

# 3

## γένεση των μετακινήσεων

ΓΕΝΕΣΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ:

εισαγωγή

το υπό διερεύνηση θέμα:

πόσες μετακινήσεις  
ξεκινούν από κάθε  
ζώνη?



Ανάλυση κατά ζώνη



**Αθροιστικά μοντέλα**  
(*aggregate models*)

πόσες μετακινήσεις  
κάνει ένας  
μετακινούμενος κατά  
την διάρκεια μιας  
μέσης εβδομάδας?



Ανάλυση κατά άτομο



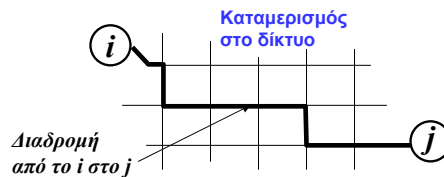
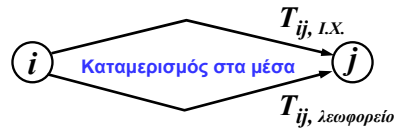
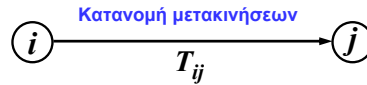
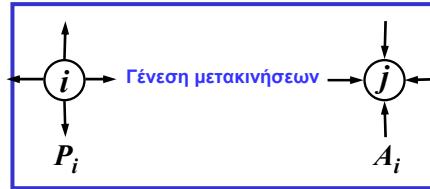
**Εξατομικευμένα μοντέλα**  
(*disaggregate models*)

## γένεση μετακινήσεων

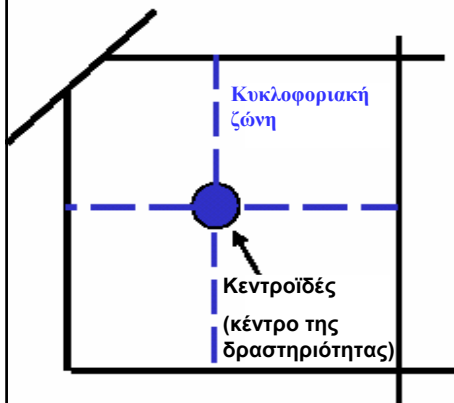
Η διαδικασία με την οποία μεγέθη μιας δραστηριότητας (εργασία, αγορές, ψυχαγωγία εκπαίδευση, κλπ) μετατρέπονται σε αριθμό μετακινήσεων.

### Σκοπός:

- να ποσοτικοποιήσει την σχέση μεταξύ δραστηριοτήτων και της ζήτησης για μετακίνηση.
- να προβλέψει τον αριθμό των μετακινήσεων που παράγονται από, και έλκονται από κάθε ζώνη

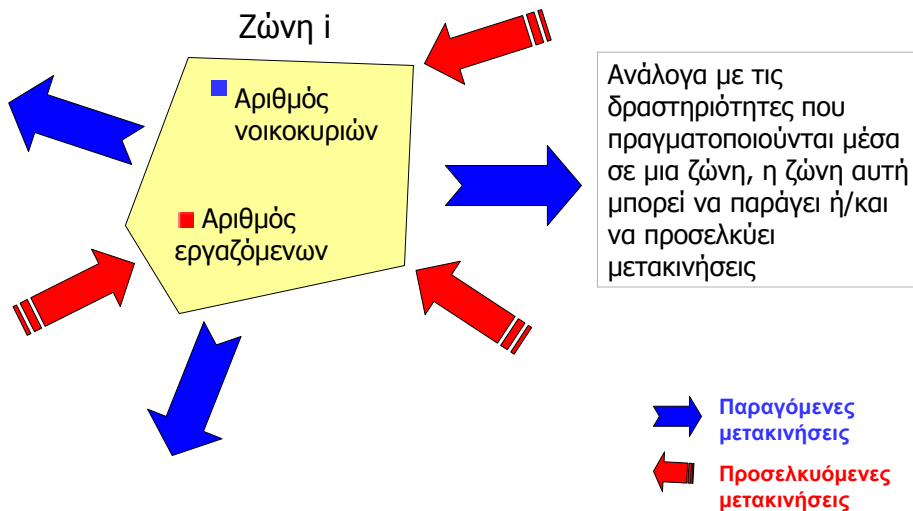


## κυκλοφοριακή ζώνη



- Η μονάδα ανάλυσης είναι η κυκλοφοριακή Ζώνη
- ι Για την διαμόρφωση των ορίων της Κυκλοφοριακής Ζώνης λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες :
  - Γεωγραφικά χαρακτηριστικά
  - Ομοιομορφία χρήσεων γης
  - Μεταφορικά δίκτυα
  - Θέση των κύριων κέντρων δραστηριότητας
  - Τα όρια των διοικητικών ενοτήτων
- ι Κεντροϊδές: χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει το κέντρο της δραστηριότητας μέσα σε μια ζώνη και να συνδέσει την ζώνη με τα μεταφορικά δίκτυα

## οι ζώνες παράγουν και προσελκύουν μετακινήσεις



## μετακινήσεις

Μια μετακίνηση είναι η κίνηση κατά μια συγκεκριμένη κατεύθυνση η οποία

→ ξεκινάει

- από ένα σημείο – το σημείο προέλευσης της μετακίνησης
- μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή – χρόνος έναρξης της μετακίνησης

