

Εισήγηση με θέμα

**ΜΟΝΤΕΛΟ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ  
PARK'N'RIDE ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**

**Αυγερινός Ιωάννης**

Διπλωματούχος Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

**Ηλιοπούλου Χριστίνα**

Υποψήφια Διδάκτωρ, Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Τεχνικής Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

**Κεπαπτσόγλου Κωνσταντίνος**

Επίκουρος Καθηγητής, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στα αστικά κέντρα



PARK-AND-RIDE

αντικατάσταση μετακινήσεων Ι.Χ. με μετακινήσεις με χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς



ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

δημιουργία αποδοτικού δικτύου εγκαταστάσεων park-and-ride ώστε να ευνοηθούν οι μικτές μετακινήσεις

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Αντικείμενο της μελέτης

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



# PARK-AND-RIDE: ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

## Τι είναι

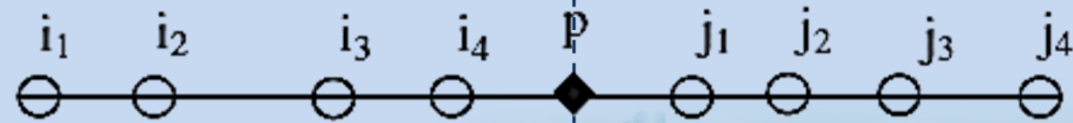
Χώροι στάθμευσης Ι.Χ. που συσχετίζονται με εγκαταστάσεις σταθμών μέσων μαζικής μεταφοράς για διευκόλυνση των μικτών μετακινήσεων

PARK-AND-RIDE

**Προάστια** (περιοχή με μικρή συμφόρηση) → συμφέρουσα η χρήση Ι.Χ.

**Κέντρο της πόλης** (περιοχή με μεγάλη συμφόρηση) → επιβαρυντική η χρήση Ι.Χ.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ



ΕΦΑΡΜΟΓΗ

$i$  οι ζώνες προέλευσης των μετακινήσεων με Ι.Χ.

$j$  οι ζώνες προορισμού των μετακινήσεων με μέσο μαζικής μεταφοράς

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

$p$  ο σταθμός μετεπιβίβασης από Ι.Χ. σε μέσο μαζικής μεταφοράς

# PARK-AND-RIDE: ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ

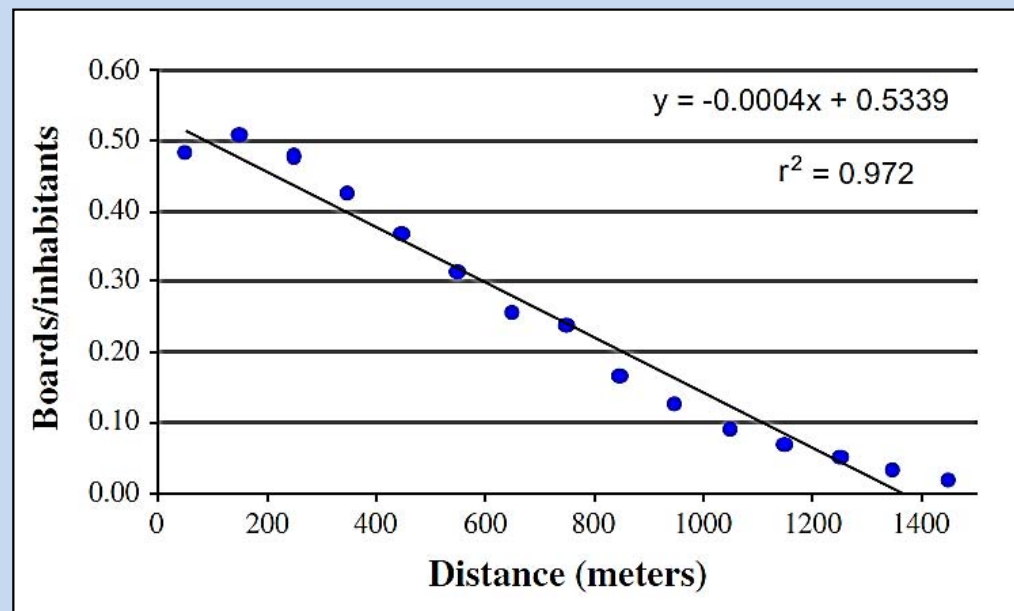
ΠΡΟΛΟΓΟΣ

- Απόσταση από το κέντρο της πόλης  
π.χ. 5-6 χιλιόμετρα μακριά στο Calgary του Καναδά

