



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

# **ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΟΙΚΙΑΖΟΜΕΝΩΝ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΑΘΗΝΑΙΩΝ**

**ΤΣΟΛΑΚΗ ΑΘΗΝΑ**

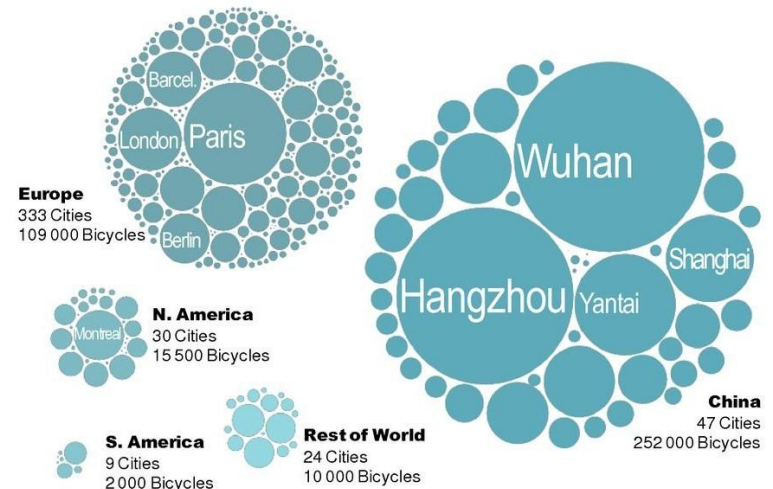
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΙΩΡΓΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2014

# Εισαγωγή

## Σύστημα ενοικίασης ποδηλάτων (Σ.Ε.Π.)

- Λειτουργία συστημάτων αυτόματης μίσθωσης δημόσιας χρήσης ποδηλάτων σε περισσότερες από **600** πόλεις παγκοσμίως.
- Πρόσβαση σε ποδήλατα με **αυτοματοποιημένο** τρόπο και χρήση για εκτεταμένο χρονικό διάστημα.
- Μείωση της **συμφόρησης**.
- Βελτίωση της ποιότητας του **αέρα**.



Source: ITF, data from Data from MetroBike, LLC (<http://www.MetroBike.net>, accessed 12 December, 2012)

# Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

- Η διερεύνηση των χαρακτηριστικών που επηρεάζουν στην επιλογή ενός συστήματος ενοικίασης ποδηλάτου για τις μετακινήσεις εντός του Δήμου Αθηναίων αντί των υπόλοιπων εναλλακτικών μετακίνησης (Ι.Χ., Μ.Μ.Μ., άλλο)
- Η ανάπτυξη στατιστικών μοντέλων που αποτυπώνουν τη σχέση μεταξύ της επιλογής του Σ.Ε.Π. και των παραγόντων που την επηρεάζουν.



# Βασικά στάδια Διπλωματικής Εργασίας

- Προσδιορισμός στόχου
- Βιβλιογραφική ανασκόπηση
- Διαδικτυακή ερευνά
- Επεξεργασία στοιχείων
- Επιλογή μεθοδολογίας
- Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου
- Περιγραφή αποτελεσμάτων
- Συμπεράσματα / Προτάσεις





## Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2): Σ.Ε.Π.

- Ανάγκη διερεύνησης των παραγόντων που επηρεάζουν τη χρήση Σ.Ε.Π. πριν την εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος.
- Μελέτη Σ.Ε.Π. στο πλαίσιο του ευρύτερου συγκοινωνιακού δικτύου.
- Αναγκαιότητα μελέτης τόσο πριν όσο μετά, αλλά και κατά τη διάρκεια, εφαρμογής ενός συστήματος ενοικιαζόμενων ποδηλάτων.
- Ανάγκη για σωστά σχεδιασμένο δίκτυο ποδηλατοδρόμων και σταθμούς ενοικίασης.



## Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2): Μέθοδος Δεδηλωμένης προτίμησης

- Είναι κατάλληλη για έρευνες που αφορούν σε υποθετικές καταστάσεις.
- Μπορεί να συνδυαστεί με τη μέθοδο αποκαλυπτόμενης προτίμησης.
- Απαιτείται ένα επαρκές και αντιπροσωπευτικό δείγμα.
- Το διαδίκτυο αποτελεί ένα εξαιρετικό μέσο διεξαγωγής ερευνών, χρειάζεται όμως προσοχή.



