



ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (Θ)

Ενότητα 9: ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ευσταθίου Δημήτριος

Διδάκτορας Κινητών τηλεπικοινωνιών

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ





Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





Ενότητα 9

ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

**ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΔΙΔΑΚΤΟΡΑΣ ΚΙΝΗΤΩΝ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**



Περιεχόμενα ενότητας

1. **Mobile WiMAX - IEEE 802.16e**
2. **Παράμετροι φυσικού επιπέδου στο σταθερό και κινητό WiMAX**



Σκοποί ενότητας



Ευρυζωνικά Δίκτυα

Ενότητα 9^η



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κεντρικής Μακεδονίας

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής ΤΕ

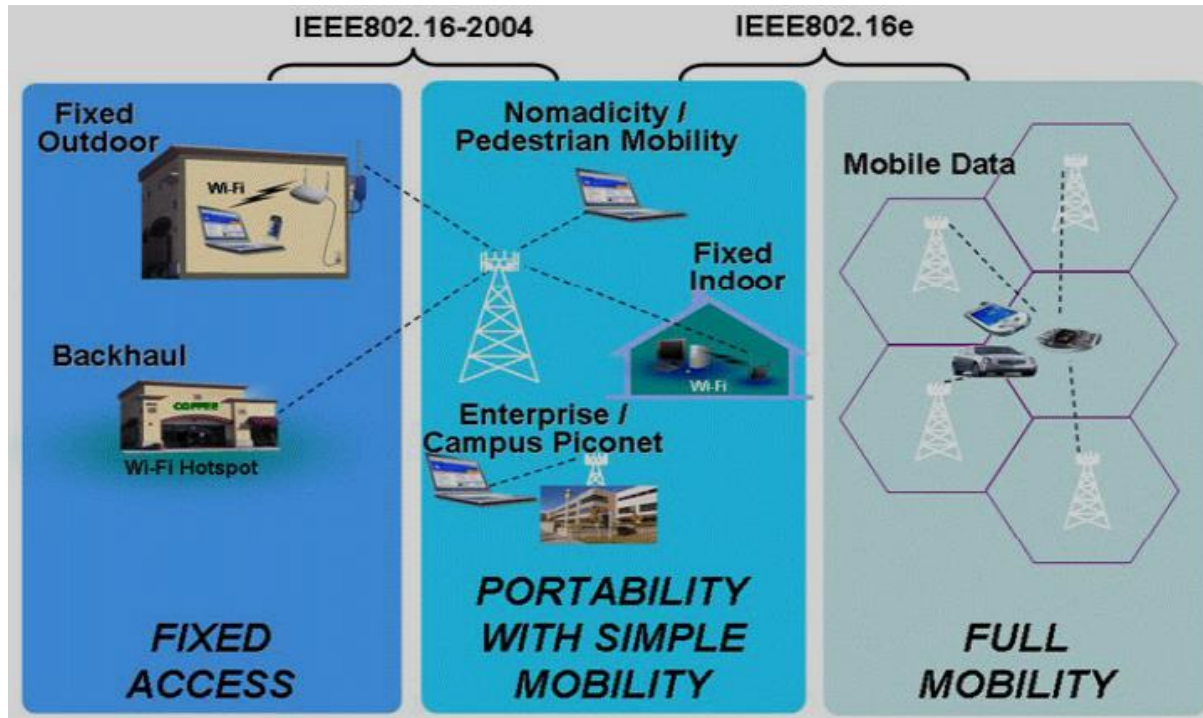
IEEE 802.16e

WiMAX Κινητό (Mobile)



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

- Το Δεκέμβριο του 2005 εκδόθηκε το **IEEE 802.16e** (ή αλλιώς **Mobile WiMAX**) που αφορά την ασύρματη ευρυζωνική πρόσβαση για κινητά συστήματα.



Σχήμα 1. Διασύνδεση προτύπων WiMAX



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

- Καθορίζονται τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες που θα πρέπει να ενσωματωθούν στο βασικό πρότυπο IEEE 802.16 προκειμένου να υποστηριχθεί η κινητικότητα του χρήστη.
- Χρήση **SOFDMA** για βελτιωμένη απόδοση σε περιβάλλον μη οπτικής επαφής
- Ένας χρήστης μπορεί να συνεχίσει να εξυπηρετείται από το δίκτυο όταν κινείται με ταχύτητες οι οποίες προσεγγίζουν τα **120km/h**.



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

- Υποστήριξη για **διαπομπών** (handoffs) και **περιαγωγής** (**roaming**).
- Λειτουργία στα 2.3, 2.5, 3.3 και 3.4-3.8 GHz.
- Πλεονεκτήματα του 802.16e:
 - Βελτιωμένο περιθώριο συνδέσεων (link margin)
 - Υποστήριξη κινητικότητας
 - Βελτιωμένη κάλυψη εσωτερικών χώρων
 - Ευέλικτη διαχείριση του φάσματος.



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

- Κλιμακωτή OFDMA (SOFDMA – Scalable OFDMA) επιλογή διαφορετικού εύρους ζώνης καναλιού από 1.25 MHz έως 20 MHz.

- Με την SOFDMA υπάρχουν δύο τύποι λειτουργίας:
 - ένας σταθμός συνδρομητή μπορεί να μεταδώσει χρησιμοποιώντας όλα τα υποκανάλια
 - ή οι πολλαπλοί χρήστες μπορούν να μεταδώσουν με τον κάθε χρήστη να χρησιμοποιεί ένα μέρος του συνολικού αριθμού υπο-καναλιών ταυτόχρονα.



