

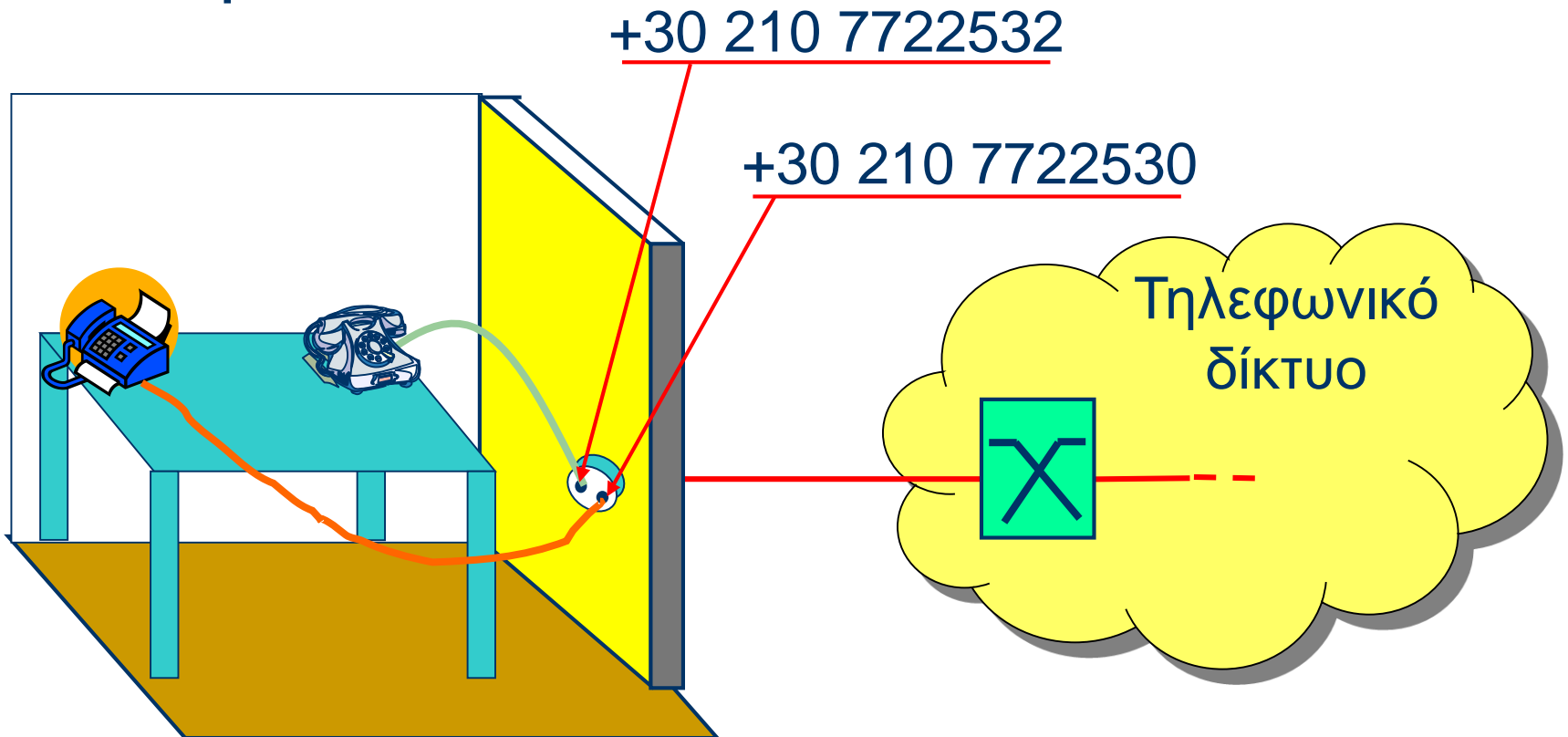
# **Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών**

**Βασικές αρχές των  
κυψελωτών συστημάτων  
κινητών επικοινωνιών**

# Βασικές έννοιες

## Σταθερές επικοινωνίες

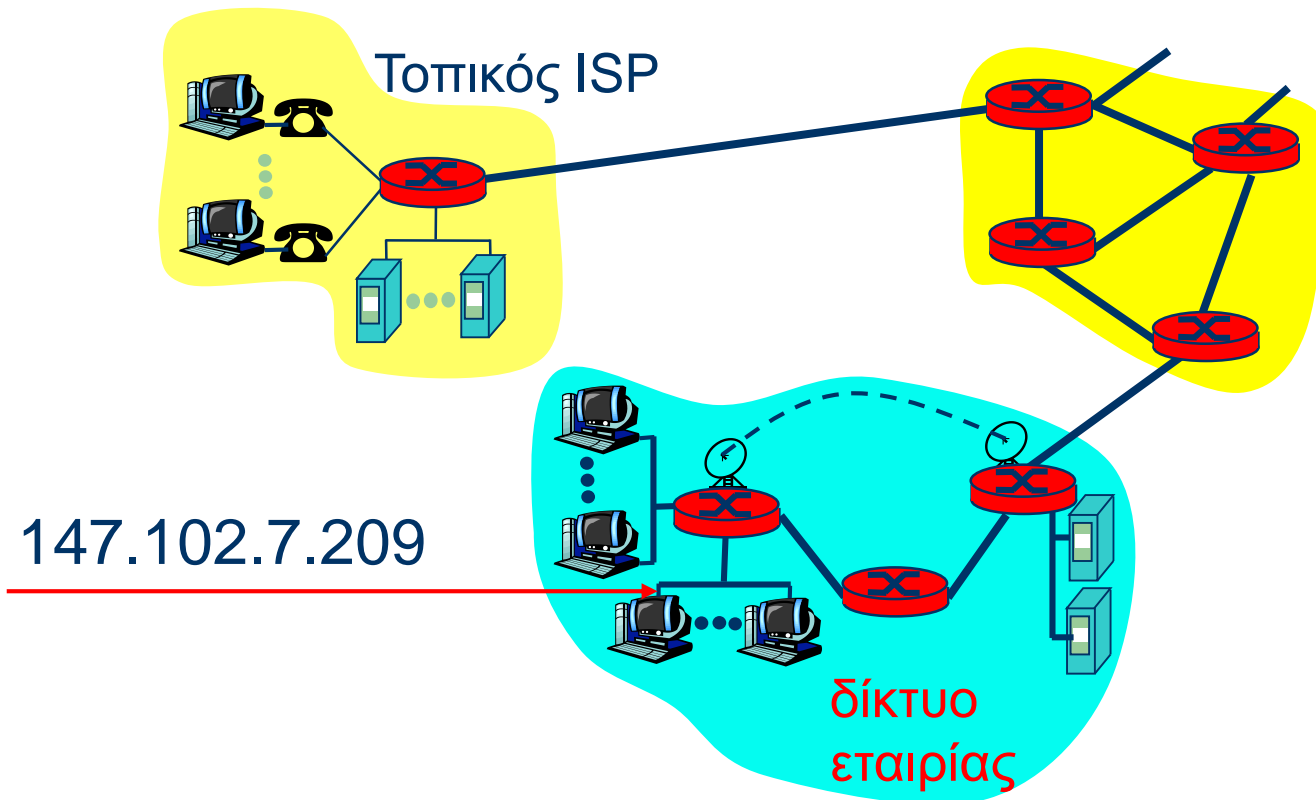
Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας είναι σταθερό.



# Βασικές έννοιες

## Σταθερές επικοινωνίες

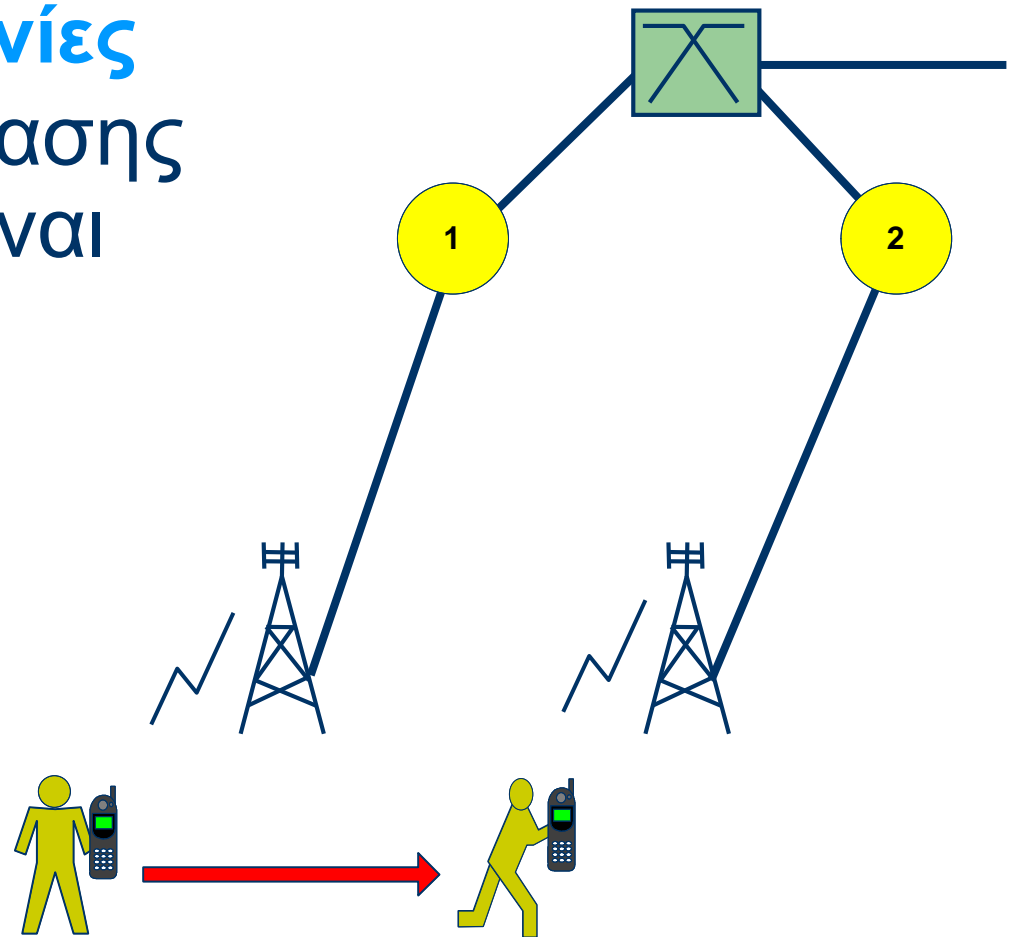
Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας είναι, ως επί το πλείστον, σταθερό.



# Βασικές έννοιες

## Κινητές επικοινωνίες

Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας δεν είναι σταθερό.

