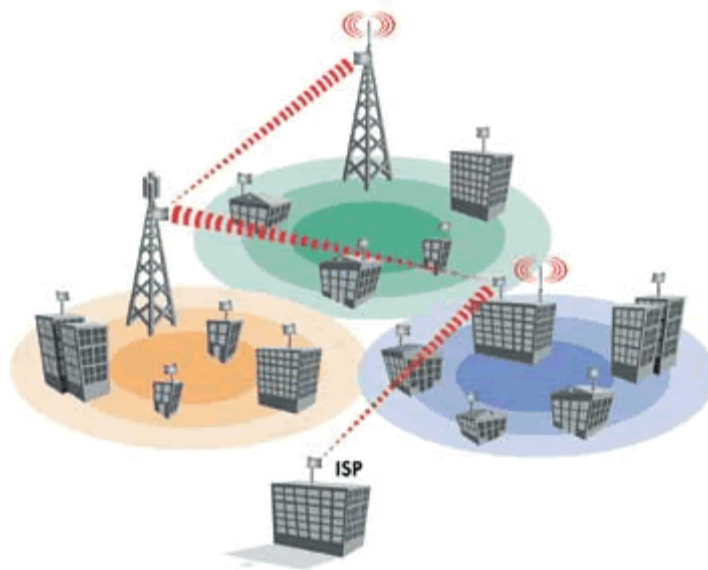




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ
ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ»**

Όνοματεπώνυμο: Λουλάκης Γεώργιος

Επιβλέπων καθηγητής: Βαρτζιώτης Φώτης

Άρτα 2014

Περίληψη

Τα ασύρματα δίκτυα υπολογιστών παρουσιάζουν ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση τόσο σε οικιακό όσο και επαγγελματικό περιβάλλον, για εσωτερικούς και για εξωτερικούς χώρους. Επίσης, πολλές πόλεις της Ελλάδας έχουν εκδηλώσει ενδιαφέρον και λειτουργούν ασύρματα δίκτυα πρόσβασης στο Διαδίκτυο για την εξυπηρέτηση των πολιτών που διαθέτουν συσκευές με δυνατότητα ασύρματης πρόσβασης στο διαδίκτυο. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία περιγράφεται η δομή ενός ασύρματου δικτύου υπολογιστών για πρόσβαση στο διαδίκτυο σε μία αστική περιοχή, οι διατιθέμενες τοπολογίες και τεχνολογίες κατασκευής του και ο απαιτούμενος εξοπλισμός που το απαρτίζει. Γίνεται εφαρμογή της διατιθέμενης τεχνολογίας στην πόλη της Μύρινας, πρωτεύουσας της Νήσου Λήμνου, στο ΒΑ Αιγαίο.

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Πίνακας Εικόνων	6
Πίνακας Πινάκων	8
Εισαγωγή	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ασύρματα Δίκτυα	
1.1 Τεχνολογίες ασύρματων δικτύων	11
1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ασύρματων δικτύων	12
1.3 Ευρυζωνικότητα	14
1.4 Υπηρεσίες Ασύρματων Δικτύων	15
1.5 Θεσμικό πλαίσιο για τις ασύρματες επικοινωνίες	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Οι τεχνολογίες WIFI - WIMAX	
2.1 Η τεχνολογία WiFi – Πρότυπο 802.11n	17
2.2 Δομή ασύρματου δικτύου WiFi ανοικτού χώρου	20
2.2 Υποσυστήματα δημόσιου ασύρματου WiFi ανοικτού χώρου	21
2.2.1 Σημεία ασύρματης πρόσβασης (HOTSPOT)	21
2.2.2 Περιφερειακά σημεία σύνδεσης (BACKHAUL)	22
2.2.3 Κεντρικό σημείο διασύνδεσης	23
2.3 Τεχνολογία WIMAX	24
2.3.1 Δομή δικτύου WiMAX	27
2.3.1.1 Σταθμός βάσης	28
2.3.2.2 Δέκτης	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Δικτυακός εξοπλισμός	
3.1 Κεραίες	30
3.2 Σημεία πρόσβασης (ACCESS POINT)	34
3.3 Γέφυρες (BRIDGE)	35
3.4 Δρομολογητές (ROUTERS)	36

3.5 Μεταγωγέας (SWITCH)	36
3.6 Καλωδιώσεις	37
3.7 Βύσματα	40
3.8 Κουτιά στέγασης	41
3.9 Λογισμικό διαχείρισης δικτύου	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελέτη σκοπιμότητας εγκατάστασης ασύρματου δικτύου στη Μύρινα, Λήμνου	
4.1 Γεωγραφία περιοχής	43
4.2 Εγκατάσταση ασύρματου δικτύου	44
4.3 Σχεδιασμός δικτύου	45
4.4 Απαιτούμενος εξοπλισμός	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Μεθοδολογία	
5.1 Εισαγωγή	50
5.1 Ornet	51
5.2 Radio Mobile	57
Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα Προσομοιώσεων	
6.1 Αποτελέσματα του Ornet	58
6.2 Αποτελέσματα Radio Mobile	65
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα	73

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Wifi υποσυστήματα.....	21
Εικόνα 2 Hotspot	22
Εικόνα 3 Backhaul.....	23
Εικόνα 4 Σημείο διασύνδεσης.....	24
Εικόνα 5 Τεχνολογία Wimax.....	25
Εικόνα 6 Wimax Wifi	27
Εικόνα 7 Λειτουργία Wimax.....	27
Εικόνα 8 σταθμός βάσης	28
Εικόνα 9 point to point Wimax.....	28
Εικόνα 10 Σημεία σύνδεσης Wimax.....	29
Εικόνα 11 κάλυψη omni κεραίας	30
Εικόνα 12 Διάγραμμα ακτινοβολίας	30
Εικόνα 13 κεραία τομεοποίησης.....	31
Εικόνα 14 διάγραμμα ακτινοβολίας κατευθυντικής κεραίας	31
Εικόνα 15 πανελ κεραία	32
Εικόνα 16 διάγραμμα ακτινοβολίας κεραίας panel.....	32
Εικόνα 17 Κεραία πλέγμα.....	33
Εικόνα 18 Διάγραμμα ακτινοβολίας κεραίας grid	33
Εικόνα 19 παραβολική κεραία	33
Εικόνα 20 linksys	34
Εικόνα 21 ubiquiti.....	34
Εικόνα 22 Atheros	35
Εικόνα 23 καλώδια	37
Εικόνα 24 συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων	37
Εικόνα 25 FTP καλώδιο	39
Εικόνα 26 Ομοαξονικό καλώδιο.....	39
Εικόνα 27 καλώδιο pigtail	40
Εικόνα 28 βύσματα	40
Εικόνα 29 σημεία ενδιαφέροντος.....	44
Εικόνα 30 σχεδιασμός δικτύου	45
Εικόνα 31 χάρτης Λήμνου	51
Εικόνα 32 αρχικό παράθυρο Ornet	52
Εικόνα 33 Τεχνολογία Wimax	53
Εικόνα 34 Παλέτα Wimax.....	54
Εικόνα 35 Επιλογή Μύρινας.....	54
Εικόνα 36 Wimax δίκτυο	55
Εικόνα 37 Χαρακτηριστικά σταθμού βάσης	56
Εικόνα 38 Χαρακτηριστικά χρηστών	56
Εικόνα 39 Δημιουργία δικτύου	57
Εικόνα 40 Καθυστέρηση.....	58
Εικόνα 41 Φορτίο και ρυθμαπόδοση.....	59
Εικόνα 42 καθυστέρηση στο σταθμό βάσης.....	59
Εικόνα 43 στατιστικά σταθμού βάσης	60

Εικόνα 44 Κίνηση σταθμού βάσης	60
Εικόνα 45 φορτίο κάθε χρήστη	61
Εικόνα 46 Σύγκριση καθυστερήσεων.....	62
Εικόνα 47 ρυθμαπόδοση χρηστών.....	63
Εικόνα 48 node0.....	63
Εικόνα 49 node1.....	64
Εικόνα 50 node2.....	64
Εικόνα 51 node3.....	64
Εικόνα 52 δημιουργία δικτύου	65
Εικόνα 53 Δίκτυο στο radio mobile	66
Εικόνα 54 Γενικές παράμετροι.....	67
Εικόνα 55 Χαρακτηριστικά συστήματος σταθμού βάσης.....	67
Εικόνα 56 χαρακτηριστικά συστήματος χρηστών.....	68
Εικόνα 57 μορφολογία ραδιοζεύξης.....	68
Εικόνα 58 διάγραμμα ακτινοβολίας/δημαρχείο	69
Εικόνα 59 Οπτική κάλυψη κεραιάς δημαρχείου	69
Εικόνα 60 Υψομετρικά εμπόδια.....	70
Εικόνα 61 Σταθμός βάσης στο ξενοδοχείο.....	70
Εικόνα 62 διάγραμμα ακτινοβολίας/ξενοδοχείο.....	71

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά WiFi.....	17
Πίνακας 2 Πρότυπα 802.11a, 802.11b, 802.11g	18
Πίνακας 3 Χαρακτηριστικά Wimax.....	24
Πίνακας 4 Σύγκριση Wimax Wifi	26
Πίνακας 5 Τύποι καλωδίων	38
Πίνακας 6 Σύνοψη υλικών.....	46

Εισαγωγή

Οι τεχνολογίες που κυριάρχησαν κατά τον 20^ο αιώνα είναι αυτές που σχετίζονται με την συλλογή, επεξεργασία και διακίνηση πληροφοριών. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια διαρκώς αυξανόμενη τάση για δημιουργία δικτύων υπολογιστών. Ο κύριος λόγος είναι η προσπάθεια που γίνεται για όσο το δυνατόν πιο γρήγορη και αξιόπιστη διακίνηση πληροφοριών σε μεγάλες αποστάσεις. Η δημιουργία των δικτύων έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ποικίλων υπηρεσιών και εφαρμογών για την διευκόλυνση της καθημερινής διαβίωσης των ατόμων.

Δίκτυο υπολογιστών είναι ένα σύνολο αυτόνομων υπολογιστών οι οποίοι είναι 'διασυνδεδεμένοι', μπορούν δηλαδή να ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους. Η σύνδεση μπορεί να γίνεται ενσύρματα (με καλώδια, οπτικές ίνες) ή ασύρματα (με μικροκύματα, υπέρυθρες ακτίνες, τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους). Υπάρχουν δίκτυα σε διάφορα μεγέθη, σχήματα και μορφές.

Τα δίκτυα υπολογιστών χρησιμοποιούνται σε πάρα πολλούς τομείς ανάμεσα στους οποίους θα αναφέρουμε τις εξής:

- ✓ Επιχειρηματικές εφαρμογές: για την κοινή χρήση πόρων της επιχείρησης έτσι ώστε όλα τα προγράμματα, ο εξοπλισμός και κυρίως τα δεδομένα να είναι διαθέσιμα σε οποιονδήποτε στο δίκτυο ανεξάρτητα από το που βρίσκεται ο χρήστης και ο πόρος. Το δίκτυο στις επιχειρήσεις αποτελεί και ένα ισχυρό μέσο επικοινωνίας με την χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή βιντεοδιασκέψεων. Επίσης μια επιχείρηση μέσω του δικτύου μπορεί να συναλλάσσεται με άλλες εταιρείες, προμηθευτές αλλά και με τους πελάτες της.
- ✓ Οικιακές εφαρμογές: Οι οικιακοί χρήστες μέσω του προσωπικού τους υπολογιστή μπορούν να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο (Ιντερνετ), το οποίο αποτελεί ένα δίκτυο δικτύων υπολογιστών, και να έχουν πρόσβαση σε απομακρυσμένες πληροφορίες, να επικοινωνούν με άλλα άτομα, να διασκεσκάζουν αλληλεπιδραστικά και να αγοράζουν προϊόντα (ηλεκτρονικό εμπόριο).
- ✓ Μετακινούμενοι χρήστες: Οι χρήστες μέσω φορητών υπολογιστών ή άλλων φορητών συσκευών μπορούν ασύρματα να ανταλλάξουν δεδομένα και να επικοινωνήσουν με τον δίκτυο υπολογιστών της εργασίας τους αλλά και με

οποιοδήποτε άλλο οπουδήποτε κι αν βρίσκονται. Τα ασύρματα δίκτυα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για οποιονδήποτε μετακινείται αλλά και για τις ένοπλες δυνάμεις.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει στόχο την μελέτη ενός συστήματος ασύρματης πρόσβασης στο διαδίκτυο (Internet), μέσω ευρυζωνικών υποδομών, σε πολυσύχναστους χώρους ή χώρους συνάθροισης κοινού. Τα ασύρματα δίκτυα παρουσιάζουν μια έκρηξη στην χρήση τους κυρίως λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης των ασύρματων δικτυακών φορητών συσκευών (φορητοί υπολογιστές, PDA, κ.α.) καθώς και της πτώσης της τιμής τους. Το δίκτυο αυτό θα είναι δημόσιο και θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους τους χρήστες χωρίς περιορισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ασύρματα Δίκτυα

1.1 Τεχνολογίες ασύρματων δικτύων

Στα ασύρματα δίκτυα η μεταφορά των πληροφοριών γίνεται με την χρήση ραδιοσυχνότητων και το μέσο μετάδοσης είναι η ατμόσφαιρα. Ο πομπός εκπέμπει ένα φέρον σήμα υψηλής συχνότητας (RF) το οποίο είναι διαμορφωμένο από τις πληροφορίες ενώ ο δέκτης λαμβάνει το διαμορφωμένο σήμα, το αποδιαμορφώνει και έτσι ανακτά τις πληροφορίες. Υπάρχουν δίκτυα τύπου point to point (σημείου προς σημείο) που βρίσκει εφαρμογή σε συνδέσεις κτιρίων αλλά και τύπου point to multipoint όπου βρίσκει εφαρμογή σε κυψελοειδή δίκτυα κινητής τηλεφωνίας και ασύρματα τοπικά δίκτυα. (Tanenbaum)

Οι κύριες κατηγορίες των ασύρματων δικτύων είναι οι εξής:

- Διασύνδεση συστήματος : όπου τα μέρη ενός υπολογιστικού συστήματος (π.χ. ποντίκι, πληκτρολόγιο, κ.τ.λ.) συνδέονται μεταξύ τους με την χρήση ραδιοκυμάτων μικρής εμβέλειας. Το πρότυπο που υποστηρίζει αυτές τις διασυνδέσεις είναι το Bluetooth.
- Ασύρματα Προσωπικά Δίκτυα (WPAN: Wireless Personal Area Network): Είναι δίκτυα προσωπικής περιοχής όπου διάφορες συσκευές, πχ. κινητό, υπολογιστής, κτλ., που απέχουν λίγο μεταξύ τους (πχ. στα όρια ενός δωματίου) συνδέονται ασύρματα μεταξύ τους και ανταλλάσσουν δεδομένα, αρχεία, κτλ.
- Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα(WLAN: Wireless Local Area Network): Συνδέει ασύρματα δύο ή περισσότερες συσκευές σε σπίτια, σε γραφεία σε δημόσιους χώρους και συνήθως η εμβέλειά του δεν ξεπερνά τα 30 μέτρα. Κάθε υπολογιστής έχει ένα ασύρματο μόντεμ και μία κεραία και μέσω αυτών επικοινωνεί με άλλα συστήματα. Υπάρχει η δυνατότητα να επικοινωνούν άμεσα ο ένας υπολογιστής με τον άλλον σε ομότιμη διάταξη ή το συνηθέστερο να υπάρχει ένας σταθμός βάσης μέσω του οποίου τα μέρη του δικτύου επικοινωνούν μεταξύ τους. Το πρότυπο με το οποίο εφαρμόζεται στα ασύρματα LAN είναι το IEEE 802.11 (με αρκετές παραλλαγές 802.11a, 802.11b, 802.11g κοκ) και θα παρουσιαστεί παρακάτω.

- **Ασύρματα Μητροπολιτικά δίκτυα (WMAN: Wireless Wide Metropolitan Network):** Είναι ασύρματα δίκτυα ευρείας περιοχής, κυψελωτά και καλύπτουν πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις από τα LAN. Στην ουσία συνδέουν ασύρματα άλλα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Ένα πρότυπο το οποίο έχει αναπτυχθεί για την υπηρεσία αυτή είναι το IEEE 802.16.
- **Ασύρματα Ευρείας Κάλυψης Δίκτυα (WWAN: Wireless Wide Area Network):** Είναι ασύρματα δίκτυα που καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, πχ. διαφορετικές πόλεις ή ακόμα και μια ολόκληρη χώρα. Διασυνδέουν μεταξύ τους ομάδες ασύρματων τοπικών δικτύων και χρησιμοποιούν τηλεφωνικά δίκτυα ή τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους. Χρησιμοποιούν επίσης κατευθυντικές κεραίες για την μεταφορά του σήματος χωρίς απόσβεση. (Tanenbaum)

1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ασύρματων δικτύων

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των ασύρματων δικτύων είναι:

1. **Η ευκολία χρήσης:** Ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε δεδομένα που βρίσκονται σε μακρινή απόσταση από αυτόν μέσω μιας φορητής συσκευής με δυνατότητα ασύρματης διασύνδεσης αρκεί να βρίσκεται στα όρια ενός δικτύου LAN ή MAN. Σήμερα όλες οι φορητές υπολογιστικές συσκευές έχουν ενσωματωμένο τον εξοπλισμό ασύρματης διασύνδεσης.
2. **Η φορητότητα:** Ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί σε ένα δίκτυο και να έχει πρόσβαση σε δεδομένα χωρίς να είναι αναγκασμένος να βρίσκεται σε κάποιο σταθερό σημείο.
3. **Η αύξηση της παραγωγικότητας:** Η παραγωγικότητα μιας επιχείρησης αυξάνει καθώς εξοικονομείται χρόνος, μειώνεται η πιθανότητα λαθών, ενθαρρύνεται η συνεργασία και αυξάνεται η αποδοτικότητα. Ο πελάτης οπουδήποτε κι αν βρίσκεται μπορεί να έχει πρόσβαση σε στοιχεία της επιχείρησης.
4. **Εύκολη τοποθέτηση και ρύθμιση:** Τοποθετούνται και σε χώρους όπου δεν μπορούν να τοποθετηθούν καλώδια και σε δυσπρόσιτους χώρους.
5. **Δυνατότητα επέκτασης:** Κατά κανόνα μπορούν να επεκταθούν με τον υπάρχοντα εξοπλισμό ενώ τα ενσύρματα δίκτυα χρειάζονται επιπλέον εξοπλισμό.

6. Διαχείριση και ανίχνευση βλαβών: Σε ένα ασύρματο δίκτυο δεν υπάρχουν καλώδια τα οποία μπορούν να βραχυκυκλώσουν ή να κοπούν. (Henry-Bertoni)

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των ασύρματων δικτύων:

1. Ταχύτητα: Εξαρτάται από το πρωτόκολλο που έχει επιλεγεί, αλλά η ταχύτητα σε ένα ασύρματο δίκτυο είναι πιο ασταθής απ' ό τι σε ένα ενσύρματο και επηρεάζεται από παρεμβολές και εξασθενίσεις.
2. Κόστος: Το κόστος εγκατάστασης ενός ασύρματου δικτύου είναι σαφώς μεγαλύτερο, μακροπρόθεσμα μπορεί να επέλθει απόσβεση.
3. Εύρος ζώνης: Ένα ασύρματο δίκτυο έχει σαφώς μικρότερο εύρος ζώνης απ' ό τι ένα ενσύρματο.
4. Ο ρυθμός σφάλματος δυαδικού ψηφίου: Είναι μεγαλύτερος απ' ό τι στα ενσύρματα δίκτυα γιατί έχουμε μεγάλες παρεμβολές και θορύβους.
5. Η ασφάλεια: Τα ασύρματα δίκτυα είναι ευάλωτα σε επιθέσεις και παρεμβολές. Το βασικότερο μειονέκτημά τους είναι ό τι αν τα δεδομένα που διακινούνται δεν είναι κατάλληλα κρυπτογραφημένα μπορεί να υποκλαπούν. (Henry-Bertoni)

Αρχικά τα ασύρματα δίκτυα που κατασκευάστηκαν δεν είχαν συμβατότητα μεταξύ τους, δεν ήταν εξελίξιμα και επεκτάσιμα, με αποτέλεσμα να μην είναι και τόσο εύχρηστα. Όμως η τεχνολογία εξελίχθηκε και έτσι μέσα από τα σημερινά ασύρματα δίκτυα μπορεί να γίνει πλήρης εκμετάλλευση των πολλών πλεονεκτημάτων τους. Βασικός συντελεστής στην θετική αυτή εξέλιξη ήταν η ανάπτυξη προτύπων από την IEEE (Institute of Electric and Electronics Engineers) που συνέβαλαν στο να υπάρχει συμβατότητα και επεκτασιμότητα σε όλα τα ασύρματα δίκτυα. (Henry-Bertoni)

1.3 Ευρυζωνικότητα

Σύμφωνα με την Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ) μία τηλεπικοινωνιακή σύνδεση είναι ευρυζωνική εάν διακρίνεται από τα παρακάτω δύο χαρακτηριστικά:

α) Προσφέρει αδιάλειπτη πρόσβαση στο Internet. Αδιάλειπτη σημαίνει ότι ο χρήστης είναι διαρκώς συνδεδεμένος στο Internet ανεξάρτητα αν το χρησιμοποιεί ή όχι. Αυτή είναι η διαφοροποίηση της ευρυζωνικότητας από τις τεχνολογίες Dialup και ISDN. Ο χρήστης απαλλάσσεται από την διαδικασία ενεργοποίησης / απενεργοποίησης και έτσι η πρόσβαση στο Διαδίκτυο γίνεται πολύ πιο εύκολη και γρήγορη, χωρίς επιπλέον κόστος.

