



# ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Εισαγωγή

# Σκοπός του μαθήματος



- Μελέτη της αρχιτεκτονικής και της λειτουργίας των δικτύων κινητών και προσωπικών επικοινωνιών
- Το αντικείμενο είναι τεράστιο και δεν μπορεί να καλυφθεί μόνο με το μάθημα αυτό
- Το βιβλίο που προτείνεται για το μάθημα καλύπτει πολύ μεγαλύτερη ύλη από τις ανάγκες του μαθήματος.  
**Μην τρομάξετε από τον όγκο του!**
- Θα καλυφθούν κυρίως οι περιοχές που αφορούν:
  - Το ασύρματο περιβάλλον (διάδοση, διαλείψεις, παρεμβολές)
  - Τη χωρητικότητα των κυψελωτών συστημάτων
  - Τις παρεμβολές των κυψελωτών συστημάτων
  - Τη διαχείριση ασυρμάτων πόρων
  - Τις λειτουργίες υποστήριξης κινητικότητας
  - Τη διαχείριση επικοινωνιών
  - Υπηρεσίες Θέσης

# Η ύλη του μαθήματος



- Το ασύρματο περιβάλλον στις κινητές επικοινωνίες (απώλειες διαδρομής, διαλείψεις), **Κεφ. 2**
- Βασικές αρχές των κυψελωτών συστημάτων, **Κεφ. 3**
- Παρεμβολές στο ασύρματο περιβάλλον των κινητών επικοινωνιών, **Κεφ. 4**
- Κατανομή και εκχώρηση ασυρμάτων πόρων - πολλαπλή πρόσβαση, **Κεφ. 5**
- Αρχιτεκτονική των κυψελωτών συστημάτων, **Κεφ. 7**
- Διαχείριση ραδιοδιαύλων, **Κεφ. 9**
- Διαχείριση κινητικότητας, **Κεφ. 10**
- Διαχείριση επικοινωνίας, **Κεφ. 11**
- Υπηρεσίες θέσης, **Κεφ. 14**
- Site μαθήματος: [www.cn.ntua.gr](http://www.cn.ntua.gr)

# Περίληψη του εισαγωγικού μέρους

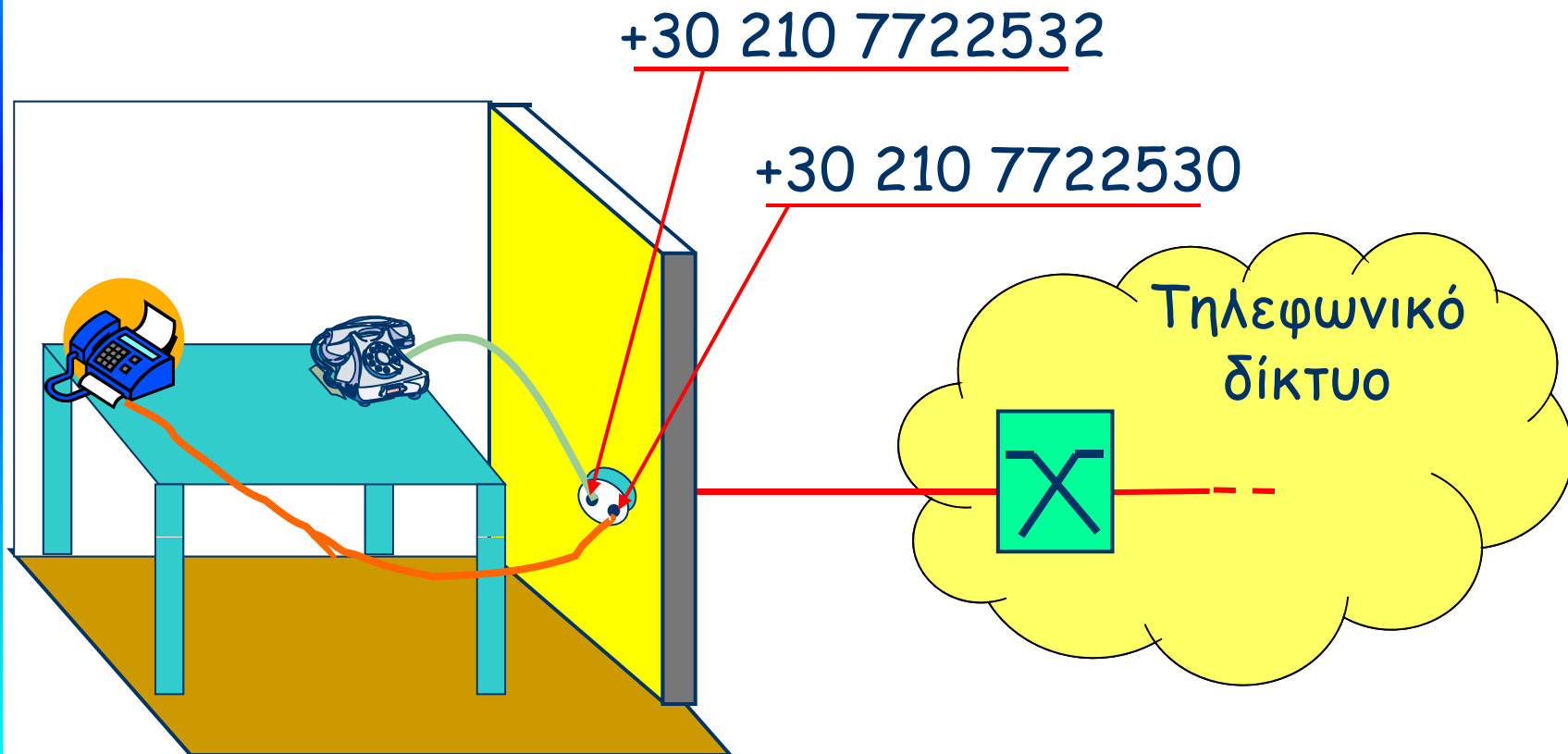


- Ορισμός - Βασικές έννοιες
- Κινητικότητα
- Ασύρματα συστήματα κινητών επικοινωνιών
- Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων
- Εξέλιξη των συστημάτων κινητών επικοινωνιών
- Συστήματα 4G

# Σταθερές επικοινωνίες



Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας είναι σταθερό

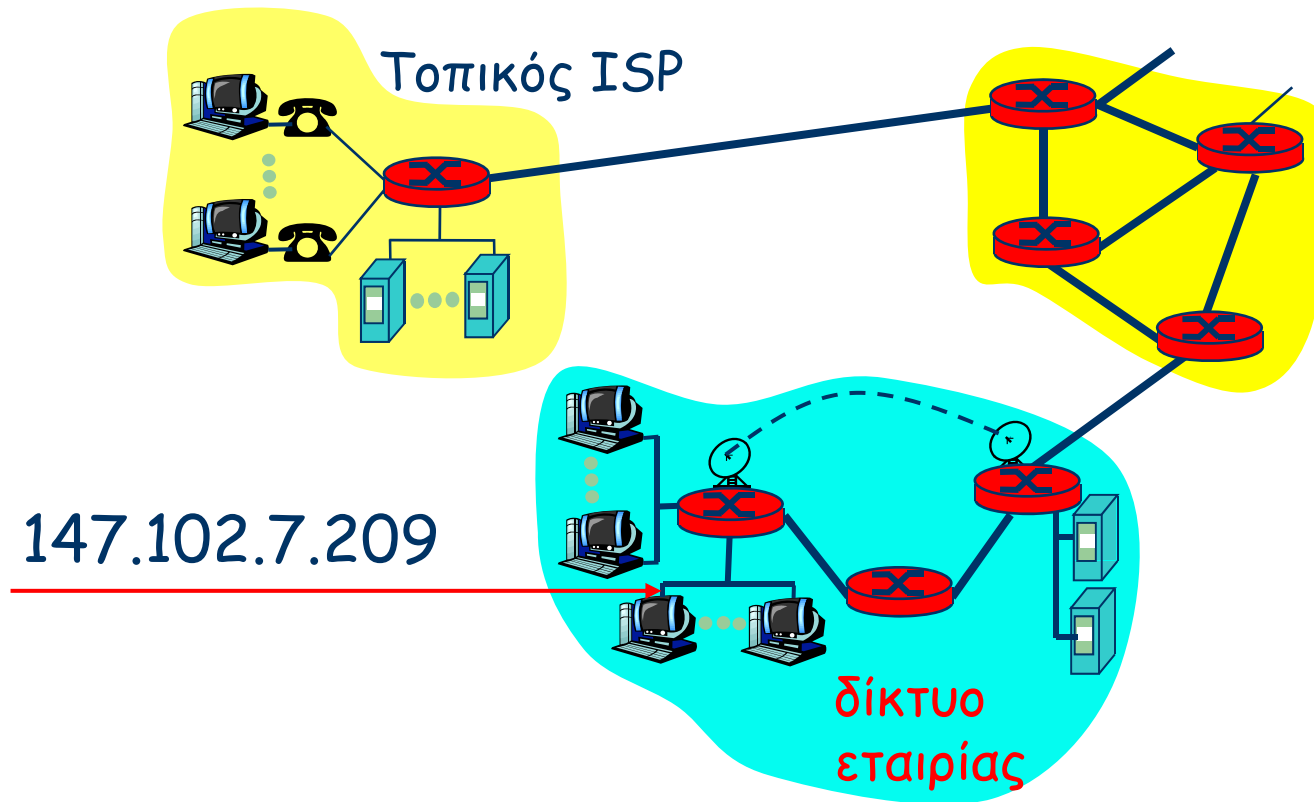


Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Σταθερές επικοινωνίες



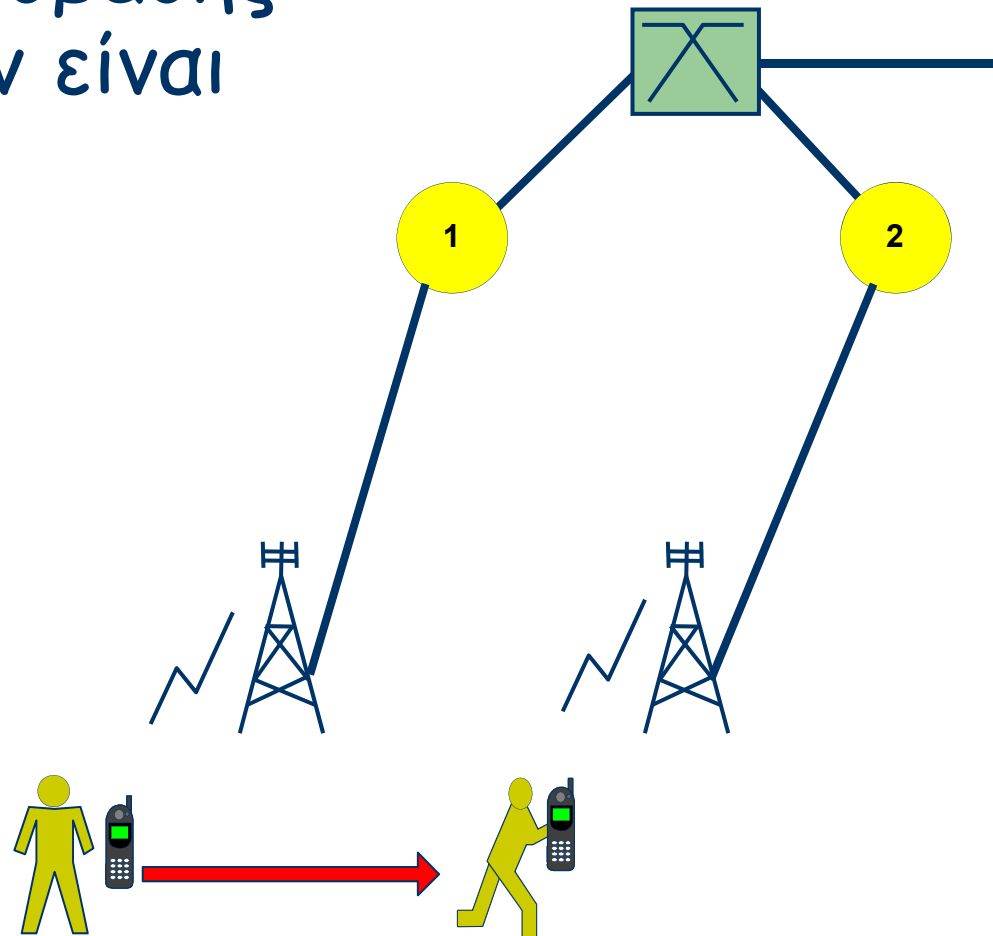
Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας είναι, ως επί το πλείστον, σταθερό



