

# **Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών**

**Αρχιτεκτονική των  
κυψελωτών  
συστημάτων  
(συνέχεια)**

# INTER-CELL και INTRA-CELL HANDOVER

**inter-cell handover:** μεταφορά κλήσης από μία κυψέλη σε άλλη.

**intra-cell handover:** μεταφορά κλήσης από ένα κανάλι σε άλλο στην ίδια κυψέλη.

# Απόφαση μεταπομπής

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι απόφασης:

- **Network-Controlled Handover**
- **Mobile-Assisted Handover**
- **Mobile-Controlled Handover**

## Network-Controlled Handover

- Το δίκτυο αποφασίζει με βάση μετρήσεις από τους σταθμούς βάσης και άλλες δικτυακές οντότητες.
- Σχετικά γρήγορη μέθοδος.
- Χρήση στα πρώτης γενιάς δίκτυα.

## Mobile-Assisted Handover

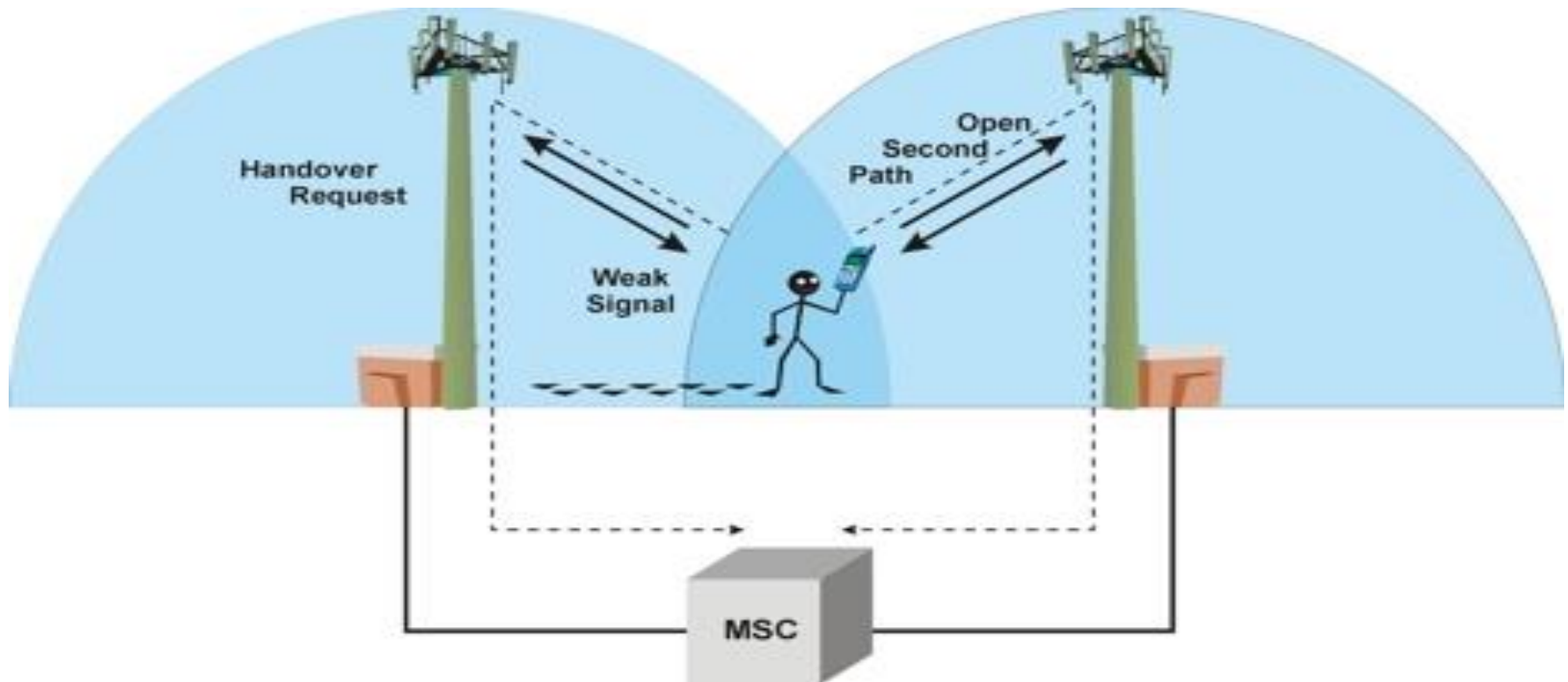
- Το δίκτυο αποφασίζει με βάση τόσο δικές του μετρήσεις, αλλά και μετρήσεις που στέλνονται από το τερματικό.
- Χρειάζεται περισσότερο χρόνο υλοποίησης της μεταπομπής.
- Ποιο αποτελεσματικό.

## Mobile-Controlled Handover

- Το τερματικό είναι αποκλειστικά υπεύθυνο για την απόφαση μεταπομπής.
- Γρήγορη απόφαση με βάση μετρήσεις σήματος και παρεμβολών σε όλα τα κανάλια
- Η μεταπομπή ενεργοποιείται όταν το σήμα προς παρεμβολή της κυψέλης του τερματικού πέσει κάτω από μια ορισμένη στάθμη.

# Τύποι μεταπομπής

- HARD HANDOVER
- SOFT HANDOVER
- HORIZONTAL HANDOVER
- VERTICAL HANDOVER

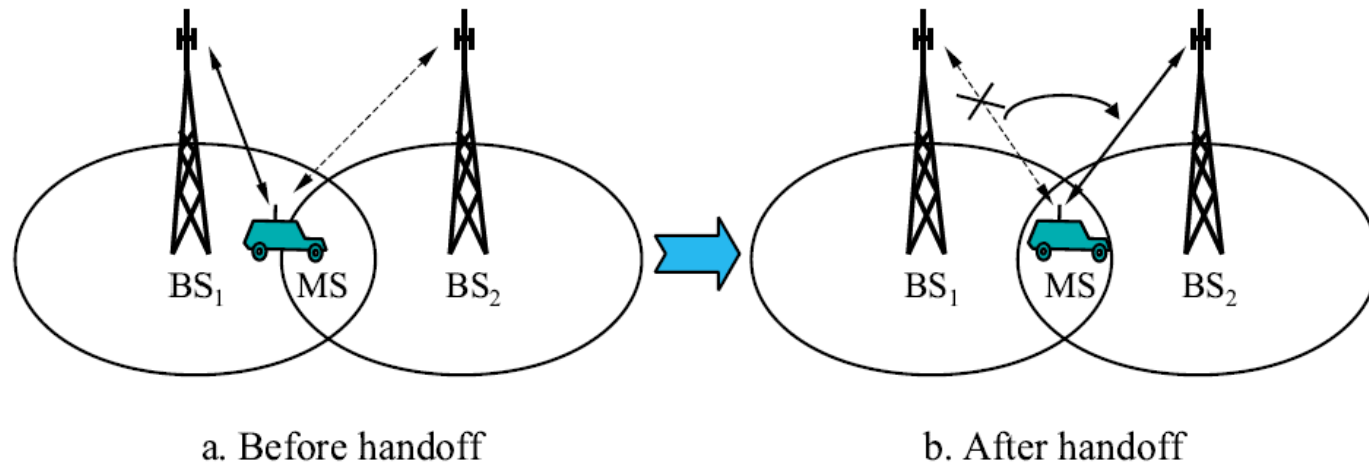


# HARD HANDOVER

“BREAK BEFORE MAKE”

- Η παλιά σύνδεση διακόπτεται πριν ενεργοποιηθεί η καινούρια σύνδεση
- Κύρια χρήση σε FDMA / TDMA συστήματα (π.χ. GSM)

# Μηχανισμός Hard Handover



Ο σταθμός βάσης BS<sub>1</sub> μεταφέρει το τερματικό στο γειτονικό σταθμό BS<sub>2</sub>.

Η σύνδεση στο παλιό σταθμό διακόπτεται πριν ξεκινήσει η σύνδεση με το νέο σταθμούς. Το τερματικό δεν συνδέεται καμία στιγμή με πάνω από έναν σταθμούς βάσης.



# Χαρακτηριστικά

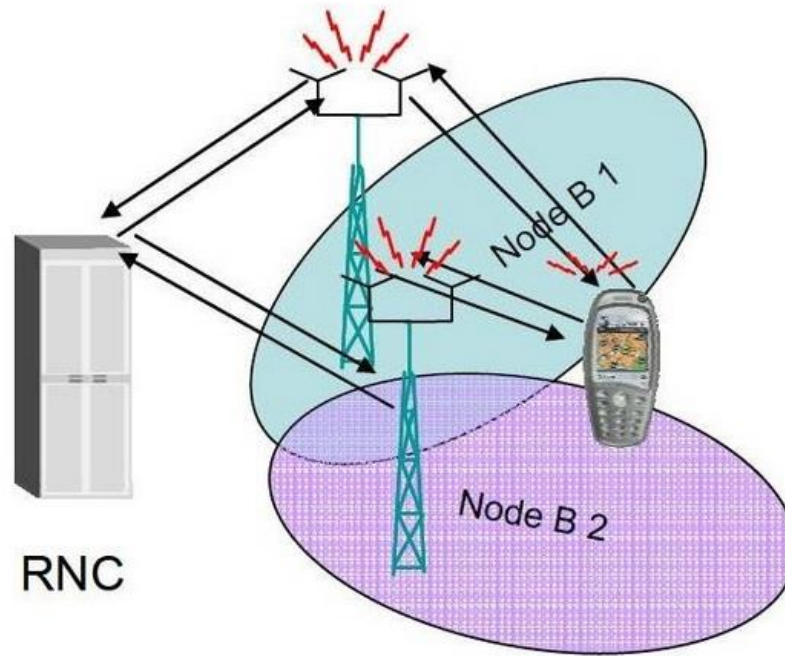
- Ένα hard handover είναι συνήθως φθηνότερο και ευκολότερο στην υλοποίηση σε σχέση με άλλους τύπους.
- Χρησιμοποιείται κυρίως σε συστήματα **FDMA** (frequency division multiple access), όπου διαφορετικές συχνότητες χρησιμοποιούνται σε γειτονικές κυψέλες.
- Το τερματικό δε χρειάζεται να λαμβάνει και να επεξεργάζεται πάνω από δύο σήματα ταυτόχρονα.

# SOFT HANDOVER

## “MAKE BEFORE BREAK”

- Η σύνδεση με το νέο σταθμό βάσης ενεργοποιείται πριν τη διακοπή της σύνδεσης με τον παλιό σταθμό βάσης.
- Για κάποιο διάστημα το τερματικό είναι συνδεδεμένο και στους δύο σταθμούς βάσης.
- Καλύτερη απόδοση και λιγότερες απώλειες (ποιο ομαλή μεταπομπή).
- Εφαρμόζεται και στα σύγχρονα συστήματα λόγω πολλαπλών κεραιών.

# ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ SOFT HANDOVER



- Το τερματικό συνδέεται πρώτα στο νέο σταθμό βάσης (Node B 2) και μετά διακόπτεται η σύνδεση του με το παλιό σταθμό βάσης (Node B 1).
- Η παλιά σύνδεση διακόπτεται μόνο αν η νέα σύνδεση έχει σταθεροποιηθεί σε αποδεκτά επίπεδα.
- Το τερματικό μπορεί να λαμβάνει και να αποστέλλει και στους δύο σταθμούς βάσης.