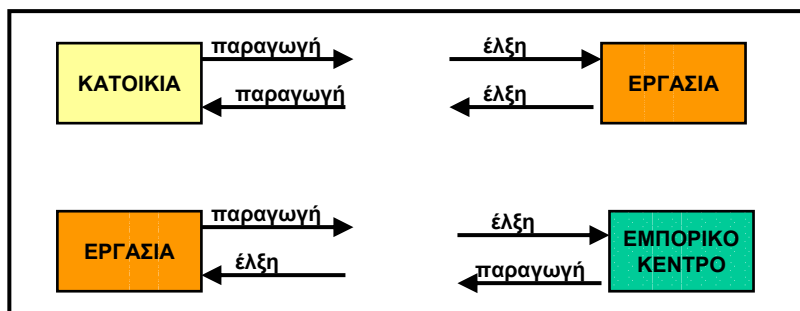
→ καταλήγει

- σε ένα άλλο σημείο – το σημείο προορισμού
- μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή – χρόνος άφιξης στον προορισμό

→ και γίνεται για ένα συγκεκριμένο σκοπό – σκοπός μετακίνησης

## ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ

- Ένα ταξίδι από τον τόπο κατοικίας προς τον τόπο εργασίας θεωρείται ότι είναι μία μετακίνηση που έχει δύο άκρα. Έχει προέλευση την κατοικία και προορισμό την εργασία δηλ. παράγεται στον τόπο κατοικίας και έλκεται από τον τόπο εργασίας.
  - Μια Μετακίνηση – **Δύο άκρα** μετακίνησης (κατοικία και εργασία).
  - Κάθε μετακίνηση χαρακτηρίζεται από τον **τόπο παραγωγής της και από τον τόπο έλξης** της.
  - Η Γένεση των μετακινήσεων προβλέπει τον αριθμό των μετακινήσεων (για ταξίδια με βάση την κατοικία και για ταξίδια που δεν έχουν βάση την κατοικία)
  - Σε ένα κλειστό σύστημα ο **συνολικός αριθμός των παραγόμενων μετακινήσεων είναι ίσος με τον συνολικό αριθμό των προσελκυόμενων μετακινήσεων**



- **Μετακίνηση με Βάση την Κατοικία:** η κατοικία είναι ο προέλευση ή ο προορισμός της μετακίνησης
- **Μετακίνηση με βάση όχι την Κατοικία:** κανένα από τα δύο άκρα της μετακίνησης δεν είναι η κατοικία του μετακινούμενου
- **Παραγωγή των μετακινήσεων:** Η κατοικία στις μετακινήσεις με βάση την κατοικία ή η προέλευση μιας μετακίνησης που δεν έχει βάση την κατοικία.
- **Έλξη των Μετακινήσεων:** Το άκρο της μετακίνησης που δεν είναι η κατοικία, σε μια μετακίνηση με βάση την κατοικία, ή ο προορισμός μιας μετακίνησης που δεν έχει βάση την κατοικία
- **Γένεση Μετακινήσεων:** Ο συνολικός αριθμός μετακινήσεων που γεννώνται από τα νοικοκυριά σε μια ζώνη

κατηγορίες μετακινήσεων

- Σκοπός μετακίνησης
  - Εργασία
  - Εκπαίδευση
  - Ψώνια - Αγορές
  - Κοινωνικοί λόγοι/ Αναψυχή
  - άλλα
- Χρόνος κατά την διάρκεια της ημέρας
- Προσωπικά χαρακτηριστικά μετακινούμενων
  - Κατηγορία εισοδήματος
  - Ιδιοκτησία Ι.Χ.
  - Δομή και μέγεθος νοικοκυριού

κατηγορίες μοντέλων γένεσης μετακινήσεων

- Υπάρχουν δύο τύποι μοντέλων γένεσης των μετακινήσεων
  - 1) **Μοντέλα της Παραγωγής** των Μετακινήσεων ή μοντέλα προσελκυσόμενων (ελκόμενων) μετακινήσεων
  - 2) **Μοντέλα Προσέλκυσης (έλξης)** των Μετακινήσεων ή μοντέλα προσελκυσόμενων (ελκυσόμενων) μετακινήσεων.
- Για την ανάλυση των **μετακινήσεων με βάση την κατοικία** (home-based-trips :
  - Τα μοντέλα Παραγωγής των μετακινήσεων εκτιμούν (υπολογίζουν) τον αριθμό των μετακινήσεων από και προς τις ζώνες που οι μετακινούμενοι κατοικούν
  - Τα μοντέλα Προσέλκυσης των Μετακινήσεων εκτιμούν τον αριθμό των μετακινήσεων από και προς κάθε ζώνη που περιλαμβάνει το άκρο της μετακίνησης που δεν είναι η κατοικία του μετακινούμενου
- Διαφορετικά μοντέλα Παραγωγής και Προσέλκυσης μετακινήσεων χρησιμοποιούνται για κάθε **σκοπό μετακίνησης**
- Ειδικά μοντέλα γένεσης μετακινήσεων χρησιμοποιούνται για να εκτιμήσουμε τις μετακινήσεις με βάση όχι την κατοικία, εξωτερικές μετακινήσεις, μεταφορές εμπορευμάτων κα.

### Διαδικασία ανάπτυξης μοντέλων γένεσης των μετακινήσεων

□ **Ομαδοποίηση των μονάδων λήψης απόφασης :**

Η πρόβλεψη της γένεσης των μετακινήσεων απλοποιείται με το να ομαδοποιήσουμε σχετικά **ομοιογενείς** μονάδες – π.χ. τους μετακινούμενους που είναι **μέλη του ίδιου νοικοκυριού**. Αυτοί οι μετακινούμενοι έχουν τα ίδια κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά και οι δραστηριότητες τους που απαιτούν μετακινήσεις αλληλοσχετίζονται.

□ **Άθροιση μετακινήσεων μιας Χρονικής περιόδου:**

Τα μοντέλα γένεσης των μετακινήσεων προβλέπουν τον **συνολικό αριθμό** των μετακινήσεων που διεξάγονται κατά την διάρκεια **μιας χρονικής περιόδου**, αντί να προβλέπουν πότε θα μετακινηθεί ο κάθε μετακινούμενος

### Διαδικασία ανάπτυξης μοντέλων γένεσης των μετακινήσεων

□ **Διαχωρισμός ανά τύπο μετακίνησης :**

Διαφορετικές κατηγορίες μετακινήσεων είναι πιο πιθανόν να πραγματοποιούνται κατά την διάρκεια συγκεκριμένων χρονικών περιόδων κατά την διάρκεια της ημέρας.

