

# 4G Εισαγωγή

WiMAX vs LTE

# Εισαγωγή

- Πρέπει να προχωρήσουμε πέρα από το 3G
- Ασύρματη διαλειτουργικότητα για Microwave Access (WiMAX)
- Long Term Evolution (LTE)
- Παγκόσμια προοπτική

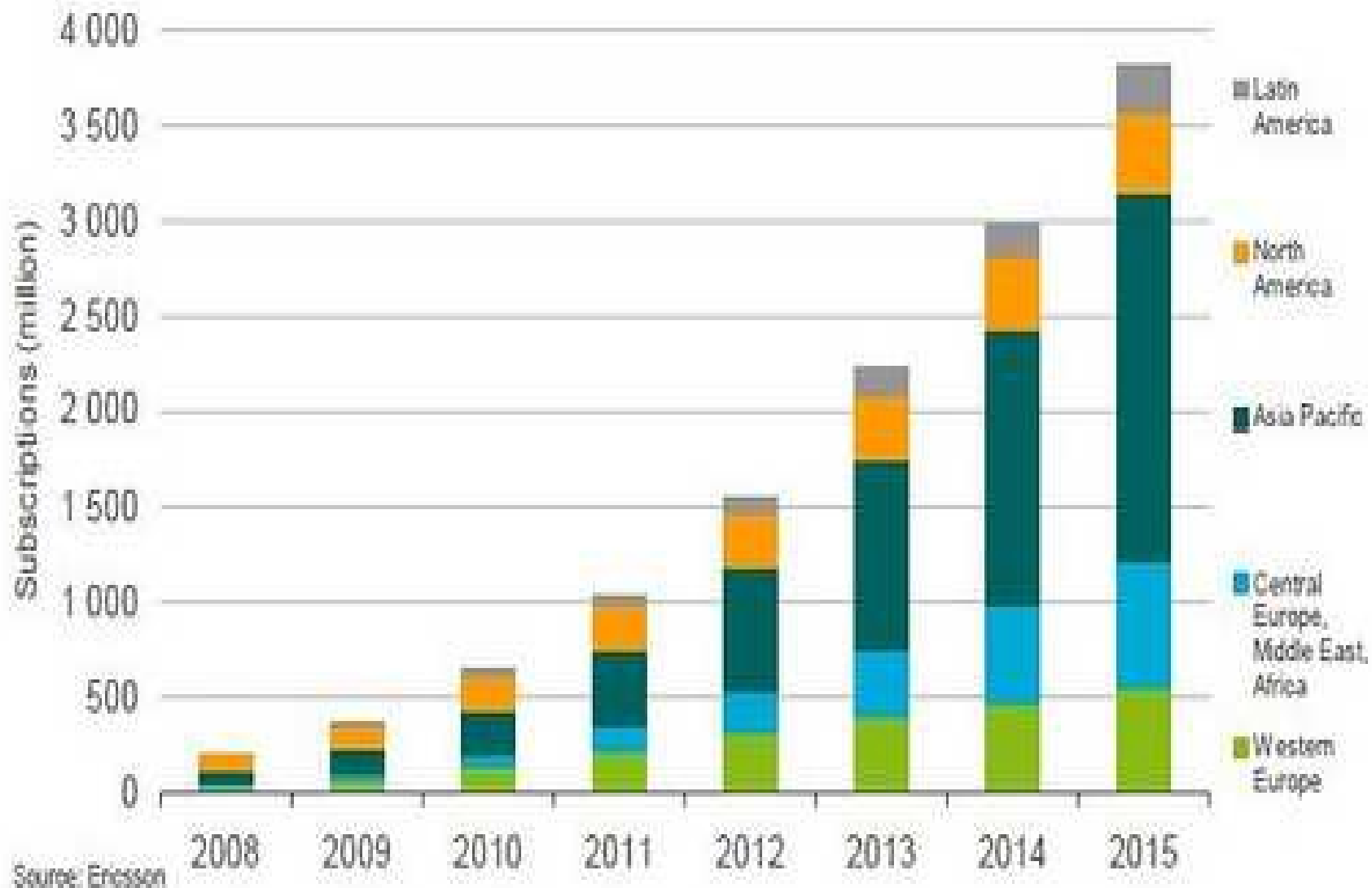


# Ευρεία χρήση Broadband

- Διαδεδομένη χρήση του «INTERNET»
- Δίψα για περισσότερη ταχύτητα και καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών.
- Μετάβαση από σταθερά Broadband σε έξυπνα τηλέφωνα και tablet για ταχύτερη και ευκολότερη πρόσβαση στο Διαδίκτυο.
- Broadband Wireless (Ασύρματο ευρυζωνικό δίκτυο) – Το επόμενο μεγάλο γεγονός!!

