

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΕ ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ



Τσαμπαλάς Κωνσταντίνος

A.M: 8406

Επιβλέπον Καθηγητής

Βαρτζιώτης Φώτης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|----|
| 1. Περίληψη | 3 |
| 2. Θεωρία..... | 4 |
| 2.1 Εισαγωγή..... | 4 |
| 2.2 Ασύρματο Δίκτυο | 5 |
| 2.2.1 Ασύρματη Επικοινωνία..... | 5 |
| 2.2.2 Μέθοδοι Μετάδοσης..... | 6 |
| 2.2.3 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας..... | 7 |
| 2.2.4 Αρχιτεκτονική Ασύρματων Δικτύων..... | 8 |
| 2.2.5 Τοπολογίες Ασύρματων Δικτύων | 8 |
| 2.2.6 Εξοπλισμός Ασύρματου Δικτύου..... | 10 |
| 2.2.7 Κεραίες | 11 |
| 2.2.7.1 Εισαγωγή..... | 11 |
| 2.2.7.2 Τύποι Κεραίων | 12 |
| 2.2.7.3 Ενίσχυση Σήματος Κεραίας (Gain)..... | 14 |
| 2.2.7.4 Πόλωση | 15 |
| 2.2.7.5 Εύρος Ακτινοβολίας (Half Power Beam Width)..... | 16 |
| 2.2.7.6 Απώλειες Κεραίων..... | 16 |
| 2.2.7.7 Απώλειες Σήματος..... | 17 |
| 2.2.8 Ασφάλεια Ραδιοκυμάτων | 17 |
| 2.3 Συμπέρασμα..... | 18 |
| 3. Δίκτυο στο Νησί | 19 |
| 3.1 Μελέτη Σκοπιμότητας..... | 19 |
| 3.1.1 Σκοπός | 19 |
| 3.1.2 Χώρος | 19 |
| 3.1.3 Υλικό | 19 |
| 3.1.4 Κόστος | 24 |
| 3.1.5 Λογισμικό | 25 |
| 4. Radio Mobile..... | 26 |
| 4.1 Εισαγωγή | 26 |
| 4.2 Εγκατάσταση του Radio Mobile | 26 |
| 4.3 Υψομετρικό Υπόβαθρο | 27 |
| 4.4 Λειτουργίες του Radio Mobile | 28 |
| 4.5 Εφαρμογή για το Νησί..... | 29 |
| 4.5.1 Επιλογή Χάρτη Απεικόνισης..... | 29 |
| 4.5.2 Προσομοίωση Σύνδεσης..... | 30 |
| 4.6 Συμπέρασμα | 37 |
| 5. Ornet | 38 |
| 5.1 Εισαγωγή..... | 38 |
| 5.2 Εφαρμογή για το Νησί..... | 38 |
| 6. Συμπέρασμα | 43 |
| 7. Βιβλιογραφία | 44 |
| 8. Πίνακας Εικόνων | 45 |

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία θα αναπτύξουμε τον τρόπο εγκατάστασης ενός ασύρματου δικτύου σε μία ευρεία περιοχή. Ο τόπος που επιλέχθηκε είναι το «σήμα κατατεθέν» της πόλης των Ιωαννίνων, το νησάκι που βρίσκεται στη λίμνη Παμβώτιδα. Το νησάκι δεν είναι μεγάλης έκτασης, έχει όμως μόνιμους κατοίκους και εκατοντάδες τουρίστες που το επισκέπτονται κάθε χρόνο, λόγω της φυσικής του ομορφιάς αλλά και της ιστορικής του αξίας.

Η εγκατάσταση, λοιπόν, ενός ασύρματου δικτύου δεν θα εξυπηρετούσε μόνο τους μόνιμους κατοίκους, δίνοντας τους πρόσβαση στο διαδίκτυο, αλλά και τους τουρίστες αφού έτσι θα μπορούν να βρίσκουν άμεσα πληροφορίες για τον τόπο αλλά και για οτιδήποτε άλλο εκείνοι θέλουν.

Για την μελέτη της εγκατάστασης ενός τέτοιου δικτύου θα χρειαστούμε ένα κατάλληλο πρόγραμμα μέσω του οποίου θα γίνεται η προσομοίωση της RF μετάδοσης, της μετάδοσης, δηλαδή, ασύρματων κυμάτων σε υψηλές συχνότητες.

Για τη συγκεκριμένη εργασία επιλέξαμε το πρόγραμμα Radio Mobile, το οποίο διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιβάλλοντα windows. Ένα αντίστοιχο πρόγραμμα για λειτουργικό σύστημα UNIX είναι το FreeBSD. Για να τεκμηριώσουμε την επιλογή του δικτύου μας θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα Ornet, το οποίο μετρά την απόδοσή του.

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε την εικονική εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου στο νησί των Ιωαννίνων μέσω του Radio Mobile, καθώς και την απόδοση του δικτύου αυτού μέσω του Ornet.

2. ΘΕΩΡΙΑ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αυτό που θα προσπαθήσουμε να φτιάξουμε είναι ένα ασύρματο δίκτυο ευρείας περιοχής που να καλύπτει την έκταση του νησιού, η οποία είναι 200 στρέμματα. Έχει μέγιστο υψόμετρο 520μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας ή 59μέτρα πάνω από την επιφάνεια της λίμνης. Το μέγιστο μήκος του είναι 800μέτρα και το μέγιστο πλάτος 500μέτρα.

Το σημείο που κατοικείται είναι το βόρειο άκρο του, και κατά συνέπεια είναι το σημείο που πρέπει να δώσουμε μεγαλύτερη προσοχή για την εγκατάσταση του δικτύου μας. Αφού, εκεί, εκτός από τα 110 σπίτια και τους περίπου 350 μόνιμους κατοίκους, βρίσκονται τα μαγαζιά και τα μουσεία που προσελκύουν το μεγαλύτερο πλήθος τουριστών. Η απόσταση αυτή, δηλαδή, είναι περίπου 88 στρέμματα.

Ο οικισμός έχει ανακηρυχτεί ως παραδοσιακός και προστατεύεται από το άρθρο 24 παρ. 6 του Συντάγματος, οπότε κάθε προσπάθεια παρέμβασης πρέπει να είναι προσεκτική και να μην αλλοιώνει τα παραδοσιακά στοιχεία αλλά και τον περιβάλλοντα χώρο του νησιού.¹



Εικόνα 1. Το νησί

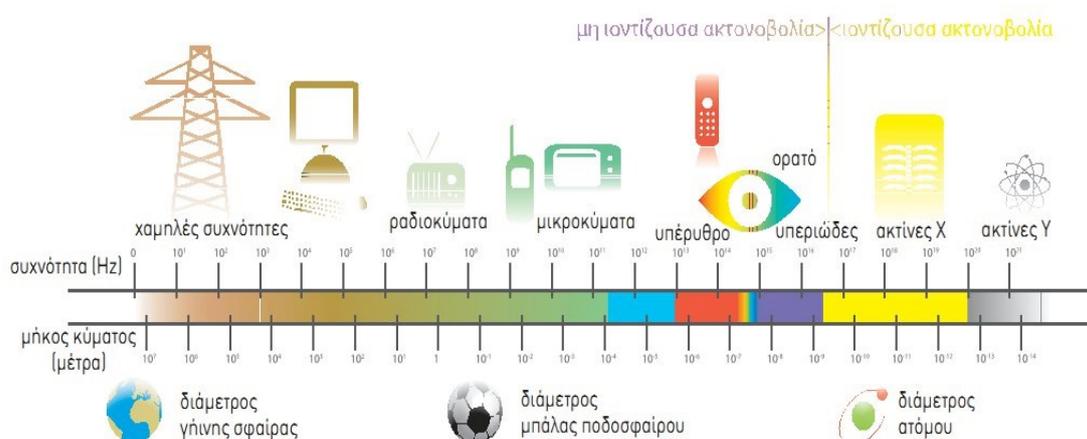
2.2 ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

2.2.1 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Σεβόμενοι, πάντα, τις ανάγκες του κάθε τόπου αλλά και τα ιδιαίτερα, φυσικά ή πολιτιστικά χαρακτηριστικά του, χρησιμοποιούμε τις ανάλογες τεχνολογίες για την ανάπτυξη του. Στην περίπτωση του νησιού κρίνεται αναγκαία η δημιουργία ενός ασύρματου δικτύου για την εξυπηρέτηση των κατοίκων και των τουριστών.

Ένα ασύρματο δίκτυο, είναι ένα τηλεφωνικό δίκτυο ή ένα δίκτυο υπολογιστών που χρησιμοποιεί τα ραδιοκύματα ως φορέι της πληροφορίας. Ραδιοκύματα ονομάζονται οι χαμηλές συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, που εκτείνονται περίπου από τα 3 KHz μέχρι τα 300 GHz.