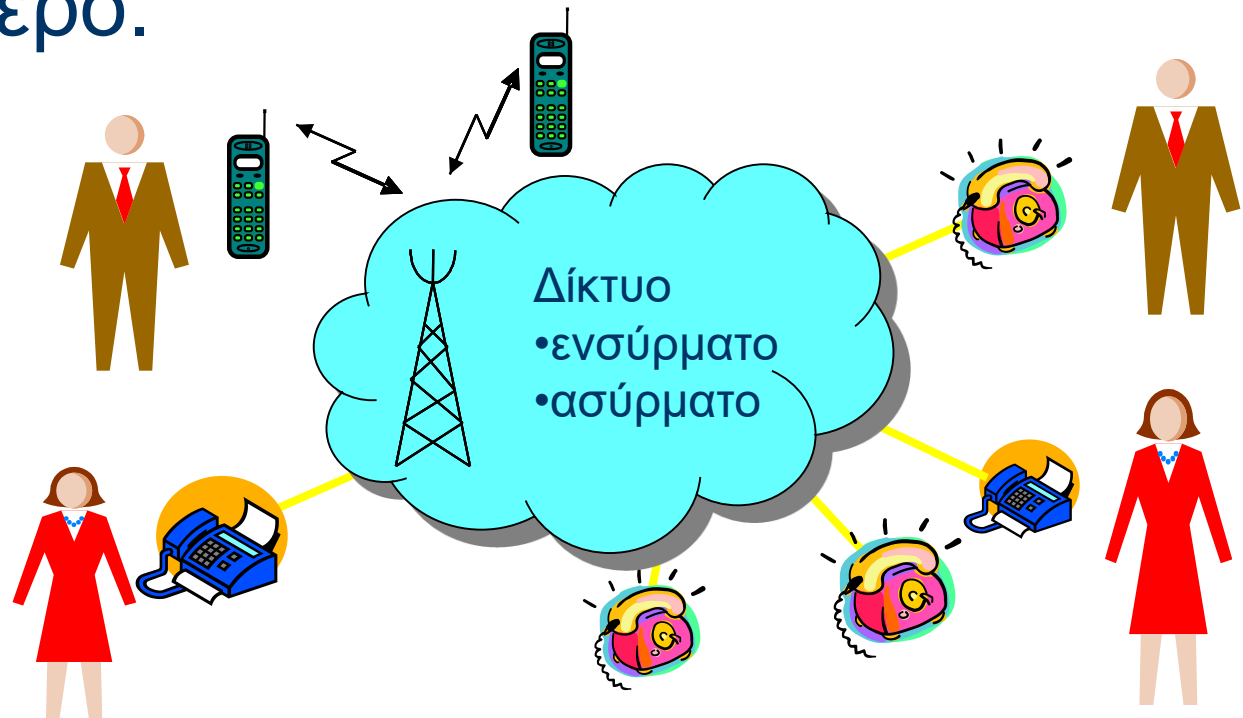


Μονοσήμαντη σχέση χρήστη με συγκεκριμένο τερματικό.

# Βασικές έννοιες

## Προσωπικές επικοινωνίες

Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας δεν είναι σταθερό.



Όχι μονοσήμαντη σχέση χρήστη με συγκεκριμένο τερματικό.

# Βασικές έννοιες

## Κινητές και προσωπικές επικοινωνίες

### Σκοπός

- Οποιασδήποτε μορφής επικοινωνία, με οποιοδήποτε πρόσωπο ή τερματικό, οπουδήποτε.

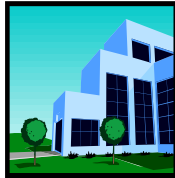
# Βασικές έννοιες

## Κινητές και προσωπικές επικοινωνίες

Να είναι σε  
οποιοδήποτε μέρος:



Σπίτι



Γραφείο



Δημόσιος  
χώρος



Μετακίνηση



Επίλεξε τον προσωπικό  
αριθμό του κ. Χ



Ο κ. Χ  
μπορεί:



Να χρησιμοποιεί  
οποιαδήποτε συσκευή:



Κινητό τηλέφωνο



Τηλέφωνο γραφείου  
ενσύρματο



Τηλέφωνο γραφείου  
ασύρματο



Τηλέφωνο σπιτιού



Τηλεειδοποιητής



Fax

Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Βασικές έννοιες

## Κινητές και προσωπικές επικοινωνίες

Βασικοί παράγοντες για την παροχή κινητών και προσωπικών επικοινωνιών:

- *Κινητικότητα του τερματικού (terminal mobility)* → **ασύρματη πρόσβαση**
- *Προσωπική κινητικότητα (personal mobility)* → **προσωπικός αριθμός**
- *Φορητότητα των υπηρεσιών (service portability)* → **προφίλ εξυπηρέτησης**



# Βασικές έννοιες

## Κινητικότητα

### Κινητικότητα τερματικού



### Προσωπική κινητικότητα



# Βασικές έννοιες

## Φορητότητα υπηρεσιών

- Αναφέρεται στη δυνατότητα του δικτύου να παρέχει υπηρεσίες σε τερματικό / θέση που επιλέγεται από τον χρήστη.
- Οι ακριβείς υπηρεσίες που μπορεί να δεχτεί ο χρήστης εξαρτώνται από τις δυνατότητες του τερματικού αλλά και του δικτύου που εξυπηρετεί το τερματικό.
- Πραγματοποιείται με την ενημέρωση του προφίλ εξυπηρέτησης κάθε χρήστη και την αναζήτησή του, όταν χρειάζεται.

# Βασικές έννοιες

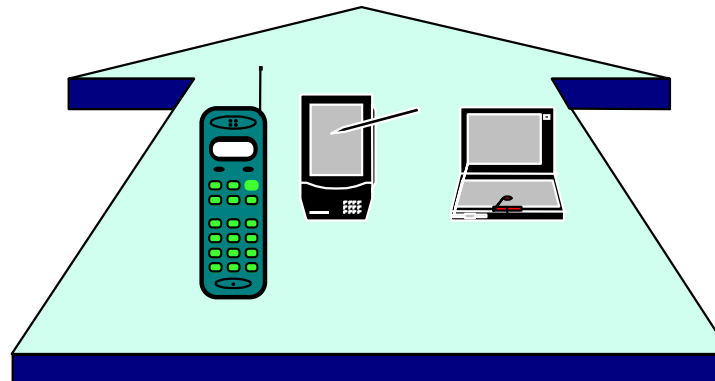
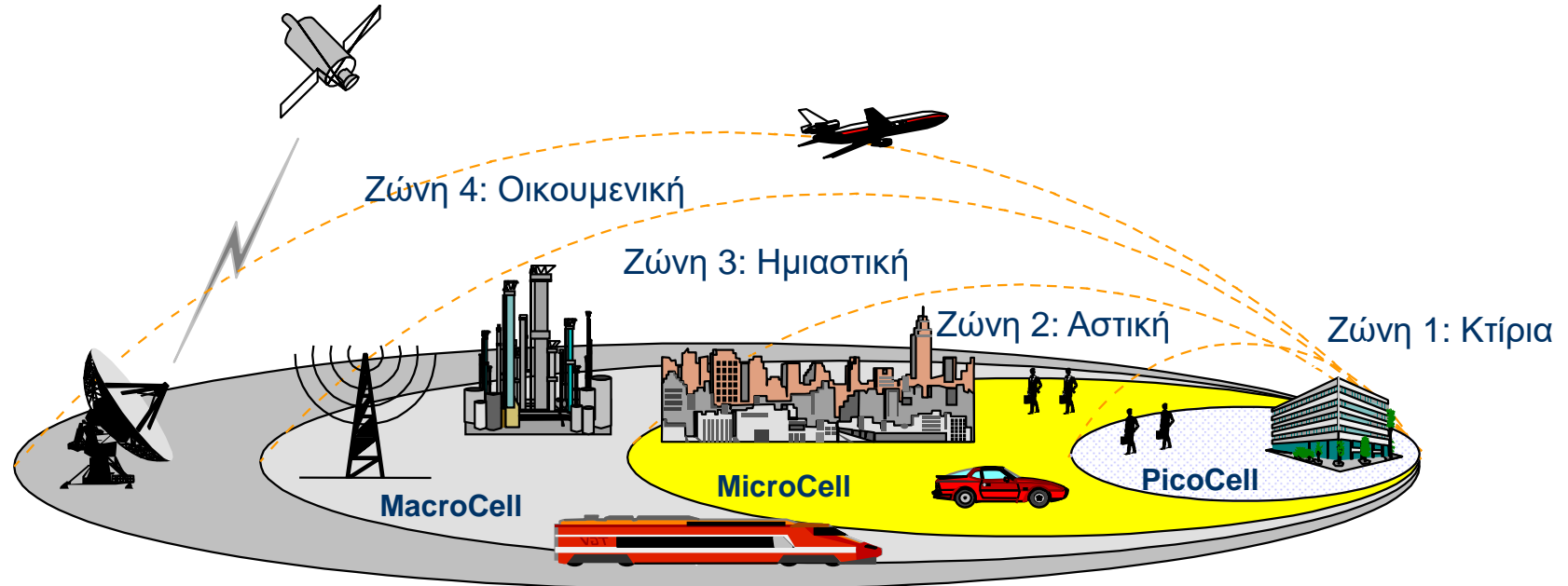
## Οικουμενική κινητικότητα

Τα πρότυπα για τα συστήματα κινητών επικοινωνιών έχουν ως στόχο να εξασφαλίσουν:

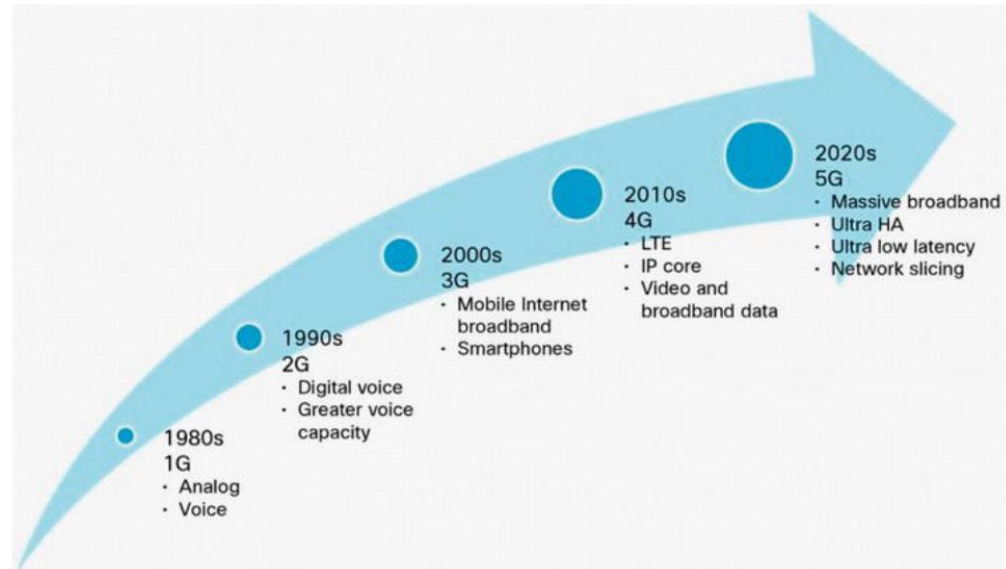
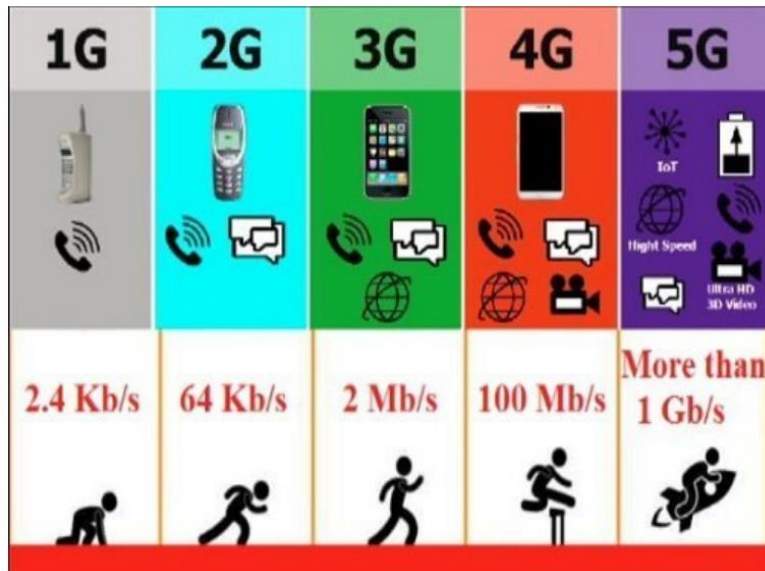
- Διαλειτουργικότητα μεταξύ των διάφορων συστημάτων ασύρματης πρόσβασης.
- Κινητικότητα σε οικουμενική κλίμακα.
- Παροχή υπηρεσιών μεγάλου εύρους ζώνης.

# Βασικές έννοιες

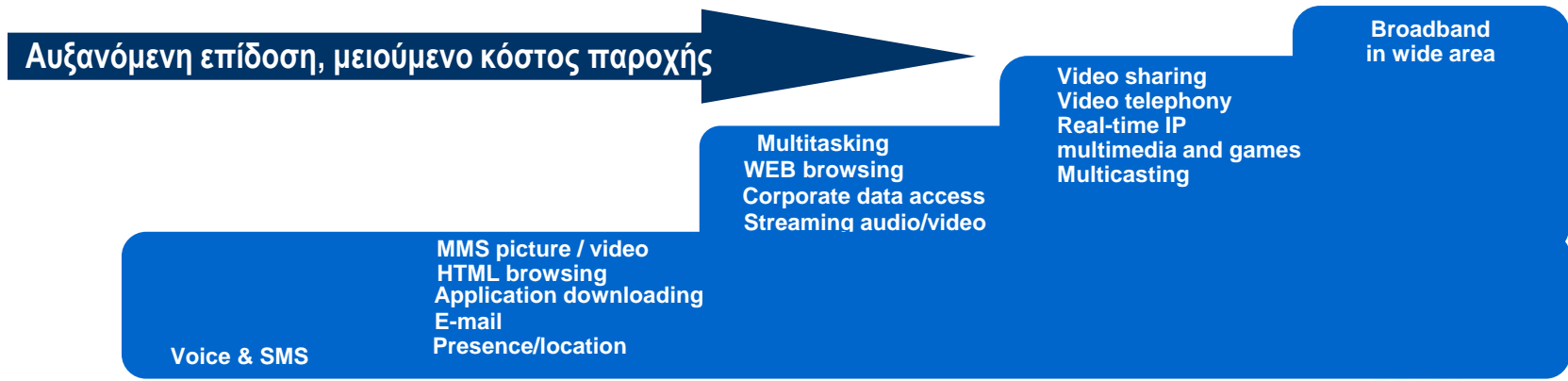
## Οικουμενική κινητικότητα



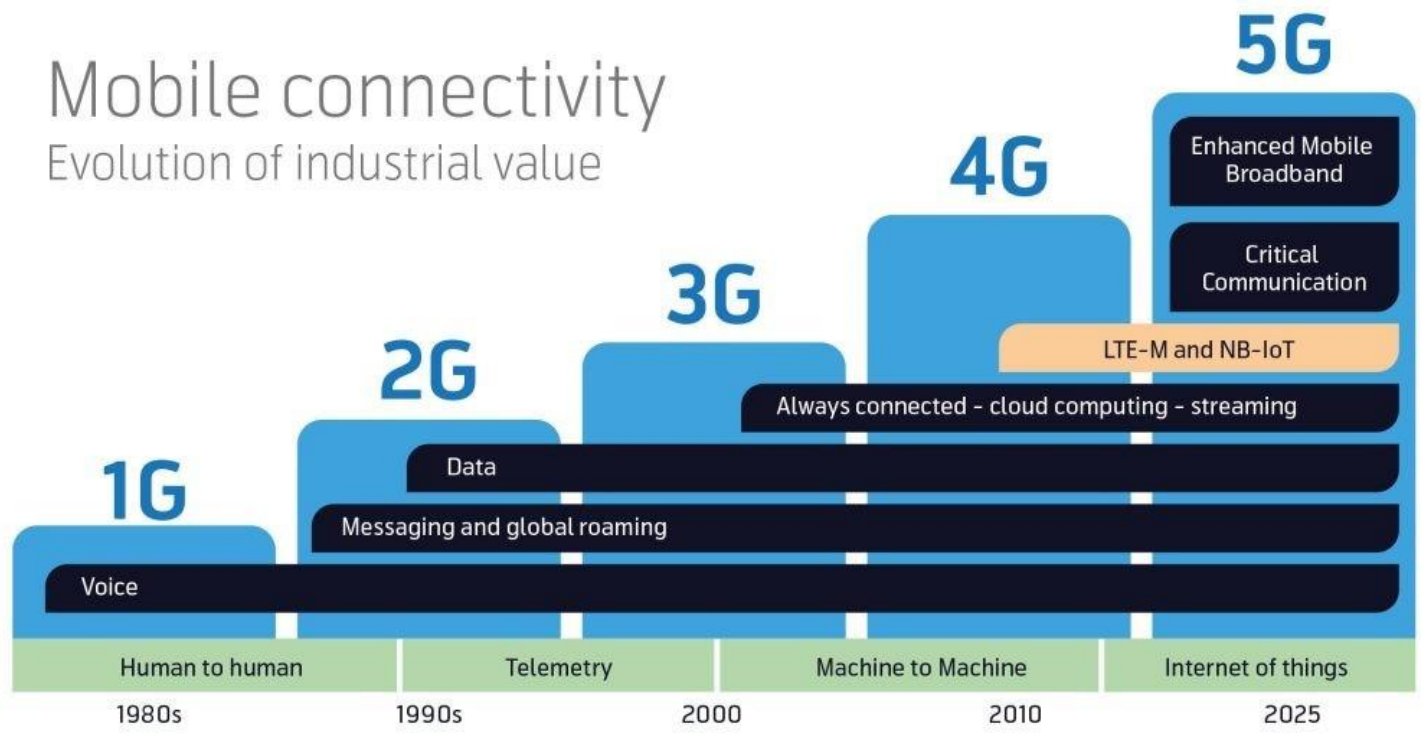
# Evolution of Radio Access Technologies



# Εξέλιξη υπηρεσιών

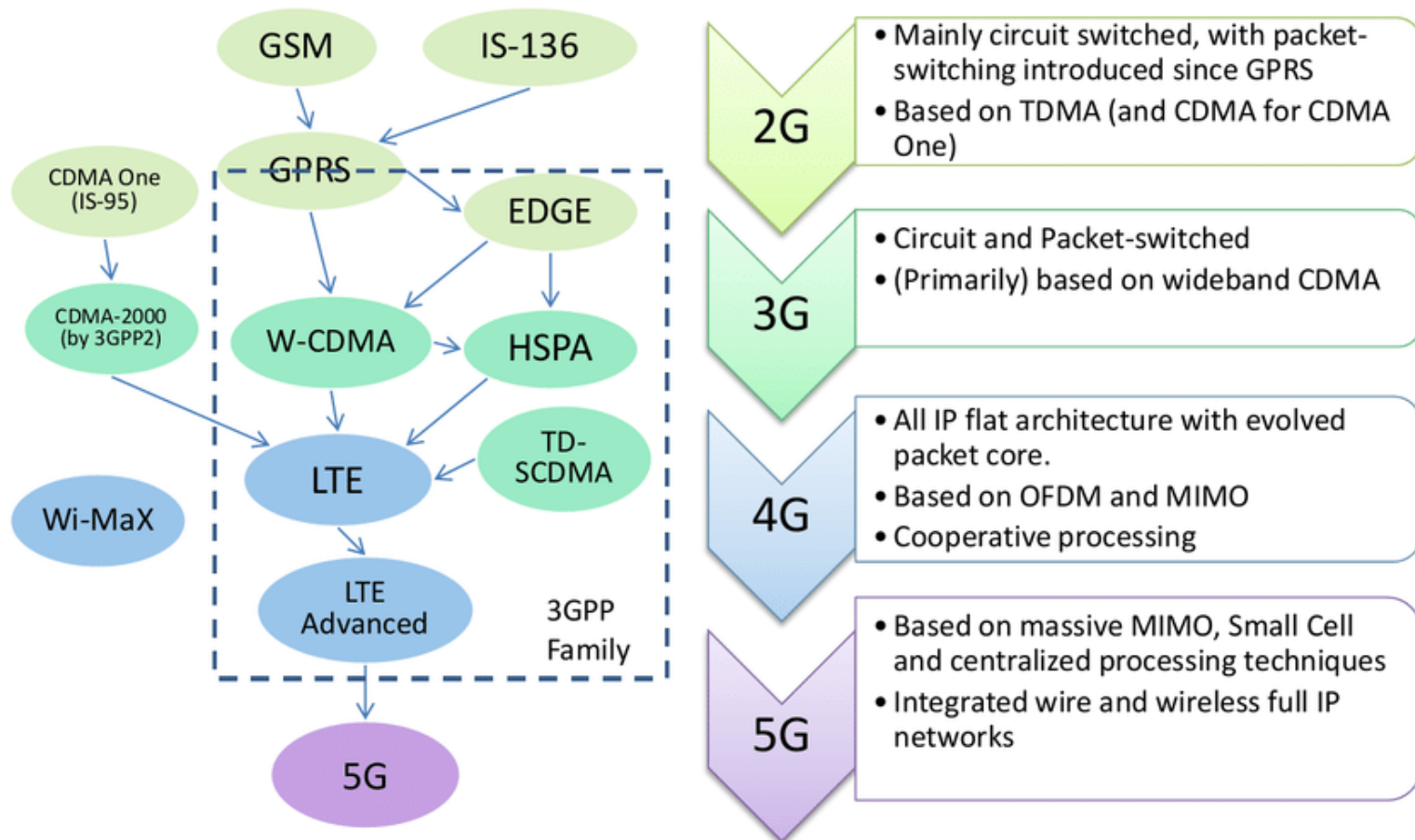


Mobile connectivity  
Evolution of industrial value



# Εξέλιξη των ψηφιακών συστημάτων κινητών επικοινωνιών

## Εξέλιξη από 2G σε 5G





Standards organizations and other related bodies have agreed to cooperate for the production of a complete set of globally applicable Technical Specifications for a 3rd Generation Mobile System based on the evolved GSM core networks and the radio access technologies supported by 3GPP partners (i.e., UTRA both FDD and TDD modes).

