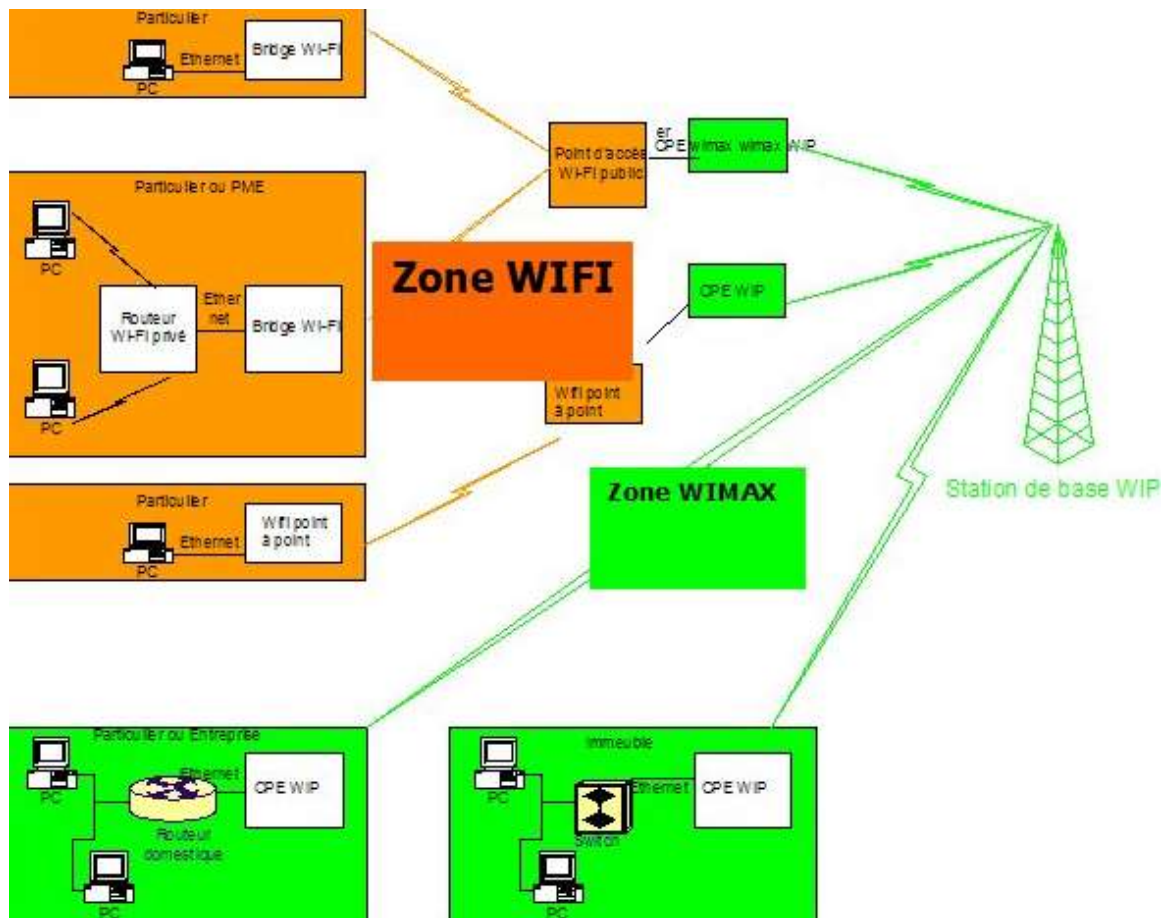


# WiFi and WiMax Networks



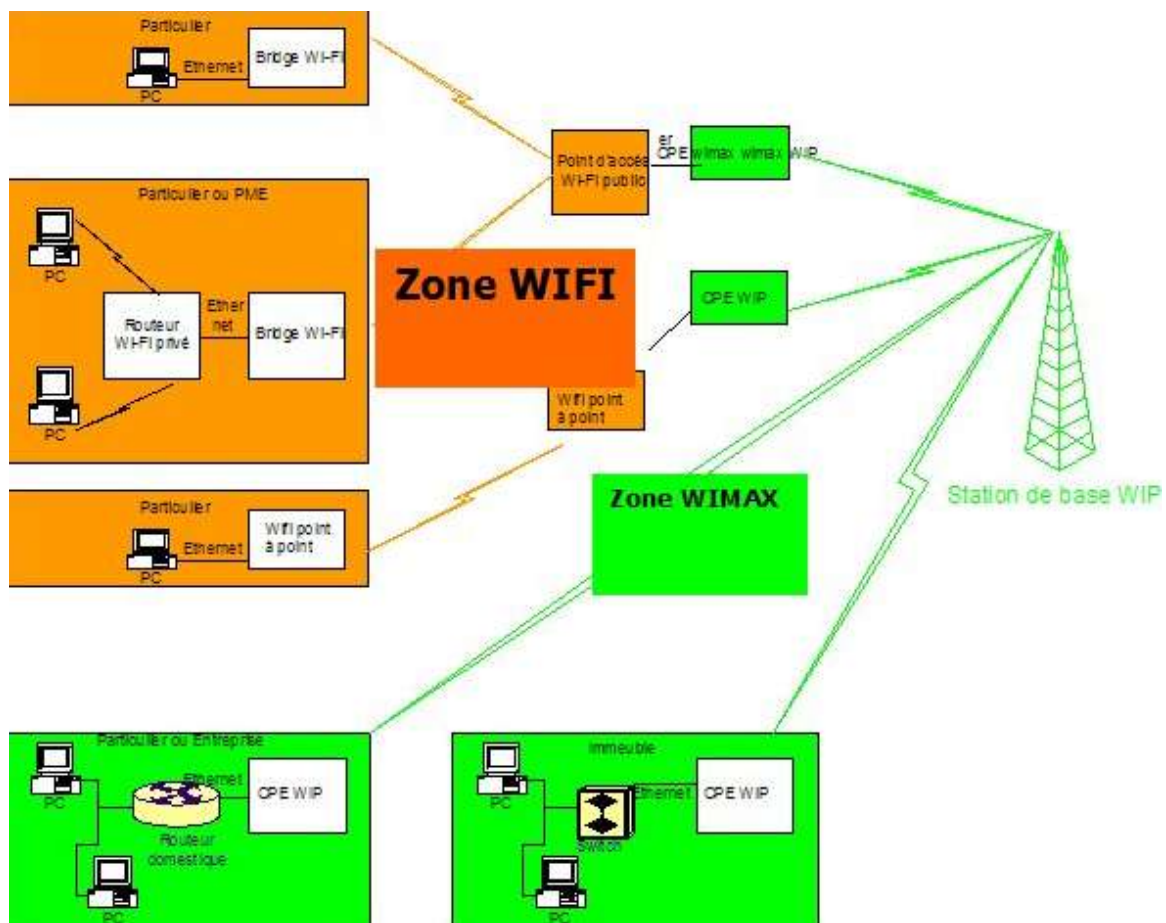
Katsidou Maria  
AEM

: M2/05

Thessaloniki , December 2005

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας  
ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα  
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων  
Υπεύθυνος Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης , Α. Πομπόρτσης  
[economid@uom.gr](mailto:economid@uom.gr)

# WiFi and WiMax Networks



Κατσιδου Μαρία  
ΑΕΜ: Μ2/05

Θεσσαλονίκη, Δεκέμβριος 2005

# Contents

Abstract	4
Chapter 1: Prologue	6
Chapter 2: IEEE 802.11	7
2.1 IEEE 802.11	8
2.2 Specifications of 802.11	8
Chapter 3: The IEEE 802.11b Specification	9
3.1 Specifications	10
3.2 Wi-Fi vs. Cellular	11
3.3 Commercial Wi-Fi Internet Access	12
3.4 Free Wi-Fi	12
3.5 Advantages of Wi-Fi	13
3.6 Disadvantages of Wi-Fi	14
3.7 Wi-Fi and amateur radio	14
3.8 Wi-Fi and free software	15
3.9 Unintended and Intended use by outsiders	15
3.10 Security	16
Chapter 4: The specification IEEE 802.16	17

4.1 Uses for WiMax	1
4.2 Product release	7
4.3 PCMCIA, FPGA	1
4.4 WiBro: The South-Korean acceptance	9
4.5 Targeting SPs nets not consumers	2
4.6 The Qualcomm gets Flarion	0
4.7 Standards	2
4.8 Similar Technologies	0
Chapter 5: Conclusions	2
Chapter 6: Bibliography	1
	2
	2
	4

## **Περιεχόμενα**

Abstract	4
Περίληψη	5
Κεφάλαιο 1: Πρόλογος	6

Κεφάλαιο 2: Πρότυπο IEEE 802.11	7
2.1 IEEE 802.11	8
2.2 Προδιαγραφές της 802.11 «οικογένειας»	8
Κεφάλαιο 3: Το πρότυπο IEEE 802.11b	9
3.1 Προδιαγραφές	10
3.2 Wi-Fi εναντίων δικτύου κυψελών	11
3.3 Εμπορική Wi-Fi Πρόσβαση στο Διαδίκτυο	12
3.4 Ελεύθερο Wi-Fi	21
3.5 Πλεονεκτήματα του Wi-Fi	31
3.6 Μειονεκτήματα του Wi-Fi	41
3.7 Wi-Fi και το ερασιτεχνικό ράδιο	44
3.8 Wi-Fi και ελεύθερο λογισμικό	51
3.9 Μη ηθελημένη και ηθελημένη χρήση από άλλους χρήστες	55
3.10 Ασφάλεια	61
Κεφάλαιο 4: Το πρότυπο IEEE 802.16	67
4.1 Χρήσεις για το WiMax	71
4.2 Απελευθέρωση των προϊόντων	79
4.3 PCMCIA, FPGA	80
4.4 WiBro: Η Νοτιο-Κορεατική εκδοχή	82
4.5 Στοιχεύοντας Δίκτυα SPs όχι καταναλωτές	82

4.6 Το Qualcomm αποκτά Flarion	2
	1
4.7 Πρότυπα	2
	1
4.8 Παρόμοιες τεχνολογίες	2
	2
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα	2
	2
Κεφάλαιο 6: Βιβλιογραφία	2
	4

## Abstract

Every day life, the ways we live require constant transportation. Transportation is very important for our being, but many times is or were an obstacle to the professional life of many people who didn't have standard jobs, for example doctors, police officers, firemen and other. This happened because they didn't have the capability to have their job's data any time, which as a result led to improper working. Wireless networking was the solution.

It is about a new technology that helps distant PCs to connect and communicate, without the use of cables. It works with wireless network cards, while the interface resembles that of Ethernet and with different IRQ address for each card. Wireless networks are appealing, because they simplify adds, transportations and changes. Moreover their installation is easy and provide with freedom of movement to users with no standard job.

Wireless networks, can be of local or broader range and they are growing fast during the last years due to high demand. Nevertheless recently new technologies about wireless networking were introduced in the market based on the IEEE 802.11 standard. These are 802.11b or WiFi and 802.16 or WiMax to which we will refer in detail. Regarding 802.11b or WiFi we will talk about its general characteristics, for the advantages and disadvantages of its use, for free WiFi and its conflict with cellular network. Furthermore we will comment on the commercial WiFi Internet access and we will combine with free software in the first place and then with amateur radio. As for 802.16 or WiMax we will comment on its uses, to the release of related products, that it aims more on SP's networks and not so on consumers, in its standards and similar to it

technologies. Finally we will come to some conclusions from the comparison of 802.11b or WiFi and 802.16 or WiMax.

## Περίληψη

Η καθημερινότητα , οι συνθήκες της ζωής μας απαιτούν συνεχή μετακίνηση. Η μετακίνηση είναι πολύ σημαντική για την ανθρώπινή μας ύπαρξη , αλλά πολλές φορές αποτελεί ή τουλάχιστον αποτελούσε εμπόδιο στην επαγγελματική ζωή πολλών ανθρώπων που δεν είχαν σταθερή θέση εργασίας , για παράδειγμα γιατρούς , αστυνομικούς , πυροσβέστες και άλλους . Το γεγονός αυτό συνέβαινε διότι αυτοί δεν είχαν την δυνατότητα να έχουν τα δεδομένα της δουλειάς τους ανά πάσα στιγμή , οπότε και δεν μπορούσαν να την εξασκήσουν σωστά . Τη λύση έδωσε η ασύρματη δικτύωση .

Πρόκειται για μία νέα τεχνολογία που βοηθά στην σύνδεση και επικοινωνία ηλεκτρονικών υπολογιστών που βρίσκονται σε απόσταση , χωρίς την χρήση καλωδίων . Λειτουργεί με ασύρματες κάρτες δικτύου, ενώ η διεπαφή του λογισμικού μοιάζει με αυτό του Ethernet και με μια διεύθυνση υλικού διαφορετική για κάθε κάρτα. Τα ασύρματα δίκτυα είναι ελκυστικά, διότι απλοποιούν τις προσθήκες , τις μετακινήσεις και τις αλλαγές. Ακόμη αυτά εγκαθίστανται πολύ εύκολα και παρέχουν ελευθερία κινήσεων στους χρήστες που δεν έχουν σταθερή θέση εργασίας .