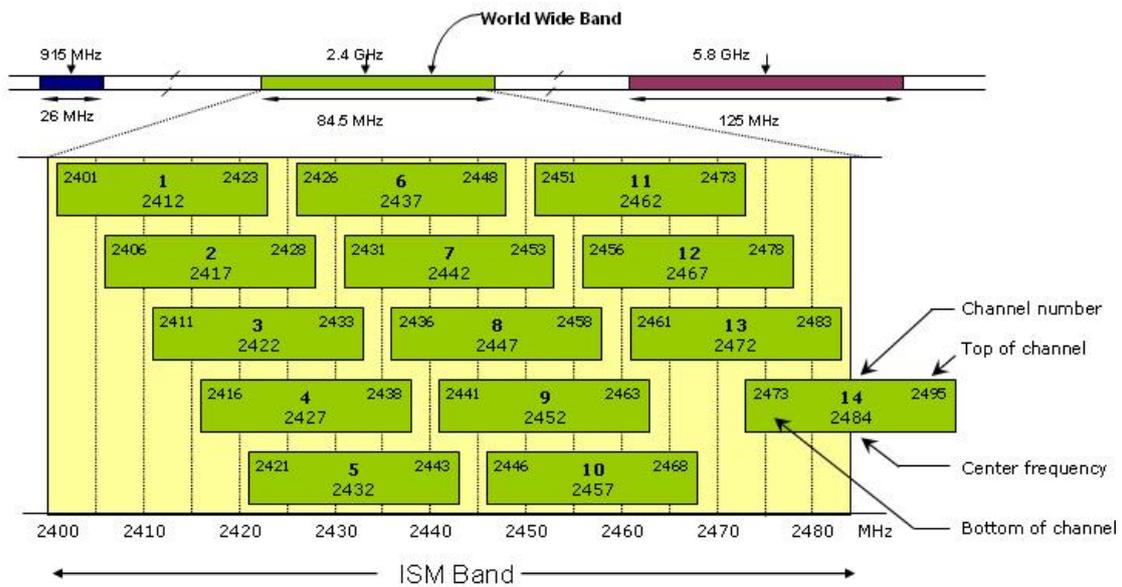
Οι ασύρματες επικοινωνίες χρησιμοποιούν 2 ειδών ραδιοκύματα, τα **ραδιοκύματα ευρείας εκπομπής**, που καλύπτουν το φάσμα των 30 MHz έως 1 GHz και έχουν τη δυνατότητα να ξεπερνούν τα φυσικά εμπόδια, όμως εξασθενούν σχετικά γρήγορα, και τα **μικροκύματα**, σε συχνότητες 2 GHz έως 40 GHz, που διαδίδονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις αλλά ανακλώνται ευκολότερα από φυσικά εμπόδια.²



Εικόνα 2. Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

Οι ελεύθερες ζώνες, στις οποίες επιτρέπεται η λειτουργία ασύρματων δικτύων χωρίς να απαιτείται αδειοδότηση από την ΕΕΤΤ (Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων), σύμφωνα με την υπουργική απόφαση 254/72(Φ.Ε.Κ. 895/Β'/02), είναι 2400–2483,5MHz και 5470–5725 MHz.³

Η ζώνη των 2400-2483,5MHz χωρίζεται σε κανάλια, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3. Frequency channel map

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ιστροπικά ακτινοβολούμενη ισχύ εκπομπής στη ζώνη των 2,4 GHz είναι 100 mW e.i.r.p. 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.³

2.2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

Στις ασύρματες επικοινωνίες, η μετάδοση του σήματος μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: Την εκπομπή στενής ζώνης (narrow band), κατά την οποία το εύρος ζώνης του εκπεμπόμενου κύματος είναι κατά πολύ μικρότερο από την κεντρική συχνότητα σε Hz. Το φέρον σήμα διαμορφώνεται με AM και FM διαμόρφωση όταν πρόκειται για αναλογικά δεδομένα, και ASK, FSK και PSK όταν πρόκειται για ψηφιακά δεδομένα. Η μέθοδος αυτή είναι χαμηλού κόστους, όμως έχει μικρότερη ασφάλεια και αξιοπιστία.

Και τη διασπορά φάσματος (spread spectrum), η οποία βασίζεται στη διαμόρφωση της πληροφορίας, πριν την εκπομπή, με έναν κώδικα διασποράς ο οποίος έχει ως αποτέλεσμα τη διασπορά του εκπεμπόμενου φάσματος σε μεγάλο εύρος ζώνης, έτσι πολλαπλασιάζεται ο δυνατός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων στο φυσικό επίπεδο, σύμφωνα με το θεώρημα Σάνον. Υλοποιείται με τρεις μεθόδους, με FHSS (Frequency Hopping), με DSSS (Direct Sequence) και με OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Η διασπορά φάσματος παρέχει υψηλή αξιοπιστία και ασφάλεια αλλά έχει υψηλό κόστος.²

2.2.3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Στα ασύρματα δίκτυα ήταν απαραίτητο να βρεθούν πρωτόκολλα επικοινωνίας που είχαν να κάνουν με ψηφιακή κωδικοποίηση, έτσι τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται είναι της οικογένειας του IEEE 802.11.

Το πρωτόκολλο 802.11, αναπτύχθηκε το 1997, και ήταν το πρώτο που χρησιμοποιήθηκε για τα ασύρματα δίκτυα. Παρέχει μετάδοση 1 ή 2 Mbps στη ζώνη 2.4 GHz. Οι λειτουργίες του αφορούν τα επίπεδα MAC και PHY.

Το πρωτόκολλο 802.11a, λειτουργεί στο φυσικό επίπεδο ενός ασύρματο δικτύου. Υποστηρίζει ρυθμούς μετάδοσης από 6 έως 54 Mbps στη ζώνη UNII των 5 GHz. Χρησιμοποιεί πολυπλεξία ορθογώνιας διαίρεσης συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

Το πρωτόκολλο 802.11b, υποστηρίζει ρυθμούς μετάδοσης 5.5 Mbps και 10 Mbps, λόγω της διαμόρφωσης που χρησιμοποιεί, δηλαδή, της CCK (Complementary Code Keying).

Το πρωτόκολλο 802.11c, παρέχει πληροφορίες για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας των γεφυρών-bridges).

Το πρωτόκολλο 802.11e, είναι συμπληρωματικό πρωτόκολλο για το επίπεδο πολλαπλής πρόσβασης του 802.11

Το πρωτόκολλο 802.11f, περιέχει τις απαραίτητες πληροφορίες στα σημεία πρόσβασης για να γίνει περιαγωγή με επιτυχία και να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του συστήματος.

Το πρωτόκολλο 802.11g, επιτρέπει ταχύτητες της τάξης των 54 Mbps στην μπάντα ISM των 2,4 GHz, χρησιμοποιώντας διαμόρφωση OFDM, αλλά λόγω της συμβατότητας με το 802.11b υποστηρίζει και διαμόρφωση CCK.

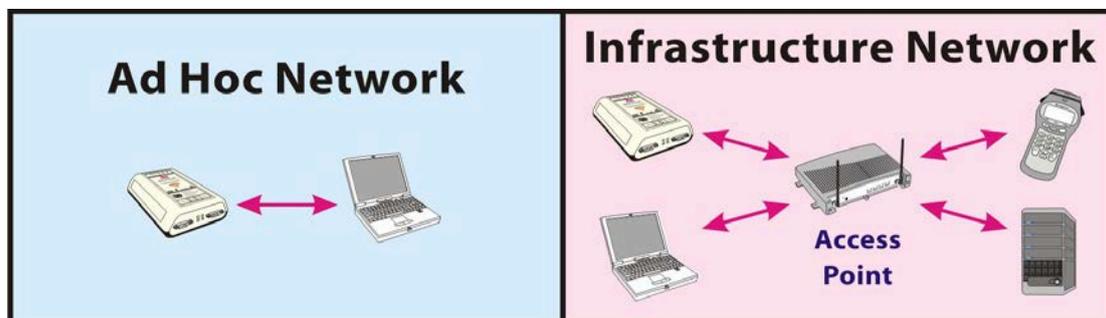
Το πρωτόκολλο 802.11n, εκπέμπει σε συχνότητες 2.4 GHz και παρέχει ασύρματες δυνατότητες σύνδεσης στο διαδίκτυο, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεση ηλεκτρονικών συσκευών.^{1,2,3}

2.2.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα ασύρματα δίκτυα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την αρχιτεκτονική τους: πρώτον σε δίκτυα με σημεία πρόσβασης (infrastructure networks) και δεύτερον σε δίκτυα χωρίς σταθμούς βάσης (ad hoc networks).

Τα infrastructure networks, είναι δίκτυα τα οποία αποτελούνται από σταθμούς βάσης, με τους οποίους επικοινωνούν όσα τερματικά βρίσκονται στην εμβέλειά τους, συνήθως με επικοινωνία ενός άλματος. Οι σταθμοί βάσης επικοινωνούν μεταξύ τους είτε ασύρματα, είτε ενσύρματα.

