

# **Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών**

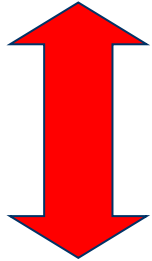
**Κατανομή και εκχώρηση  
ασύρματων πόρων  
(κεφ 5)**

# Περίληψη

- Σχήματα κατανομής διαύλων ανά κυψέλη
  - Σταθερή κατανομή
  - Δυναμική κατανομή
  - Υβριδική κατανομή
- Δανεισμός διαύλων
- Τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης
  - FDMA
  - TDMA
  - CDMA
- Ασύρματη χωρητικότητα κυψελωτών συστημάτων

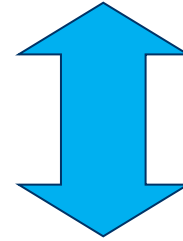
# Εισαγωγή

Κατανομή διαύλων



Απόδοση φάσματος

Πολλαπλή πρόσβαση  
Εκχώρηση



Αποτελεσματική  
χρησιμοποίηση του φάσματος  
(βελτίωση χωρητικότητας)

**Στόχοι:** Ευελιξία, ποιότητα, χωρητικότητα

# Κατανομή διαύλων

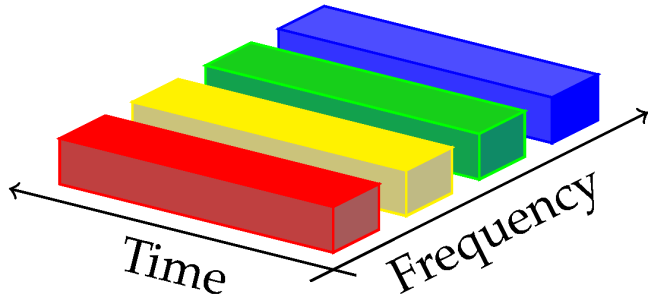
## Διαίρεση φάσματος σε διαύλους

- Διαίρεση συχνότητας (FD)
- Διαίρεση χρόνου (TD)
- Διαίρεση κώδικα (CD)
- Συνδυασμός TD, FD, CD

