

## ΤΕΛΕΦΕΡΙΚ (CABLE CARS) ΩΣ ΜΕΣΑ ΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΣΤΟΝ 21<sup>ο</sup> ΑΙΩΝΑ. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ 4 ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ.

Παπαδοπούλου Ίρις\*, Τζανετάτος Διονύσιος\*

\*Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Βιώσιμου Σχεδιασμού, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάροδος Αριστοτέλους 18, 26335 Πάτρα

email: [std141079@ac.eap.gr](mailto:std141079@ac.eap.gr), [tzanetatos.d@gmail.com](mailto:tzanetatos.d@gmail.com)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένας από τους μεγαλύτερους τομείς της σημερινής κοινωνίας που φέρει σημαντικό μερίδιο ευθύνης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα είναι ο τομέας των μεταφορών. Σε αυτό το πλαίσιο η παρούσα εργασία εξετάζει μία καινοτόμα λύση για τις αστικές μεταφορές, τα αστικά τελεφερίκ. Αμφισβητώντας τη συμπερίληψη των αρχών βιώσιμου σχεδιασμού στο στρατηγικό σχέδιο των μεταφορών της Αθήνας, συγκρίνει τμήμα της χάραξης της γραμμής 4 του μετρό με μία εναλλακτική χάραξη γραμμής αστικού τελεφερίκ σε περιοχή των Δήμων Ζωγράφου, Καισαριανής και Αθηναίων. Η προτεινόμενη χάραξη τελεφερίκ καλύπτει ικανοποιητικά την περιοχή εξέτασης αποκαλύπτοντας μία υπερδιαστασιολόγηση της χάραξης του μετρό. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν το τελεφερίκ ως ένα βιώσιμο μέσο μεταφοράς που δύναται να χρησιμοποιηθεί εντός του αστικού ιστού υπό τις κατάλληλες προϋποθέσεις. Η συνεισφορά της εργασίας έγκειται στην ανάδειξη εναλλακτικών λύσεων στα κυκλοφοριακά προβλήματα των πόλεων, τα οποία με βάση τις αρχές του περιβαλλοντικού σχεδιασμού, μπορούν να επιλυθούν χωρίς την αναγκαιότητα επενδύσεων σε έργα μετρό.

**Λέξεις κλειδιά:** Τελεφερίκ, περιβαλλοντικός σχεδιασμός αστικών μεταφορών, Αττικό μετρό.

### ABSTRACT

Transport sector bears a significant share of responsibility for today's society environmental issues. In this context, the present work examines an innovative solution for Metropolitan Athens urban transport, urban cable cars. A new cable car line is proposed as a partial alternative to line 4 of the Athens metro, which construction has been announced to begin soon. The area of interest covers Zografou and Kaisariani Municipalities, located just a throw stone away to the center of Athens. Comparison factors include capacity, travel time, accessibility, safety, construction time and cost, operating and maintenance costs, environmental impacts, social acceptance and travel quality. Results indicate that cable cars provide sufficient capacity for the specific area offering many environmental advantages and also better coverage, lower cost (both construction and maintenance), lower energy consumption and better travel quality. On the other hand, Athens metro line 4 is evaluated as over-designed according to the expected ridership. The contribution of this work relies on revealing alternative solutions in cities' transit problems, which in terms of environmental design can be resolved without the need to invest in large-scale projects such as metros.

**Keywords:** Cable cars, gondolas, sustainable mobility, Metropolitan Athens urban transport.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένας από τους μεγαλύτερους τομείς της σημερινής κοινωνίας που φέρει σημαντικό μερίδιο ευθύνης για τα περιβαλλοντικά ζητήματα είναι ο τομέας των μεταφορών. Ακόμα και έργα που χαρακτηρίζονται «πράσινα» προκαλούν τεράστιες οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις όταν δεν γίνονται αποδεκτά από το κοινό και δεν χρησιμοποιούνται. Σε αυτό το πλαίσιο οι μεταφορές οφείλουν να συμπεριλάβουν τις αρχές του περιβαλλοντικού σχεδιασμού στην πιο πρώιμη φάση ανάπτυξης κάθε έργου, στη φάση του στρατηγικού σχεδιασμού.

Με γνώμονα τα παραπάνω η παρούσα εργασία εξετάζει μία εναλλακτική πρόταση για τις αστικές μεταφορές, συστήνοντας μία καινοτόμα λύση που εξελίχθηκε πρόσφατα τεχνολογικά, τα αστικά τελεφερίκ. Αμφισβητώντας τη συμπερίληψη των αρχών βιώσιμου σχεδιασμού στο στρατηγικό σχέδιο των μεταφορών της Αθήνας, συγκρίνει τμήμα της χάραξης της γραμμής 4 του μετρό με μία εναλλακτική χάραξη γραμμής αστικού τελεφερίκ σε περιοχή των Δήμων Ζωγράφου, Καισαριανής και Αθηναίων.