Αντιθέτως, στα δίκτυα ad hoc, τα τερματικά επικοινωνούν απευθείας μεταξύ τους, ακόμη και με multihop επικοινωνία. Πλεονέκτημα της αρχιτεκτονικής αυτής είναι ότι δεν χρειάζεται κάποια υποδομή.^{2,12}



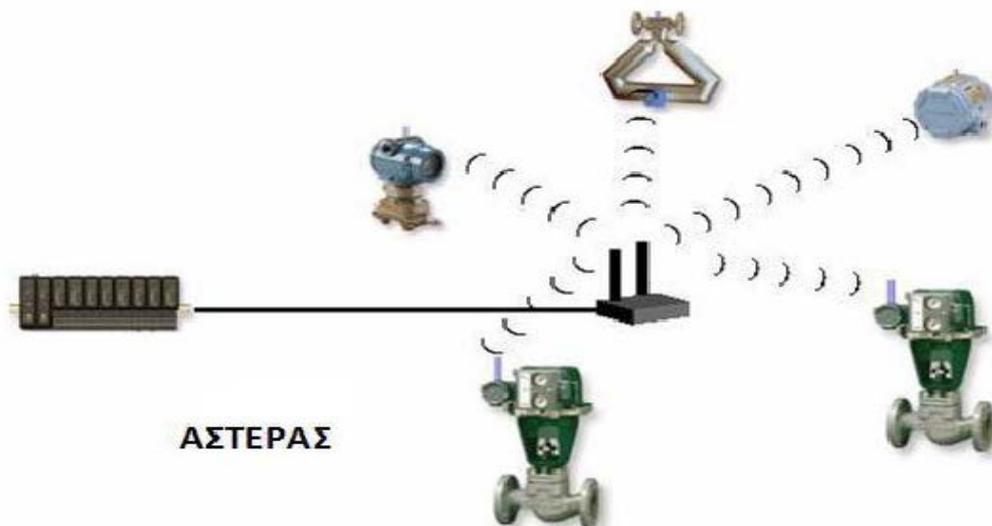
Εικόνα 4. Ad Hoc and Infrastructure Network

2.2.5 ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Οι τοπολογίες είναι ο τρόπος διασύνδεσης των κόμβων ενός δικτύου. Τα ασύρματα δίκτυα χρησιμοποιούν συνήθως την τοπολογία αστέρα, την τοπολογία δένδρου και την τοπολογία πλέγματος. Οι τοπολογίες αυτές αφορούν τόσο τα ασύρματα τοπικά δίκτυα όσο και τα ευρείας περιοχής, που στην περίπτωση μας, είναι αυτές που μας ενδιαφέρουν, γι' αυτό θα δώσουμε έμφαση στις εφαρμογές τους στα ασύρματα δίκτυα ευρείας ζώνης.

Τοπολογία αστέρα: Κάθε κόμβος συνδέεται ασύρματα με ένα κοινό σημείο πρόσβασης όπως φαίνεται στην *Εικόνα 5*, το οποίο συνδέεται ενσύρματα σε ένα μετατροπέα δικτύου. Το κεντρικό σημείο πρόσβασης εξυπηρετεί ένα μήνυμα κάθε φορά, και αγνοεί τα υπόλοιπα.

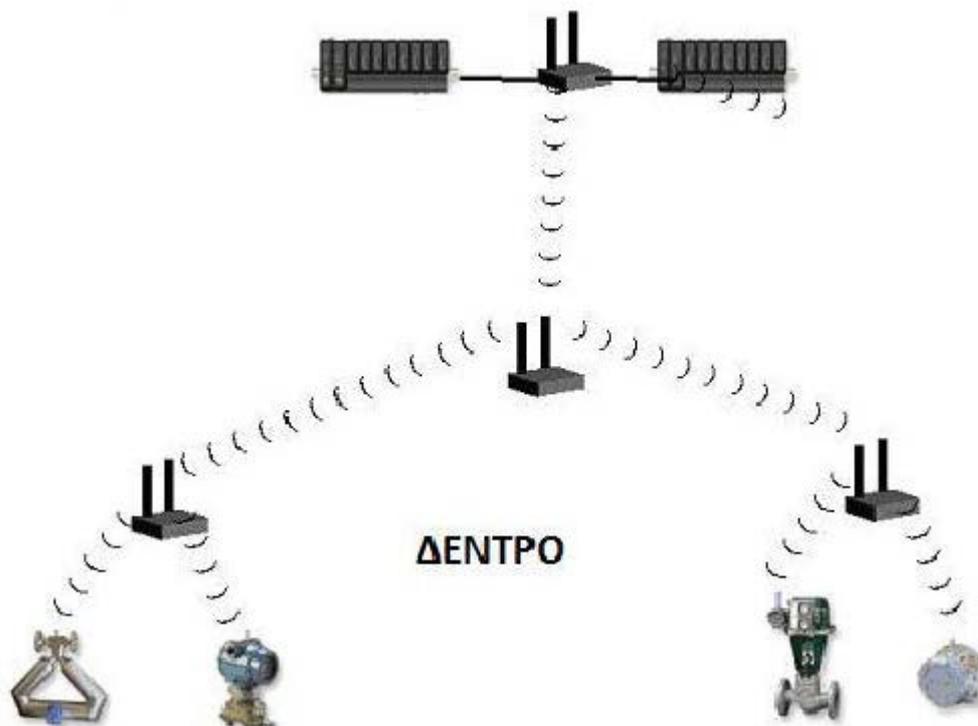
Η τοπολογία αστέρα βρίσκει εφαρμογή σε πόλεις μικρής έκτασης, όπου ο κεντρικός σταθμός τοποθετείται σε ένα σημείο που να έχει οπτική επαφή περιφερειακά του.^{7,8}



Εικόνα 5. Τοπολογία Αστέρα

Τοπολογία δένδρου: Κάθε μονάδα διαμορφώνεται σε ένα δίκτυο που συνδέεται σε συγκεκριμένο μεταγωγέα / σημείο πρόσβασης, ο οποίος με τη σειρά του συνδέεται με άλλο μεταγωγέα πιο κοντά στο ενσύρματο δίκτυο, όπως φαίνεται και στην *Εικόνα 6*.

Η τοπολογία δένδρου βρίσκει εφαρμογή σε μεσαίου μεγέθους πόλεις, με ανάγλυφο γεωγραφικό περιβάλλον, στις οποίες δεν μπορεί να εφαρμοστεί η τοπολογία αστέρα.^{7,8}

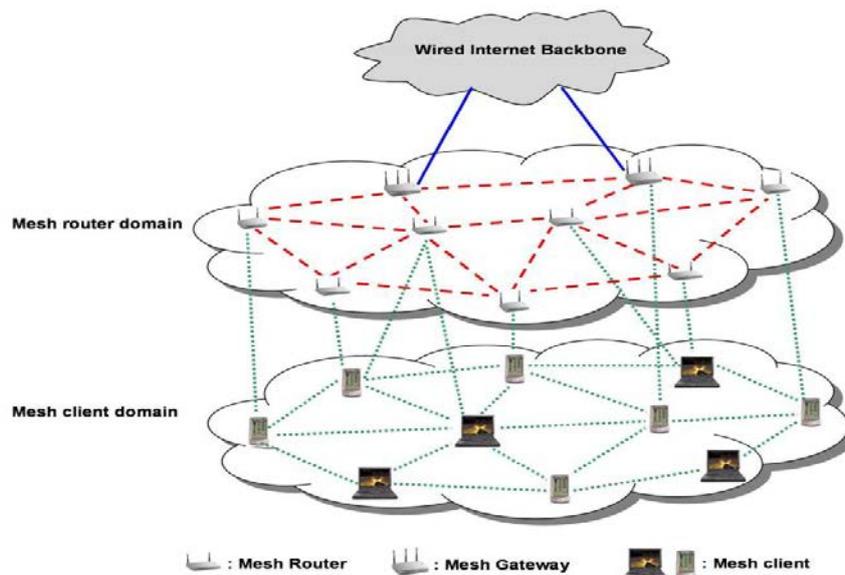


Εικόνα 6. Τοπολογία Δένδρου

Τοπολογία πλέγματος: Κάθε σταθμός είναι και τελική συσκευή και δικτυακό στοιχείο προώθησης και είναι υπεύθυνος για την προώθηση κάποιας δικτυακής μετάδοσης στους σταθμούς μέσα στην εμβέλειά του.

Η τοπολογία πλέγματος βρίσκει εφαρμογή σε μεγάλες πόλεις. Μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα, καθώς υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της βέλτιστης διαδρομής για την μεταφορά των πακέτων. (Εικόνα 7)

Όταν δεν είναι δυνατή η εφαρμογή της τοπολογίας πλέγματος χρησιμοποιούμε την τοπολογία δένδρου.^{7,8}



Εικόνα 7. Τοπολογία Πλέγματος (Mesh topology)

2.2.6 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Για τη δημιουργία ενός ασύρματου δικτύου απαιτείται, φυσικά, και ο κατάλληλος εξοπλισμός. Access points, wireless stations, routers, switches, servers και κεραίες είναι κάποια από τα απαραίτητα υλικά για την υλοποίηση του.

Access points (Ασύρματα σημεία πρόσβασης): είναι σταθερά σημεία τα οποία επιτρέπουν στους χρήστες που βρίσκονται στην εμβέλεια τους να επικοινωνούν ασύρματα. Έχουν τη δική τους κεραία που καλύπτει μία επαρκή κυκλική περιοχή γύρω τους.

Wireless Stations (Ασύρματοι Σταθμοί): είναι οι υπολογιστές, τα κινητά, τα tablets και οποιαδήποτε άλλη συσκευή διαθέτει κεραία και το κατάλληλο λογισμικό για να συνδεθεί σε δίκτυο.

Routers (Δρομολογητές): είναι συσκευές που εξασφαλίζουν την γρήγορη και ασφαλή μετάδοση των δεδομένων μεταξύ δικτύων. Συνήθως, επικοινωνούν με άλλους δρομολογητές και αποφασίζουν ποια είναι η συντομότερη διαδρομή για τη μεταφορά των δεδομένων.