The Project is entitled the “Third Generation Partnership Project” and may be known by the acronym “3GPP”.

3GPP has been established for the preparation and maintenance of the above mentioned Technical Specifications, and is not a legal entity.



## 3GPP comprises of:

- Partners:
  - Organizational Partners
    - 3GPP is open to all standards organizations irrespective of the geographical location.
  - Market Representation Partners
- Individual Members

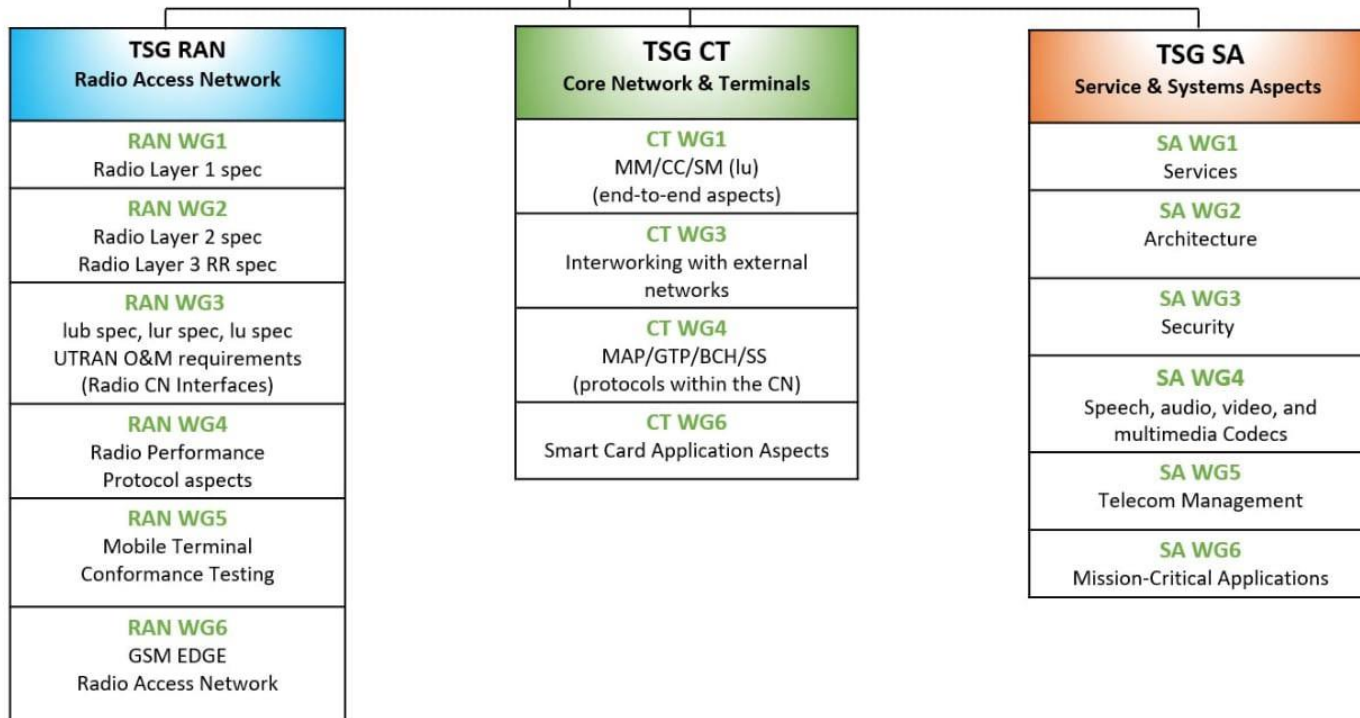
## 3GPP is characterized by the following attributes:

- **Minimum production time** for Technical Specifications from conception to approval
- Fast, **electronic based approval** process
- Maximum use of **modern (electronic) working methods**
- **Minimum number of hierarchical levels** with decision making taking place at the lowest appropriate levels

# Internal structure of 3GPP



Project Coordination Group (PCG)



Technical Specifications

Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# 3GPP meetings



Συστήματα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών



➤ **ARIB**

The Association of Radio Industries and Businesses, Japan

➤ **ATIS**

The Alliance for Telecommunications Industry Solutions, USA

➤ **CCSA**

China Communications Standards Association

➤ **ETSI**

The European Telecommunications Standards Institute

➤ **TTA**

Telecommunications Technology Association, Korea

➤ **TTC**

Telecommunication Technology Committee, Japan



# Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων

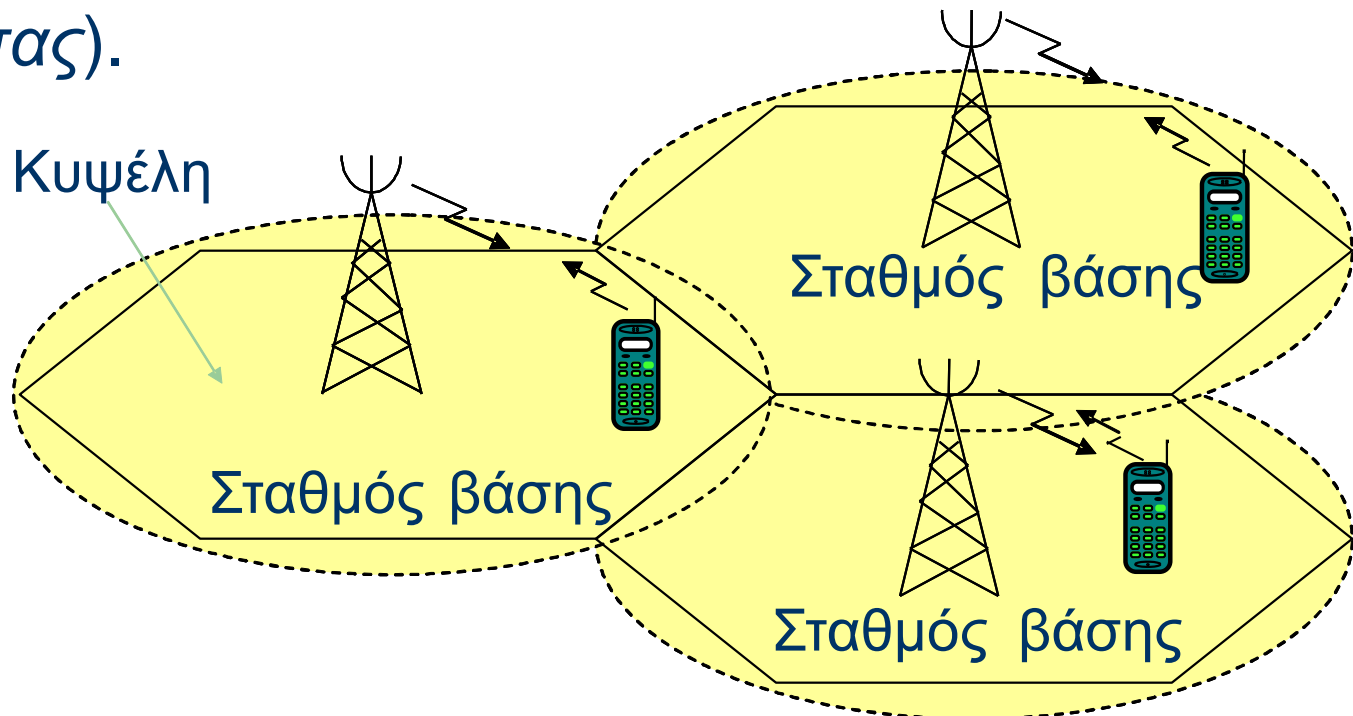
## Η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων εστιάζει:

- Στη βελτίωση της ποιότητας και της ποικιλίας των υπηρεσιών που προσφέρονται.
- Στην υποστήριξη της κινητικότητας (mobility), σε όποια μορφή και αν εμφανίζεται αυτή.

# Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών

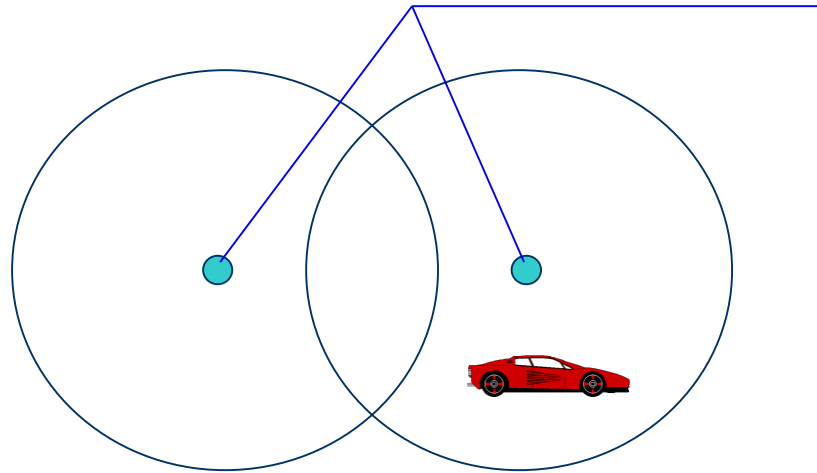
## Κυψελωτά Συστήματα επικοινωνιών

**Στόχος:** Παροχή υπηρεσιών φωνής και δεδομένων σε κινητά τερματικά, που εμφανίζουν μεγάλη διασπορά σε δρόμους και λεωφόρους αστικών, ημιαστικών και αγροτικών περιοχών (κινητά τερματικά μεγάλης ταχύτητας).