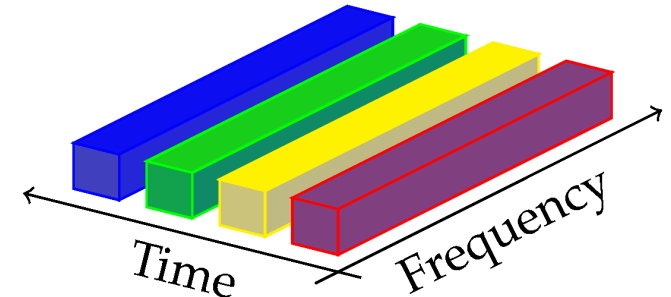
# Κατανομή διαύλων

## Διαίρεση φάσματος σε διαύλους

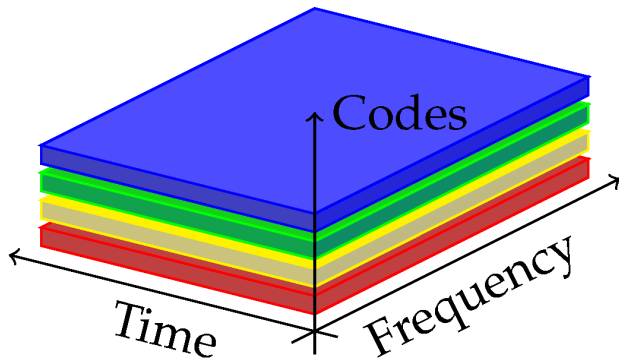
FDMA



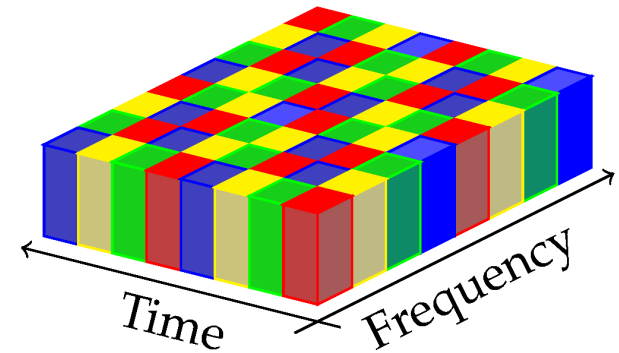
TDMA



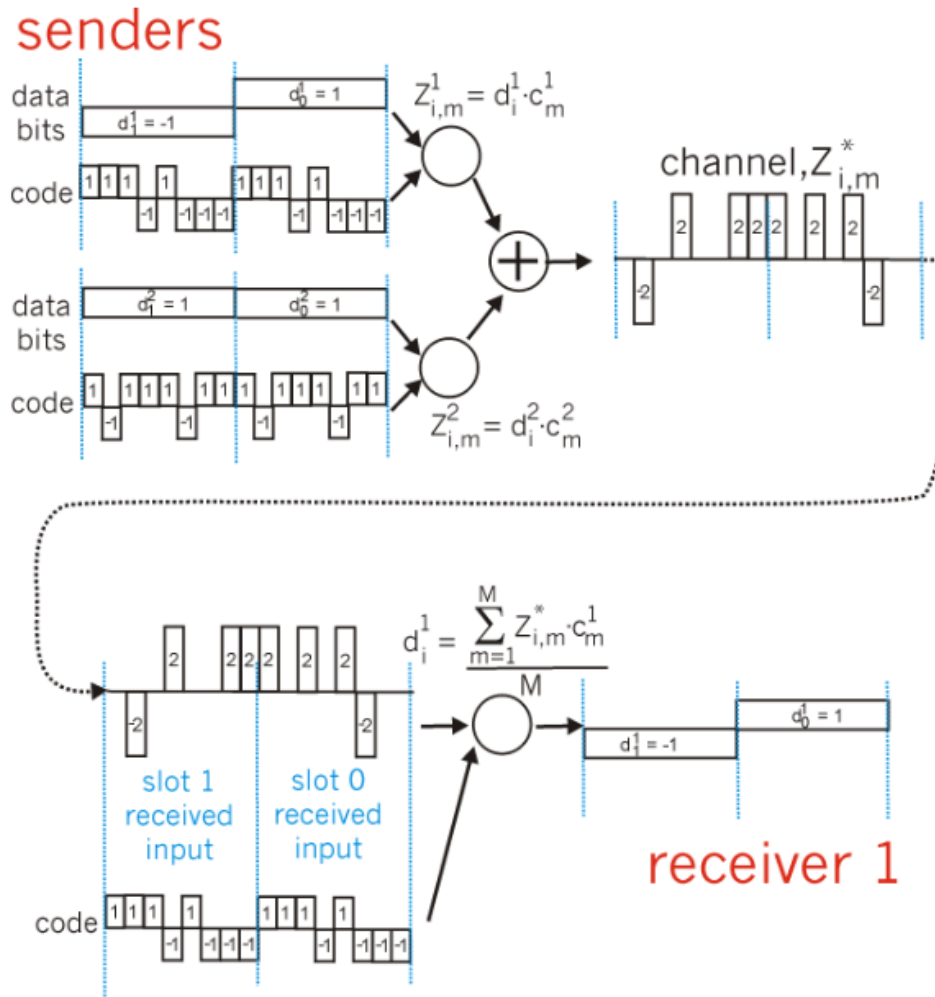
CDMA



OFDMA



# Code Division Multiple Access (CDMA)



# Κατανομή διαύλων

## Σχήματα κατανομής διαύλων ανά κυψέλη

- Σταθερή κατανομή (Fixed Channel Allocation, FCA)
- Δυναμική κατανομή (Dynamic Channel Allocation, DCA)
- Υβριδική κατανομή (Hybrid Channel Allocation, HCA)