β) Έχει υψηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων προς το χρήστη ώστε ο χρήστης να έχει πρόσβαση σε διαδραστικές υπηρεσίες πλούσιου περιεχομένου (φωνή, εικόνα και δεδομένα). Η Ευρυζωνική σύνδεση θα πρέπει να εξασφαλίζει σύμφωνα με τα υπάρχοντα πρότυπα ταχύτητες λήψης δεδομένων όχι χαμηλότερες από 144Kbps ή 18KByte/Sec (Ευρωπαϊκή Επιτροπή - Communications Committee, COCOM). Η ταχύτητα αυτή είναι ήδη σημαντικά υψηλότερη από τις ταχύτητες της παραδοσιακής πρόσβασης dial-up (56 Kbps για απλή τηλεφωνική γραμμή ή 128 Kbps για γραμμή ISDN). Επειδή τα όρια αυτά είναι χαμηλά για την μετάδοση multimedia εφαρμογών στις περισσότερες ανεπτυγμένες αγορές τα πιο δημοφιλή πακέτα υπηρεσιών ευρυζωνικής πρόσβασης στο Internet έχουν ρυθμό μετάδοσης καθόδου 1 Mbps=1024Kbps ή και παραπάνω.

Οι ασύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες είναι το WiFi, το WiMAX, 3G/UMTS και οι αμφίδρομες δορυφορικές τεχνολογίες. Στην συνέχεια της εργασίας θα ασχοληθούμε με τις τεχνολογίες WiFi και WiMAX. (<http://www.mindev.gov.gr>)

1.4 Υπηρεσίες Ασύρματων Δικτύων

Οι κύριες υπηρεσίες που προσφέρονται στον χρήστη ενός ασύρματου δικτύου που βρίσκεται εντός της περιοχής κάλυψης και διαθέτει μια φορητή συσκευή με δυνατότητα πρόσβασης στο δίκτυο είναι οι εξής:

- Πλοήγηση στο Διαδίκτυο (web surfing).
- Ανταλλαγή αρχείων και online επικοινωνία μεταξύ των χρηστών.
- Πρόσβαση σε εφαρμογές πολυμεσικού περιεχομένου (multimedia), για τη λήψη εικόνων, διαδραστικού βίντεο και μουσικής.
- Λήψη ενημερωτικού ή εκπαιδευτικού περιεχομένου.
(<http://www.mindev.gov.gr>)

1.5 Θεσμικό πλαίσιο για τις ασύρματες επικοινωνίες

Πριν ξεκινήσει η μελέτη εγκατάστασης ενός ασύρματου δικτύου πρέπει να μελετηθεί το θεσμικό πλαίσιο που ισχύει για την εκάστοτε χώρα. Στην Ελλάδα ο έλεγχος, η λειτουργία και η εποπτεία των ασύρματων επικοινωνιών είναι μεταξύ άλλων ένας τομέας αρμοδιότητας της ΕΕΕΤ (Εθνική Επιτροπή Επικοινωνιών και Ταχυδρομείων). Η ΕΕΕΤ είναι *‘Ανεξάρτητη Αρχή η οποία αποτελεί τον Εθνικό Ρυθμιστή που ελέγχει, ρυθμίζει και εποπτεύει: (α) την αγορά ηλεκτρονικών επικοινωνιών, στην οποία δραστηριοποιούνται οι εταιρείες σταθερής και κινητής τηλεφωνίας, ασύρματων επικοινωνιών και διαδικτύου και (β) την ταχυδρομική αγορά, στην οποία δραστηριοποιούνται οι εταιρείες παροχής ταχυδρομικών υπηρεσιών και υπηρεσιών ταχυμεταφοράς. Επιπλέον, η ΕΕΤΤ ασκεί τις αρμοδιότητες Επιτροπής Ανταγωνισμού στις εν λόγω αγορές’*. (<http://www.mindev.gov.gr>)

Σύμφωνα με την ΕΕΕΤ οι ζώνες των 2.4GHz (2400-2483,5 MHz) και 5 GHz (5470-5725 MHz) είναι ζώνες ελεύθερης χρήσης, δεν απαιτείται δηλαδή κάποια αδειοδότηση για την ανάπτυξη συγκεκριμένων εφαρμογών όπως ορίζεται στον Κανονισμό Όρων Χρήσης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων ή Ζωνών Ραδιοσυχνοτήτων. Ο εξοπλισμός όμως που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να ικανοποιεί αυστηρά καθορισμένες προδιαγραφές και υπάρχει περιορισμός μέγιστης επιτρεπόμενης εκπεμπόμενης ισχύος. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ιστροπικά

ακτινοβολούμενη ισχύς στη ζώνη των 2.4 GHz είναι 100 mW e.i.r.p (effective isotropic radiated power) και στη ζώνη των 5 GHz είναι 1 W e.i.r.p. Στην ισχύ αυτή συνυπολογίζεται η ισχύς εξόδου του πομπού και το κέρδος της κεραίας. (<http://www.mindev.gov.gr>)

Για την παροχή σε τρίτους τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών με την χρήση των συχνοτήτων 2.4GHz και 5 GHz απαιτείται ειδική άδεια ώστε να παραχωρηθεί το δικαίωμα παροχής Δημόσιων Κινητών Τηλεπικοινωνιακών Υπηρεσιών Ασύρματων Οπτικών Δικτύων σε δημόσιους χώρους (hot-spots) με χρήση ραδιοεξοπλισμού συμβατού με το πρότυπο EN300-328 του ETSI (European Standards Telecommunications Institute). (<http://www.mindev.gov.gr>)

Εντός περικλειστων ιδιωτικών εγκαταστάσεων δεν απαιτείται η έκδοση άδειας (ΚΥΑ 13913/319 (ΦΕΚ 862/Β/20-3-2012) . Σύμφωνα με την ΕΕΕΤ δεν απαιτείται εκχώρηση ραδιοσυχνότητας για τη λειτουργία σταθμών ραδιοεπικοινωνιών, οι οποίοι πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις (απόφαση ΕΕΤΤ 254/72, ΦΕΚ 895/Β/1672002/άρθρο 5):

- Εκπέμπουν και λαμβάνουν στην περιοχή ραδιοσυχνοτήτων 2.400 - 2.483,5 MHz (ISM band).
- Χρησιμοποιούν τεχνολογία διασποράς φάσματος (Spread Spectrum).
- Είναι πλήρως συμβατοί με το εναρμονισμένο πρότυπο EN 300 328 του ETSI.

Γενικά, για τις περιοχές 5.150 - 5.250, 5.250 - 5.350 και 5.470 - 5.725 MHz, (ΦΕΚ 786-2006) επιτρέπεται χωρίς άδεια, η λειτουργία συσκευών μικρής εμβέλειας, οι οποίες είναι σύμφωνες με:

- το Προεδρικό διάταγμα 44/2002
- την απόφαση της επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 2005/513/EK
- τη σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Ραδιοεπικοινωνιών ERC/REC 70-03
- την απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Ραδιοεπικοινωνιών ECC/DEC/(04)08
- το εναρμονισμένο πρότυπο EN 301 893 του ETSI

(<http://www.mindev.gov.gr>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Οι τεχνολογίες WIFI - WIMAX

2.1 Η τεχνολογία WiFi – Πρότυπο 802.11n

Το πρότυπο 802.11 εγκαθιδρύθηκε από την επιτροπή της IEEE με στόχο να εξασφαλιστεί η συμβατότητα μεταξύ των δικτύων LAN. Το εμπορικό του όνομα είναι WiFi (Wireless Fidelity). Η διαδικασία της τυποποίησης ενός προτύπου για τα ασύρματα LAN ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του 1990 και έκτοτε έχουν δημιουργηθεί αρκετές εκδόσεις του όπου τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. (Tanenbaum)

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά WiFi

Αριθμός Προτύπου	Έτος	Συχνότητα	Ταχύτητα	Παρατηρήσεις
802.11	1997	915MHz, 2,4GHz, 5.2 GHz	1-2 Mbps	Αρχικό πρότυπο για WLAN
802.11a	1999 (στην αγορά το 2001)	5GHz	Έως 54Mbps	
802.11b	1999	2.4 -2.497GHz	Έως 11Mbps	
802.11c	Εξασφαλίζει την σωστή λειτουργία μεταξύ καρτών δικτύου διαφορετικών κατασκευαστών			
802.11d	Εξασφαλίζει την σωστή λειτουργία σε διαφορετικές χώρες λαμβάνοντας υπόψη τα νομικά τους πλαίσια			
802.11e	Επειδή στο πρότυπο 802.11 δεν υπήρχε καλή ποιότητα στην μετάδοση φωνής και πολυμέσων, βελτίωσε τον τρόπο μετάδοσής τους.			
802.11f	Έλυσε το πρόβλημα μεταξύ της επικοινωνίας των σημείων πρόσβασης που προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές και υποστηρίζει λειτουργίες περιαγωγής.			
802.11g		2.4GHz	54Mbps	Βελτίωση του 802.11b, συμβατό με τις προηγούμενες τροποποιήσεις, το πιο συχνά

			χρησιμοποιούμενο πρότυπο.
802.11h	Περιέχει επεκτάσεις στην διαχείριση του φάσματος των 5GHz για χρήση στην Ευρώπη και στην Ασία.		
802.11i	Ενισχύει τους μηχανισμούς ασφάλειας και πιστοποίησης χρήστη του προτύπου 802.11		

Τα πιο ευρέως διαδεδομένα πρότυπα είναι τα 802.11a, 802.11b και 802.11g για τα οποία γίνεται μια πιο εκτενής περιγραφή των χαρακτηριστικών τους στον παρακάτω πίνακα. (www.mindev.gov.gr)

Πίνακας 2 Πρότυπα 802.11a, 802.11b, 802.11g

	802.11a	802.11b	802.11g
Συχνότητα	5GHz	2.4GHz	2.4GHz
Ταχύτητα μετάδοσης	54Mbps	11Mbps	54Mbps
Μέση Πραγματική Ρυθμοαπόδοση	27Mbps	4-5Mbps	20-25Mbps
Διαμόρφωση	OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), 5GHz	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), 2.4GHz	OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), 2.4GHz
Αριθμός Καναλιών / Μη επικαλυπτόμενα	12/8	11/3	11/3
Τυπική ακτίνα κάλυψης σε εσωτερικούς χώρους	19m @ 54Mbps 91m @ 6Mbps	30m @ 11Mbps 91m @ 1Mbps	30m @ 11Mbps 91m @ 1Mbps
Εμβέλεια	Λόγω	Μεγαλύτερη εμβέλεια	Μεγαλύτερη

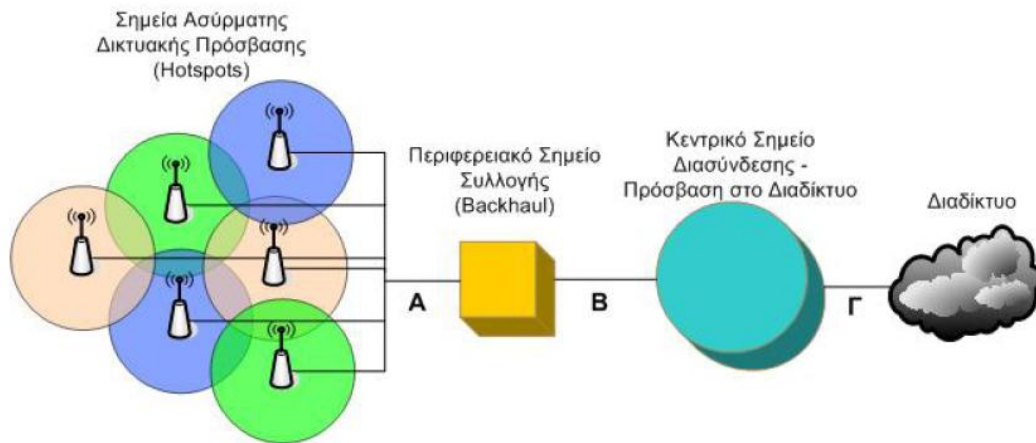
	μεγαλύτερης συχνότητας λειτουργίας έχει τυπικά μικρότερη εμβέλεια και δεν μπορεί να διαπεράσει τοίχους και πατώματα	από το 802.11a και μπορεί να διαπεράσει τοίχους και πατώματα	εμβέλεια από το 802.11a και μπορεί να διαπεράσει τοίχους και πατώματα
Συμβατότητα	Ασύμβατο με 802.11b, 802.11g	Ευρέως χρησιμοποιούμενο. Συμβατό με 802.11g δίκτυα.	Μειωμένη συμβατότητα με το 802.11b (στα 11Mbps), ασύμβατο με το 802.11a
Απήχηση	Μικρή βάση χρηστών. Περιορισμένες επιλογές 802.11a εξοπλισμού.	Προς το παρόν έχει την μεγαλύτερη βάση χρηστών. Χρησιμοποιείται στα περισσότερα hotspot συμπεριλαμβανομένων αεροδρομίων, ξενοδοχείων, σε δημόσιους χώρους. Πολύ μεγάλη δυνατότητα επιλογής εξοπλισμού.	Τελευταίως επικυρωμένο πρότυπο, με ταχύτητες πενταπλάσιες του 802.11b αναμένεται να πάρει την θέση του.
Κόστος	Το πιο ακριβό	Το πιο φθηνό	Οι τιμές του διαρκώς μειώνονται. Τιμές ανταγωνιστικές του 802.11b.

			Φθηνότερο από το 802.11a
Οφέλη	Μέγιστη ταχύτητα, δεν επηρεάζεται από την λειτουργία συσκευών 2.4GHz και μπορεί να συνυπάρξει με δίκτυα 802.11b και 802.11g χωρίς παρεμβολές.	Μεγαλύτερη βάση χρηστών, χρησιμοποιείται στα περισσότερα hotspot, πολύ μεγάλη δυνατότητα επιλογής εξοπλισμού.	Συνδυάζει την ταχύτητα του 802.11a με την εμβέλεια 802.11b, συμβατό με το 802.11b και hotspots, προσιτή ρηγά.

2.2 Δομή ασύρματου δικτύου WiFi ανοικτού χώρου

Ο πελάτης – χρήστης διαθέτει μία ασύρματη δικτυακή συσκευή η οποία συνδέεται σε κάποιο από τα σημεία πρόσβασης (AP: Access Point) χωρίς να γνωρίζει ή να τον ενδιαφέρει ποιο είναι αυτό.

Τα δεδομένα (πακέτα πληροφορίας) μεταφέρονται από την ασύρματη δικτυακή συσκευή στο Σημείο Ασύρματης Πρόσβασης. Τα Σημεία Ασύρματης Πρόσβασης (hotspot) ομαδοποιούνται σύμφωνα με την μεταξύ τους απόσταση και οι ομάδες που σχηματίζονται αποτελούν σύνολα από κοντινά μεταξύ τους Σημεία Πρόσβασης. Τα δεδομένα από τα πακέτα των δικτυακών συνδέσεων μιας ομάδας συγκεντρώνονται σε περιφερειακά σημεία συλλογής και από τα συγκεκριμένα σημεία συλλογής τα δικτυακά πακέτα προωθούνται προς και από ένα κεντρικό σημείο. Στο κεντρικό σημείο υπάρχει μια ευρυζωνική σύνδεση με το Διαδίκτυο, μέσω της οποίας τα πακέτα προωθούνται προς και από το Διαδίκτυο. (<http://www.athenswifi.gr>)



Εικόνα 1 Wifi υποσυστήματα

Η διασύνδεση των σημείων πρόσβασης (σύνδεση Α) γίνεται συνήθως ενσύρματα με δικτύωση τύπου Ethernet και επίσης η διασύνδεση με το διαδίκτυο (σύνδεση Γ) γίνεται ενσύρματα. Τα περιφερειακά σημεία συλλογής (σύνδεση Β) συνήθως συνδέονται ασύρματα (πρότυπο IEEE 802.11b ή 802.11g) με το Κεντρικό Σημείο Διασύνδεσης. Μερικές φορές τα Περιφερειακά Σημεία Συλλογής έχουν απευθείας ευρυζωνική πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

Για να είναι επιτυχημένο ένα έργο παροχής ασύρματων δικτυακών υπηρεσιών θα πρέπει η περιοχή κάλυψης να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αλλά και το μέρος που θα εγκατασταθεί να είναι πολυσύχναστο, ώστε να επωφελούνται περισσότεροι χρήστες. Πρέπει λοιπόν να τοποθετηθεί ικανός αριθμός hotspot σε κατάλληλα επιτρεπόμενα σημεία του χώρου κάλυψης. (<http://www.athenswifi.gr>)

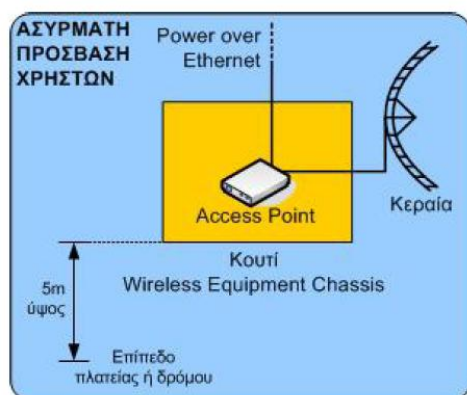
2.2 Υποσυστήματα δημόσιου ασύρματου WiFi ανοικτού χώρου

Ένα ασύρματο δίκτυο ανοικτού χώρου χωρίζεται σε τρία κύρια υποσυστήματα, τα οποία αναλύονται στις επόμενες ενότητες.

2.2.1 Σημεία ασύρματης πρόσβασης (HOTSPOT)

Η λειτουργία του κάθε hotspot είναι να συλλέγει την ασύρματη κίνηση δεδομένων που βρίσκεται στην περιοχή κάλυψής του και να την μετατρέπει σε ενσύρματη κίνηση τύπου Ethernet και να την κατευθύνει προς το Περιφερειακό Σημείο Σύνδεσης (Backhaul) και το αντίστροφο. Κάθε Hotspot αποτελείται στην ουσία από μία

συσκευή Access Point, η οποία είναι τοποθετημένη μέσα σε ένα προστατευτικό κουτί, και από μία κεραία. (<http://www.athenswifi.gr>)



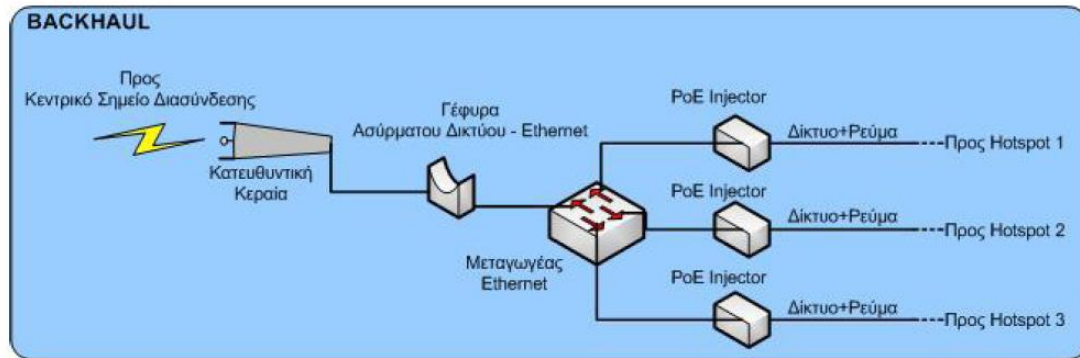
Εικόνα 2 Hotspot

Καθώς η σύνδεση των hotspot με το Περιφερειακό Σημείο Σύνδεσης γίνεται ενσύρματα, σε κάθε κουτί καταλήγει ένα καλώδιο δικτύου το οποίο μεταφέρει από το Περιφερειακό Σημείο Σύνδεσης τα δικτυακά δεδομένα καθώς επίσης και την κατάλληλη ισχύ (τροφοδοσία) για την λειτουργία του. Τα καλώδια αυτά είναι τύπου Power over Ethernet (PoE). (<http://www.athenswifi.gr>)

2.2.2 Περιφερειακά σημεία σύνδεσης (BACKHAUL)

Η λειτουργία αυτών των σημείων σύνδεσης, είναι να συλλέγουν την κίνηση δεδομένων από τα σημεία Hotspot, που είναι τοποθετημένα στο επίπεδο των χρηστών και να την κατευθύνουν προς το Κεντρικό Σημείο Διασύνδεσης και αντίστροφα. Αυτά αποτελούνται από τα εξής:

- Μία ασύρματη γέφυρα (wireless bridge)
- Μια κατευθυντική κεραία για την σύνδεση με το Κεντρικό Σύστημα Διασύνδεσης
- Έναν μεταγωγέα (switch) για την διασύνδεση των σημείων hotspot
- Συσκευές Power over Ethernet οι οποίες πολυπλέκουν για κάθε hotspot το σήμα του διαδικτύου με το σήμα τροφοδοσίας σε ένα μόνο καλώδιο (cat 5e)



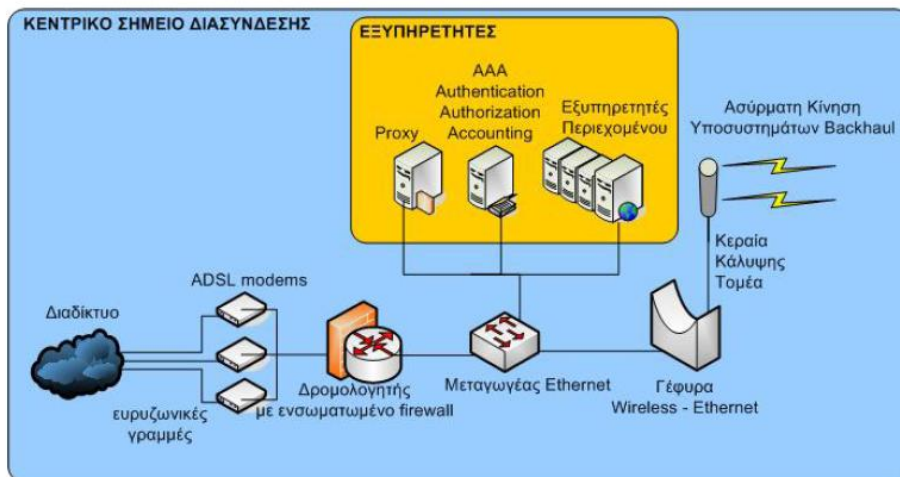
Εικόνα 3 Backhaul

Τοποθετούνται σε μεγάλο ύψος, πχ. στην ταράτσα ενός κτιρίου, όσο το δυνατόν πιο κοντά σε μια ομάδα hotspot και μέσω της κατευθυντικής κεραίας συνδέονται με το Κεντρικό Σημείο Διασύνδεσης ασύρματα με το πρωτόκολλο IEEE 802.11b. (<http://www.athenswifi.gr>)

