

# 1

## Εισαγωγή στον σχεδιασμό των μεταφορών

### Εισαγωγή στον Σχεδιασμό των Μεταφορών

- Βασικές έννοιες και αρχές του Σχεδιασμού
- Η σημασία των κυκλοφοριακών προβλέψεων
- Η Διαδικασία του Σχεδιασμού των Μεταφορών
- Βασικές αρχές προτυποποίησης συστημάτων
- Κλασσική προσέγγιση προτυποποίησης των μεταφορικών συστημάτων – το μοντέλο των 4 βημάτων

→ Η ανάγκη για μετακίνηση είναι αποτέλεσμα της διασποράς των χρήσεων γης στον χώρο.

→ Οι μετακινήσεις κοστίζουν (χρόνος, χρήματα, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ατυχήματα )

→ Η συγκέντρωση της ζήτησης για μετακίνηση κατά την διάρκεια χρονικών περιόδων περιορισμένης διάρκειας έχει σαν αποτέλεσμα η ζήτηση να υπερβαίνει την χωρητικότητα του μεταφορικού συστήματος. Αυτό έχει σαν συνέπεια την περαιτέρω αύξηση του κόστους μετακίνησης.

→ Τα έργα μεταφορών απαιτούν μεγάλες επενδύσεις

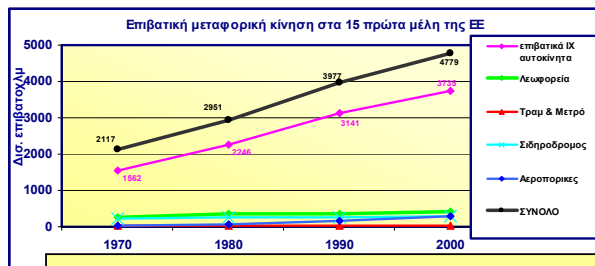


**αλλά**

**ή ταχεία, αποτελεσματική και φθηνή μετακίνηση μπορεί να αυξήσει την ανταγωνιστικότητα, και την κοινωνική συνοχή**

*Η ραγδαία αύξηση της κινητικότητας έχει οδηγήσει σε σημαντικά προβλήματα τόσο στα αστικά όσο και στα υπεραστικά μεταφορικά δίκτυα*

### Η ανάπτυξη των Μεταφορών στην Ε.Ε.



#### Μέση Ετήσια Αύξηση (επιβατοχλμ) ανά μεταφορικό μέσο

|             | επιβατικά ΙΧ αυτοκίνητα | Λεωφορεία | Τραμ & Μετρό | Σιδηρ/μους | Αεροπ/λικές | ΣΥΝΟΛΟ |
|-------------|-------------------------|-----------|--------------|------------|-------------|--------|
| 1970 - 1980 | 3,70%                   | 2,61%     | 0,29%        | 1,25%      | 8,41%       | 3,38%  |
| 1980 - 1990 | 3,41%                   | 0,59%     | 1,84%        | 0,78%      | 7,81%       | 3,03%  |
| 1990 - 2000 | 1,75%                   | 1,06%     | 0,91%        | 1,27%      | 6,11%       | 1,85%  |

EUROPEAN UNION ENERGY & TRANSPORT STATISTICS 2003  
European Commission Directorate-General For Energy and Transport

### Η εξέλιξη του μεριδίου αγοράς των Μεταφορικών Μέσων στην Ε.Ε.

#### Καταμερισμός της επιβατικής κίνησης (επιβατοχλμ) στα μεταφορικά μέσα

|      | επιβατικά ΙΧ αυτοκίνητα | Λεωφορεία | Τραμ & Μετρό | Σιδηρ/μους | Αεροπ/λικές | ΣΥΝΟΛΟ |
|------|-------------------------|-----------|--------------|------------|-------------|--------|
| 1970 | 74%                     | 13%       | 2%           | 10%        | 2%          | 100%   |
| 1980 | 76%                     | 12%       | 1%           | 8%         | 3%          | 100%   |
| 1990 | 79%                     | 9%        | 1%           | 7%         | 4%          | 100%   |
| 2000 | 78%                     | 9%        | 1%           | 6%         | 6%          | 100%   |

EUROPEAN UNION ENERGY & TRANSPORT STATISTICS 2003  
European Commission Directorate-General For Energy and Transport

### Προβλήματα του τομέα των μεταφορών

EUROPEAN UNION ENERGY & TRANSPORT STATISTICS 2003  
European Commission Directorate-General For Energy and Transport - Στοιχεία αφορούν τα 15 πρώτα μέλη της ΕΕ

#### 1. Συμφόρηση στους οδικούς άξονες, σιδηροδρομικά δίκτυα, αστικά δίκτυα μεταφορών και λιμάνια

- καθημερινά μπλοκαρίσματα αφορούν το 10% (7.500 χλμ) των κεντρικών οδικών αξόνων (αυτοκινητοδρόμων)
- 16.000 χλμ (20%) του σιδηροδρομικού δικτύου έχουν χαρακτηριστεί ως σημεία συμφόρησης
- 30% των πτήσεων σε 16 από τα σπουδαιότερα Α/Δ έχει καθυστέρηση μεγαλύτερη από 15 λεπτά.
- Αύξηση της κατανάλωση καυσίμων λόγω των καθυστερήσεων κατά 1,9 δισ Λίτρα ~ 6% της ετήσιας κατανάλωσης
- με τους σημερινούς ρυθμούς προβλέπεται ότι το 2010, το κόστος της κυκλοφοριακής συμφόρησης θα αυξηθεί κατά 142% και θα ανέρχεται σε EUR 80 εκ. ~ 1% του ΑΕΠ της ΕΕ.

#### 2. Επιβλαβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και την δημόσια υγεία, ατυχήματα

- 28% του συνόλου των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην Ε.Ε. προέρχεται από τον τομέα των μεταφορών εκ των οποίων το 85% εκπέμπεται από τις οδικές μεταφορές
- 40.000 θάνατοι από οδικά ατυχήματα ετησίως στην Ε.Ε.

## Προβλήματα του τομέα των μεταφορών

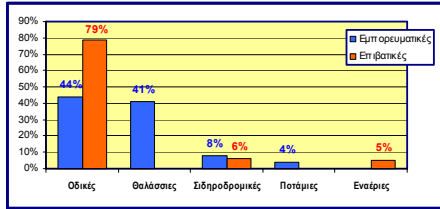
Η ΛΕΥΚΗ ΒΙΒΛΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ, Ε.Ε. (Transport White Paper)

### 3. Άνιση ανάπτυξη των διαφορετικών μεταφορικών μέσων

- μερικά μέσα προσαρμόστηκαν στις ανάγκες της σύγχρονης οικονομίας
- αλλά όλα τα εξωγενή κόσθη δεν περιλαμβάνονται στο κόστος μετακίνησης



υπερίσχυση των οδικών έναντι των άλλων μορφών μεταφορών



## Σχεδιασμός Μεταφορών: Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία του σχεδιασμού των μεταφορών είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ιστορία του αυτοκινήτου.

**1920s** Με την αύξηση της ιδιοκτησίας του ΙΧ, κυκλοφοριακά προβλήματα εμφανίζονται για πρώτη φορά στις ΗΠΑ

**1930s** Διερεύνηση δυνατότητας κατασκευής αστικών αυτοκινητόδρομων για την επίλυση των κυκλοφοριακών προβλημάτων

Κυκλοφοριακές μετρήσεις και έρευνες Προέλευσης – Προορισμού διεξάγονται καθ' υπόδειξη του BPR. Προβολές στο μέλλον χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των μελλοντικών αναγκών.

## η ανάγκη για συστηματική ανάλυση του σχεδιασμού των μεταφορών

- Η ζήτηση για μετακίνηση συνεχώς αυξάνεται
  - Η ανεκτικότητα/αποδοχή της κυκλοφοριακής συμμόρφωσης και του χαμηλού επιπέδου εξυπηρέτησης μειώνεται
- Ο Τομέας των μεταφορών :
- Κύριος παράγοντας της σύγχρονης οικονομίας
  - επηρεάζει ανταγωνιστικότητα και κοινωνική συνοχή
  - Παρέχει 10 εκ θέσεις εργασίας στην ΕΕ
  - Παράγει ~ 10% ΑΕΠ της ΕΕ που αντιστοιχεί σε ~ 1 τρισ. EURO
  - Το κόστος υποδομής και τεχνολογίας είναι σημαντικό

Η λύση δεν μπορεί να είναι απλά η κατασκευή νέας υποδομής

Τα μεταφορικά συστήματα πρέπει να βελτιστοποιηθούν και να εξυπηρετήσουν την απαίτηση για αειφόρο ανάπτυξη

Ανάγκη για μια συστηματική θεώρηση και ανάλυση των προβλημάτων και των εναλλακτικών λύσεων

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ**

## Σχεδιασμός Μεταφορών: Ιστορική αναδρομή

**1940s** Ραγδαία αύξηση της κυκλοφορίας σε συνδυασμό με την επιταχυνόμενη ανάπτυξη των προαστίων οδήγησε στην ανάγκη για μια συστηματική προσέγγιση στα θέματα συγκοινωνιακού σχεδιασμού

**1950s** Αυτή η συστηματική θεώρηση, ουσιαστικά εμφανίζεται στα μέσα της δεκαετίας 1950, στο Σικάγο, με την **Συγκοινωνιακή μελέτη της ευρύτερης περιοχής του Σικάγο CATS (Chicago Area Transportation Study)**, που έθεσε το υπόδειγμα (standards) για τις μελλοντικές μελέτες συγκοινωνιακού σχεδιασμού

## Μερικά από τα ερωτήματα που αναλύει ο συγκοινωνιολόγος μηχανικός :

- Ποιες επενδύσεις στον τομέα των μεταφορών θα βελτιώσουν την μελλοντική κινητικότητα στην περιοχή ?
- Πού είναι πιθανόν να εμφανισθεί κυκλοφοριακή συμμόρφωση ?
- Πως θα επηρεασθούν τα μελλοντικά επίπεδα κυκλοφοριακών φόρτων από διάφορα σενάρια ανάπτυξης και χρήσεων γης ?
- Πόσοι μετακινούμενοι θα χρησιμοποιήσουν μέσα μαζικής μεταφοράς και πόσοι ΙΧ αυτοκίνητο για το ταξίδι προς και από την εργασία ?

## Η συγκοινωνιακή μελέτη της ευρύτερης περιοχής του Σικάγο - CATS

- Κόστος : \$3,5 εκ.
- Διάρκεια : 7 χρόνια
- Δυναμικό : 368 (1956, έτος μέγιστης δραστηριότητας)
- βασίσθηκε σε μελέτες Προέλευσης – Προορισμού
- χρησιμοποίησε μαθηματικά μοντέλα για τον υπολογισμό της βέλτιστης θέσης των αυτοκινητόδρομων
- Υπολόγισε την κατανομή την κυκλοφορία στους αυτοκινητόδρομους
- Εξέτασε την αποτελεσματικότητα εναλλακτικών σχεδίων

## Σκοπός του σχεδιασμού μεταφορών

Να προωθήσει την ευημερία μέσω αύξησης της παραγωγικότητας



Αύξηση της παραγωγικότητας επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της αρχής της γραμμής συναρμολόγησης σε ένα εργοστάσιο.



Το μεταφορικό σύστημα αποτελεί την «γραμμή συναρμολόγησης της κοινωνίας και των δραστηριοτήτων της στον αστικό χώρο».