# Διαδικτυακή Έρευνα



- 252 ερωτηματολόγια.
- Μέθοδος δεδηλωμένης προτίμησης.
- Α΄ μέρος: Οδηγική συμπεριφορά και οδηγικές συνήθειες των ερωτώμενων.
- Β΄ μέρος: Εξοικείωση των ερωτώμενων με την ιδέα του ποδηλάτου ως μέσου μεταφοράς.
- Γ΄ μέρος: Επιλογή ανάμεσα σε ποδήλατο, αυτοκίνητο, μέσα μαζικής μεταφοράς ή και κανενός από τα προηγούμενα, σε υποθετικές κυκλοφοριακές συνθήκες.

Κλασματικός παραγοντικός σχεδιασμός

16 σενάρια

Δύο ομάδες των 8 σεναρίων

- Δ΄ μέρος: Δημογραφικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

# Ερωτήσεις που αναλύθηκαν

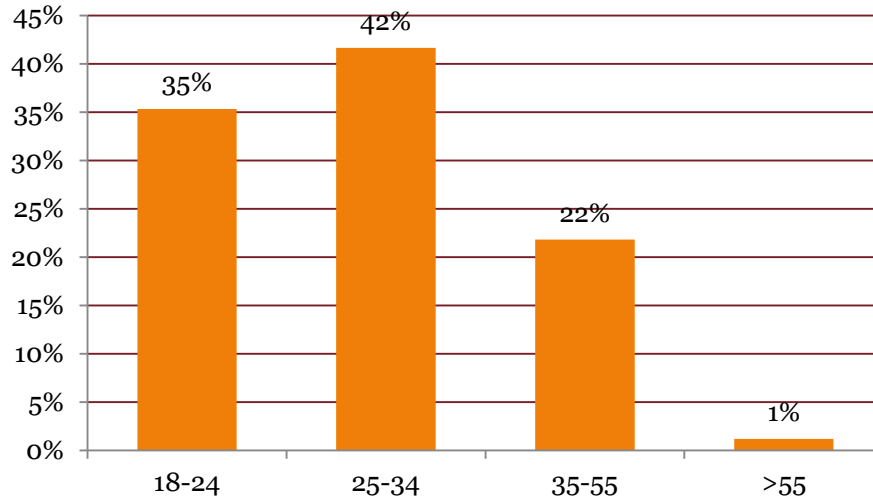
- Επιλογές σεναρίων δεδηλωμένης προτίμησης
- Φύλο
- Ηλικία
- Εκπαίδευση
- Επάγγελμα
- Εισόδημα
- Οικογενειακή κατάσταση
- Ευελιξία ωραρίου



