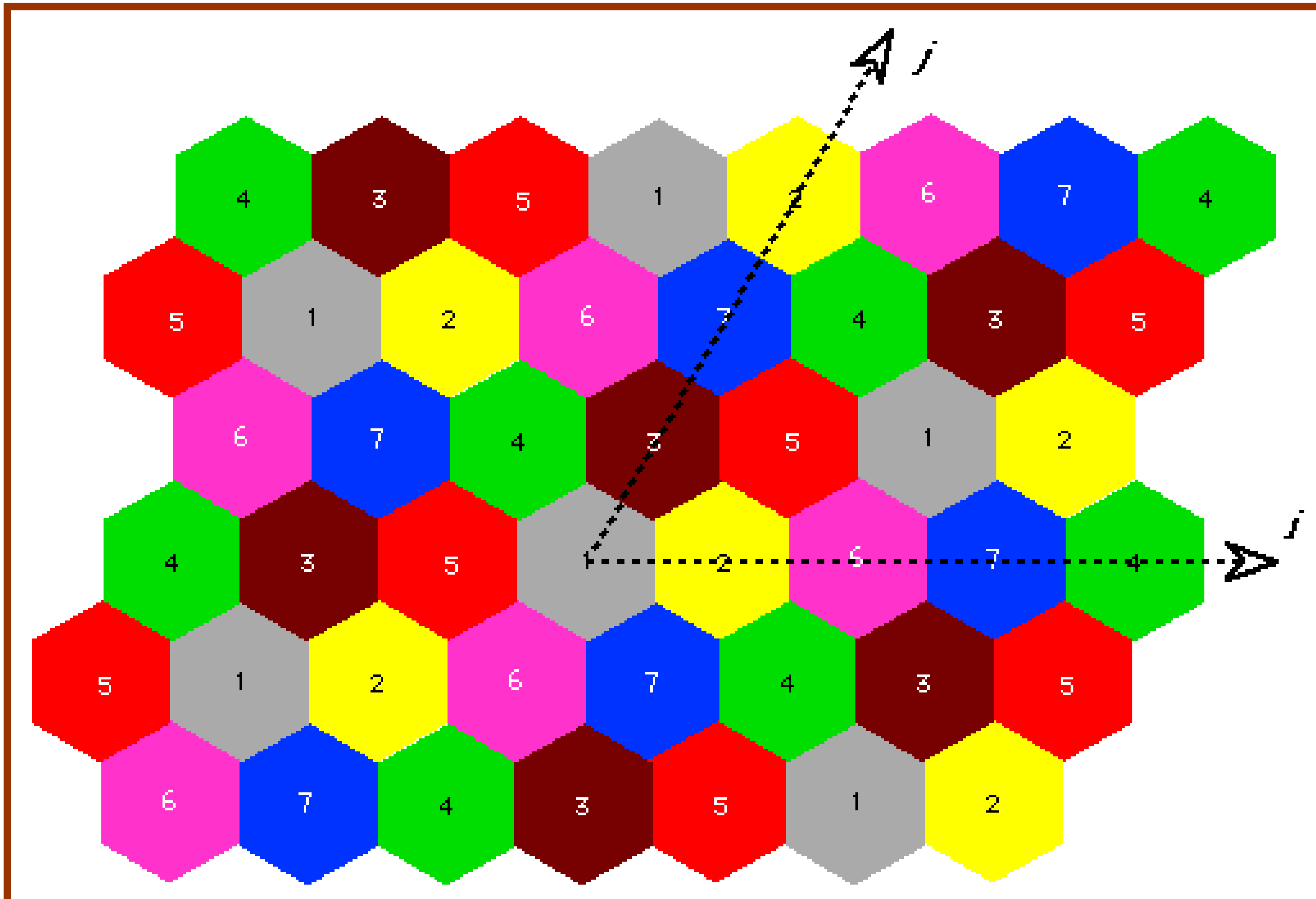
Κυψελωτή δομή και επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

Κυψελωτή δομή

Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων



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.