Το τελεφερίκ έχει εφαρμοστεί σε πολλές χώρες του εξωτερικού τις τελευταίες δεκαετίες και αποτελεί ένα επιτυχημένο μέσο στις αστικές μετακινήσεις. Αναβαθμίζοντας τον ρόλο του από γνωστή τουριστική attraction, αποτελεί πλέον ένα εναλλακτικό μέσο αστικής κινητικότητας (Yañez-Pagans, 2019). Ωστόσο, η εφαρμογή του στον ελλαδικό χώρο εξετάζεται για πρώτη φορά.

Η εφαρμογή των συστημάτων τελεφερίκ ξεκίνησε με σκοπό την προσέγγιση πυκνοδομημένων περιοχών με μεγάλες υψομετρικές διαφορές. Έδωσε λύση σε προβλήματα συνδεσιμότητας υποβαθμισμένων περιοχών και αφού λειτούργησε με επιτυχία, πολλές άλλες πόλεις ακολούθησαν το παράδειγμα της

εφαρμογής τους (Heinrichs & Bernet, 2014). Τα τελεφερίκ λειτουργούν είτε ως συμπληρωματικά και τροφοδοτικά στα ευρύτερα δίκτυα μεταφοράς, είτε ως ένα αυτόνομο εναλλακτικό μέσο για την σύνδεση συγκεκριμένων περιοχών (Tischler & Mailer, 2019). Παράλληλα όμως λειτουργούν και ως σύμβολο τεχνολογικής καινοτομίας και προόδου, δίνοντας ευκαιρία στις πόλεις για επίδειξη κύρους. Επιπλέον, κυρίως στην Ευρώπη, τα τελεφερίκ διατηρούν σε μεγάλο βαθμό τον τουριστικό τους χαρακτήρα, έχοντας πολλές φορές διπλή χρήση, δηλαδή αστική και τουριστική ταυτόχρονα (Nuessgen, 2015).

Η εξέλιξη εκείνη που αποτέλεσε τον ευνοϊκότερο παράγοντα για τη διάδοση των συστημάτων τελεφερίκ, είναι το σύστημα ζεύξης που επιτρέπει την απόσπαση και επαναπροσάρτηση των καμπίνων στο σχοινί μεταφοράς, δίνοντας μεγαλύτερη ελευθερία στη χάραξη και στην χωροθέτηση των σταθμών, αλλά και ταυτόχρονα μεγαλύτερη ταχύτητα κίνησης. Αν και παρατηρείται μία συνεχής εξέλιξη του συστήματος, η εφαρμογή αυτή άνοιξε το δρόμο για χρήση του τελεφερίκ ως συλλογικό μέσο αστικής μεταφοράς (Alshalalfah, Shalaby, Dale, & Othman, 2013) (Carlet, 2017) (Nikšić & Gašparović, 2010).

Τα τελεφερίκ είναι μικρότερης κλίμακας έργα σε σχέση με τα μετρό, με μεταφορική ικανότητα 2.000 έως 8.000 επιβάτες ανά ώρα ανά κατεύθυνση (Težak & Lep, 2019) (Težak, Sever, & Lep, 2016). Κινούνται σε αποκλειστικό διάδρομο στον εναέριο χώρο αλλά η ταχύτητα κίνησής τους είναι μικρότερη σε σχέση με αυτή του μετρό (Martinod, et al., 2015). Έχουν το πλεονέκτημα να ξεπερνούν εμπόδια όπως ποτάμια και άλλες υδάτινες εκτάσεις και έχουν μεγάλη ευκολία προσέγγισης περιοχών με διαφορές υψομέτρου (Arena, Carboni, Angeletti, & Babaz, 2019). Αυτά τα χαρακτηριστικά τους ήταν που τα έκαναν δημοφιλή αρχικά στη Λατινική Αμερική και

στη συνέχεια σε πολλές πόλεις σε όλο τον κόσμο (Gattuso, et al., 2016).

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΠΗΓΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Μέσα από τη μελέτη της βιβλιογραφίας και των πρακτικών άλλων πόλεων αναλύονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του τελεφερίκ και προσδιορίζονται τα πλεονεκτήματα που προσφέρει καθώς και οι περιοριστικοί παράγοντες για την εφαρμογή του. Με δεδομένες τις σχεδιαστικές προδιαγραφές της γραμμής 4 του μετρό, όπως τη μελέτη χάραξης της γραμμής, τη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθώς και συναφή στοιχεία που έχουν δημοσιευθεί, τίθεται η βάση για τη συγκριτική αξιολόγηση των δύο λύσεων.