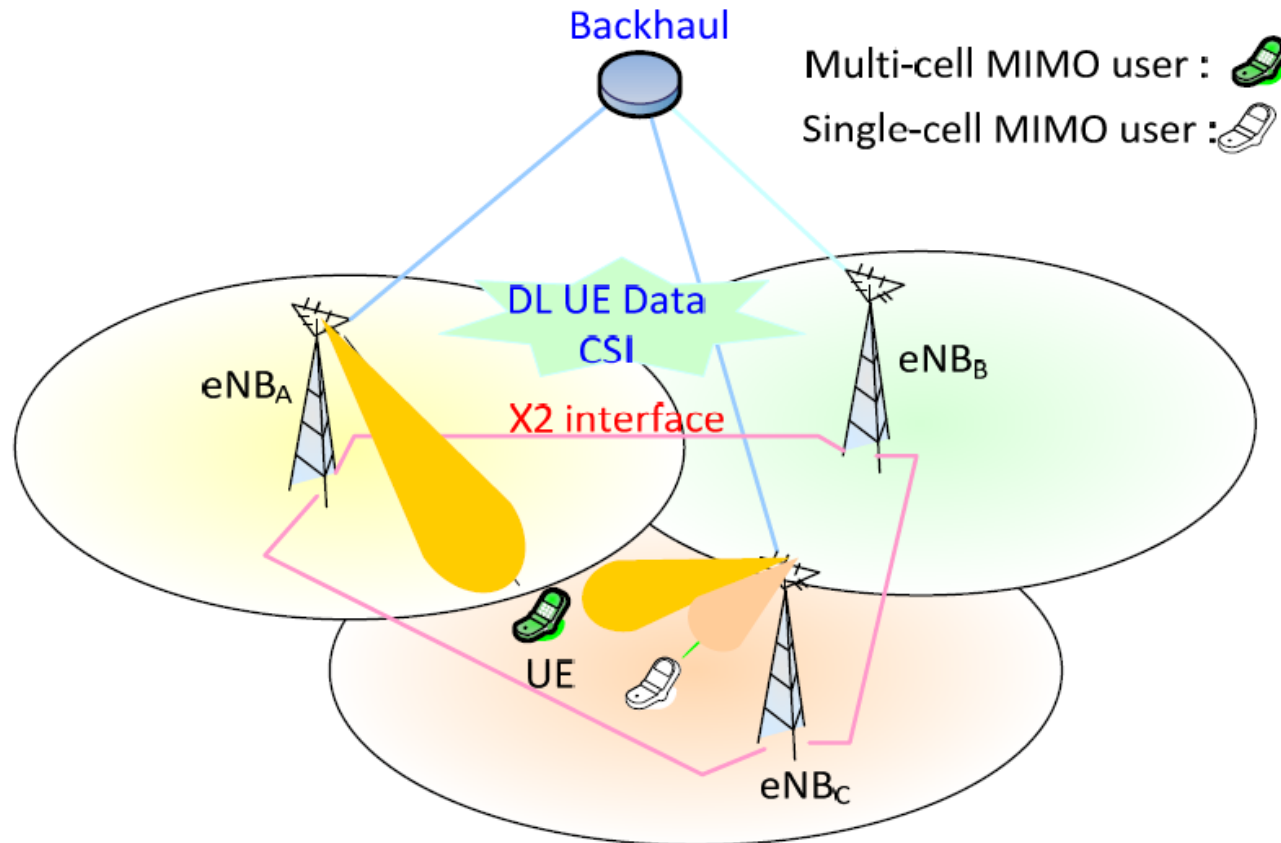
## Χαρακτηριστικά

- Προσφέρει μια πιο αξιόπιστη επικοινωνία και λιγότερες πιθανότητες απώλειας σύνδεσης κατά τη διάρκεια της μεταπομπής.
- Χρησιμοποιείται σε συστήματα **CDMA** (Code-division multiple access) λόγω της δυνατότητας παράλληλης αποστολής/λήψης σε/από δύο σταθμούς.
- Μεγαλύτερο κόστος και πολυπλοκότητα.
- Αποδοτικό για πιο «ευαίσθητα» είδη κίνησης όπως η τηλεδιάσκεψη.

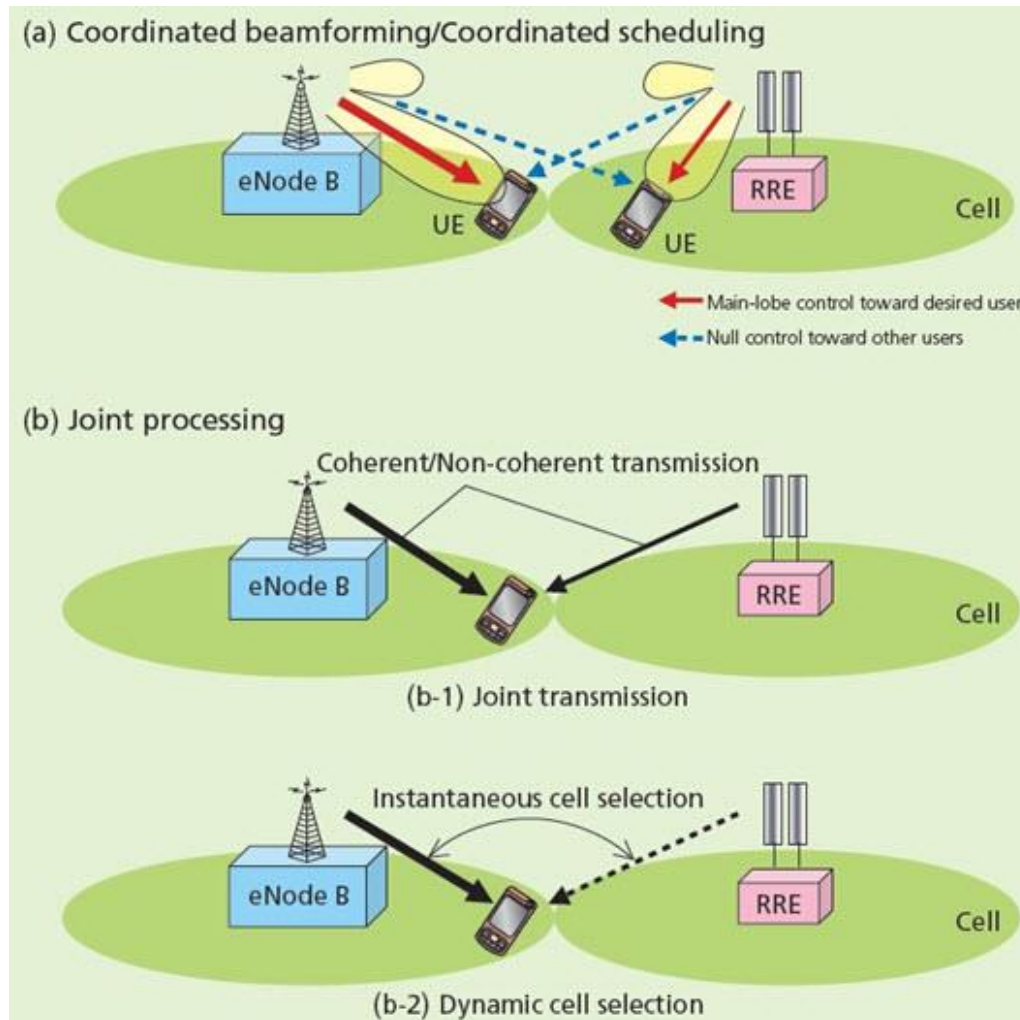
# Co-ordinated Multipoint

## ■ CoMP

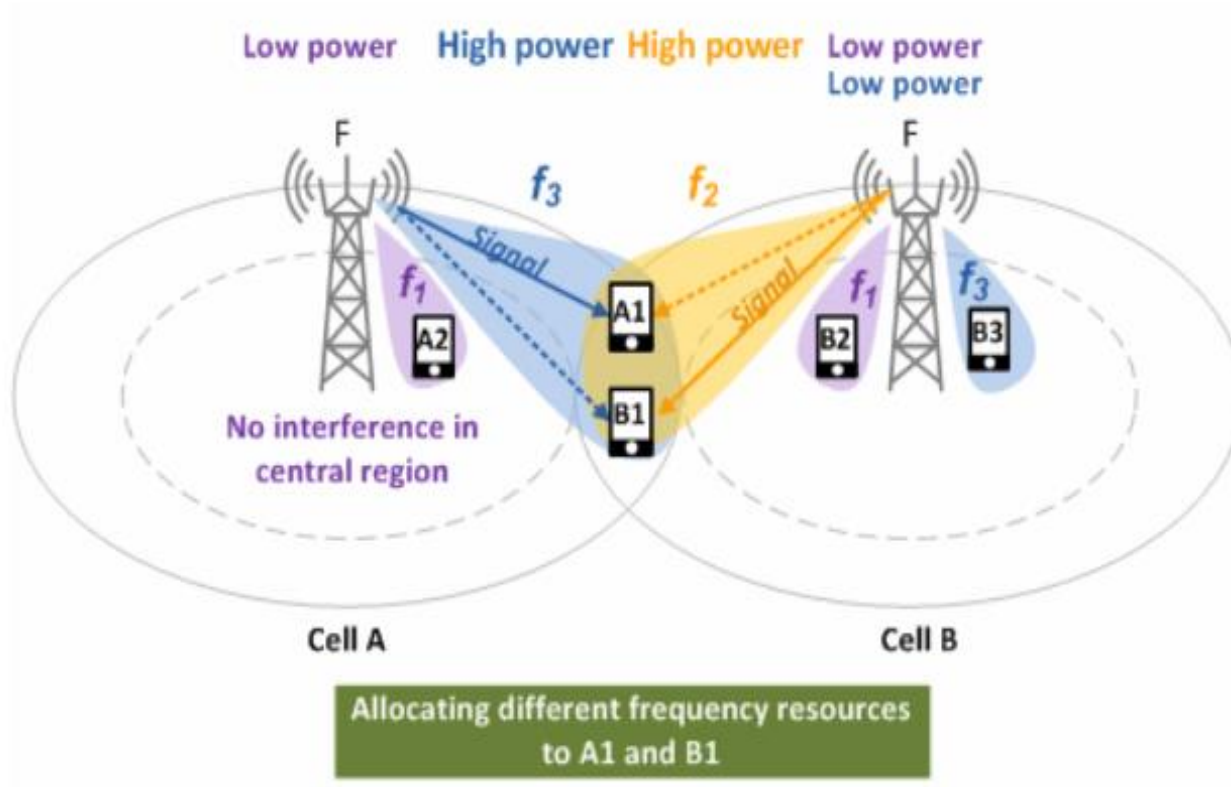
- Stands for Coordinated Multipoint Transmission and Reception
- Generally known as distributed MIMO or network MIMO



# Co-ordinated Multipoint



# CoMP – Coordinated scheduling



- Cell A and Cell B cooperate with each other to allocate different frequency resources ( $f_3, f_2$ ) to A1 and B1 at cell edge, avoiding interference.
- A1 and B1 receive data, only from their respective serving cells, Cell A and Cell B.

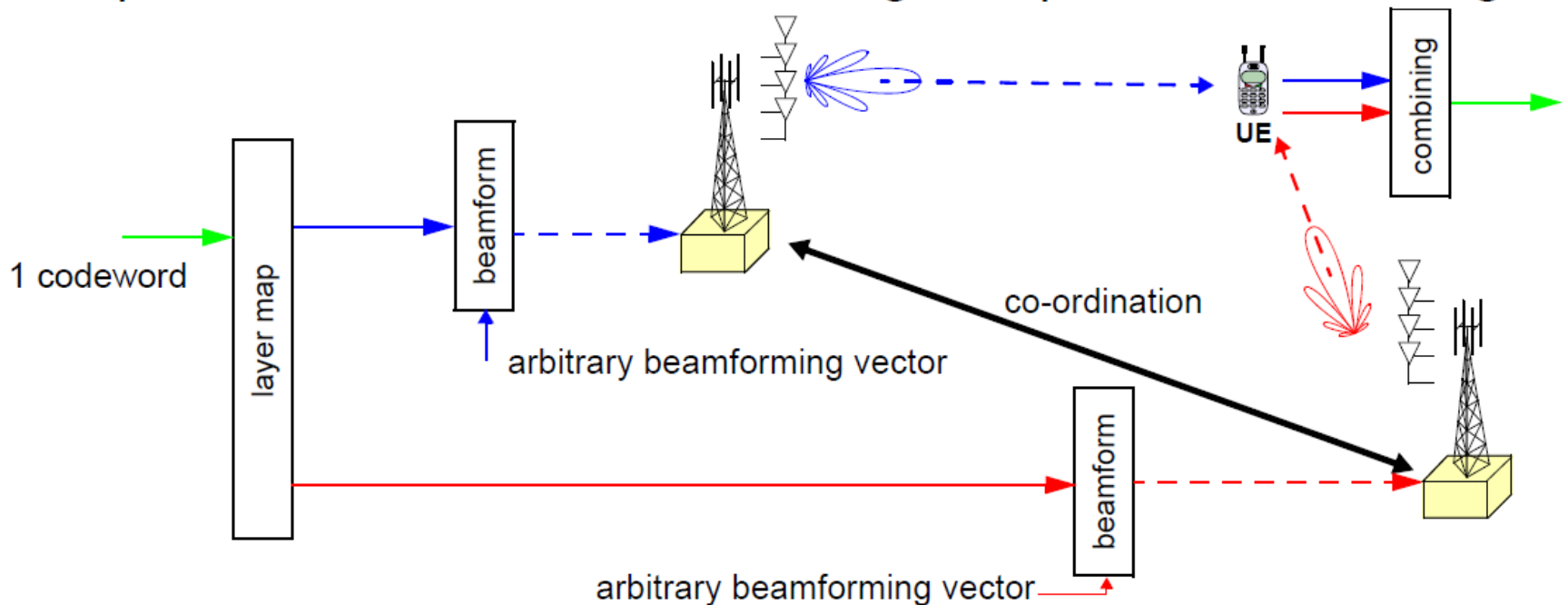
$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_N\}$$

