους 21,93 επιβάτες/χλμ., η οποία είναι 4,4 φορές υψηλότερη από αυτή του λεωφορείου.
- Η κατανάλωση καυσίμου είναι κατά 85% χαμηλότερη από την αντίστοιχη κατανάλωση ενός λεωφορείου.
- Οι εκπομπές CO₂ είναι κατά 79 % (71,49 gr CO₂/έτος) χαμηλότερες από ότι οι εκπομπές ενός λεωφορείου.



Εικόνα 30. Το τραμ της Σαραγόσα

Πηγή: <https://schwandl.blogspot.com/2015/05/zaragoza-tram.html>

Λισαβόνα, Πορτογαλία

Η Λισαβόνα είναι μια περιοχή μητροπολιτικής σημασίας και διαμορφώνεται από 18 επιμέρους δήμους. Έχει ως φυσικό όριο τον ποταμό Τάγο ο οποίος χωρίζει την περιοχή σε δυο ενότητες. Η βόρεια ενότητα όπου συμπεριλαμβάνεται και ο Δήμος της Λισαβόνας είναι αυτή με τις περισσότερες μεταφορικές υπηρεσίες. Η συγκεκριμένη πόλη εξυπηρετείται από ένα συνδυασμένο σύστημα μεταφορών που περιλαμβάνει μέσα όπως το τραμ, το μετρό, τα τελεφερίκ, τα πλοία και τα λεωφορεία. Η Λισαβόνα μπορεί να συγκριθεί με την πόλη του Βόλου καθώς είναι και οι δυο δημοφιλείς τουριστικοί προορισμοί και είναι παραθαλάσσιες γεγονός που ενδυναμώνει ακόμα περισσότερο το τουριστικό τους προφίλ. Όσον αφορά το τραμ, είναι ένα μέσο που όχι μόνο λειτουργεί ως ένας τρόπος μεταφοράς αλλά αποτελεί και τουριστικό θέλγητρο (Silver et al, 2023). Πρόκειται για 5 διαφορετικές διαδρομές και έναν στόλο που αποτελείται από 58 οχήματα εκ των οποίων τα 40 έχουν μια εμβληματική μορφή και προκαλούν στον επισκέπτη το αίσθημα της νοσταλγίας. Τα τραμ που ξεχωρίζουν στην πόλη και έχουν μεγάλη ζήτηση καθημερινά είναι το τραμ με αριθμό 28 και 15. Το πρώτο κατά σειρά είναι ένα όχημα ιστορικής σημασίας, με ξύλινο σκελετό το οποίο κορνάρει συνεχώς για να ειδοποιήσει τους περαστικούς για την έλευση του (Εικόνα 32). Η συνολική του διαδρομή έχει μήκος 10 χλμ και συνδέει το κάστρο του Αγίου Γεωργίου (Sao Jorge) με την γειτονιά Alto και περνάει μέσα από το ιστορικό κέντρο της πόλης και από γραφικές γειτονιές (Εικόνα 31). Είναι ένα ιδιαίτερα διάσημο μέσο για τους τουρίστες (Civitatis, n.d.).



Εικόνα 31. Η διαδρομή N. 28 του τραμ της Λισαβόνας

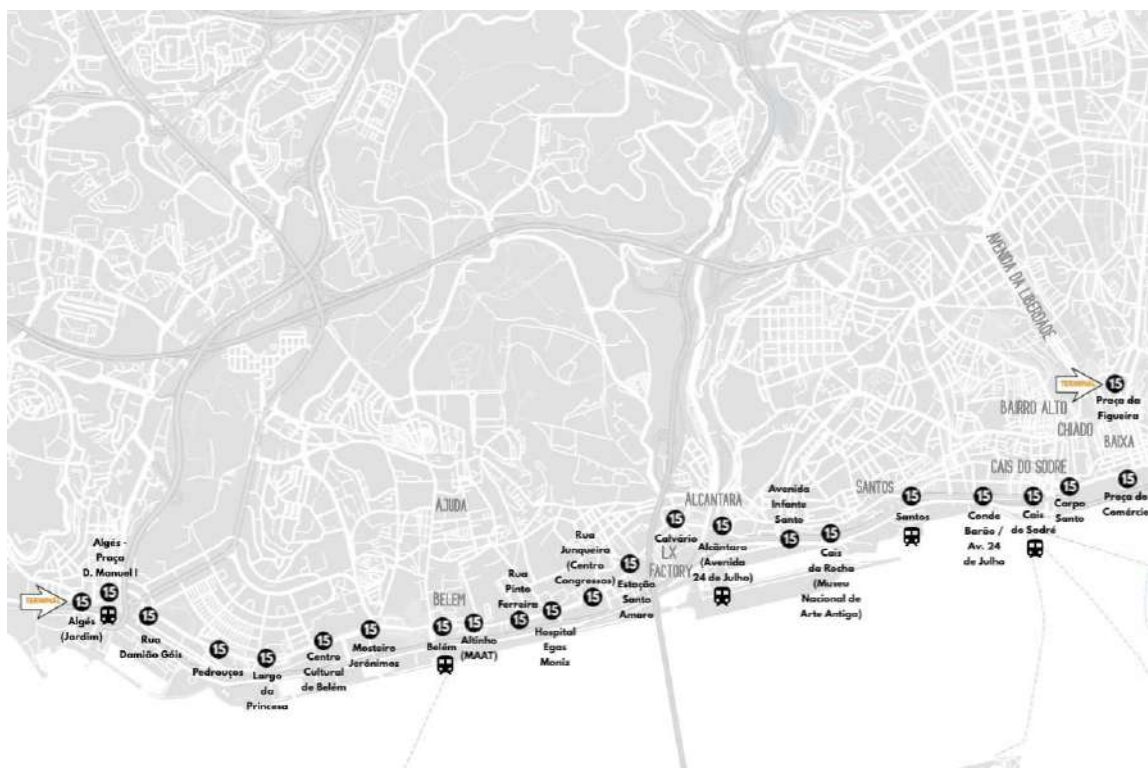
Πηγή: <https://www.lisbonportugaltourism.com/transportation/tram-28-route-and-stops.html>



Εικόνα 32. Το τραμ N 28 της Λισαβόνας περνώντας από γραφικές γειτονιές

Πηγή: <https://www.cntraveler.com/activities/lisbontram-28>

Η γραμμή 15 είναι μια πιο λειτουργική επιλογή μετακίνησης και αποτελείται από δρομολόγια με μεγάλη συχνότητα αφού ενώνει το κέντρο της πόλης με την συνοικία Μπελέμ (Εικόνα 34). Η αφετηρία του είναι η στάση «Cais de Sodré» (Εικόνα 33) (Civitatis, n.d.).



Εικόνα 33. Η διαδρομή N. 15 του τραμ της Λισαβόνας

Πηγή: <https://www.lisbonportugaltourism.com/transportation/tram-15-route-and-stops.html>



Εικόνα 34. Το σύγχρονο τραμ N 15 της Λισαβόνας

Πηγή: <https://lisbonlisboaportugal.com/lisbon-transport/Lisbon-tram-15-route.html>

Πέρα όμως από την σημασία του τραμ για την Λισαβόνα, αυτή η πόλη συγκαταλέγεται στις καλές πρακτικές γιατί έχει καταφέρει να προωθήσει τις δημόσιες μεταφορές και την συνδυασμένη κινητικότητα. Αυτό επιτεύχθηκε το 2019, όταν καθιερώθηκε η έκδοση μηνιαίας κάρτας απεριόριστων διαδρομών, της «Lisboa Navegante Pass» με την οποία είναι δυνατή η πρόσβαση στα μέσα μαζικής μεταφοράς έναντι ενός μικρού αντιτίμου (Εικόνα 35). Η έκδοση αυτής της κάρτας απλούστευσε το σύστημα έκδοσης πολλαπλών εισιτηρίων αλλά εξοικονόμησε και σημαντικό αριθμό χρημάτων στους κατοίκους της Λισαβόνας και ειδικά στο μερίδιο του πληθυσμού που δεν διαμένει στο κέντρο (Silver et al., 2023).



Εικόνα 35. Κάρτα για απεριόριστες διαδρομές σε όλα τα μέσα μαζικής μεταφοράς στην Λισαβόνα

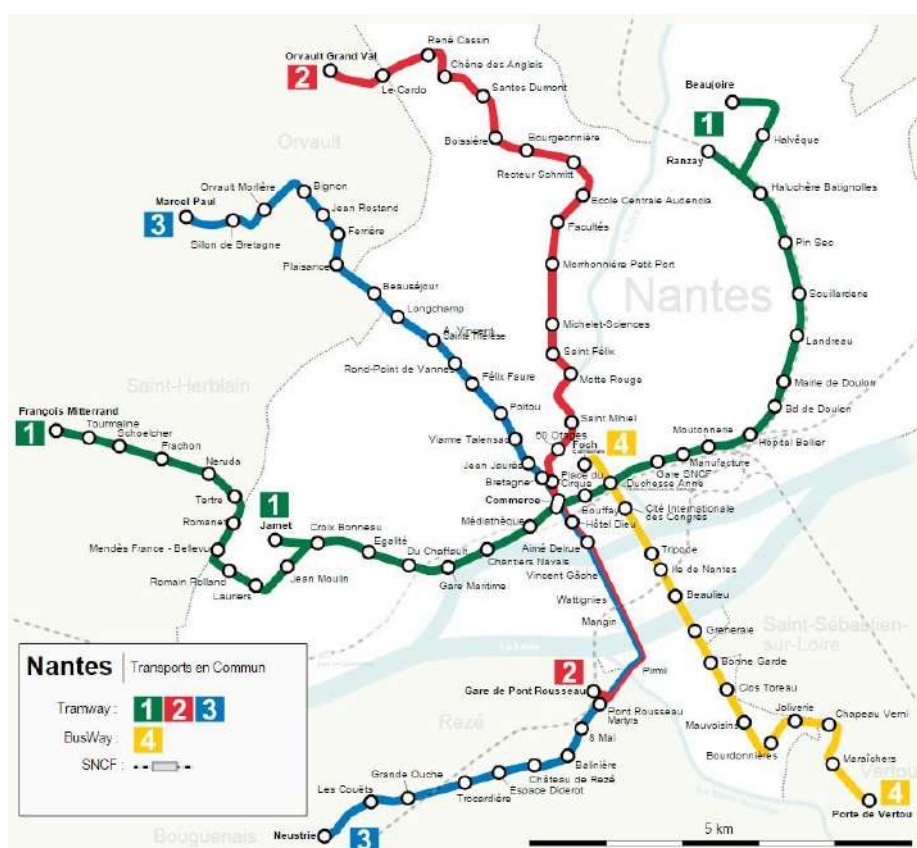
Πηγή: <https://www.carris.pt/en/buy/frequent->

Νάντες, Γαλλία

Η Νάντες γεωγραφικά εντοπίζεται στην Δυτική Γαλλία. Είναι μια πόλη που έχει ορισμένες ομοιότητες με τον Βόλο όπως η πλούσια ιστορία τους, η ύπαρξη πανεπιστημίων και ο τουρισμός. Όσον αφορά, τις μεταφορικές της υποδομές, η Νάντες είναι η πρώτη κατά χρονολογική σειρά γαλλική πόλη που απέκτησε σύγχρονο τραμ, το οποίο χρονολογείται το 1985 και αποτέλεσε πρότυπο για τις υπόλοιπες (Boquet, 2017). Έκτοτε το δίκτυο αναπτύχθηκε και πλέον αποτελείται από 3 διαδρομές με συνολικό μήκος 44,2 χλμ (Εικόνα 36) (Christoforou et al., 2017). Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται τα βασικότερα χαρακτηριστικά της κάθε γραμμής.

Πίνακας 11. Βασικά χαρακτηριστικά των γραμμών τραμ στην πόλη Νάντες

	Γραμμή 1	Γραμμή 2	Γραμμή 3
Περιοχή εξυπηρέτησης	François Mitterrand/Jamet - Ranzay/Beaujoire	Gare de Pont Rousseau - Orvault Grand Val	Neustrie - Marcel Paul
Συνολικό μήκος διαδρομής	18,4 χλμ	11,7 χλμ	14,1 χλμ
Σύνολο στάσεων	19	25	34
Συχνότητα	15 οχήματα/ώρα	8 οχήματα/ώρα	-
Ημερήσιος αριθμός επιβατών	120.000	80.000	75.000
Πηγή: Christoforou et al, 2017			



Εικόνα 36. Απεικόνιση των διαδρομών του τραμ στην πόλη Νάντες
Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plan_Tram_BusWay_Nantes.svg

Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 11, η Γραμμή 1 είναι αυτή με τα περισσότερα δρομολόγια καθώς και αυτή που προτιμάται από τους περισσότερους επιβάτες. Επίσης, αποτελεί και την γραμμή με την μεγαλύτερη συχνότητα και χρήση σε όλη την Γαλλία. Ένα άλλο χαρακτηριστικών των διαδρομών που διανύει το τραμ είναι ότι και οι τρεις διέρχονται από το κέντρο και έχουν ως σημείο συνάντησης μια από τις κεντρικότερες πλατείες της Νάντες με την ονομασία «Place du Commerce». Μια από τις ιδιαιτερότητες της πόλης είναι ότι σε 65 σημεία της λειτουργούν ειδικοί χώροι Park and Ride (P+R) έτσι ώστε οι οδηγοί να αφήνουν τα προσωπικά τους οχήματα και να μετεπιβιβάζονται στα δημόσια μέσα μετακίνησης (Εικόνα 37) (Christoforou et al., 2017).



Εικόνα 37. Ορισμένοι χώροι Park and Ride στην πόλη Νάντες
Πηγή: <https://www.levoyageanantes.fr/en/to-plan/coming-to-nantes/park-and-ride/>

Ωστόσο, ο διαχωρισμός του τραμ δεν γίνεται μόνο σε επίπεδο διαδρομών αλλά και για τον τύπο του τροχαίου υλικού (Εικόνα 38, 39, 40). Στην Νάντες συναντώνται τρεις τύποι τα χαρακτηριστικά των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 12. Ο τρίτος τύπος (CAF Urbos) εξυπηρετεί και την πόλη Σαραγόσα που αναφέρθηκε παραπάνω.

Πίνακας 12. Βασικότερα χαρακτηριστικά του τραμ της Νάντες ανά τύπο του τροχαίου υλικού

	Alstom TFS	Bombardier Incentro	CAF Urbos
Μήκος	39 μ	36 μ	37 μ
Χωρητικότητα	236 επιβάτες εκ των οποίων οι 74 καθήμενοι	252 επιβάτες εκ των οποίων οι 72 καθήμενοι	249 επιβάτες εκ των οποίων οι 68 καθήμενοι
Τύπος δαπέδου	2 βαγόνια με υψηλό δάπεδο και το μεσαίο βαγόνι με χαμηλό	χαμηλό	χαμηλό
Χρονολογία πρώτης λειτουργίας	1985	2000	2012
Πηγή: Christoforou et al., 2017			



Εικόνα 38. Ο τύπος τραμ Alstom TFS στην πόλη Νάντες

Πηγή: <https://www.flickr.com/photos/117466193@N07/44941492874>



Εικόνα 39. Ο τύπος τραμ Bombardier Incentro στην πόλη Νάντες
Πηγή: <https://www.flickr.com/photos/pieye/51035873178>



Εικόνα 40. Ο τύπος τραμ CAF Urbos

Πηγή: <https://www.caf.net/en/soluciones/proyectos/proyecto-detalle.php?p=55>

Τέλος, μια άλλη πρακτική που χρησιμοποιήθηκε στην συγκεκριμένη πόλη για την προώθηση της χρήσης του τραμ και την μείωση της κυκλοφορίας των οχημάτων ήταν η αντικατάσταση των 8 λωρίδων κυκλοφορίας, στην τοποθεσία "Cours des cinquante otages", με λωρίδες πρασίνου και διατήρηση μόνο δυο εξ αυτών για την κίνηση Ι.Χ. οχημάτων (Εικόνα 41) (Boquet, 2017).



Εικόνα 41. Η εικόνα της οδού Cours des cinquante otages πριν και μετά την ανάπλαση της
Πηγή: https://fr.wikipedia.org/wiki/Cours_des_50-Otages#/media/Fichier:W1776-Nantes_50Otages_85892-85894.jpg

ΜΕΡΟΣ Β: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΤΑΞΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΡΑΜ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ

4. Περιοχή Μελέτης

4.1. Υφιστάμενη Κατάσταση

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναλυθούν τα βασικότερα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, δηλαδή του Βόλου, με βάση την κατηγορία στην οποία ανήκει το κάθε χαρακτηριστικό είτε σε ευρύτερη χωρική κλίμακα είτε στην τοπική.

Φυσικο-γεωγραφικά χαρακτηριστικά:

Ο Βόλος, διοικητικά, ανήκει στην περιφερειακή ενότητα Μαγνησίας και αποτελεί την έδρα αυτής και αποτελείται τόσο από πεδινούς, ημιορεινούς και ορεινούς όγκους. Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.), το μεγαλύτερο μέρος της πόλη του Βόλου, με ποσοστό 49,6% αποτελείται από πεδινές εκτάσεις, το 29,8 % από ορεινούς όγκους, με βασικότερο το όρος Πήλιο ενώ το 20,6 % καταλαμβάνεται από ημιορεινές όπως φαίνεται και στον Χάρτη 1 (ΠεΣΠΚΑ Θεσσαλίας, 2020). Κύρια χαρακτηριστικά της πόλης είναι ότι βρέχεται από θάλασσα και συγκεκριμένα τον Παγασητικό Κόλπο και η ύπαρξη χειμάρρων, οι οποίοι λειτουργούν ως φυσικά όρια αυτής (INSETE, 2019). Τα κυριότερα ρέματα που απορρέουν είναι ο Άναυρος, ο Κραυσίδωνας και ο Ξηριάς (ΠεΣΠΚΑ Θεσσαλίας, 2020).

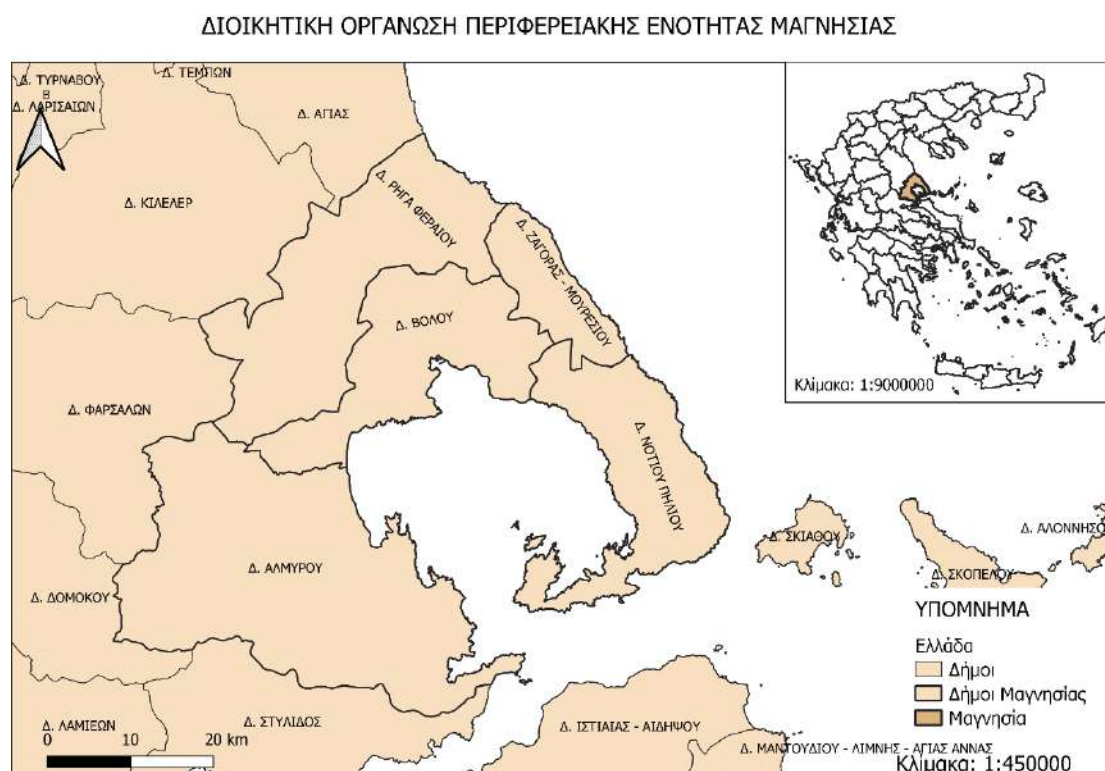


Χάρτης 1. Μορφολογία της περιφερειακής ενότητας Μαγνησίας

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Διοικητική οργάνωση:

Σύμφωνα με τη μεταρρύθμιση Καλλικράτης (Ν. 3852/2010 - ΦΕΚ 87Α/2010), περί τροποποίησης των αποκεντρωμένων διοικήσεων και της τοπικής αυτοδιοίκησης (περιφέρειες, δήμοι), ο Βόλος ανήκει στον Δήμο Βόλου, στην Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας και στην Περιφέρεια Θεσσαλίας. Εκτός από τον Δήμο Βόλου στην Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας συγκαταλέγονται και οι Δήμοι Αλμυρού, Ζαγοράς-Μουρεσίου, Νοτίου Πηλίου και Ρήγα Φεραίου (Χάρτης 2).



Χάρτης 2. Διοικητική οργάνωση της περιφερειακής ενότητας Μαγνησίας και ένταξη της στον ελληνικό χώρο

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Δημογραφικά χαρακτηριστικά:

Εξετάζοντας τα δεδομένα που αποδεικνύουν τις μεταβολές του πληθυσμού ανά τα έτη και ειδικά για την περίοδο 2011-2021 για την περιφερειακή ενότητα Μαγνησίας, δίνοντας έμφαση στον Δήμο Βόλου, συμπεραίνεται ότι η πορεία του πληθυσμού είναι πτωτική. Ωστόσο ο Βόλος παρουσιάζει την μικρότερη μείωση, η οποία ανέρχεται στο 3 %, σε σύγκριση με τους γειτονικούς δήμους της ενότητας που ορισμένοι φτάνουν και ξεπερνούν μια πτώση της τάξεως του 20 %.

Στον Πίνακα 13 παρουσιάζεται η κατανομή του πληθυσμού από την απογραφή του 1991 έως την πιο πρόσφατη απογραφή του 2021.

Πίνακας 13. Κατανομή του πληθυσμού σε επίπεδο δήμων 1991-2021

Ενότητα	Μόνιμος Πληθυσμός 1991 (κάτοικοι)	Μόνιμος Πληθυσμός 2001 (κάτοικοι)	Μόνιμος Πληθυσμός 2011 (κάτοικοι)	Μόνιμος Πληθυσμός 2021 (κάτοικοι)
Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας	184.692	192.086	190.010	177.448
Δήμος Βόλου	132.917	142.923	144.449	139.670
Δήμος Αλμυρού	20.350	20.139	18.614	16.072
Δήμος Ζαγοράς- Μουρεσίου	6.625	6.449	5.809	4.562
Δήμος Νοτίου Πηλίου	11.860	10.745	10.216	8.274
Δήμος Ρήγα Φεραίου	12.940	11.830	10.922	8.870
Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ				

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζεται η ποσοστιαία μεταβολή (%) του πληθυσμού της Περιφερειακής Ενότητας Μαγνησίας ανά Δήμο.

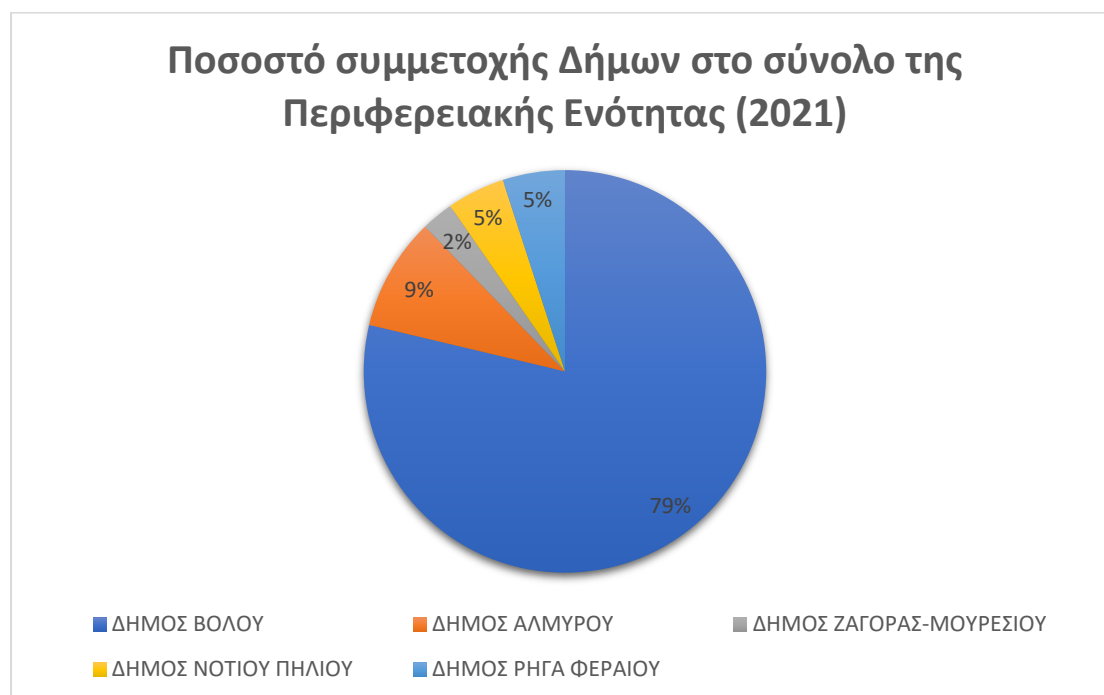
Πίνακας 14. Ποσοστιαία μεταβολή του πληθυσμού ανά χωρική ενότητα για τα έτη 2011-2021

Ενότητα	Μεταβολή Πληθυσμού (%) 2011- 2021
Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας	-6,6
Δήμος Βόλου	-3,3
Δήμος Αλμυρού	-13,7
Δήμος Ζαγοράς -Μουρεσίου	-21,5
Δήμος Νοτίου Πηλίου	-19,0
Δήμος Ρήγα Φεραίου	-18,8
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

Στον Πίνακα 15 και στο Διάγραμμα 1 εμφανίζεται η ποσοστιαία συμμετοχή των Δήμων από πληθυσμιακή άποψη στο σύνολο της Περιφερειακής ενότητας Μαγνησίας.

Πίνακας 15. Ποσοστά του κάθε δήμου στο συνολικό πληθυσμό της περιφερειακής ενότητας Μαγνησίας

Ενότητα	1991	2001	2011	2021
Δήμος Βόλου	72 %	74 %	76 %	79 %
Δήμος Αλμυρού	11 %	10 %	10 %	9 %
Δήμος Ζαγοράς - Μουρεσίου	4 %	3 %	3 %	3 %
Δήμος Νοτίου Πηλίου	6 %	6 %	5 %	5 %
Δήμος Ρήγα Φεραίου	7 %	6 %	5 %	5 %
Πηγή: Ιδία επεξεργασία				



Διάγραμμα 1. Ποσοστό συμμετοχής των Δήμων στην Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας για το έτος 2021
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από την παραπάνω ανάλυση των στατιστικών δεδομένων τα οποία προήλθαν από την επίσημη ιστοσελίδα της ΕΛ.ΣΤΑΤ. εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η τάση σε όλους τους Δήμους της Περιφερειακής ενότητας Μαγνησίας είναι πτωτική ανά τα έτη. Ωστόσο, ο Δήμος Βόλου παρουσιάζει την μικρότερη μείωση σε σύγκριση με τους γειτονικούς Δήμους, γεγονός που οφείλεται στον ρόλο του ως διοικητικό κέντρο.
2. Ο Δήμος Βόλου καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής (79 %) στην ενότητα της Μαγνησίας.

Οικονομική φυσιογνωμία:

Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ)

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα, η περιφέρεια Θεσσαλίας για το έτος 2010 είχε ΑΕΠ 10.764 εκατ. ευρώ (τρέχουσες τιμές) συμβάλλοντας με ποσοστό 4,80% στο συνολικό ΑΕΠ της χώρας. Το έτος 2015 η συμμετοχή της στο ΑΕΠ αυξήθηκε στο 5,10% ενώ το 2020 έφτασε στο 5,24%. Όσον αφορά την ΠΕ Μαγνησίας το 2010 καταλάμβανε το 1,38 % στο συνολικό ΑΕΠ, ενώ παρατηρήθηκε αύξηση το έτος 2015 και ακολούθησε πτώση στην εκτίμηση του 2020. Σε γενικές γραμμές, η ΠΕ Μαγνησίας δεν συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στο συνολικό ΑΕΠ της χώρας καθώς τα ποσοστά είναι χαμηλά. Αναλυτικότερα τα στοιχεία του ΑΕΠ παρουσιάζονται στον Πίνακα 16.

Πίνακας 16. ΑΕΠ ανά χωρική ενότητα για τα έτη 2010,2015,2020

Χωρική ενότητα	2010		2015		2020	
	Σε εκατομμύρια ευρώ	% στο σύνολο της χώρας	Σε εκατομμύρια ευρώ	% στο σύνολο της χώρας	Σε εκατομμύρια ευρώ	% στο σύνολο της χώρας
Σύνολο χώρας	224.124	100	176.369	100	165.406	100
Θεσσαλία	10.764	4,80	8.987	5,10	8.672	5,24
Μαγνησία	3.102	1,38	2.539	1,44	2.354	1,42

Πηγή: Ιδία επεξεργασία δεδομένων ΕΛΣΤΑΤ

Κατά κεφαλήν ΑΕΠ

Το επίπεδο ανάπτυξης της Θεσσαλίας, σύμφωνα με το κατά κεφαλή ΑΕΠ, ανέρχεται σε 14.404 € το 2010 ίσο με το 71,48 % του εθνικού μέσου όρου, με το ποσοστό να αυξάνεται με την πάροδο των χρόνων. Παρόμοιες τάσεις ακολουθεί και η ΠΕ Μαγνησίας με την διαφορά ότι από το 2015 μέχρι το 2020 παρατηρείται μια σταθερότητα στο επίπεδο ανάπτυξης της περιοχής.

Τα αναλυτικά στοιχεία που αφορούν το κατά κεφαλήν ΑΕΠ παρουσιάζονται στον Πίνακα 17.

Πίνακας 17. Κατά κεφαλήν ΑΕΠ ανά χωρική ενότητα για τα έτη 2010,2015,2020

Χωρική ενότητα	2010		2015		2020	
	Σε ευρώ	% στο σύνολο της χώρας	Σε ευρώ	% στο σύνολο της χώρας	Σε ευρώ	% στο σύνολο της χώρας
Σύνολο χώρας	20.152	100	16.298	100	15.460	100
Θεσσαλία	14.404	71,48	12.285	75,38	12.171	78,73
Μαγνησία	14.975	74,31	12.349	75,77	11.668	75,47
Πηγή: Ιδία επεξεργασία δεδομένων ΕΛΣΤΑΤ						

Δείκτης τοπικής ειδίκευσης σε επίπεδο Δήμων (LQ)

Ο συγκεκριμένος δείκτης απεικονίζει την διάρθρωση δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τους κλάδους της οικονομίας και πόσο εξειδικευμένη είναι μια

χωρική ενότητα σε αυτούς. Υπολογίζεται με τον τύπο: $LQ_{ir} = \frac{\frac{E_{ir}}{E_r}}{\frac{E_{in}}{E_n}}$

Όπου, E_{ir} : ο αριθμός των απασχολούμενων ενός κλάδου i μιας περιφέρειας r

E_r : ο συνολικός αριθμός απασχολούμενων μιας περιφέρειας r

E_{in} : ο αριθμός των απασχολούμενων ενός κλάδου i μιας περιφέρειας r στο σύνολο της χώρας

E_n : ο συνολικός αριθμός των απασχολούμενων της χώρας

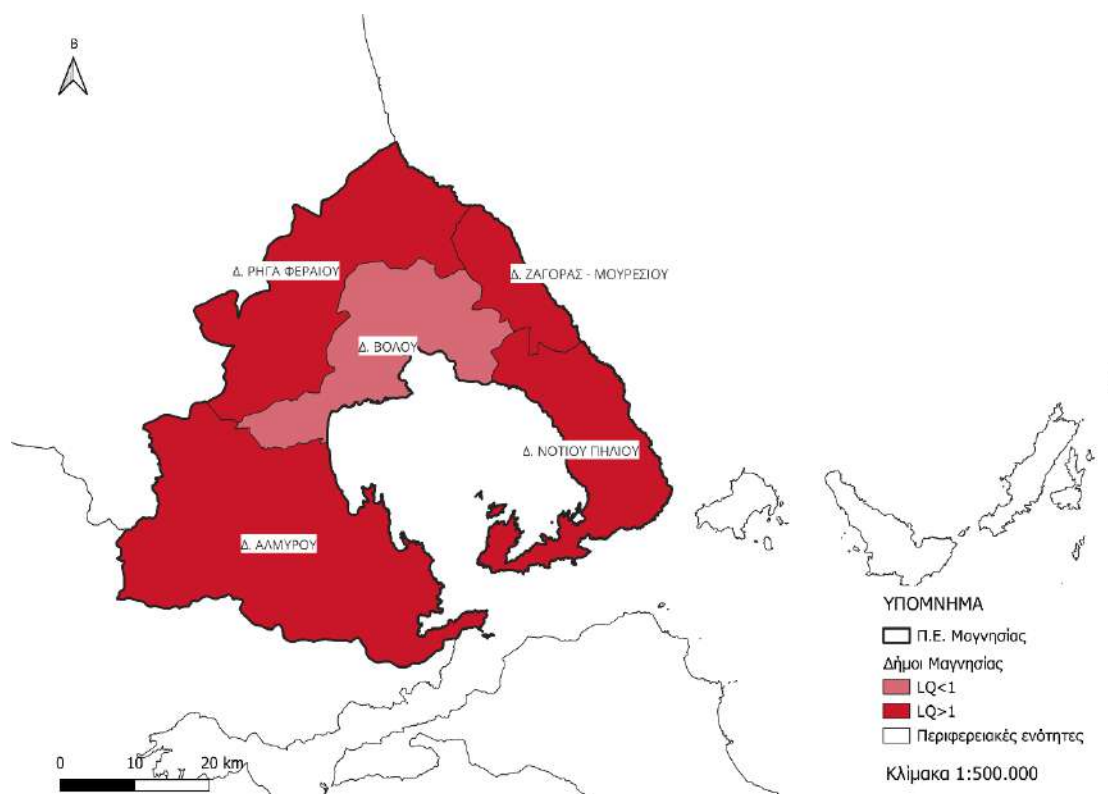
Όσον αφορά την ερμηνεία του δείκτη, υπάρχουν τρεις περιπτώσεις:

1. Αν $LQ > 1$, τότε η δραστηριότητα εμφανίζει υψηλά ποσοστά ανάπτυξης στην χωρική ενότητα που εξετάζεται
2. Αν $LQ = 1$, τότε η δραστηριότητα είναι τόσο αναπτυγμένη στην συγκεκριμένη χωρική ενότητα όσο και στο σύνολο της χώρας
3. Αν $LQ < 1$, τότε η δραστηριότητα εμφανίζει χαμηλά ποσοστά ανάπτυξης στην χωρική ενότητα που εξετάζεται (Πολύζος, 2019)

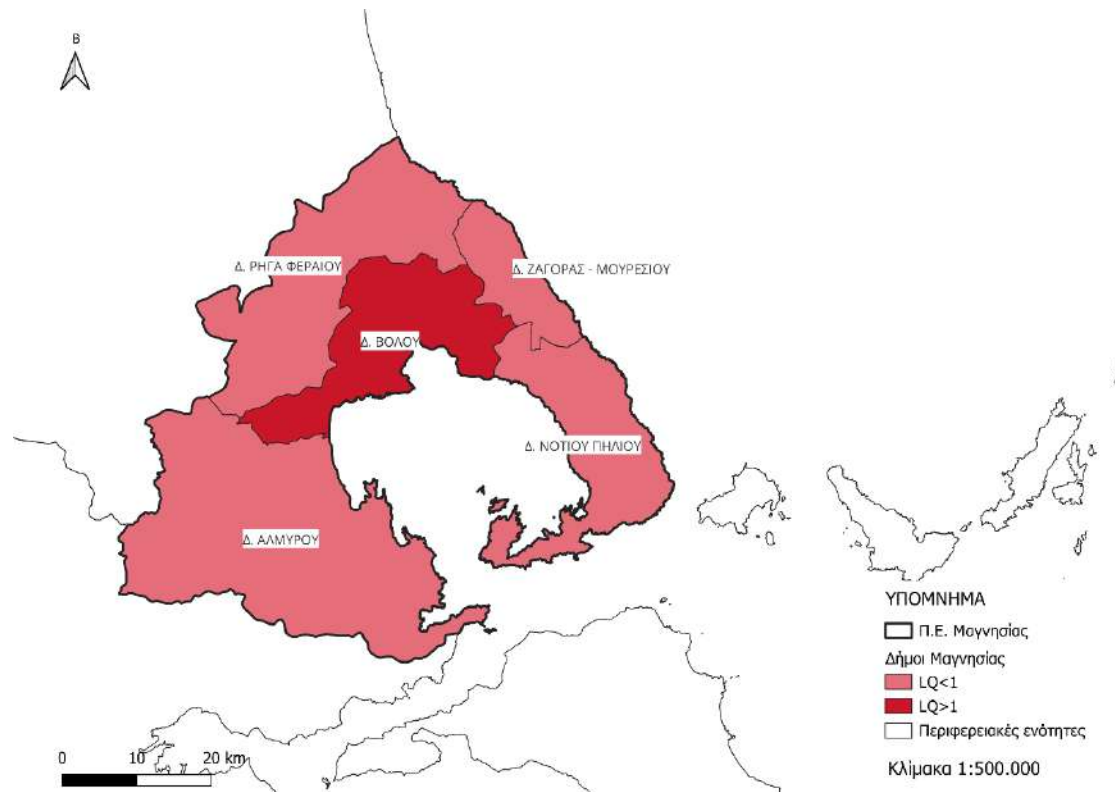
Στην προκειμένη περίπτωση, ως E_{ir} χρησιμοποιείται ο αριθμός των απασχολούμενων ανά κλάδο (πρωτογενή, δευτερογενή, τριτογενή) και για χωρική ενότητα, ο εκάστοτε Δήμος. Ενώ, ως E_{in} , E_n , χωρικό επίπεδο αναφοράς είναι η ΠΕ Μαγνησίας. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό ανήκουν στην ΕΛ.ΣΤΑΤ. και επεξεργάστηκαν με την χρήση υπολογιστικού φύλλου excel τα αποτελέσματα των οποίων εμφανίζονται στον Πίνακα 18, 19 και 20 ανά τομέα παραγωγής.