Τα ασύρματα δίκτυα μπορεί να είναι τοπικής ή ευρείας περιοχής και τα τελευταία χρόνια γνωρίζουν μεγάλη ανάπτυξη εξαιτίας της αυξανόμενης ζήτησης . Ωστόσο πρόσφατα στην αγορά παρουσιάστηκαν νέες τεχνολογίες για την ασύρματη δικτύωση , που βασίστηκαν στο πρότυπο IEEE 802.11. Τέτοιες είναι το 802.11b ή WiFi και το 802.16 ή WiMax στις οποίες θα αναφερθούμε εκτενώς . Όσον αφορά για το 802.11b ή WiFi θα μιλήσουμε για τα γενικότερα χαρακτηριστικά του , τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης του , το ελεύθερο WiFi και θα το αντιπαραβάλλουμε με το δίκτυο κυψελών . Επιπρόσθετα θα αναφερθούμε για την εμπορική του πρόσβαση στο Διαδίκτυο και θα το συνδυάσουμε αρχικά με το ελεύθερο λογισμικό και μετά με το ερασιτεχνικό ράδιο . Όσον αφορά το 802.16 ή WiMax θα αναφερθούμε στις χρήσεις του, στην απελευθέρωση των προ'ίόντων του , στο ότι στοχεύει στα SP's δίκτυα και όχι τόσο

στους καταναλωτές , στα πρότυπά του και σε παρόμοιες τεχνολογίες με αυτό. Τέλος θα καταλήξουμε σε κάποια συμπεράσματα από την σύγκριση των 802.11b ή WiFi και 802.16 ή WiMax .



# 1. Πρόλογος

Η κινητικότητα , ή γενικότερα η δυνατότητα μετακίνησης , είναι πολύ σημαντική για τις ανθρώπινες υπάρξεις . Σε εργοστάσια και αποθήκες , οι χρήστες θέλουν να συνδέονται στο δίκτυο ενώ βρίσκονται στην γραμμή παραγωγής . Οι γιατροί στα νοσοκομεία θα ήθελαν πάρα πολύ να μπορούν να μεταφέρουν ένα ζωντανό ιστορικό των ασθενών τους μαζί τους , το οποίο θα ενημερώνεται δυναμικά .

Δυστυχώς τα ενσύρματα δίκτυα δεν μπορούν να παρέχουν τέτοιες δυνατότητες . Τα ενσύρματα δίκτυα βασίζονται στην υπόθεση ότι κάθε χρήστης δουλεύει από μία φυσική θέση και παραμένει εκεί καθ'όλη την διάρκεια της εργάσιμης μέρας του .

Ωστόσο , πρόσφατα στην αγορά παρουσιάστηκαν νέες τεχνολογίες οι οποίες βασίστηκαν στο πρότυπο 802.11 του IEEE για την ασύρματη δικτύωση . Η ασύρματη δικτύωση υπόσχεται να κάνει πάρα πολλά για να συνδέσει εργαζόμενους οι οποίοι βρίσκονται εν κινήσει μέσα στον χώρο εργασίας τους , όπως γιατροί , αστυνομικοί , πυροσβέστες , εργάτες σε εργοστάσια , ή οποιοσδήποτε άλλος δεν έχει σταθερή θέση εργασίας . Τα ασύρματα δίκτυα δίνουν την δυνατότητα στους ανθρώπους να έχουν τα δεδομένα εκεί που τα χρειάζονται . Οι τεχνολογίες ασύρματης δικτύωσης είναι νέες και σχετικά ακριβές , αλλά αποτελούν μία νέα φάση στην εξέλιξη της δικτύωσης , επικεντρωμένες στις ανάγκες των χρηστών περισσότερο από ποτέ [1] . Προφανώς η συγκεκριμένη λύση πρόσβασης προσφέρει ευελιξία , αξιόπιστη μετάδοση με αρκετά μεγάλη εμβέλεια (της τάξης εκατοντάδων μέτρων για τα τοπικά δίκτυα και χιλιομέτρων σε περιπτώσεις δικτύων ευρείας περιοχής) , συμβατότητα με τα δημοφιλή πρωτόκολλα , όπως το Ethernet και το ATM .

Για να αντιληφθούμε πόσο πραγματικά σημαντική είναι η ασύρματη δικτύωση , ας αναφέρουμε κάποια από τα προσδιοριστικά χαρακτηριστικά της :

- Πρώτα από όλα , σε αυτήν τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω ραδιοκυμάτων ή υπέρυθρων ακτίνων .
- Είναι μία πληθώρα προτύπων τα οποία βασίζονται στο πρότυπο 802.11 του IEEE και στο πρωτόκολλο TCP/IP .
- Τα ασύρματα δίκτυα είναι ευέλικτοι τρόποι μεταφοράς δεδομένων . Μπορούν να μεταφέρουν δεδομένα χρησιμοποιώντας μία ευρεία γκάμα κυμάτων , από το υπέρυθρο φάσμα έως τις συχνότητες της κινητής τηλεφωνίας .

Τυπικά , τα ασύρματα δίκτυα δεν είναι εντελώς ασύρματα (αν και υπάρχουν 100% ασύρματα) . Συνήθως αυτά κατασκευάζονται παρόμοια με τα δίκτυα της κινητής τηλεφωνίας , με πολλαπλά σημεία ασύρματης πρόσβασης τα οποία συνδέονται σε ένα στάνταρ δίκτυο Ethernet [6] .

Από τα παραπάνω γίνεται ότι όλο και περισσότερα άτομα και επιχειρήσεις θεωρούν απαραίτητη τη φορητή και κινητή επικοινωνία η ανάγκη για τα ασύρματα δίκτυα συνεχίζει να αυξάνεται σε όλο τον κόσμο. Λόγω αυτής της αύξησης, το IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineering) διαμόρφωσε μια ομάδα εργασίας με σκοπό την ανάπτυξη ενός *Medium Access Control (MAC)* και ενός *Physical Layer (PHY)* προτύπου για την ασύρματη σύνδεση μεταξύ στάσιμων, φορητών, και κινητών υπολογιστών. Αυτή η ομάδα εργασίας είναι το γνωστό πλέον πρότυπο των ασύρματων δικτύων **IEEE 802.11**.

## 2. Το πρότυπο του IEEE 802.11

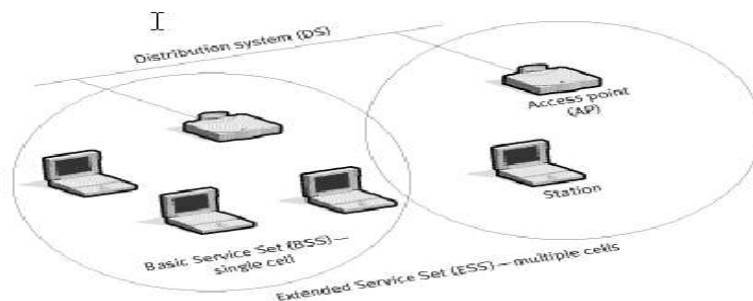
### 2.1 IEEE 802.11

Το πρωτόκολλο 802.11 είναι αποτέλεσμα της ομάδας εργασίας του IEEE που αφορούσε ασύρματα τοπικά δίκτυα (Wireless LAN-WLAN) . Πρωταρχικός στόχος της ομάδας ήταν η κατάργηση των καλωδίων ανάμεσα στους υπολογιστές σε ένα τοπικό δίκτυο .

Το 802.11 υποστηρίζει τόσο την δισημειακή (point to point) επικοινωνία , όσο και την επικοινωνία σημείου προς πολλαπλά σημεία (point to multipoint) . Έτσι οι υπολογιστές που βρίσκονται στον ίδιο χώρο μπορούν να οργανωθούν σε κατάσταση ad hoc με στόχο την άμεση επικοινωνία τους . Η ανάγκη για ασύρματο δίκτυο προκύπτει όταν χρειάζεται να υπάρχει επικοινωνία με ενσύρματα δίκτυα , περιφερειακά , ή στην περίπτωση της περιαγωγής (roaming) , δηλαδή όταν ο χρήστης ενός φορητού υπολογιστή πρέπει να κινείται σε ένα κτίριο .

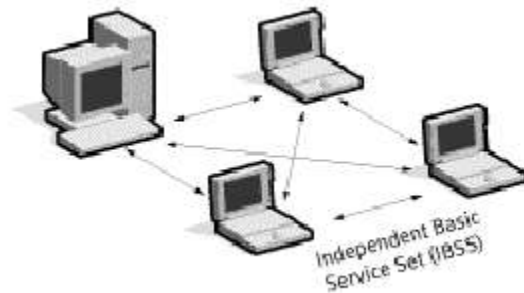
Το 802.11 ορίζει δύο στοιχεία εξοπλισμού : Έναν ασύρματο σταθμό , ο οποίος είναι συνήθως ένας προσωπικός υπολογιστής εφοδιασμένος με μία κάρτα δικτύου για ασύρματα δίκτυα (NIC) και έναν πομποδέκτη ή σημείο πρόσβασης (AP) , που συμπεριφέρεται ως γέφυρα μεταξύ του ενσύρματου και του ασύρματου δικτύου . Το σημείο πρόσβασης ενεργεί ως σταθμός-βάση για το ασύρματο δίκτυο συγκεντρώνοντας την δυνατότητα προσπέλασης του ενσύρματου δικτύου από πολλαπλούς ασύρματους σταθμούς . Οι ασύρματοι τερματικοί σταθμοί μπορεί να είναι δικτυακές κάρτες PCI , ISA βάσει του 802.11 ή συσκευές ενσωματωμένες σε άλλου είδους συστήματα . Το πρότυπο 802.11 καθορίζει δύο τρόπους λειτουργίας :

1. **Λειτουργία υποδομής** . Εδώ το ασύρματο δίκτυο αποτελείται από ένα τουλάχιστον σημείο πρόσβασης που συνδέεται με το καλωδιωμένο δίκτυο και ένα σύνολο από ασύρματους σταθμούς . Αυτή η σχεδίαση ονομάζεται βασικό Σύνολο Υπηρεσίας (BSS) . Ως επέκταση του BSS είναι το Εκτεταμένο Σύνολο Υπηρεσίας (ESS , βλέπε στο παρακάτω σχήμα) το οποίο αποτελεί σύνολο δύο ή περισσότερων BSS και σχηματίζει ένα μόνο υποδίκτυο [10] .



2. **Ad-hoc λειτουργία** . Η συγκεκριμένη λειτουργία (λέγεται και peer-to-peer ή ανεξάρτητο βασικό σύνολο υπηρεσιών IBSS) αποτελείται από ένα σύνολο σταθμών 802.11 που επικοινωνούν μεταξύ τους κατευθείαν χωρίς την χρήση σημείων πρόσβασης ή οποιαδήποτε σύνδεση με το καλωδιωμένο δίκτυο (βλέπε το παρακάτω σχήμα) . Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι χρήσιμη για την γρήγορη και εύκολη εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου σε σημεία όπου δεν υπάρχει καλωδιακή υποδομή (όπως σε ένα

συνεδριακό κέντρο , σε αεροδρόμια ή όπου η πρόσβαση στο ενσύρματο δίκτυο δεν επιτρέπεται ) [2] .



## 2.2 Προδιαγραφές της 802.11 «οικογένειας»

Μετά την πρώτη ‘σύλληψη’ του προτύπου το 1990, τα πρότυπα έχουν εξελιχθεί σε διάφορες εκδόσεις σχεδίων (σχέδια 1 μέχρι 6), με την έγκριση του τελικού σχεδίου στις 26 Ιουνίου 1997.

Υπάρχουν διάφορες προδιαγραφές στη 802.11 οικογένεια:

**802.11:** ισχύει για ασύρματο LAN και παρέχει μετάδοση στα 1 ή 2 Mbps στη ζώνη των 2,4 GHz χρησιμοποιώντας είτε Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) είτε Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) [5].

**802.11a:** μια επέκταση του 802.11 που ισχύει για ασύρματο LAN και παρέχει μέχρι 54 Mbps στη ζώνη των 5GHz. Το 802.11a χρησιμοποιεί ένα Orthogonal Frequency Division Multiplexing σχέδιο κωδικοποίησης και όχι FHSS ή

DSSS.

**802.11b-** καλούμενο επίσης 802.11 High Rate ή **Wi-Fi**: πρόκειται για επέκταση του 802.11 που ισχύει για ασύρματο LAN και παρέχει μετάδοση στα 11 Mbps στη ζώνη των 2,4 GHz. Το 802.11b χρησιμοποιεί μόνο DSSS. Επίσης πρέπει να σημειώσουμε ότι ήταν μια επικύρωση του 1999 στα αρχικά 802.11 πρότυπα, επιτρέποντας ασύρματη λειτουργία παρόμοια με αυτή του Ethernet.

**802.11g-** καλούμενο επίσης **WiMax** : ισχύει για ασύρματο LAN και παρέχει 20+ Mbps μετάδοση δεδομένων στη ζώνη των 2,4 GHz [16] .

Στον παρακάτω πίνακα διαφαίνονται τα χαρακτηριστικά των άνω προτύπων .