ακολουθώντας το υπόδειγμα της CATS (συγκοινωνιακή μελέτη του Σικάγο)

## Βασικές ελλείψεις του σχεδιασμού μεταφορών όπως εφαρμόστηκε στην CATS

αποτυχία να προβλεφθούν ζητήματα που είναι σημαντικά στην διαδικασία του συγκοινωνιακού σχεδιασμού.

- περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- έμφαση στη χρήση/διευκόλυνση των μετακινήσεων με ΙΧ αυτοκίνητο
- ενεργειακή κρίση
- βιώσιμη ανάπτυξη

## Στόχοι του σχεδιασμού μεταφορών CATS (συγκοινωνιακή μελέτη του Σικάγο)

- Να εξασφαλίσει (σχεδιάσει) ένα μεταφορικό σύστημα που θα ελαττώσει τα προβλήματα μετακίνησης υπό τους περιορισμούς της ασφάλειας, οικονομίας και επιθυμητής ανάπτυξης
- Αύξηση της ταχύτητας
- Βελτίωση της ασφάλειας
- Μείωση του λειτουργικού κόστους
- Οικονομία στην κατασκευή νέων έργων
- Ελαχιστοποίηση διατάραξης
- Προώθηση καλύτερης ανάπτυξης της γης

## Σχεδιασμός Μεταφορών

### Δραστηριότητες με αντικείμενο:

- Συλλογή πληροφοριών που αφορούν την απόδοση του μεταφορικού συστήματος
- Προσδιορισμός του υφιστάμενου και πρόβλεψη του μελλοντικού επίπεδου εξυπηρέτησης
- Προσδιορισμός λύσεων

### Επίκεντρο:

Εξυπηρέτηση της υφιστάμενης και της μελλοντικής ζήτησης για μετακίνηση

### Διαδικασία του σχεδιασμού μεταφορών

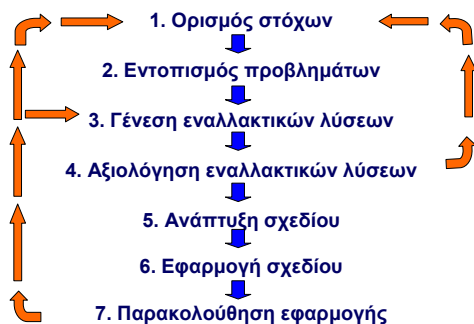
Ιστορικά ακολούθησε το μοντέλο του ορθολογικού σχεδιασμού

## Η εναλλακτική θεώρηση του συγκοινωνιακού σχεδιασμού

Ο συγκοινωνιακός σχεδιασμός θα πρέπει να διερευνά την αποτελεσματικότητα των αλλαγών σχεδιασμού των χρήσεων γης και της πυκνότητας των κοινωνικοοικονομικών μεγεθών, αντί απλά να ανταποκρίνεται στις τρέχουσες τάσεις προεκτεινόμενες στο μέλλον .

*Ο σχεδιασμός μεταφορών είναι άμεσα συνδεδεμένος με τον σχεδιασμό των χρήσεων γης, και αντίστροφα. Η εναλλακτική αυτή θεώρηση του σχεδιασμού μεταφορών όπως διατυπώθηκε από την ομάδα μελέτης της CATS, αποτελεί και την ορθή και αποτελεσματική προσέγγιση στο πρόβλημα του σχεδιασμού. Όμως, αυτός ο τρόπος ανάλυσης δεν υιοθετήθηκε διότι θεωρήθηκε ότι έρχεται σε αντίθεση με τις επιθυμίες των πολιτών.*

## η Διαδικασία του Ορθολογικού Σχεδιασμού



## η Διαδικασία του Ορθολογικού Σχεδιασμού και η σημασία των κυκλοφοριακών προβλέψεων

### 2. Εντοπισμός προβλημάτων

- Χαρακτηριστικά υφιστάμενων προβλημάτων
- Πρόβλεψη μελλοντικών προβλημάτων και χαρακτηριστικά τους

### 3. Γένεση εναλλακτικών λύσεων

- Λειτουργικά χαρακτηριστικά εναλλακτικών έργων (και σε μελλοντικούς χρονικούς ορίζοντες)
- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά

### 4. Αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων

- Κόστος χρήσης (χρόνος, λειτουργικό, διόδιο/κόμιστρο)
- Κοινωνικο-οικονομικές, Περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- Κόστος κατασκευής
- Κόστος ατυχημάτων

### 6. Εφαρμογή σχεδίου

- Δημόσια έργα
- Νέες μέθοδοι χρηματοδότησης - Έργα Παραχώρησης

## **ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ**

**της Ζήτησης για Μετακίνηση,  
των Κυκλοφοριακών Ροών,  
και του Επίπεδου Εξυπηρέτησης**

## Εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης συγκοινωνιακών προβλημάτων

- 1) **μέτρα Ανάπτυξης της υποδομής** : αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας του συστήματος
- κατασκευή νέων έργων υποδομής
  - αναβάθμιση υπαρχόντων έργων υποδομής

→ *Καθορισμός διατομής – αριθμός λωρίδων*  
→ *Σχεδιασμός ανισόπεδων κόμβων*

**Προβλέψεις  
κυκλοφοριακών  
φόρτων**

## **Εντοπισμός προβλημάτων**

- Υφιστάμενα προβλήματα
  - παρατηρήσεις
  - μετρήσεις κυκλοφορικών μεγεθών
- Μελλοντικά προβλήματα
  - εντοπισμός της θέσης στο συγκοινωνιακό δίκτυο
  - χαρακτηριστικά (φόρτοι, καθυστερήσεις, διάρκεια, συχνότητα)

**Προβλέψεις κυκλοφοριακών φόρτων  
και  
Επίπεδου εξυπηρέτησης**

## Εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης συγκοινωνιακών προβλημάτων

- 2) **μέτρα Διαχείρισης της ζήτησης** : μείωση της ζήτησης ή κατανομή της σε μη κυκλοφοριακά φορτισμένες χρονικές περιόδους
- περιορισμοί της κυκλοφορίας
  - Χρέωση για χρήση του οδικού δικτύου
  - Ελαστικά και κλιμακωτά ωράρια εργασίας

→ *Ορισμός περιοχής περιορισμών κυκλοφορίας*  
→ *Ύψος, διάρκεια και περιοχή χρέωσης*  
→ *Διαμόρφωση ωραρίων*

**Προβλέψεις κυκλοφοριακών φόρτων  
και  
Επίπεδου εξυπηρέτησης**

## **Γένεση και αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων**

Η πλέον αποτελεσματική μέθοδος για αιεφόρο ανάπτυξη

### **Ανάπτυξη και προώθηση των μέσων μαζικής μεταφοράς**

Άλλες εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης συγκοινωνιακών προβλημάτων περιλαμβάνουν:

- 1) μέτρα Ανάπτυξης της υποδομής
- 2) μέτρα Διαχείρισης της ζήτησης
- 3) μέτρα Μεγιστοποίησης της χρησιμοποίησης της υφιστάμενης χωρητικότητας του συστήματος

## Εναλλακτικές μέθοδοι αντιμετώπισης συγκοινωνιακών προβλημάτων

- 3) **μέτρα Μεγιστοποίησης της χρησιμοποίησης της υφιστάμενης χωρητικότητας του συστήματος**
- Ελαχιστοποίηση των παραγόντων που μειώνουν την κυκλοφοριακή ικανότητα (έλεγχος/ασυννόμηση στάσης και στάθμευσης επί της οδού)
  - Κυκλοφοριακές ρυθμίσεις
  - Προηγμένα συστήματα σηματοδότησης
  - Συστήματα πληροφόρησης και καθοδήγησης οδηγών

→ *Περιοχή επιβολής μέτρων και επιπτώσεις*  
→ *Είδη ρυθμίσεων (μονοδρομίες, αριστερές στροφές κλπ)*  
→ *Τύπος πληροφορίας*

**Προβλέψεις κυκλοφοριακών φόρτων  
και  
Επίπεδου εξυπηρέτησης**

## Εφαρμογή προτεινόμενου σχεδίου

Νέες μέθοδοι χρηματοδότησης έργων υποδομής

- Συμβάσεις Παραχώρησης: Κατασκευή – Λειτουργία – Μεταβίβαση στο ΚτΕ
- Χρηματοδότηση
  - Ίδια κεφάλαια αναδόχου
  - Κρατική συμμετοχή
  - Δάνεια από εμπορικές τράπεζες

## συμπέρασμα

Οι προβλέψεις των κυκλοφοριακών μεγεθών αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας του συγκοινωνιακού σχεδιασμού.

- Εντοπισμός μελλοντικών προβλημάτων
- Γένεση εναλλακτικών λύσεων,
- Αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων
- Χρηματοδότηση με ιδιωτικά κεφάλαια

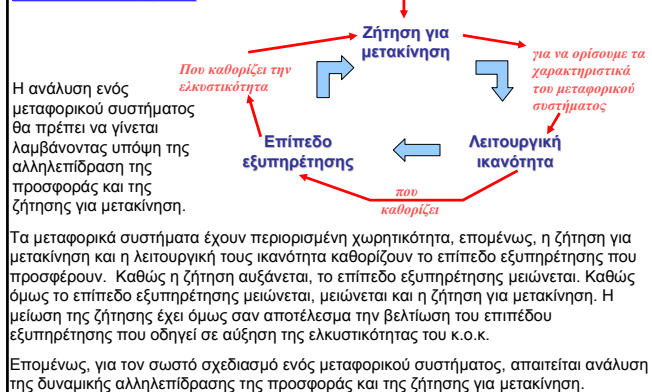


**Μέθοδοι πρόβλεψης της Ζήτησης**

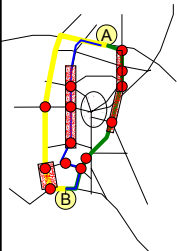
## Κατασκευή έργων υποδομής μεταφορών με την μέθοδο παραχώρησης



## Η ανάλυση της Προσφοράς και Ζήτησης στον Σχεδιασμό των Μεταφορών



## Ένα απλό παράδειγμα



1. **Σκοπός:** Βελτίωση Κυκλοφοριακών Συνθηκών  
**Στόχος:** A → B σε <math>t < 25'</math>
2. **Εντοπισμός προβλημάτων:** σοβαρή κυκλοφοριακή συμφόρηση σε τμήματα των 3 εναλλακτικών διαδρομών
3. **Εναλλακτικές λύσεις:** Αύξηση κυκλοφοριακής ικανότητας – διαπλάτυνση, κατασκευή ανισόπεδων κόμβων

### 4. Αξιολόγηση λύσεων:

| Λύση              | 1    | 2   | 3    |
|-------------------|------|-----|------|
| Χρόνος διαδρομής  | 23'  | 28' | 24'  |
| Κόστος κατασκευής | 38 M | 35M | 40 M |

## Χαρακτηριστικά της Ζήτησης για μετακίνηση

Η ζήτηση για μετακίνηση :

- Χαρακτηρίζεται από υψηλή διαφοροποίηση
- Είναι απορρέουσα όχι αυτοσκοπός
- Χωρική διάσταση
- Δυναμικό μέγεθος - χρονική διάσταση

## Χαρακτηριστικά της Ζήτησης για μετακίνηση

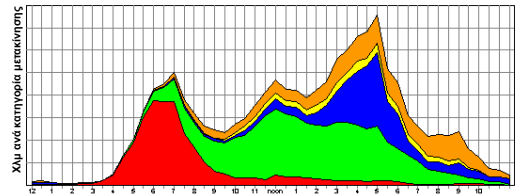
### → Υψηλή διαφοροποίηση:

Η ζήτηση για μετακίνηση διαφοροποιείται σημαντικά

- κατά την διάρκεια της ημέρας
- ανά ημέρα της εβδομάδας
- ανάλογα με το σκοπό του ταξιδιού
- ανάλογα με τον τύπο φορτίου (εμπορευματικές μεταφορές)
- ανάλογα με σημασία της ταχύτητας και της συχνότητας, για τον μετακινούμενο

### → Απορρέουσα όχι αυτοσκοπός:

Η ζήτηση για μετακίνηση απορρέει από τη επιθυμία των ανθρώπων να ταξιδεύσουν για να ικανοποιήσουν μια ανάγκη τους (εργασία, ψυχαγωγία, εκπαίδευση κλπ) στον προορισμό τους.



