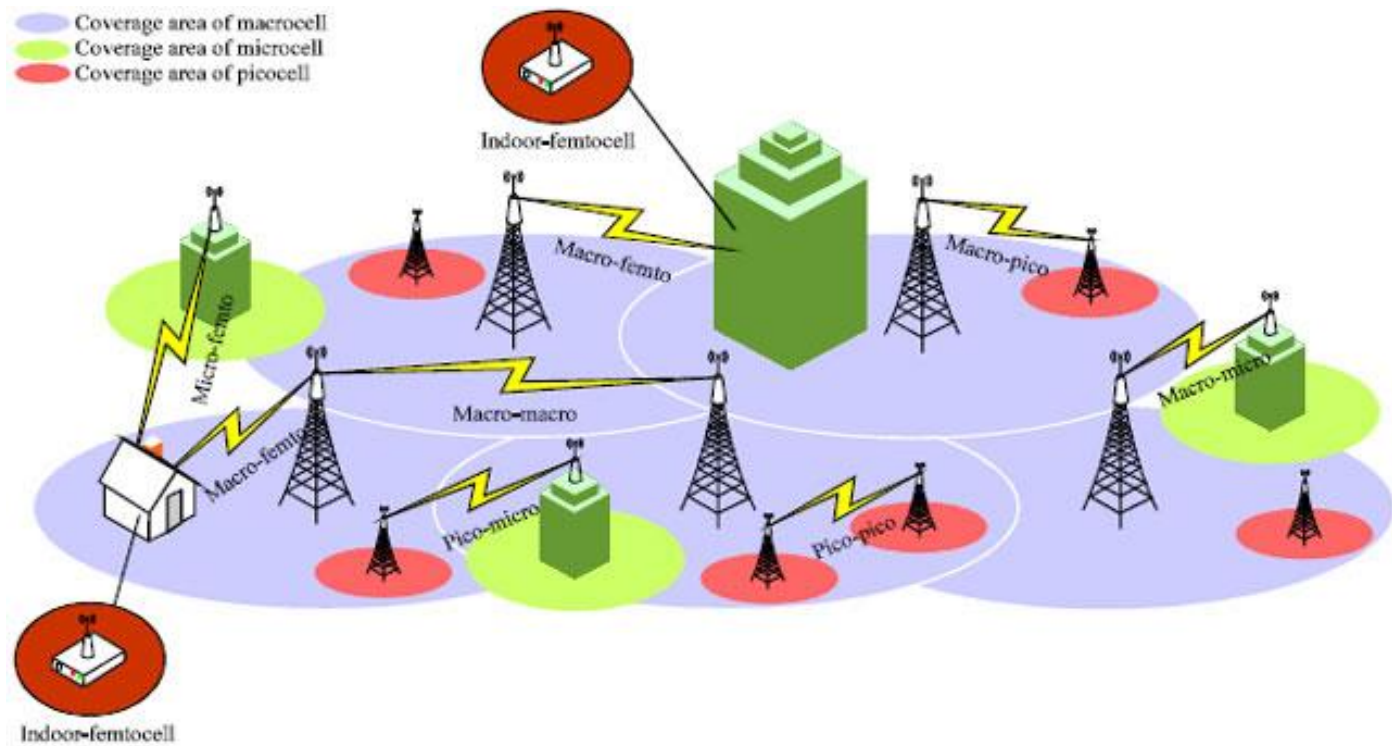


# **Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών**

**Αρχιτεκτονική των  
κυψελωτών  
συστημάτων  
(συνέχεια)**

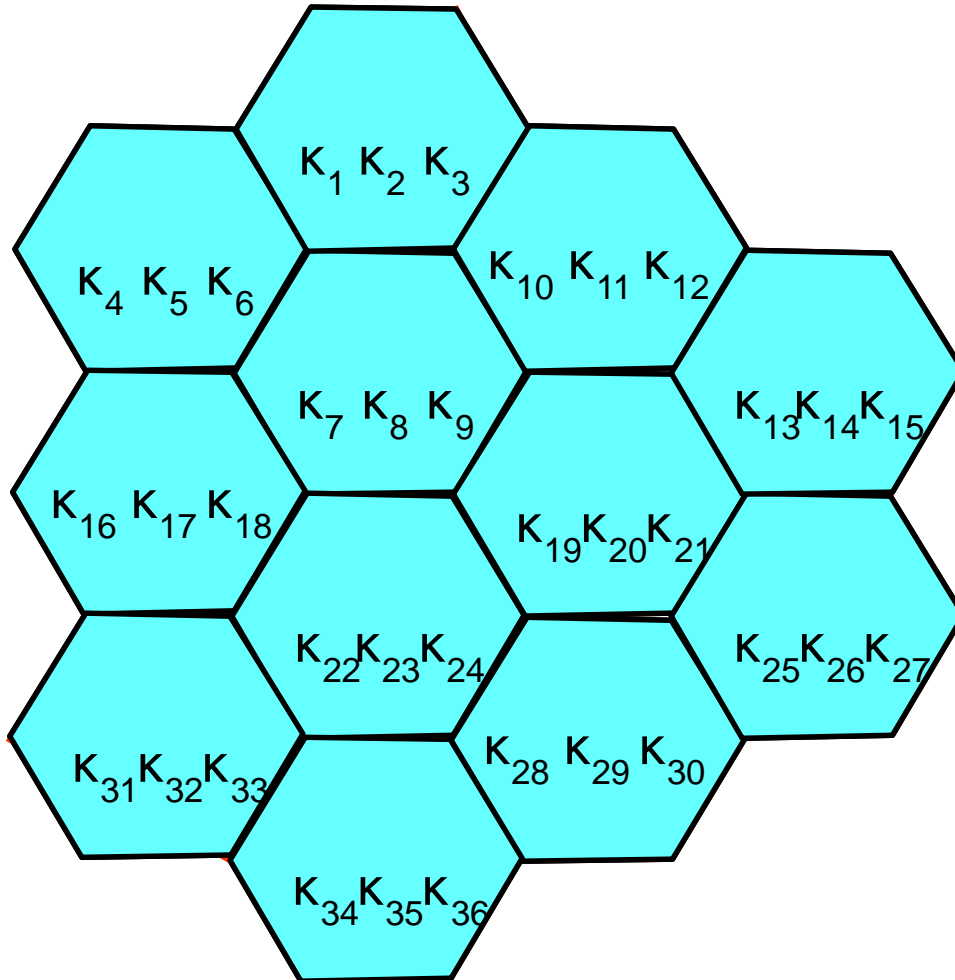
# Ραδιοκάλυψη

- Η επιλογή μεγέθους και θέσης κυψελών είναι πολύ σημαντική σχεδιαστική απόφαση που επηρεάζει την απόδοση (πρέπει να ελέγχεται και να αναθεωρείται τακτικά)



# Ασύρματη πρόσβαση

## Στρωματωμένη αρχιτεκτονική



1 επίπεδο,  
μόνο μικροκυψέλες:

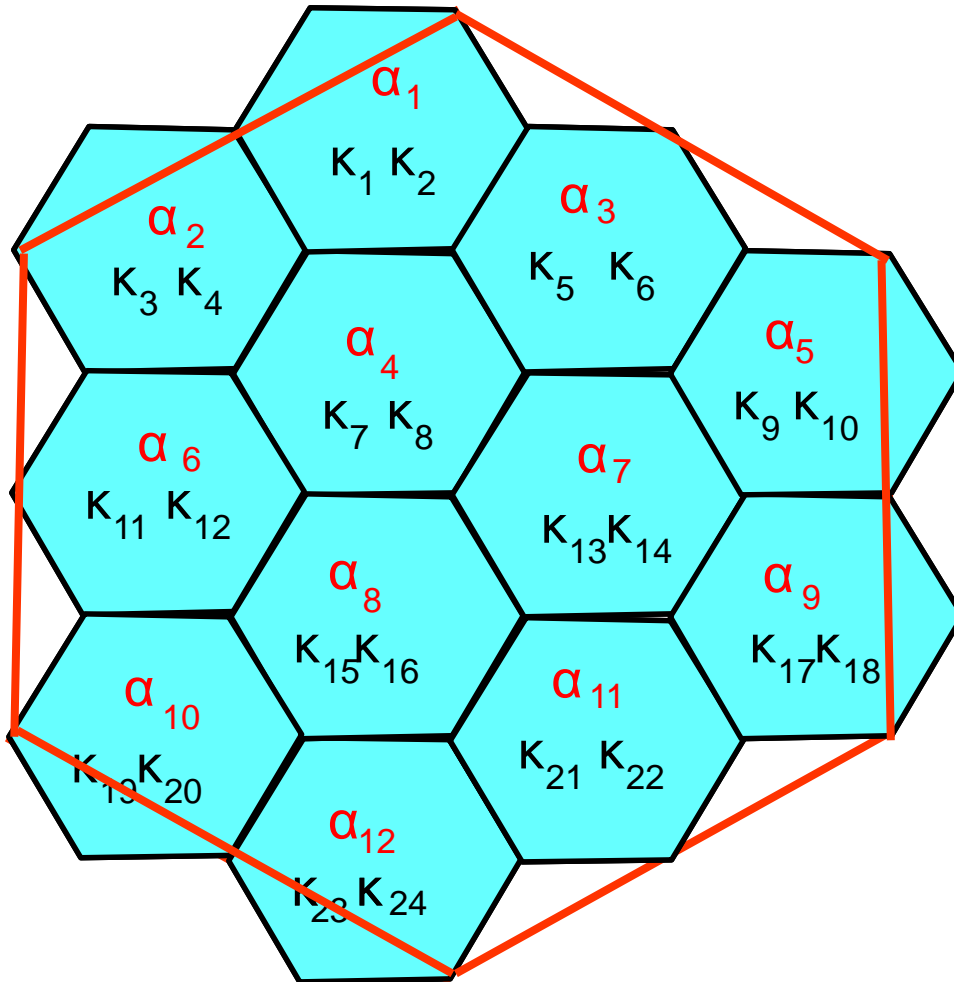
$$K=12$$

$$C_{ολ}=36$$

$$C_c=3$$

# Ασύρματη πρόσβαση

## Στρωματωμένη αρχιτεκτονική



2 επίπεδα,

Μακρο- και μικρο- κυψέλες:

$$K_{\text{micro}}=12$$

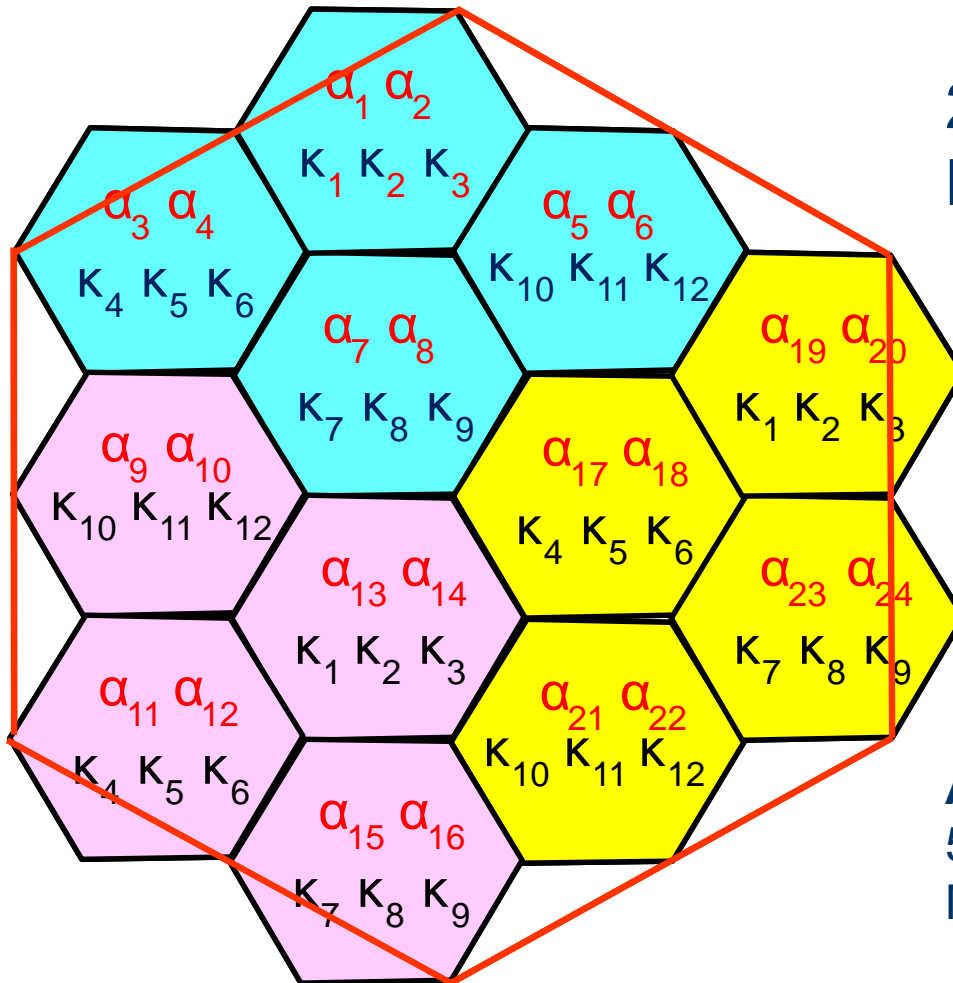
$$C_{\text{ολ}}=36$$

$$C_{\text{macro}}=12$$

$$C_{\text{micro}}=2$$

# Ασύρματη πρόσβαση

## Στρωματωμένη αρχιτεκτονική



2 επίπεδα,  
Μακρο- και μικρο- κυψέλες:

$$K_{\text{micro}}=4$$

$$C_{\text{ολ}}=36$$

$$C_{\text{macro}}=24$$

$$C_{\text{micro}}=3$$

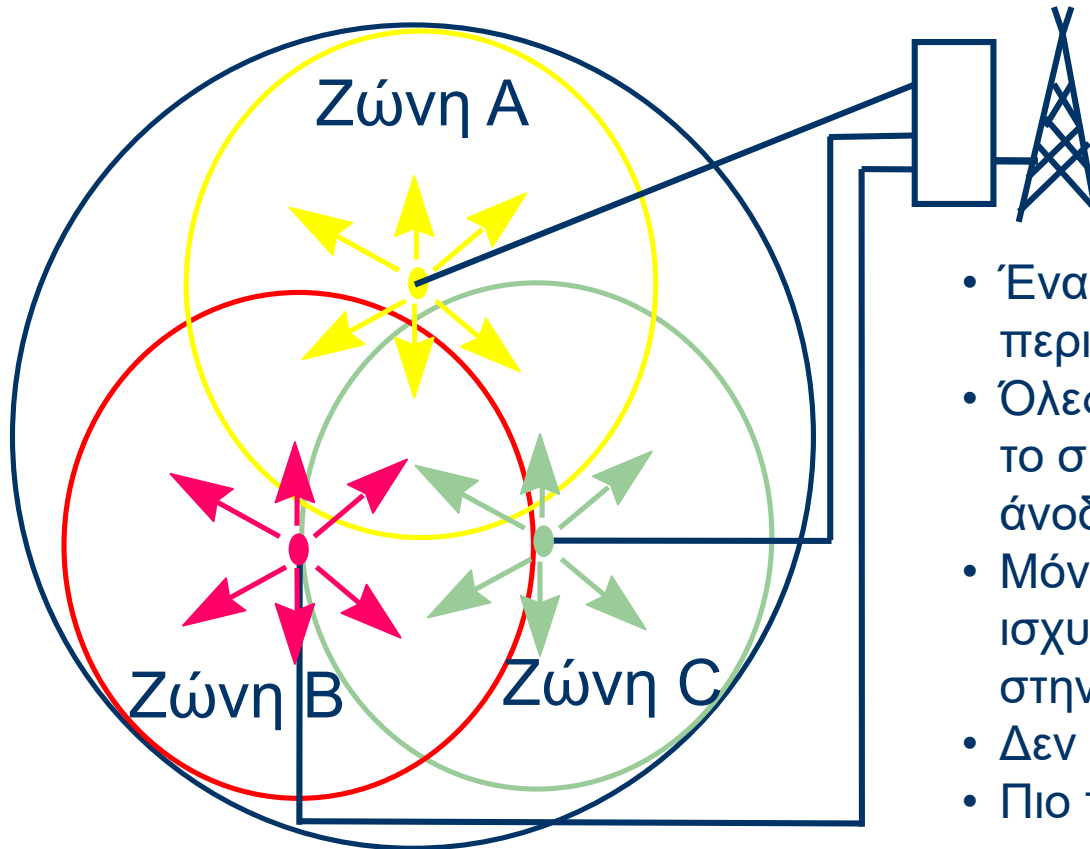
**Αποτέλεσμα:**

5 δίαυλοι/κυψέλη

Μεγαλύτερη χωρητικότητα

# Ασύρματη πρόσβαση

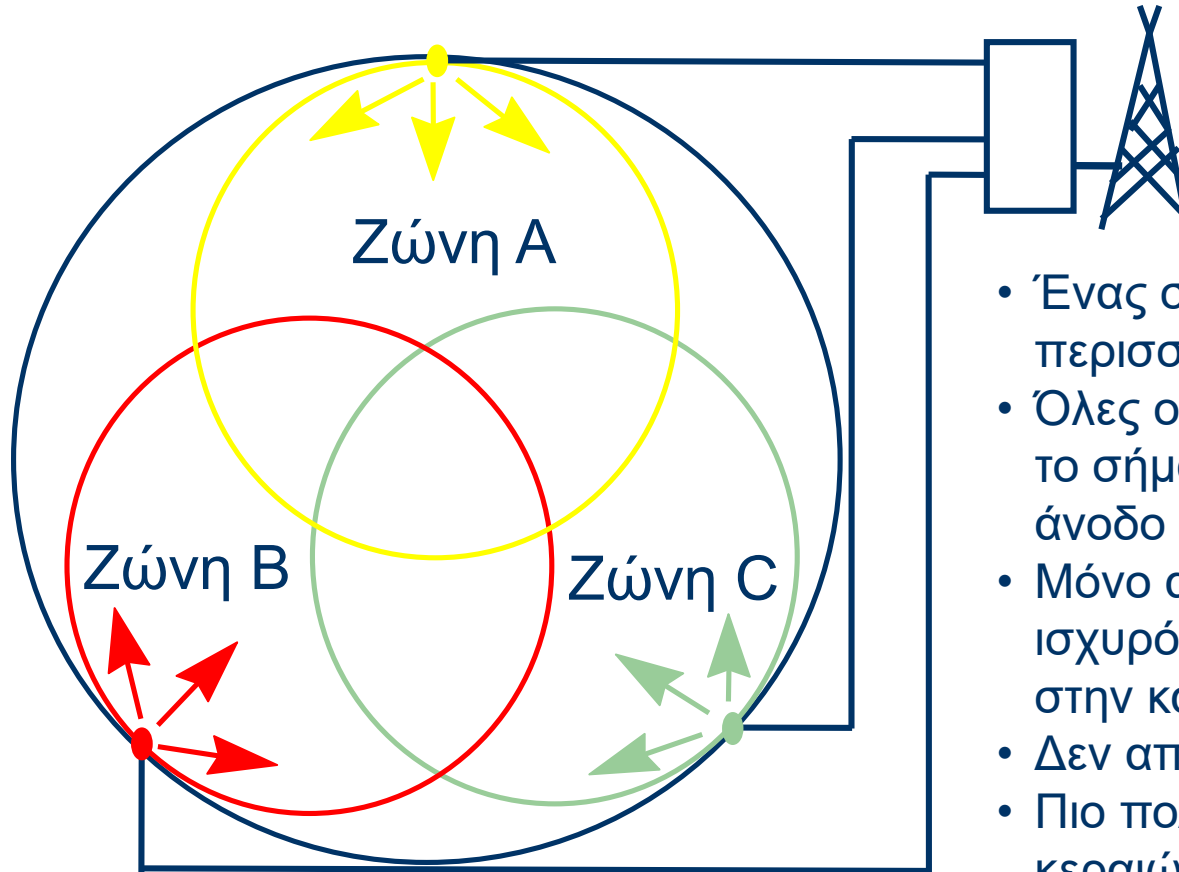
## Μικροκυψελικά συστήματα



- Ένας σταθμός βάσης και περισσότερες κεραιές
- Όλες οι κεραιές λαμβάνουν το σήμα από το κινητό στην άνοδο
- Μόνο αυτή που λαμβάνει το ισχυρότερο S/I εκπέμπει στην κάθοδο
- Δεν απαιτείται μεταπομπή
- Πιο πολύπλοκη διαχείριση κεραιών
- Κάλυπτο σήμα, καλύτερη απόδοση

# Ασύρματη πρόσβαση

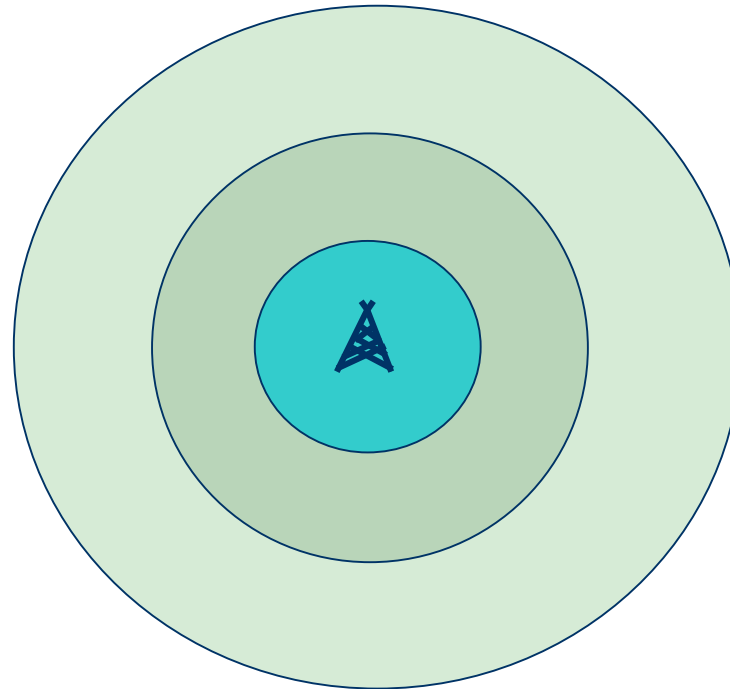
## Μικροκυψελικά συστήματα



- Ένας σταθμός βάσης και περισσότερες κεραιές
- Όλες οι κεραιές λαμβάνουν το σήμα από το κινητό στην άνοδο
- Μόνο αυτή που λαμβάνει το ισχυρότερο S/I εκπέμπει στην κάθοδο
- Δεν απαιτείται μεταπομπή
- Πιο πολύπλοκη διαχείριση κεραιών
- Κάλυπτερο σήμα, καλύτερη απόδοση