Πρότυπο	Ραδιοσυχνότητα	Πολυπλεξία	Μέγιστη Κάλυψη	Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης	Μέγιστος αριθμός μη αλληλοεπικαναλιών
802.11b	2.4GHz	DSSS	100μέτρα	11Mbps	3
802.11a	5GHz	OFDM	50μέτρα	54Mbps	12
802.11g	2.4GHz	OFDM	100μέτρα	54Mbps	3

Από τον πίνακα εξάγονται τα εξής συμπεράσματα :

- Το 802.11b , έχει κατασκευαστεί για να χρησιμοποιείται σε υλοποιήσεις τοπικών δικτύων , που εκτείνονται σε αρκετά μεγάλη απόσταση και στα οποία δεν χρειάζεται να τρέχουν εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων σε εύρος ζώνης . Επίσης το κόστος υλοποίησης του είναι αρκετά χαμηλό σε σχέση με το 802.11a .
- Από την άλλη το 802.11a , είναι κατάλληλο για την δημιουργία τοπικών δικτύων περιορισμένης εμβέλειας στα όποια υφίστανται εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων σε εύρος ζώνης (όπως φωνής και video). Κύριο μειονέκτημά του είναι ότι δεν είναι με το 802.11b , ενώ παράλληλα έχει υψηλό κόστος υλοποίησης .
- Τέλος το 802.11g , μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το στήσιμο δικτύων μεγάλης εμβέλειας με αυξημένες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης . Αυτό είναι πλήρως συμβατό με το 802.11b .

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε διεξοδικά την παραπάνω προδιαγραφή την 802.11b ή Wi-Fi .

### **3. Το IEEE 802.11b ή Wi-Fi**

Wi-Fi (μερικές φορές γράφεται WiFi, Wifi, Wif, wifi) είναι ένα λογότυπο για στάνταρ συμβατότητας σετ προ'όντων για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLANs). Το Wi-Fi είχε σκοπό να επιτρέψει σε φορητές συσκευές, όπως φορητούς υπολογιστές και προσωπικούς ψηφιακούς βοηθούς (PDAs) να συνδέονται σε τοπικά δίκτυα, αλλά τώρα χρησιμοποιείται συχνά για πρόσβαση στο Διαδίκτυο και ασύρματα VoIP τηλέφωνα. Οι επιτραπέζιοι υπολογιστές μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν Wi-Fi, επιτρέποντας σε γραφεία και σπίτια να δικτυώνονται χωρίς ακριβή καλωδίωση. Πολλοί υπολογιστές πωλούνται σήμερα με ενσωματωμένο Wi-Fi ενώ άλλοι χρειάζονται την προσθήκη κάρτας δικτύου Wi-Fi. Άλλες συσκευές όπως οι ψηφιακές κάμερες είναι μερικές φορές εξοπλισμένες με Wi-Fi.

Μια λειτουργική Wi-Fi συσκευή είναι ικανή να συνδέεται σε ένα τοπικό δίκτυο όταν βρίσκεται κοντά σε ένα από τα σημεία πρόσβασης του δικτύου. Η σύνδεση γίνεται μέσω ραδιοσημάτων. Δεν είναι απαραίτητο να συνδέσουμε την συσκευή στο δίκτυο. Αν το τοπικό δίκτυο είναι συνδεδεμένο στο Διαδίκτυο, η συσκευή Wi-Fi μπορεί να έχει επίσης πρόσβαση. Η γεωγραφική περιοχή που καλύπτεται από ένα ή περισσότερα σημεία πρόσβασης ονομάζεται hotspot. Η εμβέλεια ενός σημείου πρόσβασης ποικίλει. Το σημείο πρόσβασης που βρίσκεται σε έναν τυπικό Wi-Fi δρομολογητή μπορεί να έχει εμβέλεια 45 μέτρων (150 πόδια) εσωτερικά και 90 μέτρα (300 πόδια) εξωτερικά.

Το Wi-Fi ελέγχεται από την Ένωση Wi-Fi (παλιότερα γνωστή ως Ένωση Συμβατότητας Ασύρματου Ethernet) ο εμπορικός οργανισμός που δοκιμάζει και πιστοποιεί την συμβατότητα του εξοπλισμού με τα στάνταρ IEEE 802.11. Η Apple Computer πουλάει Wi-Fi προ'όντα με το AirPort λογότυπο της. Πιστοποιημένα προ'όντα μπορούν να χρησιμοποιούν το επίσημο Wi-Fi λογότυπο, το οποίο υποδεικνύει ότι το προ'όν συνεργάζεται με οποιοδήποτε προ'όν που έχει το ίδιο λογότυπο [8].

#### **3.1 Προδιαγραφές**

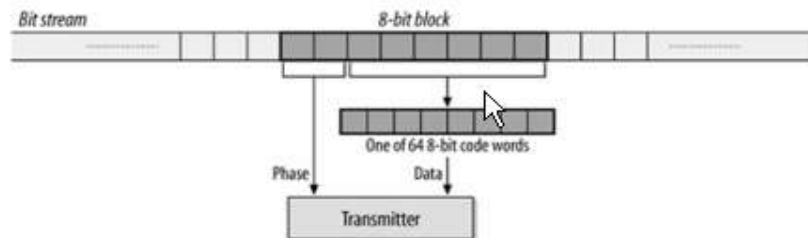
Το Wi-Fi βασίζεται στις προδιαγραφές IEEE 802.11. Αυτή την στιγμή υπάρχουν 4 διαφοροποιήσεις του 802.11: 802.11a, 802.11b, 802.11g και 802.11n. Η προδιαγραφή b χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα Wi-Fi προϊόντα. Η διαφοροποιήσεις g και n είναι αυτές που πωλούνται πιο συχνά μετά το 2005 [9].

### Wi-Fi Προδιαγραφές

Προδιαγραφές	Ταχύτητα	Φάσμα συχνότητας	Συμβατό με
802.11b	11 Mb/s	2.4 GHz	b
802.11a	54 Mb/s	5 GHz	a
802.11g	54 Mb/s	2.4 GHz	b, g
802.11n	100 Mb/s	2.4 GHz	b, g, n

Στο παρακάτω σχήμα διαφαιίνεται η μετάδοση του 802.11b στα 11Mbps :

Figure 12-21. 802.11b transmission at 11 Mbps



Στον περισσότερο κόσμο, οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται από το Wi-Fi δεν απαιτούν αδειες χρηστών από τοπικούς νομοθέτες (π.χ. Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών των Η.Π.Α.). Ο εξοπλισμός του 802.11a, χρησιμοποιώντας ψηλότερη συχνότητα, έχει μειωμένη εμβέλεια, ενώ σε όλα τα άλλα είναι ισότιμο.

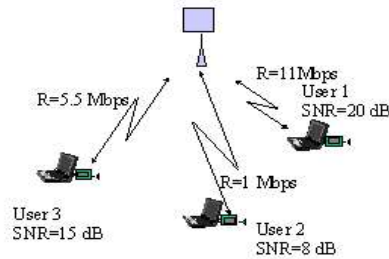
Η πιο διαδεδομένη έκδοση του Wi-Fi στις Η.Π.Α. σήμερα (βασισμένη στο IEEE 802.11b/g) λειτουργεί στα 2,400 MHz με 2,483.50 MHz. Επιτρέπει την λειτουργία 11 καναλιών (5MHz το καθένα) γύρω από τις παρακάτω συχνότητες:

- Κανάλι 1 – 2,412 MHz
- Κανάλι 2 – 2,417 MHz
- Κανάλι 3 – 2,422 MHz
- Κανάλι 4 – 2,427 MHz
- Κανάλι 5 – 2,432 MHz
- Κανάλι 6 – 2,437 MHz
- Κανάλι 7 – 2,442 MHz
- Κανάλι 8 – 2,447 MHz
- Κανάλι 9 – 2,452 MHz
- Κανάλι 10 – 2,457 MHz
- Κανάλι 11 – 2,462 MHz

Στο παρακάτω σχήμα διαφαιίνεται η επίδραση της ποιότητας του καναλιού:

## Impact of Channel Quality

- Scheduling in 802.11



Η Ευρώπη, η Γαλλία, η Ισπανία και η Ιαπωνία έχουν υιοθετήσει τα δικά τους σετ επιτρεπόμενων καναλιών. Σε όλες τις περιοχές, η μέγιστη ισχύς ενός ραδιοπομπού και η μέγιστη λειτουργήσιμη εκπεμπόμενη ισχύς (κυρίως η ισχύς στην κεραία) είναι αυστηρώς περιορισμένες. Στις Η.Π.Α. η μέγιστη ισχύς ενός ραδιοπομπού είναι 1 watt και η μέγιστη λειτουργήσιμη εκπεμπόμενη ισχύς είναι 4 watt. Στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης τα όρια αυτά είναι χαμηλότερα. Μια κεραία που συγκεντρώνει 1 watt της ενέργειας του πομπού σε  $\frac{1}{4}$  «πολυκατευθυνόμενης» σφαίρας θα αποκτήσει 4 watt λειτουργήσιμης ισχύος. Οι περισσότερες Wi-Fi συσκευές (π.χ. MiniPCI, Cardbus, PCMCIA κάρτες για φορητούς υπολογιστές, PCI κάρτες για επιτραπέζιους υπολογιστές ή μεμονωμένες μονάδες που περιλαμβάνουν συχνά άλλες λειτουργίες) έχουν επίπεδα ισχύς πομπού μεταξύ 15mw και μάλλον 200mw, έτσι ώστε οι κεραίες με μερικό ενεργειακό κέρδος να είναι επιτρεπτές.

Νέα στάνταρ πέρα από τις προδιαγραφές του 802.11, ετοιμάζονται και προσφέρουν πολλά χαρακτηριστικά από μεγαλύτερη ταχύτητα, μέχρι μεγαλύτερες ταχύτητες μεταφοράς. Ένα παράδειγμα είναι το WiMax, με εμβέλεια μερικών μιλίων και μεταφορά δεδομένων μέχρι 70Mbps. Το 802.16a επιτρέπει την λειτουργία μεταξύ 2 και 11GHz, οπότε τελικά μπορεί να υπάρχει συνεργασία μεταξύ των 802.11 συσκευών και των 802.16a συσκευών.

Η παρακάτω φωτογραφία απεικονίζει μία κεραία για Wi-Fi.



### 3.2 Wi-Fi εναντίων δικτύου κυψελών

Κάποιοι περιμένουν ότι το Wi-Fi καθώς και οι σχετικές καταναλωτικές τεχνολογίες θα αντικαταστήσουν τα δίκτυα των κινητών τηλεφώνων, όπως το 3G και το GSM. Η τωρινή γενιά του Wi-Fi ακόμα δεν έχει roaming + χαρακτηριστικά αυθεντικότητας (όπως το 802.1x, οι κάρτες SIM και RADIUS) καθώς και η περιορισμένη εμβέλεια του Wi-Fi, όπως η στενότητα του διαθέσιμου φάσματος το εμποδίζουν να αντικαταστήσει το 3G. Παρόλα αυτά το εύρος του φάσματος και οι συνολικές δυνατότητες του Wi-Fi ήδη

ξεπερνούν αυτές που υπόσχεται το 3G , γεγονός που μας οδηγεί στην χρησιμοποίηση του όρου 4G για το Wi-Fi .

Εταιρίες όπως BroadVoice , UTStarcom , Zyxel , SocketIP Symbol Technologies ήδη προσφέρουν Wi-Fi VoIP τηλέφωνα και πλατφόρμες τηλεφωνίας . Πολλοί πωλητές πουλάνε προΐόντα φορητών διαδικτύων που συνδέουν το Wi-Fi και το ραδιοσύστημα κυψέλης με έναν λίγο πολύ διαφανή τρόπο για να εκμεταλλευτούν τα πλεονεκτήματα και των δύο συστημάτων . Τα μελλοντικά ασύρματα συστήματα αναμένεται να μετακινούνται αυτόματα μεταξύ μίας ποικιλίας ραδιοσυστημάτων [15] .

Η βασική διαφορά μεταξύ δικτύου κυψελών και Wi-Fi είναι το ότι το σύστημα κυψελών χρησιμοποιεί το επιτρεπτό φάσμα , ενώ το Wi-Fi χρησιμοποιεί και μη επιτρεπτές συχνότητες . Η οικονομική βάση για την πρώτη εφαρμογή του είναι τελείως διαφορετική . Η επιτυχία του Wi-Fi έχει κάνει πολλούς να κοιτάνε το μη επιτρεπτό φάσμα σαν το μέλλον της ασύρματης πρόσβασης , παρά το ότι το επιτρεπτό φάσμα ελέγχεται από μεγάλες εταιρίες .

### **3.3 Εμπορική Wi-Fi Πρόσβαση στο Διαδίκτυο**

Οι υπηρεσίες εμπορικής Wi-Fi πρόσβασης στο Διαδίκτυο είναι διαθέσιμες σε μέρη όπως τα Internet καφέ , σε καφετέριες και σε αεροδρόμια ανά τον κόσμο (Μερικές φορές ονομάζονται Wi-Fi –καφετέριες ) , αν και η κάλυψη χρήζει περαιτέρω βελτίωση .