Πρωτογενής τομέας*Πίνακας 18. Δείκτης τοπικής ειδικευσης σε επίπεδο Δήμων για τον πρωτογενή τομέα*

Δήμος	Δείκτης LQ
Βόλου	0,39
Αλμυρού	2,51
Ζαγοράς - Μουρεσίου	4,29
Νοτίου Πηλίου	3,14
Ρήγα Φεραίου	2,81
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

*Χάρτης 3. Δείκτης τοπικής ειδικευσης σε επίπεδο Δήμων της Π.Ε. Μαγνησίας για τον πρωτογενή τομέα**Πηγή: Ιδία επεξεργασία*Δευτερογενής τομέας*Πίνακας 19. Δείκτης τοπικής ειδικευσης σε επίπεδο Δήμων για τον δευτερογενή τομέα*

Δήμοι	Δείκτης LQ
Βόλου	1,03
Αλμυρού	0,97
Ζαγοράς - Μουρεσίου	0,64
Νοτίου Πηλίου	0,86
Ρήγα Φεραίου	0,98
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	



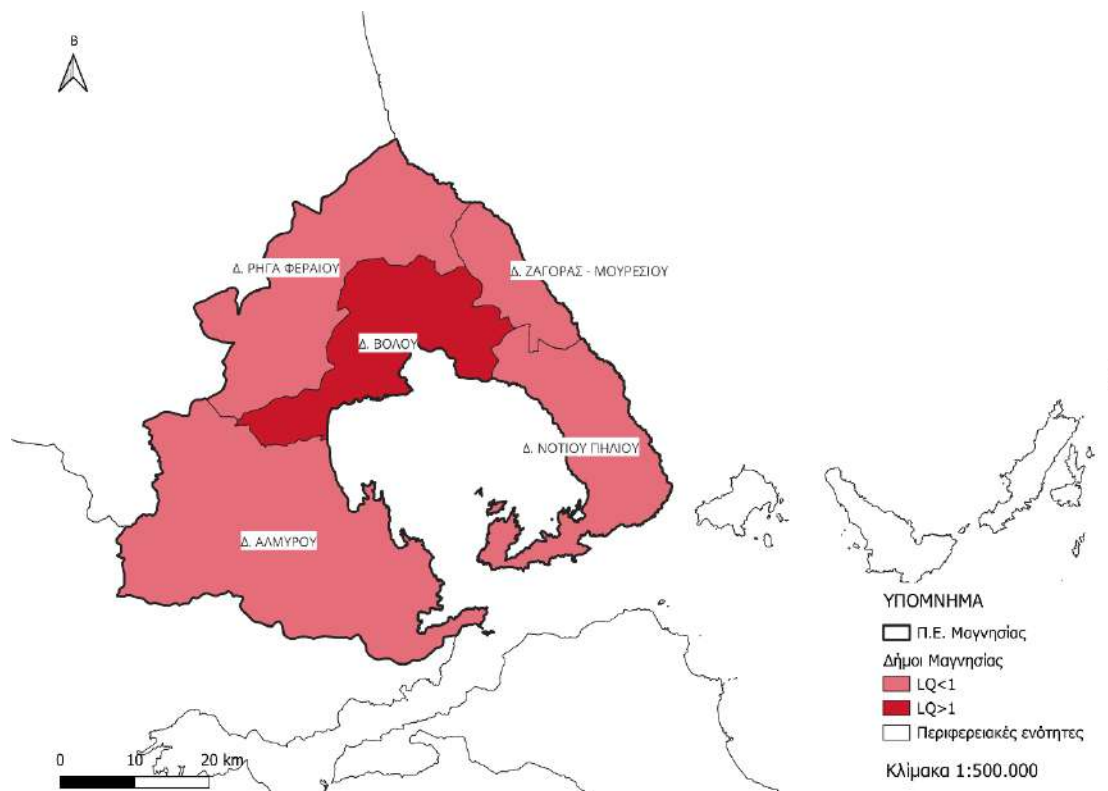
Χάρτης 4. Δείκτης τοπικής ειδικεύσης σε επίπεδο Δήμων της Π.Ε. Μαγνησίας για τον δευτερογενή τομέα

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Τριτογενής τομέας

Πίνακας 20. Δείκτης τοπικής ειδικεύσης σε επίπεδο Δήμων για τον τριτογενή τομέα

Δήμοι	Δείκτης LQ
Βόλου	1,10
Αλμυρού	0,74
Ζαγοράς - Μουρεσίου	0,52
Νοτίου Πηλίου	0,66
Ρήγα Φεραίου	0,69
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	



Χάρτης 5. Δείκτης τοπικής ειδίκευσης σε επίπεδο Δήμων της Π.Ε. Μαγνησίας για τον τριτογενή τομέα

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Συμπερασματικά, ο Δείκτης Τοπικής Ειδίκευσης για την περιοχή μελέτης, δηλαδή για την ευρύτερη περιοχή του Βόλου υποδεικνύει ότι οι κυρίαρχοι οικονομικοί κλάδοι είναι ο δευτερογενής και ο τριτογενής τομέας συγκριτικά με τους υπόλοιπους Δήμους της ΠΕ Μαγνησίας, με την επίδραση του πρωτογενή να μην είναι τόσο έντονη.

Χωροθέτηση παραγωγικών δραστηριοτήτων:

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω συμπεράσματα εξάγουμε ορισμένα πρώτα συμπεράσματα για τη φυσιογνωμία της ευρύτερης περιοχής τα οποία επιβεβαιώνονται από τα εξής:

1. Σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ. για το έτος 2021 οι τόνοι που αλιεύθηκαν στον Παγασητικό κόλπο ανέρχονται στους 58,8 τόνους και αποτελεί το 10 % της συνολικής παραγωγής της χώρας, ωστόσο στον Δήμο Βόλο δεν συγκεντρώνεται μεγάλο ποσοστό αμιγώς γεωργικών και κτηνοτροφικών μονάδων.
2. Η Μαγνησία και ειδικότερα ο Βόλος, ιστορικά, ξεκίνησαν ως βιομηχανικές πόλεις με έναν πολύ αναπτυγμένο μεταποιητικό τομέα. Αυτή η κατάσταση μεταβλήθηκε λόγω του Β' Παγκοσμίου πολέμου, όταν εξαιτίας των βομβαρδισμών οι 8 από τις 22 βιομηχανικές μονάδες σταμάτησαν την λειτουργία τους και ύστερα των αλληπάλληλων σεισμών του '50 (Χαστάογλου, 2007). Σήμερα, στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου εντοπίζονται 2 βιομηχανικές περιοχές, με την πρώτη να έχει έτος ίδρυσης

το 2009 και την δεύτερη να είναι μεταγενέστερη και να λειτουργεί ως παράρτημα της Α' ΒΙΠΕ και ένα βιομηχανικό πάρκο χαμηλής και μέσης όχλησης (ΒΙΟΠΑ) (ΕΤΒΑ, χ.ε.).

3. Ο πιο ανεπτυγμένος οικονομικός τομέας, για την πόλη του Βόλου είναι ο τριτογενής. Σε αυτή την ανάπτυξη, συμβάλλει η ύπαρξη λιμανιού που λειτουργεί ως συγκοινωνιακός κόμβος καθώς και η πολιτιστικό-τουριστική ταυτότητα της πόλης. Σημαντικό στοιχείο είναι και το ότι ο Βόλος αποτελεί έδρα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (ΓΠΣ,2016). Εντοπίζονται 14 τμήματα όλων των κλάδων και πλήθος μεταπτυχιακών προγραμμάτων καθώς και κέντρα που σχετίζονται με τον κλάδο της έρευνας και της καινοτομίας (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, χ.ε.).

Φυσικό περιβάλλον

Στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας εντοπίζονται δύο επιμέρους Λεκάνες Απορροής, η μια του ποταμού Πηνειού και η δεύτερη των ρεμάτων Αλμυρού-Πηλίου. Στην περιοχή μελέτης, εξετάζεται η δεύτερη κατά σειρά, η οποία αποτελείται από ρέματα με κατάληξη, κατά κύριο λόγο, στον Κόλπο του Παγασητικού. Τα βασικότερα ρέματα που συναντώνται στην Μαγνησία και συγκεκριμένα στον Βόλο, είναι ο Άναυρος, ο Ξηριάς και ο Κραυσίδωνας (ΦΕΚ 2561/Β/25-9-2014).

Στον Πίνακα 21 αναφέρονται τα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος που συγκαταλέγονται στην περιοχή του Βόλου.

Πίνακας 21. Λίστα υγροτόπων στον Δήμο Βόλου

Υγρότοποι	Περιοχή
Εκβολικό Σύστημα Χολορέματος	Δήμος Βόλου-Δήμος Αλμυρού
Λιμνοθάλασσα Μπουρμπουλήθρα	Δήμος Βόλου
Τεχνητά Λιμνία Σέσκλου	Δήμος Βόλου
Πηγή: Οι υγρότοποι της Θεσσαλίας, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Ελληνικό Κέντρο Βιότοπων-Υγροτόπων	

Προστατευόμενες περιοχές

Η έκταση της ελληνικής επικράτειας αποτελείται από πλούσια χλωρίδα και πανίδα και ποικίλες περιοχές που χρίζουν προστασίας και αυτό εξηγείται και από το γεγονός ότι οι πρώτες προστατευόμενες ζώνες θεσπίστηκαν το έτος 1937. Στις προστατευόμενες περιοχές συγκαταλέγονται οι περιοχές του δικτύου NATURA 2000 (Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ) και οι Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)) και απόλυτης προστασίας της φύσης, τα τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, τα καταφύγια άγριας ζωής κ.α. (ΕΚΒΥ, χ.ε.). Όσον αφορά την ευρύτερη περιοχή του Βόλου οι κυριότερες προστατευόμενες περιοχές αναφέρονται στον Πίνακα 22 και 23.

Πίνακας 22. Κατηγοριοποίηση των περιοχών NATURA 2000 σε Ειδικές Ζώνες Διατήρησης και Ζώνες Ειδικής Προστασίας για την Μαγνησία

NATURA 2000	ΖΕΠ	ΕΖΔ
	Όρος Πήλιο	Όρος Πήλιο και παράκτια θαλάσσια ζώνη
Πηγή: Natura 2000 Viewer		

Πίνακας 23. Λίστα Τοπίων Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους στη Μαγνησία

ΤΙΦΚ	Άγιος Βλάσιος και Άγιος Γεώργιος Πηλίου
	Δράκεια και Άγιος Λαυρέντιος Πηλίου
	Ζαγορά
	Μακρινίτσα και Πορταριά Πηλίου
	Μηλιές, Βυζίτσα, Πινακάτες, Πηλίου
	Τσαγκαράδα, Μούρεσι, Κισσός, Ανήλιο Πηλίου
Πηγή: ΦΙΛΟΤΗΣ	

Πολιτιστικό περιβάλλον

Στην κατηγορία του πολιτιστικού περιβάλλοντος συγκαταλέγεται οτιδήποτε περιλαμβάνει κάποιον πολιτιστικό πόρο και χρίζει προστασίας. Σε αυτά ανήκουν οι παραδοσιακοί και αξιόλογοι οικισμοί, τα μνημεία παγκόσμιας κληρονομιάς αλλά και εθνικού επιπέδου, οι αρχαιολογικοί χώροι και τα αρχαιολογικά μουσεία κ.α.

Όσον αφορά την ΠΕ Μαγνησίας οι πολιτιστικοί της πόροι είναι ποικίλοι καθώς σε αυτή συναντώνται τμήματα της νεολιθικής εποχής, όπως οι οικισμοί του Διμηνίου και του Σέσκλου αλλά και μέρη της Αρχαίας Δημητριάδας. Ακόμη, όλα τα χωριά που ανήκουν στο όρος Πήλιο είναι χαρακτηρισμένα ως παραδοσιακοί οικισμοί. Στους Πίνακες 24 και 25 αναφέρονται τα σημεία πολιτιστικού ενδιαφέροντος και η κατηγορία στην οποία ανήκουν στο αστικό κέντρο του Βόλου (INSETE, 2019).

Πίνακας 24. Λίστα αρχαιολογικών χώρων του Π.Σ. Βόλου

Αρχαιολογικοί Χώροι	Περιοχή
Αρχαιολογικός χώρος στον Λόφο της Γορίτσας	Νέα Δημητριάδα, Βόλος
Βόρειο Νεκροταφείο	Γορίτσα, Βόλος
Κάστρο Παλαιών	Παλαιά, Βόλος
Λόφος Επισκοπής	Βόλος
Πηγή: ΟΔΥΣΣΕΥΣ, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού	

Πίνακας 25. Λίστα μουσείων του Π.Σ. Βόλου

Μουσεία	Περιοχή
Αθανασάκειο Αρχαιολογικό Μουσείο	Άναυρος, Βόλος
Μουσείο Φυσικής Ιστορίας	Βόλος
Μουσείο Πλινθοκεραμοποιίας Τσαλαπάτα	Παλαιά, Βόλος
Μουσείο Πόλης	Παλαιά, Βόλος
Πηγή: ΟΔΥΣΣΕΥΣ, Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού	

4.2. Υφιστάμενες και προβλεπόμενες μεταφορικές υποδομές και υπηρεσίες Δημόσιων Συγκοινωνιών

Υφιστάμενες υπηρεσίες και υποδομές ΔΣ

Οι επιβατικές ανάγκες των πολιτών του Βόλου, όσον αφορά τις δημόσιες συγκοινωνίες, καλύπτονται από την ιδιωτική εταιρεία Αστικό ΚΤΕΛ. Ο στόλος του αποτελείται από 12 γραμμές και οι διαδρομές διακρίνονται σε δύο ζώνες. Η ζώνη Α περιλαμβάνει τις μετακινήσεις που εκτείνονται εντός του ιστού του πολεοδομικού συγκροτήματος της πόλης του Βόλου, ενώ η Ζώνη Β τις περιοχές που βρίσκονται εκτός αυτού. Αναλυτικότερα, οι γραμμές εξυπηρετούν τις εξής ενότητες:

Γραμμή 1: Άναυρος- Νέα Ιωνία

Γραμμή 2: Αφετηρία- Αμπελόκηποι Πανεπιστήμιο

Γραμμή 3: Άναυρος- Νέα Ιωνία (ΜΕΤΚΑ)

Γραμμή 4: ΟΑΕΔ – Αηδονοφωλιές

Γραμμή 5: Αφετηρία – Τέρμα Λεχώνια/ Πλατανίδια

Γραμμή 6: Άνω Βόλος – ΟΑΕΔ - Αλυκές/Άγιος Στέφανος

Γραμμή 7: Άλλη Μεριά – Αφετηρία

Γραμμή 8: ΟΑΕΔ – Διμήνι

Γραμμή 9: Αφετηρία – Αλιβέρι – Μελισσιάτικα

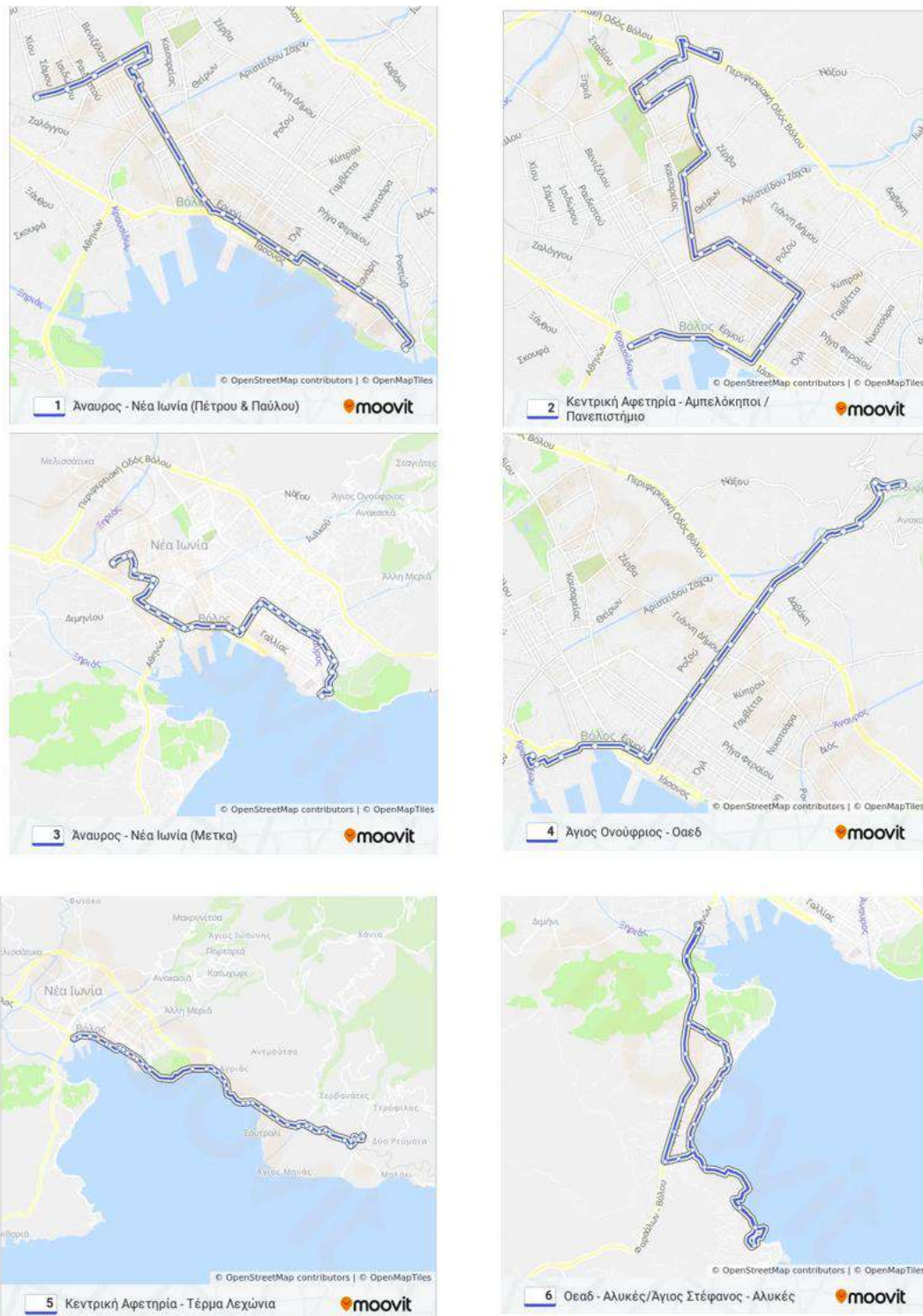
Γραμμή 11: Αφετηρία – Νέο Κοιμητήριο

Γραμμή 15: Άναυρος – Παλαιά

Γραμμή 49: Αφετηρία – Αγία Παρασκευή

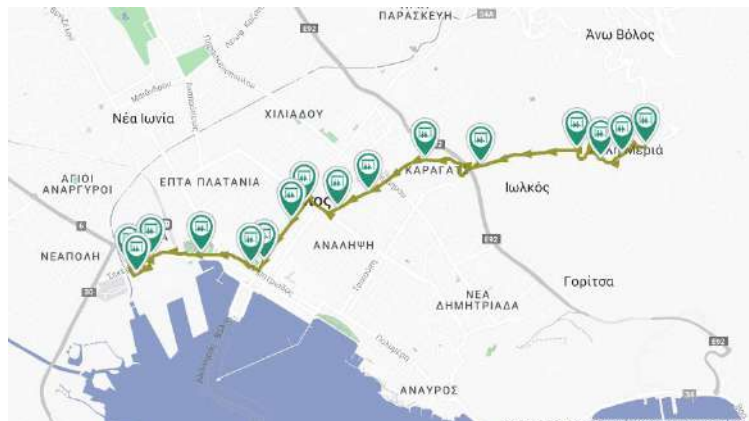
(Αστικό ΚΤΕΛ Βόλου, χ.ε.)

Στις Εικόνες 42 έως 48 παρουσιάζονται οι διαδρομές των αστικών λεωφορείων ανά Γραμμή.



Εικόνα 42. Απεικόνιση των διαδρομών των γραμμών 1 έως 6

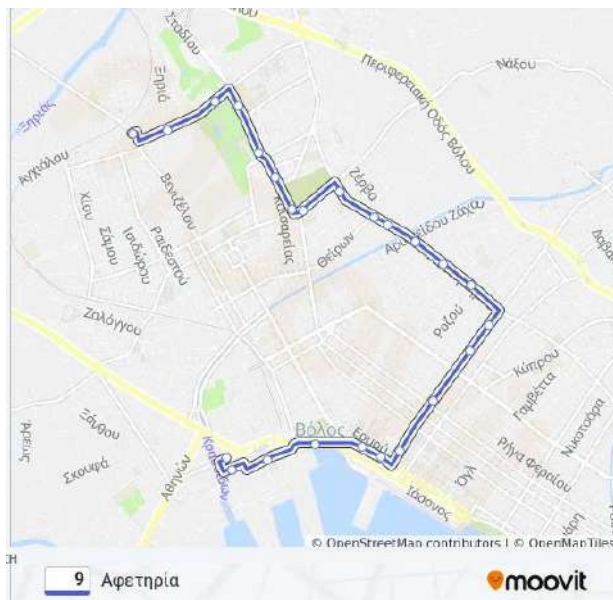
Πηγή: Moovit



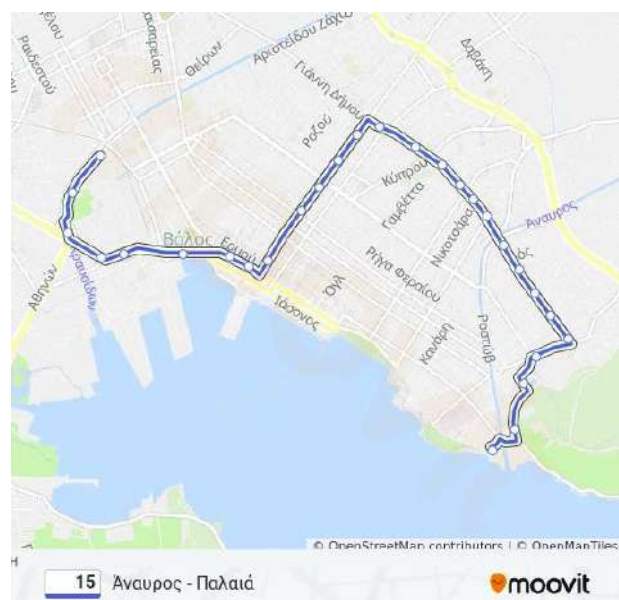
Εικόνα 43. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 7
Πηγή: City Bus Volos



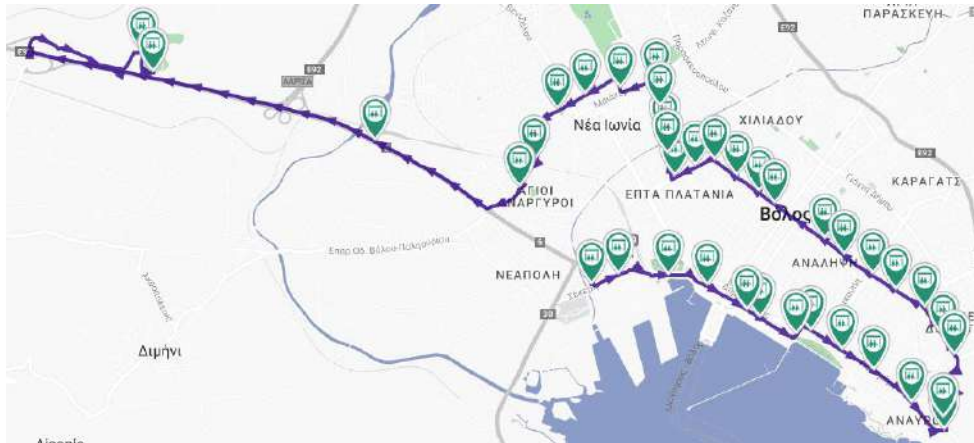
Εικόνα 44. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 8 Πηγή: City Bus Volos



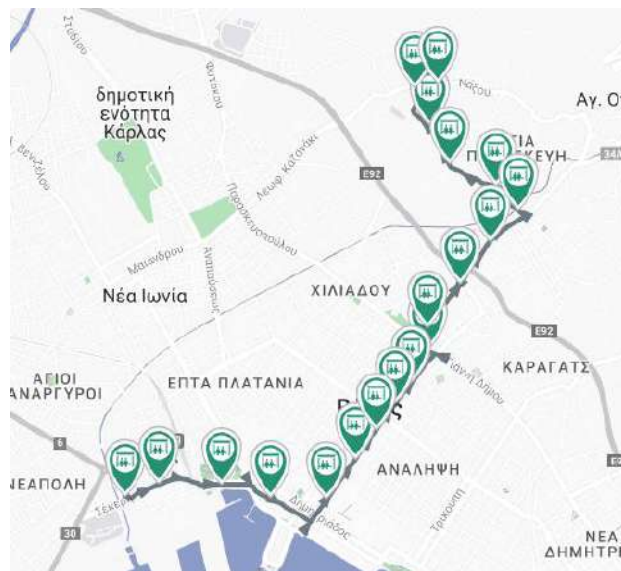
Εικόνα 45. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 9
Πηγή: Moovit



Εικόνα 46. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 15
Πηγή: Moovit



Εικόνα 47. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 11
Πηγή: City Bus Volos

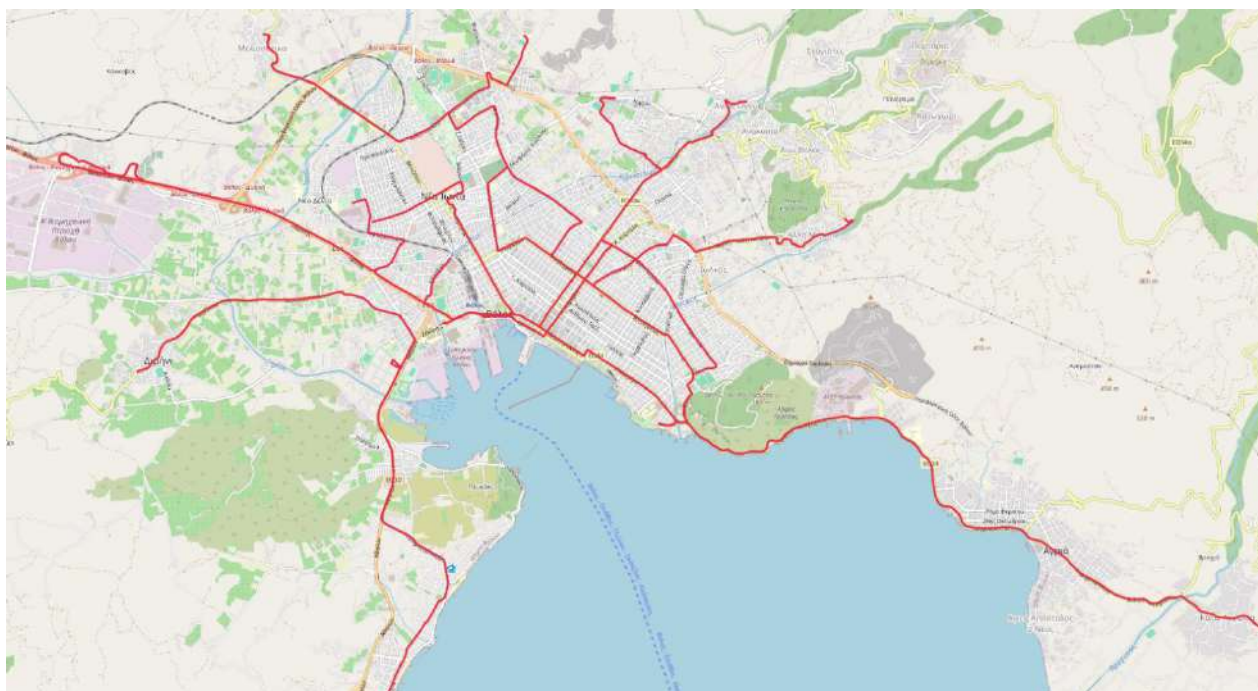


Εικόνα 48. Απεικόνιση της διαδρομής της γραμμής 49
Πηγή: City Bus Volos

Ο Δήμος Βόλου έχει ενταχθεί στο ειδικό πρόγραμμα ενίσχυσης Δήμων «Φιλόδημος», με μια από τις δράσεις που πραγματοποιήθηκαν να είναι η αναβάθμιση 42 υφιστάμενων στάσεων (Δήμος Βόλου, Φιλόδημος ΙΙ, χ.ε.).

Ταυτόχρονα, το αστικό ΚΤΕΛ έχει αναπτύξει ένα σύστημα τηλεματικής με το οποίο το επιβατικό κοινό ενημερώνεται μέσω της ιστοσελίδας CityBus Volos σε πραγματικό χρόνο για την άφιξη και την πορεία των διαδρομών (CityBusVolos, χ.ε.).

Στον Χάρτη 6 απεικονίζεται το δίκτυο εξυπηρέτησης του Βόλου από τα αστικά λεωφορεία.



Χάρτης 6. Απεικόνιση του δικτύου εξυπηρέτησης του αστικού ΚΤΕΛ που συνολικά εξυπηρετούν τις επιβατικές ανάγκες για την πόλη του Βόλου

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

 Προβλεπόμενες υπηρεσίες και υποδομές ΔΣ

Επιχειρησιακό πρόγραμμα Δήμου Βόλου (2020-2023) (Δήμος Βόλου, αρ. απόφαση 286/2021):

Το ΕΠ του Βόλου οραματίζεται μια περιοχή που θα είναι σύγχρονη και εξωστρεφής και ταυτόχρονα θα επικεντρώνεται στην βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και των επισκεπτών. Κύριες στοχεύσεις αποτελεί η προστασία του περιβάλλοντος, η ανθεκτικότητα στις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής και η ενδυνάμωση της τοπικής ταυτότητας.

Στο πρόγραμμα αναφέρονται τρεις στόχοι που αφορούν τις δημόσιες συγκοινωνίες:

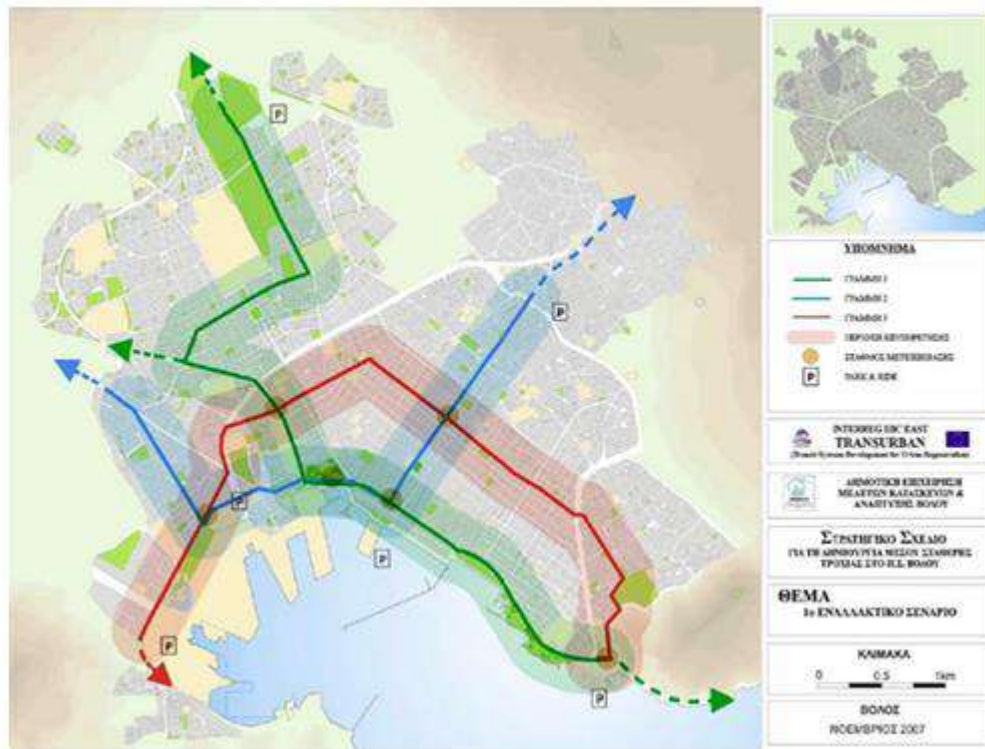
Στόχος 1: Προώθηση των ήπιων και ισότιμων μορφών μετακίνησης

Στόχος 2: Προώθηση βιώσιμης αστικής κινητικότητας και βελτίωση συνθηκών κυκλοφορίας

Στόχος 3: Βελτίωση μεταφορικών υποδομών

Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας Δήμου Βόλου (ΣΒΑΚ) (Δ/νση Βιώσιμης Κινητικότητας Δήμου Βόλου, 2023):

Όραμα του ΣΒΑΚ είναι να ενταχθεί η πόλη του Βόλου στο πλαίσιο των έξυπνων πόλεων και για την επίτευξη αυτού προτείνονται 9 δράσεις εκ των οποίων η μία αναφέρεται στην προώθηση των ΔΣ και άλλων ήπιων τρόπων μετακίνησης έναντι της κυκλοφορίας των Ι.Χ. και συγκεκριμένα διερευνάται η ενσωμάτωση μέσων σταθερής τροχιάς, όπως το ηλεκτρικό τραμ, στις μεταφορικές υποδομές του Βόλου. Πιο συγκεκριμένα, αυτή η δράση αφορά τον μακροπρόθεσμο ορίζοντα του σχεδίου (20 έτη) και προβλέπει την ένταξη νέων ΜΜΜ όπως είναι το τραμ και η θαλάσσια συγκοινωνία. Πιο αναλυτικά, αυτή η δράση αποσκοπεί στην μείωση της κυκλοφορίας των Ι.Χ. οχημάτων αλλά και στην αναδιοργάνωση του Αστικού ΚΤΕΛ έτσι ώστε να ελαττωθεί η συμφόρηση του κεντρικού τμήματος του Βόλου η οποία προκαλείται από την διέλευση όλων των γραμμών των λεωφορείων από εκεί. Η υλοποίηση αυτού του μέτρου χωρίζεται σε 2 φάσεις εκ των οποίων η πρώτη περιλαμβάνει την διερεύνηση για την λειτουργία μιας λεωφορειακής γραμμής η οποία θα είναι σταθερής τροχιάς και θα την διαχειρίζεται η εταιρεία του Αστικού ΚΤΕΛ Βόλου και η δεύτερη αφορά την λειτουργία γραμμής τραμ λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα που θα συλλεχθούν από την πρώτη φάση. Για την πρόταση του ΣΒΑΚ περί ένταξης συστήματος τραμ στην πόλη του Βόλου, λήφθηκε υπόψη η μελέτη που αναφέρθηκε στην Ενότητα 2.3. και υιοθετήθηκαν οι προτεινόμενες διαδρομές (Εικόνα 49).