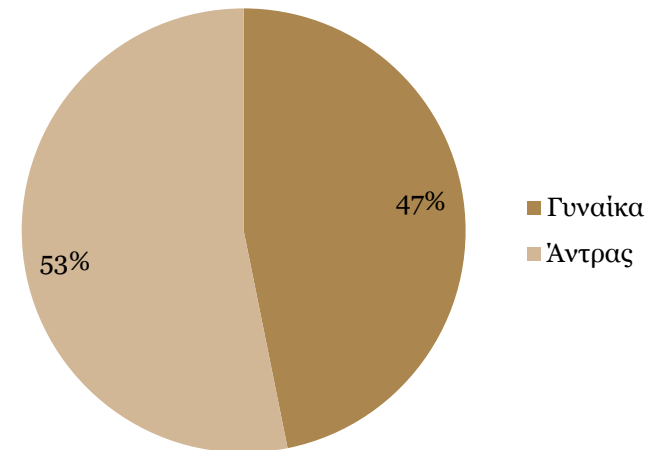


# Προκαταρκτική ανάλυση (1)

## Κατανομή των απαντήσεων ανά ηλικία και φύλο



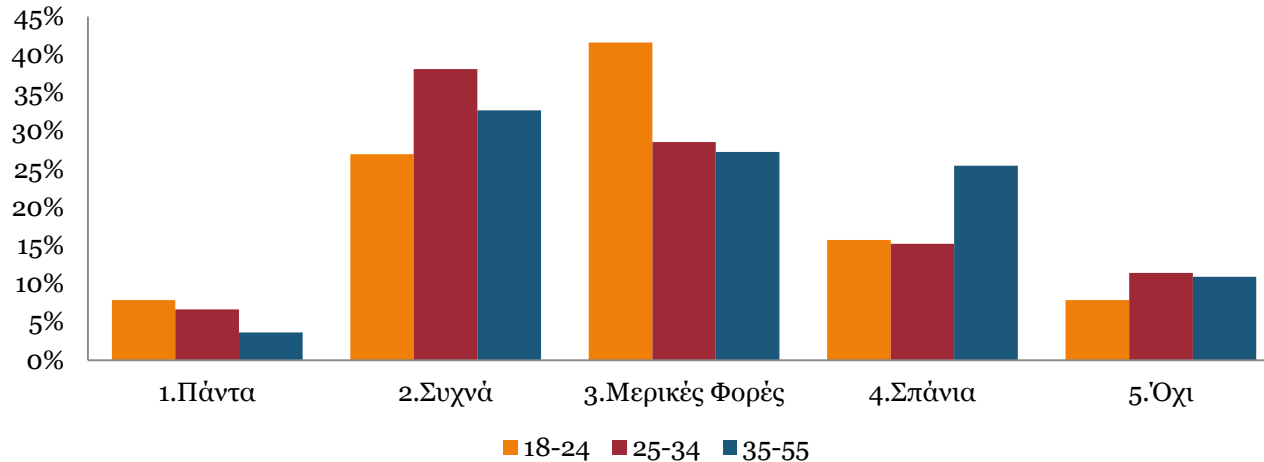
Κατανομή ανά ηλικία



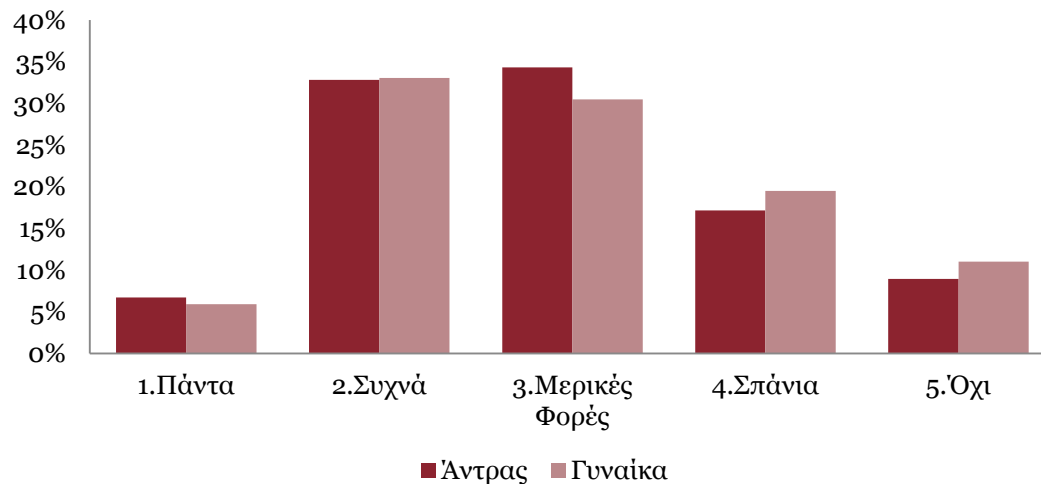
Κατανομή ανά φύλο

## Προκαταρκτική ανάλυση (2)

Κατανομή ανά ηλικία στην ερώτηση 'Πόσο συχνά θα χρησιμοποιούσατε το Σ.Ε.Π.'



Κατανομή ανά φύλο στην ερώτηση 'Πόσο συχνά θα χρησιμοποιούσατε το Σ.Ε.Π.'