Ώρα κατά την διάρκεια της ημέρας  
Χιλ. ανά κατηγορία μετακίνησης  
Σπίτι -> εργασία  
Μη σχετιζόμενη με την κατοικία  
Εργασία -> σπίτι  
Σπίτι -> αγορές  
Σπίτι -> Εκπαίδευση, Υγεία, Ψυχαγωγία  
Έρευνα μετακινήσεων στη περιοχή του Puget Sound

## Χαρακτηριστικά της Ζήτησης για μετακίνηση

### → Χωρική διάσταση της Ζήτησης:

- Η ζήτηση για μετακίνηση είναι αποτέλεσμα της κατανομής διαφορετικών δραστηριοτήτων στον χώρο.
- Α ανάλυση της χωρικής διάστασης της ζήτησης γίνεται με τον διαχωρισμό της περιοχής μελέτης σε ζώνες, και την κωδικοποίηση των μεταφορικών δικτύων.
- Η χωρική κατανομή της ζήτησης μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα συντονισμού που έχουν επιπτώσεις στην ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης (πχ. Η ζήτηση για ταξί σε μια περιοχή της πόλης μπορεί να μην ικανοποιείται, ενώ σε άλλη περιοχή να υπάρχει υπερπροσφορά).

## Χαρακτηριστικά της προσφοράς

### → Είναι υπηρεσία :

Η προσφορά για μετακίνηση είναι υπηρεσία, όχι αγαθό

- ⇒ δεν μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχει υψηλότερη ζήτηση
- ⇒ αν δεν χρησιμοποιηθεί όταν είναι διαθέσιμη, τότε το όφελος χάνεται



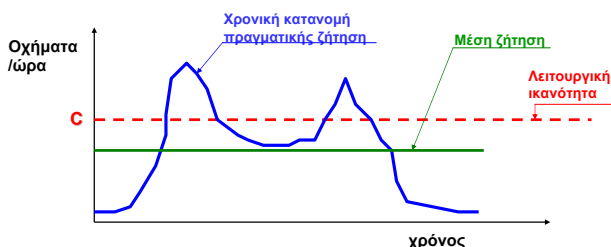
*Για την αποδοτική χρησιμοποίηση των πόρων απαιτείται όσον το δυνατόν ακριβέστερη εκτίμηση της ζήτησης, έτσι ώστε η προσφερόμενη υπηρεσία να σχεδιασθεί για να καλύψει τις συγκεκριμένες ανάγκες της ζήτησης για μετακίνηση*

## Χαρακτηριστικά της Ζήτησης για μετακίνηση

### → Χρονική διάσταση :

Υψηλή συγκέντρωση της ζήτησης κατά την διάρκεια συγκεκριμένων χρονικών περιόδων (ώρα αιχμής, εποχιακή αιχμή).

- ⇒ το μεταφορικό σύστημα είναι δυνατόν να εξυπηρετήσει την μέση ζήτηση για μετακίνηση αλλά μπορεί να οδηγήσει σε χαοτικές καταστάσεις κατά την περίοδο αιχμής



## Χαρακτηριστικά της προσφοράς

### → Τα χαρακτηριστικά του μεταφορικού συστήματος:

- Το μεταφορικό σύστημα αποτελείται από
  - υποδομή
  - οχήματα
- Συνήθως η υποδομή και τα οχήματα ανήκουν σε /διαχειρίζονται από διαφορετικούς φορείς / εταιρείες / φυσικά πρόσωπα. **Σε ποιο σύστημα δεν είναι ?**
- Υποδομή είναι μοναδοποιημένη
  - δεν μπορούμε να κατασκευάσουμε 1/2 διάδρομο προσέγγισης σε ένα Α/Δ ή 1/2 σιδηροδρομικό σταθμό – μπορούμε όμως να αναπτύξουμε την υποδομή σε φάσεις έτσι ώστε να εναρμονίζεται με την αύξηση της ζήτησης.
- Οι επενδύσεις στην υποδομή μεταφορών έχουν μεγάλο χρόνο υλοποίησης
  - ένα μεγάλο έργο υποδομής μπορεί να χρειασθεί 5 – 10 χρόνια από την φάση σχεδιασμού μέχρι την ολοκλήρωση της κατασκευής.

## Χαρακτηριστικά της προσφοράς

### → Τα χαρακτηριστικά του μεταφορικού συστήματος:

- Οι επενδύσεις σε υποδομή μεταφορών συχνά αποτελούν σημαντική πολιτική απόφαση
  - συμβάλουν στην ανάπτυξη, βελτιώνουν το επίπεδο εξυπηρέτησης και επομένως ωφελούν το κοινωνικό σύνολο
  - απαλλοτριώσεις, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οδηγούν σε αντιδράσεις
  - αποτελεσματική κατανομή των πόρων αυξάνει τα οφέλη
- επομένως απαιτείται σωστός σχεδιασμός, ανάλυση και έρευνα
- Ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά της προσφοράς είναι η κυκλοφοριακή συμφόρηση
  - εμφανίζεται όταν η ζήτηση προσεγγίζει ή υπερβαίνει την χωρητικότητα/κυκλοφοριακή ικανότητα του συστήματος, με αποτέλεσμα ο χρόνος διαδρομής να είναι πολύ υψηλότερος από τον μέσο χρόνο σε συνθήκες χαμηλής ζήτησης.

## Ο ρόλος του σχεδιασμού των μεταφορών

Να εξασφαλίσει ότι:

η ζήτηση για μεταφορά προσώπων και αγαθών

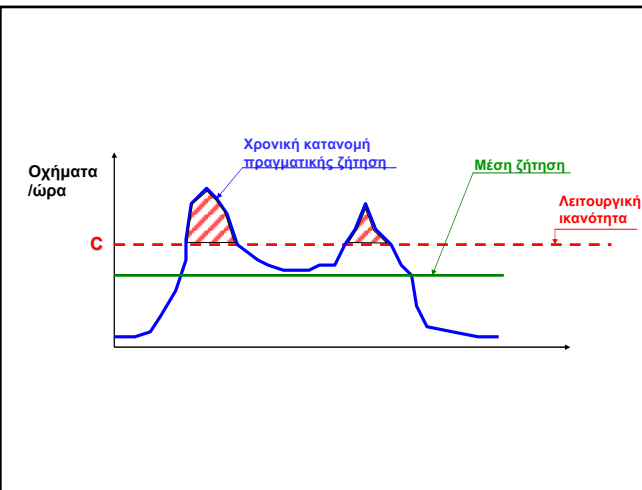
- με διαφορετικούς σκοπούς μετακίνησης
- κατά την διάρκεια διαφορετικών χρονικών περιόδων
- χρησιμοποιώντας διαφορετικά μεταφορικά μέσα

ικανοποιείται, δεδομένου ενός

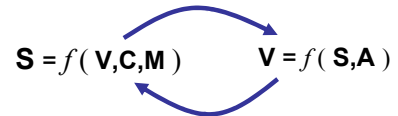
**μεταφορικού συστήματος** που έχει συγκεκριμένη χωρητικότητα/λειτουργική ικανότητα



- υποδομή
- σύστημα διαχείρισης
- μεταφορικά μέσα



## Η ισορροπία προσφοράς και ζήτησης



**S** ταχύτητα (LOS επ. εξυπ.)

**A** χωρική κατανομή των δραστηριοτήτων

**V** φόρτοι του δικτύου

**C** λειτ. ικανότητα

**M** σύστημα διαχείρισης

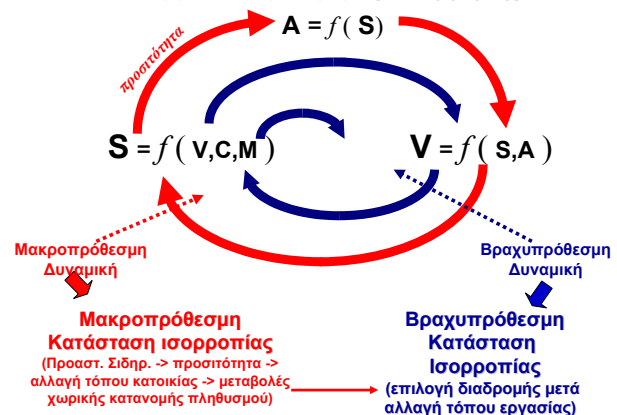
$$C = f(E, M)$$

**E** επενδύσεις

## Η αλληλεπίδραση προσφοράς και ζήτησης

- Ο ρόλος του σχεδιασμού των μεταφορών
- Δυναμική και καταστάσεις ισορροπίας

## Η ισορροπία προσφοράς και ζήτησης



## Το αντικείμενο του σχεδιασμού των μεταφορών

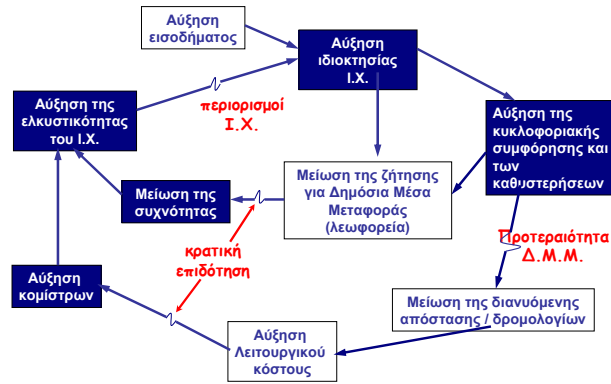
Να προβλέψει και να διαχειρισθεί την εξέλιξη των καταστάσεων ισορροπίας στον χρόνο, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί το κοινωνικό όφελος



**Σύνθετο πρόβλημα**

**Προτυποποίηση των καταστάσεων ισορροπίας** συμβάλλει στην κατανόηση της διαδικασίας εξέλιξης του μεταφορικού συστήματος και βοηθά στην ανάπτυξη και εφαρμογή στρατηγικών Διαχείρισης **M**, και επενδυτικών προγραμμάτων **E**.

