

**Τ.Ε.Ι Ηπείρου**  
**Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας**  
**Τμήμα Τηλεπληροφορικής και Διοίκησης**

**Πτυχιακή Εργασία μέρος των απαιτήσεων  
του τμήματος Τηλεπληροφορικής και Διοίκησης**

# **WiMAX**

**Σπουδαστές: Μπουτμπάρα Αθανασία**  
**Κοσμίδης Γεώργιος**

**Επιβλέπων καθηγήτρια:**  
**Μαργαρίτη Σπυριδούλα**

**Άρτα 2005**

---

**“Στους ανθρώπους που είναι  
δίπλα μας τις δύσκολες στιγμές”**

## Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια οι ασύρματες τεχνολογίες κερδίζουν το ενδιαφέρον για συνδρομητική πρόσβαση, ως μια εναλλακτική επιλογή των παραδοσιακών ενσύρματων (χάλκινα καλώδια) διασυνδέσεων τοπικά. Η ασύρματη broadband τεχνολογία, με υψηλές ταχύτητες, βασιζόμενη στο IEEE 802.16 πρότυπο, υπόσχεται νέους ορίζοντες για οικονομικά βιώσιμες λύσεις τόσο σε επίπεδο παροχής ασύρματων υπηρεσιών στο διαδίκτυο (Internet), όσο και σε επίπεδο κατασκευής εξοπλισμού. Στο IEEE 802.16 πρότυπο, γνωστό και ως WiMAX, επιχειρείται ο συνδυασμός της ευελιξίας της ασύρματης τεχνολογίας, της υψηλής ταχύτητας, της κλιμάκωσης και της ποιότητας υπηρεσιών (Quality of Services) ώστε να καλύψει ευρυζωνικά περιοχές και να φθάσει έως και τον πιο απομακρυσμένο κάτοικο.

Στην παρούσα εργασία δίνονται πληροφορίες σχετικά με το τι είναι ακριβώς το WiMAX, ποια είναι η λειτουργία του και πως αυτό πλεονεκτεί ή μειονεκτεί έναντι των άλλων υπηρεσιών. Ακολουθεί μια αναφορά για την τεχνολογία τα πρωτόκολλα και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιεί. Παρουσιάζονται και αναλύονται οι υπηρεσίες που διατίθενται συμπεριλαμβανομένων των υπηρεσιών διαδικτύου καθώς και οι εφαρμογές που σχετίζονται με αυτή την τεχνολογία.

## Περιεχόμενα

<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....</b>	<b>7</b>
----------------------------------	----------

### **Κεφάλαιο 2: Τεχνολογία πρότυπα και πρωτόκολλα**

2.1: Η ιδέα.....	10
2.2: Λειτουργία του WiMAX.....	10
2.3: Υπόβαθρο του WiMAX.....	13
2.4: Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	14
2.5: Πρότυπα.....	18
2.5.1: Η Intel και η ανάπτυξη των πρότυπων επικοινωνιών του WiMAX.....	19
2.5.2: Το WiMAX ένα παγκόσμιο πρότυπο.....	19
2.5.3: Τα οφέλη ενός παγκοσμίου προτύπου.....	19
2.6: Πρωτόκολλα.....	22
2.7: Η χρήση του WiMAX.....	23
2.8: Αντικατάσταση του DSL και του καλωδίου από το WiMAX.....	24
2.9: WiMAX και Wi-Fi.....	25
2.10: Η AT&T και το WiMAX.....	26
2.11: Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του WiMAX.....	27

### **Κεφάλαιο 3: Το πρωτόκολλο 802,16**

3.1: Το 802,16.....	31
3.2 Η ρυθμοαπόδοση της τεχνολογίας WiMAX.....	32
3.3 Το WiMAX και η ποιότητα των υπηρεσιών (QoS).....	33

### **Κεφάλαιο 4: Εξοπλισμός**

4.1 WiMAX συστατικά.....	35
4.2 Ο επικυρωμένος εξοπλισμός του WiMAX Forum.....	36
4.3 Πιστοποιημένο και υποχωρητικό WiMAX προϊόν.....	37
4.4 Τα οφέλη του επικυρωμένου WiMAX εξοπλισμού στους φορείς παροχής υπηρεσιών.....	38

<b>Κεφάλαιο 5: Ασφάλεια</b>	
5.1 Ασφάλεια- ένα βασικό ζήτημα.....	39
<b>Κεφάλαιο 6: Υπηρεσίες και εφαρμογές</b>	
6.1 Το κινητό WiMAX.....	42
6.2 Πώληση των ευρωζωνικών υπηρεσιών του WiMAX.....	43
<b>Κεφάλαιο 7: Το WiMAX Forum</b>	
7.1 Τι είναι το WiMAX Forum.....	46
7.2 Αρχές.....	46
7.3 Το προφίλ του WiMAX Forum.....	47
7.4 Η Intel και τοWiMAX Forum.....	48
7.5 Επικυρωμένο WiMAX Forum.....	48
<b>Επίλογος.....</b>	<b>49</b>
<b>Links.....</b>	<b>51</b>
<b>Παράρτημα.....</b>	<b>52</b>

## Δήλωση περί λογοκλοπής

Όλες οι προτάσεις οι οποίες παρουσιάζονται σε αυτό το κείμενο και οι οποίες ανήκουν σε άλλους αναγνωρίζονται από τα εισαγωγικά και υπάρχει η σαφής δήλωση του συγγραφέα. Τα υπόλοιπα γραφόμενα είναι επινόηση του γράφοντος ο οποίος φέρει και την καθολική ευθύνη για αυτό το κείμενο και δηλώνω υπεύθυνα ότι δεν υπάρχει λογοκλοπή για αυτό το κείμενο.

Όνοματεπώνυμο .....

Υπογραφή ..... Ημερομηνία .....

Όνοματεπώνυμο .....

Υπογραφή ..... Ημερομηνία .....

# 1 Εισαγωγή

Η δομή των σύγχρονων, ανοιχτών, οικονομιών βασίζεται ολοένα και περισσότερο σε ευέλικτες δικτυακές υποδομές, καινούργιες υπηρεσίες με νέα μοντέλα χρήσης, καθώς και σε εφαρμογές προστιθέμενης αξίας των οποίων η επιτυχία αλλά και η εν γένει αποδοχή εξαρτάται από την ύπαρξη και ευρεία διάδοση τέτοιων υποδομών. Η παροχή λοιπόν ευζωνικών υπηρεσιών σε μετακινούμενους πολίτες-επισκέπτες δημοσίων ή και ιδιωτικών χώρων, σε πελάτες και εργαζόμενους επιχειρήσεων, είναι αναγκαία ώστε να έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς μεγάλου όγκου πληροφοριών, με έμφαση στη δυνατότητα σύνδεσης με παροχές πολυμεσικού περιεχομένου και εφαρμογών (multimedia content), καθώς επίσης και τη μετάδοση καλής ποιότητας video με δυνατότητα διαδραστικότητας με το χρήστη.

Άλλοι χώροι εκτός των εγκαταστάσεων επιχειρήσεων για την περίπτωση των εργαζομένων σε αυτές που μπορούν να προσφέρονται τέτοιου είδους υπηρεσίες περιλαμβάνουν ξενοδοχεία, εμπορικά κέντρα, πολυκαταστήματα, χώρους αναψυχής, συνεδριακά κέντρα, καφέ, εστιατόρια κλπ. Οι χώροι αυτοί ονομάζονται και Σημεία Ασύρματης Ευρυζωνικής Πρόσβασης (wireless hotspots). Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο ρόλος των ευέλικτων ασύρματων δικτύων στην δραστηριότητα των επιχειρήσεων είναι σε διεθνές επίπεδο αναγνωρισμένος ως ιδιαίτερα σημαντικός οι τρόποι με τους οποίους θα διαδοθεί και θα μεγιστοποιηθεί η χρήση τους πρέπει να αποτελούν θέμα προβληματισμού μιας ευρύτερης κοινότητας συμμετεχόντων και συνεργατών. Η δυναμική αλλά και η εξέλιξη του ζητήματος τόσο σε τεχνολογικό όσο και σε θεσμικό επίπεδο, υποχρεώνει όλους κατά κάποιο τρόπο προς μια τέτοια αντίληψη. Σε κάθε περίπτωση, τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να βρουν εφαρμογή σε πλήθος περιπτώσεων. Μπορούν δηλαδή, να αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο για:

- μικρές και ατομικές επιχειρήσεις, αντικαθιστώντας ουσιαστικά την ενσύρματη δικτυακή υποδομή στο χώρο της επιχείρησης.
  - οικιακούς χρήστες για την πρόσβαση σε κοινές δικτυακές υποδομές (π.χ. σύνδεση ADSL) ή και για την διευκόλυνση της επικοινωνίας χωρίς καλώδια.
  - χρήστες και επιχειρήσεις οι οποίοι επιθυμούν μια σημειακή σύνδεση με κάποιον κοντινό χρήστη ή υποκατάστημα.
  - ιδιοκτήτες δημόσιων χώρων συγκέντρωσης (καφετέριες, αεροδρόμια, πλατείες κτλ.) οι οποίοι επιθυμούν να παρέχουν υπηρεσίες πρόσβασης σε υπηρεσίες περιεχομένου ή διαδικτύου στους επισκέπτες τους.
-

Με τον όρο **ασύρματα δίκτυα** επικοινωνιών καλούνται όλες οι τεχνολογικές λύσεις δικτύωσης μεταξύ υπολογιστικών συσκευών στις οποίες το φυσικό μέσο μετάδοσης των πληροφοριών είναι ραδιοκύματα και με αυτό τον τρόπο στη μετάδοση τους δεν απαιτείται η μεσολάβηση κάποιου καλωδίου. Οι τεχνολογικές λύσεις αυτές είναι πολλές στον αριθμό και καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα προτύπων και τεχνολογιών όπως είναι τα δίκτυα GSM/GPRS (η τεχνολογία δηλαδή που χρησιμοποιούν τα γνωστά σε όλους μας κινητά τηλέφωνα), το LMDS, το HIPERLAN, το 802.11, το BLUETOOTH, λύσεις που εκμεταλλεύονται το υπέρυθρο κομμάτι του φάσματος.

Το WiMAX είναι ένα ασύρματο ψηφιακό σύστημα επικοινωνιών επίσης γνωστό ως IEEE 802.16, το οποίο προορίζεται για τα ασύρματα "metropolitan area networks". Το WiMAX μπορεί να παρέχει ευρυζωνική ασύρματη πρόσβαση (BWA) μέχρι 30 μίλια (50 χλμ) για τους σταθερούς σταθμούς και 3 - 10 μίλια (5 - 15 χλμ) για τους κινητούς σταθμούς. Αντίθετα, τα ασύρματα πρότυπα δικτύων τοπικής περιοχής WiFi/802.11 περιορίζονται στις περισσότερες περιπτώσεις σε 100 - 300 πόδια (30 - 100m). Με το WiMAX και το WiFi τα ποσοστά πληροφοριών υποστηρίζονται εύκολα, αλλά το ζήτημα της παρέμβασης ελαττώνεται.

Λειτουργεί και στις εξουσιοδοτημένες και μη χορηγημένες με άδεια συχνότητες που παρέχουν ένα ρυθμισμένο περιβάλλον και ένα βιώσιμο οικονομικό πρότυπο για τους ασύρματους μεταφορείς. Οι μη-χορηγημένες με άδεια συχνότητες είναι στα 5,8 GHz και οι εξουσιοδοτημένες είναι στα 2,5 GHz.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ασύρματη δικτύωση με τον ίδιο σχεδόν τρόπο όπως το κοινό πρωτόκολλο WiFi. Είναι ένας δεύτερης γενεάς πρωτόκολλο που επιτρέπει την αποδοτικότερη χρήση εύρους ζώνης αποφυγή παρέμβασης και προορίζεται να επιτρέψει μετάδοση σε ποσοστά πληροφοριών σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Τα IEEE 802.16 πρότυπα καθορίζουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου επικοινωνιών.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το WiMAX ως μια ασύρματη τεχνολογία στην οποία συνδυάζεται η ευελιξία της ασύρματης τεχνολογίας, της υψηλής ταχύτητας, της κλιμάκωσης και της ποιότητας υπηρεσιών (Quality of Services) ώστε να καλύψει ευρυζωνικά περιοχές και να φθάσει έως και τον πιο απομακρυσμένο κάτοικο.



Στη συνέχεια της εργασίας θα δούμε: Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται πληροφορίες για το WiMAX, την λειτουργία του και τα χαρακτηριστικά του, τα πρωτόκολλα, τα πρότυπα, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα και την χρήση του. Η δεύτερη ενότητα αφιερώνεται στο 801.16 πρωτόκολλο και την αντιστοιχία των πρωτοκόλλων με το OSI, την ρυθμοαπόδοσή του WiMAX και την ποιότητα των υπηρεσιών (QOS). Στην επόμενη ενότητα γίνεται αναφορά για τον εξοπλισμό και ειδικότερα για τα πιστοποιημένα και υποχωρητικά προϊόντα και τα οφέλη που έχουν τα προϊόντα αυτά στους φορείς παροχής υπηρεσιών. Ακολουθεί μια ενότητα βασισμένη στην ασφάλεια του WiMAX και στην συνέχεια αναφέρονται οι εφαρμογές του. Τέλος παρουσιάζεται το WiMAX Forum, οι αρχές του, το προφίλ, η σχέση του με την Intel και το επικυρωμένο WiMAX Forum.

## 2.1 Η ιδέα

Μια κοινοπραξία με εκατό και πλέον μέλη, μεταξύ των οποίων η AT&T, Fujitsu, Intel, Siemens Mobile υποστηρίζουν και προωθούν την τεχνολογία WiMAX, δεδομένου του ενδιαφέροντος που ελκύει η εφαρμογή ασύρματης τεχνολογίας σε αστικά δίκτυα.

Η Intel, ένα από τα κύρια ιδρυτικά μέλη του WiMAX Forum που συγκροτήθηκε για την δημιουργία ενός συνόλου προτύπων, αναγνώρισε ότι για να κερδίσει το WiMAX την έλξη και την ευρεία αποδοχή οι τιμές υλικού πρέπει να μειωθούν και ένα συνεπές λειτουργικό περιβάλλον θα πρέπει να εδραιωθεί.

Το βασικό σημείο της έναρξης ωστόσο έπρεπε να αρχίσει με τους κατασκευαστές τσιπ πυριτίου, τα προϊόντα των οποίων θα διαμόρφωναν τον πυρήνα της αξίας και της ικανότητας της τεχνολογίας του WiMAX.

Το WiMax (**W**orldwide interoperability for **M**icrowave **A**ccess), γίνεται γνωστό ως IEEE 802.16 από το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών. Η ομάδα εργασίας επιφορτίζεται με τον καθορισμό των τεχνολογικών πτυχών και των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων που θα ενσωματωθούν στο WiMAX. Το WiMAX είναι νέο από την άποψη των πρότυπων. Ωστόσο ένα μεγάλο μέρος της ενσωματωμένης τεχνολογίας στο IEEE 802.16 συνυπάρχει στη βιομηχανία σήμερα.

Εκτός από το IEEE 802.16, ενδιαφέρον για το WiMAX υπάρχει και από τον Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τυποποίησης Τηλεπικοινωνιών (European Telecommunications Standards Institute's- (ETSI)

## 2.2 Η λειτουργία του WiMAX

**Για την πρόσβαση στο διαδίκτυο σήμερα οι δυνατές επιλογές είναι:**

- ◆ **Broadband access** – για την οικιακή χρήση μέσω DSL ή modem, και για εμπορική χρήση μέσω T1 ή T3 γραμμής.
- ◆ **WiFi access** – σε ένα οικιακό δίκτυο γίνεται εγκατάσταση ενός WiFi δρομολογητή που επιτρέπει το σερφάρισμα στον ιστό μέσω ενός laptop.
  
- ◆ **Dial-up access** - Οι επιλογές είναι δυο:
  - Η ευρυζωνική πρόσβαση δεν είναι διαθέσιμη.
  - Η ευρυζωνική πρόσβαση είναι πάρα πολύ ακριβή.

Τα κύρια προβλήματα με την ευρυζωνική πρόσβαση είναι ότι είναι αρκετά ακριβή και δεν καλύπτει όλες τις περιοχές. Το κύριο πρόβλημα με την πρόσβαση WiFi είναι ότι τα hot spots είναι μικρά (μικρή ακτίνα κάλυψης) και η κάλυψη είναι αραιή.

Αναδεικνύεται λοιπόν η ανάγκη για μια τεχνολογία που θα έλυσε αυτά τα προβλήματα και θα παρείχε:

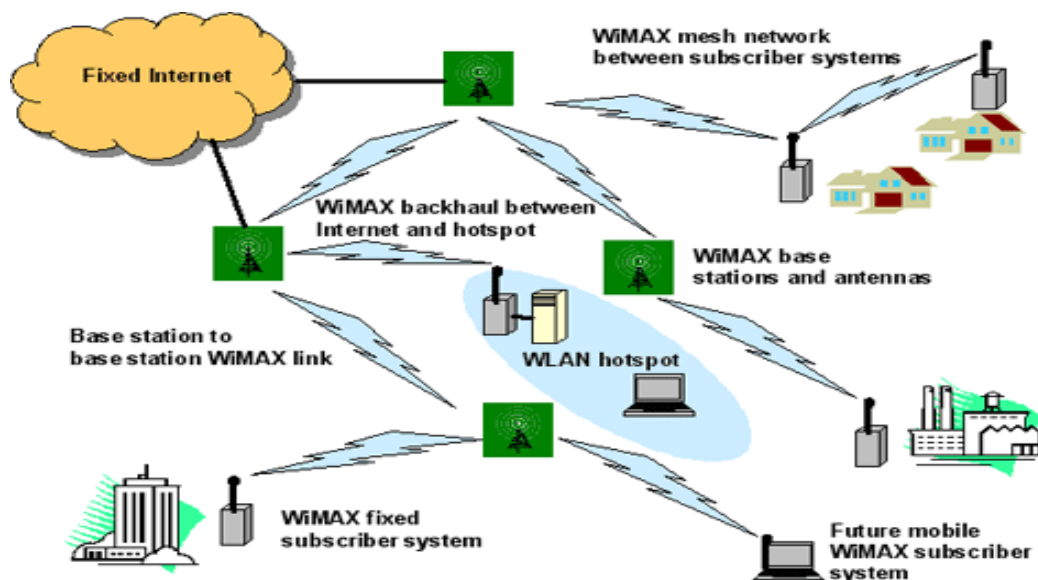
- ◆ **Υψηλή ταχύτητα** της ευρωζωνικής υπηρεσίας.
  - ◆ **Δυνατότητα ασύρματης σύνδεσης**
-

- ♦ **Ευρεία κάλυψη** όπως το δίκτυο κινητών τηλεφώνων αντί των μικροσκοπικών hot spots του WiFi.