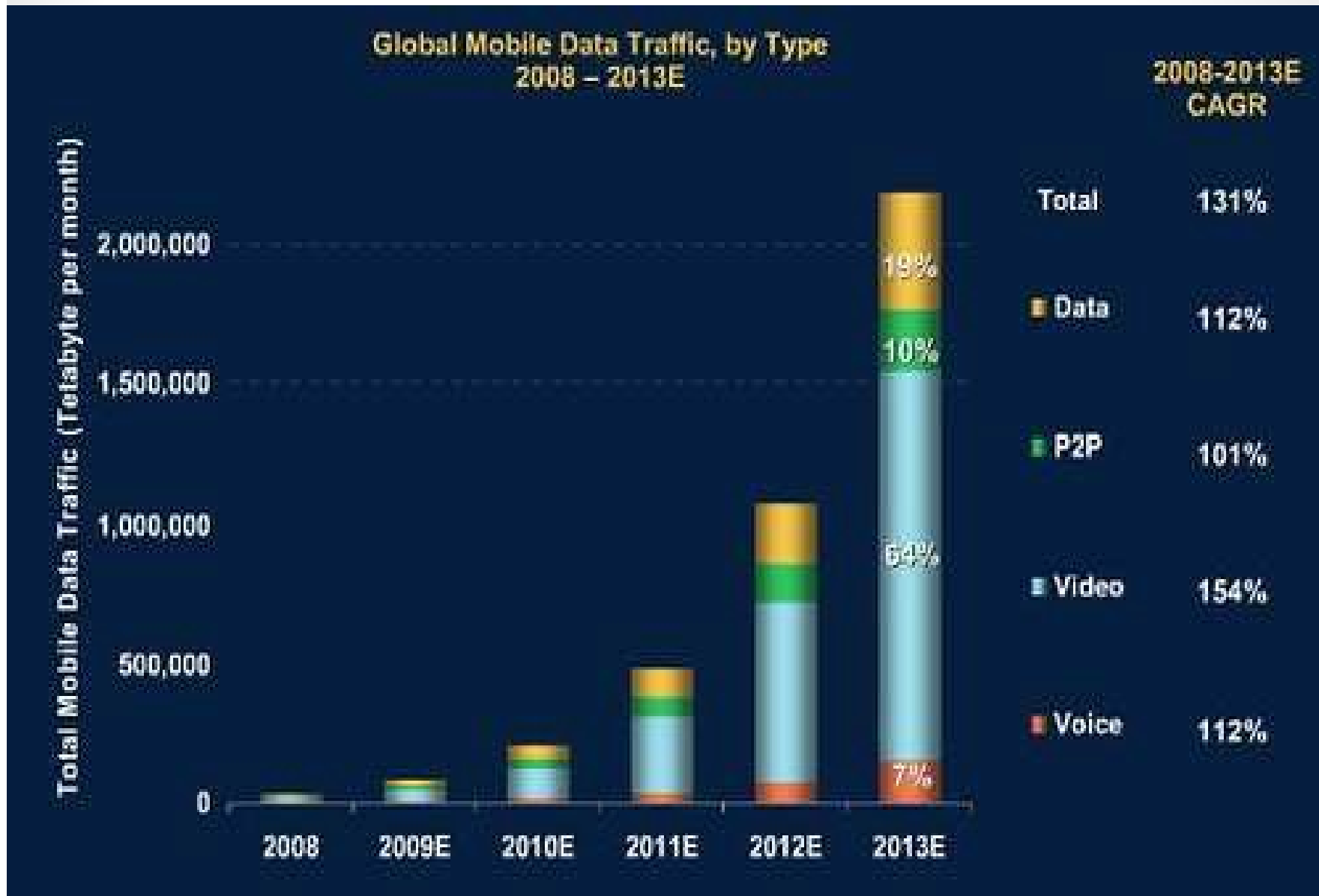


# Άνοδος του Broadband



- Αύξηση της χρήσης ευρυζωνικών επικοινωνιών παγκοσμίως

# Αύξηση μεταφοράς δεδομένων

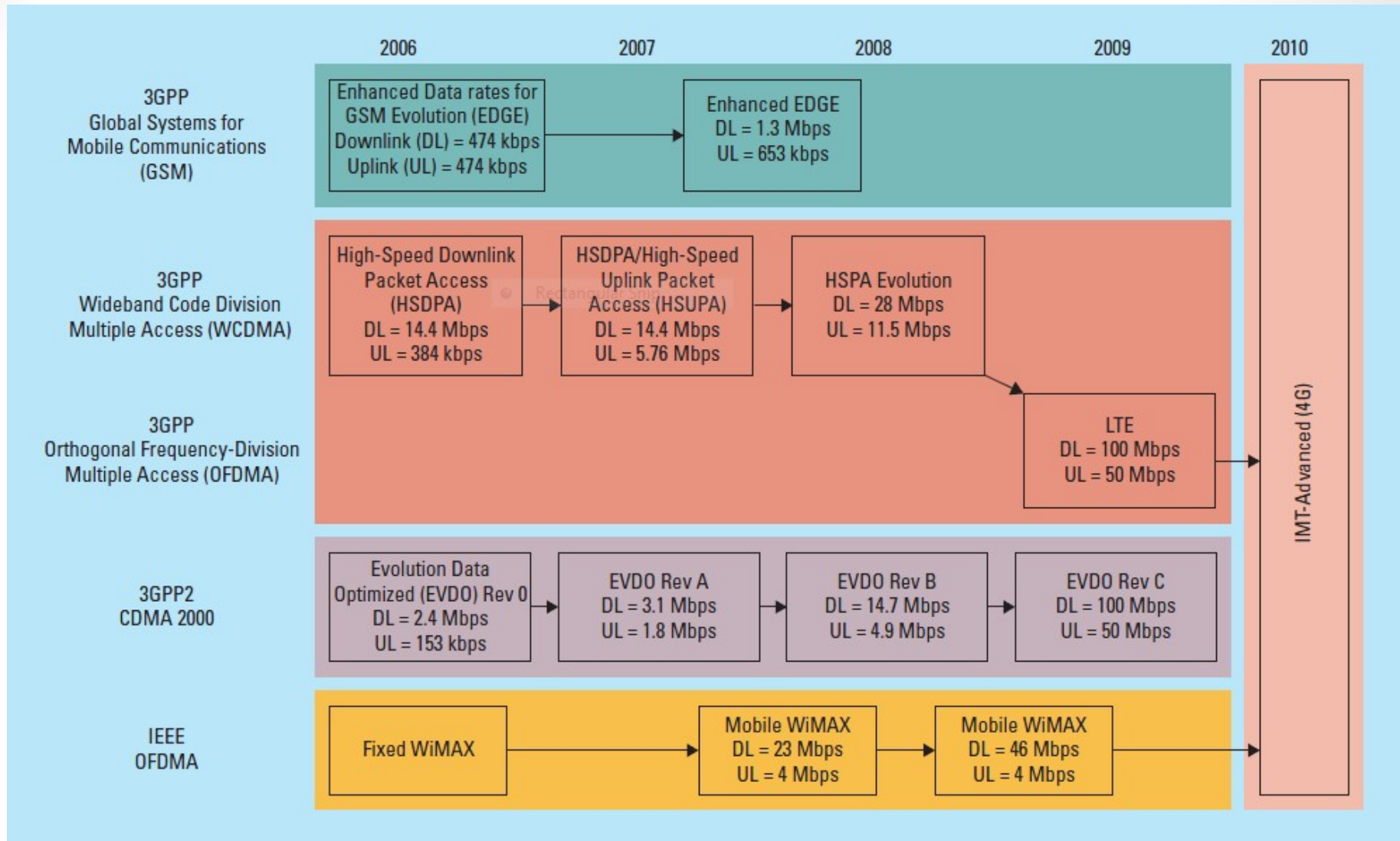


- Η σημαντική αύξηση της μεταφοράς δεδομένων περιλαμβάνει περιεχόμενο πολυμέσων

# Κίνητρα για το 4G

- Βελτίωση της φασματικής απόδοσης
- Υψηλότερα peak data rates
- Χαμηλότερο κόστος υποδομής
- Χαμηλότερη καθυστέρηση
- Βελτιωμένη χωρητικότητα
- Ανάπτυξη της αρχιτεκτονικής Flattening

# Μια επισκόπηση των τρεχόντων τηλεπικοινωνιακών δικτύων



# Η Μάχη των Megabytes

- WiMAX vs LTE- Σύγκρουση Τιτάνων
- WiMAX-Μια τεχνολογία ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης βασισμένη σε IP που παρέχει παρόμοια απόδοση με Wi-Fi με κάλυψη και QoS (Quality of Service) κυψελοειδών δικτύων.
- Cellular-backed LTE, με τη συντριπτική υποστήριξη από τους φορείς κινητής τηλεφωνίας, φαίνεται να είναι το πιο αγαπημένο
- Intel, Samsung, Cisco etc. υποστηρίζουν WiMAX ενώ, NSN, Ericsson, Alcatel Lucent etc. υποστηρίζουν LTE

The logo for WiMAX, featuring a red stylized antenna icon above the word "wimax" in a bold, lowercase, sans-serif font. The letter "i" is red, while the other letters are black.

VS.

The logo for LTE, featuring a red stylized antenna icon above the word "lte" in a bold, lowercase, sans-serif font. The letters "l" and "t" are black, while the "e" is red. A small "TM" trademark symbol is located to the right of the "e".



# WiMAX Εισαγωγή



- Ανάγκη για επέκταση του εύρους του Wi-Fi
- Κλειδί για την επιτυχία του Wi-Fi :
  1. Πρωτόκολλο Simple Time Division Duplex και flat IP αρχιτεκτονική.
  2. Ο σταθμός βάσης θα μπορούσε να συνδεθεί σε απλή γραμμή DSL.
- Στόχος του WiMAX- να επεκτείνει υπηρεσίες όπως Wi-Fi σε μια ολόκληρη κοινότητα χρησιμοποιώντας φθηνά εξαρτήματα και συχνότητες με άδεια ή χωρίς άδεια.
- Ο Roger Marks ίδρυσε την ομάδα εργασίας 802.16 (WiMAX) το 1998 και έκτοτε προεδρεύει της επιτροπής.
- Το WiMAX συνδυάζει το εύρος κινητής τηλεφωνίας με την ταχύτητα Wi-Fi. Συνδέεται στο Ethernet όπως το Wi-Fi και παρέχει περιαγωγή φωνής και δεδομένων όπως το κινητό.

