



ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Εισαγωγή

Σκοπός του μαθήματος



- Να μελετήσουμε την αρχιτεκτονική και τη λειτουργία των δικτύων κινητών και προσωπικών επικοινωνιών
- Το αντικείμενο είναι τεράστιο και δεν καλύπτεται από το μάθημα αυτό
- Το βιβλίο που διανέμεται 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
 - Τη διαχείριση ασυρμάτων πόρων
 - Τις λειτουργίες υποστήριξης κινητικότητας
 - Τη διαχείριση επικοινωνιών

Η ύλη του μαθήματος



- Το ασύρματο περιβάλλον στις κινητές επικοινωνίες (απώλειες διαδρομής, διαλείψεις)
- Βασικές αρχές των κυψελωτών συστημάτων
- Παρεμβολές στο ασύρματο περιβάλλον των κινητών επικοινωνιών
- Κατανομή και εκχώρηση ασυρμάτων πόρων - πολλαπλή πρόσβαση
- Αρχιτεκτονική των κυψελωτών συστημάτων
- Διαχείριση ραδιοδιαύλων
- Διαχείριση κινητικότητας
- Διαχείριση επικοινωνίας
- Υπηρεσίες θέσης

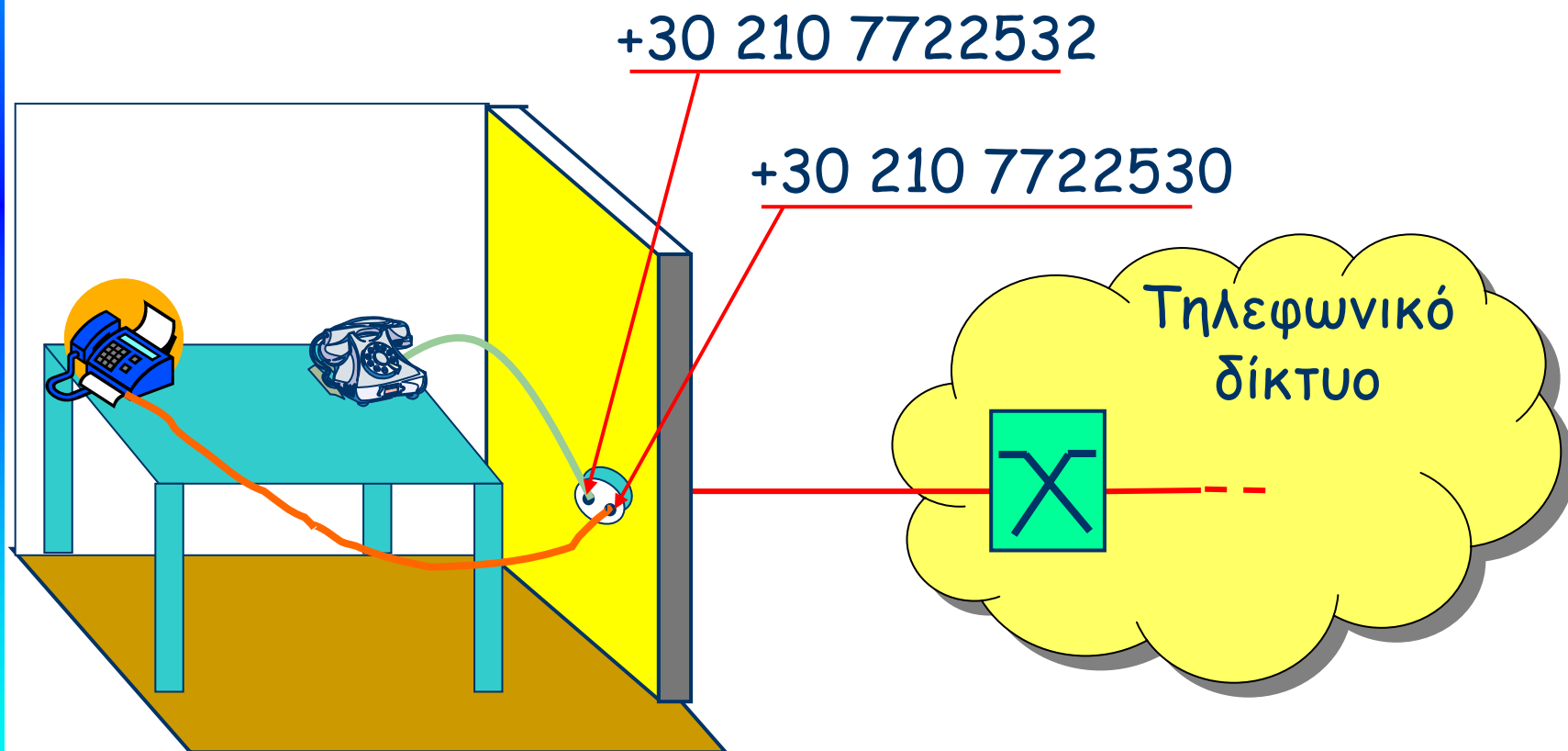


- Ορισμός - Βασικές έννοιες
- Κινητικότητα
- Ασύρματα συστήματα κινητών επικοινωνιών
- Επίδραση της κινητικότητας στην εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων
- Εξέλιξη των συστημάτων κινητών επικοινωνιών
- Συστήματα 4G

Σταθερές επικοινωνίες



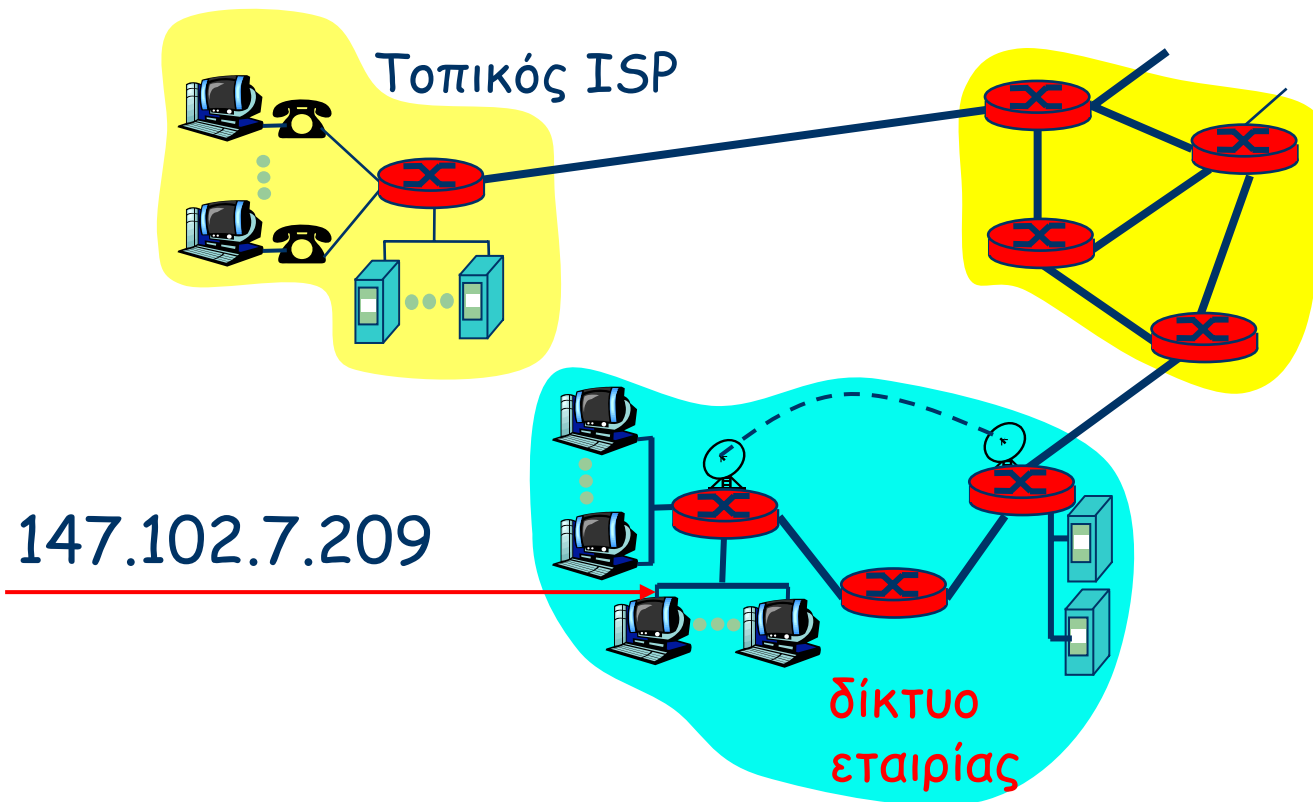
Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας είναι σταθερό



Σταθερές επικοινωνίες



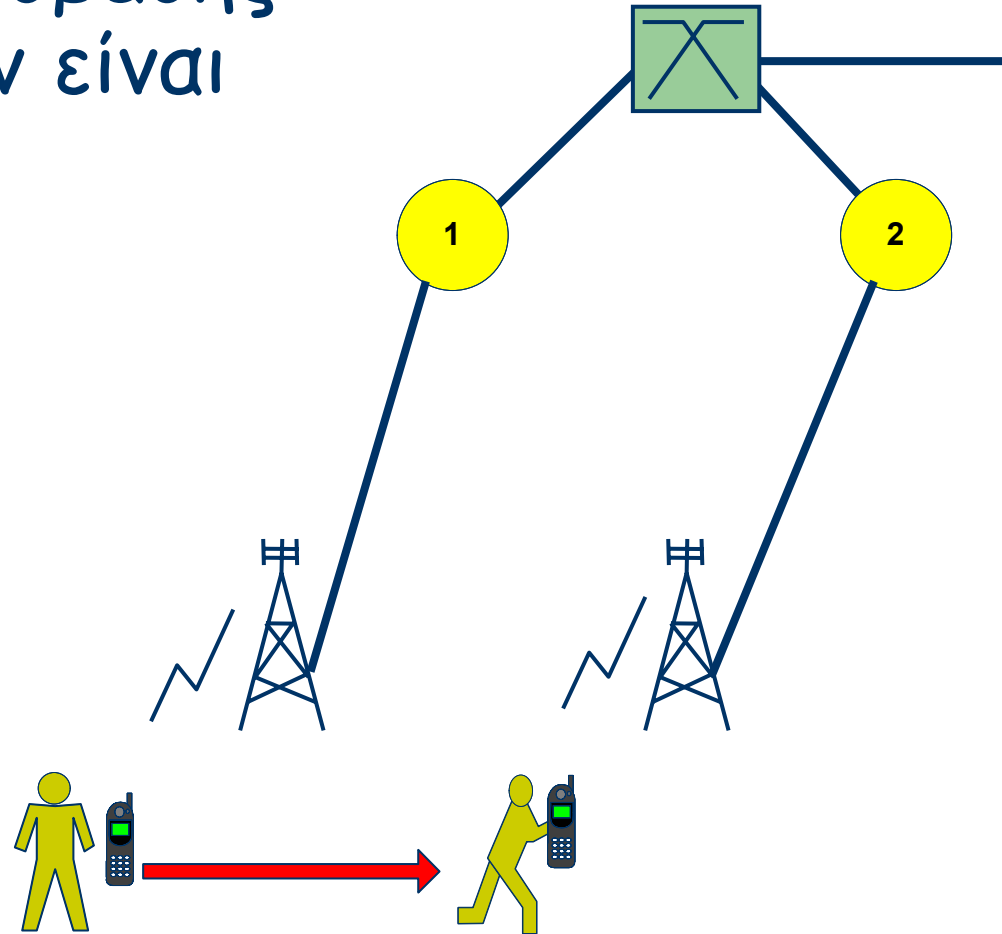
Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας είναι, ως επί το πλείστον, σταθερό