Switches (Μεταγωγείς): είναι έξυπνες συσκευές, εντός δικτύου, που ελέγχουν την ετικέτα του πακέτου και το προωθούν στην κατάλληλη θύρα, για να ακολουθήσει τη σωστή διαδρομή.

Bridges (Γέφυρες): είναι λογισμικό ή υλικό, που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση δύο ή περισσότερων δικτύων.

Connectors (Συνδετήρες): Χρησιμοποιούνται για τη σωστή σύνδεση των καλωδίων, με σκοπό την επέκταση του δικτύου.

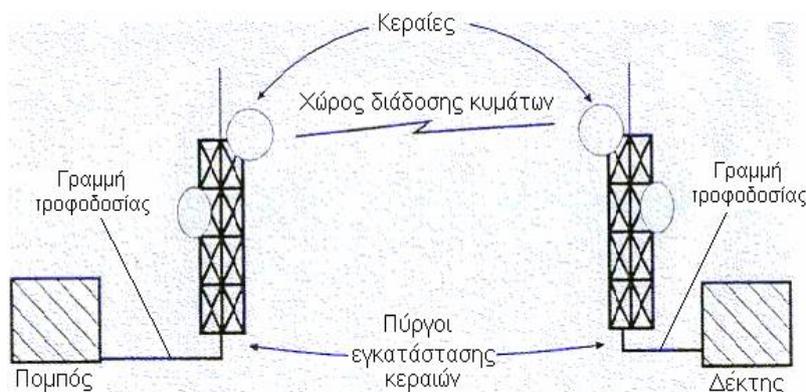
Servers: είναι ισχυροί υπολογιστές που μπορούν να απαντήσουν στις αιτήσεις των υπόλοιπων υπολογιστών του δικτύου, ώστε να μπορούν να μοιραστούν δεδομένα, πληροφορίες, υλικό ή λογισμικό. Λειτουργούν σύμφωνα με την αρχιτεκτονική πελάτη – εξυπηρετή. συνηθισμένοι servers είναι οι database servers, file servers, mail servers, print servers, web servers, gaming servers και application servers.

Κεραίες: είναι συσκευές που είναι υπεύθυνες για την αποστολή και τη λήψη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων του δικτύου. Οι κεραίες αποτελούν πολύ σημαντικό κομμάτι στη δημιουργία ενός ασύρματου δικτύου ευρείας περιοχής, γι' αυτό η λειτουργία τους αναλύεται σε ξεχωριστή παράγραφο (2.2.7).^{9,10}

2.2.7 Κεραίες

2.2.7.1 Εισαγωγή

Οι κεραίες λαμβάνουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και τα αποστέλλουν στον προορισμό τους.



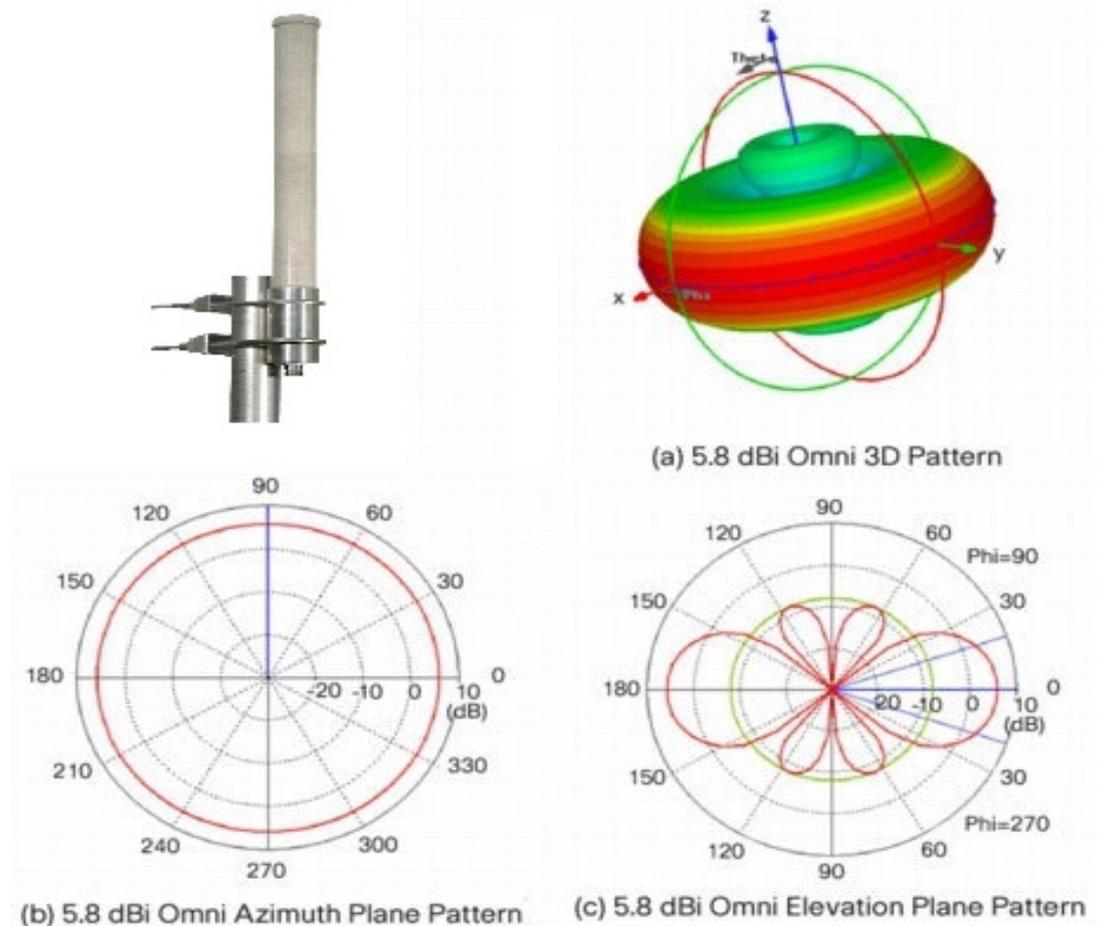
Εικόνα 8. Σύστημα Επικοινωνίας Κεραιών

Κάθε κεραία έχει μία συγκεκριμένη περιοχή συχνοτήτων στην οποία λειτουργεί καλύτερα, κάτι που πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας όταν επιλέξουμε κεραία για το δίκτυο μας. Φυσικά, δεν αρκεί μόνο αυτό. Οι κεραίες χωρίζονται και σε άλλες κατηγορίες με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

2.2.7.2 Τύποι κεραιών

Συναντούμε πολλούς τύπους κεραιών, όμως οι 3 βασικότερες κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται και αφορούν τον τρόπο ακτινοβολίας του σήματος, αναλύονται στη συνέχεια.

I) Μη κατευθυντικές κεραίες (omni directional): Ακτινοβολούν κυκλικά (360°) στον οριζόντιο άξονα δημιουργώντας γύρω τους ένα σχήμα που μοιάζει με donut. Επίσης, ενισχύουν το σήμα, ανάλογα με τη γωνία ανύψωσης, το οποίο αυξάνει ή μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί στον κάθετο άξονα της κεραίας. Το μέγεθος του σχήματος ακτινοβολίας καθορίζεται από τα επιμέρους χαρακτηριστικά της κεραίας και από την ενίσχυσή της (Εικόνα 9).

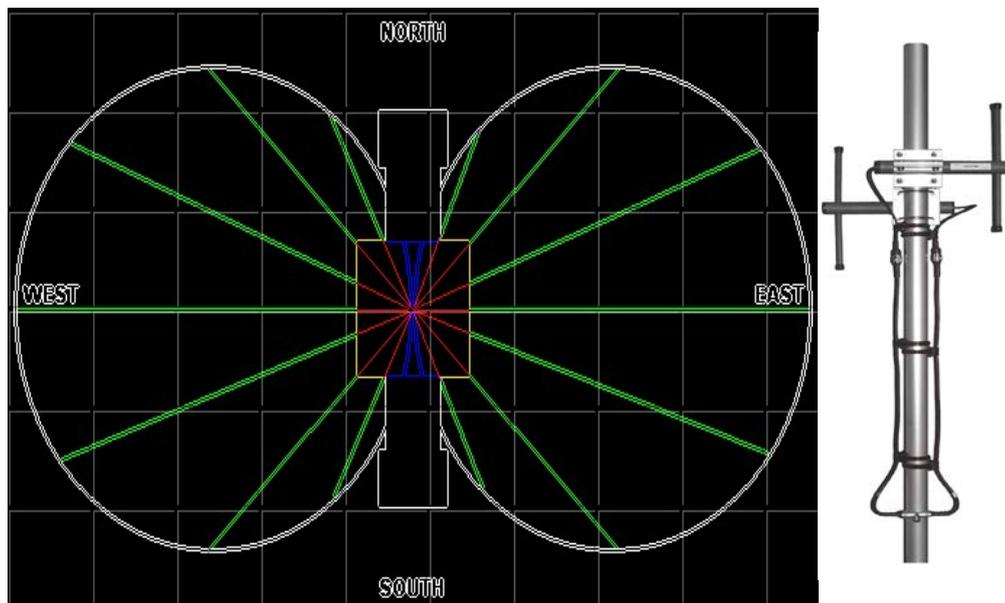


Εικόνα 9. Μη Κατευθυντική Κεραία

Οι μη κατευθυντικές κεραιές είναι κατάλληλες για σύνδεση ενός σημείου με πολλά (point to multi-point). Χρησιμοποιούνται στα τοπικά ασύρματα δίκτυα και αποτελούν μια οικονομική λύση.^{13,14,15,16,17,18,19}