# Πρότυπα WiMAX



- Πρώτο πρότυπο ασύρματο air interface MAN το 2001 (χρήση άνω των 10GHz) - εγκεκριμένο πρωτότυπο WiMAX 802.16a με προδιαγραφές WiMAX τον Ιανουάριο 2003
- Ακολούθησε το 802.16d (σταθερό WiMAX) το 2004 που πρόσθεσε το MIMO.
- Στη συνέχεια ήρθε το 802.16e (κινητό WiMAX) που πρόσθεσε τον παράγοντα κινητικότητας
- Η τρέχουσα έκδοση είναι η 802.16j που πρόσθεσε το multihop relay
- Τα μελλοντικά πρότυπα των 802.16m, 802.16n και 802.16r βρίσκονται σε εξέλιξη, τα οποία θα φέρουν προηγμένο air interface με υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων 100mbps για κινητά και 1Gbps για σταθερές υπηρεσίες, καθώς και υψηλότερη αξιοπιστία δικτύου και FDD μαζί με TDD.

# Προδιαγραφές WiMAX



- Αποστάσεις έως 50kms (30 μίλια) για επικοινωνία point to point (οπτική επαφή) και έως 8kms (5 μίλια) για επικοινωνία point to multipoint (χωρίς οπτική επαφή)
- Υποστηρίζει ρυθμούς μεταφοράς έως 46 Mbps σε DL και 4 Mbps σε UL
- Κανάλι WiMAX 20MHz - ταχύτητες έως και 75Mbps (θεωρητικά) για χρήστες κοντά στο B.S. , πρακτικά μόνο έως 45Mbps
- Υποστήριξη ταχύτητας οχήματος έως 120 kmph
- Επαναχρησιμοποίηση συχνότητας και B.W. κυμαίνεται από 1,5MHz έως 20MHz
- Χρησιμοποιεί αδειοδοτημένο φάσμα: 2.3GHz, 2.5GHz και 3.5GHz, καθώς και μη αδειοδοτημένο φάσμα 3.65GHz και 5.8GHz.



## Χαρακτηριστικά της έκδοσης

### WiMAX 1.0

- Access service network(ASN) & Connectivity service network (CSN) για υποστήριξη κινητικότητας
- Paging & location management
- IPV4 & IPV6 συνδεσιμότητα
- Προετοιμασία / στατικό QoS
- Ανακάλυψη / επιλογή δικτύου
- 3gpp WLAN συμβατή διαδικτυακή εργασία



## Χαρακτηριστικά της έκδοσης

### WiMAX 1.5:

- Over the Air (OTA) ενεργοποίηση & παροχή
- Location based services (LBS)
- Multicast broadcast services (MBS)
- Ενσωμάτωση IMS(IP υποσύστημα πολυμέσων)
- Δυναμική QoS και πολιτική και χρέωση (PCC) συμβατή με 3GPP Release 7
- Τηλεφωνία VoIP με υπηρεσίες κλήσεων έκτακτης ανάγκης και νόμιμη διακοπή

# WiMax MAC Features

Point-to-Multipoint

Connection-oriented

Supports multiple 802.16 PHYs

Protocol-Independent core (ATM, IP, Ethernet, ...)

Supports difficult user environments

- High bandwidth, hundreds of users per channel

- Very efficient use of spectrum

Balances between stability of contentionless and efficiency of contention-based operation

Flexible QoS offerings: CBR, rt-VBR, nrt-VBR, BE, with granularity within classes

# Duplex Support Scheme

The duplex scheme is Usually specified by regulatory bodies,

## Time-Division Duplex (TDD)

- Downlink & Uplink time share the same RF channel

- Dynamic asymmetry

- does not transmit & receive simultaneously (low cost)

## Frequency-Division Duplex (FDD)

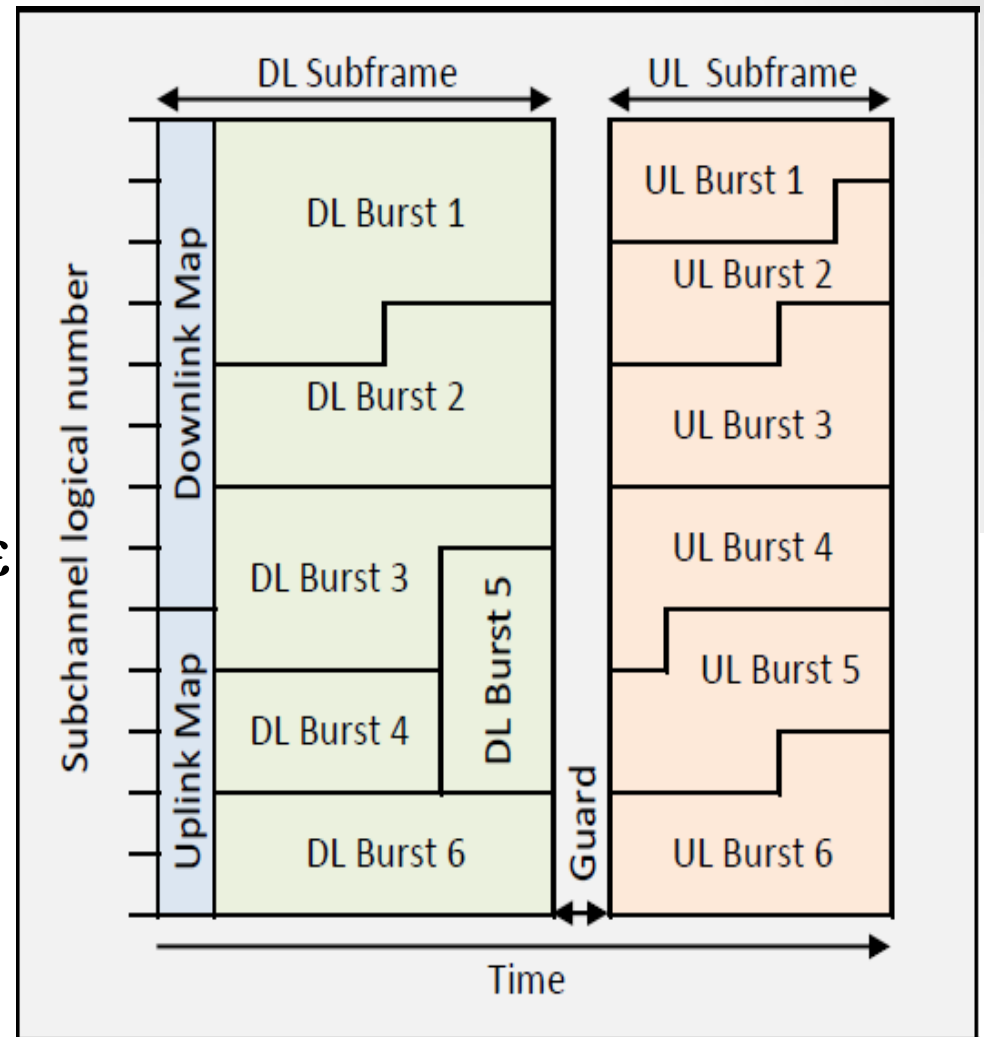
- Downlink & Uplink on separate RF channels

- Full Duplexing (FDX): can Tx and Rx simultaneously;

- Half-duplexing (HDX) Subscriber Systems supported (low cost)

