



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

## **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΝΕΑΡΩΝ ΠΕΖΩΝ ΣΤΙΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΟΥΣ**

**ΤΟΥΡΟΥ ΣΟΦΙΑ**

Επιβλέπων: Γιώργος Δ. Γιαννής, Επίκ. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2009

# ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- ✓ Καθορισμός Στόχου
- ✓ Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- ✓ Θεωρητικό Υπόβαθρο
- ✓ Συλλογή Στοιχείων
- ✓ Στατιστική Επεξεργασία
- ✓ Αποτελέσματα Ανάλυσης
- ✓ Συμπεράσματα
- ✓ Προτάσεις – Περαιτέρω Έρευνα

# ΣΤΟΧΟΣ

- Διερεύνηση των χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς νεαρών πεζών κατά μήκος μιας ολόκληρης διαδρομής.
- Χαρακτηριστικά:
  - ➡ Ταχύτητας Κίνησης
  - ➡ Επιλογής Σημείου Διάσχισης
  - ➡ Επιλογής Διαδρομής
- Παράμετροι:
  - ➡ Συνθήκες Κυκλοφορίας (κυκλοφοριακός φόρτος πεζών, χρονικός διαχωρισμός οχημάτων, κλπ.)
  - ➡ Χαρακτηριστικά του πεδίου έρευνας (χρήσεις γης, κλίση οδού, κλπ.)
  - ➡ Χαρακτηριστικά του πεζού (φύλο, ηλικία, κλπ.)

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Διεθνείς έρευνες → πειράματα σε τοπικό επίπεδο,  
όχι κατά μήκος μιας ολόκληρης διαδρομής

Η συμπεριφορά των πεζών στο οδικό δίκτυο είναι συνδυασμός ατομικών χαρακτηριστικών και επικρατούσών συνθηκών.

- ❖ **Ταχύτητα Κίνησης** → Συνδυασμός ατομικών χαρακτηριστικών του πεζού, του σκοπού της διαδρομής του και της ταχύτητά του σε συνδυασμό με άλλους πεζούς.
- ❖ **Διάσχιση Οδού** → Εξαρτάται κυρίως από τον χρονικό διαχωρισμό των οχημάτων.  
(Xuechao Chu, 2002)  
Κύριες και δευτερεύουσες διασχίσεις  
(Παπαδημητρίου et al, 2007).
- ❖ **Επιλογή διαδρομής** → Εξαρτάται από προσωπικές αποφάσεις του πεζού και από τις συνθήκες κατά μήκος της διαδρομής.

# ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

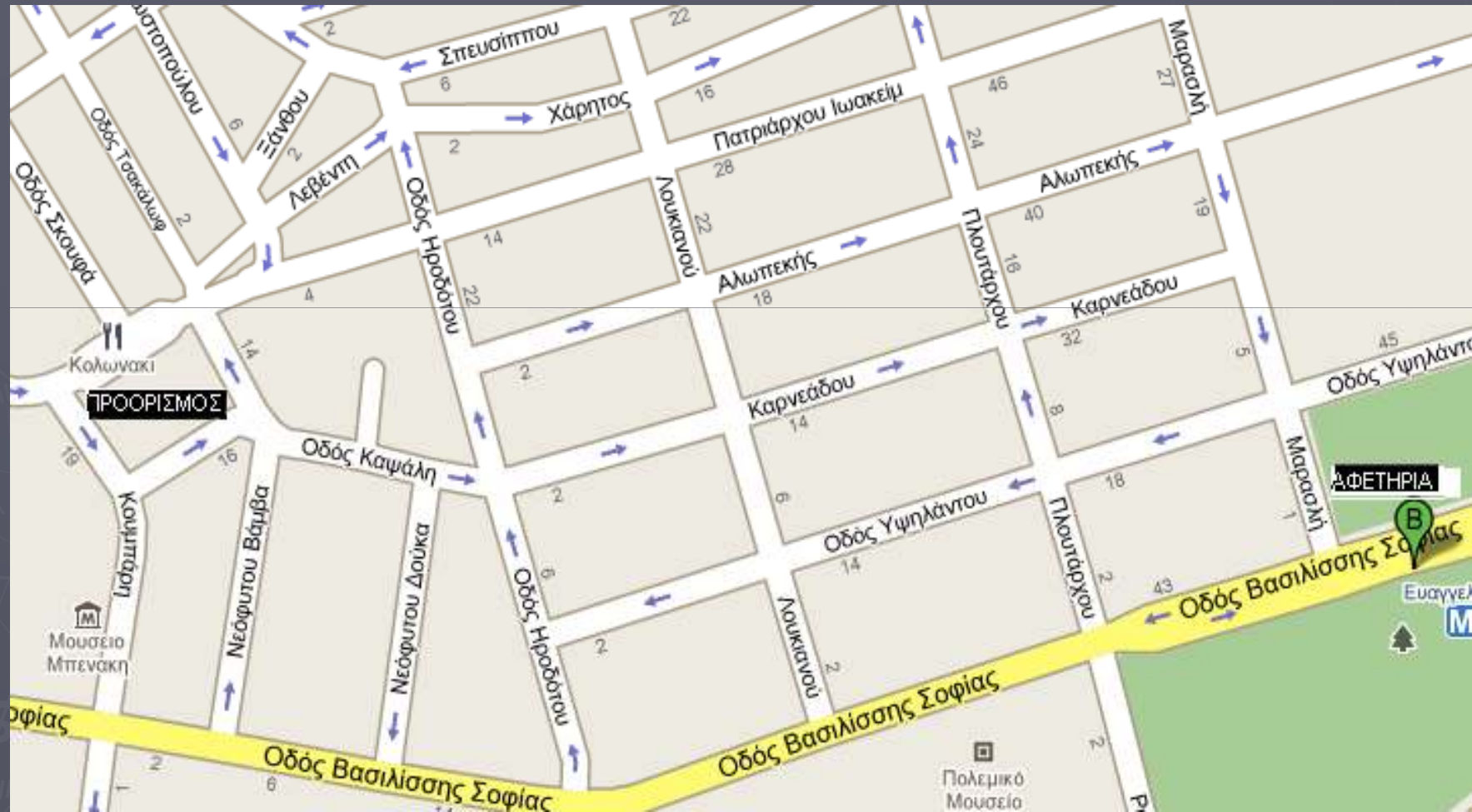
## Μέθοδοι Ανάλυσης

- ✓ Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση  
ταχύτητα –συνεχής μεταβλητή
- ✓ Λογιστική Ανάλυση Παλινδρόμησης  
επιλογή διάσχισης, επιλογή διαδρομής – διακριτή μεταβλητή

## Στατιστικοί Έλεγχοι

- ✓ Συσχέτιση των ανεξάρτητων μεταβλητών.
- ✓ Συντελεστής β<sub>i</sub>
- ✓ Στατιστική σημαντικότητα συντελεστών (δείκτης t/Wald)
- ✓ Ποιότητα του μοντέλου (συντελεστής R<sup>2</sup> )

# ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ



# ΣΤΑΔΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

## 1<sup>ο</sup> ΣΤΑΔΙΟ

### Καταγραφή της περιοχής μελέτης:

- ✓ Γεωμετρικά στοιχεία
- ✓ Κυκλοφοριακά στοιχεία

### Μετρήσεις:

- ✓ Σε 30 άτομα ηλικίας 18 έως 28 ετών.
- ✓ Επανάληψη μετρήσεων με τα ίδια άτομα μετά από τρεις εβδομάδες
- ✓ Συμπλήρωση ερωτηματολογίου

### Δημιουργία βάσης δεδομένων:

- ✓ Συνθήκες κυκλοφορίας
- ✓ Χαρακτηριστικά πεδίου έρευνας
- ✓ Χαρακτηριστικά πεζού