Μια τέτοια προσέγγιση αποτελεί το WiMAX. Στην πραγματικότητα το WiMAX λειτουργεί σε υψηλότερες ταχύτητες, σε μεγαλύτερες αποστάσεις και για έναν μεγαλύτερο αριθμό χρηστών. Βασίζεται στην ασύρματη point-to-multipoint τεχνολογία και ως στόχο έχει την παροχή υπηρεσιών μέσω κεραιών (antennas) και πομποδεκτών (transceivers) στους χρήστες. Το WiMAX μπορεί, ενδεχομένως, να καλύψει τις προαστιακές και αγροτικές περιοχές που δεν έχουν καμία ευρυζωνική πρόσβαση στο διαδίκτυο.

### Ένα σύστημα WiMAX αποτελείται από δύο μέρη:

- ♦ Ένας **πύργος (κεραία) WiMAX**, παρόμοιος στην έννοια με έναν πύργο κινητών τηλεφώνων. Ένας ενιαίος πύργος WiMAX μπορεί να παρέχει την κάλυψη σε μια πολύ μεγάλη περιοχή τόσο μεγάλη όσο 3.000 τετραγωνικά μίλια (~8,000 τετραγωνικά χλμ).
- ♦ Ένας **δέκτης WiMAX**. Ο δέκτης και η κεραία θα μπορούσαν να είναι ένα μικρό κουτί ή κάρτα PCMCIA, ή θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε ένα laptop όπως είναι η πρόσβαση WiFi σήμερα.



**Εικόνα 1: Αρχιτεκτονική του WiMAX**

---

Ένας σταθμός πύργων WiMAX, όπως φαίνεται και στην εικόνα 1 μπορεί να συνδεθεί άμεσα με το διαδίκτυο χρησιμοποιώντας ένα υψηλό εύρος ζώνης, συνδεδεμένο με καλώδιο (παραδείγματος χάριν, μια T3 γραμμή). Μπορεί επίσης να συνδεθεί με έναν άλλο πύργο WiMAX χρησιμοποιώντας μια οπτική επαφή, σύνδεση μικροκυμάτων. Αυτή η σύνδεση σε έναν δεύτερο πύργο (συχνά καλούμενο **backhaul**) μαζί με τη δυνατότητα ενός ενιαίου πύργου να καλύπτει μέχρι 3.000 τετραγωνικά μίλια επιτρέπει στο WiMAX να παρέχει κάλυψη στις απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές.

Αυτό σημαίνει ότι το WiMAX μπορεί πραγματικά να παρέχει δύο μορφές ασύρματης υπηρεσίας:

- Την υπηρεσία **non-line-of-sight**, είδος WiFi της υπηρεσίας, όπου μια μικρή κεραία στον υπολογιστή κάνει σύνδεση με τον πύργο. Με αυτόν τον τρόπο το WiMAX χρησιμοποιεί ένα **φάσμα χαμηλότερης συχνότητας** 2 GHz σε 11 GHz (παρόμοια με το WiFi). Οι μεταδόσεις χαμηλού μήκους κύματος δεν επηρεάζονται εύκολα από τις φυσικές παρεμποδίσεις.
- Την υπηρεσία **οπτικής επαφής**, όπου μια σταθερή κεραία πιάτων δείχνει κατ' ευθείαν στον πύργο WiMAX από μια στέγη ή έναν πόλο. Η σύνδεση οπτικής επαφής είναι ισχυρότερη και σταθερότερη. Έτσι είναι σε θέση να στείλει πολλά στοιχεία με λιγότερα λάθη. Οι μεταδόσεις οπτικής επαφής χρησιμοποιούν τις υψηλότερες συχνότητες με σειρές που φθάνουν περίπου τα 66 GHz. Στις υψηλότερες συχνότητες υπάρχει λιγότερη παρέμβαση.

## 2.3 Υπόβαθρο του WiMAX

Οι εργασίες για το 802.16 άρχισαν το 1998 και στόχο είχαν να καταστεί η ευρυζωνική ασύρματη πρόσβαση ευρύτερα και φτηνά διαθέσιμη μέσω προτύπων για τα ασύρματα αστικά δίκτυα. Για την εφαρμογή της ιδέας απαιτείται ένας σταθμός βάσης που συνδέεται με το δημόσιο δίκτυο και έχει την ικανότητα να υποστηρίξει επίσης μερικές εκατοντάδες ασύρματους χρήστες. Ο σταθμός βάσης χρησιμοποιεί μια τυπική διεπαφή για πρόσβαση στο μέσο (medium access control layer- MAC) έτσι ώστε να είναι λειτουργικά δυνατή η ταυτόχρονη υποστήριξη uplink και downlink εύρους ζώνης στους χρήστες. Με τα κινητά πρότυπα οι χρήστες θα είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν το σταθμό βάσεων WMAN που επικοινωνεί μέσω των μικροτηλεφώνων καθώς κινούνται μέσα στη σειρά 50 μιλίων.

---

Η πρώτη έκδοση των προτύπων, 802.16, δημοσιεύθηκε τον Απρίλιο του 2002 και εξέτασε την γραμμή συνδέσεων θέας για την σύνδεση "last mile". Εστίασε στην αποδοτική χρήση διάφορων εξουσιοδοτημένων συχνοτήτων στο εύρος ζώνης 10-66GHz. Τα 802.16 πρότυπα δεν έχουν υιοθετήσει ποτέ μια χαμηλότερη κοινή μέθοδο παρονομαστών. Η επόμενη έκδοση των προτύπων, το 802.16a που δημοσιεύτηκε τον Απρίλιο του 2003, είναι αυτή που έχει πραγματικά το λάκτισμα του WiMAX στην υιοθέτηση ως κυρίαρχη ασύρματη ευρυζωνική τεχνολογία. Επεκτείνει τη σειρά WiMAX από 31 έως 50 μίλια και λειτουργεί στο φάσμα χαμηλής συχνότητας 2-11GHz και μπορεί έτσι να υιοθετηθεί από τους χωρίς άδεια χειριστές. Χρησιμοποιεί τις point-to-multipoint ή (προαιρετικά) τοπολογίες πλέγματος και δεν απαιτεί γραμμή θέας. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί τις εξουσιοδοτημένες ζώνες σε 3.5GHz και 10.5GHz διεθνώς και 2.5-2.7GHz στις ΗΠΑ και χωρίς άδεια 2.4GHz και 5.725-5.825GHz. Μια σημαντική πτυχή του 802.16x είναι ότι καθορίζει ένα στρώμα της MAC που υποστηρίζει πολλαπλάσιες φυσικές προδιαγραφές στρώματος (PHY).

Στην συνέχεια υπάρχει:

- ♦ Το 802.16c/d, που δημοσιεύτηκε τον Ιανουάριο 2003, αντιπροσωπεύει την διαλειτουργικότητα με την παροχή λεπτομερών σχεδιαγραμμάτων - συστημάτων και την διευκρίνιση των συνδυασμών επιλογών, ως βάση για τη συμμόρφωση και τις δοκιμές διαλειτουργικότητας. Το πρωτόκολλο 802.16c αφορά τα πρωτόκολλα ακολουθίας δοκιμής ενώ το 802.16d καθορίζει τα τυπογραφικά λάθη και τα πρωτόκολλα που δεν καλύπτονται από το πρωτόκολλο "c" και δημιουργεί τα σχεδιαγράμματα συστημάτων.
- ♦ Το 802.16e προσθέτει την κινητικότητα στα πρότυπα Αυτό το στοιχείο των προτύπων έχει το ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την Nokia.

## 2.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Το 802.16 λειτουργεί στα 124Mbps στο κανάλι των 28MHz, ενώ το 802.16a στα 70Mbps σε μικρότερη συχνότητα σε φάσμα 2-11GHz. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται από το WiMAX για την μετάδοση του σήματος είναι:

### OFDM

Το OFDM καθιερώθηκε και ενσωματώθηκε σε μερικές υπηρεσίες μεταφορέων νέας γενεάς όπως στην ψηφιακή TV. Διαβιβάζει τα πολλαπλάσια σήματα ταυτόχρονα απέναντι σε ένα καλώδιο ή σε μια ασύρματη πορεία μετάδοσης, μέσα στις χωριστές συχνότητες, με το ορθογώνιο στοιχείο που χωρίζει κατά διαστήματα αυτές τις συχνότητες για να αποφύγει την παρέμβαση. Υποστηρίζεται επίσης στο 802.11a WLAN πρότυπο.

Το 802.16a έχει τρεις PHY επιλογές: ένα OFDM με 256 υπομεταφορείς η μόνη επιλογή που υποστηρίζεται στην Ευρώπη από το ETSI, του οποίου τα αντίπαλα πρότυπα HiperMAN είναι πιθανό να ενταχθούν στο WiMAX. Το OFDMA, με 2048 υπομεταφορείς και μια ενιαία επιλογή μεταφορέων για τους προμηθευτές σκέφτονται να "χτυπήσουν" τα πολλαπλών διαδρομών προβλήματα με αυτόν τον τρόπο. Το OFDM σχεδόν βεβαία θα γίνει κυρίαρχο σε όλες τις ασύρματες τεχνολογίες συμπεριλαμβανομένου του κυψελοειδούς και σώματος βιομηχανίας του.

### **Υποστήριξη για την έξυπνη κεραία (smart antenna)**

Οι έξυπνοι μηχανισμοί κεραιών είναι μια από τις σημαντικότερες φασματικές μεθόδους αποδοτικότητας στα μη-κυψελοειδή ασύρματα δίκτυα. Τα 802.16 πρότυπα επιτρέπουν στους προμηθευτές να υποστηρίξουν την ποικιλία αυτών των μηχανισμών, οι οποίοι μπορούν να είναι ένας βασικός διαφοροποιητής απόδοσης.

### **Mesh**

Η Mesh Mode είναι μια προαιρετική τοπολογία για την επικοινωνία συνδρομητή με συνδρομητή στην μη-γραμμική θέα 802.1a. Συμπεριλαμβάνεται στα πρότυπα για να επιτρέψει σε ειδικά δίκτυα το χωρίς άδεια φάσμα και να επεκτείνει τις άκρες της σειράς του WMAN με χαμηλότερο κόστος. Η υποστήριξη πλέγματος έχει επεκταθεί πρόσφατα στις εξουσιοδοτημένες ζώνες.

### **Δικτύωση πλέγματος**

Αν και έχει την ιδιαίτερα σύνθετη τοπολογία, το πλέγμα είναι μια καλή εναλλακτική λύση δεδομένου ότι σε κλίμακες και διευθύνσεις χορηγεί άδεια στην απαλλάξιμη παρέμβαση.

---

## **Φασματική αποδοτικότητα**

Υποστηρίζει τα δύσκολα περιβάλλοντα χρηστών με τις εκατοντάδες των χρηστών ανά κανάλι, το υψηλό εύρος ζώνης, ένα συνεχές μίγμα και κυκλοφορίας έκρηξης.

## **Ανεξάρτητος πυρήνας πρωτοκόλλου**

Το WiMAX μπορεί να μεταφέρει τοIPv4, IPv6, Ethernet ή το ATM και άλλες ενισχυτικές πολλαπλάσιες υπηρεσίες ταυτόχρονα και με την ποιότητα της υπηρεσίας.

## **Ποιότητα της υπηρεσίας**

Η επέκταση "b" 802.16 ενδιαφέρεται για την ποιότητα της υπηρεσίας (QoS), η οποία επιτρέπει λειτουργία χωρίς αυστηρή διαστρέβλωση του σήματος από τα κτήρια, τον καιρό και τα οχήματα. Οι μηχανισμοί προβλέπουν διαφοροποιημένο QoS για να υποστηρίξουν διαφορετικές ανάγκες των διαφορετικών εφαρμογών. Παραδείγματος χάριν, η φωνή και το βίντεο απαιτούν τη χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση αλλά ανέχεται κάποιο ποσοστό λάθους, ενώ οι περισσότερες εφαρμογές στοιχείων πρέπει να είναι χωρίς λάθη, αλλά μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη λανθάνουσα κατάσταση. Το πρότυπο προσαρμόζει αυτές τις διαφορετικές μεταδόσεις με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων στο στρώμα της MAC.

## **Προσαρμοστική διαμόρφωση**

Πολλά συστήματα στην προηγούμενη δεκαετία έχουν περιλάβει τη σταθερή διαμόρφωση που προσφέρει μια ανταλλαγή μεταξύ της υψηλότερης διαμόρφωσης διαταγής για τα υψηλά ποσοστά στοιχείων, αλλά και της απαίτησης των βέλτιστων συνδέσεων ή περισσότερων χαμηλών διαταγών που θα λειτουργήσουν μόνο στα χαμηλά ποσοστά στοιχείων.

Το 802.1a υποστηρίζει την διαμόρφωση ισορροπώντας σε διαφορετική ποιότητα ποσοστών και συνδέσεων στοιχείων και ρύθμιση της διαμόρφωσης σχεδόν στιγμιαία για τη βέλτιστη μεταφορά στοιχείων και για να κάνει την αποδοτικότερη χρήση του εύρους ζώνης.



## **FDD and TDD**

Το πρότυπο υποστηρίζει επίσης πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας και χρόνου (FDD και TDD) που επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα με τα κυψελοειδή και άλλα ασύρματα συστήματα. Η FDD μέθοδος, έχει επεκταθεί ευρέως στην κυψελοειδή τηλεφωνία. Απαιτεί δύο ζευγάρια καναλιών, ένα για μετάδοση και ένα για υποδοχή με κάποια συχνότητα. Στα ρυθμιστικά περιβάλλοντα τα δομημένα ζευγάρια καναλιών διαθέτουν το εύρος ζώνης ανάλογα με τις απαιτήσεις κυκλοφορίας.

## **HIPERMAN**

Ένα εναλλακτικό πρότυπο για το 802.16a είναι το ευρωπαϊκό ίδρυμα προτύπων τηλεπικοινωνιών BRAN HA (Broadband Radio Access Networks HiperAccess) ή αλλιώς HiperMAN. Αυτό είναι πιθανό να ενταχθεί στο 802.16a.

Το ETSI έχει δύο προδιαγραφές: το Hiperaccess που λειτουργεί στα 11GHz και το HiperMAN που λειτουργεί στα 11GHz. Αυτό εξηγεί ότι το πλεονέκτημα WiMAX έχει προέλθει από την ισχυρή και ενιαία απασχολημένη εστίασή του.

Για να αποφύγει κατά ένα μεγάλο μέρος τις πολιτικές αναταραχές έχει αναστατώσει άλλες προσπάθειες όπως το Wi-Fi και το Mobile-Fi.

Το 802.11a είχε μερικές τεχνολογικές ανεπάρκειες, ειδικότερα η έλλειψή του ETSI HiperLan πρότυπου. Αντίθετα, το WiMAX έχει καθορίσει από την έναρξη να εναρμονίσει το 802.16 και το HiperMan.

	802.16	802.16a	802.16REVd or 802.16-2004	802.16e
Approved	Dec. 2001	Jan. 2003	July 2004	App. July 2005
Spectrum	10 - 66 GHz	< 11 GHz	< 11 GHz	2 - 6 GHz
Propagation	LOS	NLOS	NLOS	NLOS
Modulation	QPSK, 16QAM η 64QAM	OFDM 256, OFDMA + 802.16	OFDM 256, OFDMA + 802.16	OFDM 256, OFDMA + 802.16
Speed	32 – 134 Mbps	1 – 75 Mbps	Like 802.16a	Up to 15 Mbps
Mobility	No	No	No	Yes, with roaming
Channel bandwidth	20, 25 and 28 MHz	Variable from 1,25 up to 20 MHz	Like 802.16a	> 5 MHz
Cell size	1 - 5 km	5 – 8 km, max. η 50 km with directional antenna	Like 802.16a	1 – 5 km
Terminal		External with external antenna	External with internal antenna	PC card

### Εικόνα: Η οικογένεια IEEE 802.16

Το WiMAX λειτουργεί σε ένα μίγμα εξουσιοδοτημένου και μη εξουσιοδοτημένου (δηλαδή με ή χωρίς άδεια) φάσματος και τα αρχικά προϊόντα ήταν στις χωρίς άδεια ζώνες 2.5GHz και 3.5GHz και σε αυτά που χορηγούν άδεια 5.8GHz. Το εξουσιοδοτημένο φάσμα δίνει στους χειριστές την πιθανότητα να δημιουργηθούν προνόμια για τη σταθερή ασύρματη ευρυζωνική παροχή ειδικά στις αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές. Η χωρίς άδεια πτυχή σημαίνει ότι οι ανεξάρτητοι έχουν την πιθανότητα να παρέχουν backhaul στις υπηρεσίες για τις δυναμικές ζώνες, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν ένα ασύρματο δίκτυο.