Κινητές επικοινωνίες



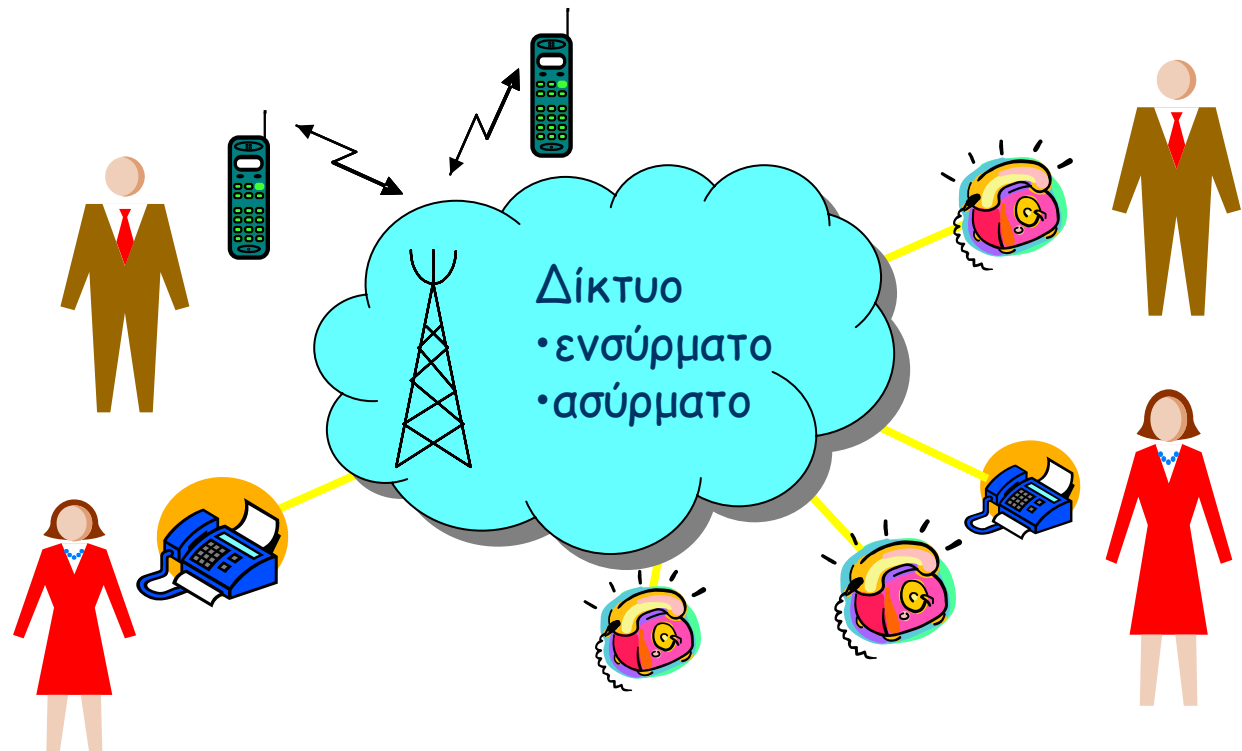
Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας δεν είναι σταθερό



Προσωπικές επικοινωνίες



Το σημείο πρόσβασης υπηρεσίας
δεν είναι σταθερό





Σκοπός

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

Κινητές και προσωπικές επικοινωνίες

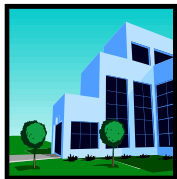


Επίλεξε τον προσωπικό αριθμό του κ. Χ

Να είναι σε οποιοδήποτε μέρος



Σπίτι



Γραφείο



Δημόσιος χώρος



Μετακίνηση

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



Βασικοί παράγοντες για την παροχή κινητών και προσωπικών επικοινωνιών

- *κινητικότητα του τερματικού (terminal mobility)*
- *προσωπική κινητικότητα (personal mobility)*
- *φορητότητα των υπηρεσιών (service portability)*



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

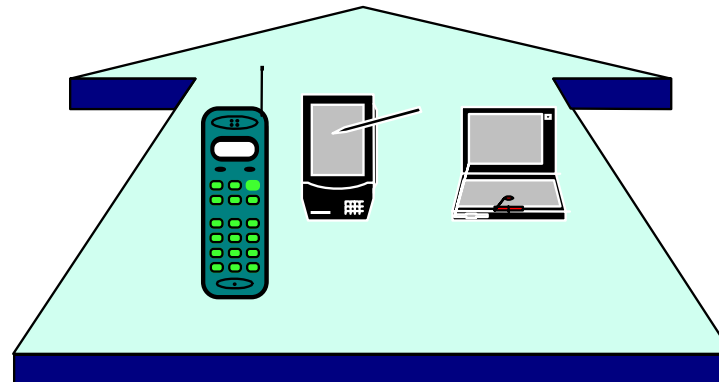
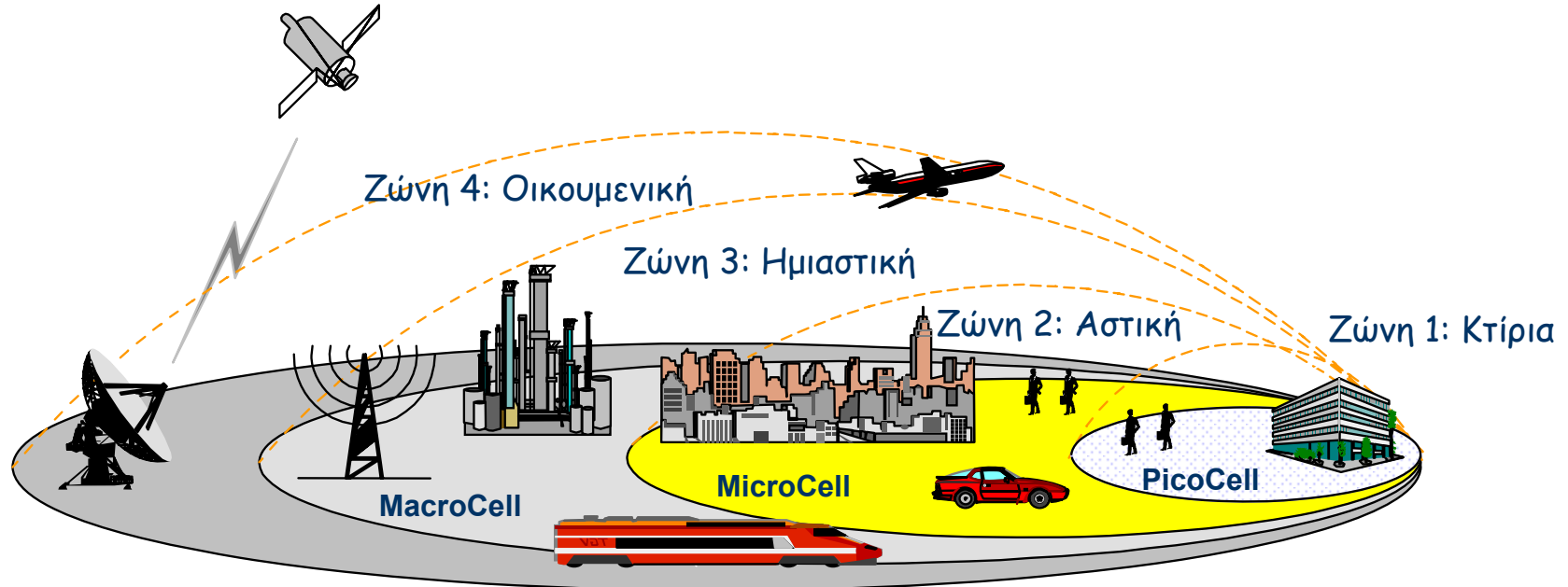
Παγκόσμια κινητικότητα



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 στα προβλήματα που εμφανίζουν και στους τρόπους αντιμετώπισής τους
- Οι σχεδιαστικοί συμβιβασμοί για την κάθε περιοχή εφαρμογής θέτουν διαφορετική έμφαση σε συγκεκριμένες παραμέτρους και τεχνικές προσεγγίσεις
- **Αποτέλεσμα:** Διαφορετικές αρχιτεκτονικές και διαδικασίες ελέγχου

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



Οι σχεδιαστικοί περιορισμοί προέρχονται από:

- Εφαρμογές που πρέπει να υποστηριχθούν
- Περιβάλλον λειτουργίας

Ασύρματη πρόσβαση σε μεγάλα δίκτυα



Σχεδιαστικοί στόχοι

- Βάρος τερματικού
- Μέγεθος τερματικού
- Κατανάλωση ισχύος τερματικού

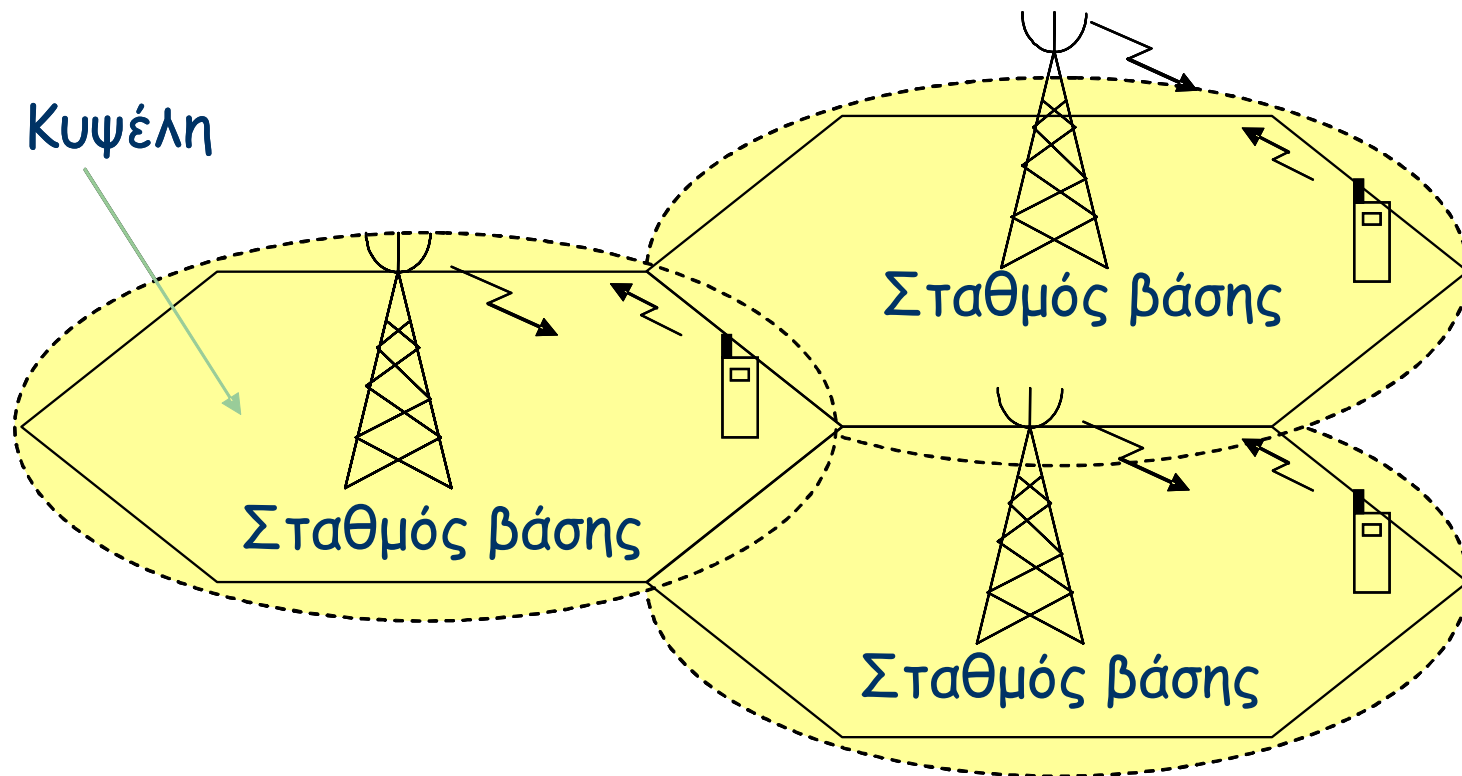
Επιπτώσεις

- 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 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
- χώροι για τους Π/Δ σε ακριβές περιοχές
- μεγάλος αριθμός ξεχωριστών Π/Δ και συσκευών μετάδοσης για κάθε κύκλωμα βασικής ζώνης



Σχεδιαστική επιδίωξη

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

Συμβιβασμοί

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



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.

