

**Κυψελωτή δομή και  
επαναχρησιμοποίηση  
συχνοτήτων  
(συνέχεια)**

# Κυψελωτή δομή

## Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

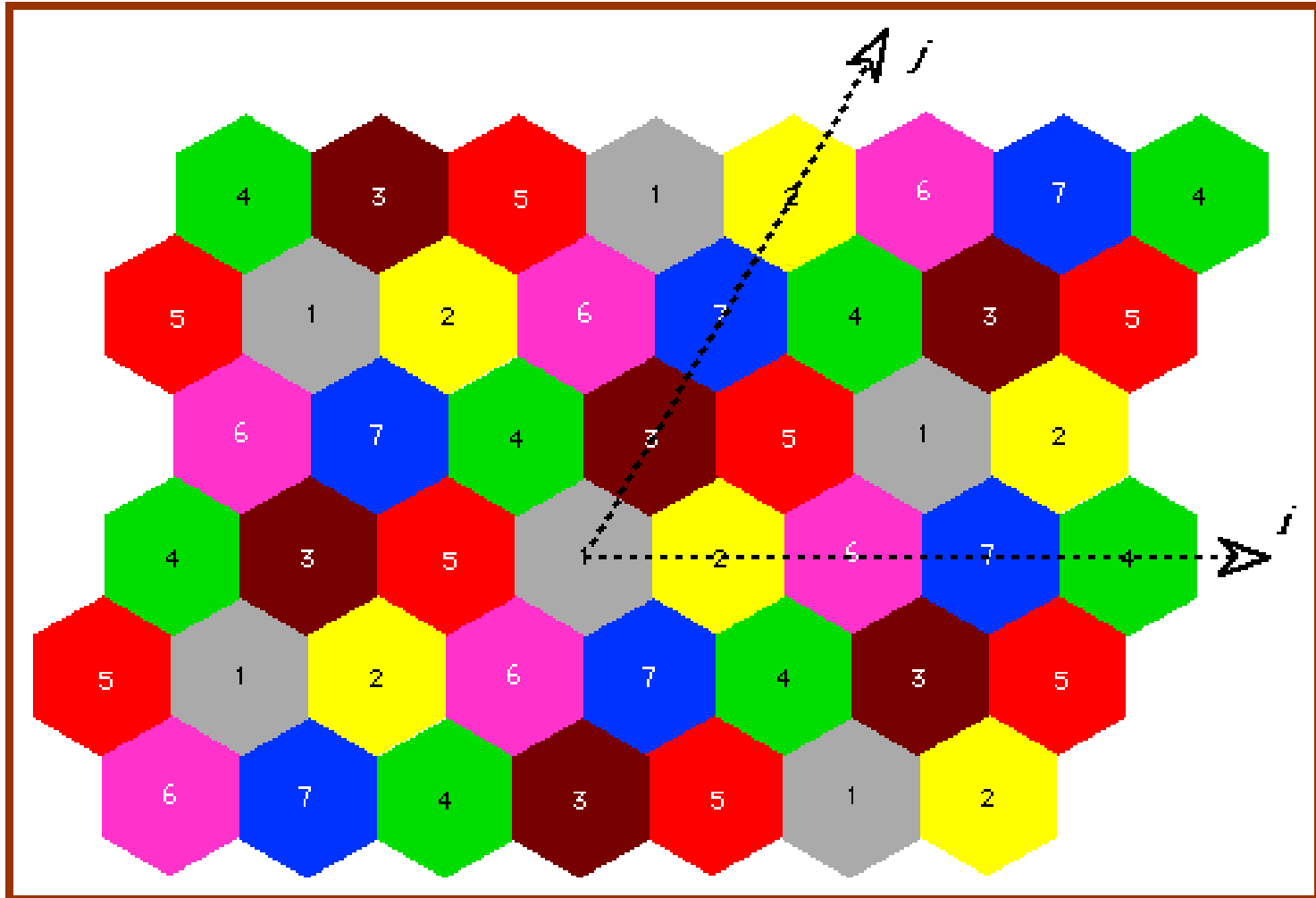
- Κάθε κυψέλη έχει μια μονάδα εκπομπής λήψης, τον **σταθμό βάσης (Base Station, BS)** που αποτελεί και **σημείο πρόσβασης (Access Point, AP)** στο σύστημα.