# Κατανομή διαύλων

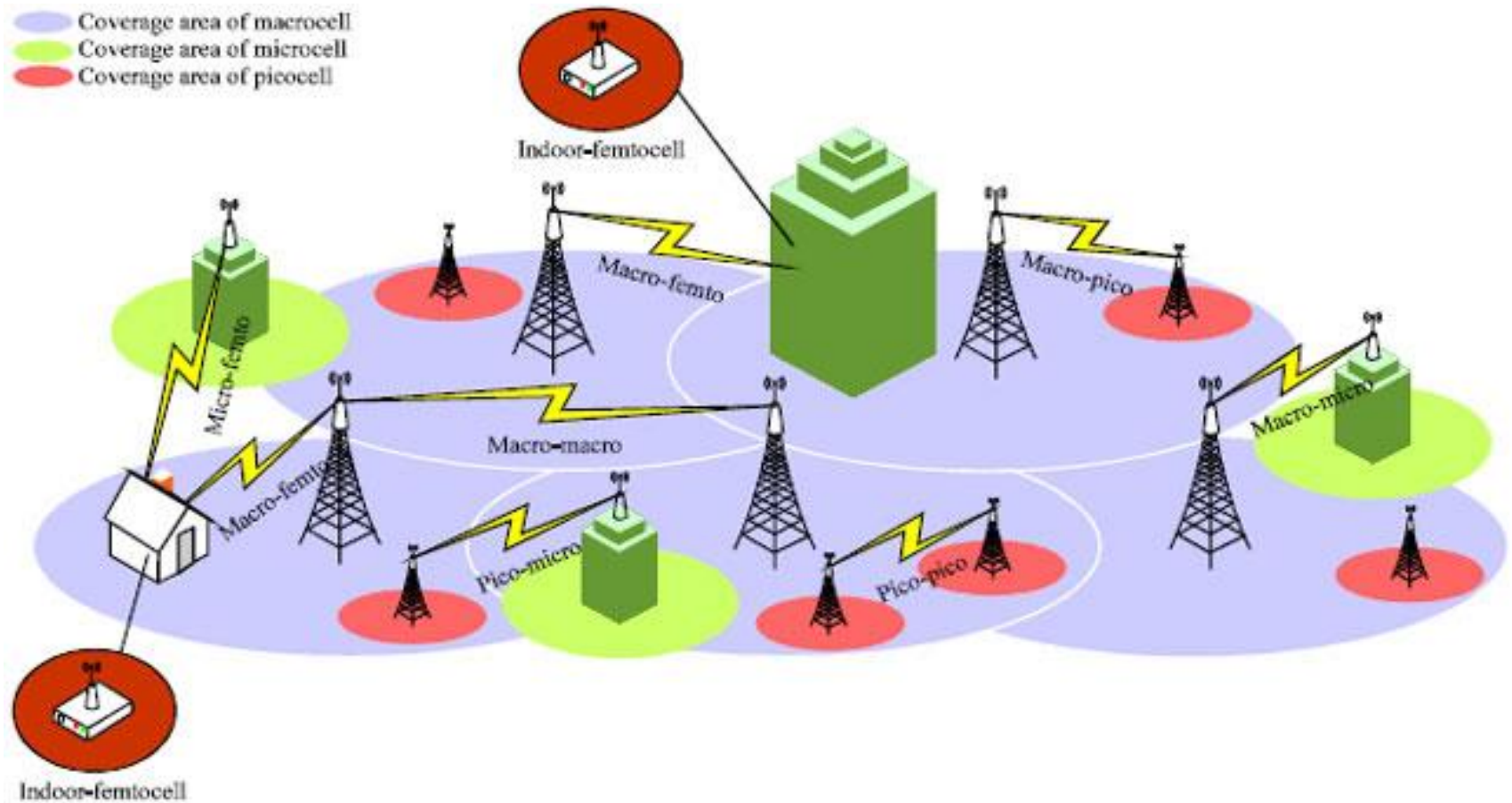
## FCA

- Ο ίδιος αριθμός διαύλων σε κάθε κυψέλη.
- Ομοιόμορφη κίνηση:
  - Πολύ καλή απόδοση
  - Ολική πιθανότητα αποκλεισμού = πιθανότητα ανά κυψέλη
- Μη ομοιόμορφη κίνηση:
  - Υψηλή πιθανότητα αποκλεισμού σε μερικές κυψέλες
  - Υποχρησιμοποίηση διαύλων σε άλλες κυψέλες
- Ακατάλληλη για μοντέρνα συστήματα μικροκυψελών (απρόβλεπτη κίνηση, πολλές μεταπομπές)
- Καλύτερη σε μεγάλες κυψέλες