$f_i$ : RBs or sub-carriers

RB: Resource Block

# CoMP – Joint transmission

- Multiple eNBs transmit to one UE using UE-specific reference signals:

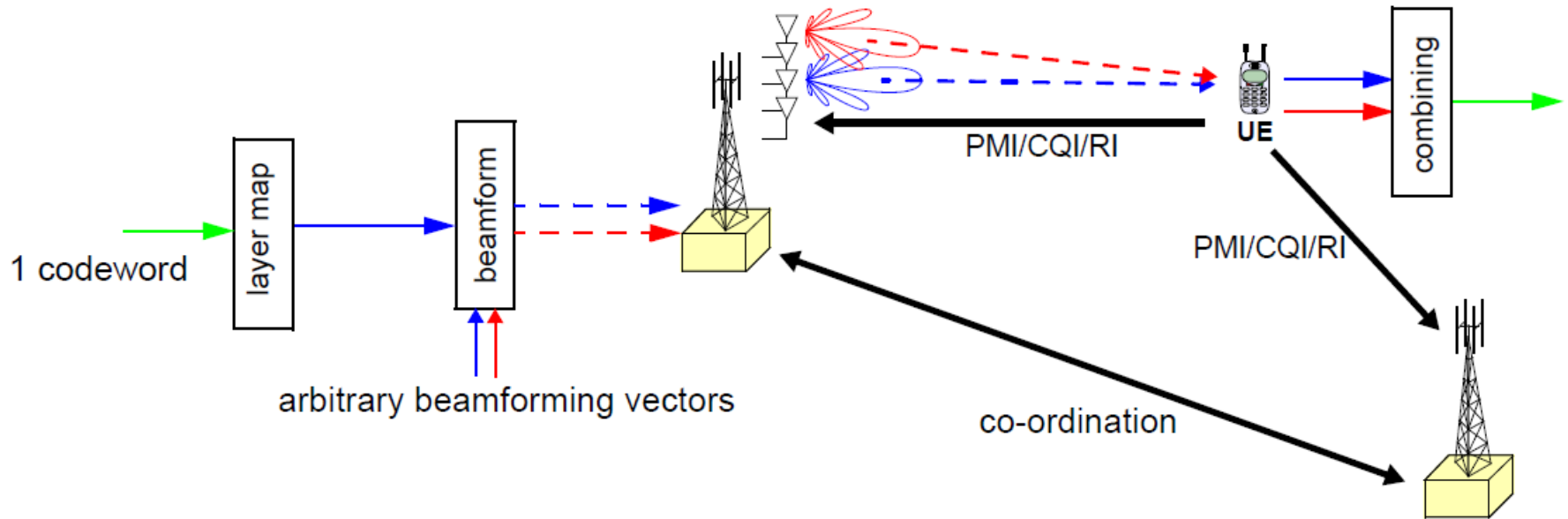


- eNB selection per transmission (UE connected to multiple eNB).

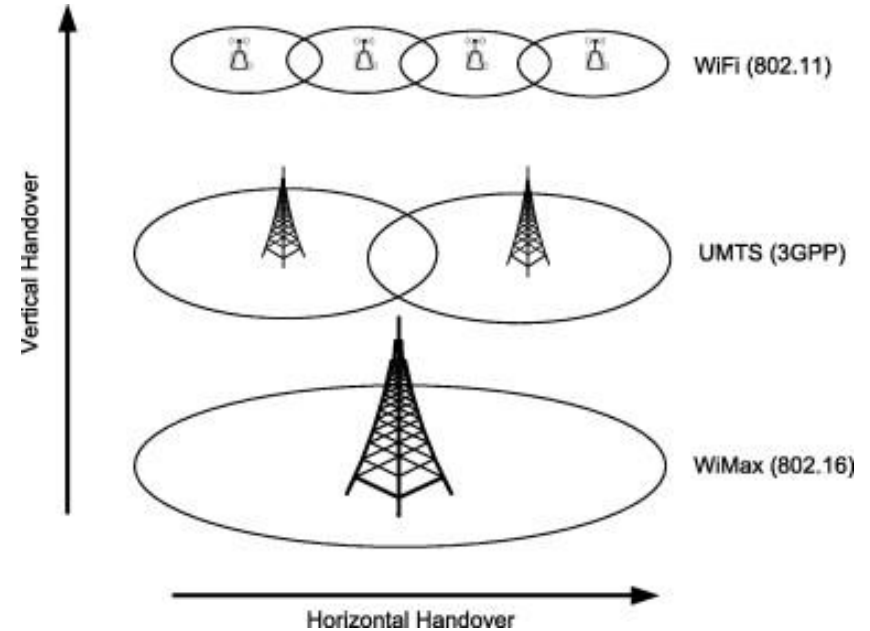
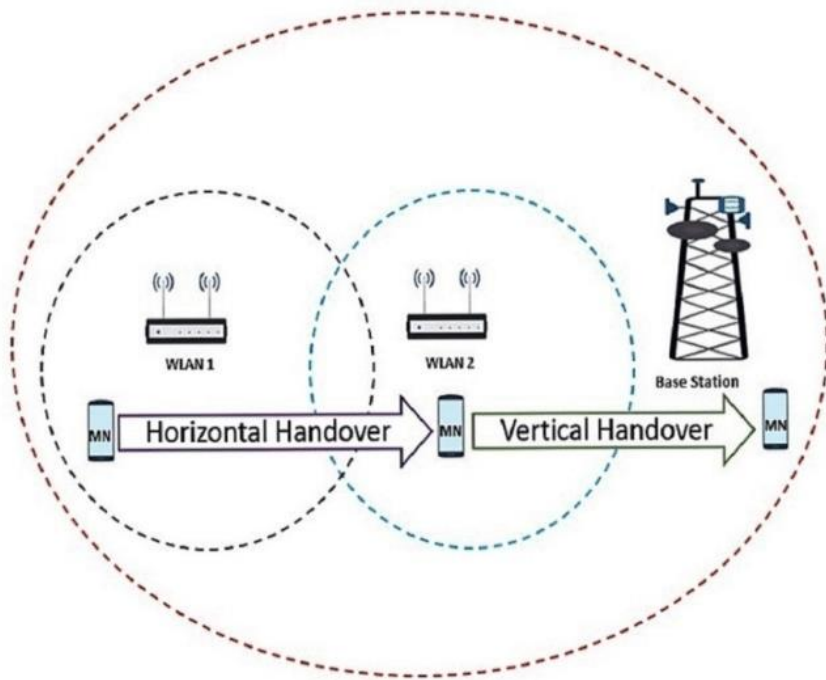


# CoMP – Dynamic cell selection

- Data only available at one eNB;
- eNBs jointly decide scheduling of transmission in time, frequency and space:



# Horizontal / Vertical Handover



# 4G/3G Handover

NTT DOCOMO Technical Journal Vol. 11 No. 3

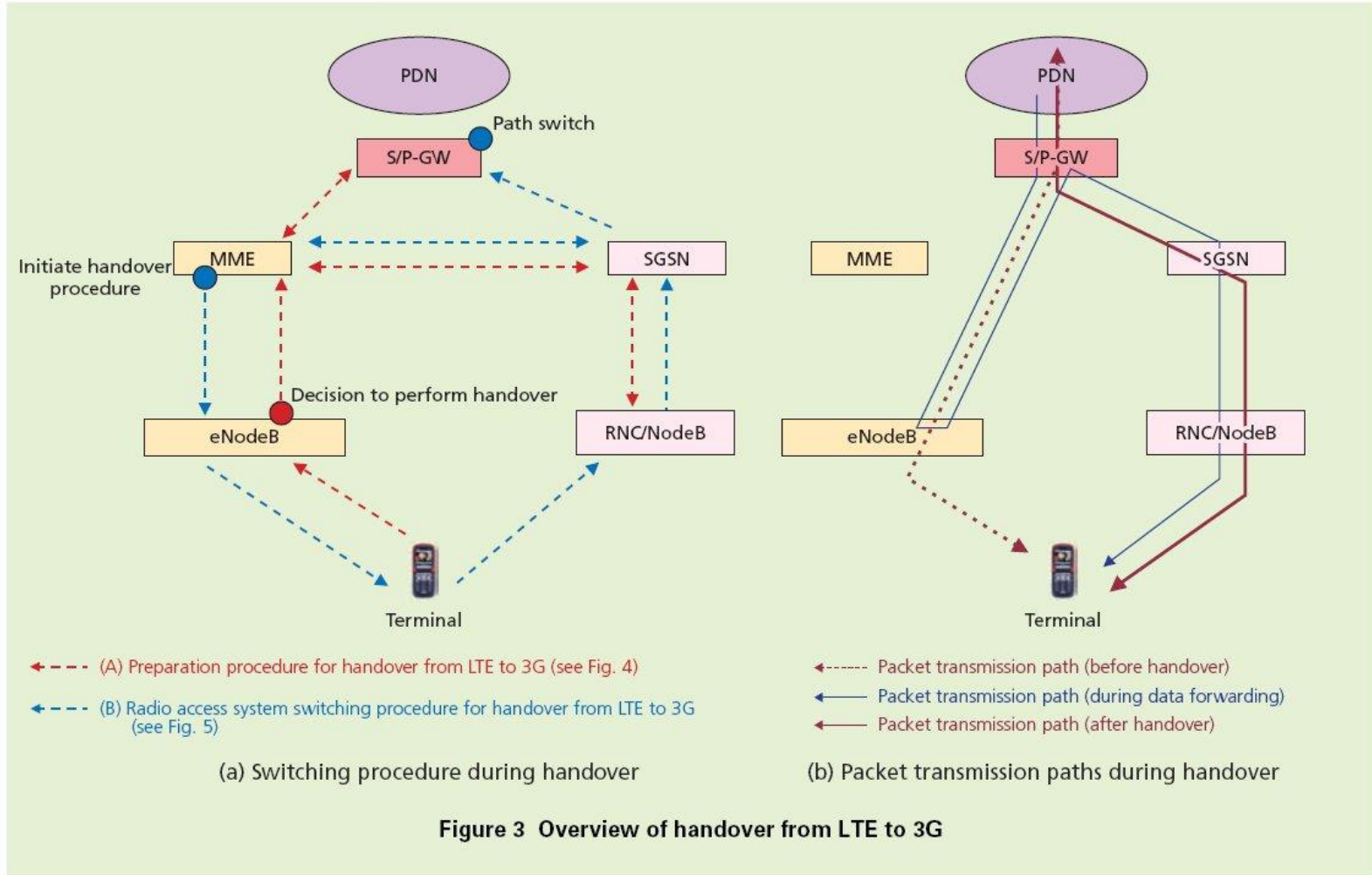


Figure 3 Overview of handover from LTE to 3G

Via: [3g4g.blogspot.com](http://3g4g.blogspot.com)

# Λειτουργική αρχιτεκτονική

- Ομαδοποίηση των λειτουργιών των δικτύων κινητών επικοινωνιών *ανάλογα με την ομοιότητα του σκοπού τους.*
- Μπορούμε να τις εντάξουμε σε ομάδες, αν απαντήσουμε στο ερώτημα, *ποιες λειτουργίες για ποιο σκοπό.*
- Ένας αποτελεσματικός τρόπος για την ομαδοποίηση των λειτουργιών του δικτύου είναι το *μοντέλο αναφοράς.*

# Λειτουργική αρχιτεκτονική

## Μοντέλο αναφοράς

- Οι λειτουργίες ομαδοποιούνται σε λειτουργικά στρώματα, που παριστάνονται τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο.
- Το *κατώτερο στρώμα αναφέρεται στη φυσική μετάδοση* της πληροφορίας μεταξύ λειτουργικών οντοτήτων και βασίζεται σε φυσικά μέσα μετάδοσης, ενώ το *ανώτερο στρώμα παριστάνει την άποψη των εξωτερικών χρηστών*.
- Πέρα από αυτήν την ιεραρχική δομή, υπάρχει έμμεσα και *χρονική ιεράρχηση*.