## 2.5 Πρότυπα

Είμαστε τώρα στη δοκιμή των 802.16-2004 προτύπων, τα οποία είναι η σταθερή point-to-multipoint ευρυζωνική ασύρματη πρόσβαση έκδοση του WiMAX. Η πρώτη γενιά της τεχνολογίας θα επιτρέψει στους φορείς παροχής υπηρεσιών να επεκτείνει τις σταθερές ευρυζωνικές υπηρεσίες (παρόμοιες με το DSL ή το καλώδιο).

Αργότερα θα δημοσιευθεί το 802.16e το οποίο μερικοί άνθρωποι καλούν "φορητή" ή "νομαδική" φάση του WiMAX. Θα προσφέρει την ευρυζωνική συνδετικότητα παρόμοια με το WI-FI. Όταν χρησιμοποιεί κάποιος ένα σημειωματάριο σε ένα hotspot ή σε ένα κτίριο, θα είναι σε θέση να κινηθεί γύρω στις ίδιες ταχύτητες και να διατηρήσει την ευρυζωνική σύνδεσή του. Επειδή το πρότυπο 802.16e κατά ένα μεγάλο μέρος έχει ήδη καθοριστεί προγραμματίζεται να παραδοθεί μια λύση την ίδια στιγμή που το πρότυπο θα δημοσιευθεί, η οποία θα επιτρέψει την επέκταση είτε σε μια δοκιμαστική βάση είτε κάποια εμπορευματοποίηση μέσα στο 2006.

Υπάρχουν τρία διεθνή πρότυπα που είναι στην κοινή αποδοχή ή στο στάδιο της περάτωσης. Αυτά είναι το IEEE 802.16, τα ευρωπαϊκά HiperMAN και το κορεατικό WI- Bro. Αυτά τα πρότυπα έχουν πολλές ομοιότητες αλλά υπάρχουν μερικές διαφορές. Ένας σημαντικός στόχος του WiMAX Forum είναι να εξασφαλίσει ότι η υποστήριξη και για τα τρία ενσωματώνεται στο παγκόσμιο πρότυπο WiMAX.

### **IEEE 802.16 πρότυπο**

Η IEEE 802.16 ομάδα εργασίας είναι το σώμα που επιφορτίζεται για να καθορίσει τις τελικές προδιαγραφές που περιλαμβάνονται στην προδιαγραφή του WiMAX. Αυτό που κάνει είναι να εξασφαλίζει εμπορική συμβατότητα με τα πρότυπα. Το IEEE 802.16 πρότυπο είναι παρόμοιο αλλά όχι ακριβώς όπως το ευρωπαϊκό οδηγούμενο HiperMAN ή τα κορεατικά πρότυπα WI- Bro.

## **2.5.1 Η Intel και η ανάπτυξη των προτύπων επικοινωνιών του WiMAX**

Η Intel είναι ένας από τους αρχικούς ηγέτες στην ανάπτυξη των προτύπων WiMAX. Στο πρώτο επίπεδο τα IEEE πρότυπα είναι γνωστά ως 802.16-2004 και τελικά ως 802.16e. Σύμφωνα με τον πρόεδρο του WiMAX, Forum κάθε σώμα προτύπων ενσωματώνεται με ένα δίκτυο WiMAX χρησιμοποιώντας το πρώτο σχέδιο που επικυρώνεται από διάφορα μέλη του φόρουμ. Περιλαμβάνονται σε εκείνο το δίκτυο τα προδημοσιευμένα πρότυπα για την ασφάλεια δικτύων, την περιπλάνηση, και εκείνους τους τύπους ικανοτήτων που το κάνουν πραγματικά μια εφαρμόσιμη λύση. Αυτό που η Intel φέρνει στο συμβαλλόμενο μέρος είναι ανοικτά πρότυπα το οποίο σημαίνει τη διαλειτουργικότητα και παραδοσιακά τον εξοπλισμό χαμηλότερου κόστους.

## **2.5.2 Το WiMAX ένα παγκόσμιο πρότυπο**

Το WiMAX είναι ένα παγκόσμιο πρότυπο που θα πιστοποιήσει τελικά τα προϊόντα που μπορούν να πουληθούν παγκοσμίως και να επικοινωνήσουν στο ίδιο φάσμα συχνότητας και τη σειρά ισχύος. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι διαφορετικές χώρες χρησιμοποιούν τις διαφορετικές συχνότητες φάσματος για την ευρυζωνική παράδοση. Παραδείγματος χάριν η εξουσιοδοτημένη ζώνη 2,5 σειρά GHz στις ΗΠΑ ευρέως χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, η ευρέως χρησιμοποιημένη διεθνής ευρυζωνική σειρά φάσματος στα 3,5 κανάλια GHz δεν είναι διαθέσιμη στις ΗΠΑ. Τα πρόωρα κύματα των προϊόντων WiMAX δεν προορίζονται να λειτουργήσουν στις πολλαπλάσιες σειρές φάσματος.

## **2.5.3 Τα οφέλη ενός παγκόσμιου προτύπου**

Το καλύτερο παράδειγμα των οφελών του παγκόσμιου προτύπου μπορεί να βρεθεί στην πρόωρη απόφαση από τους ευρωπαϊκούς κυψελοειδείς μεταφορείς να υιοθετηθεί το παγκόσμιο σύστημα για την κινητή επικοινωνία (GSM). Αυτά τα πρότυπα χρησιμοποιούνται τελικά σε πολλές περιοχές στην Ασία στη Μέση Ανατολή και την Αφρική.

Είναι από πολλές απόψεις τα de facto διεθνή πρότυπα για την κυψελοειδή υπηρεσία. Αυτή η κοινωνία των προτύπων οδήγησε στην πολύ γρήγορη υιοθέτηση της κυψελοειδούς ασύρματης υπηρεσίας καθώς επίσης και της ισχυρής καινοτομίας και τις προοδευτικές προσφορές προϊόντων από τους μεταφορείς, που κυμαίνονται από τη χρησιμοποίηση του τηλεφώνου κυττάρων κάποιου να πληρώσει για τα προϊόντα μηχανών πώλησης στα προϊόντα υπηρεσιών μηνυμάτων (SMS).

Στις ΗΠΑ το σχετικά τεμαχισμένο περιβάλλον τεχνολογίας με τρεις αρχικές ανταγωνιστικές τεχνολογίες έχει αποτρέψει την περιπλάνηση επάνω στα ανόμοια δίκτυα. Οδήγησε επίσης στις υψηλότερες δαπάνες για τα προϊόντα υπηρεσιών και τηλεφώνων (που πρέπει να μετατραπούν από τους προμηθευτές για να εργαστούν στις διάφορες τεχνολογίες).

Τα σφαιρικά πρότυπα απλοποιούν τη διαδικασία προμηθευτών εξοπλισμού, μειώνουν τις δαπάνες, επιταχύνουν την αποδοχή πελατών και την υιοθέτηση και ενθαρρύνουν τη γρηγορότερη καινοτομία προϊόντων και υπηρεσιών.

### **Σταθερό ευρωζωνικό ασύρματο φάσμα**

**3.5GHz Ζώνη.** Η ζώνη 3.5GHz είναι η ευρύτερα διαθέσιμη ζώνη που διατίθεται για την ευρωζωνική ασύρματη πρόσβαση παγκοσμίως, εκτός από τις Ηνωμένες Πολιτείες παρά το πρόσφατο άνοιγμα σε 3650MHz. που καλύπτει 300MHz του εύρους ζώνης από 3,3 σε 3.6GHz και σε κάποια περίπτωση μέχρι 3.8GHz. Αυτή η ζώνη προσφέρει μεγάλη δυνατότητα για σταθερό backhaul εφαρμογών. Η 3.5GHz παραμένει μια ζώνη που διατίθεται συνήθως για τις σταθερές μόνο υπηρεσίες στο 77% των χωρών που ερευνώνται. Ωστόσο οι ρυθμιστές αρχίζουν να αναθεωρούν τις θέσεις τους να επιτρέψουν ότι οι φορητές υπηρεσίες σε πρώτη φάση προς την άδεια της πλήρους κινητικότητας σε 3.5GHz το 13% των χωρών που γίνεται έρευνα έχουν χαλαρώσει επάνω τις απαιτήσεις τους για τις σταθερές μόνο υπηρεσίες στους ρυθμιστές 3.5GHz. Αναγνωρίζουν ότι η γραμμή που διακρίνει το BWA και το 3G θολώνει και μπορεί να συγκλίνει στο μέλλον.

**U-NII 5GHz & ζώνες WRC.** Οι χωρίς άδεια εθνικές ζώνες υποδομής πληροφοριών (U-NII) έχουν τρεις σημαντικές ζώνες συχνότητας: χαμηλές και ήπιες ζώνες U-NII(5150 - 5350) (802.11a), WRC (νέο) (5470 - 5725), και ανώτερη U-NII/ISM ζώνη (5725 - το WI-FI 5850). Οι 5GHz οι ζώνες συχνότητας που καθορίζονται για την αύξηση BWA υπάρχουν σε όλο τον κόσμο. Η πρόσφατα διατιθέμενη παγκόσμια διάσκεψη (WRC) 5470 στη ζώνη 5725MHz προσθέτει το σημαντικό με άδεια απαλλάξιμο εύρος ζώνης. Οι περισσότερες μητροπολιτικές επεκτάσεις είναι στην ανώτερη ζώνη 5725 έως 5850 U-NII επειδή υπάρχει λιγότερη παρέμβαση εκεί, δηλ. το WI-FI και το υπαίθριο

επίδομα δύναμης είναι στα υψηλότερα 24W στη σειρά σε σύγκριση με μόνο 1W στις χαμηλότερες και μέσες ζώνες u- Nii.

**MMDS.** Το πολυδιαυλικό πολυσημειακό φάσμα υπηρεσιών διανομής (MMDS) περιλαμβάνει 31 κανάλια 6MHz που χωρίζουν κατά διαστήματα στα 2500 στη σειρά 2690MHz και περιλαμβάνει την εκπαιδευτική σταθερή υπηρεσία τηλεόρασης (ITFS) στις ΗΠΑ. Αυτό το φάσμα είναι σημαντικά υποχρησιμοποιούμενο από τον αρχικό εκπαιδευτικό σκοπό του και έχει διατεθεί για υπηρεσία BWA σε μερικές χώρες συμπεριλαμβανομένων των Ηνωμένων Πολιτειών της Βραζιλίας, του Μεξικού και του Καναδά.

Φάσμα όπως:

- Με άδεια διανομή του φάσματος τηλεοπτικής ραδιοφωνικής μετάδοσης
- 700 MHz
- 902-928 MHz (ΗΠΑ και Καναδάς)
- 2.40 - 2.4835 GHz
- 5.250 - 5.350 GHz
- 5.470 - 5.725 GHz (προτεινόμενα πρόσθετα 255 MHz στις ΗΠΑ)
- 24 GHz
- 60 GHz
- 70-80-90 GHz (ακόμα) δεν εξετάζεται από το WiMAX σχέδιο για να στρέψει τα σχεδιαγράμματα συστημάτων ώστε να χρησιμοποιήσει τη διαμόρφωση OFDM, που λειτουργεί στα 3,5 GHz που χορηγούν άδεια, 5,8 GHz απαλλάξιμες από άδεια, και 2,5 GHz με άδεια .

### **Μελλοντικό φάσμα για BWA/WiMAX**

Οι πρόσθετες ζώνες εξετάζονται σήμερα από τις διαφορετικές περιοχές σε όλο τον κόσμο για την επέκταση του WiMAX και άλλων παρόμοιων ευρυζωνικών ασύρματων υπηρεσιών πρόσβασης. Στην Ιαπωνία η ζώνη 4.9GHz-5.0GHz θα χρησιμοποιηθεί μετά από το 2007 ενώ η 5.47GHz-5.725GHz εξετάζεται επίσης για τη μελλοντική χρήση. Η πρώτη θα απαιτήσει μια άδεια για την επέκταση των σταθμών βάσεων και θα υποστηρίξει εύρος ζώνης 5MHz, 10MHz και 20MHz, ενώ η δεύτερη ενδεχομένως δεν θα απαιτήσει μια άδεια και θα υποστηρίξει εύρος ζώνης 20MHz.

Σχετικά με την διαθεσιμότητα φάσματος για την κινητικότητα WiMAX οι ρυθμιστές αναγνωρίζουν ότι η γραμμή που διακρίνει το BWA και το 3G θολώνει και μπορεί να συγκλίνει στο μέλλον.

Ωστόσο οι ρυθμιστές πρέπει να τηρήσουν την υποχρέωσή τους που αναλαμβάνεται στις 3G δημοπρασίες, να μην διαθέσει το φάσμα για τις 3G υπηρεσίες κινητής επικοινωνίας προτού να υιοθετήσει μια καθορισμένη χρονική περίοδο γύρω από το 2006-2007.

Οι πιο φιλελεύθερες χώρες όπου η πλήρης κινητικότητα επιτρέπεται περιλαμβάνουν τις ΗΠΑ (2.5GHz), Καναδάς (3,5 και 2.5GHz), Αυστραλία, Κορέα (2.3GHz WiBro). Το μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης η ζώνη 2.5-2.69 GHz είναι αποκλειστικά διατηρημένη για τις κινητές υπηρεσίες UMTS και δεν είναι επομένως διαθέσιμη στους φορείς παροχής υπηρεσιών BWA/WiMAX.

Σε άλλα μέρη του κόσμου, οι πρωτοβουλίες όπως η ITU WP8F, ωθούν για να επιτραπούν οι οργανισμοί διαλειτουργικότητας μεταξύ του UMTS και OFDM σε αυτές τις κινητές υπηρεσίες.

Πέρα από τους περιορισμούς κανονισμού, το WiMAX χρειάζεται τις χαμηλότερες ζώνες για να επεκτείνει οικονομικά τα δίκτυα που θα παρέχουν την πλήρη κινητικότητα. Υψηλότερες από τις ζώνες 3GHz δεν είναι κατάλληλες για τα κινητά δίκτυα δεδομένου ότι η κατάλληλη κάλυψη θα απαιτούσε πάρα πολλούς σταθμούς βάσεων έναντι των υπο-ζωνών 1GHz. Η ρυθμιστική ομάδα WiMAX εργάζεται για να επηρεάσει τους ρυθμιστικούς οργανισμούς και να ανοίξει παγκοσμίως τις ζώνες για την κινητικότητα WiMAX. Εκείνες οι ζώνες θα μπορούσαν να περιλάβουν 700 MHz και 450 MHz. Η ρυθμιστική ομάδα εργασίας εργάζεται επίσης για να δημιουργήσει ένα περιβάλλον για να υποστηρίξει την ενδεχόμενη σφαιρική περιπλάνηση για τις νομαδικές και κινητές συσκευές WiMAX.

## 2.6 Πρωτόκολλα

Το WiMAX δεν χρησιμοποιεί το συνδεδεμένο με καλώδιο ισοδύναμο πρωτόκολλο (WEP) όπως το WI-Fi αλλά χρησιμοποιεί τα πολύ νεότερα πρωτόκολλα ασφάλειας με τις ενισχυμένες ικανότητες κρυπτογράφησης. Το WI-Fi το ίδιο έχει διάφορες αυξήσεις ασφάλειας συμπεριλαμβανομένης της τεχνολογίας WPA και αυτήν την περίοδο την WPA-2. Και οι δύο τεχνολογίες έχουν βελτιώσει σημαντικά την ασφάλεια. Η πραγματοποίηση του κρίσιμου σημείου ότι η ασφάλεια ήταν προσανατολισμένη στη υιοθέτηση της ευρυζωνικής ασύρματης υπηρεσίας IEEE και του Forum αποφασίστηκε να καθοριστεί ένα γερό περιβάλλον ασφάλειας.

Η ασφάλεια του WiMAX υποστηρίζει δύο πρότυπα ποιοτικών κρυπτογραφήσεων αυτό του DES3 και του AES, το οποίο θεωρείται αιχμή. Τα πρότυπα καθορίζουν έναν αφιερωμένο επεξεργαστή ασφάλειας στο σταθμό βάσεων για τους εκκινητές. Υπάρχουν επίσης προδιαγραφές κρυπτογράφησης για την κυκλοφορία και τέλος η επικύρωση, το τελευταίο της οποίας προσαρμόζεται από το DOCSIS BPI και το πρωτόκολλο ασφάλειας.

**Βασικά, όλη η κυκλοφορία σε ένα δίκτυο WiMAX πρέπει να κρυπτογραφηθεί χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο CCMP που χρησιμοποιεί το AES για την επικύρωση ασφάλειας μετάδοσης και ακεραιότητας στοιχείων.**

## 2.7 Η χρήση του WiMAX

Μια αστικού επιπέδου γενική κάλυψη για ασύρματη πρόσβαση διαδικτύου φαίνεται μεγάλη υπόθεση, αλλά οι επιχειρήσεις μπορούν να εγκαταστήσουν έναν σταθμό βάσεων WiMAX ανάλογα με το πώς θα χρησιμοποιηθεί. Υπάρχουν τρόποι που μπορούν να εφαρμοστούν ως ζώνη για τις ασύρματες συνδέσεις όπου οι ενιαίοι χρήστες θέλουν να συνδεθούν στο διαδίκτυο με ένα laptop. Σε ένα κεντρικό σημείο συνδέονται εκατοντάδες πελάτες με μια σταθερή πάντα ασύρματη σύνδεση με το διαδίκτυο.