# Κατανομή διαύλων

## FCA – Ακατάλληλη στα σύγχρονα δίκτυα



# Κατανομή διαύλων

## FCA

- Με μικροκυψέλες και πικοκυψέλες η FCA καταλήγει να είναι ακατάλληλη:
  - Δύσκολος προγραμματισμός
  - Δεν υπάρχει ευελιξία για αναδιάταξη
  - Δεν μπορεί να χειρίζεται απρόβλεπτη κίνηση
  - Δεν παρέχει εύρος ζώνης σύμφωνα με τη ζήτηση (πολυμέσα)

# Κατανομή διαύλων

## DCA

- Όχι σταθερή σχέση μεταξύ διαύλων και κυψελών.
- Ένας δίαυλος μπορεί να επιλεγεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε κυψέλη, εφόσον ικανοποιούνται οι περιορισμοί των παρεμβολών.
- Μεγαλύτερο κόστος και μεγαλύτερη πολυπλοκότητα.
- Επειδή μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι του ενός ελεύθεροι δίαυλοι ⇒ εφαρμογή κάποιας στρατηγικής για την επιλογή του διαύλου που θα εκχωρηθεί.

# Κατανομή διαύλων

## DCA

- Κύρια ιδέα στα σχήματα DCA
  - Ο υπολογισμός του κόστους χρησιμοποίησης κάθε υποψήφιου διαύλου και η επιλογή εκείνου με το μικρότερο κόστος, εφόσον ικανοποιούνται οι περιορισμοί για τις παρεμβολές.
- Η επιλογή της συνάρτησης κόστους είναι εκείνη που διαφοροποιεί τα διάφορα σχήματα DCA
  - Πιθανότητα αποκλεισμού επόμενων κλήσεων
  - Χρησιμοποίηση διαύλου
  - Απόσταση επαναχρησιμοποίησης

# Κατανομή διαύλων

## DCA

- Ανάλογα με τον βαθμό προγραμματισμού και την επικοινωνία μεταξύ των σταθμών βάσης, διακρίνουμε:
- **Κεντρική DCA**
  - Απαιτείται κεντρικός έλεγχος με πληροφορίες που φθάνουν από όλο το σύστημα.
  - Αποδοτική αλλά ανέφικτη πρακτικά (σηματοδοσία, επεξεργασία)
- **Αποκεντρωμένη DCA**
  - Δεν απαιτείται προγραμματισμός ή επικοινωνία με όλους τους σταθμούς βάσης.
  - Μειονεκτήματα: διακοπή εξυπηρέτησης, αδιέξοδα, αστάθεια.

# Κατανομή διαύλων

## Κεντρική DCA

### *Μέγιστη ομαδοποίηση (Maximum Packing)*

Μια κλήση αποκλείεται μόνο όταν δεν μπορεί να γίνει ανακατανομή των κλήσεων σε όλους τους διαύλους του συστήματος, ώστε να εξυπηρετηθεί.

# Κατανομή διαύλων

## Κεντρική DCA

### Αλγόριθμος MAXMIN

Εκχωρείται στο κινητό τερματικό ο δίαυλος που μεγιστοποιεί τον ελάχιστο λόγο  $S/I$ , ο οποίος εμφανίζεται σε οποιοδήποτε κινητό τερματικό του συστήματος που χρησιμοποιεί τον υπόψη δίαυλο την ώρα της εκχώρησης.