Εικόνα 49. Προτεινόμενο σύστημα τραμ για το Π.Σ. Βόλου

Πηγή: ΣΒΑΚ, Δήμος Βόλου (2023)

4.3. Χρήσεις γης

Σύμφωνα με το Π.Δ. 59/2018, οι χρήσεις γης διακρίνονται σε γενικές και ειδικές, με τις πρώτες κατά σειρά να ανέρχονται σε 13 και τις δεύτερες σε 47. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το υπ' αριθμόν ΦΕΚ 566/Δ/1985 στο οποίο αναφέρεται η έκδοση ΓΠΣ, προέβλεπε μια πολυκεντρική πόλη, δηλαδή η ύπαρξη πολλών πολεοδομικών κέντρων σε διάφορες πολεοδομικές ενότητες. Στην πραγματικότητα, ο χαρακτήρας της πόλης είναι μονοκεντρικός, δηλαδή η χρήση γης «πολεοδομικό κέντρο - κεντρικές λειτουργίες πόλης» εμφανίζεται σε μια περιοχή και υπάρχει προοπτική ανάπτυξης τμήματος της Νέας Ιωνίας σε δευτερογενές πολεοδομικό κέντρο (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Βόλου, 2020-2023).

Ωστόσο, η τροποποίηση του ισχύοντος ΓΠΣ (ΦΕΚ 237/ΑΑΠ/4-11-2016) προβλέπει τα ακόλουθα. Αρχικά, βασικές στοχεύσεις του αναθεωρημένου ΓΠΣ είναι:

- Μετατροπή του Π.Σ. Βόλου σε κέντρο μεταποίησης, τουριστικά ανεπτυγμένο προορισμό και κέντρο έρευνας και καινοτομίας
- Αξιοποίηση των δυνατοτήτων της περιοχής και ανάπτυξη των συγκριτικών πλεονεκτημάτων της
- Εισαγωγή της αρχής της συμπαγούς πόλης στον σχεδιασμό, ώστε να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα της περιοχής
- Περιορισμός της δόμησης σε εκτός σχεδίου περιοχές μέσω του περιορισμού των παραγωγικών διαδικασιών σε οργανωμένους υποδοχείς
- Μείωση των επιπέδων σύγκρουσης των χρήσεων γης
- Περιορισμός της παραγωγής ρύπων

Για την περιοχή μελέτης, διακρίνονται τρεις κατηγορίες θεσμοθετημένων χρήσεων γης:

1. Πολεοδομικό κέντρο, το οποίο έχει ως σημείο έναρξης το παραλιακό μέτωπο και περιλαμβάνει παράλληλους σε αυτό οδικούς άξονες προς το εσωτερικό της πόλης. Ακόμη, όπως διαφαίνεται και στον Χάρτη 7, οι κυριότερες λειτουργίες έχουν αναπτυχθεί πέριξ του ιστορικού κέντρου του Βόλου, όπου εντοπίζεται μια μίξη χρήσεων γης και συνύπαρξη εμπορίου, αναψυχή και κατοικία.
2. Τοπικό κέντρο, συνήθως συνδυάζεται και με την ύπαρξη κοινόχρηστων (πάρκα, πλατείες, άλση) και κοινωφελών χώρων (μονάδες εκπαίδευσης, πρόνοιας)
3. Γενική Κατοικία, αποτελεί την κυριότερη γενική χρήση καθώς συναντάται σε όλες τις επιμέρους πολεοδομικές ενότητες

Ακολουθεί ο Πίνακας 26 στον οποίο αναφέρονται οι ειδικές κατηγορίες χρήσεων γης που συγκαταλέγονται στην εκάστοτε γενική χρήση.

Πίνακας 26. Ειδικές Χρήσεις ανά γενική χρήση για το Π.Σ. Βόλου

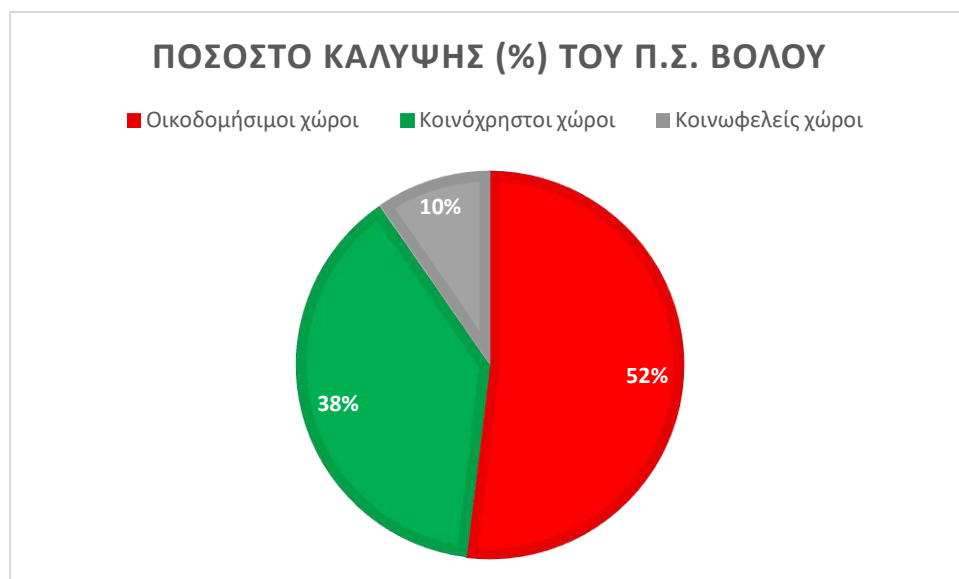
Πολυενοδομικό κέντρο	Τοπικό κέντρο	Γενική κατοικία
Κατοικία	Κατοικία	Κατοικία
Ξενώνες, ξενοδοχεία και λοιπές τουριστικές εγκαταστάσεις	Ξενοδοχεία μέχρι 100 κλινών και ξενώνες	Ξενοδοχεία μέχρι 100 κλινών και ξενώνες
Εμπορικά καταστήματα	Εμπορικά καταστήματα	Εμπορικά καταστήματα με εξαίρεση τις υπεραγορές και τα πολυκαταστήματα
Γραφεία, τράπεζες, ασφάλειες, κοινωφελείς οργανισμοί	Γραφεία, τράπεζες, ασφάλειες, κοινωφελείς οργανισμοί	Γραφεία, τράπεζες, ασφάλειες, κοινωφελείς οργανισμοί
Κτίρια εκπαίδευσης – έρευνας	Κτίρια εκπαίδευσης	Κτίρια εκπαίδευσης
Εστιατόρια	Εστιατόρια	Εστιατόρια
Αναψυκτήρια	Αναψυκτήρια	Αναψυκτήρια
Θρησκευτικοί χώροι	Θρησκευτικοί χώροι	Θρησκευτικοί χώροι
Κτίρια κοινωνικής πρόνοιας	Κτίρια κοινωνικής πρόνοιας	Κτίρια κοινωνικής πρόνοιας
Επαγγελματικά εργαστήρια χαμηλής όχλησης	Επαγγελματικά εργαστήρια χαμηλής όχλησης	Επαγγελματικά εργαστήρια χαμηλής όχλησης
Αθλητικές εγκαταστάσεις	Αθλητικές εγκαταστάσεις	Αθλητικές εγκαταστάσεις
Κτίρια, γήπεδα στάθμευσης	Κτίρια, γήπεδα στάθμευσης	Κτίρια, γήπεδα στάθμευσης
Πολιτιστικά κτίρια	Πολιτιστικά κτίρια	Πολιτιστικά κτίρια
Διοίκηση		
Κέντρα διασκέδασης, αναψυχής		
Χώροι συνάθροισης κοινού		
Πηγή: Αναθεωρημένο ΓΠΣ του Π.Σ. Βόλου (2016), Σελ. 48, Παράρτημα Πινάκων		

Άλλες χρήσεις γης που εντοπίζονται είναι το χονδρεμπόριο και η οχλούσα βιομηχανία-βιοτεχνία, κυρίως σε περιοχές συγκέντρωσης παραγωγικών δραστηριοτήτων, όπως είναι η Α' ΒΙΠΕ και το ΒΙΟΠΑ (Χάρτης 7).

Όσον αφορά τους κοινόχρηστους χώρους, ο αριθμός τους είναι περιορισμένος και είναι διάσπαρτοι στον χώρο, με εξαίρεση την ζώνη του παραλιακού μετώπου από τον λιμένα έως την περιοχή του Αναύρου (Επιχειρησιακό πρόγραμμα Βόλου, 2020-2023). Στον Πίνακα 27 και στο Διάγραμμα 2 φαίνεται το ποσοστό κάλυψης των οικοδομήσιμων, κοινόχρηστων και κοινωφελών χώρων:

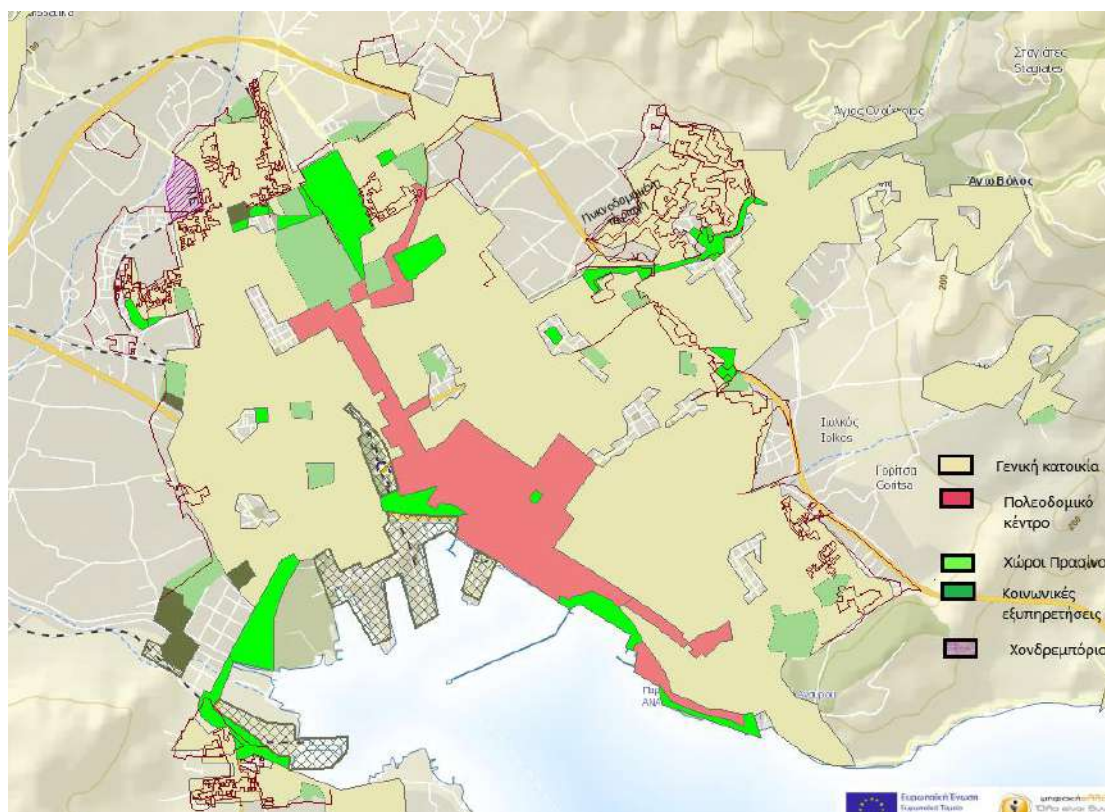
Πίνακας 27. Ποσοστά κάλυψης της έκτασης του Π.Σ. Βόλου

Π.Σ. Βόλου	Έκταση (σε στρέμματα)	Ποσοστό κάλυψης (%)
Σύνολο εντός σχεδίου εκτάσεων	16.449	100
Οικοδομήσιμοι χώροι	8.598,17	52,27
Κοινόχρηστοι χώροι	6.363,7	38,69
Κοινωφελείς χώροι	1.595,34	9,7
Πηγή: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Βόλου (2020-2023), Σελ. 82		



Διάγραμμα 2. Ποσοστό κάλυψης επί τοις εκατό του Π.Σ. Βόλου

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Χάρτης 7. Χρήσεις γης του Π.Σ. Βόλου

Πηγή: <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/#/22.9548/39.3675/14>

4.4. Στοιχεία ενίσχυσης της πρότασης ένταξης συστήματος τραμ

Συμπληρωματικά με τα παραπάνω περί χρήσεων γης στο ΓΠΣ (2016) προβλέπονται ορισμένα στοιχεία τα οποία ενισχύουν την πρόταση περί ενσωμάτωσης συστήματος τραμ στην πόλη του Βόλου. Αναλυτικότερα,

- Ένας εκ των στόχων του Αναθεωρημένου ΓΠΣ (2016), είναι η ανάδειξη του Π.Σ. Βόλου σε ένα πολιτιστικό κέντρο, το οποίο θα είναι ελκυστικό για την προσέλκυση τουριστών. Για την επίτευξη αυτού προβλέπεται η δημιουργία δικτύου πολιτιστικών διαδρομών που θα ενώνουν τους αρχαιολογικούς χώρους του Π.Σ. με τα διάφορα μουσεία με έμφαση να δίνεται στο Αθανασάκειο Αρχαιολογικό Μουσείο, το οποίο εντοπίζεται στην ευρύτερη περιοχή του Αναύρου.
- Ακόμη, υπάρχει πρόβλεψη για κατασκευή συνεδριακού κέντρου στην θέση του Λιμένα της πόλης.
- Διερεύνηση για πιθανή μετεγκατάσταση του εργοστασίου της ΑΓΕΤ και αντικατάσταση του από χρήσεις τουρισμού και αναψυχής.
- Όσον αφορά την σιδηροδρομική σύνδεση του Βόλου, αυτή εξυπηρετείται από δύο γραμμές. Η πρώτη διέρχεται από την περιοχή της Νέας Ιωνίας και η δεύτερη προβλέπεται να διέρχεται από την Α' ΒΙΠΕ και το ΒΙΟΠΑ έως ότου συναντά την πρώτη, στο ύψος του εργοστασίου της ΜΕΤΚΑ. Η πρώτη γραμμή (Νέα Ιωνία-Βυζαντίου-Ιερολοχιτών-

Σιδηροδρομικός Σταθμός) εξαιτίας της δημιουργίας αισθητικών, λειτουργικών και ζητημάτων ασφαλείας προβλέπεται να καταργηθεί, χωρίς όμως να αλλάξει η θέση του κεντρικού σταθμού γιατί λειτουργεί σαν ιστορικό μνημείο. Στην θέση αυτής της γραμμής θα γίνουν κοινόχρηστοι χώροι, με διατήρηση του ίχνους της (ΓΠΣ,2016).

Η σιδηροδρομική σύνδεση του Βόλου με την Λάρισα έπαψε να λειτουργεί εξαιτίας των έντονων πλημμυρικών φαινομένων που έπληξαν την περιοχή της Θεσσαλίας τον Σεπτέμβριο του 2023 και προκάλεσαν ζημιές στο σιδηροδρομικό δίκτυο. Έκτοτε, η μετακίνηση από την μια πόλη στην άλλη γίνεται με λεωφορεία που έχει μισθώσει η αρμόδια εταιρεία Hellenic Train (Hellenic Train, 2023).

Λαμβάνοντας υπόψη τα προβλεπόμενα μέτρα του Αναθεωρημένου ΓΠΣ (2016), εξάγεται το συμπέρασμα ότι η ένταξη του τραμ στο Π.Σ. του Βόλου πέρα από τα υπόλοιπα πλεονεκτήματα που θα επιφέρει στην περιοχή (μείωση του οικολογικού αποτυπώματος, μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης κ.α.), θα συνεισφέρει και στην ανάδειξη της σε κέντρο πολιτισμού, καθώς θα αναβιώσει την ιστορία του και θα βελτιώσει την πρόσβαση και την σύνδεση ανάμεσα στα στοιχεία τουριστικού ενδιαφέροντος, ενώ θα εξωραϊσει και την ευρύτερη περιοχή.

Αναλυτικότερα, η γραμμή τραμ που προτείνεται στην παρούσα εργασία θα ακολουθεί τέτοια διαδρομή ώστε να συνεισφέρει στην σύνδεση των αρχαιολογικών χώρων και των μουσείων. Σημαντικός είναι ο ρόλος του Αθανασάκειου μουσείου καθώς και ο αρχαιολογικός χώρος του Λόφου της Γορίτσας. Επιπρόσθετα η περιοχή διέλευσης του τραμ περιλαμβάνει και άλλα σημεία ενδιαφέροντος όπως είναι το Δημοτικό Θέατρο, το Δημοτικό Ωδείο Βόλου και το Κέντρο Τέχνης Τζιόρτζιο Ντε Κίρικο. Όσον αφορά την δεύτερη κατά σειρά πρόβλεψη περί δημιουργίας συνεδριακού κέντρου αυτή συνδέεται με την δημιουργία συστήματος τραμ με τον ακόλουθο τρόπο. Η περιοχή θα αποκτήσει δυνατότητες εναλλακτικού τουρισμού και συγκεκριμένα συνεδριακού τουρισμού (MICE) γεγονός που θα προσελκύσει περισσότερους επισκέπτες και όχι μόνο θα αυξηθούν οι ανάγκες για μετακίνηση αλλά θα γεννηθεί και η ανάγκη αναβάθμιση του Λιμένα του Βόλου και σε αυτό θα συνεισφέρει η διέλευση του τραμ. Επιπροσθέτως, αν μετεγκατασταθεί το εργοστάσιο της ΑΓΕΤ και στη θέση του δημιουργηθεί τουριστική μονάδα δημιουργείται η προοπτική επέκτασης της γραμμής του τραμ προς την περιοχή της Αγριάς έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες των τουριστών ιδιαίτερα τις περιόδους αιχμής. Η προτεινόμενη γραμμή τραμ περιγράφεται στο επόμενο Κεφάλαιο.

5. Προδιαγραφές και πρόταση γεωμετρικής και λειτουργικής ένταξης γραμμής τραμ στην πόλη του Βόλου

5.1. Διαμόρφωση εναλλακτικών

5.1.1. Χαρακτηριστικά της χάραξης και της υποδομής

Το σύστημα του τροχιόδρομου, ευρέως γνωστό με τον όρο τραμ, αναφέρεται σε ένα μέσο σταθερής τροχιάς που έχει μικρή έκταση, δηλαδή καταλαμβάνει λιγότερο χώρο στην οδό σε σχέση με άλλα ΜΜΜ, όπως το λεωφορείο, και αυτό συμβαίνει διότι κινείται σε συγκεκριμένο διάδρομο κίνησης. Επίσης, μικρότερη είναι και η επιφάνεια της οδού που απαιτείται για τον εκάστοτε επιβάτη (Αραβαντινός, 2007). Ακόμη, εξετάζεται ως προς δύο επιμέρους τμήματα την χάραξη και την υποδομή τα οποία αναλύονται παρακάτω.

Τύποι Διαδρόμων

Αρχικά, εξετάζοντας την χάραξη διακρίνονται πέντε τρόποι με τους οποίους το τραμ δύναται να ενταχθεί στην οδική αρτηρία ή εναλλακτικά πέντε τύποι διαδρόμων. Αναλυτικότερα (Pyrgidis, 2021),

1. **Κοινός διάδρομος**, στην προκειμένη περίπτωση η κυκλοφορία του τραμ συνυπάρχει με αυτή των οχημάτων αλλά και των πεζών και για να μην δυσχεραίνεται η διέλευση τους, κινείται πάνω σε σιδηροτροχιές (Εικόνα 50).



Εικόνα 50. Παράδειγμα κοινού διαδρόμου κυκλοφορίας, Λισαβόνα

Πηγή: https://www.tripadvisor.com.gr/Attraction_Review-g189158-d262792-Reviews-Tram_28-Lisbon-Lisbon_District_Central_Portugal.html#/media-attraction/262792/707190903/p/?albumid=-160&type=0&category=-160

2. **Αποκλειστικός διαχωρισμένος διάδρομος**, σε αυτόν τον τύπο διαδρόμου το τραμ κυλίνεται όπως και παραπάνω σε ειδική σιδηροτροχιά με την διαφορά ότι η γραμμή κίνησης του μέσου σταθερής τροχιάς διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες λωρίδες κυκλοφορίας είτε με ειδική σήμανση στο οδόστρωμα είτε με κατάλληλα διαμορφωμένα εμπόδια που είναι προσπελάσιμα από τους πεζούς. Ωστόσο, το τραμ εμπλέκεται με την υπόλοιπη κυκλοφορία στις διασταυρώσεις με άλλες αρτηρίες (Εικόνα 51).



Εικόνα 51. Παράδειγμα αποκλειστικού διαχωρισμένου διαδρόμου, Μπρατισλάβα
Πηγή: <https://depositphotos.com/gr/photos/bratislava-tram.html>

3. **Αποκλειστικός διάδρομος**, ο συγκεκριμένος τύπος έχει εφαρμογή κυρίως σε στενούς άξονες ειδάλλως σε περιπτώσεις που μια οδός ανήκει στο ιστορικό ή στο εμπορικό κέντρο και η χρήση της από οχήματα δεν είναι επιθυμητή. Ουσιαστικά, μια υπάρχουσα οδός μετατρέπεται σε διάδρομο κίνησης του τραμ και το απομένον τμήμα της πεζοδρομείται (Εικόνα 52).



Εικόνα 52. Παράδειγμα αποκλειστικού διαδρόμου, Κωνσταντινούπολη

Πηγή: <https://omorfataxia.gr/travel/konstantinouypoli-to-nostalgiko-tram-stin-megali-odo-toy-peran-deite-fotografies/>

4. **Αποκλειστικός προστατευόμενος διάδρομος**, κύρια διαφορά του



Εικόνα 53. Παράδειγμα αποκλειστικού προστατευόμενου διαδρόμου, Αθήνα

Πηγή:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%B1%CE%BC_%CE%91%CE%B8%CE%AE%CE%BD%CE%B1%CF%82

διαδρόμου αυτού με τους παραπάνω αποτελεί το γεγονός ότι η γραμμή κύλισης διαχωρίζεται από την υπόλοιπη κυκλοφορία είτε με μέσα τεχνητά όπως τοιχία ή κάγκελα είτε με φυσικά, για παράδειγμα, φυτά ή δέντρα. Όσον αφορά τις διασταυρώσεις, εκεί δίνεται προτεραιότητα στο τραμ με την κατάλληλη φωτεινή σηματοδότηση (Εικόνα 53).

5. **Εντελώς αποκλειστικός διάδρομος**, στον πέμπτο και τελευταίο τύπο διαδρόμου η κίνηση είναι αντίστοιχη με αυτή του αποκλειστικού προστατευόμενου διαδρόμου με την διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχουν διασταυρώσεις και διαβάσεις κάτι το οποίο μεταφράζεται σε ανάπτυξη υψηλότερων ταχυτήτων κίνησης. Ο συγκεκριμένος τύπος συναντάται και στο μετρό.

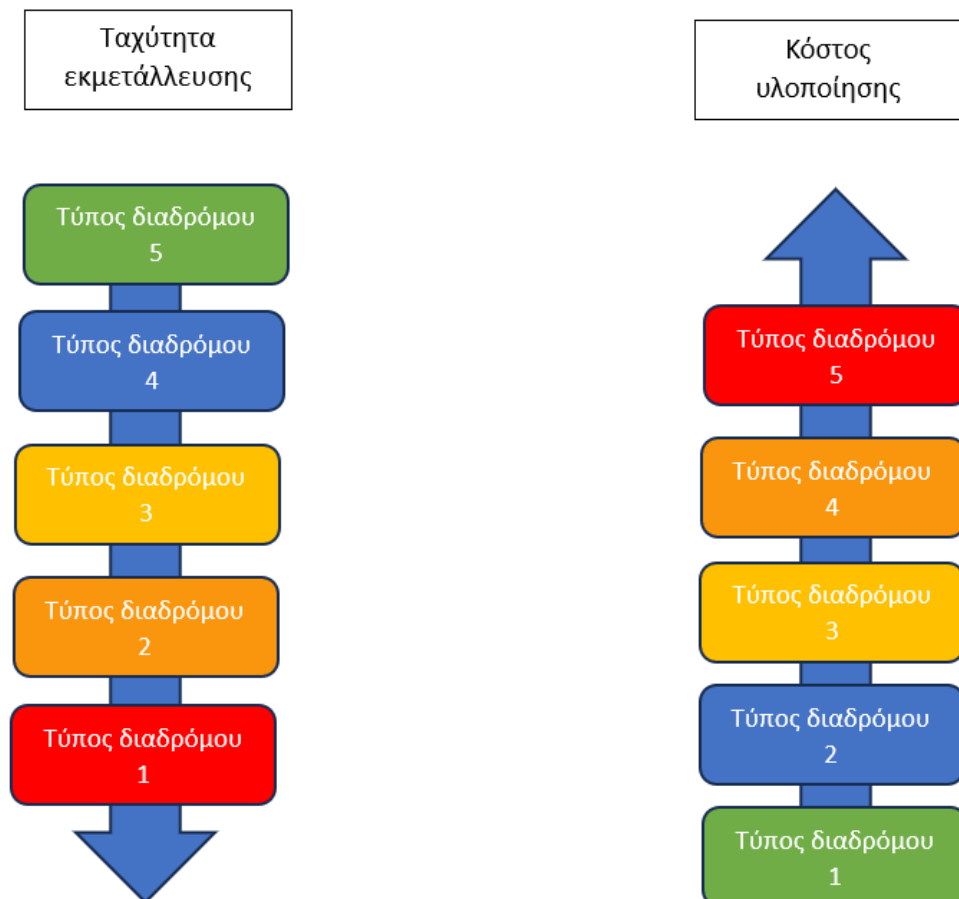
Και οι πέντε τύποι διακρίνονται από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ο πρώτος κατά σειρά τύπος χαρακτηρίζεται από χαμηλό κόστος κατασκευής, ωστόσο τα αρνητικά υπερτερούν του θετικού καθώς οι ταχύτητες κίνησης είναι χαμηλές και αντιστοιχούν σε αυτές των λεωφορείων. Ένα άλλο ζήτημα προκύπτει με την προτεραιότητα στην κίνηση όσον αφορά τις διασταυρώσεις. Οι αμέσως δύο επόμενοι τύποι διαδρόμων αναπτύσσουν υψηλότερες ταχύτητες εκμετάλλευσης σε σχέση με τον κοινό διάδρομο αλλά παραμένουν χαμηλές, σε αντίθεση με τον αποκλειστικό προστατευόμενο και τον εντελώς αποκλειστικό διάδρομο που είναι αυτοί με τις υψηλότερες ταχύτητες κίνησης αλλά το κόστος κατασκευής είναι υψηλό.

Στον Πίνακα 28 παρουσιάζονται οι ταχύτητες εκμετάλλευσης ανά τύπο διαδρόμου.

Πίνακας 28. Ταχύτητες εκμετάλλευσης ανά τύπο διαδρόμου

Τύπος Διαδρόμου	Ταχύτητα εκμετάλλευσης
Κοινός	12-15 km/h
Αποκλειστικός Διαχωρισμένος	17,5 km/h
Αποκλειστικός	18-20 km/h
Αποκλειστικός προστατευόμενος	20-25 km/h
Εντελώς αποκλειστικός	30 km/h
Πηγή: Συστήματα σιδηροδρομικών μεταφορών, Χ. Πυργίδης Σελ. 656	

Τα παραπάνω συνοψίζονται στο Σχήμα 2 απεικονίζεται η σχέση της ταχύτητας εκμετάλλευσης αλλά και του κόστους υλοποίησης του έργου για τον κάθε τύπο διαδρόμου.



Σχήμα 2. Σχέση ταχύτητας εκμετάλλευσης και κόστους υλοποίησης ανά τύπο διαδρόμου

Ένταξη στην οδό

Αφού αναλύθηκαν οι διαφορετικοί τύποι διαδρόμων μια περαιτέρω κατηγοριοποίηση είναι ανάλογα με την θέση στην οποία εντάσσεται το συγκεκριμένο μέσο σταθερής τροχιάς. Αυτή η ένταξη γίνεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους και εξαρτάται από την εκάστοτε περίπτωση, δηλαδή, από τις παρακείμενες χρήσεις γης και από την οδό (κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά γεωμετρίας). Πιο συγκεκριμένα (Πυργίδης, 2009),

- 1. Στο άκρο του οδοστρώματος (μια λωρίδα ανά κατεύθυνση),** αυτός ο τρόπος ένταξης ενδείκνυται για οδούς μονής κυκλοφορίας (Εικόνα 54).



Εικόνα 54. Παράδειγμα τοποθέτησης στο άκρο του οδοστρώματος σε μια λωρίδα, Πράγα
Πηγή: <https://www.europeanbestdestinations.com/best-of-europe/most-beautiful-trams-in-europe/>

- 2. Στο άκρο του οδοστρώματος (διπλή λωρίδα),** αυτή η περίπτωση εφαρμόζεται σε οδούς είτε διπλής κυκλοφορίας είτε όταν η κίνηση γίνεται σε αποκλειστικό διάδρομο (Εικόνα 55).



Εικόνα 55. Παράδειγμα τοποθέτησης στο άκρο του οδοστρώματος σε διπλή λωρίδα, Αθήνα
Πηγή:

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%B1%CE%BC_%CE%91%CE%B8%CE%AE%CE%BD%CE%B1%CF%82#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Athens_Tram_Peace_and_Friendship_terminal.jpg

- 3. Στο κέντρο του οδοστρώματος,** η συγκεκριμένη εναλλακτική είναι δυνατή είτε χωρίς την ύπαρξη στύλου για ηλεκτροκίνηση στο ενδιάμεσο των δύο οχημάτων είτε με έναν στύλο στο κέντρο τους (Εικόνα 56). Συγκεκριμένα, προκειμένου να μειωθούν οι απαιτήσεις χώρου και η όχληση από τους στύλους, υπάρχουν τεχνικές όπως η υπογειοποίηση του συστήματος ηλεκτροδότησης ή η κύλιση του τραμ με ελαστικούς τροχούς πάνω σε οδόστρωμα που έχει τοποθετηθεί ένας αγωγός μετάλλου σε ένα κομμάτι της διαδρομής και σε άλλα η κίνηση γίνεται με την προώθηση μπαταριών ή πετρελαίου (Αραβαντινός, 2007).



Εικόνα 56. Παράδειγμα τοποθέτησης στο κέντρο του οδοστρώματος, Βουδαπέστη
Πηγή: <https://www.shutterstock.com/el/search/tram-budapest>

Στον Πίνακα 29 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ανά τρόπο ένταξης στην οδό.

Πίνακας 29. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανά τρόπο ένταξης στην οδό

Τρόπος ένταξης	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Στο άκρο του οδοστρώματος (μια λωρίδα ανά κατεύθυνση)	- Κατάληψη της οδού σε μικρότερο βαθμό - Τοποθέτηση στάσεων στα υφιστάμενα πεζοδρόμια	Δυσκολία στην εφοδιασμό των παρόδιων χρήσεων γης

Στο άκρο του οδοστρώματος (διπλή λωρίδα)	Απλός και οικονομικός τρόπος ένταξης από την άποψη χώρου	• Μείωση του εύρους της οδού εξαιτίας του δεύτερου οχήματος • Επιβάρυνση των παρακείμενων δραστηριοτήτων • Απώλεια του κέρδους μειωμένου χρόνου διαδρομής από την αποκλειστική κίνηση του οχήματος στην περίπτωση μικρών οικοδομικών τετραγώνων λόγω συνεχών διασταυρώσεων
Στο κέντρο του οδοστρώματος χωρίς στύλο ηλεκτροκίνησης	• Κατάληψη της οδού σε μικρότερο βαθμό • Αύξηση κυκλοφοριακής ικανότητας	Οπτική όχληση λόγω των επιτόνων
Στο κέντρο του οδοστρώματος με έναν κεντρικό στύλο ηλεκτροκίνησης	• Αισθητικός τρόπος ένταξης • Ευκολία στην εφοδιασμό των παρόδιων χρήσεων γης	• Υψηλότερο κόστος κατασκευής • Δυσκολία διάβασης από τους πεζούς • Μείωση του πλάτους της οδού στα σημεία των στάσεων για την ασφάλεια των πεζών
Πηγή: Συστήματα σιδηροδρομικών μεταφορών, Χ. Πυργίδης Σελ. 668- 671		

Συνοψίζοντας, ο τρόπος ένταξης του μέσου στην οδό είναι μια σημαντική παράμετρος που χρίζει διερεύνησης καθώς επιφέρει τόσο χωρικές επιπτώσεις όσο και κοινωνικο-οικονομικές. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζονται είναι η κατάληψη του χώρου, οι χρήσεις γης και το κόστος κατασκευής. Αρχικά, η τοποθέτηση είτε στο άκρο του οδοστρώματος είτε στο κέντρο αλλά χωρίς κεντρική ηλεκτροδότηση είναι αποτελεσματικότερες τόσο από άποψη χώρου όσο και από οικονομική σκοπιά. Όμως, επιβαρύνονται οι παρακείμενες χρήσεις γης που γειτνιάζουν στην υποδομή και δυσχεραίνεται ο εφοδιασμός τους. Πιο συγκεκριμένα, με την ένταξη ενός δικτύου τραμ, μειώνονται οι διαθέσιμες θέσεις που προορίζονται για στάθμευση και ανεφοδιασμό καθώς αντικαθίστανται από τις στάσεις του οχήματος και την λοιπή υποδομή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την χωρική ανακατανομή αλλά δημιουργεί και εμπόδια στην προσπελασιμότητα των παρόδιων χρήσεων, όπως το εμπόριο, αφού δυσκολεύει τον ανεφοδιασμό των επιχειρήσεων. Ταυτόχρονα οι μετακινούμενοι που κάνουν αποκλειστική χρήση του Ι.Χ. για πρόσβαση στις παρόδιες χρήσεις αποθαρρύνονται και στρέφονται σε άλλες επιλογές. Αντίθετα, όταν η υποδομή τοποθετείται στο κέντρο του οδοστρώματος επιλύονται τα προβλήματα που σχετίζονται με τον εφοδιασμό των χρήσεων γης αλλά είναι μια πιο κοστοβόρα λύση και τίθενται ζητήματα ασφαλείας για τους πεζούς λόγω της μείωσης του πλάτους των στάσεων. Ωστόσο, κατά κύριο λόγο οι επιδράσεις της ένταξης του τραμ είναι θετικές. Συνήθως, το μέσο αυτό κινείται στις κεντρικές περιοχές μιας πόλης, άρα βελτιώνεται η σύνδεση με το πολιτιστικό και το εμπορικό κέντρο. Ακόμη, το σύστημα του τροχιόδρομου ως μεταφορικό σύστημα, αλλά και ειδικότερα η τεχνική της χάραξης των δικτύων τραμ σέβεται το ευρύτερο αστικό περιβάλλον αφού τηρεί συγκεκριμένες προδιαγραφές που σχετίζονται, κυρίως, με τον χώρο και συνδέονται με την περιορισμένη κατάληψη της επιφάνειας της οδού.

Χωρητικότητα

Η μορφή του μέσου όπως αυτή αναλύθηκε στην Ενότητα 3.1. καθορίζει το πλάτος του και συνεπώς και τη χωρητικότητα του η οποία κυμαίνεται από 100 έως 500 επιβάτες. Το συνηθέστερο πλάτος υπολογίζεται από 2,00 μέτρα έως 2,80 μέτρα και το μήκος εξαρτάται από το είδος του τραμ όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 30.

Πίνακας 30. Διακύμανση του μήκους ανάλογα με την μορφή του τραμ

Μορφή τραμ	Συνολικό μήκος
Απλό	8,00-18,00 μ
Αρθρωτό	18,00-30,00 μ
Πολλαπλά αρθρωτό	25,00-45,00 μ
Πηγή: Συστήματα σιδηροδρομικών μεταφορών, Χ. Πυργίδης Σελ. 659	

Ωστόσο, υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά μεγέθη όπως η επιβράδυνση, η επιτάχυνση, η ξαφνική πέδηση και το ανώτερο ύψος ταχύτητας που παραμένουν σταθερά για όλα τα είδη των συρμών και υπολογίζονται ως εξής όπως φαίνεται στον Πίνακα 31.

Πίνακας 31. Σταθερά κινηματικά χαρακτηριστικά για όλους τους τύπους τραμ

Μεγέθη	Τιμές μεγεθών
Επιτάχυνση	0,90-1,35 m/sec ²
Επιβράδυνση	1,20-1,65 m/sec ²
Απότομη πέδηση	2,50-3,90 m/sec ²
Μέγιστη ταχύτητα	60-90 km/h

Πηγή: Συστήματα σιδηροδρομικών μεταφορών, Χ. Πυργίδης Σελ. 658

5.1.2. Κριτήρια ένταξης της γραμμής του τραμ

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ένταξης

Με τον όρο γεωμετρικά χαρακτηριστικά γίνεται αναφορά σε ένα σύνολο επιμέρους στοιχείων τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν όπως το εύρος του τραμ που καταλαμβάνει στην οδό, τα είδη των μέσων που το διαχωρίζουν από την υπόλοιπη κυκλοφορία αλλά και τα πλάτη τους, καθώς και το απαιτούμενο ύψος από την επιφάνεια κύλισης των τροχιών, το λεγόμενο ελεύθερο ύψος.