PARK-AND-RIDE

- Κοντινή απόσταση χώρου στάθμευσης – σταθμού μετεπιβίβασης  
υψηλή συσχέτιση απόστασης – επιλογής του σταθμού στο μετρό της Μαδρίτης

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ



ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Διάγραμμα λόγου Επιβιβάσεις/Κάτοικο – Απόστασης σταθμού  
Πηγή: Gutiérrez, 2011

# PARK-AND-RIDE: ΜΟΝΤΕΛΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

- Για τη μεγιστοποίηση της ζήτησης  
Μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης (Maximal Coverage Problem)

PARK-AND-RIDE

επιτυγχάνει τη μέγιστη δυνατή αντικατάσταση της κυκλοφορίας των Ι.Χ. με μικτές μετακινήσεις

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

- Για την ελαχιστοποίηση του κόστους  
Μοντέλο Σταθερού Κόστους (Fixed-Charge Problem)

επιβαρύνει όσο το δυνατόν λιγότερο τους πολίτες, ώστε η μικτή μετακίνηση να μην καθίσταται απαγορευτική

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ζητούμενο είναι ο συνδυασμός των δύο αντικρουόμενων μοντέλων, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη δυνατή λύση.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

# PARK-AND-RIDE: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

## Κατασκευή εξισώσεων γενικευμένου κόστους βάσει:

- Κόστους διαδρομής
- Χρόνου διαδρομής
- Χρόνου αναμονής
- Δυσκολίες στάθμευσης (αναζήτηση θέσης, αντίτιμο χρήσης χώρου στάθμευσης)