Στο πλαίσιο του σχεδίου "super WiFi", οι πόλεις πρέπει να ιδρύσουν τους σταθμούς βάσεων WiMAX στις περιοχές κλειδιά για την επιχείρηση και το εμπόριο και να επιτρέψουν έπειτα στους ανθρώπους να τους χρησιμοποιήσουν δωρεάν.

Αυτό γίνεται ήδη με το WiFi αλλά αντί να χρησιμοποιεί WiFi hot spots που καλύπτουν μερικές εκατοντάδες τετραγωνικές γιάρδες, μια πόλη θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει έναν σταθμό βάσεων WiMAX και να καλύψει μια ολόκληρη οικονομική περιοχή. Αυτό θα μπορούσε να είναι ισχυρός πόλος έλξης των επιχειρήσεων σε μια περιοχή.

Μερικές επιχειρήσεις μπορούν να ιδρύσουν ένα πομπό WiMAX και να παρέχουν αμειβόμενη πρόσβαση στους χρήστες. Αυτό είναι παρόμοιο με τις στρατηγικές που χρησιμοποιείται για το Wi-Fi, αλλά θα καλύπτει μια ευρύτερη περιοχή. Αντί να πηδάνε από ένα hot spot σε άλλο, το WiMAX δίνει την δυνατότητα στους χρηστές του να έχουν πρόσβαση



στο διαδίκτυο οπουδήποτε μέσα σε ακτίνα 30 μιλίων από το σταθμό βάσεων WiMAX. Αυτές οι επιχειρήσεις προσφέρουν απεριόριστη πρόσβαση χωρίς περιορισμούς ή έναντι χρεώσεων ανά λεπτό ή ανά ώρα.

Αυτό είναι το σενάριο WiMAX: Ένας φορέας παροχής υπηρεσιών διαδικτύου εγκαθιστά έναν σταθμό βάσεων WiMAX 10 μίλια από ένα σπίτι. Προτείνεται η αγορά ενός προσιτού υπολογιστή ή η αναβάθμιση του παλαιού υπολογιστή που θα έχει την ικανότητα WiMAX. Ένας ειδικός κώδικας κρυπτογράφησης θα δίνει την πρόσβαση στο σταθμό βάσεων. Ο σταθμός βάσεων θα εκπέμπει τα στοιχεία από το διαδίκτυο στον υπολογιστή σας για τον οποίο θα καταβάλλατε στον προμηθευτή μια μηνιαία αμοιβή. Σε ένα οικιακό δίκτυο, τα πράγματα δεν αλλάζουν πολύ. Ο σταθμός βάσεων WiMAX θα στέλνει τις πληροφορίες σε έναν WiMAX δρομολογητή, ο οποίος θα στέλνει έπειτα τις πληροφορίες στους διαφορετικούς υπολογιστές στο δίκτυό σας.

Το WiMAX όχι μόνο αποτελεί απειλή για τους φορείς παροχής υπηρεσιών ADSL αλλά το πρωτόκολλο WiMAX σχεδιάζεται για να προσαρμόσει μεθόδους μετάδοσης στοιχείων μια από τις οποίες είναι η Voice Over Internet Protocol (VoIP). Το VoIP επιτρέπει στους ανθρώπους να κάνουν τις τοπικές, υπεραστικές ακόμα και διεθνείς κλήσεις μέσω μιας ευρυζωνικής σύνδεσης με το διαδίκτυο που παρακάμπει τις τηλεφωνικές επιχειρήσεις εξ ολοκλήρου. Εάν οι WiMAX συμβατοί υπολογιστές γίνουν πολύ κοινοί, η χρήση του VoIP θα μπορούσε να αυξηθεί εντυπωσιακά.

## **2.8 Η αντικατάσταση του DSL και του καλωδίου από το WiMAX**

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το WiMAX είναι σφαιρικό ευρυζωνικό ασύρματο πρότυπο. Το θέμα εάν θα μπορούσε ή όχι να αντικαταστήσει είτε το DSL είτε το καλώδιο ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Πολλές αναπτυσσόμενες χώρες απλά δεν έχουν την υποδομή για να υποστηρίξουν είτε το καλώδιο είτε τις ευρυζωνικές τεχνολογίες DSL. Στην πραγματικότητα, πολλές τέτοιες χώρες ήδη ευρέως γνωστές χρησιμοποιούν τις ιδιόκτητες ευρυζωνικές ασύρματες τεχνολογίες. Ακόμη και σε τέτοιες περιοχές ωστόσο είναι πολύ απίθανο ότι είτε το καλώδιο είτε οι τεχνολογίες DSL θα εξαφανιζόταν.

Η επιχειρησιακή περίπτωση και η βασική υποδομή συχνά υπαγορεύουν ότι οι φτηνότερες λύσεις θα υπερισχύσουν. Σε πολλές περιοχές ακόμη και στα πολύ αναπτυσσόμενα έθνη μπορεί να είναι φτηνότερο να επεκταθεί το καλώδιο και το DSL στις πόλεις, ενώ το WiMAX θα εξουσιάσει έξω από σημαντικές κωμοπόλεις. Στις ΗΠΑ το καλώδιο και το DSL αυξάνονται εξαιρετικά γρήγορα αλλά δεν είναι διαθέσιμα για όλους τους πελάτες. Οι αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές στερούνται συχνά τις ευρυζωνικές επιλογές και σε κάποιες δεν είναι διαθέσιμες καθόλου. Όταν είναι διαθέσιμες οι εγκαταστάσεις DSL ή καλωδίων μπορούν μόνο να υπάρξουν μέσα στα όρια κωμοπόλεων χωρίς την υπηρεσία έξω από τα όρια πόλεων. Αυτό προσφέρει τα χαμηλού κόστους εργαλεία που είναι η δύναμη του WiMAX και έχει πρόσβαση σε πολλούς νέους πελάτες. Το WiMAX υπόσχεται επίσης ένα ολόκληρο νέο επίπεδο ευελιξίας πρόσβασης στοιχείων.

Επιπλέον το WiMAX θα παρέχει τις ανταγωνιστικές επιλογές για τους μεταφορείς και τους χρήστες που θα ωφελήσουν τους παραδοσιακούς μεταφορείς και τους πελάτες καλωδιώσεων με την ενθάρρυνση της καινοτομίας των βελτιωμένων υπηρεσιών.

## 2.9 WiMAX και WI-FI

Η ευρέως διαθέσιμη τεχνολογία WI-FI που χρησιμοποιείται στις δυναμικές ζώνες στα ξενοδοχεία, τα εστιατόρια, τους αερολιμένες ακόμα και στις μεγαλύτερες ζώνες WI-FI σε μερικές πόλεις θα συνεχίσει να αυξάνεται για πολλά έτη. Ωστόσο τα πρότυπα WiMAX αυξάνονται και συνεχίζουν να κερδίζουν την αποδοχή. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες του WiMAX σε μερικά έτη θα είναι σε θέση όχι μόνο να έχουν πρόσβαση στις δυναμικές ζώνες WI-FI σε μια καφετερία αλλά θα μπορούν επίσης να έχουν και φορητή και κινητή αστικού επιπέδου πρόσβαση του WiMAX. Το πρότυπο WiMAX είναι ένα μεγάλο μέρος του πολύ φωτεινού οράματος του ευρυζωνικού ασύρματου μέλλοντος που η ευελιξία υπόσχεται.

Η εντυπωσιακή πτυχή του WiMAX είναι η σαφής εστίαση και η ενότητα του σκοπού της. Μέχρι τώρα, ίσως λόγω των αρκετά χαμηλών αριθμών του, με τους περισσότερους από αυτούς που είναι μικρότερες επιχειρήσεις έχει αποφύγει τη σύνθετη πολιτική και τις κρυμμένες ημερήσιες διατάξεις των περισσότερων οργανισμών βιομηχανίας.

Βάσει όλων αυτών προκύπτουν διαφορές μεταξύ του WiMAX και του WI-FI. Αν και η θεμελιώδης τεχνολογία είναι η ίδια, κατά τη διάρκεια του χρόνου μπορούμε να προσθέσουμε τα επίπεδα εκλέπτυνσης στο WiMAX.

Τα WI-FI κανάλια καταλαμβάνουν ένα σταθερό πλάτος του φάσματος αλλά με το WiMAX παίρνουμε μικρότερα και στενότερα. Αυτό βοηθά τους φορείς παροχής υπηρεσιών που επιδιώκουν να προσφέρουν το ασύρματο DSL επειδή μπορούν να παρέχουν ένα στενότερο κανάλι που χρησιμοποιεί το λιγότερο εύρος ζώνης και εξυπηρετούν περισσότερους χρήστες.

Η άλλη μεγάλη διαφορά μεταξύ του WI-FI και του WiMAX είναι ότι πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε το εξουσιοδοτημένο φάσμα για να παραδώσουμε το WiMAX. Μέχρι σήμερα, όλη η τεχνολογία WI-FI έχει παραδοθεί στο χωρίς άδεια φάσμα. Το WiMAX θα χρησιμοποιήσει μια από τις χωρίς άδεια συχνότητες, αλλά υποστηρίζει επίσης δύο άλλες συχνότητες που του έχει χορηγηθεί άδεια. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιείται η δύναμη παραγωγής για να γίνει μετάδοση σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

Επίσης το WiMAX έχει σχεδιαστεί να είναι μια τεχνολογία, η οποία απαιτεί ένα πιο υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας και ποιότητας της υπηρεσίας που είναι τώρα διαθέσιμες στις εφαρμογές WI-FI. Αυτές οι θεμελιώδεις διαφορές κάνουν το WiMAX περισσότερο μια τεχνολογία πρόσβασης μητροπολιτικής περιοχής εναντίον των hotspot.

## **2.10 Η AT&T και το WiMAX**

Ενώ η βιομηχανία επικοινωνιών περίμενε το πρότυπο WiMAX παραπάνω από ένα έτος και οι επιχειρήσεις ανησυχούσαν για τη θέση της τεχνολογίας στον ασύρματο κόσμο, η AT&T που είναι ένα από τα κυριότερα μέλη είναι πρόθυμη να προβλέψει το μέλλον του WiMAX. Η επιχείρηση αυτή σκέφτηκε πώς η νέα ασύρματη τεχνολογία θα μπορούσε να έχει το χαμηλότερο κόστος και να προσφέρει ακόμη και πιθανό ανταγωνισμό με το 3G και την οπτική ίνα. Εξετάζοντας την τεχνολογία έναντι της ίνας και του 3G πίστεψε ότι το 802.16, που είναι η τεχνολογία WiMAX και πρόκειται να καταλήξει με ενιαία σφαιρικά πρότυπα θα μπορούσε ενδεχομένως να συμπληρώσει το 3G. Αυτό είναι μια τέταρτης γενεάς ασύρματη τεχνολογία και πραγματικά πρώτιστα στρέφεται στη μητροπολιτική περιοχή στις θέσεις γύρω από

τη χώρα που δεν έχει συνδεθεί η ίνα, η τεχνολογία WiMAX θα ήταν τέλεια και θα μπορούσε να προσφέρει υπηρεσίες χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες τεχνολογίες. Από την άποψη της ταχύτητας ένα δίκτυο WiMAX θα μπορούσε άμεσα να ανταγωνιστεί με το δίκτυο ραδιοφώνου αλλά το WiMAX στρέφεται κυρίως στο δίκτυο μητροπολιτικής περιοχής ενώ η ασύρματη προσφορά Cingular και Verizon περισσότερο στρέφεται στο καταναλωτικό χώρο.

Ακόμα και όταν η συγχώνευση γίνει οριστική δεν θα υπάρχει οποιαδήποτε σύγκρουση σε αυτό το συγκεκριμένο ζήτημα μεταξύ των προσφορών όλης της συνδυασμένης επιχείρησης του WiMAX της ίνας και του 3G γιατί όλα αυτά τα προτερήματα θα είναι εξαιρετικά συμπληρωματικά. Και αυτό επειδή ακόμη και με την SBC ίνα υπάρχουν πολλές θέσεις στη χώρα στην οποία δεν μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει την ίνα. Το WiMAX θα μπορούσε πράγματι να είναι μια από εκείνες τις τεχνολογίες που θα μπορούσαν να συμπληρώσουν τα χάσματα εκείνων των θέσεων στις αγροτικές περιοχές της χώρας όπου το τράβηγμα της ίνας γίνεται οικονομικά απρόσιτο.

## **2.11 Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του WiMAX**

Υπάρχουν περιοχές του κόσμου ειδικά στις αναδυόμενες αγορές και τις αγροτικές περιοχές όπου η ανάπτυξη της συνδεδεμένης με καλώδιο ευρυζωνικής υποδομής δεν είναι οικονομικώς αποδοτική. Το WiMAX είναι πολύ οικονομικώς αποδοτική τεχνολογία που επεκτείνεται γρήγορα στις περιοχές που ειδάλλως δεν θα είχαν ευρυζωνική πρόσβαση. Έτσι το WiMAX βοηθάει να διαδοθεί ευρυζωνικά σε περισσότερους χρήστες γρηγορότερα από τις υπάρχουσες τεχνολογίες.

Ένα άλλο όφελος του WiMAX είναι η δυνατότητα να αποκτηθούν οι υψηλότερες ταχύτητες σύνδεσης μακριά από τον πομπό. Αμέσως μπορεί κάποιος να πάρει μια πραγματικά υψηλή ταχύτητας σύνδεση στο WI-FI κοντά στον πομπό. Η άλλη επιλογή είναι ότι μπορεί να πάρει κάποιος μια αρκετά αργή σύνδεση με το Διαδίκτυο χρησιμοποιώντας μια κυψελοειδή τεχνολογία η οποία εκτείνεται σε μεγαλύτερη απόσταση. Το WiMAX τοποθετείται μεταξύ αυτών των δύο επιλογών. Θα υπάρχουν ταχύτητες παρόμοιες με τις συνδέσεις WI-FI μακριά από τον πομπό.

Το WiMAX επίσης μπορεί να εγκατασταθεί πολύ εύκολα το οποίο το καθιστά πιο οικονομικό για τους φορείς παροχής υπηρεσιών και ενδεχομένως μερικά από τα χρήματα θα αποδοθούν στους χρήστες. Παραδείγματος χάριν, με το 802.16-2004, οι φορείς παροχής υπηρεσιών θα είναι σε θέση να προσφέρουν την πρόσβαση μιλίου με μια εξωτερική κεραία. Σύντομα αναμένεται προσφορά της ίδιας υπηρεσίας έτσι ώστε οι άνθρωποι να μπορούν να βάλουν εκείνη την κεραία μέσα στο γραφείο τους κοντά στο παράθυρό τους. Αυτός ο τρόπος είναι ευκολότερος να εγκατασταθεί από ότι στο WI-FI, το οποίο απαιτεί την ακριβή ευθυγράμμιση μεταξύ των σημείων πρόσβασης. Ο στόχος είναι εδώ να επιτρέψουμε την αυτοεγκατάσταση.

Αυτό που αποτελεί πρόκληση είναι ο συνδυασμός χαμηλότερου κόστους και ευελιξίας που το WiMAX υπόσχεται. Σε γενικές γραμμές τα ευρυζωνικά δίκτυα WiMAX μπορούν να χτιστούν γρήγορα και σχετικά φτηνά με την εγκατάσταση μερικών ασύρματων σταθμών βάσεων που τοποθετούνται στα κτίρια.

Το WiMAX προορίζεται επίσης να παρέχει τις ευρυζωνικές κινητές συσκευές διασύνδεσης. Αυτό δεν θα γίνει γρήγορα αλλά οι προσδοκίες είναι 15 Mbit/sec σε μια περιοχή κάλυψης κυττάρων 3km.

Οι προμηθευτές ημιαγωγών όπως η Intel προβλέπουν τη χρήση των WiMAX τσιπς σε PCs και άλλο εξοπλισμό τελικών χρηστών μέχρι το 2006, και σε PDAs και τα κινητά τηλέφωνα μέχρι το 2007 ή το 2008, αυξάνοντας την προοπτική μιας μαζικής αγοράς των χρηστών που αναπτύσσονται.

Ένα άλλο όφελος του WiMAX είναι ότι θα ανοίξει το δρόμο σε άλλους χειριστές, όπως το ασύρματο ISP, για να προσφέρει την ευρυζωνική υπηρεσία. Υπάρχουν ανταγωνιστικοί χειριστές που προσφέρουν τις σταθερές υπηρεσίες σήμερα και προσπαθούν να εισχωρήσουν στην κινητή αγορά δημιουργώντας μεγάλης χωρητικότητας πληροφοριών δίκτυα.

Το WiMAX είναι σημαντικό για την κινητή ευρεία ασύρματη ζώνη γιατί προσφέρει πρότυπα πολυφάσματος με μια καλύτερη ευρυζωνική έννοια της τεχνολογίας που μπορεί σημαντικά να μειώσει τις δαπάνες, να βελτιώσει τη φασματική αποδοτικότητα και να παραδώσει τις κερδοφόρες υπηρεσίες.