Το τεχνικό εύρος κατάληψης της οδού ποικίλει ανάλογα και με την ύπαρξη ή όχι στύλου ηλεκτροκίνησης. Για παράδειγμα, εάν η γραμμή κίνησης είναι διπλή χωρίς στύλο και για ένα όχημα με πλάτος 2,30 m, το απαιτούμενος πλάτος για την κατάληψη της οδού είναι τα 5,60 m (σε ευθεία γραμμή).

Αντίθετα, όταν η κίνηση γίνεται με κεντρική ηλεκτροδότηση στο παραπάνω εύρος προστίθενται 0,30 m, όσο είναι δηλαδή το πλάτος του στύλου. Σε αυτόν τον αριθμό συμπεριλαμβάνεται και το περιτύπωμα οριακής τοποθέτησης εμποδίων, το οποίο όταν η κίνηση γίνεται σε ευθεία γραμμή ανέρχεται στα 0,10 m εκατέρωθεν της διπλής γραμμής και στα 0,20 m στο ενδιάμεσο των οχημάτων ενώ στις καμπύλες στα 0,11 m ως προς την εξωτερική τροχιά της εξωτερικής γραμμής και στα 0,12 m της εσωτερικής, με την απόσταση ανάμεσα στα δύο οχήματα να παραμένει η ίδια με την ευθύγραμμη κίνηση.

Όσον αφορά, τα διαχωριστικά μέσα της κίνησης του τραμ από την υπόλοιπη κυκλοφορία το πλάτος τους πρέπει να υπερβαίνει τα 0,30 m, με τα περισσότερα μέσα να έχουν πλάτος 0,40 m και ύψος 0,20 m και να είναι κατασκευασμένα από σκυρόδεμα στην κορυφή των οποίων τις περισσότερες φορές τοποθετούνται φυτά. Σε περίπτωση που τα διαχωριστικά μέσα υπερβαίνουν τα 1,20 m τότε δύναται να αξιοποιηθούν σαν ενδιάμεσες στάσεις για την διευκόλυνση των πεζών κατά τη διάρκεια διέλευσης τους από τις ισόπεδες διαβάσεις. Την θέση των διαζωμάτων μπορούν να πάρουν

δεντροστοιχίες, τοιχία και κιγκλιδώματα, κάτι το οποίο εξαρτάται από τον τρόπο που έχει ενταχθεί το μέσο στην οδό (Πυργίδης, 2009).

Ακολουθεί ο Πίνακας 32 που συνοψίζει τα παραπάνω και ορίζει το απαιτούμενο εύρος κατάληψης της οδού για την ένταξη του τραμ ανά περιπτώσεις για πλάτος οχήματος 2,30 m και ακτίνα καμπυλότητας 50 m:

Πίνακας 32. Απαιτούμενο εύρος κατάληψης της οδού ανά τρόπο ένταξης

Τρόπος ένταξης	Ελάχιστο τεχνικό εύρος κατάληψης		Πλάτος διαχωριστικών μέσων (σε cm)	Ολικό εύρος κατάληψης	
	Ευθυγραμμία	Καμπύλη		Ευθυγραμμία	Καμπύλη
Τοποθέτηση στον ένα άκρο του οδοστρώματος σε απλή λωρίδα μια ανά κατεύθυνση	2,80 m	3,45 m	Μικρό διάζωμα: 1×40	3,20 m	3,85 m
Τοποθέτηση στον ένα άκρο του οδοστρώματος σε διπλή λωρίδα χωρίς κεντρικό στύλο ηλεκτροκίνησης	5,60 m	6,70 m	Μικρό διάζωμα: 40	6,00 m	7,10 m
Τοποθέτηση στον ένα άκρο του οδοστρώματος σε διπλή λωρίδα με κεντρικό στύλο ηλεκτροκίνησης	5,90 m	7,00 m	Μικρό διάζωμα: 40	6,30 m	7,40 m
Τοποθέτηση στο κέντρο του οδοστρώματος σε διπλή λωρίδα χωρίς κεντρικό στύλο ηλεκτροκίνησης	5,60 m	6,70 m	Μικρό διάζωμα: 2×40	6,40 m	7,50 m
Τοποθέτηση στο κέντρο του οδοστρώματος σε διπλή λωρίδα με κεντρικό στύλο ηλεκτροκίνησης	5,90 m	7,00 m	Μικρό διάζωμα: 2×40	6,70 m	7,80 m
Τοποθέτηση στα δυο άκρα του οδοστρώματος σε απλή λωρίδα μια ανά κατεύθυνση	5,60 m	6,80 m	Μικρό διάζωμα: 2×40	6,40 m	7,60 m
Πηγή: Συστήματα σιδηροδρομικών μεταφορών, Χ. Πυργίδης Σελ. 675					

Στάσεις και αποβάθρες

Για την τοποθέτηση των απαιτούμενων στάσεων οι οποίες συνοδεύονται από τον κατάλληλο τύπο αποβάθρων για ένα μέσο σταθερής τροχιάς όπως είναι το τραμ λαμβάνονται υπόψιν ορισμένα γεωμετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά.

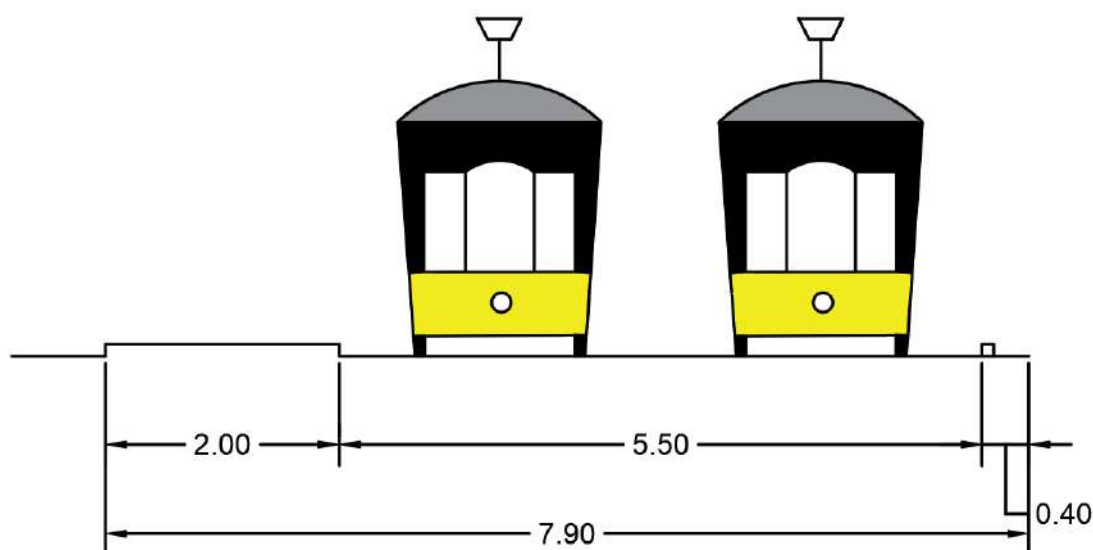
Γεωμετρικά χαρακτηριστικά

Αρχικά, το βασικότερο κριτήριο που αφορά την γεωμετρία της οδού είναι το τεχνικό εύρος κατάληψης που περιλαμβάνει τις γραμμές και τις αποβάθρες και κυμαίνεται από 7,90 έως 9,40 m.

Εξετάζοντας τις αποβάθρες αυτές διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο που τοποθετούνται στο οδόστρωμα σε κεντρικές και πλευρικές είτε αντικριστές είτε μετατοπισμένες (Pyrgidis, 2021). Στις Εικόνες 57 έως 59 αναλύονται το πλάτος, το μήκος και το ύψος των αποβάθρων ανά περίπτωση.

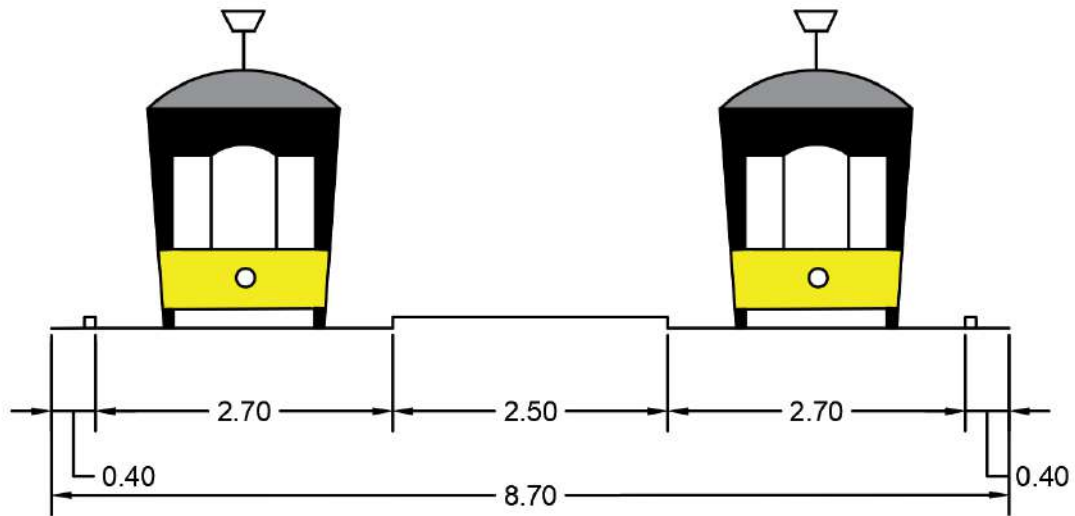
Απεικόνιση της διαμόρφωσης στάσεων ανά περίπτωση αποβάθρας

Περίπτωση 1:



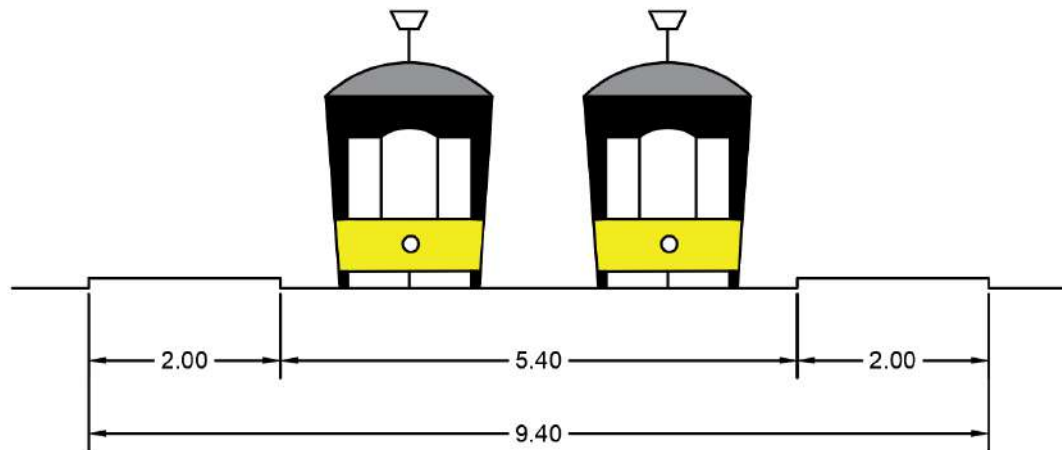
*Εικόνα 57. Στάση με πλευρικές αποβάθρες (μετατοπισμένες)
Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Περίπτωση 2:



Εικόνα 58. Στάση με κεντρική αποβάθρα
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Περίπτωση 3:



Εικόνα 59. Στάση με πλευρικές αποβάθρες (αντικριστές)
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

➤ Πλάτος αποβάθρας

Αν πρόκειται για κεντρική αποβάθρα το πλάτος ανέρχεται στα 2,5 m ενώ αν είναι πλευρική στα 2 m.

➤ Μήκος αποβάθρας

Το μήκος πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να είναι δυνατή η στάθμευση ενός συρμού που έχει το μεγαλύτερο μήκος. Για παράδειγμα, αν υπάρχει ένας αρθρωτός τροχιόδρομος 30 μέτρων, το απαιτούμενο μήκος της αποβάθρας θα ανέρχεται στα 30 με 31 m. Ακόμη, σε περίπτωση που είναι εφικτό σε ένα οικοδομικό τετράγωνο, το μήκος της αποβάθρας πρέπει να είναι το διπλάσιο, ώστε να εξυπηρετείται η στάθμευση δυο συζευγμένων οχημάτων κατά τις ώρες αιχμής.

➤ Ύψος αποβάθρας

Σε κάθε περίπτωση το ελάχιστο απαιτούμενο ύψος για μια αποβάθρα είναι 0,25 m. Αν διατίθεται ένα όχημα μετρίου ύψους δαπέδου, η απόσταση του δαπέδου από την επιφάνεια στην οποία κινείται το τραμ υπολογίζεται στα 0,85 m ενώ αν το όχημα είναι με χαμηλό δάπεδο στα 0,35 m. Τα οχήματα χαμηλού δαπέδου διευκολύνουν την πρόσβαση ατόμων με ειδικές ανάγκες και άλλων ευάλωτων ομάδων. Συνεπώς, καθιστά το τραμ ένα μέσο που δεν αποκλείει καμία κοινωνική ομάδα.

Τα παραπάνω γεωμετρικά κριτήρια που σχετίζονται με τις στάσεις και τις αποβάθρες συνοψίζονται στον Πίνακα 33.

Πίνακας 33. Γεωμετρικά κριτήρια στάσεων και αποβάθρων

Τύπος ένταξης στάσεων	Ελάχιστο πλάτος αποβάθρων (m)	Ελάχιστο πλάτος διαχωριστικού μέσου (m)	Ελάχιστο τεχνικό εύρος κατάληψης (m)	Ελάχιστο συνολικό εύρος κατάληψης (m)
Κεντρική αποβάθρα για δυο λωρίδες κυκλοφορίας	2,50	2×0,40	2×2,70	8,70
Πλευρικές αντικριστές αποβάθρες για δυο λωρίδες κυκλοφορίας	2×2,00	—	2×2,70	9,40
Πλευρικές μετατοπισμένες αποβάθρες για δυο λωρίδες κυκλοφορίας	2,00	0,40	2×2,75	7,90
Πλευρικές αντικριστές αποβάθρες για απλή λωρίδα κυκλοφορίας μια ανά κατεύθυνση	2×2,00	2×0,40	2×2,70	10,20
Πλευρικές μετατοπισμένες αποβάθρες για απλή λωρίδα κυκλοφορίας μια ανά κατεύθυνση	2,00	0,40	2,70	5,10
Πηγή: Συστήματα σιδηροδρομικών μεταφορών, Χ. Πυργίδης Σελ. 681				

Λειτουργικά Χαρακτηριστικά

Συμπληρωματικά με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις στάσεις εξετάζονται και ορισμένα λειτουργικά χαρακτηριστικά. Οι στάσεις του τραμ κατά κύριο λόγο χωροθετούνται (Πυργίδης, 2009):

- Κοντά σε σημεία που η διαδρομή διασταυρώνεται με κύριους οδικούς άξονες
- Συμπληρωματικά με στάσεις άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς που εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή κίνησης
- Ανάλογα με τις χρήσεις γης. Πιο συγκεκριμένα, είναι προτιμότερες οι θέσεις κοντά σε χρήσεις υψηλής ζήτησης όπως νοσοκομεία, σχολεία, πανεπιστήμια, σιδηροδρομικοί σταθμοί και υπεραστικοί σταθμοί λεωφορείων, εμπορικά κέντρα κ.α.
- Μετά την διασταύρωση, αν δίνεται προτεραιότητα στις διασταυρώσεις, έτσι ώστε να μην μειωθεί η καθυστέρηση που οφείλεται στην επιβίβαση-αποβίβαση ως προς το αντίθετο και πριν την διασταύρωση εάν δεν δίνεται
- Στο τέλος της ανηφόρας αν η οδός έχει ανηφορική κλίση
- Μετά την στροφή, αν εμφανίζονται στροφές με μικρή καμπύλη
- Σε απόσταση μεγαλύτερη από 400-450 m και να μην υπερβαίνονται τα 750-800 m από την μια στάση στην επόμενη.

5.2. Περιγραφή προτεινόμενης διαδρομής

5.2.1. Τεχνικά Χαρακτηριστικά

➤ Περιγραφή διαδρομής

Η προτεινόμενη διαδρομή που θα παρουσιαστεί στο συγκεκριμένο κεφάλαιο είναι μια διαδρομή που διαμορφώθηκε ύστερα από την ανάλυση πολλών παραμέτρων. Πιο συγκεκριμένα, σημαντικά στοιχεία που καθόρισαν την προτεινόμενη διαδρομή αποτελούν:

- Η βιβλιογραφική ανασκόπηση, σύμφωνα με την οποία δόθηκαν οι γενικότερες κατευθύνσεις, όπως για παράδειγμα οι περιοχές ένταξης συστημάτων τραμ, γεωμετρικά και άλλα χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία του καθώς και καλές πρακτικές από ευρωπαϊκές χώρες.
- Η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης στην πόλη του Βόλου όπου λήφθηκαν υπόψη, συν τοις άλλοις, στοιχεία που αφορούσαν την διάρθρωση των παραγωγικών δραστηριοτήτων, στοιχεία πολιτιστικού και φυσικού ενδιαφέροντος καθώς και τις υφιστάμενες μεταφορικές υποδομές που εξυπηρετούν την περιοχή μελέτης.
- Οι κατευθύνσεις θεσμικών πλαισίων με τα οποία πρέπει να υπάρχει εναρμόνιση, όπως είναι το ΓΠΣ και το ΣΒΑΚ Βόλου. Έμφαση δόθηκε στο ΣΒΑΚ, όπου προβλέπεται η ένταξη συστήματος τραμ στην πόλη του Βόλου. Από τις διαδρομές που προτείνονται από αυτό όπως αναλύθηκαν στην Ενότητα 4.2., επιλέχθηκε η κεντρική γραμμή αφού εκεί παρατηρούνται έντονα προβλήματα κυκλοφοριακής συμφόρησης και μεγάλη ζήτηση για μετακινήσεις. Ακόμη, η ηλεκτροκίνηση είναι μια εξέλιξη που στο μέλλον θα αλλάξει την σημερινή κατάσταση των ΜΜΜ και θα προωθήσει μέσα όπως το τραμ συνεπώς αν η γραμμή είναι σύμφωνη με τις κατευθύνσεις του ΣΒΑΚ τότε διευκολύνεται και η υλοποίηση της.

Αναλυτικότερα, η προτεινόμενη διαδρομή είναι λειτουργική και ταυτόχρονα προωθεί και την πολιτιστική ταυτότητα της περιοχής. Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2, ιστορικά ο Βόλος ήταν από τις πρώτες πόλεις που απέκτησαν τραμ που εξυπηρετούσε τις επιβατικές ανάγκες κατά την περίοδο 1986-1950, όταν εγκαταλείφθηκε και αντικαταστάθηκε από τα πλέον ανταγωνιστικά μέσα της εποχής, τα λεωφορεία με μηχανές εσωτερικής καύσης (Νάθενας, Καραθάνου, 2004). Συνεπώς, το τραμ αποτελεί σημαντικό στοιχείο της ιστορίας της πόλης. Πέρα από την ιστορική αξία του τραμ, προσφέρει στην περιοχή όπου εντάσσεται πολλαπλά οφέλη τα οποία αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 3. Συνοπτικά, τα βασικότερα οφέλη του τροχιόδρομου είναι ότι είναι φιλικό προς το περιβάλλον, προκαλεί λιγότερη ηχορύπανση και είναι προσβάσιμο από όλους και ειδικότερα από τις ευάλωτες ομάδες. Η συγκεκριμένη διαδρομή θα ενσωματώνει και τα τρία αυτά γνωρίσματα όπως θα αναλυθεί παρακάτω.

Αρχικά, η διαδρομή που θα ακολουθείται θα έχει σημείο έναρξης το Δημαρχείο επί της οδού Δημητριάδος (συνέχεια της 2ας Νοεμβρίου) και θα είναι κυκλική. Συνεπώς, μετά την οδό Δημητριάδος θα διέρχεται από την Ιάσονος, μέχρι να φτάσει στην Φιλελλήνων και ύστερα θα περνάει την Πολυμέρη. Έπειτα θα κατευθύνεται στην οδό Αιολίδος, θα στρέφει στην οδό Πλαστήρα και θα καταλήγει ξανά στην Πολυμέρη. Από εκεί θα διασχίζει όλη την οδό μέχρι να συναντήσει την Φιλελλήνων και στην συνέχεια θα κατευθύνεται στην οδό Δημητριάδος και θα καταλήγει στο σημείο έναρξης. Αυτή η διαδρομή, με συνολικό μήκος 5,3 χιλιόμετρα, θα αποτελείται από 10 ενδιάμεσες στάσεις.

➤ Γεωμετρική ένταξη

Όπως αναλύθηκε στην Ενότητα 5.1., για να ενταχθεί ένα σύστημα τραμ σε μια πόλη πρέπει να πληρούνται ορισμένα κριτήρια. Πιο συγκεκριμένα, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του μέσου (μέγεθος, κατάληψη στην οδό κ.λπ.) προτιμάται η διέλευση του από κύριες αρτηρίες οι οποίες χαρακτηρίζονται από υψηλές ταχύτητες εξυπηρέτησης και υψηλά χαρακτηριστικά γεωμετρίας (ΟΜΟΕ 1, 2001). Συνεπώς, για την ένταξη του τραμ στην οδό πρέπει πρώτα να υπολογιστούν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των τμημάτων από τα οποία θα διέρχεται. Σε αυτά περιλαμβάνεται ο αριθμός των λωρίδων, το πλάτος του οδικού τμήματος, η κατεύθυνση και το είδος της οδού. Αν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές, τότε η διέλευση του τραμ είναι εφικτή. Ακόμη, τα τμήματα που πρέπει να εξεταστούν είναι όχι μόνο οι ευθυγραμμίες αλλά και η πιθανή ύπαρξη κυκλικών κόμβων και διασταυρώσεων.

Ευθυγραμμίες:

Στην προκειμένη περίπτωση όπως φαίνεται στον Πίνακα 34, επιλέχθηκαν για τη διέλευση του τραμ οι κεντρικότεροι άξονες του Π.Σ. Βόλου. Για την δημιουργία του Πίνακα 34 αντλήθηκαν δεδομένα από την γεωγραφική βάση δεδομένων Open Street Maps τα οποία επεξεργάστηκαν με την βοήθεια του λογισμικού QGis.

Πίνακας 34. Περιγραφή των οδών διέλευσης του τραμ

Ονομασία οδού	Τύπος οδού	Αριθμός Λωρίδων	Συνολικό Πλάτος (m)	Πλάτος ανά λωρίδα (m)	Είδος δρόμου	Σχόλιο
Δημητριάδος	Κύρια Αρτηρία	2	6	3	Μονόδρομος	Από Αφετηρία έως την διακλάδωση της οδού σε δυο επιμέρους τμήματα
Κλάδος εισόδου στον κυκλ. κόμβο	Κύρια Αρτηρία	1	5,5	5,5	Μονόδρομος	Το τμήμα που συνδέει την Δημητριάδος με τον κυκλικό κόμβο
Κλάδος εξόδου στον κυκλ. κόμβο	Κύρια Αρτηρία	1	3,5	3,5	Μονόδρομος	Το τμήμα που συνδέει τον κυκλικό κόμβο με την Ιάσονος
Ιάσονος	Κύρια Αρτηρία	2	6	3	Μονόδρομος	Τμήμα μεταξύ Μπόρελ και Φιλελλήνων
Φιλελλήνων	Κύρια Αρτηρία	2	6	3	Μονόδρομος	Τμήμα μέχρι την διασταύρωση με Δημητριάδος
Φιλελλήνων	Κύρια Αρτηρία	2	6	3	Διπλής	Τμήμα μεταξύ Δημητριάδος και Πολυμέρη
Πολυμέρη	Κύρια Αρτηρία	2	6	3	Διπλής	Τμήμα μεταξύ Φιλελλήνων και Τσιτσιλιάνου
Πολυμέρη	Κύρια Αρτηρία	2	6,2	3,1	Διπλής	Τμήμα μεταξύ Τσιτσιλιάνου και Αιολίδος
Αιολίδος	Τοπική	1	3,7	3,7	Μονόδρομος	Τμήμα μεταξύ Πολυμέρη και Γρυπάρη
Πλαστήρα	Τοπική	1	3,7	3,7	Μονόδρομος	Τμήμα μεταξύ Αιολίδος και Πολυμέρη
Πολυμέρη	Κύρια Αρτηρία	2	6	3	Διπλής	Τμήμα μεταξύ Αιολίδος και Φιλελλήνων
Φιλελλήνων	Κύρια Αρτηρία	2	6	3	Διπλής	Τμήμα μεταξύ Πολυμέρη και Δημητριάδος
Δημητριάδος	Κύρια Αρτηρία	2	6	3	Μονόδρομος	Τμήμα μεταξύ Φιλελλήνων και Διάκου
Κλάδος κίνησης στον κυκλ. κόμβο	Κύρια Αρτηρία	1	5,5	5,5	Μονόδρομος	Το άνω τμήμα κίνησης επί του κόμβου
Δημητριάδος	Κύρια Αρτηρία	2	6	3	Διπλής	Τμήμα μεταξύ 54ου συντάγματος και Μωυσέως

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα του Πίνακα 34 και των σταθεροτύπων που αναφέρθηκαν στην Ενότητα 5.1. όπου κύρια προϋπόθεση για να είναι δυνατή η διέλευση του τραμ από μια οδό είναι το ελάχιστο τεχνικό εύρος κατάληψης να μην είναι μικρότερο από 2,80 m συμπεραίνουμε ότι όσον αφορά τις ευθυγραμμίες, η διέλευση του τραμ σε αυτή την διαδρομή είναι δυνατή αφού σε όλα τα τμήματα που υπολογίστηκαν το μήκος υπερβαίνει τα 3 m ανά λωρίδα κυκλοφορίας.

Καμπύλες

Η διαδρομή που προτείνεται διέρχεται από έναν κυκλικό κόμβο στην περιοχή μετά το Δημαρχείο στην συμβολή των οδών Δημητριάδος, Ιάσονος και Γρ. Λαμπράκη όπως φαίνεται στην Εικόνα 60.



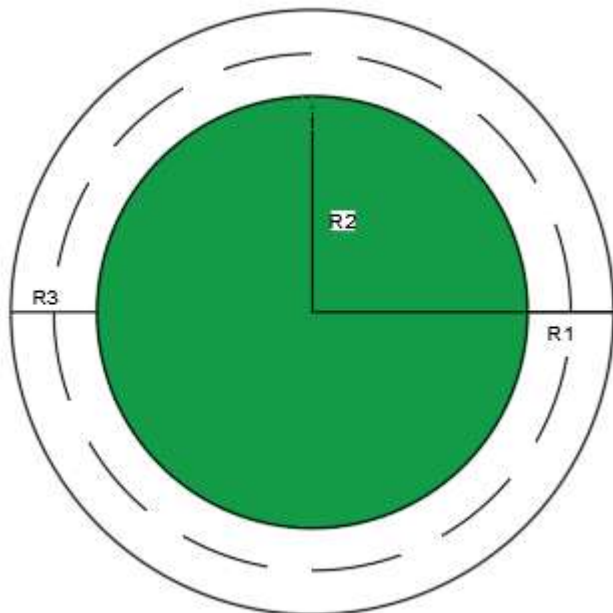
Εικόνα 60. Θέση του κόμβου στην συμβολή των οδών Δημητριάδος, Ιάσονος και Γρ. Λαμπράκη και διάδρομοι διέλευσης

Πηγή: OpenStreetMap

Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση όπως αναφέρθηκε στις ενότητες 3.1, 3.4 και 5.1.2, υπάρχουν δυο προϋποθέσεις για να είναι εφικτή η διέλευση του τραμ από τα καμπύλα τμήματα:

1. Το τεχνικό εύρος της οδού να μην είναι μικρότερο από 3,45 m
2. Η ακτίνα καμπυλότητας να είναι μεγαλύτερη από 17 m

Για να ελεγχθεί η δυνατότητα διέλευσης της γραμμής από τον κυκλικό κόμβο, πρώτα υπολογίζονται με την χρήση του λογισμικού QGIS τα εμβαδά των κυκλικών δίσκων και ύστερα από υπολογισμούς προκύπτει η ακτίνα των τροχιών κίνησης των οχημάτων όπως φαίνεται ακολούθως (Εικόνα 61).



Εικόνα 61. Σκαρίφημα του κυκλικού κόμβου στην συμβολή των οδών Δημητριάδος, Ιάσονος και Λαμπράκη
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο τύπος με τον οποίο υπολογίζεται το εμβαδόν ενός κύκλου είναι $E = \pi \times r^2$

Αναλυτικότερα,

$$\begin{aligned} E_1 &= \pi \times R_1^2 \Rightarrow 1.404 = \pi \times R_1^2 \\ &\Rightarrow R_1^2 = \frac{1.404}{\pi} \Rightarrow R_1 \\ &= \sqrt{\frac{1.404}{3,14}} \Rightarrow R_1 \\ &= 21,15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_2 &= \pi \times R_2^2 \Rightarrow 722 = \pi \times R_2^2 \Rightarrow R_2^2 \\ &= \frac{722}{\pi} \Rightarrow R_2 = \sqrt{\frac{722}{3,14}} \\ &\Rightarrow R_2 = 15,15 \text{ m} \end{aligned}$$

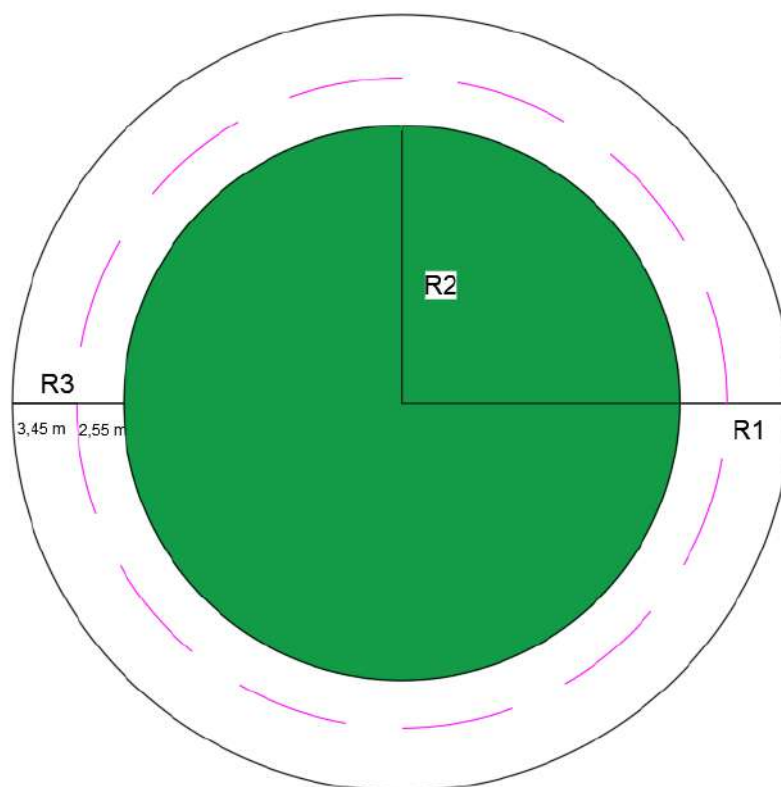
Άρα, για να βρεθεί η ακτίνα του κυκλικού δακτυλίου εντός του οποίου θα κινείται το τραμ κάνουμε τον ακόλουθο υπολογισμό: $R_3 = R_1 - R_2 = 21,15 - 15,15 = 6 \text{ m} > 3,45 \text{ m}$

Συνεπώς, όσον αφορά το τεχνικό εύρος της οδού, επαρκεί για την διέλευση του τραμ.

Στη συνέχεια, για τον υπολογισμό της ακτίνας καμπυλότητας πρέπει να σχεδιαστεί ένας κύκλος με ακτίνα 17 m, δηλαδή όσο είναι το ελάχιστο αποδεκτό εύρος για να είναι δυνατοί όλοι οι πιθανοί ελιγμοί του μέσου, με περιφέρεια το μέσο της λωρίδας του τραμ, δηλαδή τον άξονα κίνησης του συρμού. Σε περίπτωση που ο κύκλος καταλήγει εντός της λωρίδας κυκλοφορίας, τότε η διέλευση του τραμ είναι εφικτή. Αναλυτικότερα, για να πληρούνται και οι δυο προϋποθέσεις ώστε να είναι δυνατές οι κινήσεις του τραμ,

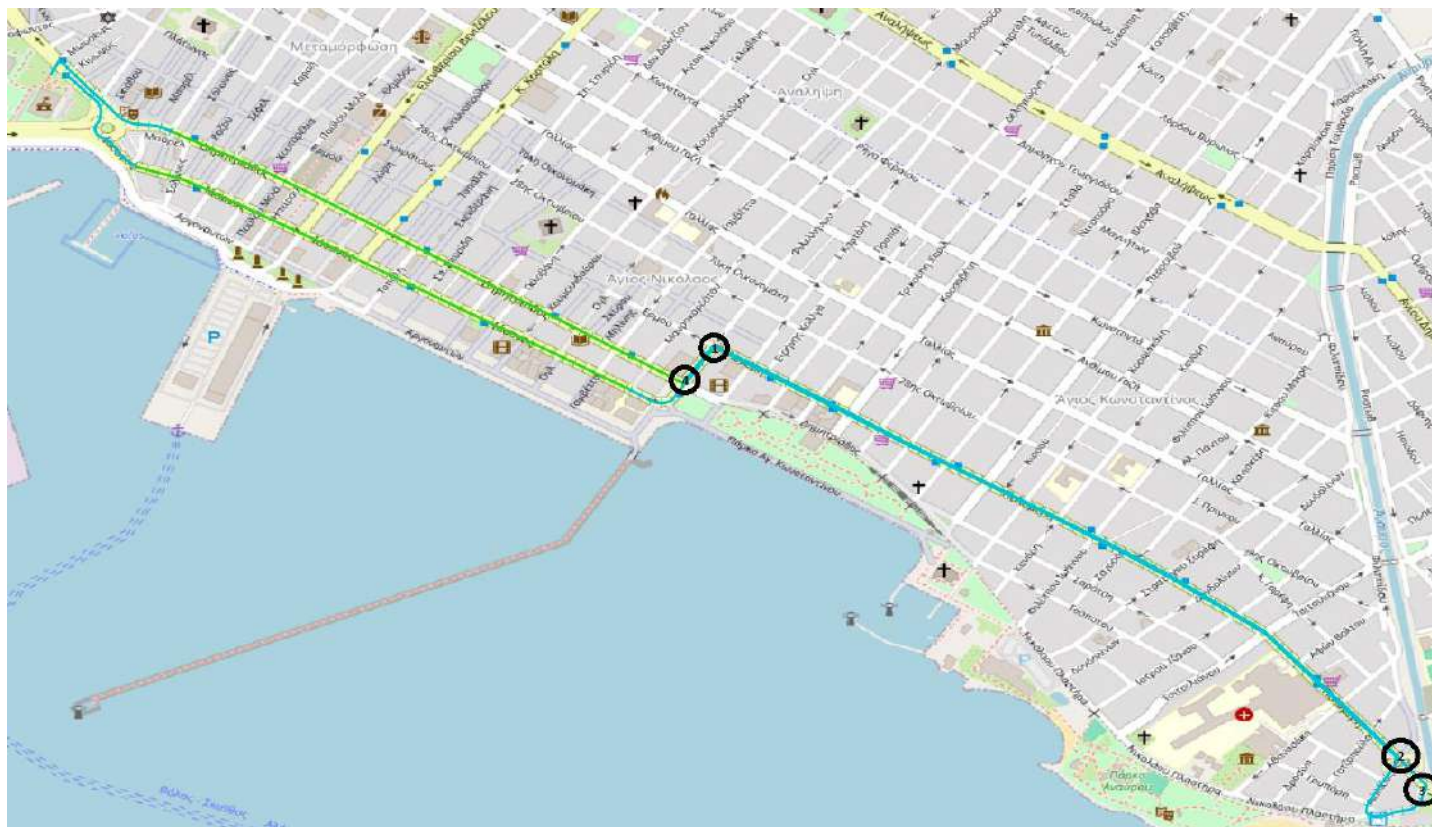
- Πρέπει $R_1 > \text{Ακτίνα καμπυλότητας} + \left(\frac{\text{Ελάχιστο τεχνικό εύρος}}{2} \right) = 17 + \left(\frac{3,45}{2} \right) = 17 + 1,7 = 18,7 < 21,5 \text{ m}$
- Πρέπει $R_2 < \text{Ακτίνα καμπυλότητας} - \left(\frac{\text{Ελάχιστο τεχνικό εύρος}}{2} \right) = 17 - \left(\frac{3,45}{2} \right) = 17 - 1,7 = 15,3 > 15,5 \text{ m}$

Αφού πληρούνται ταυτόχρονα και οι δύο προϋποθέσεις η κίνηση του τραμ είναι δυνατή στον κυκλικό κόμβο που βρίσκεται στο Δημαρχείο με την κατάλληλη προσαρμογή των λωρίδων της κυκλοφορίας. Επιλέγεται ο διάδρομος κίνησης του τραμ να εφάπτεται στην εξωτερική παρειά του κυκλικού κόμβου για λόγους συναρμογής με τους διαδρόμους κίνησης σε ευθυγραμμία, που εφάπτονται με τα παρακείμενα πεζοδρόμια για ευκολία πρόσβασης. Έτσι εξασφαλίζεται το εύρος 3,45 m που μετριέται από την εξωτερική λωρίδα κυκλοφορίας όπως φαίνεται και στην Εικόνα 62.