Μερικές κατηγορίες μετακινήσεων είναι πιο πιθανόν να γίνονται πολλές φορές κατά την διάρκεια της ημέρας και άλλες όχι.

Για αυτό τον λόγο, συνήθως τρεις κύριες κατηγορίες μετακινήσεων προτυποποιούνται:

- οι μετακινήσεις προς και από την εργασία
- οι μετακινήσεις για ψώνια/αγορές
- οι μετακινήσεις για κοινωνικούς λόγους/ για αναψυχή

### Παράγοντες που επηρεάζουν την γένεση των μετακινήσεων

- ❑ Ο αριθμός των μετακινήσεων που κάνει ένας μετακινούμενος είναι γενικά συνάρτηση διαφόρων **κοινωνικοοικονομικών** χαρακτηριστικών (πχ ηλικία, εισόδημα) ή/και χαρακτηριστικών της **χωρικής κατανομής** των δραστηριοτήτων του (τόπος κατοικίας, τόπος εμπορικής δραστηριότητας, εργασίας κα)
- ❑ Η μορφή των μεταβλητών που περιλαμβάνονται στα μοντέλα γένεσης εξαρτάται από το τύπο του μοντέλου δηλ. αν προβλέπει μετακινήσεις ανά **ζώνη ή ανά νοικοκυριό**.
- ❑ Παράγοντες που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε μελέτες περιλαμβάνουν:
  - Εισόδημα
  - Ιδιοκτησία Ι.Χ.
  - Δομή Νοικοκυριού
  - Μέγεθος οικογένειας
  - Αξία γης
  - Πυκνότητα δόμησης
  - **Προσιότητα (ελαστικότητα της ζήτησης)**

### Μέθοδοι ανάλυσης της γένεσης των μετακινήσεων

- ❑ **Μοντέλα του Συντελεστή Ανάπτυξης**  
(*growth factor models*)
- ❑ **Μοντέλα Ανάλυσης κατά κατηγορίες**  
(*Cross classification - Category analysis*)
- ❑ **Μοντέλα Ανάλυσης Παλινδρόμησης**  
(*Regression Analysis*)

Μοντέλα του συντελεστή ανάπτυξης**Βασική Παραδοχή:**

$$T_i = F_i \times t_i$$

όπου

- $T_i$  = μελλοντικές μετακινήσεις
  - $t_i$  = οι παρατηρούμενες μετακινήσεις στο έτος βάση
  - $F_i$  = συντελεστής ανάπτυξης
- $F_i$  σχετίζεται με τον πληθυσμό, το εισόδημα, και ιδιοκτησία ΙΧ στην υπάρχουσα και στην μελλοντική κατάσταση

Μοντέλα του συντελεστή ανάπτυξης□ **Παράδειγμα :**

Ζώνη με 250 νοικοκυριά με 1 ΙΧ, και 250 με 0 ΙΧ.

- $t_{1-ΙΧ} = 6.0$  μετακινήσεις/ημέρα;  $t_{0-ΙΧ} = 2.5$  μετακινήσεις/ημέρα
- Συνολικός αριθμός μετακινήσεων :  $t_i = 6.0 \cdot 250 + 2.5 \cdot 250 = 2125$
- Στο έτος βάσης (σημερινή κατάσταση) η μέση ιδιοκτησία ΙΧ είναι 0,5 ΙΧ ανά νοικοκυριό.

Στην μελλοντική κατάσταση όλα τα νοικοκυριά θα έχουν 1 ΙΧ

- $F_i = 1/0.5 = 2 \rightarrow T_i = F_i \times t_i = 2 \cdot 2125 = 4250$  trips/day

□ **Αξιολόγηση**

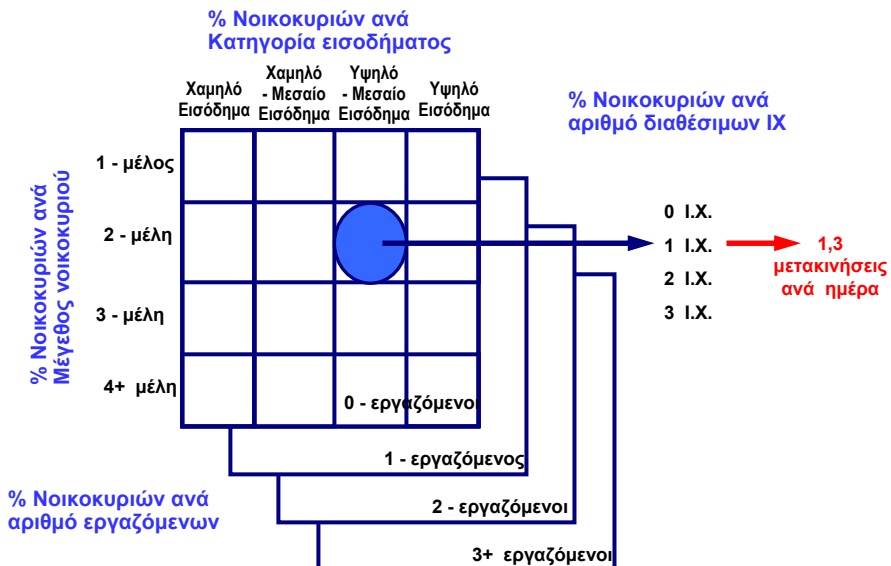
- Απλοποιητικές παραδοχές,
- Χρησιμοποιείται κυρίως για τον υπολογισμό των εξωτερικών μετακινήσεων της περιοχής μελέτης