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

- 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 km^2 και η περιοχή εξυπηρέτησης του συστήματος είναι 2100 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 Κ.
  - Η κοινή ασύρματη διεπαφή, πάνω από την οποία επικοινωνούν οι χρήστες.
  - Οι δυνατότητες διαμόρφωσης των διαύλων

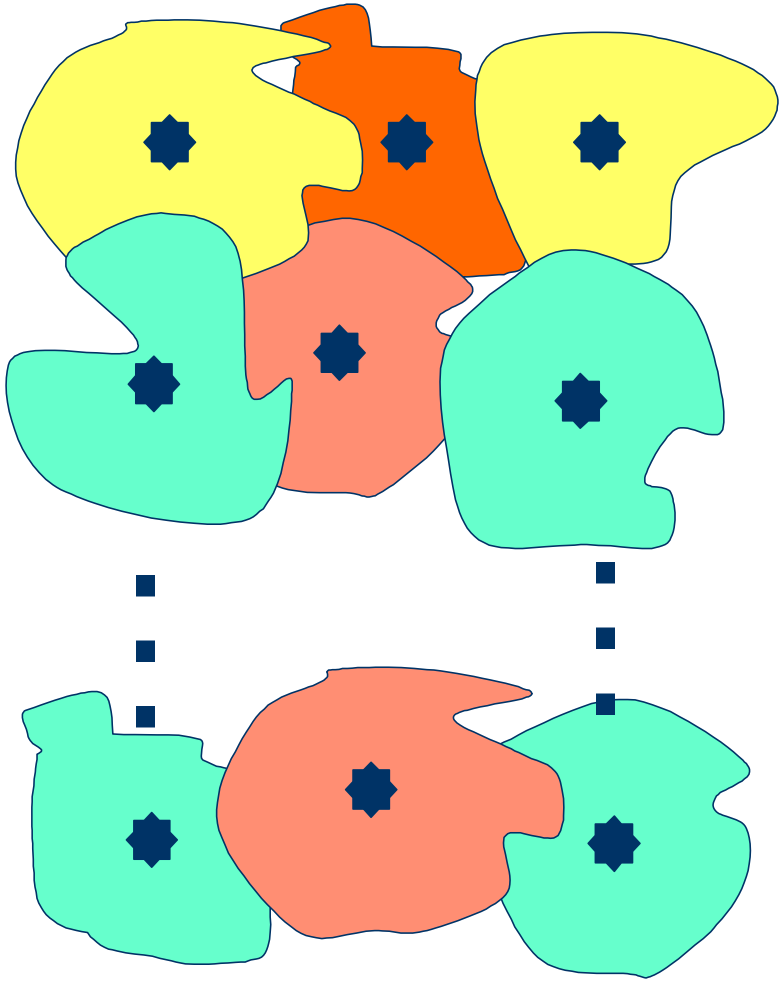
Κυψελωτή δομή

Περιορισμοί στην επαναχρησιμοποίηση

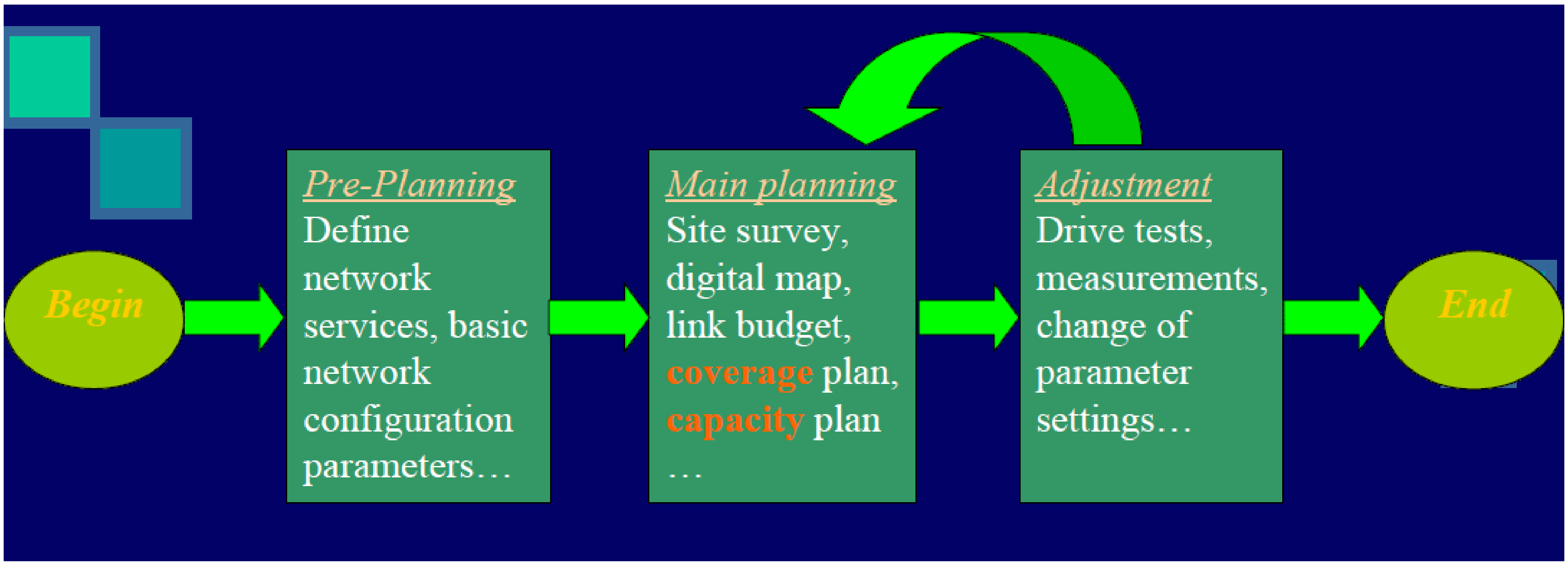
- Η αμοιβαία παρεμβολή διαύλων της ίδιας συχνότητας, οι οποίοι λειτουργούν σε διαφορετικές κυψέλες ονομάζεται *ομοδιαυλική παρεμβολή (co-channel interference).*