2.2.3 Κεντρικό σημείο διασύνδεσης

Η λειτουργία των σημείων διασύνδεσης, είναι να συνδέουν όλα τα περιφερειακά σημεία σύνδεσης με το διαδίκτυο και αποτελούνται από:

- Ευρυζωνικές γραμμές σύνδεσης με το διαδίκτυο
- Εξυπηρετητή (server) για την ενοποίηση όλων των ευρυζωνικών γραμμών και την δημιουργία εικονικής πύλης στο διαδίκτυο
- Εξυπηρετητές για την πιστοποίηση της ταυτότητας των χρηστών του δικτύου
- Εξυπηρετητές για την φιλοξενία διαφόρων ηλεκτρονικών υπηρεσιών προς τους χρήστες.
- Μεταγωγέας Ethernet



Εικόνα 4 Σημείο διασύνδεσης

Η κεραία κάλυψης του τομέα και η ασύρματη γέφυρα Ethernet τοποθετείται σε κάποιο σημείο με μεγάλο ύψος (πχ. τάρτασα κτιρίου) και επικοινωνεί με τις υπόλοιπες γέφυρες των διάφορων περιφερειακών κτιρίων. Η επικοινωνία είναι τύπου point – to – multipoint communication στην περίπτωση που διαθέτουμε πολλά σημεία Backhaul. (<http://www.athenswifi.gr>)

2.3 Τεχνολογία WIMAX

Η ανάγκη για ασύρματη ευρυζωνική επικοινωνία σε μεγάλες αποστάσεις οδήγησε την IEEE να δημιουργήσει το 2003 ένα νέο πρότυπο το 802.16 η εμπορική ονομασία του οποίου είναι WIMAX (World Interoperability for Microwave Access). Τα κύρια χαρακτηριστικά των διαφορετικών εκδόσεων – βελτιώσεων του προτύπου αυτού συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα: (<http://virtual-labs.ac.in>)

Πίνακας 3 Χαρακτηριστικά Wimax

	802.16	802.16a	802.16e
Χρονολογία	2001	2003	2005
Συχνότητα	10-66GHz	<11GHz	<6GHz
Οπτική επαφή (LOS)	Ναι	όχι	Όχι & πλήρης κινητικότητα
Ρυθμός Μετάδοσης	32-134Mbps	Έως 75Mbps	Έως 75Mbps

Εμβέλεια	Έως 50Km για σταθερούς σταθμούς – έως 15Km για κινητούς σταθμούς	Έως 50Km	1-3 μίλια
Διαμόρφωση	OFDM	OFDMA	OFDMA

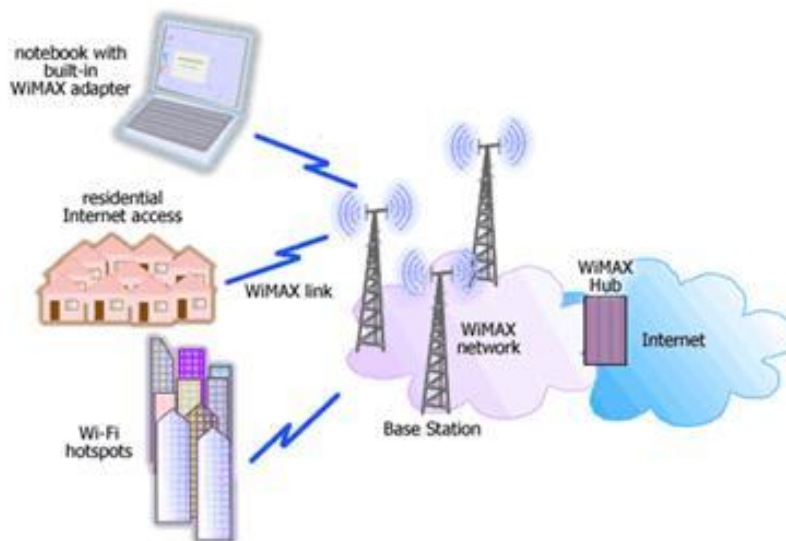
Άλλες εκδόσεις της ίδιας τεχνολογίας είναι: (Βάσης)

802.16b: Δίνει προτεραιότητα στην μεταφορά multimedia δεδομένων, ώστε να μεταφέρονται σχεδόν σε πραγματικό χρόνο

802.16c: Υπεύθυνο για την λειτουργία του WIMAX σε στις συχνότητες 10-66GHz, από εκεί και πάνω απαιτείται οπτική επαφή.

802.16d: Δημιουργήθηκε για να λύσει τα προβλήματα ασφάλειας και ποιότητας επικοινωνιών, για την λειτουργία υπηρεσιών όπως VideoOnDemand (μετάδοση σε πραγματικό χρόνο video και εικόνας) και VoiceOverIP (συνομιλία μέσω Ιντερνέτ)

Το νεότερο μέλος της οικογένειας των προτύπων 802.16 είναι το 802.16m το οποίο έχει την απαρχή του στο έτος 2011 και θα αντιπροσωπεύει το WiMAX 2, τον πιο γρήγορο, ασφαλή και υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης πρότυπο για το WiMAX. Ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των φορητών συσκευών 4G (4^{ης} γενιάς). (<http://virtual-labs.ac.in>)

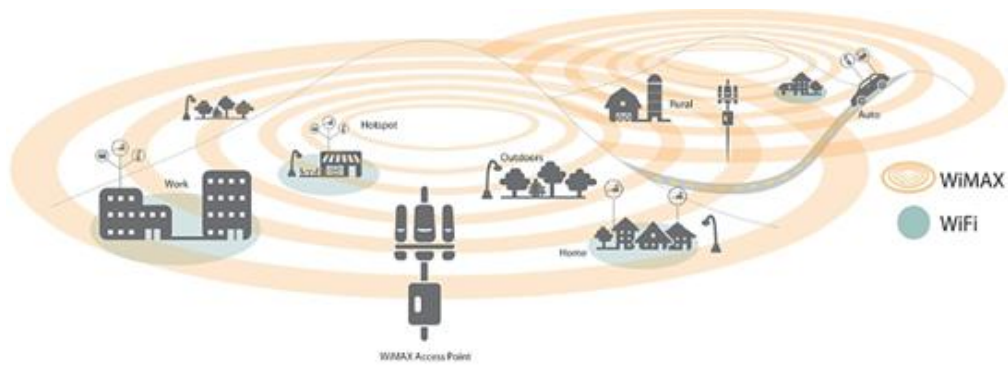


Εικόνα 5 Τεχνολογία Wimax

Πίνακας 4 Σύγκριση Wimax Wifi

	Wi-Fi (a)	Wi-Fi (b)	Wi-Fi (g)	WiMAX
Πρότυπο	802.11a	802.11b	802.11g	802.16
Συχνότητα (GHz)	5	2.4	2.4	2.66
Ταχύτητα Mbps	54	11	54	75
Εμβέλεια	50m	100m	100m	50Km
Πλεονεκτήματα	Ταχύτητα	Χαμηλό κόστος	Ταχύτητα	Ταχύτητα, Εμβέλεια
Μειονεκτήματα	Κόστος	Ταχύτητα	Κόστος, Εμβέλεια	Κόστος
Διαμόρφωση	OFDM	DSSS	OFDM (64-channels)	OFDM (256-channels)
Κινητικότητα	Σε ανάπτυξη	Σε ανάπτυξη	Σε ανάπτυξη	Mobile WiMAX (802.16e)
Κύριες εφαρμογές	WLAN	WLAN	WLAN	Ευρυζωνική ασύρματη διασύνδεση μεγάλων αποστάσεων

Στον παραπάνω πίνακα, γίνεται μια σύγκριση μεταξύ των βασικών προτύπων WiFi και WiMAX. (Βάσης)



Εικόνα 6 Wimax Wifi

2.3.1 Δομή δικτύου WiMAX

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα δίκτυο WiMAX μοιάζει πολύ με ένα δίκτυο WiFi με την διαφορά ότι καλύπτει πολύ μεγάλες αποστάσεις, πολύ περισσότερους χρήστες και υποστηρίζει πολύ περισσότερους χρήστες. (<http://artemis.cslab.ntua.gr/>)



Εικόνα 7 Λειτουργία Wimax

Τα βασικότερα μέρη ενός δικτύου WiMAX είναι ο Σταθμός Βάσης και ο Δέκτης – συσκευή του χρήστη

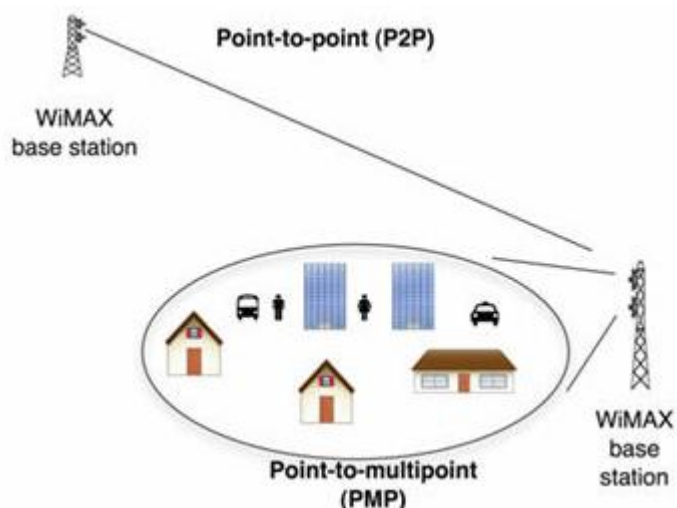
2.3.1.1 Σταθμός βάσης

Ο σταθμός βάσης μοιάζει με έναν πύργο κινητής τηλεφωνίας, παρέχει όμως κάλυψη σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις. Μπορεί να υπάρξει και η διαδικασία Backhaul όπου ένας σταθμός WiMAX συνδέεται με άλλον σταθμό WiMAX με την προϋπόθεση να υπάρχει οπτική επαφή μεταξύ αυτών. (Βάσης)

Η επικοινωνία μπορεί να είναι point to point αν αφορά την επικοινωνία ανάμεσα σε δύο κεραίες wimax ή point to multipoint αν αφορά την επικοινωνία με τους χρήστες.



Εικόνα 8 σταθμός βάσης

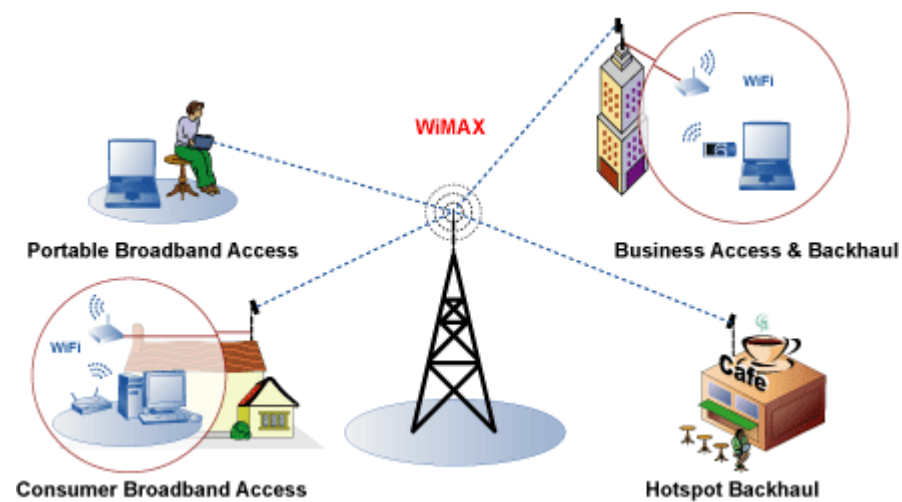


Εικόνα 9 point to point Wimax

Η επικοινωνία WiMAX απαιτεί οπτική επαφή (LOS : Line Of Sight) ανάμεσα στους σταθμούς βάσης αλλά με τους χρήστες δεν απαιτείται οπτική επαφή με βάση το πρότυπο 802.16e (NLOS: Non Line Of Sight). (Βάσης)

2.3.2.2 Δέκτης

Η φορητή συσκευή του πελάτη πρέπει να φέρει εξοπλισμό και λογισμικό συμβατό με WiMAX.



Εικόνα 10 Σημεία σύνδεσης Wimax

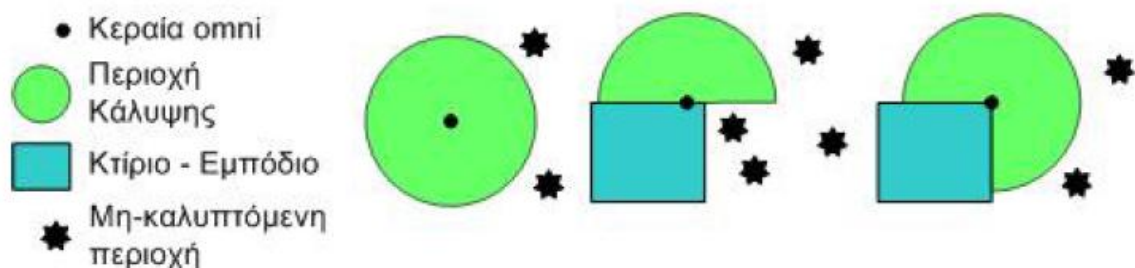
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Δικτυακός εξοπλισμός

Τα ασύρματα δίκτυα χρησιμοποιούν ένα πλήθος συσκευών και εξαρτημάτων που αποτελούν τον επικοινωνιακό εξοπλισμό τους. Οι περισσότερες από αυτές θα αναλυθούν στις ενότητες του παρόντος κεφαλαίου.

3.1 Κεραίες

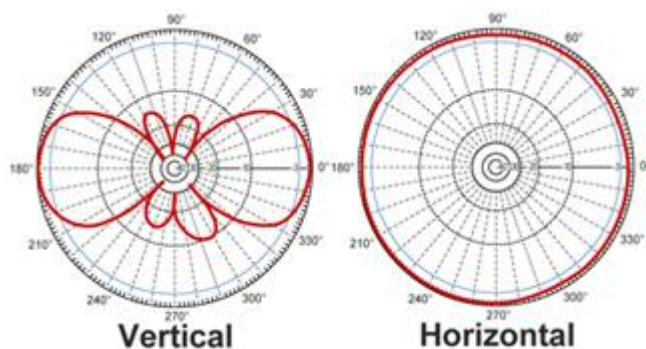
Οι κεραίες που χρησιμοποιούνται στο κομμάτι της ασύρματης πρόσβασης των χρηστών είναι τύπου omni (πολυκατευθυντικές) που εκπέμπουν 360° στο οριζόντιο επίπεδο. Έχουν απολαβή από 5-15dBi και συχνότητα λειτουργίας 2.4GHz (801.11b/g) και 5GHz (801.11a). Είναι ιδανικές για την σύνδεση ενός σημείο με πολλά (Point to Multipoint) με την χρήση ενός Access Point. (Δρούγας)

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η περιοχή κάλυψης μιας ομοιοκατευθυντικής κεραίας (omni).



Εικόνα 11 κάλυψη omni κεραίας

Επίσης στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το πεδίο εκπομπής μιας απλής ομοιοκατευθυντικής κεραίας όταν η κεραία βρίσκεται στο κέντρο του σχήματος.



Εικόνα 12 Διάγραμμα ακτινοβολίας

Ένα παράδειγμα τέτοιας κεραίας είναι η PAW OD 24-12 PF, της οποίας τα κύρια χαρακτηριστικά της είναι η συχνότητα λειτουργίας της στα 2.4 -2.485MHz και το κέρδος της στα 9-12 dBi. (Δρούγας)

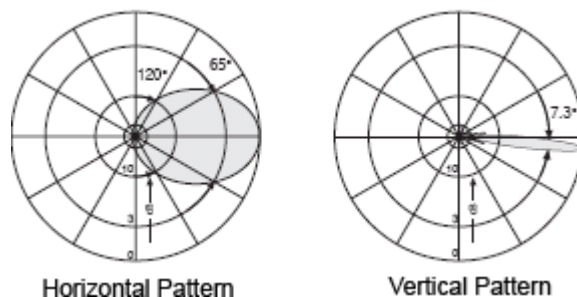
Όταν χρησιμοποιούμε πολλαπλά APs σε έναν πύργο ή όταν οι σταθμοί (clients) βρίσκονται όλοι προς μία πλευρά, όταν έχουμε μεγάλο εμπόδιο που εμποδίζει το οπτικό μας πεδίο προς μία πλευρά ή όταν θέλουμε να καλύψουμε μεγάλες αποστάσεις χρησιμοποιούμε κεραίες Sector ή Flat Panel. (Δρούγας)

Οι κεραίες Sector έχουν άνοιγμα λοβού ακτινοβολίας από 60° έως 120° , η απολαβή τους κυμαίνεται από 9dBi έως 20dBi και λειτουργούν σε συχνότητες 2.4GHz και 5GHz. (Δρούγας)



Εικόνα 13 κεραία τομεοποίησης

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το διάγραμμα ακτινοβολίας μιας sector κεραίας στο οριζόντιο και στο κατακόρυφο επίπεδο.



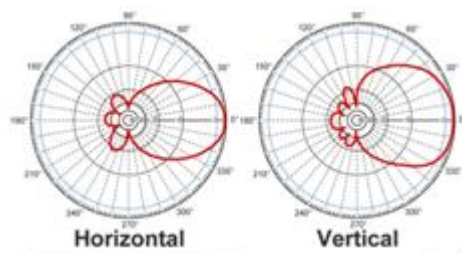
Εικόνα 14 διάγραμμα ακτινοβολίας κατευθυντικής κεραίας

Οι κεραίες flat panel έχουν άνοιγμα λοβού ακτινοβολίας από 30° έως 60° , απολαβή από 8dBi έως 19dBi και λειτουργούν σε συχνότητες 2.4GHz και 5GHz. (Δρούγας)



Εικόνα 15 πανελ κεραία

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το διάγραμμα ακτινοβολίας μιας panel κεραίας στο οριζόντιο και στο κατακόρυφο επίπεδο.



Εικόνα 16 διάγραμμα ακτινοβολίας κεραίας panel

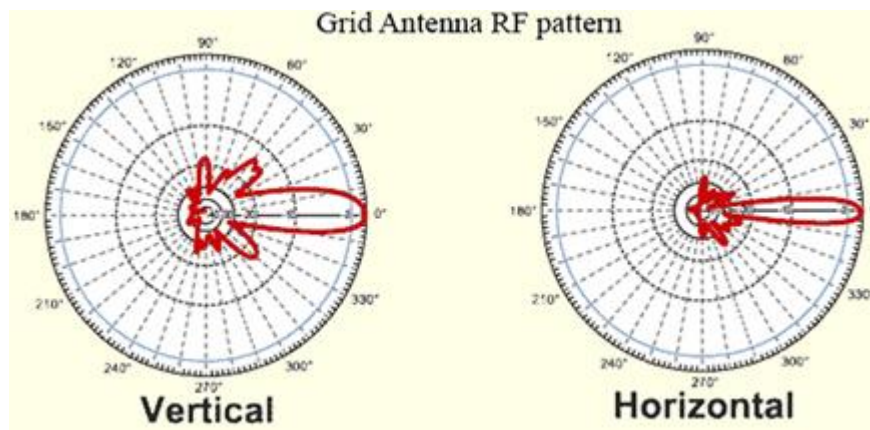
Οι κατευθυντικές κεραίες εκπέμπουν προς μόνο μια κατεύθυνση και συνήθως σε μικρή γωνία εκπομπής συγκεντρώνοντας την ισχύ του σήματος προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση. Είναι οι πιο ισχυρές από τους διαθέσιμους τύπους κεραιών και παρέχουν κάλυψη σε πολύ μεγάλες αποστάσεις αλλά με μικρή γωνία κάλυψης. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών τους χρησιμοποιούνται κυρίως για την δημιουργία συνδέσεων point-to-point μεταξύ απομακρυσμένων σημείων. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες Grid και Solid Dish (parabolic). (Δρούγας)

Οι κεραίες Grid έχουν άνοιγμα λοβού ακτινοβολία $5-10^{\circ}$. Οι συνηθέστερες τιμές απολαβής τους είναι 17, 19, 24dBi και η συχνότητα λειτουργίας τους 5GHz. (Δρούγας)



Εικόνα 17 Κεραία πλέγμα

Παρακάτω φαίνεται το διάγραμμα ακτινοβολίας μιας κεραίας Grid.



Εικόνα 18 Διάγραμμα ακτινοβολίας κεραίας grid

Η παραβολική κεραία (solid dish – parabolic) έχει απολαβή από 15 dBi έως 26 dBi και μικρό λοβό ακτινοβολίας έως 10° . Το κέρδος της διάταξης που προκύπτει εξαρτάται κυρίως από την συχνότητα και την διάμετρο του ανακλαστήρα. (Δρούγας)



Εικόνα 19 παραβολική κεραία

3.2 Σημεία πρόσβασης (ACCESS POINT)

Υπάρχουν πολλές εκδόσεις Access Points τόσο σε επίπεδο υλικού όσο και σε επίπεδο κατασκευαστή. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται μερικά από αυτά:

Ένα παράδειγμα είναι το LinkSys WAP54G. Κύρια χαρακτηριστικά του είναι:

Λειτουργεί με το πρωτόκολλο 801.11g σε ταχύτητες 54Mbps. Λειτουργεί και με το πρωτόκολλο 801.11b σε ταχύτητες ως 11Mbps. Παρέχει αυξημένη ασφάλεια ασύρματης επικοινωνίας με κωδικοποίηση 128 bit WEP και φιλτράρισμα MAC.