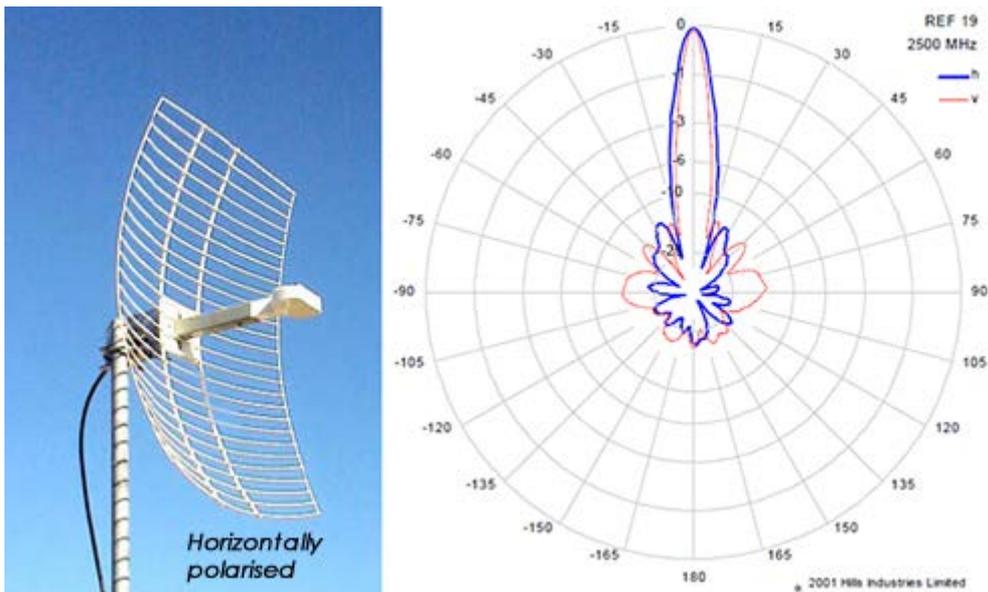
Συνηθισμένοι τύποι μη κατευθυντικών κεραιών είναι οι whip antenna, “Rubber Duck”, ground plane antenna, dipole antenna, disccone antenna.

II) Κεραιές διπλής κατεύθυνσης (bidirectional): Ακτινοβολούν προς δύο αντίθετες κατευθύνσεις στον οριζόντιο άξονα και σε γωνίες 60° έως 120° σε κάθε κατεύθυνση. Χρησιμοποιούνται για να καλύψουν την επικοινωνία ενός δρόμου ή ενός διαδρόμου. Έχουν κάλυψη και στον κάθετο άξονα καθώς και μεγαλύτερη ενίσχυση σήματος από της μη κατευθυντικές, αλλά είναι πιο ακριβές.^{17,18,19,20,21}



Εικόνα 10. Κεραία Διπλής Κατεύθυνσης

III) Κατευθυντικές κεραιές (directional): εκπέμπουν μόνο προς μία κατεύθυνση. Η γωνία εκπομπής τους είναι μικρή, όμως είναι ισχυρές και μπορούν να εκπέμπουν σε μεγάλες αποστάσεις. Λόγω της στενής δέσμης εμφανίζουν μικρές παρεμβολές με αποτέλεσμα η ποιότητα της σύνδεσης να είναι καλύτερη. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε μεταδόσεις point – to – point.^{17,18,19,20,21}



Εικόνα 11. Κατευθυντική Κεραία

Οι κατευθυντικές κεραίες χρησιμοποιούνται ως Access Points, ειδικά εκείνες υψηλού κέρδους (βλέπε παράγραφο 2.2.5.2). Για μεγαλύτερη σταθερότητα στη μετάδοση με κατευθυντικές κεραίες υψηλού κέρδους, εφαρμόζεται ο σχεδιασμός χαμηλωμένης κλίσης (downtilt), δηλαδή, η κεραία ακτινοβολεί σε μια μικρή γωνία από το κατακόρυφο στοιχείο. Αυτό βοηθά στην τοπική κάλυψη αλλά μειώνει το εύρος.

Κατευθυντικές κεραίες είναι οι παραβολικές πλέγματος (Grid Parabolic) και τα δορυφορικά κάτοπτρα, οι κεραίες patch, οι κεραίες Yagi και οι κεραίες sector.²¹

2.2.7.3 Ενίσχυση Σήματος Κεραίας (Gain)

Η Κεραία όταν εκπέμπει ή όταν λαμβάνει ηλεκτρομαγνητικό σήμα, έχει κάποιο κέρδος.

Η ενίσχυση σήματος δηλώνει το βαθμό στον οποίο η κεραία ενισχύει το σήμα προς την προτιμώμενη κατεύθυνση. Μετράται σε dBi, και ορίζεται ως ο λόγος της έντασης της κεραίας προς την ένταση ακτινοβολίας μιας ιδανικής κεραίας που ονομάζεται ιστροπικός ακτινοβολητής (isotropic radiator).

Ο ιστροπικός ακτινοβολητής ακτινοβολεί το ίδιο προς όλες τις κατευθύνσεις. Φυσικά, κάτι τέτοιο είναι αδύνατο να κατασκευαστεί στην πράξη.

Η μέγιστη τιμή του κατευθυντικού κέρδους λέγεται κατευθυντικότητα. Η κατευθυντικότητα ενός ιστροπικού ακτινοβολητή ισούται με τη μονάδα.

Το κέρδος μιας κεραίας βρίσκεται από τον παρακάτω τύπο:

$$G = k * D$$

Όπου,

G = απολαβή (κέρδος)

$D = 41000 / (\varphi * \theta) =$ κατευθυντικότητα ($\varphi, \theta =$ εύρη δέσμης ημίσειας ισχύος σε κάθετα επίπεδα (μονάδα: μοίρες))

$k =$ συντελεστής απόδοσης κεραίας και εξαρτάται από τις ωμικές απώλειες της συγκεκριμένης κεραίας.

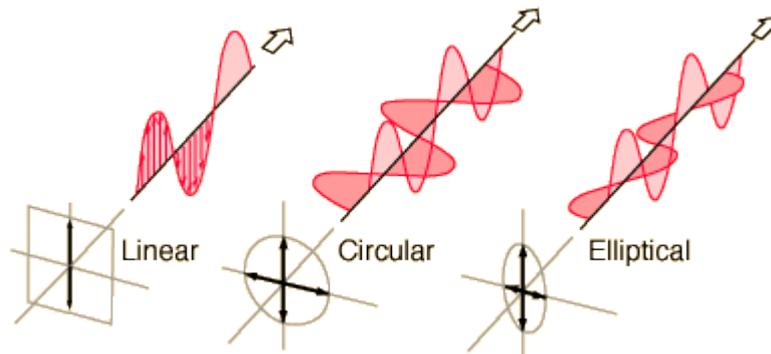
Τυπικές τιμές για την ενίσχυση σήματος σε απλές εξωτερικές κεραίες είναι από 3 έως 7 dBi ενώ οι κατευθυντικές κεραίες μπορεί να έχουν τιμές για την ενίσχυση σήματος της τάξης των 24 dBi.²²

2.2.7.4 Πόλωση

Με τον όρο πόλωση εννοούμε τον τρόπο με τον οποίο μεταδίδεται το ηλεκτρομαγνητικό κύμα από τις κεραίες. Υπάρχουν τρία είδη πολώσεως, η οριζόντια, η κάθετη και η κυκλική πόλωση. Το είδος της πόλωσης καθορίζεται από το επίπεδο (E-Plane) που κινείται η ηλεκτρική συνιστώσα του ηλεκτρομαγνητικού σήματος.

Έτσι έχουμε οριζόντια πόλωση όταν το ηλεκτρομαγνητικό κύμα φεύγει οριζόντια από την κεραία και κάθετη, όταν φεύγει κάθετα. Πρόβλημα δημιουργείται όταν έχουμε δύο κεραίες διαφορετικών πολώσεων αφού οι απώλειες ισχύος υπολογίζονται γύρω στα 20 dB. Για καλύτερα λοιπόν αποτελέσματα, φροντίζουμε η σύνδεση να γίνεται μεταξύ κεραίων ίδιας πόλωσης.