## QoS για WiMAX:

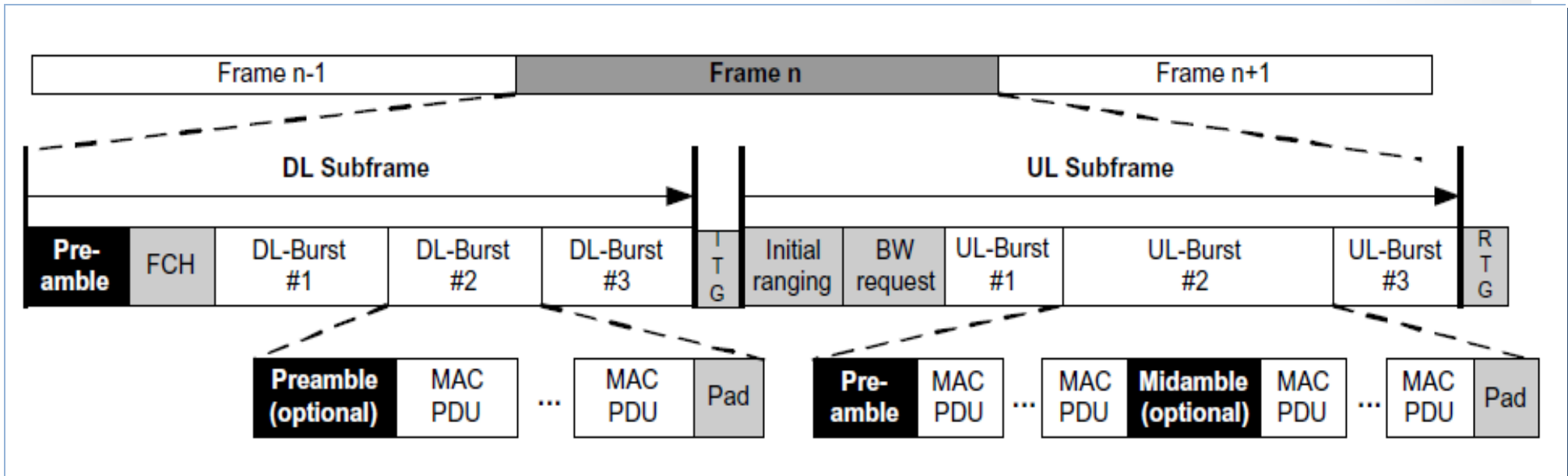
- Πρόσβαση βάσει κρατήσεων
- Χρησιμοποιεί πλαίσια, κάθε πλαίσιο -2 υποπλαίσια
- Διάρκεια 2 έως 20 ms
- Ευέλικτη αναλογία για DL/UL



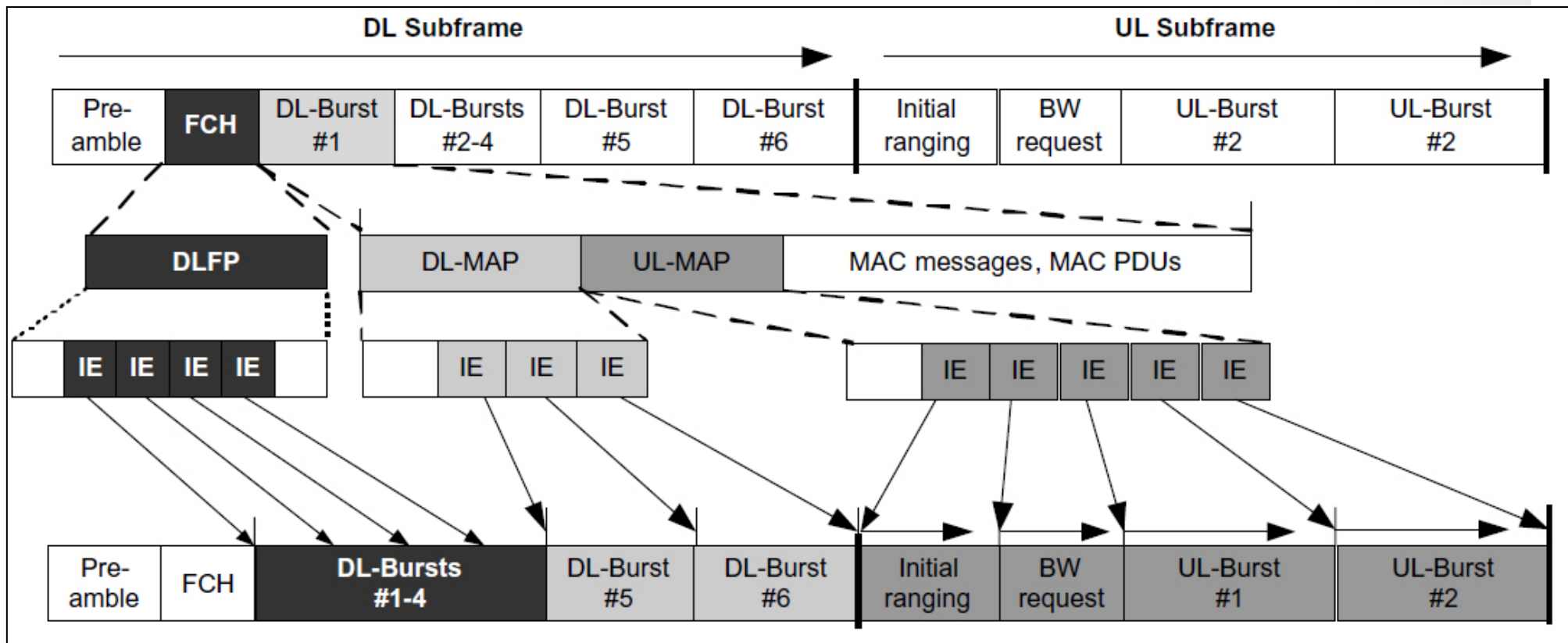
WiMAX frame



# TDD Frame Structure



# IEEE 802.16: TDM Frame Structure





- 3 classes **εξοικονόμησης ενέργειας** - διαφορετικός χρόνος απενεργοποίησης
- Class 1 - window increase exponentially from minimum value to maximum
- Class 2 - fixed sleep window length
- Class 3 – MS ξέρει πότε να περιμένει το επόμενο πακέτο
- **Security** sub layer υπάρχει κάτω από το MAC layer
- Extensible Authentication Protocol (EAP)
- Privacy and Key Management protocol (PKM)
- Πρωτόκολλο ενθυλάκωσης

# IEEE 802.16: Uplink Service Classes (1)



UGS: Unsolicited Grant Services

ertPS: Extended Real-time Polling Services

rtPS: Real-time Polling Services

nrtPS: Non-real-time Polling Services

BE: Best Effort

# IEEE 802.16: Uplink Service Classes (2)



## UGS: Unsolicited Grant Services

For CBR or CBR-like services, e.g., T1/E1.

The BS scheduler offers fixed size UL BW grants on a real-time periodic basis.

The SS does not need to send any explicit UL BW req.

ertPS: Same as UGS with variable grants

## rtPS: Real-time Polling Services

For rt-VBR-like services, e.g., MPEG video.