## μοντέλα ανάλυσης κατά κατηγορίες

- ❑ Χρησιμοποιούν σαν μονάδα ανάλυσης το **νοικοκυριό** και βασίζουν την εκτίμηση της ζήτησης (πχ. αριθμό των μετακινήσεων που παράγονται) σαν συνάρτηση των χαρακτηριστικών του νοικοκυριού.
- ❑ Τα νοικοκυριά ταξινομούνται σε **κατηγορίες** ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους (πχ. εισόδημα, διαθεσιμότητα ΙΧ, μέγεθος, αριθμός εργαζόμενων)
- ❑ Για κάθε κατηγορία υπολογίζεται ο **ρυθμός γένεσης των μετακινήσεων** από μετρήσεις για την υπάρχουσα κατάσταση

## μοντέλα ανάλυσης κατά κατηγορίες



μοντέλα ανάλυσης κατά κατηγορίες

- **Βασική παραδοχή:** Ο ρυθμός γένεσης μετακινήσεων σε κάθε κατηγορία παραμένει σταθερός (δηλ. είναι για όλη την περίοδο που αναφέρονται οι προβλέψεις)

$$P^i(t) = \sum_{k,m,n} H_{k,m,n}^i(t) \times f_{k,m,n}$$

$P^i(t)$  = ο αριθμός των μετακινήσεων που παράγονται στην ζώνη  $i$  στον χρονικό ορίζοντα των προβλέψεων  $t$

$H_{k,m,n}^i(t)$  = ο αριθμός των νοικοκυριών ζώνη  $i$  που προβλέπεται ότι θα ανήκουν στην κατηγορία  $k,m,n$ , στον χρονικό ορίζοντα  $t$

$f_{k,m,n}$  = ο ρυθμός των μετακινήσεων (πχ. μετακινήσεις/ημέρα) που παράγονται από ένα νοικοκυριό που ανήκει στην κατηγορία  $k,m,n$  - παραμένει σταθερός

μοντέλα ανάλυσης κατά κατηγορίες

Απλό παράδειγμα

Μετακινήσεις ανά Νοικοκυριό		Μέγεθος Νοικοκυριού			
		1	2	3-4	5+
Ιδιοκτησία Ι.Χ.	0	0.27	0.45	0.52	0.57
	1	0.46	1.04	1.31	1.77
	2+	0.47	1.07	1.56	2.17

Κατανομή Νοικοκυριών ανά Μέγεθος & Ιδιοκτ. ΙΧ		Μέγεθος Νοικοκυριού			
		1	2	3-4	5+
Ιδιοκτησία Ι.Χ.	0	10%	5%	10%	5%
	1	5%	5%	10%	15%
	2+	5%	5%	10%	15%

Πόσες μετακινήσεις παράγονται εάν η ζώνη αποτελείται από 1000 νοικοκυριά ?

**ΓΕΝΕΣΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ:**
**Ανάλυση κατά Κατηγορίες**

(A)

Μετακινήσεις ανά νοικοκυριό		Μέγεθος Νοικοκυριού			
		1	2	3-4	5+
Ιδιοκτησία ΙΧ	0	0,27	0,45	0,52	0,57
	1	0,46	1,04	1,31	1,77
	2+	0,47	1,07	1,56	2,17

(B)

Κατανομή Νοικοκυριών ανά μέγεθος και Ιδιοκτησία ΙΧ		Μέγεθος Νοικοκυριού			
		1	2	3-4	5+
Ιδιοκτησία ΙΧ	0	12%	5%	10%	5%
	1	7%	5%	10%	15%
	2+	1%	5%	10%	15%

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ = 1000

(Γ)=1000 x (B)

Αριθμός νοικοκυριών ανά κατηγορία		Μέγεθος Νοικοκυριού			
		1	2	3-4	5+
Ιδιοκτησία ΙΧ	0	120	50	100	50
	1	70	50	100	150
	2+	10	50	100	150

(Δ)=(A) x (Γ)

Συνολικός αριθμός μετακινήσεων ανά κατηγορία		Μέγεθος Νοικοκυριού			
		1	2	3-4	5+
Ιδιοκτησία ΙΧ	0	32,4	22,5	52	28,5
	1	32,2	52	131	265,5
	2+	4,7	53,5	156	325,5

Συνολικός αριθμός μετακινήσεων 1156

Μέσος αριθμός μετακινήσεων ανα νοικοκυριό στην περιοχή μελέτης 1,1558

**ΓΕΝΕΣΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ:**
**Ανάλυση κατά Κατηγορίες**

Αν για το έτος πρόβλεψης των μετακινήσεων, εκτιμάται ότι στην περιοχή μελέτης θα υπάρχουν συνολικά 1500 νοικοκυριά και η κατανομή τους ανά κατηγορία ιδιοκτησίας ΙΧ και μεγέθους νοικοκυριού δίνεται από τον πίνακα (E), να υπολογισθεί ο μελλοντικός μέσος αριθμός μετακινήσεων ανά νοικοκυριό.

**ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

(E)

Προβλεπόμενη Κατανομή Νοικοκυριών ανά μέγεθος και Ιδιοκτησία ΙΧ		Μέγεθος Νοικοκυριού			
		1	2	3-4	5+
Ιδιοκτησία ΙΧ	0	5%	3%	5%	2%
	1	14%	7%	14%	17%
	2+	1%	5%	11%	16%

ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ = 1500

(Z)=1500 x (E)

Αριθμός νοικοκυριών ανά κατηγορία		Μέγεθος Νοικοκυριού			
		1	2	3-4	5+
Ιδιοκτησία ΙΧ	0	75	45	75	30
	1	210	105	210	255
	2+	15	75	165	240

(H) = (Z) x (A)

Συνολικός αριθμός μετακινήσεων ανά κατηγορία		Μέγεθος Νοικοκυριού			
		1	2	3-4	5+
Ιδιοκτησία ΙΧ	0	20	20	39	17
	1	97	109	275	451
	2+	7	80	257	521

Συνολικός αριθμός μετακινήσεων

Μέσος αριθμός μετακινήσεων ανα νοικοκυριό στην περιοχή μελέτης 1,2629

1894

μοντέλα ανάλυσης κατά κατηγορίες□ **Επιλογή των κατηγοριών**

Ο ρυθμός των μετακινήσεων  $f_{k,m,n}$  υπολογίζεται από στοιχεία που συλλέγονται από έρευνες σε δείγματα από τα νοικοκυριά κάθε κατηγορίας. Το μέγεθος του δείγματος προσδιορίζεται με βάση τις στατιστικές μεθόδους της δειγματοληψίας.

Ο προσδιορισμός των κατηγοριών πρέπει να γίνει έτσι ώστε η τυπική απόκλιση της κατανομής του  $f_{k,m,n}$  να ελαχιστοποιείται.

μοντέλα ανάλυσης κατά κατηγορίες□ **Πλεονεκτήματα της μεθόδου :**

- Η κατηγοριοποίηση είναι ανεξάρτητη από το ζωνικό σύστημα
- Η μορφή της σχέσης μεταξύ μετακινήσεων και των επεξηγηματικών μεταβλητών δεν προσδιορίζεται εκ των προτέρων (πχ. γραμμική, μονοτονική )
- Οι σχέσεις μπορεί να διαφέρουν από κατηγορία σε κατηγορία (πχ. Οι επιπτώσεις της μεταβολής του μεγέθους του νοικοκυριού για νοικοκυριά με 1 ή 2 Ι.Χ. μπορεί να είναι διαφορετικές)

□ **Μειονεκτήματα της μεθόδου:**

- Δεν επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων για κατηγορίες πέρα αυτών που περιλαμβάνονται στην ανάλυση του έτους βάση
- Δεν υπάρχουν στατιστικές μέθοδοι ελέγχου της αξιοπιστίας των προβλέψεων
- Απαιτεί μεγάλα δείγματα
- Δεν υπάρχει συγκεκριμένη μέθοδος επιλογής των κατηγοριών – απαιτεί μια μακρά διαδικασία «δοκιμής – και – λάθους»

## μοντέλα ανάλυσης παλινδρόμησης

- Εκφράζουν τον αριθμό των παραγόμενων ή ελκόμενων μετακινήσεων σαν συνάρτηση των κοινωνικο-οικονομικών και λοιπών χαρακτηριστικών κάθε ζώνης.
- Οι συναρτήσεις είναι συνήθως γραμμικές - μη γραμμικές σχέσεις μπορούν να μετασχηματισθούν σε γραμμικές με κατάλληλο μετασχηματισμό των μεταβλητών,  
π.χ.  $y = a \cdot \beta^x \Leftrightarrow \log(y) = \log(a) + x \cdot \log(\beta)$
- Η μορφή της συναρτησιακής σχέσης και οι τιμές των παραμέτρων (συντελεστών) υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την θεωρία της ανάλυσης παλινδρόμησης από την στατιστική.

- μια **Τυπική Μορφή** ενός μοντέλου γένεσης μετακινήσεων είναι:

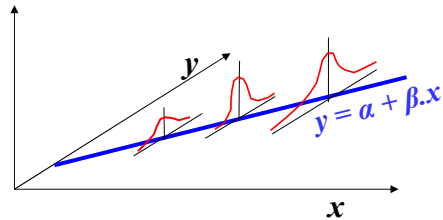
$$Y = a + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_n \cdot x_n$$

όπου

- $Y$  = **εξαρτημένη** μεταβλητή δηλ. ο αριθμός των παραγόμενων ή ελκόμενων μετακινήσεων σε μια ζώνη
- $x_i$  = **ανεξάρτητες** (επεξηγηματικές) μεταβλητές δηλ. οι τιμές των παραγόντων που επηρεάζουν τον αριθμό των μετακινήσεων, πχ. Μέσο εισόδημα νοικοκυριού, αριθμός νοικοκυριών, μέση ιδιοκτησία ΙΧ ανά νοικοκυριό, μέσο μέγεθος νοικοκυριού κ.α.
- $a, \beta_i$  = παράμετροι/συντελεστές του μοντέλου που προσδιορίζονται στην φάση της βαθμονόμησης

□ Προϋποθέσεις για την χρήση της μεθόδου γραμμικής παλινδρόμησης

- Για δεδομένη τιμή της ή των ανεξάρτητων μεταβλητών, η κατανομή των σφαλμάτων απόκλισης πρέπει να έχει μέση τιμή 0 και σταθερή διακύμανση ανεξαρτήτως της τιμής των  $x_i$



Στοιχεία για τα οποία η διακύμανση του σφάλματος δεν είναι σταθερή ονομάζονται ετεροσκεδαστικά. Μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης που προσδιορίζονται από ετεροσκεδαστικά στοιχεία είναι ανακριβή

- Οι ανεξάρτητες μεταβλητές δεν συσχετίζονται. Αν συσχετίζονται τότε δεν είναι δυνατόν να προσδιορισθεί η επίδραση της κάθε μιας στην τιμή της εξηρημένης μεταβλητής. Η ύπαρξη συγγραμμικότητας μεταξύ δύο μεταβλητών μπορεί να οδηγήσει σε παράλογες μορφές της συναρτησιακής σχέσης του μοντέλου

□ Τα στάδια προσδιορισμού ενός μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης

Ο υπολογισμός των τιμών των συντελεστών της γραμμικής σχέσης βασίζεται στην αρχή των ελαχίστων τετραγώνων. Τα προγράμματα στατιστικής ανάλυσης και spreadsheets υπολογίζουν τους συντελεστές ενός μοντέλου όταν η μορφή του έχει καθορισθεί.

