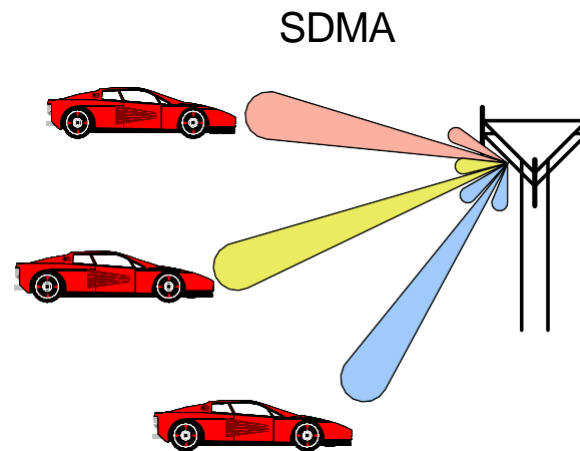
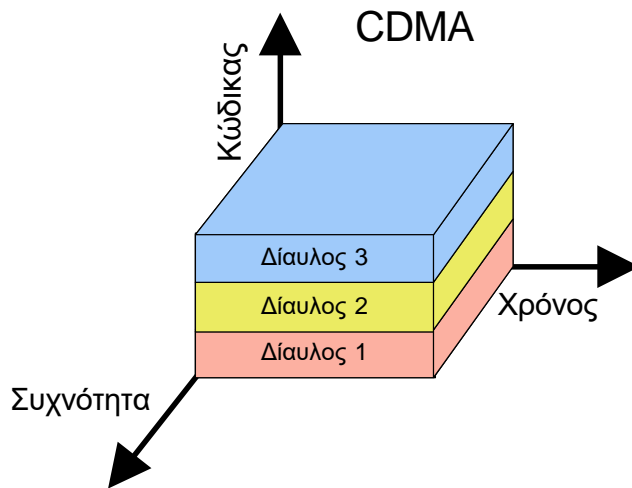
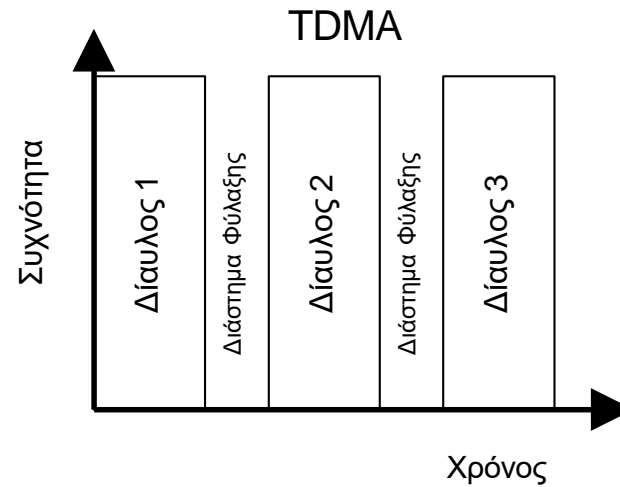
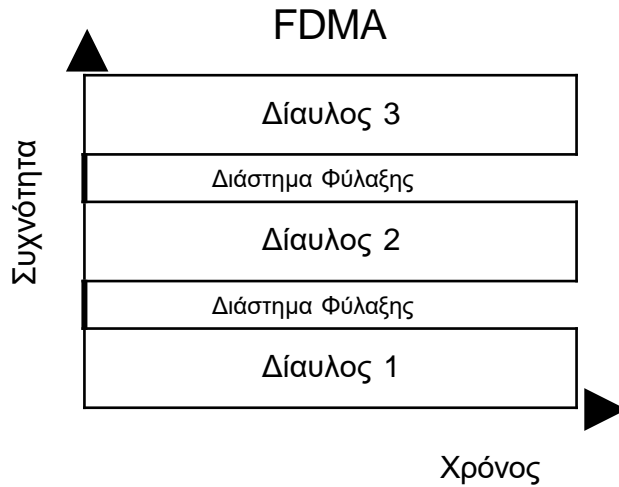


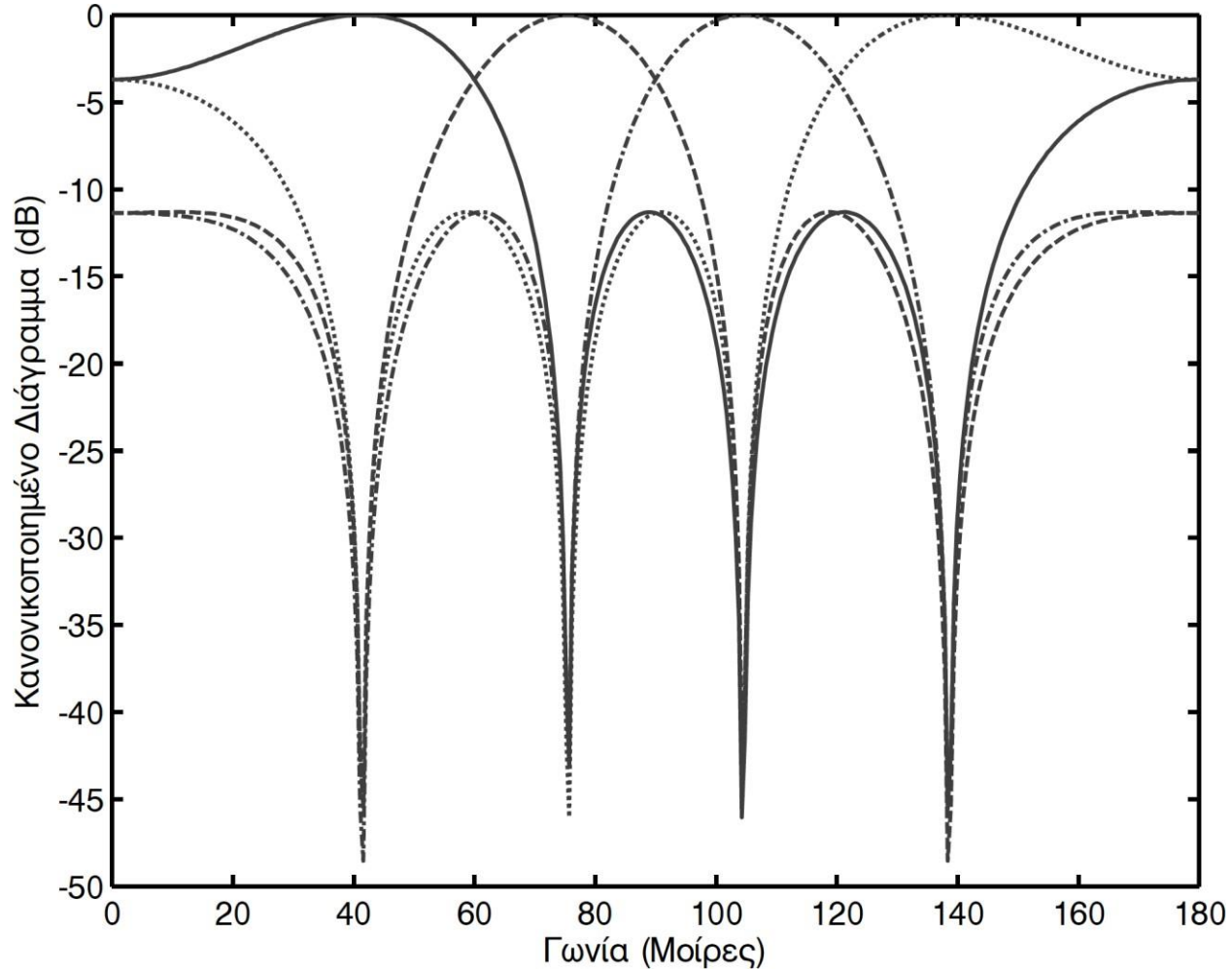
Αντιμετώπιση παρεμβολών

- Αδειοδότηση
- Πρωτόκολλα πολλαπλής μετάδοσης
- Έλεγχος ισχύος μετάδοσης
- Φίλτρα
- Απόσταση επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων

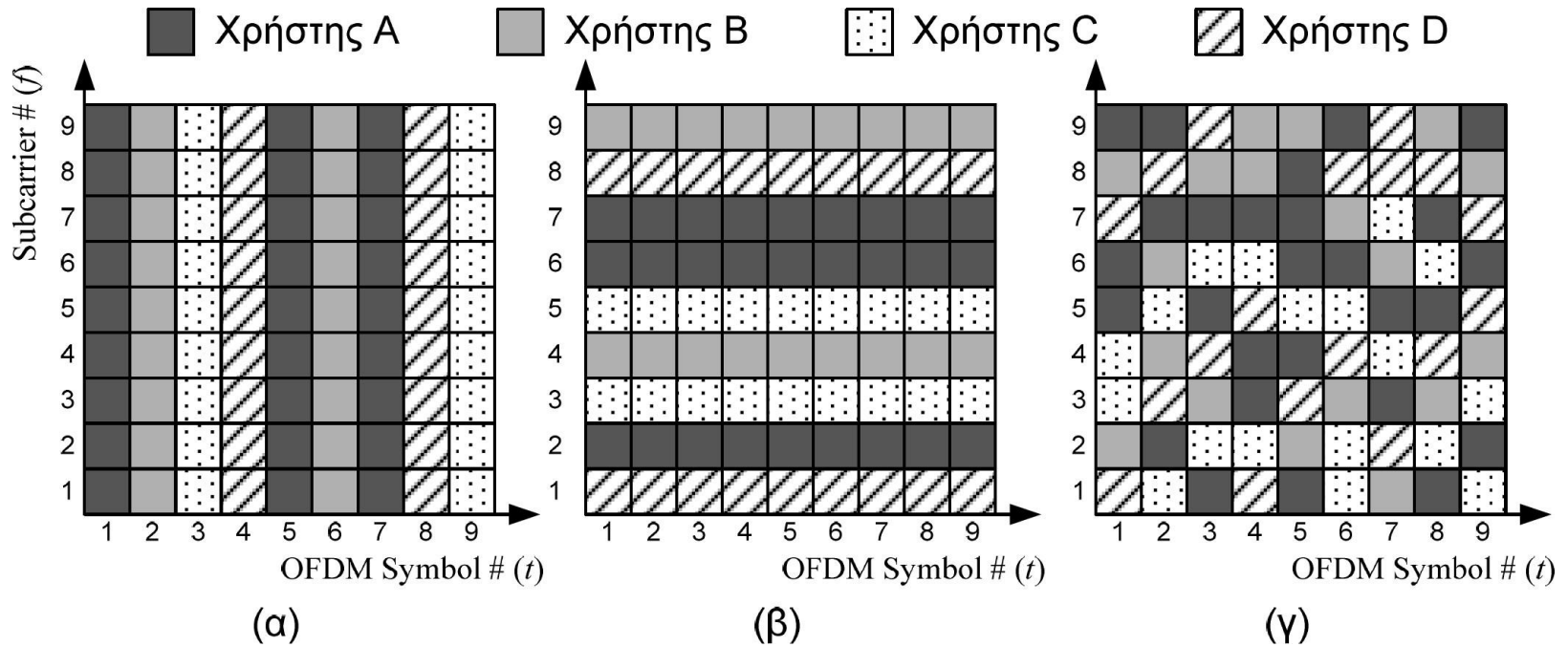
Τεχνικές Πολλαπλής Πρόσβασης



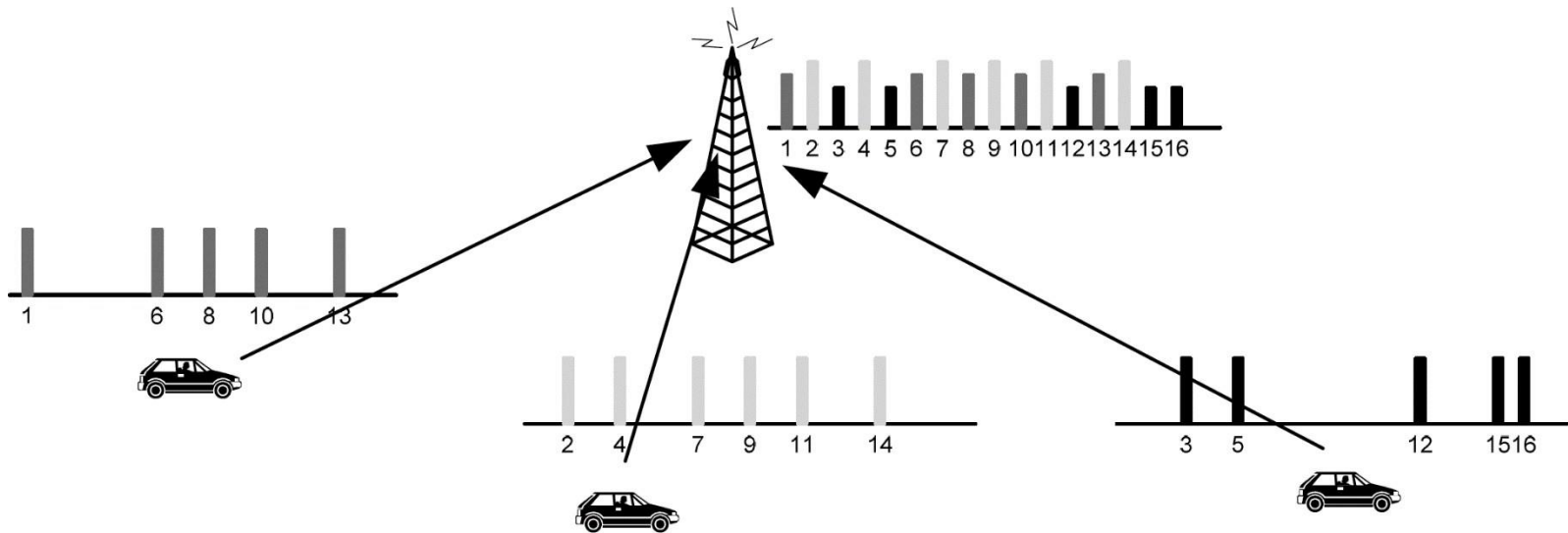
Ορθώνια Διαγράμματα Ακτινοβολίας SDMA



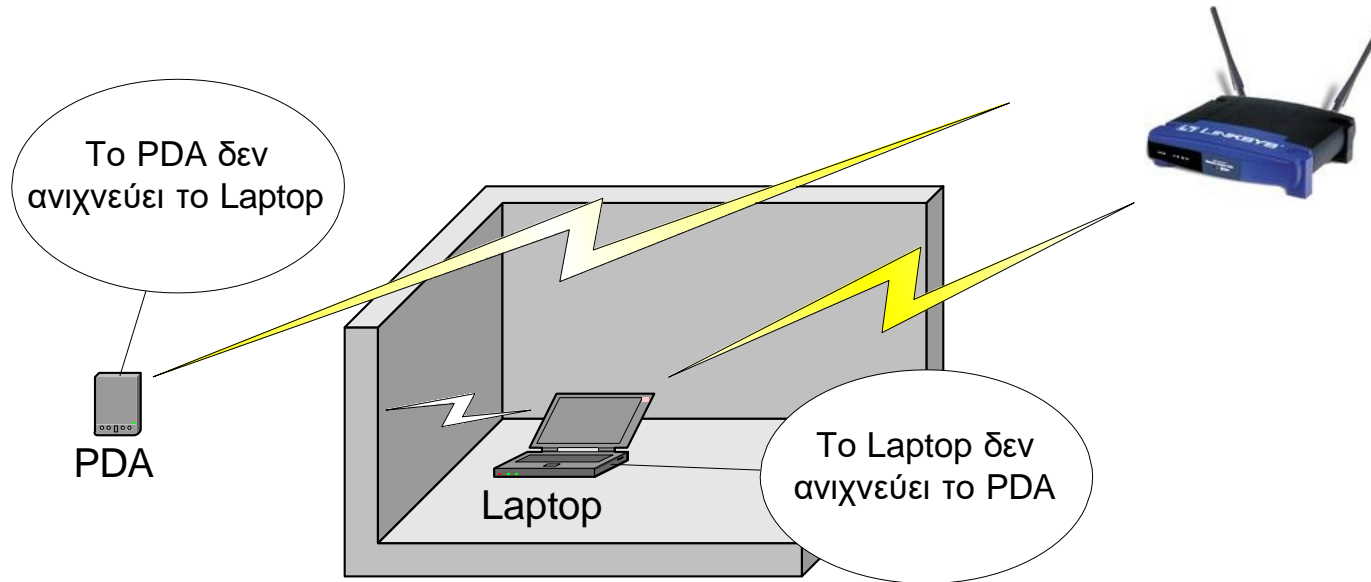
Παραδείγματα Τεχνικών Πολυπλεξίας OFDMA



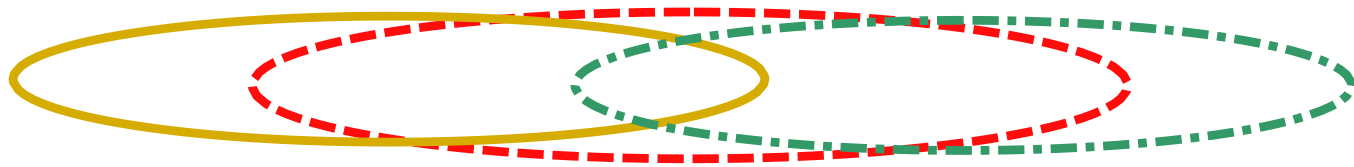
OFDMA σε Κινούμενους Χρήστες



Κρυμμένα Τερματικά



Εκτεθειμένα Τερματικά



Laptop - A

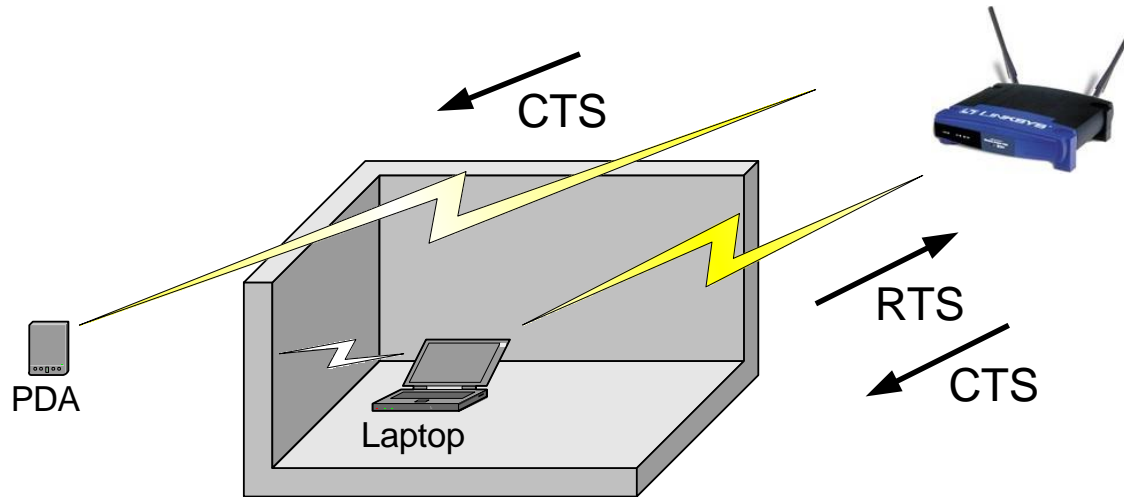


Laptop - B

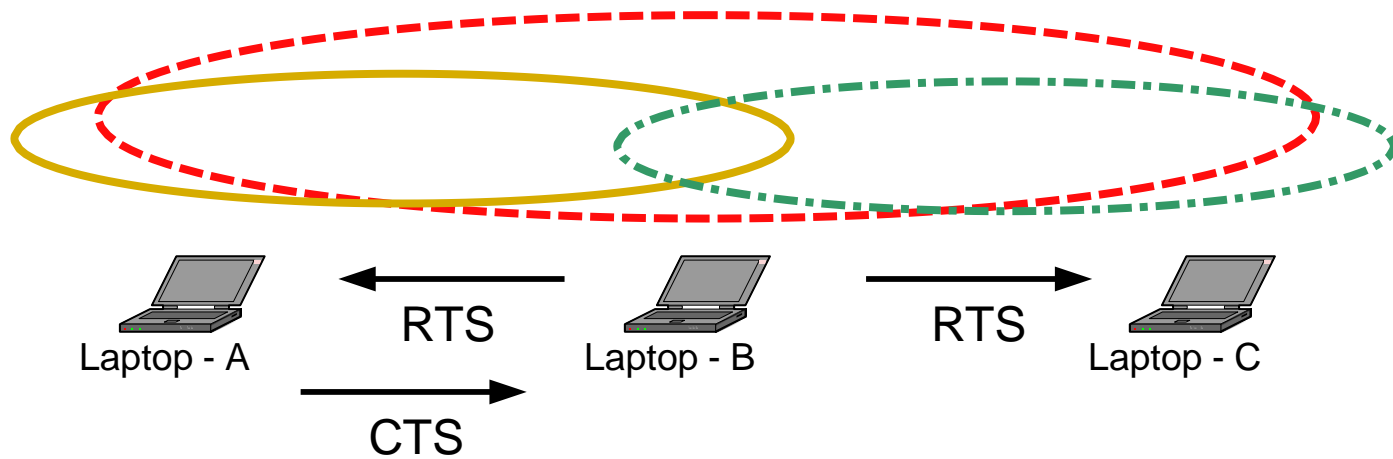


Laptop - C

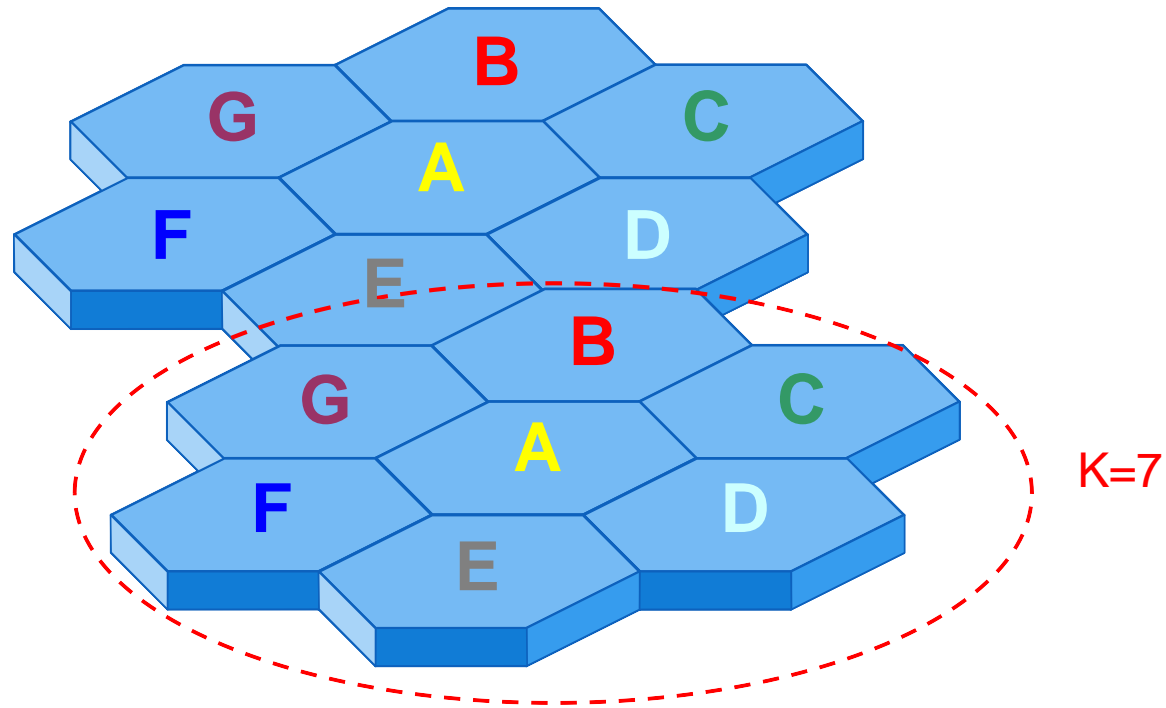
Αποφυγή Προβλήματος Κρυμμένων Τερματικών



Αποφυγή Προβλήματος Εκτεθειμένων Τερματικών

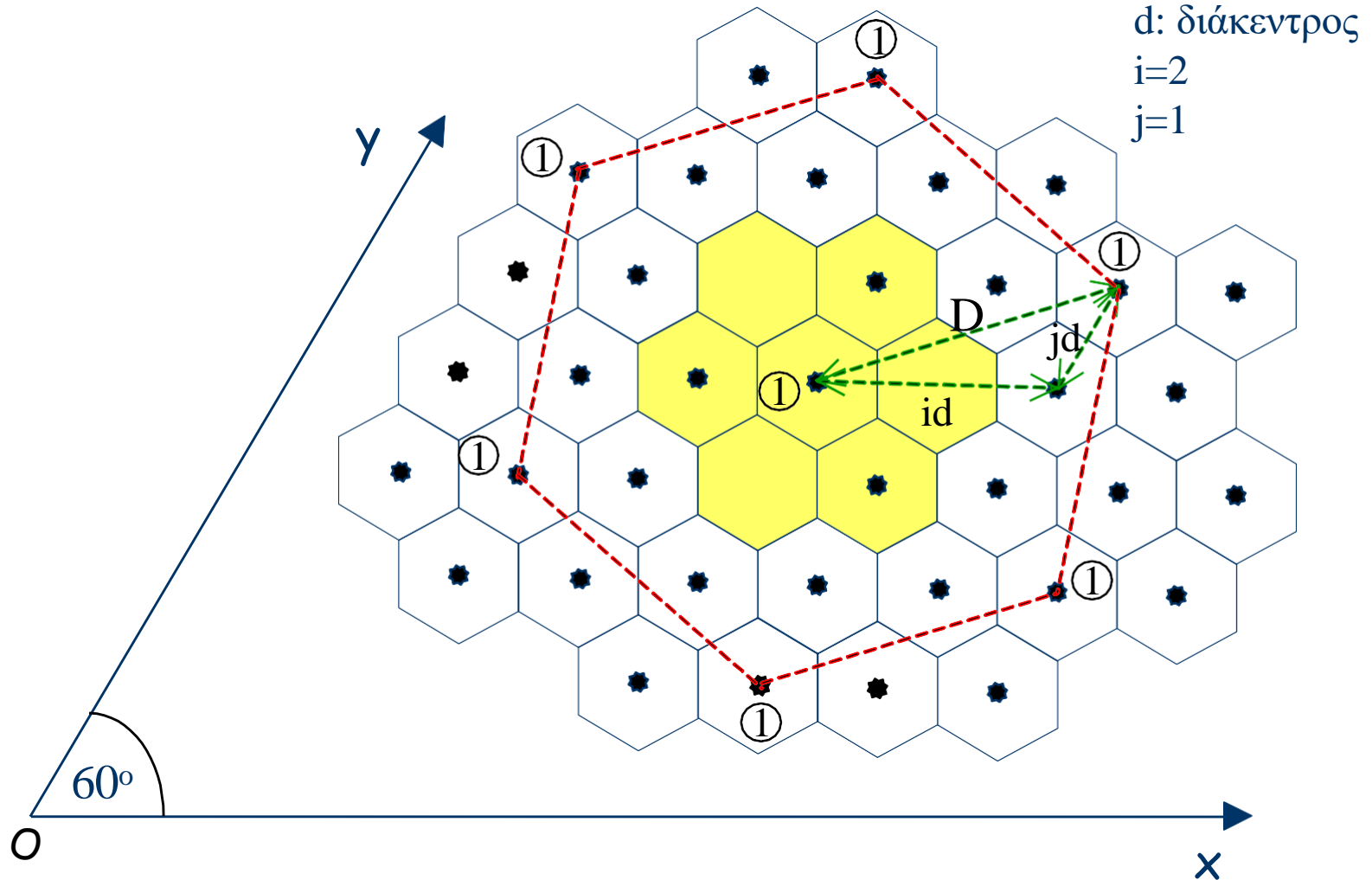


Επαναχρησιμοποίηση Συχνοτήτων



Συστήματα δύο διαστάσεων

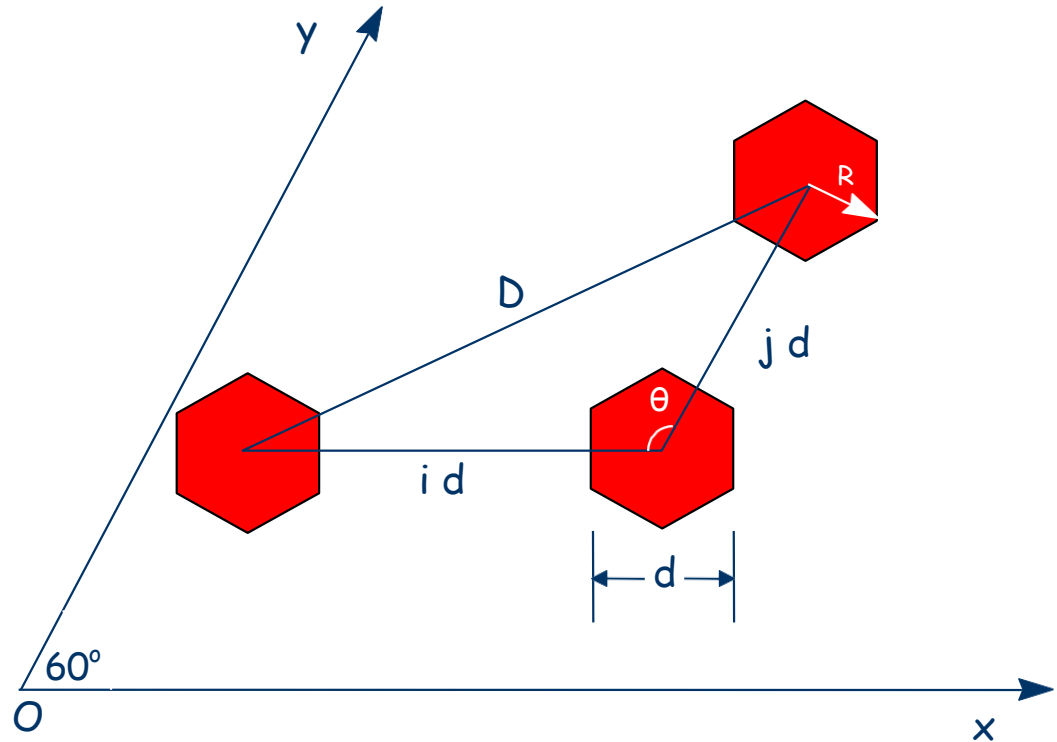
Εξαγωνικές κυψέλες



Συνδυασμός απόστασης επαναχρησιμοποίησης και link budget

Συστήματα δύο διαστάσεων

Εξαγωνικές κυψέλες



$$D^2 = (i \cdot d)^2 + (j \cdot d)^2 - 2 \cdot (i \cdot d) \cdot (j \cdot d) \cdot \cos \theta$$