Ως παράγοντες σύγκρισης χρησιμοποιούνται η μεταφορική ικανότητα, ο χρόνος ταξιδιού, η πληθυσμιακή κάλυψη, η ασφάλεια, ο χρόνος και το κόστος κατασκευής, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η κοινωνική αποδοχή και η ποιότητα ταξιδιού.

### 2.1. Η περιοχή εξέτασης

Η εξεταζόμενη περιοχή στην οποία προτείνεται η γραμμή τελεφερίκ εκτείνεται στους Δήμους Ζωγράφου (πληθ. περίπου 70,000 κάτοικοι) και Καισαριανής (πληθ. περίπου 26,000), καθώς και σε τμήμα του 7ου διαμερίσματος του Δήμου Αθηναίων (πληθ. περίπου 120,000). Οι παραπάνω περιοχές συνορεύουν μεταξύ τους και όλες μαζί δημιουργούν έναν υπερτοπικό πόλο έλξης που βρίσκεται σε συνέχεια με το κέντρο της Αθήνας, τόσο γεωγραφικά όσο και οικονομικά.

Η κύρια χρήση γης είναι η κατοικία και ακολουθούν οι εμπορικές χρήσεις (τοπικά εμπορικά καταστήματα και καταστήματα εστίασης), η παροχή υπηρεσιών και οι διοικητικές χρήσεις. Στα όρια της περιοχής βρίσκονται δύο από τα μεγαλύτερα πανεπιστήμια της Ελλάδας, το Εθνικό

Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ) και το Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο (ΕΚΠΑ). Έτσι στην περιοχή διαμένει πλήθος φοιτητών. Επιπλέον στην περιοχή βρίσκονται πολλά μεγάλα νοσοκομεία και εκπαιδευτικές δραστηριότητες όλων των βαθμίδων, αθλητικές εγκαταστάσεις καθώς και δραστηριότητες πολιτιστικού κυρίως ενδιαφέροντος.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα, υψηλή δόμηση και στενούς δρόμους. Αλλά περιμετρικά οριοθετείται από ακάλυπτους χώρους και χώρους πρασίνου σε άμεση γειτνίαση με τον Υμηττό. Η σύνδεση με μέσα σταθερής τροχιάς είναι ελλιπής και επικρατούν κακές συνθήκες για πεζή μετακίνηση και χρήση ποδηλάτου. Η συμμετοχή των Ι.Χ. μετακινήσεων είναι μεγάλη, ενώ έντονα είναι τα προβλήματα στάθμευσης.

### 2.2. Η γραμμή 4 του μετρό της Αθήνας

Η Αττικό Μετρό Α.Ε. έχει ανακοινώσει την έναρξη των εργασιών κατασκευής της νέας γραμμής 4 του μετρό της Αθήνας. Η χάραξη της γραμμής είναι σχήματος U, ξεκινάει από το άλσος Βεΐκου στο Γαλάτσι και περνώντας από το κέντρο της Αθήνας φτάνει μέχρι το Γουδί. Στα μελλοντικά σχέδια της Αττικό Μετρό είναι η επέκταση της γραμμής με τέσσερα επιπλέον τμήματα και μία νέα γραμμή 5.

Το πρώτο τμήμα της υπό υλοποίηση γραμμής 4 θα έχει μήκος 12,9 χλμ. και 14 σταθμούς. Μετά την σύνδεση της με την γραμμή 3 στον κοινό σταθμό «Ευαγγελισμός» η γραμμή 4 θα συνεχίζει την πορεία της μέσα από τους Δήμους Αθηναίων στην περιοχή Ιλισίων και τους Δήμους Ζωγράφου και Καισαριανής. Ο τερματικός σταθμός στο Γουδί πρόκειται μελλοντικά να επεκταθεί μέχρι τον υφιστάμενο σταθμό «Κατεχάκη» και από εκεί η διαδρομή θα συνεχίσει έως το Μαρούσι (**Χάρτης 1**).

Ο προϋπολογισμός κατά τη δημοπράτηση του έργου είναι 1,51 δισ.

ευρώ, ενώ ο αναμενόμενος χρόνος αποπεράτωσης του έργου είναι 8 χρόνια (Αττικό Μετρό, 2022).

Η απόφαση επέκτασης του δικτύου μετρό της πόλης με τη νέα γραμμή 4 – και μία ακόμη γραμμή μελλοντικά – βασίζεται σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 1999 και επικαιροποιήθηκε το 2008. Η τότε μελέτη είχε χρονικό ορίζοντα το έτος 2030, έτος στο οποίο η νέα γραμμή πρόκειται να ξεκινήσει να λειτουργεί. Κι ενώ δεν υπήρξε νεότερος σχεδιασμός η κατασκευή της νέας γραμμής φαίνεται να αποτελεί μονόδρομο για τους υπεύθυνους σχεδιασμού των αστικών μεταφορών.