*Εικόνα 62. Προσαρμογή των λωρίδων κυκλοφορίας στον κυκλικό κόμβο στην συμβολή των οδών Δημητριάδος, Ιάσονος και Λαμνράκη
Πηγή: Ιδία επεξεργασία*

Όσον αφορά τις στρέφουσες κινήσεις του τραμ σε διασταυρώσεις, η διαδρομή περιλαμβάνει τέσσερις (Εικόνα 63), οι οποίες θα παρουσιαστούν ακολουθώντας (Εικόνες 64 – 67). Για να εξεταστεί το γεγονός αν είναι δυνατή η διέλευση του τραμ από αυτές τις διασταυρώσεις ισχύουν οι δύο προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν και στην περίπτωση των κόμβων (ακτίνα καμπυλότητας $> 17 \text{ m}$ και τεχνικό εύρος οδού $> 3,45 \text{ m}$). Για να ελεγχθεί αν πληρούνται οι προϋποθέσεις έγινε χρήση του λογισμικού AutoCAD με τη βοήθεια υποβάθρου της πόλης του Βόλου. Με την εντολή offset σχεδιάστηκαν γραμμές εκατέρωθεν της γραμμής του πεζοδρομίου ίσες με $3,45 \text{ m}$, όσο δηλαδή και το ελάχιστο τεχνικό εύρος που είναι απαραίτητο για την στροφή του οχήματος. Στην συνέχεια, έγινε η σχεδίαση γραμμών ίσων με $1,725 \text{ m}$ ($\frac{3,45}{2}$) και κύκλος με ακτίνα ίση με την αποδεκτή ακτίνα καμπυλότητας δηλαδή 17 m . Αν ο κύκλος είναι εντός των ορίων στροφής η διέλευση του τραμ είναι εφικτή.



Εικόνα 63. Θέσεις διασταυρώσεων στην προτεινόμενη διαδρομή

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

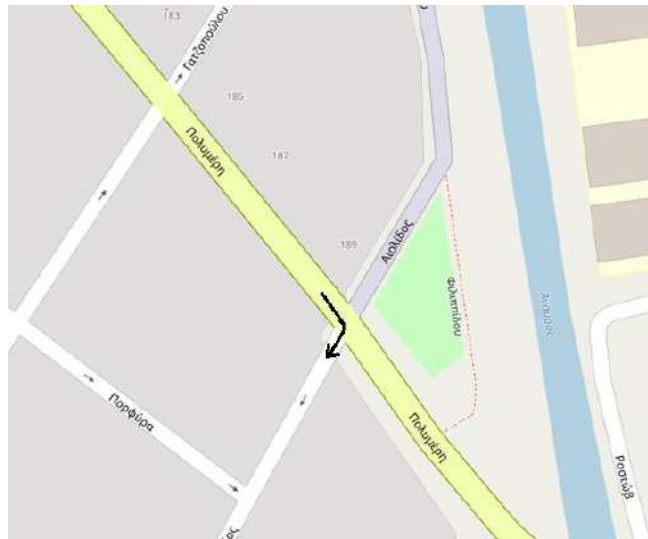
Αναλυτικότερα,

Διασταύρωση 1 – Φιλελλήνων με Πολυμέρη:



Εικόνα 64. Διασταύρωση Φιλελλήνων με Πολυμέρη και κατεύθυνση στροφής
Πηγή: OpenStreetMap

Διασταύρωση 2 – Πολυμέρη με Αιολίδος:



Εικόνα 65. Διασταύρωση Πολυμέρη με Αιολίδος και κατεύθυνση στροφής
Πηγή: OpenStreetMap

Διασταύρωση 3 – Πλαστήρα με Πολυμέρη:

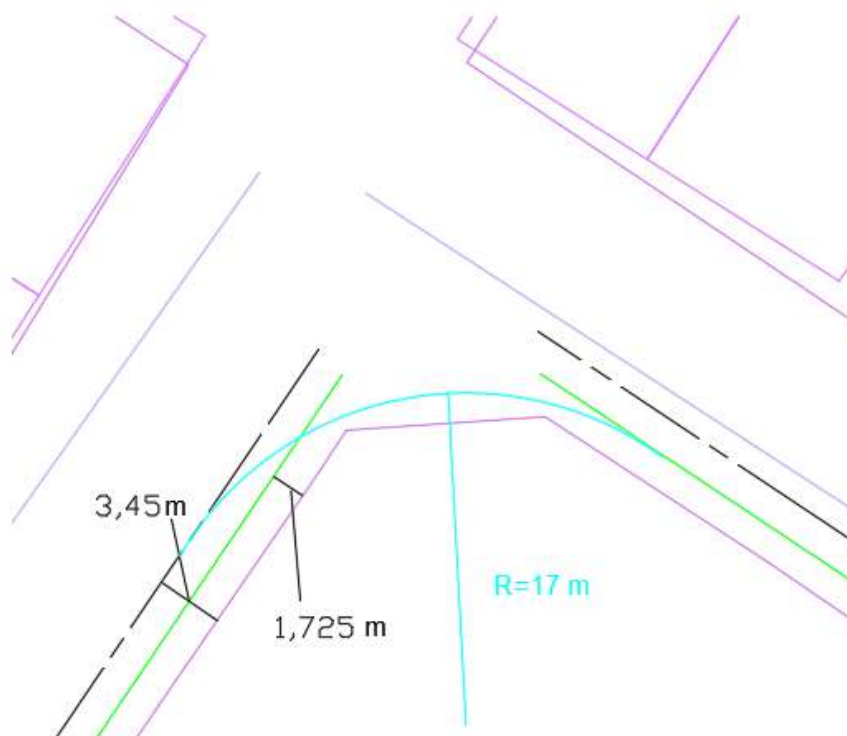


Εικόνα 66. Διασταύρωση Πλαστήρα με Πολυμέρη και κατεύθυνση στροφής
Πηγή: OpenStreetMap

Διασταύρωση 4 – Φιλελλήνων με Δημητριάδος:

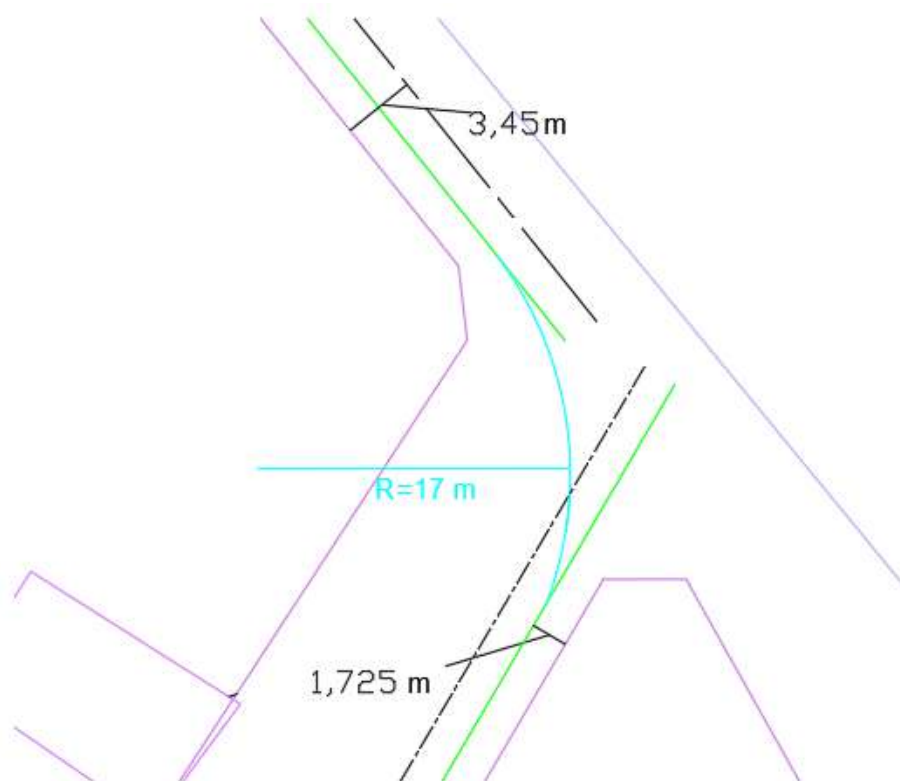


Εικόνα 67. Διασταύρωση Φιλελλήνων με Δημητριάδος και κατεύθυνση στροφής
Πηγή: OpenStreetMap



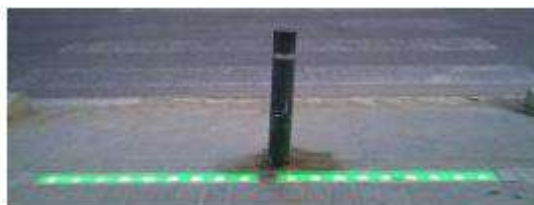
Εικόνα 68. Γεωμετρική ένταξη του τραμ στην Διασταύρωση 1
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Όσον αφορά την γεωμετρική ένταξη του τραμ στην Διασταύρωση 1, όπως φαίνεται στην Εικόνα 68, για να είναι εφικτή η στροφή του οχήματος πρέπει να μετατοπιστεί η λωρίδα κυκλοφορίας προς τα αριστερά, καθώς το συνολικό εύρος της οδού στην περιοχή του κόμβου επαρκεί. Συνοδευτικά με την τροποποίηση αυτή πρέπει να γίνει διαπλάτυνση του υφιστάμενου πεζοδρομίου, με προσθήκη στοιχείων πρασίνου, ώστε διευκολύνεται η διέλευση των πεζών και να αυξηθεί η ελκυστικότητα του.



Εικόνα 69. Γεωμετρική ένταξη του τραμ στην Διασταύρωση 2
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Για τις ανάγκες της κίνησης του τραμ στην Διασταύρωση 2 (Εικόνα 69), η οδός Αιολίδος θα μετατραπεί σε ήπιας κυκλοφορίας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 71. Δηλαδή θα είναι μονόδρομη οδός με φορά όμοια με τη φορά του τραμ, όπως είναι και σήμερα, και ταχύτητα κίνησης < 20 χλμ/ώρα (ΚΟΚ, 2007). Η οδός θα υπερυψωθεί στο ύψος του υφιστάμενου πεζοδρομίου. Για την τήρηση της ασφάλειας των πεζών στην παρούσα περίπτωση θα τοποθετηθούν επί της επιφάνειας της οδού φώτα LED (Εικόνα 70) και θα εκπέμπονται ηχητικά σήματα που θα τους προειδοποιούν για την έλευση του τραμ (COST, 2015).



Εικόνα 70. Φώτα LED τοποθετημένα στο πεζοδρόμιο για την προειδοποίηση έλευσης του τραμ
Πηγή: COST, 2015



Εικόνα 71. Μετατροπή της οδού Αιολίδος σε ήπιας κυκλοφορίας και τοποθέτηση προειδοποιητικών LED
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 72. Γεωμετρική ένταξη του τραμ στην Διασταύρωση 3
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σύμφωνα με την Εικόνα 72, η κίνηση του τραμ στην Διασταύρωση 3, είναι δυνατή χωρίς να απαιτούνται τροποποιήσεις.



Εικόνα 73. Γεωμετρική ένταξη του τραμ στην Διασταύρωση 4
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η διέλευση του τραμ από την Διασταύρωση 4, δεν είναι εφικτή με τις υφιστάμενες συνθήκες, αφού η ακτίνα στροφής καταλήγει εντός του χώρου του πεζοδρομίου (Εικόνα 73). Για να επιλυθεί αυτό το ζήτημα, απαιτείται η εκπόνηση ειδικής μελέτης που θα περιλαμβάνει την επαναδιαμόρφωση του πεζοδρομίου ώστε να εφαρμοστεί στην πράξη η γεωμετρική ένταξη. Στην υφιστάμενη κατάσταση υπάρχει διαθέσιμη επιφάνεια αλλά απαιτείται απομάκρυνση στοιχείων πρασίνου. Τονίζεται όμως ότι η ένταξη στοιχείων πρασίνου στην προτεινόμενη τροποποίηση για τη Διασταύρωση 1, που βρίσκεται σε απόσταση 75 μέτρων, προβλέπεται εγκατάσταση νέων στοιχείων πρασίνου (ή μεταφορά των υφιστάμενων από τη Διασταύρωση 4).

Συνολικά, για τη γεωμετρική ένταξη της πρότασης απαιτείται ειδική μελέτη οδοποιίας και διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου οδού για το εν λόγω τμήμα μεταξύ των Διασταυρώσεων 1 και 4, δηλαδή το τμήμα της οδού Φιλελλήνων μεταξύ Δημητριάδος και Πολυμέρη. Εναλλακτικά, για το τμήμα αυτό μπορεί να εφαρμοστεί η «Μελέτη επαναλειτουργίας του τραμ» που παρουσιάστηκε σε προηγούμενη ενότητα και επανέρχεται στο υφιστάμενο ΣΒΑΚ. Παρόλα αυτά, η πρόταση της παρούσας εργασίας, παρά τις απαιτούμενες τροποποιήσεις, παρουσιάζει ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα που τεκμηριώνονται στο τέλος της ενότητας.

➤ Τρόπος ένταξης στην οδό και σήμανση
Επιλογή τύπου διαδρόμου

Όπως αναλύθηκε στην Ενότητα 5.1. υπάρχουν 5 τύποι διαδρόμων κίνησης του τραμ στην οδό. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας επιλέχθηκαν δύο τύποι διαδρόμων ο κοινός (Εικόνα 82) και ο αποκλειστικός διαχωρισμένος διάδρομος (Εικόνα 83), οι οποίοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 35 με γνώμονα τα χαρακτηριστικά της οδού όπως είναι ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας σε κάθε οδικό τμήμα, το πλάτος, καθώς και το είδος δηλαδή αν πρόκειται για οδό μονής ή διπλής κατεύθυνσης. Ο χρωματισμός του τύπου διαδρόμου στον Πίνακα είναι αντίστοιχος με αυτός του Χάρτη 9.

Πίνακας 35. Προτεινόμενος τύπος διαδρόμου κίνησης του τραμ ανά τμήμα της διαδρομής

Τμήματα διαδρομής	Τύπος διαδρόμου	Επεξήγηση
Αφετηρία-Ιάσονος (με Μπόρελ)		Κοινός διάδρομος
Ιάσονος (με Μπόρελ)- Ιάσονος (με Μαυροκορδάτου)		Αποκλειστικός Διαχωρισμένος διάδρομος
Ιάσονος (με Μαυροκορδάτου)- Δημητριάδος (με Φιλελλήνων)		Κοινός διάδρομος
Δημητριάδος (με Φιλελλήνων)- Δημητριάδος (με Αθ. Διάκου)		Αποκλειστικός Διαχωρισμένος διάδρομος
Δημητριάδος (με Αθ. Διάκου)-Αφετηρία		Κοινός διάδρομος

Στην περίπτωση που το τραμ κινείται σε αποκλειστικό διαχωρισμένο διάδρομο, οι δυο λωρίδες κυκλοφορίας διαχωρίζονται με την βοήθεια διαζώματος και στην προκειμένη φύτευσης όπως φαίνεται και στην Εικόνα 77. Ακόμη, σε όλη την διαδρομή η ένταξη του τραμ θα γίνεται στο άκρο του οδοστρώματος.

Σήμανση επί της διαδρομής

Όσον αφορά την κατακόρυφη σήμανση, στην διαδρομή θα τοποθετηθούν 3 διαφορετικές πινακίδες που θα υποδηλώνουν αν η κίνηση του τραμ γίνεται σε αποκλειστικό ή σε κοινό διάδρομο. Οι δυο πρώτες πινακίδες που παρουσιάζονται στην εικόνα 3 λειτουργούν συμπληρωματικά. Η πρώτη θα ενημερώνει τους χρήστες της οδού ότι σε αυτή τη λωρίδα η κίνηση του τραμ είναι αποκλειστική και η δεύτερη σε ποιο σημείο τελειώνει η αποκλειστική κίνηση (Εικόνα 74). Η τρίτη κατά σειρά πινακίδα θα τοποθετείται στα τμήματα της οδού όπου η κίνηση του τραμ γίνεται σε κοινό διάδρομο με την υπόλοιπη κυκλοφορία και θα προειδοποιεί για πιθανή διέλευση του τραμ (Εικόνα 75).



Εικόνα 74. Σήμανση που ορίζει το σημείο έναρξης και τερματισμού του αποκλειστικού διαδρόμου κίνησης του τραμ

Πηγή: <https://www.carandmotor.gr/symboyles/tram-kai-aytokinito-ti-epitrepetai-apagoreyetai>



Εικόνα 75. Προειδοποιητική πινακίδα διέλευσης του τραμ

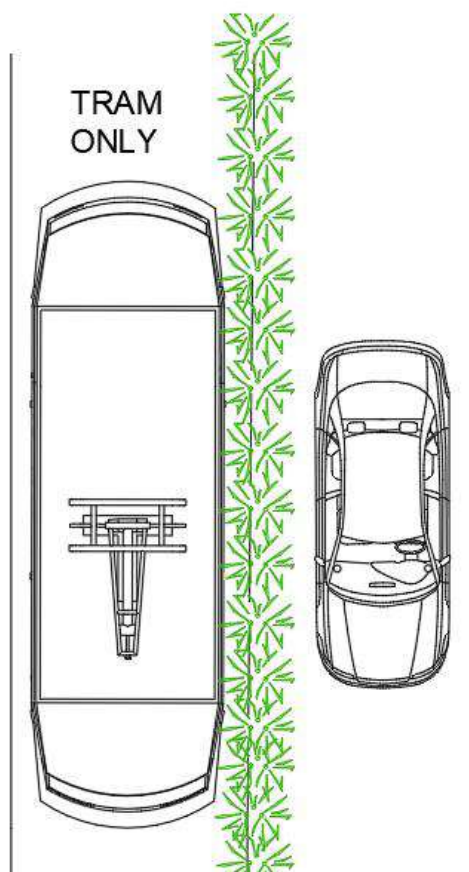
Πηγή: <https://www.rhinocarhire.com/Drive-Smart-Blog/Drive-Smart-Portugal/Portugal-Road-Signs.aspx>

Συμπληρωματικά, στην περίπτωση που η κίνηση θα είναι αποκλειστική εκτός από τις πινακίδες αυτό θα αναγράφεται και επί της οδού με οριζόντια σήμανση όπως φαίνεται στις Εικόνες 76 και 77.



Εικόνα 76. Οριζόντια σήμανση επί της οδού που υποδεικνύει τον αποκλειστικό διάδρομο

Πηγή: <https://www.theukrules.co.uk/rules/driving/highway-code/tram-signs/>



Εικόνα 77. Κάτοψη της οδού όπου η κίνηση του τραμ γίνεται σε αποκλειστικό διάδρομο
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στον Πίνακα 36 παρουσιάζονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά των λωρίδων κυκλοφορίας ανάλογα με το αν διαχωρίζονται με φύτευση ή όχι.

Πίνακας 36. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των επιμέρους τμημάτων στην οδό

Είδος χαρακτηριστικού		Μέγεθος
Πλάτος Λωρίδας Τραμ	Χωρίς φύτευση	3,00 m
	Με φύτευση	3,00 m
Πλάτος Λωρίδας Αυτοκινήτου	Χωρίς φύτευση	3,00 m
	Με φύτευση	2,50 m
Πλάτος λωρίδας φύτευσης		0,50 m
Πηγή: Ιδία επεξεργασία		

Επισημαίνεται ότι τα υφιστάμενα πλάτη των πεζοδρομίων δεν θα τροποποιηθούν αφού ο διαθέσιμος χώρος είναι επαρκής για την κίνηση των οχημάτων, με εξαίρεση την διασταύρωση επί των οδών Φιλελλήνων και Δημητριάδος, όπως αναλύθηκε παραπάνω. Όσον αφορά την παρόδια στάθμευση δεν επιτρέπεται στις οδούς από όπου γίνεται η διέλευση του τραμ.

Σήμανση σε κόμβους και διασταυρώσεις

Όπως όλα τα μέσα έτσι και στην περίπτωση του τραμ η πιθανότητα ατυχημάτων δεν είναι μηδενική ωστόσο με τα κατάλληλα μέτρα είναι δυνατή η μείωση της στο ελάχιστο. Σύμφωνα με το COST (2015), έναν ευρωπαϊκό οργανισμό που χρηματοδοτεί ερευνητικά δίκτυα, το 85,4 % των ατυχημάτων όπου εμπλέκεται το τραμ συναντώνται στις διασταυρώσεις και στους κόμβους για αυτό το λόγο είναι πολύ σημαντική η κατάλληλη σήμανση ώστε να αποφευχθεί ένα μεγάλο ποσοστό αυτών. Αναλυτικότερα, στον κυκλικό κόμβο θα τοποθετηθούν 2 πινακίδες:

1. Πινακίδα προειδοποίησης διέλευσης του τραμ η οποία θα τοποθετείται πριν την είσοδο του κόμβου ώστε οι οδηγοί να είναι ενήμεροι εγκαίρως (Εικόνα 78) (COST, 2015).



Εικόνα 78. Πινακίδα προειδοποίησης διέλευσης του τραμ

Πηγή: <https://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/guide-de-conception-sur-le-franchissement-d-un-a486.html?lang=fr>

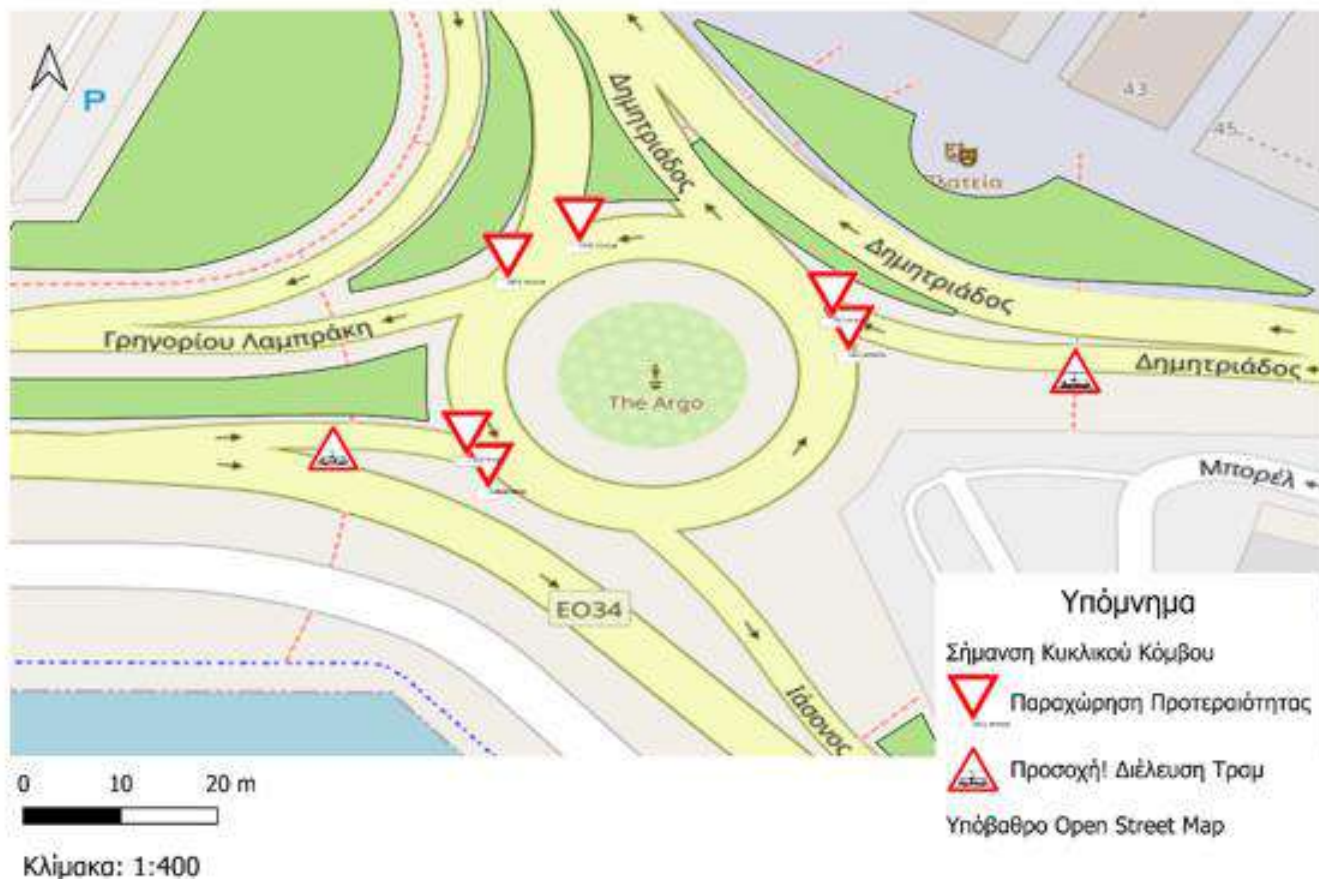
2. Πινακίδα ανεστραμμένου τριγώνου που θα ορίζει την παραχώρηση προτεραιότητας σε όσους κινούνται εντός του κυκλικού κόμβου (Εικόνα 79).



Εικόνα 79. Πινακίδα ανεστραμμένου τριγώνου

Πηγή: <https://www.carandmotor.gr/symboyles/oi-agnostes-pinakides-toy-kok-poy-agnooyme-oloi>

Στον Χάρτη 8 παρουσιάζονται τα σημεία τοποθέτησης της κατάλληλης σήμανσης όσον αφορά τους κυκλικούς κόμβους.

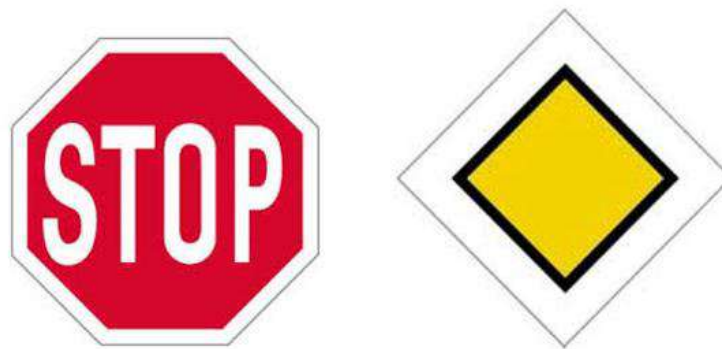


Χάρτης 8. Σημεία τοποθέτησης της κατάλληλης σήμανσης στον κυκλικό κόμβο στην συμβολή των οδών Δημητριάδος, Ιάσονος και Λαμπράκη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

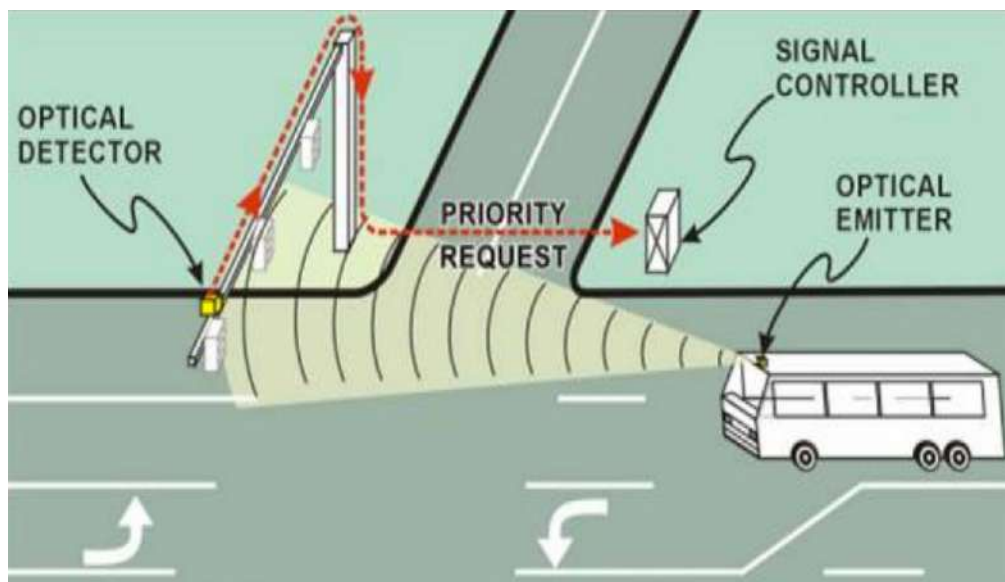
Όσον αφορά τις διασταυρώσεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Διασταυρώσεις χωρίς φωτεινούς σηματοδότες όπου η κυκλοφορία ρυθμίζεται είτε με πινακίδες STOP είτε με παραχώρηση προτεραιότητας (Εικόνα 80). Συναντιούνται σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν απότομες στροφές που απαιτούν δύσκολους ελιγμούς και η ορατότητα είναι ευνοϊκή για την κίνηση των οχημάτων (COST, 2015). Συνεπώς, στις διασταυρώσεις αυτής της κατηγορίας το τραμ θα κινείται σύμφωνα με την υπάρχουσα σήμανση και καθώς οι οδοί από όπου γίνεται η διέλευση του είναι τμήματα με προτεραιότητα κίνησης δεν θα υπάρχουν καθυστερήσεις στην κύλιση του.

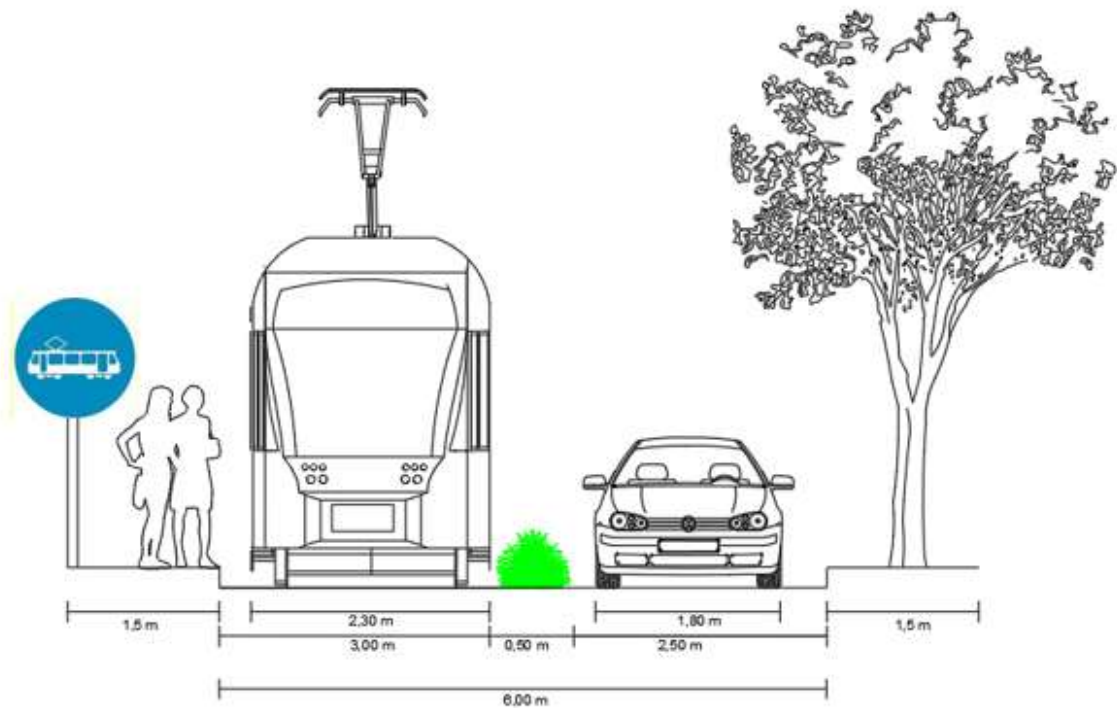


Εικόνα 80. Πινακίδες STOP και παραχώρησης προτεραιότητας
Πηγή: <http://besiris.gr/SIMBOULES/simbouleseksetaseon.html>

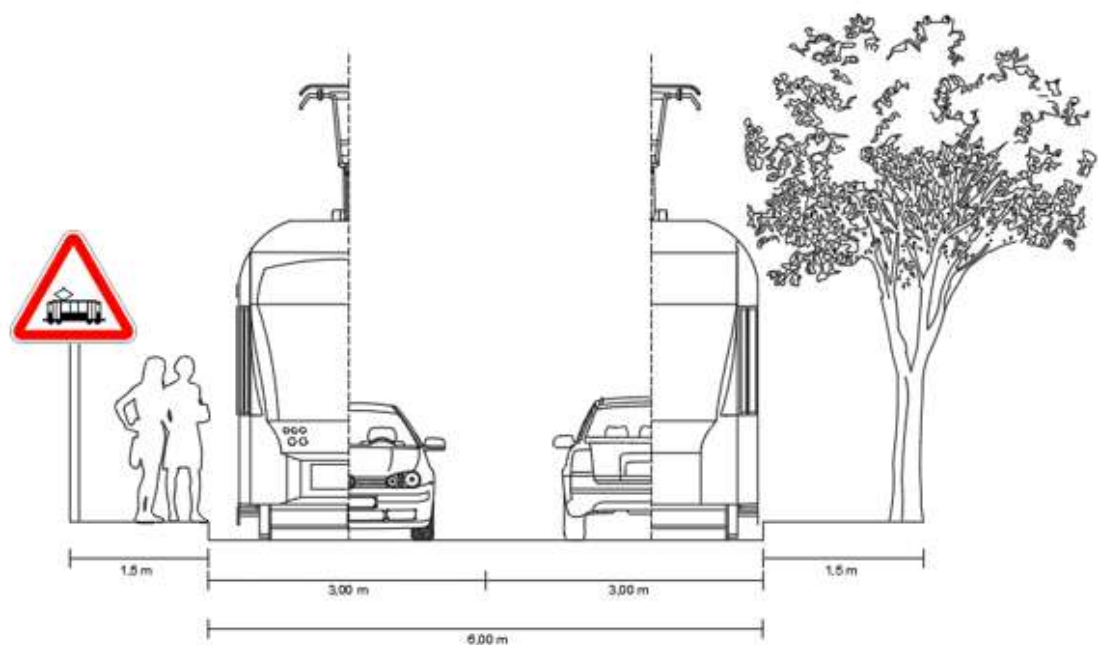
2. Διασταυρώσεις με φωτεινούς σηματοδότες, αυτός ο τύπος έχει ως κύριο σκοπό να διαχωρίζει τον χρόνο κίνησης ανάμεσα στους χρήστες της οδού ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια ειδικά σε ευάλωτους χρήστες όπως είναι οι πεζοί και τα ποδήλατα (COST, 2015). Όσον αφορά την κίνηση του τραμ, η ύπαρξη σηματοδοτών προκαλεί καθυστερήσεις και θέτει σε κίνδυνο τα επίπεδα αξιοπιστίας των δρομολογίων του. Για αυτό το λόγο, πρέπει η κίνηση του τραμ να συγχρονιστεί με τους σηματοδότες. Για να επιτευχθεί αυτό θα γίνει χρήση συστήματος προτεραιότητας διέλευσης (Transit Signal Priority, TSP), με το οποίο το τραμ θα εκπέμπει σήματα στον σηματοδότη και θα αιτείται προτεραιότητας με αποτέλεσμα να μπορεί να περάσει χωρίς να σταματάει όπως φαίνεται στην Εικόνα 81 (Ji et al, 2018).