### **3.4 Ελεύθερο Wi-Fi**

Ενώ οι εμπορικές υπηρεσίες προσπαθούν να μετακινήσουν τα υπάρχοντα μοντέλα εργασίας στο Wi-Fi πολλά γκρουπ , κοινότητες , πόλεις καθώς και μεμονωμένα άτομα έχουν ήδη στήσει ελεύθερα Wi-Fi δίκτυα , συχνά υιοθετώντας μια κοινή συμφωνία ανταλλαγής . Έτσι ώστε τα δίκτυα να μπορούν ελεύθερα να αλληλεπιδρούν το ένα με το άλλο . Ελεύθερα ασύρματα δίκτυα mesh συχνά θεωρούνται το μέλλον του Διαδικτύου .

Πολλοί δήμοι έχουν ενωθεί με τοπικές ομάδες κοινότητας για να βοηθήσουν στην εξάπλωση των ελεύθερων Wi-Fi δικτύων . Κάποια από αυτά τα γκρουπ έχουν στήσει ολόκληρα τα Wi-Fi δίκτυα τους , εξολοκλήρου βασισμένα σε προσπάθειες εθελοντών και δωρεές . Η Φιλαδέλφεια είναι μία από τις μεγαλύτερες πόλεις . που έχει ένα ιδιόκτητο και λειτουργικό Wi-Fi δίκτυο για ελεύθερη και δημόσια χρήση .Πολλές ακόμα πόλεις όπως το Σαν Φραντζίσκο έχουν σχέδια για δημιουργία ελεύθερων Wi-Fi δικτύων για την κοινότητα [12].

OLSR είναι ένα από τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο στήσιμο ελεύθερων δικτύων. Κάποια δίκτυα χρησιμοποιούν στατικούς δρομείς . Άλλα εξαρτώνται τελείως από το OSPF η στην περίπτωση του Ασύρματου Leiden αναπτύσσουν το δικό τους λογισμικό για το δρομέα που ονομάζεται Lnrouted . Τα περισσότερα δίκτυα βασίζονται αποκλειστικά σε λογισμικό ανοιχτού κώδικα η προσφέρουν το πρόγραμμα εγκατάστασής τους με άδεια λογισμικού ανοιχτού κώδικα .

Κάποιες μικρές χώρες και δήμοι ήδη παρέχουν ελεύθερα Wi-Fi hotspots και ελεύθερη τοπική Wi-Fi πρόσβαση στο Διαδίκτυο στον καθένα . Τα παραδείγματα αυτά συμπεριλαμβάνουν το Βασίλειο της Τόγκα και της Εσθονίας που έχουν ήδη ένα μεγάλο αριθμό ελεύθερων Wi-Fi hotspots στις χώρες τους .

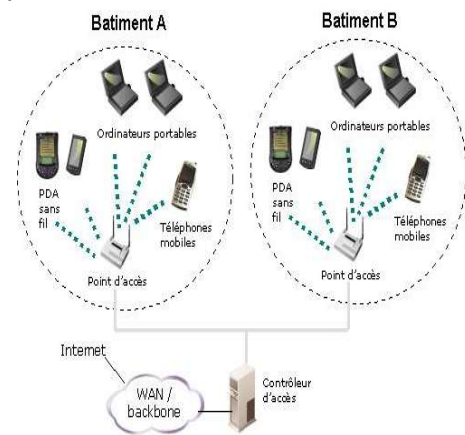
Πολλά Πανεπιστήμια παρέχουν ελεύθερη Wi-Fi πρόσβαση στο Διαδίκτυο στους φοιτητές , στους επισκέπτες τους και στον καθένα στον Πανεπιστημια- κό χώρο . Παρόμοια κάποιοι εμπορικές εταιρίες όπως η PaneraBread παρέχουν ελεύθερη Wi-Fi πρόσβαση σε τακτικούς πελάτες .

Παρόλα αυτά , υπάρχει και μία τρίτη υποκατηγορία δικτύων που δημιουργούνται από συγκεκριμένες κοινότητες όπως τα Πανεπιστήμια , όπου η υπηρεσία παρέχεται δωρεάν στα μέλη και στους επισκέπτες της κοινότητας όπως στους μαθητές , ενώ παλαιότερα έβγαζαν λεφτά με το να παρέχουν την υπηρεσία σε εταιρίες και σε τρίτα άτομα . Ένα παράδειγμα τέτοιας υπηρεσίας είναι το Sparknet στην Φιλανδία . Το Sparknet επίσης υποστηρίζει το OpenSparknet , ένα πρόγραμμα στο οποίο άτομα μπορούν να δηλώσουν το δικό τους ασύρματο σημείο πρόσβασης σαν μέρος του Sparknet με αντάλλαγμα συγκεκριμένα πλεονεκτήματα .

Πρόσφατα εμπορικοί παροχείς Wi-Fi έχουν δημιουργήσει ελεύθερα Wi-Fi hotspots και hotzones . Αυτοί ελπίζουν ότι η ελεύθερη Wi-Fi πρόσβαση ισοδυναμεί με περισσότερους χρήστες και με αξιόλογη επιστροφή της επένδυσης . Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η AnchorFree Wireless στην SunnyVale , CA . Η AnchorFree παρέχει ελεύθερη πρόσβαση Wi-Fi στην Silicon Valley και στο San Francisco . Το Φεβρουάριο του 2005 η FreeFi δημιούργησε ένα εθνικό δίκτυο από ελεύθερα , επιδοτούμενα από διαφημίσεις hotspots .

Η Ιαπωνία ήταν η πρώτη χώρα που χρησιμοποίησε δημόσια Wi-Fi υποστήριξη σε συγκεκριμένες περιοχές . Το Grand Haven του Michigan , ήταν η πρώτη πόλη των Η.Π.Α που χρησιμοποίησε αστική υποστήριξη Wi-Fi .

Μία μορφή του ελεύθερου Wi-Fi απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα:



### 3.5 Πλεονεκτήματα του Wi-Fi

- Σε αντίθεση με τα συστήματα packet radio το Wi-Fi χρησιμοποιεί μη κατοχυρωμένο ραδιοφάσμα και δεν χρειάζεται έγκριση των αρχών για ιδιωτική ανάπτυξη .
- Επιτρέπει στα LANs να αναπτυχθούν χωρίς καλωδίωση , πιθανώς μειώνοντας το κόστος της ανάπτυξης και επέκτασης του δικτύου . Μέρη όπου τα καλώδια δεν μπορούν να υπάρχουν όπως εξωτερικές περιοχές και ιστορικά κτίρια , μπορούν να φιλοξενήσουν ασύρματα δίκτυα .
- Προΐοντα Wi-Fi χρησιμοποιούνται μαζί στην αγορά . Διαφορετικές μάρκες σημείων πρόσβασης και διεπαφών δικτύου πελατών συνεργάζονται σε ένα βασικό επίπεδο της υπηρεσίας .
- Ο ανταγωνισμός μεταξύ των πωλητών έχει μειώσει τις τιμές σημαντικά από την κυκλοφορία τους [18] .
- Πολλά δίκτυα Wi-Fi υποστηρίζουν το roaming , στο οποίο μία φορητή συσκευή πελάτη όπως ένας φορητός υπολογιστής , μπορεί να μετακινηθεί από ένα σημείο πρόσβασης σε ένα άλλο καθώς ο χρήστης μετακινείται σε ένα κτίριο ή σε μια περιοχή .
- Πολλά σημεία πρόσβασης και διεπαφές δικτύων υποστηρίζουν διάφορα επίπεδα κρυπτογράφησης για να προστατέψουν τα δεδομένα από υποκλοπή.



- Το Wi-Fi είναι ένα παγκόσμιο σερ από σάνταρς . Αντίθετα με τους πελάτες δικτύου κυβελών , ο ίδιος Wi-Fi πελάτης μπορεί να δουλέψει σε διαφορετικές χώρες ανά τον κόσμο (αν και μπορεί να χρειαστεί κάποιες ρυθμίσεις στο λογισμικό ) .

### 3.6 Μειονεκτήματα του Wi-Fi

- Η χρησιμοποίηση της συχνότητας των 2.4GHz από το Wi-Fi δεν απαιτεί άδεια από τον περισσότερο κόσμο με την προϋπόθεση ότι κάποιος μένει κάτω από τα θεσμοθετημένα τυπικά όρια και με την προϋπόθεση ότι κάποιος δέχεται παρεμβολές από άλλες πηγές , συμπεριλαμβανομένων παρεμβολές που προκαλούν την δυσλειτουργία των συσκευών του .
- Η νομοθεσία δεν είναι ίδια παντού . Οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες επιτρέπουν 2 κανάλια παραπάνω από αυτά των προδιαγραφών b , g . Η Ιαπωνία έχει και ένα ακόμα κανάλι , και χώρες όπως η Ισπανία απαγορεύουν την χρήση καναλιών με μικρότερους αριθμούς . Επιπλέον κάποιες χώρες όπως η Ιταλία συνήθιζε να ζητά μία «γενική άδεια» για οποιοδήποτε Wi-Fi που χρησιμοποιούνται έξω από τα επιτρεπτά όρια ή ζητούσε κάτι παρόμοιο με εγγραφή χειριστή [20] .
- Το 802.11b και το 802.11g χρησιμοποιούν το φάσμα των 2.4GHz , στο οποίο υπάρχει συνωστισμός από άλλες συσκευές όπως το Bluetooth , φούρνων μικροκυμάτων , ασύρματα τηλέφωνα (τα 900MHz ή τα 5.8GHz είναι εναλλακτικές συχνότητες τηλεφωνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αποφυγή παρεμβολών με ένα Wi-Fi δίκτυο) και συσκευές αποστολής βίντεο ανάμεσα σε πολλές άλλες . Αυτό μπορεί να προκαλέσει μία στατική μείωση στην απόδοση. Άλλες συσκευές που χρησιμοποιούν αυτές τις συχνότητες μικροκυμάτων μπορούν επίσης να προκαλέσουν σταδιακή μείωση στην απόδοση .
- Κλειστά σημεία πρόσβασης μπορούν να παρεμβάλλονται με σωστά ρυθμισμένα ανοιχτά σημεία πρόσβασης στην ίδια συχνότητα , εμποδίζοντας την λειτουργία των ανοιχτών σημείων πρόσβασης από άλλους .
- Η κατανάλωση ενέργειας είναι συγκριτικά πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με άλλα σάνταρ κάνοντας την διάρκεια ζωής της μπαταρίας και την εκπεμπόμενη θερμότητα , πρόβλημα [15] .

### 3.7 Wi-Fi και το ερασιτεχνικό ράδιο

Στις Η.Π.Α το ραδιοφάσμα του Wi-Fi που είναι στα 2.4 GHz διαμοιράζεται επίσης σε ερασιτέχνες χρήστες ραδιοφώνου . Οι κανόνες του FCC Part 15 «κυβερνούν» τους χειριστές που δεν έχουν άδεια (οι περισσότεροι χρήστες εξοπλισμού Wi-Fi) . Οι ερασιτέχνες χειριστές διατηρούν αυτό που το FCC ονομάζει «βασικό στάτους» στη συχνότητα υπό ένα διακριτό σερ κανόνων (Part 97) . Υπό το Part 97 αδειούχοι ερασιτέχνες χειριστές μπορούν να φτιάξουν το δικό τους εξοπλισμό , χρησιμοποιώντας κεραίες υψηλής λήψης και αυξάνοντας την παραγόμενη ενέργεια στα 100 Watt στις συχνότητες που καλύπτονται από τα κανάλια 2 έως 6 του Wi-Fi . Παρόλα αυτά οι κανόνες του Part 97 αποδεικνύουν την χρησιμοποίηση της μικρότερης δυνατής απαιτούμενης ενέργειας για επικοινωνίες , απαγορεύοντας το κρύψιμο των αρχείων και απαιτώντας αναγνώριση από τον βασικό σταθμό ανά 10 λεπτά . Οπότε τα ακριβά κυκλώματα με αυτόματο σύστημα ενέργειας είναι απαραίτητα για να καλύψουν τους κανόνες και την μετάδοση κρυπτογραφημένων δεδομένων (για παράδειγμα το https) είναι αμφισβητήσιμη . Στην πράξη οι ενισχυτές μικροκυμάτων είναι ακριβοί και μειώνουν την ευαισθησία λήψης των συνδεδεμένων ραδιοφώνων . Από την άλλη πλευρά το μικρό

μήκος κύματος των 2.4GHz επιτρέπει την απλή κατασκευή κεραιών πάσης κατεύθυνσης με πολύ υψηλή λήψη . Αν και οι κανόνες απαγορεύουν την μετατροπή εμπορικών συστημάτων , οι ερασιτέχνες μπορούν να τροποποιήσουν εμπορικά συστήματα για καλύτερη λειτουργία μακρινών συνδέσεων . Χρησιμοποιώντας μόνο ραδιόφωνα συνδέσεως των 200 mW και δύο κεραιές λήψεως 24 dB , δημιουργούνται αξιόπιστες συνδέσεις παραπάνω των 100 Km με μικρές παρεμβολές στην συχνότητα από άλλους χρήστες και με αξιοποιήσιμη εκπεμπόμενη ενέργεια μερικών εκατοντάδων Watt μέσα σε μία πολύ στενή ακτίνα [20] .