Στην έρευνα των Τσιμπλόκουκου, Σφακιανάκη και Μεταξά (2012) αναπτύσσεται μία μεθοδολογία ως εργαλείο μελετών σκοπιμότητας για τα μετρό. Λαμβάνοντας τη γραμμή 4 του μετρό της Αθήνας ως μελέτη περίπτωσης, η έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η γραμμή 4 δεν είναι βιώσιμη οικονομικά, ωστόσο αναγνωρίζει θετικές κοινωνικές επιπτώσεις του έργου, κυρίως σε ότι αφορά τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και την εξοικονόμηση χρόνου ταξιδιών. Όπως αναφέρεται στην εν λόγω έρευνα έχει παρατηρηθεί μία υπερεκτίμηση της αναμενόμενης επισκεψιμότητας επιβατών στα έργα μετρό, καθώς και μία υποεκτίμηση του κόστους.

Σε άλλη έρευνα των Τσιγδίνος, Παρασκευόπουλος και Ραλλάτου (2019) εφαρμόζεται μέσω του προτύπου TOD (Transit Oriented Development – ανάπτυξη προσανατολισμένη στη δημόσια συγκοινωνία) μία μεθοδολογία για την αξιολόγηση της υπό μελέτη γραμμής 4 του μετρό. Τα αποτελέσματα έδειξαν μία αδυναμία της γραμμής 4, καθώς οι περισσότεροι σταθμοί δεν ανταποκρίθηκαν θετικά στα κριτήρια αξιολόγησης. Ενώ ο σταθμός «Ευαγγελισμός» εμφανίζει οριακά θετικό δείκτη, οι σταθμοί που αφορούν το υπό εξέταση τμήμα τείνουν σε αρνητικό δείκτη. Ως γενικό συμπέρασμα της έρευνας

εξάγεται ότι υπάρχει μία αντιστρόφως ανάλογη σχέση της απόστασης από το κέντρο της πόλης με τα θετικά χαρακτηριστικά των σταθμών.

### 2.3. Η προτεινόμενη γραμμή Τελεφερίκ

Υπάρχουν πολλά είδη τελεφερίκ και πολλές διαφορετικές τεχνολογίες που δημιουργούν υποκατηγορίες. Ο πιο συνηθισμένος τύπος καμπίνας στα αστικά τελεφερίκ αφορά συστήματα με γόνδολες που προσαρτώνται στο σχοινί μεταφοράς ανεξάρτητα η καθεμία και αποσπώνται από αυτό κατά την είσοδό τους στους σταθμούς ("detachable gondolas"). Η τελευταία εξέλιξη αυτής της τεχνολογίας είναι η "3S" η οποία διαθέτει δύο σχοινιά στήριξης και ένα για τη μετάδοση της κίνησης επιτυγχάνοντας μεγαλύτερες δυνατότητες μεταφορικής ικανότητας και ταχύτητας κίνησης, αλλά και μεγαλύτερη σταθερότητα από ανέμους, έχει όμως μεγαλύτερο κόστος (Tischler & Mailer, 2019).

Η παρούσα πρόταση καταργεί το τμήμα της γραμμής 4 από τον σταθμό «Ευαγγελισμός» και μετά και το αντικαθιστά με γραμμή τελεφερίκ. Η προτεινόμενη τεχνολογία είναι "3S". Η γραμμή ξεκινά από τον υφιστάμενο σταθμό «Ευαγγελισμός» του μετρό και διέρχεται από σημαντικούς υπερτοπικούς προορισμούς της περιοχής, διασχίζοντας τα δύο πανεπιστήμια και καταλήγει στον υφιστάμενο σταθμό «Κατεχάκη» του μετρό, συνδέοντας έτσι την ευρύτερη περιοχή με δύο σταθμούς του μετρό (**Χάρτης 1**).

Το συνολικό μήκος της προτεινόμενης γραμμής είναι περίπου 8,5 χλμ. και αποτελείται από 12 σταθμούς. Οι καμπίνες διέρχονται από το σταθμό κάθε 21 δευτ. τις ώρες αιχμής και η συνολική μεταφορική ικανότητα του συστήματος είναι 6.000 επιβάτες/ώρα/κατεύθυνση. Πέραν των ωρών αιχμής η μεταφορική ικανότητα του συστήματος προσαρμόζεται ανάλογα με τη ζήτηση με την αφαίρεση καμπίνων από την κυκλοφορία και την απόθεση αυτών στο

χώρο αποθήκευσης. Οι σταθμοί παρέχουν κάλυψη 10 τ. χλμ. σε ακτίνα 800 μέτρων, ενώ το συνολικό κόστος της προτεινόμενης γραμμής υπολογίστηκε σε 88 εκ ευρώ για μία περίοδο κατασκευής δύο ετών.