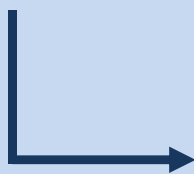
PARK-AND-RIDE

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ



## Εφαρμογή Μοντέλου *logit* για τον υπολογισμό της πιθανότητας επιλογής του συγκεκριμένου τρόπου μετακίνησης

ΕΦΑΡΜΟΓΗ



**Συνολική ζήτηση x Πιθανότητα = Εκτιμώμενη Ζήτηση Εγκατάστασης P&R**

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

# PARK-AND-RIDE: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

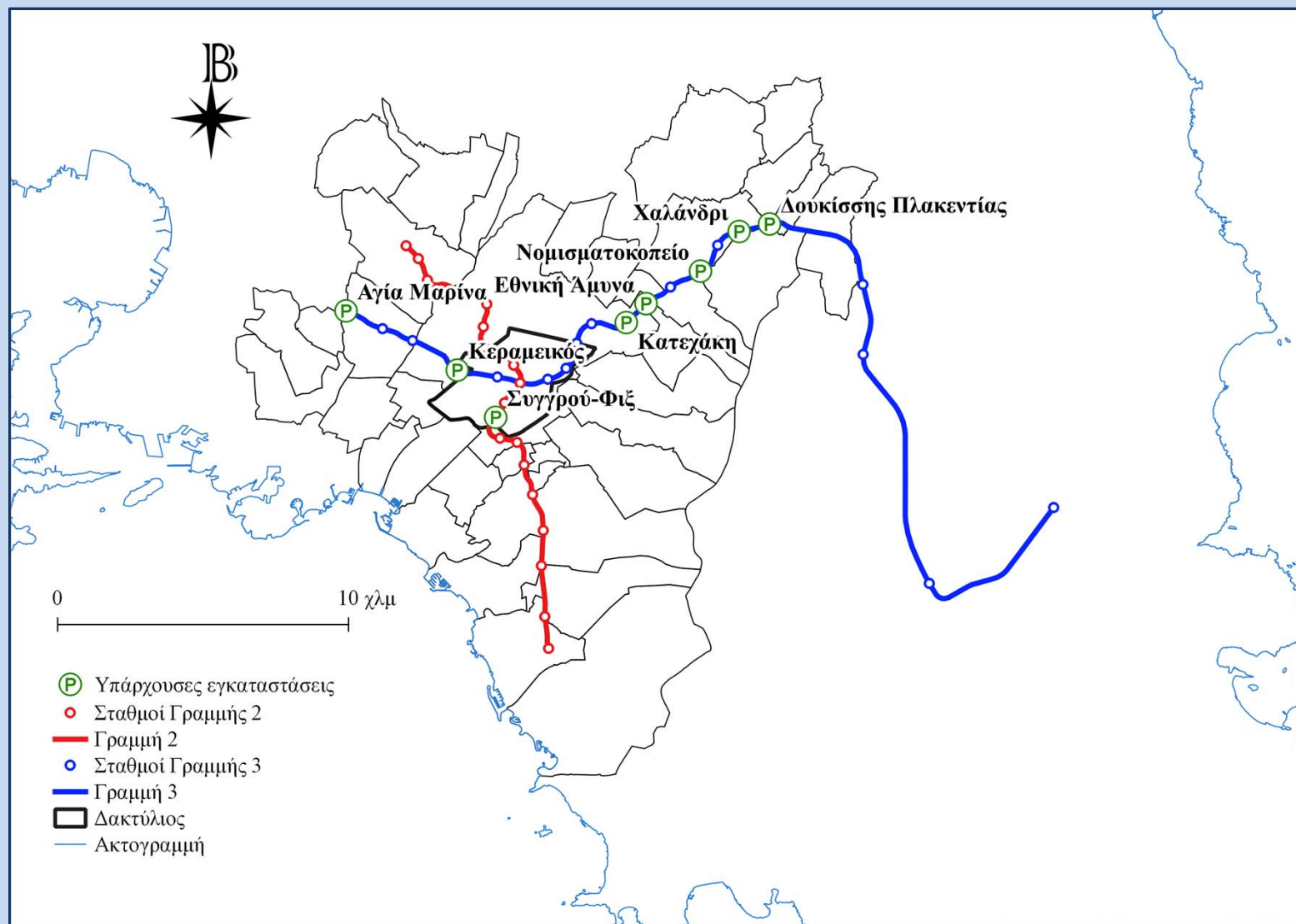
ΠΡΟΛΟΓΟΣ

PARK-AND-RIDE

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Μοντέλο Βέλτιστης Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων  
Park'n'Ride με εφαρμογή στο Αττικό Μετρό

5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο  
Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών

# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Κριτήριο οικονομικής βιωσιμότητας  
*Λόγος Return On Invested Capital*

PARK-AND-RIDE

$$ROIC_j = \frac{Pr_j}{C_j} = \frac{\text{Έσοδα}}{\text{Κόστος}}$$

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Εξασφαλίζεται χάρη

στο αντίτιμο που καταβάλουν οι χρήστες της εγκατάστασης

δηλαδή:

$$Pr_j = a_{ij} \times f_j = \text{Ζήτηση} \times \text{Αντίτιμο}$$

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ





# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ: ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

- Διατήρηση των οχτώ εγκαταστάσεων που προϋπάρχουν
- Αποκλεισμός των υποψηφίων θέσεων εντός του Δακτυλίου (εξαιρείται ο σταθμός Συγγρού-Φιξ που διαθέτει ήδη εγκατάσταση)

PARK-AND-RIDE

- Ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών εγκαταστάσεων ίση με 1500 μέτρα (εξαιρούνται οι σταθμοί Κατεχάκη - Εθνική Άμυνα και Χαλάνδρι - Δουκίσσης Πλακεντίας, οι οποίοι απέχουν μικρότερη απόσταση, αλλά διαθέτουν ήδη εγκαταστάσεις)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



*Μοντέλο Βέλτιστης Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων  
Park'n'Ride με εφαρμογή στο Αττικό Μετρό*

*5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο  
Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών*

# ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ: ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

## Μοντέλο Μέγιστης Κάλυψης

$$\max \sum_{i=1}^{37} \sum_{j=1}^{21} a_{ij} \times Y_j \quad \text{βάσει:}$$

PARK-AND-RIDE

$$Y_j = \begin{cases} 1, & \text{αν η θέση } j \text{ επιλεγεί} \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

$$Y_j \geq 1, j \in \{1,3,5,13,14,18,19,21\}$$

$$Y_j = 0, j \in \{4,15\}$$

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

$$d_{ij} \geq 1500, j, l \in \{13,14,18,19\}$$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται, μέχρις ότου υπάρξει σύγκλιση, δηλαδή δύο διαδοχικές τιμές του αντιτίμου να είναι ίσες.