### 3.8 Wi-Fi και ελεύθερο λογισμικό

- BSDs (FreeBSD , NetBSD, OpenBSD , DragonflyBSD) είχαν υποστήριξη για τους περισσότερους αντάπτορες μέχρι τα τέλη του '98 . Ο κωδικός για το Atheros , το Prism , το Harris/Intervil και το Aironet μοιράζεται κυρίως ανάμεσα στα τρία BSDs . Το Darwin και το Mac OS x , παρά την ομοιότητα τους με το FreeBSD έχουν δικές τους ξεχωριστές εκτελέσεις . Στο OpenBSD 3.7 , υπάρχουν περισσότερα ασύρματα chip διαθέσιμα συμπεριλαμβανομένων των RealTek , RTL8180L , Ralink RT25x0 , Atmel AT70CS0x , και Intel 2100/2200BG/2225BG/2915ABG , εξαιτίας μίας προσπάθειάς τουλάχιστον από την πλευρά του OpenBSD για την προώθηση οδηγών ανοιχτού κώδικα για ασύρματα chips . Είναι πιθανόν αυτοί οι οδηγοί να λειτουργήσουν και σε άλλα BSDs αν δεν υπάρχουν ήδη . Το ndiswrapper διατίθεται επίσης για το FreeBSD .
- Linux :Μέχρι την έκδοση 2.6 , το περισσότερο υλισμικό του Wi-Fi υποστηρίζεται απευθείας από τον πυρήνα Linux . Η υποστήριξη για το Orinoco , Prism , Aironet και Atmel συμπεριλαμβάνονται στο βασικό δένδρο του πυρήνα , ενώ το ADMtek , και το Realtek RTL8180L υποστηρίζονται από οδηγούς κλειστού κωδικού που παρέχονται και είναι ιδιοκτησίες του κατασκευαστή και από κωδικούς ανοιχτού κώδικα που είναι γραμμένο από την κοινότητα . Το Atheros και το Ralink RT2x00 υποστηρίζονται μέσω προγραμμάτων ανοιχτού κώδικα . Υποστήριξη για πιο σπάνιες ασύρματες συσκευές είναι διαθέσιμη μέσω του οδηγού ndiswrapper , που επιτρέπει στο Linux , το οποίο είναι γραμμένο για την αρχιτεκτονική Intel x86 , να «τυλίξει» έναν οδηγό των Windows απευθείας χρήση . Αρχίζοντας με το Linux 2.6.14 , ο οδηγός Intel Pro Wireless (κυρίως για τους υπολογιστές με τεχνολογία centrino , τις κάρτες Prism , πρέπει κάποιος να κατεβάσει ένα δυαδικό firmware κλειστού κώδικα [18].

### 3.9 Μη ηθελημένη και ηθελημένη χρήση από άλλους χρήστες

Οι κανονικές ρυθμίσεις των περισσότερων σημείων πρόσβασης του Wi-Fi δεν παρέχουν προστασία από μη εξουσιοδοτημένη χρήση του δικτύου . Πολλοί χρήστες από το γραφείο τους ή το σπίτι τους δεν σκοπεύουν να ασφαλίσουν τα σημεία πρόσβασης τους , με αποτέλεσμα να τα αφήνουν προσβάσιμα στους χρήστες στην περιοχή . Έχει γίνει σύνηθες να αφήνονται σημεία πρόσβασης ανοιχτά προς χρήση . Οι περισσότερες κοινότητες δικτύων Wi-Fi στηρίζονται στην ελεύθερη πρόσβαση και στο ελεύθερο μοίρασμα εύρους ζώνης . Μέτρα για να αποτρέψουμε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες , συμπεριλαμβάνουν το κλείσιμο της μετάδοσης της AP's service set identifier (SSID) μετάδοσης , επιτρέποντας μόνο υπολογιστές με γνωστές MAC addresses να μπαίνουν στο δίκτυο , και διάφορα στάνταρ κρυπτογράφησης . Παλιότερα σημεία πρόσβασης συχνά δεν υποστηρίζουν επαρκή μέτρα προστασίας για να προστατεύονται από έναν αποφασισμένο εισβολέα «οπλισμένου» με packet sniffer και την ικανότητα να αλλάζει MAC διευθύνσεις . Μη επιβλαβής δημιουργική εξερεύνηση σημείων πρόσβασης άλλων ανθρώπων είναι γνωστή ως wardriving , και το να αφήνεις μία ιδέα από τις διαθέσιμες υπηρεσίες ονομάζεται warchalking .

Είναι συνηθισμένη η μη ηθελημένη χρήση δικτύων Wi-Fi άλλων ανθρώπων χωρίς συγκεκριμένη εξουσιοδότηση . Λειτουργικά συστήματα όπως τα Windows XP και τα MAC OS x αυτόματα ενώνονται με οποιοδήποτε γειτονικό ασύρματο δίκτυο , εξαρτώμενα από τις ρυθμίσεις του δικτύου . Ένας χρήστης που τυγχάνει να ανοίξει το φορητό του υπολογιστή μέσα στην εμβέλεια ενός σημείου πρόσβασης , ίσως ανακαλύψει ότι ο υπολογιστής του έχει συνδεθεί με κάποιο δίκτυο , χωρίς κάποια εμφανή ένδειξη . Επιπλέον , ένας χρήστης που σκοπεύει να συνδεθεί με κάποιο δίκτυο είναι πιθανό να συνδεθεί με κάποιο άλλο , αν έχει δυνατότερο σήμα . Σε συνδυασμό με την αυτόματη εύρεση πηγών δικτύου (δες το DHCP και το Zeroconf ) Μπορεί θεωρητικά να οδηγήσει τους ασύρματα συνδεδεμένους χρήστες να στέλνουν ευαίσθητα δεδομένα στο λάθος προορισμό όπως περιγράφεται από τον Chris Meadows στο RISK Digest στο τεύχος του Φεβρουαρίου του 2004 [15] .

### 3.10 Ασφάλεια

Ο εξοπλισμός Wi-Fi μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κλοπή προσωπικών πληροφοριών (κωδικών , οικονομικών δεδομένων , δεδομένων αναγνώρισης κτλ ) που μεταδίδονται από χρήστες Wi-Fi , αν δεν χρησιμοποιούνται λογικές προστασίες .

Το πρώτο και πιο κοινό στάνταρ ασύρματης κρυπτογράφησης το Wired Equivalent Privacy ή WEP , έχει αποδειχθεί ότι παραβιάζεται εύκολα ακόμα και σωστά ρυθμισμένο . Τα περισσότερα ασύρματα προΐόντα στην αγορά υποστηρίζουν το Wi-Fi Protected Access (WPA) πρωτόκολλο κρυπτογράφησης που θεωρείται πολύ πιο δυνατό αν και κάποια παλιότερα σημεία πρόσβασης πρέπει να αντικατασταθούν για να το υποστηρίξουν . Η υιοθέτηση του στάνταρ 802.11i (με εμπορικό όνομα WPA2) κάνει δυνατό ένα καλύτερο σύστημα προστασίας όταν είναι καλά ρυθμισμένο . Από τα μέσα του 2005 , τα Microsoft Windows XP και το MAC OS x υποστηρίζουν το WPA2 , αλλά μόνο στον πιο σύγχρονο εξοπλισμό . Καθώς περιμέναμε καλύτερα στάνταρ να γίνουν διαθέσιμα , πολλές επιχειρήσεις έχουν επιλέξει να αναπτύξουν επιπλέον βαθμίδες κρυπτογράφησης (όπως τα VPNS) για να προστατευτούν από υποκλοπές [17] .

Υπάρχουν πολλές αναφορές ότι η αλληλεπίδραση ενός κλειστού ή κρυπτογραφημένου σημείου πρόσβασης με άλλα ανοιχτά σημεία πρόσβασης στα ίδια ή σε γειτονικά κανάλια μπορεί να αποτρέψει την πρόσβαση στα ανοιχτά σημεία πρόσβασης από άλλους στην περιοχή . Αυτό μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα πυκνοκατοικημένες περιοχές , όπως τα μεγάλα συγκροτήματα πολυκατοικιών , όπου πολλοί κάτοικοι χρησιμοποιούν Wi-Fi σημεία πρόσβασης [11].

Μεγάλες επιχειρήσεις συχνά ανησυχούν για το ρίσκο της ασφάλειας σε ένα ασφαλές εταιρικό δίκτυο από ένα μη εξουσιοδοτημένο ασύρματο σημείο πρόσβασης , επίσης γνωστό ως rogue σημείο πρόσβασης . Με την αγορά φθηνών ασύρματων δρομολογητών που υπάρχουν σε καταστήματα ηλεκτρονικών ειδών οι υπάλληλοι μερικές φορές συνδέουν έναν μη εξουσιοδοτημένο σημείο πρόσβασης , είτε από άγνοια είτε με δόλο , εκθέτοντας έτσι το καθόλα ασφαλές εταιρικό δίκτυο σε οποιονδήποτε κάνει wardriving . Για να εξαλείψουμε το πιθανό ρίσκο των rogue σημείων πρόσβασης κάποιοι μεγάλοι οργανισμοί άρχισαν (από το 2005) να εγκαθιστούν ασύρματα συστήματα ανίχνευσης εισβολών . Αυτά τα συστήματα είναι σχεδιασμένα να ελέγχουν για ασύρματα σήματα και να αναφέρουν αμέσως την παρουσία μη εξουσιοδοτημένων σημείων πρόσβασης [15].

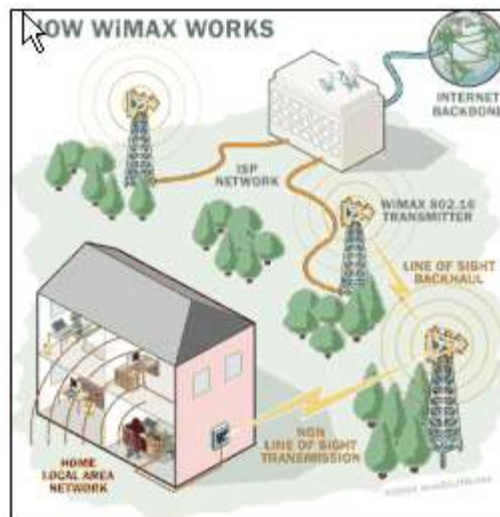
## 4. Το πρότυπο IEEE 802.16

Το **WiMax** είναι ένα αρκτικόλεξο που αντιπροσωπεύει το Worldwide Interoperability for Microwave Access, ένα σημάδι πιστοποίησης για τα προϊόντα που περνούν τις δοκιμές συμμόρφωσης και διαλειτουργικότητας για τα IEEE 802.16 πρότυπα.

Τα προϊόντα που περνούν τις δοκιμές συμμόρφωσης για WiMax , είναι σε θέση να δημιουργούν ασύρματες συνδέσεις μεταξύ τους για να επιτρέψουν τη μεταφορά των στοιχείων πακέτων Διαδικτύου. Είναι παρόμοιο με το Wi-Fi στην έννοια, αλλά έχει ορισμένες βελτιώσεις που στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης και μπορεί να επιτρέψουν τη χρήση σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις.

Το IEEE 802.16 είναι ομάδα εργασίας αριθμός 16 του IEEE 802, που ειδικεύεται στην σημείο σε πολυσημειακό ευρυζωνική ασύρματη πρόσβαση .

Το πώς λειτουργεί το WiMax το αντιλαμβανόμαστε από την εικόνα:



## 4.1 Χρήσεις για το WiMax

Το WiMax είναι μια ασύρματη τεχνολογία δικτύων μητροπολιτικής περιοχής (MAN) που μπορεί να συνδέσει τις IEEE 802.11 (Wi-Fi) δυναμικές ζώνες την μία με την άλλη και με άλλα μέρη του Διαδικτύου και να παρέχει μια ασύρματη εναλλακτική λύση του καλωδίου και το DSL για την τελευταία ευρυζωνική πρόσβαση μιλίου (τελευταίο χλμ). Το IEEE 802.16 παρέχει μέχρι 50 χλμ (31 μίλια) εμβέλεια της γραμμικής σειράς περιοχής υπηρεσιών και επιτρέπει τη συνδετικότητα μεταξύ των χρηστών χωρίς άμεση γραμμή θέας. Σημειώστε ότι αυτό δεν πρέπει να ληφθεί ότι σημαίνει ότι οι χρήστες σε 50 χλμ (31 μίλια) μακριά χωρίς γραμμή θέας θα έχουν τη συνδετικότητα. Τα πρακτικά όρια από τις πραγματικές παγκόσμιες δοκιμές φαίνονται να είναι περίπου "3 έως 5 μίλια" (5 έως 8 χιλιόμετρα). Η τεχνολογία έχει θεωρηθεί ότι παρέχει τα κοινά ποσοστά στοιχείων μέχρι 70 MBIT/S, τα οποία, σύμφωνα με τους υπερασπιστές του WiMax, είναι αρκετό εύρος ζώνης για να υποστηρίξει ταυτόχρονα περισσότερες από 60 επιχειρήσεις με την τύπου T1 συνδετικότητα και πέρα από χίλια σπίτια σε 1Mbit/s DSL συνδετικότητα. Οι πραγματικές παγκόσμιες δοκιμές, εντούτοις, παρουσιάζουν πρακτικά μέγιστα ποσοστά

στοιχείων μεταξύ 500kbit/s και 2 MBIT/S, ανάλογα με τους όρους επί ενός δεδομένου τόπου.