$$\max_{j \in C} \min_{i \in S} \left\{ \frac{S}{I} (d_{ij}) \right\}$$

$i$  τερματικά  
 $j$  δίαυλοι

# Κατανομή διαύλων

## Αποκεντρωμένη DCA

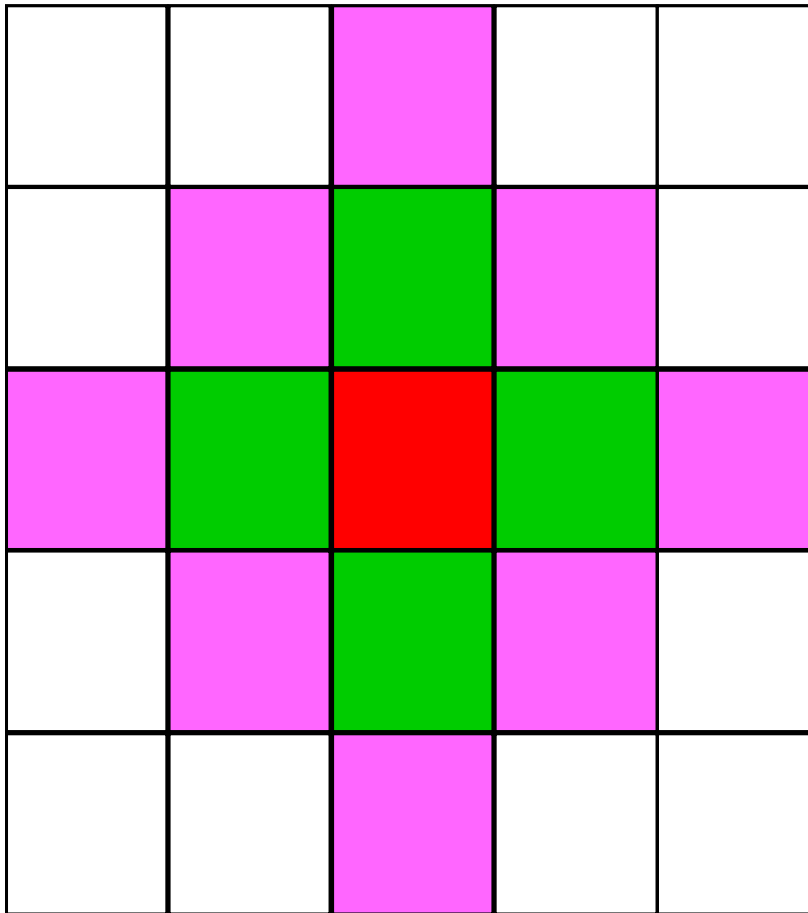
- Ανταλλαγή πληροφοριών στη γειτονιά παρεμβολής κάθε σταθμού βάσης.
- Επιτρέπεται σε κάποιον σταθμό βάσης να χρησιμοποιήσει κάποιον δίαυλο που είναι διαθέσιμος και δημιουργεί «το μικρότερο πρόβλημα παρεμβολής» στη γειτονιά του σταθμού βάσης.
- Με βάση μια συνάρτηση κόστους/ανταμοιβής



# Κατανομή διαύλων




## Αποκεντρωμένη DCA

Δυναμική απόκτηση πόρων ( *Dynamic Resource Acquisition - DRA* )



Δέσμευση διαύλου μέσω συνάρτησης κόστους:

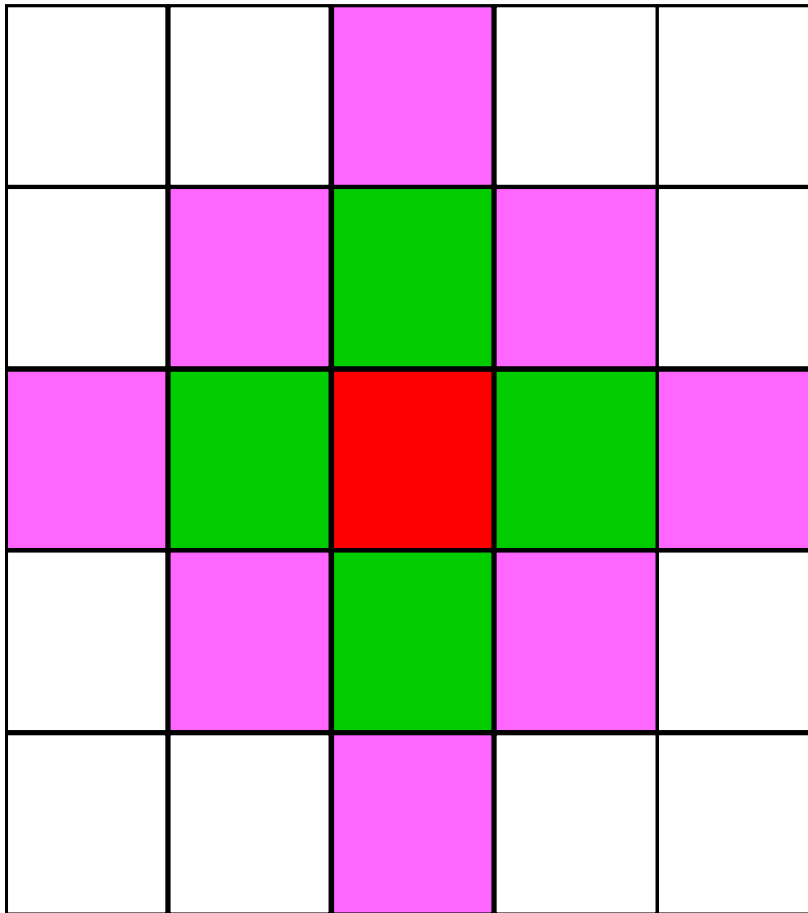
- Οι δίαυλοι της γειτονιάς παρεμβολής **αποκλείονται**
- Επιλέγεται ο δίαυλος που χρησιμοποιείται **λιγότερο** στη γειτονιά DRA

-  Δοθείσα κυψέλη
-  Γειτονιά παρεμβολής
-  Γειτονιά DRA

# Κατανομή διαύλων

## Αποκεντρωμένη DCA

Δυναμική απόκτηση πόρων ( *Dynamic Resource Acquisition - DRA* )



Απελευθέρωση διαύλου:

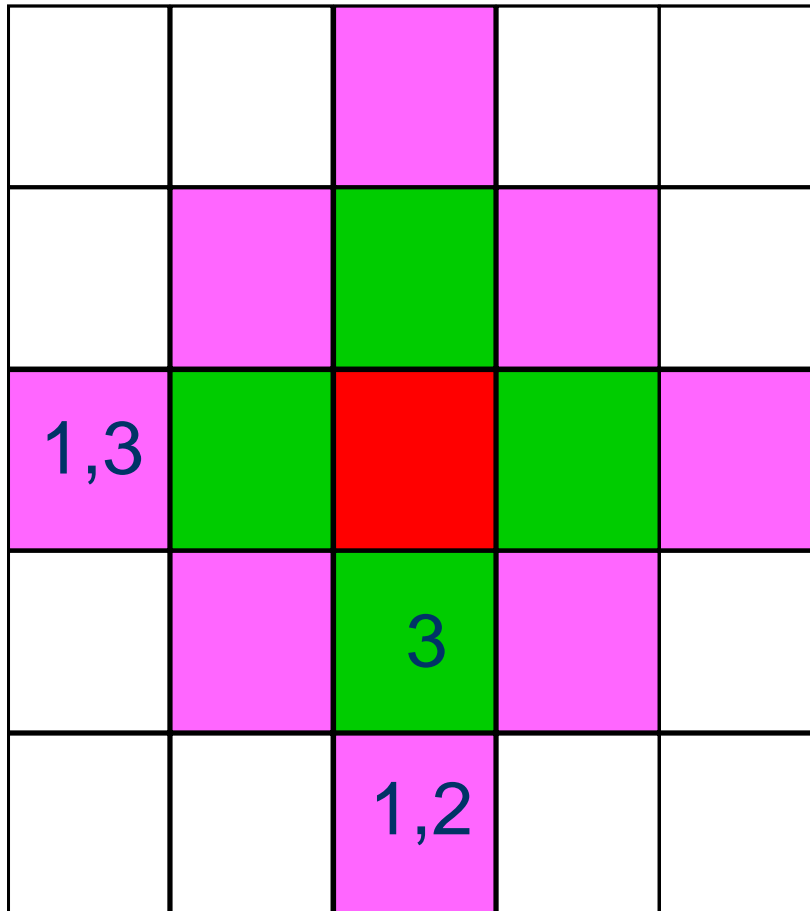
- Οι δίαυλοι της γειτονιάς παρεμβολής **δεν έχουν δεσμευθεί.**
- Επιλέγεται ο δίαυλος που χρησιμοποιείται **περισσότερο** στη γειτονιά DRA

