



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

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

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

Περίληψη του εισαγωγικού μέρους



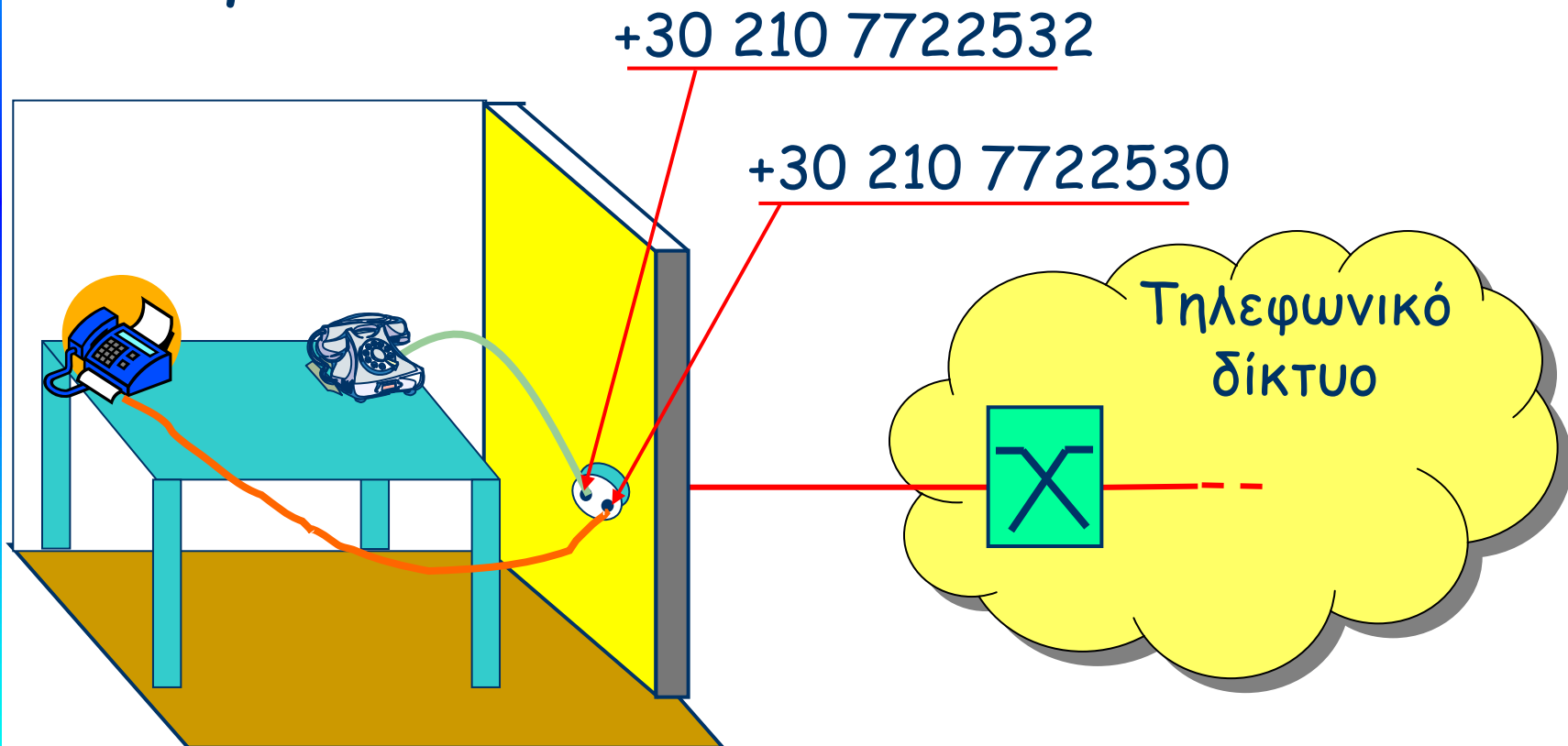
- Ορισμός - Βασικές έννοιες
 - Κινητικότητα
 - Φορητότητα υπηρεσιών
- Ασύρματα συστήματα κινητών επικοινωνιών
- Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων
- Εξέλιξη των συστημάτων κινητών επικοινωνιών
- Συστήματα 4G

Βασικές έννοιες



Σταθερές επικοινωνίες

Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας είναι σταθερό

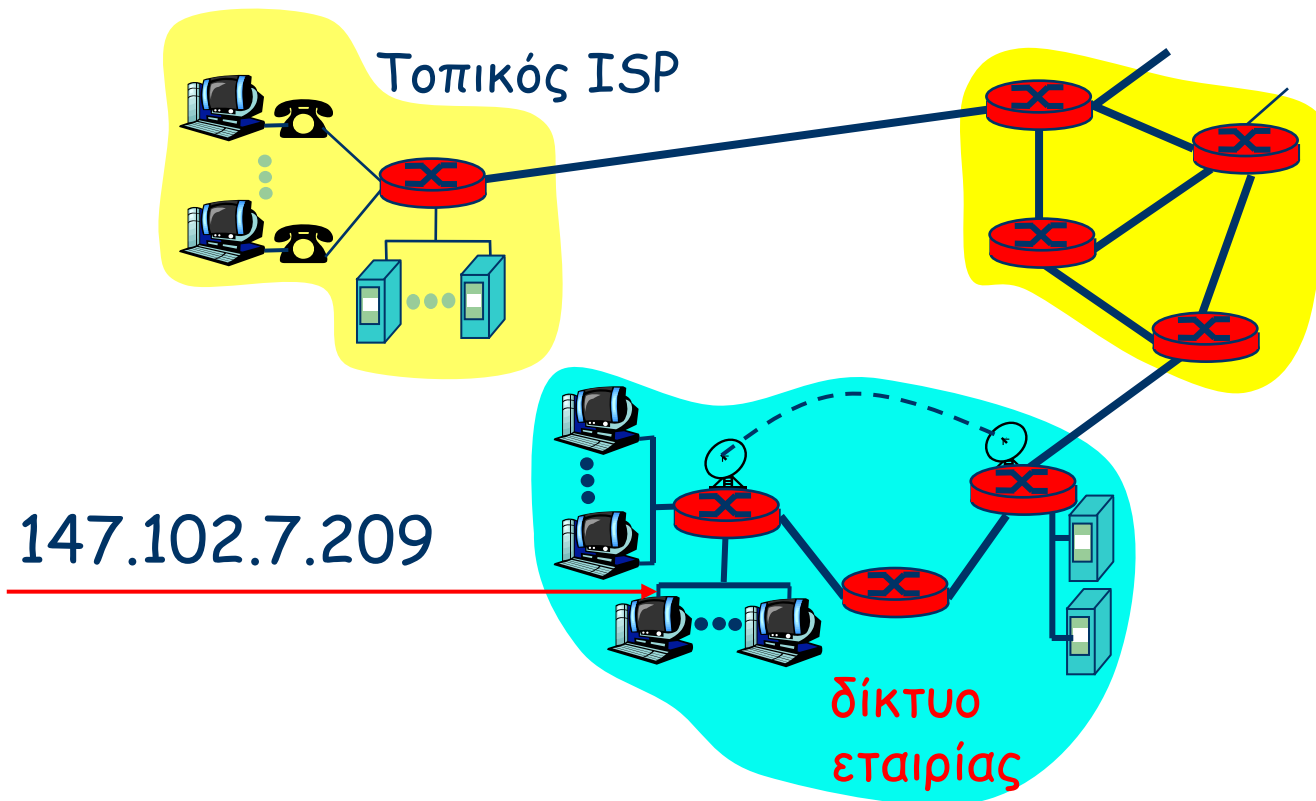


Βασικές έννοιες



Σταθερές επικοινωνίες

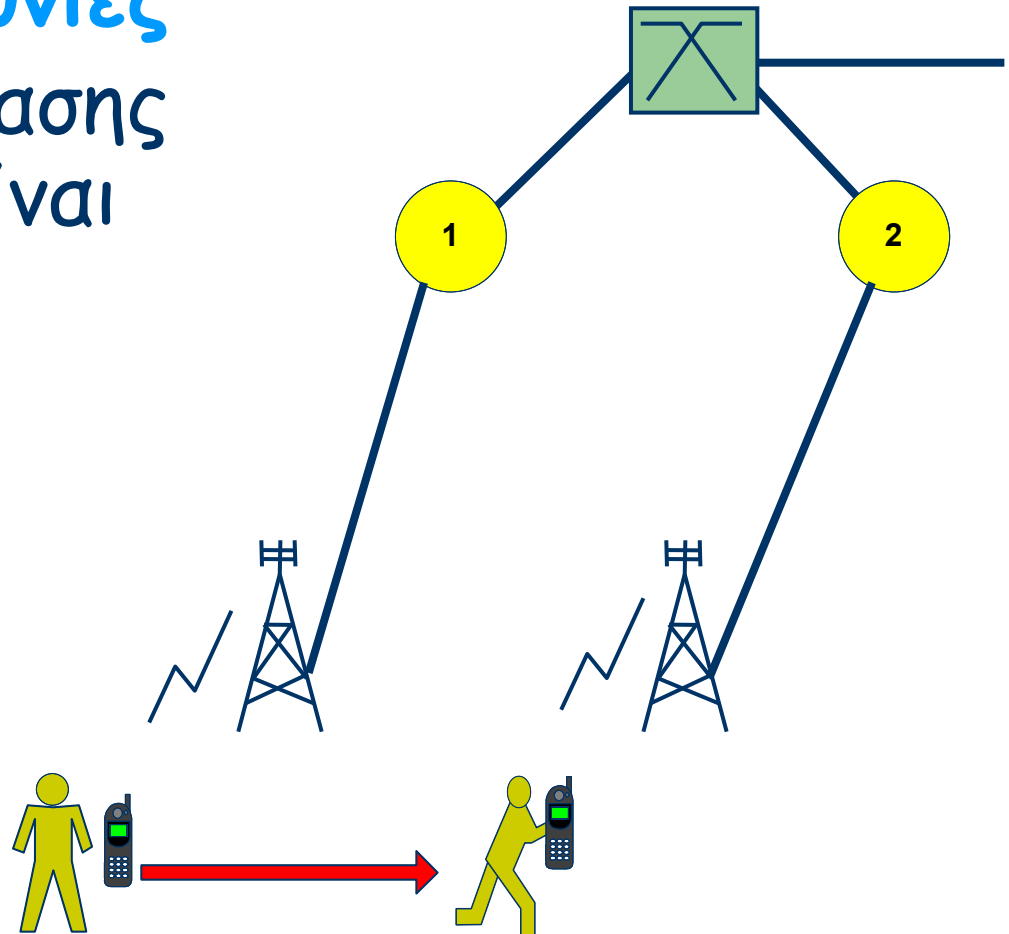
Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας είναι, ως επί το πλείστον, σταθερό