- Ο καθορισμός της επαρκούς απόστασης *D* μεταξύ των ομοδιαυλικών κυψελών και της επιτρεπόμενης παρεμβολής είναι έργο της σχεδίασης των κυψελωτών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

Πραγματική κυψελωτή δομή

Ένα ενδιαφέρον σχεδιαστικό πρόβλημα είναι η τοποθέτηση των σταθμών βάσης κατά τέτοιον 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:

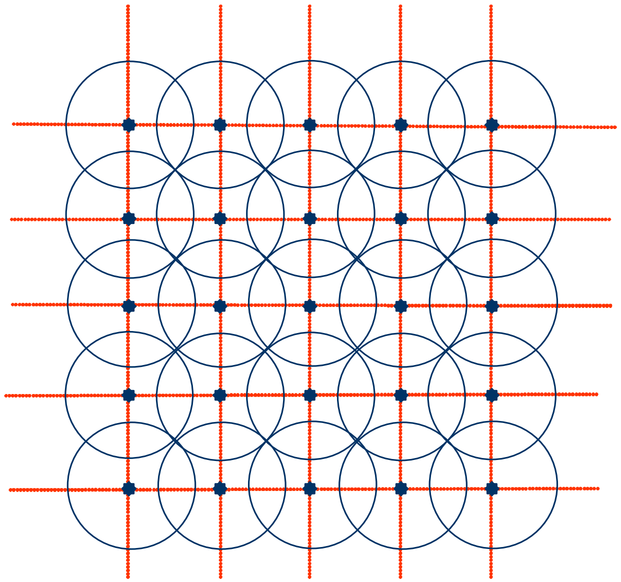
- Έχουμε ιδανική ραδιοδιάδοση και στη ζεύξη καθόδου και στη ζεύξη ανόδου.
- Η ισχύς του σήματος μειώνεται ανάλογα με το d^{-n}.
- Για τις ασύρματες ζεύξεις του συστήματος ισχύει η αρχή της αντιστροφής.