Η διαδικασία ανάπτυξης εναλλακτικών μορφών μοντέλων και αξιολόγησης των αποτελεσμάτων, περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

1. **Επιλογή των ανεξάρτητων μεταβλητών** που θα εξετασθούν και πιθανά να περιληφθούν στο μοντέλο
2. **Ανάλυση της σχέσης κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής με την εξαρτημένη μεταβλητή.** Αν ή σχέση με μια ανεξάρτητη μεταβλητή δεν είναι γραμμική, διερευνάται η δυνατότητα χρησιμοποίησης κατάλληλου μετασχηματισμού

□ **Τα στάδια προσδιορισμού ενός μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης**

(συνέχεια)

3. Υπολογισμός του **πίνακα συντελεστών συσχέτισης** για όλα τα δυνατά ζεύγη μεταβλητών (ανεξάρτητων μεταβλητών μεταξύ τους και με την εξαρτημένη μεταβλητή). Σε περίπτωση που δύο μεταβλητές είναι συγγραμικές επιλέγεται μόνο μία για να περιληφθεί στο μοντέλο (εκείνη που έχει τη μεγαλύτερη συσχέτιση με την ανεξάρτητη και που για την οποία μπορούμε να κάνουμε αξιόπιστες προβλέψεις)
4. **Υπολογισμός των συντελεστών** της σχέσης παλινδρόμησης. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές εισάγονται σταδιακά στην εξίσωση και υπολογίζονται κάθε φορά οι διάφοροι **στατιστικοί δείκτες**. Σε κάθε στάδιο, μια μεταβλητή παραμένει στην εξίσωση ή απορρίπτεται ανάλογα με την συμβολή της στην **αύξηση της ακρίβειας** του μοντέλου.
5. Υπολογίζονται τα **τελικά στατιστικά μεγέθη** και ελέγχεται η αξιοπιστία του μοντέλου

□ **Τα στάδια προσδιορισμού ενός μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης**

(συνέχεια)

- Τα στατιστικά μεγέθη που υπολογίζονται είναι
- a) ο **συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$**  (*correlation of determination*) ή συντελεστής συσχέτισης **R**.  
 $R^2 \times 100 =$  το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από την σχέση της παλινδρόμησης
  - b) Το **μέσο τετραγωνικό σφάλμα εκτίμησης** (*standard error of the estimate*). Χρησιμοποιείται για να συγκριθούν τα αποτελέσματα του μοντέλου με τις πραγματικές τιμές που μετρήθηκαν. Ισχύουν οι ακόλουθες σχέσεις

$$y^* - \text{St. Err} < y < y^* + \text{St. Err} \quad \text{με πιθανότητα } 68,27\%$$

$$y^* - 2 \text{ St. Err} < y < y^* + 2 \text{ St. Err} \quad \text{με πιθανότητα } 95,45\%$$

όπου  $y$  η πραγματική τιμή που μετρήθηκε,  $y^*$  η τιμή που υπολογίζει το μοντέλο και  $\text{St. Err}$  το σφάλμα εκτιμησης.

□ **Τα στάδια προσδιορισμού ενός μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης**

- Τα στατιστικά μεγέθη που υπολογίζονται είναι *(συνέχεια)*

c) **Ο λόγος t (*t-ratio*)** που χρησιμοποιείται για να διερευνηθεί η στατιστική σημαντικότητα κάθε συντελεστή.

Ο λόγος t συγκρίνεται με την κατανομή t-Student, με βαθμό ελευθερίας  $n-k$  ( $n$  είναι το μέγεθος του δείγματος και  $k$  ο αριθμός των μεταβλητών στην εξίσωση περιλαμβανομένης και της ανεξάρτητης)

Εάν η απόλυτη τιμή του *t-ratio* ενός συντελεστή είναι μεγαλύτερη από την τιμή του t-student από τον σχετικό πίνακα (για δεδομένο το επίπεδο εμπιστοσύνης) τότε η τιμή του συντελεστή είναι στατιστικά σημαντική (δηλ. έχει τιμή που στατιστικά είναι διάφορη από το μηδέν). Αν συμβαίνει το αντίθετο τότε η σχετική μεταβλητή απορρίπτεται και δεν χρησιμοποιείται στην συγκεκριμένη συναρτησιακή σχέση που διερευνάται.

*Είναι τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης λογικά????*

Ένα «σωστό στατιστικά» μοντέλο δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι και σωστό μοντέλο πρόβλεψης

Θα πρέπει να ελεγχθούν :

- Το **μέγεθος του σταθερού όρου** δεν πρέπει να είναι μεγάλο. Θεωρητικά η γραμμή της παλινδρόμησης θα πρέπει να διέρχεται από το 0. Αυτό όμως δεν είναι πάντα δυνατό. Το πρόσημο και το μέγεθος της σταθεράς δεν πρέπει να είναι τέτοια που να συνεπάγονται παράλογες εκτιμήσεις (π.χ. υψηλό αριθμό αρνητικών μετακινήσεων)
- Το μοντέλο πρέπει να περιλαμβάνει μεταβλητές που σχετίζονται με **χαρακτηριστικά των μετακινούμενων ή/και δραστηριοτήτων** που δεν παραμένουν αμετάβλητα, αλλά **που εξελίσσονται** (π.χ. εισόδημα, ιδιοκτησία ΙΧ, επιφάνεια εμπορικών κέντρων κλπ)



Είναι τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης λογικά????