# Κινητές επικοινωνίες



Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας δεν είναι σταθερό



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Προσωπικές επικοινωνίες



Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας  
δεν είναι σταθερό



Όχι μονοσήμαντη σχέση χρήστη με  
συγκεκριμένο τερματικό



# Κινητές και προσωπικές επικοινωνίες



## Σκοπός

- οποιασδήποτε μορφής επικοινωνία, με οποιοδήποτε πρόσωπο ή τερματικό, οπουδήποτε

# Κινητές και προσωπικές επικοινωνίες

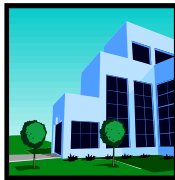


Επίλεξε τον προσωπικό αριθμό του κ. Χ

Να είναι σε οποιοδήποτε μέρος



Σπίτι



Γραφείο



Δημόσιος χώρος



Μετακίνηση

Να χρησιμοποιεί οποιαδήποτε συσκευή



Κινητό τηλέφωνο



Τηλέφωνο γραφείου ενσύρματο



Τηλέφωνο γραφείου ασύρματο



Τηλέφωνο σπιτιού



Τηλεειδοποιητής



Fax

Ο κ. Χ μπορεί:



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών



## 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*

# Κινητικότητα



## Κινητικότητα τερματικού



## Προσωπική κινητικότητα



# 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 και του δικτύου που εξυπηρετεί το τερματικό
- Πραγματοποιείται με την ενημέρωση του προφίλ εξυπηρέτησης κάθε χρήστη και την αναζήτησή του όταν χρειάζεται

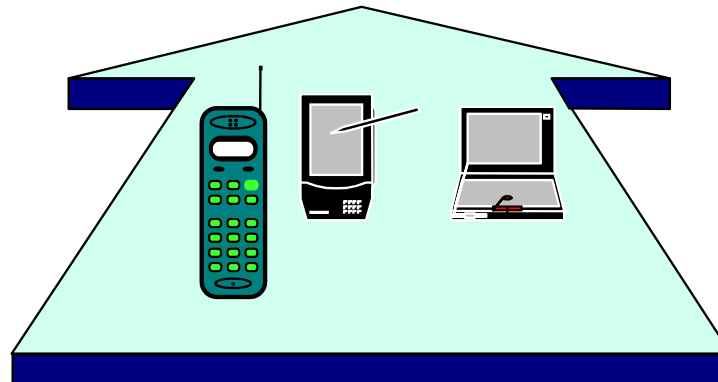
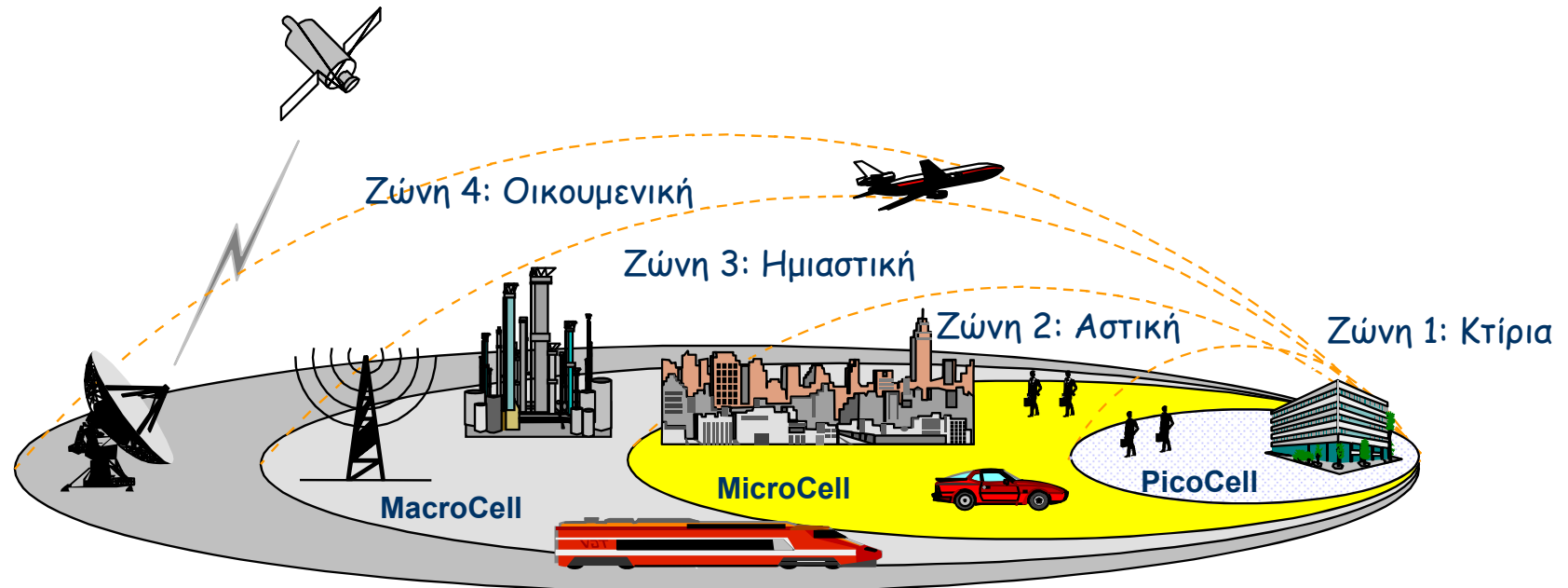
# Παγκόσμια κινητικότητα



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

- διαλειτουργικότητα μεταξύ των διάφορων συστημάτων ασύρματης πρόσβασης
- κινητικότητα σε παγκόσμια κλίμακα
- παροχή υπηρεσιών μεγάλου εύρους ζώνης

# Παγκόσμια κινητικότητα



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών



Τρεις κύριες περιοχές εφαρμογής:

- Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα για προσωπικές επικοινωνίες χαμηλών απαιτήσεων κινητικότητας
- Ασύρματα δίκτυα κινητών επικοινωνιών για προσωπικές επικοινωνίες υψηλών απαιτήσεων κινητικότητας
- Ασύρματα τοπικά δίκτυα



# Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών



- Υπάρχει επικάλυψη των τριών περιοχών εφαρμογής στα προβλήματα που εμφανίζουν και στους τρόπους αντιμετώπισής τους
- Οι σχεδιαστικές επιλογές για την κάθε περιοχή εφαρμογής θέτουν διαφορετική έμφαση σε συγκεκριμένες παραμέτρους και οδηγούν σε διαφορετικές τεχνικές προσεγγίσεις
- **Αποτέλεσμα:** Διαφορετικές αρχιτεκτονικές και διαδικασίες ελέγχου

# Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα



Στόχος: Παροχή κινητών υπηρεσιών φωνής και δεδομένων, με μικρές φορητές συσκευές, σε πεζούς και σχεδόν στάσιμους χρήστες, μέσα σε σπίτια και κτίρια ή γύρω από αυτά.



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα



## Βήματα εξέλιξης

- ψηφιακή λειτουργία των ασύρματων τηλεφώνων
- ολοκλήρωσή τους με το σύστημα telepoint
- ολοκλήρωσή τους με μικρά συστήματα μεταγωγής για την παροχή ασύρματης πρόσβασης σε κτίριο γραφείων
- παγκοσμίως διατίθενται ζώνες συχνοτήτων κοντά στα 1 GHz και 2 GHz

# Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα



Οι σχεδιαστικές επιλογές καθορίζονται από:

- Τις εφαρμογές που πρέπει να υποστηριχθούν
- Το περιβάλλον λειτουργίας

# Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα



## Σχεδιαστικοί στόχοι

- Μικρό βάρος τερματικού
- Μικρό μέγεθος τερματικού
- Μικρή κατανάλωση ισχύος τερματικού

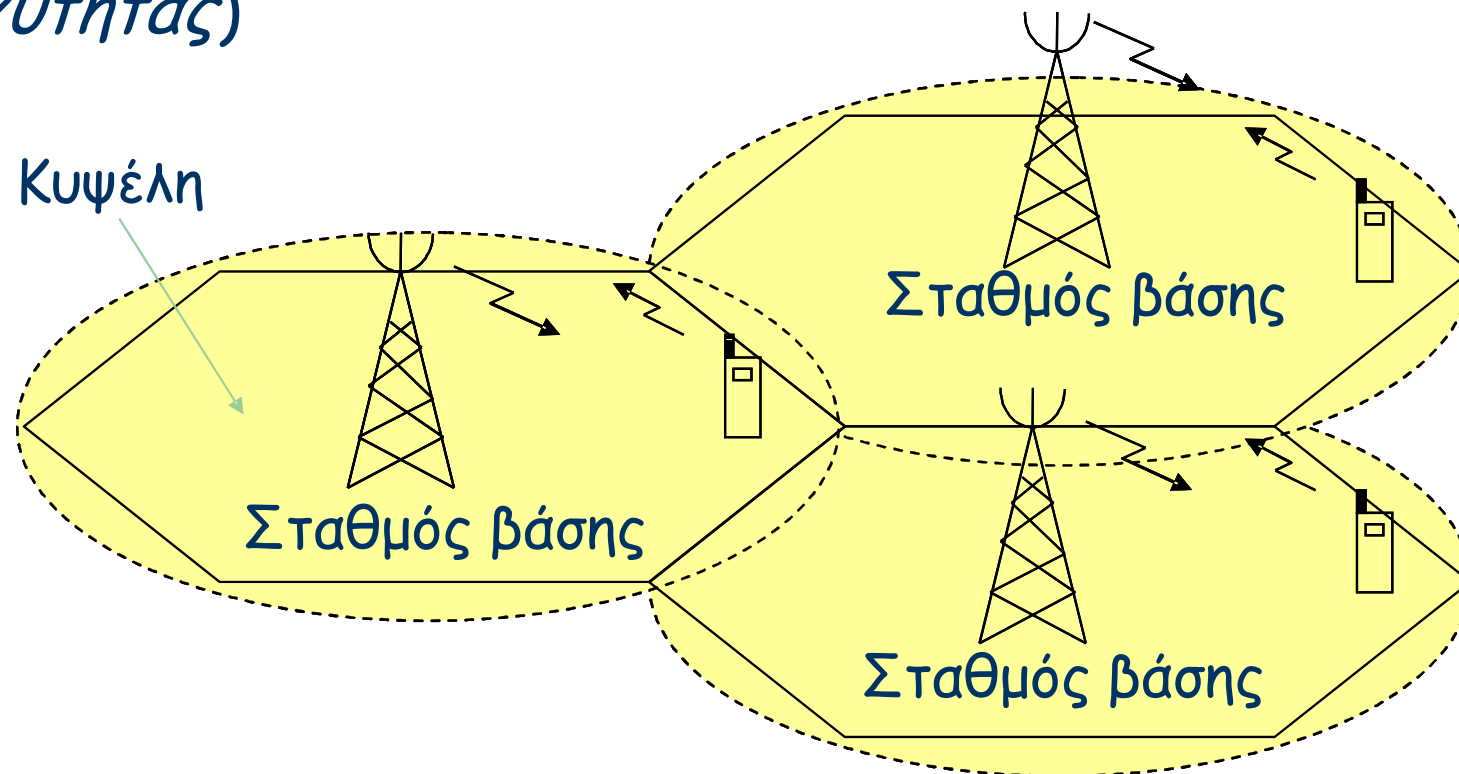
## Επιπτώσεις

- Μικρή ισχύς εκπομπής
- Μικρή πολυπλοκότητα των τερματικών
- Πυκνή διάταξη σταθμών βάσης
- Φθηνοί σταθμοί βάσης, χαμηλού κόστους που δεν υποστηρίζουν πολύπλοκες λειτουργίες

# Κυψελωτά δίκτυα κινητών 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*)





## Βήματα εξέλιξης

- μετάβαση σε ψηφιακή μετάδοση
- βελτίωση των διαδικασιών ελέγχου
- χρησιμοποίηση μικροκυψελών



## Προβλήματα

- μεγάλοι ιστοί κεραιών των σταθμών βάσης
- δυσκολία εξεύρεσης χώρων για τους Π/Δ σε αστικές περιοχές
- μεγάλος αριθμός ξεχωριστών Π/Δ και συσκευών μετάδοσης για κάθε κύκλωμα βασικής ζώνης





## Σχεδιαστικοί στόχοι

- μεγιστοποίηση αριθμού χρηστών ανά MHz και ανά κυψέλη
- οι σταθμοί βάσης να παρέχουν ευρεία ραδιοκάλυψη σε αραιοκατοικημένες περιοχές

## Επιπτώσεις

- υψηλή πολυπλοκότητα τερματικών
- υψηλή κατανάλωση ισχύος εκπομπής και επεξεργασίας σήματος
- χαμηλή ποιότητα κυκλωμάτων

# Ασύρματα τοπικά δίκτυα



## Στόχος

- παροχή *υψηλότερων ρυθμών μετάδοσης* (αρκετά Mbps) σε φορητά τερματικά, που μετακινούνται σε *περιορισμένες περιοχές*, όπως π.χ. μέσα σε μεγάλα κτίρια ή σε πανεπιστημιούπολεις, νοσοκομειακούς χώρους, εμπορικά κέντρα.