Επίσης αναμένεται ότι το WiMax θα επιτρέψει την αλληλοδιείσδυση για την ευρυζωνική παροχή υπηρεσιών VoIP, του βίντεο, και πρόσβαση Διαδικτύου-ταυτόχρονα. Οι περισσότερες καλωδιακές και παραδοσιακές τηλεφωνικές επιχειρήσεις εξετάζουν πολύ ή δοκιμαστικά χρησιμοποιούν ενεργά τη δυνατότητα WiMax για τη συνδετικότητα "τελευταίου μιλίου". Αυτό πρέπει να οδηγήσει σε καλύτερα pricepoints και για τους πελάτες σπιτιών και επιχειρήσεων ως αποτελέσματα του ανταγωνισμού από την αποβολή του "αιχμάλωτου" πελάτη που τα δίκτυα τηλεφώνων και καλωδίων απολάμβαναν παραδοσιακά. Ακόμη και στις περιοχές που δεν προϋπήρχαν φυσικά δίκτυα ή καλωδιακά τηλέφωνα, το WiMax θα μπορούσε να επιτρέψει την πρόσβαση μεταξύ της καθεμίας μέσα στην εμβέλεια. Οι εγχώριες μονάδες στο μέγεθος ενός βιβλίου που παρέχουν και τα σημεία τηλεφωνικής και δικτυακής σύνδεσης είναι ήδη διαθέσιμες και εύκολο να εγκατασταθούν.

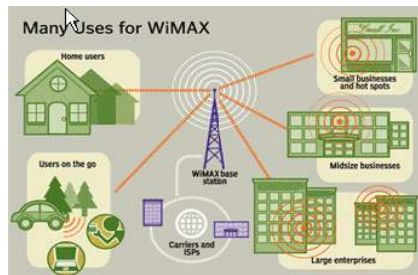
Υπάρχει επίσης ενδιαφέρουσα δυνατότητα για τη διαλειτουργικότητα του WiMax με τα κυψελοειδή δίκτυα. Στο WiMax οι κεραιές μπορούν "να μοιραστούν" έναν πύργο κυττάρων χωρίς να συμβιβάσουν τη λειτουργία των ήδη κυψελοειδών σειρών σε ισχύ. Οι επιχειρήσεις που μισθώνουν ήδη τις περιοχές κυττάρων στις διαδεδομένες περιοχές υπηρεσιών έχουν μια μοναδική ευκαιρία να διαφοροποιήσουν, και συχνά να έχουν ήδη το απαραίτητο φάσμα διαθέσιμο (δηλ. είναι κύριοι των αδειών για τις ραδιοσυχνότητες που είναι σημαντικές στην αύξηση της ταχύτητας ή/και τη σειρά μιας σύνδεσης WiMax). Στο WiMax οι κεραιές μπορούν να συνδεθούν ακόμη και με μια «σπονδυλική στήλη» Διαδικτύου είτε μέσω ενός καλωδίου οπτικής ελαφριών ινών είτε μιας κατευθυντικής σύνδεσης μικροκυμάτων. Μερικές κυψελοειδείς επιχειρήσεις αξιολογούν το WiMax ως μέσο αύξησης του εύρους ζώνης για ποικίλες εφαρμογές με πολλά δεδομένα. Σύμφωνα με αυτές τις πιθανές εφαρμογές είναι η δυνατότητα της τεχνολογίας να χρησιμεύσει ως ένα πολύ υψηλό εύρος ζώνης "backhaul" για το Διαδίκτυο ή την κυψελοειδή τηλεφωνική κυκλοφορία από τις απομακρυσμένες περιοχές πίσω σε μια «σπονδυλική στήλη». Αν και η οικονομική αποτελεσματικότητα WiMax σε μια μακρινή εφαρμογή θα είναι υψηλότερη, δεν περιορίζεται σίγουρα σε τέτοιες εφαρμογές, και μπορεί στην πραγματικότητα να είναι μια απάντηση στις ακριβές αστικές επεκτάσεις backhaults T1 επίσης. Λαμβάνοντας υπόψη την περιορισμένη συνδεδεμένη με καλώδιο υποδομή των αναπτυσσόμενων χωρών (όπως στην Αφρική), οι δαπάνες για να εγκαταστήσουν έναν σταθμό WiMax από κοινού με έναν υπάρχοντα κυψελοειδή πύργο ή ακόμα και ως απόμερη πλήρη θα είναι υποκοριστικό σε σύγκριση με την ανάπτυξη μιας συνδεδεμένης με καλώδιο λύσης. Οι ευρείες, επίπεδες εκτάσεις και η χαμηλή πυκνότητα πληθυσμών μιας τέτοιας περιοχής παραχωρούν καλά σε WiMax και την τρέχουσα diametrical σειρά της 30 μιλίων. Για τις χώρες που έχουν ξεπεράσει τη συνδεδεμένη με καλώδιο υποδομή ως αποτέλεσμα των τοπικών δαπανών και της άπωσης γεωγραφίας, το WiMax μπορεί να ενισχύσει την ασύρματη υποδομή κατά τρόπο ανέξοδο, αποκεντρωμένο, φιλικό προς επέκταση επέκταση και αποτελεσματικό [16].

Η κεραιές στο WiMax έχουν την μορφή :



Μια άλλη εφαρμογή υπό εξέταση είναι τα παιχνίδια. Η Sony και η Microsoft θεωρούν την προσθήκη του WiMax ως χαρακτηριστικό γνώρισμα στις κονσόλες παιχνιδιών επόμενης γενιάς τους. Αυτό θα επιτρέψει στους "gamers" να δημιουργήσουν ειδικά δίκτυα με άλλους φορείς. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί μια από τις "killer apps" οδηγώντας στην υιοθέτηση WiMax: Λειτουργία σαν αυτή του Wi-Fi με την απέραντα βελτιωμένη σειρά και την πολύ μειωμένη λανθάνουσα κατάσταση δικτύων και την ικανότητα να δημιουργούν ειδικά δίκτυα πλέγματος .

Οι πολλαπλές χρήσεις του WiMax διαφαίνονται στην παρακάτω εικόνα:



## 4.2 Απελευθέρωση των προϊόντων

Τα προϊόντα αναμένονται για να αναγγελθούν δεύτερο τρίμηνο του 2005. Από το 2005, μεγάλες πόλεις όπως το Λος Άντζελες, η Νέα Υόρκη, το Σικάγο, η Βοστώνη, το Providence (Rhode Island), και το Σαν Φρανσίσκο εξυπηρετούνται από Towerstream. Το Σιάτλ εξυπηρετείται από τα Sprint και Speakeasy.net. Στην Κίνα, η Dalian και η Chengdu εφαρμόζουν τα δίκτυα προ-WiMax που θα είναι βελτιώσιμα όταν αρχίζει η δοκιμή πιστοποίησης στα τέλη του 2005. Τα τρέχοντα Towerstream, Speakeasy, και άλλες επεκτάσεις είναι ιδιόκτητων συστημάτων συμπεριλαμβανομένων των δικτύων Airspan, Aperto, Alvarion VL OFDM, και Dragonwave. Οι δοκιμαστικές επεκτάσεις ήταν συνήθως έξω από τις ΗΠΑ λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας φάσματος. Η Sprint έχει αναγγείλει ότι θα αρχίσουν τις δοκιμές των προ-επικυρωμένων συστημάτων WiMax.

Το Towerstream θα εισαγάγει επίσης τα συστήματα WiMax για να ακολουθήσει το ιδιαίτερα επιτυχές δίκτυο προ-WiMax τους συντηρώντας τις επιχειρήσεις, τις εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις και τις κυβερνητικές οντότητες.

Στη συνεδρίαση του φόρουμ WiMAX Ιουλίου 2005 στο Βανκούβερ, τα συστήματα WiMax άρχισαν τη δοκιμή πιστοποίησης. Η Disney συμμετείχε στην επίδειξη Απόδειξης της Έννοιας (POC). Αυτό παρουσίασε πραγματικές ταυτόχρονες ικανότητες πολυμέσων.

### **4.3 PCMCIA, FPGA**

Πέρα από τις διαφοροποιήσεις, το WiMax είναι όπως το Wi-Fi δεδομένου ότι μπορείτε "να το φτιάξετε όπως θέλετε". Διάφοροι προμηθευτές έχουν κάποια μορφή προϊόντος τώρα (2004), συνήθως σε ένα στάδιο προ-πρότυπο-συμμόρφωσης έτσι η διαλειτουργικότητα πολυ-υποκατασκευαστών μέσα σε ένα ενιαίο τμήμα δικτύων δεν μπορεί να αναμένεται εύλογα. Διάφορες επιχειρήσεις προγραμματίζουν rollouts των υποχωρητικών chipsets σε FPGAs το 2005 και ASICs το επόμενο έτος που θα στενέψουν τις ψηφιακές ηλεκτρονικές συσκευές κατάλληλες για τον τύπο PCMCIA και MiniPCI. Η Intel αναμένεται για να είναι σημαντικός οδηγός προς τη μείωση τιμών. Η Intel υποστηρίζει ότι είναι σε θέση να οδηγήσει την τιμή ανά χρήστη σε μηδέν κατά τη διάρκεια των επόμενων 3-4 ετών. Αυτό οφείλεται στην ενσωμάτωση WiMax στους επεξεργαστές συστημάτων και των αρχιτεκτονικών πινάκων για το lap-top, PDA και άλλες συσκευές. Φυσικά, η τιμή δεν είναι μηδέν δεδομένου ότι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφαλιστρου οδηγούν την αποδοχή του ασφαλιστρου οδηγούμενου σχεδίου "Intel Inside". Αλλά ως ανταγωνιστική στρατηγική προσδιορισμού θέσης, η δυνατότητα να ενσωματωθεί πολλαπλού τρόπου WiMax/Wi-Fi/cellular στον καταναλωτή και τα προϊόντα IT πρέπει να δημιουργήσει ένα επιχείρημα αναγκάζοντας την αποδοχή των WiMax's.

### **4.4 WiBro: Η Νοτιο-Κορεατική εκδοχή**

Ίσως οι αφηγήσεις επεκτάσεις για το WiMax θα είναι για το κινητό παράγωγο WiBro: Το WiBro έχει τη νοτιοκορεατική κυβερνητική υποστήριξη με την απαίτηση για κάθε μεταφορέα να ξοδέψει πάνω από 1 δισεκατομμύριο δολάρια για τις επεκτάσεις. Οι Κορεάτες επιδίωξαν να αναπτύξουν το WiBro ως περιφερειακή και ενδεχομένως διεθνή εναλλακτική λύση στα συστήματα 3.5-4G. Αλλά με την έλλειψη μόνης αναπτυγμένης ορμής ως πρότυπα, το WiBro έχει ενωθεί με το WiMax και έχει συμφωνήσει να εναρμονιστεί με την παρόμοια έκδοση OFDMA 802.16e των προτύπων. Αυτό που κάνει το WiBro roll outs, το οποίος θα αρχίσει τον Απρίλιο του 2006, μια καλή "περίπτωση δοκιμής" για τη γενική προσπάθεια WiMax είναι ότι είναι κινητό, κατάλληλο για την παράδοση των ασύρματων ευρυζωνικών υπηρεσιών, και το γεγονός ότι η επέκταση πραγματοποιείται σε μία ιδιαίτερα περίπλοκη, διαποτισμένη ευρεία ζώνη αγορά. Το WiBro θα ανεβούν ενάντια στα 3G και στις πολύ υψηλές υπηρεσίες γραμμών καλωδίων εύρους ζώνης παρά τα gap-filler ή αγροτικές κάτω υπο-εξυπηρετημένες επεκτάσεις αγοράς όπως είναι συχνά ως "καλύτερες κατάλληλες" αγορές για WiMax. Το WiBro τα πηγαίνει πολύ καλύτερα στον άμεσο ανταγωνισμό με το 3G και τις υψηλής σύνδεσης με καλώδιο εύρους ζώνης υπηρεσίες που θέτουν τον σκληρό ανταγωνισμό [15].