## Μοντέλο Σταθερού Κόστους

$$\min \sum_{i=1}^{37} \sum_{j=1}^{21} f_j \times Y_j \quad \text{βάσει:}$$

$$2 \leq f_j \leq 5$$

$$ROIC_j = \frac{f_j \times a_{ij}}{0.4 \times a_{ij} \times V_i} \geq 0.15$$

# ΕΦΑΡΜΟΓΗ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

**Ζώνες προέλευσης μετακινήσεων**  
37 Καποδιστριακοί δήμοι της Αττικής

## PARK-AND-RIDE

**Υποψήφιες θέσεις**  
21 από τους 36 σταθμούς του μετρό

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Οι σταθμοί επιλέχθηκαν με κριτήριο εγγύτητας, δηλαδή, θεωρήθηκε ότι η ζήτηση κάθε δήμου καλύπτεται αποκλειστικά από τον πλησιέστερο σταθμό του μετρό. Εξαιρείται ο σταθμός *Συγγρού-Φιξ*, καθώς διαθέτει ήδη εγκατάσταση.

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ

**Για τον Πίνακα Προέλευσης-Προορισμού, χρησιμοποιήθηκαν:**

- Πληθυσμός των δήμων (2011) – **Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ**
- Επιβατική κίνηση ανά σταθμό (2015) – **Πηγή: ΗΣΑΠ**

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

# ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

## Παραδοχές

- Μέση κατανάλωση Ι.Χ.: 7 λίτρα / 100 χιλιόμετρα
- Μέσο κόστος καυσίμων: 1.5€ / λίτρο
- Μέση ταχύτητα Ι.Χ.: 30 χλμ / ώρα
- Χρόνος διαδρομής με Ι.Χ.: Απόσταση / Ταχύτητα
- Μέσο κόστος διαδρομής με μετρό: 2.80€ για το 75% των επιβατών (αντίτιμο μετάβασης-επιστροφής) και 1.00€ για το υπόλοιπο 25% (ημερήσιο κόστος κάρτας απεριόριστων διαδρομών)
- Χρόνος διαδρομής με μετρό: εκτιμήθηκε σύμφωνα με τον πίνακα δρομολογίων της *Αττικό Μετρό*
- Χρόνος αναμονής για επιβίβαση: 3 λεπτά

PARK-AND-RIDE

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Μετά την απόρριψη των πρώτων υποψήφιων θέσεων, η ζήτησή τους ανακατανέμεται στους υπόλοιπους και πάλι με κριτήριο εγγύτητας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ

	<i>j</i>	Σταθμός	Τελική τιμή αντίτιμου
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1	Αγία Μαρίνα	2.00
PARK-AND-RIDE	3	Κεραμεικός	2.00
	5	Συγγρού-Φιξ	2.00
	7	Άγιος Δημήτριος	2.35
	9	Άλιμος	3.10
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	11	Ελληνικό	4.10
	12	Ανθούπολη	2.35
	13	Εθνική Άμυνα	2.00
ΕΦΑΡΜΟΓΗ	14	Κατεχάκη	2.00
	18	Χαλάνδρι	2.00
	19	Νομισματοκοπείο	2.00
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	21	Δουκίσσης Πλακεντίας	2.00