Ασύρματα τοπικά δίκτυα



Ασύρματα τοπικά δίκτυα



- Είναι ακόμη στο στάδιο ανάπτυξης και δεν αποτελούν καλά καθιερωμένα συστήματα ευρείας χρήσης.
- 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

Θέματα σχεδίασης ασύρματων συστημάτων κινητών επικοινωνιών



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

Επίδραση της κινητικότητας στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα



Η μελλοντική εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών εστιάζει:

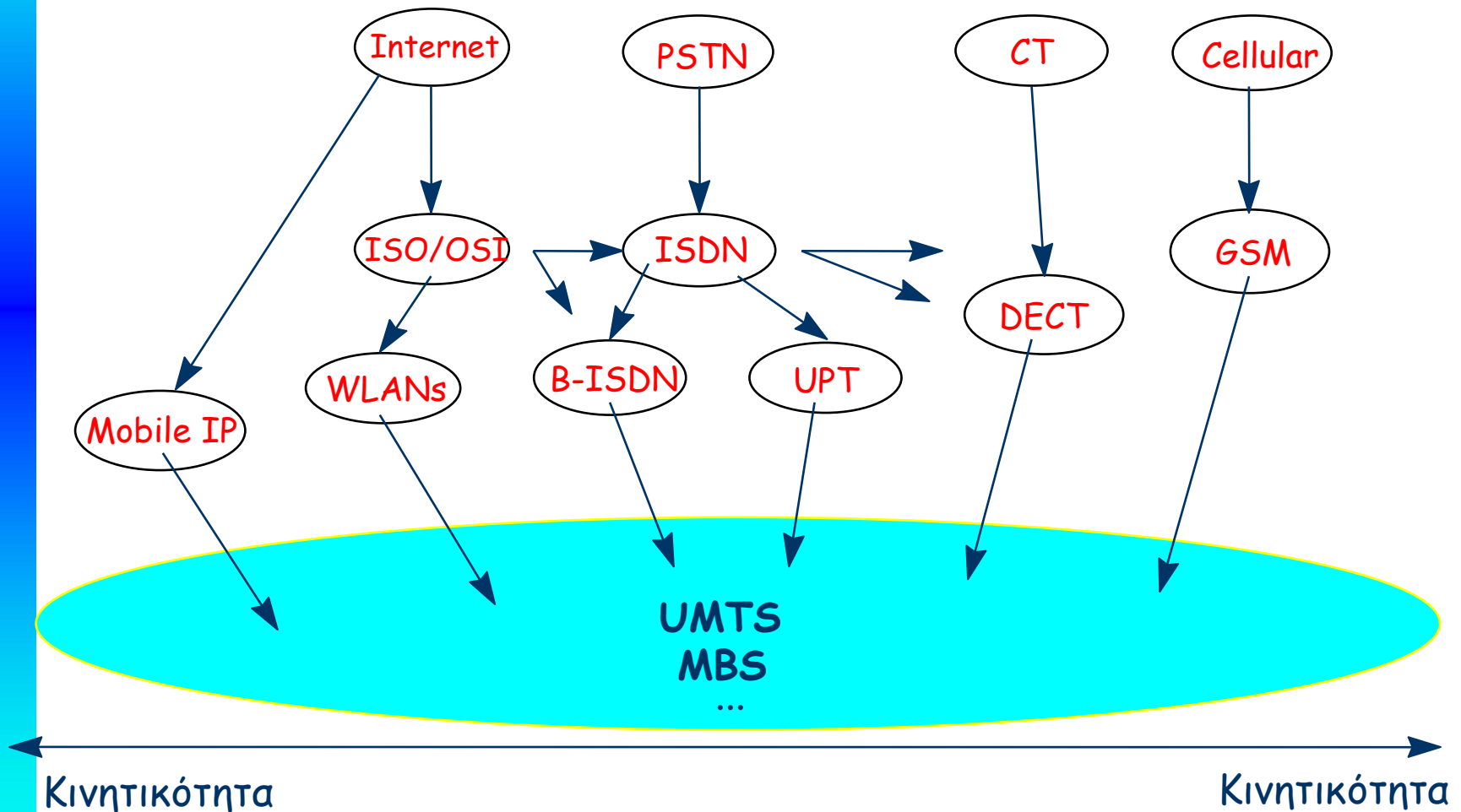
- Στη βελτίωση της ποιότητας και της ποικιλίας των υπηρεσιών που προσφέρονται
- Στην υποστήριξη της κινητικότητας (mobility) επικοινωνίας, σε όποια μορφή και αν εμφανίζεται αυτή.

Επίδραση της κινητικότητας στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα



- Οι κινητές επικοινωνίες πολυμέσων (mobile multimedia) αποτελούν συνδυασμό των δύο προηγούμενων στόχων
- Το **παγκόσμιο σύστημα κινητών τηλεπικοινωνιών (UMTS)** αναμένεται ότι θα βοηθήσει 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 πρόσφατα
 - Έχουν στενή σχέση με τα IN
- PTN (Personal Telecommunications number)
- PIN (Personal Identity Number)
- Χρέωση στον προσωπικό λογαριασμό

Ασύρματα τοπικά δίκτυα

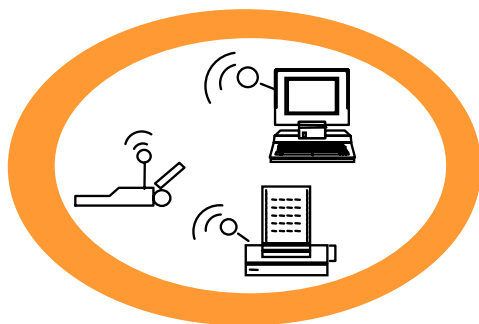


- Χρήση ασύρματων στοιχείων ως interface των LAN προς τα ενσύρματα δίκτυα κορμού σε δύσκολα περιβάλλοντα γραφείου
- εγκατάσταση περιστασιακών (ad hoc) δικτύων
- μέσο για νέες εφαρμογές (συνεχώς αυξανόμενη αγορά των φορητών υπολογιστών)

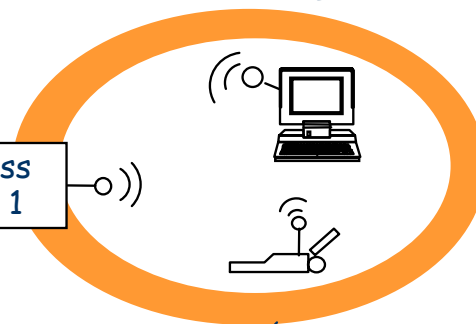
Ασύρματα τοπικά δίκτυα



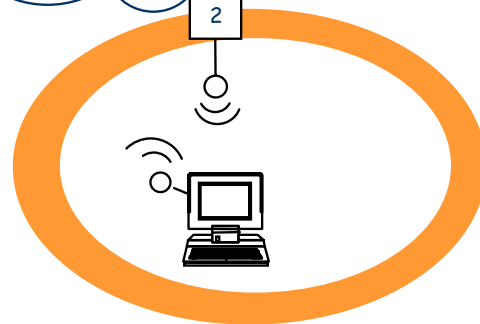
Ad hoc LAN



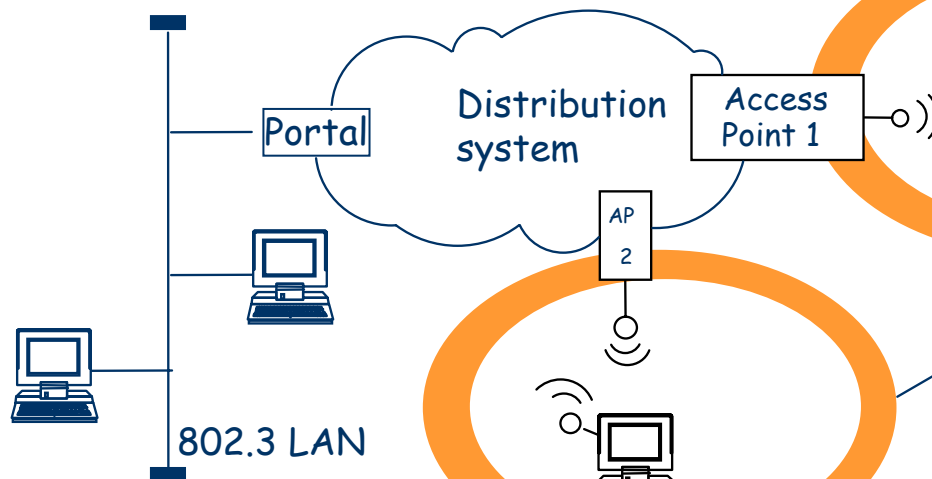
Basic service set (BSS)



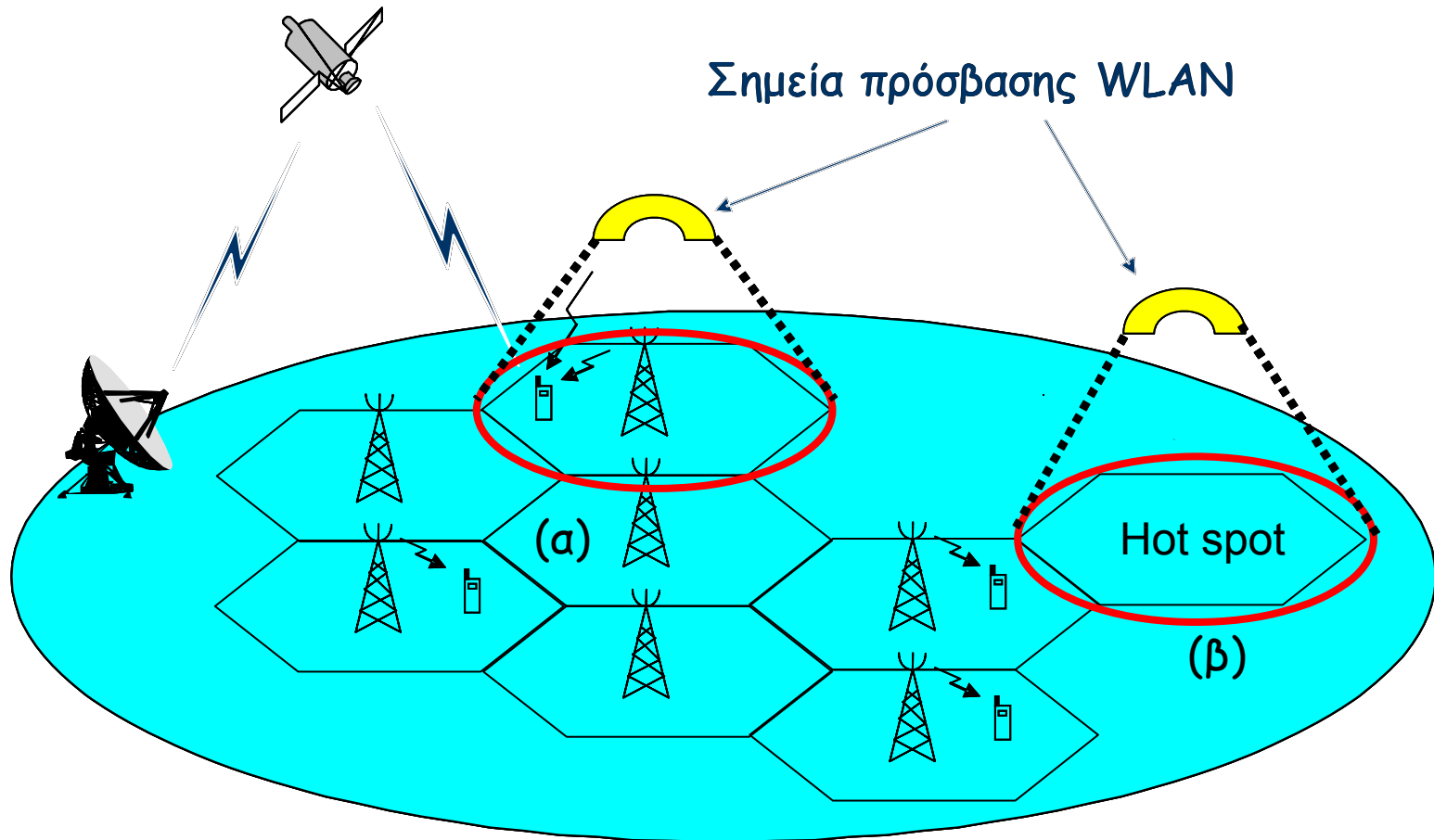
Extended service set (ESS)