Για $\theta=120^\circ$ $\cos\theta=-1/2$

$$D^2 = (i^2 + j^2 + i \cdot j) \cdot d^2$$

Συστήματα δύο διαστάσεων

Εξαγωνικές κυψέλες

$$K + 6(K / 3) = 3K$$

$$D^2 = (i^2 + i \cdot j + j^2) \cdot d^2$$

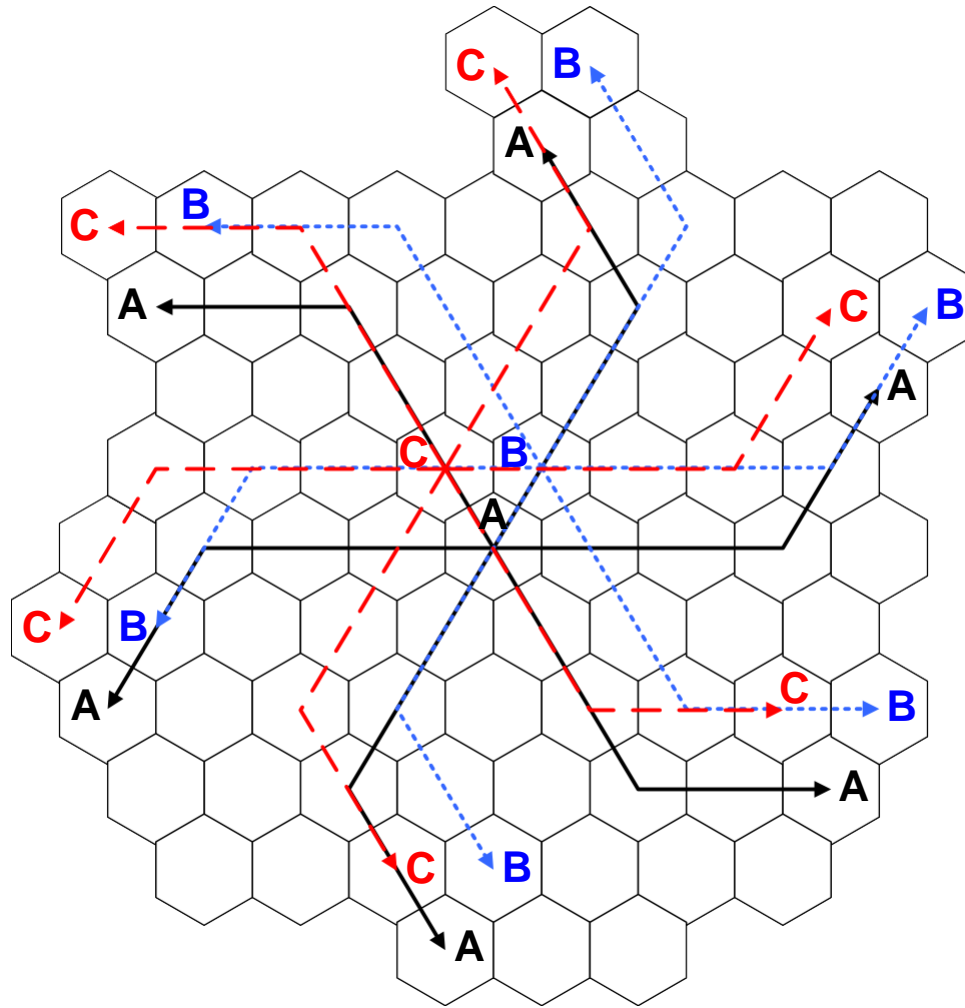
$$3K = \frac{S_D}{S_c} = \frac{\frac{3\sqrt{3}}{2} D^2}{\frac{3\sqrt{3}}{2} R^2} = \frac{D^2}{R^2}$$

$$d = \sqrt{3} \cdot R \Rightarrow R = \frac{d}{\sqrt{3}}$$

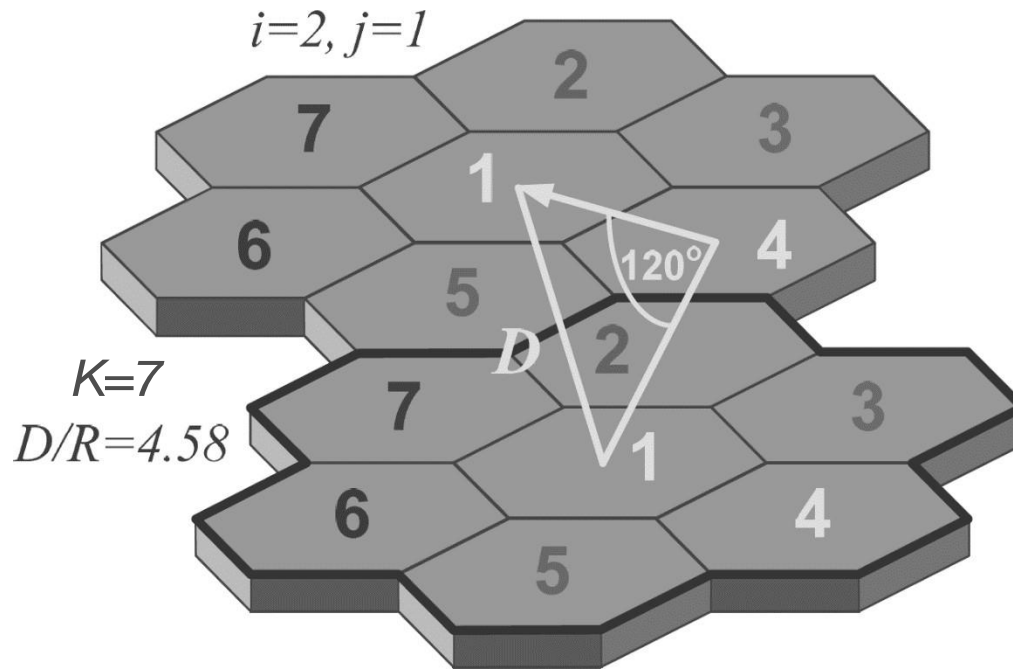
$$K = (i^2 + i \cdot j + j^2)$$

$$D = R\sqrt{3K}$$

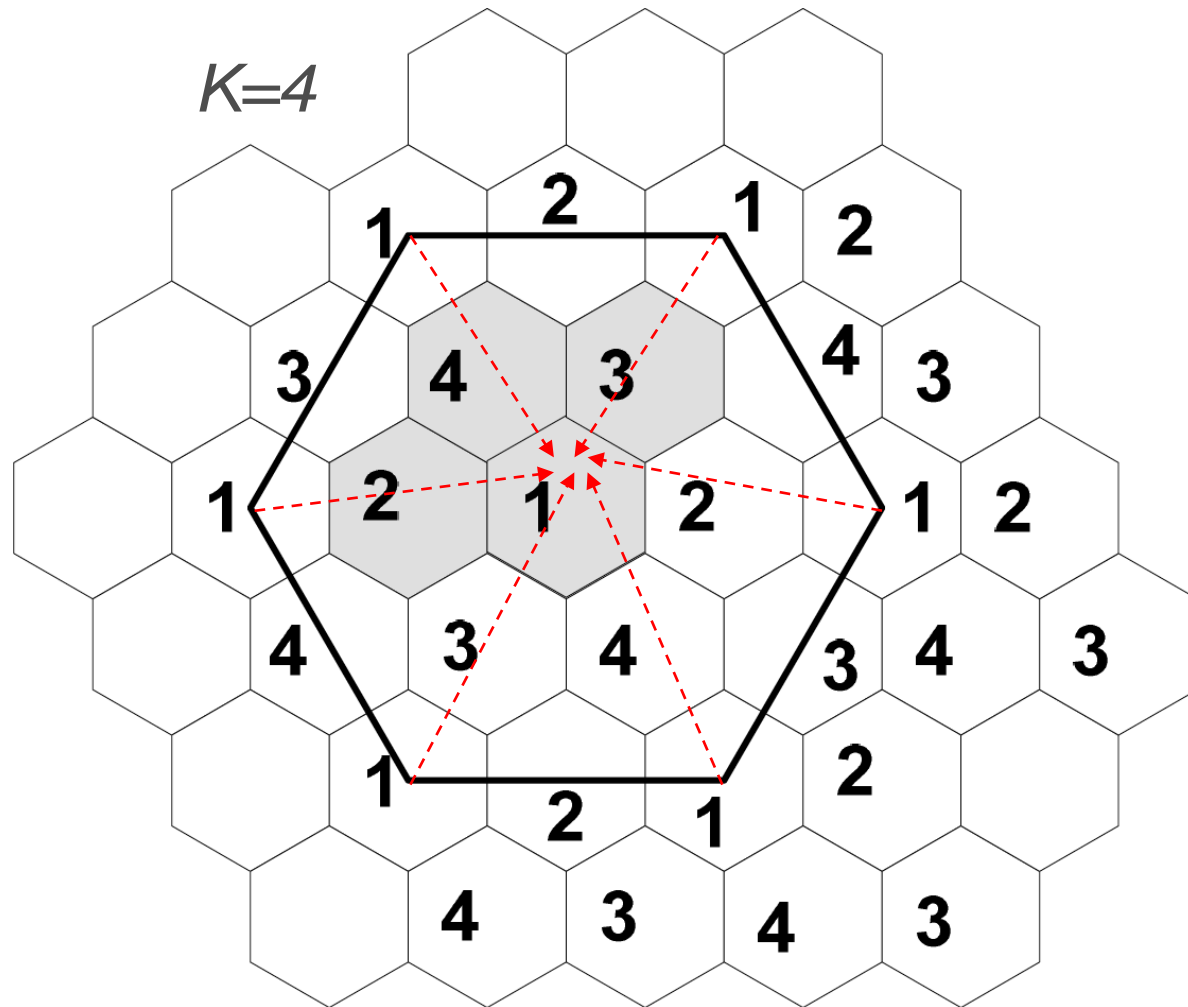
Σχεδίαση Κυψελωτού Συστήματος ($i=3, j=2$)



Γεωμετρία για τον Υπολογισμό της Απόστασης Επαναχρησιμοποίησης



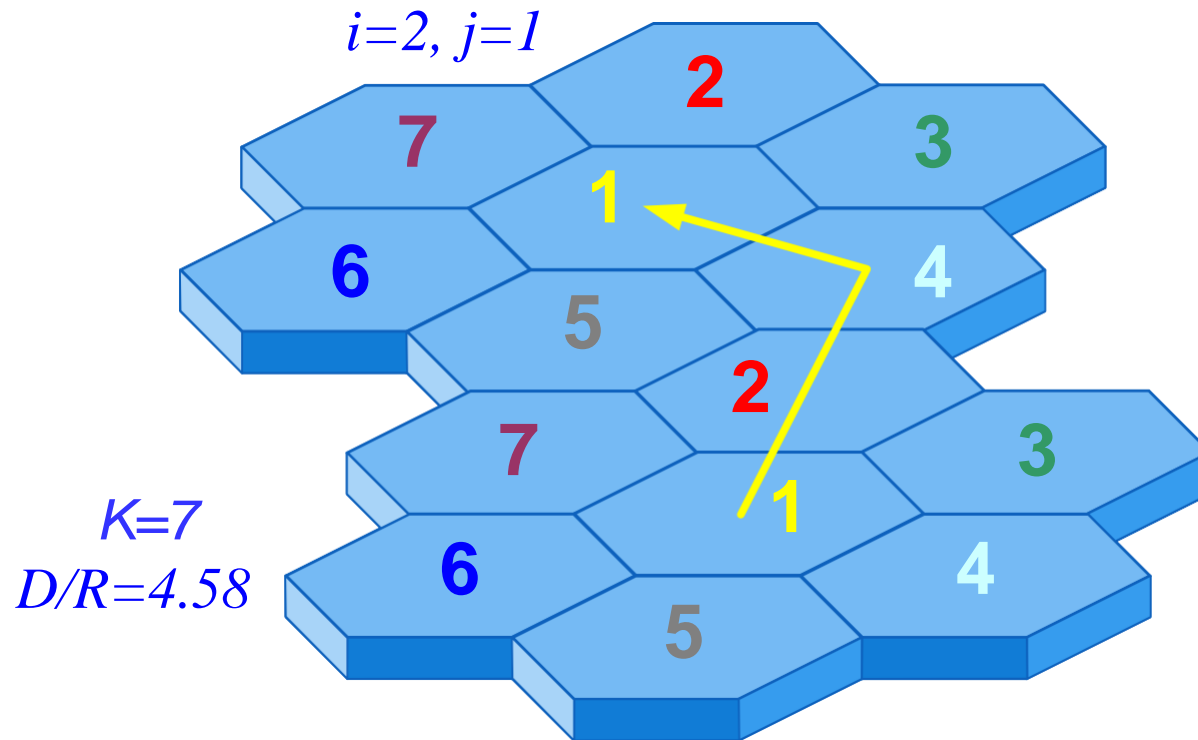
Υπολογισμός πλήθους κυψελών επαναχρησιμοποίησης



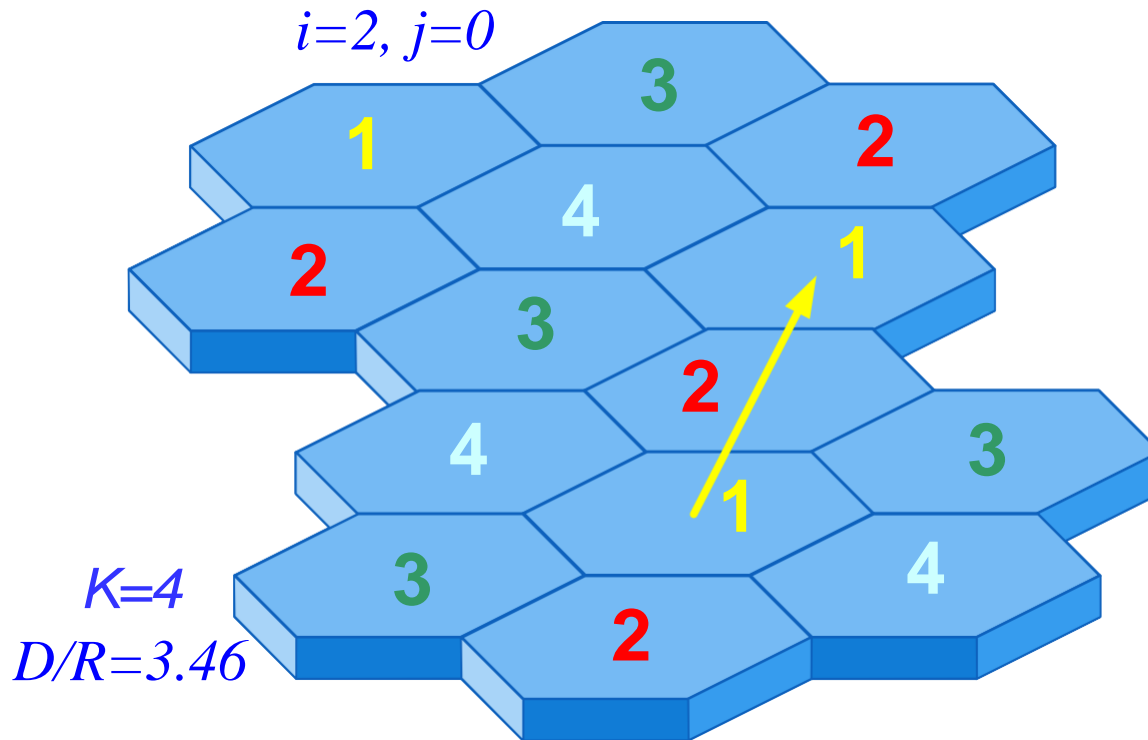
Παράμετροι Κυψελωτών Συστημάτων

i	j	K	D/R
1	0	1	$\sqrt{3} = 1.73$
1	1	3	3
2	0	4	$\sqrt{12} = 3.46$
2	1	7	$\sqrt{21} = 4.58$
2	2	12	6
3	0	9	$\sqrt{27} = 5.20$
3	1	13	$\sqrt{39} = 6.24$
3	2	19	$\sqrt{57} = 7.55$
3	3	27	9