# Μεθοδολογία Προσέγγισης

Επιλογή μέσου μεταφοράς



Ι.Χ./ Μ.Μ.Μ./ Ποδήλατο/ Κανένα



Διακριτή Επιλογή

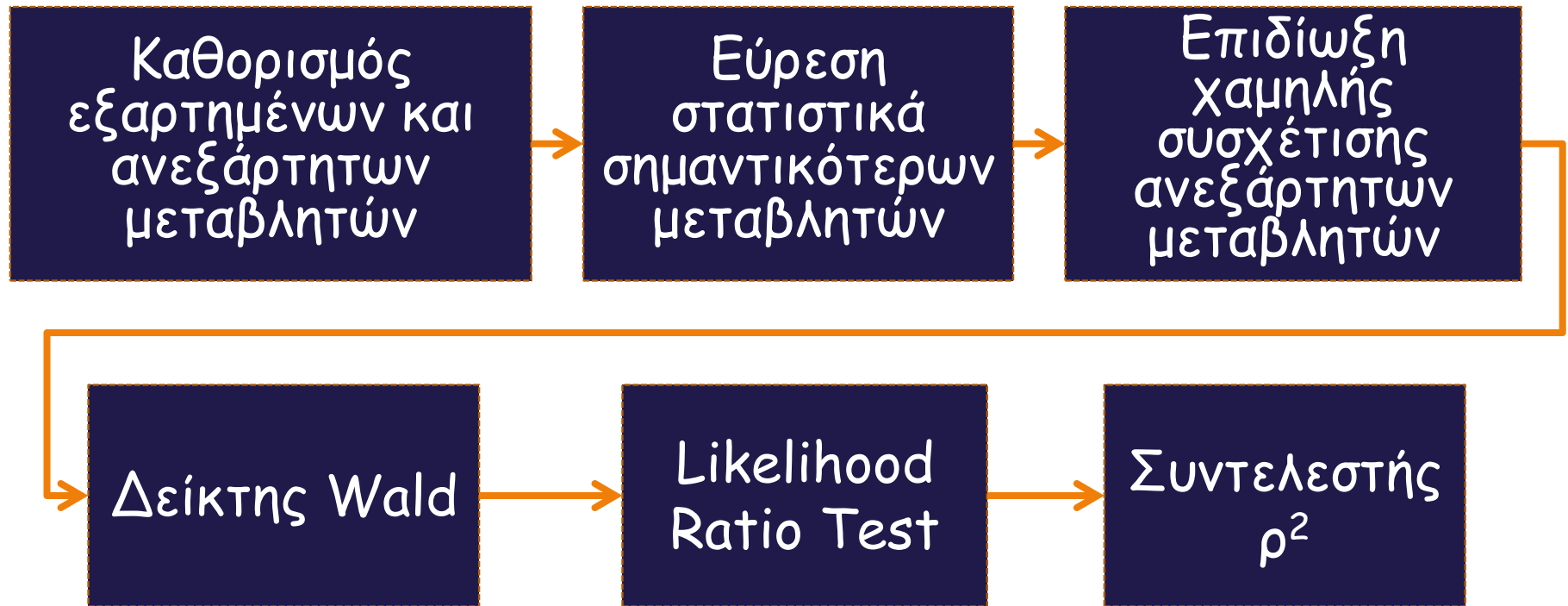


Μοντέλο Λογιστικής Ανάλυσης Παλινδρόμησης



# Αποτελέσματα

Βήματα για την ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου



## Εξισώσεις μοντέλου

$$U_{\text{ποδ.}} = 6.39 - 0.0830 * \text{Χρόνος} - 0.274 * \text{Κόστος} + 0.953 * \text{Άνεση} \\ + 2.48 * \text{Φύλο} + 0.905 * \text{Ηλικία} + 2.95$$

$$U_{\text{ΙΧ}} = 5.98 - 0.0497 * \text{Χρόνος} - 0.184 * \text{Κόστος} + 0.537 * \text{Άνεση} \\ + 2.75 * \text{Φύλο} + 2.95$$

$$U_{\text{ΜΜΜ}} = 6.30 - 0.0830 * \text{Χρόνος} - 0.184 * \text{Κόστος} + 0.537 * \text{Άνεση} \\ + 3.25 * \text{Φύλο} + 0.600 * \text{Ηλικία} + 2.95$$