Ενδιαφέρει περισσότερο η φορητότητα της υπηρεσίας παρά η κινητικότητα

# Ασύρματα τοπικά δίκτυα



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Ασύρματα τοπικά δίκτυα



- Ρυθμοί μετάδοσης από μερικές δεκάδες kbps μέχρι μερικές δεκάδες Mbps.
- Περιοχή ISM (900 MHz και 2.4 GHz), 5 GHz, 18 GHz, υπέρυθρες ακτίνες.
- Δύο φιλοσοφίες ανάπτυξης
  - Δίκτυα με υποδομή
  - Δίκτυα ad hoc

# Θέματα σχεδίασης ασύρματων συστημάτων κινητών επικοινωνιών



- Ραδιοδιάυλος
  - Θόρυβος
  - Διαλείψεις
- Πολυπλεξία, πολλαπλή πρόσβαση ( $\#Ch > 1$ )
- Παρεμβολές, επαναχρησιμοποίηση φάσματος
- Διασύνδεση σταθμών βάσης, κινητικότητα χρηστών
- Ασφάλεια επικοινωνιών

# Επίδραση της κινητικότητας στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα



## Η μελλοντική εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών εστιάζει:

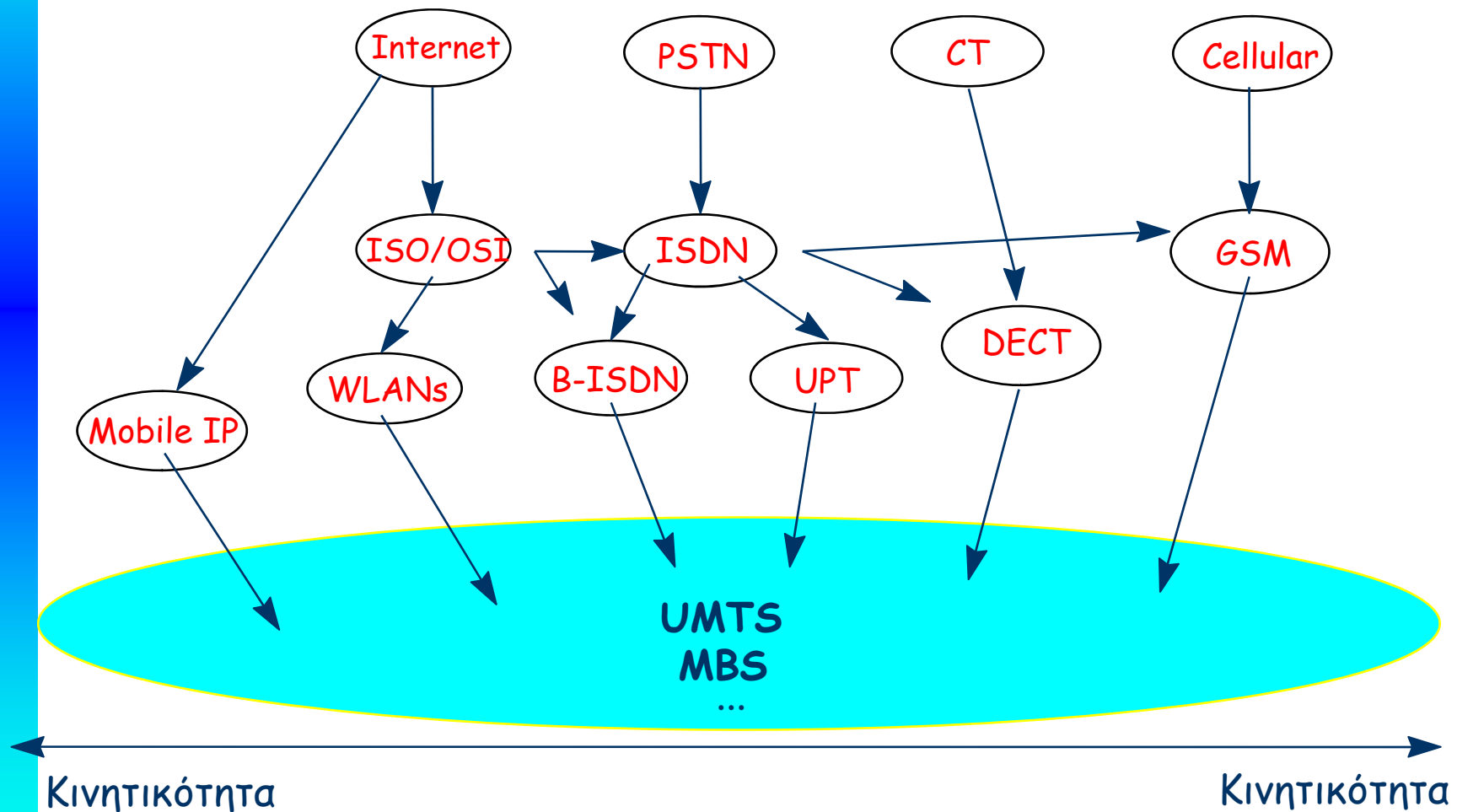
- Στη βελτίωση της ποιότητας και της ποικιλίας των υπηρεσιών που προσφέρονται
- Στην υποστήριξη της κινητικότητας (mobility) επικοινωνίας, σε όποια μορφή και αν εμφανίζεται αυτή.

# Επίδραση της κινητικότητας στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα



- Συνδυασμός των δύο προηγούμενων στόχων είναι οι **κινητές επικοινωνίες πολυμέσων (mobile multimedia)**
- Το **παγκόσμιο σύστημα κινητών τηλεπικοινωνιών (UMTS)** βοηθάει στην παροχή υπηρεσιών υψηλής ποιότητας, υψηλών ρυθμών μετάδοσης, με απεριόριστη δυνατότητα κίνησης και παγκόσμια χρησιμοποίηση

# Εξέλιξη των δικτύων και ολοκλήρωσή τους



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών



# Ενσύρματα δίκτυα



- Προσωπική κινητικότητα
- Παγκόσμιες προσωπικές τηλεπικοινωνίες (UPT)
  - Προτυποποιούνται
  - Έχουν στενή σχέση με τα IN
- PTN (Personal Telecommunications number)
- PIN (Personal Identity Number)
- Χρέωση στον προσωπικό λογαριασμό

# Ασύρματα τοπικά δίκτυα

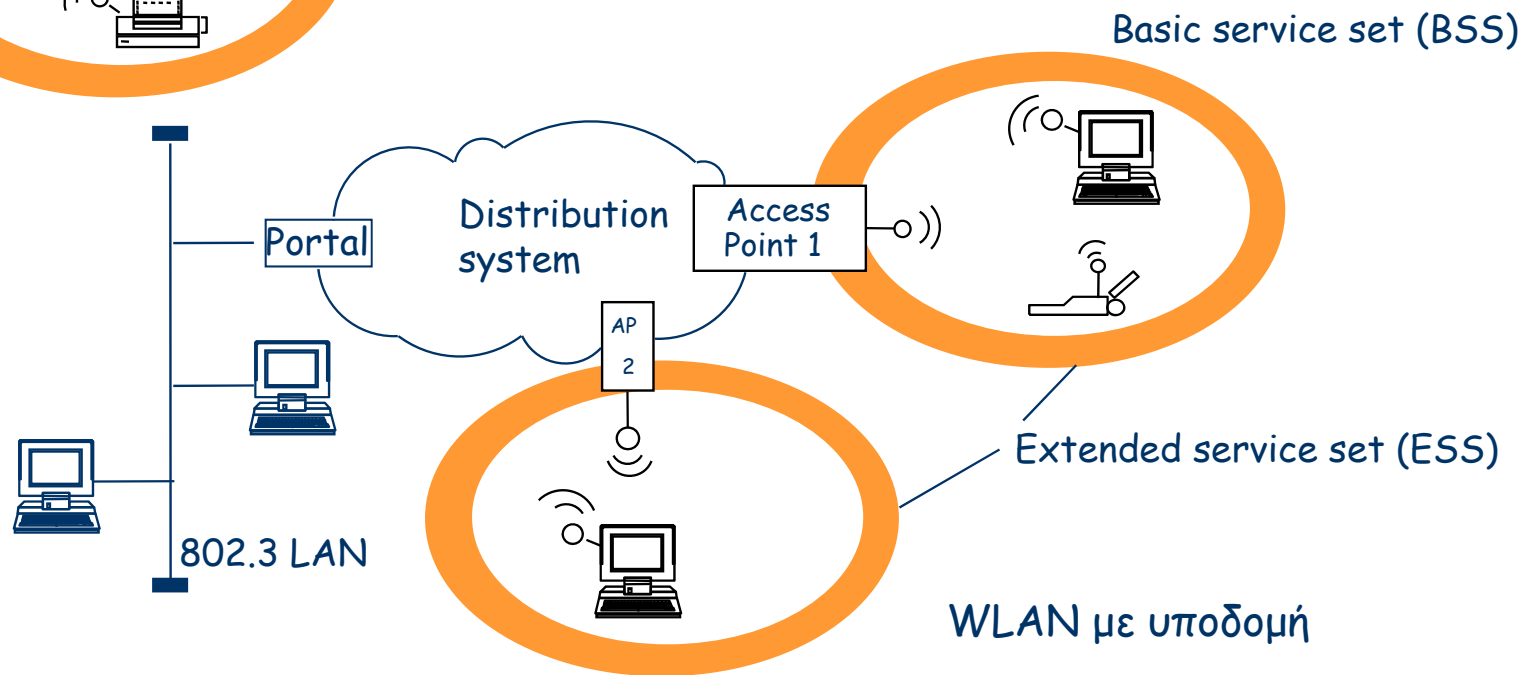
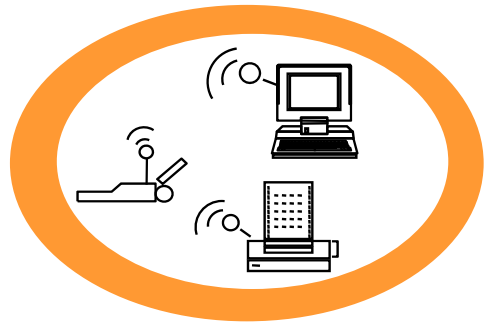


- Χρήση ασύρματων στοιχείων ως interface των LAN προς τα ενσύρματα δίκτυα κορμού σε δύσκολα περιβάλλοντα γραφείου
- Εγκατάσταση περιστασιακών (ad hoc) δικτύων
- Μέσο για νέες εφαρμογές (διαρκώς αυξανόμενη αγορά φορητών υπολογιστών)