- Δοθείσα κυψέλη
- Γειτονιά παρεμβολής
- Γειτονιά DRA

# Κατανομή διαύλων

## Αποκεντρωμένη DCA

### Δυναμική απόκτηση πόρων (DRA)






Δέσμευση διαύλου

Συνάρτηση κόστους

Ραδιοδίαυλος 1: 2

Ραδιοδίαυλος 2: 1

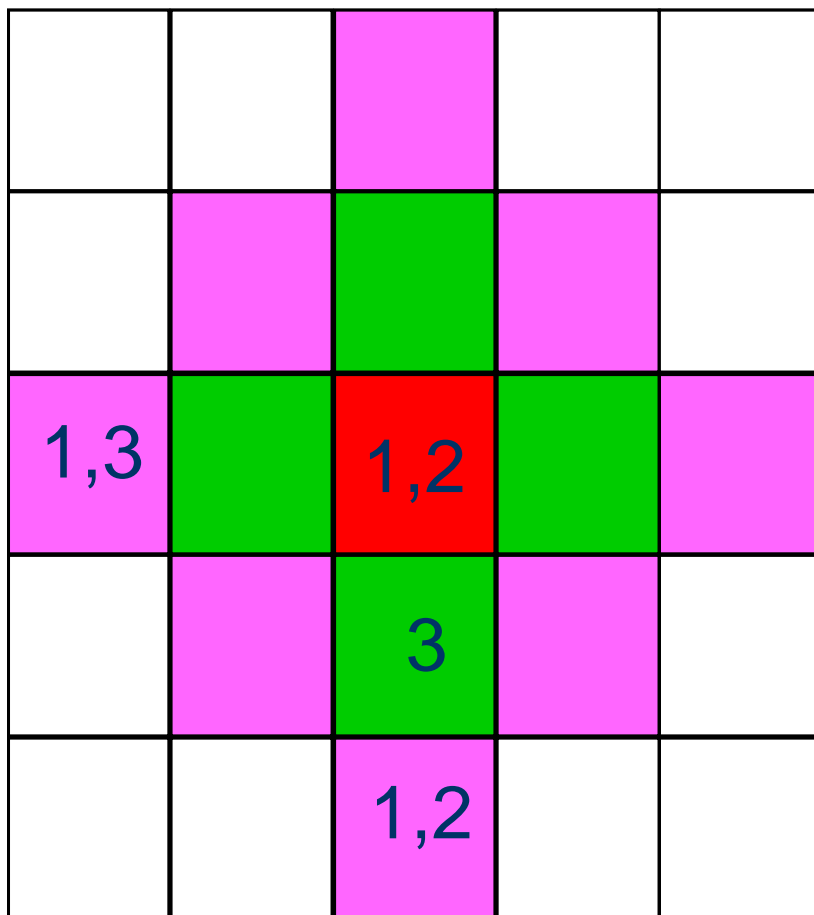
Ραδιοδίαυλος 3: αποκλείεται

-  Δοθείσα κυψέλη
-  Γειτονιά παρεμβολής
-  Γειτονιά DRA