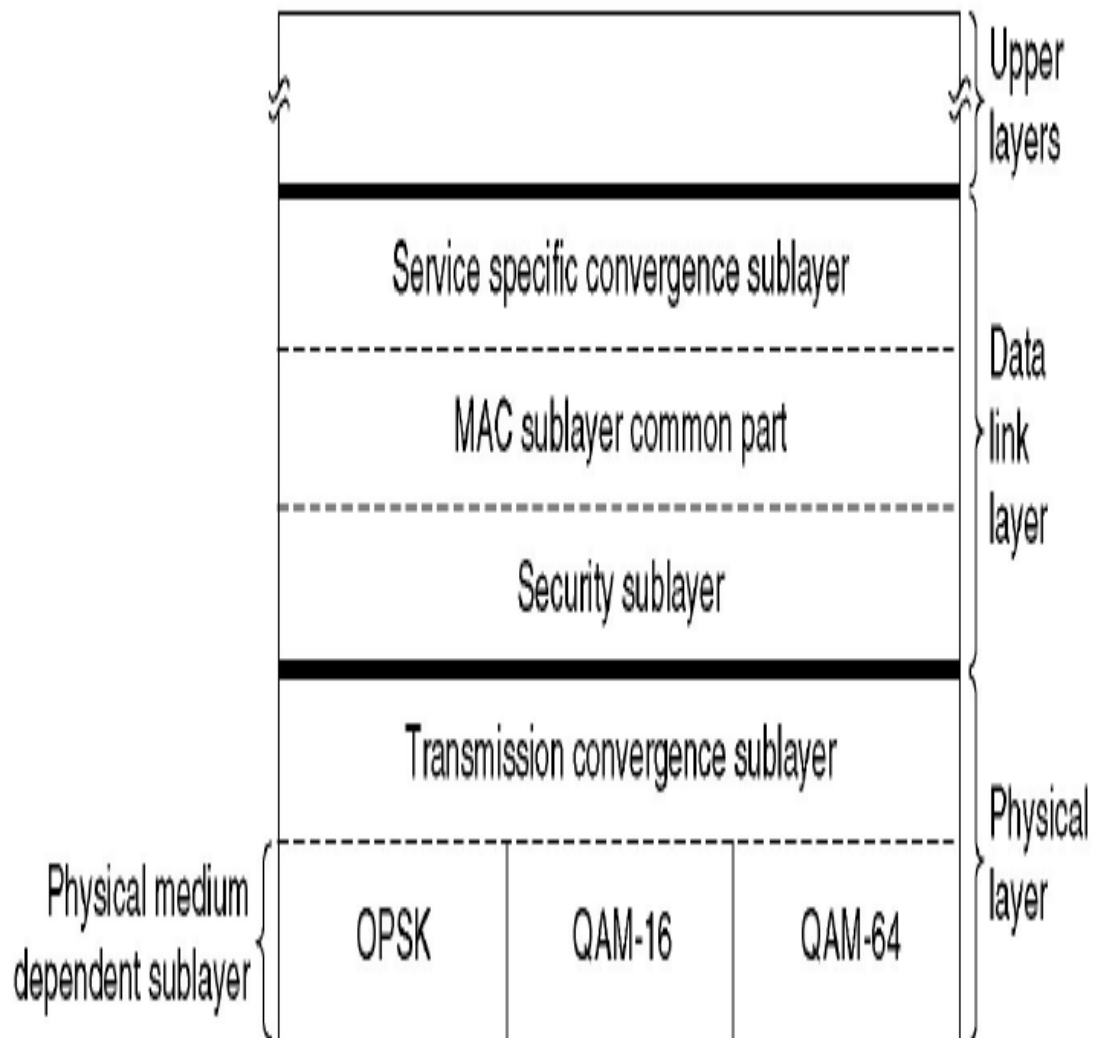
Είναι επίσης σημαντικό και για τη σταθερή ασύρματη ευρεία ζώνη γιατί δεν υπήρχε κανένα συνεκτικό πρότυπο για τα υπαίθρια δίκτυα μητροπολιτικής περιοχής πέρα από τις προσαρμοσμένες τεχνολογίες WI-FI μέχρι να εμφανιστεί το WiMAX.

Ωστόσο μειονέκτημα αποτελεί η περίπτωση μετά από την πρόσφατη ανακοίνωση ότι η επίσημη δοκιμή πιστοποίησης για τα προϊόντα WiMAX που ήταν προγραμματισμένη να αρχίσει τον Ιανουάριο θα είχε καθυστέρηση μέχρι έξι μήνες. Στην ουσία, αυτό σημαίνει ότι κανένα επικυρωμένο προϊόν που χρησιμοποιεί την IEEE 802.16-2004 προδιαγραφή δεν θα ήταν διαθέσιμο μέχρι τουλάχιστον το τέλος του 2005.

Επίσης το μακροπρόθεσμο όραμα για το ευρυζωνικό ασύρματο πρότυπο που χρησιμοποιεί το WiMAX είναι σαφώς μια από τις πολλαπλάσιες τεχνολογίες που γεμίζουν τις διαφορετικές θέσεις στον κόσμο παροχής υπηρεσιών. Τα σαφώς κινητά προϊόντα φωνής είναι ώριμα, καλά πραγματοποιημένα κερδοφόρα και σταθερά. Η αληθινά κινητή παραλλαγή αυτού θα είναι πιθανώς τεχνικά πιο δύσκολο να επιτευχθεί. Το κινητό WiMAX θα είναι ένας μακροχρόνιος χρονικός ερχομός ακόμα κι αν ένας κορυφαίος WiMAX υπερασπιστής, η Intel, έχει συνεργαστεί με άλλους προμηθευτές για να αρχίσει τη δοκιμή του κινητού WiMAX στις αρχές του επόμενου χρόνου.

Η αντίσταση των προμηθευτών, η απροθυμία των χειριστών και η γενική σύγχυση αγοράς θέτουν τα σημαντικά εμπόδια στην επιτυχία του WiMAX.

Τέλος οι σταθεροί ασύρματοι χειριστές δεν είναι πολύ ενθουσιώδεις για το WiMAX. Οι χειριστές έχουν καεί από τις υποσχέσεις last mile και δεν είναι πολύ πρόθυμοι να εξετάσουν τον πρώτης γενιάς εξοπλισμό WiMAX. Οι προμηθευτές πρέπει να στρατολογήσουν μερικούς υψηλού προφίλ χειριστές για να δημιουργήσουν επιτυχημένες περιπτώσεις.



**Εικόνα 2: Η αρχιτεκτονική επιπέδων στο WiMAX**

## 3.1 Το 802.16

### 802.16 PHY

Είναι βασισμένο στην διαμόρφωση OFDM και υποστηρίζει πολλαπλά επίπεδα διαμόρφωσης συμπεριλαμβανομένων των BPSK, QPSK, 16QAM και 64QAM. Προαιρετικά υποστηρίζει την διαβίβαση στην κατιούσα σύνδεση.

### 802.16 MAC

Εστιάζει κυρίως στην διαχείριση των πόρων με τον αποδοτικότερο τρόπο. Υποστηρίζει την PMP, point to multipoint σύνδεση. Η MAC είναι μια σύνδεση στην είσοδο του δικτύου της οποίας κάθε σταθμός συνδρομητών (SS) δημιουργεί μια ή περισσότερες συνδέσεις πέρα από τις οποίες τα στοιχεία τους διαβιβάζονται από και προς τον σταθμό βάσεων. Σχεδιάζει τη χρήση των πόρων συνδέσεων αέρα και παρέχει QoS. Επίσης εκτελεί ARQ και παρέχει το υπόστρωμα σύγκλισης που υποστηρίζει το ATM και άλλες βασισμένες τεχνολογίες.

### Προγραμματισμός

Συγκεκριμένα ο σταθμός βάσεων συλλέγει τα αιτήματα των πόρων από όλους τους σταθμούς συνδρομητών (SS) μέσα στη σειρά του. Καθορίζει το ποσό των χορηγημένων πόρων για κάθε σύνδεση στο δίκτυο.

Επίσης διαβιβάζει αυτές τις επιχορηγήσεις σε όλο το SS. Με βάση τον προγραμματισμό αυτόν είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ο σχεδιασμός υπηρεσιών που σχεδιάζεται για να βελτιώσει την αποδοτικότητα της διαδικασίας ψηφοφορίας/επιχορήγησης των πόρων με τη διευκρίνιση μιας υπηρεσίας και σχετικού QoS.

Οι σταθμοί βάσεων μπορούν να προλάβουν τις ανάγκες ρυθμοαπόδοσης και λανθάνουσας κατάστασης της κυκλοφορίας και να παρέχουν τις ψηφοφορίες ή και τις επιχορηγήσεις στις κατάλληλες χρονικές στιγμές.

### Προγραμματισμένες uplink υπηρεσίες

Η Unsolicited Grant Service UGS σχεδιάζεται για να υποστηρίξει τις σε πραγματικό χρόνο ροές υπηρεσιών που παράγουν τα σταθερά στοιχεία μεγέθους πακέτα σε περιοδική βάση όπως η E1. Η υπηρεσία προσφέρει τις σταθερές επιχορηγήσεις μεγέθους σε πραγματικό χρόνο περιοδική βάση.



Η Real-Time Polling Service (rtPS) σχεδιάζεται για να υποστηρίξει τις σε πραγματικό χρόνο ροές υπηρεσιών που παράγουν το μεταβλητό μέγεθος πακέτων στοιχείων σε περιοδική βάση όπως το βίντεο MPEG. Η υπηρεσία προσφέρει τις σε πραγματικό χρόνο περιοδικές ευκαιρίες αιτήματος, οι οποίες επιτρέπουν στον σταθμό συνδρομητών να διευκρινίσουν το μέγεθος της επιθυμητής επιχορήγησης.

Η Non-Real-Time Polling Service (nrtPS) σχεδιάζεται για να υποστηρίξει τις ροές μη πραγματικών χρονικών υπηρεσιών που απαιτούν το μεταβλητό μέγεθος. Η υπηρεσία προσφέρει τις ψηφοφορίες σε κανονική βάση που βεβαιώνει ότι η ροή λαμβάνει τις ευκαιρίες αιτήματος ακόμη και κατά τη διάρκεια της συμφόρησης δικτύων. Η Best Effort (BE) σχεδιάζεται για να παρέχει την αποδοτική υπηρεσία στην καλύτερη κυκλοφορία προσπάθειας και επιτρέπει τις ευκαιρίες αιτήματος ισχυρισμού χρήσης των σταθμών συνδρομητών.

### **Στρώματα σύγκλισης**

Στην κορυφή της MAC υπάρχουν στρώματα σύγκλισης στο ATM και άλλα πακέτα βασισμένα στις τεχνολογίες (Ethernet, IP, κ.λπ...). Πρόσφατα προτάθηκε να εισαγάγει ένα πρόσθετο στρώμα σύγκλισης TDM για να υποστηρίξει το αντίτιμο των μισθωμένων γραμμών.

## **3.2 Η ρυθμοαπόδοση της τεχνολογίας WiMAX**

Το WiMAX υποστηρίζει υψηλή ρυθμοαπόδοση δεδομένων. Η τεχνολογία στα θεωρητικά μέγιστα θα μπορούσε να υποστηρίξει περίπου 75 Mbps ανά κανάλι. Η πραγματική παγκόσμια απόδοση είναι αρκετά χαμηλή, ίσως περίπου 45 Mbps/κανάλι σε μερικές σταθερές ευρυζωνικές εφαρμογές. Οι πραγματικές ικανότητες μετάδοσης ανά βάση πελατών θα μπορούσαν να ποικίλουν ευρέως ανάλογα με την επιλεγμένη βάση πελατών του μεταφορέα, η οποία είναι πραγματικά μια έμφυτη δύναμη επειδή μπορεί να καθοριστεί από το QoS σε μια σκόπιμη μόδα για να προσφέρει τις διαφορετικές ικανότητες εύρους ζώνης στους πελάτες με τις διαφορετικές ανάγκες (και τους διαφορετικούς προϋπολογισμούς). Οι κινητές ικανότητες WiMAX ανά βάση πελατών θα είναι χαμηλότερες στην πραγματικότητα, αλλά πολύ καλύτερες από τις ανταγωνιστικές 3G τεχνολογίες.

Το WiMAX αναφέρεται συχνά ότι κατέχει μια φασματική αποδοτικότητα 5 bps/Hz, η οποία είναι πολύ καλή έναντι άλλων ευρυζωνικών ασύρματων τεχνολογιών, ειδικά του 3G.

### 3.3 Το WiMAX και η ποιότητα των υπηρεσιών (QoS)

Το ασύρματο WiMAX πρότυπο υπόσχεται ότι θα παρέχει ικανοποιητικές υπηρεσίες QoS και θα ενσωματώσει την ποιότητα τρόπου ασύγχρονης μεταφοράς (ATM). Υπάρχουν πολλά στοιχεία της ασύρματης μετάδοσης που έχουν επιπτώσεις στην ποιότητα των αναγκών των σημάτων που ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο στοιχείων. Παραδείγματος χάριν, το VoIP μπορεί να ανεχτεί μερικά λάθη αλλά πρέπει να έχει τις χαμηλές λανθάνουσες καταστάσεις για να λειτουργήσει. Η τηλεοπτική μετάδοση είναι παρόμοια.

Αντιθέτως τα πακέτα στοιχείων δεν χρειάζονται ειδικά τις χαμηλές λανθάνουσες καταστάσεις αλλά δεν μπορούν να υπομείνουν τα λάθη μετάδοσης. Το WiMAX ολοκληρώνει εν μέρει αυτό με την ανάθεση των μονάδων στοιχείων πρωτοκόλλου μεταβλητού μήκους (PDUs), το οποίο είναι βασικά το μέγεθος πακέτων στοιχείων στο φυσικό στρώμα, το οποίο μπορεί να συνδυαστεί για να μειώσει και να δημιουργήσει το σήμα πάνω στο στρώμα PHY. Αυτό καλείται προσαρμοστική διαμόρφωση και είναι μια αιχμηρή σύμβαση από τα στατικά σχέδια διαμόρφωσης.

Μια παρόμοια τεχνική χρησιμοποιείται για τη MAC που εκπέμπουν το σήμα εκτός αν καλούνται μονάδες στοιχείων υπηρεσιών (SDUs). Διάφορες άλλες τεχνικές χρησιμοποιούνται για τη μείωση των μεταδόσεων των σημάτων για να βελτιώσουν την ψηφιοποίηση ή τις επικοινωνίες μεταξύ των ασυρμάτων. Στο παλαιότερο πρωτόκολλο 802.11b κάθε ασύρματο δίκτυο και σταθμός βάσεων συνεχίζουν να εκπέμπουν σήμα και να αλληλεπιδρούν συνεχώς με άλλα ασύρματα δίκτυα (βασικά μια προσέγγιση CSMA/ CD παρόμοια με τα δίκτυα υπολογιστών Ethernet). Αυτό οδηγεί δυστυχώς στη σύγκρουση πακέτων, την απώλεια πακέτων και πολλή ανεπαρκή διαγώνια αναζήτηση σε έναν στατικό τρόπο. Η WiMAX τεχνολογία υποστηρίζει ποικίλους αποδοτικότερους μηχανισμούς ψηφιοποίησης που οι προμηθευτές και οι μεταφορείς μπορούν να επιλέξουν να χρησιμοποιήσουν συμπεριλαμβανομένου ενός καθορισμένου κύκλου επαφών,

της ομαδοποίησης των ασυρμάτων στις ομάδες επαφών ή ακόμα και της άδειας των ασυρμάτων πελατών για να παραχθεί ένα συνοπτικό σήμα που δείχνει ότι χρειάζεται έναν κύκλο μετάδοσης.

Και τα δύο κοινά duplex σχέδια υποστηρίζονται από το WiMAX. Αυτά είναι το FDD και το TDD. Το τμήμα συχνότητας (FDD) απαιτεί ότι δύο παράλληλα κανάλια στέλνουν και λαμβάνουν. Αυτή η μέθοδος είναι μια κατανοητή διατήρηση από την κυψελοειδή τεχνολογία. Το νεότερο χρονικό τμήμα (TDD) επιτρέπει τη δυναμική και συμμετρική διαβίβαση στοιχείων πέρα από ένα ενιαίο κανάλι.

## 4.1 WiMAX συστατικά

Τα τμήματα πυρήνων ενός συστήματος WiMAX είναι ο σταθμός (SS) συνδρομητών ειδάλλως γνωστός ως (CBE) και ο σταθμός (BS) βάσεων. Ο σταθμός βάσεων και ένας ή περισσότεροι σταθμοί συνδρομητών μπορούν να διαμορφώσουν ένα κύτταρο με μια point to multipoint (P2MP) δομή. Στον αέρα, σταθμοί βάσεων ελέγχουν τη δραστηριότητα μέσα στο κύτταρο, συμπεριλαμβανομένης της πρόσβασης στο μέσο από τις κατανομές των σταθμών βάσεων για να επιτύχουν την ποιότητα της υπηρεσίας (QoS) και την αποδοχή στο δίκτυο βασισμένο στους μηχανισμούς ασφάλειας δικτύων. Ένα 802.16 βασισμένο σύστημα χρησιμοποιεί συχνά τη σταθερή κεραία επί του τόπου σταθμών συνδρομητών. Οι παροχές όπως τα συστήματα προσαρμοστικών κεραιών υποστηρίζονται επίσης προαιρετικά από τα πρότυπα για τον ενισχυμένο προϋπολογισμό συνδέσεων που απαιτείται για την εσωτερική εγκατάσταση. Το IEEE 802.16 υπο επιτροπή λειτουργεί αυτήν την περίοδο στην επέκταση και στα πρότυπα που απαιτούνται για την κινητικότητα και την υποστήριξη για τα περιορισμένα σε δύναμη τερματικά των σταθμών συνδρομητών.