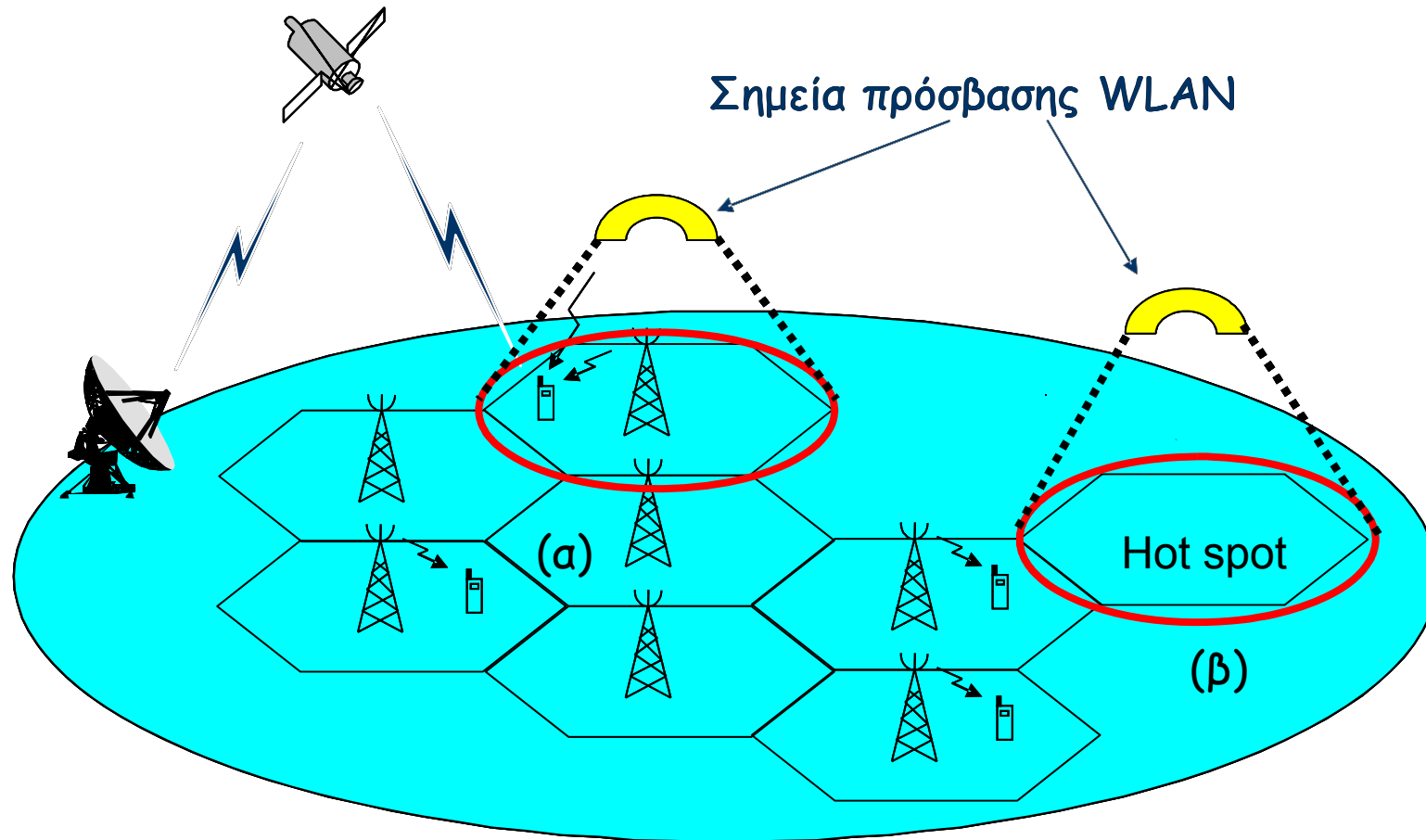
# Ασύρματα τοπικά δίκτυα



## Ad hoc WLAN



# Ασύρματα τοπικά δίκτυα



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Ασύρματα τοπικά δίκτυα



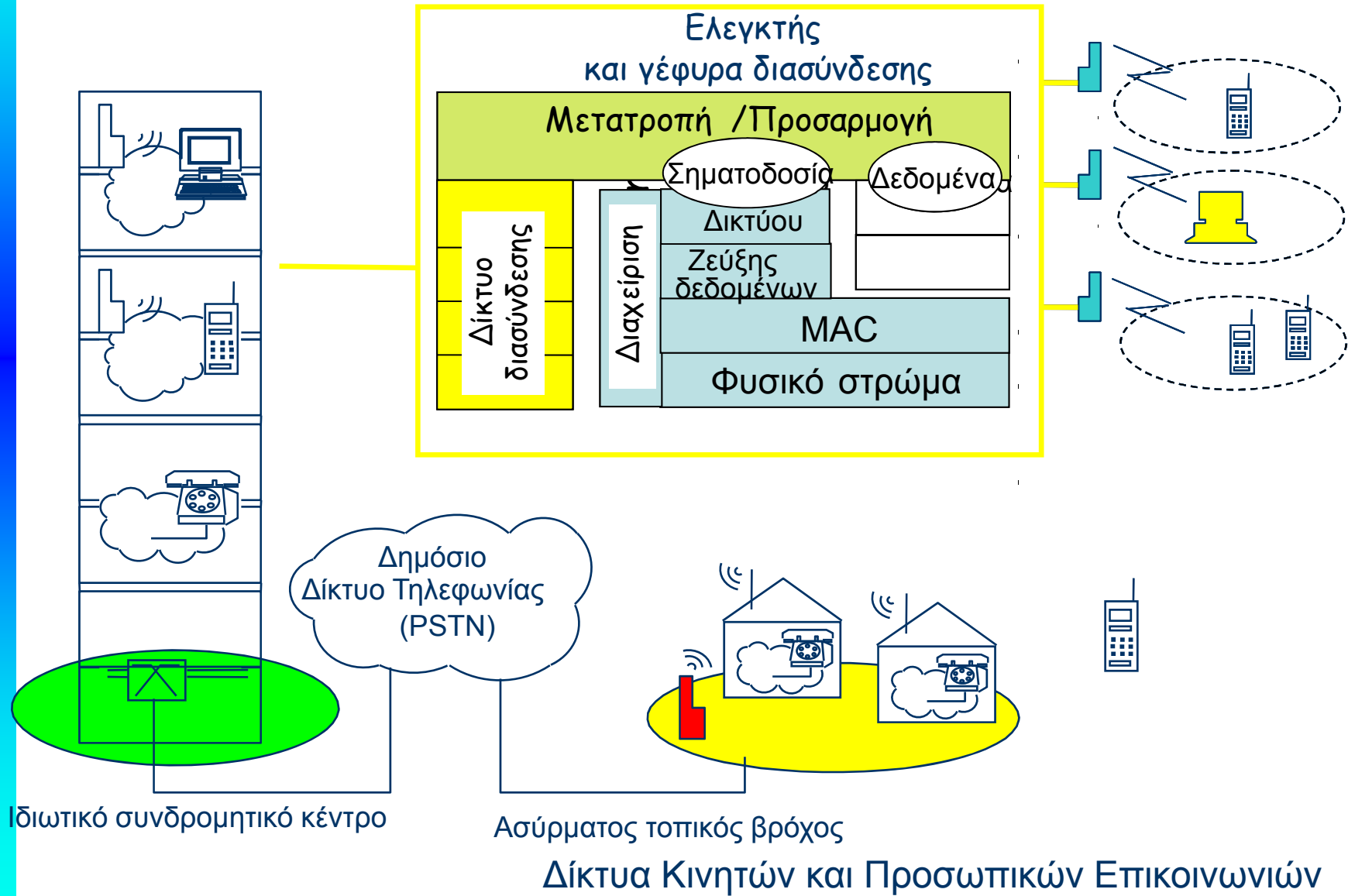
- **HIPERLAN**
  - **HIPERLAN/1**
    - 5 GHz, 23.5 Mbps, GMSK
  - **HIPERLAN/2**
    - 5 GHz, 6,9,12,18,24,36,54 Mbps, OFDM
- **IEEE 802.11**
  - **IEEE 802.11a**
    - 5 GHz, 6 - 54 Mbps, OFDM
  - **IEEE 802.11b**
    - 2.4 GHz, 1,2,5.5,11 Mbps, DSSS
  - **IEEE 802.11g**
    - 2.4 GHz, 54 Mbps, OFDM

# Συστήματα cordless



- CT2 (Cordless Telephone 2), 1985
- Telepoint, 1988
- DECT (Digital European Cordless Telecommunication), 1992

# DECT



# Κυψελωτά δίκτυα κινητών επικοινωνιών



## Κύρια χαρακτηριστικά

- η διαρκής παρακολούθηση της τρέχουσας περιοχής που περιφέρεται ο χρήστης
- διαπομπή μεταξύ κυψελών για αδιάλειπτη επικοινωνία
- περιαγωγή των χρηστών χωρίς να χάνεται η εξυπηρέτηση



# Κυψελωτά δίκτυα 2ης γενιάς

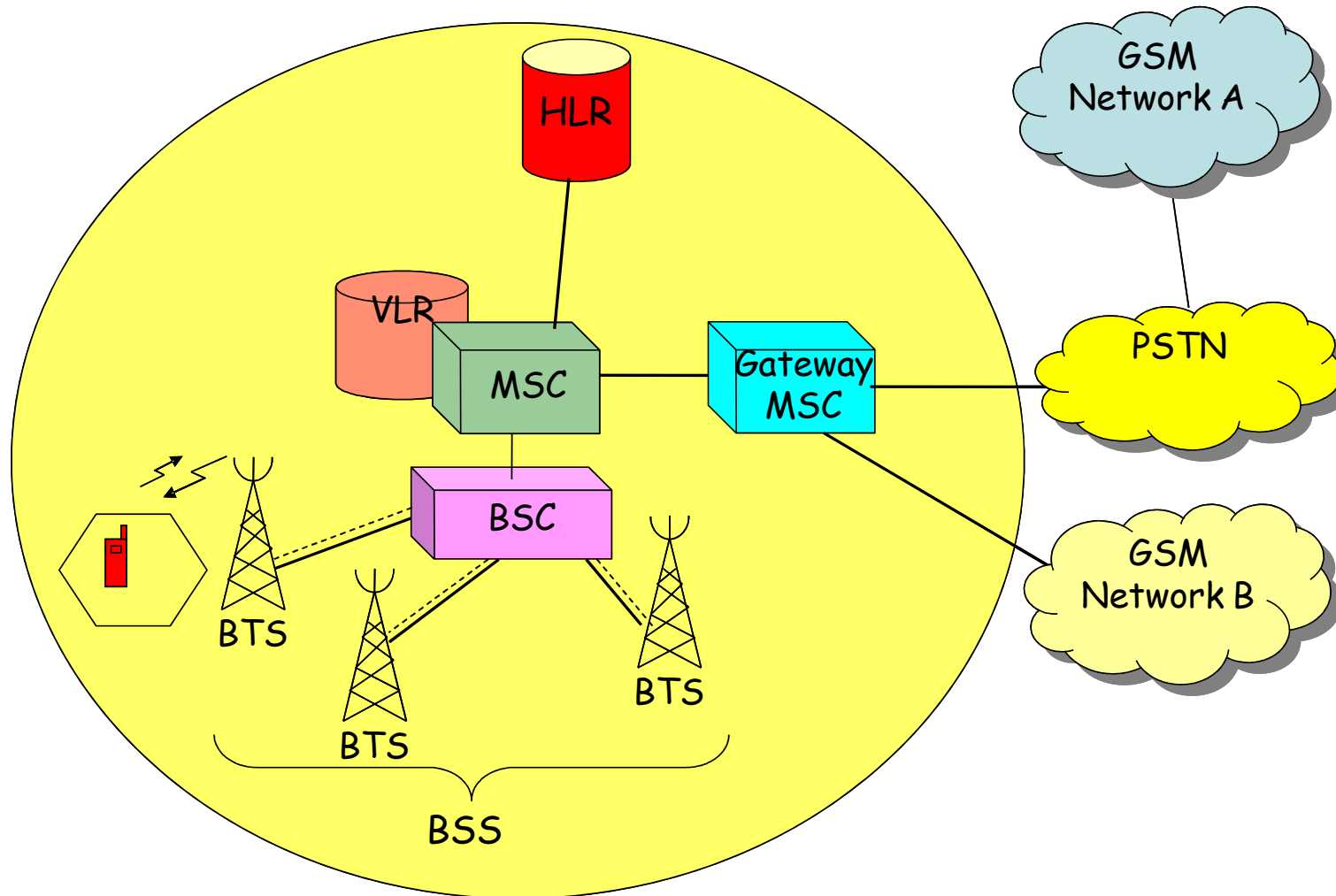


- GSM
- DCS 1800
- HSCSD
- GPRS [μέχρι 160 kbps]
- IS-95 (CDMA)