- Η περιοχή εξυπηρέτησης του συστήματος απαρτίζεται από ένα σύνολο κυψελών.
- Μια ομάδα κυψελών που χρησιμοποιεί διαφορετικές συχνότητες σε κάθε κυψέλη ονομάζεται **ομάδα επαναχρησιμοποίησης (reuse cluster)**.
- Κυψέλες που χρησιμοποιούν τις ίδιες συχνότητες ονομάζονται **ομοδιαυλικές (co-channel cells)**.

# Κυψελωτή δομή

## Επαναχρησιμοποίηση συχνотήτων



# Κυψελωτή δομή

## Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

- Έστω:
  - $M$ : ο συνολικός αριθμός των διαύλων του συστήματος χωρίς επαναχρησιμοποίηση,  $M = B_s/W$ .
  - $K$ : ο αριθμός των κυψελών σε κάθε ομάδα επαναχρησιμοποίησης.
  - $C_c$ : ο αριθμός των διαύλων κάθε κυψέλης.




$$M = K \times C_c \quad \text{ή} \quad C_c = M \times \frac{1}{K}$$

- Η επαναχρησιμοποίηση ανά  $K$  κυψέλες προσφέρει χρήση  $1/K$  του φάσματος σε κάθε κυψέλη.

# Κυψελωτή δομή

## Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

- Αν  $N_c$  είναι ο συνολικός αριθμός των κυψελών του συστήματος και  $C$  ο συνολικός αριθμός των διαύλων στην περιοχή εξυπηρέτησης του συστήματος


$$C = N_c \times C_c = N_c \times \frac{M}{K}$$

- Για δοθέν φάσμα (δοθέν  $M$ ) και τον ίδιο αριθμό κυψελών, όταν  $K \downarrow \Rightarrow C \uparrow$ , διότι  $C_c \uparrow$ .
- Επίσης, όταν  $K \downarrow \Rightarrow J \uparrow$ , όπου  $J = N_c / K$  είναι το πλήθος των ομάδων επαναχρησιμοποίησης φάσματος.
- Το  $K$  όμως εξαρτάται από την επιτρεπόμενη στάθμη ομοδιαυλικής παρεμβολής.

# Κυψελωτή δομή

## Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

### ➤ Παράδειγμα

Κυψελωτό σύστημα χρησιμοποιεί φάσμα με συνολικό αριθμό διαύλων  $M=300$ . Το εμβαδό κάθε κυψέλης είναι  $6 \text{ km}^2$  και η περιοχή εξυπηρέτησης του συστήματος είναι  $2100 \text{ km}^2$ .

- α. Ποιος είναι ο συνολικός αριθμός διαύλων  $C$  στην περιοχή εξυπηρέτησης για  $K=7$ ;
- β. Πόσες φορές επαναχρησιμοποιείται το φάσμα για να καλυφθεί η ίδια περιοχή εξυπηρέτησης, όταν  $K=7$ ;
- γ. Πόσο αυξάνει η χωρητικότητα του συστήματος με τη μείωση του  $K$  από 7 σε 4;

# Κυψελωτή δομή

## Χωρητικότητα

- Βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη χωρητικότητα:
  - Το διατιθέμενο εύρος ζώνης.
  - Το μέγεθος των κυψελών.
  - Η στάθμη της παρεμβολής που μπορεί να είναι ανεκτή σε έναν ραδιοδίαυλο, η οποία καθορίζει το  $K$ .
  - Η κοινή ασύρματη διεπαφή, πάνω από την οποία επικοινωνούν οι χρήστες.
  - Οι δυνατότητες διαμόρφωσης των διαύλων