(<http://ec1.images-amazon.com/>)



Εικόνα 20 linksys

Άλλο παράδειγμα είναι το Ubiquiti Picostation 2 που παρέχεται ως έτοιμη μονάδα για εσωτερική και εξωτερική χρήση. Κύρια χαρακτηριστικά του είναι:

Συχνότητα λειτουργίας 2.4MHz, εμβέλεια εσωτερική/εξωτερική: 200m/500m, Πρωτόκολλο: 802.11a/b/g. Παρόμοιες συσκευές είναι τα Ubiquiti Nanostation 2, Powerstation 2 κ.α.. (<http://ec1.images-amazon.com/>)



Εικόνα 21 ubiquiti

Υπάρχουν Access points σε μορφή πλακέτας και ονομάζονται και SBC (Single Board Computers) - υπολογιστές μιας πλακέτας - που χρειάζονται καλωδίωση, κιβώτιο στέγασης έτσι ώστε και εγκατασταθούν. Ένα παράδειγμα είναι το Lobometrics 924x .

Κύρια χαρακτηριστικά του είναι: (<http://comercial.34t.com/>)

- Atheros AR7130 680MHz network processor
- 128MB DDR SDRAM onboard memory
- 802.11b/g (11Mbps/54 Mbps), 802.11a



Εικόνα 22 Atheros

3.3 Γέφυρες (BRIDGE)

Η γέφυρα (bridge) είναι μια δικτυακή συσκευή που ενσωματώνει το κατάλληλο λογισμικό για την υλοποίηση ασύρματων πρωτοκόλλων προκειμένου να ενωθεί το τοπικό δίκτυο των hotspot με το κεντρικό δίκτυο. Οι βασικές λειτουργίες που επιτελούν οι γέφυρες είναι: (<http://www.athenswifi.gr>)

- Προώθηση: Είναι το πέρασμα ενός πλαισίου στον προορισμό του
- Φιλτράρισμα: Τα πλαίσια (δεδομένα) διαχωρίζονται σύμφωνα με ορισμένα κριτήρια. Οι γέφυρες μέσω της διαδικασίας φιλτραρίσματος μπορούν να προσαρμόζονται σε επεκτάσεις των τοπικών δικτύων διευκολύνοντας την διαχείριση ολόκληρου του τοπικού δικτύου και περιορίζουν σημαντικά την άσκοπη κυκλοφορία των πλαισίων μέσα στο δίκτυο.
- Διαφάνεια: Είναι μια διαδικασία όπου η γέφυρα καταχωρίζει στον πίνακα των διευθύνσεων της τις διευθύνσεις των σταθμών εργασίας απ' όπου λαμβάνει πλαίσια (δεδομένα)

Οι λειτουργίες αυτές παίζουν σημαντικό ρόλο στην διασύνδεση των δικτύων αφού συνεπάγονται την μη επιβάρυνση του δικτύου με πρόσθετο κυκλοφοριακό φόρτο, περιορίζοντας την ροή των πλαισίων σε εκείνα τα τμήματα του δικτύου για τα οποία προορίζονται. (<http://www.athenswifi.gr>)

3.4 Δρομολογητές (ROUTERS)

Οι δρομολογητές είναι συνήθως διατάξεις οι οποίες διενεργούν έλεγχο στην εισερχόμενη ροή πακέτων των τοπικών δικτύων, αυξάνουν την αξιοπιστία της διασύνδεσης και επιτρέπουν την διασύνδεση διαφορετικών υποδικτύων. Γενικά η δρομολόγηση είναι η διαδικασία μεταφοράς δεδομένων από ένα σημείο σε ένα άλλο. Η διαδικασία αυτή με την χρήση δρομολογητών αντί γέφυρας προσθέτει ένα επίπεδο επιπλέον πολυπλοκότητας στην διασύνδεση τοπικών δικτύων υπολογιστών. Οι δρομολογητές υποστηρίζουν πιο πολύπλοκες τοπολογίες και οργανώσεις δικτύου και είναι σε θέση να εξισορροπήσουν τον φόρτο της κίνησης όλων των διαφορετικών διαδρομών, παίρνοντας δυναμικά αποφάσεις, σχετικά με το ποια διαδρομή πρέπει να ακολουθηθεί, ανάλογα με το πρωτόκολλο δρομολόγησης το οποίο υποστηρίζουν. Ειδικότερα οι λειτουργίες που επιτελούν είναι: (Κωνσταντακόπουλος)

- Φιλτράρουν και δρομολογούν τα πακέτα ανάλογα με τον τύπο τους
- Υποστηρίζουν πολλές συνδέσεις ανάμεσα στα τμήματα των δικτύων παρέχοντας επιπρόσθετη προστασία από βλάβες στις συνδέσεις
- Τα δρομολόγια αποφασίζονται κάθε φορά δυναμικά, λαμβάνοντας υπόψιν τις επικρατούσες συνθήκες κίνησης δεδομένων στο διαδίκτυο.

Οι δρομολογητές είναι ακριβότερες συσκευές από τις γέφυρες αλλά περισσότερο χρήσιμες γιατί υποστηρίζουν μεγάλης έκτασης δίκτυα, έχουν μεγάλη χωρητικότητα μνήμης και επιτελούν πολλές λειτουργίες, όπως η υποστήριξη πολλών πρωτοκόλλων επιπέδου δικτύου. (Κωνσταντακόπουλος)

3.5 Μεταγωγέας (SWITCH)

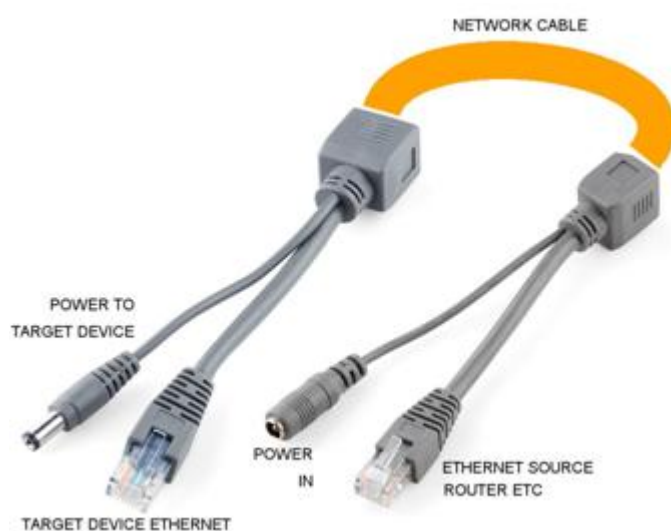
Οι μεταγωγείς (Switch) εργάζονται παρόμοια με τους επαναλήπτες (repeaters) όσον αφορά το ότι τα εισερχόμενα σήματα ενισχύονται πριν αναμεταδοθούν μέσω των θυρών τους. Οι μεταγωγείς (Switch) όμως σε αντίθεση με τα Hub, δρομολογούν τα

πακέτα που αναμεταδίδει ένας σταθμός μόνο στον σταθμό προορισμού. Για το λόγο αυτό επιτρέπεται η ταυτόχρονη μετάδοση από δύο υπολογιστές στη μέγιστη δυνατή ταχύτητα. (<http://www.athenswifi.gr>)

3.6 Καλωδιώσεις

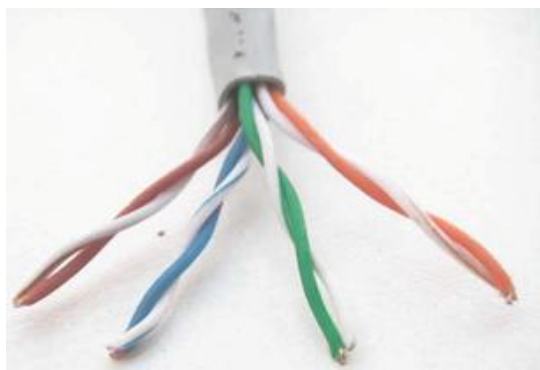
Τα βασικότερα είδη καλωδίων που χρησιμοποιούνται στα ασύρματα δίκτυα WLAN είναι καλώδια ρεύματος ή τροφοδοσίας, καλώδια δικτύου, ομοαξονικά θωρακισμένα καλώδια (Coaxial - RF) και Pigtail.

Για την τροφοδοσία συνήθως δεν χρησιμοποιείται ξεχωριστό καλώδιο αλλά καλώδιο τύπου PoE (Power over Ethernet) όπου συνδυάζεται στο ίδιο κέλυφος καλώδιο δικτύου (UTP ή FTP) με καλώδιο τροφοδοσίας. (Κωνσταντακόπουλος)



Εικόνα 23 καλώδια

Τα καλώδια δικτύου που χρησιμοποιούνται για κοντινές αποστάσεις είναι τα UTP (Unshielded Twisted Pair) και τα FTP (Foiled Twisted Pair).



Εικόνα 24 συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων

Η καλωδίωση UTP βασίζεται στο πρότυπο καλωδίωσης EIA/TIA-586 το οποίο περιγράφει τα χαρακτηριστικά και τις εφαρμογές των διαφόρων περιπτώσεων καλωδίωσης UTP. Οι κατηγορίες των καλωδίων UTP είναι οι εξής:
(Κωνσταντακόπουλος)

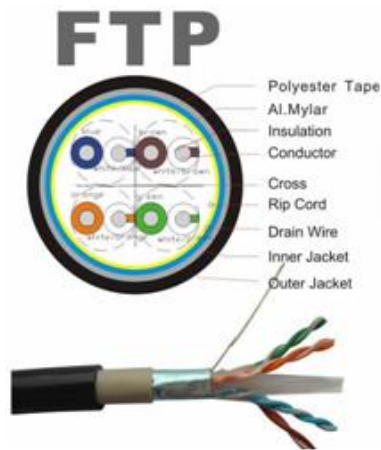
Πίνακας 5 Τύποι καλωδίων

Κατηγορία καλωδίου	Τύπος – Μέγιστος ρυθμός δεδομένων
CAT 1	UTP, έως 1Mbps
CAT 2	UTP – 4Mbps
CAT 3	UTP/STP – 16Mbps
CAT 4	UTP/STP – 20Mbps
CAT 5	UTP/STP – 100MHz, 100Mbps, 1000Mbps (4pairs)
CAT 5 enhanced	UTP/STP – 100MHz
CAT 6	155 MHz ή 250MHz και μέχρι 400MHz
CAT 7	Για 200MHz και έως 700MHz

Οι πιο δημοφιλείς κατηγορίες για δίκτυα είναι οι cat 3 και cat 5.

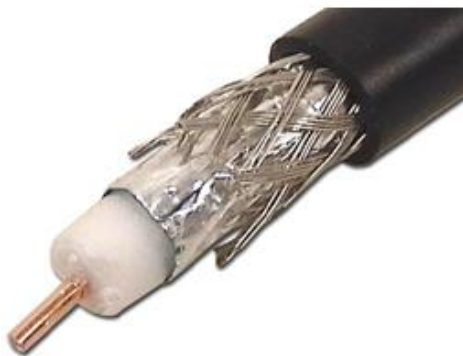
Τα καλώδια FTP είναι θωρακισμένα καλώδια UTP. Για θωράκιση χρησιμοποιείται συνήθως ένα φύλλο αλουμινίου και ένα επικασιτερωμένο μεταλλικό πλέγμα χαλκού που περιβάλλει το φύλλο αλουμινίου κατά μήκος του καλωδίου.

(<http://www.athenswifi.gr>)



Εικόνα 25 FTP καλώδιο

Το ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable) χρησιμοποιείται ευρέως στο χώρο των δικτύων για την διασύνδεση κεραιών. Τα κύρια πλεονεκτήματά του σε σχέση με τα δισύρματα καλώδια είναι η ότι είναι καταλληλότερο για μεγαλύτερες αποστάσεις και υποστηρίζει μεγαλύτερες ταχύτητες μετάδοσης. Αποτελείται από δύο αγωγούς, ο κεντρικός είναι από δύσκαμπτο σύρμα και περιβάλλεται από μονωτικό υλικό. Ο εξωτερικός αγωγός είναι σε μορφή πλέγματος και περιβάλλει το μονωτικό υλικό. Εξωτερικά υπάρχει μονωτικό και προστατευτικό κάλυμμα.
<http://www.athenswifi.gr>



Εικόνα 26 Ομοαξονικό καλώδιο

Το καλώδιο Pigtail είναι αυτό που μεσολαβεί μεταξύ της κεραιάς και της συσκευής wifi. Είναι ένα κοντό (15-20cm) εύκαμπτο ομοαξονικό καλώδιο με τους κατάλληλους συνδετήρες στις άκρες του. (Κωνσταντακόπουλος)



Εικόνα 27 καλώδιο pigtail

3.7 Βύσματα

Παρακάτω φαίνονται τα κυριότερα βύσματα που χρησιμοποιούνται στις διασυνδέσεις WLAN. Κατ' αρχήν υπάρχουν τα βύσματα για τις καλωδιώσεις δικτύου, επίσης υπάρχουν βύσματα για τα ομοαξονικά καλώδια, όπου στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι συχνότητες στις οποίες ανταποκρίνονται: (Κωνσταντακόπουλος)



Εικόνα 28 βύσματα

3.8 Κουτιά στέγασης

Ο ενεργός εξοπλισμός στα σημεία ασύρματης πρόσβασης τοποθετείται σε κουτιά έτσι ώστε να προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες. Το κουτί στέγασης τοποθετείται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην κεραία έτσι ώστε να μειώνεται το μήκος του ομοαξονικού καλωδίου και αντίστοιχα το κόστος και οι απώλειες. Υπάρχουν κουτιά στέγασης από πλαστικό και από μέταλλο. Τα πρώτα είναι ακριβότερα και πιο εύχρηστα. Τα μεταλλικά κουτιά πλεονεκτούν στο ότι έχουν χαμηλότερο κόστος, θωρακίζουν τον εξοπλισμό από ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες αλλά και απάγουν την θερμότητα στο περιβάλλον. Τα μειονεκτήματα των μεταλλικών κουτιών είναι ότι είναι έχουν μεγαλύτερο βάρος, απορροφητικό χρώμα και η θερμοκρασία τους αυξάνεται αν εκτίθενται απευθείας στον ήλιο. Το μέγεθος του κουτιού πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να είναι ευρύχωρο έτσι ώστε να μην αυξάνεται πολύ η θερμοκρασία στο εσωτερικό του, συνήθως επιλέγεται το διπλάσιο μέγεθος από τον εξοπλισμό που θα τοποθετηθεί στο εσωτερικό. Για την μείωση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό μπορεί να χρησιμοποιηθούν ψύκτρες ή και αερισμός. (eureka.lib.teithe.gr)

3.9 Λογισμικό διαχείρισης δικτύου

Υπάρχουν αρκετά λογισμικά διαχείρισης δικτύου τα οποία εκτελούν και λειτουργίες δρομολογητή (router). Μερικά από αυτά είναι: Mikrotik, RoamAD WNP, Antcor IkarusOS, Valemount Networks StarOS, WiliBox WILI-S, OpenWRT και φυσικά κάποιες εκδόσεις Linux. Ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα είναι το Mikrotik. Παρότι είναι ένα λειτουργικό αναπτυγμένο πάνω στο Linux είναι Κλειστού Κώδικα" (Closed Source) ή "Ιδιόκτητο Λογισμικό" (Proprietary Software), του οποίου ο πηγαίος κώδικας δεν είναι διαθέσιμος σε τρίτους (συμπεριλαμβανομένων των χρηστών του λογισμικού). Διαθέτει μια ποικιλία πολύ λειτουργικών χαρακτηριστικών και εργαλείων που τα καθιστούν ανταγωνιστικότερα. (eureka.lib.teithe.gr)

Οι δυνατότητες που παρέχει στο διαχειριστή είναι:

- Δυνατότητα απομακρυσμένης προσαρμογής των ρυθμίσεων των συσκευών ασύρματης δικτύωσης
- Δυνατότητα απεικόνισης του τοπολογικού διαγράμματος του δικτύου

- Δυνατότητα απεικόνισης του χάρτη της περιοχής με παράλληλη απεικόνιση της κατάστασης λειτουργίας όλων των συσκευών, σε πραγματικό χρόνο
- Λειτουργία αυτόματης επαναφοράς των συσκευών και αποστολή μηνύματος στο διαχειριστή για την αιτία που προκάλεσε τη διακοπή
- Δυνατότητα απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο των στατιστικών πληροφοριών όλου του δικτύου
- Δυνατότητα απομακρυσμένης αναβάθμισης του λειτουργικού προγράμματος των συσκευών (Firmware Upgrade)
- Δυνατότητα λειτουργίας ως Hotspot
- Δυνατότητα ελέγχου σε πραγματικό χρόνο της κίνησης του δικτύου σε κάθε ζεύξη ξεχωριστά (Traffic Monitor)
- Δυνατότητα απομακρυσμένης ρύθμισης του όγκου δεδομένων που διακινεί κάθε χρήστης ή ομάδα χρηστών του δικτύου
- Δυνατότητα απομακρυσμένης ρύθμισης όλων των λειτουργιών των μονάδων δρομολόγησης δεδομένων, των συσκευών ασύρματης μετάδοσης
- Δυνατότητα απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο, της στάθμης σήματος, του επιπέδου θορύβου και τη ποιότητας κάθε ζεύξης του δικτύου
- Δυνατότητα μεταβολής της συχνότητας λειτουργίας της κάθε ζεύξης
- Δυνατότητα μεταβολής της ισχύος εκπομπής κάθε συσκευής
- Δυνατότητα αλλαγής της κεραίας εκπομπής σε περιπτώσεις βλάβης της βασικής κεραίας
- Δυνατότητα μεταβολής του τρόπου και των κωδικών κρυπτογράφησης των διακινούμενων δεδομένων
- Δυνατότητα καταγραφής σε αρχείο όλων των λειτουργιών των συσκευών
- Δυνατότητα παροχής συναγερμών σε περιπτώσεις διακοπής λειτουργίας κάποιας συσκευής ή και σε περιπτώσεις προσπάθειας παραβίασης των κωδικών κρυπτογράφησης των διακινούμενων δεδομένων
- Δυνατότητα καταγραφής σε αρχείο όλων των λειτουργιών των συσκευών
- Δυνατότητα παροχής συναγερμών σε περιπτώσεις διακοπής λειτουργίας κάποιας συσκευής ή και σε περιπτώσεις προσπάθειας παραβίασης των κωδικών κρυπτογράφησης. (eureka.lib.teithe.gr)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελέτη σκοπιμότητας εγκατάστασης ασύρματου δικτύου στη Μύρινα, Λήμνου

4.1 Γεωγραφία περιοχής

Η Μύρινα είναι η πρωτεύουσα της νήσου Λήμνου, που μαζί με την νήσο Λέσβο και την Νήσο Άγιο Ευστράτιο αποτελούν το νομό Λέσβου, στο ΒΑ Αιγαίο. Η Μύρινα όπως φαίνεται στον παρακάτω χάρτη βρίσκεται ΝΔ της Λήμνου, διαθέτει το κεντρικό λιμάνι του νησιού, νοσοκομείο, όλες τις κεντρικές υπηρεσίες του νησιού και φιλοξενεί το τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Το νησί της Λήμνου κατοικείται από 17000 κατοίκους (απογραφή 2011) ενώ στην Μύρινα διαμένουν μόνιμα περίπου 5700 κάτοικοι.



4.2 Εγκατάσταση ασύρματου δικτύου

Για την μελέτη εγκατάστασης του ασύρματου δημόσιου δικτύου εντός της πόλης της Μύρινας έγινε αρχικά επιτόπια έρευνα για την εύρεση των σημείων ενδιαφέροντος όπου θα τοποθετηθούν τα σημεία πρόσβασης. Τα σημεία που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη συγκέντρωση κοινού και είναι

- Δημαρχείο
- Λιμάνι Μύρινας
- Πλατεία ΟΤΕ
- Ρωμέικος γυαλός



Εικόνα 29 σημεία ενδιαφέροντος

4.3 Σχεδιασμός δικτύου

Ο Κεντρικός Σταθμός διασύνδεσης με το διαδίκτυο θα βρίσκεται στο κτίριο του Δημαρχείου.



Εικόνα 30 σχεδιασμός δικτύου

4.4 Απαιτούμενος εξοπλισμός

Σε κάθε σημείο ασύρματης πρόσβασης των χρηστών θα τοποθετηθεί μια κεραία Omni (Pacific Wireless PAWOD24-12PF, 2,4GHz, 12 dBi) η οποία εκπέμπει μέσω της συσκευής TW-AP54BG (Wireless Access Point, 54Mbps, 802.11b/g, for Point to Point and Point to Multipoint communication). Στις περιπτώσεις που θα εγκατασταθούν περισσότερα του ενός Hotspot η επικοινωνία των κόμβων θα γίνεται μέσω παραβολικής κεραίας TW-ANT90DP (Parabolic Grid Antennaa 32 dBi) και η οποία θα δρομολογείται μέσω της συσκευής TW-BR90A (Wireless Client, 90Mbps, 802.11a, for Point to Point and Point to Multipoint communication). Για την

τοποθέτηση του ενεργού εξοπλισμού θα χρησιμοποιηθεί κιβώτιο στέγασης. Ο παραπάνω εξοπλισμός θα τοποθετηθεί σε ιστούς Φ40, πάχους 1,25mm, ενώ το ύψος θα καθοριστεί από το σημείο τοποθέτησης και σε καμία περίπτωση δεν θα ξεπερνά τα 4m. Η διασύνδεση των συσκευών θα γίνει με καλώδιο UTP TIA/EIA 568B. Στο Κεντρικό σημείο διανομής θα εγκατασταθεί ένα Ethernet Switch CISCO SRW208 8PORT 10/100+2GB POE MANAGED. Η παρακολούθηση των επιμέρους δικτύων θα γίνει μέσω του Captive Portal της Mikrotik που υποστηρίζει το πρωτόκολλο RADIUS, Accounting, Authentication, Usage Report, Accounting κ.α. Τέλος για την αδιάλειπτη λειτουργία σε κάθε σημείο θα τοποθετηθεί UPS 1000VA.