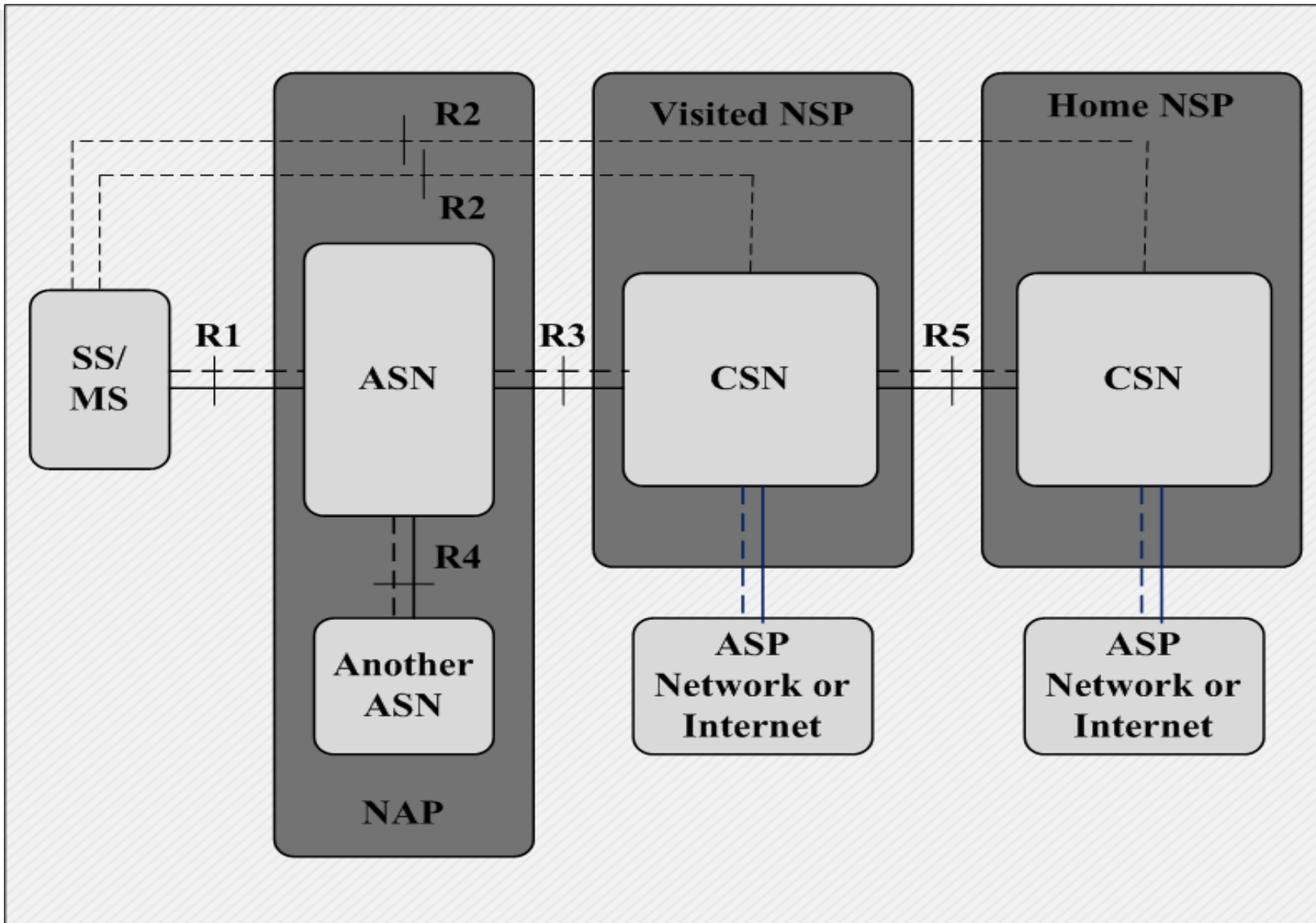
The BS scheduler offers real-time, periodic, UL BW request opportunities.

The SS uses the offered UL BW req. opportunity to specify the desired UL BW grant.

The SS cannot use contention-based BW req.



- Χρήση τεχνολογίας MIMO για αύξηση του ρυθμού μεταφοράς
- 2 κατηγορίες:
  - Ανοιχτός βρόχος MIMO- οι πομποί δεν χρειάζονται ρητή γνώση των καναλιών
  - Κλειστός βρόχος MIMO- ο πομπός σχηματίζει δέσμες κεραιών προσαρμοσμένες με βάση τις πληροφορίες του καναλιού (Tx AA)
- Λογικές οντότητες του NRM
  - Access service network(ASN)
  - Connectivity service network (CSN)



Μοντέλο αναφοράς δικτύου για WiMAX

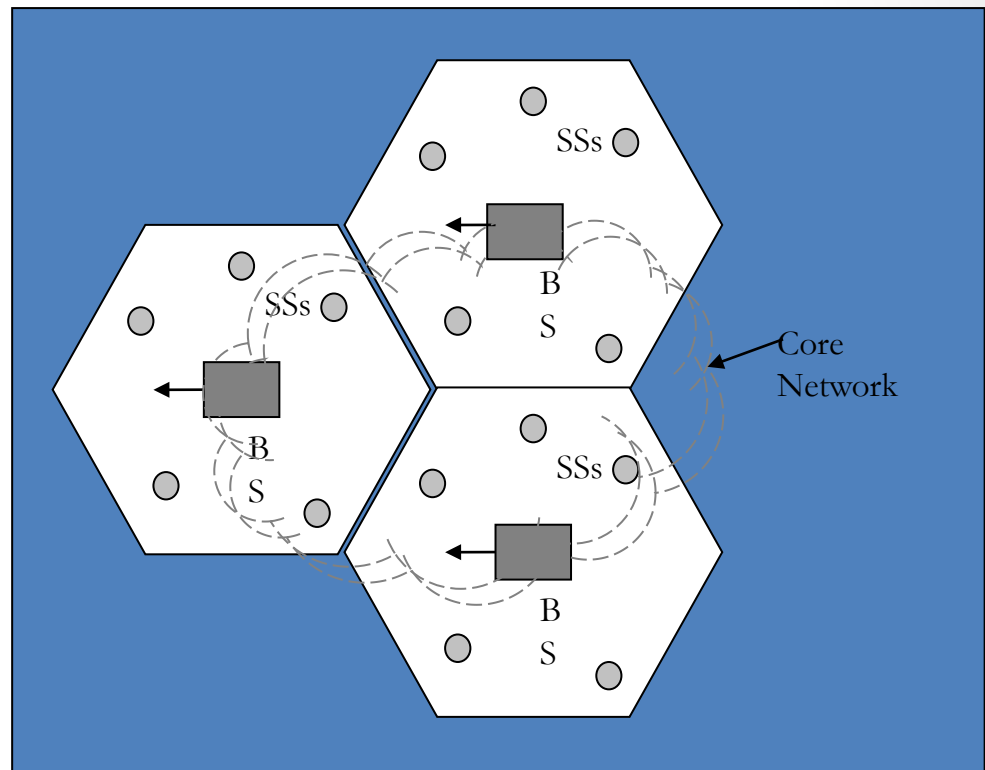
# Network Architecture

## Architecture

Resembled to cellular networks  
Each cell consists of a BS  
and one or more SS  
BS provides connectivity to  
core network