- Οι προβλέψεις των **μελλοντικών τιμών** των ανεξάρτητων μεταβλητών (που περιλαμβάνονται στο μοντέλο) πρέπει να είναι **αξιόπιστες**
- Το **πρόσημο και το μέγεθος των συντελεστών** πρέπει να είναι σύμφωνο με τον βαθμό και τον τύπο της επιρροής που έχει η ανεξάρτητη μεταβλητή στις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (πχ. το πρόσημο του συντελεστή του πληθυσμού σε ένα μοντέλο παραγόμενων μετακινήσεων δεν μπορεί να είναι αρνητικό, ούτε η τιμή του να είναι διαφορετικής τάξης μεγέθους από ότι ο μέσος ρυθμός μετακινήσεων ανά άτομο)

Προτυποποίηση αθροιστικών μεγεθών ή μέσων όρων?

- **Τυποποίηση αθροιστικών μεγεθών ανά ζώνη**, πχ.

σύνολο μετακινήσεων =

$f$  (σύνολο εργαζόμενων, συνολικός αριθμός ΙΧ, ...)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{1i} + \beta_2 \cdot X_{2i} + \dots + \beta_k \cdot X_{ki} + E_i$$

- **Τυποποίηση μέσων όρων** πχ.,

μετακινήσεις/νοικοκυριό =

$f$  (ΙΧ ανά νοικοκυριό, εργαζόμενοι ανά νοικοκυριό, ...)

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1i} + \beta_2 \cdot x_{2i} + \dots + \beta_k \cdot x_{ki} + e_i$$

σφάλμα

όπου  $y_i = Y_i / H_i$ ,  $x_{1i} = X_{1i} / H_i$ , ... ..,  $e_i = E_i / H_i$

και  $H_i$  είναι ο αριθμός των νοικοκυριών ανά ζώνη

Προτυποποίηση αθροιστικών μεγεθών ή μέσων όρων?

- ❑ Οι δύο εξισώσεις είναι οι ίδιες δεδομένου ότι προσπαθούν να εξηγήσουν την μεταβλητότητα του αριθμού των μετακινήσεων σαν συνάρτηση συγκεκριμένων παραγόντων.
- ❑ Η διαφορά εντοπίζεται στην κατανομή του σφάλματος. Η απαίτηση για σταθερά διακύμανση μπορεί να ισχύει και για τις δύο μορφές μοντέλων μόνο όταν ο αριθμός των νοικοκυριών  $H_i$  είναι σταθερός για όλες τις ζώνες.
- ❑ Δεδομένου ότι τα αθροιστικά μεγέθη σχετίζονται με το μέγεθος της ζώνης, το μέγεθος του σφάλματος σχετίζεται με το μέγεθος της ζώνης, δηλ. εμφανίζεται **ετεροσκεδαστικότητα**, η οποία ελαττώνεται όταν αναλύουμε σε επίπεδο νοικοκυριού (διαιρούμε με  $H_i$ )



- Θα πρέπει να επιδιώκεται η κατασκευή μοντέλων με μεταβλητές που δεν σχετίζονται με το μέγεθος της ζώνης
- Η μονάδα ανάλυσης που ενδείκνυται είναι το νοικοκυριό

❑ Διαδικασία πρόβλεψης των μελλοντικών μετακινήσεων

1. Συλλογή στοιχείων από την υπάρχουσα κατάσταση (έτος βάση) σχετικά με τον αριθμό των γενόμενων μετακινήσεων  $Y$ , και τις τιμές των διαφόρων παραγόντων που τις επηρεάζουν,  $X_1, X_2, \dots, X_n$
2. Προσδιορισμός της εξίσωσης παλινδρόμησης που περιλαμβάνει
  - α) τη μορφή της συναρτησιακής σχέσης δηλ. ποιες επεξηγηματικές μεταβλητές περιλαμβάνονται και β) οι τιμές των παραμέτρων  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$
3. Η εξίσωση αποτελεί το μοντέλο της παραγωγής (ή έλξης) των μετακινήσεων. Χρησιμοποιώντας τις μελλοντικές τιμές των επεξηγηματικών μεταβλητών υπολογίζουμε τον αριθμό των μελλοντικών μετακινήσεων

ελκόμενες μετακινήσεις

- Οι Προσελκόμενες Μετακινήσεις μπορούν να προσδιορισθούν αναλύοντας τις δραστηριότητες που προσελκύουν μετακινήσεις.
- Μετακινήσεις Προσελκύονται σε διάφορες ζώνες. Ο αριθμός των μετακινήσεων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της κάθε ζώνης, π.χ. τον αριθμό και μέγεθος των δραστηριοτήτων που λαμβάνει χώρα σε κάθε ζώνη.
- Οι ίδιες μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την προτυποποίηση των προσελκόμενων μετακινήσεων, αλλά οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι προφανώς διαφορετικές.
  - Απασχόληση
  - Εμπορική Δραστηριότητα
  - Πυκνότητα Δραστηριοτήτων

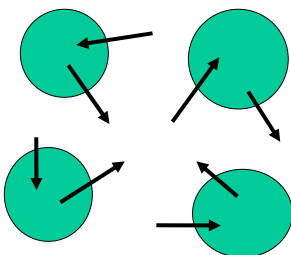
Εξισορρόπηση των συνολικών μετακινήσεων

- Το σύνολο των παραγόμενων και ελκόμενων μετακινήσεων στην περιοχή μελέτης πρέπει να είναι το ίδιο. Συνήθως όμως δεν είναι, δεδομένου ότι τα μεγέθη αυτά υπολογίζονται χρησιμοποιώντας διαφορετικά μοντέλα.
- Επειδή τα μοντέλα παραγωγής μετακινήσεων είναι συνήθως πιο ακριβή από τα μοντέλα έλξης μετακινήσεων, συνήθως ο συνολικός αριθμός των ελκόμενων μετακινήσεων προσαρμόζεται στον συνολικό αριθμό των παραγόμενων μετακινήσεων χρησιμοποιώντας τον παράγοντα  $F$

$$F = \frac{\sum P_z}{\sum A_z}$$

$P_z$  = παραγόμενες μετακινήσεις από ζώνη  $z$

$A_z$  = ελκόμενες μετακινήσεις στην  $z$



$$A'_z = F \times A_z$$

$A'_z$  = εξισορροπημένες μετακινήσεις

Επιλέξτε ένα από τα παρακάτω μοντέλα έλξης μετακινήσεων και εξηγήστε γιατί. Το μέγεθος του δείγματος είναι 300.