Infrastructure LAN



Ασύρματα τοπικά δίκτυα





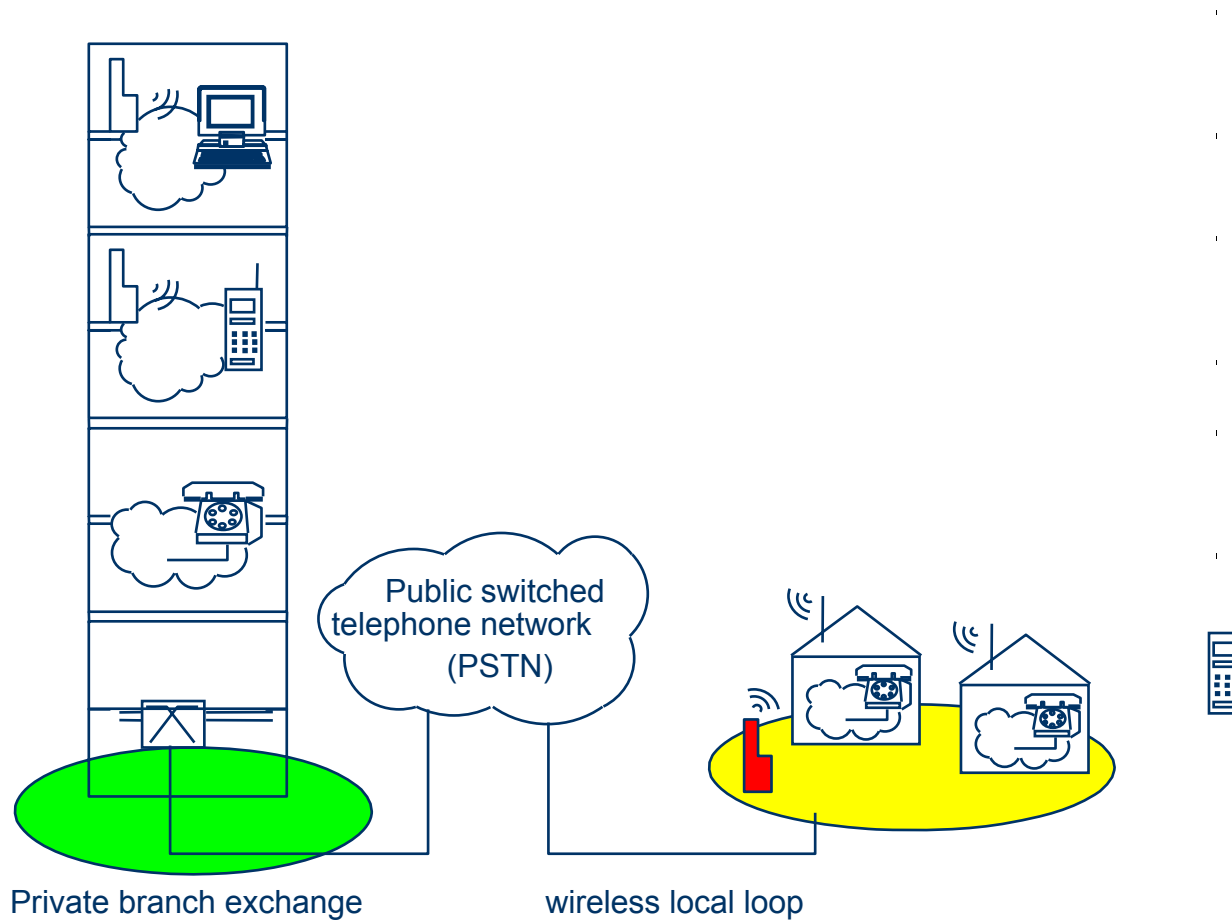
- HIPERLAN
 - HIPERLAN/1
 - 5 GHz, 23.5 Mbps, GMSK
 - HIPERLAN/2
 - 5 GHz, 6,9,12,18,24,36,54 Mbps, OFDM
- IEEE 802.11
 - IEEE 802.11a
 - 5 GHz, 6 - 54 Mbps, OFDM
 - IEEE 802.11b
 - 2.4 GHz, 1,2,5.5,11 Mbps, DSSS
 - IEEE 802.11g
 - 2.4 GHz, 54 Mbps, OFDM