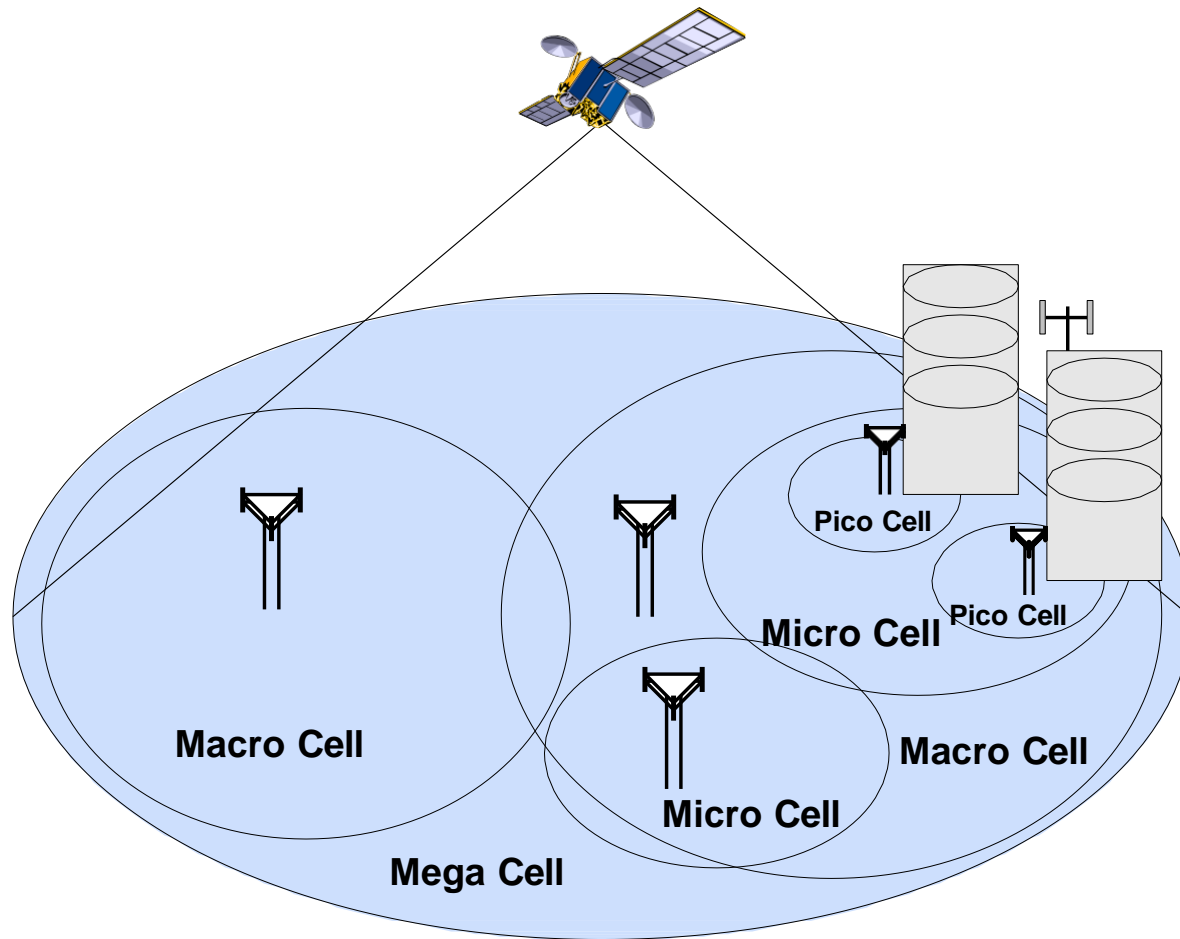
Ομάδα Κυψελών με $K=7$



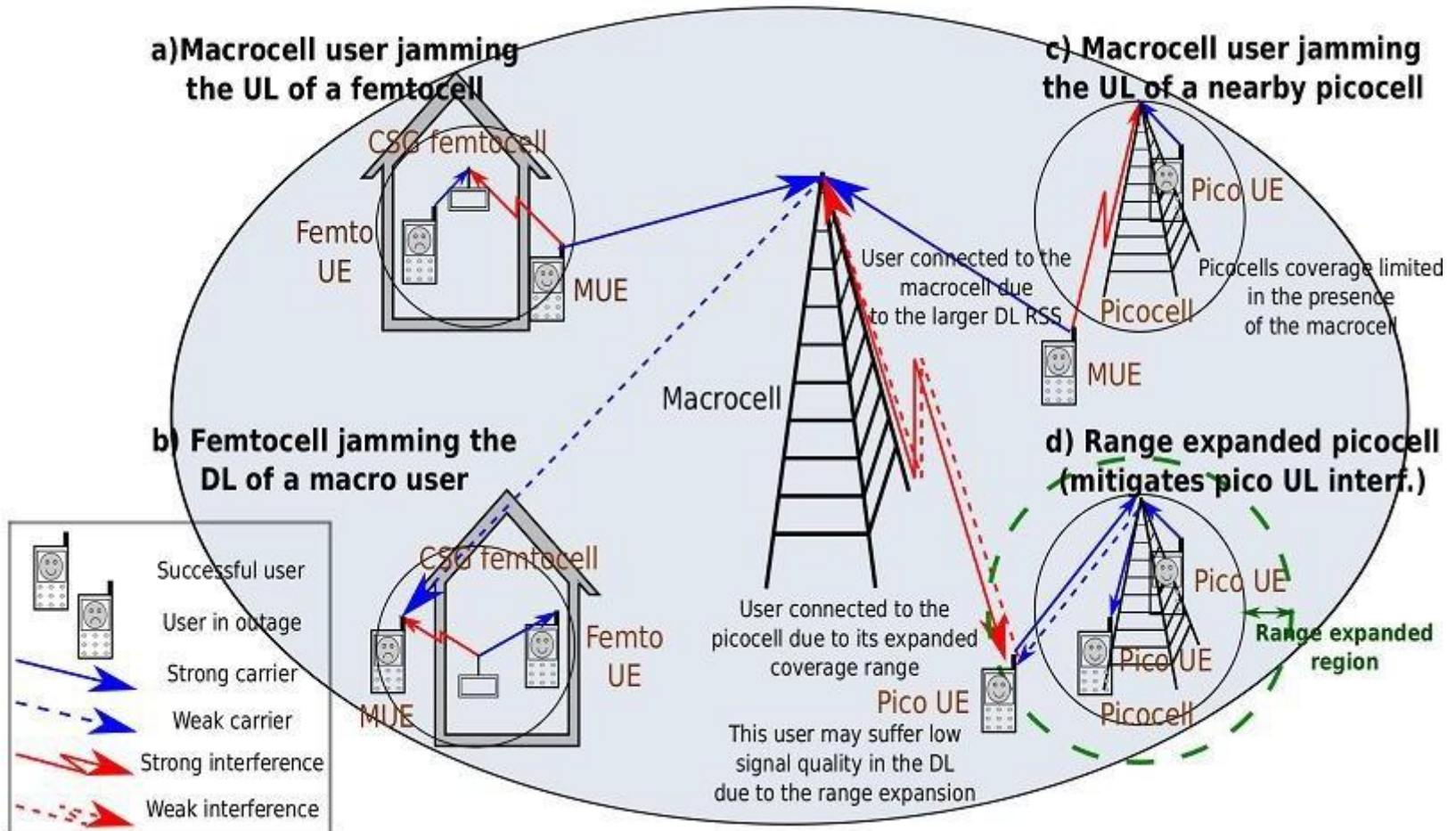
Ομάδα Κυψελών με $K=4$



Εντονότερο το πρόβλημα στα δίκτυα 4G

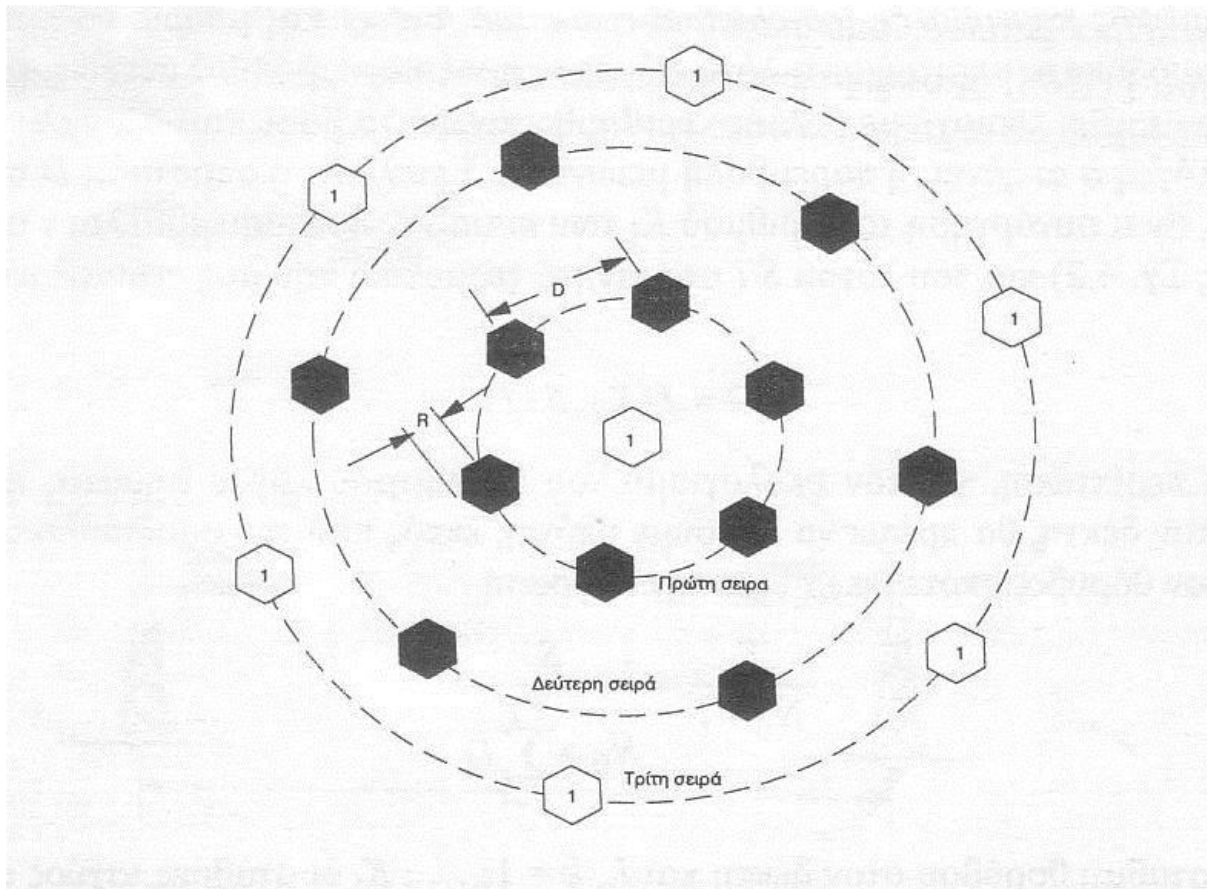


Εντονότερο το πρόβλημα στα δίκτυα 4G



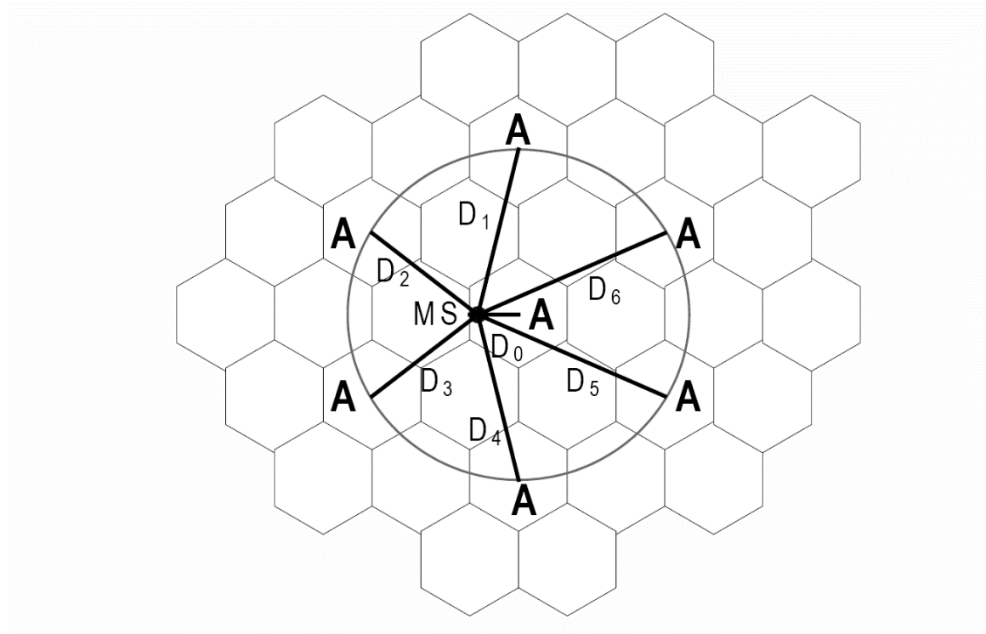
Ομοδιαυλική παρεμβολή

- Υπάρχουν πολλές σειρές ομοδιαυλικών κυψελών και πόσες σειρές ομοδιαυλικών κυψελών θα ληφθούν υπόψη έχει επίπτωση στην ακρίβεια του υπολογισμού της ομοδιαυλικής παρεμβολής



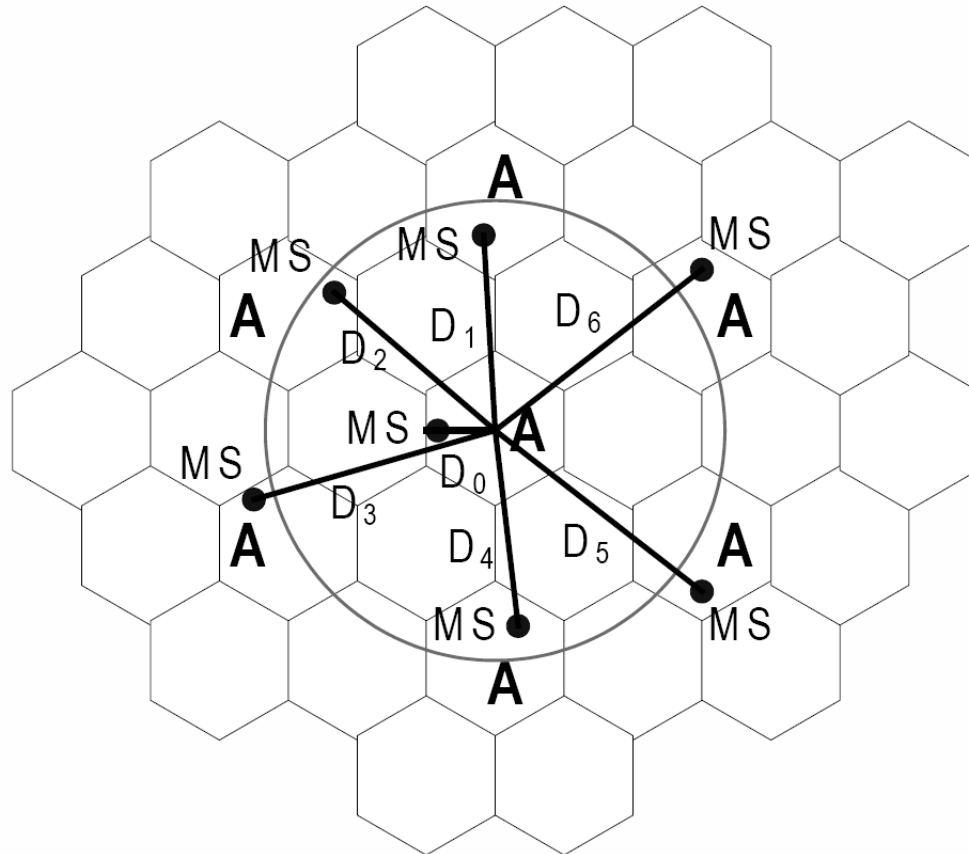
Σειρές κυψελών που παρεμβάλλουν στην κυψέλη 1