Πίνακας 6 Σύνοψη υλικών

ΠΡΟΙΟΝ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
hotspot				
Lobo 924X	LOBOMETRICS	Access Point	1x100mW/IP67/LI:1350/Multiband/ABG	4
12dBi 2.4GHz Omni	LAIRD	Πολυκατευθυντική κεραία	12dBi, 2.4GHz Vertical Omni N-male Pigtail	4
Lobo 954T	LOBOMETRICS	Γέφυρα (Bridge)	2x400mW/IP67/LI:0400/5.X GHz/A	4
4.9-5.875 GHz Dual Polarised Antenna	MARS	Κατευθυντική κεραία	4.9-5.875 GHz Dual Polarized Panel Antenna 23.5 dBi	4
0,6m N-Type to N-Type Cable	PLANET	Καλώδιο	0,6m N-Type to N-Type Cable, 0,3dB loss	4
Plug-in Mast 3m	Ikusi	Ιστός ανάρτησης κεραίας	Plug-in Mast 3m, zincd quality st. 37.2 Steel	4
Orion Plus IP65 metal enclosure	HAGER	Κιβώτιο στέγασης	Ερμάριο IP65, 600x400mm, Μεταλλική πόρτα, κλειδαριά,	4

			στυπιοθλύπτες όδευσης καλωδίων, κιτ στήριξης	
Κεντρικό Σημείο πρόσβασης				
3COM 30-16, Multi Services Modular Router/Firewall	3COM	Δρομολογητής	MSR 30-16 with one MIM slot, four SIC slots, two enhanced service module slots, two voice processing module slots and one voice co-processing slot	1
8-Port 10/100Mbps PoE Fast Ethernet Switch	TREDNET	Ethernet Μεταγωγέας	8-Port 10/100Mbps PoE Fast Ethernet Switch	1
Patch Cord CAT5e 2m	FIBREFAST	Καλώδιο Δικτύου	Patchcord RJ45-RJ45 UTP CAT5E PVC GREY 2m	
Σύστημα Διαχείρισης Δικτύου – Captive Portal				
RouterBoard, RouterOS, Level 4, Dude NMS	MIKROTIK	Λειτουργικό Σύστημα	RB600 includes RouterOS – the operating system, which will turn this powerfull system into a highly sophisticated router, firewall, bandwidth manager or hotspot plus DUDE NMS server. Two Compact flash slots for webproxy cache and configuration backups of the User Manager database and the Dude Server	1
1GB Compact Flash			NMX and Hotspot Manager Back Up	1

Universal RB/600 Indoor Case	MIKROTI C		MIKROTIK RB600 Black Universal Indoor Case	1
24V Power Supply for use with RB 600	MIKROTI K	Τροφοδοτικό	24V Power Supply for use with RB600	1
UPS NRG GUARD PLUS 1000VA – LINE INTERACTIVE	NRG	Μονάδα αδιάλειπτης παροχής ρεύματος (UPS)	UPS NRG GUARD PLUS 1000VA – LINE INTERACTIVE	4
ZEYKTIKH KALΩΔΙΩΣΗ UTP	GLOPITE L		Προμήθεια, εγκατάσταση καλωδιώσεων (UTP, τροφοδοσία, κανάλια, σωλήνες, οδεύσεις, τερματισμοί)	4

Οι εργασίες εγκατάστασης του ασύρματου δικτύου είναι οι εξής:

- Εγκατάσταση του προβόλου στο σύστημα πομποδέκτη/κεραίας
- Εγκατάσταση του προβόλου του πομποδέκτη
- Προσανατολισμός κεραιών
- Γείωση του πομποδέκτη
- Εγκατάσταση καλωδίων UTP
- Τοποθέτηση λοιπού ενεργού εξοπλισμού
- Σύνδεση με το δίκτυο του πελάτη
- Παροχή τροφοδοσίας στον εξοπλισμο.

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών εγκατάστασης πραγματοποιείται ενεργοποίηση του συστήματος και έλεγχος της εγκατάστασης ώστε να διορθωθούν σφάλματα κατά την εγκατάσταση. Οι κυριότερες εργασίες που γίνονται είναι:

- Οπτικός έλεγχος των εγκαταστάσεων, ώστε να εξασφαλιστεί η ορθότητα στην σύνδεση των κεραιών με τους πομποδέκτες και η σταθερότητα των συνδέσεων τροφοδοσίας και γείωσης.

- Μέτρηση και επιβεβαίωση ότι η τάση τροφοδοσίας είναι εντός των προβλεπόμενων ορίων
- Πραγματοποίηση μετρήσεων εκπεμπόμενης ισχύος και συχνότητας εκπομπής
- Έλεγχος λειτουργίας λογισμικού
- Μέτρηση ισχύος λαμβανομένου σήματος, μέτρηση BER.
- Εγκατάσταση και παραμετροποίηση του λογισμικού διαχείρισης του δικτύου.

Οι εργασίες ενεργοποίησης στα σημεία ασύρματης πρόσβασης είναι:

- Οπτικός έλεγχος των εγκαταστάσεων, ώστε να εξασφαλιστεί η ορθότητα στην σύνδεση των κεραιών με τους πομποδέκτες και η σταθερότητα των συνδέσεων τροφοδοσίας και γείωσης.
- Μέτρηση και επιβεβαίωση ότι η τάση τροφοδοσίας είναι εντός των προβλεπόμενων ορίων
- Επιλογή του βέλτιστου καναλιού λήψης (downstream)
- Μικρορύθμιση του προσανατολισμού της κεραιάς
- Επιλογή του βέλτιστου καναλιού εκπομπής (upstream)
- Ρύθμιση του τερματικού σταθμού σε κατάσταση λειτουργίας
- Έλεγχος των συνδέσεων του χρήστη
- Εγκατάσταση και παραμετροποίηση του Captive Portal

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Μεθοδολογία

5.1 Εισαγωγή

Υπάρχουν πολλών ειδών στρατηγικές για την ανάπτυξη ενός κινητού, WiMAX δικτύου, σε μια αστική περιοχή. Συνήθως εξετάζεται το ερώτημα εάν ένα ασύρματο δίκτυο είναι κατάλληλο για συνεχή, εξωτερικού χώρου κάλυψη και αν θα συμφέρει η τμηματική επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα πρέπει να υλοποιήσουμε ένα ασύρματο δίκτυο στη Μύρινα, Λήμνου μία πόλη με περίπου 5000 κατοίκους, μικρή σε έκταση και με χαμηλό υψόμετρο. Ο πάροχος του ασύρματου δικτύου, για να υλοποιήσει το δίκτυο, πρέπει να εξετάσει κάποια θέματα. Αρχικά πρέπει να γίνει προσεκτική επιλογή των τοποθεσιών που θα εγκατασταθεί ο σταθμός βάσης. Επίσης πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη η μορφολογία του εδάφους που άλλοτε διευκολύνει και άλλοτε δυσκολεύει τη μετάδοση και λήψη του σήματος. Στην περίπτωση της Μύρινας, η μορφολογία είναι υπέρ μας αφού είναι μία πόλη με αρκετά χαμηλό υψόμετρο. Ακόμα θα πρέπει να γίνει προσεκτική επιλογή της συχνότητας λειτουργίας του δικτύου και να είναι νόμιμος, σύμφωνα με τους κανονισμούς της E.E.T.T..

Ο λόγος που επιλέξαμε Wimax τεχνολογία, για να υλοποιήσουμε το δίκτυό μας, είναι γιατί με φθηνότερο απαιτούμενο εξοπλισμό μπορεί να εξυπηρετήσει χρήστες σε μεγάλες αποστάσεις έως, θεωρητικά, 80 km και να φτάσει ταχύτητες 30-40 Mbps. Χρησιμοποιώντας Wimax τεχνολογία θα ικανοποιήσουμε τις ανάγκες ολόκληρης της πόλης και ενδεχομένως και στα περίχωρα αυτής. Η υπηρεσία που θα προσφέρουμε με το δικό μας δίκτυο είναι η ασύρματη πρόσβαση στο internet, καθώς πολλοί χρήστες επιθυμούν να είναι διαρκώς συνδεδεμένοι είτε στο λογαριασμό τους στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, είτε να ενημερώνονται με ειδήσεις σε σχετικά site, είτε να είναι συνδεδεμένοι στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.

Έχοντας επιλέξει τα σημεία εγκατάστασης των σταθμών βάσης θα πρέπει να προχωρήσουμε στη μελέτη κατανομής των ζωνών συχνότητας που θα ανατεθούν σε κάθε σταθμό (frequency planning). Στα WiMAX συστήματα το εύρος ζώνης του κάθε καναλιού (διαύλου) ενός σταθμού βάσης μπορεί να είναι πολλαπλάσιο των 3.5 MHz (βάση του WiMAX forum). Για τη βέλτιστη ανάπτυξη του δικτύου θα πρέπει να χωρίσουμε το δοθέν φάσμα σε ζώνες των 3.5 ή των 7 MHz το πολύ. Γενικά, σκοπός του frequency planning είναι η κατανομή των καναλιών, συχνοτήτων, στους διάφορους σταθμούς βάσης με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το ενδεχόμενο

ομοδιαυλικών παρεμβολών. Επειδή το διαθέσιμο φάσμα μπορεί να είναι περιορισμένο για την εξασφάλιση της απαιτούμενης πληθυσμιακής κάλυψης, ακολουθείται η τεχνική της επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων. Η κατανομή των καναλιών επηρεάζεται άμεσα και από την πληθυσμιακή κατανομή με δεδομένο ότι υπάρχει ένα άνω όριο ως προς το πλήθος των συνδρομητών που μπορεί να υποστηριχθεί από κάθε κανάλι.

Το σταθμό βάσης θα τον τοποθετήσουμε στο Δημαρχείο της Μύρινας, καθώς αποτελεί κεντρικό σημείο και θα χρησιμοποιήσουμε ομοιοκατευθυντική κεραία ώστε να εξυπηρετήσει χρήστες προς όλες τις κατευθύνσεις. Θα χρησιμοποιήσουμε μόνο ένα σταθμό βάσης αφού η Wimax τεχνολογία καλύπτει χιλιομετρικά την επιθυμητή περιοχή και στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε μικρή έκταση με χαμηλό υψόμετρο.



Εικόνα 31 χάρτης Λήμνου

5.1 Opnet

Η προσομοίωση του δικτύου έγινε στο πρόγραμμα Opnet. Το OPNET είναι μια γνωστή εμπορική εφαρμογή, με κύρια χρήση της την προσομοίωση δικτύων. Για τις ανάγκες της παρούσας πτυχιακής θα χρησιμοποιήσουμε την έκδοση IT GURU Academic Edition. Η συγκεκριμένη έκδοση του OPNET αποτελεί ένα εξειδικευμένο ακαδημαϊκό εργαλείο στο χώρο των επικοινωνιών, που προσφέρει τη δυνατότητα με

τη βοήθεια ενός γραφικού περιβάλλοντος να μοντελοποιηθούν και να προσομοιωθούν διάφορα είδη δικτύων.

Το OPNET παρέχει δυνατότητες για δημιουργία πληρέστατων και μεγάλων δικτύων σχεδιασμένων μέχρι τη παραμικρή λεπτομέρεια, τα οποία μπορούμε να τα «στήσουμε» σχετικά εύκολα, να τα δοκιμάσουμε με χρήση πολλών σύγχρονων τεχνολογιών και να τα βελτιστοποιήσουμε γενικότερα.

Ο Project Editor αποτελεί την κύρια πλατφόρμα εργασίας για την κατασκευή και προσομοίωση ενός δικτύου. Από εδώ μπορούμε να κτίσουμε ένα μοντέλο δικτύου, χρησιμοποιώντας τα έτοιμα μοντέλα (π.χ. ένα Τοπικό Δίκτυο (LAN), ένα Μητροπολιτικό Δίκτυο (MAN) ή ένα δίκτυο με δύο υπολογιστές κ.τ.λ.) που υπάρχουν στη βιβλιοθήκη του OPNET, να επιλέξουμε στατιστικά στοιχεία για το δίκτυο, να τρέξουμε μια προσομοίωση και να δούμε τα αποτελέσματα. Επίσης μπορούμε να φτιάξουμε τα μοντέλα δικτύου και επεξεργασίας, να κατασκευάσουμε μοντέλα για πακέτα που στέλνονται, να κατασκευάσουμε φίλτρα και παραμέτρους στα οποία μπορούμε να έχουμε πρόσβαση από το μοντέλο επεξεργασίας.

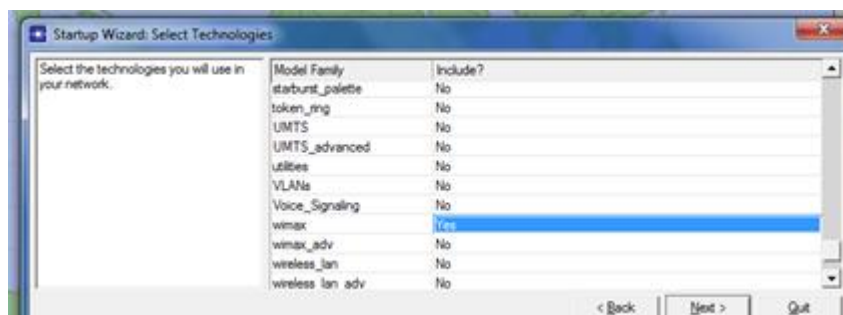
Το περιβάλλον εργασίας του OPNET είναι ένα παραθυρικό περιβάλλον. Το παράθυρο που βλέπουμε παρακάτω είναι και το αρχικό που συναντάμε όταν ξεκινήσουμε το OPNET.



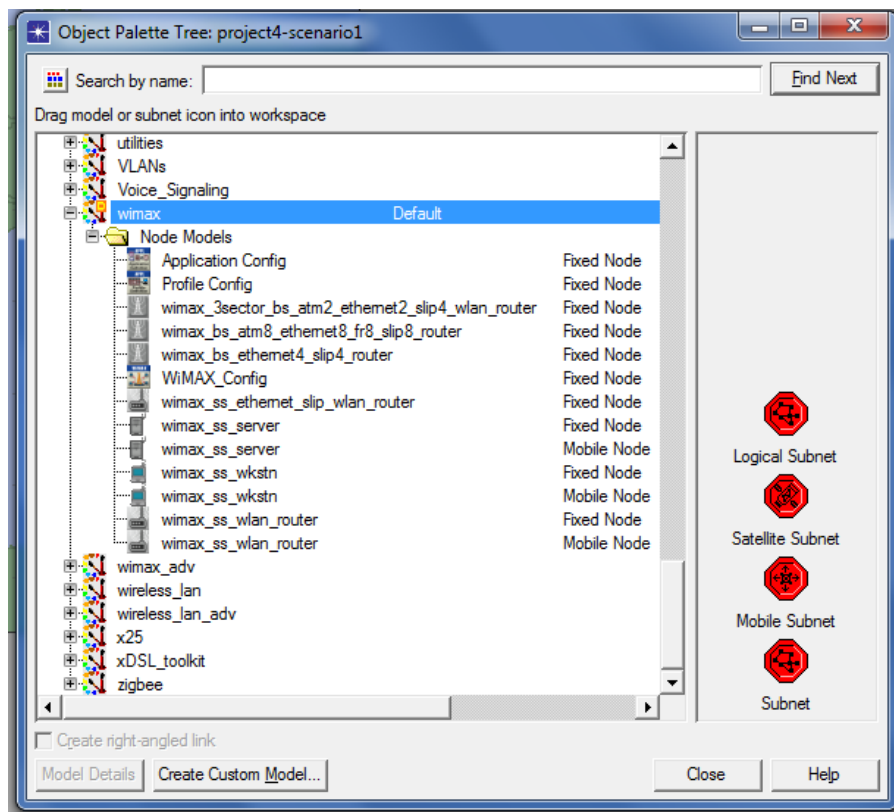
Εικόνα 32 αρχικό παράθυρο Opnet

Με την επιλογή File-New-Project βρισκόμαστε στο κύριο παράθυρο του OPNET στο οποίο γίνεται και η σχεδίαση του εκάστοτε δικτύου. Θα πρέπει αρχικά να επιλέξουμε Project Name και Scenario Name. Το scenario είναι ένα ξεχωριστό σενάριο μέσα στο project που περιγράφει/απεικονίζει μια συγκεκριμένη κατάσταση. Ένα project μπορεί να περιέχει πολλά σενάρια. Π.χ. αν ένα Project περιέχει ένα δίκτυο Wimax, το πρώτο σενάριο μπορεί να αφορά το συγκεκριμένο δίκτυο για 10 χρήστες και ένα δεύτερο σενάριο για τους διπλάσιους χρήστες. Έτσι έχουμε 2 περιπτώσεις με διαφορετικές ρυθμίσεις και τιμές. Αφού δώσουμε τις ονομασίες που θέλουμε και πατήσουμε OK, στο επόμενο μενού που συναντάμε επιλέγουμε «Empty Scenario» και πατάμε Next.

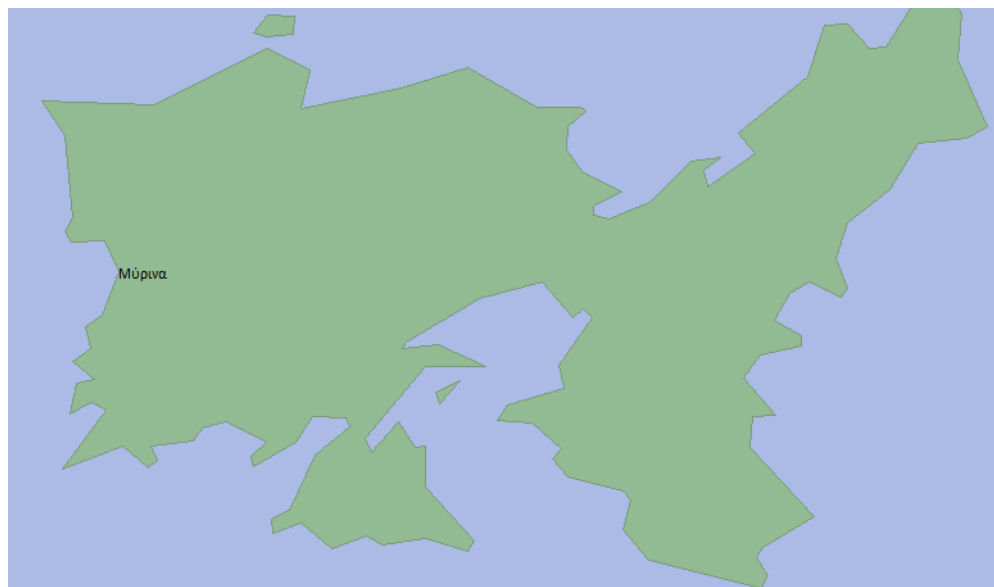
Το επόμενο μενού έχει να κάνει με τους χάρτες που θέλουμε να έχουμε στο background (βοηθούν όταν για παράδειγμα σχεδιάζουμε ένα δίκτυο σε μια συγκεκριμένη χώρα και θέλουμε να ξέρουμε σε ποιο σημείο(πόλη/περιφέρεια) θα βάλουμε τι, πόση απόσταση μεσολαβεί μέχρι τον επόμενο κόμβο ίσως κ.τ.λ. Αν επιλέξουμε «world» και πατήσουμε Next, εμφανίζεται μια λίστα από διάφορες χώρες. Αν θέλουμε να φτιάξουμε το δίκτυο μας με Background μια συγκεκριμένη χώρα στο περιβάλλον εργασίας, την επιλέγουμε και πατάμε Next. Άλλωστε λίγη σημασία έχουν οι χάρτες καθώς στις εργαστηριακές μας ασκήσεις το πιθανότερο είναι ότι δεν θα χρειαστούμε κάποια συγκεκριμένη τοποθεσία/χώρα. Στο μενού που βρισκόμαστε πλέον (*Startup Wizard : Select Technologies*) μπορούμε να επιλέξουμε εκ των προτέρων κάποιες τεχνολογίες που είμαστε βέβαιοι ότι θα χρησιμοποιήσουμε στο project μας. Αυτό σημαίνει και κάποιες αυτόματες ρυθμίσεις σε μερικά μενού του OPNET. Αν για παράδειγμα χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία Wimax, τη βρίσκουμε από τη στήλη *Model Family*, αλλάζουμε το «no» του *Include* (δεύτερη στήλη) σε «yes» και πατάμε Next. Το τελευταίο αυτό παράθυρο απλά μας επιβεβαιώνει το χάρτη και τη τεχνολογία που έχουμε επιλέξει και πλέον πατώντας *OK*, είμαστε στο κύριο menu του OPNET.