# Ασύρματη πρόσβαση

Σύστημα με πολλαπλά εύρη ζώνης



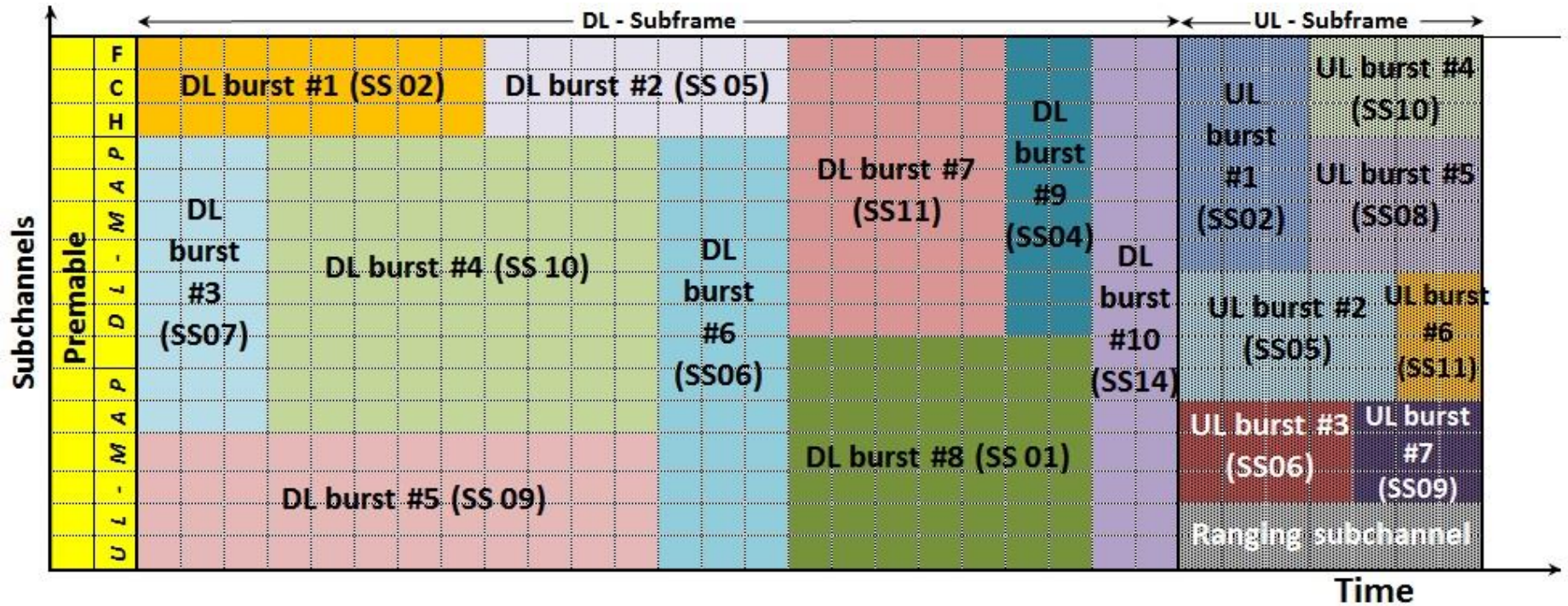
● 7,5kHz

○ 15kHz

○ 30kHz

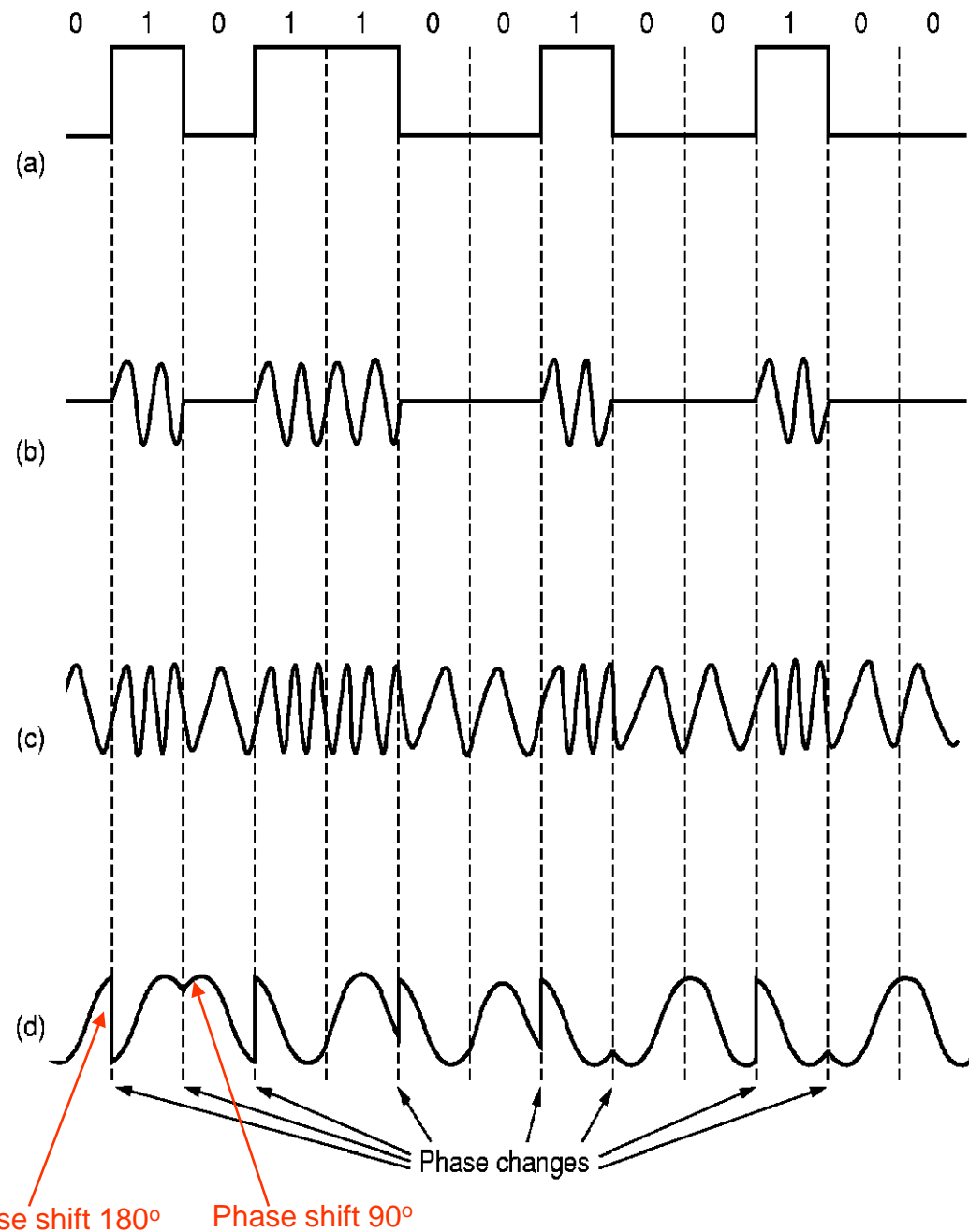


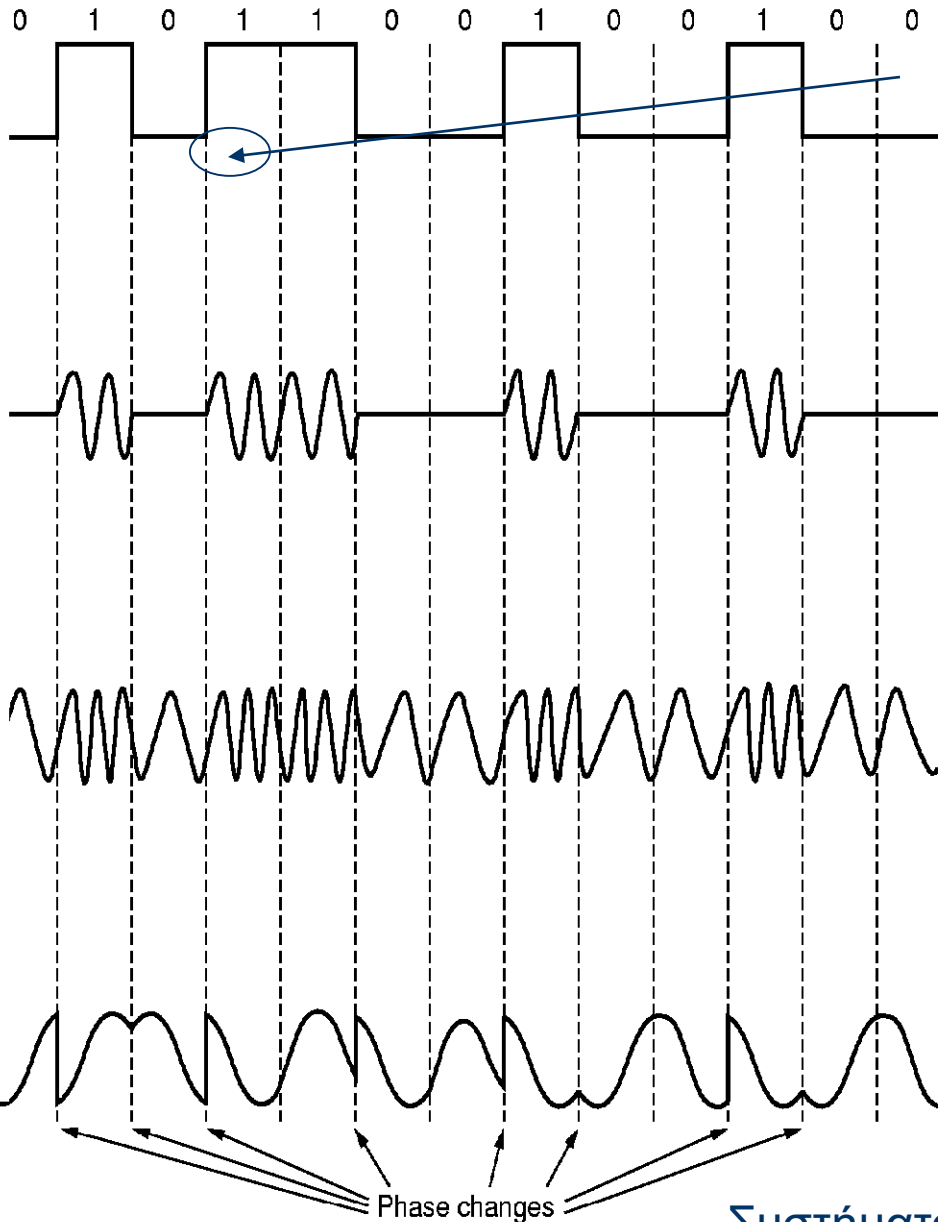
# 4G resource allocation



# Διαμόρφωση Σήματος (Modulation)

1. μη διαμορφωμένο (ψηφιακό) σήμα
  2. διαμόρφωση εύρους (AM)
  3. διαμόρφωση συχνότητας (FM)  
FSK (frequency shift keying)  
τεχνική για ψηφιακά σήματα
  4. διαμόρφωση φάσης (PM)  
PSK (phase shift keying)  
τεχνική για ψηφιακά σήματα
- $f$ : φέρουσα συχνότητα





Sample

Sample Rate=Samples/sec (Baud Rate)

Κατά τη διάρκεια ενός Sample στέλνεται ένα **“symbol”**

Symbol=ελάχιστο τμήμα πληροφορίας

Στην απλούστερη περίπτωση AM με :

1 symbol = 1 bit (0/1) = voltage/no voltage

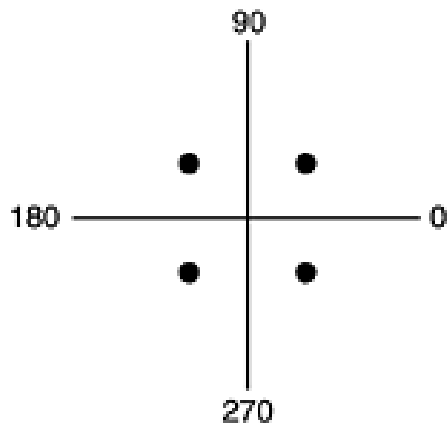
Για να αυξήσουμε την ταχύτητα μετάδοσης δε μπορούμε να μειώνουμε το sample επ' άπειρον.