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

- Μέγιστος ρυθμός κάτω ζεύξης (downlink) 63Mbps ανά τομέα και άνω ζεύξης (uplink) 28Mbps ανά τομέα για δίαυλο (κανάλι) εύρους 10MHz.
- Βελτίωση της κάλυψης μη οπτικής επαφής με τη χρησιμοποίηση των υβριδικών-Εκκλήσεων Αυτόματης Αναμετάδοσης (hARQ).



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

- Τεχνικές κωδικοποίησης:
 - Turbo Κωδικοποίηση
 - Χαμηλής Πυκνότητας Έλεγχος Ισοτιμίας (Low Density Parity Check, LDPC)

- Οι διαχειριστές να ανταλλάξουν το εύρος κάλυψης με την χωρητικότητα του καναλιού ή αντίστροφα.

- Τεχνικές βελτίωση της κάλυψης:
 - Προσαρμοστικών κεραιοσυστήματα (Adaptive Antenna Systems, AAS)
 - Συστημάτων πολλαπλής εισόδου πολλαπλής εξόδου (Multiple Input Multiple Output, MIMO)



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

- ❑ Το πρότυπο 802.16e WiMAX υποστηρίζει:
- ❑ Άμεση μεταπομπή (hard handover)
- ❑ Ήπια μεταπομπή (soft handover)

- ❑ Η **άμεση μεταπομπή** χρησιμοποιεί έναν τύπο διακοπής της σύνδεσης πριν από την επανασύνδεση.

- ❑ Η συσκευή των χρηστών συνδέεται με έναν μόνο σταθμό βάσης οποιαδήποτε στιγμή, πράγμα που καθιστά το σύστημα πιο απλό στην υλοποίηση αλλά εισάγει μια μικρή αδράνεια στη σύνδεση του συνδρομητή, μέχρι να συνδεθεί στον νέο σταθμό.

- ❑ Η άμεση μεταπομπή είναι ικανοποιητική για τις υπηρεσίες δεδομένων.



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

- Στην ήπια μεταπομπή οι συσκευές των χρηστών διατηρούν τη σύνδεση σε έναν σταθμό βάσης έως ότου συνδεθούν με έναν νέο μειώνοντας κατά συνέπεια την αδράνεια στη σύνδεση.
- Η ήπια μεταπομπή είναι ικανοποιητική για εφαρμογές όπως η τηλεφωνική επικοινωνία μέσω Διαδικτύου (VoIP) ή τα παιχνίδια με καθυστερήσεις μικρότερες των 50msec.



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

- Η **Ποιότητα Υπηρεσίας** (QoS) καθώς και οι Συμφωνίες Επιπέδων Υπηρεσιών (Service Level Agreement, SLA) διατηρούνται κατά τη διάρκεια των μεταπομπών.
- Η δυνατότητα **περιαγωγής** στους παρόχους υπηρεσιών μπορεί να εφαρμοστεί και στα δύο πρότυπα 802.16-2004 και 802.16e WiMAX, αλλά είναι ιδιαίτερα **πολύτιμη** για τη **φορητή** και την **κινητή πρόσβαση**.



Mobile WiMAX - IEEE 802.16e

Ασφάλεια

- **Πιστοποίηση** με βάση το πρωτόκολλο EAP (Extensible Authentication Protocol)
- **Κρυπτογράφηση** με χρήση του κώδικα AES-CCM (Advanced Encryption Std-Counter with Cipher-block chaining Message authentication code)
- **Προστασίας μηνυμάτων ελέγχου** που βασίζονται στους κώδικες CMAC (Cipher-based Message Authentication Code) και HMAC (Hash Message Authentication Code)




Σύγκριση παραμέτρων Φυσικού Επιπέδου WiMAX (σταθερή πρόσβαση) και WiMAX Mobile



Παράμετροι φυσικού επιπέδου στο σταθερό και κινητό WiMAX

Παράμετρος	Φυσικό επίπεδο OFDM του σταθερού WiMAX	Κλιμακούμενο φυσικό επίπεδο OFDMA του κινητού WiMAX
Μέγεθος FFT	256	128, 512, 1024, 2048
Αριθμός υποφορέων δεδομένων που χρησιμοποιούνται	192	72,360,512,1024,2048
Αριθμός υποφορέων πιλότων	8	12, 60, 120, 240
Αριθμός υποφορέων null/φύλαξης ζώνης	56	44, 92,184, 368
Κυκλικό πρόθεμα χρόνου φύλαξης (T_g/T_b ή G)	1/32,1/16,1/8,1/4	
Ρυθμός μετάδοσης υπερδειγματοληψίας (F_s/BW ή n)	Εξαρτάται από το εύρος ζώνης: 7/6 για 256 OFDM, 8/7 για πολλαπλάσια του 1.75MHz και 28/25 για πολλαπλάσια του 1.25MHz, 1.5MHz, 2MHz ή 2.75MHz.	



Παράμετροι φυσικού επιπέδου στο σταθερό και κινητό WiMAX

Παράμετρος	Φυσικό επίπεδο OFDM του σταθερού WiMAX	Κλιμακούμενο φυσικό επίπεδο OFDMA του κινητού WiMAX
Εύρος ζώνης καναλιού (MHz) BW	3.5, 7 ,10	1.25,5,10,20, 8.75
Απόσταση συχνότητας υποφορέων (kHz)	10.94	10.94/10.625
Χρήσιμος χρόνος συμβόλου (μ s) T_g	64	91.4
Χρόνος φύλαξης 12.5% (μ s)	8	11.4
Διάρκεια συμβόλου OFDM (μ s)	72	102.9



Τέλος Ενότητας