Οι σταθμοί βάσεων χρησιμοποιούν είτε κατευθυντικές, είτε πανκατευθυντικές κεραιές. Ένα σταθερό SS χρησιμοποιεί χαρακτηριστικά την κατευθυντική κεραία ενώ το κινητό ή φορητό SS χρησιμοποιεί συνήθως μια πανκατευθυντική κεραία. Πολλαπλάσιο του σταθμού βάσεων μπορεί να διαμορφωθεί για να διαμορφώσει ένα κυψελοειδές ασύρματο δίκτυο. Όταν το ορθογώνιο τμήμα συχνότητας που πολλαπλασιάζεται χρησιμοποιείται, η ακτίνα κυττάρων μπορεί ιδανικά να φθάσει μέχρι 30 μίλια, ωστόσο αυτό απαιτεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον καναλιών και μόνο το χαμηλότερο ποσοστό στοιχείων μπορεί να επιτευχθεί. Τα πρακτικά μεγέθη κυττάρων έχουν συνήθως μια μικρή ακτίνα περίπου 5 μιλίων ή λιγότερο. Τα 802.16 πρότυπα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε μια από σημείο προς σημείο (P2P) ή τοπολογία πλέγματος, χρησιμοποιώντας τα ζευγάρια των κατευθυντικών κεραιών. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει την αποτελεσματική σειρά του συστήματος σχετικά με αυτό που μπορεί να επιτευχθεί με τρόπο point to multipoint (P2MP).

Τα WiMAX CERTIFIED ασύρματα προϊόντα δεν είναι ακόμα διαθέσιμα. Διάφοροι ασύρματοι προμηθευτές έχουν αναγγείλει τα υποχωρητικά προϊόντα WiMAX που εμμένουν στις μορφές IEEE 802.16 (αποκαλούμενα πρόωρα ασύρματα προϊόντα WiMAX). Ωστόσο, κανένας μέχρι τώρα δεν έχει εξετάσει την αληθινή διαλειτουργικότητα.

Η αρχική δοκιμή διαλειτουργικότητας θα αρχίσει κατά τη διάρκεια του δεύτερου εξαμήνου του 2005 και θα συνεχιστεί σε τρέχουσα βάση.

Τα αποκαλούμενα πρόωρα ασύρματα προϊόντα του WiMAX είναι τα ευρυζωνικά ασύρματα προϊόντα (που αναπτύσσονται συνήθως από το WiMAX Forum αλλά όχι όλα) που υποβάλλουν τα IEEE 802.16 τεχνικά πρότυπα. Αυτά τα ασύρματα προϊόντα θεωρούνται ότι τοποθετούν την πλήρη λειτουργία της IEEE 802.16 βάσης προτύπων. Ωστόσο, ακόμα δεν έχουν εξεταστεί για τη διαλειτουργικότητα τους στις επεκτάσεις τομέων.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η τεχνική ικανότητα αυτών των ασύρματων προϊόντων είναι συχνά πολύ υψηλή και μπορεί να παραδώσει την υψηλής ποιότητας ευρυζωνική ασύρματη πρόσβαση για τους χρήστες. Για ποικίλη επιχειρησιακή περίπτωση οι λόγοι που περιμένουν τα επικυρωμένα προϊόντα να είναι διαθέσιμα θεωρούνται στρατηγικό λάθος από μερικούς αναλυτές. Η ευκαιρία να εξασφαλιστεί ένας ευρυζωνικός πελάτης τώρα και αργότερα να υπερασπιστεί ο πελάτης αυτός (ίσως με τις βελτιώσεις WiMAX) ενάντια στον ανταγωνισμό είναι πιο ελκυστικός από αυτό που περίμεναν τα ανταγωνιστικότερα προϊόντα.

Το αν τα πρόωρα ασύρματα προϊόντα WiMAX θα επικοινωνήσουν με τα αληθινά WiMAX πιστοποιημένα προϊόντα εξαρτάται από την δοκιμή πιστοποίησης που απαιτείται για να βεβαιώσει τη διαλειτουργικότητα. Πιθανόν αυτό θα ποικίλει από προμηθευτή σε προμηθευτή. Τα μέλη του WiMAX Forum βεβαιώνουν ότι τα προϊόντα τους κρατούν την εσωτερική διαδρομή στο επιτυχές WiMAX CERTIFICATION. Διάφοροι προμηθευτές έχουν βεβαιώσει ότι τα πρόωρα προϊόντα θα είναι συμβατά με το μελλοντικά προϊόντα του WiMAX CERTIFIED. Αυτό είναι ένα κρίσιμο βήμα που προετοιμάζει το έδαφος για τις εμπορικές επεκτάσεις το 2006. Πρέπει να σημειωθεί ότι το IEEE 802.16e (ή κινητή προδιαγραφή WiMAX καθορισμένη) δεν έχει διατυπωθεί εντελώς.

## **4.2 Ο επικυρωμένος εξοπλισμός του WiMAX Forum**

Το χρονοδιάγραμμα για τα επικυρωμένα WiMAX προϊόντα έχει προμηθευτές τσιπ και ασύρματους κατασκευαστές που προσαρμόζονται στις απαιτήσεις μια νέας συνεκτικής βιομηχανίας από την αρχή.

---

Έχει υπάρξει κάποια κριτική της υπόδειξης ως προς το χρόνο για τις πραγματικές εμπορικές αρχές του WiMAX . Ωστόσο, είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι η ευρυζωνική ασύρματη βιομηχανία πρόσβασης δεν κατέχει κανένα αληθινό υπαίθριο πρότυπο επιπέδων MAN οποιουδήποτε είδους στο παρελθόν.

Η απαίτηση της βιομηχανίας πελατών παρά αυτόν τον περιορισμό είναι πολύ ισχυρή. Ουσιαστικά ανεξάρτητα από πότε το επικυρωμένο WiMAX προϊόν θα διατίθεται είναι από πολλές απόψεις ένα αμφισβητήσιμο σημείο. Δεν υπάρχει καμία άλλη τυποποιημένη υπάρχουσα επιλογή που θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις μελλοντικές ανάγκες της βιομηχανίας BWA. Φαίνεται ότι το 2005 είναι το έτος που η δοκιμή διαλειτουργικότητας θα φθάσει στην πλήρη ταλάντευση με τουλάχιστον μερικά προϊόντα αργότερα.

Η Malaga της Ισπανίας που εδρεύουν τα εργαστήρια Cetecom επιλέχθηκε να παρέχει τη δοκιμή για τη διαλειτουργικότητα των προϊόντων WiMAX. Η εταιρία έχει ένα εμπορικό γραφείο στη Μαδρίτη. Η διαδικασία επιλογής διάρκεσε ένα έτος για να επιλέξει έναν νικητή και σε διάφορους παράγοντες συμπεριλαμβανομένης της παρουσίας περιφερειακών εργαστηρίων Cetecom όπου οι προμηθευτές WiMAX και ο κόσμος θα μπορούσαν εύκολα να έχουν πρόσβαση. Επιπλέον η Cetecom κατείχε ένα ισχυρό αρχείο διαδρομής της εμπειρίας με τα πρότυπα όπως: GSM/GPRS, EDGE, W-CDMA, WiFi και Bluetooth. Το εργαστήριο θα λειτουργήσει ως ανεξάρτητη εξεταστική ομάδα για να επιβεβαιώσει τη συμμόρφωση με το IEEE 802.16, το ETSI HiperMAN και τα πρόσφατα προστιθέμενα πρότυπα WI- Bro μαζί με τη διαλειτουργικότητα προϊόντων που χρησιμοποιεί τις προδιαγραφές που τίθενται ως στόχος από το WiMAX Forum για να καθορίσουν τις απαιτήσεις εξέτασης.

### **4.3 Πιστοποιημένο και υποχωρητικό WiMAX προϊόν**

Η διάκριση μεταξύ ενός υποχωρητικού προϊόντος WiMAX και μιας αληθινής ασύρματης λύσης WiMAX CERTIFIED είναι κρίσιμη. Το WiMAX Forum είναι το μόνο σώμα που εξουσιοδοτείται από τα μέλη του για να διατυπώσει και να ελέγξει τη δοκιμή διαλειτουργικότητας. Τα ασύρματα προϊόντα εγγυώνται ότι τα προϊόντα συναντούν το IEEE 802.16 τυποποιημένο και ότι κάθε προϊόν προμηθευτών έχει εξεταστεί φυσικά και έχει πιστοποιηθεί για να λειτουργήσει με άλλα επικυρωμένα

---

ασύρματα προϊόντα. Αυτό είναι ουσιαστικό στη διαδεδομένη υιοθέτηση της τεχνολογίας. Οποιαδήποτε επιχείρηση θα μπορούσε να χτίσει τα υποχωρητικά ασύρματα προϊόντα WiMAX από τη σκοπιά των τεχνικών προδιαγραφών. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι εκείνα τα ασύρματα προϊόντα θα λειτουργούσαν με άλλο εργαλείο προμηθευτών. Για να χτιστεί ένα ασύρματο δίκτυο πρέπει να ανταποκρίνεται σε μια τεχνική προδιαγραφή και να εξασφαλίσει ότι τα προϊόντα προμηθευτών (που χτίζονται με τις ποικίλες μεθοδολογίες εφαρμοσμένης μηχανικής και τις διαδικασίες κατασκευής) πραγματικά λειτουργούν καλά μαζί στον πραγματικό κόσμο.

#### **4.4 Τα οφέλη του επικυρωμένου WiMAX εξοπλισμού στους φορείς παροχής υπηρεσιών**

Το όφελος των τεχνολογικών προτύπων στην κοινότητα φορέων παροχής υπηρεσιών είναι σημαντικό. Η συλλογή του πολυάριθμου των καινοτομιών τεχνολογίας σε μια συνεπή συσκευασία θα βελτιώσει την υπηρεσία. Επίσης, μια συνεπέστερη τεχνολογική προσέγγιση είναι ένα βασικό συστατικό στον προσδιορισμό των καλύτερων πρακτικών για να παραδώσει την ευρυζωνική ασύρματη πρόσβαση με συνέπεια στα πολλαπλάσια περιβάλλοντα της γεωγραφικής και της ραδιοσυχνότητας (RF). Το κόστος μειώνεται από τη βασισμένη υποστήριξη τσιπ πυριτίου και των επιπτώσεων προσφορών τεχνολογίας WiMAX. Η ύπαρξη μιας οικονομικώς αποδοτικής, σύγχρονης εναλλακτικής λύσης αιχμής στα παραδοσιακά ευρυζωνικά προϊόντα καλωδιώσεων που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα στις ΗΠΑ και τις διεθνείς κοινότητες σήμερα θα ενθαρρύνει την ανταγωνιστική κατάληξη στο χαμηλότερο κόστος και τις ενισχυμένες υπηρεσίες όλων των καταναλωτών. Η διαδεδομένη υιοθέτηση του WiMAX μπορεί να ολοκληρώσει αυτόν τον στόχο.

Οι αγροτικές περιοχές που επιδιώκουν την οικονομική ανάπτυξη μέσω της στρατολόγησης της βιομηχανίας θα κερδίσουν ένα σημαντικό εργαλείο για να προσελκύσουν τους επιχειρηματικούς πελάτες στις πιο απομακρυσμένες περιοχές. Διεθνώς οι χώρες με μόνο τη μέτρια ευρυζωνική διείσδυση θα μπορούσαν να επιτύχουν τη γρήγορη ευρυζωνική διείσδυση με τη χρησιμοποίηση των συστημάτων WiMAX.

Το WiMax υπόσχεται να βοηθήσει το χάσμα στις περιοχές όπου η παραδοσιακή ευρεία ζώνη δεν είναι οικονομικά βιώσιμη και οι κάτοικοι δεν είναι ικανοποιημένοι με την κατώτερη συνδετικότητα διαδικτύου.

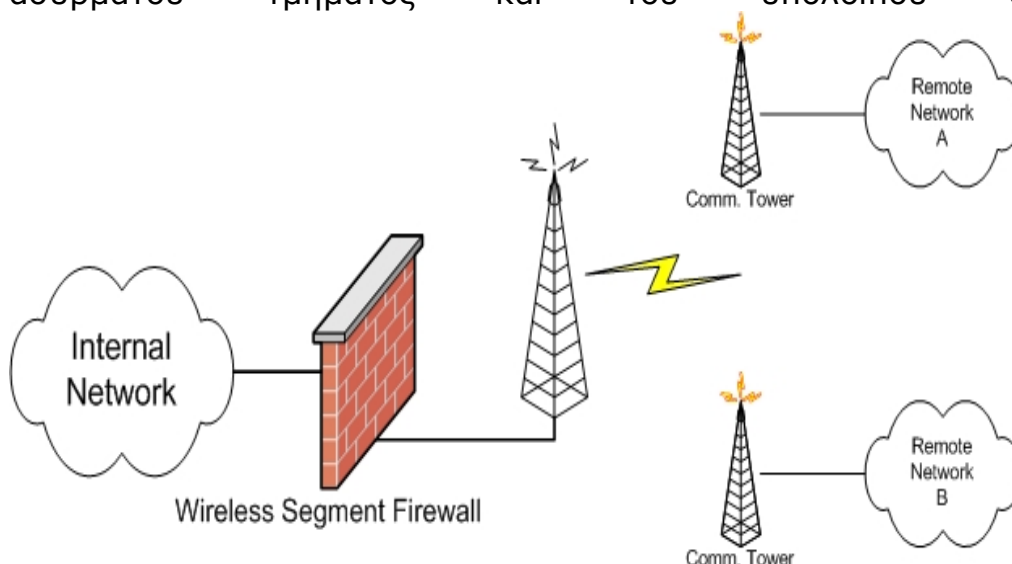
## 5.1 Ασφάλεια- ένα βασικό ζήτημα

Η ασφάλεια παραμένει το βασικό ζήτημα κατά την ενσωμάτωση του WiMAX σε ένα εταιρικό περιβάλλον. Αντίθετα από ένα φυσικό δίκτυο, μια μέθοδος περιμέτρου δεν μπορεί να υιοθετηθεί με το ασύρματο δίκτυο. Σε ένα φυσικό δίκτυο οι περισσότερες κακόβουλες επιθέσεις προέρχονται από το διαδίκτυο. Η εξασφάλιση κατά συνέπεια της περιμέτρου είναι το σημαντικότερο βήμα στην εξασφάλιση ενός φυσικού δικτύου. Ωστόσο με το ασύρματο δίκτυο μια επίθεση μπορεί να παραχθεί οπουδήποτε. Κάθε σύνδεση και κομμάτι του υλικού στο ασύρματο δίκτυο θα πρέπει να προστατευθούν.

Απαριθμημένα κατωτέρω είναι μέτρα που μπορούν να ληφθούν για να εξασφαλίσουν ότι ένα ασύρματο δίκτυο δεν παρουσιάζει έναν σοβαρό κίνδυνο ασφάλειας για την επιχείρηση.

### Διαχωρισμός τμήματος

Ένα ασύρματο δίκτυο πρέπει να αντιμετωπιστεί όπως έχοντας έναν υψηλότερο κίνδυνο ασφάλειας από ένα εσωτερικό φυσικό δίκτυο. Είναι πάντα μια καλή ιδέα να χωριστεί το ασύρματο δίκτυο από τους ευαίσθητους πόρους. Οι διοικητές συστημάτων πρέπει να αστυνομεύσουν όλη την κυκλοφορία που περνά μεταξύ ενός ασύρματου τμήματος και του υπολοίπου δικτύου.



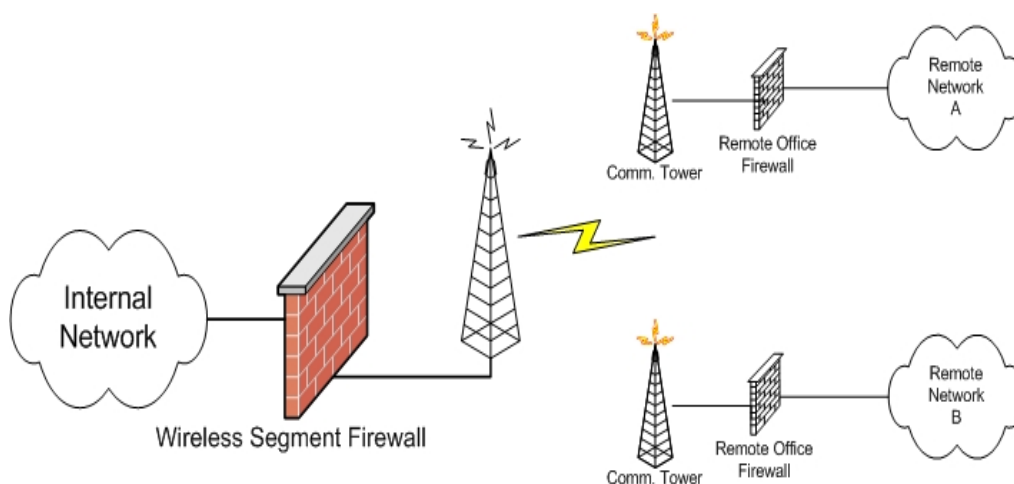
**Σχήμα 1** - ένα ασύρματο τμήμα που χωρίζεται επεξηγεί το υπόλοιπο του δικτύου από μια αντιπυρική ζώνη. Σε αυτήν την περίπτωση "η αντιπυρική ζώνη" είναι μια λογική έννοια και μπορεί να σημάνει ακριβώς έναν άλλο λιμένα Ethernet στην υπάρχουσα αντιπυρική ζώνη σας.



Το πλεονέκτημα του χωρισμού τμήματος στηρίζεται στο να είναι σε θέση να ελεγχθεί η κυκλοφοριακή ροή σε και από ένα ασύρματο τμήμα στην αντιπυρική ζώνη. Παραδείγματος χάριν, εάν αυτό που θέλει κάποιος είναι να επιτραπούν οι ασύρματοι χρήστες για να κοιτάξουν βιαστικά τον ιστό και να έχουν πρόσβαση στον κεντρικό υπολογιστή δικτύου μπορεί να εξασφαλίσει ότι κανένας άλλος τύπος κυκλοφορίας δεν θα διαπεράσει την αντιπυρική ζώνη, και θα προκαλέσει πρόβλημα στο εσωτερικό δίκτυο. Οι βάσεις δεδομένων χρηστών μπορούν είτε να διατηρηθούν τοπικά στη συσκευή, είτε με τη χρησιμοποίηση των επιλεγμένων αντιπυρικών ζωνών, οι οποίες υποστηρίζουν τη χρήση της υπάρχουσας ακτίνας και των κεντρικών υπολογιστών.