**Χάρτης 1.** Περιοχή εξέτασης.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στα πλαίσια σύγκρισης του τελεφερίκ με το μετρό έγιναν εμφανή τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα του συστήματος στην παρούσα περίπτωση. Τα δύο μεταφορικά συστήματα δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα με την έννοια ότι πρόκειται για μέσα διαφορετικής κλίμακας όσον αφορά την μεταφορική τους ικανότητα. Όμως με την εναλλακτική πρόταση του τελεφερίκ αμφισβητείται η συγκεκριμένη επιλογή του μετρό ως απάντηση στις μεταφορικές ανάγκες της εν λόγω περιοχής.

### 3.1. Μεταφορική ικανότητα

Σε ότι αφορά στη μεταφορική ικανότητα, παρά το γεγονός ότι τα συστήματα τελεφερίκ έχουν γενικά μικρότερη χωρητικότητα και ταχύτητα σε σχέση με τα μετρό, η προτεινόμενη χάραξη στάθηκε ικανή να αντιμετωπίσει τη σύγκριση αναδεικνύοντας την αδυναμία σχεδιασμού της Αθηναϊκής μητρόπολης. Η προτεινόμενη γραμμή τελεφερίκ, παρόλο που έχει πολύ μικρότερες δυνατότητες μεταφορικού έργου από αυτές του μετρό, έδειξε να ικανοποιεί τον προβλεπόμενο επιβατικό φόρτο της περιοχής εξέτασης, ο οποίος αναμένεται να είναι 4.900 επιβάτες τις ώρες αιχμής, αποκαλύπτοντας μία υπερδιαστασιολόγηση του μετρό με μεταφορική ικανότητα 20.640 επιβάτες ανά ώρα ανά κατεύθυνση.

### 3.2. Χρόνος ταξιδιού

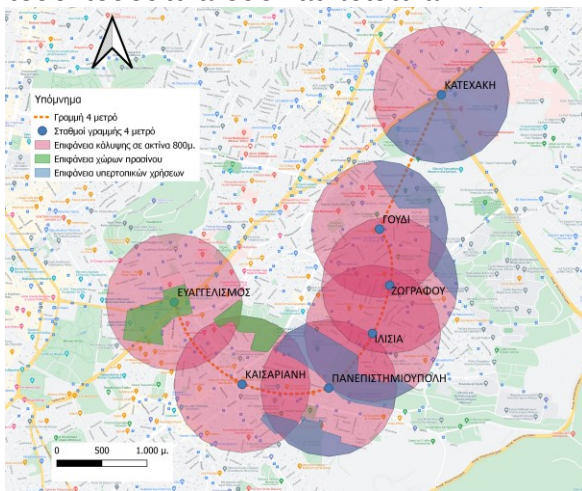
Επειδή οι δύο χαράξεις, αυτή του μετρό και αυτή του τελεφερίκ, δεν ταυτίζονται, κρίθηκε απαραίτητο για την σύγκριση να υπολογιστούν οι χρόνοι ταξιδιού με το κάθε μέσο για διάφορες διαδρομές ανάμεσα σε σημεία ενδιαφέροντος της υπό εξέταση περιοχής. Η προτεινόμενη χάραξη προσφέρει μικρότερους χρόνους ταξιδιού για πολλούς υπερτοπικούς προορισμούς με κύριους τα δύο πανεπιστήμια. Ο παρακάτω **Πίνακας 1** δείχνει μερικά παραδείγματα.

**Πίνακας 1.** Σύγκριση Χρόνων Ταξιδιού μεταξύ Σημείων Ενδιαφέροντος

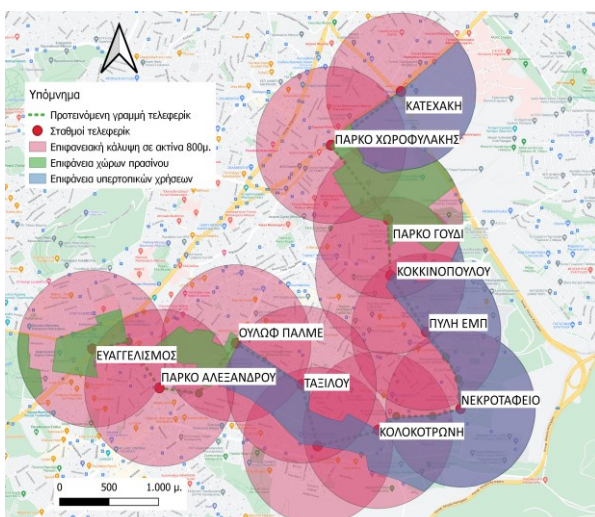
Σημείο Προέλευσης	Σημείο Προορισμού	Μέσο	Χρόνος Ταξιδιού (ώρα αιχμής)	Χρόνος Ταξιδιού (βραδινή ώρα)
Σταθμός «Ευαγγελισμός»	Πύλη ΕΜΠ	Μετρό Γραμμή 4	19 λεπτά	25 λεπτά
		Γραμμή Τελεφερίκ	18 λεπτά	18 λεπτά
Σταθμός «Κατεχάκη»	Νοσοκομείο Παίδων	Μετρό Γραμμή 4	12 λεπτά	18 λεπτά
		Γραμμή Τελεφερίκ	13 λεπτά	13 λεπτά
Σταθμός «Ευαγγελισμός»	Πύλη ΕΚΠΑ	Μετρό Γραμμή 4	19 λεπτά	25 λεπτά
		Γραμμή Τελεφερίκ	16 λεπτά	17 λεπτά
Σταθμός «Κατεχάκη»	Πάρκο Ιλισίων	Μετρό Γραμμή 4	20 λεπτά	26 λεπτά
		Γραμμή Τελεφερίκ	21 λεπτά	21 λεπτά