Εικόνα 33 Τεχνολογία Wimax

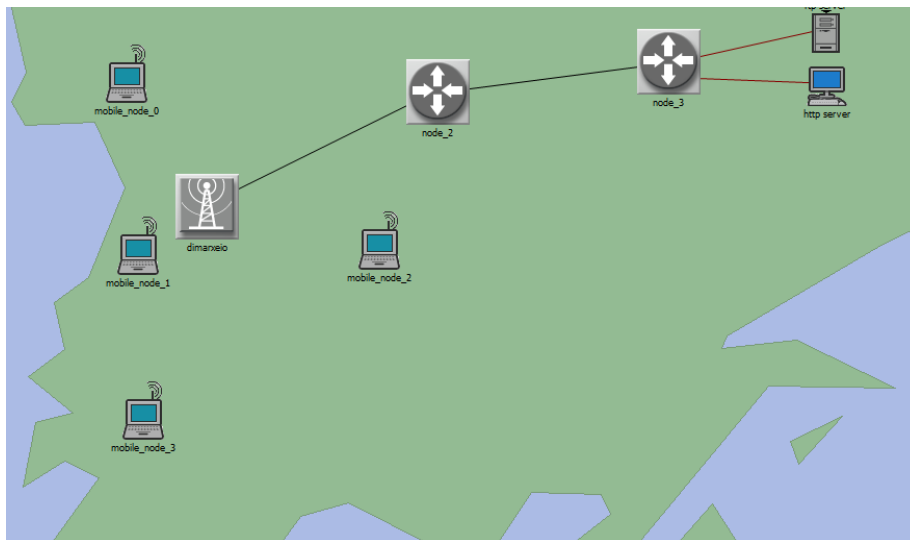


Εικόνα 34 Παλέτα Wimax



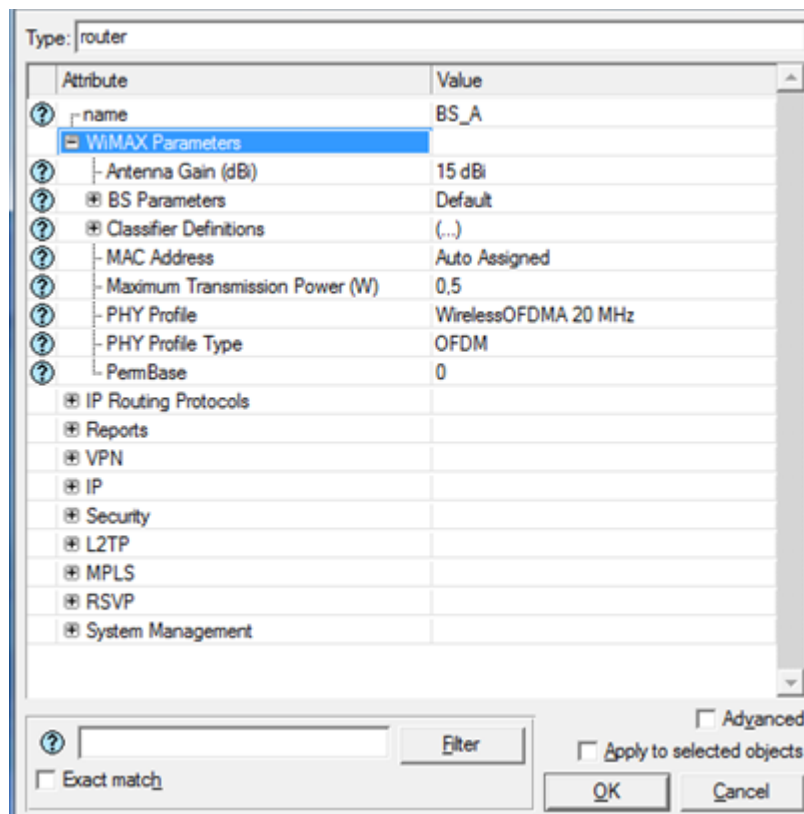
Εικόνα 35 Επιλογή Μύρινας

Στη συνέχεια εγκαθιστούμε σταδιακά το δίκτυό μας. Θεωρήσαμε ότι πρέπει να εξυπηρετήσει αρκετούς χρήστες που βρίσκονται περιμετρικά από τον σταθμό βάσης. Για να ολοκληρωθεί το δίκτυο απαιτείται η χρήση δύο δρομολογητών και δύο server, ενός HTTP server και ενός FTP server, αφού θέλουμε να καλύψουμε πρόσβαση στο διαδίκτυο. Επιπλέον θέλουμε οι χρήστες να μπορούν να κάνουν χρήση εφαρμογών VoIP. Στο opnet για να μπορέσουμε να δημιουργήσουμε το δίκτυο απαιτούνται άλλες τρεις οντότητες, η Application definition όπου ρυθμίζουμε τις λειτουργίες του δικτύου μας και η Profile definition στην οποία ρυθμίζουμε τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει κάθε λειτουργία. Τέλος απαιτείται η βαθμίδα Wimax configuration ούτως ώστε να λειτουργήσει σωστά το Wimax δίκτυο.

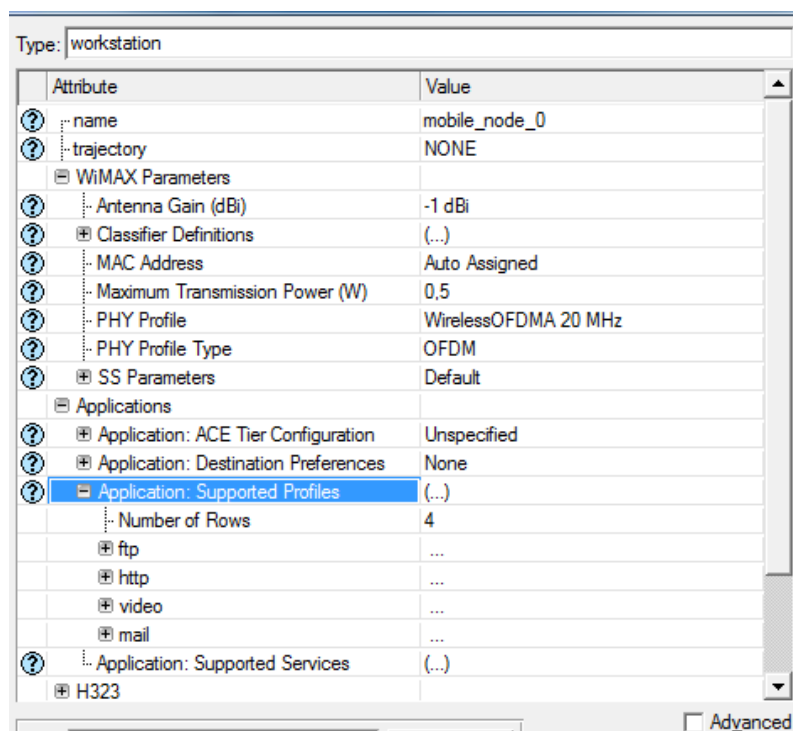


Εικόνα 36 Wimax δίκτυο

Στις επόμενες εικόνες φαίνονται τα χαρακτηριστικά που συμπληρώσαμε στον σταθμό βάσης και στους κινητούς σταθμούς.



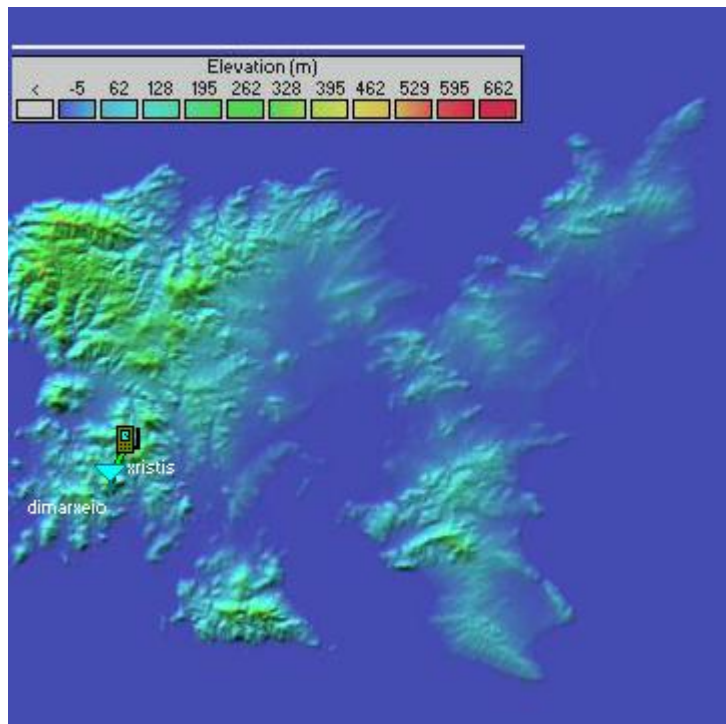
Εικόνα 37 Χαρακτηριστικά σταθμού βάσης



Εικόνα 38 Χαρακτηριστικά χρηστών

5.2 Radio Mobile

Το επόμενο εργαλείο προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Radio mobile. Μπορούμε να τοποθετήσουμε το χάρτη της περιοχής μας και να δούμε τι θα συμβεί κατά τη λειτουργία του δικτύου σύμφωνα με την μορφολογία του εδάφους και άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά. Το πρόγραμμα αυτό διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο. Επίσης στο διαδίκτυο υπάρχει άφθονο υλικό για την κατανόηση της λειτουργίας του Radio Mobile.



Εικόνα 39 Δημιουργία δικτύου

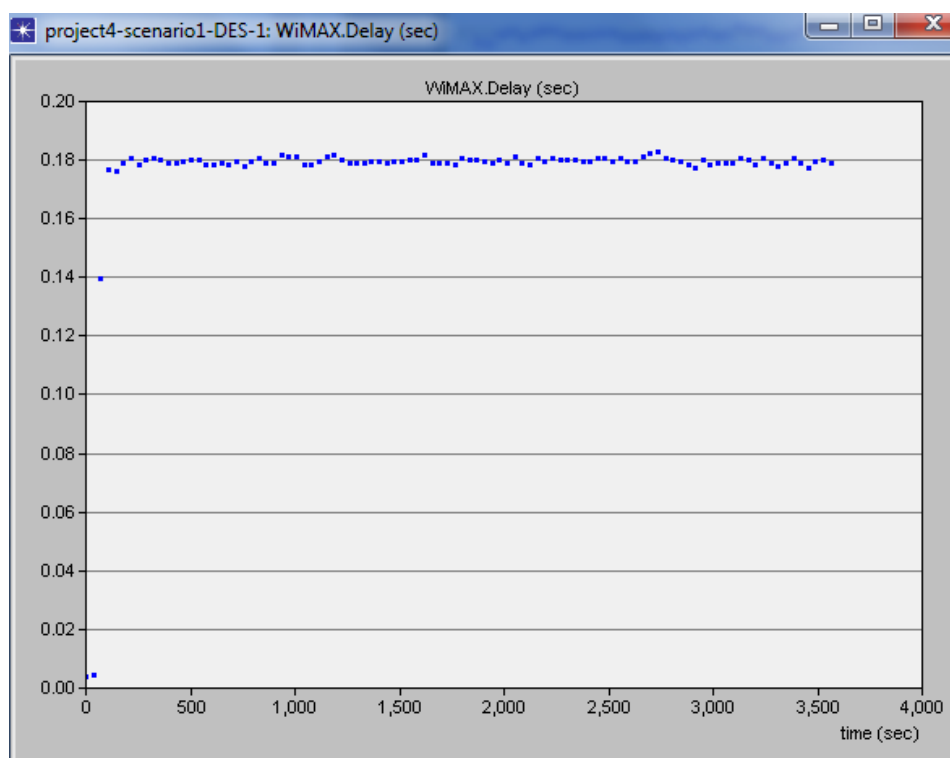
Τοποθετούμε τον χάρτη της Λήμνου και στη συνέχεια ξεκινάμε τη δημιουργία του δικτύου. Όπως μπορούμε να δούμε και από τον χάρτη του Radio Mobile η περιοχή δεν είναι ορεινή, επομένως μας αρκεί ένας σταθμός βάσης.

Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα Προσομοιώσεων

6.1 Αποτελέσματα του Ornet

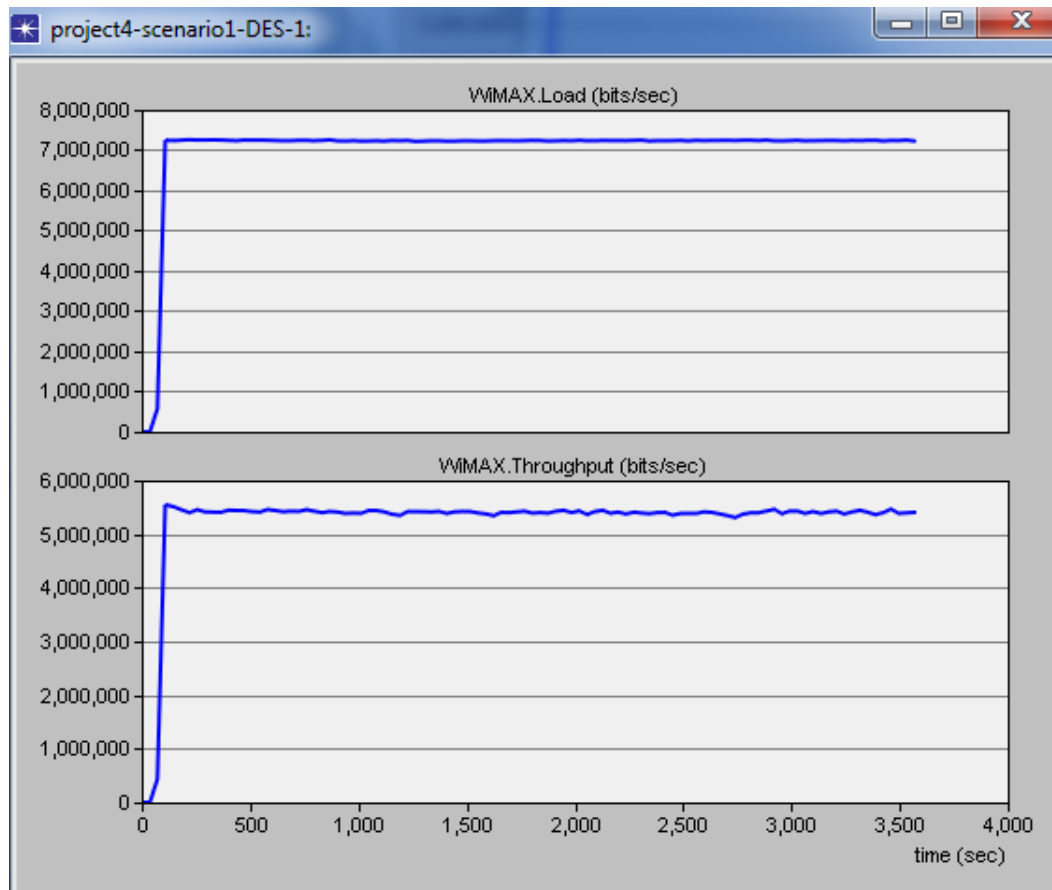
Στη συνέχεια θα σχολιάσουμε τα αποτελέσματα που λάβαμε από την προσομοίωση του δικτύου μας στο Ornet.

Οι επόμενες προσομοιώσεις πραγματοποιήθηκαν για διάστημα μίας ώρας και έγινε χρήση του μοντέλου διάδοσης σε ελεύθερο χώρο. Στην εικόνα 40 βλέπουμε την καθυστέρηση του ασύρματου δικτύου μας. Είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της προσομοίωσης στα 0,1 sec.



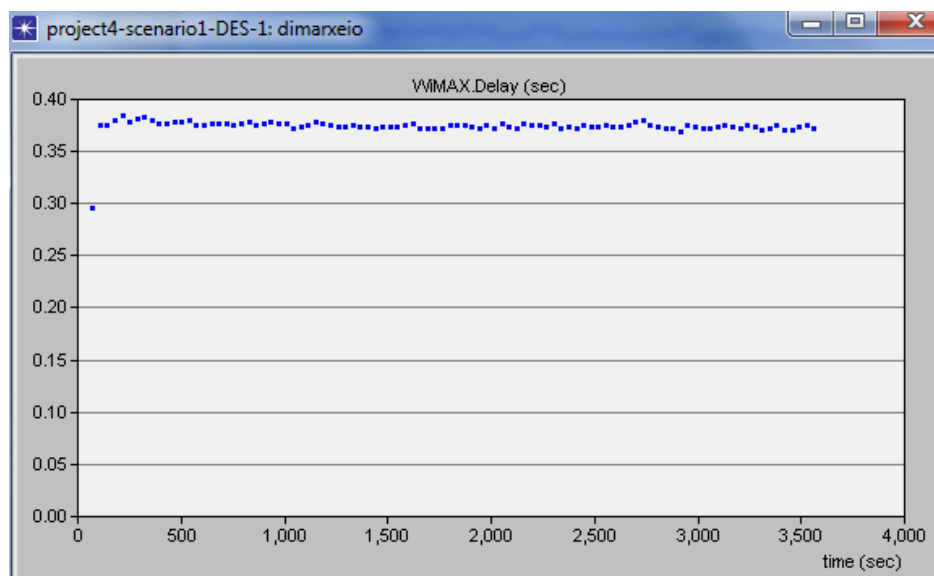
Εικόνα 40 Καθυστέρηση

Στην επόμενη εικόνα βλέπουμε το φορτίο του δικτύου όταν λειτουργεί το δίκτυο και την ρυθμό απόδοσης του δικτύου μας η οποία είναι σταθερή στα 5,5Mbps.

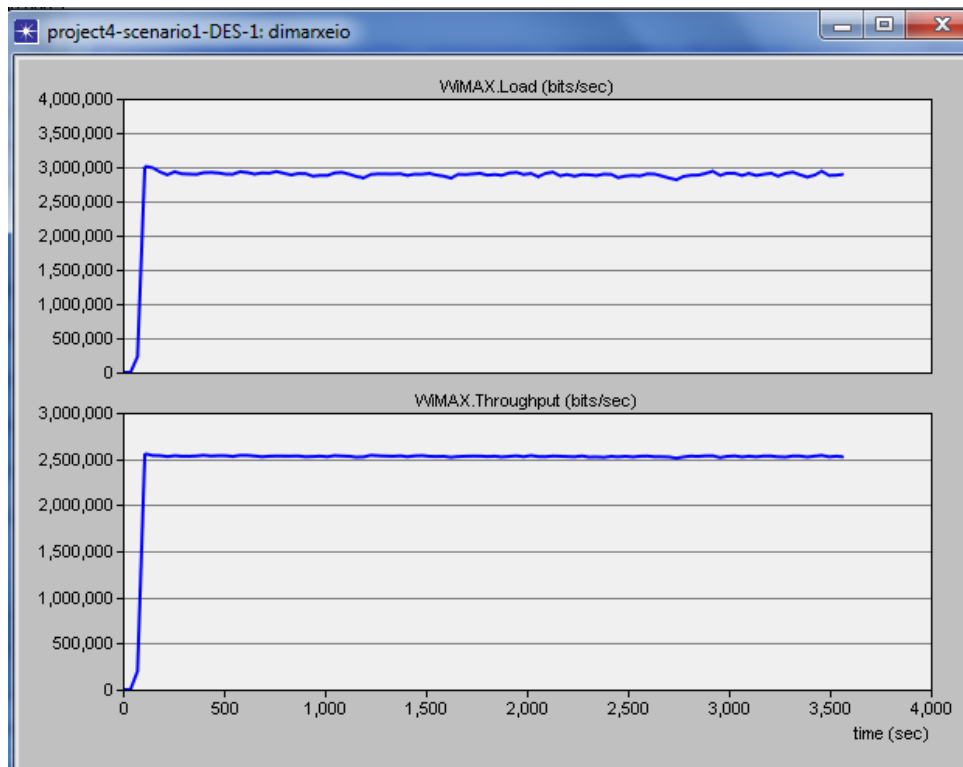


Εικόνα 41 Φορτίο και ρυθμαπόδοση

Στην επόμενη εικόνα βλέπουμε την καθυστέρηση στον σταθμό βάσης, η οποία φτάνει τα 0,3 sec και μένει σταθερή. Έπειτα βλέπουμε το φορτίο και την ρυθμαπόδοση του σταθμού βάσης.

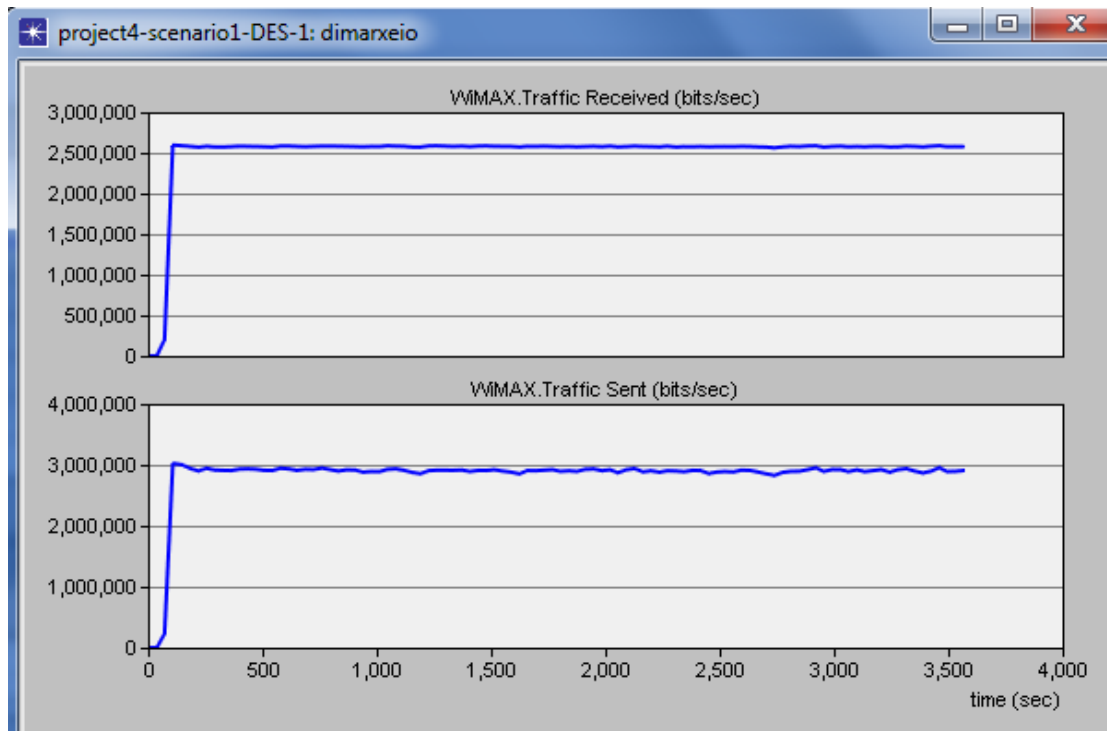


Εικόνα 42 καθυστέρηση στο σταθμό βάσης



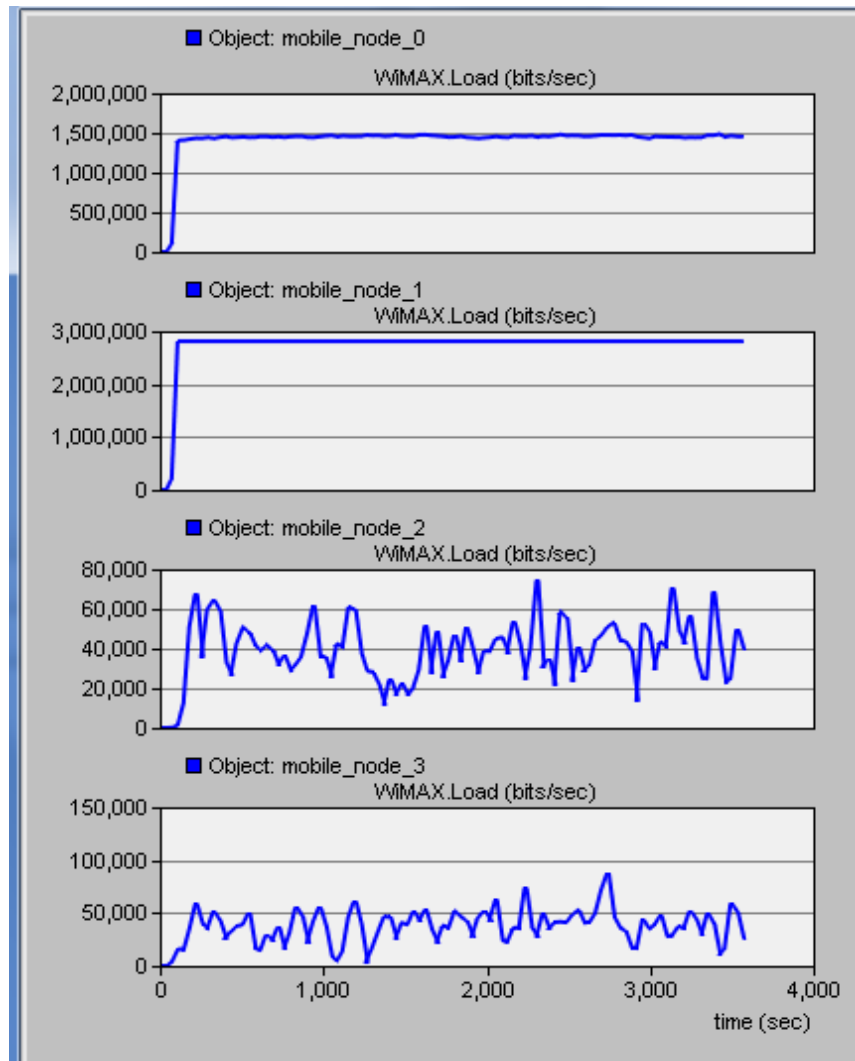
Εικόνα 43 στατιστικά σταθμού βάσης

Στο επόμενο διάγραμμα έχουμε τη κίνηση προς και από τον σταθμό βάσης.