## Ο φαύλος κύκλος των επιλογών μετακίνησης & ο ρόλος της Πολιτικής των Μεταφορών



Μια γραφική αναπαράσταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παραγόντων που επηρεάζουν την ζήτηση και το επίπεδο εξυπηρέτησης είναι χρήσιμη για την κατανόηση του προβλήματος και την δυναμική του συστήματος που αναλύεται



Ένα παράδειγμα:

**Ο φαύλος κύκλος των επιλογών μετακίνησης**

οι επιπτώσεις των διαφορετικών, έργων (υποδομή, οργάνωση, διαχείριση), ρυθμίσεων, και κατευθύνσεων της πολιτικής των μεταφορών θα πρέπει να αξιολογούνται



Απαιτείται ποσοτική διερεύνηση

και επομένως

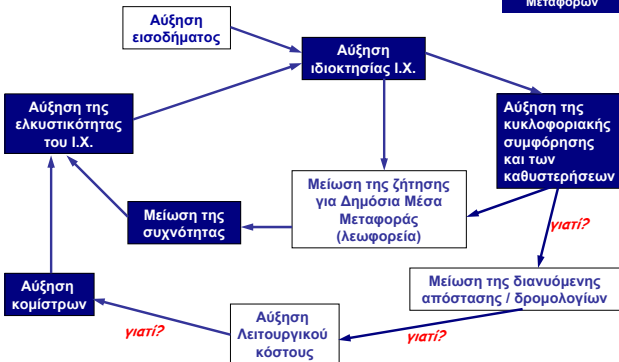
Μαθηματική προτυποποίηση των Μεταφορικών Συστημάτων



**Μοντέλα (ή πρότυπα) Σχεδιασμού Μεταφορών (ή Συγκοινωνιακού Σχεδιασμού)**

## I.Χ. και Δημόσια Μέσα Μεταφοράς: Ο φαύλος κύκλος των επιλογών μετακίνησης (Ortuzar & Willumsen, 1994)

Μεταβλητές που επηρεάζονται από την Πολιτική Μεταφορών



## Τι είναι τα συγκοινωνιακά μοντέλα και τι παραδοχές κάνουν ?

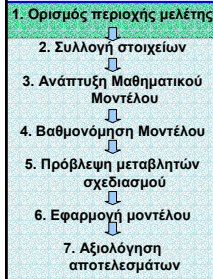
- Σειρά μαθηματικών σχέσεων που χρησιμοποιούνται για να αναπαράσθουν τις επιλογές που κάνουν οι μετακινούμενοι όταν ταξιδεύουν
- Οι επιλογές των μετακινούμενων επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες όπως τα προσωπικά χαρακτηριστικά τους (ηλικία, εισόδημα, ιδιοκτησία ΙΧ), τα χαρακτηριστικά της μετακίνησης (σκοπός μετακίνησης, αριθμός μετακινούμενων μαζί), τα χαρακτηριστικά των επιλογών (προσρισμός, διαδρομή, μέσο και χαρακτηριστικά τους)
- Οι μαθηματικές σχέσεις χρησιμοποιούνται για να αναπαράσθουν την ανθρώπινη συμπεριφορά
- Βασίζονται σε υποθέσεις (συνήα απλουστευτικές) και περιορίζονται από τα στοιχεία που είναι διαθέσιμα – έτος βάσης
- Η μορφή των μοντέλων καθορίζεται, και οι παράμετροι/συντελεστές τους υπολογίζονται, έτσι ώστε τα αποτελέσματα των μοντέλων να ταιριάζουν στα υφιστάμενα στοιχεία του έτους βάσης



## Τι είναι τα συγκοινωνιακά μοντέλα και τι παραδοχές κάνουν ?

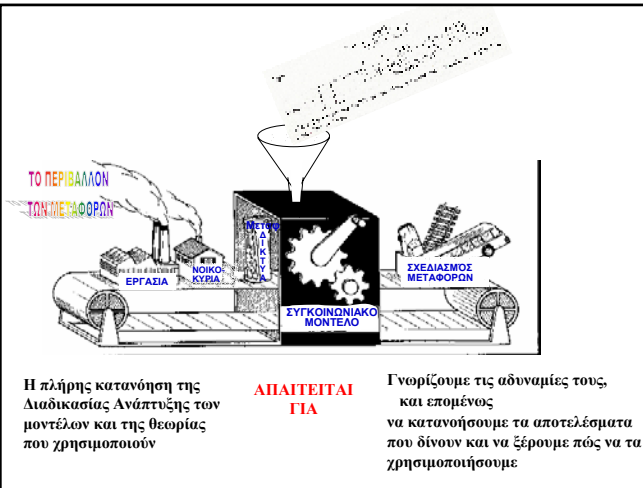
- Η βασική παραδοχή που γίνεται ότι οι σχέσεις που προσδιορίστηκαν ισχύουν και παραμένουν σταθερές στο μέλλον.
- Τα μοντέλα υπολογίζουν προβλέψεις λαμβάνοντας υπόψη την εξέλιξη των παραγόντων/μεταβλητών που περιλαμβάνουν (π.χ. γένεση μετακινήσεων και εισόδημα)
- Εάν το μοντέλο δεν είναι ευαίσθητο σε μια συγκεκριμένη πολιτική/πρόγραμμα ή χαρακτηριστικό του συστήματος τότε δεν θα προβλέψει τις επιπτώσεις της συγκεκριμένης πολιτικής/προγράμματος ή των μεταβολών των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών.  
(αν στην ανάλυση επιλογής μέσου για υπεραστικές μετακινήσεις, δεν λαμβάνεται υπόψη η προσπελασιμότητα προς/από τους τερματικούς σταθμούς μέσω μαζικής μεταφοράς, τότε οι επιπτώσεις της μεταφοράς ενός σιδηροδρομικού σταθμού έξω από το κέντρο της πόλης, στο μερίδιο αγοράς του τρένου δεν υπολογίζονται)

## 1. Ορισμός περιοχής μελέτης και καθορισμός εσωτερικών και εξωτερικών ζωνών



**Περιοχή μελέτης:** η περιοχή που επηρεάζεται από το έργο που μελετάται

- Για μελέτες στρατηγικού σχεδιασμού, θα πρέπει να περιλαμβάνει τα σημεία προέλευσης και προορισμού της μεγάλης πλειοψηφίας των μετακινήσεων
- Σε μελέτες μικρών αστικών περιοχών και ή τοπικών έργων διαχείρισης κυκλοφορίας με μεγάλο ποσοστό διερχόμενης κυκλοφορίας, η περιοχή που αναλύεται θα πρέπει να έχει έκταση τέτοια ώστε αλλαγές των μετακινήσεων που συνεπάγονται το υπό μελέτη έργο να αναπαριστώνται από το μοντέλο



Η πλήρης κατανόηση της Διαδικασίας Ανάπτυξης των μοντέλων και της θεωρίας που χρησιμοποιούν

**ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΓΙΑ**

Γνωρίζουμε τις αδυναμίες τους, και επομένως να κατανοήσουμε τα αποτελέσματα που δίνουν και να ξέρουμε πώς να τα χρησιμοποιήσουμε



### Παράδειγμα:

**Πρόβλεψη κυκλοφοριακών φόρτων στον νέο αυτοκινητόδρομο Κορίνθος – Πάτρα.**

Η περιοχή **άμεσης επιρροής** του έργου εκτείνεται γύρω από τον υπό μελέτη οδικό άξονα και περιλαμβάνει τους νομούς που διασχίζει. Στην περιοχή αυτή το ζωικό σύστημα θα πρέπει να είναι αρκετά λεπτομερές έτσι ώστε να υπολογισθούν για παράδειγμα ο καταμερισμός των μετακινήσεων στον νέο αυτοκινητόδρομο και στην παλαιά εθνική, οι θέσεις των κόμβων, οι στρέφουσες κινήσεις κλπ.

Η περιοχή **έμμεσης επιρροής** περιλαμβάνει όλα τα σημεία που αποτελούν προέλευση ή/και προορισμό όλων των μετακινούμενων που προβλέπεται να χρησιμοποιήσουν τον υπό μελέτη άξονα ή άλλους άξονες ανταγωνιστικούς προς αυτόν. Για παράδειγμα οι μετακινήσεις από Αθήνα προς Ήπειρο μπορούν να γίνουν μέσω του νέου υπό μελέτη άξονα της Κεντρικής Ελλάδας, ή μέσω της Κορίνθου-Πατρών, γέφυρας Ρίου-Αντιρίου και της Ιονίας Οδού (υπό μελέτη Δυτικός Άξονας).

## Διαδικασία Ανάπτυξης Μοντέλων Συγκοινωνιακού Σχεδιασμού

1. Ορισμός περιοχής μελέτης και καθορισμός εσωτερικών και εξωτερικών ζωνών
2. Συλλογή στοιχείων
3. Ανάπτυξη Μαθηματικού Μοντέλου
4. Βαθμονόμηση Μοντέλου
5. Πρόβλεψη μεταβλητών σχεδιασμού
6. Εφαρμογή μοντέλου
7. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

## 1. Ορισμός περιοχής μελέτης και καθορισμός εσωτερικών και εξωτερικών ζωνών

**Ζωικό Σύστημα:** Οι ζώνες είναι χωρικές ενότητες που χρησιμοποιούνται για να ενοποιήσουν τα πρωτογενή στοιχεία (πχ. Μετακινήσεις ανά σκοπό) έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να αναλυθούν στα πλαίσια ανάπτυξης του συγκοινωνιακού μοντέλου.

- Θεωρητικά μεγαλύτερη ακρίβεια επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ένα λεπτομερές ζωικό σύστημα. Αλλά αυξάνει το κόστος και μπορεί να οδηγήσει σε αστάθεια των αποτελεσμάτων
- Οι ζώνες θα πρέπει να είναι ομογενείς ως προς τις χρήσεις γης που περιλαμβάνουν
- Θα πρέπει να υπάρχει συμβατότητα με την διοικητική διαίρεση
- Το σφάλμα που οφείλεται στην παραδοχή ότι όλες οι μετακινήσεις προέρχονται η καταλήγουν στο κεντροειδές της ζώνης δεν είναι μεγάλο (πχ. Νομοί και έξοδοι Αυτοκινητόδρομου)

## 2. Συλλογή στοιχείων

Η αξιολογία του συγκοινωνιακού μοντέλου και των προβλέψεων εξαρτάται από την ποιότητα των στοιχείων που περιγράφουν την συμπεριφορά του συστήματος κάτω από ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών συνθηκών.

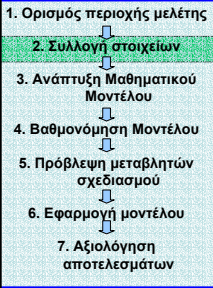
- Παρατηρήσεις (π.χ. μετρήσεις κυκλοφοριακών, επιβατική κίνηση μέσων μαζικής μεταφοράς)
- Εθνικές έρευνες (απογραφή πληθυσμού, κατανάλωση νοικοκυριών),
- Έρευνες Μετακινήσεων (παρά την οδό (Π-Π), έρευνες νοικοκυριών – ημερολόγιο μετακινήσεων (travel diary),

↓  
Διερεύνηση της συμπεριφοράς των μετακινούμενων

Μηχανισμός

- γένεσης μετακινήσεων
- επιλογών που κάνουν οι μετακινούμενοι

- έρευνες εκδηλωμένων προτιμήσεων
- έρευνες δεδηλωμένων προτιμήσεων



## Παράδειγμα πειράματος δεδηλωμένης προτίμησης (stated preferences experiment)

| σενάριο   | Κλειστός αυτοκινητόδρομος 2+2                       | Σιδηρόδρομος Υψηλής Ταχύτητας                            |
|-----------|---|--|
| σενάριο 1 | Χρόνος διαδρομής: 2 ώρες<br>Κόστος διοδίου: € 13,00 | Χρόνος διαδρομής: 1 ώρα & 40 λεπτά<br>Κομιστάρι: € 18,00 |
| σενάριο 2 | Χρόνος διαδρομής: 3 ώρες<br>Κόστος διοδίου: € 15,00 | Χρόνος διαδρομής: 2 ώρες<br>Κομιστάρι: € 25,00           |
| σενάριο 3 | Χρόνος διαδρομής: 3 ώρες<br>Κόστος διοδίου: € 18,00 | Χρόνος διαδρομής: 1 ώρα & 40 λεπτά<br>Κομιστάρι: € 32,00 |

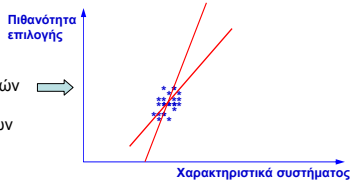
## 2. Συλλογή στοιχείων

### - Στοιχεία εκδηλωμένων προτιμήσεων

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας 1980 τα στοιχεία αυτά προέρχονταν από παρατηρήσεις των πραγματικών αποφάσεων και επιλογών που έκαναν οι μετακινούμενοι - δηλ. **στοιχεία εκδηλωμένων προτιμήσεων (revealed preferences data)**. Π.χ. τι μεταφορικό μέσο επιλέγει ο μετακινούμενος? ποια διαδρομή ακολουθεί?