### 3.3. Πληθυσμιακή κάλυψη

Η πληθυσμιακή κάλυψη που προσφέρει η προτεινόμενη γραμμή τελεφερίκ υπολογίστηκε για τρεις αποστάσεις από τους σταθμούς, 400 μέτρα, 800 μέτρα και 1200 μέτρα. Στη συνέχεια οι επιφάνειες διαιρέθηκαν ανάλογα με τις χρήσεις γης. Οι παρακάτω Εικόνες 1 και 2 παρουσιάζουν συγκριτικά τα αποτελέσματα για τα δύο μέσα σε ακτίνα 800 μέτρων. Συνολικά η προτεινόμενη γραμμή τελεφερίκ δίνει πρόσβαση σε μεγαλύτερο εύρος της περιοχής και παρέχει καλύτερη κάλυψη τόσο ποσοστικά όσο και ποιοτικά.



Εικόνα 1. Πληθυσμιακή κάλυψη μετρό



Εικόνα 2. Πληθυσμιακή κάλυψη τελεφερίκ

### 3.4. Ασφάλεια

Μία πτυχή της τεχνολογικής εξέλιξης των τελεφερίκ που τα βοήθησε να επεκταθούν

και στην αστική χρήση, είναι τα συστήματα ασφαλείας που συνοδεύουν τα σύγχρονα τελεφερίκ (Koryton, 2018) (Kremer, 2015) (Liu & Hsu, 2015). Οι στατιστικές που εξετάζουν το θέμα τοποθετούν τα τελεφερίκ στην κορυφή των ασφαλών μέσων μεταφοράς.

Παρ'όλα αυτά τα συστήματα τελεφερίκ έχουν κάποια ευαισθησία στις μετεωρολογικές συνθήκες, κυρίως στους δυνατούς ανέμους και στις καταιγίδες. Σε κάθε περίπτωση, η εξέταση των μετεωρολογικών παραμέτρων της περιοχής δεν έδειξε να υπάρχουν δυνατοί άνεμοι ή άλλα στοιχεία που να μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την ασφαλή λειτουργία του τελεφερίκ.

### 3.5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Τόσο η κατασκευή όσο και η λειτουργία των έργων μετρό είναι περισσότερο επιβλαβής για το περιβάλλον, κυρίως λόγω των εκτεταμένων εκσκαφών, των υλικών κατασκευής που είναι πολύ περισσότερα αφού πρόκειται για μεγαλύτερα έργα, των μεθόδων κατασκευής αλλά και των πολύ μεγαλύτερων αναγκών σε ενέργεια. Παρόλο που δεν είναι άμεσα ορατά λόγω της υπόγειας φύσης τους, οι επιπτώσεις τους είναι σημαντικές και πολλές από αυτές μη αναστρέψιμες. Τα έργα τελεφερίκ αποτελούν μικρότερες κατασκευές. Οι σταθμοί τους είναι πιο συμπαγείς, αν και αποτελούν επιφανειακές κτιριακές δομές σε μία ήδη πυκνοδομημένη περιοχή και μάλιστα μέσα σε ελεύθερους χώρους και χώρους πρασίνου.

### 3.6. Κόστος κατασκευής και λειτουργίας

Η πρόταση τελεφερίκ έχει σαφή οικονομικά πλεονεκτήματα. Η προτεινόμενη γραμμή όχι μόνο έχει τη δυνατότητα να ολοκληρωθεί στο 15% του κόστους σε σχέση με το μετρό, αλλά και σε μικρότερο χρόνο.