## 4.5 Στοχεύοντας Δίκτυα SPs όχι καταναλωτές

Τα πρόωρα προϊόντα είναι πιθανόν στοχεύουν στους φορείς παροχής υπηρεσιών δικτύων και τις επιχειρήσεις, όχι στους καταναλωτές. Έχουν τη δυνατότητα να επιτρέψουν σε εκατομμύρια περισσότερο να έχουν την ασύρματη συνδετικότητα Διαδικτύου, φτηνά και εύκολα. Οι υπερασπιστές λένε ότι η ασύρματη κάλυψη WiMax θα μετρηθεί στα τετραγωνικά χιλιόμετρα ενώ αυτή του Wi-Fi μετριέται στα τετραγωνικά μέτρα. Σύμφωνα με τους υποστηρικτές του WiMax, κάθε σταθμός κόμβων WiMax ή "βάσεων" θα επέτρεπε τη συνδετικότητα μεγάλου Διαδικτύου μεταξύ των σπιτιών και επιχειρήσεων σε μια ακτίνα μέχρι 50 χλμ (31 μίλια). Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτές οι αξιώσεις, ειδικά ότι τέτοιες αποστάσεις μπορούν να επιτευχθούν χωρίς Los (γραμμή θέασης), αντιπροσωπεύει, στην καλύτερη περίπτωση, ένα θεωρητικό μέγιστο κάτω από τις ιδανικές περιπτώσεις. (Η τεχνική αξία αυτών των αξιώσεων πρέπει να εξεταστεί ακόμα στον πραγματικό κόσμο). Αυτοί οι σταθμοί βάσεων θα καλύψουν τελικά μια ολόκληρη μητροπολιτική περιοχή, που κάνει εκείνη την περιοχή σε ένα WMAN και που επιτρέπει την αληθινή ασύρματη κινητικότητα μέσα σε αυτήν, σε αντιδιαστολή με horping δυναμικής ζώνης που απαιτείται από το WiFi. Οι υπερασπιστές του ελπίζουν ότι η τεχνολογία θα χρησιμοποιηθεί τελικά στους υπολογιστές σημειωματάρων και PDAs. Η αληθινή τύπου κυττάρου ασύρματη ευρεία ζώνη περιπλάνησης, εντούτοις, θα απαιτήσει 802.16e.

## 4.6 Το Qualcomm αποκτά Flarion

Η απόκτηση της Flarion από την ασύρματη κινητή βαρέων βαρών Qualcomm και η επανασύσταση των συστημάτων και των χαρτοφυλακίων διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας τους OFDM καθώς είναι βασική στις εξελίξεις για το OFDMA/802.16e έχει διευρύνει το ενδιαφέρον για τον αναδυόμενο τομέα του OFDM. Μερικοί αμφισβητούν τα κίνητρα της Qualcomm: είναι αυτό μια προσπάθεια να χρονοτριβηθεί η υιοθέτηση WiMax; Ή είναι αυτό περισσότερο μια αναγνώριση από την Qualcomm ότι το OFDM θα γίνει πιθανώς μια κυρίαρχη βασική τεχνολογία για τα 4G και πέρα ασύρματα συστήματα;

## 4.7 Πρότυπα

Τα τρέχοντα 802.16 πρότυπα είναι **IEEE πρότυπα 802.16-2004**, που εγκρίνονται τον Ιούνιο του 2004. Καθιστά την προηγούμενη (και πρώτη) έκδοση 802.16-2001 ξεπερασμένη, μαζί με τις τροποποιήσεις του 802.16a και 802.16c [24].

Οι IEEE διευθύνσεις προτύπων 802.16-2004 καθόρισαν μόνο τα συστήματα. Μια τροποποίηση 802.16e είναι στην εργασία που προσθέτει τα τμήματα κινητικότητας στα πρότυπα. Αυτή η τροποποίηση αναμένεται να ολοκληρωθεί στα μέσα του 2005.

- 802.16-2004 IEEE πρότυπα για το μέρος 16 δικτύων τοπικής και μητροπολιτικής περιοχής: Διεπαφή αέρα για τα σταθερά ευρυζωνικά ασύρματα συστήματα πρόσβασης



- 802.16.2-2004 συνιστώμενη IEEE πρακτική για τα δίκτυα τοπικής και μητροπολιτικής περιοχής -- συνύπαρξη των σταθερών ευρυζωνικών ασύρματων συστημάτων πρόσβασης
- 802.16-2001 από 802.16-2004 [25]
- 802.16a η τροποποίηση, από τα τρέχοντα IEEE 802.16 πρότυπα μπορεί να μεταφορτωθεί ελεύθερα από την "GET IEEE 802" (tm) σελίδα <http://standards.ieee.org/getieee802/802.16.html>.

## 4.8 Παρόμοιες τεχνολογίες

Το UMTS είναι άμεσος ανταγωνιστής του WiMax. Το UMTS έχει επεκταθεί στην Ευρώπη και αλλού συνήθως από την κινητή τηλεφωνία. Η τεχνολογία [HSDPA](#) επιτρέπει την κατιούσα σύνδεση με τη μετάδοση στοιχείων μέχρι 8-10 MBIT/S. Τον Ιούλιο του η κατανομή συχνότητας της ΕΕ για WiMax εμποδίστηκε από τη Γαλλία και τη Φινλανδία, όπου οι κατασκευαστές έχουν επενδύσει βαριά στην τεχνολογία UMTS.

Αντίθετα από την επανάληψη προηγούμενων ευρυζωνικών ασύρματων προσβάσεων (BWA) το WiMax είναι ιδιαίτερα τυποποιημένο που θα πρέπει να μειώσει το κόστος. Εντούτοις, δεδομένου ότι Chipsets είναι κατασκευασμένα επί παραγγελία για κάθε ευρυζωνικό ασύρματο κατασκευαστή πρόσβασης, αυτό προσθέτει χρόνο και κόστος στη διαδικασία προώθησης ενός προϊόντος στην αγορά, και αυτό το WiMAX δεν το αλλάζει.

Ο ανταγωνιστής του WiMax στην Ευρώπη είναι το HIPERMAN. Το WiMax φόρουμ, η κοινοπραξία πίσω από την τυποποίηση, εργάζεται στις μεθόδους για να κάνει τα 802.16 και HIPERMAN να επικοινωνήσουν χωρίς ραφή. Τα προϊόντα που αναπτύσσονται από τα μέλη φόρουμ του WiMAX πρέπει να συμμορφωθούν για να περάσουν τη διαδικασία πιστοποίησης.

Η βιομηχανία τηλεπικοινωνιών της Κορέας έχει αναπτύξει το πρότυπά της, το WiBro. Στα τέλη του 2004, η Intel και η LG Electronics έχουν συμφωνήσει σχετικά με τη διαλειτουργικότητα μεταξύ WiBro και WiMax [16].

## 5. Συμπεράσματα

Αναλύοντας παραπάνω, διεξοδικά τις προδιαγραφές του IEEE δηλαδή το 802.11b ή Wi-Fi και το 802.16 ή WiMax, αντιλαμβανόμαστε ότι το WiMax υπερτερεί του Wi-Fi. Το

γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από την παρακάτω ανάλυση των τεχνικών πλεονεκτημάτων του WiMax επί του Wi-Fi .

Συγκεκριμένα , επειδή τα IEEE 802.16 δίκτυα χρησιμοποιούν τον ίδιο λογικό ελεγκτή συνδέσεων (που τυποποιείται από το IEEE 802.2) όπως άλλα LANs και WANs, αυτό μπορεί και να γεφυρωθεί και να καθοδηγηθεί σε αυτά.

Μια σημαντική πτυχή του IEEE 802.16 είναι ότι καθορίζει ένα στρώμα MAC που υποστηρίζει τις πολλαπλάσιες φυσικές προδιαγραφές στρώματος(PHY). Αυτό είναι κρίσιμο για να επιτρέψει στους κατασκευαστές εξοπλισμού να διαφοροποιήσουν τις προσφορές τους. Αυτό είναι επίσης μια σημαντική πτυχή γιατί το WiMax μπορεί να περιγραφεί ως "πλαίσιο για την εξέλιξη της ασύρματης ευρείας ζώνης" παρά μια στατική εφαρμογή των ασύρματων τεχνολογιών. Οι αυξήσεις στις τρέχουσες και νέες τεχνολογίες και τις ενδεχομένως νέες βασικές τεχνολογίες που ενσωματώνονται στο PHY (φυσικό στρώμα) μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Μια συγκλίνουσα τάση είναι η χρήση των πολλαπλού τρόπου και πολυ-ραδιο σχεδίων SoCs και συστημάτων που είναι εναρμονισμένα μέσω της χρήσης της κοινής MAC, της διαχείρισης συστημάτων, της περιπλάνησης, του IMS και άλλων επιπέδων του συστήματος. Το WiMax μπορεί να περιγραφεί ως τολμηρή προσπάθεια στη σφυρηλάτηση πολλών τεχνολογιών για να εξυπηρετήσουν πολλές ανάγκες σε πολλά φάσματα.

Η MAC είναι σημαντικά διαφορετική από αυτήν του Wi-Fi (και Ethernet από το οποίο παράγεται το Wi-Fi). Στο Wi-Fi, ο ισχυρισμός χρήσεων Ethernet πρόσβασης-όλοι οι σταθμοί συνδρομητών που επιθυμούν να περάσουν τα στοιχεία μέσω μιας πρόσβασης φαίνεται να ανταγωνίζονται για την προσοχή του AP σε τυχαία βάση. Αυτό μπορεί να αναγκάσει τους απόμακρους κόμβους από το AP να διακόπτονται επανειλημμένα από τους λιγότερο ευαίσθητους, πιο στενούς κόμβους, μειώνοντας πολύ τον ρυθμό απόδοσής τους. Σε αντίθεση, η 802.16 MAC είναι η MAC σχεδιασμού όπου ο σταθμός συνδρομητών πρέπει μόνο να ανταγωνιστεί μία φορά (για την αρχική είσοδο μέσα σε το δίκτυο). Μετά από αυτόν διατίθεται μια χρονική αυλάκωση από το σταθμό βάσεων. Η χρονική αυλάκωση μπορεί να διευρυνθεί και να ελαττωθεί, αλλά παραμένει καθορισμένη στην έννοια σταθμών συνδρομητών ότι άλλοι συνδρομητές δεν είναι υποτιθέμενοι για να το χρησιμοποιήσουν αλλά περιμένουν την σειρά τους. Αυτός ο αλγόριθμος σχεδιασμού είναι σταθερός κάτω από την υπερφόρτωση και το μεγάλο αριθμό εγγραφών (αντίθετα από 802.11). Έχει επίσης πολύ περισσότερο αποδοτικό εύρος ζώνης. Ο αλγόριθμος σχεδιασμού επιτρέπει επίσης στο σταθμό βάσεων να ελέγχει την ποιότητα της υπηρεσίας με την εξισορρόπηση των αναθέσεων μεταξύ των αναγκών των σταθμών συνδρομητών.

Μια πρόσφατη προσθήκη στα πρότυπα WiMax είναι εν εξέλιξη που θα προσθέσει την πλήρη ικανότητα δικτύωσης πλέγματος με τη διευκόλυνση των κόμβων WiMax να λειτουργήσουν ταυτόχρονα ως "σταθμοί συνδρομητών" και "σταθμοί βάσεων". Αυτό θα θολώσει την αρχική διάκριση και θα επιτρέψει τη διαδεδομένη υιοθέτηση βασισμένων στο WiMax δικτύων πλέγματος και υπόσχεται τη διαδεδομένη υιοθέτηση WiMax.

Τα αρχικά WiMax πρότυπα, IEEE 802.16, τοποθετούν το WiMax στη μπάντα από 10 έως 66 GHz. Το 802.16a πρόσθεσε υποστήριξη για τις μπάντες από 2 έως 11 GHz, των οποίων τα μεγαλύτερα μέρη είναι ήδη χωρίς άδεια διεθνώς και μόνο πολύ λίγα απαιτούν ακόμα εσωτερικές άδειες. Το περισσότερο επιχειρησιακό ενδιαφέρον θα είναι πιθανώς στα πρότυπα 802.16a, σε αντιδιαστολή με τις εξουσιοδοτημένες συχνότητες. Η προδιαγραφή WiMax βελτιώνεται επάνω σε πολλούς από τους περιορισμούς των προτύπων Wi-Fi με την παροχή του αυξανόμενου εύρους ζώνης και της ισχυρότερης κρυπτογράφησης. Στοιχείει επίσης να παρέχει τη συνδετικότητα μεταξύ των σημείων τέλους δικτύων χωρίς άμεση γραμμή θέας (NLOS) περιστάσεως είναι ασαφείς δεδομένου ότι πρέπει να καταδειχθούν ακόμα. Συνήθως θεωρείται ότι το φάσμα κάτω από 5-6 GHz απαιτείται για να παρέχει τη λογική NLOS αποτελεσματικότητα απόδοσης και δαπανών για (σημείο σε πολυσημειακό) τις επεκτάσεις PtM. Το WiMax κάνει την έξυπνη χρήση των πολλαπλών διαδρομών σημάτων αλλά δεν αφηφά τους νόμους της φυσικής.