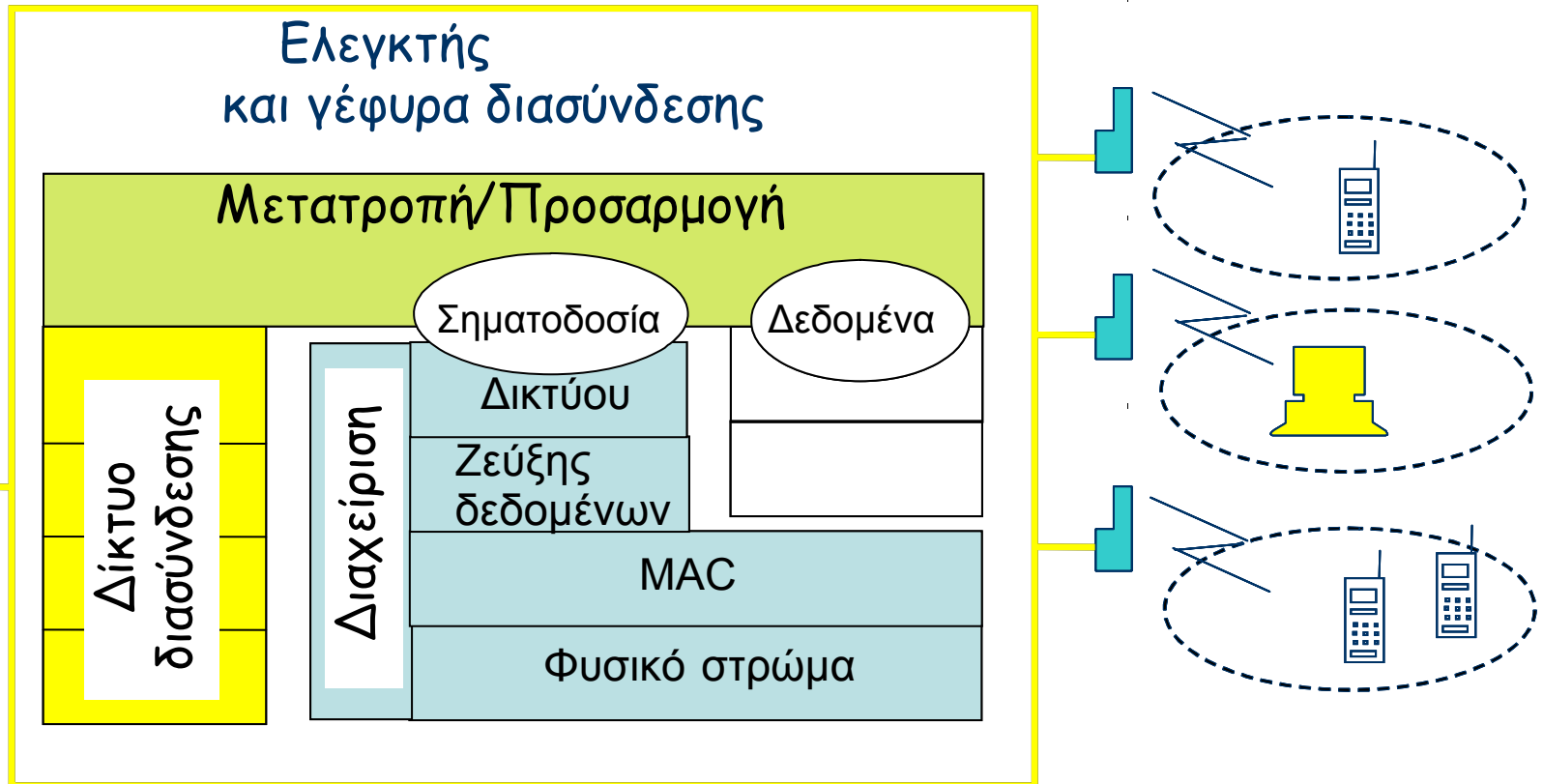
Συστήματα cordless



- 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

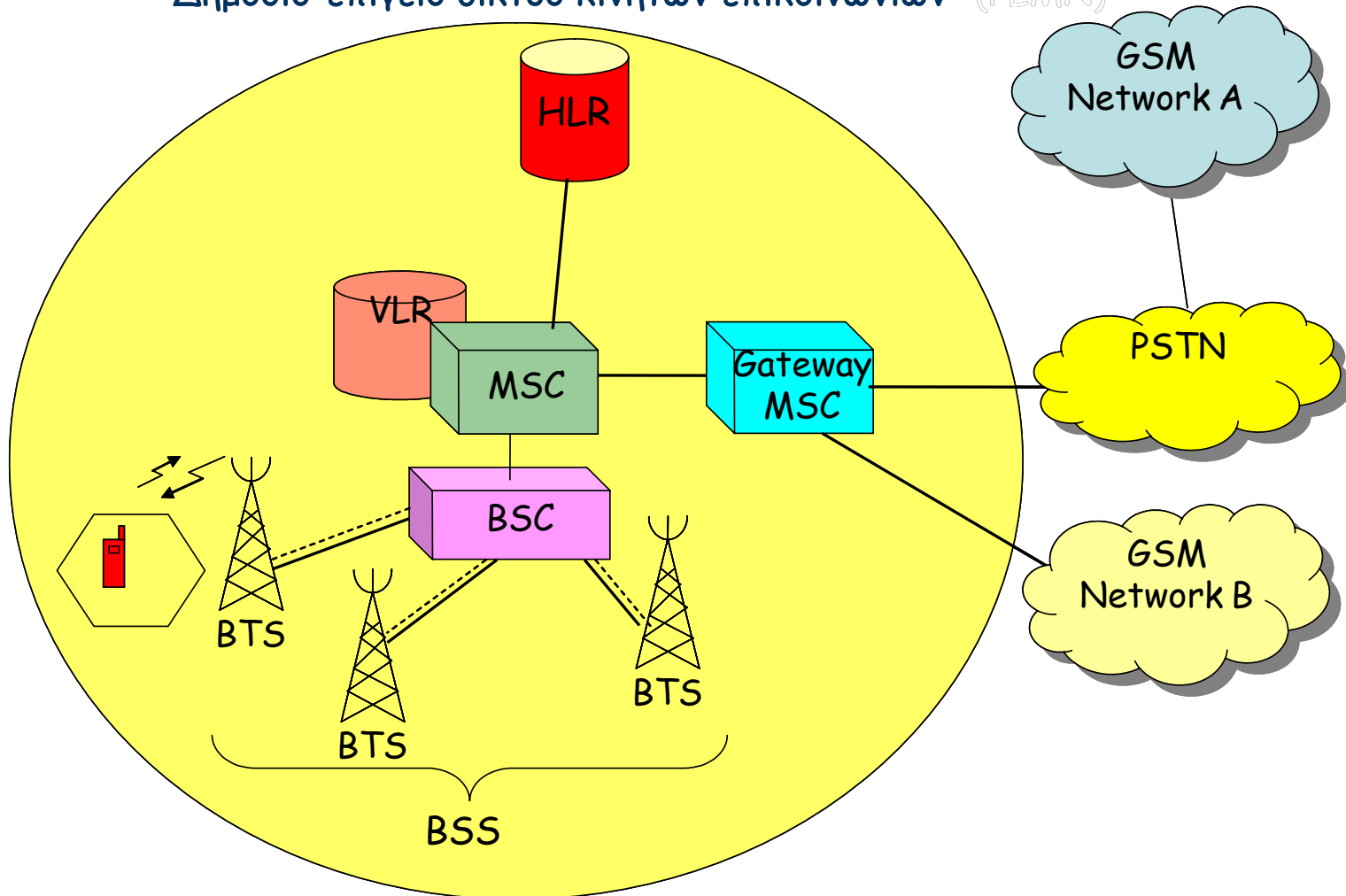
Κυψελωτά δίκτυα 2ης γενιάς



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



Δημόσιο επίγειο δίκτυο κινητών επικοινωνιών (PLMN)