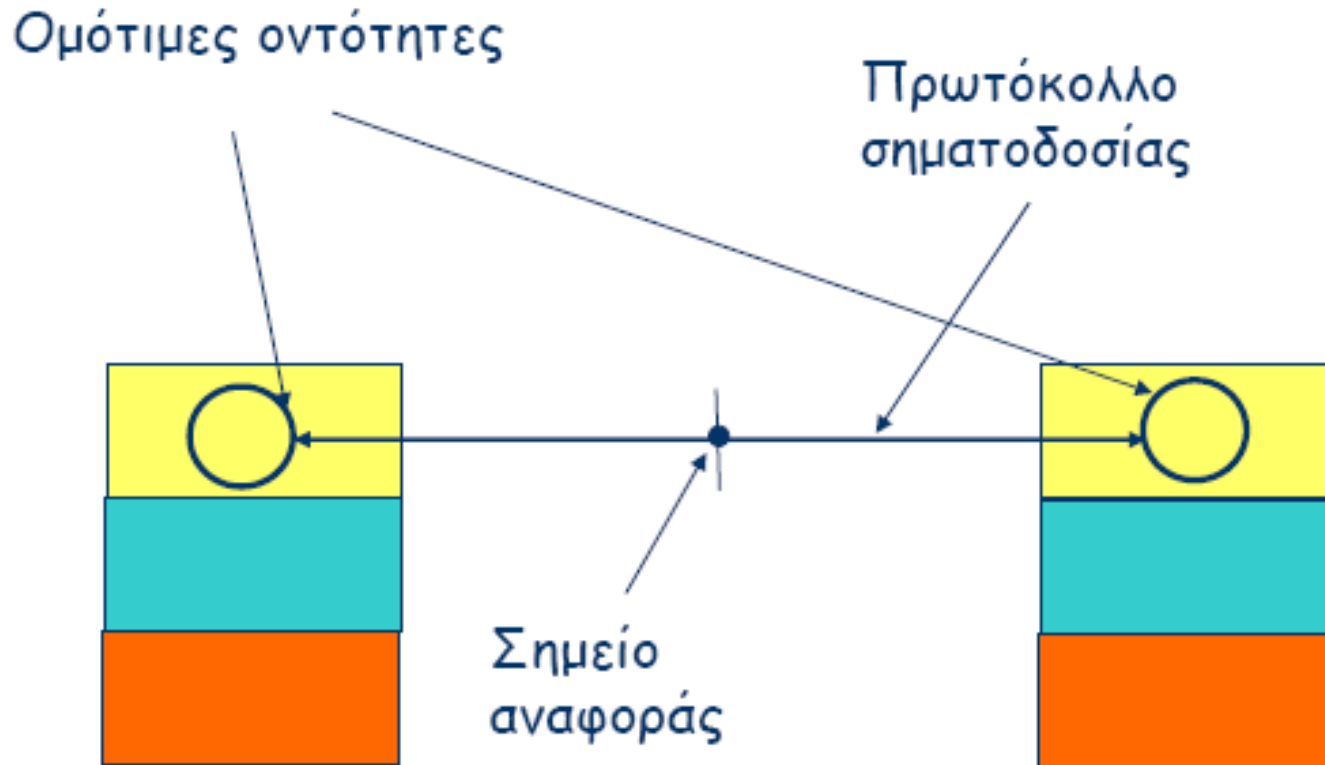
# Λειτουργική αρχιτεκτονική

## Μοντέλο αναφοράς

- Σε κάθε στρώμα, οι **ομότιμες** οντότητες συνεργάζονται για να παράσχουν την απαιτούμενη υπηρεσία, ανταλλάσσοντας μεταξύ τους πληροφορίες.
- Οι κανόνες ανταλλαγής των πληροφοριών καθορίζονται στα **σημεία αναφοράς**, όπου η ροή πληροφοριών διέρχεται από μια διεπαφή μεταξύ διαφορετικών οντοτήτων.
- Οι κανόνες αυτοί ονομάζονται **πρωτόκολλα σηματοδότησης**.

# Λειτουργική αρχιτεκτονική

## Μοντέλο αναφοράς



# Μοντέλο αναφοράς

## Στρώμα μετάδοσης

- Οι λειτουργίες του εξαρτώνται από:
  - τα διάφορα είδη πληροφορίας που μεταδίδονται
  - τους ειδικούς περιορισμούς στις διάφορες διεπαφές.
- Λειτουργίες διασύνδεσης
- Λειτουργίες μετατροπής δεδομένων
- Μεταφορά πληροφορίας χρήστη και μηνυμάτων σηματοδοσίας
- Διαμόρφωση, κωδικοποίηση, πολυπλεξία, πρωτόκολλα επικοινωνίας, σειρά μετάδοσης, διόρθωση λαθών

Μετάδοση



# Μοντέλο αναφοράς

## Στρώμα διαχείρισης ραδιοδιαύλων

- Εξασφαλίζει ευσταθείς συνδέσεις μεταξύ κινητών τερματικών και κέντρου μεταγωγής κινητών επικοινωνιών.
- Η διαχείριση των πόρων πρόσβασης στα συστήματα κινητών επικοινωνιών απαιτεί λειτουργίες, οι οποίες δεν υπάρχουν στα σταθερά δίκτυα.
- Οι δυνατότητες σηματοδότησης, που διατίθενται σε ΜΤ που δεν πραγματοποιεί κλήση, περιορίζονται στις απόλυτα ελάχιστες.
- Παρέχεται ασύρματος δίαυλος σε ΜΤ, όταν τούτο ζητηθεί, μόνο κατά τη διάρκεια της κλήσης και υπό τον διαρκή έλεγχο του δικτύου.



# Μοντέλο αναφοράς

## Στρώμα διαχείρισης κινητικότητας

- Λειτουργίες λόγω κίνησης των τερματικών:
  - Τρόπος που το MT (χρήστης) αντιμετωπίζει την αλλαγή περιβάλλοντος,
  - Τρόπος με τον οποίο το δίκτυο διαχειρίζεται την πληροφορία θέσης των MT, ώστε να καθιστά δυνατή την αποτελεσματική εγκατάσταση των εισερχόμενων κλήσεων προς τα MT.
- Διαχείριση θεμάτων πιστοποίησης αυθεντικότητας.

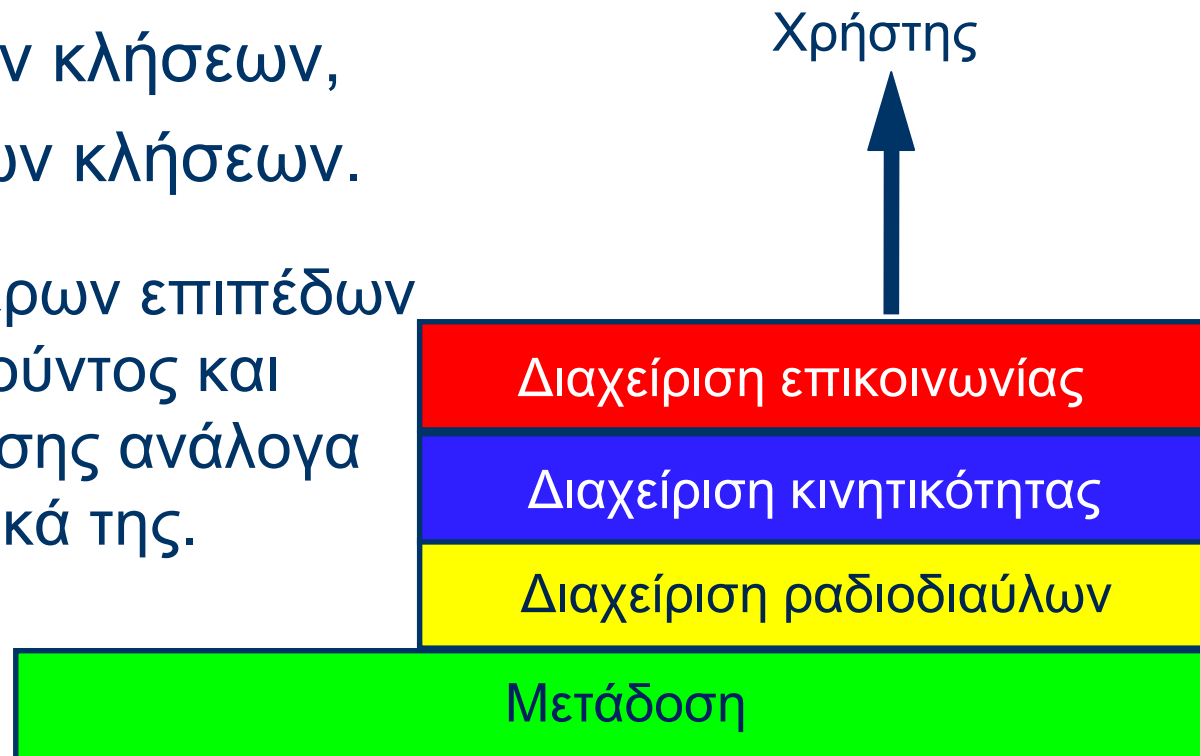


# Μοντέλο αναφοράς

## Στρώμα διαχείρισης επικοινωνίας

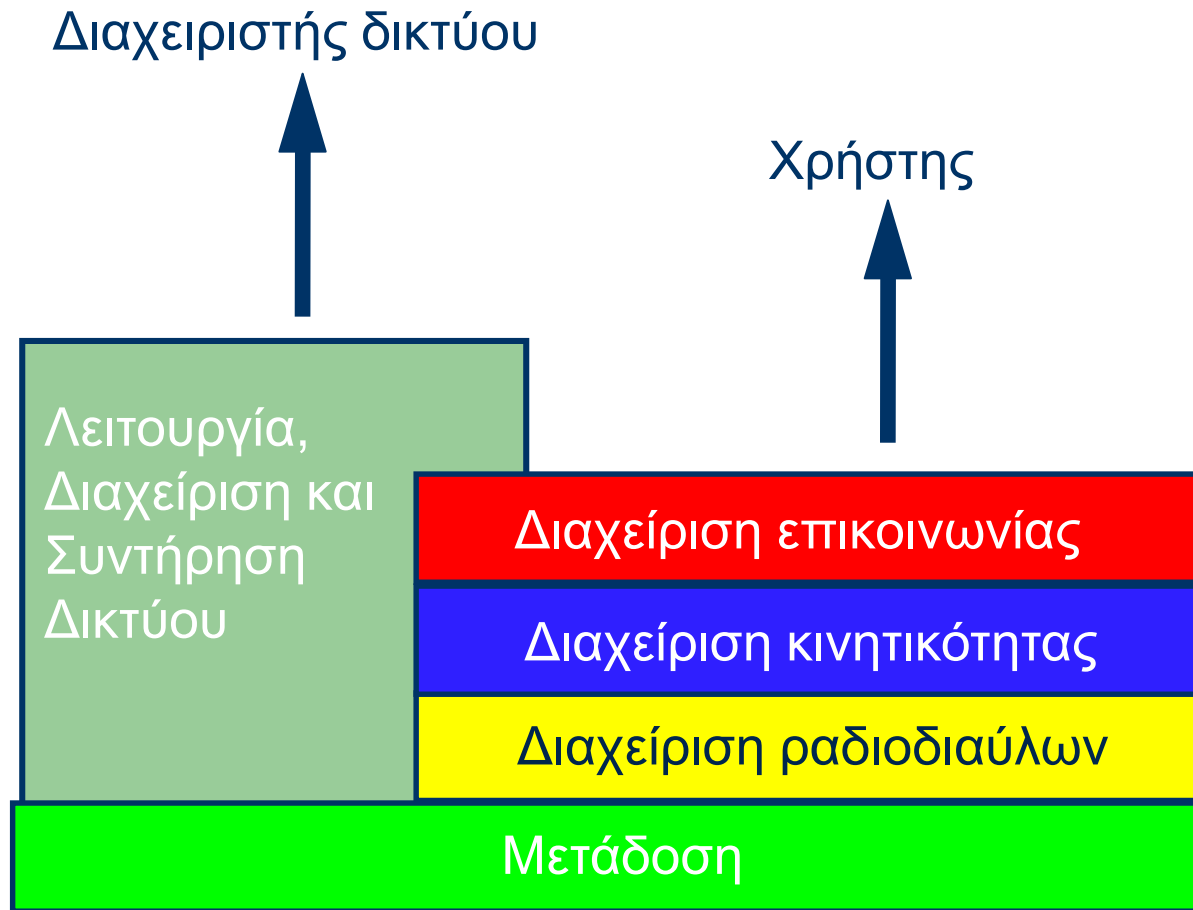
- Οι λειτουργίες του αφορούν:
  - Εγκατάσταση κλήσεων μεταξύ των χρηστών, ύστερα από αίτησή τους,
  - Διατήρηση των κλήσεων,
  - Κατάργηση των κλήσεων.