Μπορούμε όμως να αυξάνουμε τον αριθμό των πιθανών symbols (επιπέδων έντασης μετάδοσης, δηλαδή εύρους σήματος) του AM

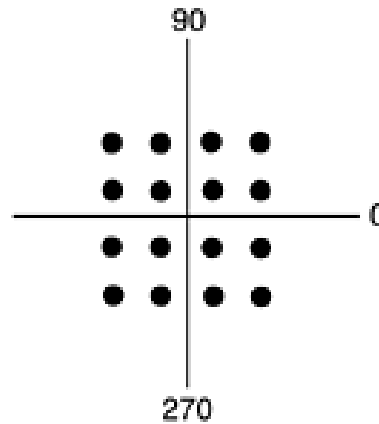
Συνηθέστερος συνδυασμός της τεχνικής αυτής με PSK.

# Πολλαπλές Διαμορφώσεις

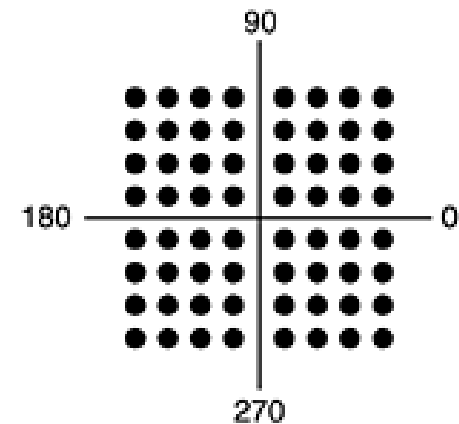
- QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) = 4 phase shifts, 1 amplitude level, 2 bits/symbol
- QAM-16 = 4 phase shifts, 4 amplitude levels, 4 bits/symbol
- QAM-64 = 4 phase shifts, 16 amplitude levels, 6 bits/symbol



QPSK

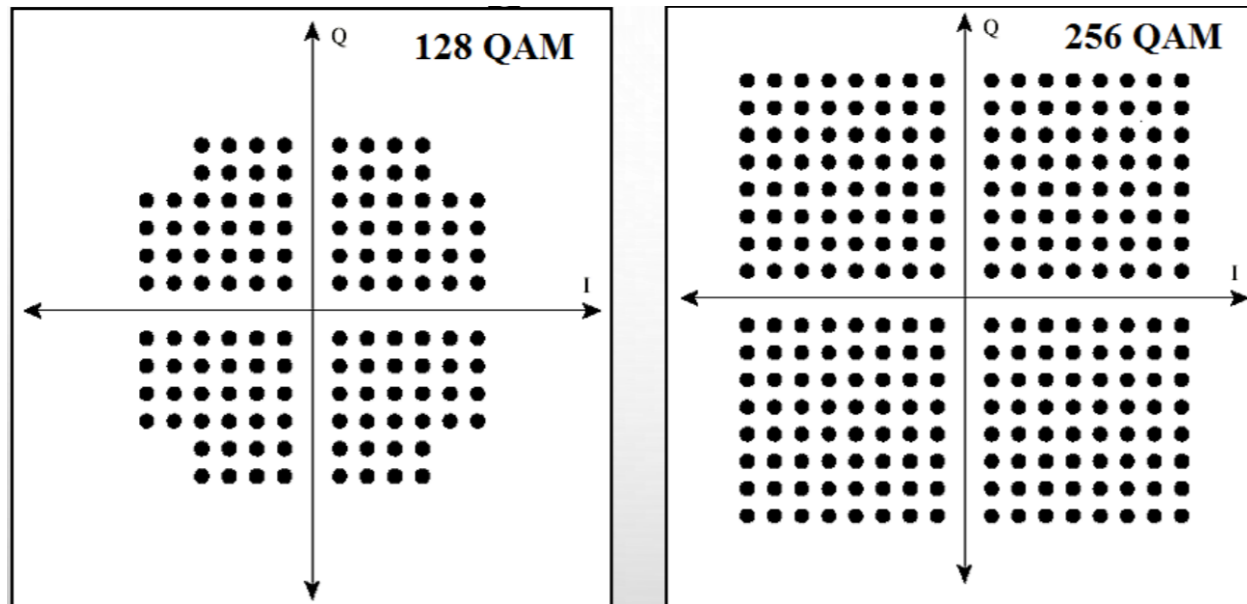
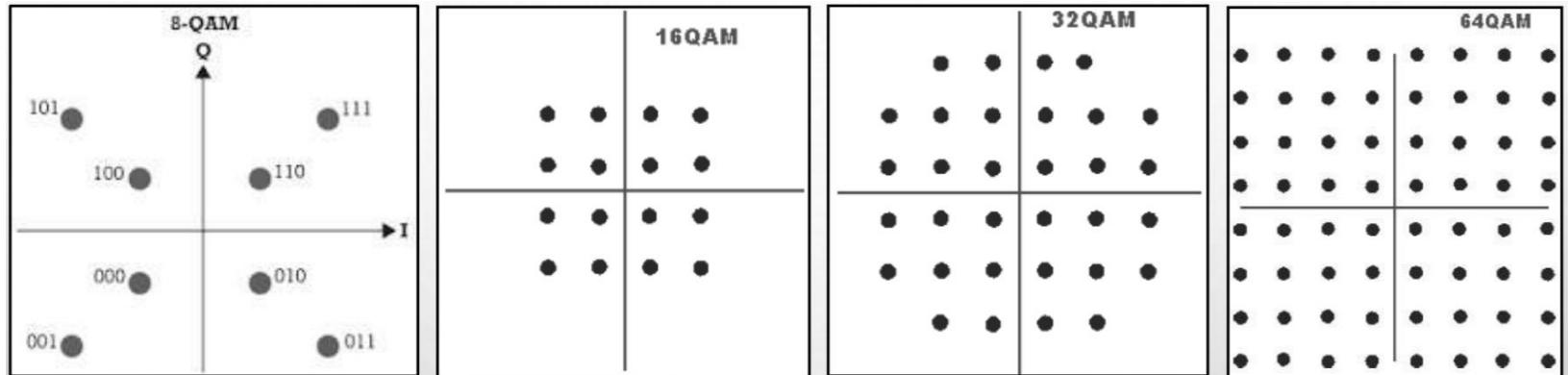


QAM-16



QAM-64

# Πολλαπλές Διαμορφώσεις



# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

- Περιοχές εντοπισμού
- Πληροφορία θέσης
- Ενημέρωση θέσης
- Εντοπισμός δεδομένων
- Αναζήτηση

# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

## Διαχείριση κινητικότητας

- Κινητικότητα τερματικού
- Κινητικότητα χρήστη
- Κινητικότητα με SIM

# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

## Λειτουργίες που δεν σχετίζονται με τις κλήσεις

- Στόχος των λειτουργιών αυτών είναι να κρατούν ενήμερο το δίκτυο σχετικά με:
  - Τη θέση των τερματικών που βρίσκονται σε λειτουργία,
  - Την παρούσα κατάσταση των τερματικών,
  - Την κατάσταση εγγραφής των χρηστών.



# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

## Λειτουργίες που δεν σχετίζονται με τις κλήσεις

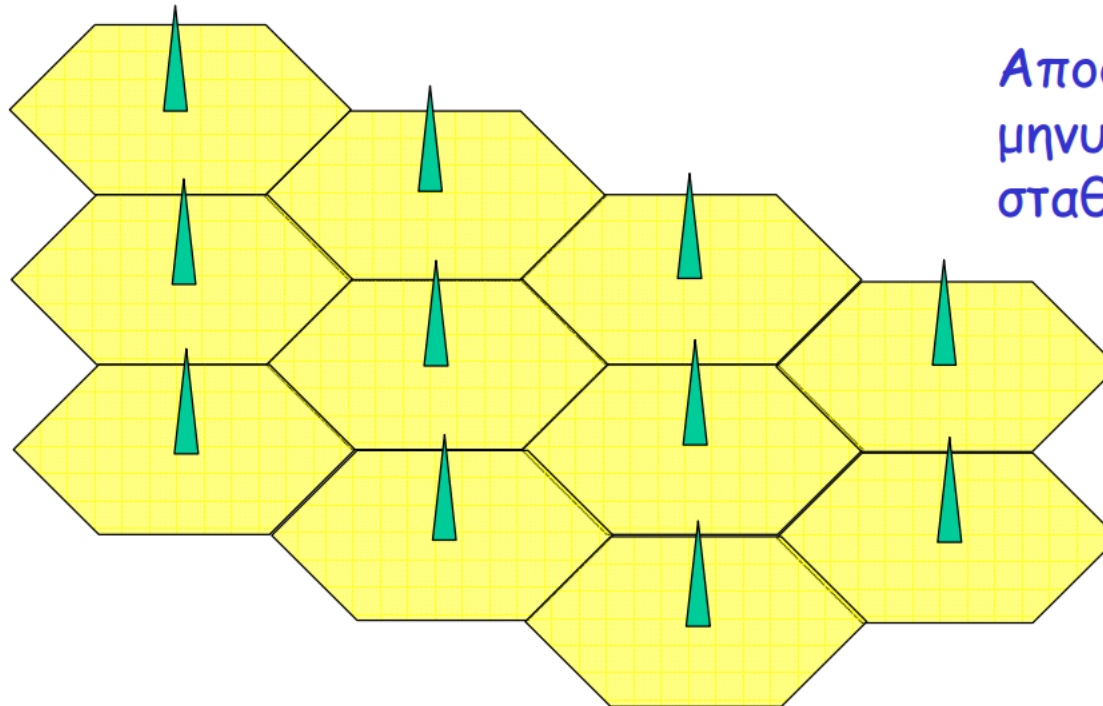
- Αφορούν διαδικασίες που πραγματοποιούνται ανεξάρτητα από το αν υπάρχει κλήση σε εξέλιξη ή όχι.
  - Διαδικασία ενημέρωσης θέσης
  - Διαδικασία ενεργοποίησης τερματικού
  - Διαδικασία απενεργοποίησης τερματικού
  - Διαδικασία εγγραφής χρήστη
  - Διαδικασία διαγραφής χρήστη

# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

Λειτουργίες που δεν σχετίζονται με τις κλήσεις

**Ενημέρωση θέσης – Το πρόβλημα**

Πού είναι ο 97532468?



Αποστολή broadcast  
μηνυμάτων σε κάθε  
σταθμό βάσης?

# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

## Λειτουργίες που δεν σχετίζονται με τις κλήσεις

### Ενημέρωση θέσης – Η λύση

- Ενημέρωση θέσης (Location update)
  - Εκτελείται από τον κινητό πελάτη
  - Ενημερώνει το δίκτυο για την τρέχουσα θέση του
- Αναζήτηση (Paging)
  - Εκτελείται από το δίκτυο
  - Αναζήτηση σε όλες τις πιθανές κυψέλες
  - Ο αριθμός των κυψελών που θα αναζητηθεί εξαρτάται από τη διαδικασία ενημέρωσης θέσης
- **Tradeoff-1:** Συχνή ενημέρωση θέσης vs. Λιγότερο συχνή ενημέρωση θέσης
  - Μικρή αβεβαιότητα θέσης (μικρό paging κόστος) & Μεγάλο κόστος (traffic) στο uplink κανάλι
  - Μεγάλη αβεβαιότητα θέσης (μεγάλο paging κόστος) & Μικρό κόστος (traffic) στο uplink κανάλι
- **Tradeoff-2:** Paging κόστος vs. Καθυστέρηση
  - Ταυτόχρονο paging όλων των κελιών => μικρή καθυστέρηση

# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

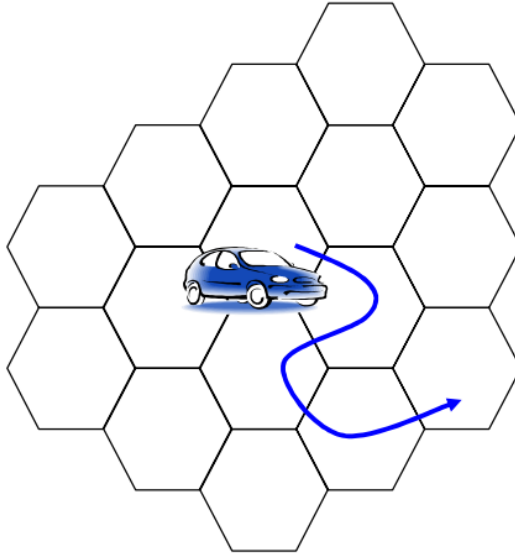
## Λειτουργίες που δεν σχετίζονται με τις κλήσεις

### Ενημέρωση θέση

#### Never Update Σχήμα

Ποτέ ενημέρωση θέσης  
(καθόλου κόστος).

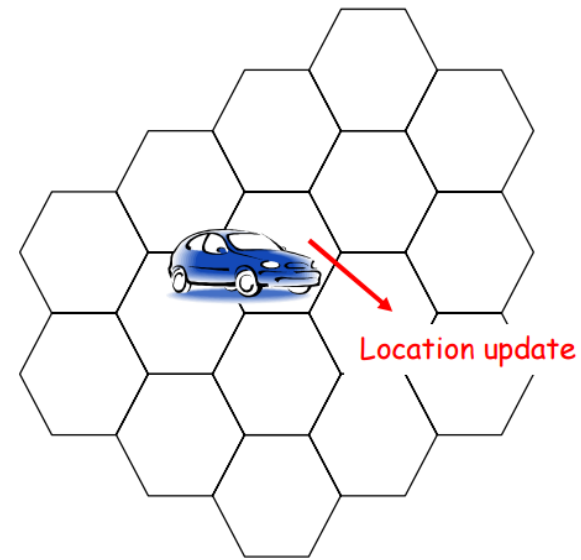
Ανάγκη αναζήτησης σε  
κάθε κυψέλη (μέγιστο κόστος)



#### Always Update Σχήμα

Ενημέρωση θέσης σε κάθε κυψέλη  
(μέγιστο κόστος).

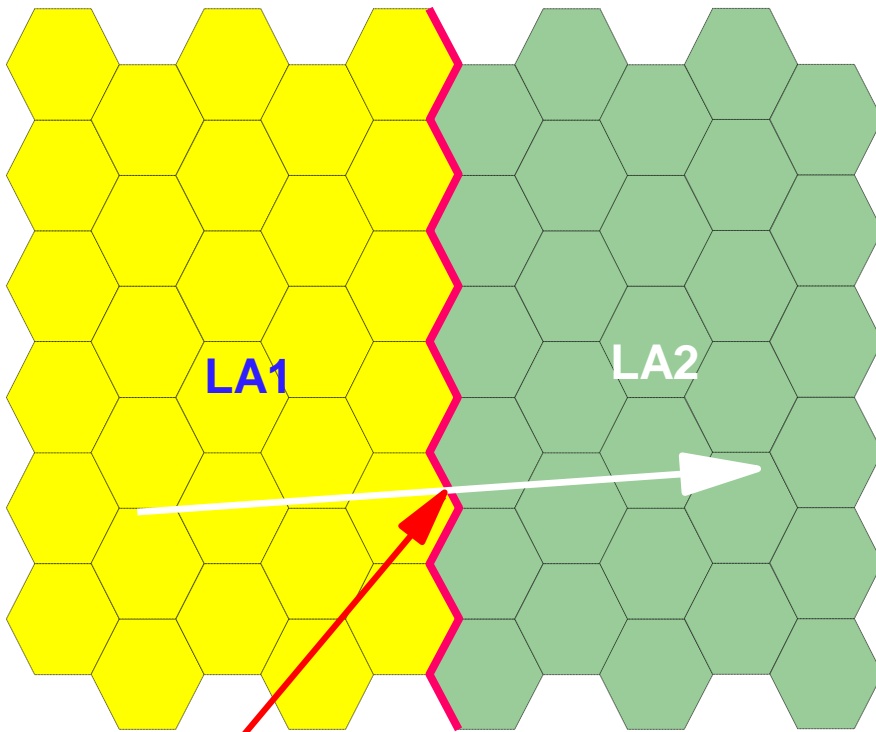
Αναζήτηση σε μία μόνο κυψέλη  
(ελάχιστο κόστος).



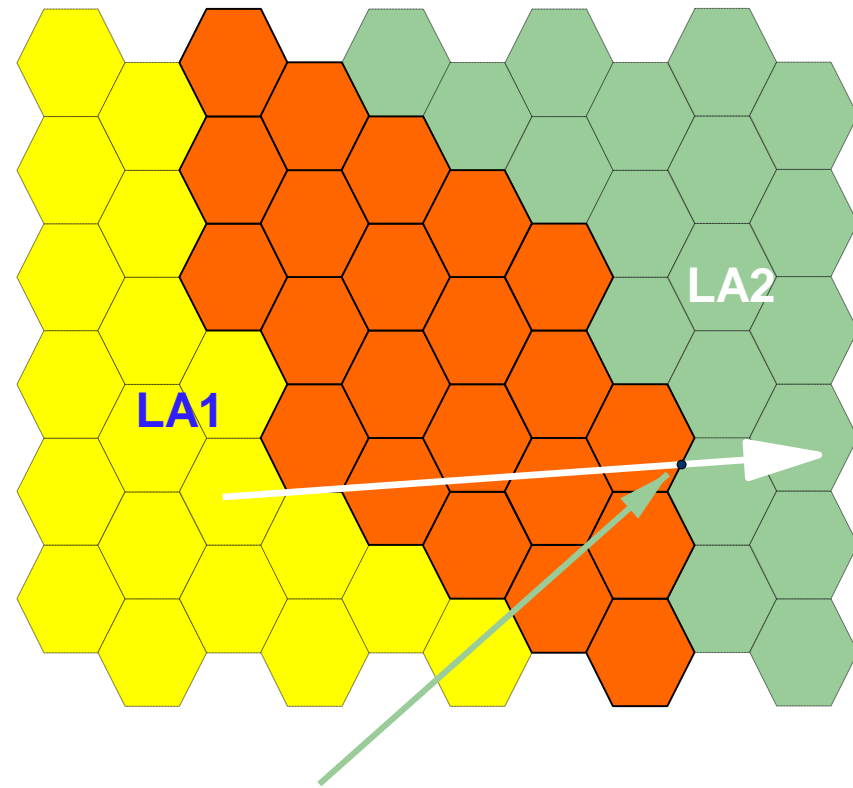
# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