## 2<sup>ο</sup> ΣΤΑΔΙΟ

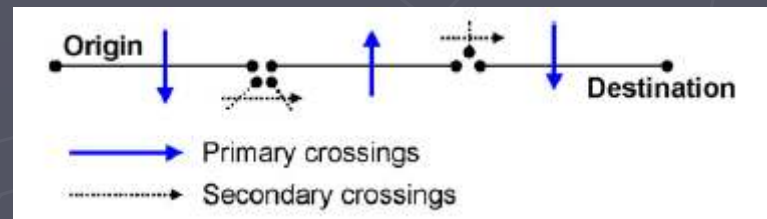
- ✓ Κωδικοποίηση και καταγραφή διαδρομής κάθε πεζού.
- ✓ Μετατροπή σε ταχύτητα κίνησης μέσω της σχέσης  $v=s/t$
- ✓ Κατηγοριοποίηση των διασχίσεων σε κύριες και δευτερεύουσες.
- ✓ Δημιουργία τελικής βάσης δεδομένων.

# ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΣΧΙΣΕΩΝ

(Παπαδημητρίου et al, 2007)



- ❖ Κύριες Διασχίσεις (primary crossings): ορίστηκαν εκείνες που πραγματοποιούνται στη αρχή, στη μέση ή στο τέλος ενός οικοδομικού τετραγώνου κάθετα στον άξονα της οδού και επιλέγονται με σκοπό να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη διαδρομή
- ❖ Δευτερεύουσες Διασχίσεις (secondary crossings): ορίστηκαν εκείνες που πραγματοποιούνται στη αρχή, στη μέση ή στο τέλος ενός οικοδομικού τετραγώνου σε οποιαδήποτε πλευρά της οδού κατά την κίνηση κατά μήκος διαδοχικών οικοδομικών τετραγώνων.





# ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Μεταβλητές



Διακριτές (κύρια διάσχιση, επιλογή διαδρομής, φύλο, χρήσεις γής, χρονικός διαχωρισμός οχημάτων)  
Συνεχείς (ταχύτητα κίνησης, ηλικία)



ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- ✓ Συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών
- ✓ Ορισμός εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών
- ✓ Παλινδρόμηση
- ✓ Έλεγχος καταλληλότητας μοντέλου

Μεταβλητές				
Εξαρτημένες	Ανεξάρτητες	$\beta$	t/wald	R <sup>2</sup>
velocity	constant	2,019	3,947	0,21
	QPedL	0,151	1,884	
	age	-0,041	-1,885	
	gender	-0,186	-2,146	
	walk rare	-0,004	-0,042	
primary	constant	1,556	5,948	0,43
	QPedH	0,575	0,123	
	QVehH	2,461	2,277	
	WalkRoad	-3,223	13,511	
routechoice	constant	4,25	4,008	0,25
	QPedm2	-3,035	6,82	
	walkoften	-2,268	2,569	
	choicefaster	1,651	1,103	
	last time recently	-1,756	1,251	

# ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

$$\text{Velocity1} = 1,781 - 0,033 \times \text{Age} + 0,176 \times \text{QPedL1} + 0,165 \times \text{ChoiceEnjoy} + 0,143 \times \text{Gender}$$

}  $R^2 = 0,378$

$$\text{Velocity2} = 1,453 - 0,020 \times \text{Age} + 0,182 \times \text{QPedL1} + 0,136 \times \text{ChoiceEnjoy} + 0,123 \times \text{Gender}$$

}  $R^2 = 0,392$

- ✓ **Velocity**= ταχύτητα βαδίσματος
- ✓ **Age**= ηλικία πεζού (18 – 28)
- ✓ **QPedL**= κυκλοφοριακός φόρτος πεζών κατά τη διάρκεια της διαδρομής (1= χαμηλός, 0= ψηλός)
- ✓ **ChoiceEnjoy**= επιλογή της ευχάριστης διαδρομής (1= ευχάριστη, 0= όχι ευχάριστη)
- ✓ **Gender**= φύλο πεζού (1= γυναίκα, 0= άντρας)

# ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ

- Η σχετική επιρροή εκφράζει ποσοτικά το βαθμό επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη.
- Για τις διακριτές μεταβλητές χρησιμοποιείται η έννοια της **ψευδοελαστικότητας** η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη.