### Ένα άλλο επίπεδο κρυπτογράφησης

Εάν κάποια επιχείρησή παρέχει τις υπηρεσίες διαδικτύου για να τελειώσει τους πελάτες, αυτή είναι η κρυπτογράφηση 3DES. Ωστόσο εάν υπάρχει μια οικονομική επιχείρηση ή μια επιχείρηση που εξετάζει τα προσωπικά στοιχεία, μια ασφαλέστερη ασύρματη εφαρμογή θα επιδιωχτεί. Η 3DES μπορεί να είναι αρκετά ασφαλής ώστε να αποθαρρύνει τις περισσότερες βασικές επιθέσεις, αλλά να μην είναι αρκετή να αποτρέψει την εταιρική κατασκοπεία. Η τρέχουσα τεχνολογία VPN μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αυτόν το λόγο.



**Το σχήμα 2** επεξηγεί ένα ασύρματο περιβάλλον με μια αντιπυρική ζώνη σε κάθε θέση που συμμετέχει σε ένα ιδεατό ιδιωτικό δίκτυο ακτίνων.

Η "ασύρματη αντιπυρική ζώνη τμήματος" ενεργεί ως πλήμνη και τελικό σημείο για τις σήραγγες VPN που προέρχονται από το "μακρινό δίκτυο A" και το "μακρινό δίκτυο B". Όλη η κυκλοφορία κρυπτογραφείται προτού να φτάσει ακόμη και σε ένα ασύρματο δίκτυο.

Ακόμα και αν κάποιος κατορθώσει να σπάσει την ασφάλεια δεν θα αποκτήσει πρόσβαση σε οποιουδήποτε πόρους δικτύων. Ένα πρόσθετο στρώμα κρυπτογράφησης εξασφαλίζει επίσης την κυκλοφορία. Οι επιτιθέμενοι θα πρέπει να καταπολεμήσουν δύο στρώματα της κρυπτογράφησης που καθιστά το στόχο εκθετικά δυσκολότερο. Οι τεχνολογίες VPN παρέχουν ένα ευρύτερο φάσμα των εγκαταστάσεων επικύρωσης, που επιτρέπουν την επέκταση των πελατών VPN που εγκαθίστανται στα μεμονωμένα συστήματα στις μακρινές άκρες της σύνδεσης. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη για τις δαπανηρές αντιπυρικές ζώνες σε κάθε μακρινό τέλος, που καθιστά την ολόκληρη οργάνωση οικονομικώς πιο αποδοτική.

### **Συστήματα ανίχνευσης**

Οι σύγχρονες αντιπυρικές ζώνες επιχειρηματικών επιπέδων δίνουν στους χρήστες τη δυνατότητα να έχουν την κυκλοφορία αστυνομίας βασισμένη στις διευθύνσεις πηγής και προορισμού. Μπορούν να ενσωματώσουν τις τεχνολογίες όπως την stateful επιθεώρηση, να εξετάσουν τα πακέτα σε ένα στρώμα εφαρμογής και να εφαρμόσουν ακόμη και τις βασικές τεχνικές ανίχνευσης παρείσφρησης. Ωστόσο σε μερικά σενάρια είναι επιθυμητό να εφαρμοστεί ένα πλήρες σύστημα ανίχνευσης (IDS) σε ένα ασύρματο τμήμα. Αυτό επιτρέπει στους διοικητές να ελέγξουν τις συνδέσεις για τις ανωμαλίες κυκλοφορίας και να επιτεθούν στις υπογραφές και άλλη κακόβουλη κυκλοφορία.

### **Συμπέρασμα**

Σαν απελευθέρωση των επικυρωμένων προσεγγίσεων υλικού WiMAX, είναι σημαντικό να γίνουν κατανοητές οι προκλήσεις ασφάλειας που παρουσιάζονται από τα τρέχοντα πρότυπα. Ο σχεδιασμός ενός δικτύου με ένα ασύρματο τμήμα δεν είναι ένας εύκολος στόχος και πρέπει να προσεγγιστεί προσεκτικά και να ζυγίσει όλα τα γεγονότα. Τα πρώτα διαλειτουργικά ασύρματα προϊόντα WiMAX εξετάζονται για το έτος αυτό. Ωστόσο, μερικές επιχειρήσεις έχουν προωθήσει τα πρόωρα ασύρματα προϊόντα WiMAX, πρώτιστα στο διεθνές τυποποιημένο φάσμα 3,5 GHz. Μερικές από εκείνες τις εταιρίες εγγυώνται την διαλειτουργικότητα μόλις ολοκληρωθούν οι δοκιμές πιστοποίησης. Οι πελάτες στις χώρες που χρησιμοποιούν αυτό το φάσμα μπορεί να είχαν αρχίσει ήδη να βλέπουν την ευρεία ζώνη του WiMAX. Ωστόσο, για το μεγαλύτερο μέρος των ΗΠΑ, το διαλειτουργικό εργαλείο WiMAX CERTIFIED δεν θα εμφανιστεί πιθανώς έως το 2006. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αφού ένα μεγάλο μέρος της λειτουργίας του WiMAX ήταν διαθέσιμο πολλοί πελάτες ήδη λαμβάνουν την ευρυζωνική ασύρματη υπηρεσία στις ΗΠΑ και στο εξωτερικό.

## 6.1 Το κινητό WiMAX

Οι κινητές τεχνικές προδιαγραφές του WiMAX ή το IEEE 802.16e είναι ακόμα στο στάδιο της περάτωσης. Οι καλύτερες εκτιμήσεις στη βιομηχανία είναι ότι τα κινητά προϊόντα WiMAX είναι τουλάχιστον δύο έτη μακριά από οποιοδήποτε τύπο εμπορικής επέκτασης. Το WiMAX έχει ως σκοπό να υποστηρίξει το υψηλής ποιότητας βίντεο ως βασική πτυχή της τεχνολογίας.

Τελικά το WiMAX θα πουληθεί μέσω των λιανικών καταστημάτων. Θα είναι τόσο ευρέως διαθέσιμο όσο οι αποδιαμορφωτές DSL ή τα καλώδια. Ωστόσο, στη μικρή προθεσμία, οι μεταφορείς θα παραδώσουν και θα εγκαταστήσουν τα ασύρματα δίκτυα οι ίδιοι για ποικίλους λόγους. Το WiMAX ανακοινώνει μια εποχή γρηγορότερης και ευκολότερης εγκατάστασης παραδίδοντας την υπηρεσία στις εξουσιοδοτημένες ζώνες που υποστηρίζουν τη μεγαλύτερη απόδοση. Αλλά για το εγγύς μέλλον τα ευρυζωνικά ασύρματα δίκτυα δεν θα χρησιμοποιούνται ευρέως έξω. Αυτό σημαίνει ότι θα πάρει χρόνο γιατί η κάλυψη έγινε πιο καθολική και ειδικά με το κινητό WiMAX. Η βιομηχανία απαιτεί επίσης περισσότερο (πιθανώς εξουσιοδοτημένο) φάσμα διαθέσιμο για τους μεταφορείς, τις βέλτιστες υπηρεσίες και την κάλυψη.

Οι πελάτες θα είναι σε θέση να εγκαταστήσουν το WiMAX μόνοι τους. Τα WiMAX ασύρματα προϊόντα δεν είναι δύσκολο να εγκατασταθούν ακόμα και σήμερα. Βελτιώσεις έχουν γίνει στα τελευταία έτη που απλοποιούν πολύ την εγκατάσταση. Ωστόσο, για πολυάριθμους λόγους πολλοί σταθεροί ευρυζωνικοί μεταφορείς θα συνεχίσουν να παρέχουν πρόσβαση στα ασύρματα δίκτυα παροχής τουλάχιστον για μερικούς πελάτες για μερικά έτη. Εξαρτάται πραγματικά από τη σειρά, το σταθμό βάσεων και το ιδιαίτερο δίκτυο.

Υπάρχουν δίκτυα σήμερα στις ΗΠΑ που χρησιμοποιούν το με άδεια ελεύθερο φάσμα 900 MHz που υποστηρίζει την προσωπική εγκατάσταση των πελατών εάν το ασύρματο δίκτυο είναι μέσα σε 1-2 μίλια από έναν σταθμό βάσεων. Ωστόσο, ακόμη και στις μεγαλύτερες σειρές η υπηρεσία είναι δυνατή εάν μια υπαίθρια κεραία εγκαθίσταται. Οι σειρές κυττάρων θα είναι χαρακτηριστικά μικρότερες και θα απαιτήσουν πολλούς περισσότερους σταθμούς βάσεων. Οι υπηρεσίες πραγματικά θα εξυπηρετήσουν τις ανόμοιες ανάγκες πελατών.

## 6.2 Πώληση των ευρυζωνικών υπηρεσιών του WiMAX

Οποιοσδήποτε ευρυζωνικός μεταφορέας με την πρόσβαση στο φάσμα και μια ανάγκη να φθάσει πέρα από τις ικανότητες καλωδιώσεων θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει το WiMAX για να παραδώσει την ευρυζωνική υπηρεσία. Αυτοί περιλαμβάνουν το ευρέως διαφορετικό ανεξάρτητο εμπορικό ISPs σήμερα (κάποιοι χρησιμοποιώντας ήδη ευρυζωνικό ασύρματο) όπως το Covad, Earthlink, AOL ή ακόμα και οι πολύ μικροί τοπικοί μεταφορείς, οι επιβεβλημένοι τοπικοί μεταφορείς ανταλλαγής (όπως BellSouth), οι κυψελοειδείς τηλεφωνικοί προμηθευτές (όπως η Verizon ή) στις ΗΠΑ και διεθνώς.

Οι δημοτικές κυβερνήσεις μπορούν να δημιουργήσουν τα δίκτυα. Η χρήση της τεχνολογίας θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις ανάγκες πολλών τύπων φορέων παροχής υπηρεσιών.

Η επιχειρησιακή περίπτωση (ή εσωτερικές δομές δαπανών) για τις μικρές επιχειρήσεις στις αγροτικές περιοχές θα ενθαρρύνει πιθανώς την πιο έγκαιρη υιοθέτηση απ'ό,τι για τους μεγαλύτερους μεταφορείς. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι αγροτικοί μεταφορείς απολαμβάνουν μερικές πρόσθετες διανομές δύναμης στις με άδεια ελεύθερες ζώνες που μπορούν να καταστήσουν το WiMAX ευκολότερο να επεκταθεί στα αμερικανικά περιβάλλοντα.

Σαφώς, η βιομηχανία χρειάζεται περισσότερο φάσμα, ιδιαίτερα εξουσιοδοτημένο φάσμα πλήρους δύναμης. Τα πρώτα προϊόντα και υπηρεσίες θα διατεθούν διεθνώς με 3,5 GHz που έρχονται στην αγορά πρώτα.

Εξετάζοντας τις πολύ υψηλές εκτιμήσεις της ευρυζωνικής αύξησης συνδρομητών κατά τη διάρκεια των επόμενων μερικών ετών, οποιαδήποτε καθυστέρηση στην προώθηση μιας καλής ευρυζωνικής ασύρματης λειτουργίας θα μπορούσε να αμβλύνει τις ευκαιρίες για τους μεταφορείς. Υπάρχει αναμφισβήτητα ένα ποσοστό των πιθανών ευρυζωνικών συνδρομητών που εξυπηρετούνται, το οποίο κινείται πιο κοντά προς το συνολικό μέγεθος της διαθέσιμης ομάδας τέτοιων συνδρομητών ώστε τα ποσοστά αύξησης αποκτήσεων πελατών να επιβραδυνθούν.

Οι τομείς αγοράς που θα εξεταστούν για μια εφαρμογή είναι:

### **Οικιακή και υψηλή πρόσβαση Διαδικτύου ταχύτητας SOHO.**

Σήμερα το τμήμα της αγοράς αυτής εξαρτάται πρώτιστα από τη διαθεσιμότητα DSL, ή της καλωδιακής σύνδεσης. Σε μερικές περιοχές οι διαθέσιμες υπηρεσίες δεν μπορούν να ικανοποιήσουν τις προσδοκίες πελατών για την απόδοση ή την αξιοπιστία, ή είναι πάρα πολύ ακριβή. Σε πολλές αγροτικές περιοχές οι οικιακοί χρήστες είναι περιορισμένοι σε κάποιες υπηρεσίες διεπιλογών. Υπάρχουν πολλές περιοχές χωρίς τα διαθέσιμα μέσα για την πρόσβαση διαδικτύου. Η ανάλυση θα δείξει ότι η τεχνολογία WiMAX θα επιτρέψει σε έναν χειριστή να προσεγγίσει οικονομικά αυτόν τον τομέα αγοράς και να έχει μια αποδοτική επιχειρησιακή κάτω από ποικίλους δημογραφικούς όρους.

### **Μικρή και μέση επιχείρηση**

Αυτός ο τομέας αγοράς είναι πολύ συχνώς σε περιοχές εκτός από τα ιδιαίτερα ανταγωνιστικά αστικά περιβάλλοντα. Η τεχνολογία WiMAX μπορεί επικερδώς να καλύψει τις απαιτήσεις της μικρής και μεσαίας μεγέθους επιχείρησης στα περιβάλλοντα χαμηλής πυκνότητας και μπορεί επίσης να παρέχει μια οικονομικώς αποδοτική εναλλακτική λύση στις αστικές περιοχές που ανταγωνίζονται με το DSL και τις μισθωμένες υπηρεσίες γραμμών.

### **Backhaul hotspot Wi-Fi**

Τα hotspot Wi-Fi εγκαθίστανται παγκοσμίως σε γρήγορους ρυθμούς. Ένα από τα εμπόδια για τη συνεχή αύξηση hotspot είναι η διαθεσιμότητα της υψηλής χωρητικότητας, οικονομικώς αποδοτικές backhaul λύσεις. Αυτή η εφαρμογή μπορεί επίσης να εξεταστεί με την τεχνολογία WiMAX. Με τη νομαδική ικανότητα, το WiMAX μπορεί να συμπληρώσει τα χάσματα κάλυψης μεταξύ των περιοχών κάλυψης των hotspot Wi-Fi.

Οι ακόλουθες εφαρμογές αντιπροσωπεύουν τις πρόσθετες πιθανές πηγές εισοδήματος για ασύρματους χειριστές.

### **Κυψελοειδές backhaul**

Στις ΗΠΑ η πλειοψηφία backhaul γίνεται με τη μίσθωση των T1 υπηρεσιών από τους επιβεβλημένους χειριστές καλωδιώσεων. Με την τεχνολογία WiMAX οι κυψελοειδείς χειριστές θα έχουν την ευκαιρία να ελαττώσουν την ανεξαρτησία τους επάνω σε backhaul εγκαταστάσεις που μισθώνονται από τους ανταγωνιστές τους. Έξω από τις ΗΠΑ, η χρήση του σημείο προς σημείο μικρόκυμα είναι επικρατέστερο για το κινητό backhaul αλλά το WiMAX μπορεί ακόμα να διαδραματίσει έναν ρόλο στη διευκόλυνση των κινητών χειριστών για να αυξήσει επικερδώς τη backhaul ικανότητα που χρησιμοποιεί το WiMAX ως δίκτυο επικαλύψεων. Αυτή η προσέγγιση επικαλύψεων θα επιτρέψει στους κινητούς χειριστές να προσθέσουν την χωρητικότητα που απαιτείται για να υποστηρίξει το ευρύ φάσμα νέων κινητών υπηρεσιών που προγραμματίζουν να προσφέρουν χωρίς κίνδυνο τις υπάρχουσες υπηρεσίες. Σε πολλές περιπτώσεις αυτή η εφαρμογή θα εξεταστεί καλύτερα μέσω της χρήσης 802.16 βασισμένες από σημείο σε σημείο συνδέσεις που μοιράζονται τη PMP υποδομή.

### **Δημόσιες υπηρεσίες ασφάλειας και ιδιωτικά δίκτυα**

Η υποστήριξη για τις νομαδικές υπηρεσίες και η δυνατότητα να παρασχεθεί η πανταχού παρούσα κάλυψη σε μια μητροπολιτική περιοχή παρέχει ένα εργαλείο για την επιβολή νόμου, την πυροπροστασία και άλλες δημόσιες οργανώσεις ασφάλειας διευκολύνοντας τους να διατηρήσουν τις κρίσιμες επικοινωνίες κάτω από ποικίλους δυσμενής όρους. Ιδιωτικά δίκτυα για τα βιομηχανικά συγκροτήματα, τα πανεπιστήμια και άλλα περιβάλλοντα τύπου πανεπιστημιούπολεων αντιπροσωπεύουν επίσης μια πιθανή επιχειρησιακή ευκαιρία για το WiMAX.

## 7.1 Τι είναι το WiMAX Forum

Το WiMAX Forum καθιερώθηκε στα μέσα το 2001 ως ένωση βιομηχανίας. Το Forum περιγράφει την εξουσιοδότησή του να συντονίσει τη δοκιμή και να εξασφαλίσει την πιστοποίηση της διαλειτουργικότητας του εξοπλισμού WiMAX στο πρότυπο του IEEE 802.16, ETSI προτύπων HiperMAN και WI- Bro. Η ευθύνη του Forum είναι να προωθηθεί η υιοθέτηση του ευρυζωνικού ασύρματου εργαλείου πέρα από τη θέσπιση τεχνικών προτύπων για να καταργήσει τα εμπόδια στην ευρυζωνική ασύρματη υιοθέτηση. Για αυτόν τον σκοπό το Forum διατηρεί τις ομάδες εργασίας που διαμορφώνονται για να εξετάσουν τα συγκεκριμένα στοιχεία συμπεριλαμβανομένου του ρυθμιστικού, της πιστοποίησης, του φορέα παροχής υπηρεσιών, των δικτύων και των εφαρμογών.