Το κόστος λειτουργίας των συστημάτων τελεφερίκ, σύμφωνα με στοιχεία από

υφιστάμενες γραμμές, κυμαίνεται μεταξύ 1,8 και 4,6 εκ. US \$ ανά έτος για ολόκληρο το σύστημα. Το κόστος λειτουργίας των συστημάτων μετρό βρέθηκε να κυμαίνεται από 1,9 έως 8,4 εκ. US \$ ανά χιλιόμετρο της γραμμής ανά έτος (Cañón Rubiano, Portabales González, Flor, Duarte, & Sierra Valdivieso, 2020) .

### **3.7. Κοινωνικές επιπτώσεις και ποιότητα ταξιδιού**

Το μετρό λειτουργεί ήδη στην Αθήνα από το 2000. Εξυπηρετεί καθημερινά χιλιάδες επιβάτες και έχει γίνει βασικό μέσο των αστικών συγκοινωνιών της πόλης. Οι κεντρικοί σταθμοί του μετρό αναδεικνύουν έργα της πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας. Τα συστήματα μετρό δημιουργούν οφέλη για τους μετακινούμενους, κυρίως γρήγορη και ασφαλή μετάβαση στο κέντρο της πόλης όπου βρίσκονται οι περισσότερες οικονομικές και κοινωνικές δραστηριότητες, απεξάρτηση από τη χρήση αυτοκινήτου και οικονομία λόγω μείωσης της χρήσης καυσίμων. Όμως έχουν μεγάλο κόστος και οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον δεν είναι αμελητέες.

Η προτεινόμενη χάραξη τελεφερίκ δίνει πρόσβαση σε δύσβατες περιοχές που δεν εξυπηρετούνται επαρκώς και δημιουργεί ένα ευρύ δίκτυο που καλύπτει μεγάλο ποσοστό της περιοχής και πολλά σημεία ενδιαφέροντος. Εκτός από τις περιοχές του αστικού ιστού επιπλέον καλύπτει και πολλές υπερτοπικές χρήσεις. Με την σύνδεση της με δύο υφιστάμενους σταθμούς μετρό προάγει τη συμμετοχή των ΜΜΜ στις αστικές μεταφορές. Συνδέει τους χώρους πρασίνου της περιοχής αυξάνοντας την επισκεψιμότητα των πολιτών στους ελεύθερους χώρους της πόλης τους και ενισχύει τον τουρισμό. Επιπλέον ενθαρρύνει τις ήπιες μορφές μετακίνησης όπως το περπάτημα και το ποδήλατο και είναι προσβάσιμο από όλους. Εξυπηρετώντας μεγάλο ποσοστό των πανεπιστημιακών σχολών της πρωτεύουσας

θα μπορούσε να αποτελέσει σύμβολο τόσο για τους φοιτητές όσο και για τους δημότες.

Επιπλέον των παραπάνω το τελεφερίκ προσφέρει μεγαλύτερη άνεση και ποιότητα εξυπηρέτησης καθώς ο χρόνος αναμονής των επιβατών είναι ελάχιστος όχι μόνο τις ώρες αιχμής αλλά και κατά τις βραδινές ώρες. Το ταξίδι πραγματοποιείται με την θέα του Υμηττού από ψηλά και οι καμπίνες διαθέτουν καθίσματα για την πλειοψηφία των επιβατών.

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Στα πλαίσια της σημερινής συζήτησης για βιώσιμο σχεδιασμό των έργων υποδομής και μείωση της χρήσης Ι.Χ. αυτοκινήτου, ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός των μεταφορών θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από παρεμβάσεις ήπιες κλίμακας που σέβονται το περιβάλλον και την οικονομία. Δεν είναι απαραίτητο τα κυκλοφοριακά προβλήματα όλων των περιοχών να επιλύονται με υπόγεια έργα μετρό. Η εφαρμογή μεγάλης κλίμακας έργων όπως τα μετρό εκτός των αστικών κέντρων αποτελεί σπατάλη δημοσίου χρήματος με επιπτώσεις τόσο στην οικονομία όσο και στο περιβάλλον.

Η παρούσα εργασία αποκάλυψε σημαντικές ανάγκες επικαιροποίησης και εμπλουτισμού των πρωτογενών δεδομένων για το σχεδιασμό των μεταφορικών υποδομών στην Ελλάδα και την ανάγκη επανεξέτασης του στρατηγικού σχεδίου μεταφορών της Αθηναϊκής μητρόπολης με όρους βιωσιμότητας. Επιπλέον απέδειξε ότι υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις αστικών μεταφορών οι οποίες δεν εξετάζονται λόγω μη ευελιξίας του γραφειοκρατικού και κατασκευαστικού συμπλέγματος.