Likelihood ratio test: 2101.730,                      Rho-square: 0.376



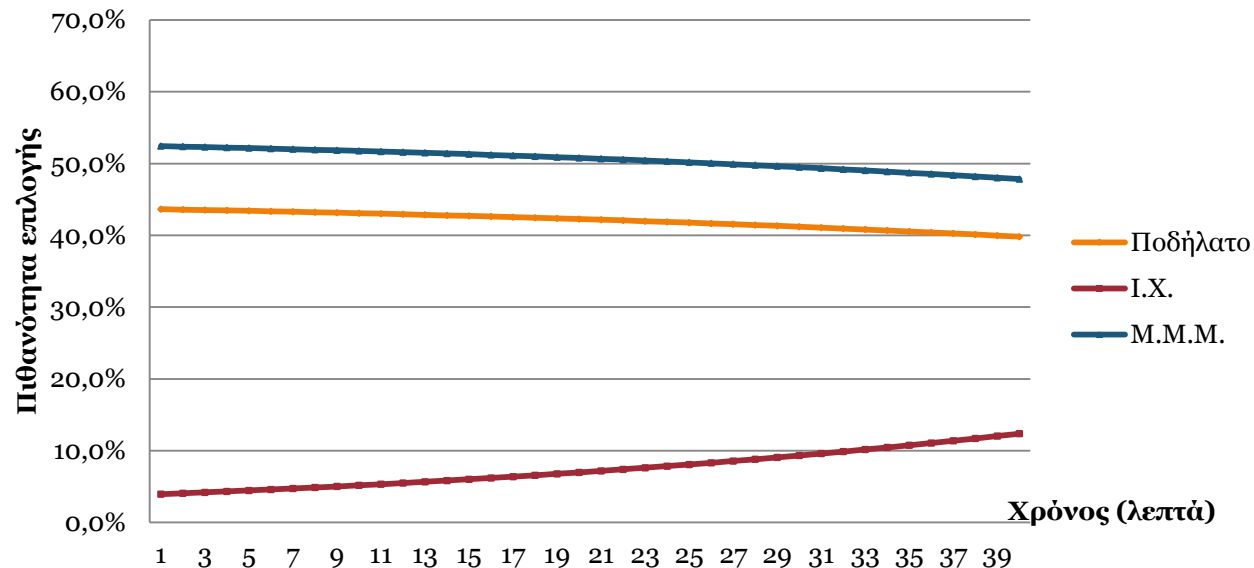
# Συγκεντρωτικός Πίνακας

| Ανεξάρτητες<br><br>μεταβλητές | ΠΟΔΗΛΑΤΟ |        |                    | Ι.Χ.    |       |                    | Μ.Μ.Μ. |        |                    |
|-------------------------------|----------|--------|--------------------|---------|-------|--------------------|--------|--------|--------------------|
|                               | βi       | Wald   | Σχετική<br>επιρροή | βi      | Wald  | Σχετική<br>επιρροή | βi     | Wald   | Σχετική<br>επιρροή |
|                               |          |        | e <sub>i</sub>     |         |       | e <sub>i</sub>     |        |        | e <sub>i</sub>     |
| ΔΙΑΚΡΙΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ          |          |        |                    |         |       |                    |        |        |                    |
| Άνεση                         | 0.953    | 9.44   |                    | 0.537   | 6.25  |                    | 0.537  | 6.25   |                    |
| Ηλικία                        | 0.905    | 5.61   |                    |         |       |                    | 0.600  | 3.33   |                    |
| Φύλο                          | 2.48     | 2.06   |                    | 2.78    | 2.30  |                    | 3.25   | 2.69   |                    |
| ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ           |          |        |                    |         |       |                    |        |        |                    |
| Χρόνος                        | -0.083   | -15.99 | -0,575             | -0.0497 | -6.97 | -0,774             | -0.083 | -15.99 | -1,328             |
| Κόστος                        | -0.274   | -1.36  | -0,025             | -0.184  | -5.26 | -0,870             | -0.184 | -5.26  | -0,176             |