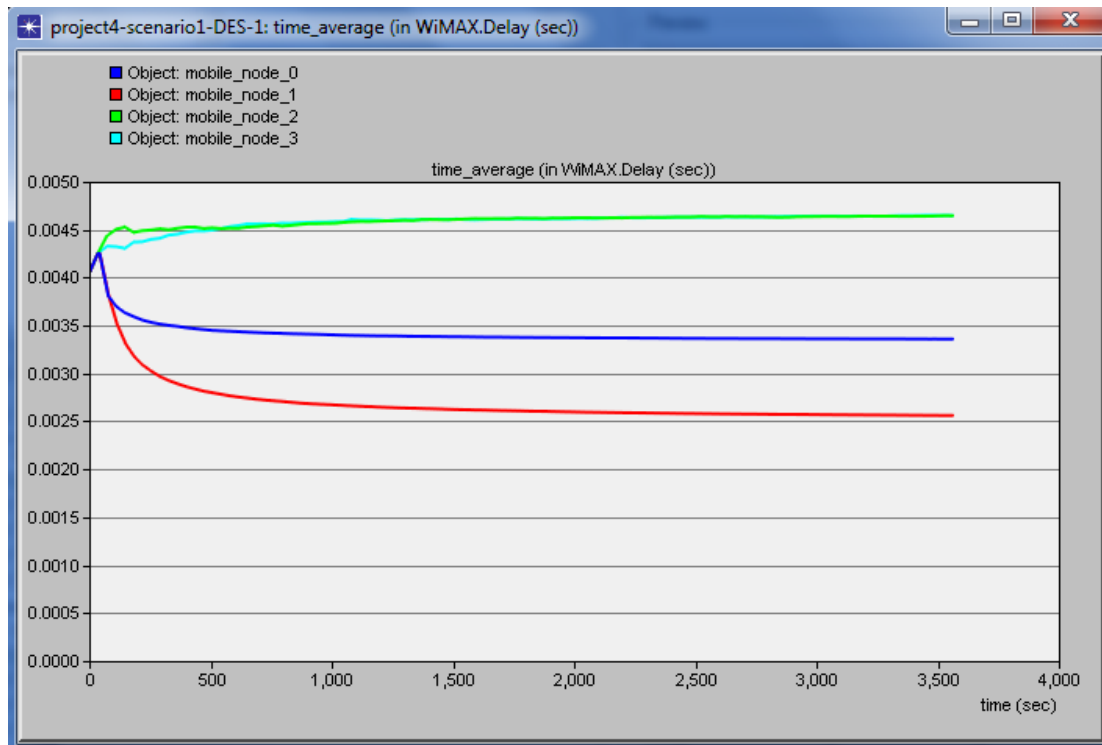
Εικόνα 44 Κίνηση σταθμού βάσης

Έπειτα παραθέτουμε τα στατιστικά που λάβαμε από τους χρήστες του δικτύου. Κατά την προσομοίωση επιλέξαμε ο κάθε χρήστης να εκτελεί συγκεκριμένες υπηρεσίες και εφαρμογές. Στον node0 εκτελούνται οι υπηρεσίες ftp,http,video,mail, στον node1 η υπηρεσία video, στο node2 εκτελούνται οι υπηρεσίες ftp και mail και στον node3 οι εφαρμογές http και ftp. Επομένως στις εικόνες που ακολουθούν γίνεται σύγκριση του φορτίου, της καθυστέρησης και των υπόλοιπων στατιστικών στοιχείων αυτών των χρηστών.



Εικόνα 45 φορτίο κάθε χρήστη

Από την εικόνα 45, βλέπουμε ότι στον node0 που χρησιμοποιεί υπηρεσία video έχουμε την μεγαλύτερη τιμή φορτίου, 1,5 Mbps, ενώ στους χρήστες που χρησιμοποιούν απλές εφαρμογές όπως mail και http το φορτίο έχει χαμηλές τιμές από 50kbps έως 60kbps.

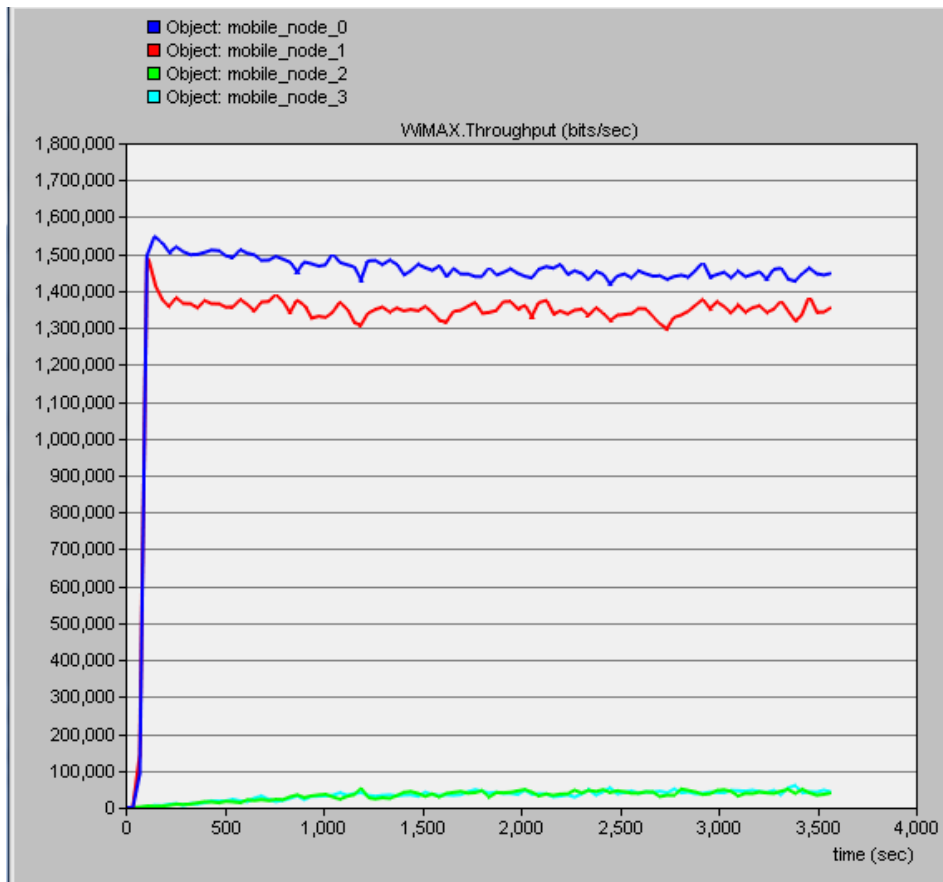


Εικόνα 46 Σύγκριση καθυστερήσεων

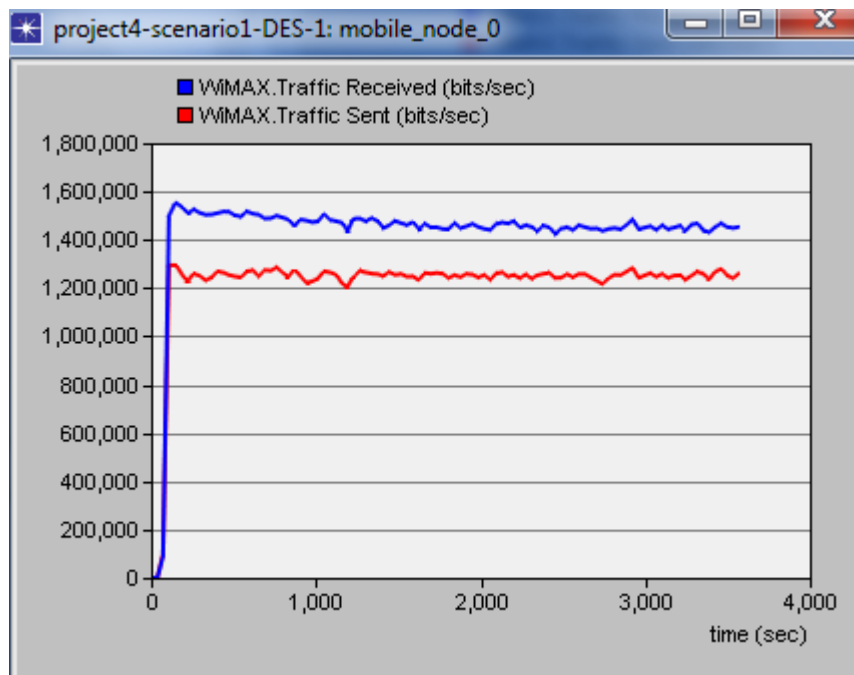
Από την εικόνα 46 παρατηρούμε ότι οι χρήστες node0 και node1 που εκτελούν υπηρεσία video εμφανίζουν μικρότερη καθυστέρηση στο χρόνο σε σχέση με τους άλλους δύο χρήστες που εκτελούν πιο απλές υπηρεσίες. Αυτό είναι θετικό διότι το video που είναι συνεχής ροή δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλη καθυστέρηση, επομένως εκτελείται με επιτυχία η εφαρμογή.

Στην επόμενη εικόνα παρατηρούμε την ρυθμαπόδοση για κάθε έναν από τους χρήστες, όπου για τους χρήστες node0 και node1 παρατηρείται πολύ καλή τιμή περίπου 1,5 Mbps.

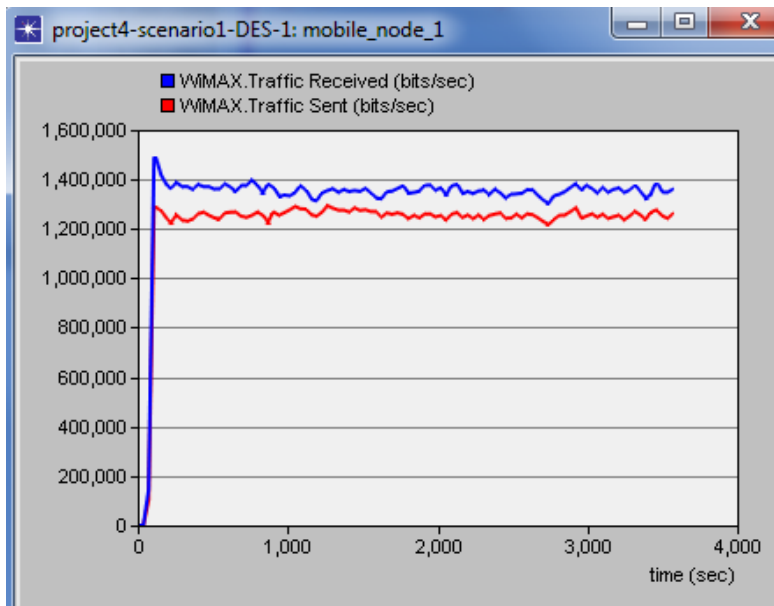
Τέλος στις εικόνες που ακολουθούν μπορούμε να δούμε την λαμβανόμενη και εκπεμπόμενη κίνηση του κάθε χρήστη, ανάλογα με τις υπηρεσίες που εκτελεί.



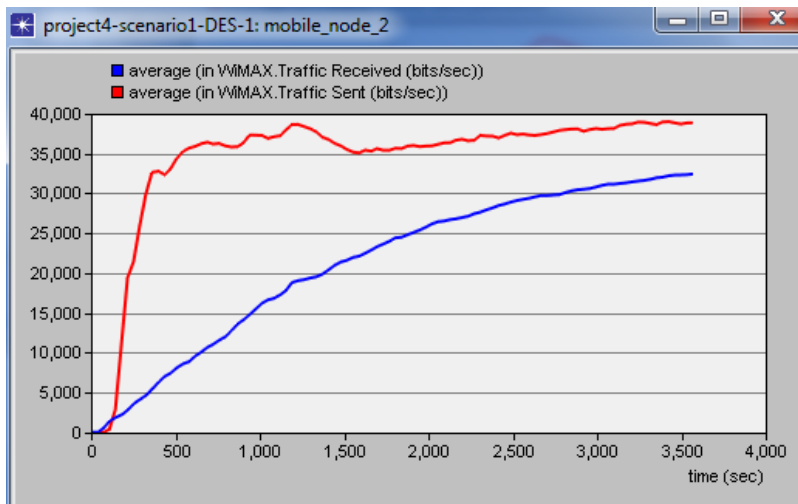
Εικόνα 47 ρυθμαπόδοση χρηστών



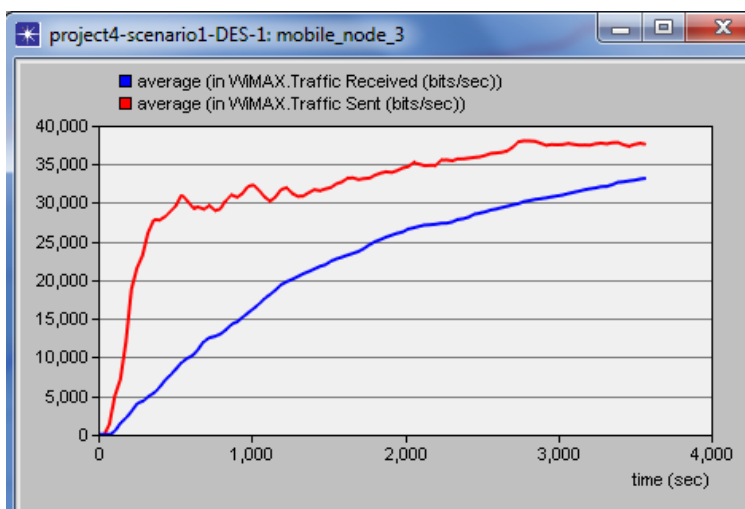
Εικόνα 48 node0



Εικόνα 49 node1



Εικόνα 50 node2



Εικόνα 51 node3

6.2 Αποτελέσματα Radio Mobile

Έπειτα ασχοληθήκαμε με την προσομοίωση στο Radio Mobile. Σε αυτή την περίπτωση τοποθετήσαμε ενδεικτικά έναν χρήστη, σε απόσταση περίπου 2 km από το σταθμό βάσης για να δούμε τα σχετικά αποτελέσματα. Η κεραία που χρησιμοποιήσαμε στο σταθμό βάσης ήταν ομοιοκατευθυντική, ομοίως και στον χρήστη.

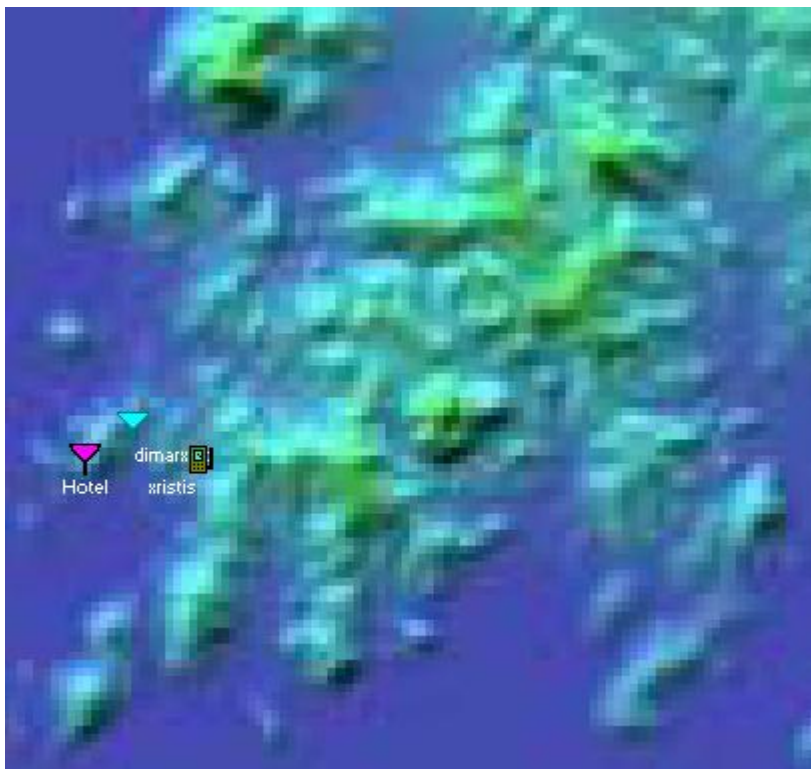
Αν χρησιμοποιήσουμε τεχνολογία WiFi, θα είχαμε μεγαλύτερο κόστος, αφού ο σταθμός βάσης εκπέμπει και καλύπτει απόσταση μόλις 100m. Γι' αυτό το λόγο είναι προτιμότερο να χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία WiMAX. Τοποθετούμε τον χάρτη της Μύρινας στο Radio Mobile, σε μορφή κατανοητή από το πρόγραμμα.

Στη συνέχεια μέσω της επιλογής File> unit properties τοποθετούμε τον σταθμό βάσης και τον χρήστη στα κατάλληλα σημεία κάνοντας χρήση των συντεταγμένων τους. Έπειτα φτιάχνουμε τα χαρακτηριστικά του δικτύου μας, δηλαδή καθορίζουμε συχνότητα και ισχύ εκπομπής, το σύστημα για τον σταθμό βάσης και το σύστημα για τους υποστηριζόμενους σταθμούς, μέσω της επιλογής File> network properties. Ρυθμίζουμε τους χρήστες να έχουν ρόλο Subordinate και στο σύστημα RECEIVER, ενώ ο σταθμός βάσης να έχει ρόλο Command και να ανήκει στο σύστημα TRANSMIT.

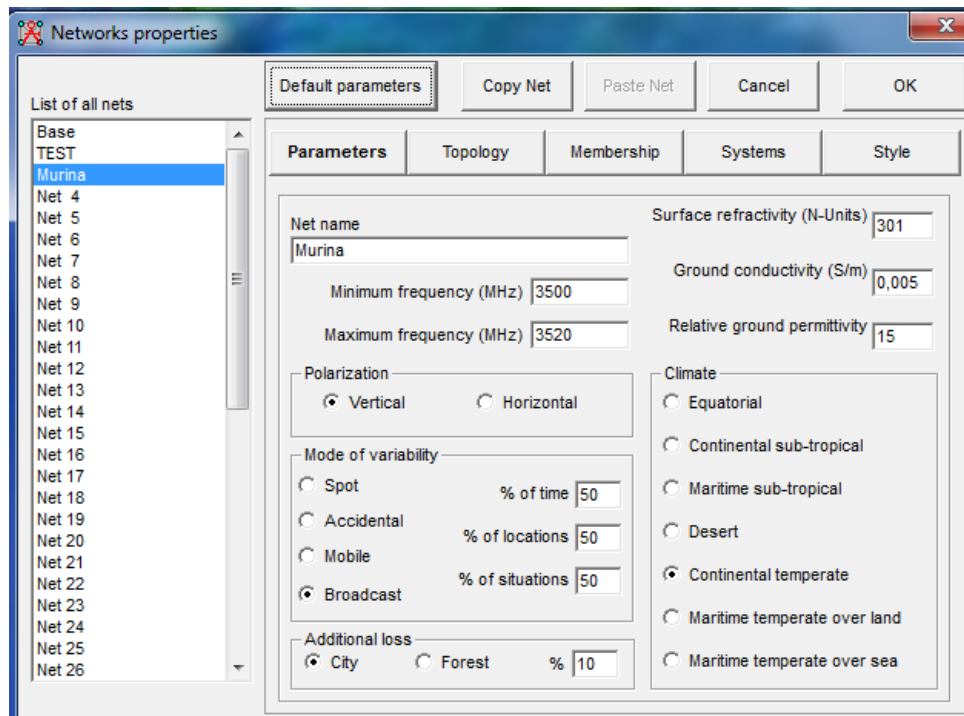


Εικόνα 52 δημιουργία δικτύου

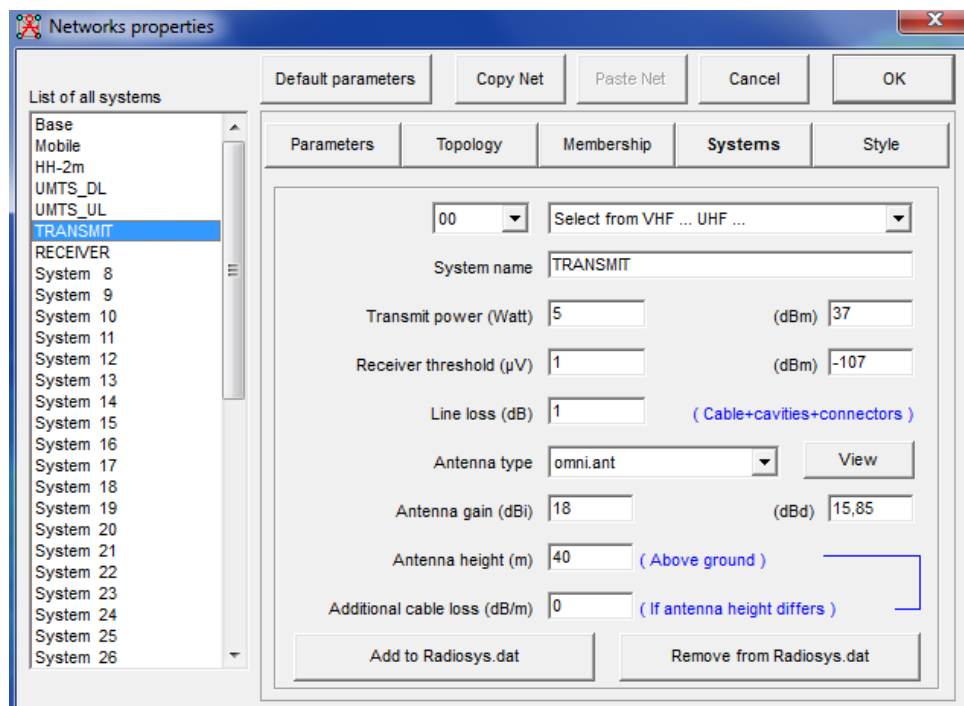
Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα για να μπορέσουμε να καλύψουμε τις ανάγκες ολόκληρης της Μύρινας, έτσι όπως είναι χτισμένη μπορούμε να τοποθετήσουμε μία ομοιοκατευθυντική κεραία στο Δημαρχείο της πόλης. Εναλλακτικά θα τοποθετήσουμε μία κατευθυντική κεραία στο ξενοδοχείο, που στον παραπάνω χάρτη έχουμε σημειώσει ως Hotel, διότι η μέγιστη απόσταση, σε ευθεία γραμμή, από αυτό το σημείο απέχει περίπου 2 km. Τοποθετώντας τα παραπάνω σημεία στο Radio mobile προκύπτει το επόμενο δίκτυο όπου φαίνεται το Δημαρχείο που θα κάνουμε αρχικά τις προσομοιώσεις και στη συνέχεια θα τοποθετήσουμε τον σταθμό βάσης στο ξενοδοχείο.