Ομοδιαυλική Παρεμβολή στην Ευθεία Ζεύξη



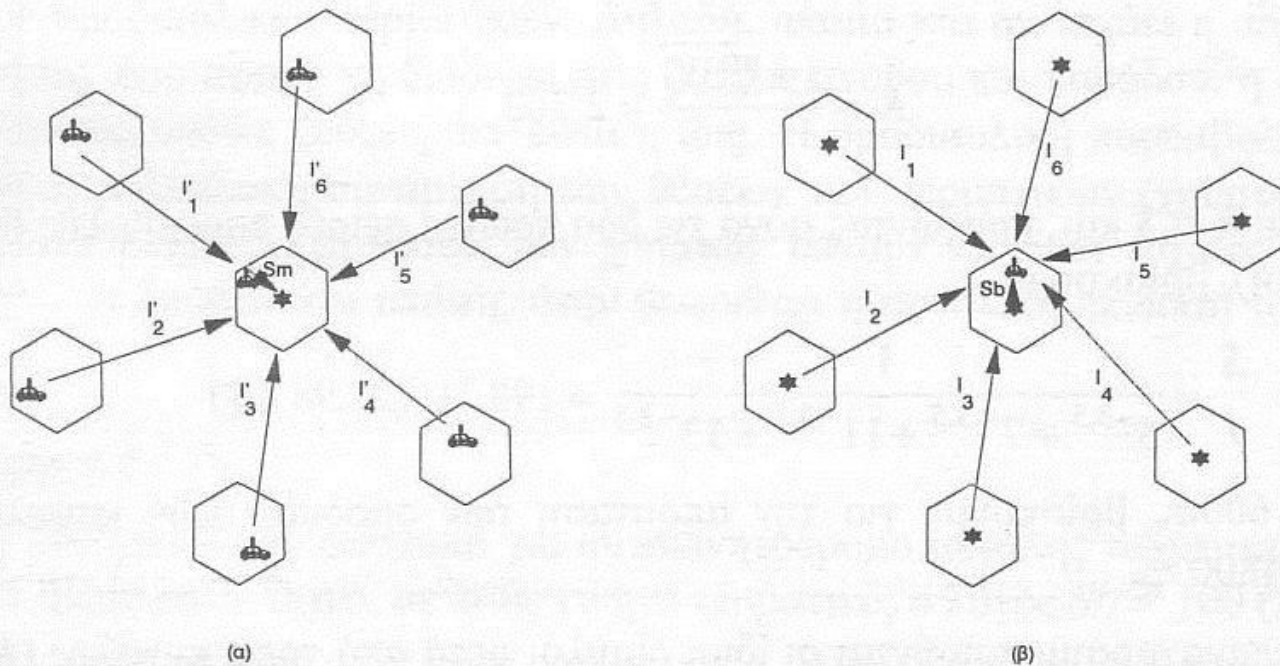
$$10\log_{10}\left[\frac{C}{I}(\vec{D})\right] = 10\log_{10}\left[\frac{P_r(D_0)}{\sum_{k=1}^{N_I} P_r(D_k)}\right]$$
$$= 10\log_{10} P_r(D_0) - 10\log_{10} \sum_{k=1}^{N_I} P_r(D_k)$$

Ομοδιαυλική Παρεμβολή στην



Ομοδιαυλική παρεμβολή (2 διαστάσεις)

- Έστω περίπτωση ομοδιαυλικής παρεμβολής για σύστημα όπου χρησιμοποιούνται εξαγωνικές κυψέλες,
- D απόσταση μεταξύ ΣB
- R ακτίνα κυψέλης



Ομοδιαυλική παρεμβολή σε σύστημα δύο διαστάσεων με εξαγωνικές κυψέλες.
(α) Ζεύξη ανόδου (β) Ζεύξη καθόδου

Ομοδιαυλική παρεμβολή (2 διαστάσεις)

- Υποθέτουμε ότι C/I στο UPLINK είναι ίδιο με το C/I του DOWNLINK (ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ)
- Αγνοώντας άλλες πηγές θορύβου και τις παρεμβολές της 2ης σειράς

κυψελών ισχύει:

$$\frac{C}{I} = \frac{R^{-n}}{\sum_{k=1}^6 D_k^{-n}}$$

επειδή όμως $D \cong D_k$ και $a = \frac{D}{R} \Rightarrow \frac{C}{I} = \frac{1}{6a^{-n}} \Rightarrow a = \left(6 \frac{C}{I}\right)^{\frac{1}{n}}$

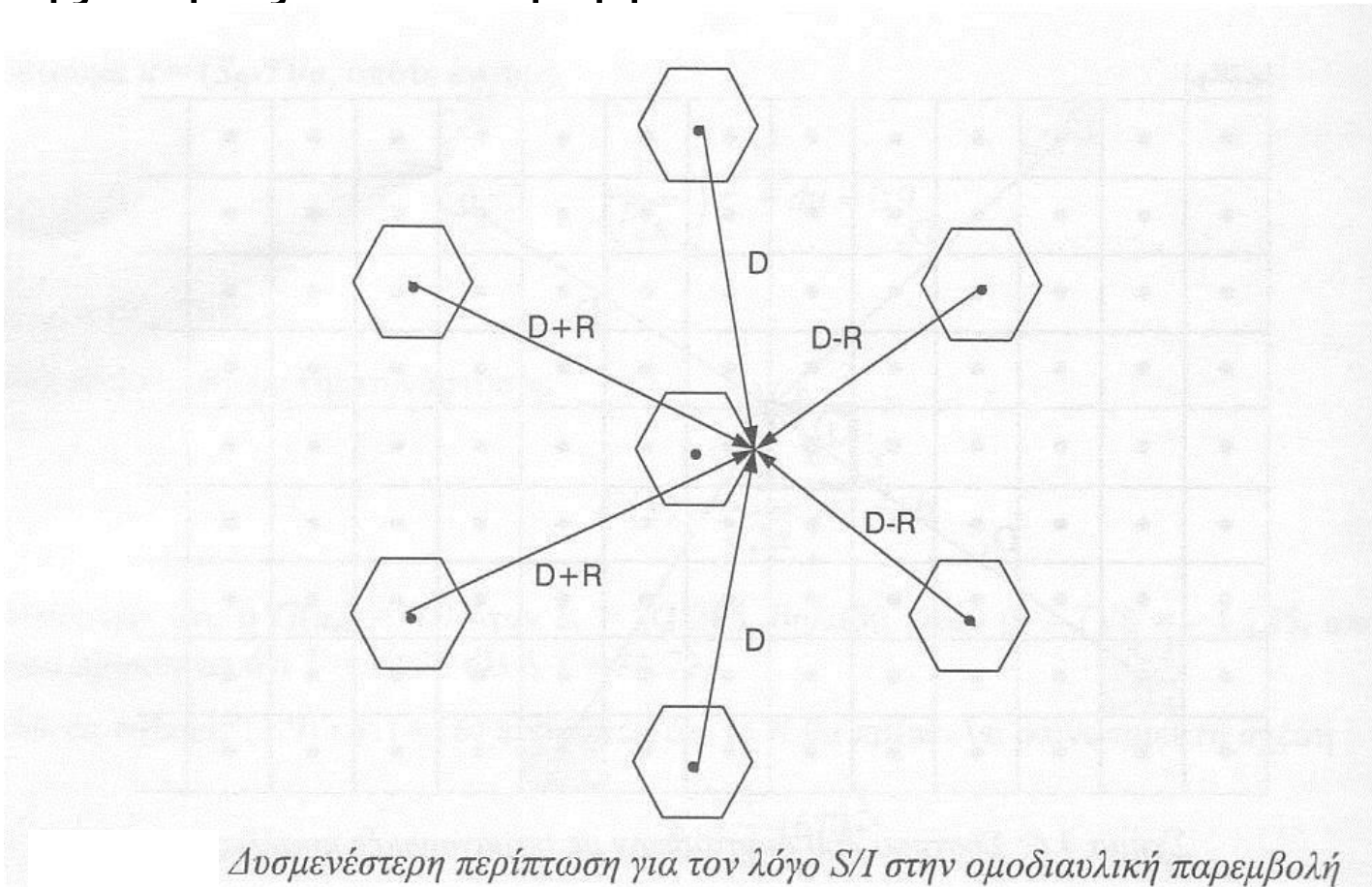
όπου a : cochannel reuse ratio D/R

$\frac{C}{I}$ προσδιορίζεται με βάση τις απαιτήσεις του συστήματος

n καθορίζεται από τις συνθήκες διάδοσης (περιβάλλον)

Δυσμενέστερη περίπτωση

- Το κινητό τερματικό βρίσκεται στο όριο της κυψέλης, όπου λαμβάνει το ασθενέστερο σήμα από τον ΣΒ της κυψέλης του, αλλά δέχεται ισχυρές παρεμβολές από τις κυψέλες της πρώτης σειράς που παρεμβάλλουν



Δυσμενέστερη περίπτωση

• Από τα προηγούμενα ισχύει
$$\frac{C}{I} = \frac{R^{-n}}{\sum_{k=1}^6 D_k^{-n}}$$

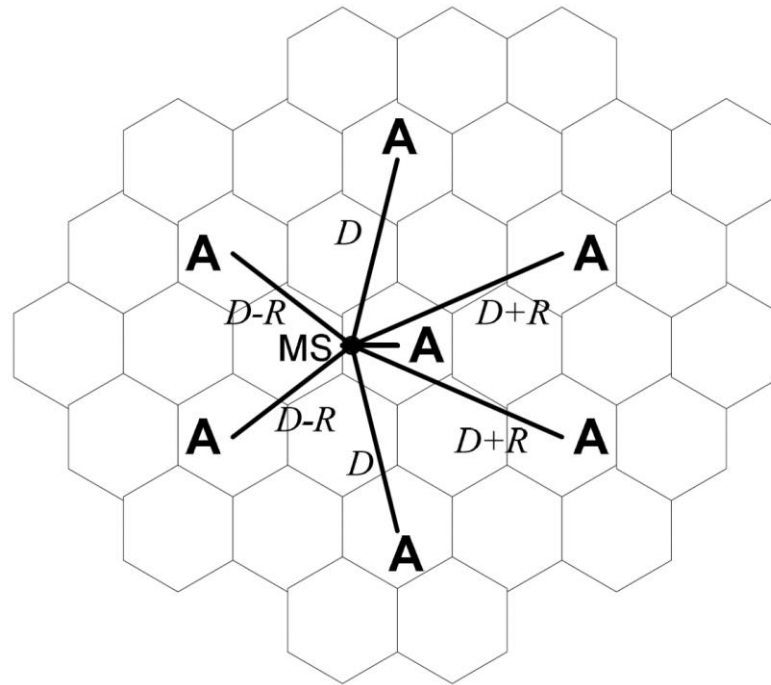
επειδή όμως τώρα $D \neq D_k$

$$\frac{C}{I} = \frac{R^{-n}}{2(D-R)^{-n} + 2D^{-n} + 2(D+R)^{-n}}$$

Άρα στην περίπτωση αυτή τελικά:

$$\frac{C}{I} = \frac{1}{2(a-1)^{-n} + 2a^{-n} + 2(a+1)^{-n}}$$

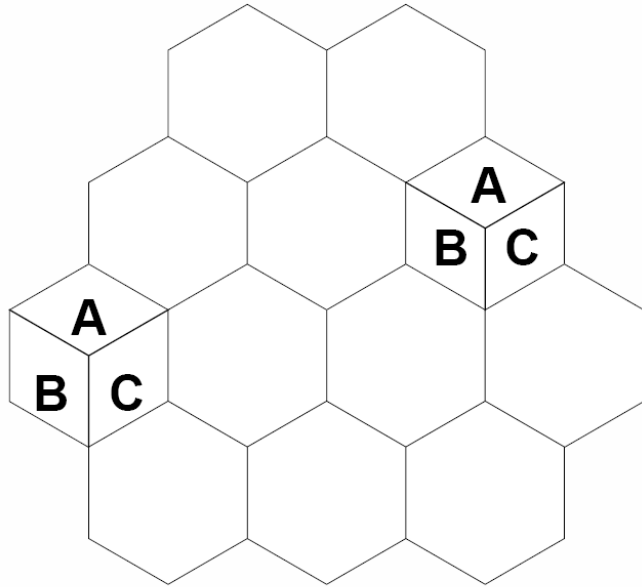
Ομοδιαυλική Παρεμβολή για $N=7$



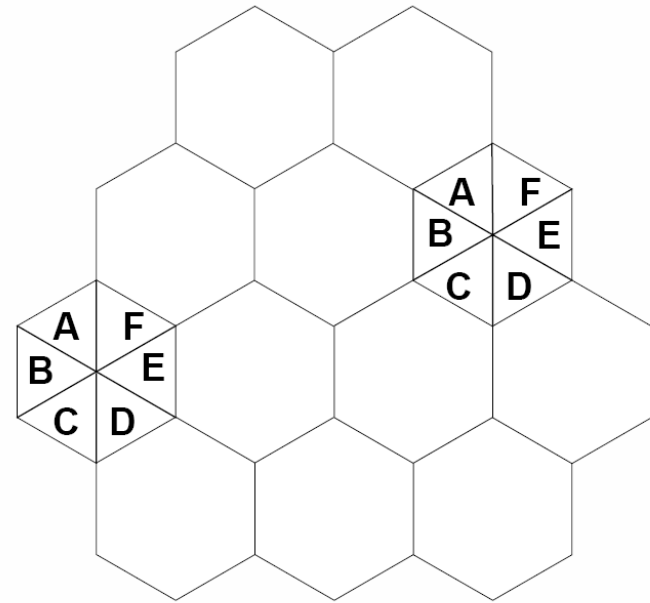
Αν θέσουμε $N = 7$, δηλαδή $D/R = 4.58$ και $n = 4$, τότε $C/I = 53.23$ δηλαδή 17.3 dB, άρα για το AMPS που έχει $(C/I)_{th} = 18dB$, θα πρέπει να αυξήσουμε το N στο 9 ή το 12, που σημαίνει μείωση της χωρητικότητας του συστήματος.