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

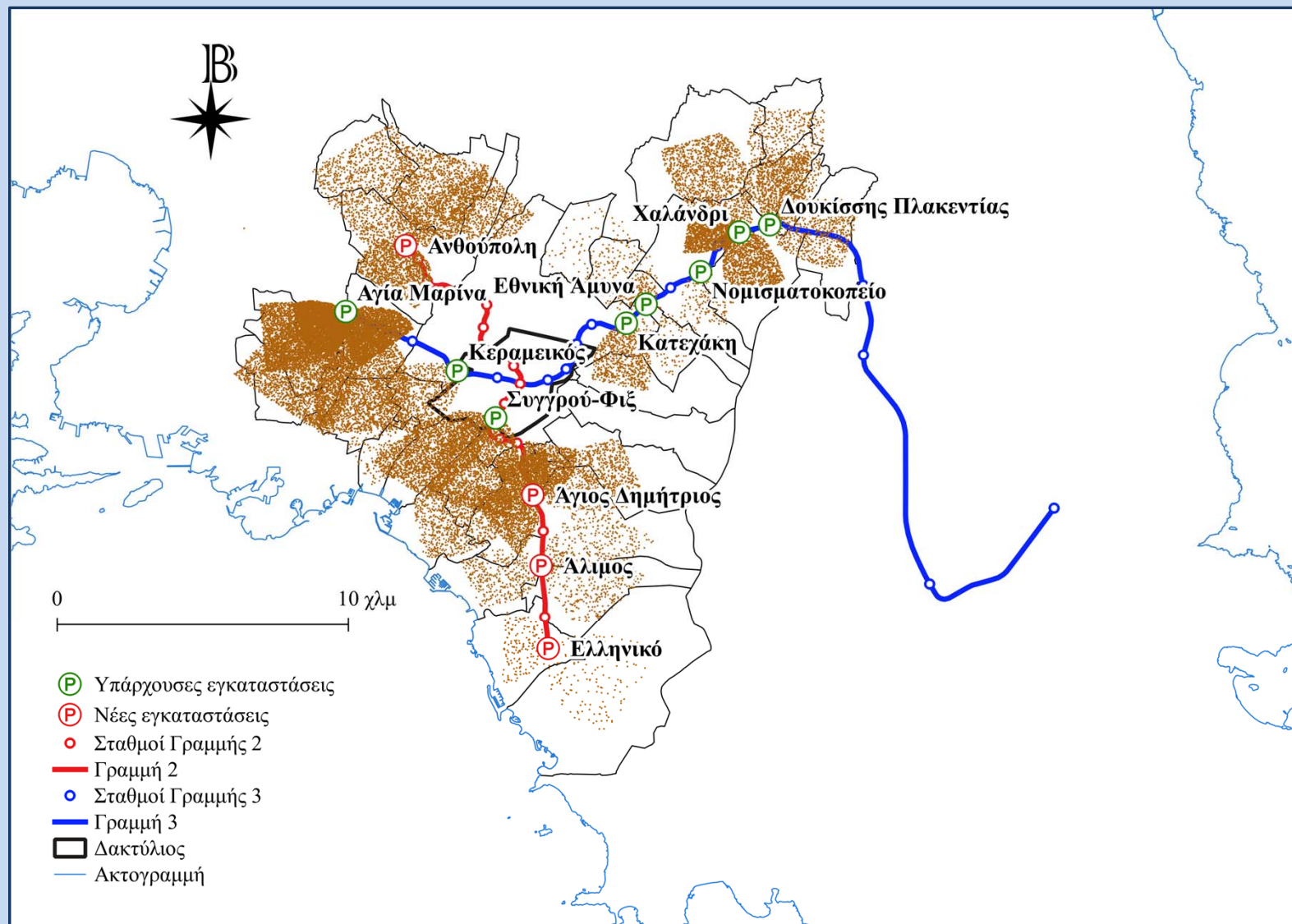
ΠΡΟΛΟΓΟΣ

PARK-AND-RIDE

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



Μοντέλο Βέλτιστης Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων  
Park'n'Ride με εφαρμογή στο Αττικό Μετρό

5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο  
Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών

# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: ΑΝΑΛΥΣΗ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

- Η συμφόρηση στο Δακτύλιο συντελεί στην επιλογή των θέσεων στα σχετικά όριά του.

## PARK-AND-RIDE

- Οι τερματικοί σταθμοί επιλέγονται.
- Οι προϋπάρχουσες εγκαταστάσεις είναι οικονομικά βιώσιμες, συνεπώς το αντίτιμο που προκύπτει είναι το ελάχιστο δυνατό.
- Η ζήτηση στο σταθμό *Αγία Μαρίνα* είναι πολύ μεγάλη και δύσκολα θα καλυφθεί από την εγκατάσταση. Ίσως θα πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο επιλογής και της θέσης στο σταθμό *Αιγάλεω*.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### Συμπερασματικά

- Οι τιμές της ζήτησης δεν είναι ακριβείς λόγω έλλειψης δεδομένων, ωστόσο οι θέσεις που επιλέχθηκαν ανταποκρίνονται στις πραγματικές κυκλοφοριακές συνθήκες της Αθήνας και καθιστούν το μοντέλο ρεαλιστικό.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο



| 14-15 Οκτωβρίου 2017

---

Εισήγηση με θέμα

# ΜΟΝΤΕΛΟ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ PARK'N'RIDE ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ

*Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας.*

---

Αθήνα, 2017