Κινητές επικοινωνίες

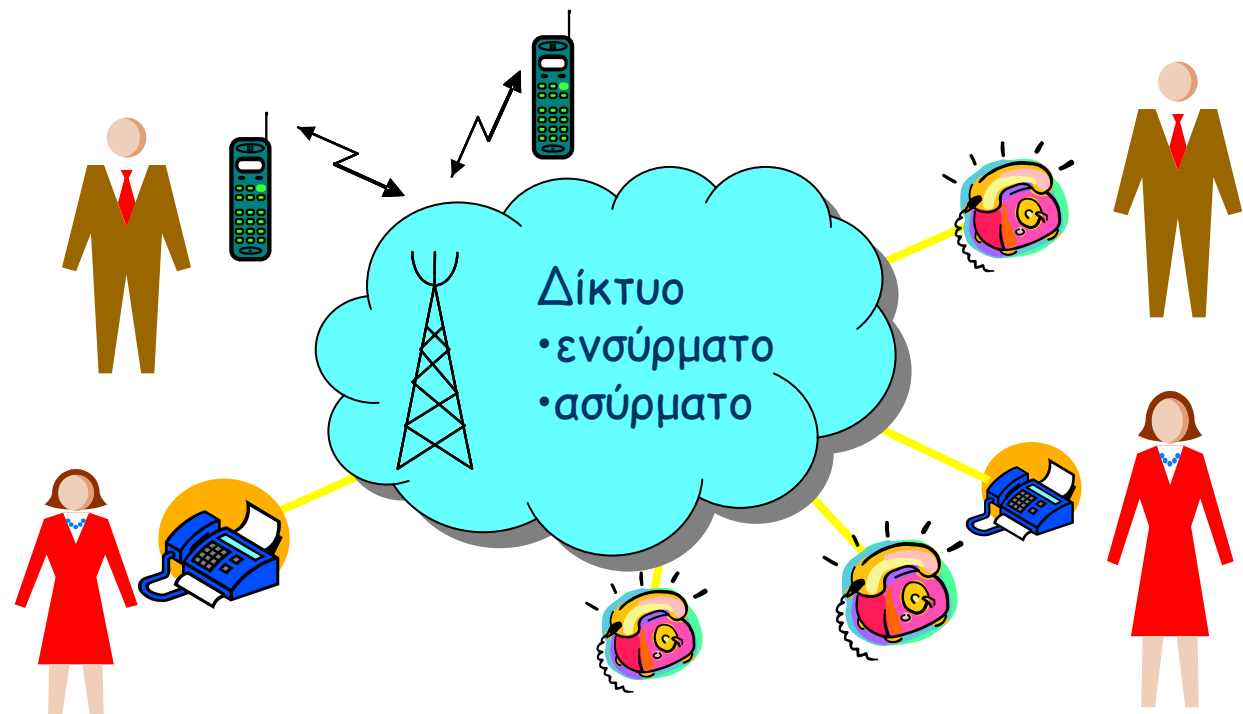
Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας δεν είναι σταθερό



Μονοσήμαντη σχέση χρήστη με συγκεκριμένο τερματικό

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

Βασικές έννοιες



Κινητές και προσωπικές επικοινωνίες



Επίλεξε τον προσωπικό αριθμό του κ. Χ

Να είναι σε οποιοδήποτε μέρος



Σπίτι



Γραφείο



Δημόσιος χώρος



Μετακίνηση

Ο κ. Χ
μπορεί:



Να χρησιμοποιεί οποιαδήποτε συσκευή



Κινητό τηλέφωνο



Τηλέφωνο γραφείου ενσύρματο



Τηλέφωνο γραφείου ασύρματο



Τηλέφωνο σπιτιού



Τηλεειδοποιητής



Fax

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών



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**

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

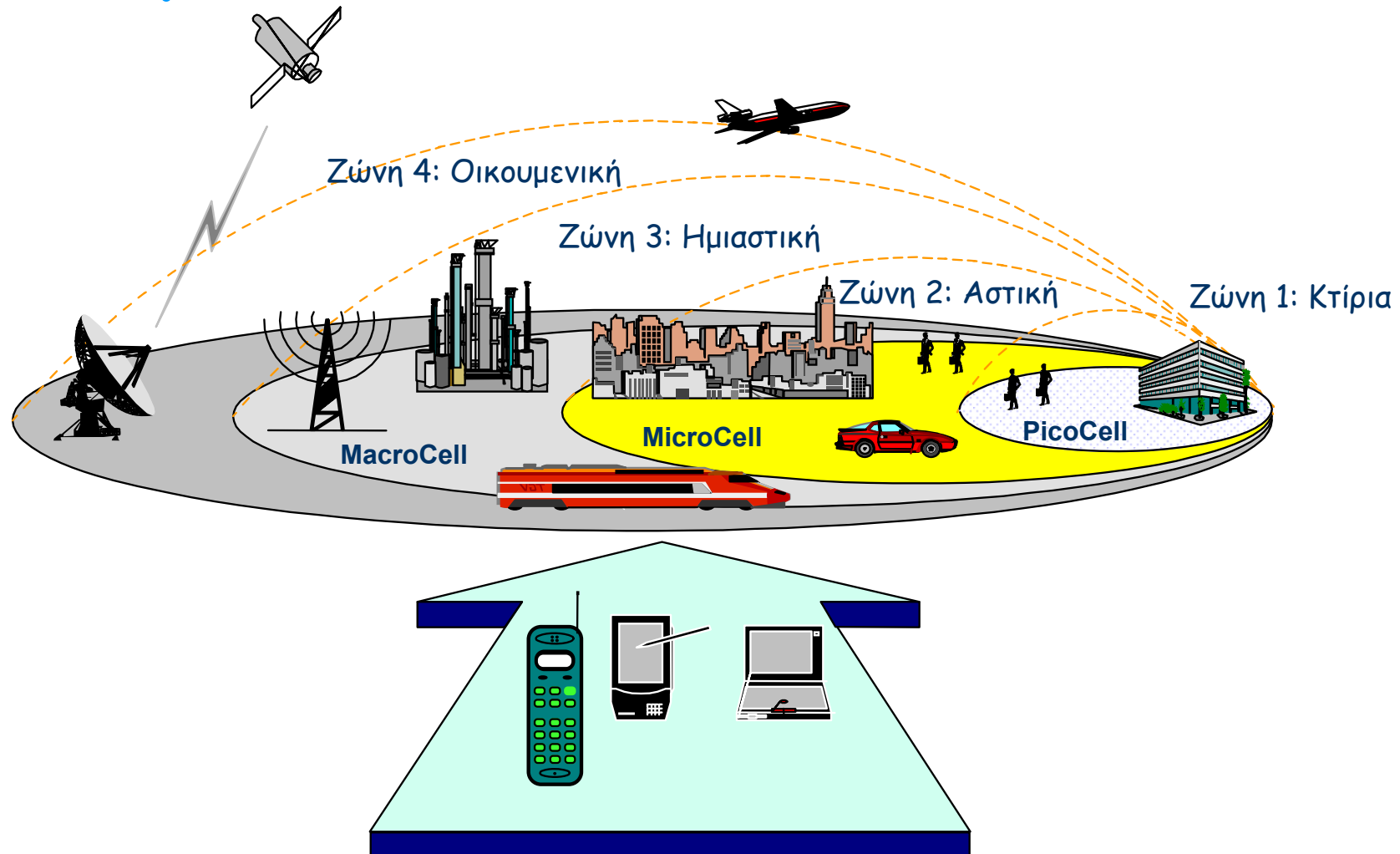


Οικουμενική κινητικότητα

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

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

Οικουμενική κινητικότητα



Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών



Τρεις κύριες περιοχές εφαρμογής:

- Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα, για κινητές και προσωπικές επικοινωνίες φωνής και δεδομένων, με χαμηλές απαιτήσεις κινητικότητας
- Ασύρματα δίκτυα κινητών επικοινωνιών, για κινητές και προσωπικές επικοινωνίες φωνής και δεδομένων, με υψηλές απαιτήσεις κινητικότητας
- Ασύρματα τοπικά δίκτυα



- 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

Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών



Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα





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

Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών



Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα

Οι σχεδιαστικές επιλογές καθορίζονται από:

- Τις εφαρμογές που πρέπει να υποστηριχθούν
- Το περιβάλλον λειτουργίας

Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών



Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα

Σχεδιαστικοί στόχοι

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

Επιπτώσεις

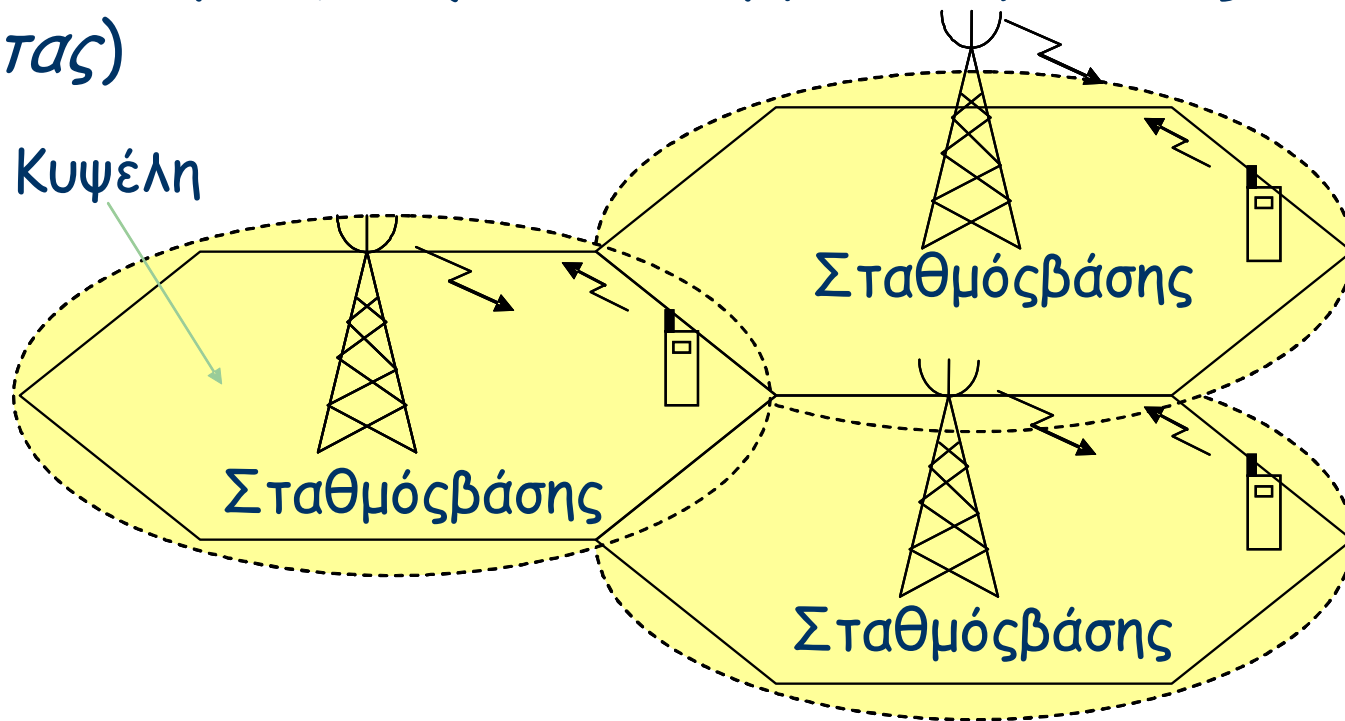
- Μικρή ισχύς εκπομπής (εμβέλεια)
- Μικρή πολυπλοκότητα των τερματικών
- Πυκνή διάταξη σταθμών βάσης
- Φθινοί σταθμοί βάσης, που δεν υποστηρίζουν πολύπλοκες λειτουργίες

Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών



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*)





Κυψελωτά δίκτυα κινητών επικοινωνιών

Βήματα εξέλιξης

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



Κυψελωτά δίκτυα κινητών επικοινωνιών

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

Ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών



Κυψελωτά δίκτυα κινητών επικοινωνιών

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

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών



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 πανεπιστημιουπόλεις, νοσοκομειακούς χώρους, εμπορικά κέντρα.