N είναι ο αριθμός κυψελών της ομάδας επαναχρησιμοποίησης, εμφανίζεται και ως K , όπως το είδαμε στα Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Τομεοποίηση Κυψελών

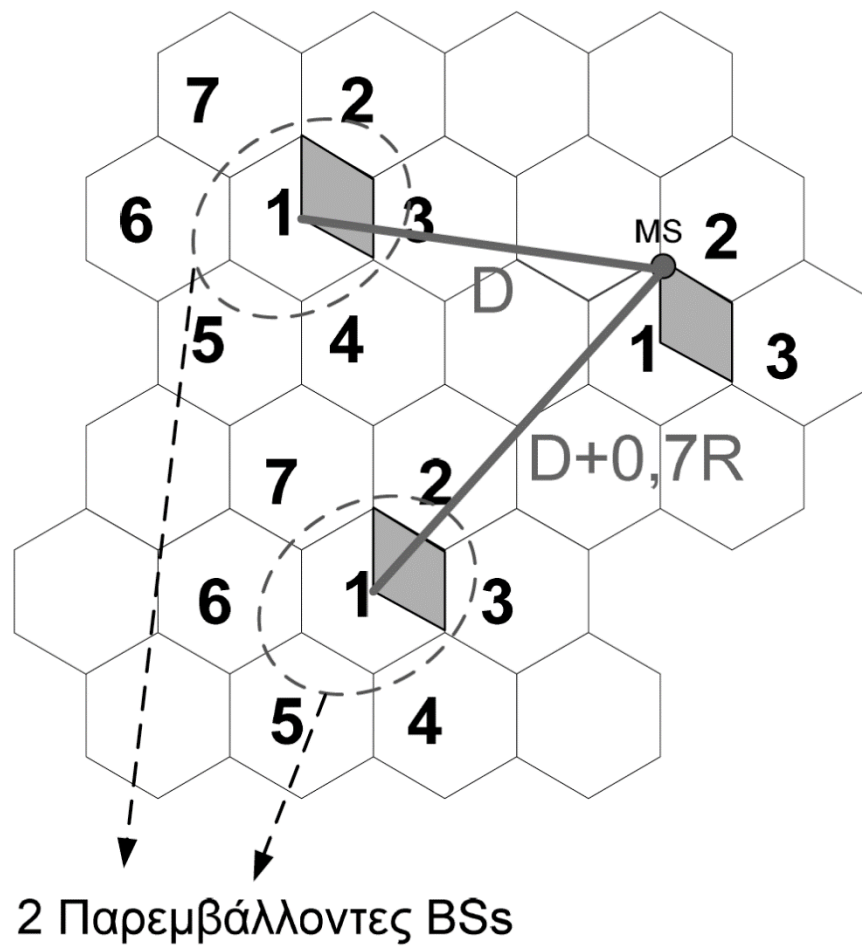


Τομεοποίηση 120°

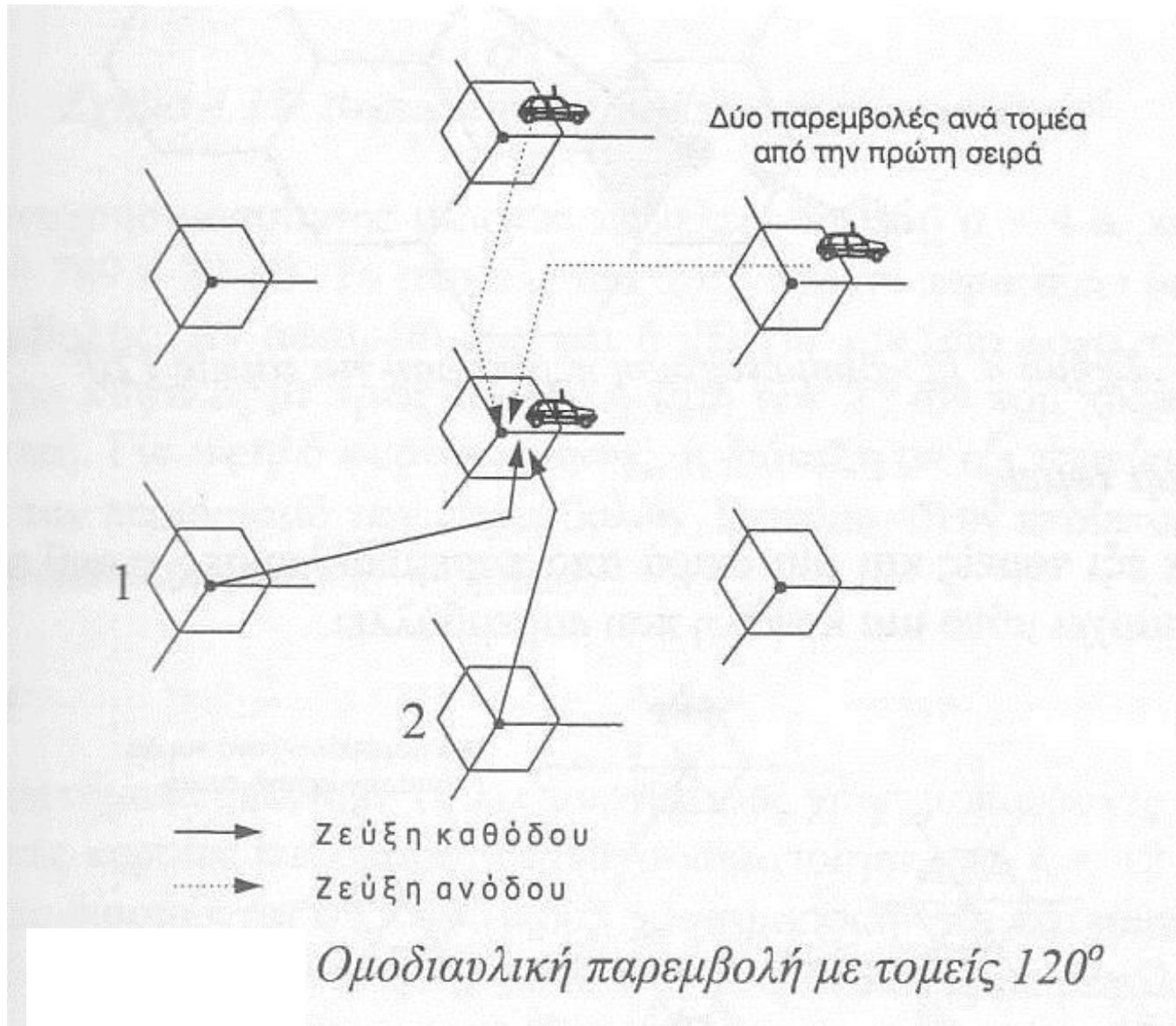


Τομεοποίηση 60°

Μείωση Ομοδιαυλικών με Τομεοποίηση



Τομείς 120°

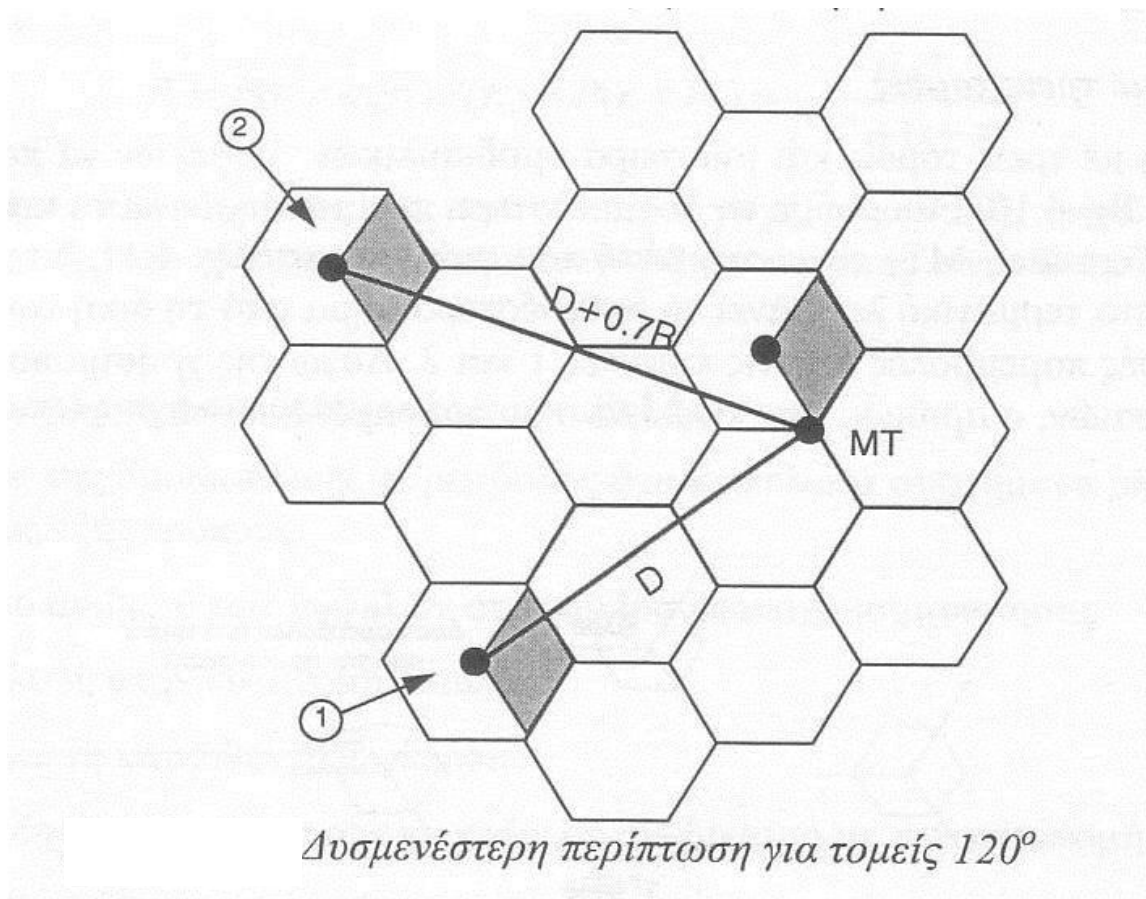


Τομείς 120° - δυσμενέστερη περίπτωση

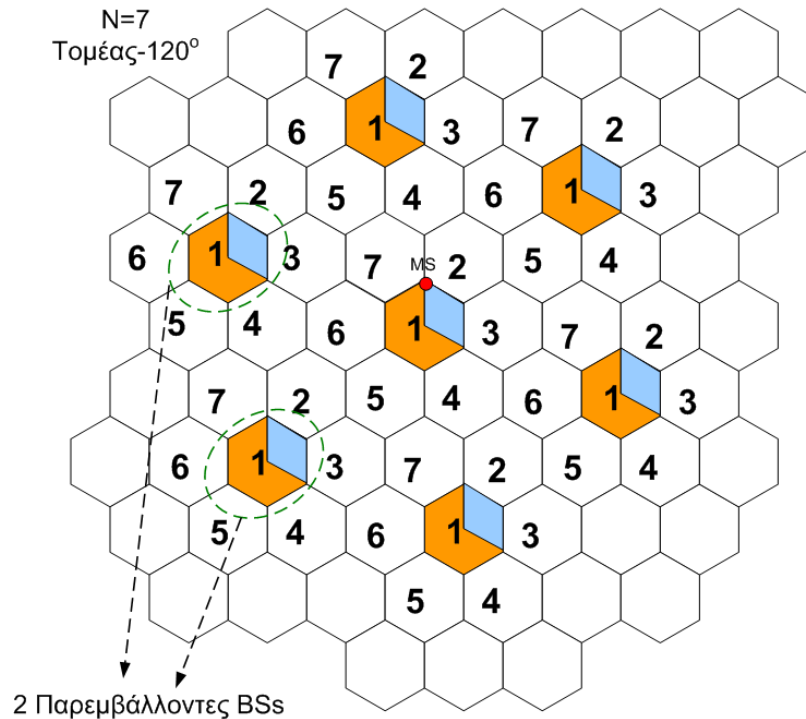
- Στην περίπτωση αυτή το κινητό τερματικό δέχεται παρεμβολή μόνο από δυο κεραίες

$$\frac{C}{I} = \frac{R^{-n}}{D^{-n} + (D+0.7R)^{-n}}$$

$$\frac{C}{I} = \frac{1}{\left(\frac{D}{R}\right)^{-n} + \left(\frac{D}{R} + 0.7\right)^{-n}}$$

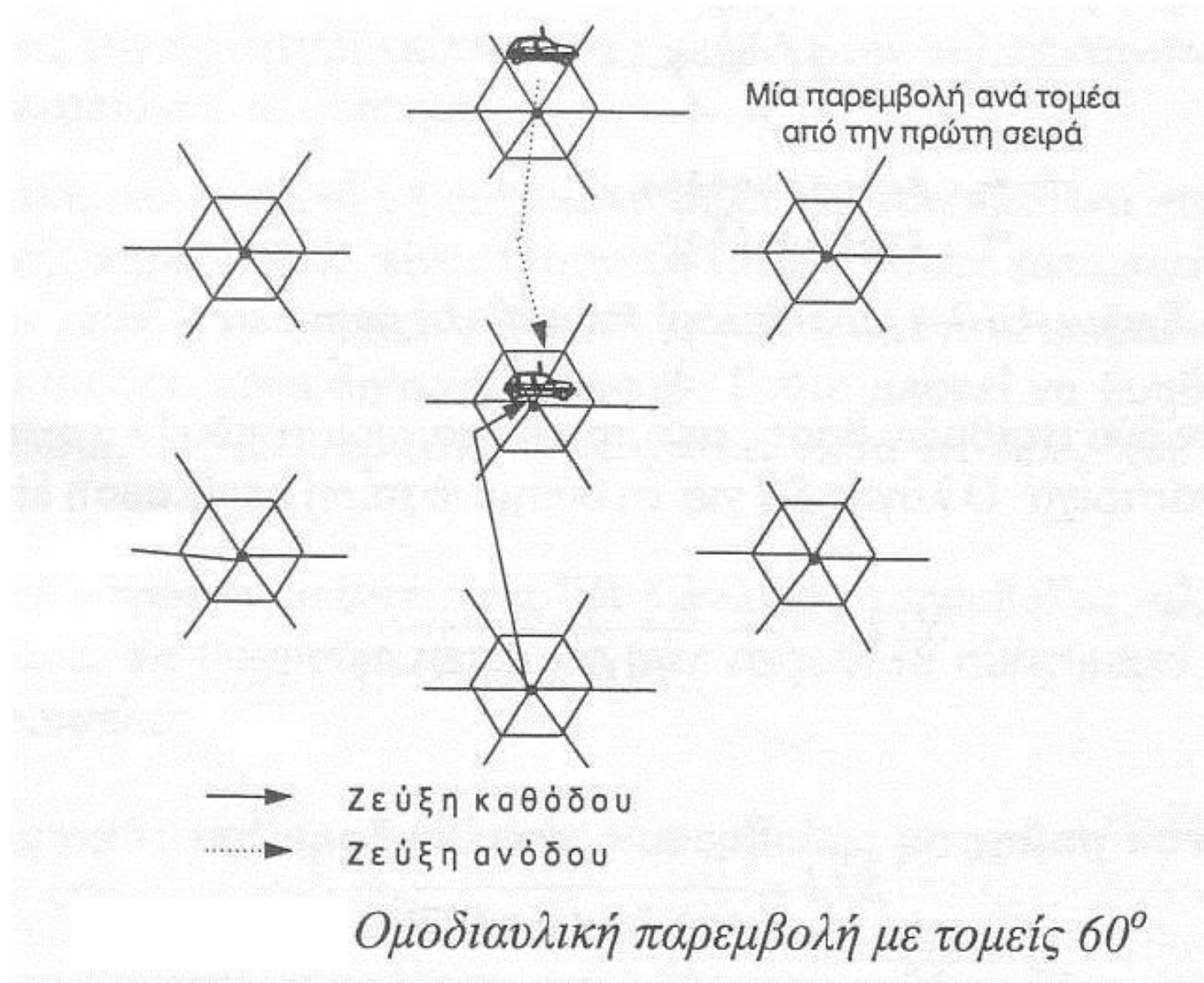


Τομεοποίηση 120° & N=7



Άρα, για $N=7$ δηλαδή $D/R=4.58$ και $n=4$ προκύπτει $C/I=280.95$ δηλαδή $24.5dB$. Άρα, προκύπτει ένα κέρδος της τάξης των $7.2dB$, σε σχέση με τις ομοιοκατευθυντικές κυψέλες.