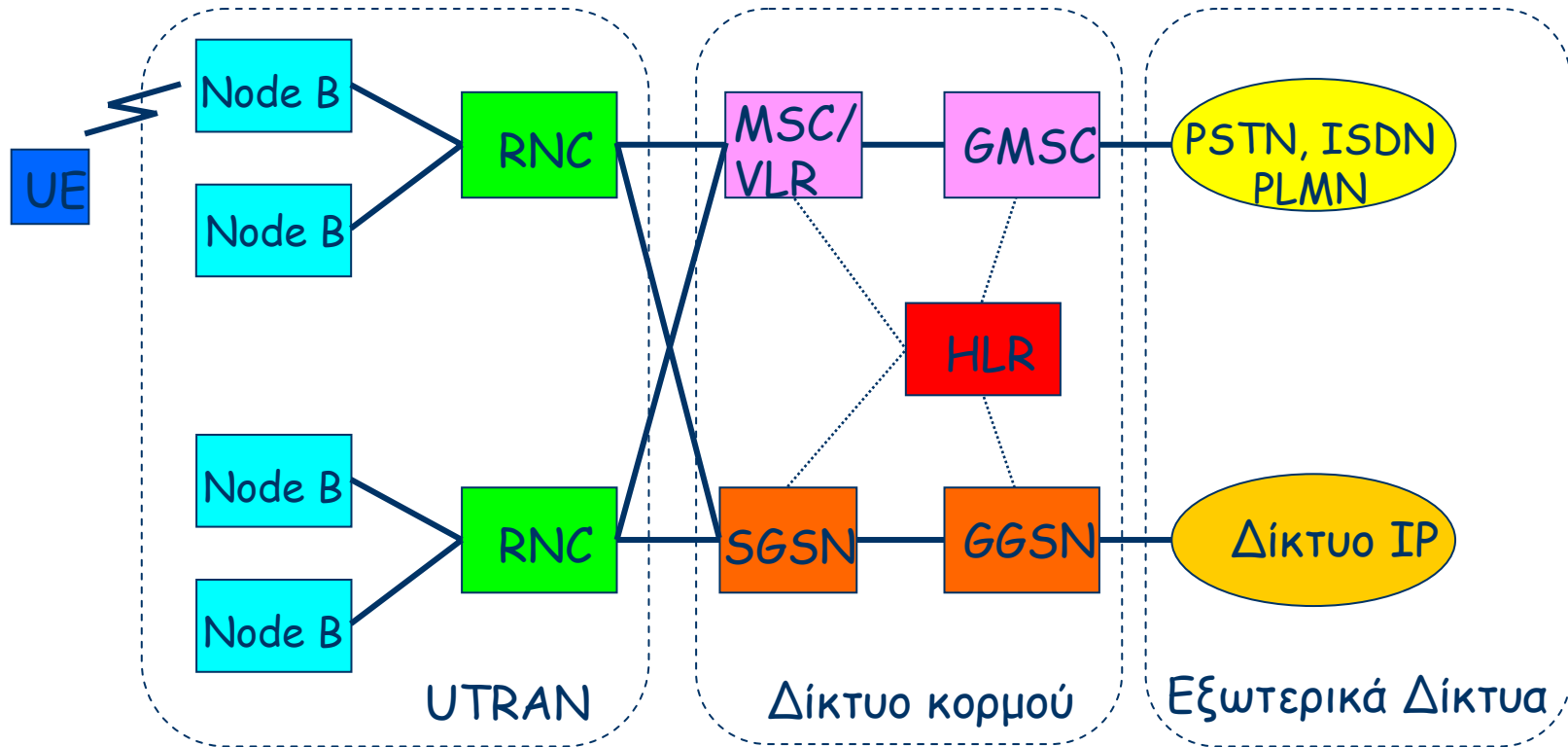


Συστήματα κινητών επικοινωνιών 3ης γενιάς



- 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



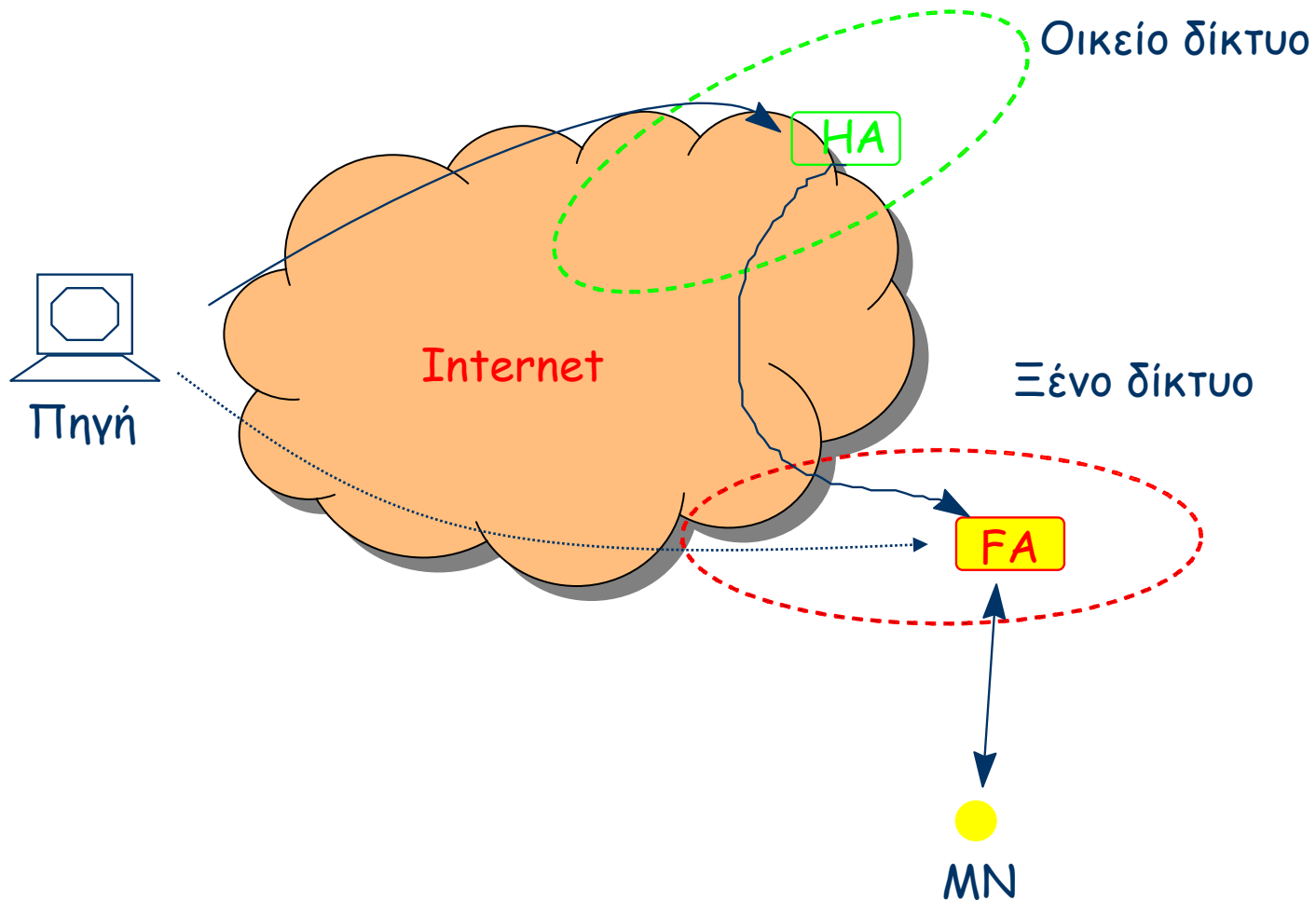
UE: User Equipment

RNC: Radio Network Controller

UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network

SGSN: Serving GPRS Support Node

GGSN: Gateway GPRS Support Node

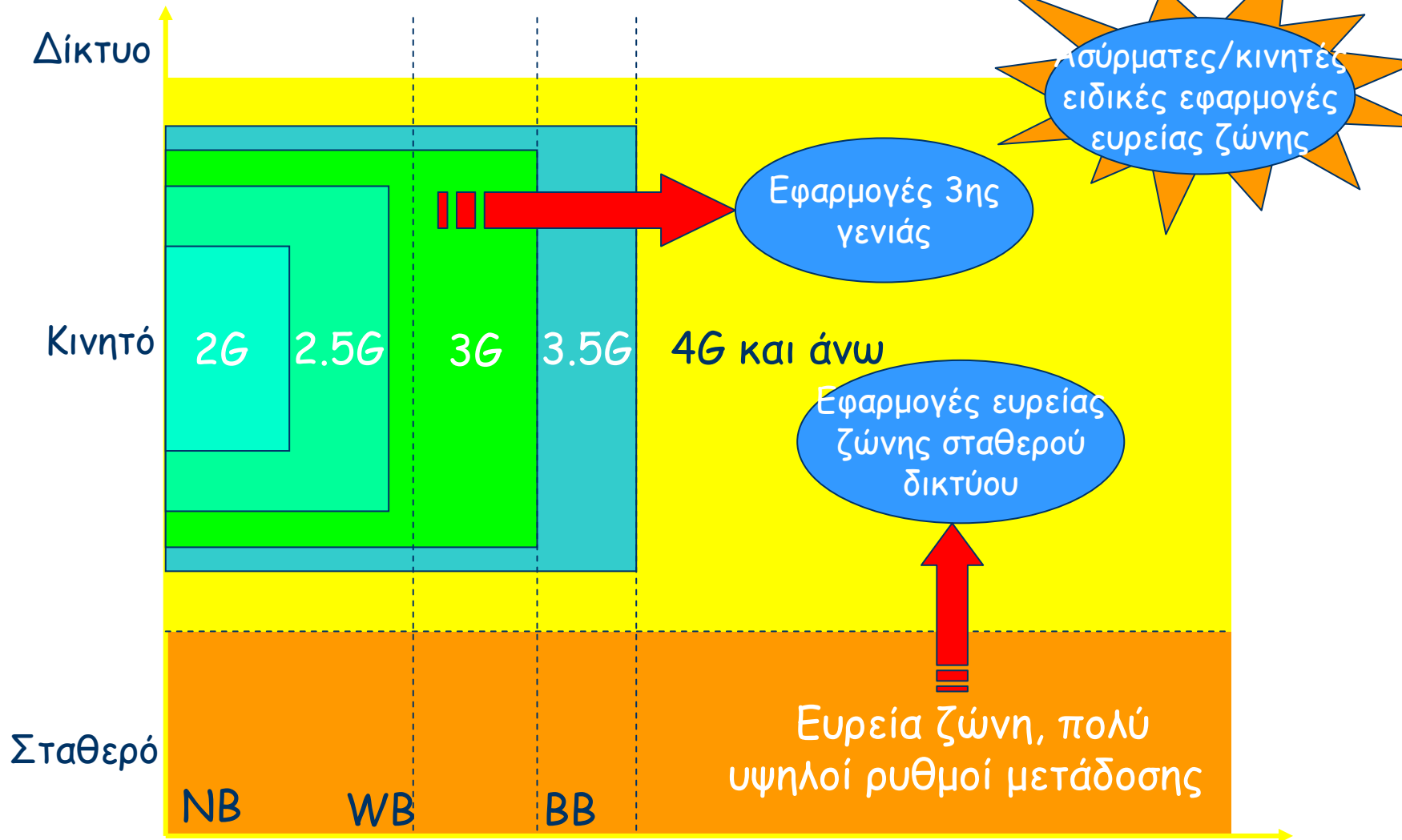


Γενικές τάσεις στην εξέλιξη των συστημάτων κινητών επικοινωνιών



- Η δημοτικότητα των υπηρεσιών δεδομένων αυξάνει διαρκώς (200 → 600 min/μήνα [2005])
- Μετατόπιση κίνησης από τα σταθερά προς τα κινητά δίκτυα
- Εισαγωγή νέων υπηρεσιών
 - Κοινωνικές υπηρεσίες και ασφάλεια
 - Εξοικονόμηση χρόνου και εξουσιοδότηση
 - Διασκέδαση
- Η τηλεπικοινωνιακή βιομηχανία προχωρά προσθέτοντας το internet και πολλαπλές υπηρεσίες στην ασύρματη επικοινωνία και στην κινητικότητα

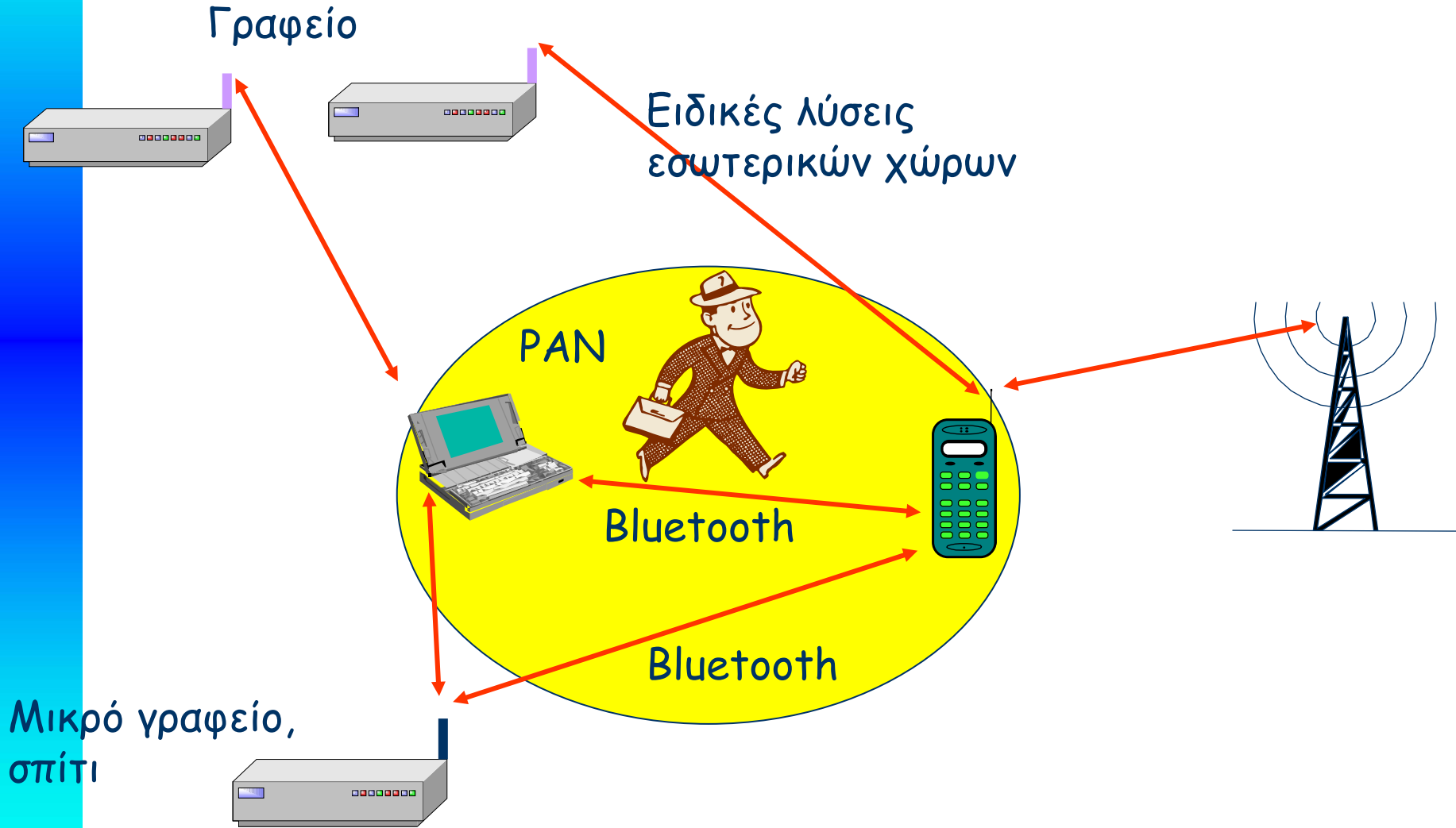
Εξέλιξη των εφαρμογών προς 4G





- Σχεδιάζονται ώστε να επιτρέπουν την ασύρματη διασύνδεση προσωπικών συσκευών, όπως π.χ., laptop, κινητών τηλεφώνων, ακουστικών, μικροφώνων και εκτυπωτών.
- Προδιαγραφές
 - Χαμηλή κατανάλωση ισχύος
 - Αποστάσεις 0 - 10 m
 - Ρυθμοί μετάδοσης 19.2 - 100 kbps
 - Επιτρέπεται η επικάλυψη με άλλα δίκτυα στον ίδιο χώρο
 - Δικτυακή υποστήριξη τουλάχιστον για 16 συσκευές

WPAN



Multimedia mobile terminal

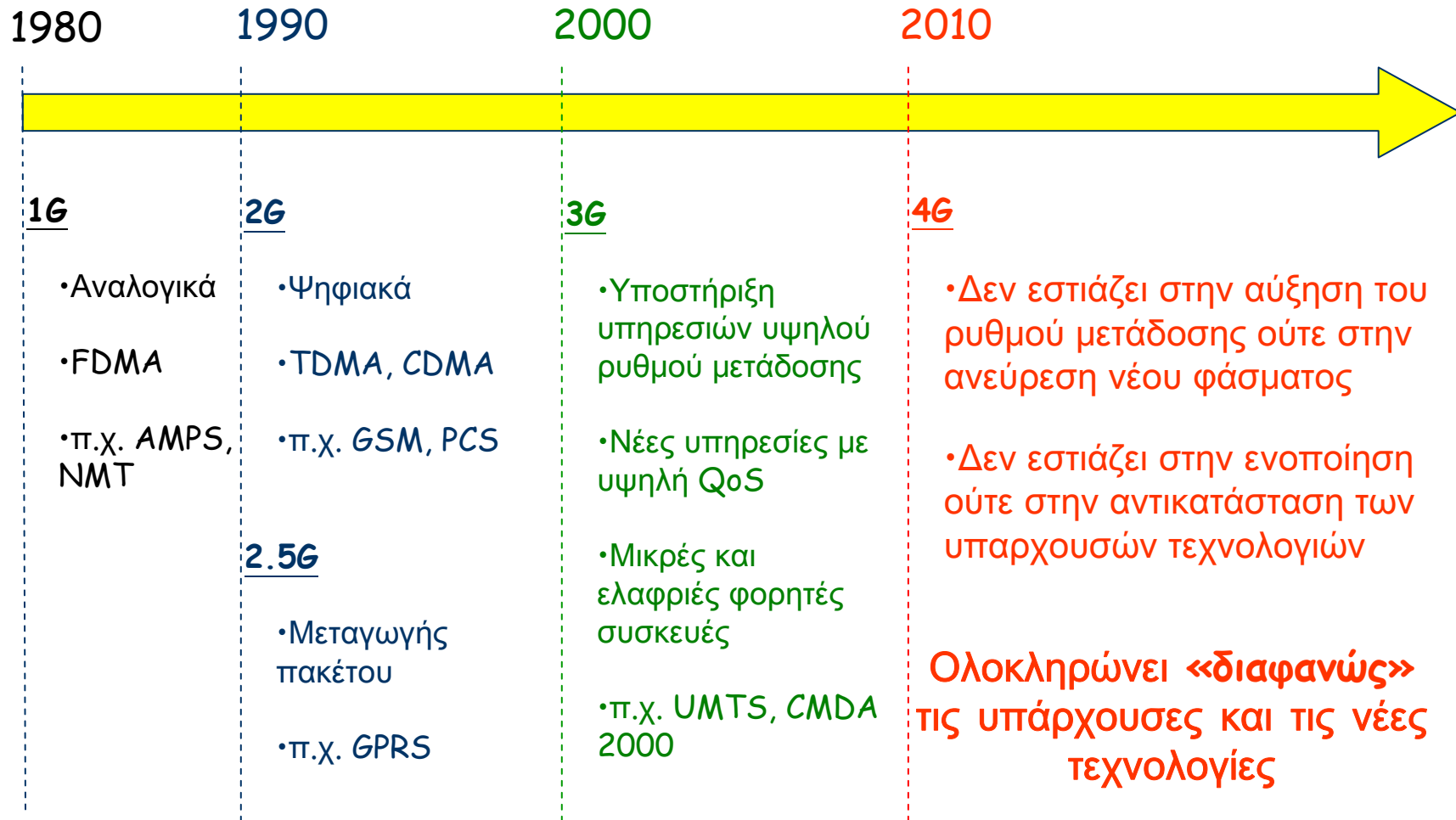


Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών



Μετάβαση προς τα συστήματα κινητών επικοινωνιών 4ης γενιάς (4G)