# GSM και DCS



Δημόσιο επίγειο δίκτυο κινητών επικοινωνιών (PLMN)



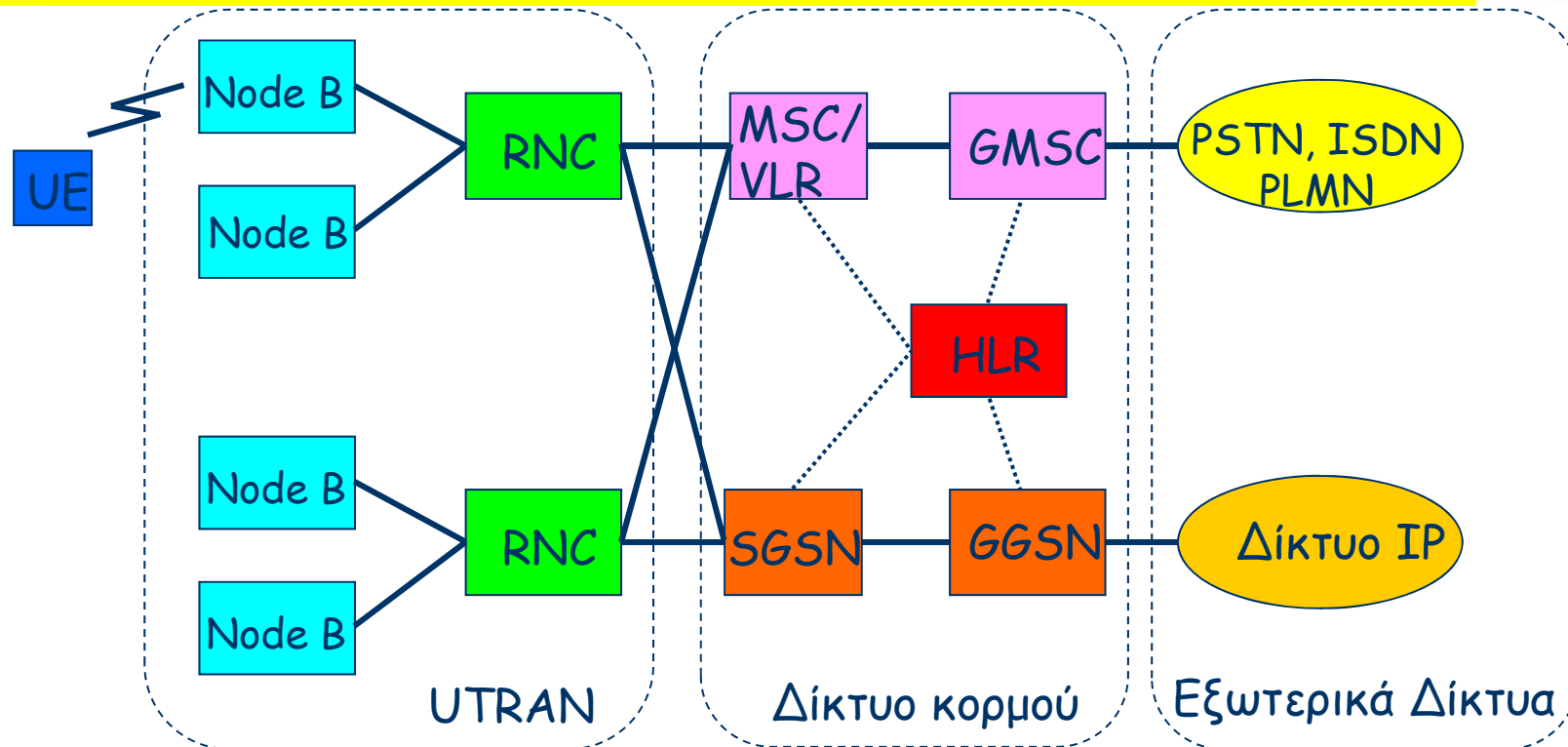
Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Συστήματα κινητών επικοινωνιών 3ης γενιάς



- EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)  
[386 kbps, 8PSK]
- GERAN (GSM EDGE Radio Access Network)  
[475 kbps]
- UMTS [144 kbps για οχήματα (μέχρι 50 km/h),  
384 kbps για πεζούς, 2 Mbps για εσωτερικούς  
χώρους]

# UMTS



UE: User Equipment

RNC: Radio Network Controller

UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network

SGSN: Serving GPRS Support Node

GGSN: Gateway GPRS Support Node

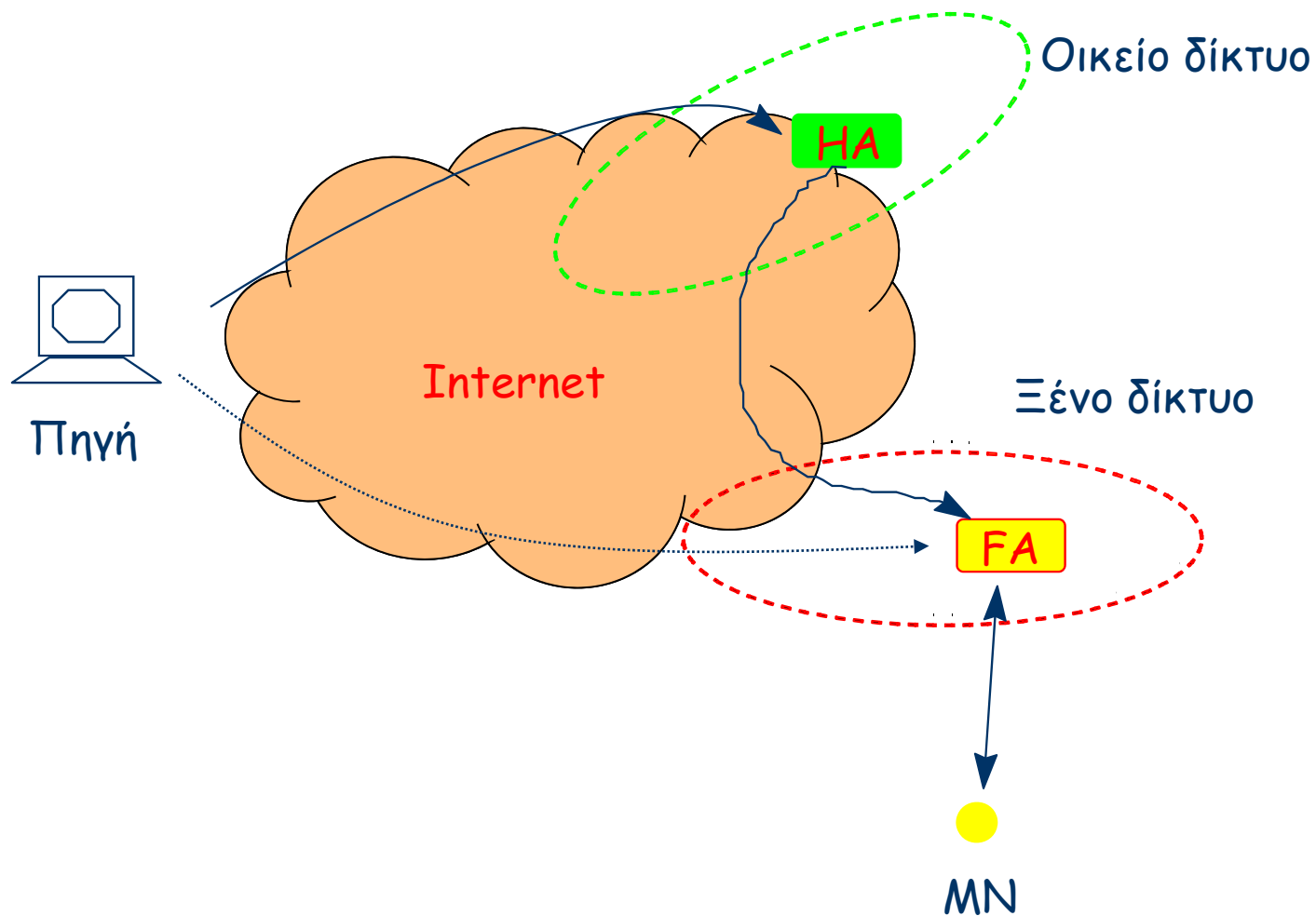
— Κίνηση και σηματοδότηση

..... Σηματοδότηση

# Κινητικότητα στο Internet

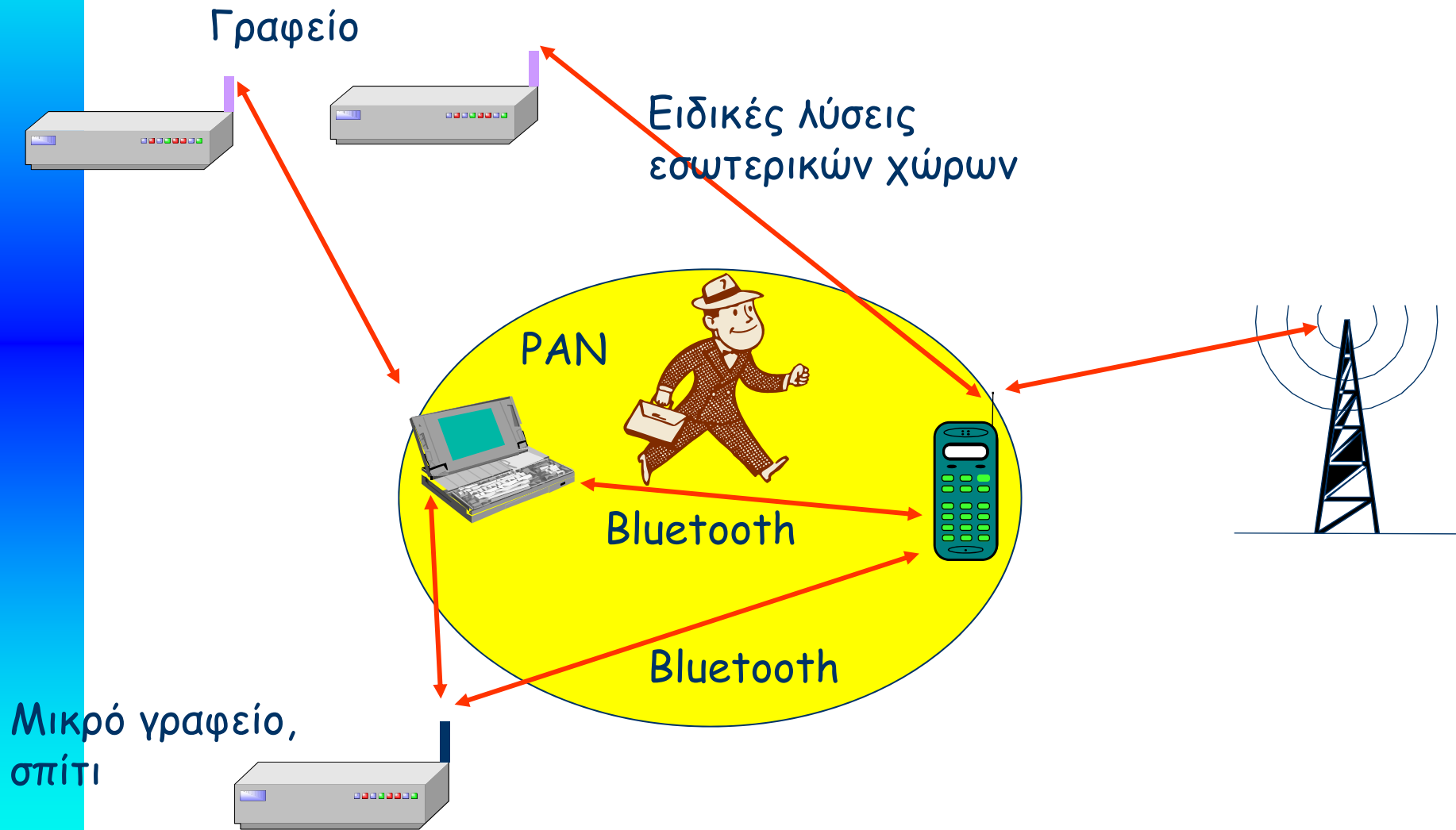


## Mobile IP



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# WPAN



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Οικογένεια ΙΕΕΕ 802.15



- Wireless Personal Area Networks (WPAN)
  - Επικοινωνία στον χώρο λειτουργίας ενός προσώπου, δηλαδή, σε ακτίνα περίπου 10m
  - Μικρή εμβέλεια / Χαμηλή ισχύς / Χαμηλό κόστος / Μικρά δίκτυα
- Οικογένεια ΙΕΕΕ 802.15
  - ΙΕΕΕ 802.15.1 (Bluetooth)
  - ΙΕΕΕ 802.15.3 (WiMedia)
  - ΙΕΕΕ 802.15.4 (ZigBee)
  - Το πρότυπο ΙΕΕΕ 802.15.2 καθορίζει τη συνύπαρξη του WPAN με άλλες ασύρματες συσκευές που λειτουργούν σε ζώνες συχνοτήτων χωρίς άδεια