Εικόνα 81. Σύστημα Transit Signal Priority <https://nyc.streetsblog.org/2020/10/09/exclusive-despite-covid-dot-stepped-up-transit-signal-priority-this-year>



Εικόνα 82. Τομή της οδού στην οποία η κίνηση γίνεται σε αποκλειστικό διαχωρισμένο διάδρομο
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 83. Τομή της οδού στην οποία η κίνηση γίνεται σε κοινό διάδρομο
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

➤ Στάσεις

Το κύριο στοιχείο που υποδεικνύει πόσο ποιοτικό και αποδοτικό είναι ένα μέσο μεταφοράς είναι η προτίμηση των επιβατών για αυτό και η επιλογή του έναντι ενός άλλου. Για να επιτευχθεί αυτό, βασικό ζητούμενο είναι οι επιβάτες να νιώθουν ασφάλεια και άνεση όχι μόνο κατά την διάρκεια της διαδρομής αλλά και στην αναμονή (Rydlewski et al, 2023). Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το γεγονός είναι πολύ σημαντική η σωστή χωροθέτηση των στάσεων και η διαμόρφωση τους με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτονται όλες οι ανάγκες. Για την χωροθέτηση των στάσεων πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποιες προδιαγραφές όπως είναι η απόσταση ανάμεσα σε αυτές η οποία κυμαίνεται από 400 έως 800 m καθώς και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του πεζοδρομίου, ο αριθμός των λωρίδων κυκλοφορίας και η κατεύθυνση τους ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια των ατόμων που επιθυμούν να μεταβούν στην στάση (Soczówka, Żochowska, 2020).

Στον Πίνακα 37 παρουσιάζονται οι προτεινόμενες στάσεις και στον Πίνακα 38 παρουσιάζονται οι αποστάσεις μεταξύ τους.

Πίνακας 37. Προτεινόμενες στάσεις της γραμμής τραμ στον Βόλο

Προτεινόμενες στάσεις
1. Δημαρχείο (επί της Δημητριάδος)
2. Ελ. Βενιζέλου
3. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
4. Βλαχάβα
5. Νοσοκομείο
6. Άναυρος
7. Στρατηγού Σαράφη
8. Καρτάλειο Διδακτήριο
9. Κουμουνδούρου
10. Πλατεία Πανεπιστημίου
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 38. Απόσταση μεταξύ των προτεινόμενων στάσεων της διαδρομής

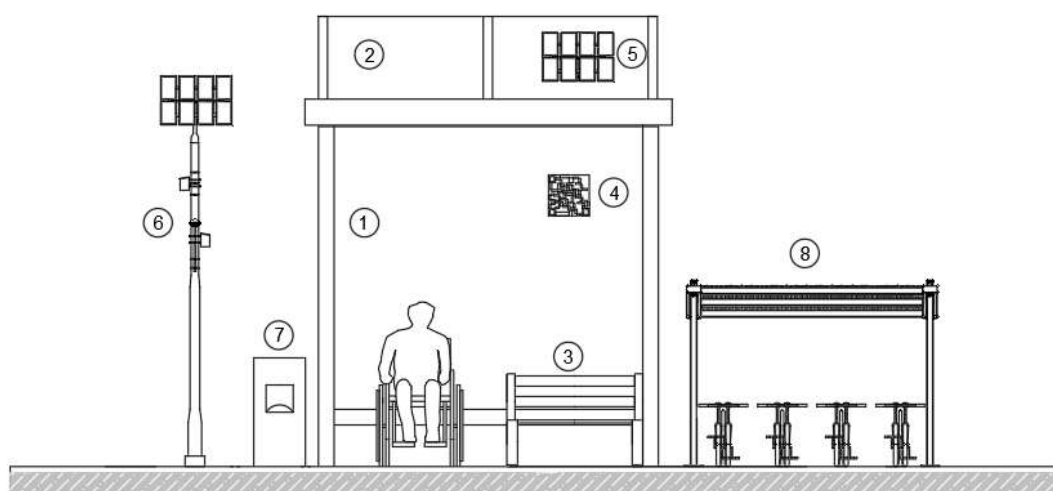
Ονομασία	Απόσταση μεταξύ στάσεων (m)
1. Δημαρχείο (επί της Δημητριάδος)	
	462
2. Ελ. Βενιζέλου	
	660
3. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας	
	480
4. Βλαχάβα	
	700
5. Νοσοκομείο	
	350
6. Άναυρος	
	600
7. Στρατηγού Σαράφη	
	600
8. Καρτάλειο Διδακτήριο	
	515
9. Κουμουνδούρου	
	480
10. Πλατεία Πανεπιστημίου	
	422
1. Δημαρχείο (επί της Δημητριάδος)	
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

Από λειτουργική άποψη οι στάσεις αποτελούν βασικό στοιχείο ενός μεταφορικού δικτύου και πρέπει να πληρούν τρία κριτήρια (Rydlewski, 2022):

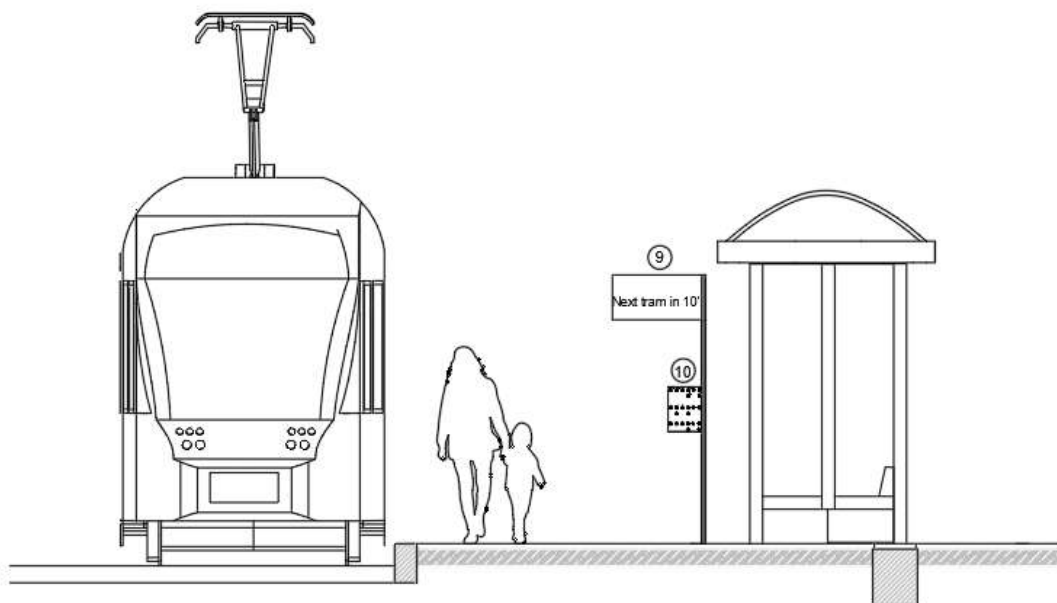
1. Προσβασιμότητα
2. Λειτουργικότητα
3. Ασφάλεια

Όσον αφορά το κριτήριο της προσβασιμότητας, το τραμ λόγω του ότι είναι ένα μέσο σταθερής τροχιάς δεν έχει ευελιξία κινήσεων, όπως άλλα ΜΜΜ (π.χ. λεωφορείο) οπότε για να σταματήσει στην στάση πρέπει να είναι πολύ κοντά στο κράσπεδο (Soczówka, Żochowska, 2020). Έμφαση πρέπει να δοθεί και στην προσβασιμότητα των επιβατών στην στάση. Συνεπώς, πρέπει να διασφαλίζονται διαβάσεις ώστε να είναι δυνατή η μετάβαση. Σημαντική παράμετρος είναι η προσβασιμότητα των ατόμων με αναπηρία οπότε οι στάσεις

πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση. Αντίστοιχες πρακτικές είναι να υπάρχουν ράμπες, δάπεδα με μικρή κλίση της τάξεως του 5% που δεν θα είναι ηχοαπορροφητικά ώστε να διευκολύνεται και η κίνηση των ατόμων με δυσκολία στην όραση πέρα από τα άτομα με κινητικά προβλήματα(Σχεδιάζοντας για όλους, 2020). Ακόμη, θα πρέπει να παρέχει ασφάλεια στα άτομα που θεωρούνται «ευάλωτοι χρήστες της οδού». Γενικότερα, σε αυτή την έννοια εντάσσονται οι πεζοί, οι ποδηλάτες και οι μοτοσικλετιστές, αλλά η παράμετρος της ασφάλειας στην στάση αφορά τις δύο πρώτες κατηγορίες (ΤΙΙ,2017). Τέλος, πρέπει να πληρούνται και κάποια κριτήρια που την καθιστούν λειτουργική και βιώσιμη τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 39 και στις Εικόνες 84 και 85.



Εικόνα 84. Μπροστινή όψη της στάσης του τραμ
Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Εικόνα 85. Πλάγια όψη της στάσης του τραμ
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 39. Επεξήγηση στοιχείων από τις Εικόνες 84 και 85

Αριθμός	Ονομασία	Διαστάσεις (m)
1	Στάση	2,5x2,5
2	Υπόστεγο	2,7x0,8
3	Παγκάκι	1x0,67
4	QR scan	0,3x0,3
5	Ηλιακό πάνελ	1,95x0,99
6	Ηλιακός στύλος φωτός	0,43x0,35
7	Κάδος απορριμμάτων	0,38x0,8
8	Ποδηλατοστάσιο	1,70x1,40
9	Ηλεκτρονικός πίνακας	0,8 x0,4
10	Πίνακας Braille	0,3x0,4
Πηγή: Ιδία επεξεργασία		

Συνοψίζοντας, η γεωμετρική ένταξη του τραμ, σύμφωνα με την παρούσα πρόταση, είναι εφικτή, με απαίτηση όμως τροποποιήσεων σε 3 περιοχές διασταυρώσεων οι οποίες αναμένεται να αυξήσουν το συνολικό κόστος κατασκευής του έργου.

Εναλλακτικά, για αποφυγή των τροποποιήσεων στις Διασταυρώσεις 1 και 4, προτείνεται να ακολουθηθεί η διαδρομή που αναφέρθηκε στην μελέτη που εκπονήθηκε για την πόλη του Βόλου και στην συνέχεια υιοθετήθηκε από το ΣΒΑΚ της πόλης, η οποία παρουσιάστηκε στην Ενότητα 2.3. Αυτή η εναλλακτική υπερτερεί σε δύο ζητήματα:

1. Είναι καλύτερα συνυφασμένη με την ευρύτερη εικόνα της πόλης καθώς βρίσκεται σε επαφή με το παραλιακό μέτωπο. Έτσι, μπορεί να αποτελέσει τοπόσημο της πόλης.
2. Παρέχει άμεση πρόσβαση στο πάρκο του Αγίου Κωνσταντίνου και στο εκεί παραλιακό μέτωπο. Έτσι, εξυπηρετεί εποχιακή ζήτηση για τους χώρους αυτούς.

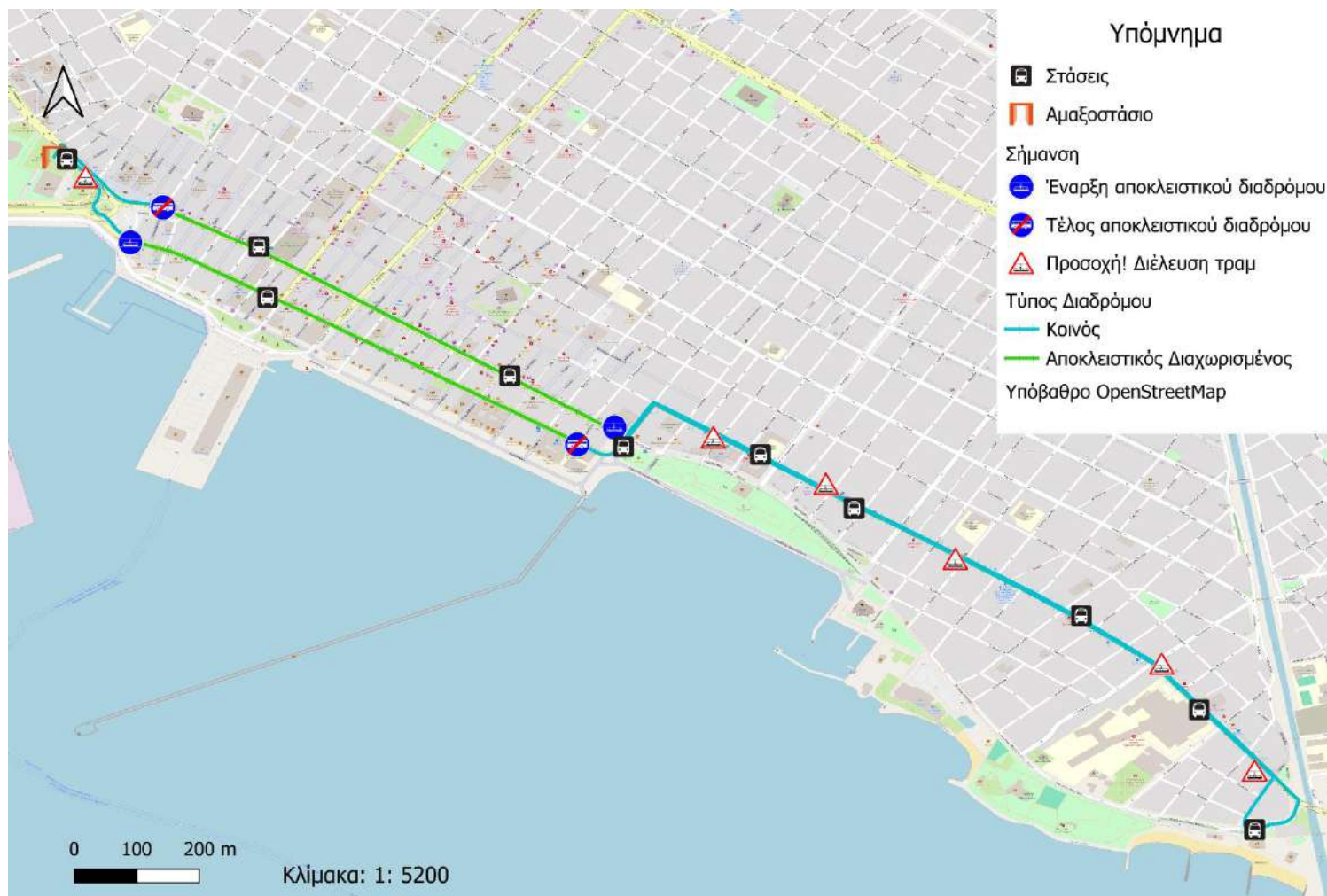
Ωστόσο, δημιουργεί τρία βασικά ζητήματα που αντιμετωπίζονται από την παρούσα πρόταση:

1. Εξαιτίας της απουσίας κατοικιών, γραφείων και καταστημάτων στη μία πλευρά της γραμμής (προς την πλευρά της θάλασσας) επί της οδού Δημητριάδος από Φιλελλήνων έως τον Άναυρο (για συνολικό μήκος περίπου 500 μέτρων), αναμένεται μειωμένο κατά το ήμισυ το επίπεδο καθημερινής ζήτησης του τραμ σε σχέση με την προτεινόμενη διαδρομή, όπου κυρίαρχες χρήσεις γης στη ζώνη επιρροής είναι η γενική κατοικία και το πολεοδομικό κέντρο. Παράλληλα, η απόσταση του άξονα της προτεινόμενης γραμμής από το πάρκο είναι μικρότερη από 50 μέτρα και από το παραλιακό μέτωπο κυμαίνεται από 75 έως 150 μέτρα στις κεντρικές περιοχές, ενώ άμεση είναι η πρόσβαση στην παραλία του Αναύρου.
2. Η διαδρομή διέρχεται από περιοχές όπου επιτρέπεται η παρόδια στάθμευση και άρα θα μειωθούν οι διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης τόσο για μόνιμους κατοίκους όσο και για επισκέπτες του πάρκου και του παραλιακού μετώπου. Αντίθετα, η προτεινόμενη διαδρομή διέρχεται από περιοχές από όπου η στάθμευση δεν επιτρέπεται και εξασφαλίζει την τήρηση της απαγόρευσης.
3. Τίθενται ζητήματα ασφαλείας των επισκεπτών του πάρκου και του παραλιακού μετώπου, ιδιαίτερα για παιδιά και υπερήλικα άτομα, καθώς το τραμ είναι αθόρυβο και πρέπει να έχει προτεραιότητα διέλευσης (όχι απότομη πέδηση).

Μια άλλη εναλλακτική με ευκολότερη και οικονομικότερη χάραξη, ώστε να μην απαιτούνται οι τροποποιήσεις στη Διασταύρωση 2, είναι η διέλευση του τραμ από τον κυκλικό κόμβο στους πρόποδες της Γορίτσας. Η συγκεκριμένη

διαδρομή δεν επιλέχθηκε καθώς δυσχεραίνεται η πρόσβαση στον σταθμό Park and Ride που χωροθετείται στην περιοχή του Αναύρου.

Για τους παραπάνω λόγους, προτείνεται η διαδρομή που φαίνεται στον Χάρτη 9, όπως αναλύθηκε στο παρόν κεφάλαιο. Τα βασικότερα στοιχεία που περιλαμβάνονται είναι οι θέσεις των στάσεων, η εναλλαγή στον τύπο διαδρόμου καθώς και σήμανση ώστε να διευκολύνεται τόσο η κίνηση του τραμ όσο και η κίνηση των άλλων οχημάτων και να διασφαλίζεται η ασφάλεια. Για την δημιουργία του χάρτη χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό QGIS και λήφθηκαν δεδομένα από την βάση δεδομένων OpenStreetMap.



Χάρτης 9. Συγκεντρωτική παρουσίαση των επιμέρους στοιχείων της τελικής διαδρομής

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

➤ Αμαξοστάσιο

Η λειτουργία ενός ΜΜΜ συνοδεύεται από τεχνικές εγκαταστάσεις όπως είναι το αμαξοστάσιο. Κύρια χρήση τους είναι η στάθμευση των οχημάτων τις ώρες που δεν βρίσκονται σε λειτουργία καθώς και η συντήρηση και τυχόν επισκευή αυτών. Γενικότερα, η επιλογή της θέσης καθώς και της κλίμακας του αμαξοστασίου εξαρτάται από τις παρακάτω παραμέτρους:

- Λόγω της φύσης του αμαξοστασίου απαιτείται ένα οικόπεδο με επαρκή έκταση για να διευκολύνονται συν τοις άλλοις οι κινήσεις των οχημάτων και να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για τον εξοπλισμό.
- Προτιμάται η χωροθέτηση του σε σχετικά κοντινή απόσταση από το κέντρο της πόλης και κοντά στους άξονες διέλευσης των οχημάτων ώστε να μην υπάρχουν κενά δρομολόγια τις ώρες που ξεκινάει και σταματάει η λειτουργία τους.
- Δημιουργείται ένα επιπρόσθετο κόστος από την χωροθέτηση κοντά στο κέντρο μιας περιοχής εξαιτίας της πυκνής δόμησης και της έλλειψης κενών οικοπέδων.

Συνδυαστικά με το γεγονός ότι πρέπει να εξετάζονται και παράγοντες περιβαλλοντικής, τεχνικής και οικονομικής φύσεως η επιλογή της θέσης ενός αμαξοστασίου καθίσταται ένα πολύπλοκο ζήτημα (Sawicki, Sawicka, 2021).

Στην προκειμένη περίπτωση, η επιλογή της θέσης εγκατάστασης του αμαξοστασίου είναι πιο απλή διαδικασία για δυο λόγους:

1. Οι απαιτήσεις σε χώρο είναι μικρότερες καθώς πρόκειται για ένα μέσο σταθερής τροχιάς που εξυπηρετεί τις επιβατικές ανάγκες μιας μεσαιού μεγέθους πόλης.
2. Υπάρχει διαθέσιμος ανοιχτός χώρος κοντά στην αφετηρία της διαδρομής του τραμ.

Πιο συγκεκριμένα, λόγω του ότι το τραμ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την υποδομή πάνω στην οποία κινείται γεγονός που δυσχεραίνει την κίνηση του, το αμαξοστάσιο πρέπει να είναι κοντά στο σημείο από όπου ξεκινάει η διαδρομή του. Ωστόσο, σε αυτό το σημείο εντοπίζεται ένας χώρος πρασίνου, το πάρκο Ρήγα Φεραίου καθώς και στοιχεία αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος όπως είναι το Δημαρχείο και το Δημοτικό Θέατρο του Βόλου που η συνύπαρξή τους δημιουργεί ένα τοπίο που πρέπει να διαφυλαχτεί από την οπτική όχληση που θα προκαλείται από τις εγκαταστάσεις του αμαξοστασίου. Όσον αφορά το σημείο χωροθέτησης του αμαξοστασίου αυτό θα είναι ένας χώρος εντός του πάρκου Ρήγα Φεραίου ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση του τραμ σε αυτό και για να επιλυθεί το ζήτημα της οπτικής όχλησης, θα είναι μια κατασκευή η οποία θα εναρμονίζεται με το ευρύτερο περιβάλλον στο οποίο θα ενσωματωθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 86.



Εικόνα 86. Παράδειγμα αμαξοστασίου στην Ολλανδία
Πηγή: <https://archello.com/project/new-tram-depot-remise>

5.2.2. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά

Πέρα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του τραμ πρέπει να αναλυθούν και τα στοιχεία εκείνα που, μετά την ομαλή γεωμετρική ένταξη του συγκεκριμένου μέσου στο μεταφορικό σύστημα, το καθιστούν λειτουργικό και ελκυστικό στους επιβάτες ώστε να το προτιμήσουν έναντι κάποιου άλλου και ιδιαίτερα έναντι του Ι.Χ. Ταυτόχρονα, πρέπει να εξασφαλίζεται η ασφάλεια των επιβατών, να είναι εύκολα προσβάσιμο αλλά και να συνυπάρχει με τα άλλα μέσα που κινούνται στην οδό.

➤ Χαρακτηριστικά του τροχαίου υλικού

Αρχικά, θα αναφερθούν ορισμένα χαρακτηριστικά του τροχαίου υλικού ώστε να διευκολυνθεί η μετέπειτα ανάλυση.

- Μορφή: επιλέχθηκε το απλό τραμ επειδή ο Βόλος κατατάσσεται στις μεσαίου μεγέθους πόλεις και δεν εμφανίζεται η ανάγκη για αρθρωτό το οποίο έχει σαφώς μεγαλύτερη χωρητικότητα από την απλή μορφή.
- Μήκος: Από την βιβλιογραφία (Κεφάλαιο 3) ορίστηκε ότι το μήκος ενός απλού τραμ κυμαίνεται από 8 έως 18 m. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας επιλέχθηκε το ελάχιστο μήκος για δυο λόγους. Ο πρώτος αφορά τη μέγιστη δυνατή ευελιξία είναι και ο δεύτερος είναι η συγκρισιμότητα με τα λεωφορεία που έχουν παρόμοιο μήκος.
- Πλάτος και Ύψος: Ομοίως με την παράμετρο του μήκους από την βιβλιογραφία προκύπτει ότι το πλάτος κυμαίνεται από 2 έως 2,80 m και το ύψος από 3,20 έως 3,90. Άρα, για το πλάτος επιλέχθηκε το 2,30 ώστε εντός του οχήματος να υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης τριών καθισμάτων στην σειρά και εξωτερικά να απαιτείται μικρότερο εύρος κατάληψης στην οδό. Για το ύψος επιλέχθηκε ο ελάχιστος αριθμός έτσι ώστε να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη η οπτική όχληση.
- Ύψος δαπέδου: Λόγω του ότι τα ΜΜΜ οφείλουν να είναι προσβάσιμα από όλους, το ύψος του δαπέδου του οχήματος πρέπει να διαμορφωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην δημιουργούνται αποκλεισμοί σε κάποιες κοινωνικές ομάδες. Άρα, λαμβάνοντας υπόψη αυτή την παράμετρο καθώς και την καλή πρακτική από την πόλη της Σαραγόσα, όπως αυτή περιεγράφηκε στο Κεφάλαιο 3, το ύψος ανέρχεται στα 35 cm.
- Χωρητικότητα: Έχοντας κατά νου ότι η χωρητικότητα ενός τραμ κυμαίνεται από 100 έως 500 επιβάτες ανά συρμό και ότι εξαρτάται από τη μορφή και το μήκος του οχήματος, στην προκειμένη περίπτωση επιλέγεται το κατώτερο άκρο αυτής της παραμέτρου δηλαδή οι 100 επιβάτες/συρμό.

Στον Πίνακα 40 αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του τροχαίου υλικού του προτεινόμενου συστήματος τραμ.

Πίνακας 40. Συγκεντρωτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών του τροχαίου υλικού

Είδος χαρακτηριστικού	Μέγεθος
Μορφή	Απλό
Μήκος	8,00 m
Πλάτος	2,30 m
Ύψος	3,20 m
Ύψος δαπέδου	0,35 m
Χωρητικότητα	100 επιβάτες/συρμό
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

➤ Χαρακτηριστικά Λειτουργίας

Για την ομαλή λειτουργία του τραμ σημαντική παράμετρος είναι η ταχύτητα με την οποία θα κινείται και ακολούθως η συχνότητα των δρομολογίων.

Ταχύτητα κίνησης

Πρώτον, η ταχύτητα κίνησης είναι ένα μέγεθος το οποίο διαμορφώνει τον χρόνο μετακίνησης. Επειδή, το ζητούμενο σε κάθε μέσο μετακίνησης είναι η άφιξη στον προορισμό στον ελάχιστο δυνατό χρόνο, η κατάλληλη ταχύτητα αποτελεί έναν τρόπο για την προσέλκυση επιβατών. Ακολούθως, αναφέρονται οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται:

1. Ο σχεδιασμός της οδού. Για παράδειγμα, αν η κίνηση του τραμ γίνεται σε αποκλειστικό διάδρομο τότε η ταχύτητα είναι σαφώς μεγαλύτερη καθώς δεν υπάρχουν εμπόδια και ελιγμοί.
2. Οι κυκλοφοριακές συνθήκες. Στην περίπτωση που το τραμ κινείται σε κοινό διάδρομο με την υπόλοιπη κυκλοφορία και σε ένα οδικό τμήμα υπάρχει συμφόρηση, η ταχύτητα μειώνεται και προκαλούνται καθυστερήσεις στον απαιτούμενο χρόνο στάθμευσης.
3. Η σήμανση της οδού είτε αυτή γίνεται μέσω φωτεινών σηματοδοτών είτε μέσω πινακίδων παραχώρησης προτεραιότητας (Rahimi, 2012).
4. Οι κανονισμοί της εκάστοτε χώρας που σχετίζονται με την οδική κυκλοφορία. Σύμφωνα, με τον ΚΟΚ (2007), το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας εντός κατοικημένων περιοχών ανέρχεται στα 50 km/h.

Ακόμη, σύμφωνα με τον Madejski (2005), υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά που είναι κοινά για την πλειονότητα των τραμ που σχετίζονται με την μέγιστη ταχύτητα κίνησης και την μέση ταχύτητα. Αυτά τα μεγέθη παρουσιάζονται στον Πίνακα 41.

Πίνακας 41. Χαρακτηριστικά της ταχύτητας στην πλειονότητα των τραμ

Είδος χαρακτηριστικού	Μέγεθος
Μέγιστη ταχύτητα	70 km/h
Μέση ταχύτητα	15-25 km/h
Πηγή: Madejski, 2005	

Λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα της βιβλιογραφίας καθώς και το γεγονός ότι το όριο ταχύτητας εντός αστικών περιοχών στην Ελλάδα είναι 50 km/h η μέγιστη και η μέση ταχύτητα του τραμ στην παρούσα μελέτη περίπτωσης διαμορφώνεται όπως φαίνεται στον Πίνακα 42.

Πίνακας 42. Χαρακτηριστικά της ταχύτητας στην περίπτωση του Βόλου

Είδος χαρακτηριστικού	Μέγεθος
Μέγιστη ταχύτητα	50 km/h
Μέση ταχύτητα	20 km/h
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

Συχνότητα των δρομολογίων

Κατά τον σχεδιασμό ενός μεταφορικού συστήματος γεννούνται δυο βασικά ζητήματα που χρίζουν αναλυτικής διερεύνησης. Αυτά τα ζητήματα αφορούν τον προγραμματισμό των δρομολογίων και των οχημάτων. Πρόκειται για κάποιες παραμέτρους οι οποίες είναι αλληλένδετες και εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες. Αρμόδιος για τον ορισμό των δρομολογίων και του αριθμού των οχημάτων είναι ο εκάστοτε φορέας διαχείρισης του ΜΜΜ και για τον ακριβή υπολογισμό απαιτούνται μοντέλα που λαμβάνουν υπόψη παραμέτρους όπως η ζήτηση για μετακινήσεις στην συγκεκριμένη διαδρομή, ο αριθμός και τα επίπεδα ποιότητας της μετεπιβίβασης, η τήρηση των δρομολογίων και αν υπάρχει κάποια καθυστέρηση καθώς και οι διαθέσιμοι πόροι όμως είναι ο αριθμός των οχημάτων. (Guihaire, Hao, 2010). Λόγω έλλειψης δεδομένων καθώς και κατάλληλου λογισμικού, η συχνότητα των δρομολογίων και ο απαραίτητος αριθμός οχημάτων δεν μπορούν να υπολογιστούν με ακρίβεια. Ο υπολογισμός θα γίνει προσεγγιστικά λαμβάνοντας υπόψη όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία. Πιο αναλυτικά:

- Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του προγράμματος διέλευσης του τραμ διαδραματίζει ο χρόνος που απαιτείται για την κάλυψη της συνολικής διαδρομής. Όπως προαναφέρθηκε, η μέση ταχύτητα κίνησης διαμορφώθηκε στα 20 km/h και η απόσταση υπολογίζεται στα 4,9 km. Με γνώμονα αυτά τα δύο μεγέθη και με την βοήθεια του μαθηματικού τύπου $\text{Χρόνος} = \frac{\text{Απόσταση}}{\text{Ταχύτητα}}$, ο χρόνος μετάβασης υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Χρόνος} = \frac{\text{Απόσταση}}{\text{Ταχύτητα}} = \frac{4,9}{20} = 0,245 \text{ ώρες}$$

Η μετατροπή από ώρες σε λεπτά θα γίνει με τον ακόλουθο υπολογισμό:
 $0,245 * 60 = 14,7 \text{ λεπτά}$

Άρα, ο απαιτούμενος χρόνος για να διανυθεί η συνολική διαδρομή του τραμ ανέρχεται στα 14,7 λεπτά.

- Στον χρόνο που χρειάζεται για να καλυφθεί η διαδρομή πρέπει να προστεθούν και άλλα στοιχεία όπως είναι :
 1. Ο χρόνος κατά την επιβίβαση και την αποβίβαση του επιβατικού κοινού (Γαβανάς κ.α., 2015)
 2. Ο χρόνος στάσης του τραμ στην αφετηρία ανάμεσα σε δυο διαφορετικά δρομολόγια (Guihaire, Hao, 2010)

Στον Πίνακα 43 παρουσιάζονται οι πιθανοί χρόνοι κατά την επιβίβαση και την αποβίβαση στο όχημα.

Πίνακας 43. Πιθανοί χρόνοι για την εξυπηρέτηση των επιβατών κατά την επιβίβαση και την αποβίβαση

Κατάσταση	Εύρος χρόνου εξυπηρέτησης επιβατών (δευτ/επιβάτη)
Επιβίβαση	
Χωρίς πληρωμή κομίστρου	1,75-2,5
Εισιτήριο απλής διαδρομής	2,9-5,1
Ακριβές αντίτιμο εισιτηρίου	3,1-8,4
Επικύρωση εισιτηρίου (ακυρωτική συσκευή)	3,5-4,0
Έξυπνη κάρτα	2,5-3,2
Αποβίβαση	
Μπροστινή πόρτα	1,4-3,6
Πίσω πόρτα	1,2-2,2
Πηγή: Γαβανάς κ.α., 2015	

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν σε συνδυασμό με το γεγονός ότι τα δρομολόγια των λεωφορείων αναχωρούν ανά 15 λεπτά, η συχνότητα του τραμ διαμορφώνεται στα 20 λεπτά και οι επιβάτες θα ενημερώνονται για αυτά μέσω ειδικής εφαρμογής η οποία θα ενημερώνεται με σύστημα τηλεματικής.

Αριθμός οχημάτων

Ομοίως με την συχνότητα των δρομολογίων ο προσδιορισμός του αριθμού των απαραίτητων οχημάτων εξαρτάται από πολλές παραμέτρους και απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση. Στην παρούσα φάση, έγινε προσπάθεια προσέγγισης αυτού του ζητήματος μέσω επιτόπιας έρευνας. Αρχικά, έγινε χρήση των υφιστάμενων γραμμών σε μια τυπική καθημερινή μέρα που κινούνται στο τμήμα που είναι κοινό με την προτεινόμενη διαδρομή του τραμ. Επιλέχθηκαν τέσσερα δρομολόγια για την γραμμή 1 και άλλα τέσσερα για την γραμμή 5 εκ των οποίων τα δυο ήταν σε ώρες αιχμής όπως φαίνεται στον Πίνακα 44 και στον Πίνακα 45 αντίστοιχα. Οι γραμμές αυτές προβλέπεται να

αντικατασταθούν από το τραμ στο τμήμα της διαδρομής τους που συμπίπτει με το προτεινόμενο μέσο.

Πίνακας 44. Αριθμός επιβατών ανά δρομολόγιο στην Γραμμή 1

Ώρα δρομολογίου	Αριθμός επιβατών
8:15	9
10:15	17
16:00	20
20:15	3
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

Με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν υπολογίζεται το ποσοστό πλήρωσης του εκάστοτε δρομολογίου με την χρήση του τύπου: (επιβάτες/διαθέσιμες θέσεις)*100.

- Δρομολόγιο 1 (ώρα αιχμής): Ποσοστό πλήρωσης = $\left(\frac{9}{35}\right) * 100 = 25,7 \%$
- Δρομολόγιο 2: Ποσοστό πλήρωσης = $\left(\frac{17}{35}\right) * 100 = 48,6 \%$
- Δρομολόγιο 3 (ώρα αιχμής) : Ποσοστό πλήρωσης = $\left(\frac{20}{35}\right) * 100 = 57,1 \%$
- Δρομολόγιο 4: Ποσοστό πλήρωσης = $\left(\frac{3}{35}\right) * 100 = 8,6 \%$

Πίνακας 45. Αριθμός επιβατών ανά δρομολόγιο στην Γραμμή 5

Ώρα δρομολογίου	Αριθμός επιβατών
8:15	7
10:15	14
16:00	12
20:15	22
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

- Δρομολόγιο 1 (ώρα αιχμής): Ποσοστό πλήρωσης = $\left(\frac{7}{35}\right) * 100 = 20 \%$
- Δρομολόγιο 2: Ποσοστό πλήρωσης = $\left(\frac{14}{35}\right) * 100 = 40 \%$
- Δρομολόγιο 3 (ώρα αιχμής) : Ποσοστό πλήρωσης = $\left(\frac{12}{35}\right) * 100 = 34,3 \%$
- Δρομολόγιο 4: Ποσοστό πλήρωσης = $\left(\frac{22}{35}\right) * 100 = 62,8 \%$

Στη συνέχεια γίνεται αντιστοίχιση της πληρότητας των λεωφορείων με την αντίστοιχη πληρότητα του τραμ. Για να επιτευχθεί αυτό πρώτα προστίθενται οι επιβάτες και των δυο γραμμών ανά δρομολόγιο και στη συνέχεια με την χρήση του τύπου: $(\text{επιβάτες}/\text{διαθέσιμες θέσεις}) \cdot 100$ θα υπολογιστεί η πληρότητα του τραμ.

Στον Πίνακα 46 παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των επιβατών των γραμμών 1 και 5.

Πίνακας 46. Συνολικός αριθμός επιβατών των γραμμών 1 και 5

Ώρα δρομολογίου	Αριθμός επιβατών
8:15	14
10:15	31
16:00	32
20:15	25
Πηγή: Ιδία επεξεργασία	

- Δρομολόγιο 1: Ποσοστό πλήρωσης τραμ = $\left(\frac{14}{100}\right) \cdot 100 = 14 \%$
- Δρομολόγιο 2: Ποσοστό πλήρωσης τραμ = $\left(\frac{31}{100}\right) \cdot 100 = 31 \%$
- Δρομολόγιο 3: Ποσοστό πλήρωσης τραμ = $\left(\frac{32}{100}\right) \cdot 100 = 32 \%$
- Δρομολόγιο 4: Ποσοστό πλήρωσης τραμ = $\left(\frac{25}{100}\right) \cdot 100 = 25 \%$

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει ότι η πλήρωση του τραμ σε κάθε περίπτωση δεν υπερβαίνει το 32 %, θεωρώντας ότι η ζήτηση των Δημόσιων Συγκοινωνιών δεν θα μεταβληθεί με την έλευση του τραμ. Αλλά, ακόμη και στην περίπτωση που η ζήτηση των μετακινήσεων αυξηθεί, το τραμ θα είναι επαρκές ώστε να εξυπηρετούνται οι επιβατικές ανάγκες. Μάλιστα, στόχος της ευρύτερης πολιτικής μεταφορών της πόλης προτείνεται ο διπλασιασμός της ζήτησης με το νέο μέσο. Συνεπώς, ο αριθμός των τραμ που θα εξυπηρετεί την προτεινόμενη διαδρομή ανέρχεται σε ένα όχημα το οποίο θα κάνει στάση 5 λεπτών ανάμεσα στα διαφορετικά δρομολόγια.