# Κυψελωτή δομή

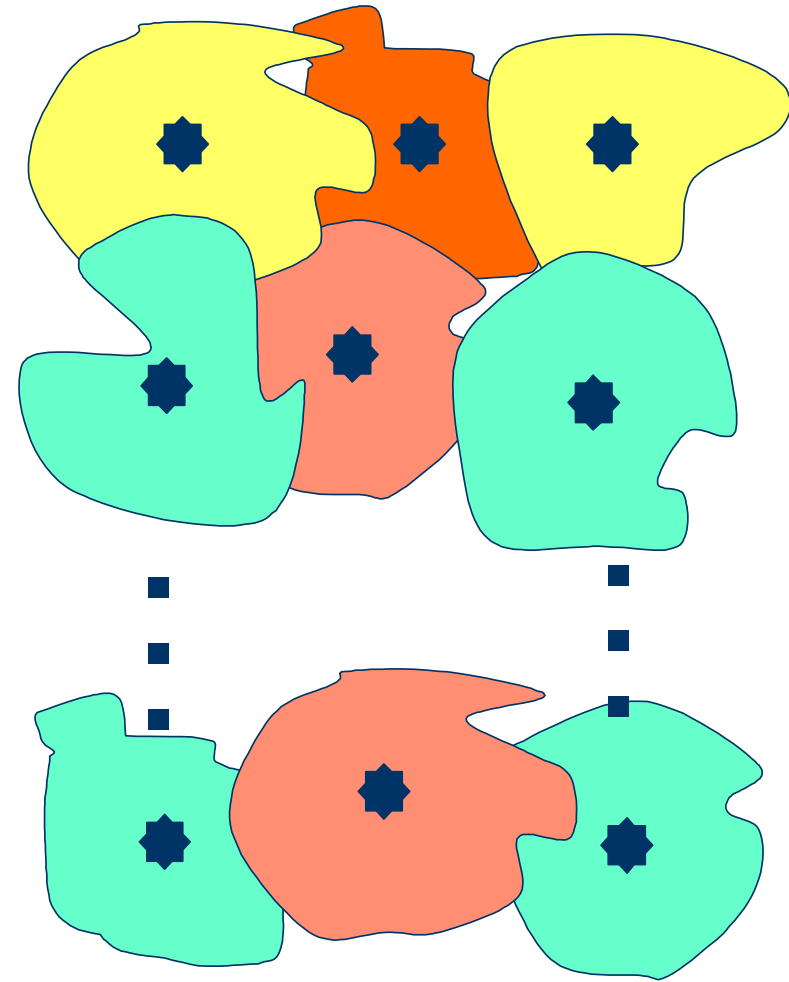
## Περιορισμοί στην επαναχρησιμοποίηση

- Η αμοιβαία παρεμβολή διαύλων της ίδιας συχνότητας, οι οποίοι λειτουργούν σε διαφορετικές κυψέλες ονομάζεται *ομοδιαυλική παρεμβολή (co-channel interference)*.
- Ο καθορισμός της επαρκούς απόστασης  $D$  μεταξύ των ομοδιαυλικών κυψελών και της επιτρεπόμενης παρεμβολής είναι έργο της σχεδίασης των κυψελωτών συστημάτων.
- $D$ : *απόσταση επαναχρησιμοποίησης συχνότητας (frequency reuse distance)*