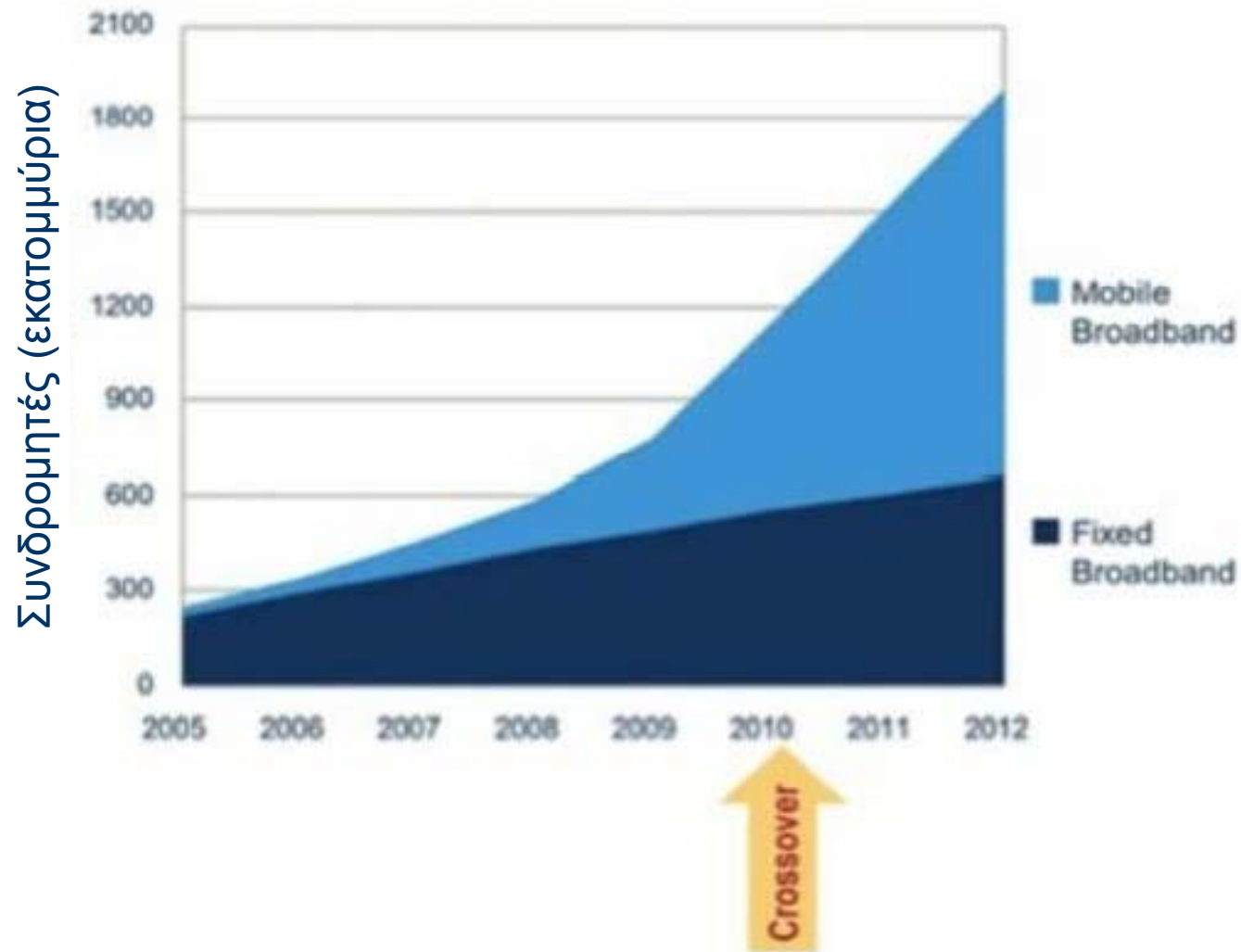
# Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών



- Μετατόπιση κίνησης από τα σταθερά προς τα δίκτυα κινητών επικοινωνιών
- Η δημοτικότητα των υπηρεσιών δεδομένων αυξάνει διαρκώς
- Η τηλεπικοινωνιακή βιομηχανία προχωρά προσθέτοντας το internet και πολλαπλές υπηρεσίες στην ασύρματη επικοινωνία και στην κινητικότητα
- 1.2 δισεκατομμύρια χρήστες 3G το 2010
- Εισαγωγή νέων υπηρεσιών
  - Κοινωνικές υπηρεσίες και ασφάλεια
  - Εξοικονόμηση χρόνου και εξουσιοδότηση
  - Διασκέδαση



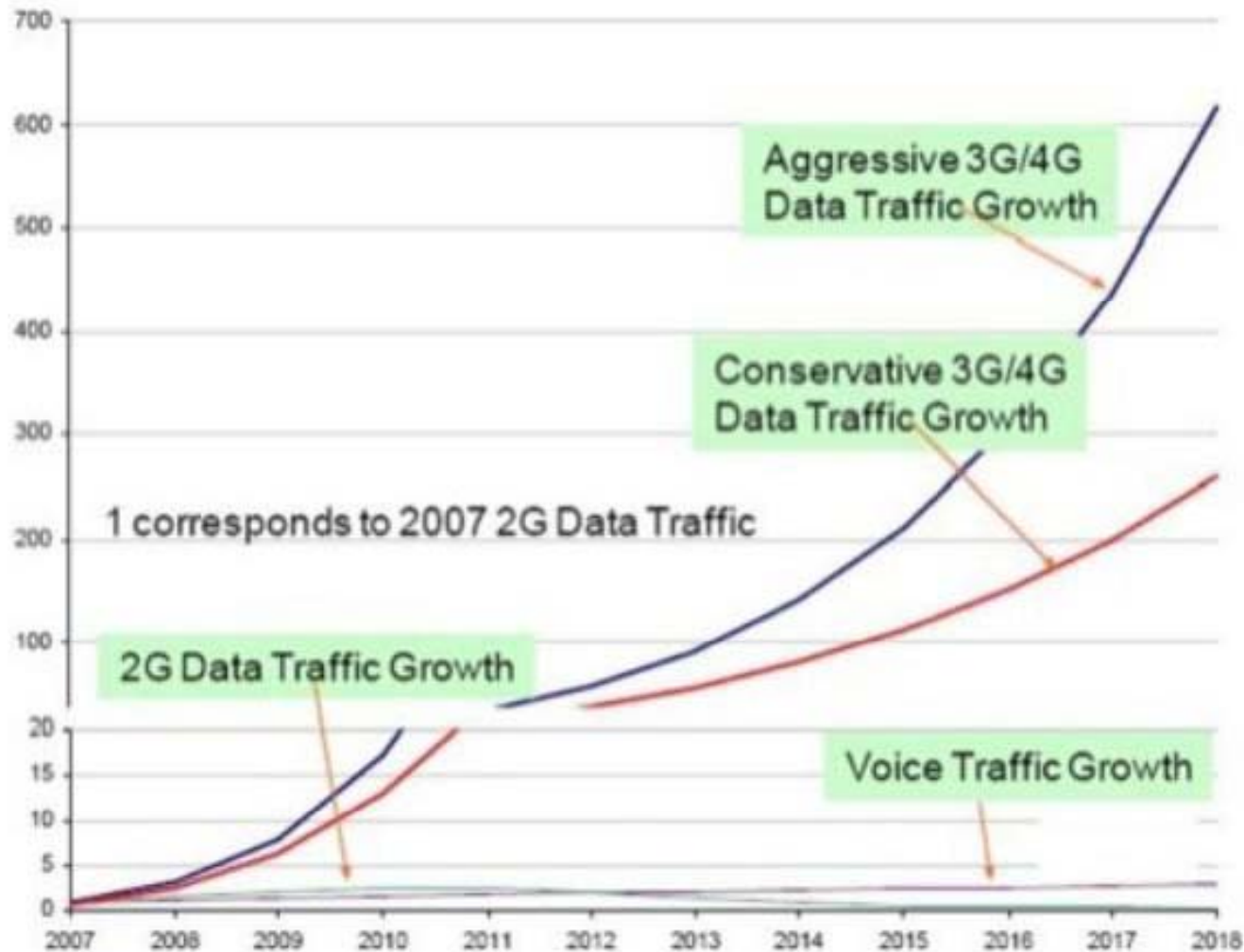
# Μετατόπιση προς τα δίκτυα κινητών επικοινωνιών



Sources: Infonetics, "The Mobile Internet Transformation," 12/2008.

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

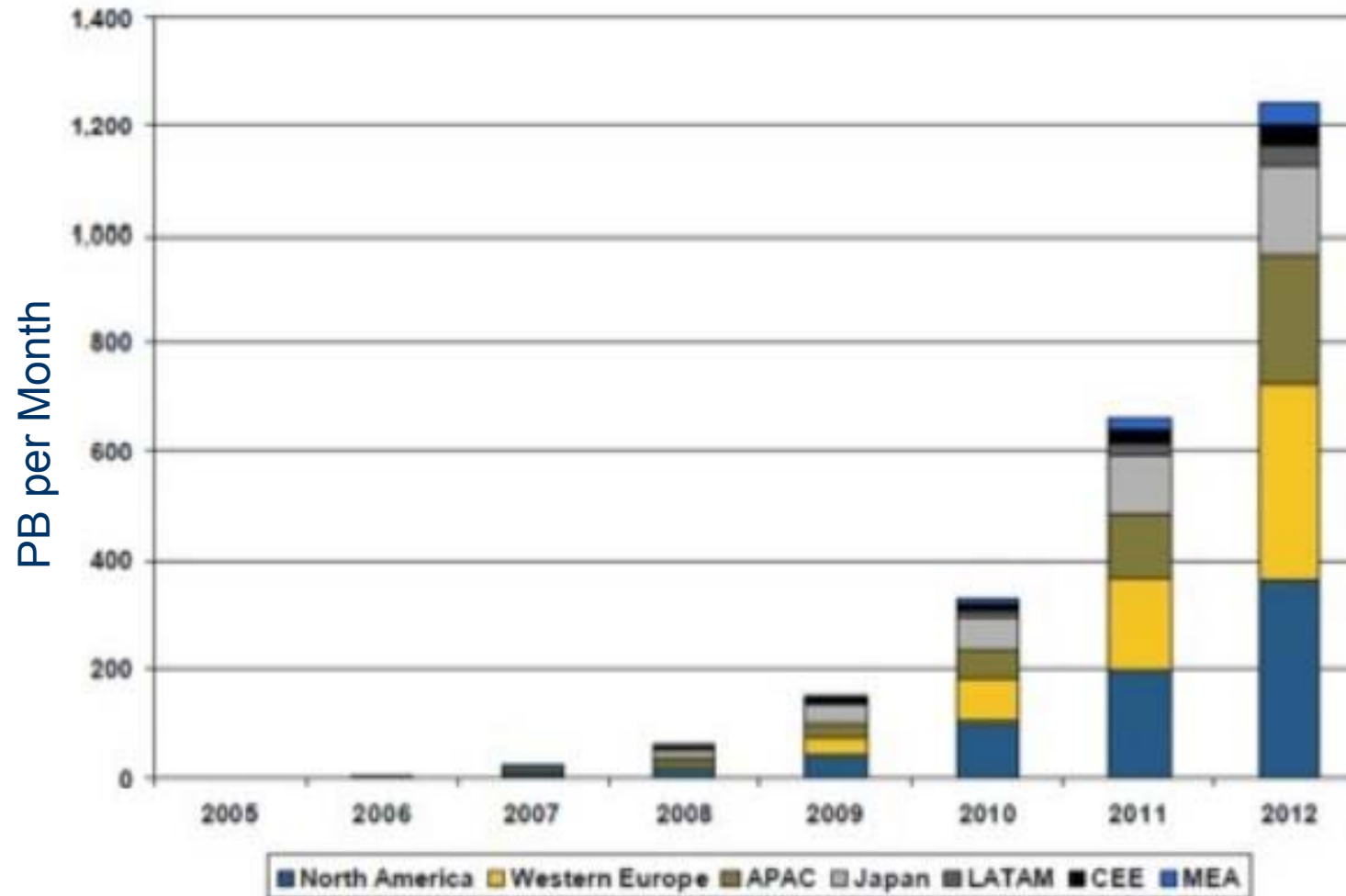
# Αύξηση της κίνησης δεδομένων



Source: 3GAmericas, Rysavy Research, 6/2008.