Τομείς 60°

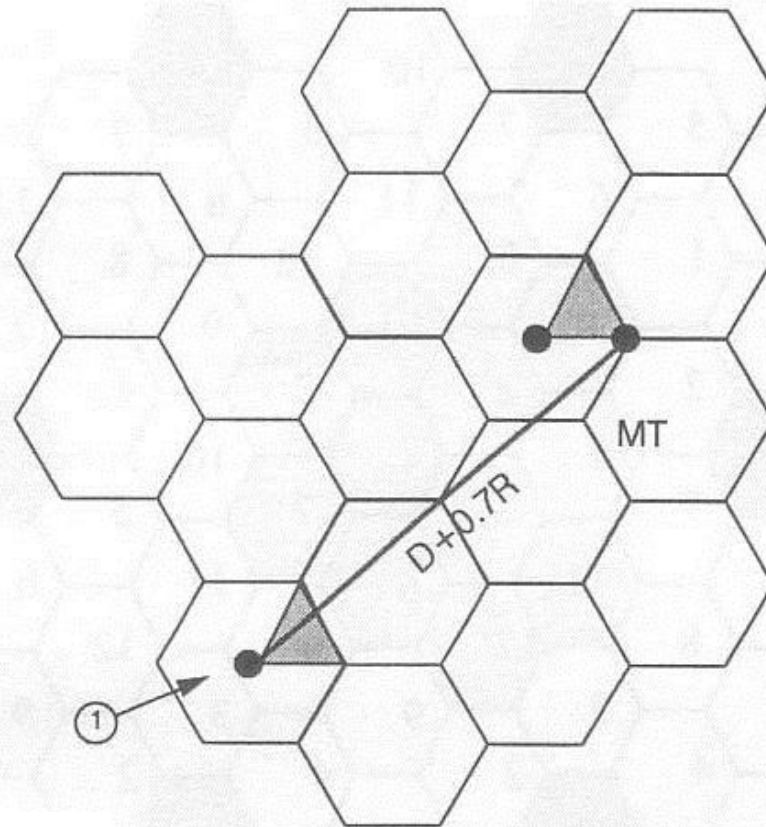


Τομείς 60° - δυσμενέστερη περίπτωση

- Αν η κάθε κεραία διαθέτει 6 τομείς των 60° τότε το κινητό θα δεχόταν παρεμβολή από μία μόνο κεραία

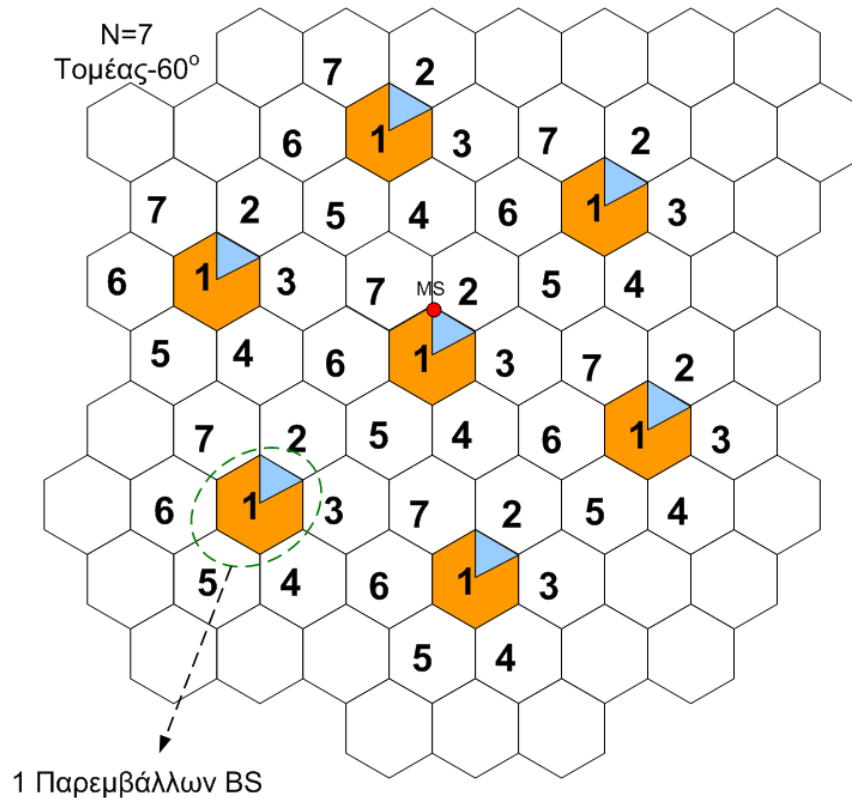
$$\frac{C}{I} = \frac{R^{-n}}{(D+0.7R)^n}$$

$$\frac{C}{I} = \frac{1}{\left(\frac{D}{R} + 0.7\right)^{-n}}$$



Δυσμενέστερη περίπτωση για τομείς 60°

Τομεοποίηση 60° & N=7



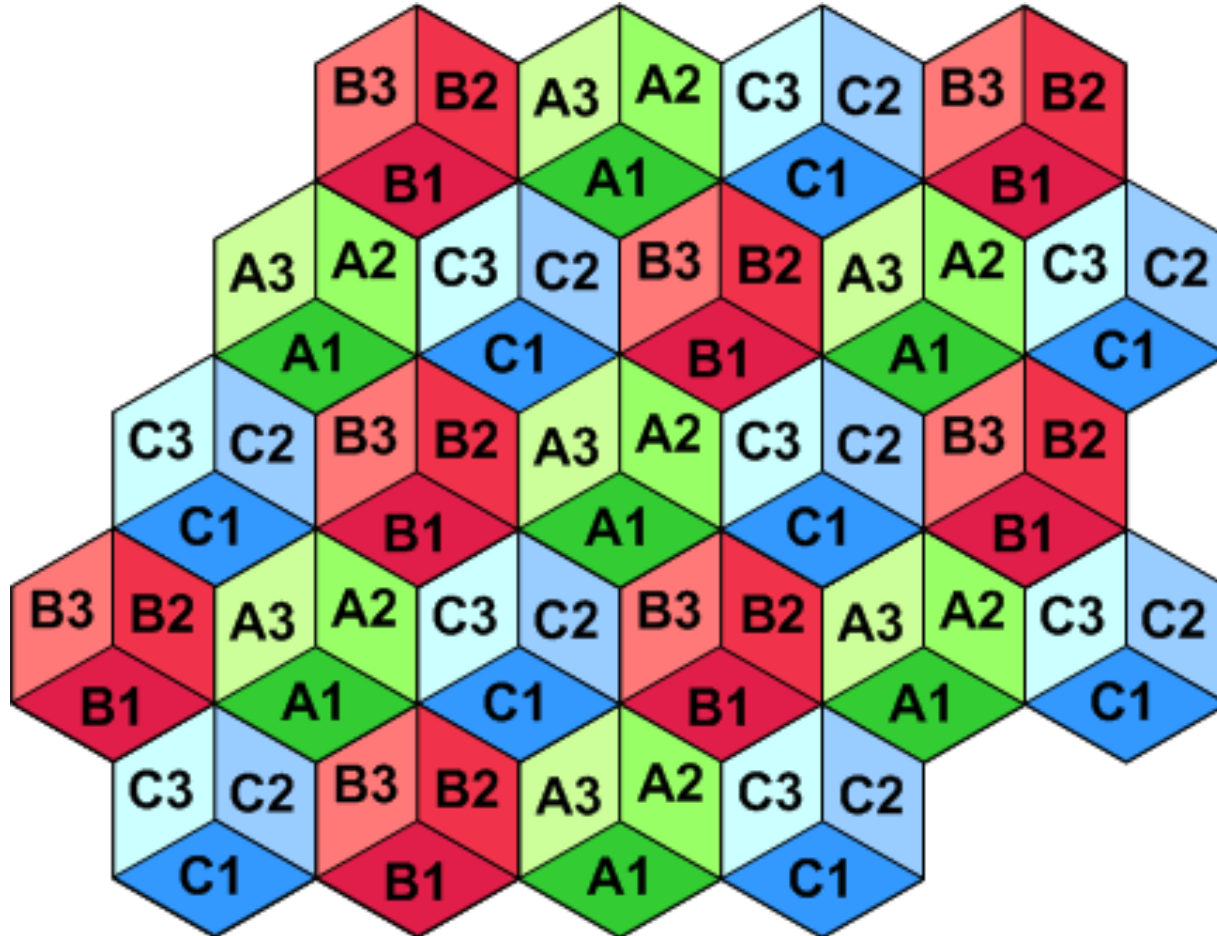
και άρα, για $n = 4$ προκύπτει $C/I = 777.20$ δηλαδή $28.9dB$. Άρα, προκύπτει ένα κέρδος της τάξης των $11.6dB$, σε σχέση με τις ομοιοκατευθυντικές κυψέλες.

Παράγοντας Επαναχρησιμοποίησης

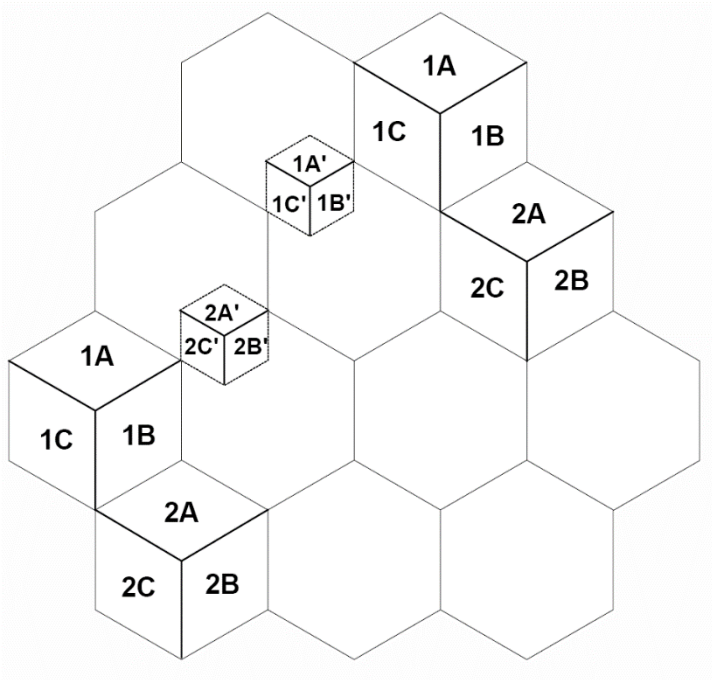
$K=3/9$

κυψέλες

τομείς



Διάσπαση Κυψελών – Ισχύς λήψης



Μεγάλες κυψέλες

$$P_r(R_o) = A \cdot P_o \cdot R_o^{-n}$$

Μικρές κυψέλες

$$P_r(R_s) = A \cdot P_s \cdot R_s^{-n}$$

Για ίδια απαιτούμενη λαμβανόμενη ισχύ:

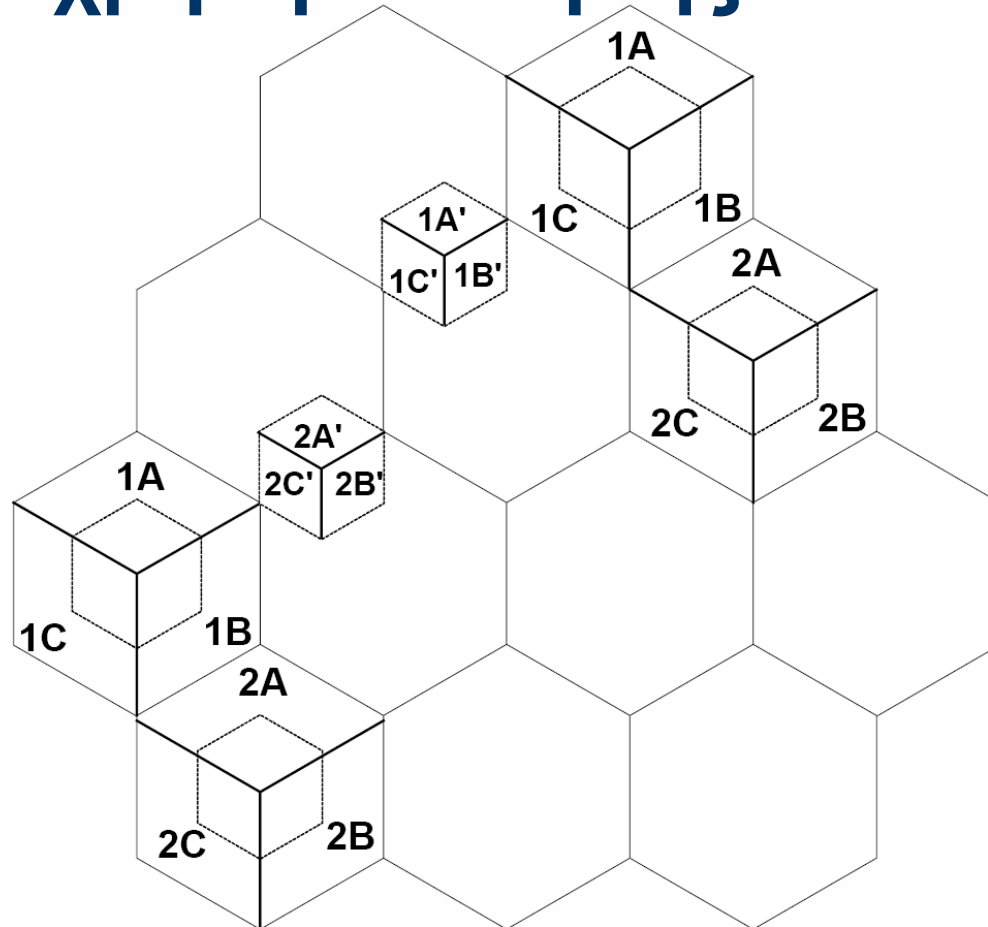
$$R_s = R_o / 2$$

$$n = 3.5$$

$$P_s = P_o \left(\frac{R_s}{R_o} \right)^n = \frac{P_o}{\sqrt{128}}$$

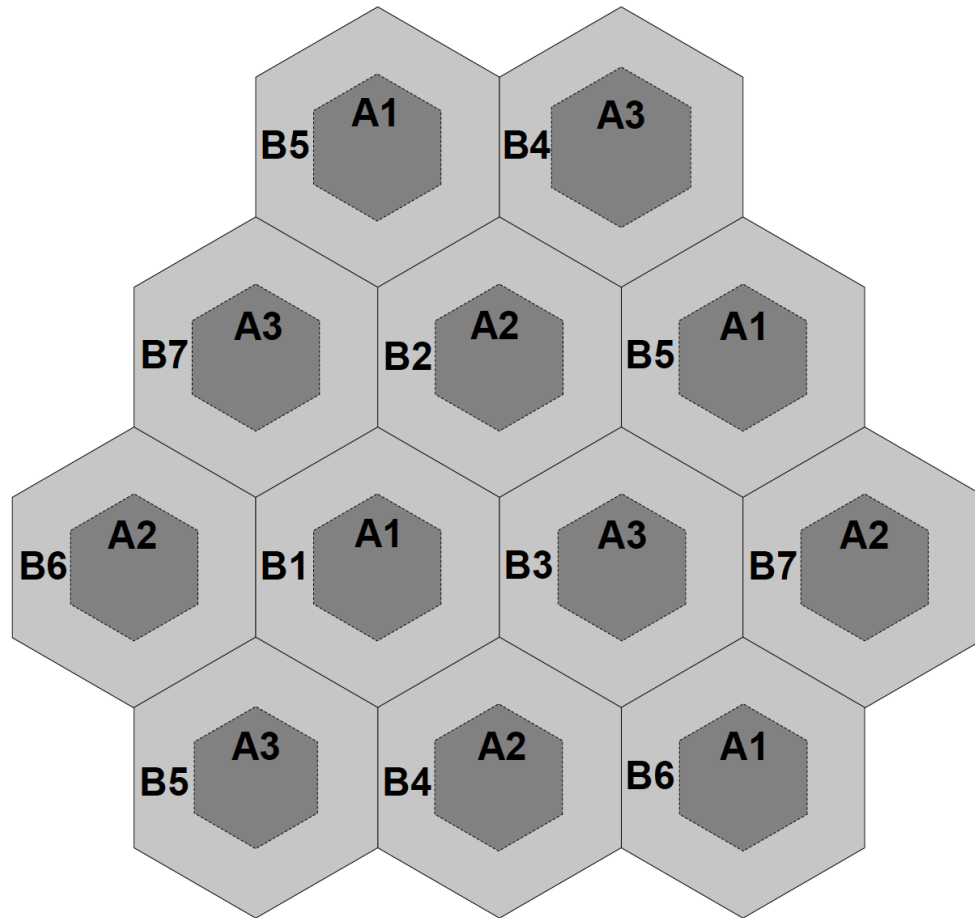
Μείωση εκπεμπόμενης ισχύος
Εξοικονόμηση ενέργειας