Ενδιαφέρει περισσότερο η φορητότητα της υπηρεσίας παρά η κινητικότητα



Ασύρματα τοπικά δίκτυα





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

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



Η εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων 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 στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων

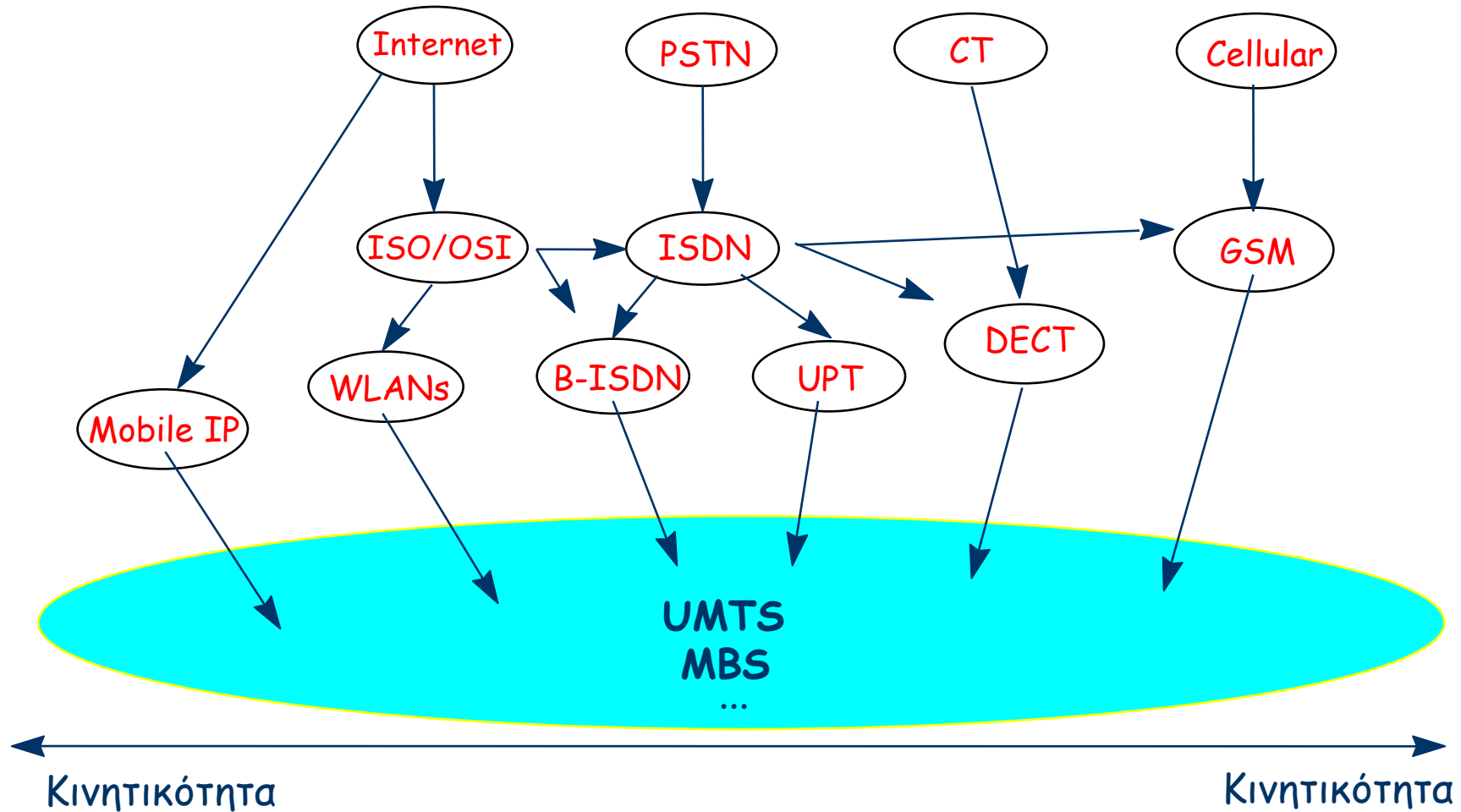


- Συνδυασμός των δύο προηγούμενων στόχων είναι οι **κινητές επικοινωνίες πολυμέσων (mobile multimedia)**
- Το **παγκόσμιο σύστημα κινητών τηλεπικοινωνιών (UMTS)** βοηθάει στην παροχή υπηρεσιών υψηλής ποιότητας, υψηλών ρυθμών μετάδοσης, με απεριόριστη δυνατότητα κίνησης και οικουμενική χρησιμοποίηση

Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



Ενοποίηση των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



Ενσύρματα δίκτυα

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

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών



Ασύρματα τοπικά δίκτυα

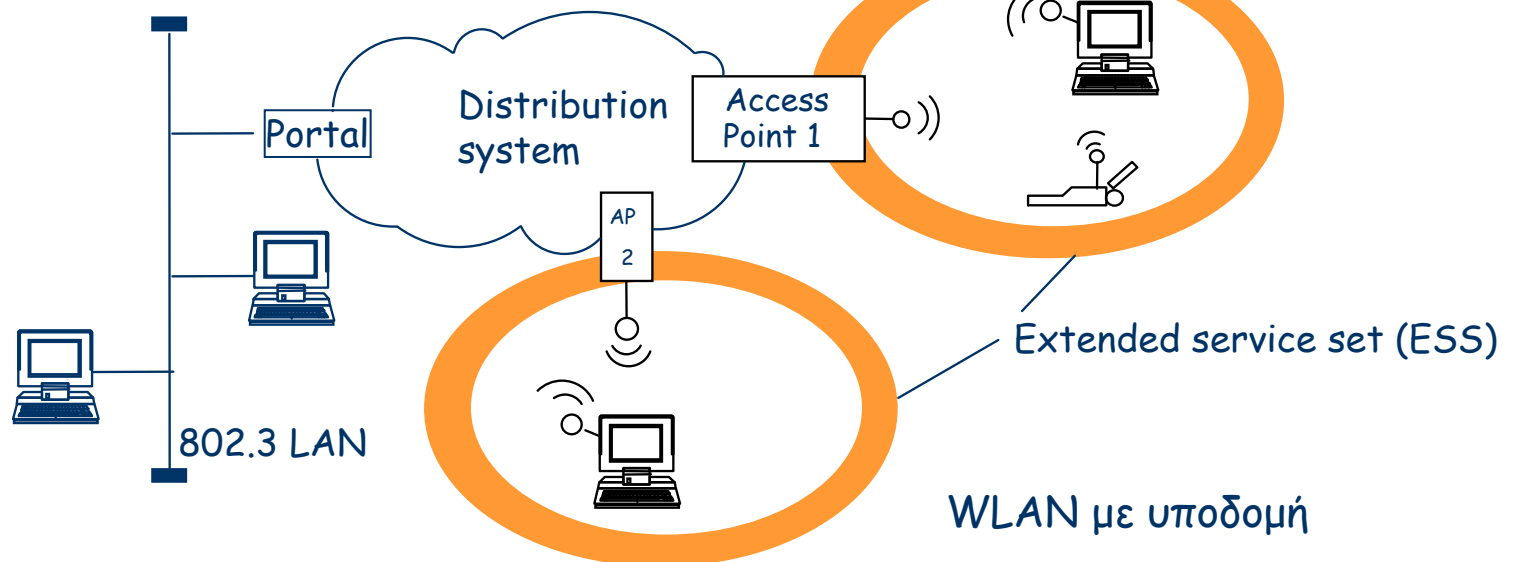
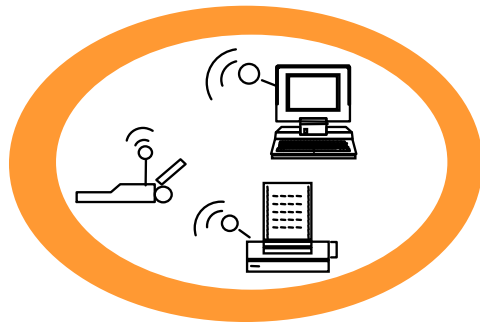
- Χρήση ασύρματων στοιχείων ως interface των LAN προς τα ενσύρματα δίκτυα κορμού σε δύσκολα περιβάλλοντα γραφείου
- Εγκατάσταση περιστασιακών (ad hoc) δικτύων
- Μέσο για νέες εφαρμογές (διαρκώς αυξανόμενη αγορά φορητών υπολογιστών)

Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



Ασύρματα τοπικά δίκτυα

Ad hoc WLAN

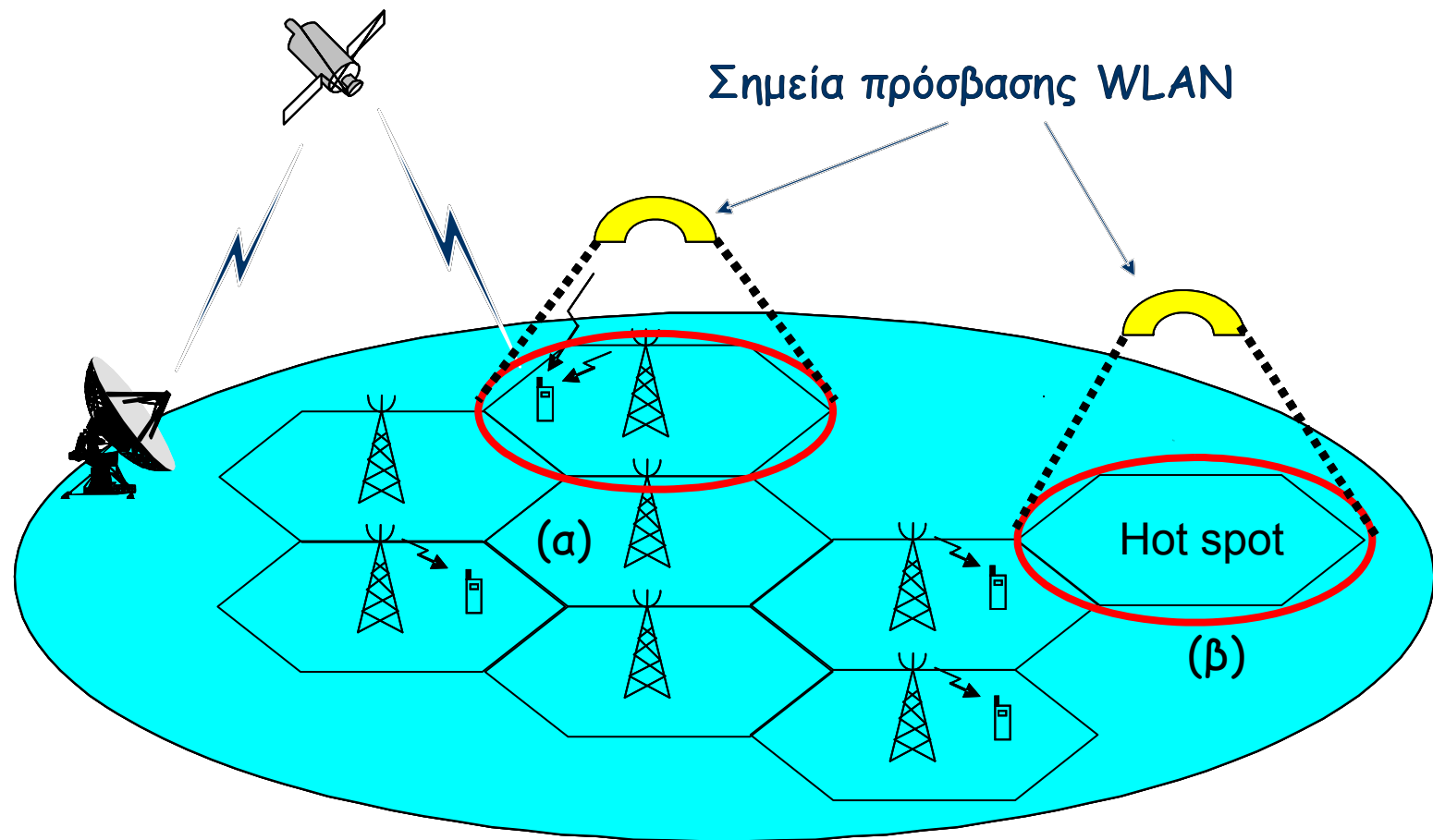


Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



Ασύρματα τοπικά δίκτυα





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

Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



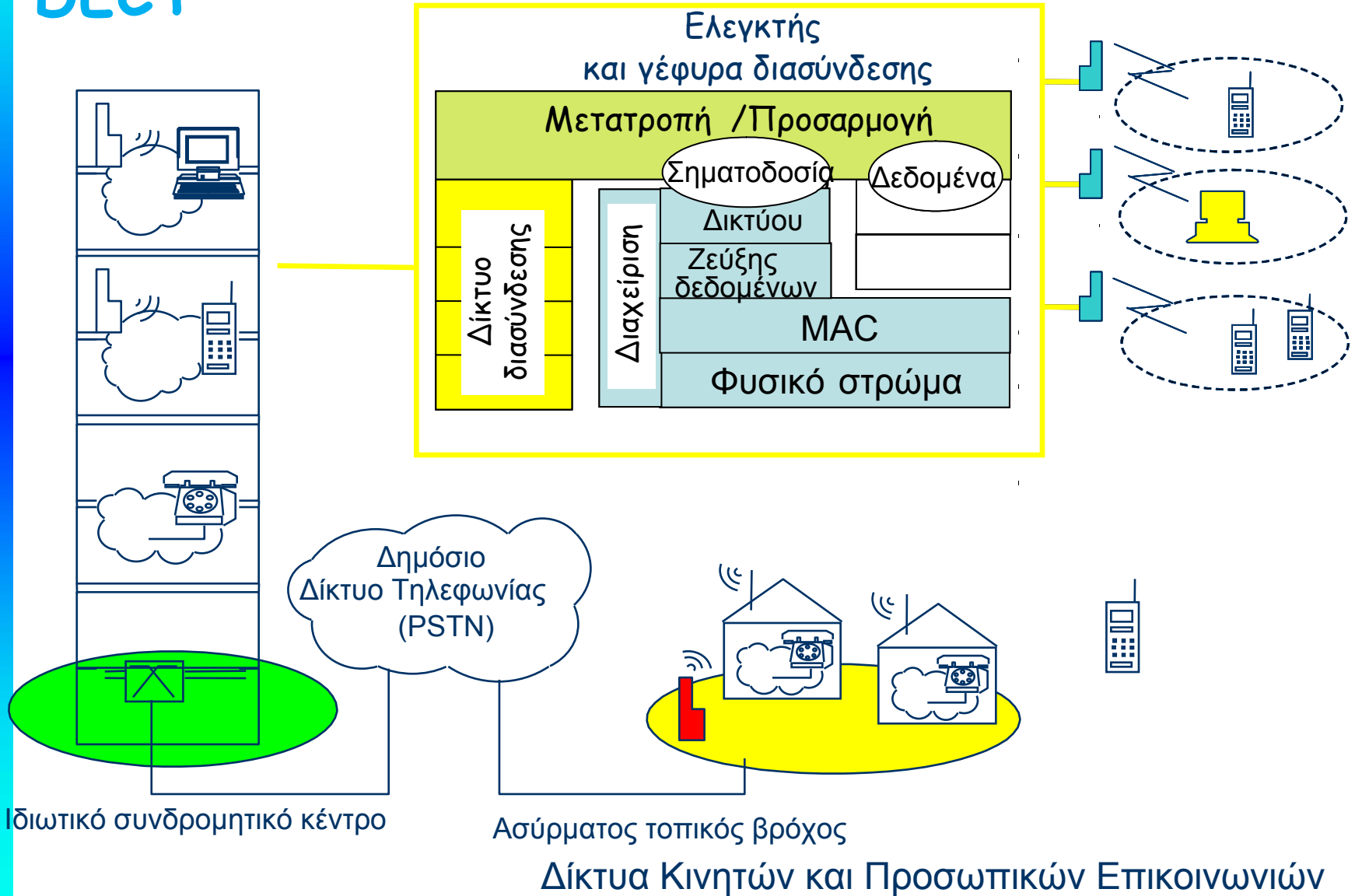
Συστήματα cordless

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

Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



DECT



Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



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

Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



Κυψελωτά δίκτυα 2ης γενιάς

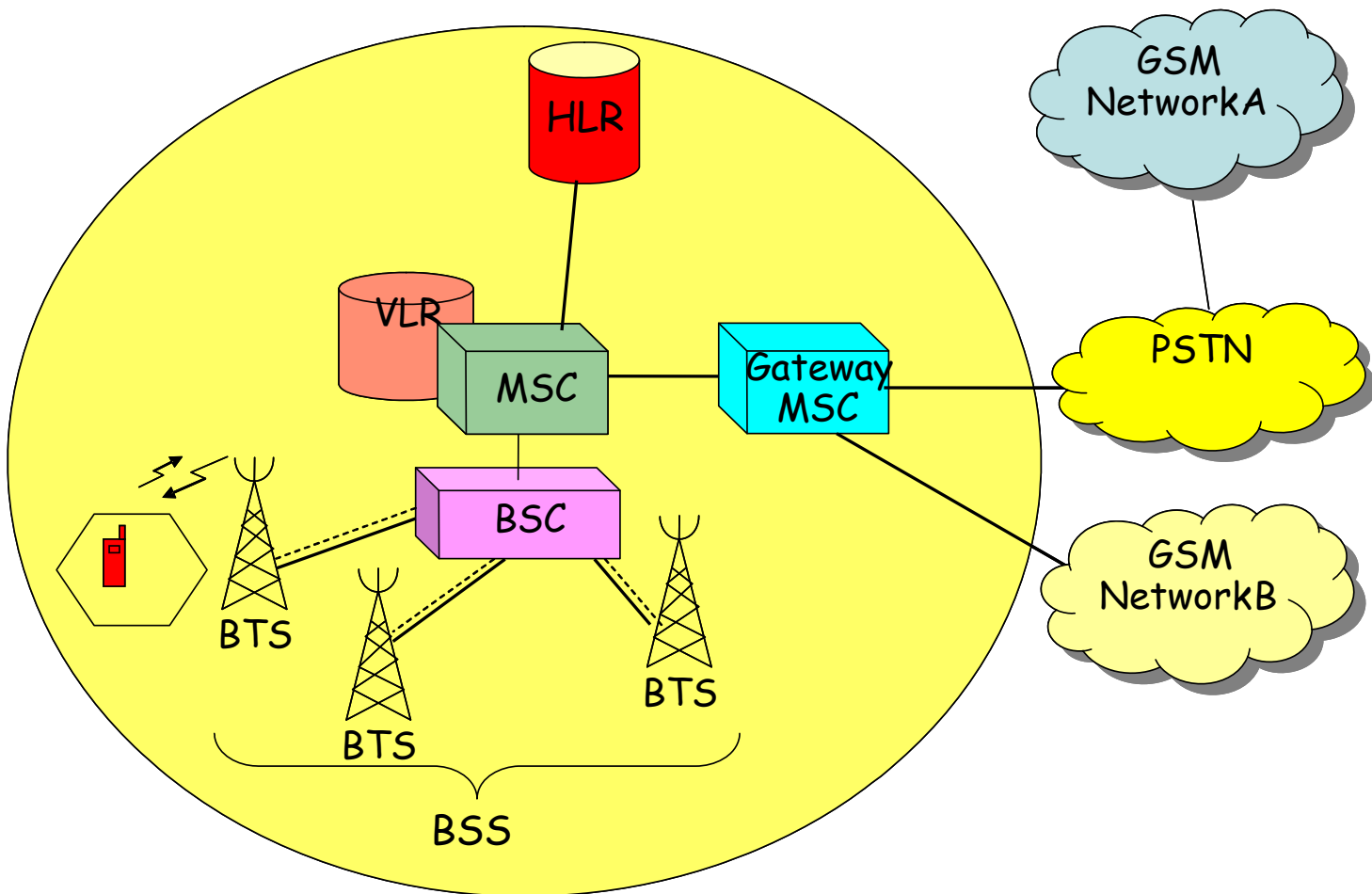
- GSM
- DCS 1800
- HSCSD
- GPRS [μέχρι 160 kbps]
- IS-95 (CDMA)

Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



GSM και DCS

Δημόσιο επίγειο δίκτυο κινητών επικοινωνιών (PLMN)