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

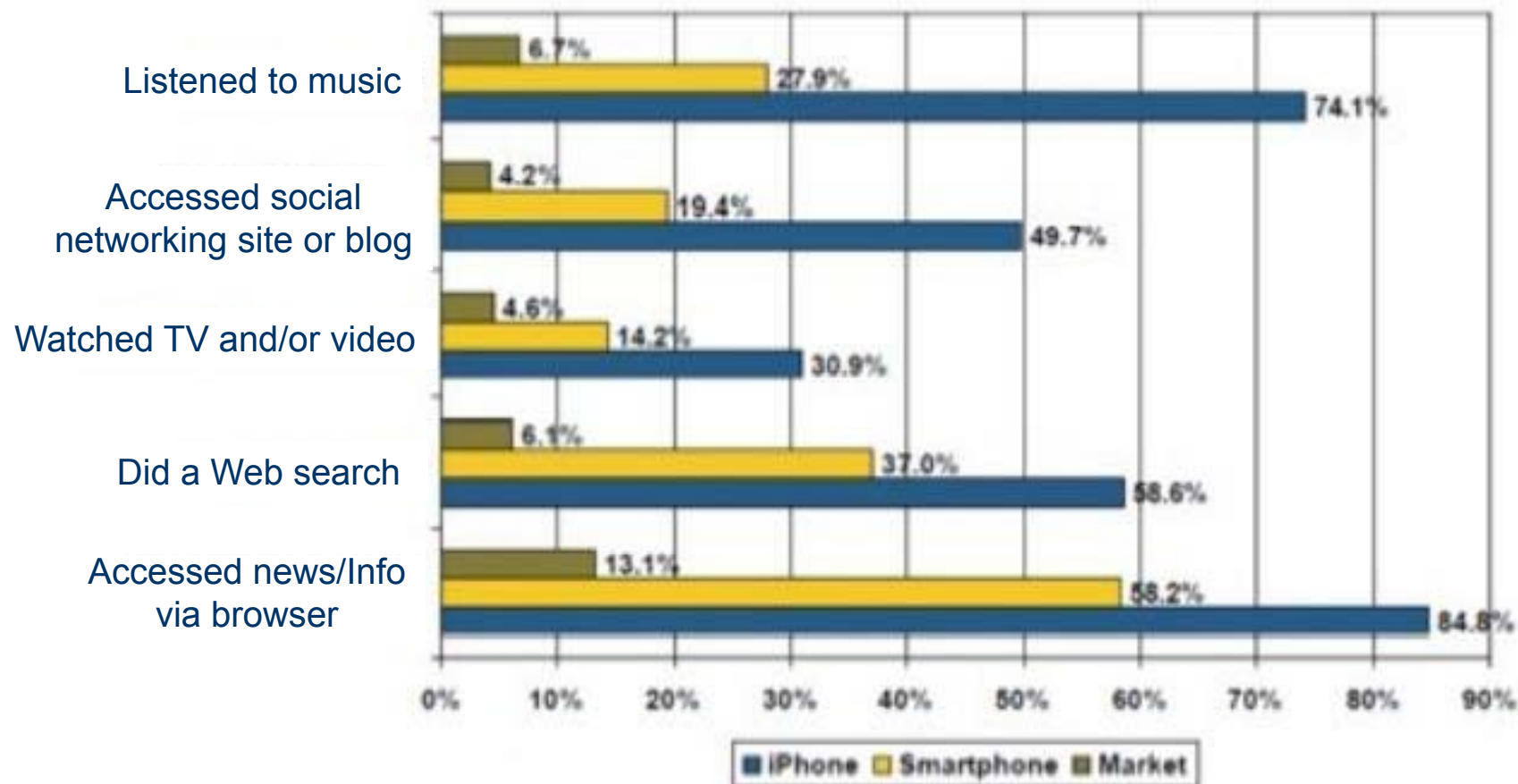
# Πρόβλεψη για το mobile Internet



Source: Cisco, Aggregate of Operators' network data and analysts forecasts, 2008.

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Χρησιμοποιούμενες υπηρεσίες στα δίκτυα κινητών επικοινωνιών



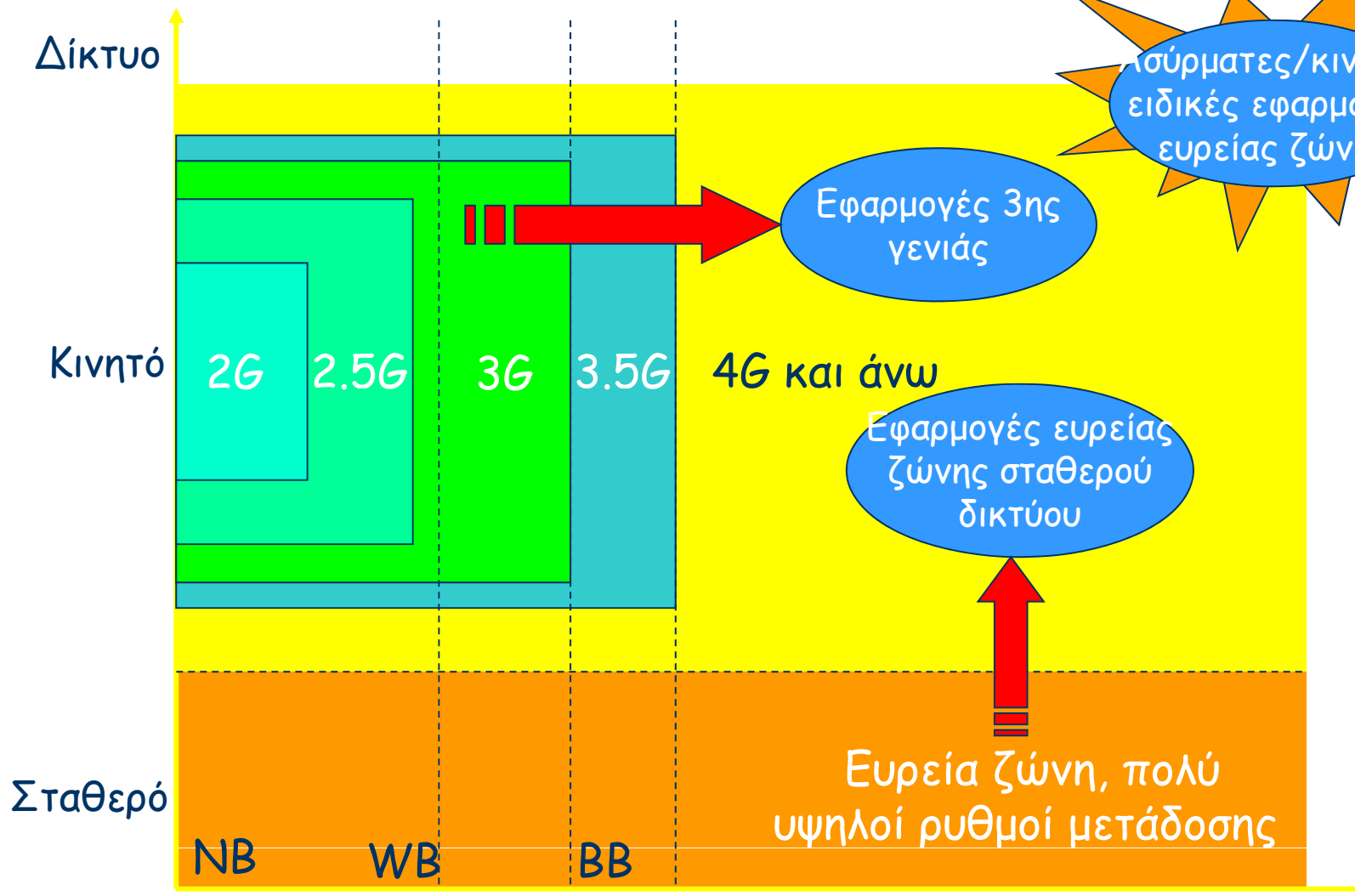
Sources: Infonetics, "The Mobile Internet Transformation," 12/2008.

# Προβλέψεις



- Η εταιρία Nokia Siemens προβλέπει ότι το 2015 η ετήσια κίνηση mobile data θα φθάσει τα 23 exabyte ( $10^{18}$  byte)-ισοδύναμο με 6.3 δις ανθρώπων να κατεβάζουν ο καθένας ένα ψηφιακό βιβλίο κάθε μέρα.
- Η εταιρία Allot Communications εκτίμησε ότι το εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται για mobile data παγκοσμίως αυξήθηκε περίπου 72% κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2009.
  - Εφαρμογές όπως το You Tube και το Skype οδηγούν αυτή την αύξηση της κίνησης, αν και το HTTP streaming συνεχίζει να είναι η εφαρμογή με τη μεγαλύτερη αύξηση 99%.
- Η Juniper Research εκτιμά ότι ο αριθμός των εταιρικών πελατών που χρησιμοποιούν κινητές cloud-based εφαρμογές θα φθάσει τα 130 εκατομμύρια μέχρι 2014.