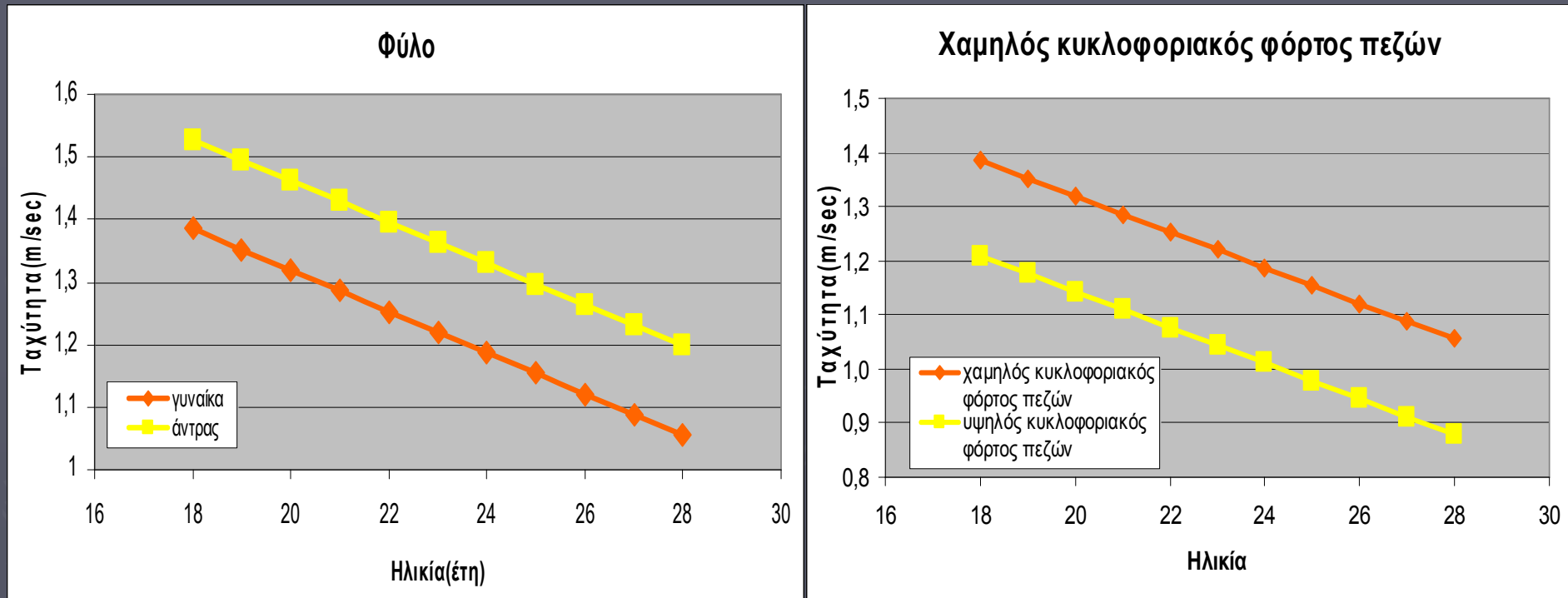
**ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ**

# ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ					
	Πρώτο Μοντέλο			Δεύτερο Μοντέλο		
	$\beta_i$	Σχετική Επιρροή		$\beta_i$	Σχετική Επιρροή	
		$e_i$	$e_i^*$		$e_i$	$e_i^*$
Ηλικία	-0,03	0,735	17,5	-0,020	0,441	14,23
Φύλο	-0,14	0,072	1,71	-0,123	0,061	1,97
Χαμηλός Φόρτος Πεζών	0,176	0,083	1,98	0,182	0,102	3,29
Ευχάριστη Διαδρομή	0,165	0,042	1	0,136	0,031	1

Τη μεγαλύτερη επιρροή έχει η μεταβλητή ηλικία.

# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ



Η ταχύτητα μειώνεται για αύξηση της ηλικίας από 18 σε 28.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

- ✓ Παρόμοιες τάσεις κατά την πρώτη και δεύτερη μέτρηση.
- ✓ Η ηλικία του πεζού επηρεάζει περισσότερο την ταχύτητα με την οποία κινείται.
- ✓ Οι άντρες κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα σε σχέση με τις γυναίκες.
- ✓ Ο πεζός κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα όταν παρατηρείται χαμηλός κυκλοφοριακός φόρτος πεζών.
- ✓ Οι πεζοί που επέλεξαν την πιο ευχάριστη διαδρομή κινήθηκαν με μεγαλύτερη ταχύτητα.

# ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΚΥΡΙΑΣ ΔΙΑΣΧΙΣΗΣ

$$U_1 = 13,212 + 4,883 \times \text{Traffic Gap} + 3,623 \times \text{Last Choice} + 3,376 \times \text{Flutter Route} + 4,843 \times \text{Entertainment} + 2,814 \times \text{QPedL1} \quad \left. \vphantom{U_1} \right\} R^2=0,584$$

$$U_2 = 6,449 + 6,515 \times \text{Traffic Gap} + 2,536 \times \text{Flutter Route} + 1,655 \times \text{Entertainment} \quad \left. \vphantom{U_2} \right\} R^2=0,646$$



$$P = e^u / (e^u + 1)$$

- ✓ **U**= συνάρτηση χρησιμότητας για κύρια διάσχιση (1= κύρια διάσχιση, 0= δευτ/σα)
- ✓ **Traffic Gap**= χρονικός διαχωρισμός οχημάτων (1=μεγάλος, 0= μικρός)
- ✓ **Last Choice**= τελευταία επιλογή διάσχισης (1= τελευταία επιλογή, 0=όχι τελευταία)
- ✓ **Flutter Route**= επιλογή βαδίσματος από ανωφέρεια σε επίπεδο (1=επίπεδο, 0= ανωφέρεια)
- ✓ **Entertainment**= εμπορικά καταστήματα και χώροι εστίασης (1=χρήσεις γης, 0= μη ύπαρξη)
- ✓ **QPedL**= κυκλοφοριακός φόρτος πεζών (1= χαμηλός, 0= υψηλός)



# ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	ΚΥΡΙΑ ΔΙΑΣΧΙΣΗ ΟΔΟΥ					
	Πρώτο Μοντέλο			Δεύτερο Μοντέλο		
	$\beta_i$	Σχετική Επιρροή		$\beta_i$	Σχετική Επιρροή	
<b>Χρονικός Διαχωρισμός Οχημάτων</b>	4,883	3,124	1,551	6,515	6,026	3,657
<b>Καταστήματα αναψυχής</b>	4,843	2,966	1,472	1,655	1,648	1
<b>Τελευταία Επιλογή</b>	3,623	2,251	1,118	—	—	—
<b>Βάδισμα από ανωφέρεια σε επίπεδο</b>	3,376	2,018	1,002	2,536	1,779	1,079
<b>Φόρτος πεζών</b>	2,814	2,014	1	—	—	—

Τη μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει 'χρονικός διαχωρισμός οχημάτων'.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΔΙΑΣΧΙΣΕΩΝ

- ✓ Παρόμοιες τάσεις και στα δύο μοντέλα
- ✓ Ο χρονικός διαχωρισμός των οχημάτων επηρεάζει περισσότερο την απόφαση του πεζού να πραγματοποιήσει κύρια διάσχιση.
- ✓ Οι πεζοί τείνουν να διασχίσουν σε εκείνο το οδικό τμήμα όπου θα συνεχίσουν τη διαδρομή τους σε επίπεδο.
- ✓ Η ύπαρξη εμπορικών καταστημάτων και χώρων εστίασης οδηγεί τον πεζό να πραγματοποιήσει κύρια διάσχιση στο οδικό τμήμα.

# ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

$$U_1 = 0,765 + 1,589 \times \text{Walk Often} - 2,569 \times \text{Choice Faster} + 1,293 \times \text{Simple} \quad \left. \vphantom{U_1} \right\} R^2 = 0,241$$

$$U_2 = 0,491 + 1,608 \times \text{Walk Often} - 2,413 \times \text{Choice Faster} + 1,561 \times \text{Simple} \quad \left. \vphantom{U_2} \right\} R^2 = 0,204$$



$$P = e^u / (e^u + 1)$$

- ✓  $U$  = συνάρτηση χρησιμότητας επιλογής διαδρομής (1= από τις μικρές οδούς  
0= από τις κύριες αρτηρίες)
- ✓ Walk Often = συχνό περπάτημα (1= συχνό, 0= μη συχνό)
- ✓ Choice Faster = επιλογή της πιο σύντομης διαδρομής (1= σύντομη, 0= όχι σύντομη)
- ✓ Simple = αλλαγές κατεύθυνσης (1= μια αλλαγή, 0= δύο ή περισσότερες αλλαγές)

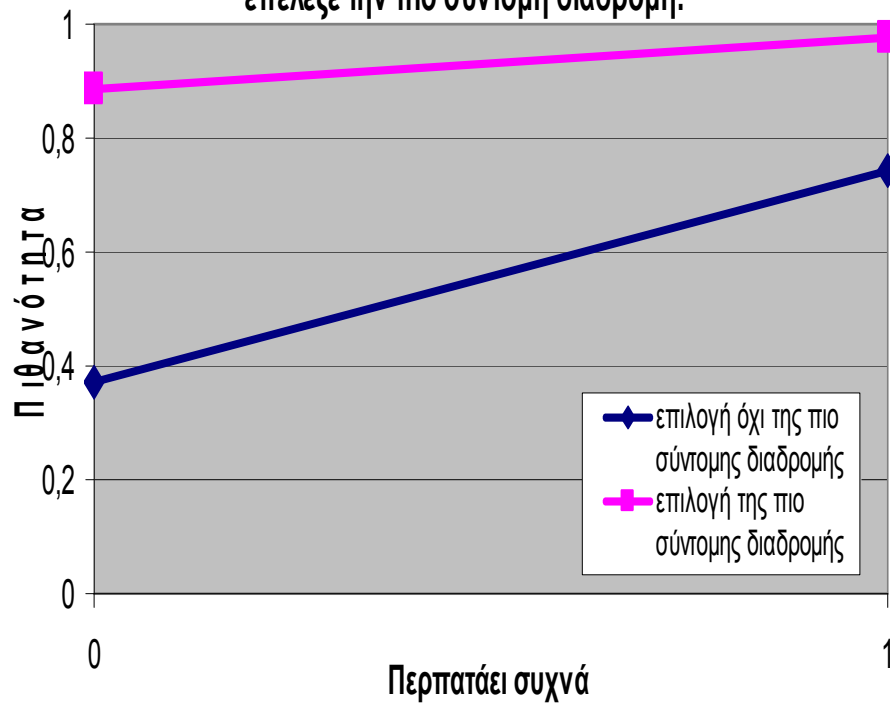
# ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ					
	Πρώτο Μοντέλο			Δεύτερο Μοντέλο		
	$\beta_i$	Σχετική Επιρροή		$\beta_i$	Σχετική Επιρροή	
		$e_i$	$e_i^*$		$e_i$	$e_i^*$
<b>Επιλογή πιο σύντομης διαδρομής</b>	-2,569	3,119	2,815	-2,413	2,953	2,235
<b>Συχνό περπάτημα</b>	1,589	2,497	2,254	1,608	2,721	2,061
<b>Αριθμός αλλαγών κατεύθυνσης</b>	1,293	1,108	1	1,561	1,321	1