Η προτεινόμενη χάραξη τελεφερίκ καλύπτει ικανοποιητικά την περιοχή εξέτασης προσφέροντας πολλά οφέλη για τη βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής σε χαμηλότερο κόστος και με μικρότερες επιπτώσεις για το περιβάλλον συγκριτικά με το μετρό, το οποίο κρίνεται

υπερδιαστασιοποιημένο. Βασικά πλεονεκτήματα του τελεφερίκ ως λιγότερο μαζικού μέσου σε σχέση με το μετρό, είναι το χαμηλότερο κόστος κατασκευής, το συντομότερο διάστημα αποπεράτωσης των εργασιών, τα μικρότερα λειτουργικά έξοδα και δαπάνες συντήρησης και η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων τελεφερίκ φαίνεται να ικανοποιούν και τους τρεις πυλώνες του περιβαλλοντικού σχεδιασμού (περιβάλλον, οικονομία, κοινωνία). Η σύγχρονη τάση για βιώσιμο σχεδιασμό των μεταφορών μπορεί να επωφεληθεί από αυτά τα συστήματα και να τα εντάξει στο στρατηγικό σχεδιασμό των αστικών μεταφορών, δίνοντάς τους την ευκαιρία για περαιτέρω εξέλιξη.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αττικό Μετρό. (2022, 01 03). Retrieved from Αττικό Μετρό A.E.: <https://www.ametro.gr/?p=1715>
- Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S., & Othman, M. F. (2013). Improvements and innovations in aerial ropeway transportation technologies: Observations from recent implementations. *Journal of transportation engineering*, pp. 139(8), 814-821.
- Arena, A., Carboni, B., Angeletti, F., & Babaz, M. (2019). Ropeway roller batteries dynamics: Modeling, identification, and full-scale validation. *Engineering Structures*, 180, 793-808.
- Biberos-Bendezú, K., & Vázquez-Rowe, I. (2020). Environmental impacts of introducing cable cars in the Andean landscape: A case study for Kuelap, Peru. *Science of the Total Environment*, 718, 137323.
- Cañón Rubiano, L., Portabales González, I., Flor, L., Duarte, D., & Sierra Valdivieso, L. (2020). *Urban Aerial Cable Cars as Mass Transit Systems*. Lima and Washington DC: World Bank.
- Carlet, F. (2017). An overview of aerial ropeway transit and its potential in urban environments. *sustainable urban solution*.
- Gattuso, D., Greco, A., Marino, C., Nucara, A., Pietrafesa, M., & Scopelliti, F. (2016). Sustainable mobility: Environmental and economic analysis of a cable railway, powered by photovoltaic system. *International Journal of Heat and Technology*, 34(1), 7-14.
- Heinrichs, D., & Bernet, J. (2014). Public transport and accessibility in informal settlements: aerial cable cars in Medellín, Colombia. *Transportation research procedia*, 4, 55-67.
- Korytov, M. (2018). Aspects of using ground and above-ground transport for urban passenger transportation. *Transportation research procedia*, pp. 36, 341-346.
- Kremer, F. (2015). Innovation Seilbahn: Potentiale für den urbanen Personennahverkehr und Positionen der beteiligten Akteure. *Universitätsverlag der TU Berlin*, p. Vol. 55.
- Liu, H., & Hsu, W. (2015). Framework for assessing cable car construction investment projects: Examining investment projects in Taiwan. *Advances in mechanical engineering*, 7(11), 1687814015620087.
- Martinod, R., Estepa, D., Paris, C., Trujillo, A., Pineda, F., Castañeda, L., & Restrepo, J. (2015). Journey safety assessment to urban aerial ropeways transport systems based on continuous inspection during operation. *Journal of Transportation Safety & Security*, 7(4), 279-290.
- Nikšić, M., & Gašparović, S. (2010). Geographic and traffic aspects of possibilities for implementing ropeway systems in passenger transport. *Promet-Traffic&Transportation*, pp. 22(5), 389-398.
- Nuessgen, M. (2015). Urban Ropeways in Europe. Creating Opportunities in urban development. *European Institute for Sustainable Transport*.
- Težak, S., & Lep, M. (2019). New Technological Approach to Cable Car Boarding. *Sustainability*, pp. 11(15), 4017.
- Težak, S., Sever, D., & Lep, M. (2016). Increasing the capacities of cable cars for use in public transport. pp. 19(1), 1.
- Tischler, S., & Mailer, M. (2019). Cable propelled transit systems in urban areas. p. 41.
- Tsigdinos, S., Paraskevopoulos, Y., & Rallatou, N. (2019). Transit Oriented Development (TOD). Challenges and Perspectives; The Case of Athens' Metro Line 4. *In European Transport Conference 2019*. Association for European Transport (AET).
- Tsimplokoukou, K., Sfakianaki, E., & Metaxas, G. (2012). A feasibility study approach for underground railways-a case study: line 4 of Athens metro. *Global Journal of Engineering Education*, 14(1), 91-98.
- Yañez-Pagans, P. M. (2019). Urban transport systems in Latin America and the Caribbean: lessons and challenges. *Latin American Economic Review*, pp. 28(1), 1-25.