# Εξέλιξη των εφαρμογών προς 4G



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

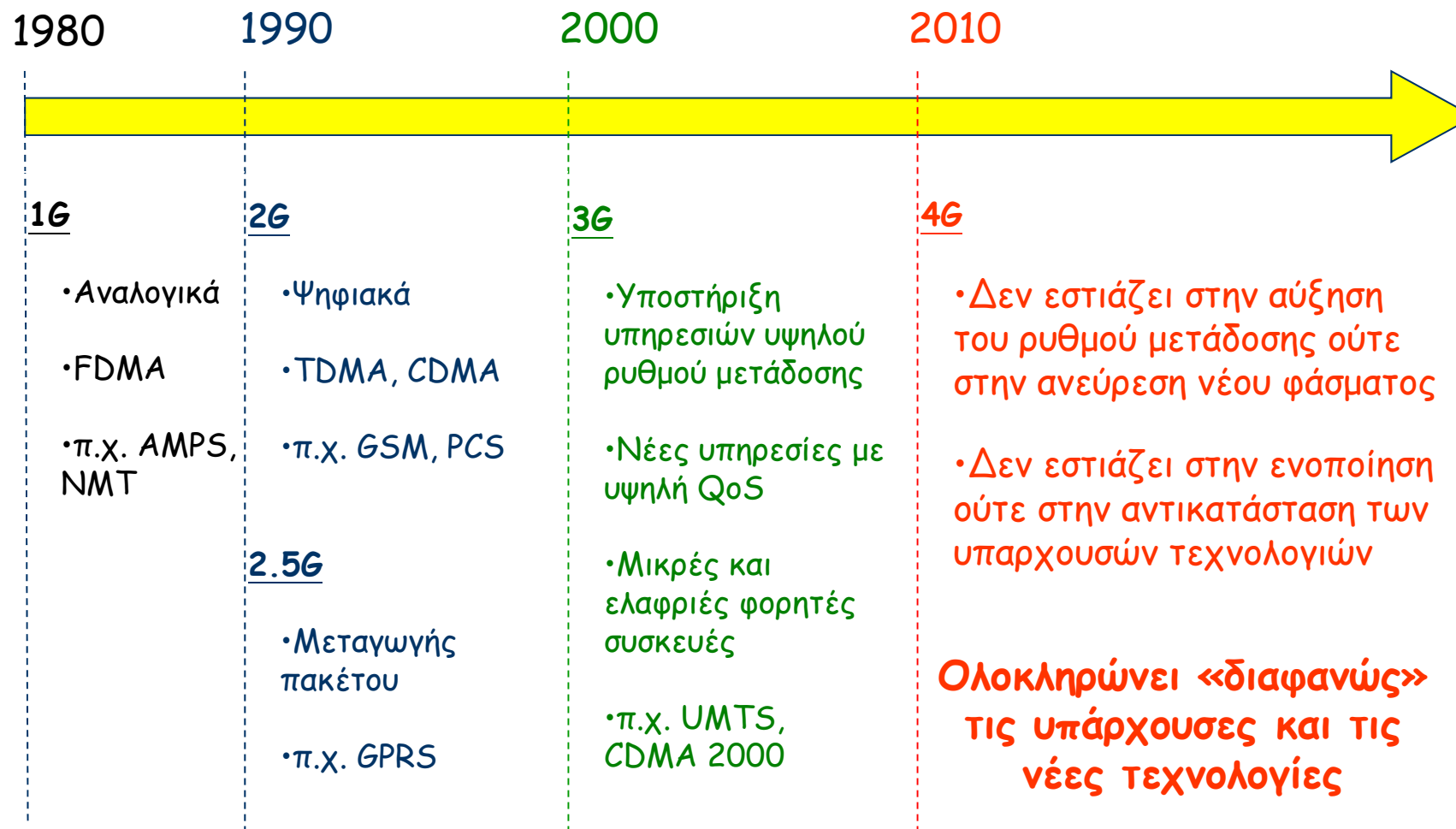


# Multimedia mobile terminal



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Εξέλιξη των συστημάτων κινητών επικοινωνιών

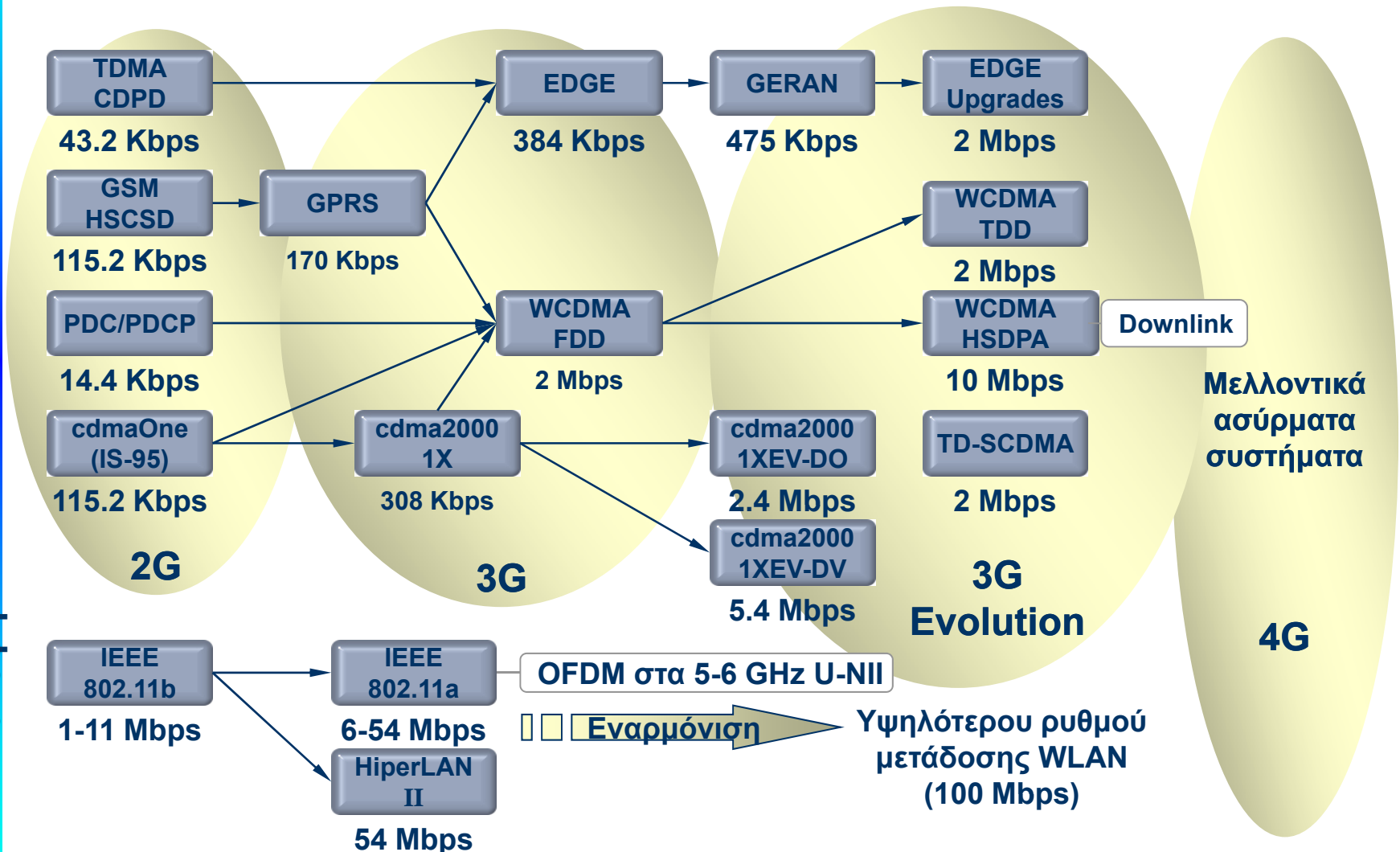




# Εξέλιξη των ψηφιακών συστημάτων Κινητών Επικοινωνιών



Κάλυψη ευρείας περιοχής  
Τοπική κάλυψη



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Χαρακτηριστικά του 4G



## Από την άποψη του χρήστη

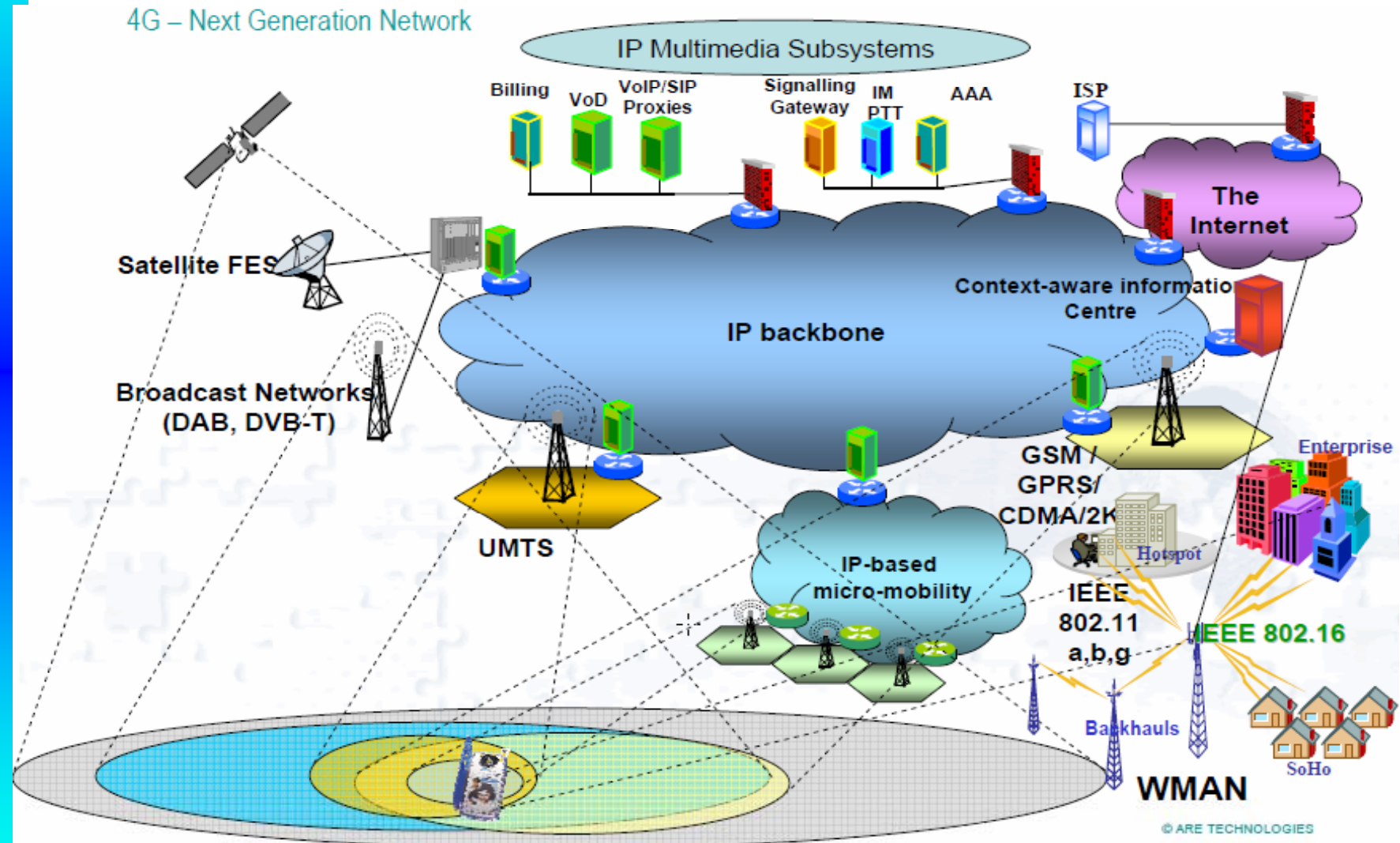
- Οποτεδήποτε, οπουδήποτε και με οποιαδήποτε τεχνολογία
  - Μίγμα ετερογενών συστημάτων
  - Ένα ολοκληρωμένο τερματικό
  - Ευρεία περιοχή εφαρμογών
- Υποστήριξη υπηρεσιών πολυμέσων με χαμηλό κόστος μετάδοσης
  - Όχι μόνο τηλεφωνία αλλά επίσης υπηρεσίες δεδομένων και πολυμέσων
  - Υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης
  - Καλή αξιοπιστία του συστήματος
  - Χαμηλό κόστος μετάδοσης ανά bit
- Προσωποποίηση
  - Παροχή προσωπικών και προσαρμοσμένων στις ανάγκες του χρήστη υπηρεσιών
- Ολοκληρωμένες υπηρεσίες
  - Δυνατότητα πρόσβασης πολλών υπηρεσιών από οποιονδήποτε πάροχο ταυτόχρονα (multi-homing)

# 4G: Θέματα προς αντιμετώπιση



- Κινητό τερματικό
  - Multi-mode τερματικά
  - Αναζήτηση ασύρματου συστήματος
  - Επιλογή ασύρματου συστήματος
  
- Σύστημα
  - Κινητικότητα τερματικού
  - Υποδομή δικτύου και υποστήριξη QoS
  - Ασφάλεια
  - Ανοχή σε σφάλματα και επιβιωσιμότητα
  
- Εξυπηρέτηση
  - Πολλαπλοί πάροχοι και σύστημα χρέωσης
  - Προσωπική κινητικότητα

# ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

# Λειτουργούντα ασύρματα πρότυπα



## 4G