# Η Βασική ιδέα

- Συνδεση στο ενσύρματο δικτυο με μια μονο ασυρματη ζευξη (Single hop)
  - Ο χωρος διαιρειται σε κελια – κύτταρα (**cells**)
  - Ενας σταθμος βασης (**base station**) αναλαμβανει την ασυρματη επικοινωνια με τους χρηστες μεσα σε ενα κελι (cell)
  - Οι κινουμενοι χρηστες μπορουν να αλλαζουν κελια ενω επικοινωνουν
  - **Μεταπομπη (Hand-off)** λαμβανει χωρα οταν ενας κινουμενος χρηστης αρχιζει να επικοινωνει μεσω ενος νεου σταθμου βασης



- Παραγοντες που ρυθμιζουν το μεγαθος των κελιων
  - Αριθμος χρηστων που πρεπει να υποστηριχθουν
  - Τεχνολογιες πολυπλεξιας και εκπομπης (διαμορφωση, κωδικοποιηση κ.λ.π)
  - ...



# Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών

## Κυψελωτά Συστήματα επικοινωνιών

### Βήματα εξέλιξης

- Μετάβαση σε ψηφιακή μετάδοση.
- Βελτίωση των διαδικασιών ελέγχου.
- Χρησιμοποίηση μικροκυψελών.

### Προβλήματα

- Μεγάλοι ιστοί κεραιών των σταθμών βάσης.
- Δυσκολία εξεύρεσης χώρων σε αστικές περιοχές.
- Κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας.

# Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών

## Κυψελωτά Συστήματα επικοινωνιών

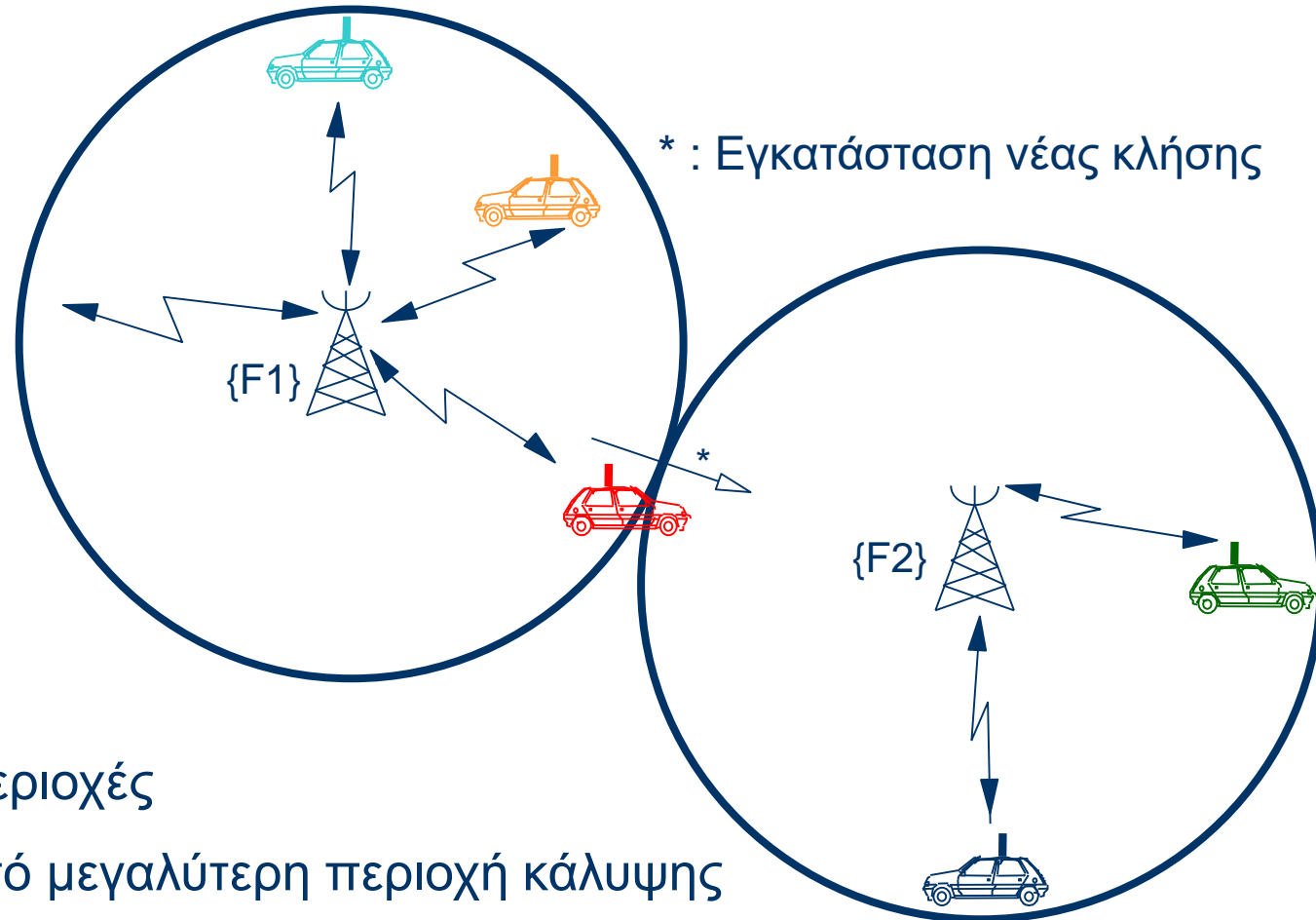
### Σχεδιαστικοί στόχοι

- Μεγιστοποίηση αριθμού χρηστών ανά MHz και ανά κυψέλη σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.
- Οι σταθμοί βάσης να παρέχουν ευρεία ραδιοκάλυψη σε αραιοκατοικημένες περιοχές.

### Επιπτώσεις

- Υψηλή πολυπλοκότητα τερματικών.
- Υψηλή κατανάλωση ισχύος εκπομπής και επεξεργασίας σήματος.
- Χαμηλή ποιότητα κυκλωμάτων.

# Συμβατικά συστήματα ραδιοεπικοινωνιών



- Αυτόνομες περιοχές
- Όσο το δυνατό μεγαλύτερη περιοχή κάλυψης
- Μεγάλη ισχύς εκπομπής
- Όχι διαπομπές

# Συμβατικά συστήματα ραδιοεπικοινωνιών

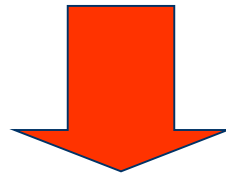
Χαρακτηριστικά των συμβατικών συστημάτων:

- Πολύ καλή ραδιοκάλυψη.
- Λειτουργία σε χαμηλές συχνότητες.
- Δυσκολία στην επαναχρησιμοποίηση των ίδιων συχνοτήτων στην περιοχή εξυπηρέτησης.
- Περιορισμένος αριθμός ταυτόχρονα εξυπηρετούμενων χρηστών.
- Μη αποδοτική χρησιμοποίηση του φάσματος.

# Κυψελωτή δομή

Το ιδανικό σύστημα κινητών επικοινωνιών θα πρέπει:

- Να λειτουργεί σε μια περιορισμένη και προκαθορισμένη ζώνη (υψηλών) συχνοτήτων.
- Να εξυπηρετεί σχεδόν απεριόριστο αριθμό χρηστών σε απεριόριστες, όσο αφορά την έκτασή τους, γεωγραφικές περιοχές.



- Κυψελωτό σύστημα.
- Όχι πολύ μεγάλες τεχνολογικές αλλαγές.

# Κυψελωτή δομή

## Επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων

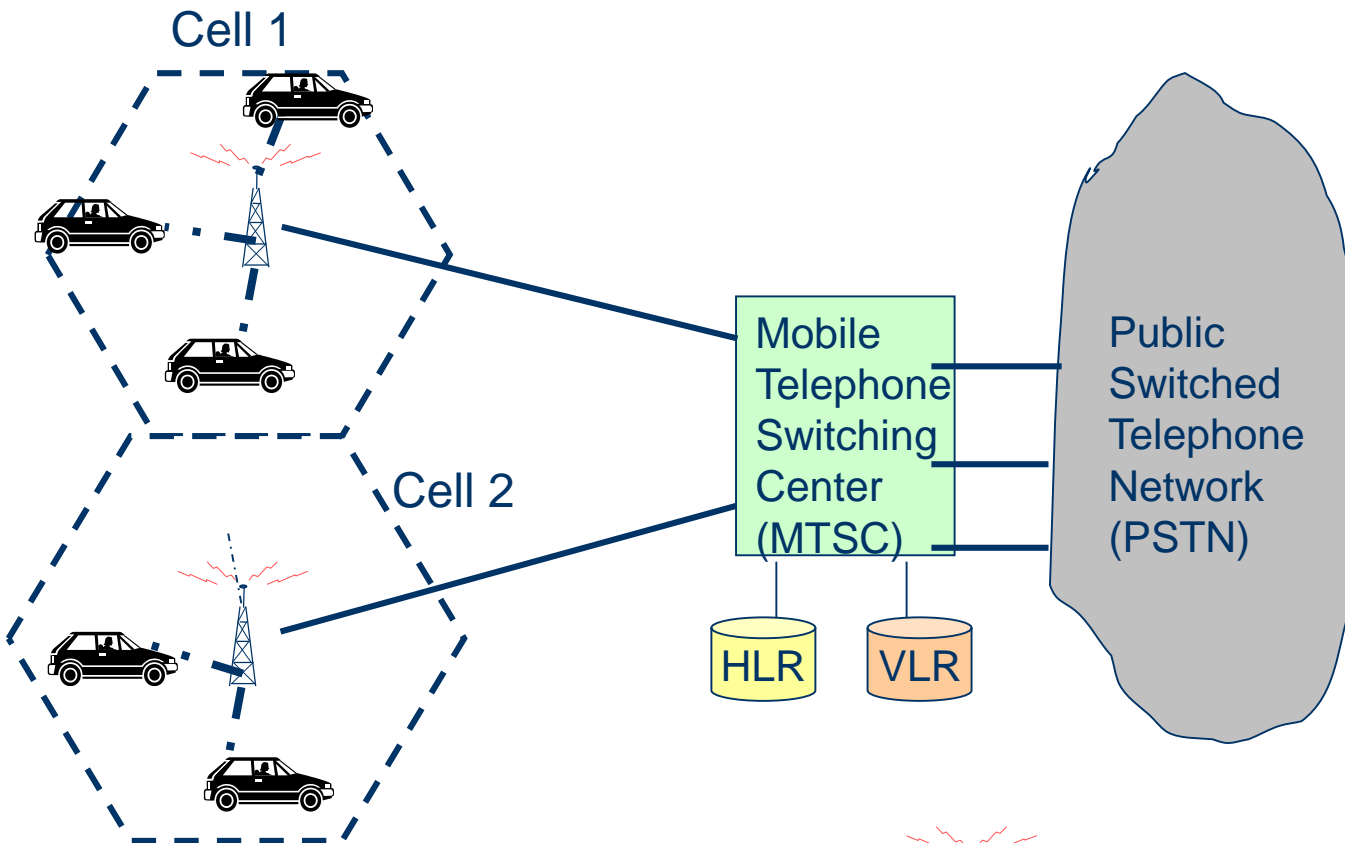
- Αντικατάσταση ενός πομπού μεγάλης ισχύος από πολλούς πομπούς μικρής ισχύος, ο καθένας από τους οποίους καλύπτει μικρό τμήμα της περιοχής εξυπηρέτησης του συστήματος (κυψέλη-cell).
- Σε κάθε σταθμό βάσης κατανέμεται ένα μέρος του συνόλου των διαύλων που διατίθενται για το σύστημα.
- Σε γειτονικούς σταθμούς κατανέμονται διαφορετικές ομάδες διαύλων.
- Όλοι οι διαθέσιμοι δίαυλοι κατανέμονται σε σχετικά μικρό αριθμό γειτονικών σταθμών βάσης.

# Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών

## Θέματα σχεδίασης

- Ραδιοδιάυλος
  - Θόρυβος
  - Διαλείψεις
  - Παρεμβολές
- Πολυπλεξία, πολλαπλή πρόσβαση
- Επαναχρησιμοποίηση φάσματος
- Διασύνδεση σταθμών βάσης, κινητικότητα χρηστών
- Ασφάλεια επικοινωνιών

# Ένα κυψελωτό δίκτυο



Mobile User



Base Transceiver Station (BTS)



Cordless connection HLR = Home Location Register



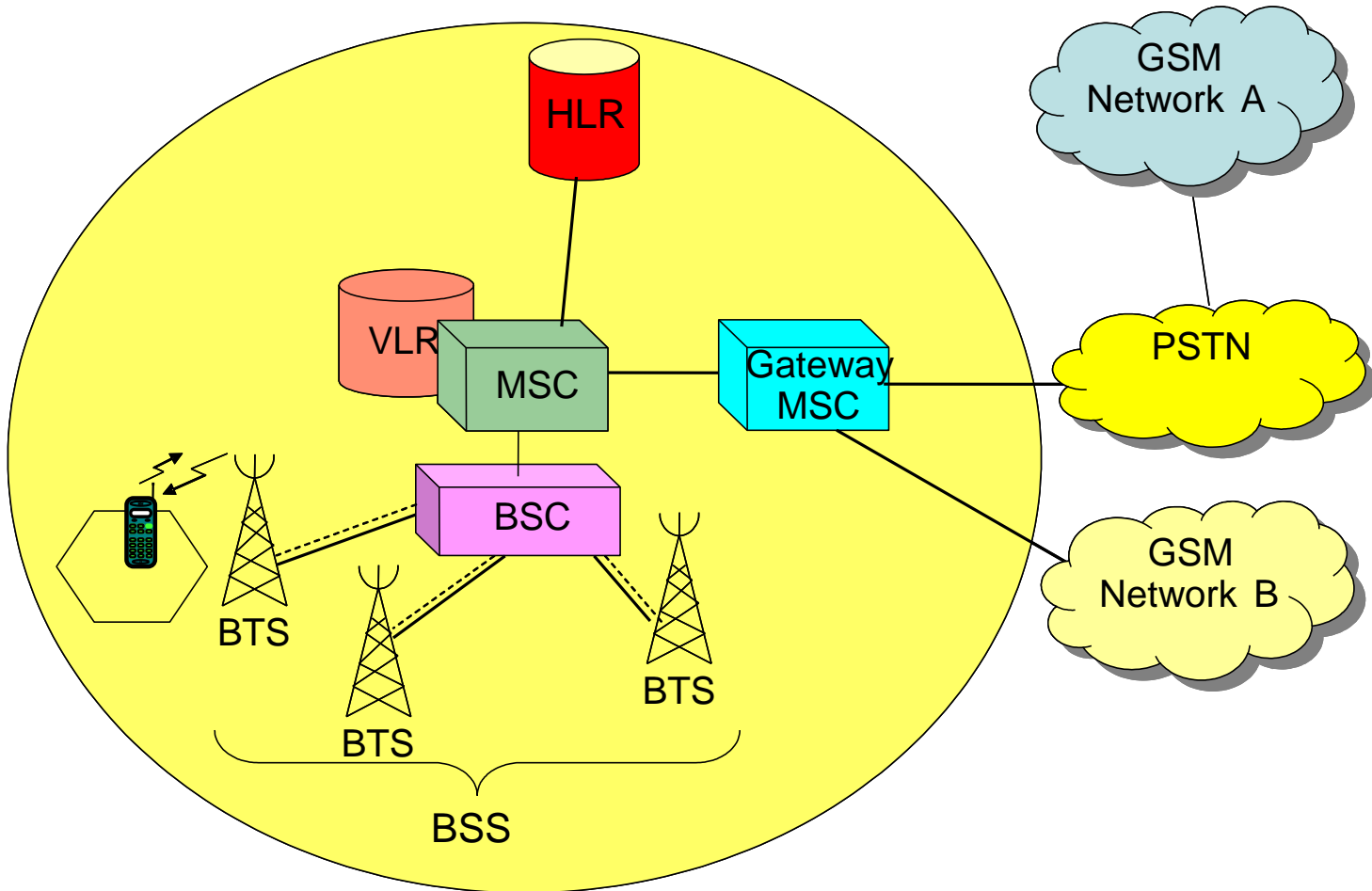
Wired connection VLR = Visitor Location Register



# Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων

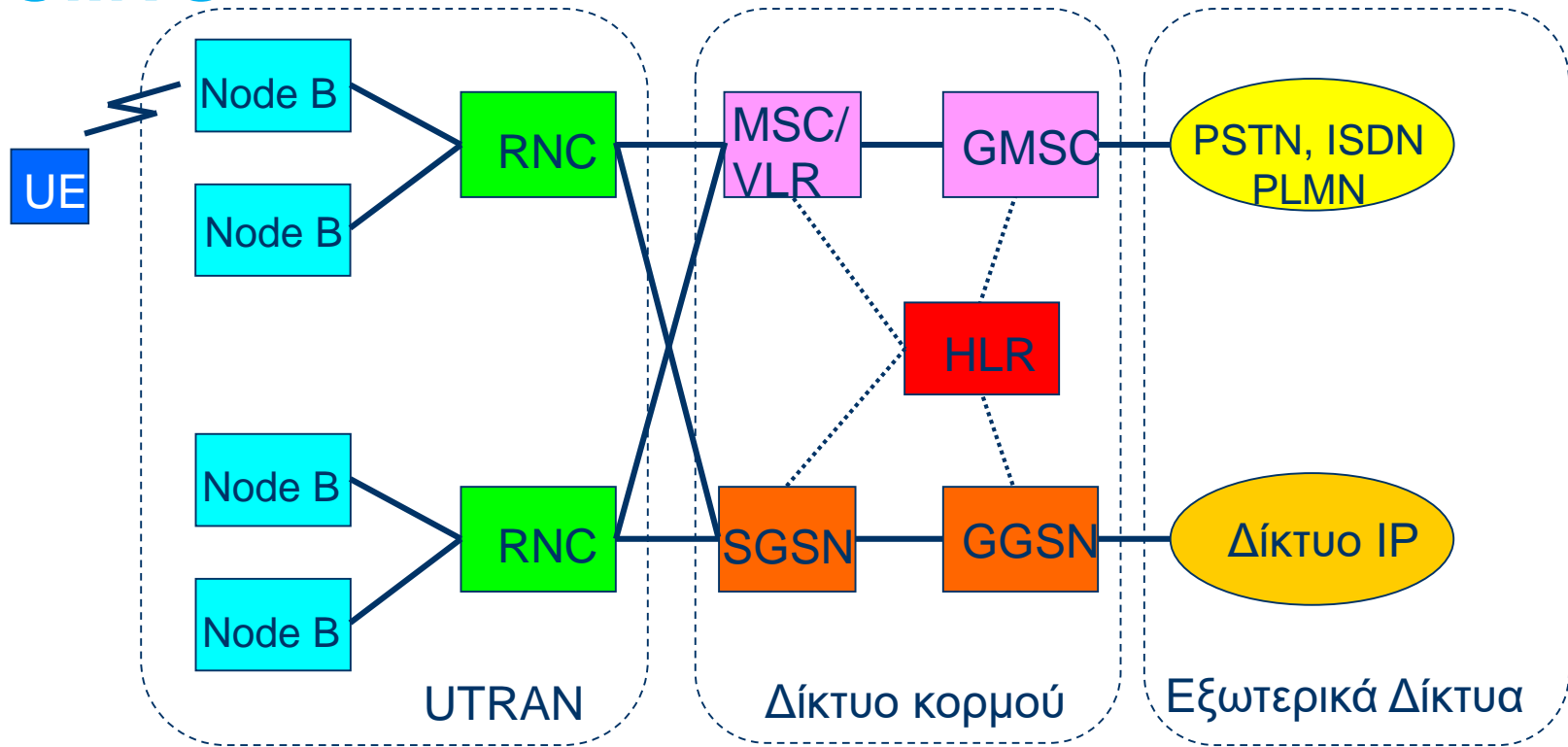
## GSM

Δημόσιο επίγειο δίκτυο κινητών επικοινωνιών (PLMN)



# Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων

## UMTS



UE: User Equipment

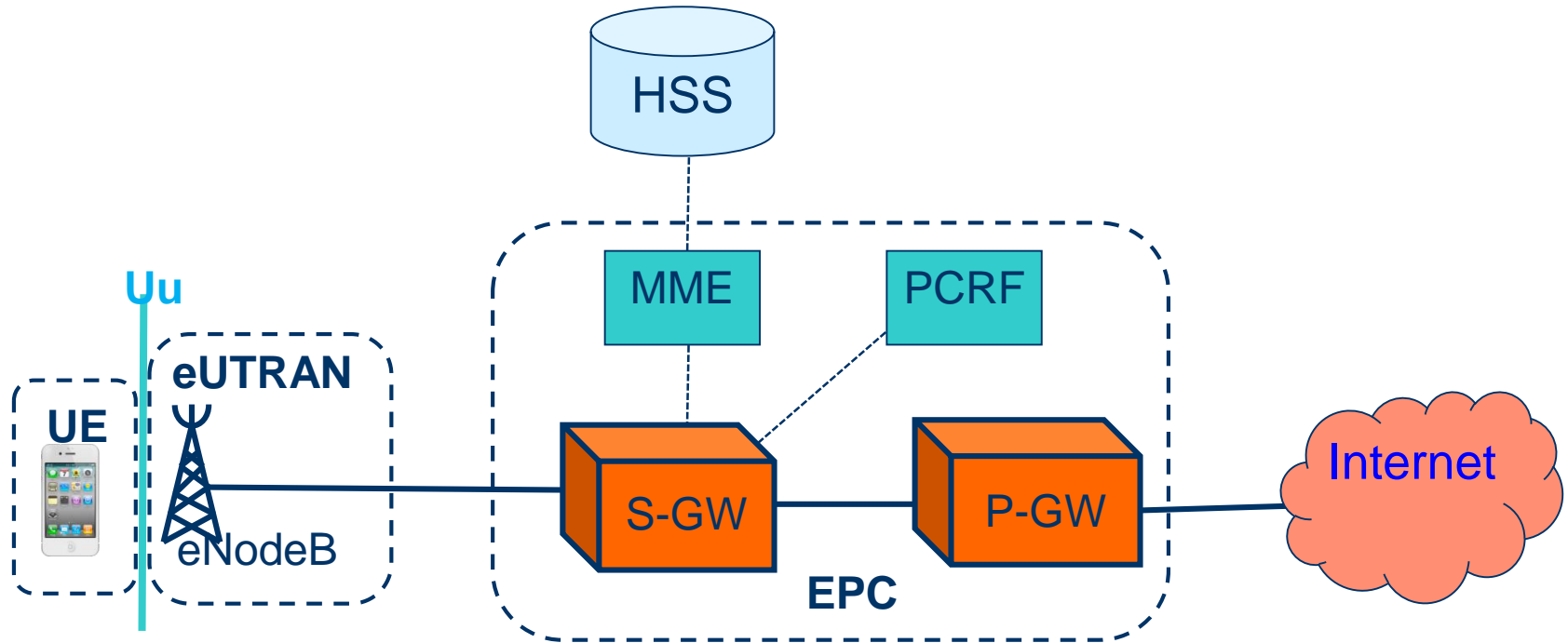
RNC: Radio Network Controller

UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network

SGSN: Serving GPRS Support Node

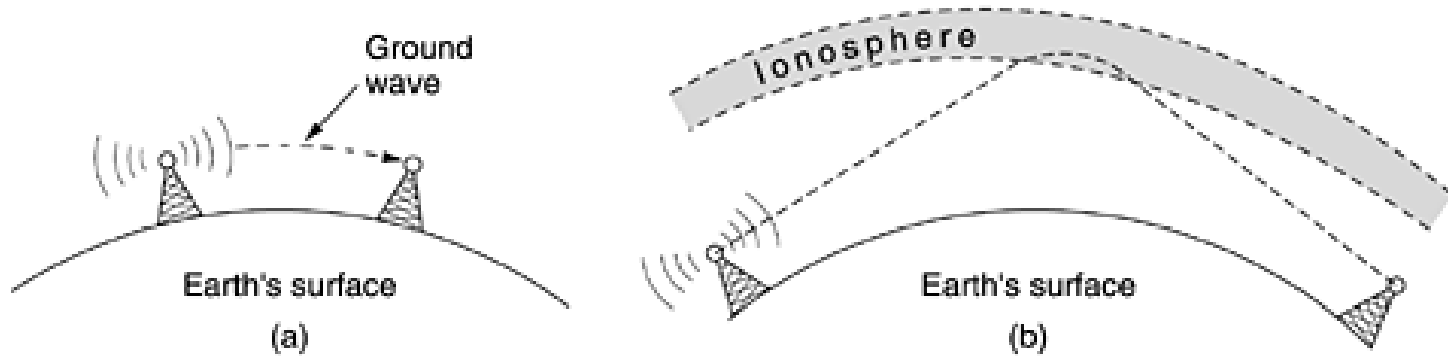
GGSN: Gateway GPRS Support Node

# Από UMTS σε LTE



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

# Διάδοση Ραδιοκυμάτων



Τα ραδιοκύματα χαμηλής συχνότητας (VLF, LF, and MF)

- | ακολουθούν την καμπύλη της γης και μεταδίδονται επίγεια (π.χ. AM)
- | διαπερνούν φυσικά εμπόδια
- | η ισχύς του μειώνεται αργά

Τα ραδιοκύματα υψηλής συχνότητας (HF and VHF)

- | απορροφώνται από τη γη, αλλά ανακλώνται από την ιονόσφαιρα (π.χ. FM)
- | δεν διαπερνούν φυσικά εμπόδια
- | η ισχύς τους δε διατηρείται σε μεγάλη απόσταση

# Προβλήματα Ραδιοκυμάτων

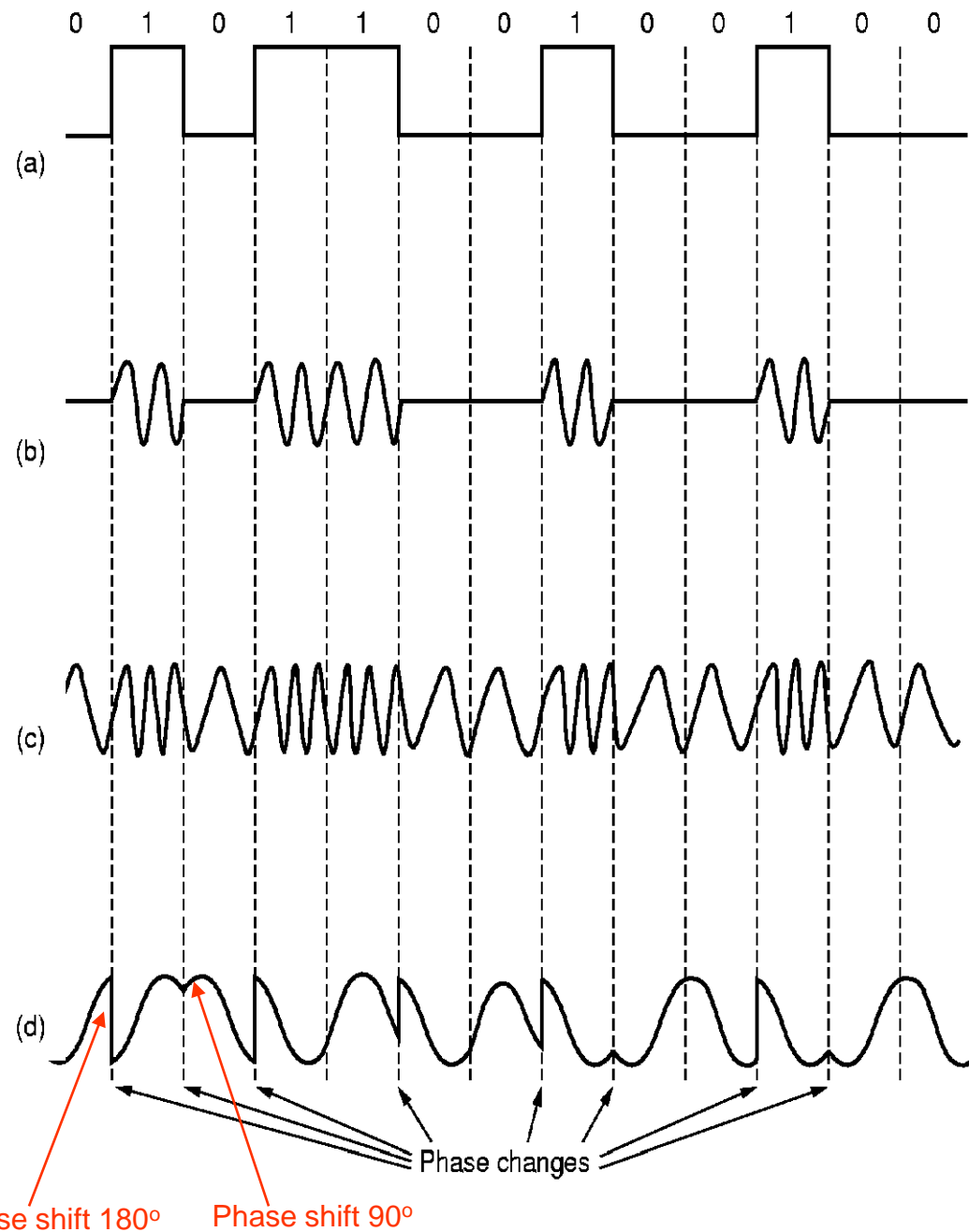
- θόρυβος από εξωτερικές ηλεκτρομαγνητικές πηγές (noise)
- εξασθένιση σήματος (path loss)
- πολυοδική διάθλαση σήματος (multipath fading)
- παρεμβολές μεταξύ γειτονικών καναλιών (inter-channel interference)