Χρήση των κατώτερων επιπέδων για εντοπισμό καλούντος και διατήρηση της κλήσης ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της.



# Μοντέλο αναφοράς

Στρώμα λειτουργίας, διαχείρισης και συντήρησης



Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Μοντέλο αναφοράς

## Στρώμα λειτουργίας, διαχείρισης και συντήρησης

- Παρέχει τα μέσα για τη ροή των πληροφοριών επιτήρησης από τα μηχανήματα προς τον διαχειριστή δικτύου.
- Επιτρέπει στον διαχειριστή δικτύου να τροποποιήσει τη διάταξη των μηχανημάτων και των λειτουργιών του δικτύου.
- Βρίσκεται παράλληλα με τα άλλα στρώματα (δεν χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες τους, αλλά μόνο τις βασικές λειτουργίες μετάδοσης για την ανταλλαγή των πληροφοριών διαχείρισης).
- Οι λειτουργίες του στρώματος αυτού χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη χρονική κλίμακα (ώρες ή μέρες έως μερικά χρόνια).

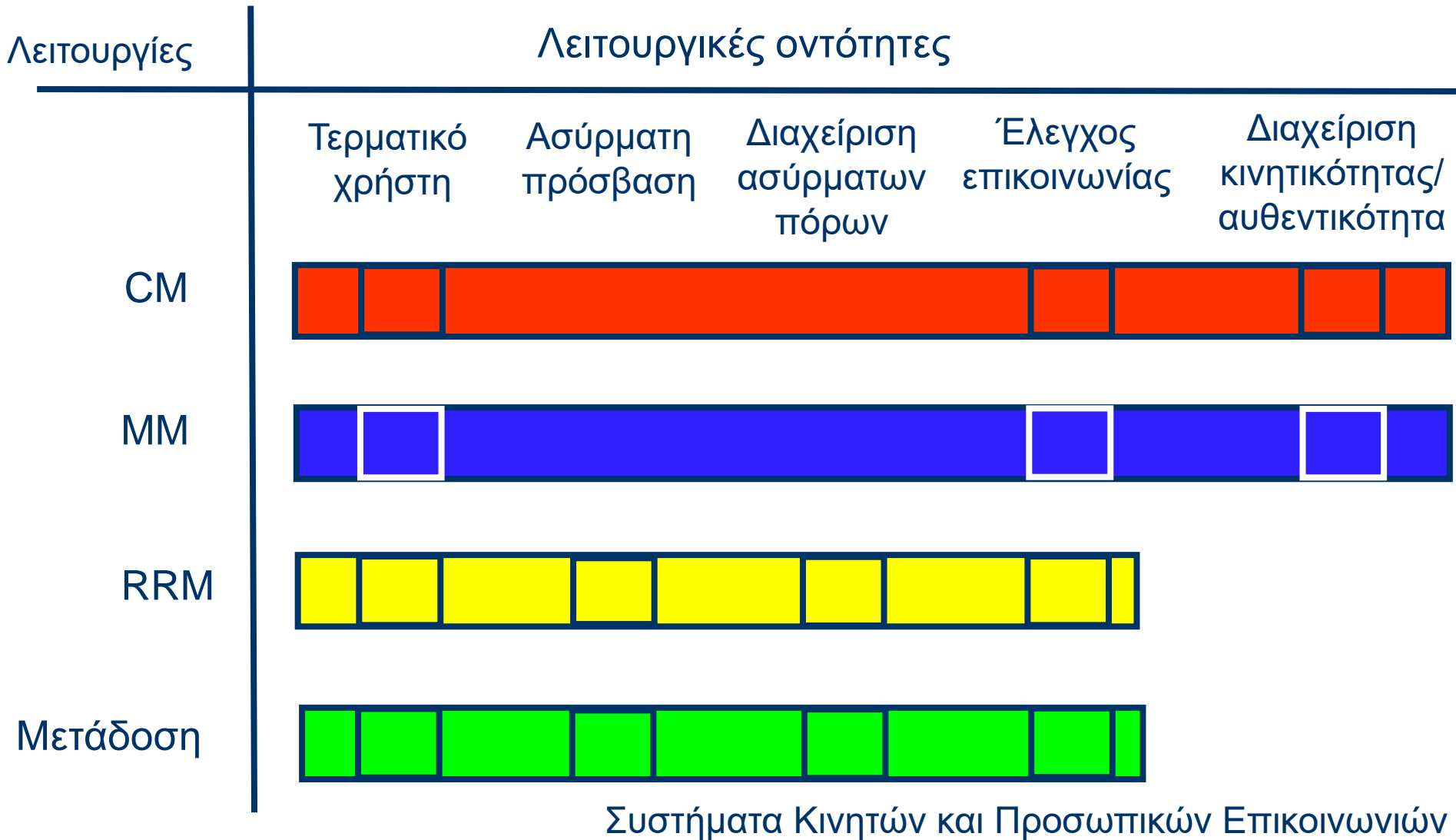
# Λειτουργική αρχιτεκτονική

## Λειτουργικό μοντέλο

- Το *λειτουργικό μοντέλο* δικτύου προσδιορίζει:
  - Τις λειτουργικές οντότητες του συστήματος,
  - Τα κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ αυτών των οντοτήτων,
  - Τις πληροφορίες που ανταλλάσσονται μεταξύ τους.
- Μια *λειτουργική οντότητα* αποτελεί ομάδα λειτουργιών που βρίσκονται στο ίδιο σημείο του συστήματος και συνιστούν ένα υποσύνολο του συνόλου των λειτουργιών.