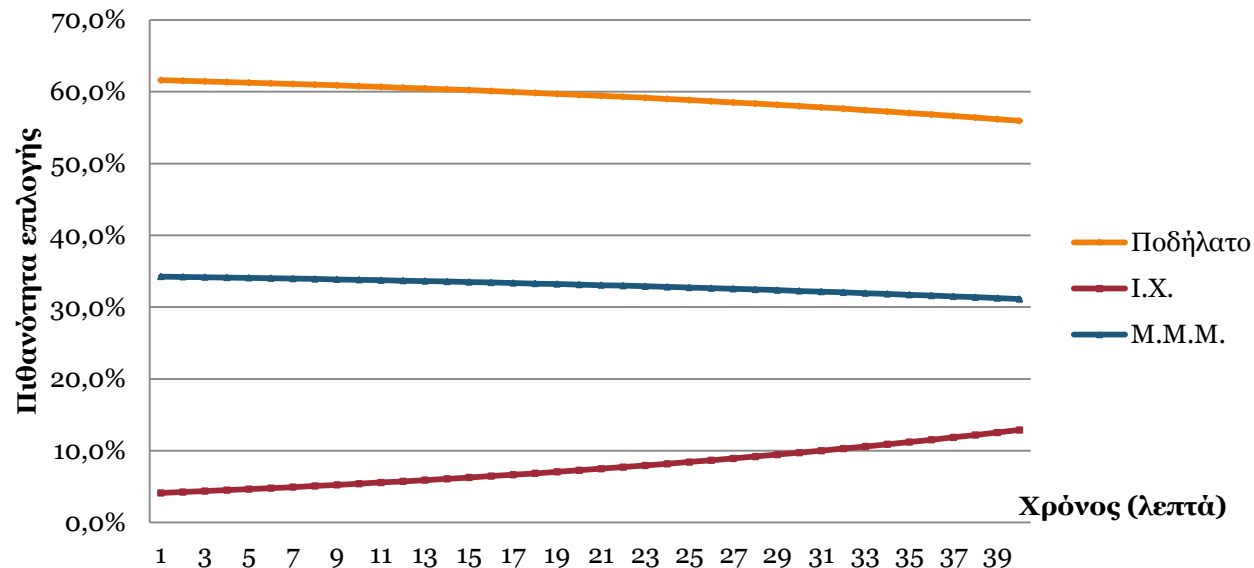
# Ανάλυση Ευαισθησίας για επιλογή μέσου με το χρόνο (1/2)

Γυναίκες, ηλικίας 18-24, Υψηλό  
επίπεδο άνεσης, μέσο κόστος



# Ανάλυση Ευαισθησίας για επιλογή μέσου με το χρόνο (2/2)

Άντρες, ηλικίας 18-24, Υψηλό  
επίπεδο άνεσης, μέσο κόστος



# Έλεγχος Ιεραρχικού Λογιστικού Προτύπου (nested logit model)

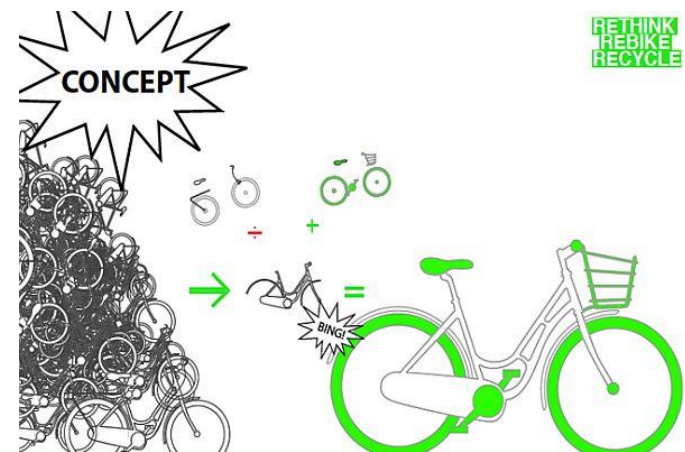
- Αντιμετωπίζονται περιπτώσεις όπου υπάρχει συσχέτιση μεταξύ ορισμένων εναλλακτικών του συνόλου επιλογών.
- Συγκεκριμένα, ελέγχθηκε η σχέση μεταξύ Ι.Χ. και Μ.Μ.Μ., καθώς και τα δύο αποτελούν μηχανοκίνητο μέσο μετακίνησης.
- Αποδείχθηκε ότι δεν έχει εφαρμογή για την παρούσα έρευνα. Δηλαδή, προέκυψε ότι η (ιεραρχική) επιλογή ανάμεσα σε μηχανοκίνητα και μη μηχανοκίνητα μέσα μετακίνησης δεν υπήρξε κριτήριο για τις απαντήσεις που λήφθηκαν.