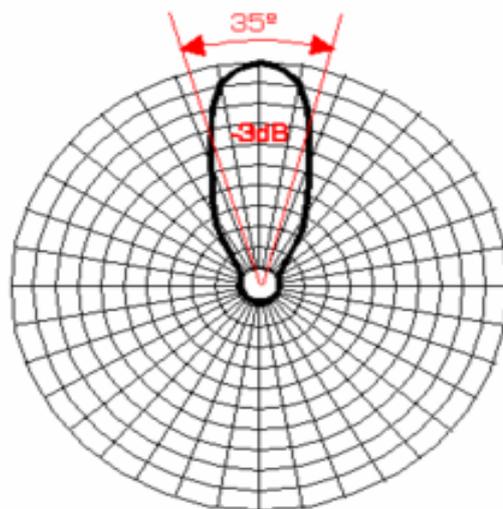
Κυκλική πόλωση επιτυγχάνεται, όταν η κεραία εκπέμπει τότε κάθετα και τότε οριζόντια. Ανάλογα με το ρυθμό εναλλαγής των πολώσεως η κυκλική πόλωση μπορεί κάποιες φορές να είναι ελλειπτική. Οι κεραίες αυτές ρυπαίνουν περισσότερο φασματικά και πρέπει να αποφεύγονται σε περιβάλλοντα με μεγάλη πυκνότητα ζεύξεων.²²



Εικόνα 12. α) Γραμμική, β) Κυκλική, γ) Ελλειπτική Πόλωση

2.2.7.5 Εύρος ακτινοβολίας (half-power beam width)

Το εύρος ακτινοβολίας μιας κεραίας είναι η γωνία στο μοτίβο ακτινοβολίας της κεραίας εκτός του οποίου η ακτινοβολία της κεραίας μειώνεται στο μισό της μέγιστης τιμής της. Η τιμή αυτή είναι πολύ σημαντική και φανερώνει το δραστικό πεδίο κάλυψης της κεραίας.²³



Εικόνα 13. Διάγραμμα εύρους ακτινοβολίας

2.2.7.6 Απώλειες Κεραίων

Οι απώλειες κεραίων έχουν να κάνουν με απώλειες στο καλώδιο σύνδεσης πομπού-κεραίας και αντίστοιχα λήπτη-κεραίας ή στους συνδετήρες που τα συνδέουν, με συνέπεια την εξασθένηση του σήματος. Αυτό έχει άμεση επίπτωση στην περιοχή κάλυψης RF. Το καλώδιο που χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις αυτές είναι το ομοαξονικό καλώδιο 50 Ohm και 75 Ohm.²⁴

2.2.7.7 Απώλειες Σήματος

Οι απώλειες στη διάδοση του σήματος μεταξύ δύο κεραιών έχουν να κάνουν με τα φυσικά εμπόδια. Οποιοδήποτε υλικό εμπόδιο αλλά και εστίες ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας γίνονται αιτία για απώλεια σήματος.

Το σήμα, λόγω των εμποδίων αυτών υπόκειται σε κάποιους μηχανισμούς ραδιοδιάδοσης, ανάκλαση, περίθλαση ή διάθλαση, και σκέδαση, ώσπου να φτάσει από την κεραία-πομπή στην κεραία-δέκτη.

Ανάκλαση (Reflection), έχουμε όταν το ηλεκτρομαγνητικό κύμα προσκρούει σε εμπόδιο μεγάλου μεγέθους σε σχέση με το μήκος κύματός του.

Περίθλαση ή διάθλαση (refraction), έχουμε όταν παρεμβάλλεται στη διαδρομή ένα αδιαπέραστο σώμα, οπότε και παράγονται δευτερογενή σήματα πίσω από το εμπόδιο, τα οποία φτάνουν στον δέκτη, ακόμα και χωρίς οπτική επαφή.

Σκέδαση (scattering), έχουμε όταν το ηλεκτρομαγνητικό κύμα προσκρούει σε εμπόδιο συγκρίσιμου μεγέθους σε σχέση με το μήκος κύματός του.^{22,25}

2.2.8 Ασφάλεια ραδιοκυμάτων

Συχνά, γίνεται λόγος για την επικινδυνότητα των κεραιών για την ανθρώπινη υγεία, σχετικά με την ακτινοβολία που εκπέμπουν. Σύμφωνα με την ΕΕΑΕ, οι κεραιές επικοινωνιών, οι οποίες εκπέμπουν ραδιοκύματα, εντάσσονται στις πηγές μη ιοντιζουσών ακτινοβολιών. Οι μη ιοντιζουσες ακτινοβολίες δεν προκαλούν τις ίδιες βιολογικές αντιδράσεις με εκείνες των ιοντιζουσών. Έτσι, τα χαμηλόσυχνα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία (ιοντιζουσες ακτινοβολίες) επιδρούν στο ανθρώπινο σώμα επάγοντας πεδία και ρεύματα στο εσωτερικό του, ενώ τα ραδιοκύματα και τα μικροκύματα θερμαίνουν τα κύτταρα και τους ιστούς.

Οι βλαβερές επιδράσεις στην υγεία για τις μη ιοντιζουσες ακτινοβολίες προκύπτουν κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά το πέρας της έκθεσης, αν υπερβαίνονται κάποια κατώφλια-στάθμες επιπέδων έκθεσης. Οι βλαβεροί περιορισμοί προκύπτουν από τα κατώφλια των αποδεδειγμένων βλαβερών

επιδράσεων στην υγεία αφού υιοθετηθούν μεγάλοι συντελεστές ασφάλειας. Για τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία στο φάσμα 0-300GHz, της τάξης του 50.^{22,25}

2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Σκεπτόμενοι όλα τα παραπάνω, καταλαβαίνουμε, πως η επιλογή της κατάλληλης τοπολογίας ασύρματου δικτύου σε συνδυασμό με τον κατάλληλο εξοπλισμό δεν είναι και τόσο εύκολη υπόθεση, αφού οι συνδυασμοί είναι πολλοί και μπορεί εύκολα να πέσουμε σε παγίδες, που αντί να δημιουργήσουν το δίκτυο που θέλουμε, να βλάψουν τη σωστή λειτουργία του.

Το πρόγραμμα που θα χρησιμοποιήσουμε για να στήσουμε εικονικά το δίκτυό μας και θα μας βοηθήσει να δούμε αν η επιλογή μας είναι σωστή, είναι το Radio Mobile.

3. ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΟ ΝΗΣΙ

3.1 Μελέτη Σκοπιμότητας

3.1.1 Σκοπός

Σκοπός της μελέτης δημιουργίας ασύρματου δικτύου στο Νησάκι είναι η ανάλυση των πόρων που θα χρειαστούν για τη δημιουργία του αλλά και των χώρων στους οποίους θα εγκατασταθεί ο εξοπλισμός.

Η αναγκαιότητα δημιουργίας ενός ασύρματου δικτύου, έγκειται στο γεγονός ότι οι κάτοικοι ενός τόσο όμορφου και γραφικού τόπου αλλά συνάμα «απομονωμένου», θα μπορούν να έχουν πρόσβαση στις νέες τεχνολογίες. Ακόμη, το γεγονός ότι το Νησάκι είναι κάθε χρόνο πόλος έλξης τουριστών αποτελεί ακόμη ένα λόγο δημιουργίας ενός δικτύου που θα είναι χρήσιμο στους επισκέπτες.

3.1.2 Χώρος

Αναζητώντας το χώρο στον οποίο θα μπορούσαμε να στήσουμε τον κεντρικό κόμβο του δικτύου μας, καταλήξαμε στο Δημοτικό Σχολείο του Νησιού. Είναι ένα δημόσιο κτήριο και συνεπώς θα πρέπει να ζητήσουμε άδεια από τους αρμόδιους φορείς. Θεωρούμε ότι η ανταπόκριση θα είναι θετική αφού η δημιουργία ενός ασύρματου δικτύου θα φανεί χρήσιμη και στο ίδιο το σχολείο.

3.1.3 Υλικό

Η απόσταση που θέλουμε να καλύψουμε ασύρματα είναι σχετικά μικρή, 206 μέτρα μήκος το πολύ και 306 μέτρα πλάτος. Μία κεραία μας είναι αρκετή για να καλύψει την απόσταση αυτή. Η κεραία, που αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε, και σύμφωνα με την παράγραφο 2.2.7.2, είναι μία omnidirectional κεραία, την οποία βρήκαμε στη σελίδα <http://computers.xpatit.gr/268-OMNI/1476-TP-LINK-TL-ANT2415D-2.4GHz-15dBi-Outdoor-Omni-directional-Antenn.html>.



Εικόνα 14. Κεραία Omni directional

Πρόκειται για μια κεραία με κέρδος 15 dBi, που λειτουργεί στις συχνότητες 2.4-2.5 GHz, είναι ανθεκτική σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Διαθέτει N female connector που την κάνει να είναι συμβατή με πολλές συσκευές ασύρματης δικτύωσης. Τα χαρακτηριστικά της κεραίας φαίνονται στον πίνακα 1.

| | |
|-----------------------------|------------------------------|
| ANTENNA | |
| Dimension | 1500mm |
| Weight | 0.6kg |
| Frequency | 2.4GHz~2.5GHz |
| Impedance | 50 Ohms |
| Gain | 15 dBi |
| Radiation | Omni-directional |
| VSWR(MAX.) | < 2.0 |
| HPBW/H(°) | 360° |
| HPBW/V(°) | 9° |
| Polarization | Linear, Vertical |
| Mounting | Pole Mount / Wall Mount |
| Application | Outdoor |
| Lightning Protection | DC Ground |
| Operating Temp. | -40°C~65°C (-40°F ~149°F) |
| Storage Temp. | -40°C~80°C (-40°F ~176°F) |
| Operating Humidity | 10%~90% non-condensing |
| Storage Humidity | 5%~90% non-condensing |
| Safety, Emission and Others | CE, FCC, Compliant with RoHS |

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά Κεραίας

Την κεραία αυτή, θα τη συνδέσουμε πάνω σε ένα access point το οποίο βρήκαμε στη σελίδα <http://planet-shop.gr/planet-wnap-6308.html>. Το συγκεκριμένο access point μπορεί να συνδεθεί απ' ευθείας πάνω στην κεραία και δεν χρειάζεται καλώδιο, αφού διαθέτει N male connector, έτσι δεν έχουμε απώλειες.