### Περιορισμοί

- Χαμηλή μεταβλητότητα των παρατηρούμενων χαρακτηριστικών δεν επιτρέπει τον προσδιορισμό συσχετίσεων, καθορισμό σχέσεων  
⇒ Μεγαλύτερο Δείγμα - Υψηλό κόστος έρευνας αγοράς
- Πρόβλεψη επιλογής νέου μέσου / συστήματος με χαρακτηριστικά εντελώς διαφορετικά των υπαρχόντων συστημάτων



⇒ Τρένο υψηλής ταχύτητας  
Αστικός αυτοκινητόδρομος με διόδιο

## Μήπως ξεχάσαμε κάτι?

Πόσοι ταξιδεύουν μαζί?

Κόστος με τρένο = αριθμός μετακινούμενων × κόμιστρο

Κόστος με αυτοκίνητο = σταθερό = Κόστος διοδίου + Κόστος καυσίμου?

Ποιος είναι ο σκοπός ταξιδιού?

πόσο ακριβός είναι ο χρόνος του μετακινούμενου?

ποιος πληρώνει για το ταξίδι??

Ποια είναι η αξιολογία του χρόνου διαδρομής?

Τα τρένα έχουν καθυστερήσεις?

Ποια η συχνότητα των δρομολογίων του τρένου?

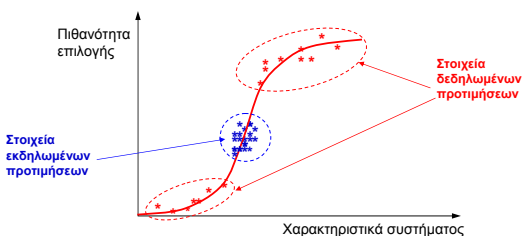
Πόσο εύκολο είναι να πάω στον σιδηροδρομικό σταθμό?

πόσο χρόνο παίρνει? Πόσο κοστίζει?

## 2. Συλλογή στοιχείων

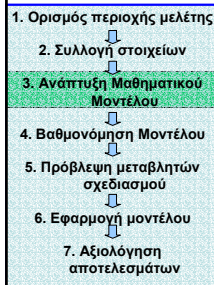
### - Έρευνες δεδηλωμένων προτιμήσεων

- Μέθοδος δίνει την δυνατότητα στον αναλυτή να πειραματιστεί με επιλογές που κάνουν οι μετακινούμενοι.
- Διαφορετικά υποθετικά σενάρια επιλογής παρουσιάζονται στον μετακινούμενο. Τα σενάρια καλύπτουν ένα **εκτενές φάσμα διαφορετικών καταστάσεων** του συστήματος και τιμών των χαρακτηριστικών του, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη **μεταβλητότητα για την εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου**



## 3. Ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου

### - Προσδιορισμός του μοντέλου



Περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια

⇒ προσδιορισμός της Δομής του μοντέλου

⇒ προσδιορισμός των Συναρτησιακών σχέσεων

⇒ προσδιορισμός των μεταβλητών

### 3. Ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου

- Προσδιορισμός του μοντέλου

#### → προσδιορισμός της Δομής του μοντέλου:

##### Απλά μοντέλα ?

- ντετερμινιστικά
- στατικά

ή

##### Σύνθετα μοντέλα ?

- πιθανοκρατικά/στοχαστικά
- δυναμικά

#### → προσδιορισμός των Συναρτησιακών σχέσεων:

##### Γραμμικές μορφές ?

- απλουστευτικά
- χαμηλές απαιτήσεις σε στοιχεία & τεχνικές επίλυσης

ή

##### Μη γραμμικές μορφές ?

- ακριβέστερη αναπαράσταση
- υψηλές απαιτήσεις σε στοιχεία & τεχνικές επίλυσης

#### → προσδιορισμός των μεταβλητών:

- ποιες μεταβλητές θα χρησιμοποιηθούν
- με ποια μορφή θα εισαχθούν στο μοντέλο π.χ. κόστος & εισόδημα ή κόστος/εισόδημα

### 3. Ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου

- Προσδιορισμός του μοντέλου

παράδειγμα χρήσης δυναμικών μοντέλων στην πρόβλεψη της ιδιοκτησίας Ι.Χ.

Τα στατικά μοντέλα θεωρούν μια σταθερή σχέση μεταξύ ιδιοκτησίας ΙΧ και εισοδήματος:

*καθώς το εισόδημα αυξάνεται η ιδιοκτησία ΙΧ αυτοκινήτου αυξάνεται*



*όταν το εισόδημα μειώνεται θα πρέπει να μειώνεται και η ιδιοκτησία ΙΧ με τον ίδιο ρυθμό*

Στην πραγματικότητα όμως ο ρυθμός μείωσης είναι πολύ χαμηλότερος από τον ρυθμό αύξησης.

Οι μετακινούμενοι δεν αλλάζουν τις επιλογές τους εύκολα – οι συνήθειες που έχουν, επηρεάζουν πολύ τις μελλοντικές τους επιλογές

### 3. Ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου

- Προσδιορισμός του μοντέλου

παράδειγμα χρήσης στοχαστικών μοντέλων στο πρόβλημα επιλογής διαδρομής

#### Ντετερμινιστικά

Οι οδηγοί έχουν:

- πλήρη γνώση των κυκλοφοριακών συνθηκών
- Οικονομικά ορθολογική συμπεριφορά

#### Στοχαστικά

Οι οδηγοί έχουν:

- ελλιπή γνώση των κυκλοφοριακών συνθηκών
- Ιδιαίτερες προτιμήσεις και περιορισμοί επιλογής που οδηγούν σε μη οικονομικά ορθολογική συμπεριφορά
- μεταβλητότητα του τρόπου αντίληψης των κυκλοφοριακών συνθηκών

### 3. Ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου

- Προσδιορισμός του μοντέλου – στατικά και δυναμικά μοντέλα

#### Στατική Μορφή

$$Y = f(X, \theta)$$

Y : Προβλέψεις επιλογών

Επιλογή μέσου Ιδιοκτησία ΙΧ

$\theta$  : παράμετροι που προσδιορίζονται στο στάδιο της βαθμονόμησης

#### Δυναμική Μορφή

$$Y(t) = f(Y(t-1), X(t), \theta)$$

X : Μεταβλητές μεταφορικού συστήματος

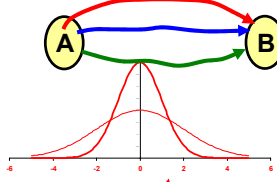
- Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά μετακινούμενων
- Λειτουργικά χαρακτηριστικά μεταφορικού συστήματος

Στα στατικά μοντέλα η κατάσταση ενός συστήματος την χρονική στιγμή  $t$  εκφράζεται σαν συνάρτηση των τιμών που έχουν οι μεταβλητές που το περιγράφουν την χρονική στιγμή  $t$ . Στα δυναμικά μοντέλα, η κατάσταση του συστήματος την χρονική στιγμή  $t$  εκφράζεται σαν συνάρτηση  $a$ ) των τιμών που έχουν οι μεταβλητές που το περιγράφουν την χρονική στιγμή  $t$ , και  $b$ ) της διαχρονικής εξέλιξης του συστήματος και επομένως και των μεταβλητών που το περιγράφουν  $y(t-1)=f(y(t-2),x(t-1),\theta)$ ,  $y(t-2)=f(y(t-3),x(t-2),\theta)$ ,  $y(t-3)=f(y(t-3),x(t-4),\theta)$ , .....

### ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ : Στατικά στοχαστικά μοντέλα

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ εφαρμογής στοχαστικού μοντέλου επιλογής διαδρομής

|            | Αντιληπτός χρόνος |          | Πραγματικός χρόνος |
|------------|-------------------|----------|--------------------|
|            | Οδηγός 1          | Οδηγός 2 |                    |
| Διαδρομή 1 | 25                | 20       | 21                 |
| Διαδρομή 2 | 20                | 25       | 22                 |
| Διαδρομή 3 | 25                | 25       | 23                 |



Αντιληπτός χρόνος = Πραγματικός χρόνος + αντίληψης, ανάλυσης, πληροφόρησης

Λόγω ελλιπούς γνώσης των κυκλοφοριακών συνθηκών, οι μετακινούμενοι κάνουν υποθέσεις σχετικά με τον χρόνο διαδρομής κατά μήκος των εναλλακτικών διαδρομών που οδηγούν στον προορισμό τους. Ο χρόνος διαδρομής όπως τον αντιλαμβάνεται ο κάθε οδηγός είναι διαφορετικός από τον πραγματικό χρόνο διαδρομής όπως τον μετρά ο αναλυτής. Έτσι ένα ντετερμινιστικό μοντέλο θα υπολόγιζε ότι και οι δύο οδηγοί θα χρησιμοποιήσουν την συντομότερη διαδρομή 1. Όμως ο πρώτος οδηγός αντιλαμβάνεται την διαδρομή 2 ως την συντομότερη μεταξύ των τριών.

### 3. Ανάπτυξη του μαθηματικού μοντέλου

- Προσδιορισμός του μοντέλου

#### Επίπεδο λεπτομέρειας Ανάλυσης Αθροιστικά ή εξατομικευμένα μοντέλα

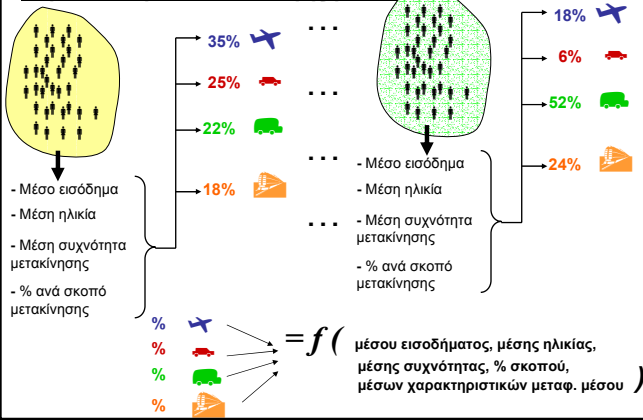
##### Αθροιστικά

- Μακροσκοπική θεώρηση του προβλήματος
- Αναλύουν τα χαρακτηριστικά στο σύνολο του πληθυσμού που εξετάζεται
- Υπολογίζουν ποσοστά ή απόλυτα μέγεθος ζήτησης, βάσει μέσων χαρακτηριστικών του πληθυσμού

##### Εξατομικευμένα

- Μικροσκοπική θεώρηση του προβλήματος
- Αναλύουν τα χαρακτηριστικά και τις επιλογές του κάθε μετακινούμενου
- Υπολογίζουν την πιθανότητα ο κάθε μετακινούμενος να κάνει μια συγκεκριμένη επιλογή

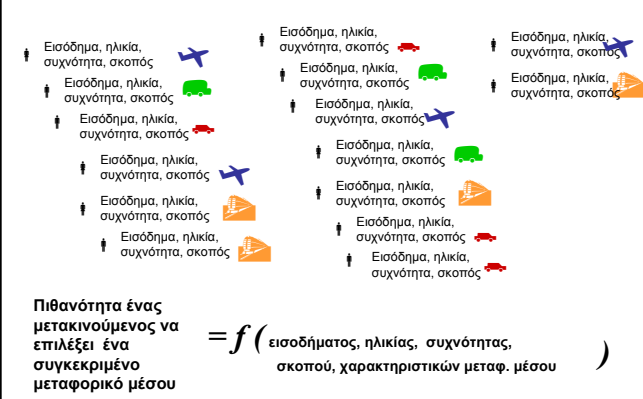
## Αθροιστικό μοντέλο επιλογής μέσου



## Η κλασική προσέγγιση της προτυποποίησης του σχεδιασμού των μεταφορών

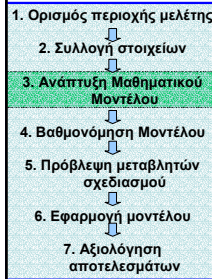
### Το μοντέλο των τεσσάρων βημάτων του σχεδιασμού των μεταφορών

## εξατομικευμένα μοντέλα (Disaggregate models)



## Το κλασικό μοντέλο του σχεδιασμού των μεταφορών

- Μακρόχρονη έρευνα και πειραματισμοί έχουν οδηγήσει σε μια γενική δομή που ονομάζεται το κλασικό μοντέλο του σχεδιασμού των μεταφορών.