Εξέλιξη των συστημάτων κινητών επικοινωνιών

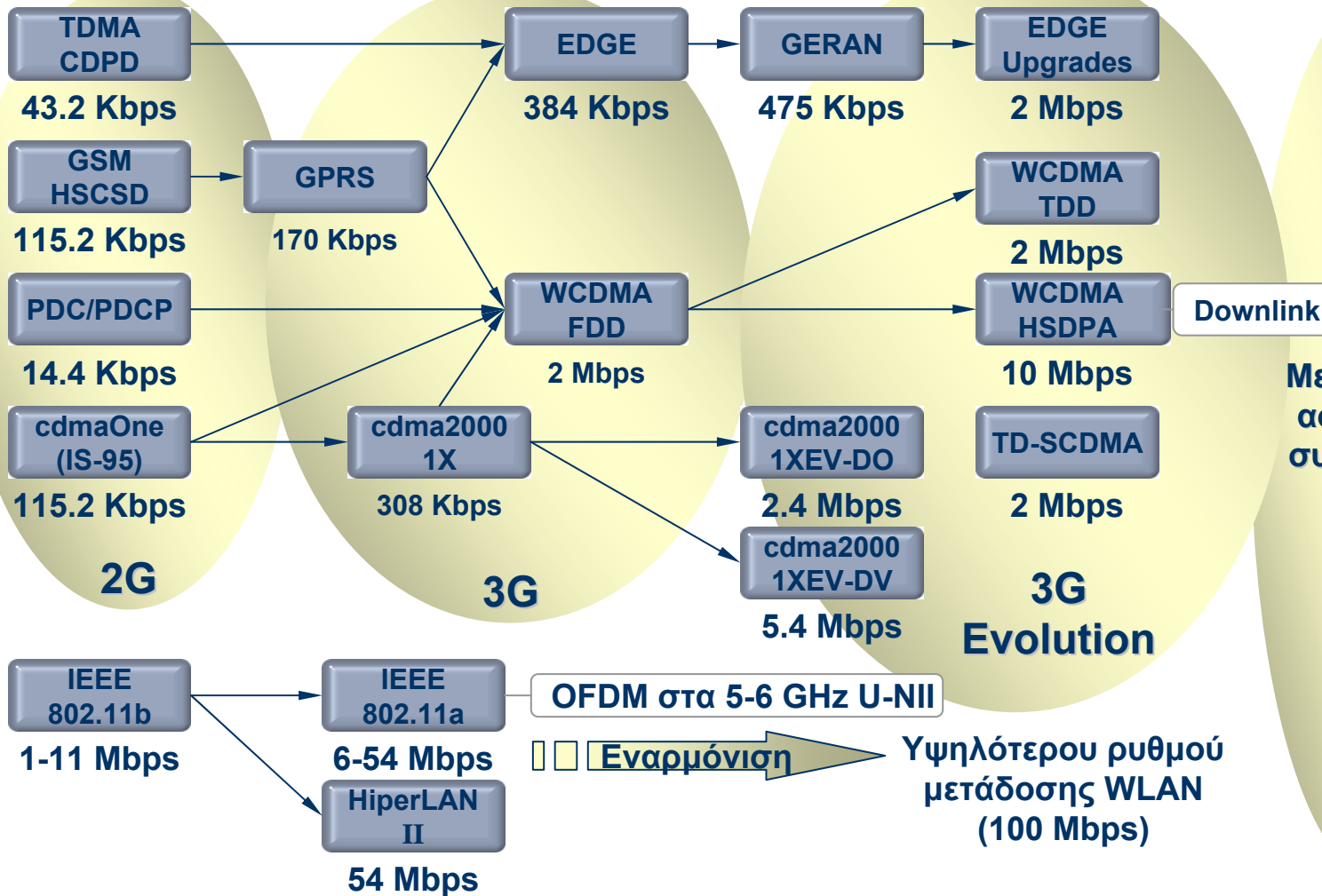


Εξέλιξη των συστημάτων κινητών επικοινωνιών



Κάλυψη ευρείας περιοχής

Τοπική κάλυψη



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

4G: Θέματα προς αντιμετώπιση



- Κινητό τερματικό
 - Multi-mode τερματικά
 - Αναζήτηση ασύρματου συστήματος
 - Επιλογή ασύρματου συστήματος

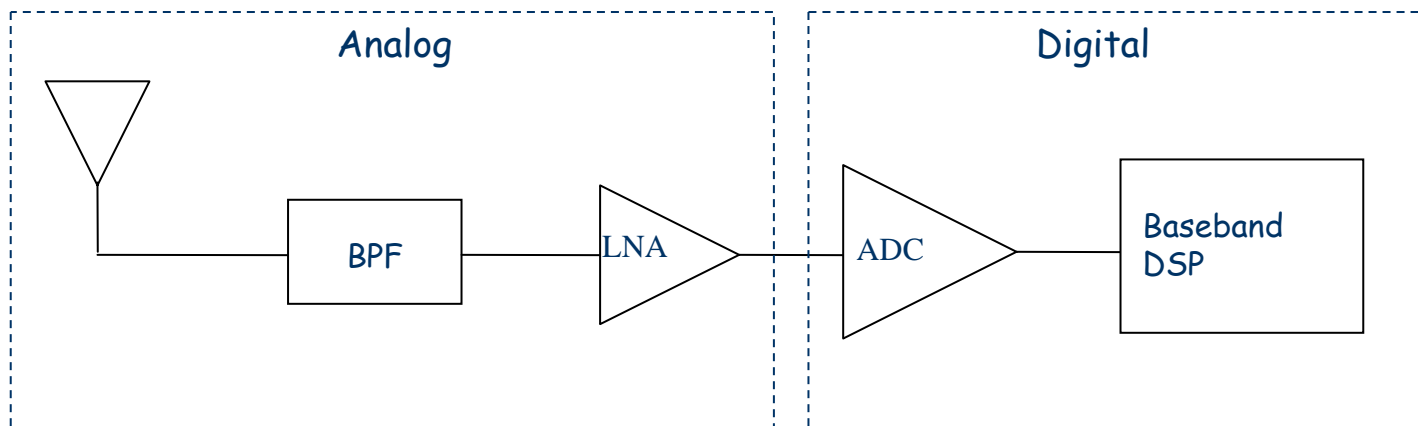
- Σύστημα
 - Κινητικότητα τερματικού
 - Υποδομή δικτύου και υποστήριξη QoS
 - Ασφάλεια
 - Ανοχή σε σφάλματα και επιβιωσιμότητα

- Εξυπηρέτηση
 - Πολλαπλοί πάροχοι και σύστημα χρέωσης
 - Προσωπική κινητικότητα

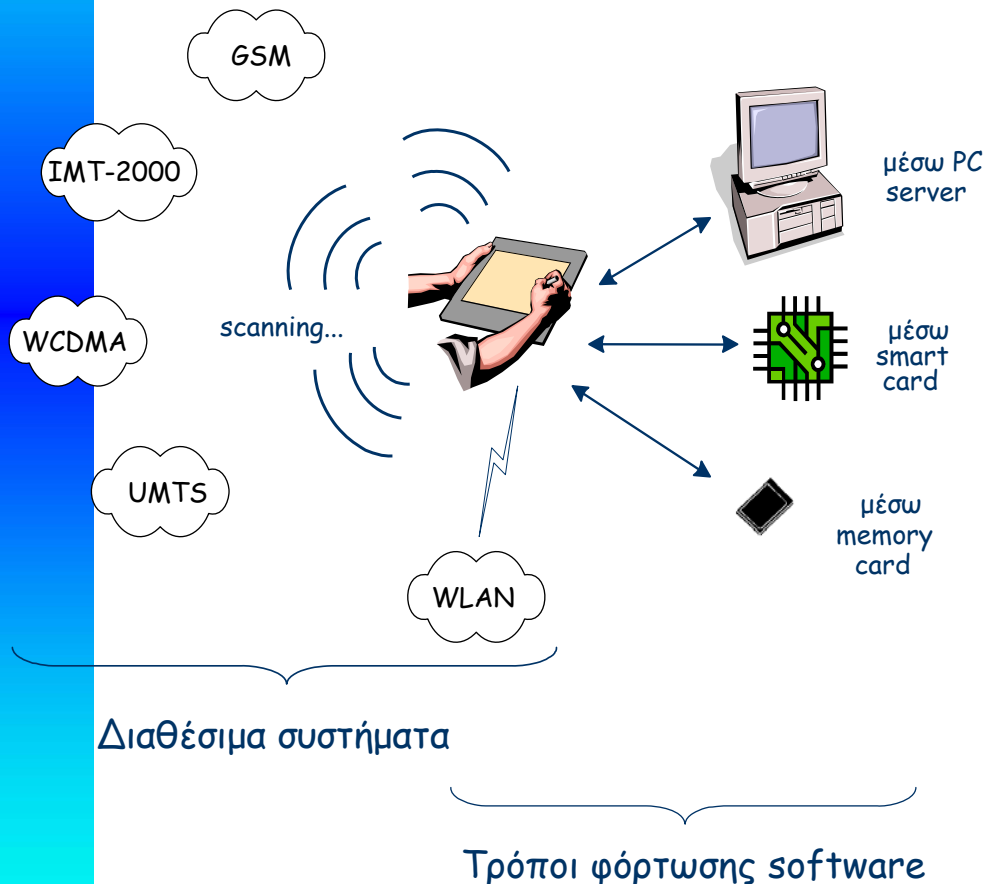
Τερματικά multi-mode



- Στα 4G, τα ΜΤ πρέπει να μπορούν να συνδέονται σε διαφορετικά ασύρματα δίκτυα
- Μπορεί να λυθεί το πρόβλημα με software radio
- Φόρτωση του κατάλληλου λογισμικού για να επαναπρογραμματίζεται το ΜΤ και να προσαρμόζεται στα διαφορετικά συστήματα



Αναζήτηση ασύρματου συστήματος



Σήμερα,

- τα ασύρματα συστήματα εκπέμπουν μηνύματα σηματοδοσίας
- οι clients ακούν ειδικούς διαύλους

Προκλήσεις για τα συστήματα 4G,

- πολλά διαφορετικά συστήματα σηματοδοσίας και πρωτόκολλα πρόσβασης
- είναι δύσκολο να ανιχνευθούν τα διαθέσιμα συστήματα

Προτεινόμενη λύση

- Το τερματικό παρακολουθεί έναν κοινό δίαυλο σηματοδοσίας που χρησιμοποιείται στα ασύρματα συστήματα

Επιλογή ασυρμάτου συστήματος



- Όταν το τερματικό ανιχνεύσει τα διαθέσιμα συστήματα, μπορεί να συνδεθεί σε ένα από αυτά
- Η απόφαση μπορεί να βασίζεται σε χαρακτηριστικά των δικτύων, σε προτιμήσεις των χρηστών ή των παρόχων
- Συνεπώς, πριν την επιλογή ενός κατάλληλου συστήματος για επικοινωνία, απαιτείται επαρκής γνώση κάθε δικτύου, π.χ.,
 - Υποστηριζόμενοι τύποι υπηρεσιών
 - Διαθέσιμοι πόροι δικτύου
 - Απαιτήσεις QoS
 - Επικοινωνιακά κόστη
 - Προτιμήσεις χρηστών