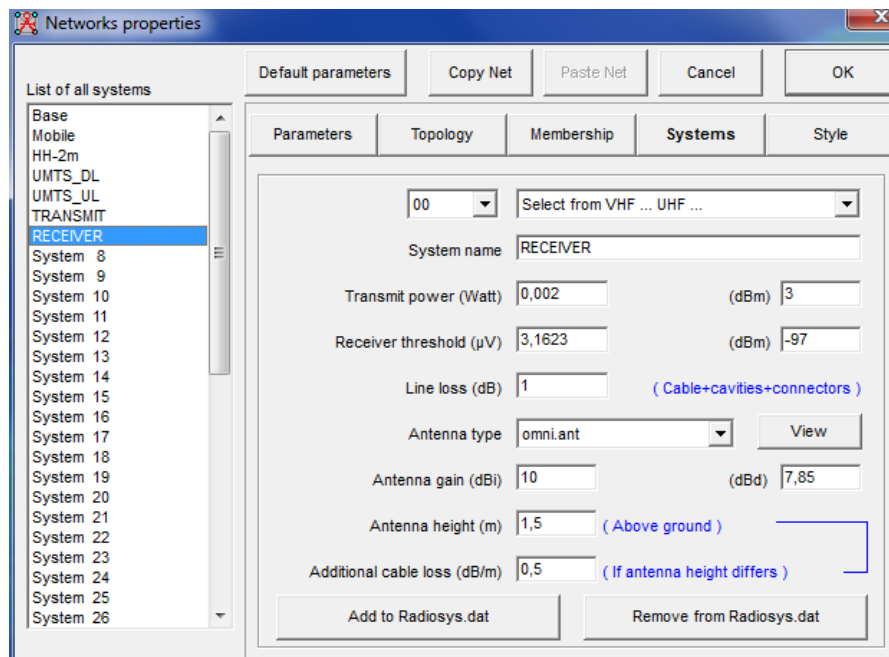
Εικόνα 53 Δίκτυο στο radio mobile



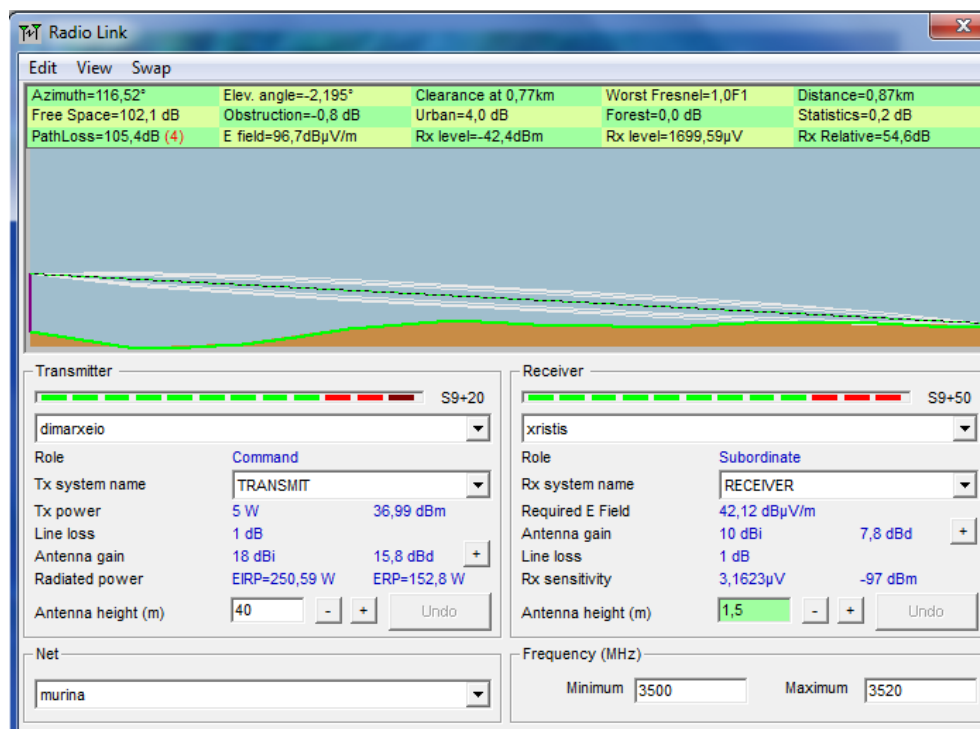
Εικόνα 54 Γενικές παράμετροι



Εικόνα 55 Χαρακτηριστικά συστήματος σταθμού βάσης



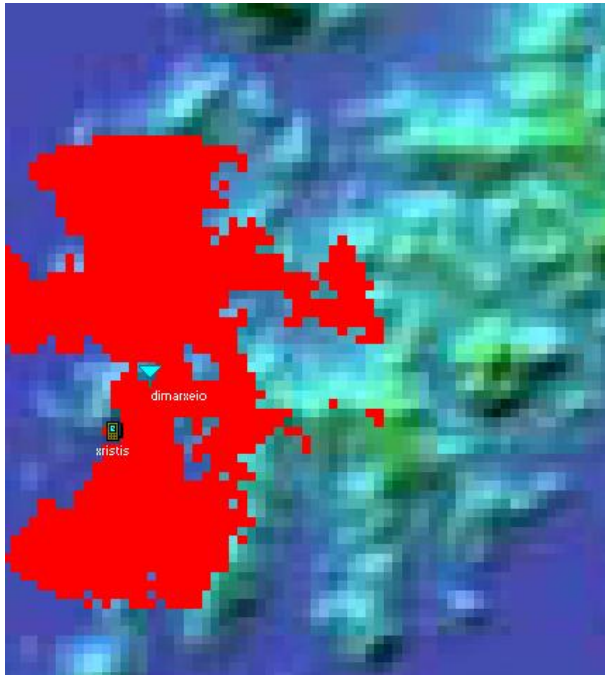
Εικόνα 56 χαρακτηριστικά συστήματος χρήστη



Εικόνα 57 μορφολογία ραδιοζεύξης

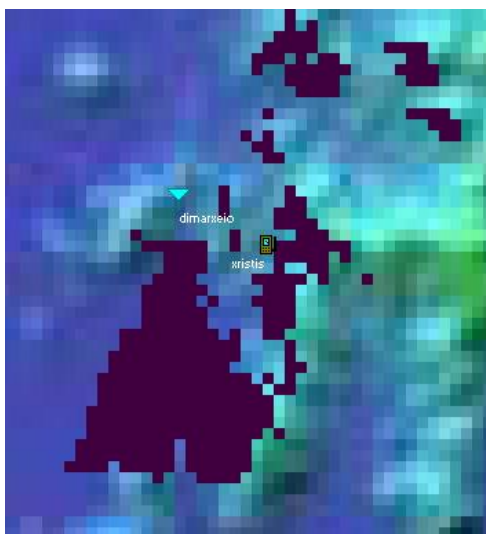
Από τα πρώτα αποτελέσματα, όπου παρατηρούμε την μορφολογία τους εδάφους μεταξύ σταθμού βάσης και χρήστη παρατηρούμε ότι ενδιάμεσα δεν υπάρχουν κάποια εμπόδια. Επίσης η ένταση του σήματος είναι αρκετά μεγάλη επομένως φτάνει και εξυπηρετεί τον χρήστη χωρίς κάποιο πρόβλημα.

Στη συνέχεια υλοποιούμε προσομοίωση για να λάβουμε το διάγραμμα ακτινοβολίας της κεραίας που βρίσκεται εγκατεστημένη στο Δημαρχείο. Με κόκκινο χρώμα φαίνεται η περιοχή που καλύπτει αυτή η κεραία, όπου μπορούμε να καταλάβουμε ότι περιλαμβάνει ολόκληρη την πόλη της Μύρινας. Επομένως έχουμε πετύχει την εγκατάσταση του δικτύου.



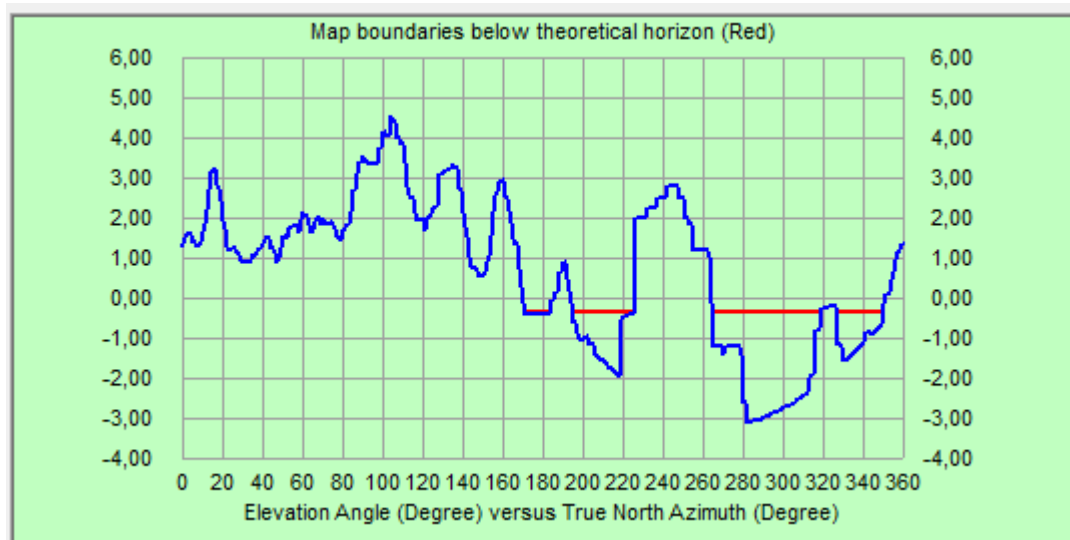
Εικόνα 58 διάγραμμα ακτινοβολίας/δημαρχείο

Στην επόμενη εικόνα μπορούμε να δούμε την οπτική κάλυψη της κεραίας, η οποία είναι μικρότερη από την ηλεκτρομαγνητική κάλυψη, λόγω των διαφόρων μηχανισμών διάδοσης που υπάρχουν και βοηθούν τις ασύρματες επικοινωνίες.



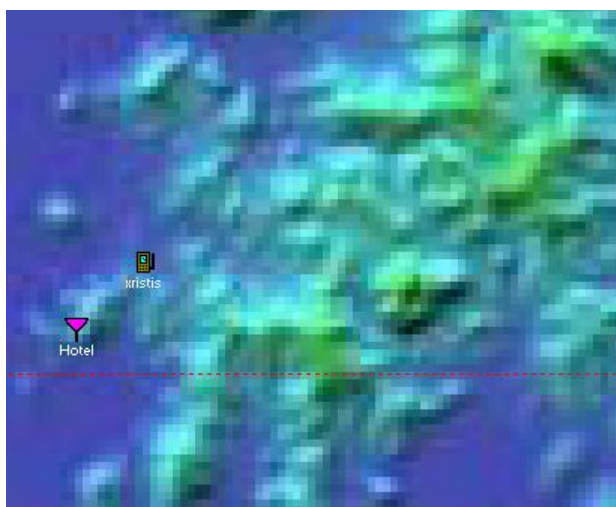
Εικόνα 59 Οπτική κάλυψη κεραίας δημαρχείου

Στο διάγραμμα που ακολουθεί, προέρχεται και αυτό από την προσομοίωση του δικτύου στο Radio Mobile, βλέπουμε το ύψος των εμποδίων που περιβάλλουν την κεραία που τοποθετήσαμε στο δημαρχείο. Όπως βλέπουμε, συγκριτικά με το ύψος της κεραίας, τα τριγύρω εμπόδια είναι αρκετά χαμηλά. Επομένως για να εξυπηρετήσουμε ολόκληρη την πόλη της Μύρινας, δεν χρειαζόμαστε να χρησιμοποιήσουμε ούτε δεύτερη κεραία, ούτε κάποιον αναμεταδότη. Επίσης απορρίπτουμε και την περίπτωση της τομεοποίησης αφού θα είχαμε μεγάλο αριθμό παρεμβολών λόγω μικρής περιοχής κάλυψης με μικρό σχετικά αριθμό χρηστών.



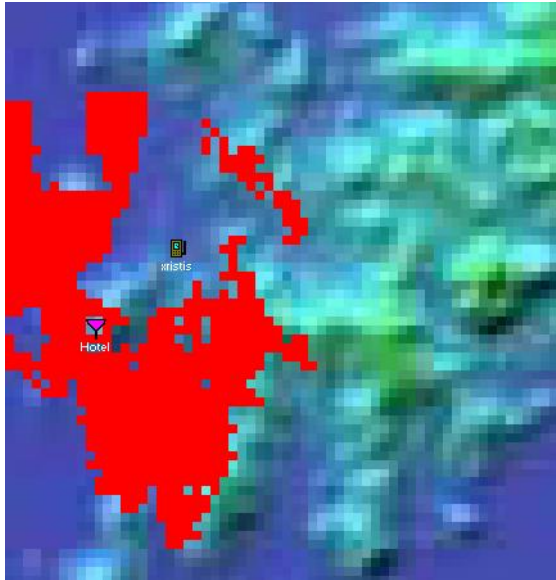
Εικόνα 60 Υψομετρικά εμπόδια

Αλλαγή σταθμού βάσης



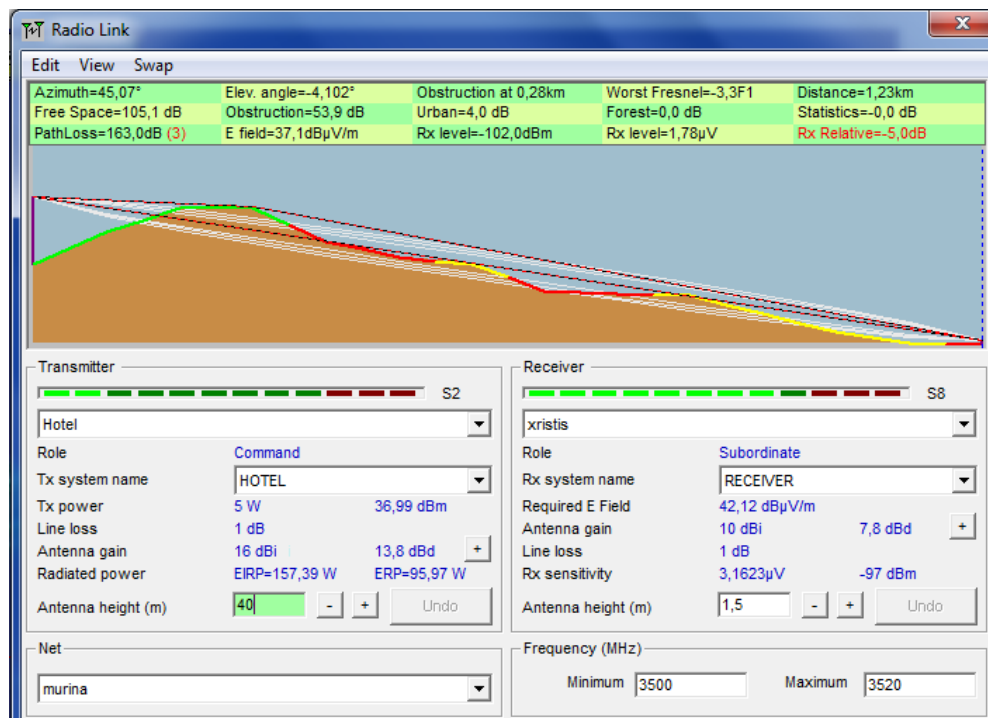
Εικόνα 61 Σταθμός βάσης στο ξενοδοχείο

Τοποθετήσαμε τον σταθμό βάσης στο ξενοδοχείο το οποίο βρίσκεται στην άκρη της πόλης στο νοτιοδυτικό της άκρο. Από εκεί βλέπει όλη την πόλη, επομένως θα χρησιμοποιήσουμε κατευθυντική κεραία με κλίση προς την πόλη και θα πάρουμε τα αντίστοιχα αποτελέσματα.



Εικόνα 62 διάγραμμα ακτινοβολίας/ξενοδοχείο

Από την προηγούμενη εικόνα βλέπουμε ότι για κάποιους λόγους, ενδεχομένως λόγω εμποδίων, δεν μπορεί να επιτευχθεί επικοινωνία μεταξύ του σταθμού βάσης προς το κέντρο της πόλης, ούτε με χρήση κατευθυντικής αλλά ούτε και ομοιοκατευθυντικής κεραία. Αυτό μπορούμε να το επιβεβαιώσουμε και από τα στοιχεία που εξάγουμε από την ασύρματη ζεύξη και παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα.



Επομένως θα μείνουμε σταθεροί στην αρχική μας επιλογή, στην εγκατάσταση ομοιοκατευθυντικής κεραίας στο σταθμό βάσης, στο Δημαρχείο της πόλης, αφού για εκείνες τις προσομοιώσεις είχαμε καλύτερα αποτελέσματα.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα που πήραμε από τις προηγούμενες προσομοιώσεις είναι ότι η τεχνολογία Wimax αποδίδει για πολλές υπηρεσίες και μάλιστα με καλά αποτελέσματα για υπηρεσίες video. Επίσης λόγω της μορφολογίας του εδάφους μπορούμε να τοποθετήσουμε σε πολλά σημεία τον σταθμό βάσης αλλά είναι καλύτερα τα αποτελέσματα όταν έγινε η εγκατάσταση στο κεντρικό σημείο της πόλης. Από τα αποτελέσματα που πήραμε από την προσομοίωση στο Ornet, είδαμε ότι το δίκτυο λειτουργεί πολύ ικανοποιητικά επιτυγχάνοντας υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων οι οποίοι πλησιάζουν τις θεωρητικές τιμές και χωρίς να παρουσιάζονται αξιόλογες καθυστερήσεις στο δίκτυο. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι ότι για υπηρεσίες συνεχόμενης ροής, όπως η αναπαραγωγή video μέσω του δικτύου, εμφανίζει χαμηλή καθυστέρηση και αρκετά καλή ρυθμαπόδοση, παρά το μεγάλο φορτίο που μεταφέρουν.

Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που δίνονται, το Wimax μπορεί να εξυπηρετήσει χρήστες που βρίσκονται μέχρι και 80 km από τον σταθμό βάσης. Επομένως στη δική μας περίπτωση θα μπορούσε να εξυπηρετήσει μεγάλο τμήμα της Λήμνου τοποθετώντας και κάποιους επιπλέον σταθμούς βάσης σε σημεία με υψηλό υψόμετρο του νησιού.

Βιβλιογραφία

Tanenbaum, A.S. (2008), Δίκτυα υπολογιστών, Αθήνα, Κλειδάριθμος

Διάδοση ραδιοκυμάτων στα συστήματα ασύρματης επικοινωνίας, (μετάφραση από : Radio propagation for Modern Wireless Systems), Henry L. Bertoni, 2000 Prentice Hall.

Βάσσης Δ. Ελ. (2009). Δίκτυα Υψηλών Ταχυτήτων. τει ηπείρου, τμήμα τεχνολογίας πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, Άρτα.

Δρούγας Β. (2008). *ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΣΤΙΣ ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΖΕΥΞΕΙΣ*. [σημειώσεις].: ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ. ΑΡΤΑ

Κωνσταντακόπουλος Φ., Μήτσιου Α., Ψωμά Σ. (2006) Τοπικά & Αστικά Δίκτυα, ΤΕΙ Ηπείρου τμήμα τηλεπληροφορικής & διοίκησης , Άρτα

Ιστοσελίδες

<http://www.mindev.gov.gr>

<http://www.athenswifi.gr>

<http://virtual-labs.ac.in>

<http://artemis.cslab.ntua.gr/>

<http://www.streakwave.com/>

<http://ec1.images-amazon.com/>

www.mm.aueb.gr

<http://comercial.34t.com/>

eureka.lib.teithe.gr

<http://www.geocomm.com/>