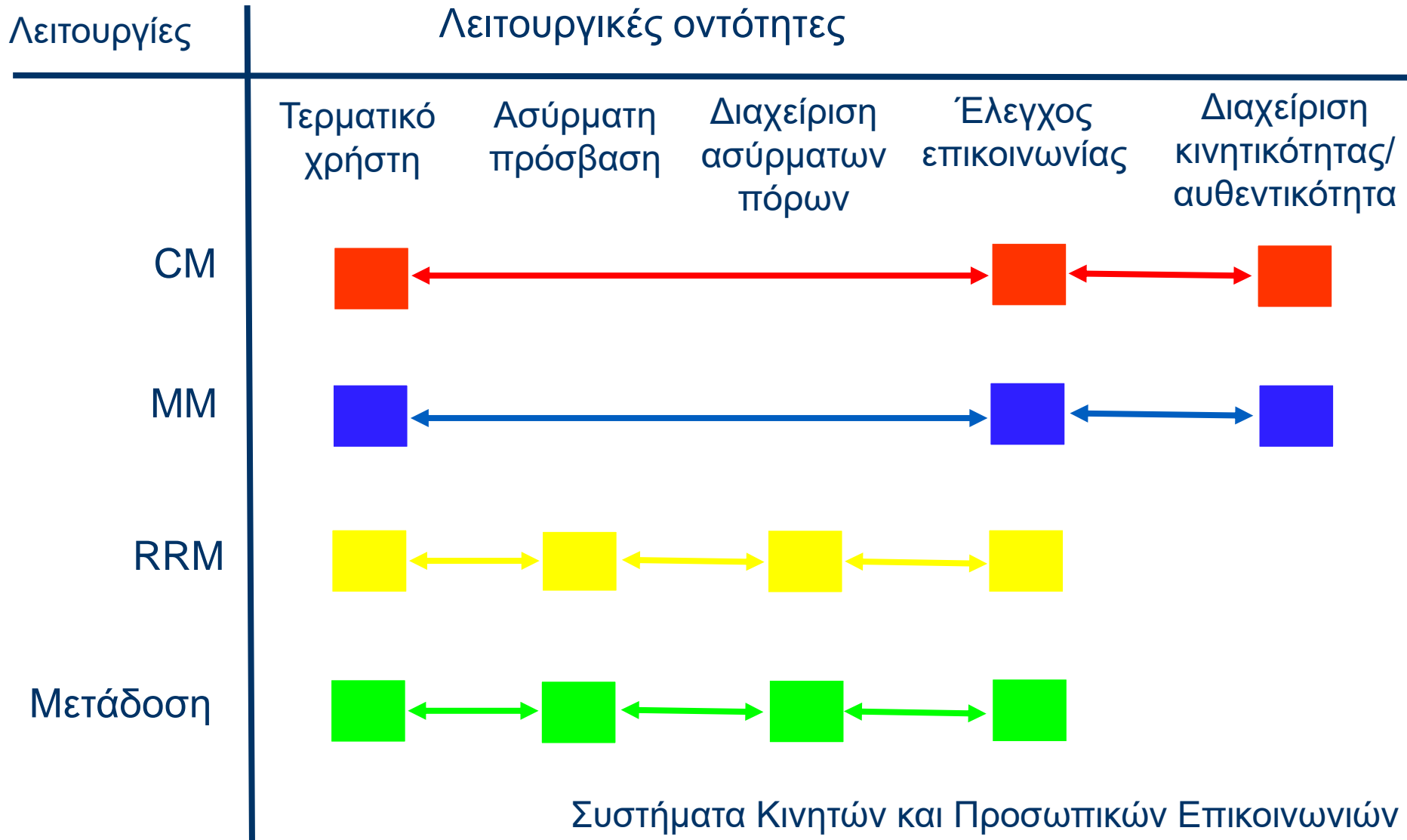
# Λειτουργική αρχιτεκτονική

## Λειτουργικό μοντέλο



# Λειτουργική αρχιτεκτονική

## Λειτουργικό μοντέλο

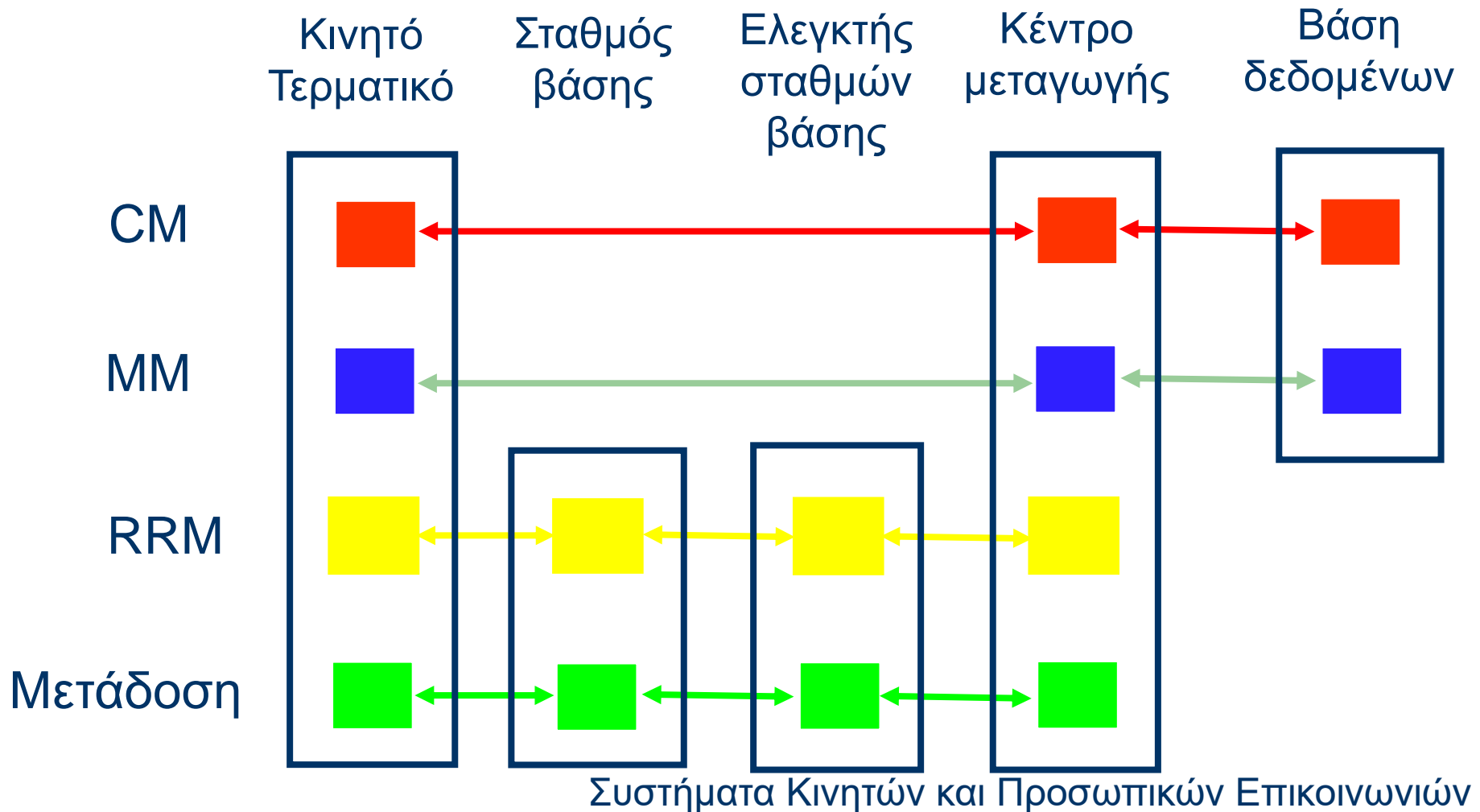




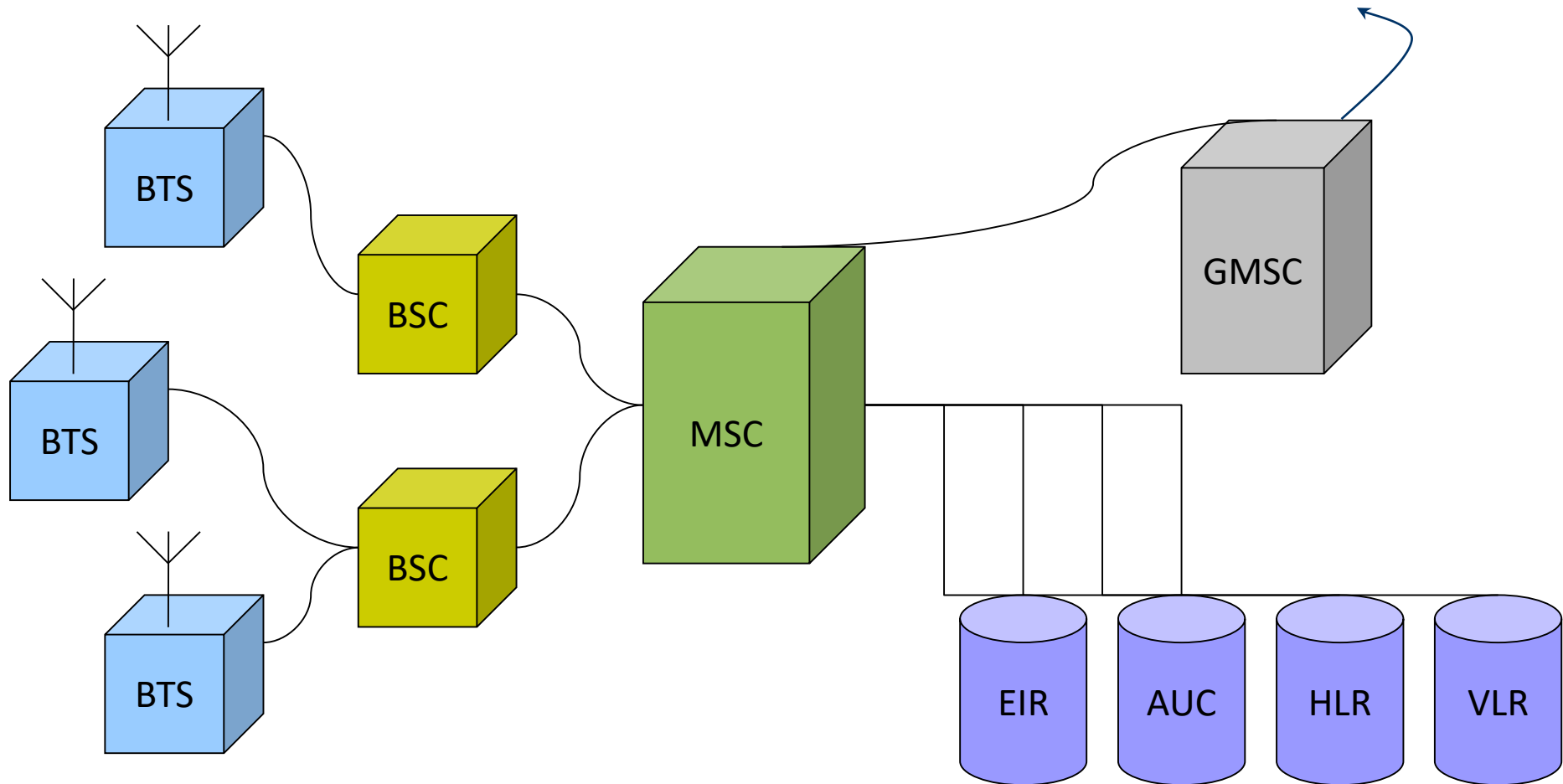
# Φυσική αρχιτεκτονική

Πού πραγματοποιείται η κάθε λειτουργία;

## Φυσικές οντότητες

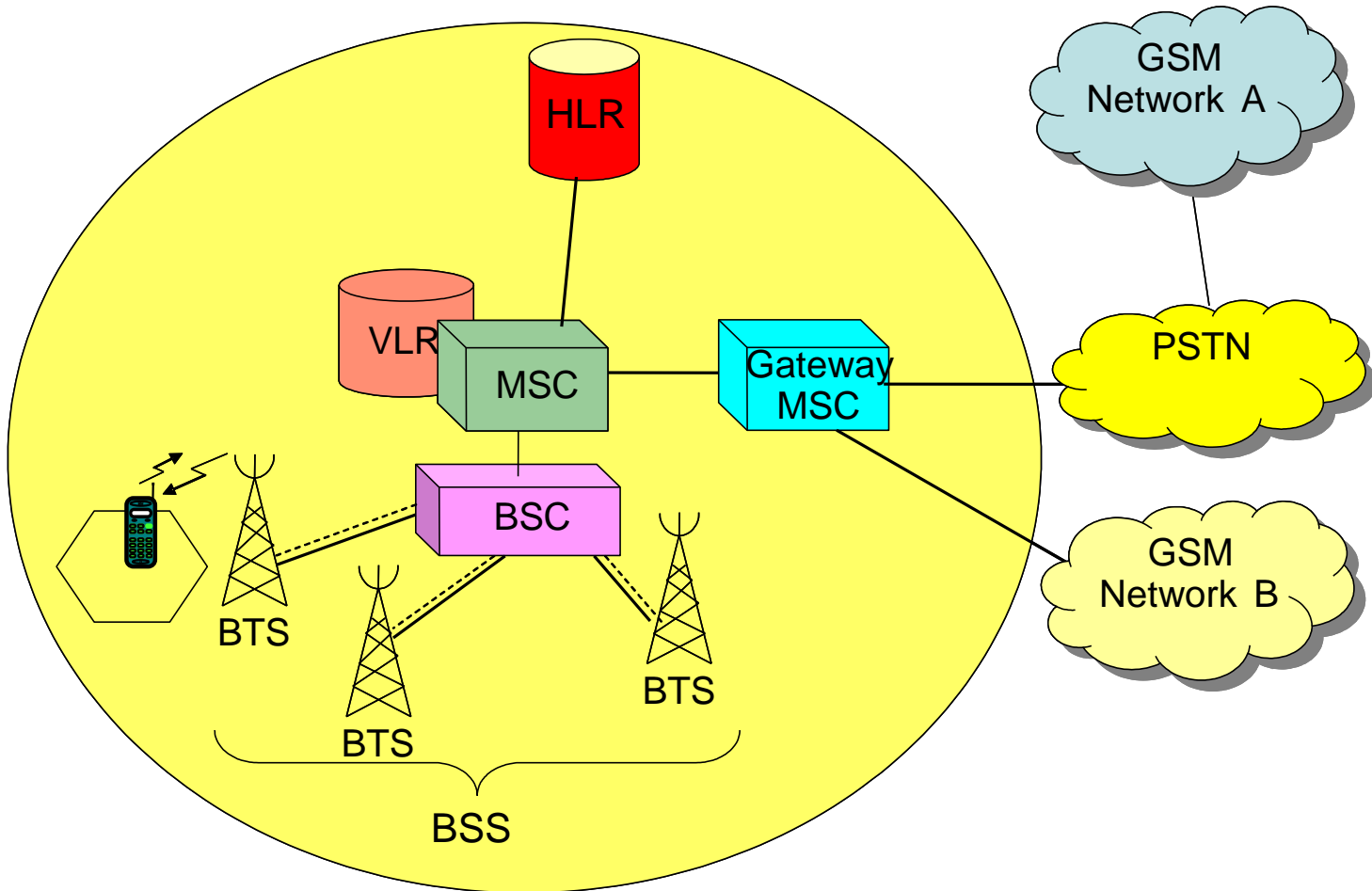


# GSM architecture



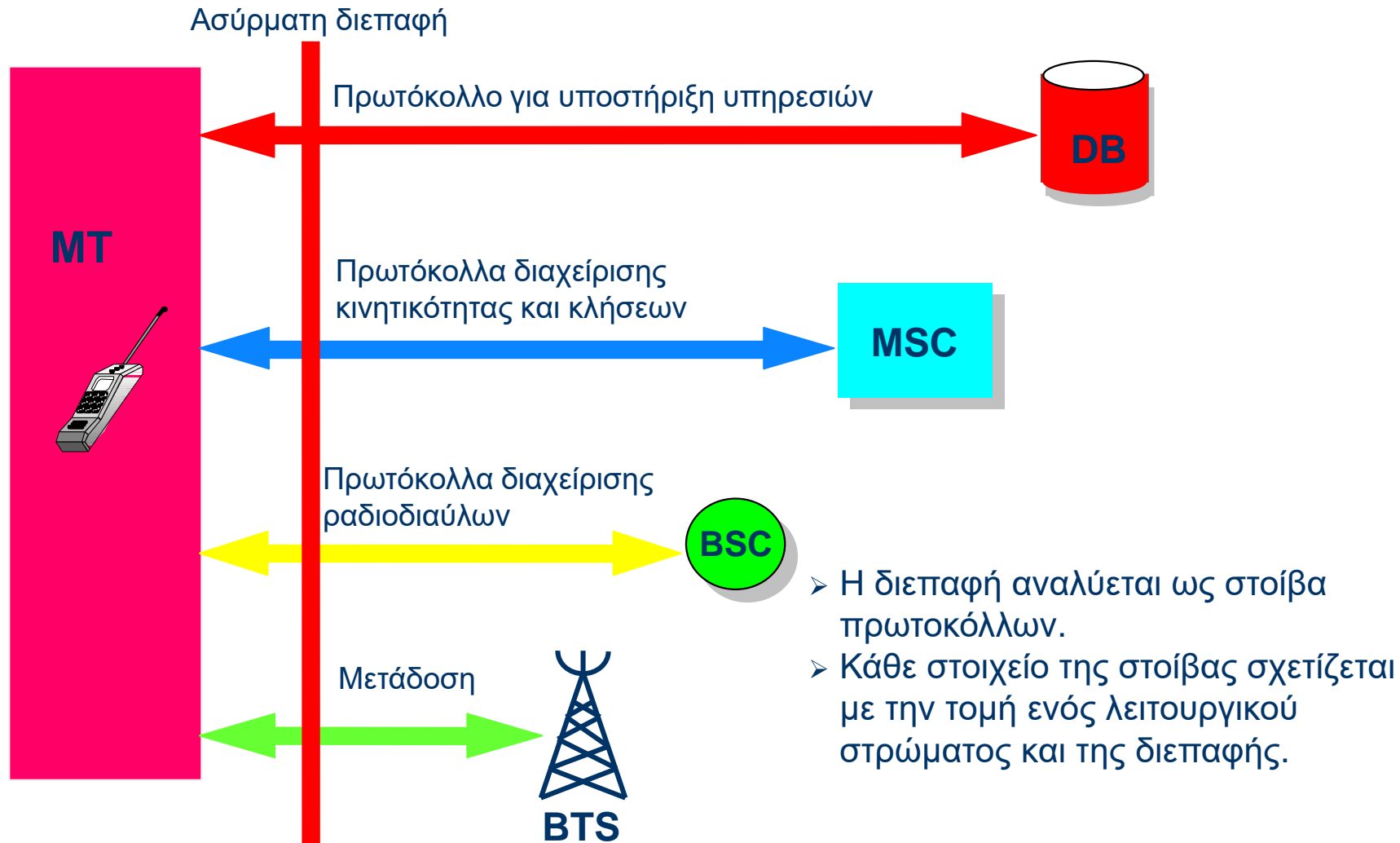
# GSM

Δημόσιο επίγειο δίκτυο κινητών επικοινωνιών (PLMN)