- Αυτή η δομή είναι στην πραγματικότητα ένα αποτέλεσμα από την πρακτική που ακολούθηκε στην δεκαετία του '60 αλλά έχει παραμείνει λίγο πολύ αμετάβλητη παρά τις σημαντικές βελτιώσεις στη διαμόρφωση των μεθόδων κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών δηλ. από το 1970 μέχρι σήμερα.
- Η προσέγγιση αρχίζει με την θεώρηση ενός συστήματος ζωνών και μεταφορικών δικτύων, και τη συλλογή των στοιχείων σχεδιασμού, βαθμονόμησης και ελέγχου εγκυρότητας.
- Αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνουν τα κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, και τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων για το έτος βάση, δηλ. το έτος για το οποίο υπάρχει διαθέσιμη όλη η πληροφορία που απαιτείται για να βαθμονομηθεί το μοντέλο και να ελεγχθεί κατά πόσο αναπαριστά την διαδικασία των μετακινήσεων και με τι ακρίβεια υπολογίζει τον πραγματικό αριθμό των μετακινήσεων όπως έχουν μετρηθεί από τις κυκλοφοριακές έρευνες και μετρήσεις.

## Αθροιστικά ή εξατομικευμένα μοντέλα

### Αθροιστικά

- Λιγότερο λεπτομερή
- Αναλύουν την μέση συμπεριφορά
- Χαμηλότερη ακρίβεια πρόβλεψης
- Απαιτούμενα στοιχεία είναι πιο εύκολα διαθέσιμα
- Χαμηλότερο κόστος συλλογής στοιχείων

### Εξατομικευμένα

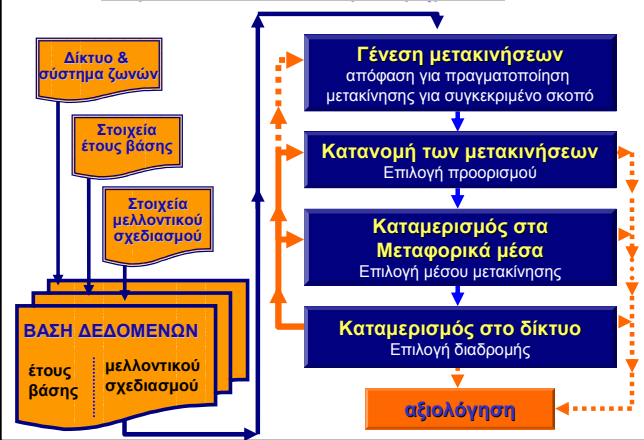
- Μεγαλύτερη λεπτομέρεια ανάλυσης
- Επεξηγούν την συμπεριφορά του μετακινούμενου με βάση τα χαρακτηριστικά του
- μεγαλύτερη ακρίβεια πρόβλεψης
- Υψηλές απαιτήσεις σε στοιχεία
- Υψηλότερο κόστος συλλογής στοιχείων και ανάπτυξης μοντέλου
- Εξειδικευμένη γνώση στατιστικής και οικονομετρίας
- Προβλήματα μεταφοράς των συμπερασμάτων από ατομικό επίπεδο στο σύνολο του πληθυσμού.

Ο πλέον κατάλληλος τύπος μοντέλου εξαρτάται από την συγκεκριμένη περίπτωση

## Το κλασικό μοντέλο του σχεδιασμού των μεταφορών

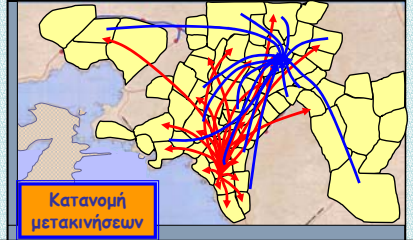
- Το έτος βάση επομένως είναι το έτος που διεξάγεται ο κύριος όγκος των ερευνών/μετρήσεων για την συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων.
- Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται για την δημιουργία μιας βάσης δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει
  - τον πίνακα Πρόελευσης – Προορισμού, δηλ το αριθμό των μετακινήσεων που γίνονται μεταξύ κάθε ζεύγους ζωνών της περιοχής μελέτης,
  - Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της κάθε ζώνης, όπως πληθυσμός, εισόδημα, ιδιοκτησία ΙΧ, μεγέθη οικονομικής δραστηριότητας, απασχόληση, χαρακτηριστικά εμπορικών δραστηριοτήτων, επιφάνεια καταστημάτων, χώρων γραφείου, βιομηχανικών εγκαταστάσεων, βιοτεχνίας, κλπ, επιφάνεια χώρων εκπαίδευσης και αναψυχής, κλπ
  - Χαρακτηριστικά όλων των μεταφορικών συστημάτων, όπως μορφή δικτύων, μήκος, κυκλοφοριακή ικανότητα, ταχύτητες ελεύθερης ροής, σχέσεις φόρτου – καθυστερήσεων, κόστος μετακίνησης, για κάθε τμήμα του οδικού δικτύου, συχνότητα, κόστος και ταχύτητα των μέσων μαζικής μεταφοράς, κ.α.
  - Κυκλοφοριακές μετρήσεις σε οδικά τμήματα και φόρτοι των ΜΜΜ για την σύγκριση με τα τελικά αποτελέσματα του μοντέλου

## Το μοντέλο των τεσσάρων βημάτων



## → Κατανομή των μετακινήσεων

- Προσδιορίζει από πού ξεκινούν τα ταξίδια και που καταλήγουν
- Υπολογίζει τον αριθμό των μετακινήσεων μεταξύ κάθε ζεύγους Προέλευσης – Προορισμού
- Ο αριθμός των μετακινήσεων μεταξύ δύο ζωνών εξαρτάται από την παραγωγικότητα (σε μετακινήσεις) της ζώνης προέλευσης και την ελκυστικότητα της ζώνης προορισμού,
- Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των μετακινήσεων είναι περιλαμβανουν το μέγεθος και τις χρήσεις γης σε κάθε ζώνη, και το κόστος μετακίνησης από την ζώνη προέλευσης προς της ζώνη προορισμού.



## Το κλασσικό μοντέλου του σχεδιασμού των μεταφορών

- Αυτά τα στοιχεία χρησιμοποιούνται στο κλασσικό πρότυπο των μεταφορών που έχει την μορφή μιας ακολουθίας **τεσσάρων υποπροτύπων**, που αναπαριστούν τις **επιλογές** που κάνουν οι μετακινούμενοι. Οι επιλογές αυτές αφορούν την απόφαση αν θα πραγματοποιήσουν μια μετακίνηση για κάποιο σκοπό, ποιος θα είναι ο προορισμός τους, τι μέσο θα χρησιμοποιήσουν και ποια διαδρομή θα ακολουθήσουν.
- Τα στοιχεία του έτους βάσης εισάγονται κατ' αρχάς στο **μοντέλο της γένεσης** των μετακινήσεων που υπολογίζει τον συνολικό αριθμό των μετακινήσεων που παράγονται και που προσελκύνονται από κάθε ζώνη της περιοχής μελέτης.
- Το επόμενο βήμα είναι η κατανομή αυτών των μετακινήσεων. Το **μοντέλο της κατανομής** προσομοιώνει την επιλογή του προορισμού που κάνει ένας μετακινούμενος. Υπολογίζει πόσες από τις μετακινήσεις που παράγονται από μια ζώνη (και υπολογίσθηκαν στο στάδιο της γένεσης των μετακινήσεων) θα καταλήξουν σε κάθε ζώνη της περιοχής μελέτης. Το μοντέλο υπολογίζει τον αριθμό των μετακινήσεων που γίνονται μεταξύ κάθε δυνατού ζεύγους ζωνών, και παράγει το **Πίνακα (ή Μητρώο) Προέλευσης – Προορισμού**.

## Το κλασσικό μοντέλου του σχεδιασμού των μεταφορών

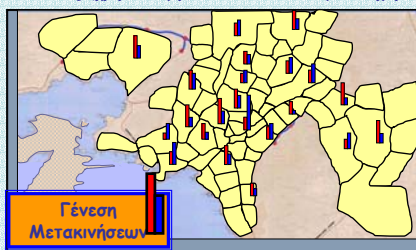
- Το επόμενο στάδιο αναπαριστά την επιλογή του μεταφορικού μέσου. Το **μοντέλο του καταμερισμού στα μεταφορικά μέσα** χρησιμοποιεί α) τα στοιχεία που αφορούν την απόδοση των μεταφορικών συστημάτων και το επίπεδο εξυπηρέτησης που παρέχουν, και β) τον πίνακα των συνολικών μετακινήσεων μεταξύ κάθε ζεύγους Π-Π, και **υπολογίζει ένα πίνακα Π-Π για κάθε μέσο**, δηλ. για κάθε ζεύγος Π-Π υπολογίζεται ο αριθμός των μετακινήσεων με κάθε μεταφορικό μέσο.
- Το τελευταίο στάδιο του κλασσικού μοντέλου προσομοιώνει την επιλογή της διαδρομής που ακολουθεί ο κάθε μετακινούμενος. Το μοντέλο του **καταμερισμού στο δίκτυο** φορτίζει τα δίκτυα των διαφορετικών μεταφορικών συστημάτων με τους αντίστοιχους πίνακες Π-Π που υπολογίσθηκαν στο στάδιο του καταμερισμού στα μέσα. Ο καταμερισμός γίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών διαδρομών που μπορούν να ακολουθήσουν οι μετακινούμενοι, και **τελικά υπολογίζονται οι φόρτοι και οι καθυστερήσεις** σε κάθε τμήμα του μεταφορικού δικτύου κάθε μέσου.