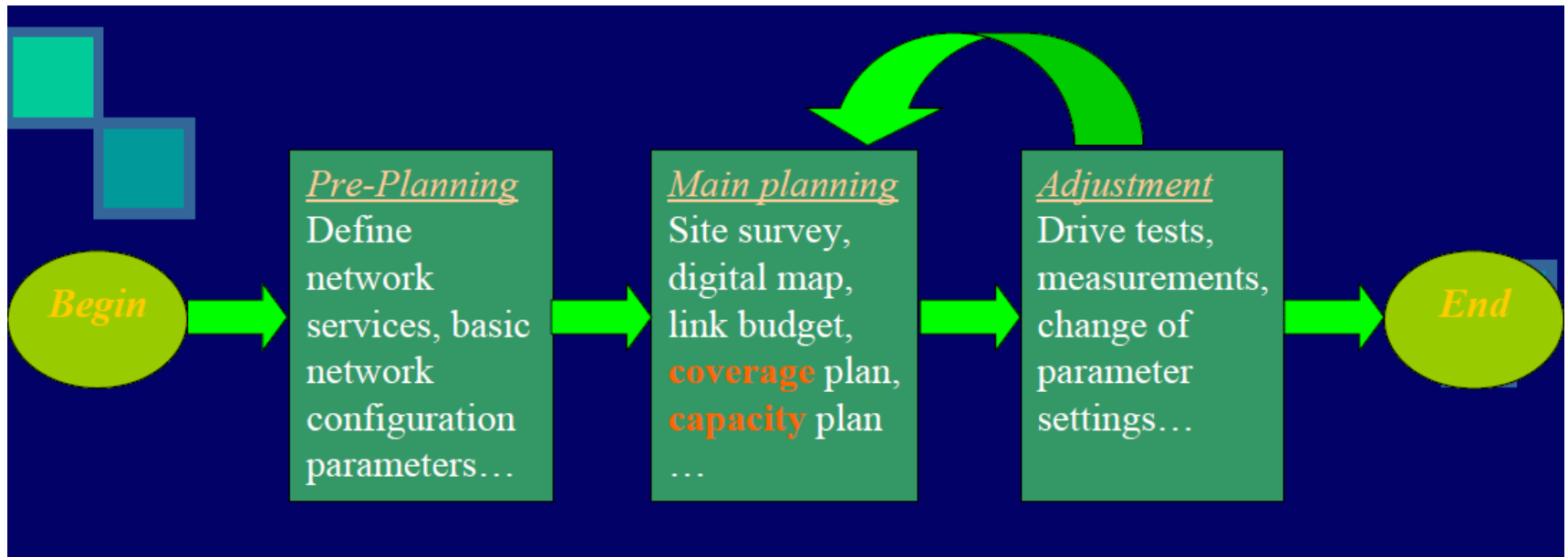


# Πραγματική κυψελωτή δομή

Ένα ενδιαφέρον σχεδιαστικό πρόβλημα είναι η τοποθέτηση των σταθμών βάσης κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι περιοχές χωρίς κάλυψη να μην υπερβαίνουν κάποιο αποδεκτό όριο και οι ομοδιαυλικές παρεμβολές να μειώνονται στο ελάχιστο.



# Network Planning



# Ιδανική κυψελωτή δομή

Θεωρούμε ότι:

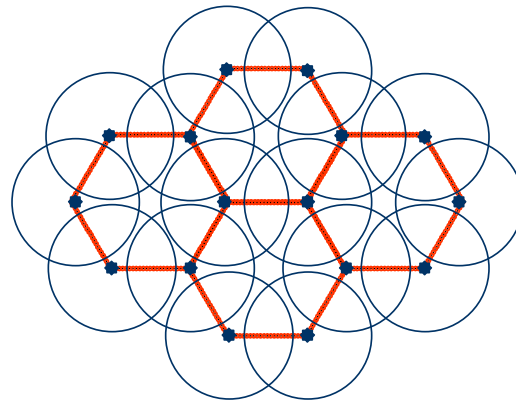
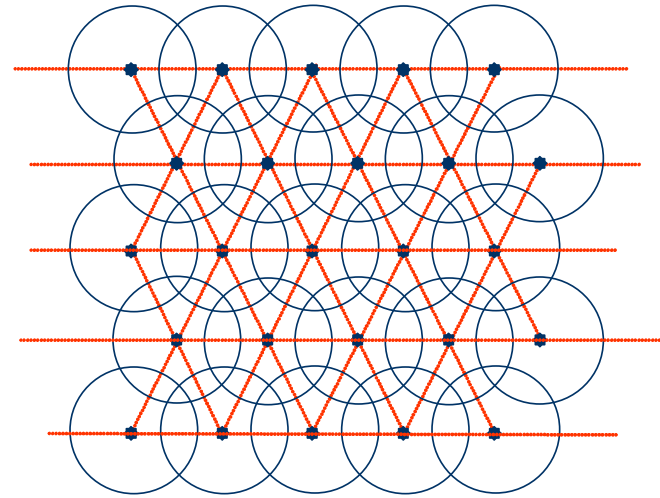
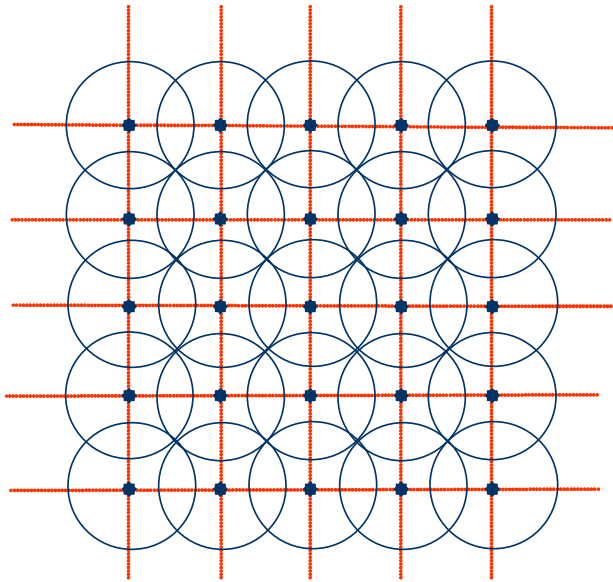
- Έχουμε ιδανική ραδιοδιάδοση και στη ζεύξη καθόδου και στη ζεύξη ανόδου.
- Η ισχύς του σήματος μειώνεται ανάλογα με το  $d^{-n}$ .
- Για τις ασύρματες ζεύξεις του συστήματος ισχύει η αρχή της αντιστροφής.

# Ιδανική κυψελωτή δομή

Σε ένα ιδανικό κυψελωτό σύστημα:

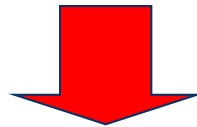
- Οι κυψέλες θα είναι κυκλικές.
- Η περιοχή εξυπηρέτησης μπορεί να καλυφθεί με σταθμούς βάσης διατεταγμένους σε τετραγωνικά, τριγωνικά ή εξαγωνικά πλέγματα.

# Ιδανική κυψελωτή δομή

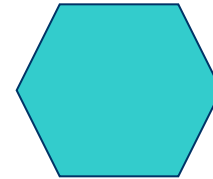
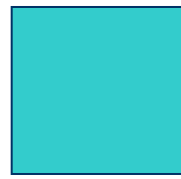
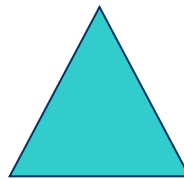


# Ιδανική κυψελωτή δομή

- Για να αποφευχθούν οι επικαλυπτόμενες περιοχές και για να έχουμε καλύτερη προσέγγιση στη μελέτη των κυψελωτών συστημάτων.



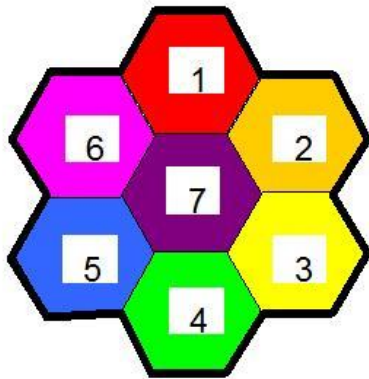
- Κυψέλες με σχήμα κανονικού πολυγώνου.
  - Τρίγωνο, τετράγωνο και εξαγώνο



- Οι ιδανικές αναπαραστάσεις των κυψελών είναι χρήσιμες, όταν ασχολείται κάποιος με θέματα επίδοσης των συστημάτων.

# Ιδανική κυψελωτή δομή

7-cell cluster



Coverage area 'tiled' with 7-cell clusters