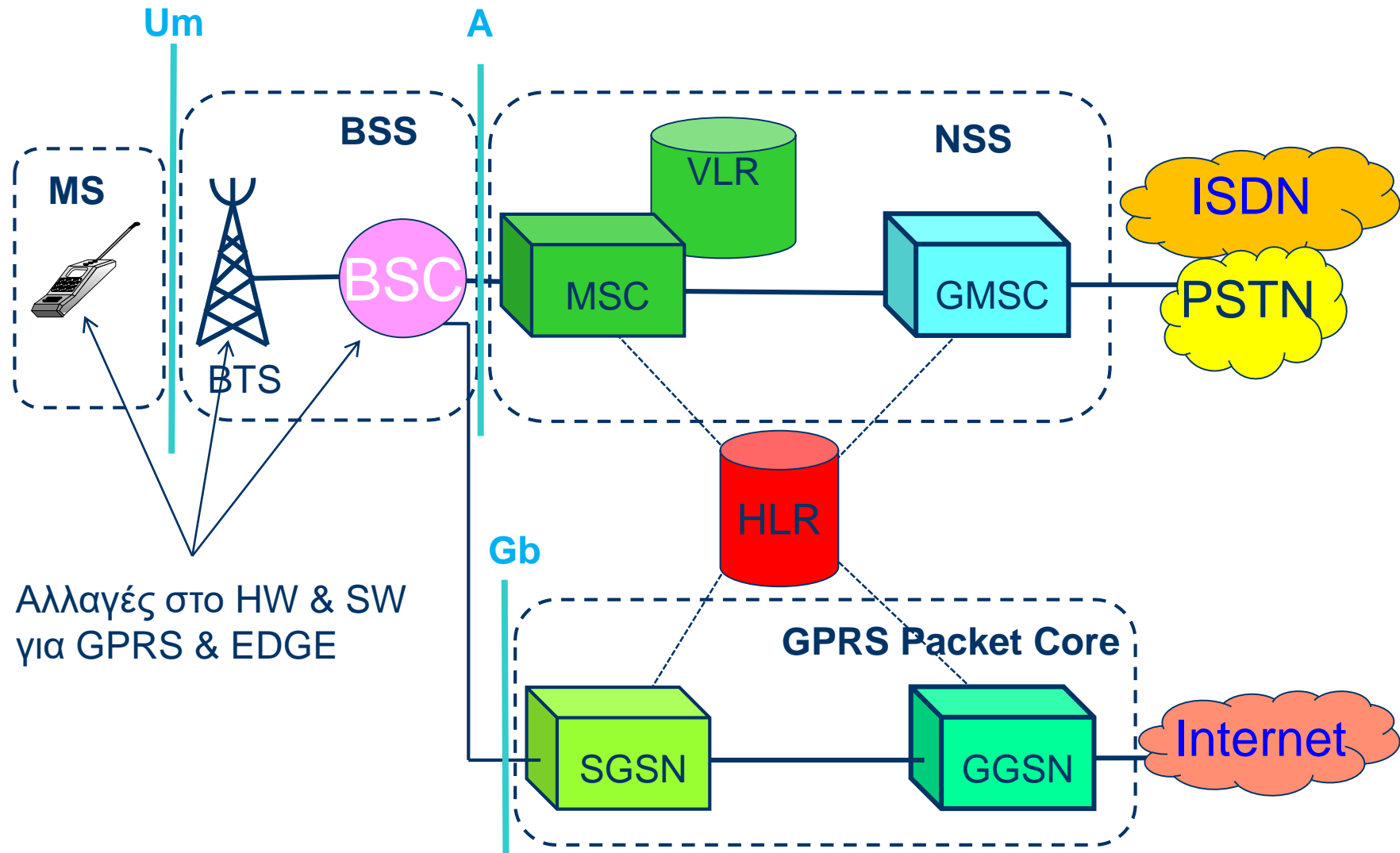


# Φυσική αρχιτεκτονική

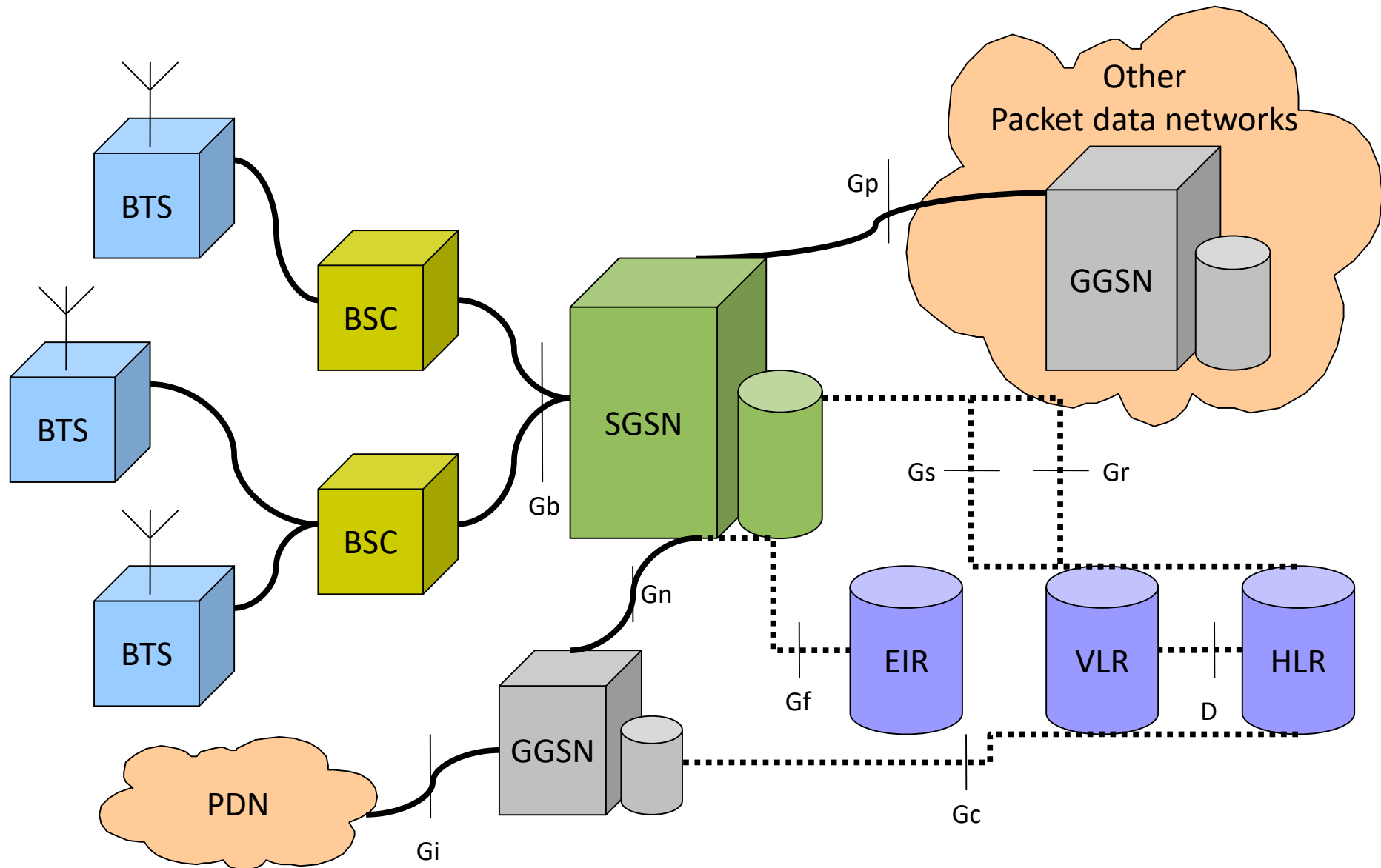
## Διεπαφή - Πρωτόκολλα



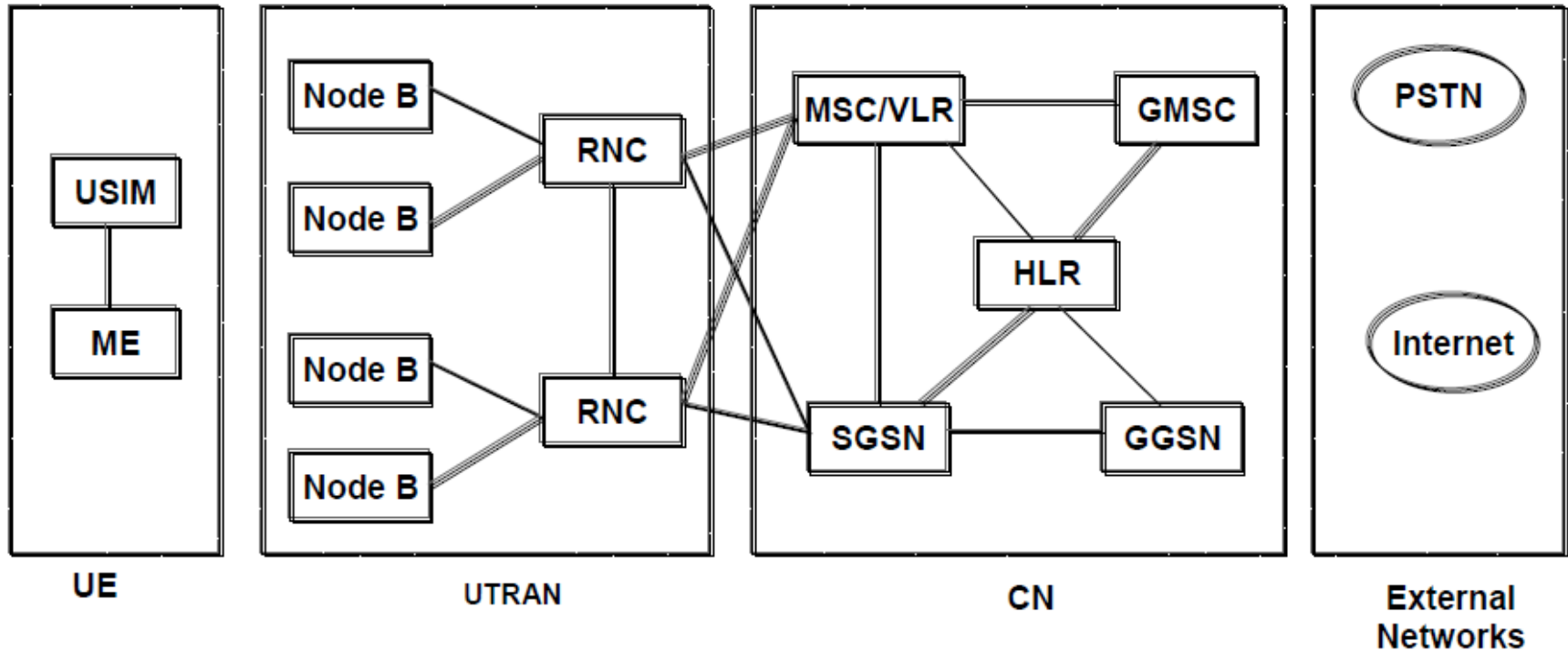
# Φυσική αρχιτεκτονική GSM-GPRS



# GPRS Architecture



# UMTS Architecture



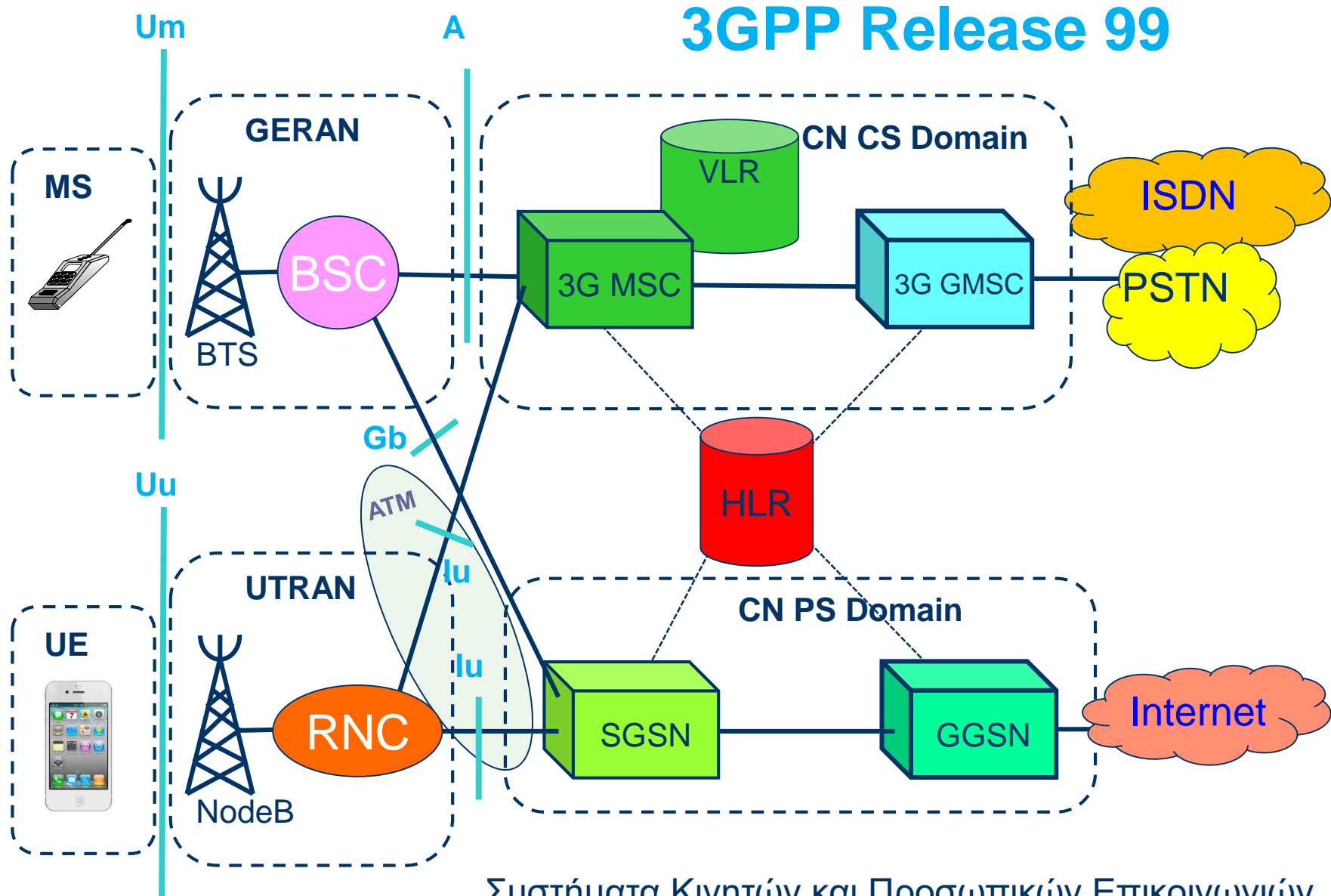
- UE (User Equipment) that interfaces with the user
- UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) handles all radio related functionality – WCDMA is radio interface standard here.
- CN (Core Network) is responsible for transport functions such as switching and routing calls and data, tracking users

# UMTS Network Architecture

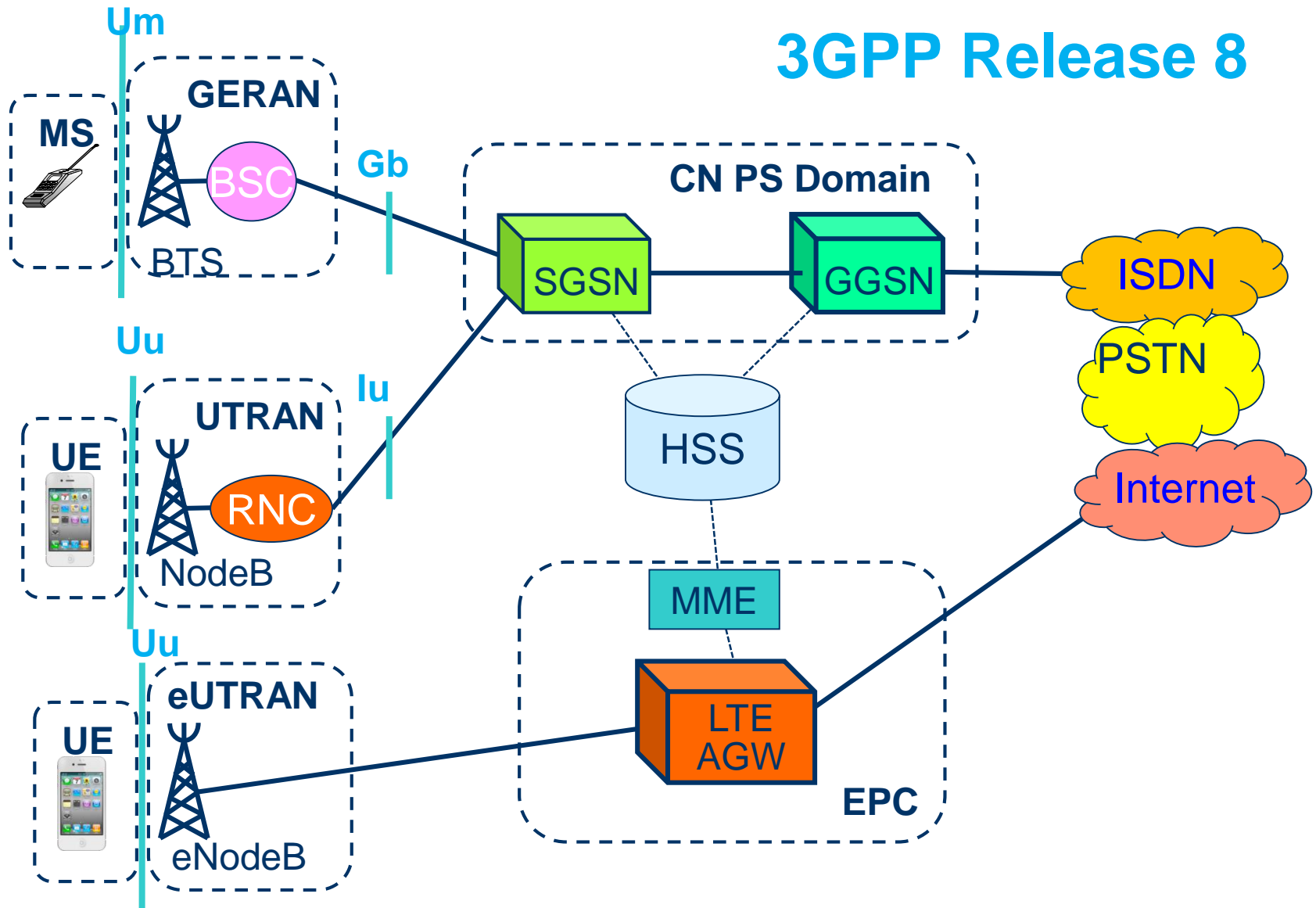