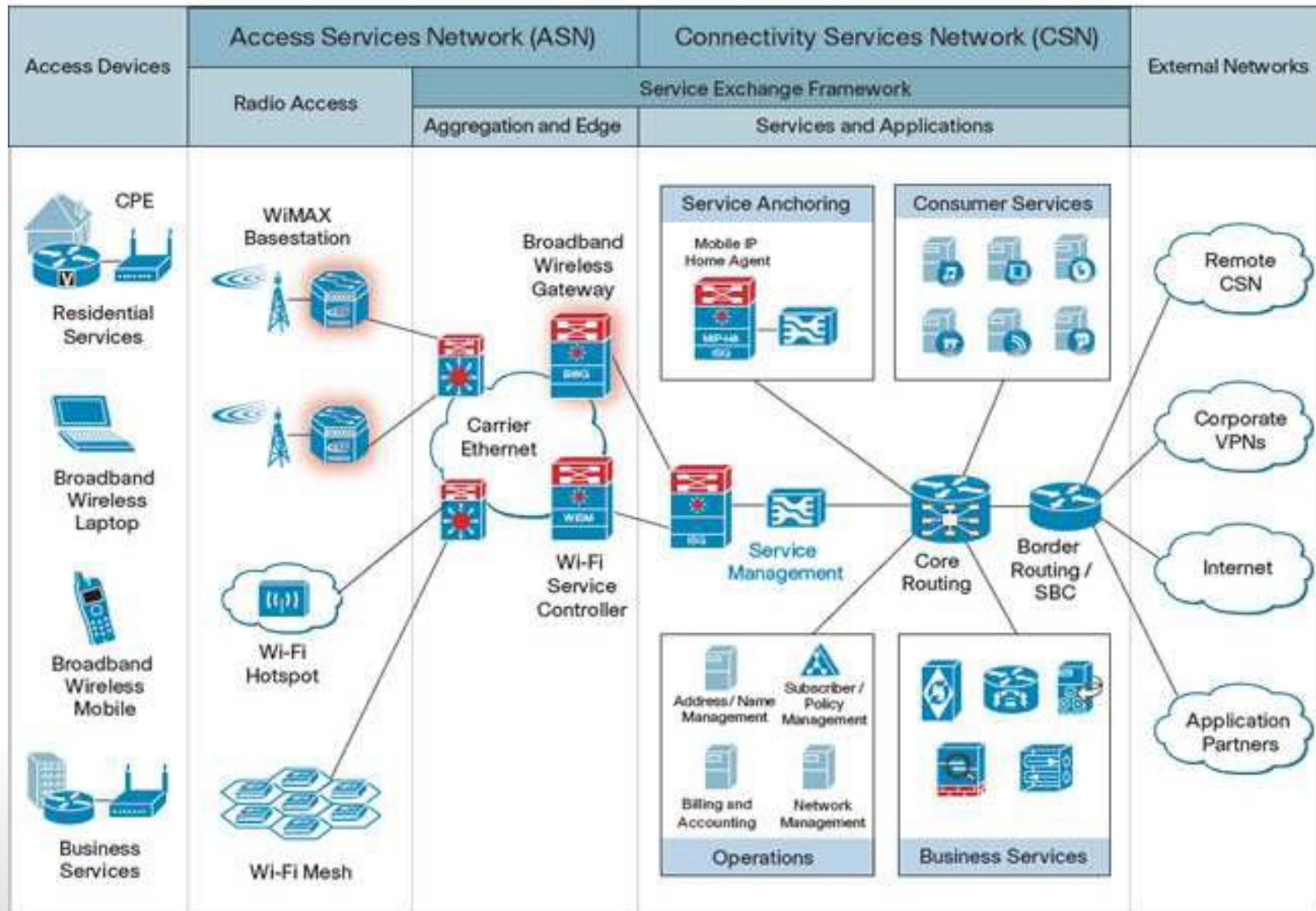
## Topology

Point to point (PTP)  
Point to multi point (PTM)  
Mesh





# Αρχιτεκτονική WiMAX



# LTE explained



- Long term evolution που αναπτύχθηκε από το 3GPP το 2008
- Το πρότυπο LTE είναι επίσημα γνωστό ως “document 3GPP Release 8” ή 3.9G
- Υποστηρίζει μέγιστους ρυθμούς δεδομένων 100 Mbps σε DL & 50 Mbps σε UL, χρησιμοποιώντας φάσμα 20 MHz
- Με MIMO μπορεί να φτάσει έως και 300Mbps
- Μεταβλητό φάσμα 1,25, 2,5, 5, 10, 15 και 20 MHz
- Μια ακτίνα κυψέλης 100 km με ελαφρά υποβάθμιση μετά από 30 km φτάνει πάνω από 200 χρήστες ανά cell (με φάσμα 5 MHz)

# LTE explained



- Βελτιστοποιημένο για χαμηλές ταχύτητες 0-15 km/h, υποστηρίζει ταχύτητες έως 350 km/h.
- Χρήση OFDMA σε DL & Single-carrier FDMA SCFDMA σε UL
- OFDMA - αναποτελεσματική ισχύς, λόγω του υψηλού peak-to-average-power ratio (PAPR)
- Δεδομένου ότι το DL ξεκινά από BS κανένα πρόβλημα , αλλά το UL ξεκινά από MS, εξ ου και SCFDMA (χαμηλό PAPR)

# Επεξήγηση LTE



- Οι εξελίξεις αποτελούν τεχνολογία τρίτης γενιάς που βασίζεται στο WCDMA.
- Υποστηρίζει υψηλότερο peak data rate μέσω ευρύτερου bandwidth.
- Παρέχει χαμηλό Latency και Overhead (Radio Delay < 5mSec)
- Εφαρμόζει τον προγραμματισμό στο σταθμό βάσης για τη διατήρηση της ποιότητας καναλιού.
- All IP based network με μείωση κόστους ανά bit
- Ευελιξία στη χρήση νέων και υπαρχουσών ζωνών συχνοτήτων (Ευελιξία φάσματος) (Spectrum Flexibility)
- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας

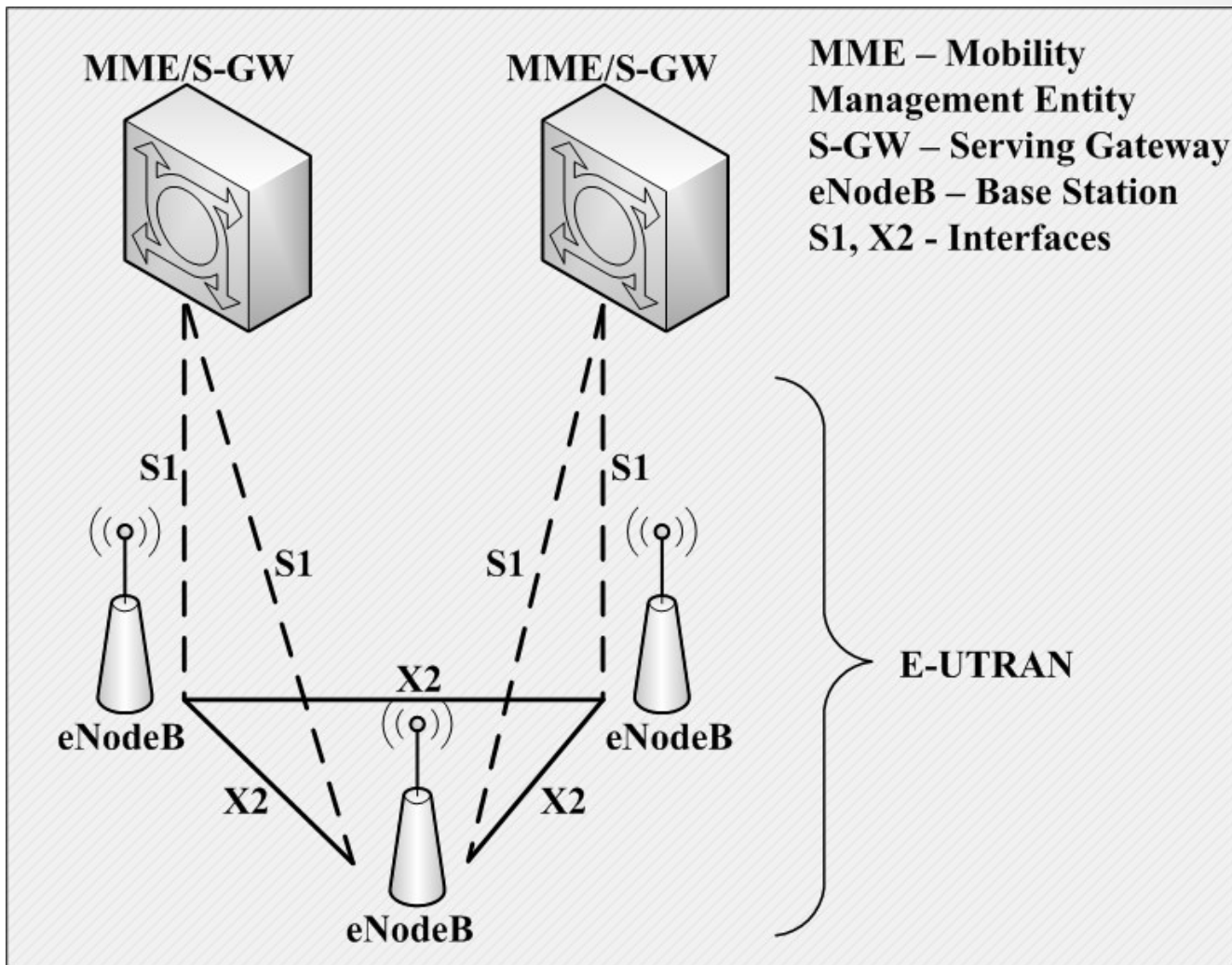
# Αρχιτεκτονική LTE



- Παρέχει ανοικτό interface για υποστήριξη πολλαπλών προμηθευτών
- Παρέχει στιβαρότητα - κανένα σημείο αποτυχίας
- Υποστήριξη Multi-RAT (Radio Access Technology) με πόρους που ελέγχονται από το δίκτυο
- Υποστήριξη της απρόσκοπτης κινητικότητας σε παλαιότερα συστήματα καθώς και σε άλλα αναδυόμενα συστήματα, συμπεριλαμβανομένης της παράδοσης Inter-RAT και της επιλογής RAT βάσει υπηρεσιών.
- Διατήρηση κατάλληλου επίπεδου ασφάλειας.
- Το LTE χρησιμοποιεί νέα e-NodeB's και απαλλάσσεται από τη χρήση του RNC.
- Απλή αρχιτεκτονική δικτύου με ανοιχτά interfaces