# Κατανομή διαύλων

## Αποκεντρωμένη DCA

### Δυναμική απόκτηση πόρων (DRA)






Απελευθέρωση διαύλου

Συνάρτηση ανταμοιβής

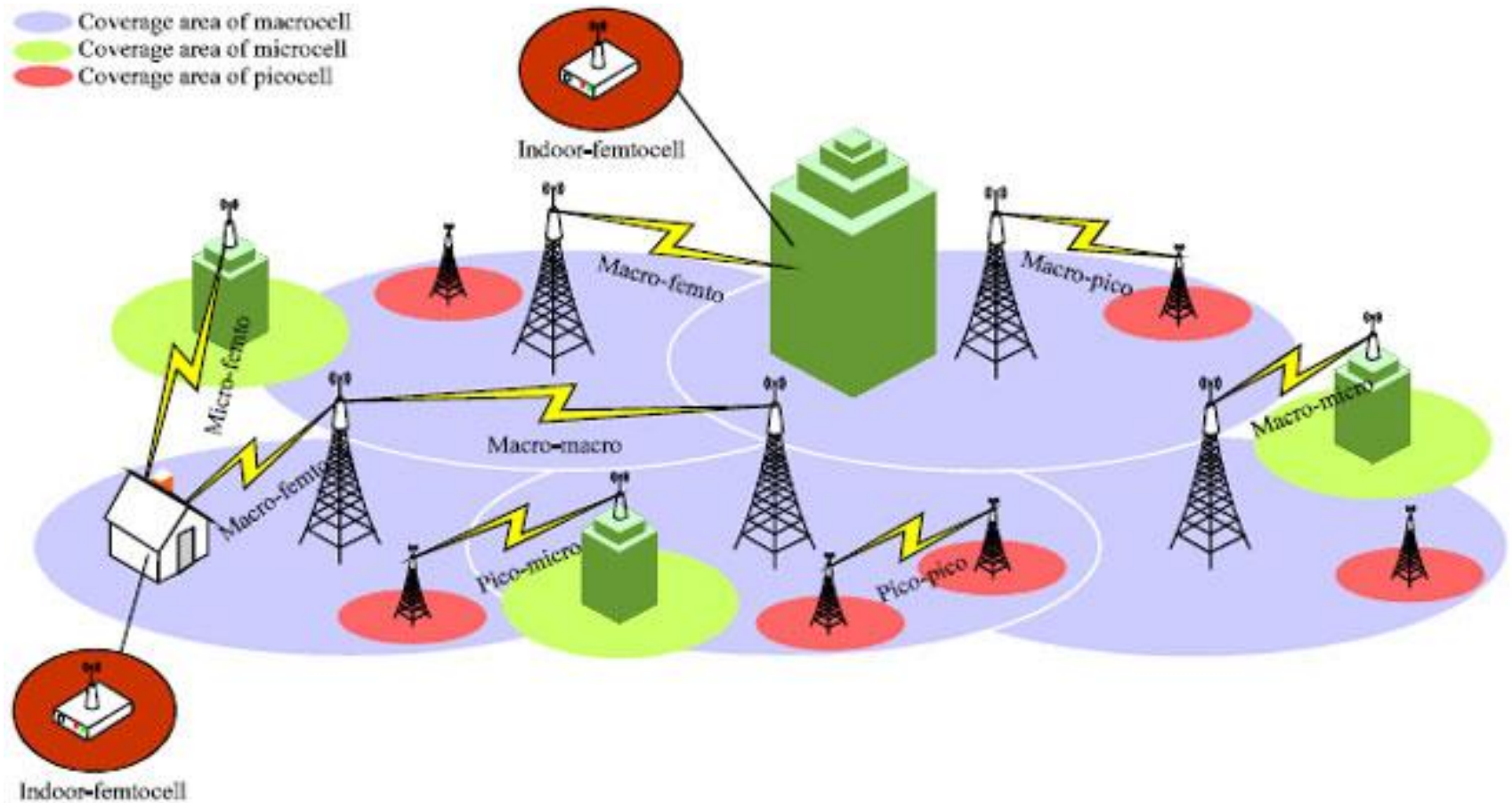
Ραδιοδιάυλος 1: 2

Ραδιοδιάυλος 2: 1

-  Δοθείσα κυψέλη
-  Γειτονιά παρεμβολής
-  Γειτονιά DRA

# Κατανομή διαύλων

## Αποκεντρωμένη DCA σε δίκτυα 4G



# Κατανομή διαύλων

## Αποκεντρωμένη DCA σε δίκτυα 4G

### Almost Blank Subframes