$$(1) \quad Y = 135 + 0,91 \cdot X_1 \quad R^2 = 0,905$$

(5,2)      (7,2)

$$(2) \quad Y = 35 + 0,15 \cdot X_2 + 0,61 \cdot X_3 + 0,25 \cdot X_4 \quad R^2 = 0,925$$

(6,1)      (2,1)      (2,6)      (1,8)

$$(3) \quad Y = -1,7 + 2,61 \cdot X_1 - 1,78 \cdot X_4 \quad R^2 = 0,996$$

(-1,7)      (9,8)      (-9,1)

□  $Y$  είναι οι μετακινήσεις με σκοπό την εργασία που έλκονται στην ζώνη

□  $X_1$  η συνολική απασχόληση,  
 $X_2$  η απασχόληση στην βιομηχανία,  $X_3$  η απασχόληση στο εμπόριο και  $X_4$  η απασχόληση σε υπηρεσίες

Πίνακας συντελεστών συσχέτισης

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$Y$
$X_1$	1,00	0,48	0,97	0,11	0,99
$X_2$	-	1,00	0,31	0,06	0,96
$X_3$	-	-	1,00	0,08	0,55
$X_4$	-	-	-	1,00	0,12
$Y$	-	-	-	-	1,00

- ➔ Από τον πίνακα των συντελεστών συσχέτισης προκύπτει ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών  $X_1$  και  $X_2$ , και της εξαρτημένης μεταβλητής  $Y$ .
- ➔ Υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ  $X_1$  και  $X_3$  γεγονός που υποδηλώνει ότι μεταβλητές αυτές είναι συγγραμμικές και επομένως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί στο ίδιο μοντέλο
- ➔ Στο μοντέλο (1) ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  είναι αρκετά υψηλός και οι συντελεστές του μοντέλου στατιστικά σημαντικοί δεδομένου ότι οι τιμές των λόγων -  $t$  είναι υψηλότερες από την κρίσιμη τιμή 1,645 για 95% επίπεδο εμπιστοσύνης και το μέγεθος του δείγματος που έχουμε. Η τιμή της σταθεράς είναι σχετικά υψηλή αλλά όχι σε βαθμό που να κάνει το μοντέλο μη αποδεκτό
- ➔ Στο μοντέλο (2) ο συντελεστής προσδιορισμού είναι ελαφρά υψηλότερος από το μοντέλο (1), και οι τιμές των λόγων- $t$  είναι ελαφρά υψηλότερες από την κρίσιμη τιμή για το μέγεθος του δείγματος προκύπτει ότι οι συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί

- Στο μοντέλο (3) ο συντελεστής προσδιορισμού  $R^2$  είναι ο υψηλότερος, αλλά ο συντελεστής της μεταβλητής  $X_4$  είναι αρνητικός που σημαίνει ότι αν ο αριθμός των εργαζομένων στις υπηρεσίες αυξηθεί, ο αριθμός των μετακινήσεων για εργασία θα μειωθεί γεγονός που είναι παράλογο. Επομένως το μοντέλο (3) απορρίπτεται.
- Μεταξύ των μοντέλων (1) και (2), το (2) παρουσιάζει ελαφρά υψηλότερο συντελεστή προσδιορισμού και χαμηλότερη σταθερά, επομένως έχει ένα προβάδισμα έναντι του (1), αν και τόσο το (1) όσο και το (2) είναι αποδεκτά.
- Το μοντέλο (1) είναι απλούστερο και προβλέπει τις μετακινήσεις από το σύνολο των θέσεων εργασίας. Όμως εάν οι διαφορετικοί τομείς απασχόλησης έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στον ρυθμό γένεσης των μετακινήσεων, τότε αυτό το μοντέλο θα δώσει αξιόπιστες προβλέψεις, μόνο στην περίπτωση που το μερίδιο του κάθε τομέα απασχόλησης στο σύνολο των θέσεων εργασίας παραμείνει σταθερό στο μέλλον.
- Το μοντέλο (2) αναπαριστά τις διαφορετικές επιπτώσεις που διαφορετικοί τομείς απασχόλησης έχουν στον ρυθμό γένεσης των μετακινήσεων και ως εκ τούτου έχει καλύτερη ικανότητα πρόβλεψης των μελλοντικών μετακινήσεων ιδιαίτερα σε περιπτώσεις περιοχών όπου προβλέπονται μεταβολές στον τύπο των θέσεων απασχόλησης που θα προσφέρουν.

- Προτείνεται το μοντέλο (2). Όμως η τελική επιλογή στην πράξη θα πρέπει να σχετίζεται και με την αξιοπιστία των προβλέψεων των εξηγηματικών μεταβλητών. Εάν δεν είναι δυνατόν να έχουμε αξιόπιστες προβλέψεις των  $X_2$ ,  $X_3$  και  $X_4$ , ή οι προβλέψεις των  $X_2$ ,  $X_3$  και  $X_4$  είναι πολύ λιγότερο αξιόπιστες από ότι οι προβλέψεις του  $X_1$ , τότε στο συγκεκριμένο παράδειγμα το μοντέλο (1) θα είναι προτιμητέο (δεδομένου ότι όπως έχει ήδη αναφερθεί έχει υψηλό  $R^2$  και στατιστικά σημαντικούς συντελεστές με λογικά πρόσημα).