➤ Αλληλεπίδραση με άλλα μέσα

Όπως αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 4 οι ανάγκες του επιβατικού κοινού στον Βόλο καλύπτονται από 12 γραμμές αστικών λεωφορείων οι οποίες καλύπτουν όλη την περιοχή. Με την ένταξη του τραμ θα αυξηθούν τα διαθέσιμα ΜΜΜ άρα και η προσφορά μετακινήσεων. Έχοντας αυτό κατά νου πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος με τον οποίο τα δύο αυτά μέσα θα λειτουργούν συμπληρωματικά και δεν θα δυσχεραίνουν τις υπάρχουσες κυκλοφοριακές συνθήκες που είναι ήδη επιβαρυνμένες στο κεντρικό τμήμα της πόλης από όπου θα γίνεται η διέλευση του τραμ. Μια πρακτική με την οποία μπορεί να λυθεί αυτό το ζήτημα είναι η διαμόρφωση feeder lines. Πρόκειται για μια μέθοδο στην οποία τα λεωφορεία χρησιμοποιούνται ως ένας τρόπος μεταφοράς των επιβατών από διάφορες περιοχές με τελικό προορισμό τις στάσεις του τραμ με τη μορφή κάθετων συνδέσεων από και προς τον βασικό διάδρομο Δημόσιων Συγκοινωνιών που θα εξυπηρετείται από το τραμ. Με αυτή τη λύση συνδυάζονται δυο κύρια ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα των δύο μέσων, η ευελιξία των λεωφορείων και η χωρητικότητα του τραμ. Τα αποτελέσματα αυτής της διασύνδεσης είναι:

1. Η κάλυψη όλης της πόλης από μεταφορικές υπηρεσίες και η άρση του αποκλεισμού κάποιων περιοχών.
2. Η κατανομή των μετακινήσεων χωρικά και χρονικά ανάμεσα στα διαφορετικά ΜΜΜ.
3. Η δημιουργία ενός βιώσιμου συστήματος το οποίο θα οδηγήσει και στην αποσυμφόρηση των κεντρικών αξόνων.

Για να γίνει ο αποτελεσματικός σχεδιασμός των feeder lines πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τρεις ομάδες ενδιαφερόμενων (Lin, Wong, 2014):

1. Ο φορέας που είναι υπεύθυνος για την για την διαχείριση των λεωφορείων άρα και για τον σχεδιασμό αυτών των γραμμών.
2. Οι επιβάτες των οποίων οι ανάγκες για μετακίνηση θα διαμορφώσουν και τις διαδρομές κίνησης των λεωφορείων.
3. Οι χρήστες της οδού που δεν κάνουν χρήση των λεωφορείων όπως πεζοί, ποδηλάτες και άλλα οχήματα.

Στην προκειμένη περίπτωση, θα καταργηθούν 2 εκ των 12 γραμμών των αστικών λεωφορείων καθώς ακολουθούν την ίδια διαδρομή με αυτή του τραμ. Πιο συγκεκριμένα, η γραμμή 1 εκτελεί το δρομολόγιο Άναυρος-Νέα Ιωνία και η γραμμή 5 Αφετηρία – Λεχώνια. Και οι δυο γραμμές έχουν κοινό το τμήμα από την οδό Σόλωνος έως το Νοσοκομείο το οποίο θα αντικατασταθεί από την διέλευση του τραμ. Όσον αφορά τα τμήματα της διαδρομής που δεν εξυπηρετούνται από το τραμ, δηλαδή για την περιοχή της Νέας Ιωνίας και για την Αγριά και τα Λεχώνια, η πρώτη κατά σειρά θα καλύπτεται από τις γραμμές 2 και 3 με κάποιες τροποποιήσεις στην συχνότητα διέλευσης ώστε να εξυπηρετείται το κενό που δημιουργείται από την κατάργηση της γραμμής.

Η πρόσβαση στις υπόλοιπες περιοχές αναφοράς θα γίνεται με BRT το οποίο είναι ιδανικό για περιαστικές περιοχές. Τα υπόλοιπα δρομολόγια δεν θα επηρεαστούν και θα είναι υπεύθυνα για την διοχέτευση των επιβατών στις

περιοχές των στάσεων του τραμ καθώς και για την κάλυψη περιοχών που δεν εξυπηρετούνται από κάποιο άλλο ΜΜΜ.

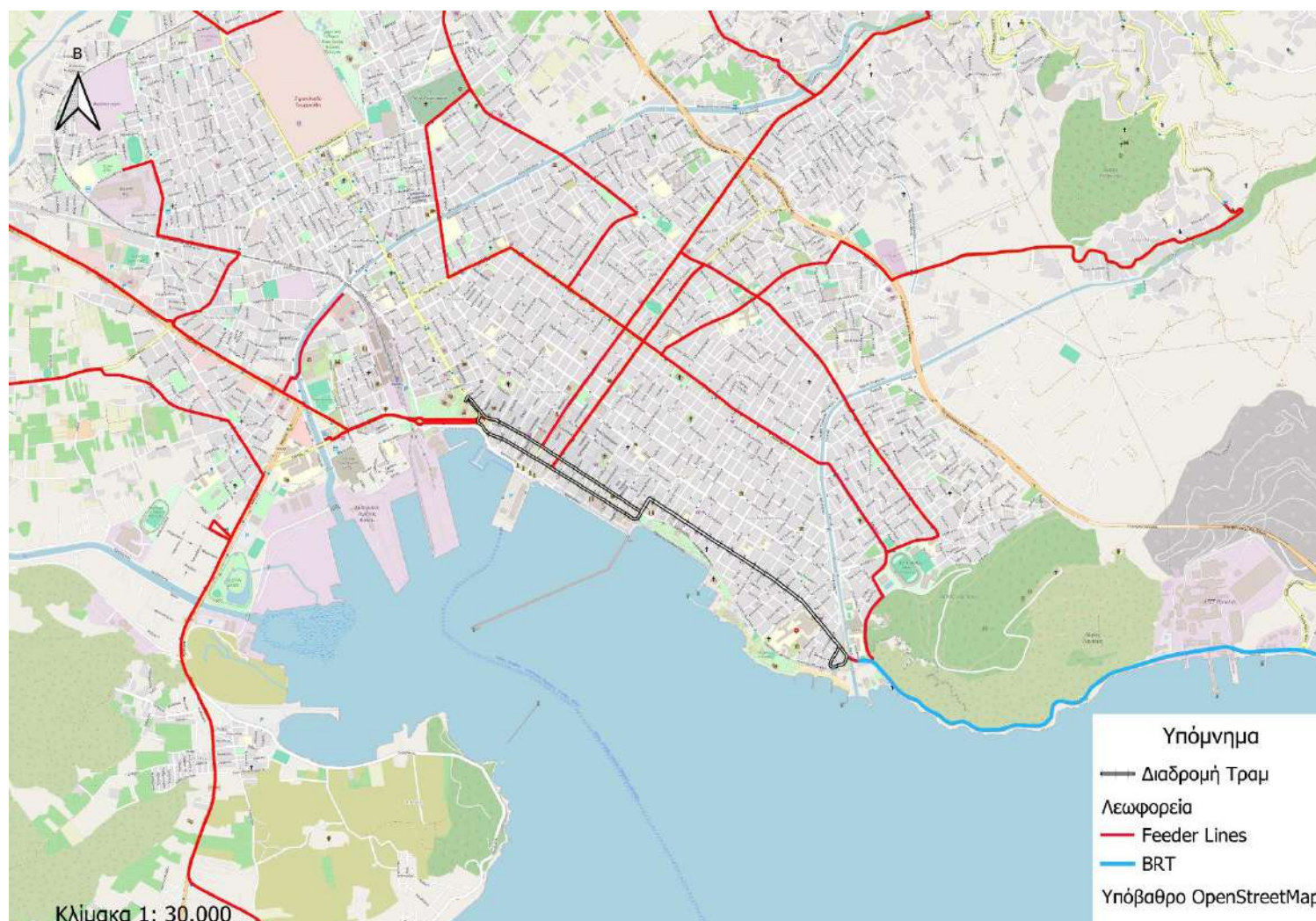
Στον Πίνακα 47 αναφέρονται οι τροποποιήσεις που θα γίνουν στις λεωφορειακές γραμμές 1 και 5.

Πίνακας 47. Τροποποιήσεις στις γραμμές λεωφορείων 1 και 5

Γραμμές Λεωφορείων	Τμήμα Διαδρομής	Αλλαγές
Γραμμή 1 (Άναυρος – Νέα Ιωνία)	Στάση Δημαρχείο (επί της 2 ^{ας} Νοεμβρίου) - Άναυρος	Κατάργηση
	Νέα Ιωνία	Εξυπηρέτηση από τις γραμμές 2 και 3
Γραμμή 5 (Κεντρική Αφετηρία – Τέρμα Λεχώνια)	Κεντρική Αφετηρία - Νοσοκομείο	Κατάργηση
	Νοσοκομείο - Λεχώνια	Ένταξη συστήματος BRT
Πηγή: Ιδία επεξεργασία		

Το τμήμα της Νέας Ιωνίας θα εξυπηρετείται από τις γραμμές των λεωφορείων με αριθμό 2 και 3 με γνώμονα ότι τα επίπεδα ζήτησης των μετακινήσεων θα παραμείνουν σταθερά και το ότι τα περισσότερα λεωφορεία δεν έχουν υψηλή πληρότητα.

Στον Χάρτη 10 παρουσιάζεται η προτεινόμενη αναδιαμόρφωση του συστήματος Δημόσιων Συγκοινωνιών που θα εξυπηρετούν την περιοχή του Βόλου.



Χάρτης 10. Αλληλεπίδραση των προτεινόμενων ΜΜΜ που θα εξυπηρετούν το επιβατικό κοινό της πόλης του Βόλου
 Πηγή: Ιδία επεξεργασία

➤ Διαχείριση στάθμευσης

Για τον σχεδιασμό ενός μεταφορικού συστήματος είναι υψίστης σημασίας να αναλύεται και το ζήτημα της στάθμευσης ιδίως σε περιπτώσεις μέσων σταθερής τροχιάς όπως είναι το τραμ όπου περιορίζονται οι θέσεις παρόδιας στάθμευσης. Το πρόβλημα που σχετίζεται με την διαχείριση της στάθμευσης είναι ένα θέμα πολύ έντονο στον ελληνικό χώρο καθώς από το 1991 η ιδιοκτησία Ι.Χ. οχημάτων παρουσίασε αύξηση κατά ποσοστό μεγαλύτερο του 200 % ενώ ο διαθέσιμος χώρος παραμένει ίδιος (Spilioroulou, Antoniou, 2012). Μια πρακτική με την οποία θα περιοριστεί το μέγεθος του προβλήματος που σχετίζεται με την στάθμευση είναι η διαμόρφωση χώρων Park and Ride (P & R). Πρόκειται για ένα σύστημα που αποτελείται από ειδικά διαμορφωμένους χώρους σε πολλαπλά σημεία εντός της πόλης. Στόχος της είναι η προώθηση των βιώσιμων τρόπων μετακίνησης και η σύνδεση των Ι.Χ. οχημάτων με τις δημόσιες συγκοινωνίες.

Βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος Park and Ride(Ortega et al, 2021):

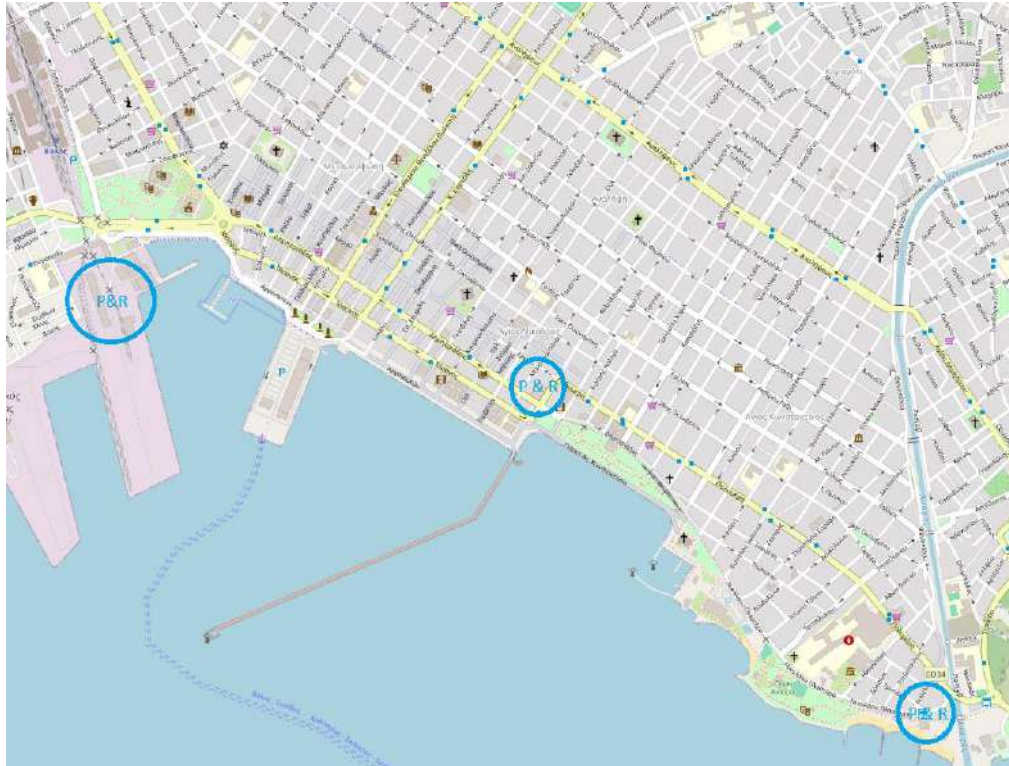
- Ο σχεδιασμός τους πρέπει να είναι εξατομικευμένος για την κάθε πόλη και σύμφωνα με τις ανάγκες της.
- Η εύρεση διαθέσιμου αδόμητου χώρου είναι μια δύσκολη διαδικασία.
- Συνεισφέρουν στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης καθώς μειώνονται οι χρήστες Ι.Χ. οχημάτων και αποσυμφορούνται οι κεντρικοί οδικοί άξονες της πόλης.
- Συνδυάζονται με άλλες βιώσιμες πρακτικές όπως τα ηλεκτρικά και τα αυτόνομα οχήματα.

Στην παρούσα περίπτωση, η στάθμευση, στις οδούς από όπου γίνεται η διέλευση του τραμ, απαγορεύεται με ειδική σήμανση. Παρόλα αυτά, η σήμανση αγνοείται από τους οδηγούς με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η διέλευση των οχημάτων και ιδιαίτερα των ΜΜΜ. Παρόλα αυτά, προτείνεται η δημιουργία τριών θέσεων προς δημιουργία εγκαταστάσεων P & R ώστε να διευκολύνονται όχι μόνο τα άτομα που έχουν σκοπό να χρησιμοποιήσουν το τραμ αλλά και γενικότερα όλοι οι χρήστες της οδού και οι μόνιμοι κάτοικοι αυτών των περιοχών.

Οι προτεινόμενες θέσεις δημιουργίας P & R είναι οι ακόλουθες:

1. Cityzen (Λιμένας Βόλου, Τελωνείο), πρόκειται για έναν υφιστάμενο χώρο στάθμευσης με χωρητικότητα 209 θέσεων (Cityzen, χ.ε.). Η θέση του είναι ιδανική καθώς βρίσκεται κοντά στην αφετηρία του τραμ, στην κεντρική περιοχή του Βόλου και εντός του Λιμένα Βόλου.
2. Δημοτικό πάρκινγκ οδού Φιλελλήνων, ομοίως με την προηγούμενη θέση είναι ένας υφιστάμενος χώρος στάθμευσης με την διαφορά ότι δεν είναι υπαίθριος. Έχει χωρητικότητα 252 θέσεων και αποτελείται από 15 επίπεδα (Δήμος Βόλου, χ.ε.). Όσον αφορά την θέση του, βρίσκεται στο μέσο της διαδρομής του τραμ και σε πολύ κοντινή απόσταση από το παραλιακό μέτωπο και το κεντρικό τμήμα της πόλης.

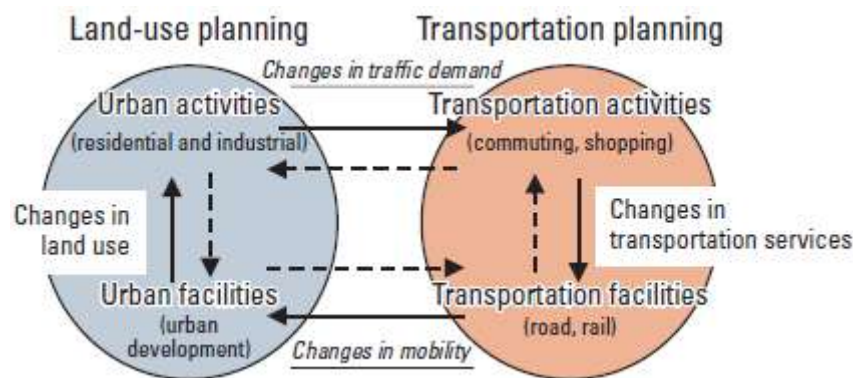
3. Άναυρος, είναι μια παραλιακή περιοχή του Βόλου και εξυπηρετούσε σε ένα τμήμα της τα αστικά λεωφορεία αφού λειτουργούσε ως αφετηρία των γραμμών. Μετά την κατάργηση των γραμμών που ξεκινούσαν από εκείνο το σημείο, ο χώρος μένει κενός. Σε συνδυασμό με αυτό το γεγονός και με το ότι βρίσκεται σε εγγύτητα με φυσικά σημεία ενδιαφέροντος όπως το πάρκο και η παραλία του Αναύρου και ο Λόφος της Γορίτσας είναι δυνατή η μετατροπή του σε χώρο P & R (Εικόνα 87).



Εικόνα 87. Ενδεικτικές θέσεις χωροθέτησης του συστήματος Park and Ride στον Βόλο
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

5.2.3. Χρήσεις γης

Σύμφωνα με την Γιαννακούρου (2019), «Ως χρήση γης ορίζεται ο τρόπος λειτουργικής χρησιμοποίησης τμήματος του εδάφους ή κτισμάτων ή έργων υποδομής, με σκοπό την απεικόνιση επί του πολεοδομικού σχεδίου των χρήσεων των επιφανειών του οικισμού και την παρουσίαση της κατανομής και τοπολογικής ένταξης των διάφορων πολεοδομικών λειτουργιών στον χώρο». Πρόκειται για μια έννοια η οποία είναι στενά συνυφασμένη με τον σχεδιασμό των μεταφορών και πρέπει να διερευνάται εις βάθος (Εικόνα 88). Πιο συγκεκριμένα, ο αποτελεσματικός σχεδιασμός των χρήσεων βελτιώνει την αποδοτικότητα του χώρου και προωθεί την ανάπτυξη νέων δραστηριοτήτων. Ταυτόχρονα, τα μέσα μεταφοράς διευκολύνουν την πρόσβαση σε αυτές τις δραστηριότητες και τις καθιστούν ελκυστικές. Ωστόσο, η ταχεία ανάπτυξη μιας πόλης επιφέρει και αλλαγές στις χρήσεις γης, με αποτέλεσμα οι μεταφορικές υποδομές να μην μπορούν να συμβαδίσουν και να δημιουργούνται προβλήματα όπως είναι η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η παράνομη στάθμευση κ.α. (Morimoto, 2015). Ακόμη, ο τύπος χρήσης γης και η πυκνότητα ανάπτυξης της επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ζήτηση για μετακινήσεις άρα και την επιβατική κίνηση των ΜΜΜ (Sung et al, 2014).



Εικόνα 88. Σχέση χρήσεων γης και μεταφορών

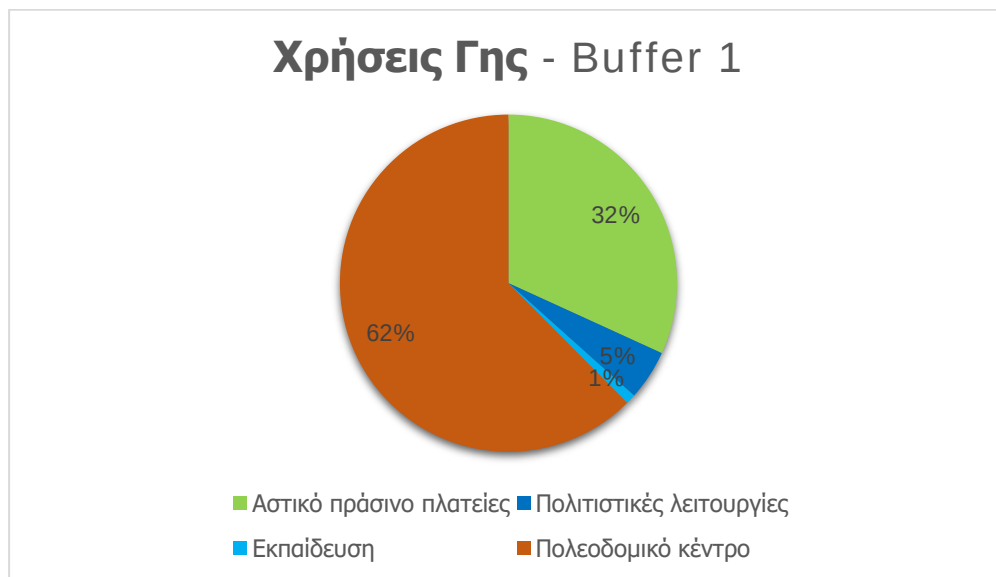
Πηγή: Morimoto, 2015

Δεδομένου ότι οι χρήσεις γης και ο σχεδιασμός των μεταφορών είναι δύο έννοιες αλληλένδετες και στενά συνδεδεμένες έγινε μια ανάλυση αυτών για την περιοχή μελέτης. Αναλυτικότερα, με την χρήση του λογισμικού QGIS δημιουργήθηκαν buffer zones με ακτίνα 200 μέτρων γύρω από τις προτεινόμενες στάσεις της διαδρομής του τραμ. Στη συνέχεια, καταγράφηκαν οι θεσμοθετημένες χρήσεις γης όπως αυτές έχουν οριστεί από το ΓΠΣ (2016) εντός αυτών των ζωνών και προέκυψε ο Πίνακας 48 και τα Διαγράμματα 3 έως 12.

Πίνακας 48. Χρήσεις γης ανά Buffer

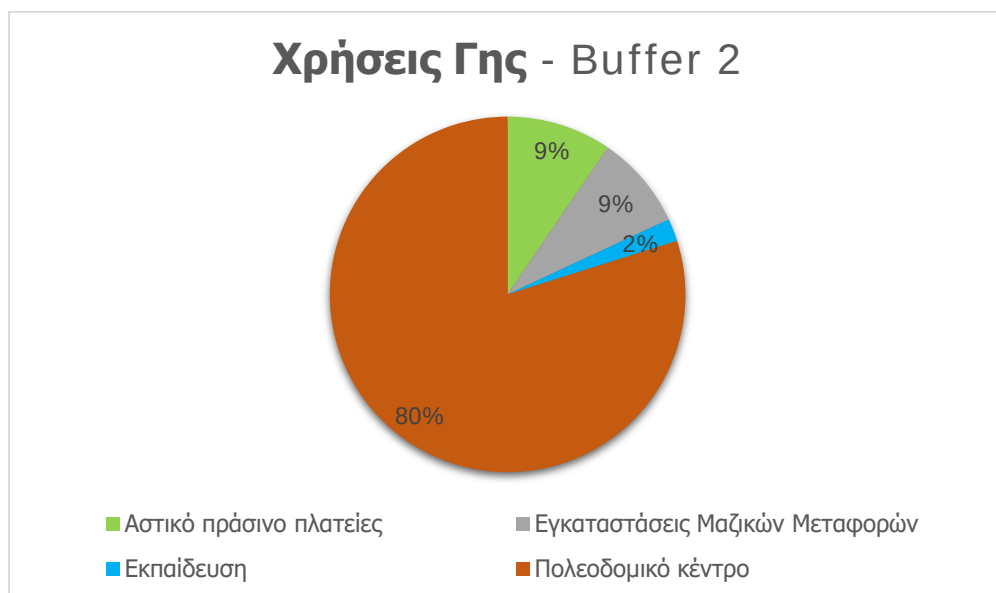
Θεσμοθετημένη χρήση γης	Έκταση (m ²)	Ποσοστό (%)	Περιγραφή
Buffer 1 – Δημαρχείο (επί της 2^{ας} Νοεμβρίου)			
Πολοδομικό Κέντρο	56.356	62,4	-
Αστικό Πράσινο-Πλατείες	28.725	31,8	Τμήμα της πλατείας Ρήγα Φεραίου και Μεταμόρφωσης
Εκπαίδευση	862	1,0	Κεντρική Βιβλιοθήκη Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Πολιτιστικές Λειτουργίες	4.336	4,8	Δημοτικό θέατρο «Βαγγέλης Παπαθανασίου», Ανοικτό Δημοτικό Θέατρο «Μελίνα Μερκούρη», Δημοτικό Ωδείο Βόλου, Κέντρο Τέχνης Τζιόρτζιο Ντε Κίρικο
Buffer 2 – Ελ. Βενιζέλου			
Πολοδομικό Κέντρο	80.572	79,9	-
Αστικό Πράσινο-Πλατείες	9.615	9,5	Πλατεία Πανεπιστημίου και πράσινο σημείο στο παραλιακό μέτωπο
Εκπαίδευση	2.081	2,1	Τμήμα του τμήματος Οικονομικών Επιστημών
Εγκαταστάσεις Μαζικών Μεταφορών	8.612	8,5	Τμήμα του Λιμένος Βόλου
Buffer 3 – Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας			
Πολοδομικό Κέντρο	69.105	80,9	-
Αστικό Πράσινο-Πλατείες	12.555	14,7	Τμήμα του Πάρκου Αγίου Κωνσταντίνου
Εκπαίδευση	3.757	4,4	Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Buffer 4 – Βλαχάβα			
Πολοδομικό Κέντρο	64.527	60,4	-
Γενική Κατοικία	21.603	20,2	-
Αστικό Πράσινο-Πλατείες	16.477	15,4	Τμήμα του Πάρκου Αγίου Κωνσταντίνου
Εκπαίδευση	4.153	3,9	2ο Εσπερινό ΕΠΑΛ, 5ο Γυμνάσιο, 5ο Δημοτικό Σχολείο Βόλου
Buffer 5 – Νοσοκομείο			
Πολοδομικό Κέντρο	3.158	2,8	-
Γενική Κατοικία	71.992	63,7	-

Εκπαίδευση	4.700	4,2	Τμήμα του 22ου, 7ου Δημοτικού σχολείου και του 2ου Γυμνασίου Βόλου
Πολιτιστικές Λειτουργίες	5.646	5,0	Αθανασάκειο Αρχαιολογικό Μουσείο
Περίθαλψη	27.557	24,4	Αχιλλοπούλειο Νοσοκομείο Βόλου
Buffer 6 – Άναυρος			
Πολοδομικό Κέντρο	14.973	18,8	-
Γενική Κατοικία	25.125	31,5	-
Αστικό Πράσινο-Πλατείες	24.304	30,5	Τμήμα του πάρκου Αναύρου και πλατεία Γεωργίου Αντωνόπουλου
Εκπαίδευση	5.395	6,8	Τμήμα του 2 ^{ου} Γυμνασίου και Λυκείου Βόλου
Αθλητισμός	8.900	11,2	Τμήμα του Ναυτικού Όμιλου Βόλου
Πολιτιστικές Λειτουργίες	1.088	1,4	Τμήμα του Αθανασάκειο Αρχαιολογικού Μουσείου
Buffer 7 – Στρατηγού Σαράφη			
Πολοδομικό Κέντρο	5.032	4,2	-
Γενική Κατοικία	113.722	94,6	-
Αστικό Πράσινο-Πλατείες	1.466	1,2	Πλατεία Μεφσοút
Buffer 8 – Καρτάλειο Διδακτήριο			
Πολοδομικό Κέντρο	58.428	51,3	-
Γενική Κατοικία	27.505	24,1	-
Αστικό Πράσινο-Πλατείες	25.445	22,3	Τμήμα του Πάρκου Αγίου Κωνσταντίνου
Εκπαίδευση	2.592	2,3	2ο Εσπερινό ΕΠΑΛ, 5ο Γυμνάσιο Βόλου
Buffer 9 – Κουμουνδούρου			
Πολοδομικό Κέντρο	99.715	89,5	-
Γενική Κατοικία	1.633	1,5	-
Αστικό Πράσινο-Πλατείες	6.154	5,5	Πλατεία Αγίου Νικολάου
Εκπαίδευση	3.896	3,5	Τμήμα Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Buffer 10 – Πλατεία Πανεπιστημίου			
Πολοδομικό Κέντρο	103.861	90,2	-
Αστικό Πράσινο - Πλατείες	6.333	5,5	Πλατεία Πανεπιστημίου και πράσινο σημείο στο παραλιακό μέτωπο
Εκπαίδευση	4.980	4,3	Τμήμα του τμήματος Οικονομικών Επιστημών
Πηγή: Ίδια επεξεργασία			



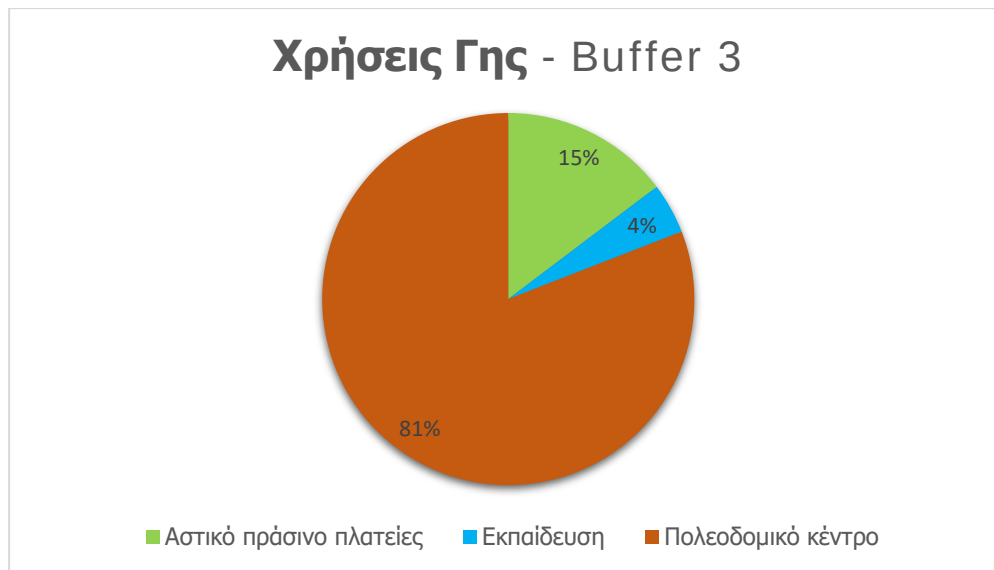
Διάγραμμα 3. Χρήσεις γης στην 1η Ζώνη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



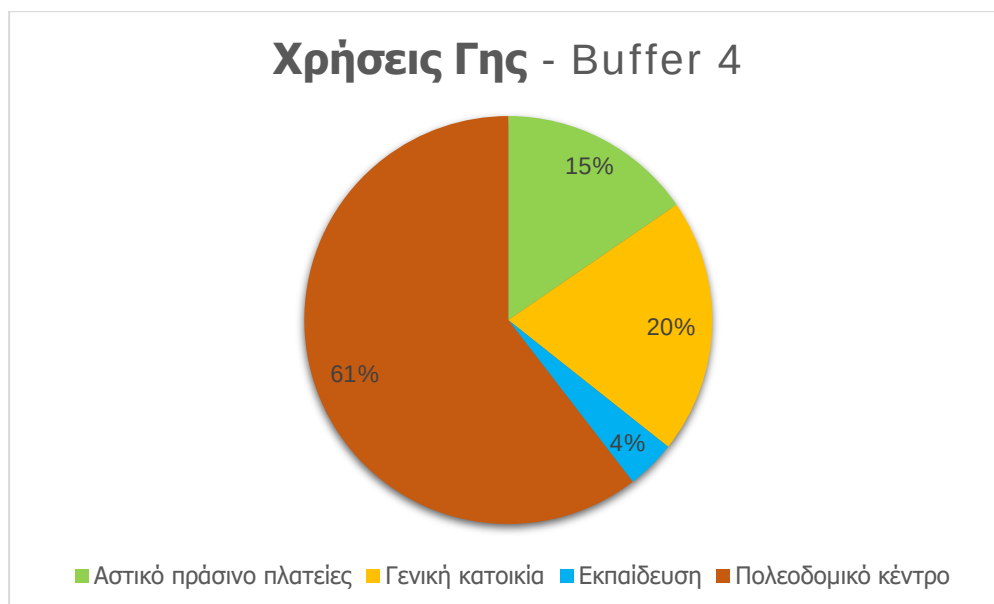
Διάγραμμα 4. Χρήσεις γης στην 2η Ζώνη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



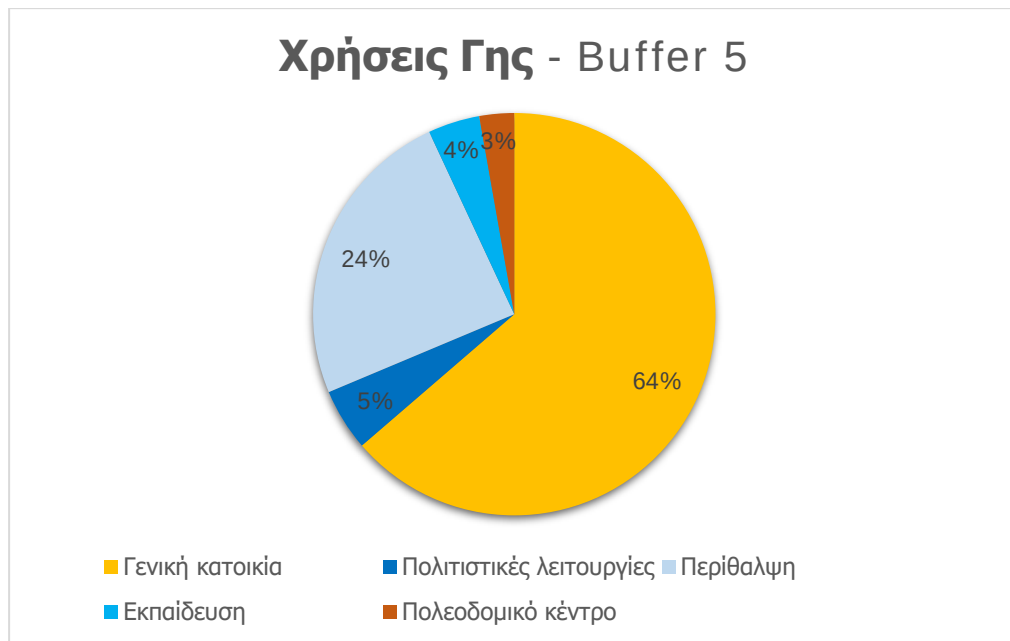
Διάγραμμα 5. Χρήσεις Γης στην 3^η Ζώνη

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία



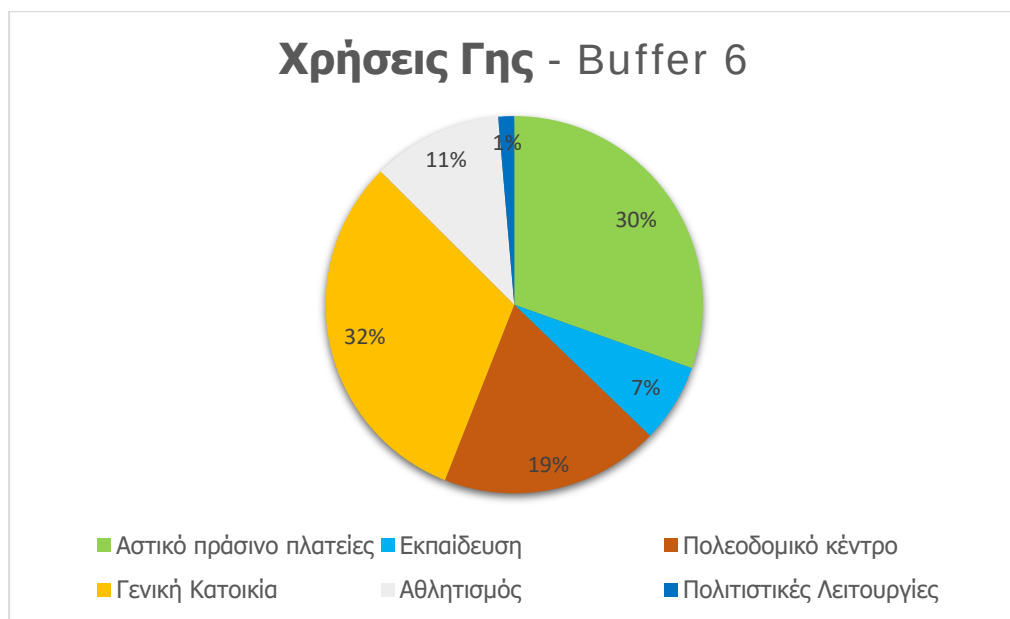
Διάγραμμα 6. Χρήσεις Γης στην 4^η Ζώνη

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία



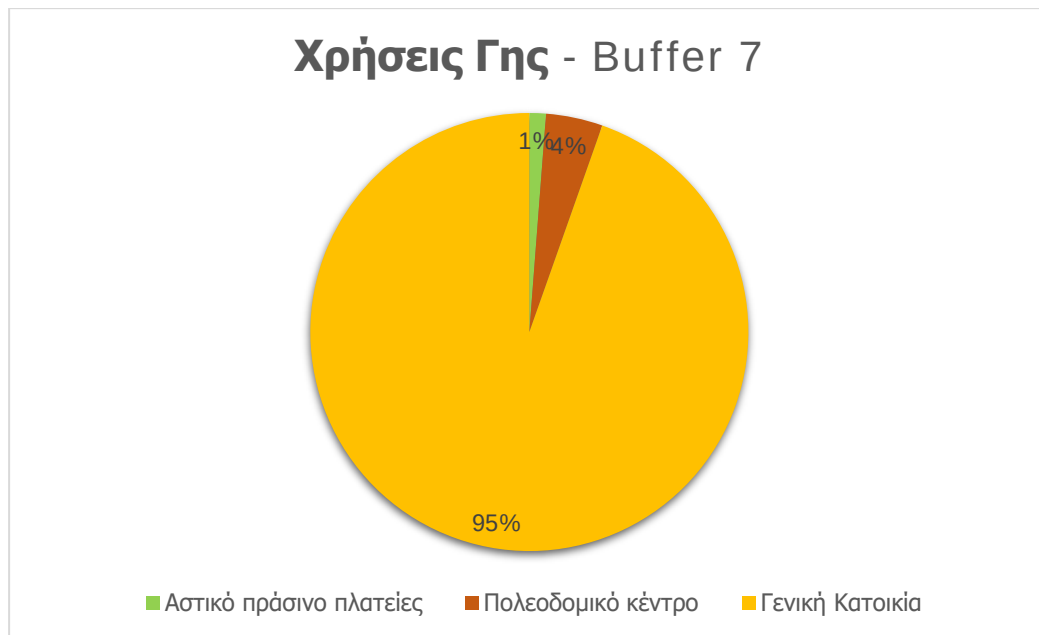
Διάγραμμα 7. Χρήσεις Γης στην 5^η Ζώνη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