# Εφαρμογή Δυναμικών Διαστρωματικών Στοιχείων (panel data)

- Τα δυναμικά διαστρωματικά στοιχεία λαμβάνουν υπόψη το σφάλμα εκείνο που οφείλεται στην ετερογένεια των ατόμων, και που σε περιπτώσεις πολλαπλών απαντήσεων από ένα άτομο είναι δυνατό να υπολογιστεί.
- Η διερεύνηση της ύπαρξης δυναμικών διαστρωματικών στοιχείων (panel data) έβγαλε θετικά αποτελέσματα και βοήθησε τόσο στη βελτίωση και ακρίβεια των τελικών μοντέλων όσο και στην ερμηνεία τους.
- Προσδιορίστηκε η επιρροή της Ετερογένειας:

|                 |        |
|-----------------|--------|
| Τιμή σφάλματος: | + 2.95 |
| Δείκτης Wald:   | + 5.31 |



## Συμπεράσματα (1/3)

- ❖ Η πιθανότητα επιλογής ενός συστήματος ενοικίασης ποδηλάτων για τις μετακινήσεις εντός του Δήμου Αθηναίων **επηρεάζεται από** τον χρόνο, το κόστος και την άνεση της μετακίνησης, ενώ από τα χαρακτηριστικά του μετακινούμενου εκείνα που επηρεάζουν είναι το φύλο και η ηλικία.
- ❖ Η πιθανότητα επιλογής του ποδηλάτου μειώνεται με αύξηση του **χρόνου** μετακίνησης.
- ❖ Η αύξηση **κόστους** αποτελεί επίσης έναν μειωτικό παράγοντα για την επιλογή του συστήματος ενοικιαζόμενων ποδηλάτων.



## Συμπεράσματα (2/3)

- ❖ Με την αύξηση του επιπέδου άνεσης, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται και η έννοια της ασφάλειας, παρατηρείται αύξηση της επιλογής του ποδηλάτου. (Φαίνεται η πλειοψηφία των μετακινούμενων να θεωρεί πολύ αποτρεπτικό παράγοντα την απουσία ποδηλατοδρόμων.)
- ❖ Αυξημένη πιθανότητα επιλογής του ποδηλάτου από άντρες.
- ❖ Τα άτομα που ανήκουν στην ηλικιακή κατηγορία από 18 έως 24 ετών φαίνεται επίσης να προτιμάνε το ποδήλατο.





## Συμπεράσματα (3/3)

- ❖ Εξετάστηκαν επίσης η εκπαίδευση, το επάγγελμα, το εισόδημα, η οικογενειακή κατάσταση και η ευελιξία του ωραρίου εργασίας που όμως **δεν βρέθηκε** να επηρεάζουν στην επιλογή του ποδηλάτου.
- ❖ Τέλος, επισημαίνεται ότι το υψηλότερο από το αναμενόμενο ενδιαφέρον για το ποδήλατο λόγω του **διαδικτυακού** χαρακτήρα της έρευνας έχει άμεση επιρροή στα αποτελέσματα τόσο της απλής όσο και της σύνθετης στατιστικής επεξεργασίας.



## Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

- ♦ Η επέκταση της έρευνας με επιπλέον **μεταβλητές**, όπως οι καιρικές συνθήκες, ο λόγος και η συχνότητα μετακίνησης αλλά και η κατοχή αυτοκινήτου.
- ♦ Αλλαγή στις τιμές του **χρόνου** και κυρίως του **κόστους** στα σενάρια δεδηλωμένης προτίμησης αναμένεται να επιφέρει αρκετά διαφορετικά αποτελέσματα.
- ♦ Διεξαγωγή της ίδιας ανάλυσης σε **άλλες περιοχές** της πόλης, ή και σε ολόκληρο το λεκανοπέδιο Αττικής, καθώς και σε άλλες πόλεις της χώρας, με διαφορετικές κυκλοφοριακές συνθήκες αλλά και διαφορετική τοπογραφία και να πραγματοποιηθούν συγκρίσεις.
- ♦ Η εφαρμογή άλλων, πιο σύνθετων **στατιστικών μεθόδων**, όπως επίσης και η εφαρμογή τους σε ένα μεγαλύτερο δείγμα.
- ♦ Επανάληψη έρευνας **μετά από εφαρμογή** ενός αντίστοιχου συστήματος ενοικιαζόμενων ποδηλάτων.



Ευχαριστώ πολύ 😊



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

# **ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΟΙΚΙΑΖΟΜΕΝΩΝ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟ ΑΘΗΝΑΙΩΝ**

**ΤΣΟΛΑΚΗ ΑΘΗΝΑ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΙΩΡΓΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2014