## 7.2 Αρχές

Το WiMAX Forum αποτελείται από τα διευθυντικά στελέχη βιομηχανίας που είναι δεσμευμένα στην ανοικτή διαλειτουργικότητα όλων των προϊόντων που χρησιμοποιούνται για την ευρωζωνική ασύρματη πρόσβαση.

- Υποστηρίζει τα πρότυπα IEEE 802.16.
- Προτείνει και προωθεί τα σχεδιαγράμματα πρόσβασης για τα IEEE 802.16 πρότυπα.
- Πιστοποιεί τα επίπεδα διαλειτουργικότητας και στο δίκτυο και το κύτταρο.
- Το α είναι η σφαιρική αποδοχή .
- Προωθεί τη χρήση της ευρωζωνικής ασύρματης πρόσβασης συνολικά.

Η δηλωμένη αποστολή του είναι να καταργήσει τα εμπόδια στην υιοθέτηση του ευρυζωνικού ασύρματου δικτύου και να βγάλει τα οδοφράγματα σε διάφορα μέτωπα προωθώντας την υιοθέτηση του επαρκούς καταλόγου φάσματος στους κυβερνητικούς ρυθμιστικούς οργανισμούς, στην πιστοποίηση που εξασφαλίζει τη διαλειτουργικότητα των γραμμών προϊόντων του μέλους φόρουμ WiMAX και στο μάρκετινγκ (προωθώντας την τεχνολογία και τις ικανότητες στον κόσμο).

## 7.3 Το προφίλ του WiMAX Forum

Αρχικά το IEEE 802.16, ETSI HiperMAN και το καθορισμένο πρότυπο WI- Bro επιλεκτικά χωρίζουν τις τεχνολογίες από 2 GHz μέχρι 10 GHz. Αυτό έχει επεκταθεί από τότε για να υποστηρίξει ακόμα τις χαμηλότερες συχνότητες. Ωστόσο, η ευρυζωνική ασύρματη υπηρεσία δεν παραδίδεται σε κάθε ενιαία σειρά φάσματος σε εκείνη την πολύ ευρεία ζώνη των συχνοτήτων. Το IEEE 802.16 παραδείγματος χάριν υποστηρίζει τα πολλαπλάσια στρώματα PHY καθώς επίσης και διαφορετικές ασύρματες τεχνολογίες ψηφιοποίησης που οι προμηθευτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν. Επιπλέον οι τεχνικοί κανόνες όπως καθορίζονται από τις διάφορες κυβερνητικές οντότητες ελέγχου στις ΗΠΑ και τις διεθνείς κοινότητες για τις διάφορες ζώνες φάσματος διαφέρουν απαιτώντας τις παραλλαγές στα στρώματα PHY των ασυρμάτων. Τελικά αυτό σημαίνει ότι το Forum επέλεξε να καθορίσει τα σχεδιαγράμματα που θα υποστηρίξουν τα στρώματα PHY που οι ασύρματοι προμηθευτές μελών θα χρειαστούν βασισμένα στις προγραμματισμένες προσφορές εξοπλισμού τους.

**Το WiMAX Forum είναι απαραίτητο γιατί οι διεθνείς ευρυζωνικές ασύρματες τεχνολογίες είναι τεμαχισμένες. Οι διαφορετικές ανταγωνιστικές ιδιόκτητες τεχνολογίες συγχέουν τους πελάτες αβέβαιους πώς να αναλύσουν τις αξιώσεις πλεονεκτήματος των προμηθευτών. Επιβραδύνει την υιοθέτηση από τους μεταφορείς και δημιουργεί την αβεβαιότητα στα μυαλά των πελατών ως προς την αξιοπιστία και την ικανότητα.**

Οι δαπάνες είναι υψηλές σχετικά με τις ανταγωνιστικές ευρυζωνικές τεχνολογίες και η αύξηση πελατών είναι σχετικά στάσιμη. Αυτό είναι ένα τεράστιο πρόβλημα δεδομένου ότι η ευρυζωνική ασύρματη πρόσβαση είναι ίσως η καλύτερη επιλογή για να λύσει τις ανάγκες στοιχείων πολλών πιθανών πελατών στις αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές των ΗΠΑ ή των αναπτυσσόμενων χωρών που στερούνται την υποδομή βάσεων για να υποστηρίξει τα παραδοσιακά ευρυζωνικά προϊόντα καλωδιώσεων.

Το WiMAX Forum στοχεύει να θεραπεύσει αυτά τα δεινά με τη δημιουργία της εστίασης στη βιομηχανία, τις συνεπείς και βελτιωμένες τεχνολογικές ικανότητες και το μακρινό χαμηλότερο κόστος για όλα.

Για να γίνει κάποιος μέλος του WiMAX Forum υπάρχουν τρία επίπεδα ιδιότητας μέλους: Κανονικό, κύριο και πίνακας (πρόσκληση μόνο). Κάθε επίπεδο προσφέρει τα διαφορετικά κέρδη ιδιότητας μέλους, τις

---



ευθύνες στην ομάδα και τις δαπάνες που συνδέονται με αυτό. Μερικοί τύποι επιχειρήσεων μπορούν μόνο να ενωθούν σε ορισμένες κατηγορίες. Οι συμμετοχοί στην επιτυχία του ευρυζωνικού ραδιοφώνου είτε σταθερού είτε κινητού είναι πιθανά μέλη για το Forum. Η τρέχουσα ιδιότητα μέλους περιλαμβάνει τους ευρυζωνικούς φορείς παροχής υπηρεσιών, τους προμηθευτές εξοπλισμού, τα fabricators πυριτίου καθώς επίσης και τους προμηθευτές λογισμικού, τους ολοκληρωτές και τα μέσα που καλύπτουν το διάστημα του WiMAX.

Κάθε μέλος του WiMAX Forum συμβάλλει στην ανάπτυξη και την επιτυχία της τεχνολογίας. Τα ιδρύοντα μέλη του WiMAX Forum πρέπει να εξεταστούν δεδομένου ότι ειδικά οι ηγέτες όσον αφορά στο βέβαιο όνομα της Intel έχουν χρησιμοποιηθεί ταυτοσήμως με το WiMAX. Αλλά διάφορες άλλες εταιρίες συμπεριλαμβανομένου της Fujitsu, της WILAN, Aperto και άλλων συνέβαλαν σημαντικά στην τεχνολογία, την πείρα και την ηγεσία στην επιχείρηση.

## **7.4 Η Intel και το WiMAX Forum**

Η εταιρία της Intel και το WiMAX Forum είναι χωριστές οντότητες. Η Intel είναι σημαντικός υποστηρικτής της τεχνολογίας WiMAX. Η Intel είναι επίσης προεξέχον μέλος του WiMAX Forum μαζί με μια χούφτα άλλων προσθέτων εταιριών. Παρέχει την ουσιαστική ηγεσία και τη βοήθεια στο Forum από την έναρξή του. Η Intel προσφέρει την πείρα, την υποτροφία και την κρίσιμη υποστήριξη στο Forum.

## **7.5 Επικυρωμένο WiMAX Forum**

Σήμερα κάθε λύση είναι συνήθεια και όχι διαλειτουργική. Στο Forum κάθε κομμάτι του πιστοποιημένου εξοπλισμού WiMAX θα είναι διαλειτουργικό με άλλο επικυρωμένο εξοπλισμό του WiMAX Forum. Το WiMAX Forum επικυρωμένο σημαίνει ότι ένας φορέας παροχής υπηρεσιών μπορεί να αγοράσει τον εξοπλισμό από περισσότερες από μια επιχειρήσεις και να είναι βέβαιος ότι όλα λειτουργούν από κοινού. Σημαίνει επίσης μια ανταγωνιστικότερη βιομηχανία, το χαμηλότερο κόστος και τη γρηγορότερη αύξηση για την ασύρματη ευρυζωνική πρόσβαση παντού σε όλη την υδρόγειο.

## Επίλογος

Τελικά το WiMAX δεν είναι τόσο πολύ μια εναλλακτική λύση στο WI-FI ως εναλλακτική λύση στους αποδιαμορφωτές καλωδίων και τις γραμμές DSL. Είναι μια τεχνολογία που φέρνει την ασύρματη ευρεία ζώνη στα πάρκα και τις γειτονιές γραφείων. Είναι ένα ασύρματο ψηφιακό σύστημα επικοινωνιών επίσης γνωστό ως IEEE 802.16, το οποίο προορίζεται για τα ασύρματα "metropolitan area networks". Μπορεί να παρέχει ευρωζωνική ασύρματη πρόσβαση (BWA) μέχρι 30 μίλια (50 χλμ) για τους σταθερούς σταθμούς και 3 - 10 μίλια (5 - 15 χλμ) για τους κινητούς σταθμούς. Είναι πολύ οικονομικώς αποδοτική τεχνολογία που επεκτείνεται γρήγορα στις περιοχές που ειδήλως δεν θα είχαν ευρωζωνική πρόσβαση. Αναμένεται να προσφέρει αρχικά μέχρι 40 Mbit/sec ανά ασύρματο κανάλι για τις σταθερές και φορητές εφαρμογές ανάλογα με την ιδιαίτερη τεχνική διαμόρφωση που επιλέγεται. Αυτό που αποτελεί πρόκληση είναι ο συνδυασμός χαμηλότερου κόστους και ευελιξίας που το WiMAX υπόσχεται. Σε γενικές γραμμές τα ευρωζωνικά δίκτυα WiMAX μπορούν να χτιστούν γρήγορα και σχετικά φτηνά με την εγκατάσταση μερικών ασύρματων σταθμών βάσεων που τοποθετούνται στα κτίρια. Χρησιμοποιεί τους σταθμούς βάσεων που μοιάζουν με τους κυψελοειδείς πύργους για να διαβιβάσουν τα σήματα στους σταθμούς συνδρομητών που βρίσκονται στα σπίτια και τα γραφεία. Επειδή είναι γρηγορότερο από το καλώδιο ή το DSL, με τις ταχύτητες από 5 έως 10 Mbps, μπορεί να προσφέρει μια αποδοτικότερη και οικονομικώς αποδοτική εναλλακτική λύση σε εκείνες τις τεχνολογίες. Προορίζεται επίσης να παρέχει τις ευρωζωνικές κινητές συσκευές διασύνδεσης. Το WiMAX είναι σημαντικό για την κινητή ευρεία ασύρματη ζώνη γιατί προσφέρει πρότυπα πολυφάσματος με μια καλύτερη ευρωζωνική έννοια τεχνολογίας που μπορεί σημαντικά να μειώσει τις δαπάνες, να βελτιώσει τη φασματική αποδοτικότητα και να παραδώσει τις κερδοφόρες υπηρεσίες. Είναι επίσης σημαντικό και για τη σταθερή ασύρματη ευρεία ζώνη γιατί δεν υπήρχε κανένα συνεκτικό πρότυπο για τα υπαίθρια δίκτυα μητροπολιτικής περιοχής πέρα από τις προσαρμοσμένες τεχνολογίες WI-FI μέχρι να εμφανιστεί το WiMAX. Το WiMAX δεν χρησιμοποιεί το συνδεδεμένο με καλώδιο ισοδύναμο πρωτόκολλο (WEP) όπως το WI-FI αλλά χρησιμοποιεί τα πολύ νεότερα πρωτόκολλα ασφάλειας με τις ενισχυμένες ικανότητες κρυπτογράφησης. Βασικά, όλη η κυκλοφορία σε ένα δίκτυο WiMAX πρέπει να κρυπτογραφηθεί χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο CCMP που χρησιμοποιεί το AES για την επικύρωση ασφάλειας μετάδοσης και ακεραιότητας στοιχείων. Οι κινητές ικανότητες WiMAX ανά βάση πελατών θα είναι χαμηλότερες στην πραγματικότητα, αλλά πολύ καλύτερες από τις ανταγωνιστικές 3G τεχνολογίες.

---

Το WiMAX αναφέρεται συχνά ότι κατέχει μια φασματική αποδοτικότητα 5 Bps/Hz, η οποία είναι πολύ καλή έναντι άλλων ευρυζωνικών ασύρματων τεχνολογιών, ειδικά του 3G. Η ύπαρξη μιας οικονομικώς αποδοτικής, σύγχρονης εναλλακτικής λύσης αιχμής στα παραδοσιακά ευρυζωνικά προϊόντα καλωδιώσεων που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα στις ΗΠΑ και τις διεθνείς κοινότητες σήμερα θα ενθαρρύνει την ανταγωνιστική κατάληξη στο χαμηλότερο κόστος και τις ενισχυμένες υπηρεσίες όλων των καταναλωτών. Η διαδεδομένη υιοθέτηση του WiMAX μπορεί να ολοκληρώσει αυτόν τον στόχο. Το WiMax υπόσχεται να βοηθήσει το χάσμα στις περιοχές όπου η παραδοσιακή ευρεία ζώνη δεν είναι οικονομικά βιώσιμη και οι κάτοικοι δεν είναι ικανοποιημένοι με την κατώτερη συνδετικότητα διαδικτύου. Οι κινητές τεχνικές προδιαγραφές του WiMAX ή το IEEE 802.16e είναι ακόμα στο στάδιο της περάτωσης. Το WiMAX έχει ως σκοπό να υποστηρίξει το υψηλής ποιότητας βίντεο ως βασική πτυχή της τεχνολογίας. Το WiMAX θα πουληθεί μέσω των λιανικών καταστημάτων. Θα είναι τόσο ευρέως διαθέσιμο όσο οι αποδιαμορφωτές DSL ή τα καλώδια. Οι πελάτες θα είναι σε θέση να εγκαταστήσουν το WiMAX μόνοι τους. Τα WiMAX ασύρματα προϊόντα δεν ήταν δύσκολο να εγκατασταθούν. Ωστόσο βελτιώσεις έχουν γίνει στα τελευταία έτη που απλοποιούν πολύ την εγκατάσταση.

## Links

- [www.intel.com/netcomms/technologies/wimax/](http://www.intel.com/netcomms/technologies/wimax/)
- [www.wimaxforum.org/home](http://www.wimaxforum.org/home)
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [www.wimaxworld.com/](http://www.wimaxworld.com/)
- [www.wimaxtrends.com](http://www.wimaxtrends.com)
- [www.businessweek.com/technology](http://www.businessweek.com/technology)
- [www.intel.com](http://www.intel.com)
- [www.computerworld.com](http://www.computerworld.com)
- [www.webopedia.com](http://www.webopedia.com)
- [www.networkworld.com](http://www.networkworld.com)
- [www.myphone.gr/forum/showthread.](http://www.myphone.gr/forum/showthread)
- [www.techteam.gr](http://www.techteam.gr)
- [www.crm2day.gr](http://www.crm2day.gr)
- [www.neomag.gr](http://www.neomag.gr)
- [www.cgomag.gr](http://www.cgomag.gr)
- [www.e-onned.gr](http://www.e-onned.gr)
- [www.adslgr.com](http://www.adslgr.com)
- [www.google.com](http://www.google.com)
- [www.pathfinder.gr](http://www.pathfinder.gr)
- [www.in.gr](http://www.in.gr)
- [www.altavista.gr](http://www.altavista.gr)
- [www.wimax.com](http://www.wimax.com)
- [www.wimaxforum.org](http://www.wimaxforum.org)
- [www.techstreet.com](http://www.techstreet.com)
- [www.weblogsinc.org](http://www.weblogsinc.org)
- [www.sacet.com](http://www.sacet.com)
- [www.ieee802.org](http://www.ieee802.org)
- [www.palowireless.com](http://www.palowireless.com)

## Παράρτημα

Το **Wi-Fi** (wireless fidelity) είναι ακριβώς αυτό που υπονοεί το όνομά του στα αγγλικά: ασύρματη πρόσβαση στο Διαδίκτυο με υψηλές ταχύτητες. Χωρίς να χρειάζεται καλωδίωση, το wi-fi προσφέρει την απόλυτη ελευθερία στη σύνδεση. Μοναδική προϋπόθεση: ο υπολογιστής ή το κινητό τηλέφωνο του χρήστη να βρίσκονται εντός της εμβέλειας ενός σταθμού wi-fi, του λεγόμενου και hotspot.

Η ταχύτερη ανάπτυξη του wi-fi παρατηρείται σε χώρους με μεγάλη συγκέντρωση ανθρώπων, όπως αεροδρόμια, λιμάνια, καφετερίες και ξενοδοχεία, κι αυτό γιατί ολοένα περισσότεροι επαγγελματίες και στελέχη επιχειρήσεων που κινούνται εκτός γραφείου έχουν ανάγκη από γρήγορη και ασφαλή πρόσβαση στο Internet, προκειμένου να στείλουν και να λάβουν δεδομένα, μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Η ασύρματη πρόσβαση θεωρείται ιδιαίτερα επωφελής για τις μικρές και τις μεσαίες επιχειρήσεις. Το wi-fi συνδέει εύκολα, γρήγορα και με ασφάλεια στελέχη πωλήσεων με τους εργαζόμενους στα κεντρικά γραφεία. Επειδή ο δυναμισμός και η ευελιξία χαρακτηρίζουν τις μικρές επιχειρήσεις, οι επιπλέον δυνατότητες και η ελευθερία που τους παρέχει το wi-fi τις βοηθούν να αναπτυχθούν χωρίς υψηλό κόστος υποδομών.