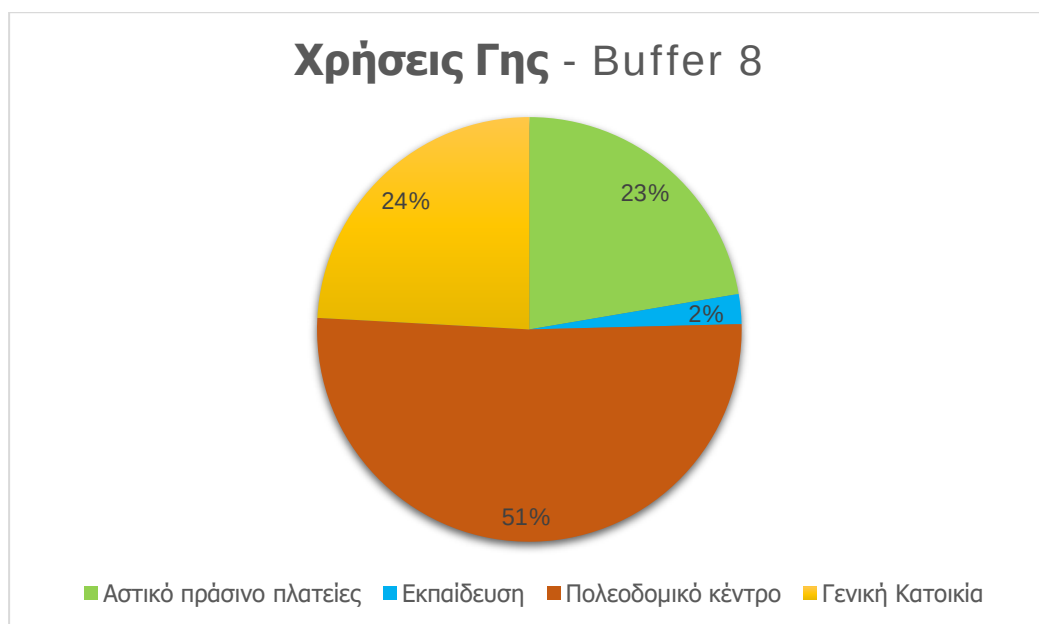
Διάγραμμα 8. Χρήσεις Γης στην 6^η Ζώνη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



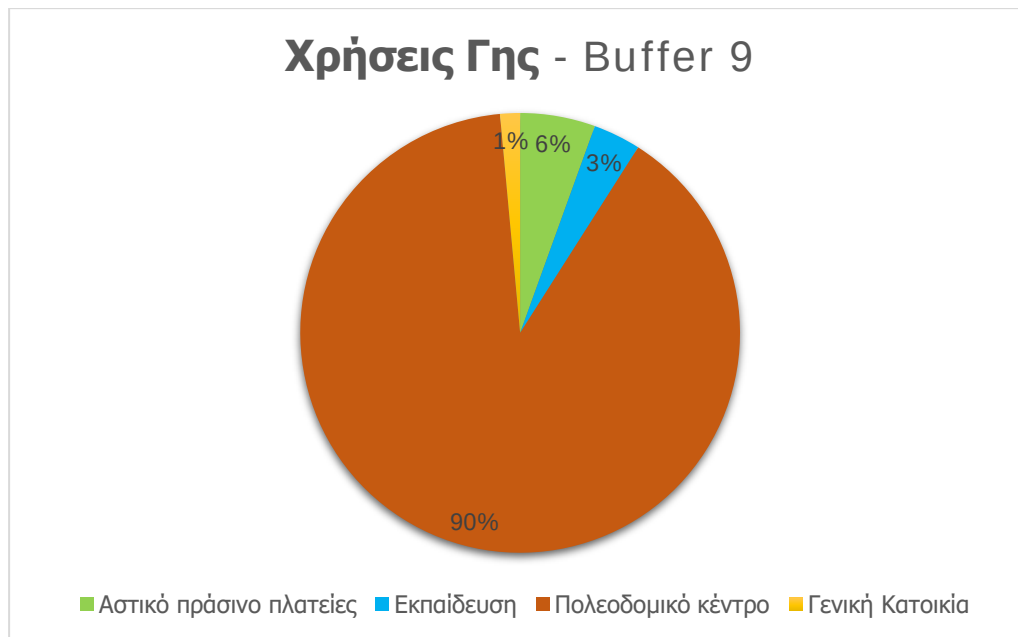
Διάγραμμα 9. Χρήσεις Γης στην 7^η Ζώνη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Διάγραμμα 10. Χρήσεις Γης στην 8^η Ζώνη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Διάγραμμα 11. Χρήσεις Γης στην 9^η Ζώνη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Διάγραμμα 12. Χρήσεις Γης στην 10^η Ζώνη

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από τα παραπάνω διαγράμματα εξαγεται το συμπέρασμα ότι με εξαίρεση τις ζώνες 5, 6 και 7, στις υπόλοιπες κυρίαρχη χρήση γης είναι το πολυενοδομικό κέντρο.

5.2.4. Περιβαλλοντικά Χαρακτηριστικά

Σήμερα (2024), οι πόλεις παγκοσμίως απειλούνται από την κλιματική αλλαγή. Ένας παράγοντας που την επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό είναι οι εκπομπές του CO₂ που οφείλονται κατά κύριο λόγο στην καύση ορυκτών καυσίμων (Congressional Budget Office, 2022). Ο κλάδος των μεταφορών είναι υπεύθυνος για το ¼ των εκπομπών στην Ευρώπη (European Commission, n.d). Μια λύση αποτελεί η μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται για την κίνηση των οχημάτων σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας που είναι σαφώς φιλικότερες και με μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Πηγή ενέργειας του τραμ

Στην προκειμένη περίπτωση, το τραμ θα κινείται με το σύστημα RCA το οποίο εφαρμόζεται στο τραμ της πόλης Σαραγόσα όπως περιεγράφηκε στην Ενότητα 3.5. Πιο συγκεκριμένα, χάρη στον μηχανισμό ανάκτησης της χαμένης ενέργειας κατά την πέδηση και της φόρτισης του οχήματος στον χώρο των στάσεων όπου η ενέργεια θα παράγεται με την βοήθεια φωτοβολταϊκών, που σχετίζονται με το ανθρακικό αποτύπωμα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας να μειωθούν στο ελάχιστο. Ακόμη, θα επιλυθεί το ζήτημα της οπτικής όχλησης αφού δεν θα εξαρτάται η κίνηση του τραμ από τα καλώδια ηλεκτροδότησης.

Εκπομπές CO₂

Όπως προαναφέρθηκε στα λειτουργικά χαρακτηριστικά, στο μεταφορικό σύστημα της πόλης του Βόλου θα καταργηθούν οι αστικές γραμμές των λεωφορείων με τον αριθμό 1 και 5, καθώς θα αντικατασταθούν από το τραμ. Αυτό συνεπάγεται μείωση των εκπομπών του CO₂. Αναλυτικότερα, ένα συμβατικό βενζινοκίνητο λεωφορείο εκπέμπει κατά μέσο όρο 83 γραμμάρια CO₂ ανά χιλιόμετρο (Yang et al, 2016). Στην προκειμένη περίπτωση για να υπολογιστεί το ποσοστό των ημερησίων εκπομπών χρειάζεται απαιτούνται η συνολική διαδρομή των λεωφορείων που θα καταργηθούν και ο αριθμός των δρομολογίων σε καθημερινή βάση. Αυτά τα δυο στοιχεία παρουσιάζονται στον Πίνακα 49.

Πίνακας 49. Μήκος και ημερήσιος αριθμός δρομολογίων των αστικών γραμμών 1 και 5

	Γραμμή 1 (Αναυρος – Νέα Ιωνία)	Γραμμή 5 (Κεντρική Αφετηρία – Τέρμα Λεχώνια)
Συνολικός Μήκος	10,2 km	26 km
Ημερήσιος αριθμός Δρομολογίων	75	40
Πηγή: City Bus Volos, 2024		

Πιο συγκεκριμένα,

- Γραμμή 1 (Άναυρος – Νέα Ιωνία): Ημερήσιες εκπομπές CO₂ = Συνολικό μήκος (km)* αριθμός δρομολογίων* γραμμάρια/km= $10,2 * 75 * 83 = 63.495 \text{ g/ημέρα}$
- Γραμμή 5 (Κεντρική Αφετηρία – Τέρμα Λεχώνια): Ημερήσιες εκπομπές CO₂ = Συνολικό μήκος (km)* αριθμός δρομολογίων* γραμμάρια/km= $26 * 40 * 83 = 86.320 \text{ g/ημέρα}$

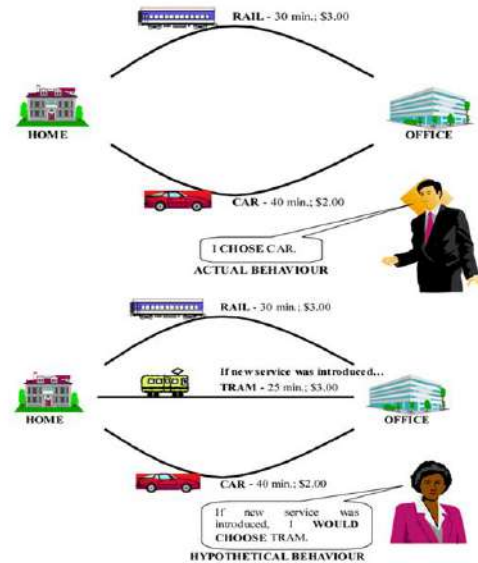
Άρα, δεδομένου ότι το προτεινόμενο τραμ έχει μηδενικές εκπομπές, με την αντικατάσταση των συγκεκριμένων αστικών γραμμών οι ημερήσιες εκπομπές CO₂ μειώνονται κατά $63.495 + 86.320 = 149.815 \text{ g/ημέρα}$. Με παραδοχή λειτουργίας του τραμ με την ίδια συχνότητα όλες τις ημέρες του έτους, η συνολική μείωση εκπομπών είναι περίπου 55 τόνοι CO₂ ετησίως.

5.2.5. Συμπληρωματικές μελέτες

Η ένταξη ενός νέου μέσου μεταφοράς και ιδιαίτερα ενός μέσου σταθερής τροχιάς στο σύστημα μια πόλης είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα το οποίο χρίζει περαιτέρω διερεύνηση έτσι ώστε να είναι λειτουργικό και αποδοτικό. Κάποια βασικά στοιχεία που καθιστούν την ένταξη ενός συστήματος τραμ τόσο περίπλοκη είναι ότι δημιουργεί συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ αυτού και των άλλων χρηστών της οδού επειδή καταλαμβάνει χώρο. Πιο συγκεκριμένα, τίθενται ζητήματα ασφαλείας για τους πεζούς και τους ποδηλάτες αλλά και υπάρχει δυσκολία μικτής κυκλοφορίας με τα υπόλοιπα οχήματα. Ακόμη, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράμετροι όπως είναι οι επιπτώσεις του στο περιβάλλον, η οικονομική του αποδοτικότητα καθώς και αν υπάρχει ζήτηση από τους πολίτες για μετακίνηση με το συγκεκριμένο μέσο (Matskoukis, Ambakoumkin, 2004).

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν και συμπληρωματικά με την μελέτη περίπτωσης που αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 5 κρίνεται αναγκαία η εκπόνηση μελετών που θα ενισχύσουν την παρούσα πρόταση.

1. **Μελέτη ζήτησης μετακινήσεων**, μια μέθοδος για να υπολογιστεί αυτή η παράμετρος είναι η Έρευνα Δεδηλωμένης Προτίμησης (Revealed Preference) με την οποία παρουσιάζεται ένα σενάριο στους ερωτώμενους και αυτοί επιλέγουν μια εναλλακτική (Mendelsohn, 2019) όπως φαίνεται στην Εικόνα 89.



Εικόνα 89. Παράδειγμα της έρευνας Δεδηλωμένης Προτίμησης

Πηγή: <https://www.semanticscholar.org/paper/Guidelines-for-Stated-Preference-Experiment-Design-Sanko/689def626b7dd44072d2b593f4ecbeb3138d1da2>

2. **Κυκλοφοριακή μελέτη**, βασίζεται στην μέτρηση πραγματικών δεδομένων και αφορά τις κυκλοφοριακές συνθήκες, την κατάσταση της υποδομής και τη διαχείριση της κυκλοφορίας, όπως είναι η σηματοδότηση, οι κυκλοφοριακές ρυθμίσεις, η ευρύτερη κατάσταση του οδικού δικτύου καθώς και άλλα μεγέθη όπως ο κυκλοφοριακός φόρτος και η μεταφορική ικανότητα του εκάστοτε τμήματος (Li et al, 2020).
3. **Μελέτη διαχείρισης στάθμευσης**, με δεδομένο ότι η ένταξη ενός μέσου σταθερής τροχιάς περιορίζει τις παρόδιους χώρους στάθμευσης (Spiliouroulou, Antoniou, 2012).
4. **Μελέτη Περιβαλλοντικών επιπτώσεων**, ως ένα έργο μεγάλης παρέμβασης στο ευρύτερο αστικό περιβάλλον, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τον προσδιορισμός της όχλησης που προκαλείται από αυτό τόσο στην ποιότητα του αέρα όσο στην οπτική και ηχητική όχληση (Βαγιωνά, 2021).
5. **Μελέτη πολιτικής ναύλων** ώστε να υπολογιστεί το προτεινόμενο αντίτιμο εισιτηρίου για την πρόσβαση στο τραμ.
6. **Οικονομοτεχνική μελέτη** έτσι ώστε να υπολογιστεί η απόδοση του έργου τόσο σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα όσο και σε μακροπρόθεσμο.
7. **Καταγραφή Χρήσεων Γης**, ώστε να γίνει σαφής η πραγματική εικόνα της πόλης.

Συμπεράσματα

Σήμερα (2024), διανύουμε μια περίοδο αλλαγών στον τομέα της αστικής κινητικότητας με τα MMM να αποτελούν εκ νέου προτεραιότητα πολιτικής και σχεδιασμού, με απώτερο στόχο την πράσινη μετάβαση και την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των πόλεων. Στην πλειονότητα των ευρωπαϊκών κρατών έχει εμφανιστεί η τάση προώθησης των ΔΣ, με έμφαση να δίνεται στην ένταξη συστημάτων τραμ στα υφιστάμενα μεταφορικά συστήματα. Το τραμ έχει ποικίλα πλεονεκτήματα με σημαντικότερα την εξοικονόμηση ενέργειας, τη μείωση των Ι.Χ. οχημάτων από κεντρικούς άξονες, τα υψηλά επίπεδα μεταφορικής ικανότητας και την μείωση των κοινωνικών ανισοτήτων. Ακόμη, εξυπηρετεί ήδη τις ανάγκες πολλών πόλεων της Ευρώπης, με χαρακτηριστικά παραδείγματα την Λισαβόνα, την Νάντες και την Σαραγόσα. Και οι τρεις πόλεις έχουν καταφέρει να αξιοποιήσουν το τραμ με διαφορετικό τρόπο και να το χρησιμοποιούν όχι μόνο σαν μεταφορικό μέσο αλλά και σαν τουριστικό πόλο έλξης. Επιπρόσθετα, στην περίπτωση της πόλης της Σαραγόσα, έχει επιτευχθεί μείωση των εκπομπών CO₂ σε ποσοστό της τάξεως του 85 %, συγκριτικά με τις αντίστοιχες εκπομπές των λεωφορείων.

Ωστόσο, εμφανίζονται και κάποιες προκλήσεις. Αρχικά, η επιλογή του καταλληλότερου MMM που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της εκάστοτε πόλης είναι δύσκολη και χρίζει προσεκτικής μελέτης και διερεύνησης. Επίσης, στις περισσότερες πόλεις, ο στόλος των οχημάτων είναι απαρχαιωμένος και η αντικατάστασή του είναι χρονοβόρα και έχει μεγάλο οικονομικό κόστος. Τέλος, με την ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας είναι δύσκολη η ενσωμάτωση και η διαχείρισή της στα συστήματα ΔΣ.

Στην παρούσα εργασία, εκπονήθηκε μελέτη περίπτωσης για την πόλη του Βόλου και εξάχθηκαν τα ακόλουθα συμπεράσματα. Πρώτα από όλα, η γεωμετρική ένταξη του τραμ στον αστικό ιστό είναι εφικτή αφού πληρούνται όλες οι προδιαγραφές, χωρίς να χρειάζονται τροποποιήσεις στην πλειονότητα της διαδρομής, στις κυκλοφοριακές συνθήκες των οδών, στους χώρους των πεζοδρομίων και στην στάθμευση. Εξαιρούνται οι τροποποιήσεις που αφορούν το πλάτος των πεζοδρομίων σε 2 διασταυρώσεις καθώς και η μετατροπή μιας οδού σε ήπιας κυκλοφορίας προς διευκόλυνση της διέλευσης του τραμ. Ακόμη, το τραμ θα κινείται με το σύστημα RCA, γεγονός που το καθιστά φιλικό προς το περιβάλλον αφού οι εκπομπές CO₂ θα είναι μηδενικές και ταυτόχρονα επιλύεται το ζήτημα της οπτικής όχλησης αφού η κίνηση του δεν θα εξαρτάται από εναέρια καλώδια. Όσον αφορά, την αλληλεπίδραση του συγκεκριμένου μέσου με τις χρήσεις γης, η προτεινόμενη διαδρομή κατά κύριο λόγο διέρχεται από περιοχές με θεσμοθετημένη χρήση «πολεοδομικό κέντρο» με εξαίρεση τρεις ζώνες που κυριαρχεί η «γενική κατοικία». Κατά την συγγραφή της μελέτης περίπτωσης αντιμετωπίστηκαν δυο προκλήσεις. Πρώτον, η έλλειψη δεδομένων και χαρτογραφικών υποβάθρων ώστε να γίνει με αποτελεσματικότερο τρόπο η αποτύπωση των ευρημάτων και δεύτερον, η απουσία τεχνικών προδιαγραφών σε εθνικό επίπεδο που σχετίζονται με την ένταξη του τραμ στο μεταφορικό σύστημα μιας ελληνικής πόλης. Γι' αυτό το λόγο η βιβλιογραφία σε ζητήματα γεωμετρικής ένταξης για τα ελληνικά δεδομένα είναι περιορισμένη.

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης περίπτωσης, επισημαίνεται ο διεπιστημονικός της χαρακτήρας για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ένταξης και λειτουργίας του αστικού τροχιόδρομου. Συγκεκριμένα, αναφέρεται η απαίτηση εκπόνησης ορισμένων συμπληρωματικών μελετών για την πλήρη τεκμηρίωση της ένταξης τραμ στην πόλη του Βόλου, σε συνέχεια της μελέτης της γεωμετρικής και λειτουργικής ένταξης. Μια πρόταση για μελλοντική ανάλυση είναι να γίνει μια μελέτη ζήτησης μετακινήσεων ώστε να υπολογιστεί πόσο θα αλλάξει η ζήτηση από τους επιβάτες αν στο υφιστάμενο μεταφορικό σύστημα ενταχθεί και το τραμ. Μια άλλη πρόταση για μελλοντική έρευνα είναι η ένταξη συστήματος BRT, που θα καλύπτει τις πιθανές επεκτάσεις της προτεινόμενης διαδρομής.

Βιβλιογραφία

ALSTOM, 2015. Alstom and NTL carry out the first test on the tracks of the Ayacucho tramway line, s.l.: s.n.

ALSTOM, n.d. Citadis Classic articulated tram: High-quality and proven trams for European brownfield networks, s.l.: s.n.

Arevalo, P., Cano, A., Benavides, J. & Jurado, F., 2021. Feasibility study of a renewable system (PV/HKT/GB) for hybrid tramway based on fuel cell and super capacitor. IET Renewable Power Generation, February, 15(3), pp. 491-503.

Banister, D., 2011. Cities, mobility and climate change. Journal of Transport Geography, November, 19(6), pp. 1538-1546.

Basso, L., Feres, F. & Silva, H., 2019. The efficiency of bus rapid transit (BRT) systems: A dynamic congestion approach. Transportation Research Part B: Methodological, September, Τόμος 127, pp. 47-71.

Boquet, Y., 2017. The renaissance of tramways and urban redevelopment in France. Miscellanea Geographica, March.

Burges, K., Bömer, J., Nabe, C. & Papaefthymiou, G., 2008. Study on the comparative merits of overhead electricity transmission lines versus underground cables, s.l.: s.n.

Christoforou, Z., Chandakas, E. & Kaparias, I., 2017. An investigation of dwell time patterns in urban public transport systems: The case of the Nantes tramway, s.l.: s.n.

CityBusVolos, χ.ε.. s.l.: s.n.

Cityzen, χ.ε.. Cityzen Λιμάνι Βόλος Τελωνείο, s.l.: s.n.

Civitatis, n.d. Lisbon, s.l.: s.n.

Congressional Budget Office, 2022. Emissions of Carbon Dioxide in the Transportation Sector, s.l.: s.n.

COST, 2015. Operation and safety of tramways, Analysis and Outcomes, s.l.: s.n.

Costa, Á. & Fernandes, R., 2011. Urban public transport in Europe: Technology diffusion and market organisation. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 46(2), pp. 269-284.

Dodson, J., Mees, P., Stone, J. & Burke, M., 2011. The principles of public transport network planning: A review of the emerging literature with select examples, s.l.: s.n.

European Commission, 2019. Communication from the commission to the European parliament, the European council, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions, The European Green Deal, Brussels: s.n.

European Commission, 2020. Sustainable & Smart Mobility Strategy, s.l.: s.n.

European Commission, 2021. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions the new EU urban mobility framework, Strasbourg: s.n.

European Commission, 2023. Further €73 million in Cohesion Funds used to extend tram network in Bratislava, Slovakia, s.l.: s.n.

European Commission, n.d. Transport, s.l.: s.n.

Fabian , T., 2000. The Evolution of the Berlin Urban Railway Network. Japan Railway & Transport Review, October.

Fetting , C., 2020. "The European Green Deal", ESDN Report, Vienna: s.n.

Gallo, M. & Marinelli, M., 2020. Sustainable Mobility: A Review of Possible Actions and Policies. MDPI, September.

García , P., Torreglosa, . J., Fernández, . L. & Jurado , . F., 2012. Viability study of a FC-battery-SC tramway controlled by equivalent consumption minimization strategy. International Journal of Hydrogen Energy, June, 37(11), pp. 9368-9382.

Guihaire, V. & Hao, . J.-K., 2010. Transit network timetabling and vehicle assignment for regulating authorities. Computers & Industrial Engineering, August, 59(1), pp. 16-23.

Hellenic Train, 2023. Κυκλοφοριακές ρυθμίσεις λόγω των ακραίων καιρικών φαινομένων "Daniel", s.l.: s.n.

INSETE, 2019. Περιφέρεια Θεσσαλίας, Ετήσια Έκθεση ανταγωνιστικότητας και διαρθρωτικής προσαρμογής στον τομέα του τουρισμού για το έτος 2018, s.l.: s.n.

Ji, Y., Tang, Y., Wang, W. & Du, Y., 2018. Tram-Oriented Traffic Signal Timing Resynchronization. Journal of Advanced Transportation, September.

Kubański, M., 2020. Prospects for the Use of Electric Vehicles in Public Transport on the Example of the City of Czechowice-Dziedzice. Transportation Research Procedia, Τόμος 44, pp. 110-114.

Li, L. και συν., 2020. Trajectory data-based traffic flow studies: A revisit. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, May, Τόμος 114, pp. 225-240.

Lin, J.-J. & Wong, H.-I., 2014. Optimization of a feeder-bus route design by using a multiobjective programming approach. Transportation Planning and Technology, 37(5).

Litman, T., 2024. Evaluating Public Transit Benefits and Costs, s.l.: s.n.

Madejski, J., 2005. Light rail, tram track and turnout geometry. WIT Transactions on The Built Environment, Τόμος 77.

Matsoukis , E. & Ambakoumkin, C., 2004. Proper Planning And Citizen Participation As Prerequisites For The Successful Design Of A Modern Tramway System: Lessons Learnt From The Athens Tramway Example. WIT Transactions on The Built Environment.

Mendelsohn, R. O., 2019. An Examination of Recent Revealed Preference Valuation Methods and Results. Review of Environmental Economics and Policy, 13(2), pp. 267-282.

Morimoto, A., 2015. Transportation and land use. Στο: Traffic and Safety Sciences. s.l.:s.n.

Naegeli, L., Weidmann, U. & Nash, . A., 2012. Checklist for Successful Application of Tram–Train Systems in Europe. Sage Journals, 1 January, 2275(1).

- Ortega, J. F., Péter , T. & Tóth, J., 2021. Planning a Park and Ride System: A Literature Review. *Future Transportation*, Τόμος 1.
- Ortego , A., 2015. What is the impact of promoting new transport systems? the case of Zaragoza., s.l.: s.n.
- Pyrgidis , C., 2021. Railway Transportation Systems, Design, Construction and Operation. s.l.:s.n.
- Rahimi, S., 2012. Improving Tram Speed, A Case Study Of Introduced Tramline "Odenplan-Solna", s.l.: s.n.
- Roess, R. & Sansone, G., 2013. The Wheels That Drove New York, A History of the New York City Transit System. s.l.:s.n.
- Rydlewski, M., 2022. Tram and Bus Stops in Cities – An Overview of Assessment Methods, s.l.: s.n.
- Rydlewski, M., Tubis, A. & Skroumpelos, G., 2023. Tram stop infrastructure in Poland in the aspect of safety. *Archives of Transport*, March, 65(1), pp. 105-118.
- Sawicki, P. & Sawicka, H., 2021. Combined optimisation and MCDA based solution of the tram depot location problem. *Archives of Transport*, December, 60(4).
- Siedler, C. E., 2014. Can bus Rapid Transit be a Sustainable Means of Public Transport in Fast Growing Cities? Empirical Evidence in the Case of Oslo. *Transportation Research Procedia*, 1(1), pp. 109-120.
- Silver, K., Lopes , A., Vale, . D. & Marques da Costa , . N., 2023. The inequality effects of public transport fare: The case of Lisbon's fare reform. *Journal of Transport Geography*, October, Τόμος 112.
- Soczówka, P. & Żochowska, R., 2020. Interactions between tram passengers and road vehicles at tram stops - a pilot study. *Transactions on Transport Sciences*, September, 11(2), pp. 64-76.
- Spårvagnsstäderna, n.d. Trams have high capacity, s.l.: s.n.
- Spiliopoulou, C. & Antoniou, C., 2012. Analysis of Illegal Parking Behavior in Greece. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, pp. 1622-1631.
- Sung, H., Choi, K., Lee , . S. & Cheon , S., 2014. Exploring the impacts of land use by service coverage and station-level accessibility on rail transit ridership. *Journal of Transport Geography*, April, Τόμος 36, pp. 136-140.
- Sun, Y. & Cui , . Y., 2018. Evaluating the coordinated development of economic, social and environmental benefits of urban public transportation infrastructure: Case study of four Chinese autonomous municipalities. *Transport Policy*, August, Τόμος 66, pp. 116-126.
- TII, 2017. Road Safety Audit Guidelines, s.l.: s.n.
- Tzanakakis, K., 2013. The Railway Track and Its Long Term Behaviour, A Handbook for a Railway Track of High Quality. s.l.:s.n.
- UrbanBusToolkit, 2006. Factors Influencing Bus System Efficiency / Vehicle Size And Type, s.l.: s.n.

Vuchic, V., 2007. Urban transit systems and technology. s.l.:s.n.

Yang, L. και συν., 2016. Evaluating real-world CO₂ and NO_x emissions for public transit buses using a remote wireless on-board diagnostic (OBD) approach. Environmental Pollution, November, Τόμος 218, pp. 453-462.

Zaragoza, T., n.d. s.l.: s.n.

Zarrili, L. & Brito, M., 2013. Lisbon experience. Mobility, quality of life and tourist image: a survey, s.l.: s.n.

Αλεξανδρή - Βρανά, Ε., 2022. Η Αθήνα του 19ου αιώνα και η συμβολή της Ευρώπης στην πολιτιστική της εξέλιξη. s.l.:s.n.

Ανδρικοπούλου, Ε., Γιαννακού, Α., Καυκαλάς, Γ. & Πιτσιάβα - Λατινοπούλου, Μ., 2014. Πόλη και πολεοδομικές πρακτικές για τη βιώσιμη ανάπτυξη. 2η Αναθεωρημένη επιμ. s.l.:s.n.

Αραβαντινός, Α., 2007. Πολεοδομικός Σχεδιασμός, για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου. 2η Αναθεωρημένη επιμ. s.l.:s.n.

Βαγιωνά, Δ., 2021. Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. 2η επιμ. s.l.:s.n.

Βλαστός, Θ. & Μπακογιάννης, Ε., 2019. Προς μια Ελλάδα με λιγότερα αυτοκίνητα, Χωρικός Σχεδιασμός και «Στρατηγικές Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας-ΣΒΑΚ» απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Αθήνα: s.n.

Βουγιούκας, Μ. & Σγουρής, Β., 2005. Διερεύνηση δημιουργίας συστήματος Τραμ στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Βόλου. s.l.:s.n.

Γαβανάς, Ν., Παπαϊωάννου, Π., Πιτσιάβα - Λατινοπούλου, Μ. & Πολίτης, Ι., 2015. Αστικά δίκτυα μεταφορών και διαχείριση κινητικότητας. s.l.:s.n.

Γιαννακούρου, Γ., 2019. Δίκαιο Χωροταξίας & Πολεοδομίας. 1η επιμ. s.l.:s.n.

Δ/νση Βιώσιμης Κινητικότητας Δήμου Βόλου, 2023. Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (ΣΒΑΚ), Στάδιο ΙΙΙ: «Συγκεκριμενοποίηση μέτρων και εγκεκριμένο ΣΒΑΚ», s.l.: s.n.

Δήμος Βόλου, Φιλόδημος ΙΙ, χ.ε.. s.l.: s.n.

Δήμος Βόλου, α. α. 2., 2021. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Βόλου 2020-2023, s.l.: s.n.

Δήμος Βόλου, χ.ε.. Χώροι Στάθμευσης, s.l.: s.n.

Διμέλλη, Δ., 2023. Σχεδιασμός Ανθεκτικών Πόλεων. s.l.:s.n.

ΕΚΒΥ, χ.ε.. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας - Ελληνικό Κέντρο Βιότοπων και Υγρότοπων, s.l.: s.n.

Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), χ.ε. s.l.: s.n.

ΕΤΒΑ, χ.ε.. Βιομηχανικές περιοχές, s.l.: s.n.

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2021. Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1119 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Ιουνίου 2021 για τη θέσπιση πλαισίου με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας και για την τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 401/2009 και (ΕΕ) 2018/1999, s.l.: s.n.

Ν. 3542/2007 (ΦΕΚ 50/Α` 2.3.2007), 2007. Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας (ΚΟΚ), s.l.: s.n.

Ν. 3852/2010 - ΦΕΚ 87Α/2010, 2010. Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης, σ.λ.: σ.ν.

Ν. 4784/2021, ΦΕΚ Α 40/16.3.2021, 2021. Η Ελλάδα σε κίνηση: Βιώσιμη Αστική Κινητικότητα - Μικροκινητικότητα - Ρυθμίσεις για τον εκσυγχρονισμό, την απλούστευση και την ψηφιοποίηση διαδικασιών του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών και άλλες διατάξεις, σ.λ.: σ.ν.

Νάθενας, Γ. & Καραθάνου, Μ., 2004. Το τραινάκι του Πηλίου από την πόλη των αργοναυτών στο βουνό των Κενταύρων. σ.λ.:σ.ν.

ΟΜΟΕ 1, 2001. σ.λ.: σ.ν.

ΟΜΟΕ 4, 2001. σ.λ.: σ.ν.

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, χ.ε.. Σχολές - Τμήματα, σ.λ.: σ.ν.

ΠΔ 59/2018 , 2018. Προεδρικό Διάταγμα 59/2018 περί κατηγοριών και περιεχομένου χρήσεων γης (ΦΕΚ Α' 114/29.06.2018), σ.λ.: σ.ν.

ΠΕΣΠΚΑ Θεσσαλίας, 2020. Διαβούλευση του Περιφερειακού Σχεδιασμού για την Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή (ΠΕΣΠΚΑ), Περιφέρειας Θεσσαλίας, σ.λ.: σ.ν.

Πιτσιάβα, Μ., 2024. Οι προκλήσεις της αστικής κινητικότητας (Demo4PPL). Βόλος: σ.ν.

Πολύζος , Σ., 2019. Περιφερειακή Ανάπτυξη. 2η επιμ. σ.λ.:σ.ν.

Πυργίδης , Χ., 2009. Συστήματα σιδηροδρομικών μεταφορών. σ.λ.:σ.ν.

Σκάγιαννης, Π., 1994. Πολιτική Προγραμματισμού των Υποδομών. σ.λ.:σ.ν.

ΣΤΑΣΥ, χ.ε. Δρομολόγια τραμ, σ.λ.: σ.ν.

Σύλλογος φίλων του σιδηροδρόμου, 1997. Οι Ελληνικοί Σιδηρόδρομοι, Η διαδρομή τους από το 1869 έως σήμερα. σ.λ.:σ.ν.

Σχεδιάζοντας για όλους, 2020. σ.λ.: σ.ν.

Τσαμτζή , Δ., 2014. Επίπεδο και ποιότητα εξυπηρέτησης των Δημόσιων Αστικών Συγκοινωνιών, Θεσσαλονίκη: σ.ν.

Τυρινόπουλος, Ι., Μορφουλάκη, . Μ. & Μυρόβαλη, Γ., 2022. Σχεδιασμός Συστημάτων Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας. σ.λ.:σ.ν.

ΦΕΚ 237/ΑΑΠ/4-11-2016, 2016. Έγκριση Μελέτης «Αναθεώρηση και Επέκταση του Γενικού Πολεοδομικού Σχεδίου (Γ.Π.Σ.) του Πολεοδομικού Συγκροτήματος (Π.Σ.) Βόλου», σ.λ.: σ.ν.

ΦΕΚ 2561/Β/25-9-2014, 2014. Έγκριση του Σχεδίου Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας., σ.λ.: σ.ν.

Χαστάογλου, Β., 2007. Βόλος, το πορτραίτο της πόλης από τον 19ο αιώνα έως σήμερα. σ.λ.:σ.ν.