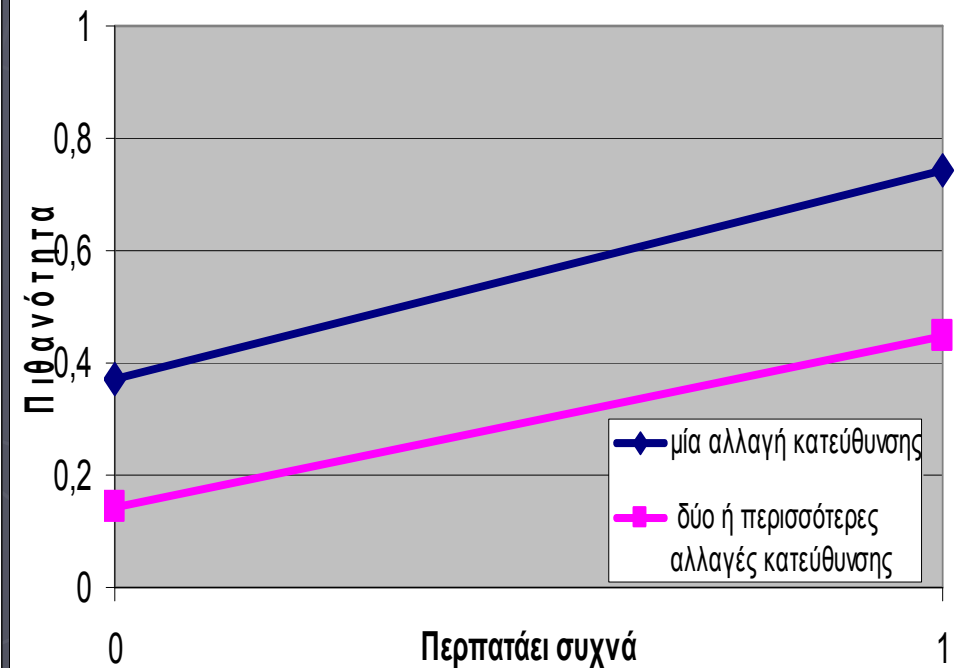
Τη μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει 'η επιλογή της πιο σύντομης διαδρομής'.

# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Πιθανότητα επιλογής διαδρομής από τις μικρές οδούς όταν ο πεζός περπατάει συχνά ανάλογα με το ενδεχόμενο να επέλεξε την πιο σύντομη διαδρομή.



Πιθανότητα επιλογής διαδρομής από τις μικρές οδούς όταν ο πεζός περπατάει συχνά ανάλογα με τον αριθμό αλλαγών κατεύθυνσης.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

- ✓ Παρόμοιες τάσεις και στα δύο μοντέλα.
- ✓ Η επιλογή της πιο σύντομης διαδρομής επηρεάζει περισσότερο την πιθανότητα ο πεζός να επιλέξει τη διαδρομή από τις μικρές οδούς.
- ✓ Η πιθανότητα ο πεζός να επιλέξει τη διαδρομή από τις μικρές οδούς αυξάνεται όταν ο πεζός τείνει να περπατάει συχνά.
- ✓ Ο πεζός που περπατάει συχνά επιλέγει την πιο σύντομη διαδρομή.

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Διερεύνηση της συμπεριφοράς των πεζών 1<sup>η</sup> φορά κατά μήκος μιας διαδρομής.
- Παρόμοιες τάσεις στη συμπεριφορά των νεαρών πεζών
- Η απλή γραμμική παλινδρόμηση (ταχύτητα) και η λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης (διάσχιση, διαδρομή) ήταν οι καταλληλότερες μέθοδοι.
- Γενίκευση με απαραίτητες προσαρμογές

# ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Προσαρμογή Υποδομής (κάγκελα)
- Επαρκής χρόνος πρασίνου πεζών στους σηματοδότες
- Αναγκαιότητα ελεγχόμενης ταχύτητας κυκλοφορίας
- Αστυνόμευση
- Ενημέρωση των πολιτών σε θέματα οδικής ασφάλειας



## ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

- Πείραμα σε άλλες αστικές οδούς με διαφορετικά χαρακτηριστικά.
- Πείραμα όπου οι πεζοί δε θα γνωρίζουν ότι καταγράφονται.
- Μετρήσεις σε μεγαλύτερο δείγμα πεζών.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΝΕΑΡΩΝ ΠΕΖΩΝ ΣΤΙΣ ΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΟΥΣ.



ΤΟΥΡΟΥ ΣΟΦΙΑ

Επιβλέπων: Γιώργος Δ. Γιαννής, Επίκ. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2009