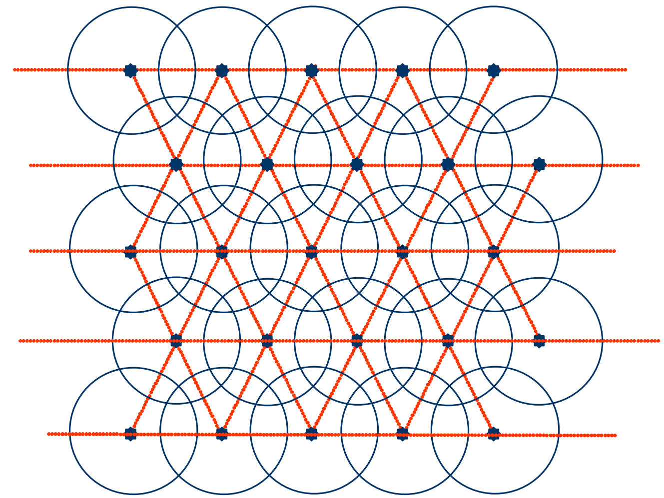
Ιδανική κυψελωτή δομή

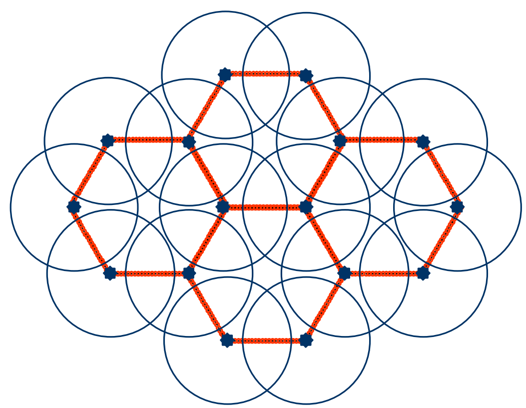
Σε ένα ιδανικό κυψελωτό σύστημα:

- 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

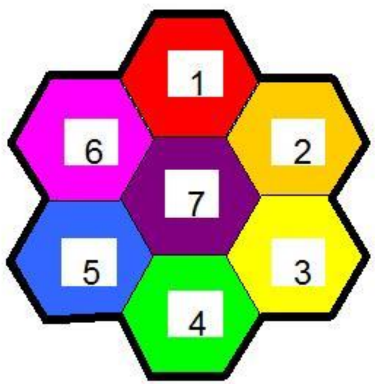
- Για να αποφευχθούν οι επικαλυπτόμενες περιοχές και για να έχουμε καλύτερη προσέγγιση στη μελέτη των κυψελωτών συστημάτων.

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

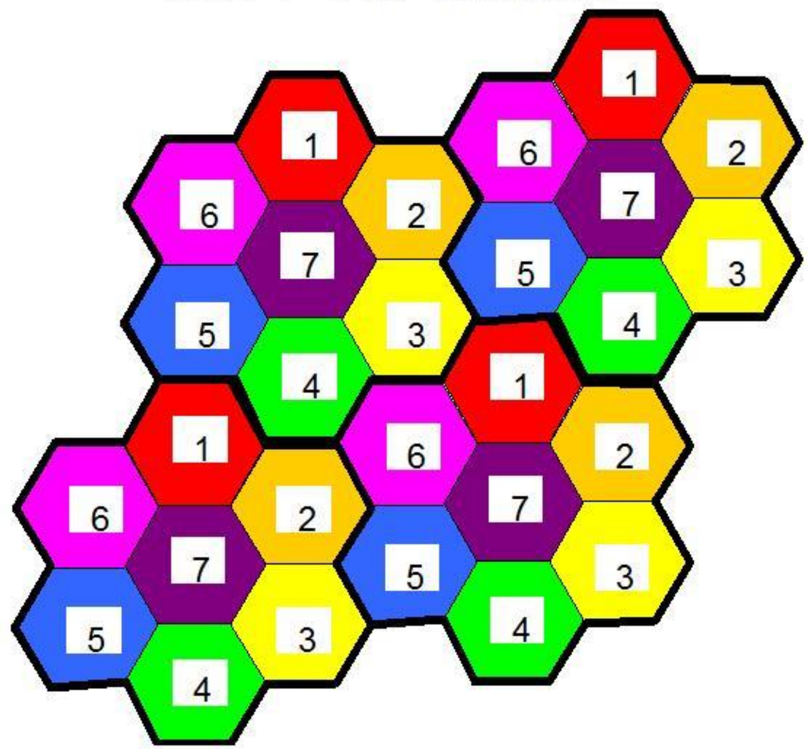
- Οι ιδανικές αναπαραστάσεις των κυψελών είναι χρήσιμες, όταν ασχολείται κάποιος με θέματα επίδοσης των συστημάτων.