- UMTS network architecture consists of three domains
  - **Core Network (CN)**: Provide switching, routing and transit for user traffic
  - **UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)**: Provides the air interface access method for user equipment.
  - **User Equipment (UE)**: Terminals work as air interface counterpart for base stations.



# Φυσική αρχιτεκτονική 3G

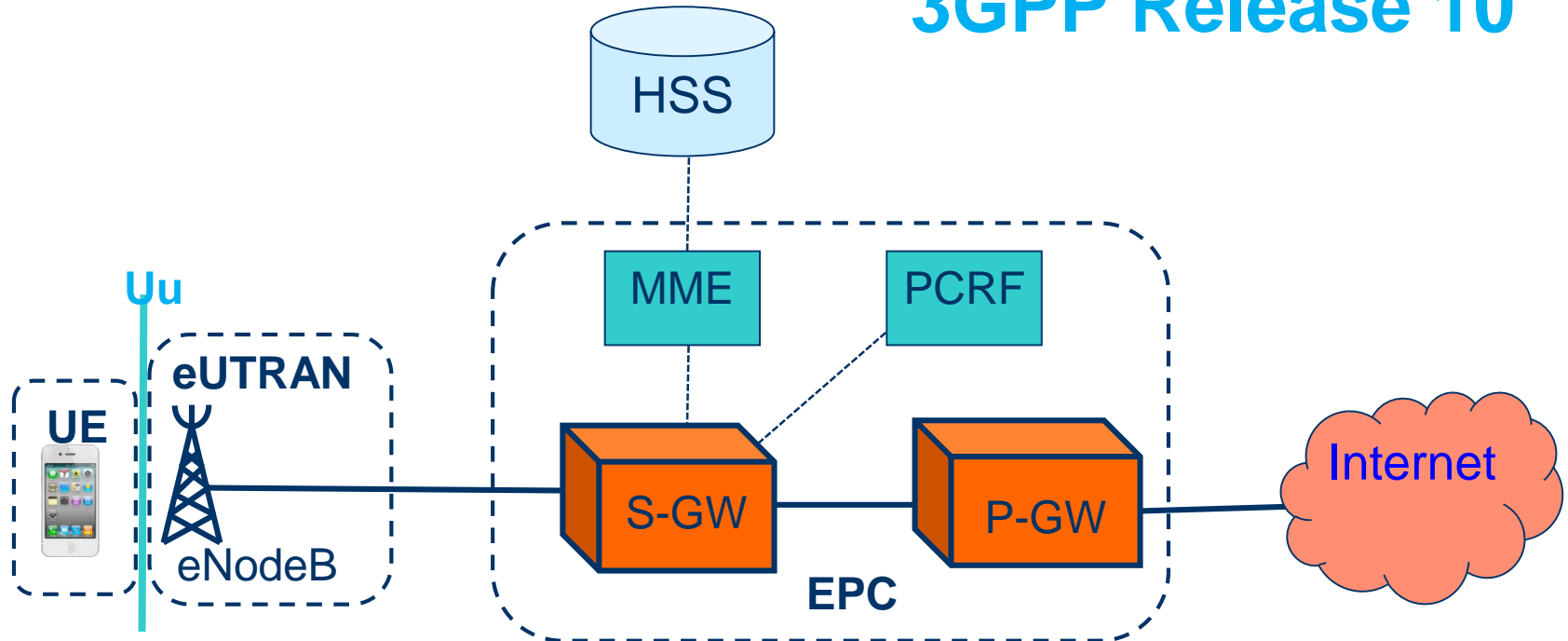


# Από 3G σε 4G...



# Φυσική αρχιτεκτονική 4G

3GPP Release 10



- S-GW: serving gateway
- P-GW: packet data network gateway
- MME: mobility management entity
- HSS: home subscriber server
- PCRF: policy charging and rule function