## → Γένεση μετακινήσεων

- Στο στάδιο της γένεσης των μετακινήσεων υπολογίζεται ο αριθμός των μετακινήσεων που ξεκινούν από κάθε ζώνη (παραγόμενες μετακινήσεις) και ο αριθμός των μετακινήσεων που καταλήγουν σε κάθε ζώνη (ελκόμενες μετακινήσεις)

- Αριθμός γενόμενων μετακινήσεων =

$$f(\text{χρήσεων γης, κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών, ...})$$



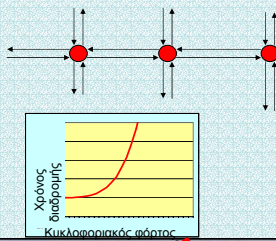
## → Καταμερισμός στα μεταφορικά μέσα

- Υπολογίζει τον αριθμό των μετακινήσεων μεταξύ κάθε ζεύγους Π-Π που γίνονται με κάθε μεταφορικό μέσο
- Παράγοντες που επηρεάζουν:
  - χαρακτηριστικά μέσων
  - εισόδημα
  - ιδιοκτησία ΙΧ αυτοκινήτου
  - προσιτότητα μέσου μαζικής μεταφοράς
  - είδος ταξιδιού
  - ηλικία

## Καταμερισμός στο δίκτυο

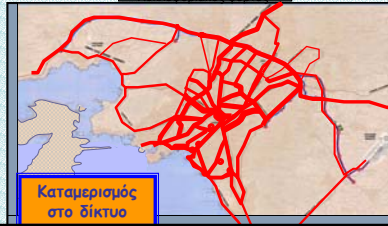
### με δεδομένα :

- Αναπαράσταση του οδικού δικτύου με ένα χάρτη κόμβων - συνδέσμων
- Συναρτήσεις χρόνου διαδρομής για κάθε σύνδεσμο του δικτύου
- Πίνακα Πρόέλευσης – Προορισμού



### Υπολογίζονται:

1. Οι κυκλοφοριακοί φόρτοι και
2. οι χρόνοι διαδρομής σε κάθε σύνδεσμο του δικτύου



## Βαθμονόμηση και έλεγχος αξιοπιστίας των συγκοινωνιακών μοντέλων

1. Ορισμός περιοχής μελέτης
2. Συλλογή στοιχείων
3. Ανάπτυξη Μαθηματικού Μοντέλου
4. Βαθμονόμηση Μοντέλου
5. Πρόβλεψη μεταβλητών σχεδιασμού
6. Εφαρμογή μοντέλου
7. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

- Βαθμονόμηση (calibration) του μοντέλου είναι διαδικασία με την οποία προσδιορίζονται οι τιμές των συντελεστών που περιλαμβάνονται στις μαθηματικές σχέσεις που αποτελούν το συγκοινωνιακό μοντέλο.
- Οι βέλτιστες τιμές των συντελεστών είναι εκείνες για τις οποίες τα αποτελέσματα του μοντέλου είναι όσο το δυνατό πλησιέστερα στα πραγματικά κυκλοφοριακά μεγέθη που έχουν μετρηθεί
- Μετά το στάδιο της βαθμονόμησης ακολουθεί ο έλεγχος αξιοπιστίας/εγκυρότητας του μοντέλου όπου ελέγχεται η ικανότητα του μοντέλου χρησιμοποιώντας διαφορετικά στοιχεία από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν την φάση της βαθμονόμησης.

## Το κλασσικό μοντέλο του σχεδιασμού των μεταφορών

- Είναι γενικά παραδεκτό ότι οι αποφάσεις ταξιδιού δεν λαμβάνονται πάντα σύμφωνα με την ακολουθία που υιοθετεί το κλασσικό μοντέλο του σχεδιασμού των μεταφορών. Επιπλέον, το μοντέλο εστιάζει σε περιορισμένο αριθμό επιλογών. Η σύγχρονη άποψη είναι ότι ένα ευρύτερο φάσμα επιλογών θα πρέπει να αναλύεται. Για παράδειγμα, ένας μετακινούμενος που αντιμετωπίζει την συνεχώς αυξανόμενη κυκλοφοριακή συμφόρηση, μπορεί να αλλάξει την χρονική περίοδο που κάνει την μετακίνηση, την συχνότητα με την οποία κάνει την μετακίνηση. Επιπλέον, άλλες πιο σύνθετες επιλογές πραγματοποιούνται μακροπρόθεσμα. Για παράδειγμα ο μετακινούμενος αλλάζει θέση εργασίας ή/και κατοικίας, αλλάζει την περιοχή που κάνει τις αγορές του, κλπ.
- Παρά την έντονη κριτική που δέχεται, το κλασσικό μοντέλο των τεσσάρων βημάτων παρέχει ένα σημείο αναφοράς και σύγκρισης με εναλλακτικές μορφές μοντέλων. Το κλασσικό μοντέλο ουσιαστικά αποτελεί το πλαίσιο ανάπτυξης πιο προηγμένων μορφών προτύπων που αποτελούν αντικείμενο έρευνας στον τομέα του σχεδιασμού των μεταφορών.

## Βαθμονόμηση και έλεγχος αξιοπιστίας των συγκοινωνιακών μοντέλων

Εστω ότι η γενική μορφή ενός μοντέλου σχεδιασμού μεταφορών εκφράζεται από μια σειρά σχέσεων της μορφής :

$$\text{Προβλέψεις-εκτιμήσεις} \rightarrow Y = f(\mathbf{X}, \theta)$$

Φόρτοι, χρόνοι διαδρομής

Μεταβλητές μεταφ. Συστήματος

- Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά μετακινούμενων
- Λειτουργικά χαρακτηριστικά μεταφορικού συστήματος

Απαιτούνται στοιχεία/δεδομένα από παρατηρήσεις, έρευνες, μετρήσεις

συντελεστές  
Οι τιμές των συντελεστών προσδιορίζονται στο στάδιο της βαθμονόμησης

## Το κλασσικό μοντέλο του σχεδιασμού των μεταφορών

- Τα βασικά χαρακτηριστικά της εξέλιξης στην έρευνα σε θέματα προτυποποίησης του σχεδιασμού των μεταφορών, που έχουν βελτιώσει την αξιοπιστία των μοντέλων του σχεδιασμού των μεταφορών, είναι:
  - η στροφή προς μεθόδους ανάλυσης που αναπαριστούν την συμπεριφορά των μετακινούμενων (behavioural transport demand models), με σημαντικό ορόσημο την χρήση και προσαρμογή της θεωρίας της μεγιστοποίησης της ωφέλειας σε θέματα προτυποποίησης των επιλογών που κάνουν οι μετακινούμενοι
  - η αναγνώριση της δυναμικής συμπεριφοράς των μεταφορικών συστημάτων, που σημαίνει ότι η ανάλυση αυτών των συστημάτων θα πρέπει να αναπαριστά την διαχρονική τους εξέλιξη και όχι την συγκεκριμένους χρονικούς ορίζοντες μόνο
  - η υιοθέτηση των μεθόδων μαθηματικής προσομοίωσης που με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των Η/Υ έδωσε την δυνατότητα στους ερευνητές να επιλύσουν προβλήματα η μαθηματική επίλυση των οποίων δεν ήταν εφικτή

## Βαθμονόμηση και έλεγχος αξιοπιστίας των συγκοινωνιακών μοντέλων

- Η βαθμονόμηση του μοντέλου έγκειται στον προσδιορισμό των τιμών των συντελεστών  $\theta$  έτσι ώστε τα αποτελέσματα,  $Y$ , του μοντέλου (π.χ. εκτιμήσεις φόρτων, χρόνων διαδρομής κλπ) να διαφέρουν όσο το δυνατό λιγότερο από τα πραγματικά μεγέθη,  $D$ .
- Στην απλούστερη μορφή της, αποτελεί ουσιαστικά ένα πρόβλημα ελαχιστοποίησης όπου η αντικειμενική συνάρτηση έχει την μορφή:

$$\min_{\theta} g\{D - Y\} : \min_{\theta} g\{D - f(\mathbf{X}, \theta)\}$$

Πραγματικά μεγέθη (από μετρήσεις)

Εκτιμήσεις μοντέλου

## Έλεγχος αξιοπιστίας/εγκυρότητας (validation) των συγκοινωνιακών μοντέλων

Ακολουθεί την βαθμολόγηση του μοντέλου και αποτελεί ουσιαστικά τον έλεγχο της ικανότητας του μοντέλου να αναπαραστήσει μια πραγματική κατάσταση χρησιμοποιώντας στοιχεία διαφορετικά από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην βαθμολόγηση του μοντέλου.

- Επειδή τα συγκοινωνιακά μοντέλα βασίζονται σε Διαστρωματικά στοιχεία (cross sectional data) δηλ. στοιχεία από διαφορετικά στρώματα του πληθυσμού που συλλέγονται την ίδια χρονική περίοδο, συχνά όλα τα διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου. Το στάδιο του έλεγχου αξιοπιστίας παραλείπεται θεωρώντας ότι η βαθμολόγηση του μοντέλου εγγυάται την καλή προσαρμογή των αποτελεσμάτων του μοντέλου στις παρατηρήσεις, γεγονός που εξασφαλίζει την αξιοπιστία των προβλέψεων.
- όπως προκύπτει από μελέτες πριν και μετά ("before and after studies") την εφαρμογή παρεμβάσεων σε συστήματα μεταφορών, ο έλεγχος αξιοπιστίας θα πρέπει να βασίζεται σε στοιχεία που δεν χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των παραμέτρων του μοντέλου,

## Μελλοντικές Χρήσεις γης

Πχ επιφάνεια γραφείων, καταστημάτων



## Έλεγχος αξιοπιστίας/εγκυρότητας (validation) των συγκοινωνιακών μοντέλων

Αν στοιχεία από δύο διαφορετικές περιόδους δεν είναι διαθέσιμα,

- μέρος των διαθέσιμων στοιχείων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου και το υπόλοιπο για τον έλεγχο της αξιοπιστίας/εγκυρότητας του.

### Έλεγχος εγκυρότητας με εφαρμογή του μοντέλου σε περίοδο μεταγενέστερη της περιόδου βαθμολόγησης

| Στοιχεία βαθμολόγησης<br>Χρονική περίοδος T1  | Στοιχεία<br>ελέγχου εγκυρότητας<br>Χρονική περίοδος T2 |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ελέγχει την ικανότητα του μοντέλου να προβλέψει μελλοντική κατάσταση</li> <li>Απαιτεί στοιχεία από δύο διαφορετικές περιόδους</li> </ul> |  |

### Έλεγχος εγκυρότητας με εφαρμογή του μοντέλου με στοιχεία από την ίδια περίοδο μεταγενέστερη της περιόδου βαθμολόγησης

| Στοιχεία βαθμολόγησης<br>Χρονική περίοδος T1 | Στοιχεία<br>ελέγχου εγκυρότητας<br>Χρονική περίοδος T1 |
|--|--|
|  |  |

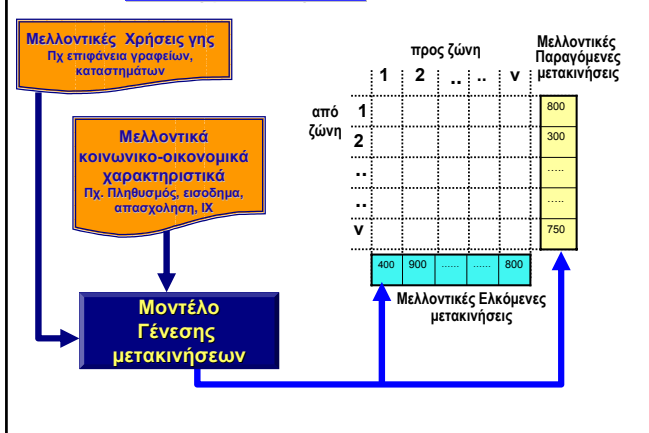
## Εφαρμογή του μοντέλου των τεσσάρων βημάτων