Ιδανική κυψελωτή δομή

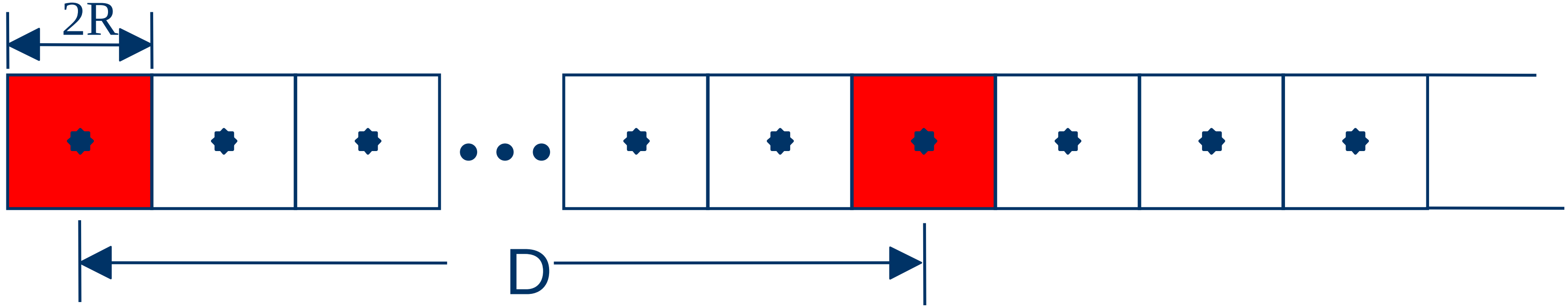
7-cell
cluster



Coverage area ‘tiled’
with 7-cell clusters



Μονοδιάστατα συστήματα



$$K = \frac{D}{2R}$$

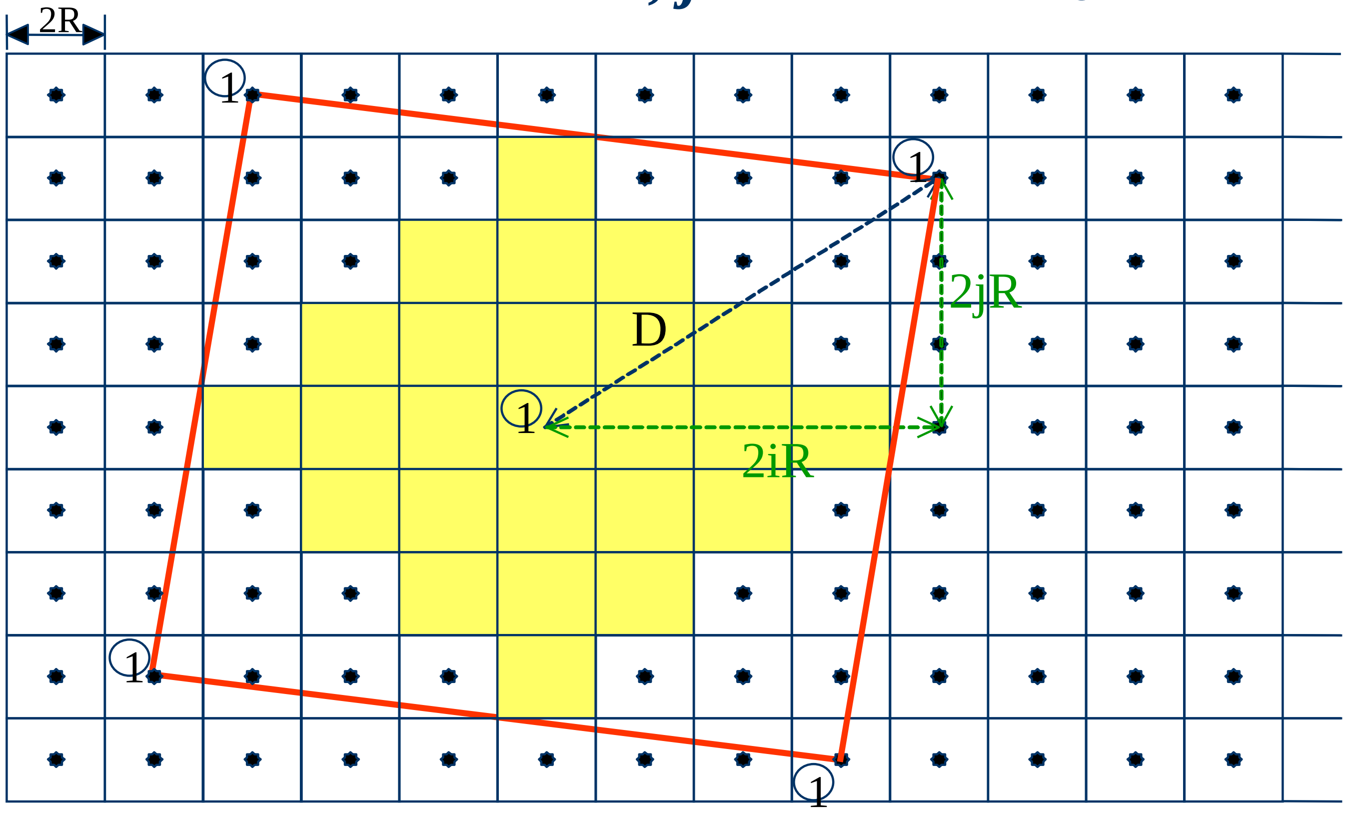
$$K = \frac{D \times (2R)}{(2R)^2} = \frac{S_K}{S_c}$$

Συστήματα δύο διαστάσεων

Τετραγωνικές κυψέλες

$$D^2 = (2Ri)^2 + (2Rj)^2 \qquad D = 2R \times \sqrt{i^2 + j^2}$$

i=4, j=3 **K=25**



Συστήματα δύο διαστάσεων

Τετραγωνικές κυψέλες

Κυψέλες τετραγώνου: $$K + 4(K/4) = 2K$$

Πλευρά τετραγώνου: $$\sqrt{D^2 + D^2} = \sqrt{2D^2} = D\sqrt{2}$$

Εμβαδόν τετραγώνου: $$D\sqrt{2} \times D\sqrt{2} = 2D^2$$

Συστήματα δύο διαστάσεων

Τετραγωνικές κυψέλες

$$2K = \frac{S_{D\sqrt{2}}}{S_c} = \frac{2D^2}{(2R)^2} = \frac{2(i^2 + j^2) \times (2R)^2}{(2R)^2} = 2(i^2 + j^2)$$

$$K = i^2 + j^2$$ ***i, j ακέραιες τιμές, άρα***

$$K : 1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 16, 17, 18, 20, 25, \ldots$$

$$D = 2R \times \sqrt{i^2 + j^2} \Rightarrow D = 2R\sqrt{K}$$

Όπως δείξαμε

Συστήματα δύο διαστάσεων

Τετραγωνικές κυψέλες: K = 25 (i=4, j=3)