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



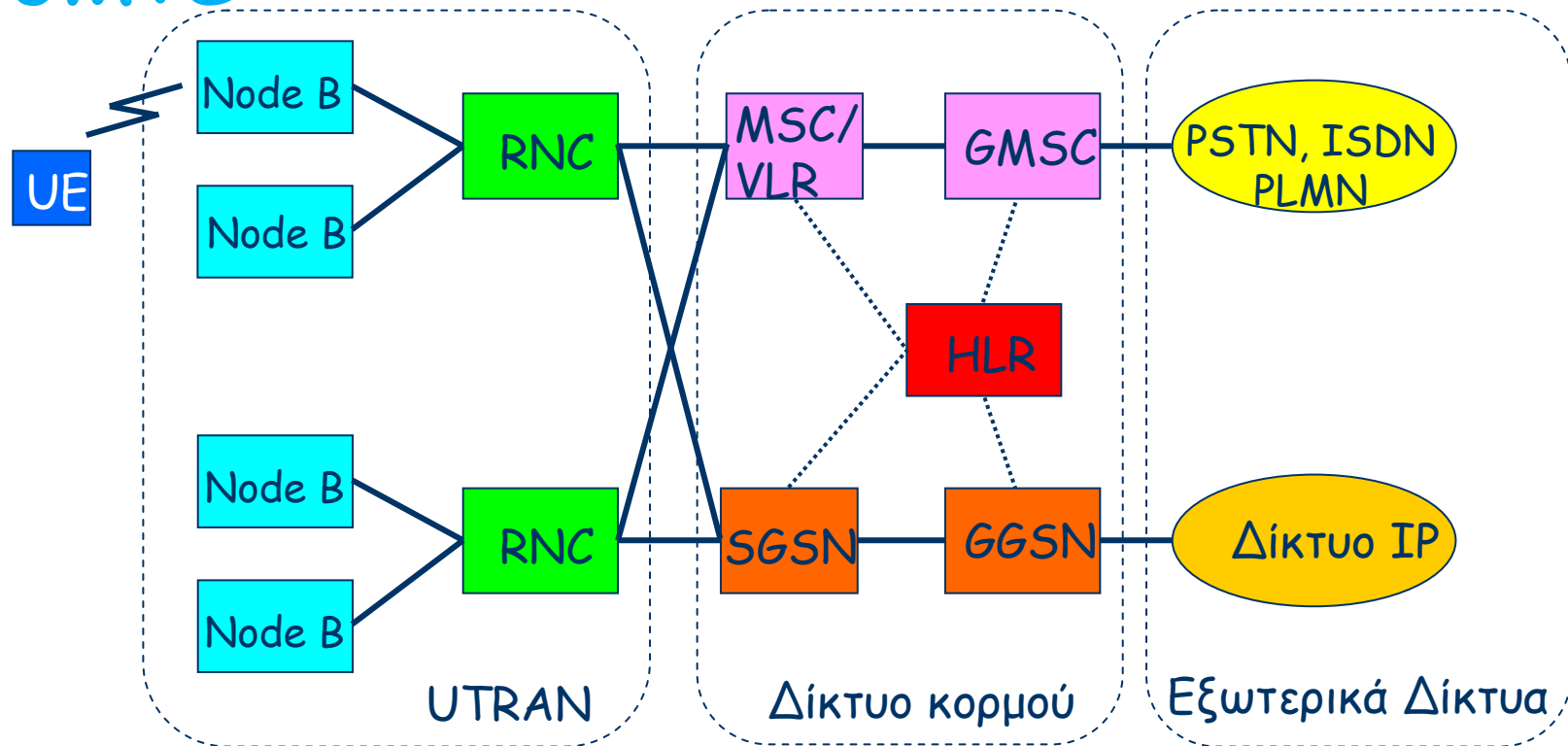
Συστήματα κινητών επικοινωνιών 3ης γενιάς

- 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]

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

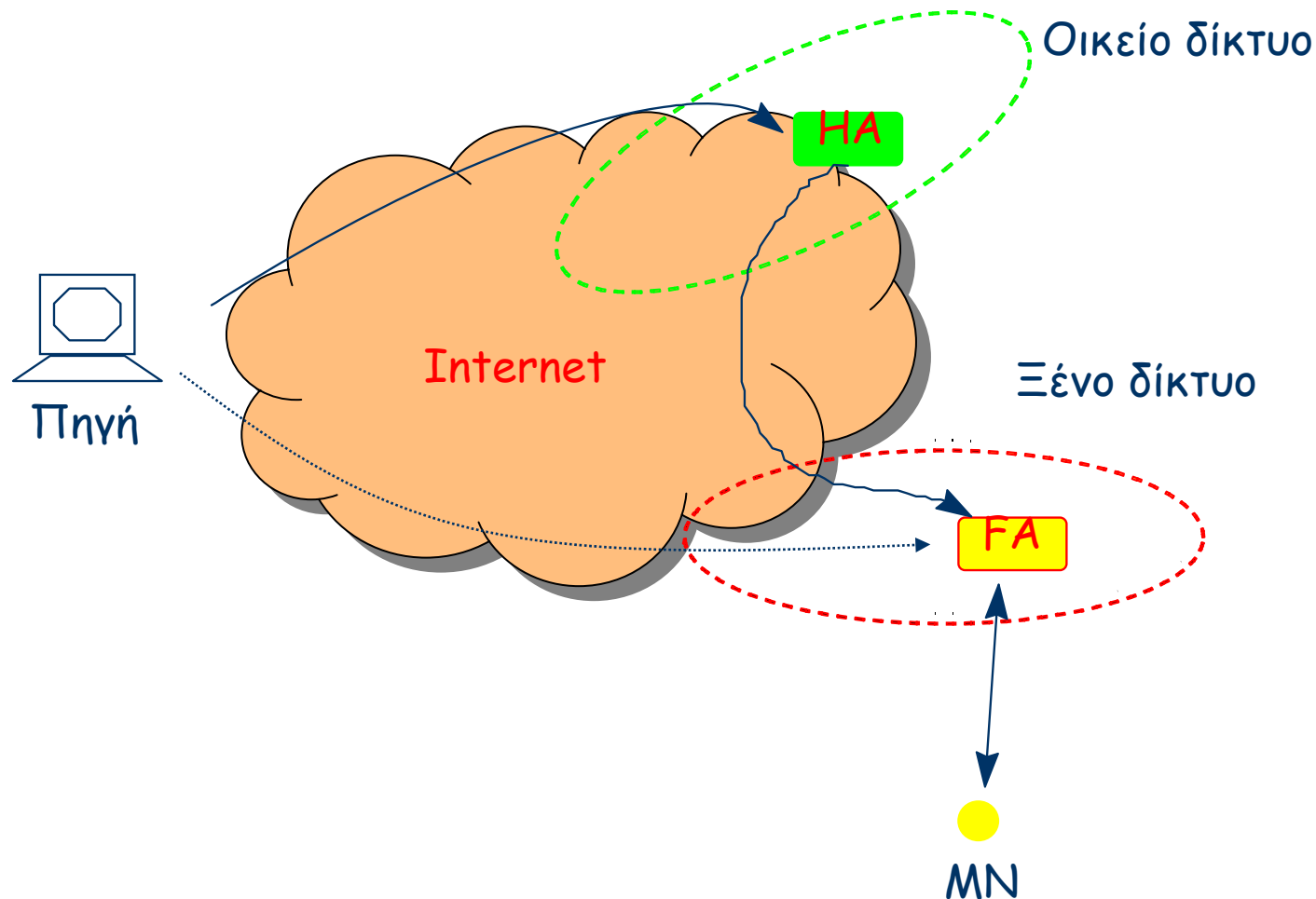
GGSN: Gateway GPRS Support Node

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων



Mobile IP



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών

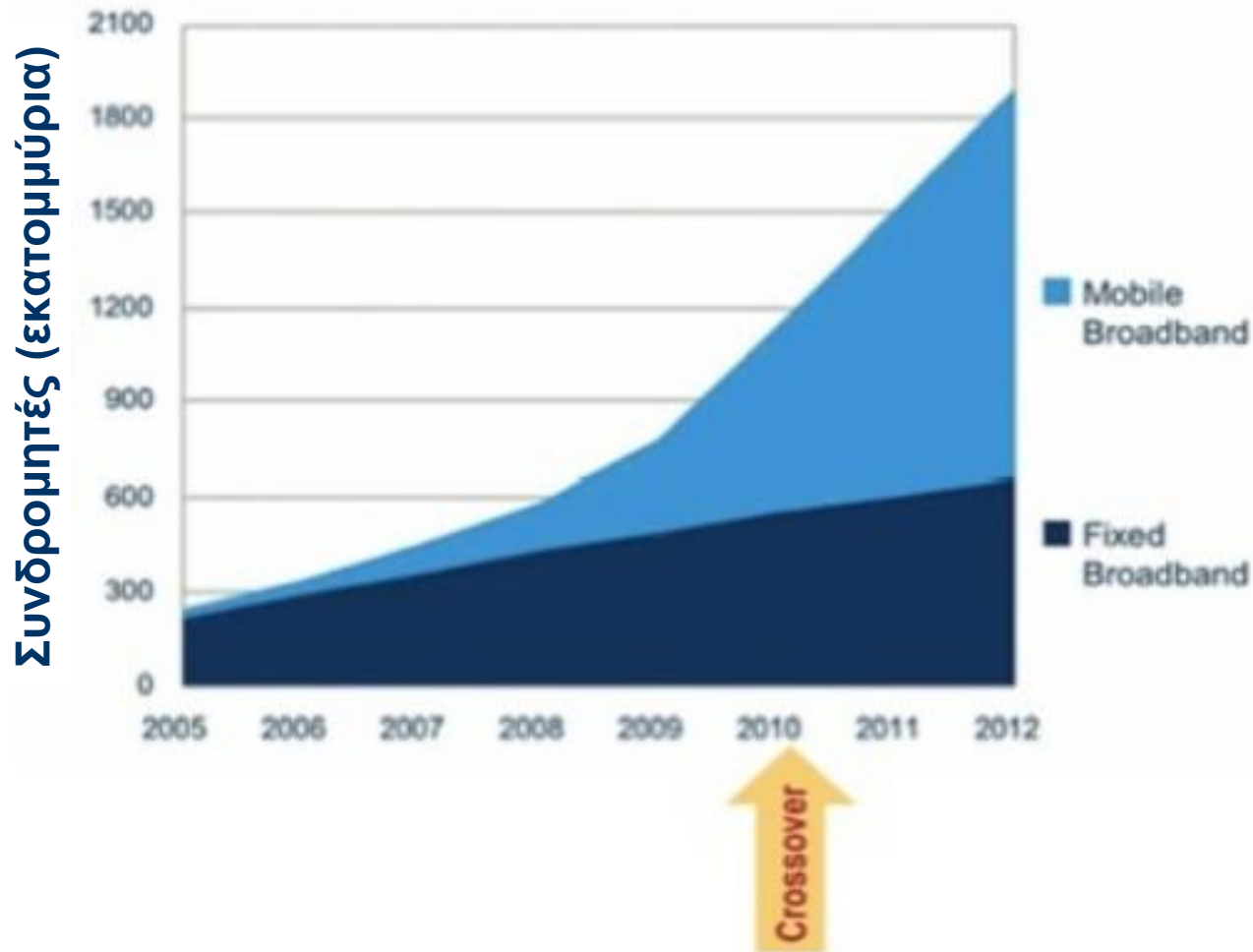


- Μετατόπιση της τηλεπ. κίνησης από τα σταθερά δίκτυα προς τα δίκτυα κινητών επικοινωνιών
- Η δημοτικότητα των υπηρεσιών δεδομένων αυξάνει διαρκώς
- Η τηλεπικοινωνιακή βιομηχανία προχωρά προσθέτοντας το Internet και πολλαπλές υπηρεσίες στην ασύρματη επικοινωνία και στην κινητικότητα
- 1.2 δις συνδρομές mobile-broadband το 2011
- Εισαγωγή νέων υπηρεσιών
 - Κοινωνικές υπηρεσίες και ασφάλεια
 - Εξοικονόμηση χρόνου και εξουσιοδότηση
 - Διασκέδαση

Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών



Μετατόπιση προς τα δίκτυα κινητών επικοινωνιών



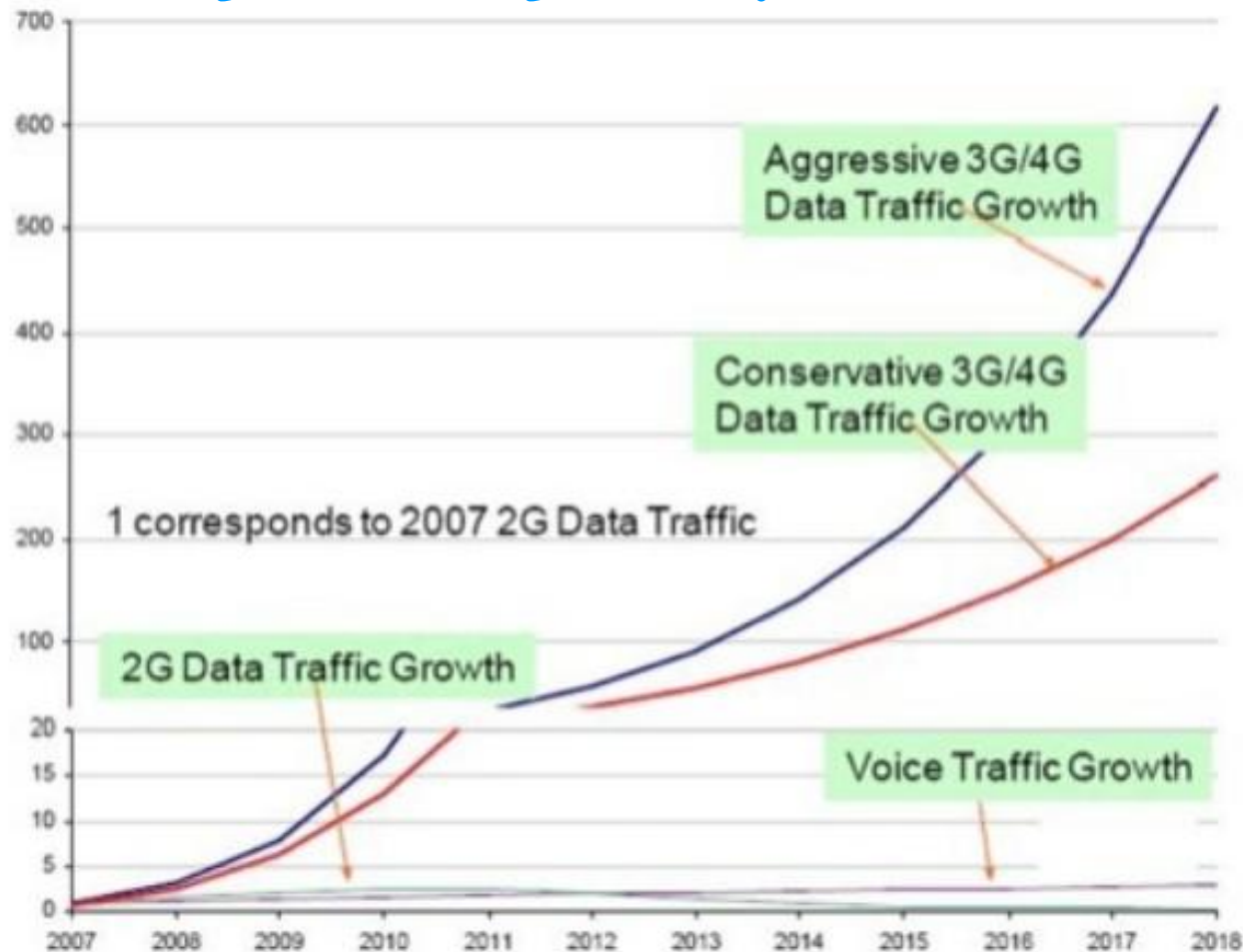
Sources: Infonetics, "The Mobile Internet Transformation," 12/2008.

Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών



Αύξηση της κίνησης δεδομένων

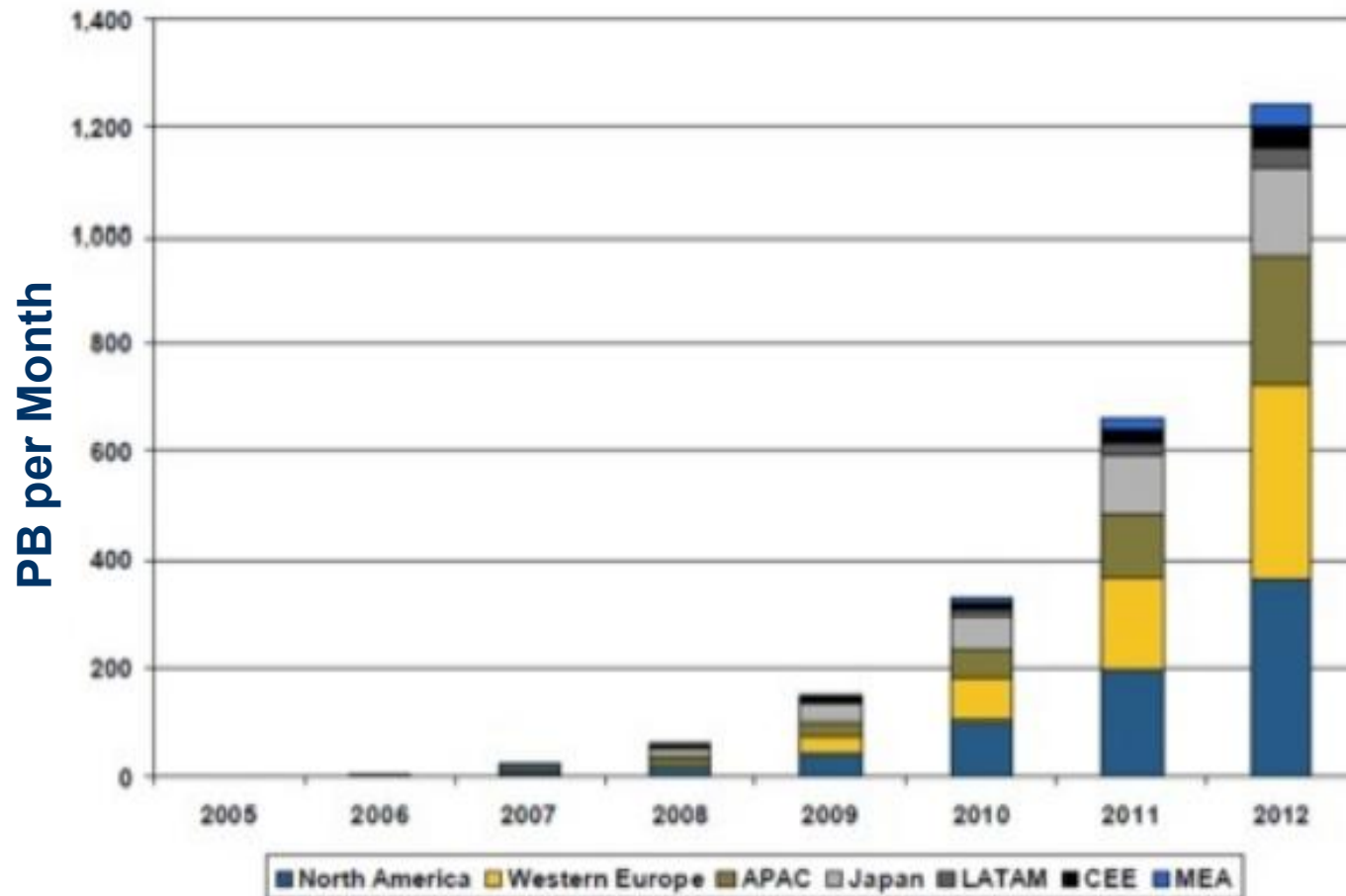


Source: 3GAmericas, Rysavy Research, 6/2008.

Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών



Πρόβλεψη για το mobile Internet

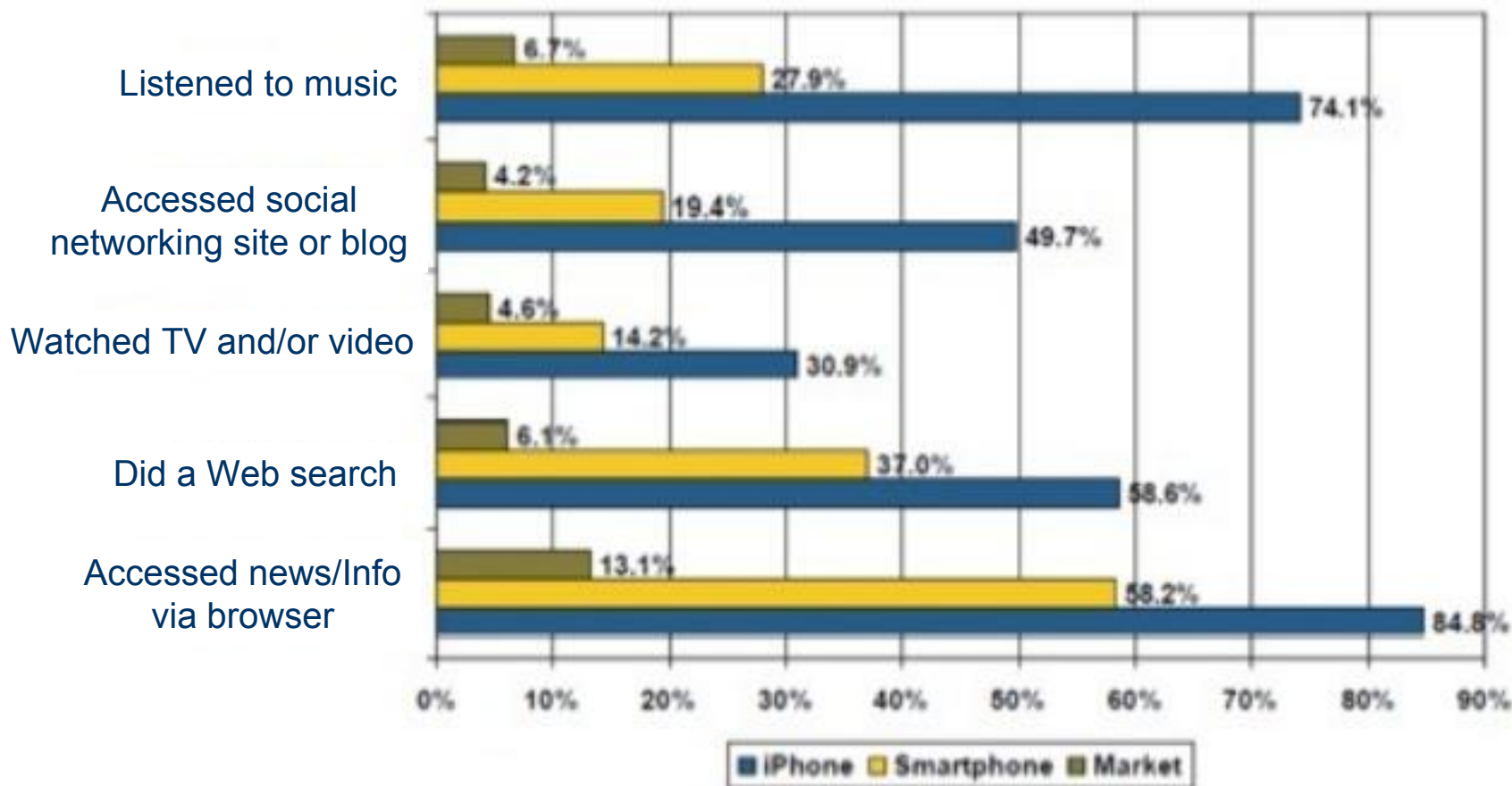


Source: Cisco, Aggregate of Operators' network data and analysts forecasts, 2008.

Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών



Χρησιμοποιούμενες υπηρεσίες στα δίκτυα κινητών επικοινωνιών



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



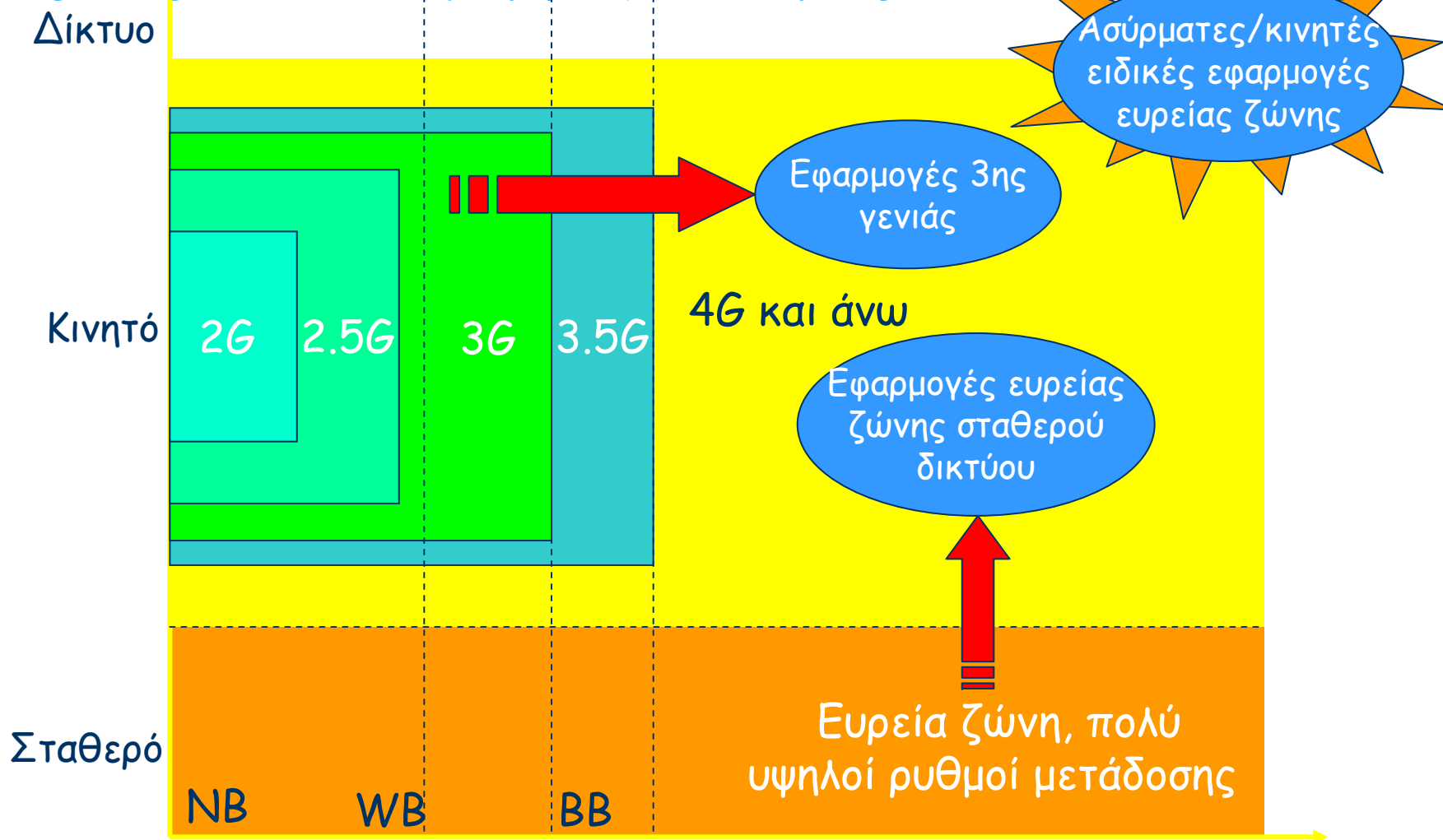
Προβλέψεις

- 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 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.

Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών



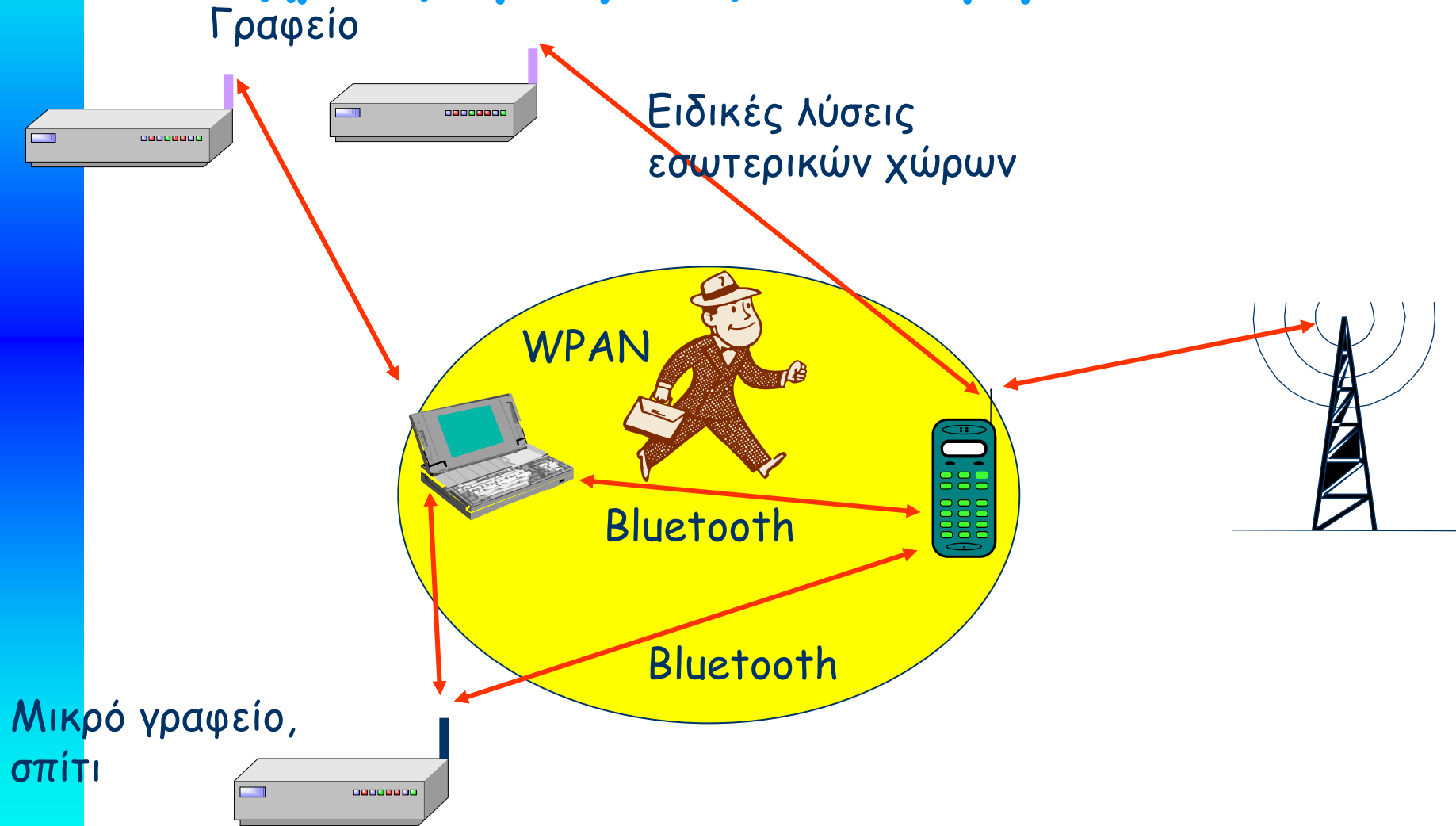
Εξέλιξη των εφαρμογών προς 4G



Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών



Ταυτόχρονη πρόσβαση σε διάφορα δίκτυα



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών

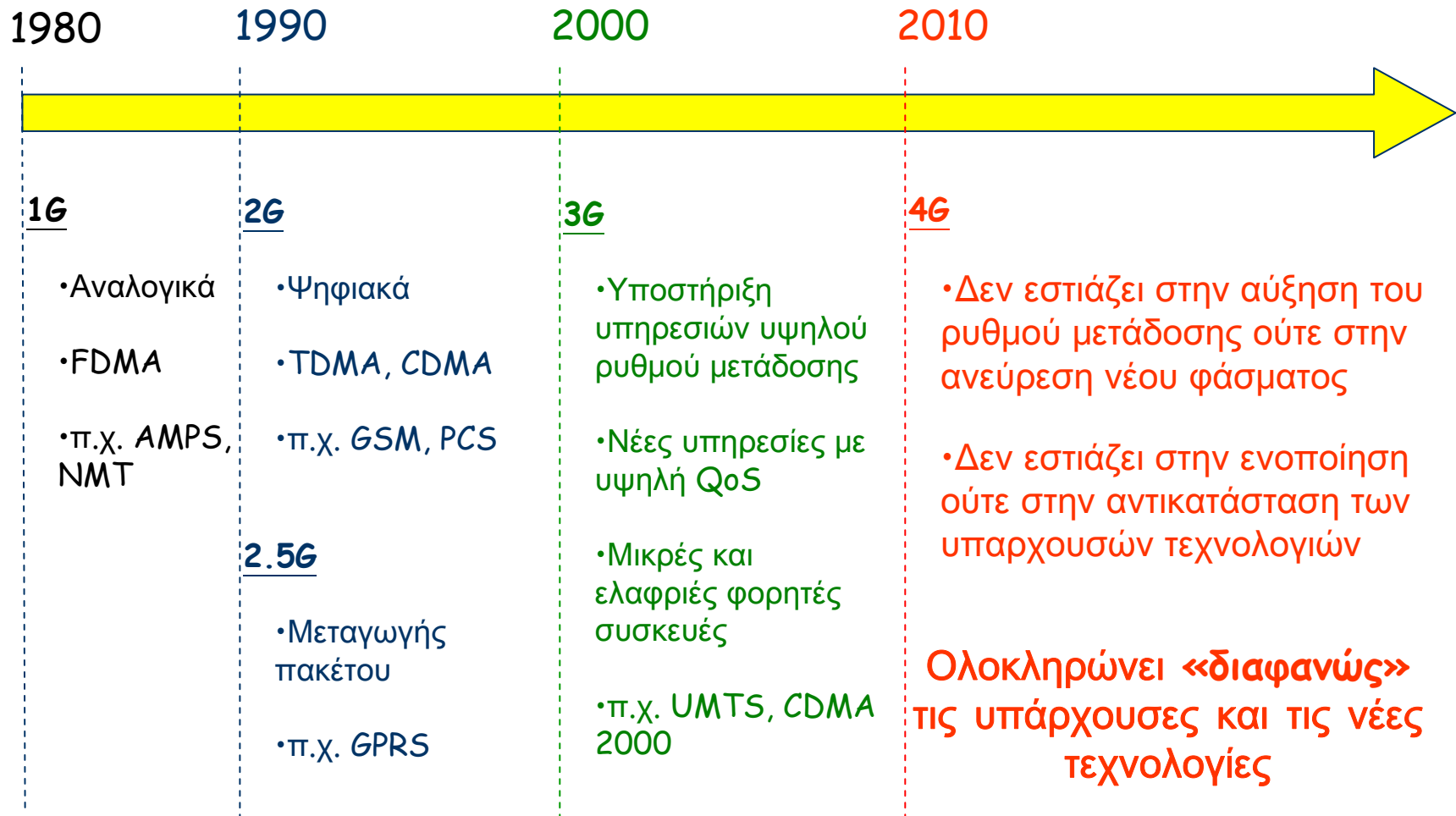


Multimedia mobile terminal



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Εξέλιξη των συστημάτων κινητών επικοινωνιών

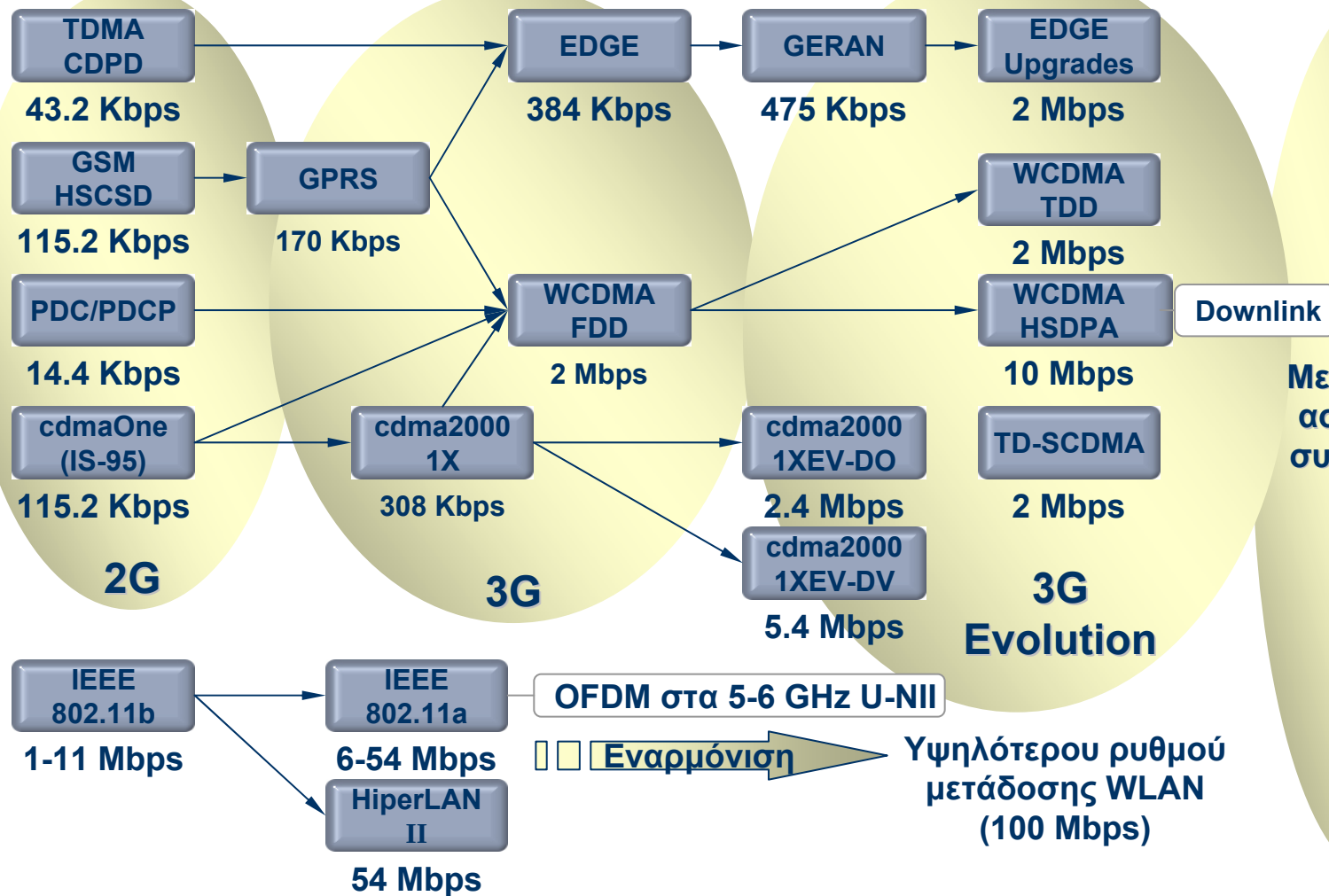


Εξέλιξη των ψηφιακών συστημάτων κινητών επικοινωνιών



Κάλυψη ευρείας περιοχής

Τοπική κάλυψη



Χαρακτηριστικά

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)

Θέματα προς αντιμετώπιση

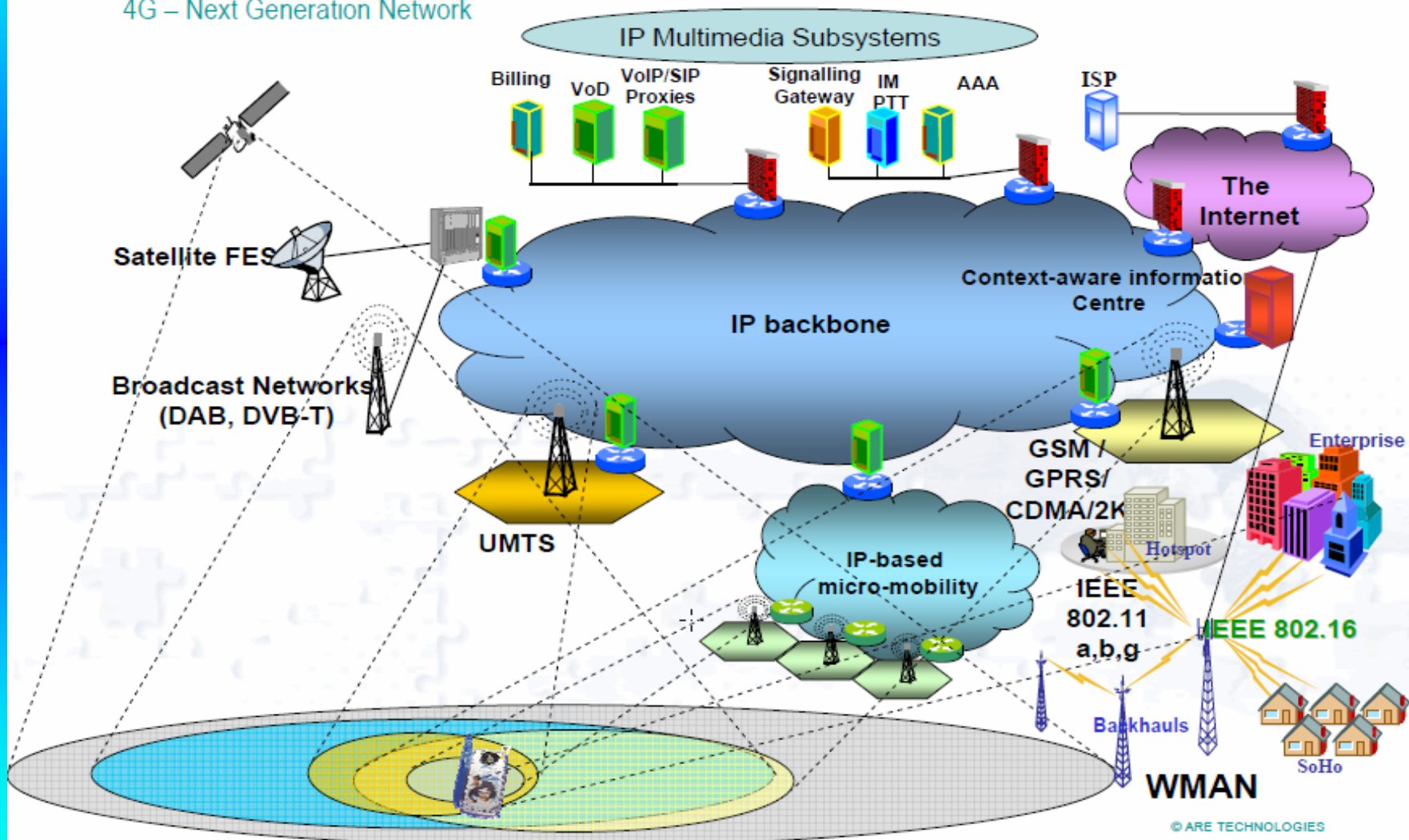
- Κινητό τερματικό
 - Multi-mode τερματικά
 - Αναζήτηση ασύρματου συστήματος
 - Επιλογή ασύρματου συστήματος
- Σύστημα
 - Κινητικότητα τερματικού
 - Υποδομή δικτύου και υποστήριξη QoS
 - Ασφάλεια
 - Ανοχή σε σφάλματα και επιβιωσιμότητα
- Εξυπηρέτηση
 - Πολλαπλοί πάροχοι και σύστημα χρέωσης
 - Προσωπική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

4G



Αρχιτεκτονική

4G – Next Generation Network



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Λειτουργούντα ασύρματα συστήματα



4G

WCDMA FDD
WCDMA TDD
TD-SCDMA
CDMA 1x
EV-DO / DV
...

IPWireless
TDD
InterDigital
TDD

Flarion
Navini
NextNet
ArrayComm
Beamreach

Αδειοδοτημένο φάσμα

.... AirGo

802.20 (MBWA)

802.16e

802.16-2004 (WiMax)

802.11b

802.11a / g / n / s

...

Μη αδειοδοτημένο φάσμα

Οικογένεια
3GPP

Proprietary
τεχνολογίες

Οικογένεια
IEEE 802