## **6. Βιβλιογραφία**

- [1] Ε.Γκαγκάτσιου , «Δίκτυα , Θεωρία και Πράξη» , 2<sup>η</sup> Αμερικανική Έκδοση , 2001 (σελ.369-376)
- [2] Γ.Διακονικολάου , Α.Αγιοκάτσικα , Η.Μπούρας , «Επιχειρησιακή Δικτύωση» , Εκδόσεις Κλειδάριθμος , 2004 (σελ 217-220 , 256-259 , 261-265)
- [3] P.Bhagwat, and Sreenan, C.J. , Eds. , Future Wireless Applications,IEEE Wireless Commun. , 9 (1),6-59,2002
- [4] B.Bing , “Wireless Local Area Networks ,The New Wireless Revolution” , Publications John Wiley & Sons Ltd , 2002
- [5] N.Borisov ,I.Goldberg and D.Wagner , “802.11 Security “ , <http://www.isaac.cs.berkeley.edu/isaac/wep-faq.html>
- [6] B.Furht,Ph.D,M.Ilyas, “Wireless Internet Handbook , Technologies,Standards and Applications” , Publications CRC Press ,2003
- [7] A.Jamalipour , Ph.D , “The Wireless Mobile Internet Architectures , Protocols and Services” , Publications John Wiley & Sons Ltd , 2003 (p.127-130)
- [8] Shoemake , “WiFi (IEEE802.11b) and Bluetooth-Coexistence Issues and Solutions for the 2.4GHz ISM Band “ , Texas Instruments , White Paper , February 2001 , Version 2.1

[9] A.Sikora , “Wireless Personal and Local Area Networks” , Publications John Wiley & Sons Ltd , 2003 (p.133-140)

[10] J.Zyren ,”Reliability of IEEE802.11 Hi Rate DSSS WLANs in a High Density Bluetooth Environment “ , Intesil , 8<sup>th</sup> June 1999

#### **Αναφορές από WEB:**

[11] *Security for Wireless Networks*, URL:

[http://www.netmotionwireless.com/resourse/whitepapers/netmotion\\_security\\_prn.asp](http://www.netmotionwireless.com/resourse/whitepapers/netmotion_security_prn.asp).

Paper σχετικά με την ασφάλεια των ασύρματων δικτύων. Το έγγραφο αναφέρεται στα προβλήματα ασφάλειας που εμφανίζονται στις ασύρματες τεχνολογίες και στις υπάρχουσες λύσεις. Επιπλέον προβάλλει την πρόταση της εταιρίας σχετικά με το θέμα. Είναι ένα από τα πολλά papers που παραθέτει η εταιρία NetMotion σχετικά με ασύρματα δίκτυα. Η εταιρία αυτή είναι μια από τις μεγαλύτερες στο χώρο που προσφέρει λύσεις διαμόρφωσης και εγκατάστασης δικτύων (<http://www.netmotion.com>).

[12] *A Short Tutorial on Wireless LANs and IEEE 802.11*, URL:

<http://www.computer.org/students/looking/summer97/ieee802.htm>.

Ιστοσελίδα της IEEE Computer Society, της παλιότερης και μεγαλύτερης εταιρίας επαγγελματιών πληροφορικής στον κόσμο. Το συγκεκριμένο έγγραφο ανήκει στους Daniel L. Lough, T. Keith Blankenship. Kevin J. Krizman.

[13] Ιστοσελίδα της IEEE Computer Society

<http://www.computer.org/students/looking/summer97/ieee802.htm>.

Σε αυτήν την ιστοσελίδα παρέχεται η δυνατότητα να γίνει κανείς μέλος της ieee κοινωνίας και έτσι θα έχει πρόσβαση στην βιβλιοθήκη και θα ενημερώνεται για συνέδρια , παρουσιάσεις σχετικές με τον ieee . Γενικότερα εδώ παρέχεται η δυνατότητα να αντλήσουμε πληροφορίες για το IEEE 802.11 και τις προδιαγραφές του .

[14] *Wireless Local Area Networks*, URL: [ftp://ftp.netlab.ohiostate.edu/pub/jain/courses/cis788-97/wireless\\_lans/index.htm](ftp://ftp.netlab.ohiostate.edu/pub/jain/courses/cis788-97/wireless_lans/index.htm).

Paper του Edward C. Prem που αναφέρεται σε βασικά θέματα ασύρματων δικτύων. Το paper αυτό είναι ένα από τα πολλά που βρίσκονται στο site του Πανεπιστημίου του Οχάιο (<ftp://ftp.ohio-state.edu>).

[15] <http://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi> :

Σε αυτήν την ιστοσελίδα γίνεται εκτενής αναφορά στο Wi-Fi . Από τον ορισμό του, τις χρήσεις του, τις προδιαγραφές του 802.11 , τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του και την ασφάλεια του. Τέλος κάνει αντιπαράθεση του Wi-Fi με το δίκτυο κυψελών .

[16] <http://en.wikipedia.org/wiki/WiMAX>:

Σε αυτήν την ιστοσελίδα γίνεται εκτενής αναφορά στο WiMax . Από τον ορισμό του, τις χρήσεις του, τα τεχνικά του πλεονεκτήματα έναντι του Wi-Fi , τα πρότυπά του και την απελευθέρωση των προΐόντων του. Τέλος γίνεται αναφορά σε παρόμοιες τεχνολογίες με το WiMax .

[17] <http://www.tutorial-reports.com/wireless/wlanwifi>

Η σελίδα αυτή περιλαμβάνει πληροφορίες όσον αφορά την αρχιτεκτονική των WLANs , τα χαρακτηριστικά των προτύπων του 802.11 , την ασφάλεια και κάνει συγκρίσεις μεταξύ των τεχνολογιών . Ακόμη διασαφηνίζει τις τεχνικές ιδέες που καθοδηγούν το WiFi και αναφέρει πως αυτό «τα βάζει» με άλλες ανταγωνιστικές τεχνολογίες .

[18] <http://www.freenetworks.org>

Εδώ αναφέρεται ο ορισμός του FreeNetwork , τα διαθέσιμα που υπάρχουν , καθώς και οι οργανισμοί. Ακόμη αναφέρεται ότι η ιστοσελίδα αυτή δημιουργήθηκε από έναν εθελοντικό συνεργαζόμενο οργανισμό που είναι αφιερωμένος στην μόρφωση , την συνεργασία και στον σχεδιασμό FreeNetworks .

[19] <http://www.wifi-forum.com>

Πρόκειται για μία ιστοσελίδα η οποία περιέχει ένα WiFi-Forum ,που είναι μία κοινωνία από WiFi υποστηρικτές από όλον τον κόσμο , συνεχώς συνδεδεμένη στο διαδίκτυο . Αυτή η κοινωνία είναι αφιερωμένη στην ανταλλαγή τεχνικών και μη ιδεών σχετιζόμενων με το WiFi , Bluetooth και άλλες ασύρματες τεχνολογίες . Τέλος σε αυτήν, γίνεται αγοραπωλησία ασύρματων τεχνολογιών .

[20] <http://wifi-planet.org/wifi-hotspots.php>

Σε αυτό το site γίνεται εκτενής αναφορά στο WiFi , από τον ορισμό του , τις κάρτες που χρησιμοποιούνται , τις κεραίες και το μέλλον του . Ακόμη αναφέρεται η IEEE 802.11 οικογένεια , η ασφάλεια στο WiFi και τα μειονεκτήματά του . Τέλος γίνεται λεπτομερής ανάπτυξη όσον αφορά το εύρος του WiFi.

[21] <http://www.wireless.binarywolf.com>

Σε αυτήν την σελίδα , υπάρχουν πληροφορίες που διευκολύνουν την επιλογή ασύρματης κεραίας. Αναφέρονται οι δυνατότητες των διαφόρων ειδών κεραιών και η τιμή τους . Τέλος υπάρχουν πηγές όσον αφορά την ασύρματη τεχνολογία και οι πιο συχνές ερωτήσεις που τίθενται σχετικά με αυτή .

[22] <http://wifi-hifi.com/access>

Πρόκειται για μία ιστοσελίδα που αναφέρει εκτενώς την ποιότητα του WiFi. Εν συνεχεία αντιπαραθέτει το WiFi με το δίκτυο κυψελών . Ακόμη περιέχει λεπτομερείς πληροφορίες για το ελεύθερο WiFi . Τέλος δεν παραλείπει να αναφέρει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του και το στάνταρ 802.11.

[23] [http://www.boingboing.net/2005/11/08/wifi\\_isnt\\_short\\_for.html](http://www.boingboing.net/2005/11/08/wifi_isnt_short_for.html)

Εδώ ξεκαθαρίζεται ο ορισμός του WiFi , διώχνοντας έτσι οποιαδήποτε υπόνοια παραπλανήσεως του ονόματος του WiFi . Δίνονται οι λόγοι παραφράσεως του ονόματος του και αιτιολογεί το γεγονός ότι δηλαδή το όνομά του δεν προκύπτει από τα αρχικά της φράσης ασύρματη ποιότητα.

[24] <http://ieee802.org/16/>

Αρχικά αναφέρεται στην ομάδα εργασίας του IEEE 802.16 ή WiMAX , ότι δηλαδή αναπτύσσει στάνταρς και προτείνει πρακτικές για την ανάπτυξη του Wireless Metropolitan Area Networks . Επιπλέον αναφέρει νεοεγκριθέντα στάνταρς όπως το 802.16-2004 που εγκρίθηκε στις 8/11 , το 802.16f που εγκρίθηκε στις 22/9 και το 802.16e που εγκρίθηκε στις 1/11 . Ακόμη παρέχει γενικές πληροφορίες για το WiMAX και τα στάνταρς του. Τέλος δίνει λεπτομερείς πληροφορίες για επερχόμενα συνέδρια , έγγραφα ομάδων εργασίας , έρευνες για το 802.16 στο Webspace , για συμμετοχές και συμμετέχοντες , καθώς και για νομικά θέματα που αφορούν το WiMAX .

[25] <http://wirelessman.org/>

Σε αυτήν την σελίδα γίνεται αναφορά για το IEEE 802.16 ή WiMAX , ότι αυτό αποτελεί μία «μονάδα» της IEEE 802LAN/MAN Επιτροπής των στάνταρς , το πρώτο διεθνές forum για προτυποποίηση ασύρματων δικτύων. Επιπρόσθετα σε αυτήν υπάρχουν νέα συνεδρίων , αναφορές αυτών , υπάρχει ακόμη δυνατότητα «κατεβάσματος προτύπων του 802.16 με το πρόγραμμα GetIEEE802™ . Τέλος υπάρχει η άποψη του κόσμου για το WiMAX .

[26] <http://www.wimaxforum.org/>

Αυτό το site είναι το forum για το WiMAX ,είναι βιομηχανικά κατευθυνόμενος μη κερδοσκοπικός οργανισμός που σχηματίστηκε για να προωθεί και να πιστοποιεί την συμβατότητα και το εύρος ασύρματων προΐόντων . Εδώ υπάρχει δυνατότητα να γίνει κανείς μέλος του και να ενημερώνεται για προΐόντα και για τα διάφορα τελευταία νέα όσον αφορά το WiMAX .

[27] <http://computer.howstuffworks.com/wimax.htm/printable>

Αρχικά γίνεται αναφορά για το πώς το WiMAX λειτουργεί , ότι δουλεύει όπως ακριβώς το WiFi αλλά σε μεγαλύτερες ταχύτητες , και μεγαλύτερες αποστάσεις για μεγαλύτερο αριθμό χρηστών . Ακόμη παρέχει πληροφορίες όσον αφορά τα μέρη από τα οποία αποτελείται το WiMAX . Τέλος εκεί υπάρχουν οι δυνατότητες του WiMAX και οι προδιαγραφές του .

[28] [http://www.wimaxreview.com/company\\_stock\\_list.php](http://www.wimaxreview.com/company_stock_list.php)

Πρόκειται για μία ιστοσελίδα που αναφέρει εκτενώς για την WiMAX τεχνολογία , παρέχοντας ταυτόχρονα αναφορές και βιβλία όσον αφορά αυτήν. Εν συνεχεία παρέχει πληροφορίες για WiMAX εταιρίες και τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαμε να έρθουμε σε επαφή με αυτές . Τέλος υπάρχουν πληροφορίες για σχετικά συνέδρια και για την ομάδα εργασίας του IEEE 802.16 .

[29] <http://www.wimax.com/>

Σε αυτήν την σελίδα υπάρχουν νέα όσον αφορά τα νέα προΐόντα του WiMAX . Ακόμη υπάρχουν καθημερινά νέα που αφορούν το WiMAX και εταιρίες που το προωθούν . Τέλος γίνεται αναφορά σε άρθρα για το WiMAX , πως δηλαδή επωφελούνται οι χρήστες και οι παροχείς από αυτό , η επέκταση του WiMAX της Telecom και άλλα .

[30] <http://news.bbc.co.uk/1/hi/business/4363196.stm>

Πρόκειται για μία ιστοσελίδα που έχει νέα από το bbc . Εδώ γίνεται αναφορά στα ασύρματα δίκτυα , συγκεκριμένα στο WiFi και στο WiMAX , δηλαδή αναφέρονται κάποιες εφαρμογές τους καθώς και απόψεις εμπειρογνομώνων όσον αφορά αυτές . Διασαφηνίζεται το κατά πόσο μας προσφέρουν καλύτερες υπηρεσίες ή τελικά μας δημιουργούν μεγαλύτερα προβλήματα αυτά.