Λειτουργίες που δεν σχετίζονται με τις κλήσεις

**Ενημέρωση θέσης**



Ενημέρωση θέσης θα γίνει εδώ



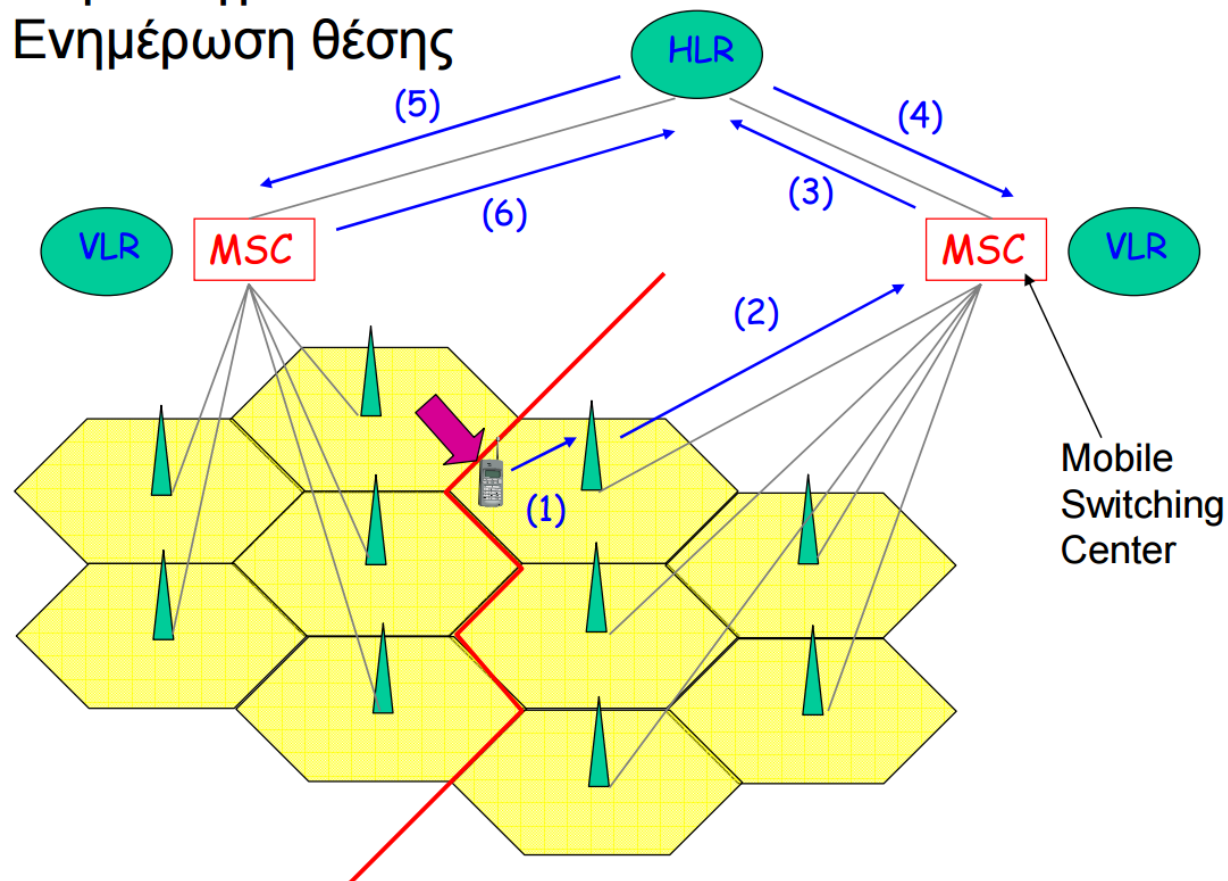
Ενημέρωση θέσης θα γίνει εδώ

# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

## Λειτουργίες που δεν σχετίζονται με τις κλήσεις

### Ενημέρωση θέσης

Παράδειγμα GSM:  
Ενημέρωση θέσης



# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

## Λειτουργίες που σχετίζονται με την κλήση

- Αφορούν διαδικασίες που ενεργοποιούνται μόνο σε περίπτωση εισερχόμενης κλήσης προς κάποιο κινητό τερματικό/χρήστη καθώς και κατά τη διάρκεια της κλήσης.
  - Διαδικασία εντοπισμού δεδομένων
    - Περιοχή αναζήτησης
    - Τερματικό χρήστη
    - Δυνατότητες τερματικού
    - Είδος συνδρομής
  - Διαδικασία αναζήτησης τερματικού
  - Μεταπομπή

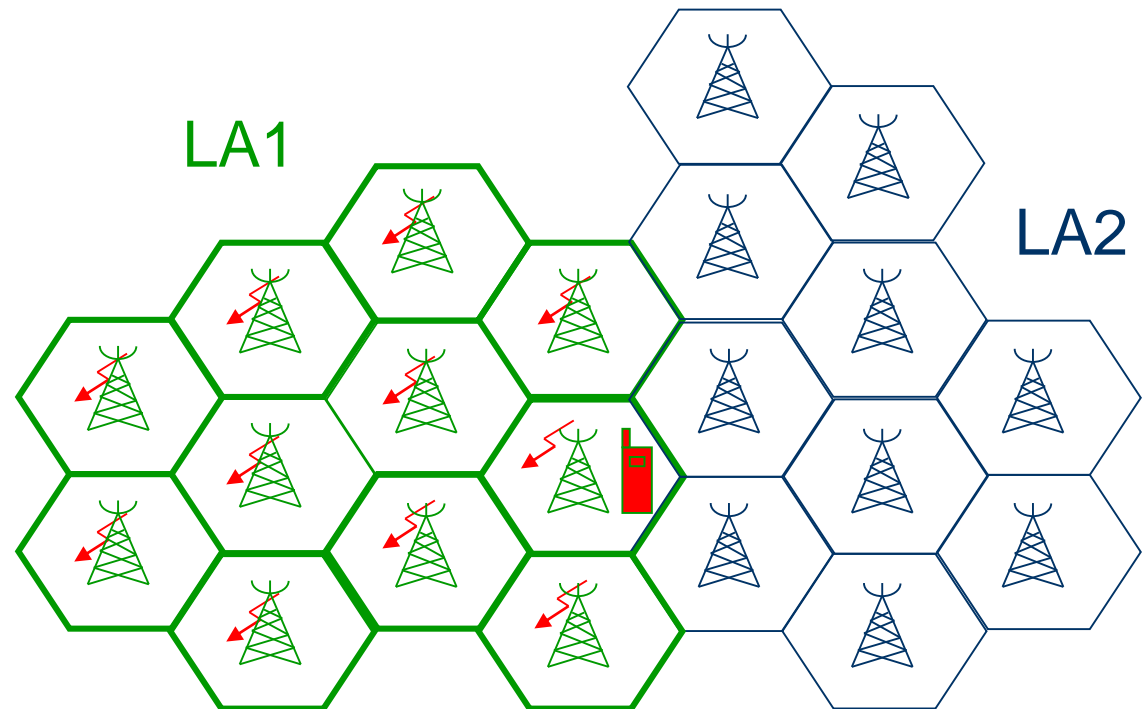
# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