# Διαμόρφωση Σήματος

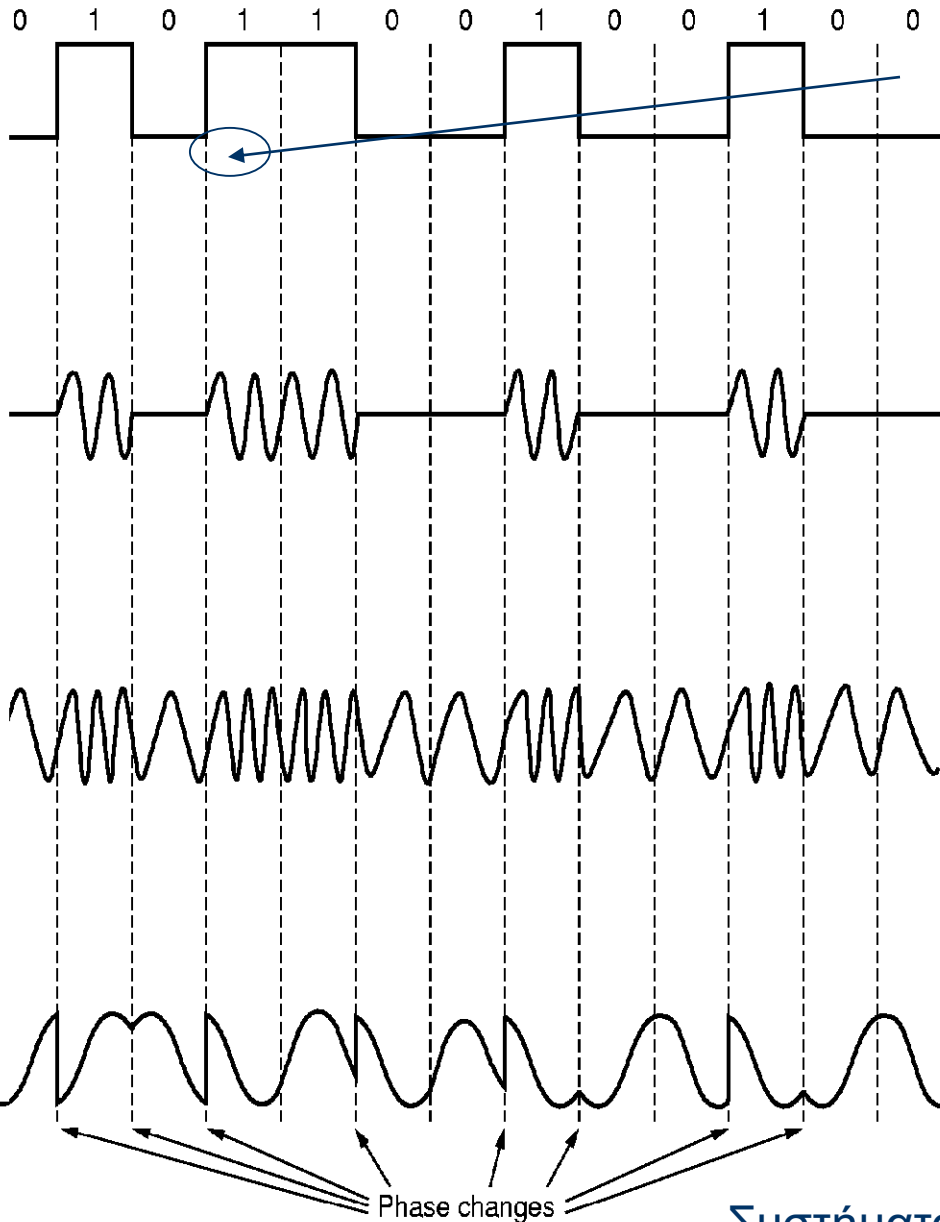
- **Baseband:** Μετάδοση αδιαμόρφωτου σήματος
  - Μεγάλο εύρος σχετικά χαμηλών συχνοτήτων
  - Μεγάλη εξασθένιση και περιορισμένη μετάδοση
  - Καλό μόνο για μικρές αποστάσεις και χαμηλές ταχύτητες
- **Διαμόρφωση:** η ελεγχόμενη αλλαγή ενός παράγοντα του φέροντος σήματος (carrier) με βάση την πληροφορία που επιθυμούμε να μεταδώσουμε
  - Εύρος
  - Συχνότητα
  - Φάση
- **Modem:** Συσκευή διαμόρφωσης/αποδιαμόρφωσης (modulator/demodulator)

# Διαμόρφωση Σήματος (Modulation)

1. μη διαμορφωμένο (ψηφιακό) σήμα
  2. διαμόρφωση εύρους (AM)
  3. διαμόρφωση συχνότητας (FM)  
FSK (frequency shift keying)  
τεχνική για ψηφιακά σήματα
  4. διαμόρφωση φάσης (PM)  
PSK (phase shift keying)  
τεχνική για ψηφιακά σήματα
- $f$ : φέρουσα συχνότητα



Phase shift 180° Phase shift 90°



Sample

Sample Rate=Samples/sec (Baud Rate)

Κατά τη διάρκεια ενός Sample στέλνεται ένα **“symbol”**

Symbol=ελάχιστο τμήμα πληροφορίας

Στην απλούστερη περίπτωση AM με :

1 symbol = 1 bit (0/1) = voltage/no voltage

Για να αυξήσουμε την ταχύτητα μετάδοσης δε μπορούμε να μειώνουμε το sample επ' άπειρον.

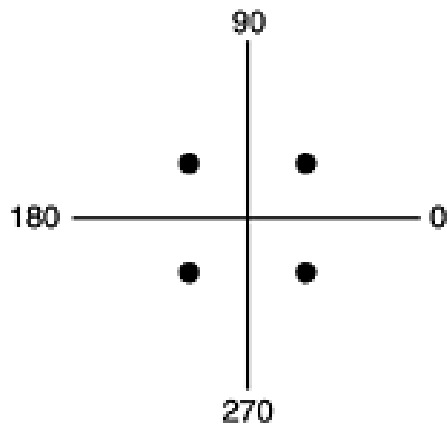
Μπορούμε όμως να αυξάνουμε τον αριθμό των πιθανών symbols (επιπέδων έντασης μετάδοσης, δηλαδή εύρους σήματος) του AM

Συνηθέστερος συνδυασμός της τεχνικής αυτής με PSK.

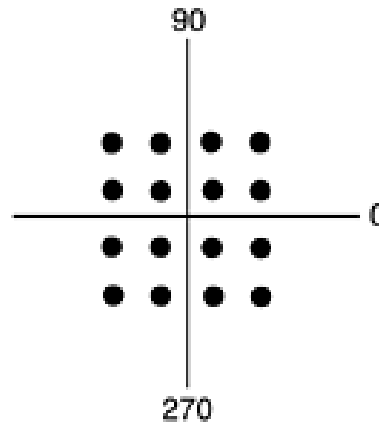


# Πολλαπλές Διαμορφώσεις

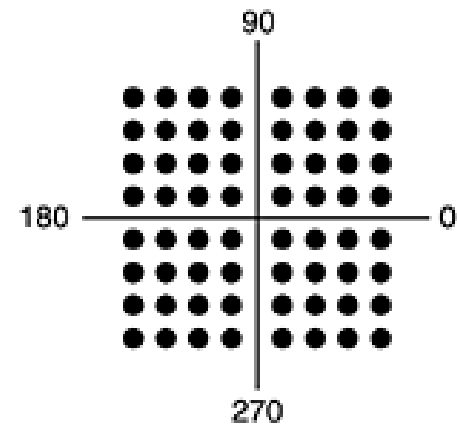
- QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) = 4 phase shifts, 1 amplitude level, 2 bits/symbol
- QAM-16 = 4 phase shifts, 4 amplitude levels, 4 bits/symbol
- QAM-64 = 4 phase shifts, 16 amplitude levels, 6 bits/symbol



QPSK

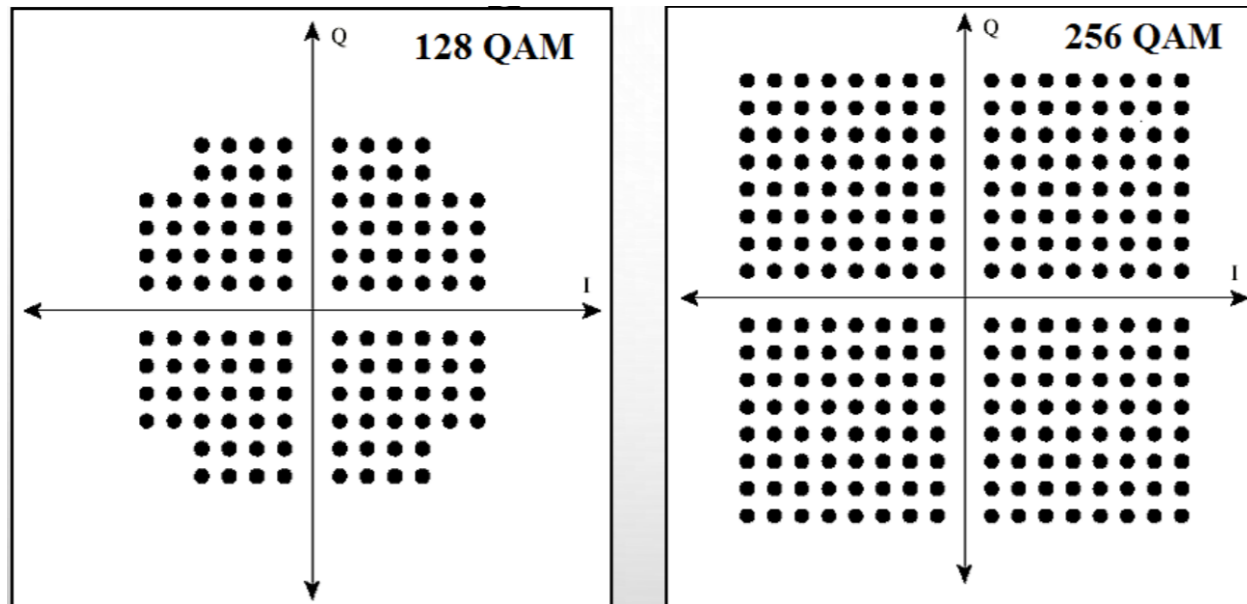
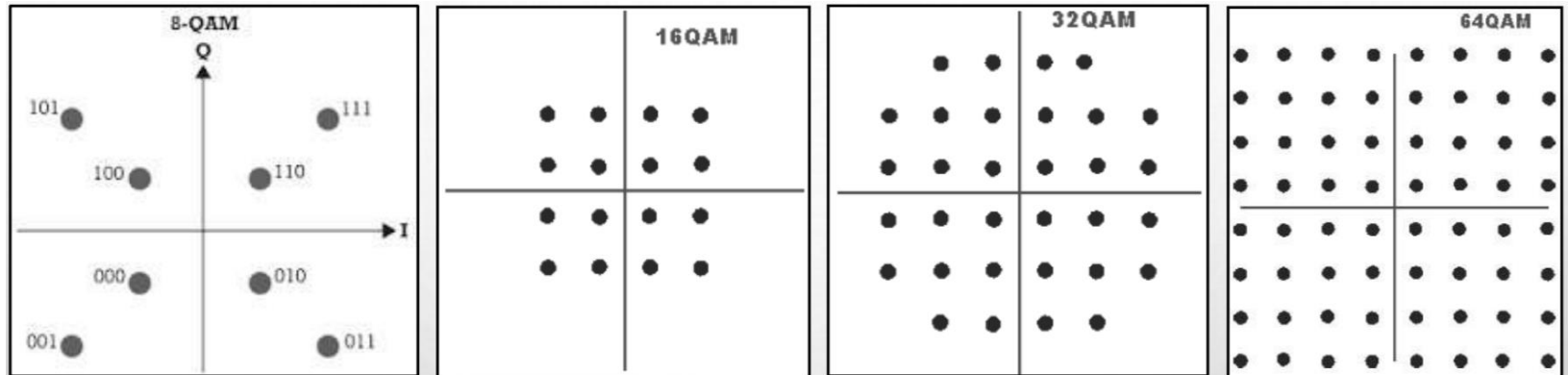


QAM-16



QAM-64

# Πολλαπλές Διαμορφώσεις



# Δυναμική Διαμόρφωση