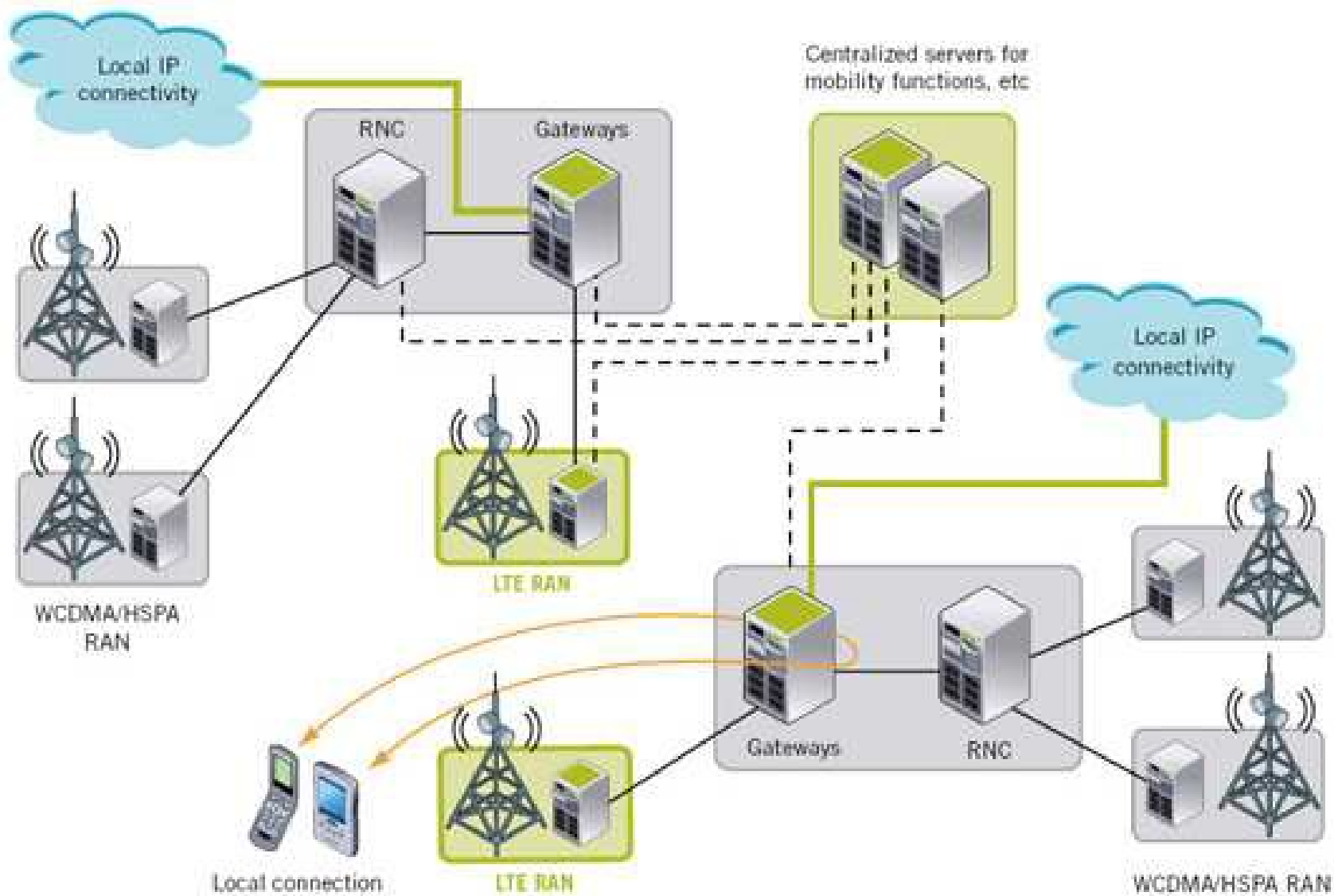
## Αρχιτεκτονική :

- Αρχιτεκτονική δύο κόμβων - εμπλέκονται μόνο δύο κόμβοι μεταξύ εξοπλισμού χρήστη και βασικού δικτύου.
- Ο σταθμός βάσης (eNodeB) & η πύλη εξυπηρέτησης (S-GW) στο επίπεδο χρήστη και η οντότητα διαχείρισης κινητικότητας (MME) στο επίπεδο ελέγχου.
- Η αρχιτεκτονική LTE αποτελείται από Core Network (CN) και Access Network (AN), όπου το CN αντιστοιχεί στον Evolved Packet Core (EPC) και το AN αναφέρεται στο E-UTRAN.
- Το CN και το AN αντιστοιχούν μαζί στο Evolved Packet System (EPS)



Γενική αρχιτεκτονική LTE

# Αρχιτεκτονική LTE

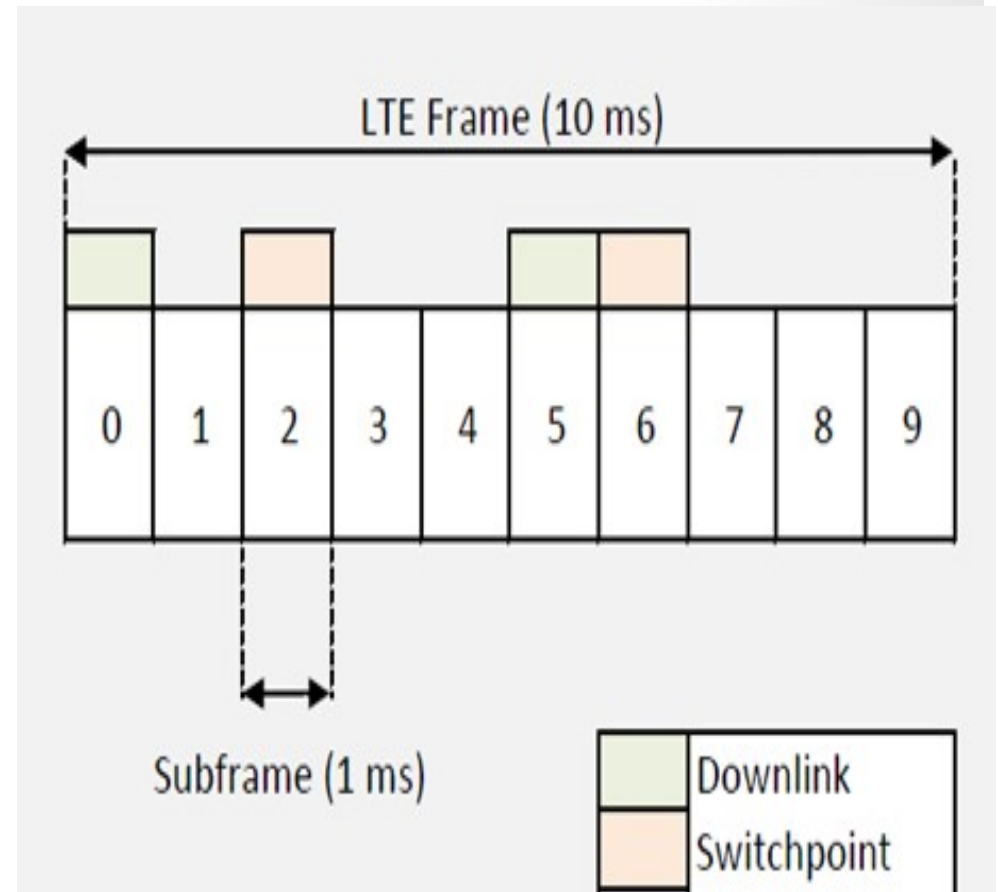




- Μηχανισμοί εξοικονόμησης ενέργειας:  
απενεργοποίηση του πομπού όταν είναι αδρανής.
  - Χρήση Discontinued Reception (DRX) & Discontinued Transmission (DTX).
- Μηχανισμοί ασφαλείας: παρόμοιοι με το WiMAX
  - χρήση κλειδιών ασφαλείας μεταξύ πομπού και δέκτη για εξασφάλιση μιας ασφαλούς σύνδεσης.
  - Το LTE προσφέρει πρωτόκολλο παραγωγής κλειδιών, το οποίο επαναφέρει τη σύνδεση εάν εντοπιστούν κατεστραμμένα κλειδιά.