Διατήρηση Απόστασης Επαναχρησιμοποίησης

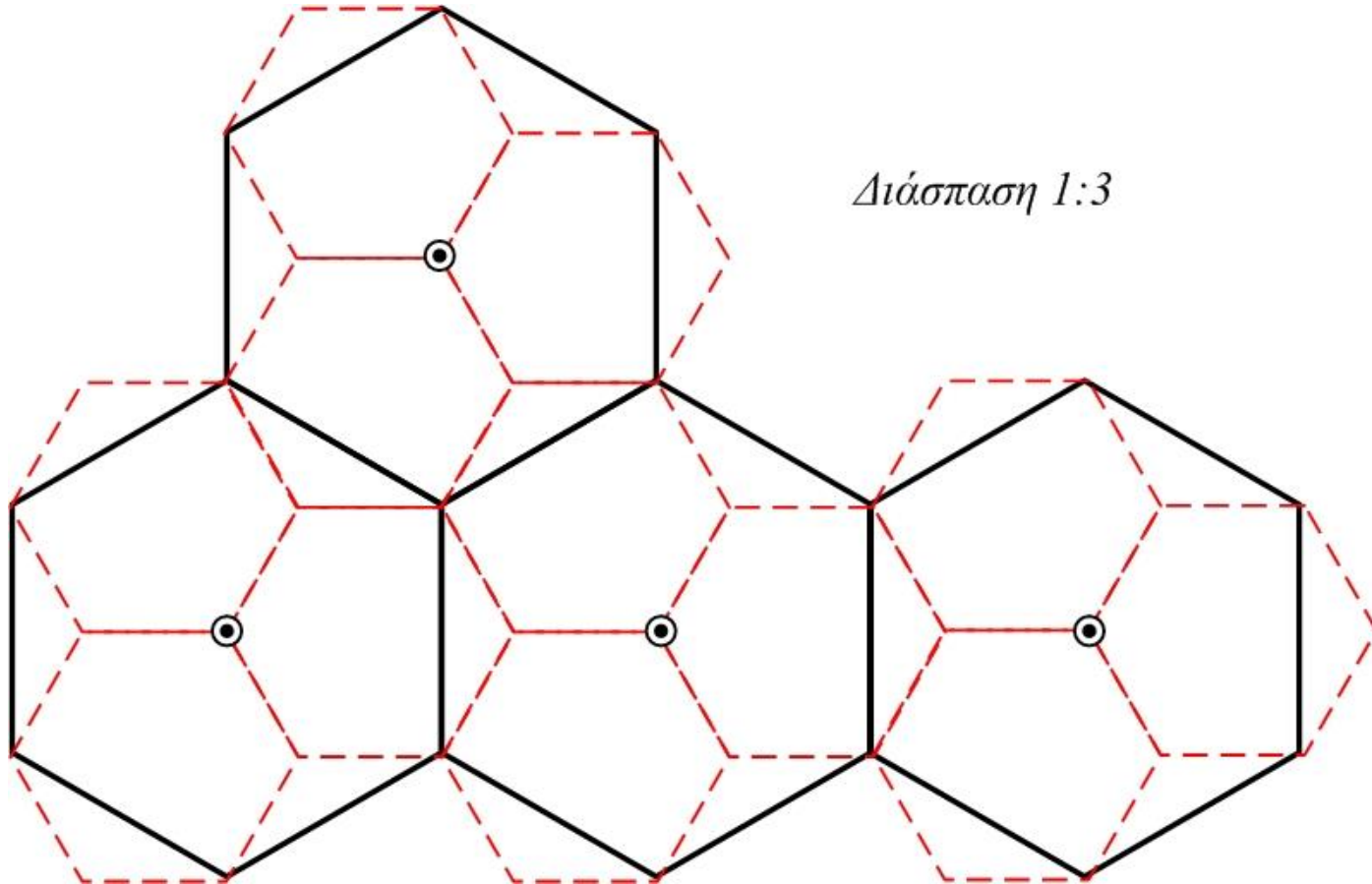


Διάσπαση με δύο Παράγοντες

Επανάληψη

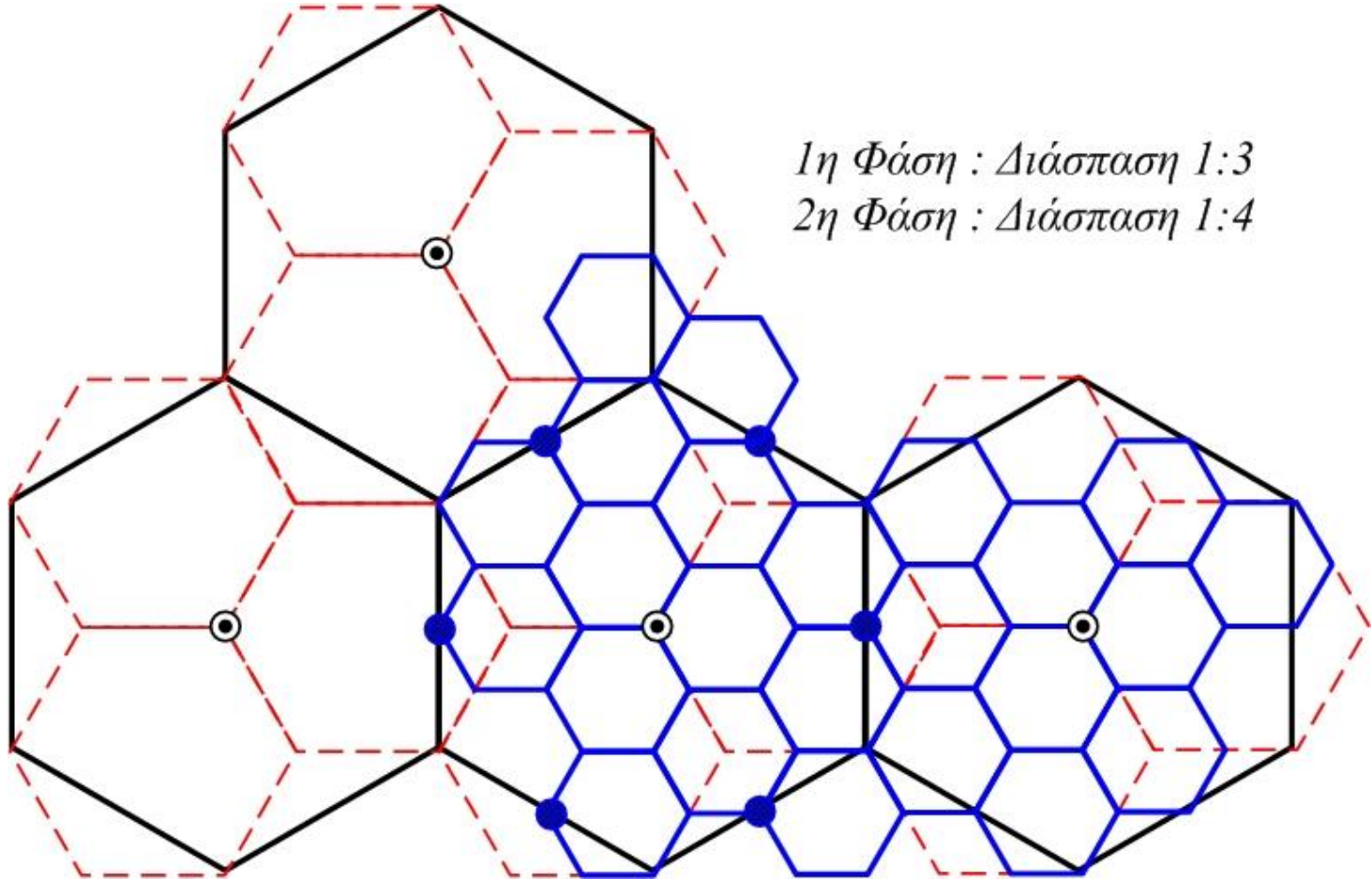


Πρώτη Φάση Διάσπασης 1:3

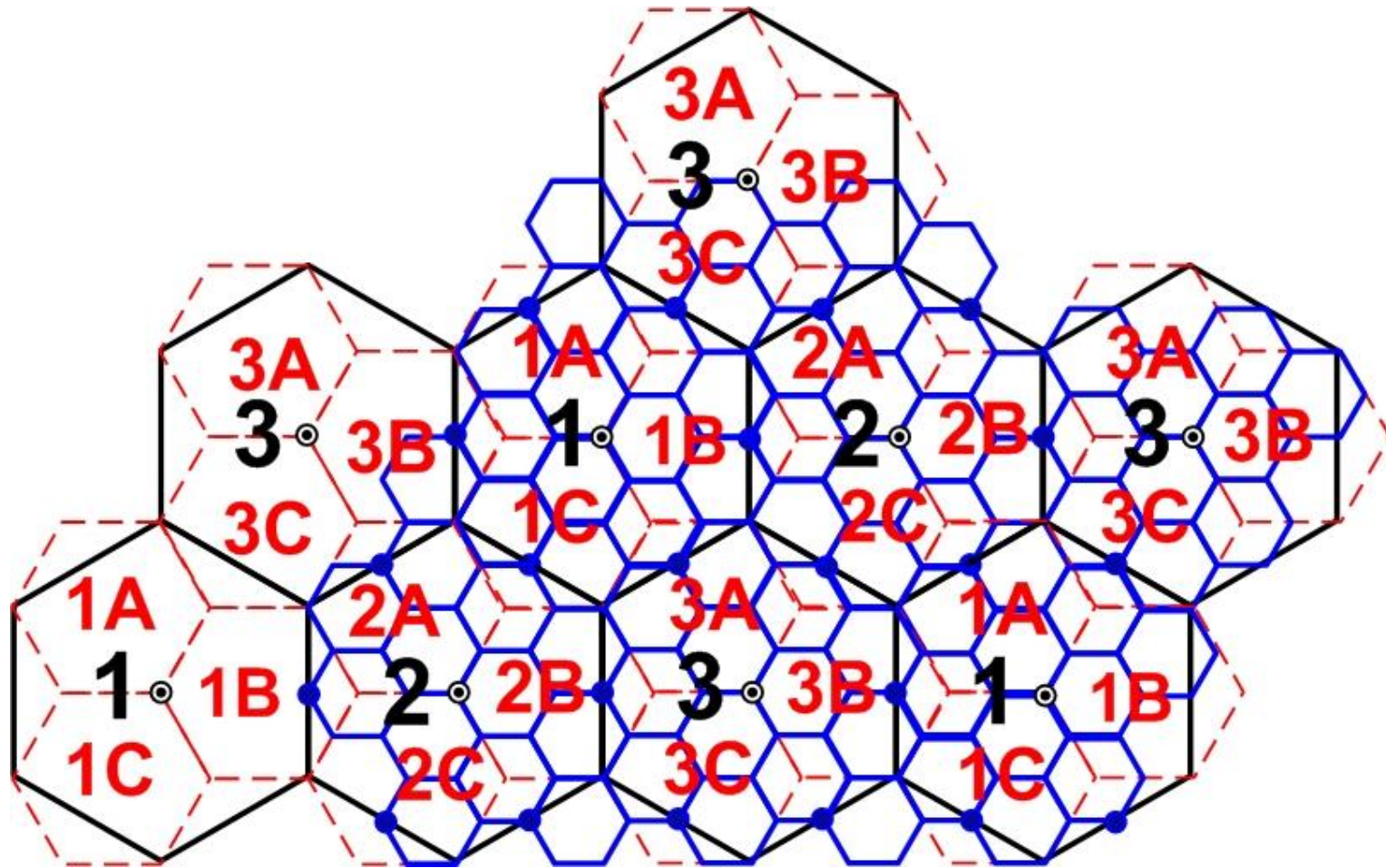


Διάσπαση 1:3

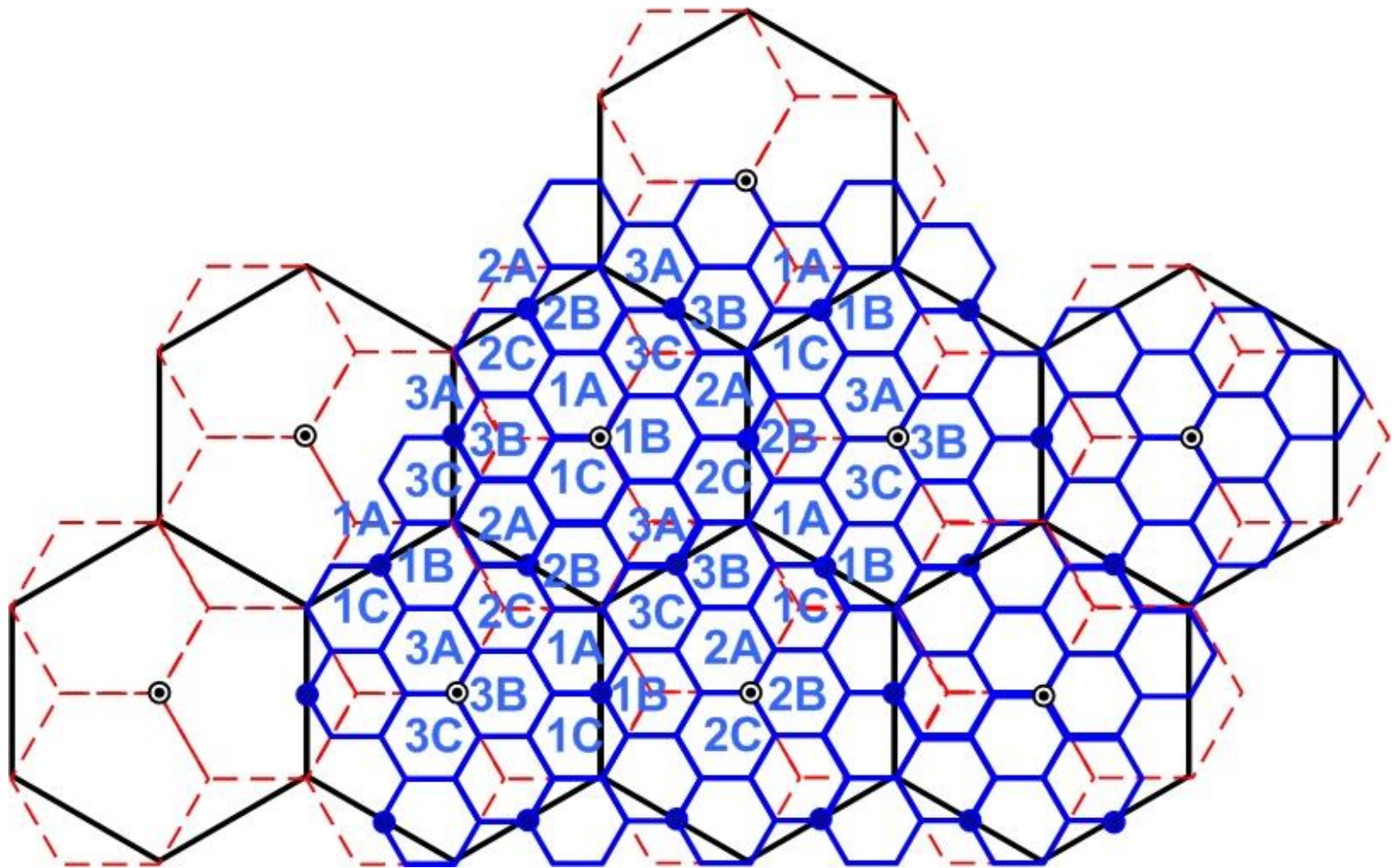
Δεύτερη Φάση Διάσπασης 1:4



Απόδοση Διαύλων στην 1^η Φάση



Απόδοση Διαύλων στην 2^η Φάση



Συμπερασματικά

Οι παρεμβολές είναι ένα αναπόφευκτο και δύσκολο πρόβλημα στις ασύρματες επικοινωνίες

Στα σύγχρονα συστήματα γίνεται όλο και δυσκολότερο λόγω των πολλαπλών μεταδόσεων

Πολλές διαφορετικές τεχνικές για την αντιμετώπισή του (και άλλες πέρα από αυτές που είδαμε)

Δυναμικά εξελισσόμενο άρα απαιτεί και δυναμικές λύσεις

Οι λύσεις προσαρμόζονται στο περιβάλλον και στα αίτια της παρεμβολής