Κινητικότητα τερματικού



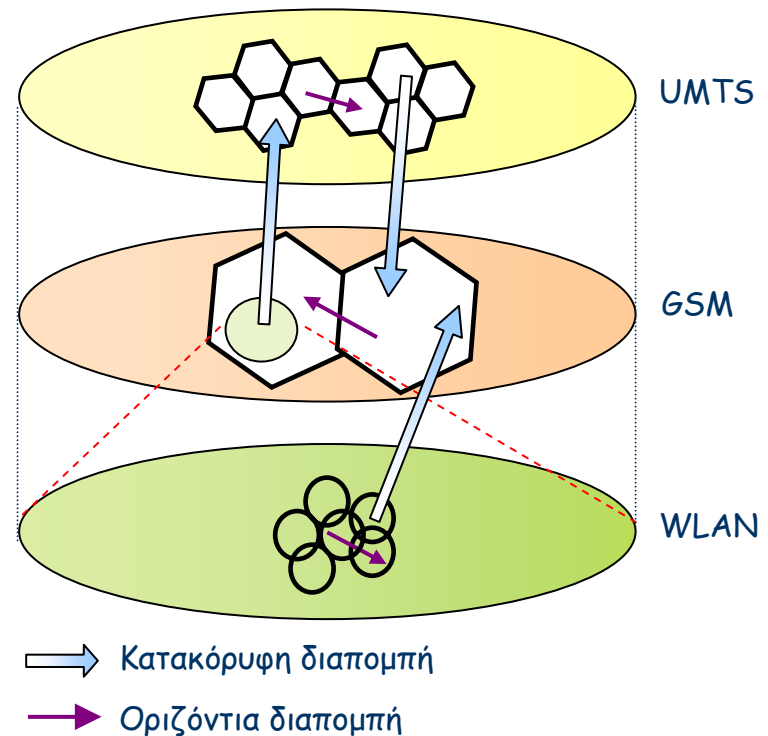
- Περιοχή στα διάφορα ασύρματα δίκτυα
- Διαχείριση εντοπισμού
 - Παρακολούθηση και εντοπισμός του ΜΤ για επικοινωνία
 - Διαχείριση της πληροφορίας περιοχής, π.χ. αρχική και τρέχουσα κυψέλη, πληροφορία αυθεντικότητας και δυνατότητες QoS
- Διαχείριση διαπομπής
 - Διατήρηση των επικοινωνιών κατά την κίνηση του τερματικού
- Στα 4G, θα χρησιμοποιηθεί πρωτόκολλο κινητικότητας βασισμένο στο IP, Mobile IPv6

Κινητικότητα τερματικού



Προκλήσεις:

- Το IPν6 αυξάνει το φορτίο του συστήματος, την καθυστέρηση διαπομπής και τις απώλειες πακέτων, οπότε πρέπει να μελετηθούν αλγόριθμοι ταχείας διαπομπής
- Η κινητικότητα τερματικού στα 4G αφορά και οριζόντιες και κατακόρυφες διαπομπές
- Η υποστήριξη πολυμεσικών υπηρεσιών πραγματικού χρόνου στα 4G αυξάνει, επίσης, τη δυσκολία σχεδίασης του αλγορίθμου διαπομπής



Δικτυακή υποδομή και υποστήριξη QoS



- Τα συστήματα που βασίζονται στο IP είναι καλά για υπηρεσίες data, ενώ τα μη βασισμένα στο IP είναι καλά για υπηρεσίες φωνής
- Είναι δύσκολο να παρασχεθεί end-to-end QoS πάνω από ετερογενή συστήματα
 - π.χ. τηλεφωνία πάνω από συνδυασμό συστημάτων GSM και WLAN
- Η 3GPP πρότεινε μια καλά μελετημένη αρχιτεκτονική QoS για το UMTS
- Ωστόσο, απαιτείται διαλειτουργία μεταξύ του UMTS και άλλων κοινών αρχιτεκτονικών QoS



- Τα υπάρχοντα συστήματα ασφάλειας είναι σχεδιασμένα για ειδικές υπηρεσίες
- Μερικά από τα σχήματα χρησιμοποιούν αλγορίθμους απόκρυψης με σταθερά μήκη κλειδιών
- Είναι ευέλικτο να υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες και συσκευές (με ποικίλες δυνατότητες, ισχείς επεξεργασίας και ανάγκες ασφαλείας)
- Πρέπει να μελετηθεί προσαρμοζόμενος μηχανισμός ασφαλείας

Πολλοί πάροχοι και σύστημα χρέωσης



- Σήμερα, οι χρήστες χρεώνονται με flat rates βάσει της συνδρομής, της διάρκειας των κλήσεων και του μεταφερόμενου όγκου δεδομένων
- Στα συστήματα 4G, απαιτούνται πιο εξελιγμένα συστήματα χρέωσης διότι ένας χρήστης
 - Μπορεί να ανήκει σε πολλούς πάροχους
 - Μπορεί να έχει συνδρομές για υπηρεσίες από πολλούς παρόχους ταυτόχρονα
- Υπηρεσία μεσιτείας (brokering) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις οικονομικές συναλλαγές μεταξύ των παρόχων

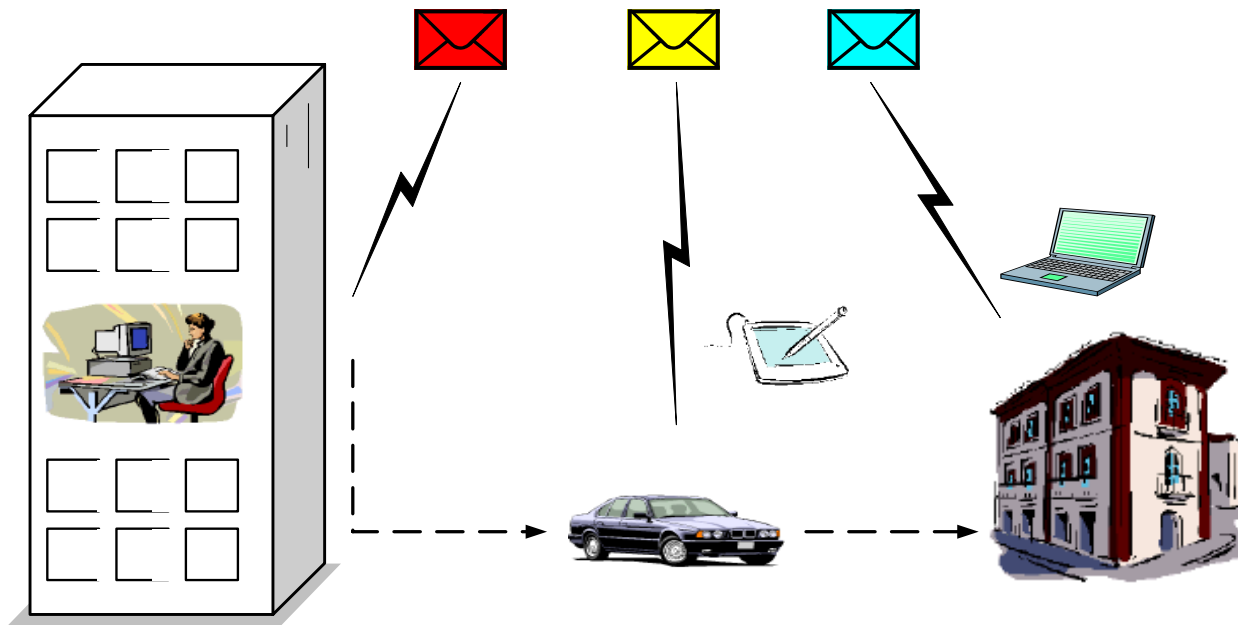
Προκλήσεις

- Επιχειρηματική αρχιτεκτονική, νέες διαδικασίες χρέωσης και διατήρηση νέων δεδομένων για τη χρέωση
- Εξίσωση των διαφόρων σχημάτων χρέωσης

Προσωπική κινητικότητα



- Νέες έννοιες που αφορούν την κινητικότητα του χρήστη αντί της κινητικότητας της συσκευής του χρήστη
- Προσωπικές επικοινωνίες
 - αδιάφορο πού βρίσκεται ο χρήστης και τι είδους τερματικό χρησιμοποιεί

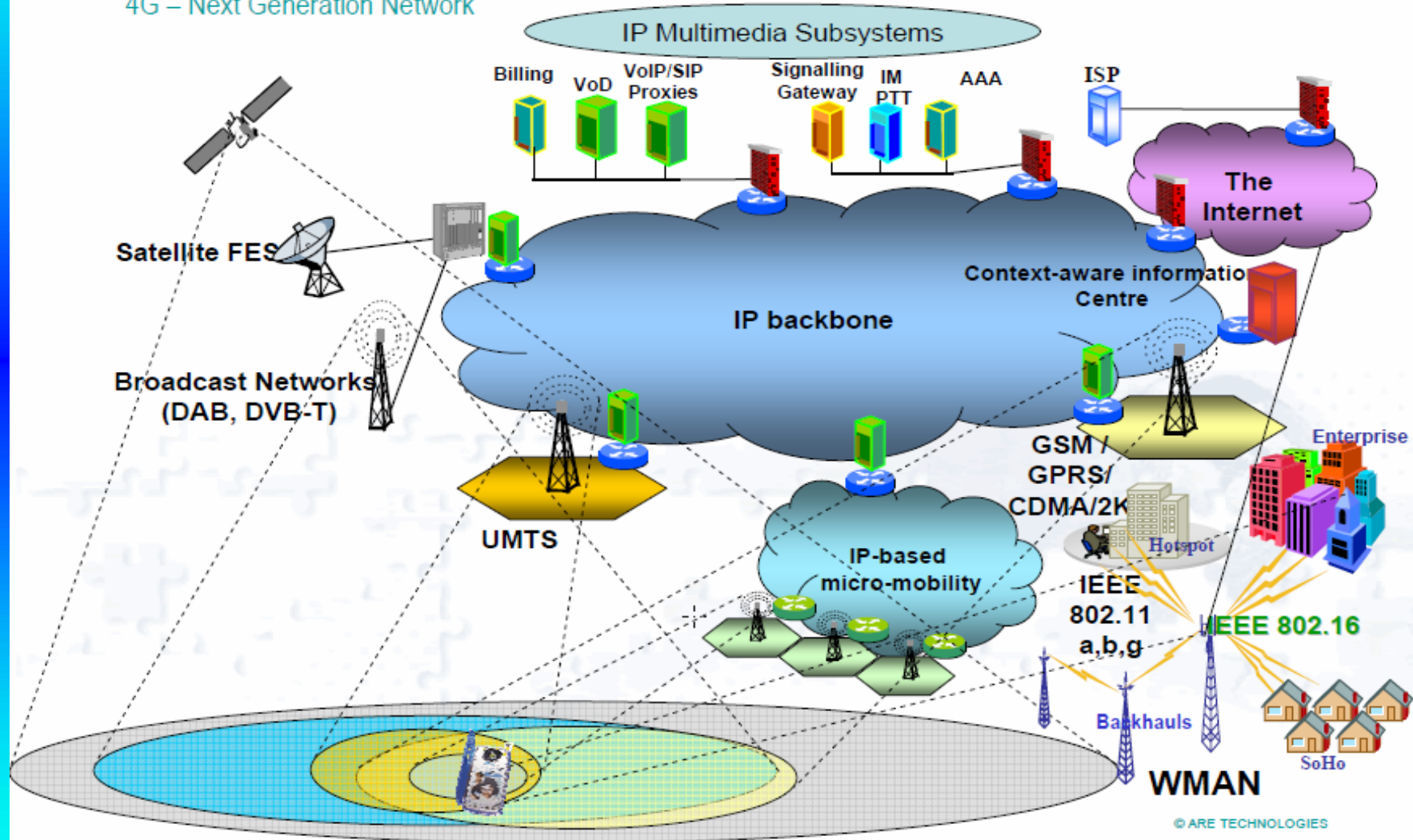


Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Αρχιτεκτονική



4G – Next Generation Network



Δίκτυα Κινητών και Προσωπικών Επικοινωνιών

Λειτουργούντα ασύρματα πρότυπα



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