## QoS:

- Πρόσβαση βάσει κρατήσεων
- Κάθε πλαίσιο έχει μήκος 10 ms
- Το 0ο και το 5ο υποπλαίσιο προορίζονται πάντα για DL
- Άλλα πλαίσια μπορεί να είναι DL, UL ή ένα σημείο αλλαγής
- Αυτή η μέθοδος αλλαγής σημείου καθιστά τη μετάδοση πιο δυναμική στην κατανομή πόρων



# Προδιαγραφές LTE



- Υψηλότερα Peak data rates(20MHz λειτουργία):  
downlink: 100Mbps  
(150Mbps peak βασισμένο στο 2x2 MIMO)  
(300Mbps peak βασισμένο στο 4x4 MIMO)  
uplink: 50Mbps(75Mbps peak) (5Mbps individually)
- Βελτιωμένη καθυστέρηση (UE-RNC-UE) κάτω από 10ms (round trip time)
- Υποστήριξη κλιμάκωσης B.W. – 1.4,3,5,10,15,20MHz
- Υποστήριξη paired και unpaired φάσματος (FDD και TDD)
- Uplink: QPSK, 16-QAM και 64-QAM (optional for handset)
- Downlink: QPSK, 16-QAM και 64-QAM
- Uplink- SC-FDMA και Downlink- OFDMA

# Ομοιότητες

- OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) σε downlink
- MIMO(Multiple Input Multiple Output) και διαμόρφωση δέσμης
- Συμβατότητα προς τα πίσω
- Ταχύτητα
- Σφάλμα διόρθωσης κωδικών - Viterbi και turbo κωδικοποίηση
- Τεχνολογίες που βασίζονται σε IP
- Κλιμακούμενο Bandwidth

# Διαφορές

Σημείο διαφοράς	WiMAX	LTE
Subcarrier Spacing	Subcarrier spacing μπορεί να είναι μεταβλητό λόγω της ικανότητας μεταβλητότητας.	Σταθερά στα 15kHz.
Latency	Ο χρόνος μεταξύ του χρήστη- B.S.- χρήστη είναι 50msec.	Ο χρόνος μεταξύ UE-RNC-UE είναι 10msec.
Channel utilization	βελτιστοποιεί τη μέγιστη χρήση καναλιού με την επεξεργασία όλων των πληροφοριών σε ένα ευρύ κανάλι.	οργανώνει το διαθέσιμο φάσμα σε μικρότερα κομμάτια.
FFT	Λόγω της υψηλής χρήσης καναλιών, η επεξεργασία πολλών πληροφοριών απαιτεί γρήγορο μετασχηματισμό 1000 σημείων.	Η οργάνωση των δεδομένων σε μικρότερα κομμάτια κάνει τη πληροφορία να επεξεργάζεται σε ένα χαμηλότερο σημείο FFT (όπως 16-σημείων FFT).
Evolution	Είναι μια εντελώς νέα τεχνολογία με αναβάθμιση σε γενιές, αλλά όχι μια ακριβή εξέλιξη.	Έχει εξελιχθεί από WCDMA σε HSPA σε LTE με έναν πυρήνα κορμού GSM.

# Διαφορές

Σημείο διαφοράς	WiMAX	LTE
Duplexing mode	Χρησιμοποιεί μόνο TDD(Time Division Duplexing). Ωστόσο 802.16m release 1.5 πρόσθεσε τη δυνατότητα FDD λόγω των αυξανόμενων ευκαιριών στην αγορά και για την αποφυγή παρεμβολών.	Χρησιμοποιεί FDD(Frequency Division Duplexing) και TDD(Time Division Duplexing).
Uplink signaling	WiMAX χρησιμοποιεί Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) για uplink signaling.	LTE χρησιμοποιεί single-carrier frequency division multiple access (SC-FDMA) για uplink signaling.
Κατανάλωση ενέργειας	Λόγω του OFDMA στη σήμανση ανερχόμενης ζεύξης το PAPR (Peak to Average Power ratio) επομένως περισσότερη κατανάλωση ενέργειας στο ακουστικό.	Λόγω του SC-FDMA στη σήμανση ανερχόμενης ζεύξης, το PAPR είναι χαμηλότερο και η απόδοση PA είναι υψηλή, επομένως λιγότερη κατανάλωση ενέργειας και βελτιωμένη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.

# 4G Απαιτήσεις

- Και τα δύο WiMAX & LTE δεν πληρούν όλες τις απαιτήσεις 4G
- Προδιαγραφές 4G, επίσης γνωστές ως IMT-Advanced:
  - Μέγιστοι ρυθμοί δεδομένων έως 100 Mbps για κινητή πρόσβαση
  - Μέγιστοι ρυθμοί δεδομένων έως 1 Gbps για σταθερή πρόσβαση
  - Flat all-IP αρχιτεκτονική
  - Υψηλή κινητικότητα έως 500 km/h.
  - κλιμακούμενο channel bandwidth
- Λύση: Διάδοχος του LTE, LTE-Advanced και Επόμενη έκδοση WiMAX WiMAX 2.0

# Ποιο είναι το μέλλον;



Παράμετροι	WiMAX	LTE
Πλεονέκτημα χρόνου	✓	
Latency		✓
3 GPP evolution GSM, HSPA...τώρα LTE		✓
Ενσωμάτωση με Intel	✓	
Οικονομίες κλίμακας		✓
Αναπτυσσόμενες χώρες	✓	
Κατανάλωση ενέργειας		✓
Διαφορετικοί φορείς, διαφορετικά σενάρια	✓	✓





- Η μακροχρόνια εξέλιξη προχώρησε, επίσημα γνωστή ως 3GPP Release 10
- Αναγνωρίστηκε ως IMT A τον Οκτώβριο του 2010
- Αναμένεται εμπορική διαθεσιμότητα από το 2014
- Μέγιστος ρυθμός δεδομένων 1 Gbps σε DL (χαμηλή κινητικότητα) και έως 500Mbps σε UL
- Το BW επεκτάθηκε έως και 100 MHz χρησιμοποιώντας τη συσσωμάτωση καναλιών
- MIMO για χρήση σε UL επίσης
- Υποστήριξη 8x8 MIMO

# WiMAX 2.0

- Η έκδοση 2.0 WiMAX αναγνωρίστηκε ως IMT τον Οκτώβριο 2010
- IEEE 802.16m τυποποιήθηκε τον Απρίλιο του 2011
- Συμβατότητα προς τα πίσω με όλα τα πρότυπα 802.16
- DL rate >300 Mbps, 4x4 @ 20MHz
- UL rate >135 Mbps, 2x4 @ 20MHz
- Υποστήριξη καναλιού BW 5,10,20,40 MHz
- Κινητικότητα έως 350 km/h