- Έχοντας διαμορφώσει την βάση δεδομένων του μελλοντικού σχεδιασμού, στην συνέχεια επιλέγεται κάθε ένα σενάριο ξεχωριστά, τα χαρακτηριστικά του οποίου εισάγονται στο μοντέλο των τεσσάρων βημάτων.
- Εφαρμόζεται η ακολουθία των υποπροτύπων, γένεσης, κατανομής στις ζώνες, καταμερισμού στα μέσα, και καταμερισμού στο δίκτυο, και τελικά προκύπτουν τα κυκλοφοριακά μεγέθη, όπως φόρτοι, χρόνοι διαδρομής, καθυστερήσεις, ροές επιβατών, χρόνοι αναμονής κλπ, που περιγράφουν την κατάσταση του συνολικού μεταφορικού συστήματος, η οποία στην συνέχεια θα αξιολογηθεί.
- Η διαδικασία εφαρμογής του μοντέλου των τεσσάρων βημάτων απεικονίζεται στα διαγράμματα που ακολουθούν:

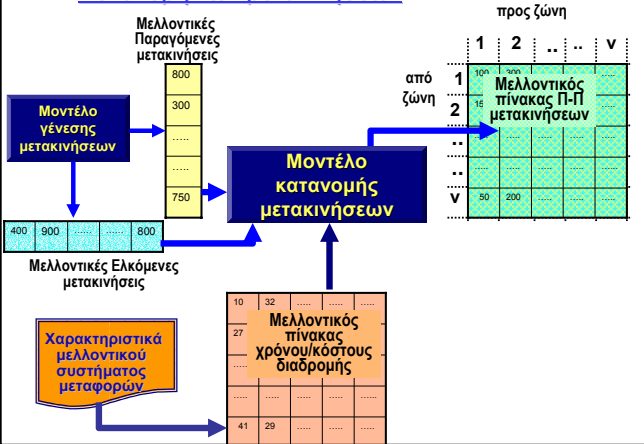
## Πρόβλεψη των μεταβλητών σχεδιασμού και εφαρμογή του μοντέλου

- Ορισμός περιοχής μελέτης
  - Συλλογή στοιχείων
  - Ανάπτυξη Μαθηματικού Μοντέλου
  - Βαθμολόγηση Μοντέλου
  - Πρόβλεψη μεταβλητών σχεδιασμού
  - Εφαρμογή μοντέλου
  - Αξιολόγηση αποτελεσμάτων
- Μόλις βαθμολογηθεί το μοντέλο και επικυρωθεί για το έτος βάση, στην συνέχεια θα πρέπει να εφαρμοσθεί σε ένα ή περισσότερους οριζόντες σχεδιασμού.
- Για κάθε ένα από τους μελλοντικούς χρονικούς οριζόντες θα πρέπει να γίνουν προβλέψεις των μεταβλητών σχεδιασμού δηλ. των δραστηριοτήτων που το μεταφορικό σύστημα θα εξυπηρετήσει. Αυτό απαιτεί προβλέψεις για τα μελλοντικά μεγέθη και χωρική κατανομή των κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης, όπως πληθυσμός απασχόληση, εισόδημα, χρήσεις γης, οικονομικές, εμπορικές και κοινωνικές δραστηριότητες κ.α.
- Παράλληλα είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν εναλλακτικά σενάρια και σχέδια που περιγράφουν τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών συστημάτων μεταφορών που θα αξιολογηθούν.
- Τα εναλλακτικά σενάρια εξέλιξης των κοινωνικοοικονομικών μεγεθών που καθορίζουν τις δραστηριότητες που θα εξυπηρετηθούν τα μεταφορικά συστήματα της περιοχής μελέτης, και οι εναλλακτικές μορφές των μεταφορικών συστημάτων που θα αξιολογηθούν, αποτελούν την βάση δεδομένων του μελλοντικού σχεδιασμού της περιοχής μελέτης.

## Γένεση μετακινήσεων



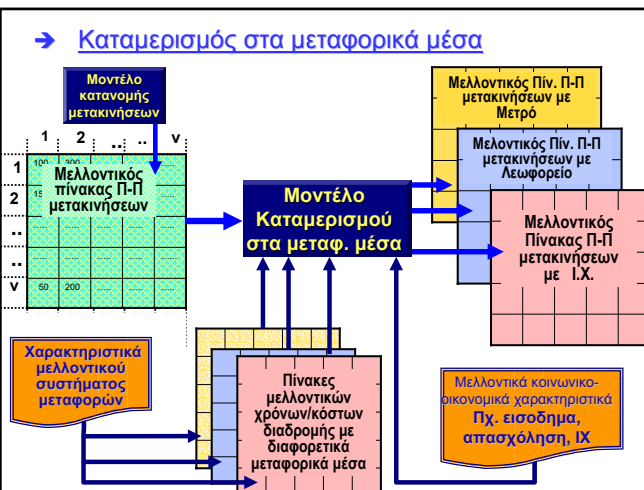
## → Κατανομή των μετακινήσεων



## Εφαρμογή του μοντέλου των τεσσάρων βημάτων

- Όπως απεικονίζεται και στα σχετικά διαγράμματα, η διαδικασία υπολογισμού των διαφόρων μεταβλητών για το σενάριο που αναλύεται περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:
  - Οι μελλοντικές χρήσεις γης και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά εισάγονται στο μοντέλο γένεσης των μετακινήσεων που υπολογίζει τις μελλοντικές παραγόμενες και ελκόμενες μετακινήσεις από κάθε ζώνη.
  - Αυτές οι προβλεπόμενες μελλοντικές μετακινήσεις και τα μελλοντικά χαρακτηριστικά των μεταφορικών συστημάτων (που προσδιορίζουν τον χρόνο/κόστος μετακίνησης μεταξύ κάθε ζεύγους Π-Π) εισάγονται στο μοντέλο της κατανομής των μετακινήσεων που υπολογίζει τον μελλοντικό πίνακα Π-Π για την περιοχή μελέτης
  - Ο μελλοντικός πίνακας Π-Π των μετακινήσεων, τα μελλοντικά χαρακτηριστικά των διαφορετικών μεταφορικών συστημάτων, και τα μελλοντικά κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των μετακινούμενων εισάγονται στο μοντέλο του καταμερισμού στα μέσα που υπολογίζει τον μελλοντικό πίνακα Π-Π των μετακινήσεων που θα γίνονται με το κάθε μεταφορικό μέσο.
  - Στην συνέχεια ο μελλοντικός Π-Π των μετακινήσεων με κάθε μέσο και τα χαρακτηριστικά του μελλοντικού μεταφορικού συστήματος εισάγονται στο μοντέλο του καταμερισμού στο δίκτυο το οποίο υπολογίζει τους μελλοντικούς κυκλοφοριακούς φόρτους και επίπεδο εξυπηρέτησης που προσφέρει το κάθε μεταφορικό σύστημα.

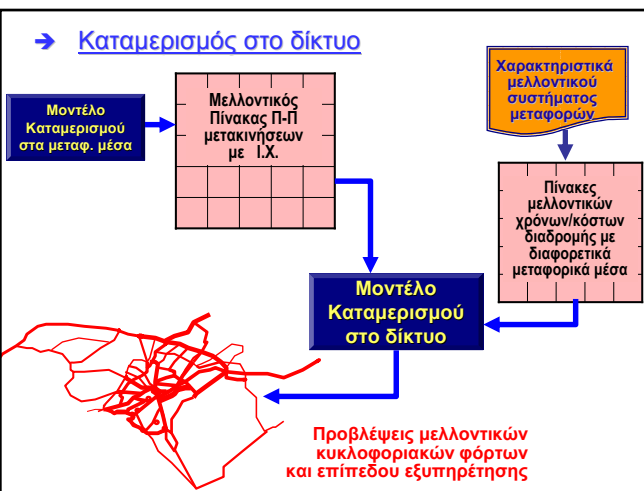
## → Καταμερισμός στα μεταφορικά μέσα



## Εφαρμογή του μοντέλου των τεσσάρων βημάτων

- Ένα σημαντικό θέμα στο κλασικό μοντέλο των τεσσάρων βημάτων αφορά την σταθερότητα των τιμών των διαφόρων μεταβλητών που υπολογίζονται στα διάφορα στάδια του μοντέλου.
- Για παράδειγμα, στο βήμα του καταμερισμού στο δίκτυο υπολογίζονται οι φόρτοι και χρόνοι μετακίνησης. Αυτοί οι χρόνοι είναι μάλλον άπιθανο να είναι οι ίδιοι με αυτούς που χρησιμοποιήθηκαν στα προγενέστερα στάδια της κατανομής στις ζώνες και του καταμερισμού στα μεταφορικά μέσα. Αυτό συνεπάγεται ότι το μοντέλο θα πρέπει να εφαρμοσθεί πάλι ακολουθώντας έτσι μια επαναληπτική διαδικασία μέχρι να υπολογισθεί μια κατάσταση ισορροπίας. Σε αυτή την κατάσταση οι χρόνοι διαδρομής που εισάγονται στα μοντέλα της κατανομής και του καταμερισμού στα μέσα θα πρέπει να είναι ίσοι με τους χρόνους που υπολογίζει το μοντέλο του καταμερισμού στο δίκτυο.

## → Καταμερισμός στο δίκτυο



## Διαδικασία Ανάπτυξης Μοντέλων Συγκοινωνιακού Σχεδιασμού

1. Ορισμός περιοχής μελέτης και καθορισμός εσωτερικών και εξωτερικών ζωνών
2. Συλλογή στοιχείων
3. Ανάπτυξη Μαθηματικού Μοντέλου
4. Βαθμονόμηση Μοντέλου
5. Πρόβλεψη μεταβλητών σχεδιασμού
6. Εφαρμογή μοντέλου

## 7. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων



# Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του μοντέλου

□ Έχοντας εφαρμόσει το μοντέλο για ρεαλιστικά σενάρια μελλοντικών σχεδίων ανάπτυξης του μεταφορικού συστήματος, στην συνέχεια γίνεται μια αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

1. Ορισμός περιοχής μελέτης
2. Συλλογή στοιχείων
3. Ανάπτυξη Μαθηματικού Μοντέλου
4. Βαθμονόμηση Μοντέλου
5. Πρόβλεψη μεταβλητών σχεδιασμού
6. Εφαρμογή μοντέλου
7. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων κάθε σεναρίου περιλαμβάνει μια σύγκριση των δαπανών και των ωφελειών που προκύπτουν από την εφαρμογή του συγκεκριμένου σχεδίου που προτείνεται στο σενάριο που αναλύεται. Το στάδιο της αξιολόγησης συμπίπτει με το αντίστοιχο στάδιο 4 της διαδικασίας του ορθολογικού σχεδιασμού,



# Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του μοντέλου

Επομένως τα αποτελέσματα του κάθε σεναρίου συγκρίνονται με τους στόχους και τους περιορισμούς που είχαν τεθεί στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας του ορθολογικού σχεδιασμού των μεταφορών, και απορρίπτονται ή διατηρούνται για περαιτέρω αξιολόγηση.

Η διαδικασία της συγκριτικής αξιολόγησης όλων των εναλλακτικών σεναρίων τελικά προσδιορίζει

- το σχέδιο ανάπτυξης του μεταφορικού συστήματος,
- τις κατευθύνσεις της πολιτικής των μεταφορών
- το πρόγραμμα επενδύσεων στις μεταφορές που
  - ❖ ικανοποιούν την ζήτηση για μετακίνηση στην περιοχή μελέτης, και
  - ❖ ικανοποιούν τους στόχους και τους περιορισμούς, και μεγιστοποιούν τα καθαρά οφέλη όπως έχουν ορισθεί στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας του ορθολογικού σχεδιασμού,