Εικόνα 15. Access Point

Τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στον πίνακα 2.

| Hardware Specifications | |
|----------------------------|---|
| Hardware Specifications | IEEE 802.11b/g/n Wireless LAN IEEE 802.11i Wireless Security IEEE 802.3 10Base-T Ethernet IEEE 802.3u 100Base-TX Ethernet IEEE 802.3x Flow Control |
| Memory | 32 Mbytes DDR SDRAM 8 Mbytes Flash |
| Interface | Wireless IEEE 802.11b/g/n, 1T1R LAN / WAN: 1 x 10/100Base-TX, Auto-MDI / MDIX |
| Antenna | Built-in N-type (Male) Antenna Connector |
| Wireless RF Specifications | |
| Wireless Technology | IEEE 802.11b/g IEEE 802.11n |
| Data Rate | IEEE 802.11b: 11, 5.5, 2 and 1Mbps IEEE 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 and 6Mbps IEEE 802.11n (20MHz): up to 72Mbps IEEE 802.11n (40MHz): up to 150Mbps |
| Media Access Control | CSMA / CA |
| Modulation | Transmission/Emission Type: DSSS / OFDM Data modulation type: OFDM with BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM, DBPSK, DQPSK, CCK |
| Frequency Band | 2.412GHz ~ 2.484GHz |
| Operating Channel | America/ FCC: 2.414~2.462GHz (11 Channels) Europe/ ETSI: 2.412~2.472GHz (13 Channels) Japan/ TELEC: 2.412~2.484GHz (14 Channels) |
| RF Output Power (Max.) | IEEE 802.11b/g: 23 ± 1.5dBm IEEE 802.11n: 23 ± 1.5dBm |
| Receiver Sensitivity | IEEE 802.11b/g: -95dBm IEEE 802.11n: -91dBm |
| Output Power Control | 3~23dBm |
| Software Features | |
| LAN | Built-in DHCP Server supporting static IP address distributing Supports 802.1d STP (Spanning Tree) |
| WAN | <ul style="list-style-type: none"> ■ Static IP ■ Dynamic IP ■ PPPoE ■ PPTP ■ L2TP ■ IPSec |
| Operating Mode | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bridge ■ Gateway ■ WISP |
| Firewall | NAT firewall with SPI (Stateful Packet Inspection) Built-in NAT Server supporting Virtual Server and DMZ Built-in Firewall with Port / IP Address / MAC / URL Filtering |
| Wireless Mode | <ul style="list-style-type: none"> ■ AP |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Client ■ WDS PTP ■ WDS PTMP ■ WDS Repeater (AP+WDS) |
| Channel Width | 20MHz / 40MHz |
| Wireless Isolation | Enables isolation of each connected wireless client from communicating with each other mutually |
| Encryption Type | 64/128-bits WEP, WPA, WPA-PSK, WPA2, WPA2-PSK, 802.1X |
| Wireless Security | Wireless LAN ACL (Access Control List) Filtering Wireless MAC Address Filtering Supports WPS (Wi-Fi Protected Setup) Enable / Disable SSID Broadcast |
| Multiple SSID | Up to 2 |
| Max. Wireless Client | 20 |
| Max. WDS AP | 8 |
| Max. Wired Client | 30 |
| WMM (Wi-Fi Multimedia) | Yes |
| QoS (Quality of Service) | Yes |
| NTP(Network Time Management) | Yes |
| Management | Web UI, DHCP Client, Configuration Backup & Restore, Dynamic DNS, SNMP |
| Diagnostic Tool | System Log, Ping Watchdog |
| Mechanical & Power | |
| IP Rate | IP55 |
| Material | Outdoor UV Stabilized Enclosure |
| Dimensions (Φ x H) | 45 x 169 mm |
| Weight | 128g |
| Installation | Pole mounting |
| Power Requirements | LAN: 12~24V DC, Passive PoE Pin 4,5 V DC+ Pin 7,8 V DC- |
| Power Consumption | 1.5W |
| Environment & Certification | |
| Operating Temperature | -35 ~ 65 degrees C |
| Operating Humidity | 5 ~ 90% non-condensing |
| Regulatory | CE / FCC / RoHS |
| Accessory | |
| Standard Accessories | <ul style="list-style-type: none"> ■ Passive PoE Injector & Power Cord x 1 ■ Plastic Strap x 2 ■ Quick Installation Guide x 1 ■ CD (User's Manual, Quick Installation Guide) x 1 |

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά Access Point

Οι πίνακες με τα χαρακτηριστικά τόσο της κεραίας όσο και του access point, θα μας χρειαστούν στο πρόγραμμα Radio Mobile.

Το access point με την κεραία θα τοποθετηθούν σε ένα ψηλό σημείο στη στέγη του σχολείου, θα πρέπει όμως να τα συνδέσουμε και στο δίκτυο. Η σύνδεση θα γίνει μέσω ενός router, που βρήκαμε στη σελίδα <http://www.plaisio.gr/periferiaka-othones/diktya/adsl-modem-router/Turbo-X-Wi-less-150N-ADSL2-Modem-Router.htm>.

Τα χαρακτηριστικά του router, φαίνονται στον πίνακα 3.



Εικόνα 16. Router

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| Τύπος Γραμμής | ADSL over PSTN |
| Συχνότητα Λειτουργίας | 2,4 GHz |
| Συνδέσεις | 4xRJ45-10/100 (LAN) |
| Wireless Standards | 802.11b/g/n |
| Wireless Data Transfer Rate | Up to 150Mbps |

Πίνακας 3. Χαρακτηριστικά Modem

Για τη σύνδεση access point με router θα χρειαστούμε ένα καλώδιο δικτύου UTP, 20 μέτρων, που βρήκαμε στη σελίδα http://www.gamesclub.gr/index.php?route=product/product&product_id=589&ref=bestprice.gr. Επίσης θα χρειαστούμε ένα μικρότερο καλώδιο UTP, 2 μέτρα, για τη σύνδεση του router στο δίκτυο.

Τέλος, θα χρειαστούμε ένα server, ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την κίνηση στο δίκτυο. Επιλέξαμε τον Turbo-X Flexwork Foundation 1220-4-2 από τη σελίδα <http://www.plaisio.gr/ypologistes-anavathmisi/ypologistes/business-server/Turbo-X-Flexwork-Foundation-1220-4-2-1220-4-2.htm>, τα χαρακτηριστικά του οποίου φαίνονται στον πίνακα 4.

Λειτουργικό Σύστημα

Λειτουργικό Σύστημα: Windows Server 2012 Foundation

Επεξεργαστής

Κατασκευαστής Επεξεργαστή: Intel
Τεχνολογία Επεξεργαστή: Xeon E3-1220 v2
Ταχύτητα Επεξεργαστή: 3.1 GHz

Μνήμη

Συνολική Μνήμη: 4 GB
Μέγιστη Μνήμη: 32 GB
Αριθμός Μνημών: 2

Τύπος Μνήμης: DDR3 ECC Unbuffered
Ταχύτητα Μνήμης: 1333 MHz

Σκληροί δίσκοι

Σκληροί Δίσκοι: 2
Τύπος Σκληρού Δίσκου: SATA III
Χωρητικότητα Δίσκου: 1 TB
Στροφές Δίσκου: 7200 rpm
Cache Σκληρού Δίσκου: 32 MB
Υποδοχές SATA: 4
SATA RAID: 0, 1, 5, 10

Μητρική

Κατασκευαστής Μητρικής: Supermicro
Μοντέλο Μητρικής: X9SCL
Τύπος Chipset Μητρικής: C202 PCH

Κάρτα γραφικών

Ενσωματωμένη SVGA: Ναι
Onboard SVGA Manufacturer: Matrox
Μοντέλο Ενσωματωμένης SVGA: G200eW

Θήκη

Τύπος Θήκης: 3U
Χρώμα: Μαύρο

Τροφοδοτικό

Παρεχόμενη ισχύς (Watt): 300 Watt

Οπτικά μέσα

Οπτικά Μέσα: DVD±RW Double layer

Συνδέσεις

VGA: 1
Σύνολο PCI – Express: 3
PCI - Express x 4: 1
PCI - Express x 8: 2xPCI - Express x 8
USB 2.0: 4xUSB 2.0
Fast UART 16550 Serial: 1
Κάρτα ήχου: Όχι

Δικτύωση

Τύπος Δικτύωσης: Gigabit Lan
RJ45 LAN ports: 2

Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά Server

3.1.4 Κόστος

Το συνολικό κόστος για το υλικό του δικτύου μας είναι 1139,34 €

Αναλυτικά οι τιμές είναι:

| | |
|-----------------|-----------------|
| Κεραία omni | 47.00 € |
| Access point | 89.21 € |
| Router | 19.90 € |
| Server | 979.00€ |
| Καλώδια Δικτύου | (3.98 + 0.25) € |

3.1.5 Λογισμικό

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το 802.11g, το οποίο υποστηρίζει και το access point και το router, και μας δίνει ρυθμό μετάδοσης δεδομένων για το access point 54 mbps, που είναι η μεγαλύτερος ρυθμός .

Το λειτουργικό σύστημα του server θα είναι το Windows Server 2012 Foundation.