## Λειτουργίες που σχετίζονται με τις κλήσεις

### Αναζήτηση

Αναζήτηση σταθμού βάσης

Εγκατάσταση ασύρματου διαύλου σηματοδότησης

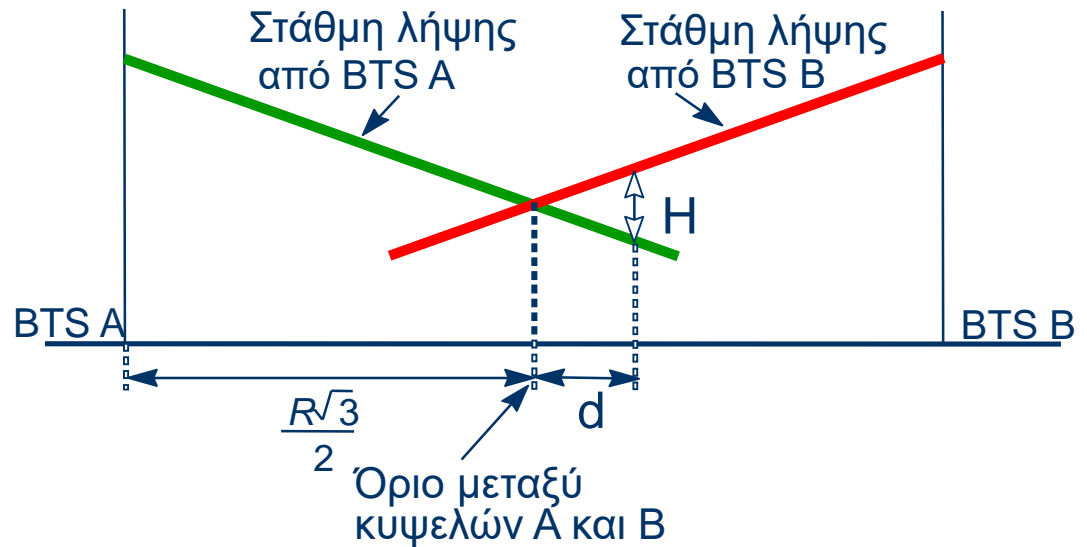
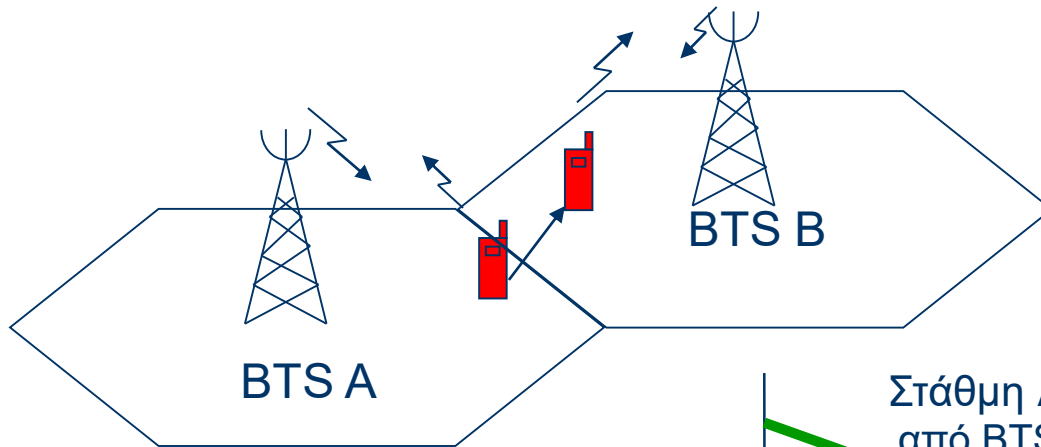




# Υποστήριξη κινητικότητας χρηστών

Λειτουργίες που σχετίζονται με τις κλήσεις

## Μεταπομπή

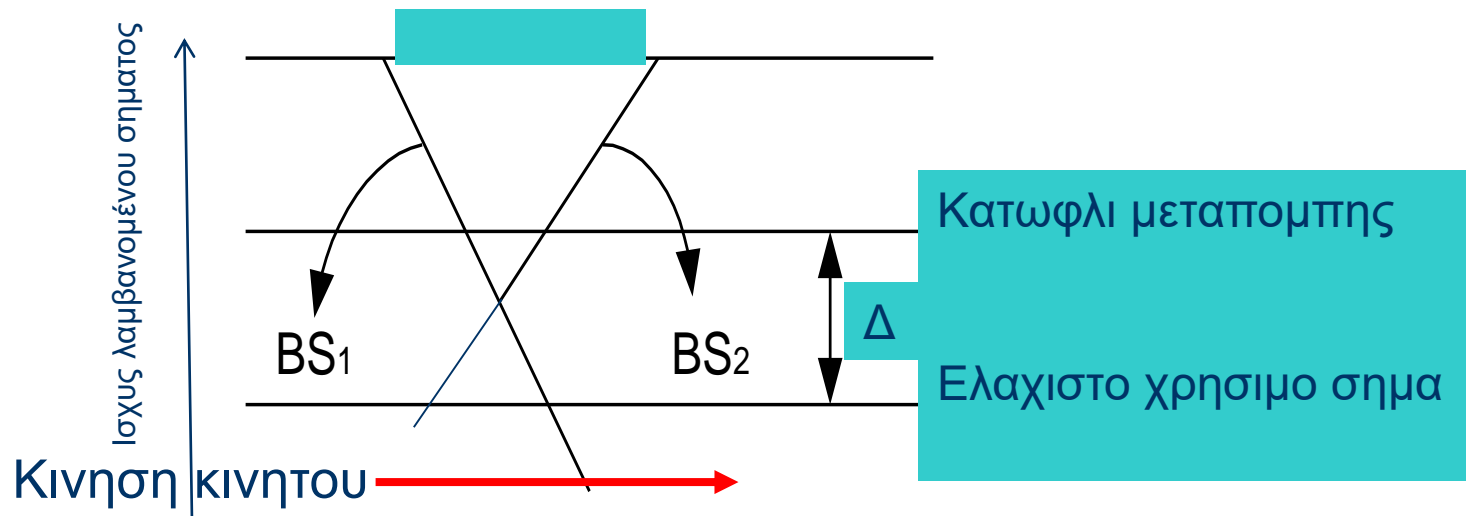


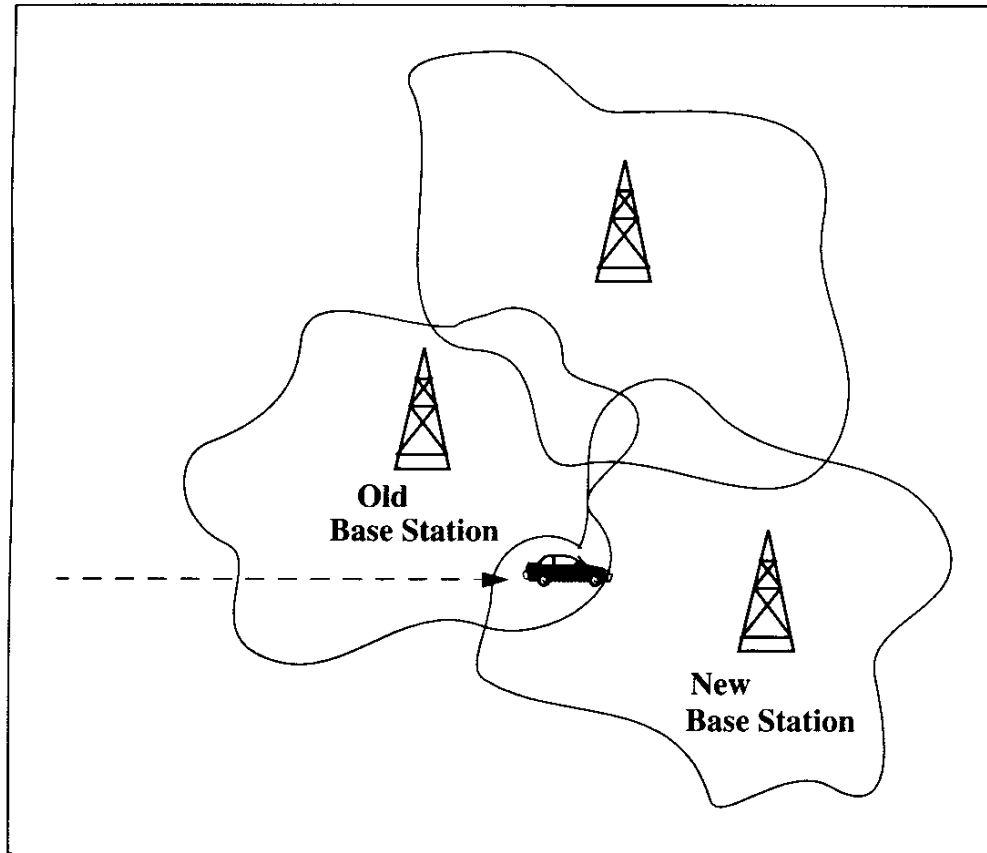
# Μεταπομπη (Handoff)

- **Μεταπομπη (HANDOFF):** η διαδικασία μεταφοράς μιας κλήσης απο την δικαιοδοσια ενος σταθμου βασης σε ενος αλλου.
- Η μεταπομπη πρεπει να εκτελειται οσο το δυνατον πιο σπανια.
- Η μεταπομπη ξεκινα οταν η ισχυς του λαμβανομενου σηματος **πλησιασει** σε μια προκαθορισμένη τιμη πανω απο το ελαχιστο εκμεταλλευσιμο σημα ληψης.

Ισχυς μεταπομπης = ισχυς εκμεταλλευσιμη +  $\Delta$

- Αν το  $\Delta$  είναι πολυ μεγαλο => κινδυνος μη απαιρητητης μεταπομπης
- Αν το  $\Delta$  είναι πολυ μικρο => κινδυνος απωλειας της κλήσης





**Figure 3.1** Handoff.