4. RADIO MOBILE

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Radio Mobile είναι ένα πρόγραμμα που έχει φτιαχτεί από ένα ραδιοερασιτέχνη, τον Roger Coudé και απευθύνεται σε ραδιοερασιτέχνες, γι' αυτό οι παράμετροί του είναι πολλές. Είναι ένα λογισμικό, που μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει δωρεάν, το οποίο κάνει την εικονική χαρτογράφηση μιας περιοχής και την ραδιοκυματική διάδοση.

Το Radio Mobile υλοποιεί το μοντέλο ITS διάδοσης ραδιοκυμάτων για περιοχή συχνοτήτων από 20 MHz έως και 20 GHz. Είναι ένα μοντέλο γενικής χρήσης που μπορεί να εφαρμοστεί για μια μεγάλη γκάμα τεχνικών προβλημάτων. Το μοντέλο, που βασίζεται τόσο στα χαρακτηριστικά του εδάφους όσο και στις ραδιομετρήσεις, μπορεί να προβλέψει τη μέση εξασθένηση ενός ραδιοσήματος, ως συνάρτηση της απόστασης και της μεταβλητότητας του σήματος στο χρόνο και στο χώρο.^{27,28,29,30}

4.2 Εγκατάσταση του Radio Mobile

Όπως είπαμε παραπάνω, το Radio Mobile, είναι ένα δωρεάν λογισμικό, οπότε μπορούμε εύκολα να το κατεβάσουμε από το διαδίκτυο, και συγκεκριμένα από την επίσημη σελίδα, <http://www.cplus.org/rmw/download/download.html>. Από εκεί και ακολουθώντας τις οδηγίες αποθηκεύσαμε στον υπολογιστή μας την έκδοση 11.4.8 Radio Mobile. Η συγκεκριμένη σελίδα μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε και τη γλώσσα που θέλουμε.

Στη συνέχεια, και ακολουθώντας πάντα τις οδηγίες της παραπάνω σελίδας, δημιουργήσαμε ένα φάκελο δεδομένων, τον "C: \Geodata", εκεί θα αποθηκεύεται το δίκτυό μας. Μέσα στον Geodata δημιουργούμε φακέλους, τους "SRMT3", "Εδαφοκάλυψη", "GoogleEarth", "YahooMaps" και "VirtualEarth". Εκεί θα αποθηκεύσουμε κάποια δεδομένα που θα μας χρειαστούν παρακάτω στο πρόγραμμα.

Για να έχουμε πρόσβαση σε χάρτες ανοίγουμε το αρχείο Map_Link.txt και σβήνουμε τις παρενθέσεις από τις διευθύνσεις virtualearth.net,

map.access.mapquest.com,
us.maps3.yimg.com/aerial.maps.yimg.com

google.com,

Για να έχουμε έναν παγκόσμιο χάρτη με SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), πρέπει να «ξεζιπάρουμε» το αρχείο wmap.zip στο φάκελο του προγράμματος. Το SRTM, λαμβάνει υψομετρικά δεδομένα σε μία σχεδόν παγκόσμια κλίμακα, για να δημιουργήσει την πιο ολοκληρωμένη υψηλής ευκρίνειας ψηφιακή βάση δεδομένων της Γης. Για να λαμβάνουμε δεδομένα από το διαδίκτυο και να τα αποθηκεύουμε ταυτόχρονα στον υπολογιστή, πρέπει, αφού ανοίξουμε το Radio Mobile, στο μενού Επιλογές → Διαδίκτυο, στην καρτέλα του SRTM να επιλέξουμε «Λήψη από το Διαδίκτυο αρχείων που δεν βρίσκονται τοπικά και δημιουργία αντιγράφων». Στο πλαίσιο «Διαδρομή τοπικών αρχείων», βρίσκουμε τον φάκελο C: \Geodata\ SRMT3. Στο τελευταίο πλαίσιο γράφουμε τη διεύθυνση http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/Eurasia/, απ' όπου θα ενημερώνεται το SRTM.

Στο ίδιο μενού, Επιλογές Διαδικτύου, επιλέγουμε τώρα την καρτέλα «Εδαφοκάλυψη» και επιλέγουμε «Λήψη από το Διαδίκτυο αρχείων που δεν βρίσκονται τοπικά και δημιουργία αντιγράφων», με διαδρομή τοπικών αρχείων "C: \Geodata\ Εδαφοκάλυψη". Για φάκελο FTP στο διαδίκτυο επιλέγουμε το "Landcover-site 1". Το ίδιο κάνουμε και επιλέγοντας την καρτέλα Virtual Earth, επιλέγοντας για διαδρομή τοπικών αρχείων, την "C:\Geodata\VirtualEarth". Το ίδιο και για την καρτέλα GoogleMaps, με διαδρομή "C:\Geodata\GoogleMaps" και τέλος για την καρτέλα YahooMaps, με διαδρομή "C:\Geodata\YahooMaps".

4.3 Υψομετρικό Υπόβαθρο

Μετά την εγκατάσταση του Radio Mobile, για να μπορέσουμε να το «τρέξουμε», εκτός από τις παραμέτρους του συστήματος του πομπού και του δέκτη, είναι απαραίτητο ένα υψομετρικό υπόβαθρο (π.χ Digital Elevation Model –DEM). Πρόκειται για binary αρχεία τα οποία περιέχουν τα υψόμετρα μιας περιοχής στα σημεία ενός καννάβου, δηλαδή, τετραγωνικού πλέγματος (grid). Χαρακτηριστικό ενός υψομετρικού αρχείου είναι η πυκνότητα του

καννάβου (απόσταση των σημείων πλέγματος) και η ακρίβειά του στην σημειακή τιμή του υψομέτρου.^{27,28,29,30}

Το Radio Mobile μπορεί να αξιοποιήσει δωρεάν υψομετρικά που υπάρχουν στο internet, όπως το GTOPO30, στο οποίο η απόσταση των σημείων είναι 30 λεπτά του δευτερολέπτου μοίρας ή περίπου 1 km, ή το SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), στο οποίο η απόσταση των σημείων είναι 3 λεπτά του δευτερολέπτου της μοίρας ή 90 μέτρα. Το SRTM είναι καταλληλότερο υψομετρικό, με μοναδικό του μειονέκτημα ότι η θάλασσα δεν ξεχωρίζει απόλυτα από τη στεριά.^{27,28,29,30}

4.4 Λειτουργίες του Radio Mobile

Οι λειτουργίες του διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Εργαλεία που έχουν να κάνουν με την απεικόνιση (χάρτες):

Οι χάρτες, φορτώνονται στο πρόγραμμα με τον τρόπο που αναλύσαμε παραπάνω. Αποθηκεύονται στο φάκελο «Geodata» και είναι έτοιμοι να χρησιμοποιηθούν από το μενού Αρχείο → Άνοιγμα Χάρτη, του Radio Mobile. Για να δημιουργήσουμε ένα νέο χάρτη, πάμε Αρχείο → Ιδιότητες Χάρτη και βάζουμε τις συντεταγμένες που έχουμε βρει στο διαδίκτυο.

2. Εργαλεία που έχουν να κάνουν με ραδιοδίκτυα, ραδιοκάλυψη κλπ:

Οι επιλογές που δίνει το Radio Mobile είναι πάρα πολλές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το μενού Αρχείο → Ιδιότητες Δικτύων. Πριν όμως κάνουμε τις επιλογές που θέλουμε, πρέπει να έχουμε αποφασίσει αν θα φτιάξουμε ένα μόνο δίκτυο, με ένα σύστημα ή αν θα φτιάξουμε πολλά δίκτυα με διάφορα συστήματα.

3. APRS (Automatic Packet Reporting System):

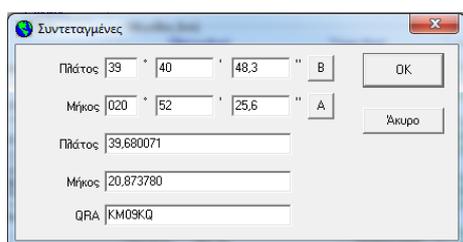
Είναι ένα ερασιτεχνικό σύστημα για ψηφιακή μετάδοση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Όλα τα δεδομένα λαμβάνονται από το APRS-IS και διανέμονται σε παγκόσμιο επίπεδο. Μαζί με τα μηνύματα, τις προειδοποιήσεις, τις ανακοινώσεις και τα δελτία, η πιο ορατή πτυχή του APRS είναι η απεικόνιση των χαρτών. Ο καθένας μπορεί να τοποθετήσει ένα αντικείμενο ή μια πληροφορία στο χάρτη του και να διανεμηθεί σε όλους τους χάρτες των χρηστών στο τοπικό δίκτυο RF ή να το δείξει παντού μέσω διαδικτύου. Κάθε σταθμός ή αντικείμενο έχει τοποθετημένο ένα GPS, που το κάνει αυτομάτως ανιχνεύσιμο. Άλλα εξέχοντα χαρακτηριστικά του χάρτη είναι οι μετεωρολογικοί

σταθμοί, οι ειδοποιήσεις και τα αντικείμενα, και άλλα που σχετίζονται με τους χάρτες ραδιοερασιτεχνών για εθελοντικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της έρευνας και διάσωσης και της εξερεύνησης της κατεύθυνσης του σήματος.^{32,33,34}

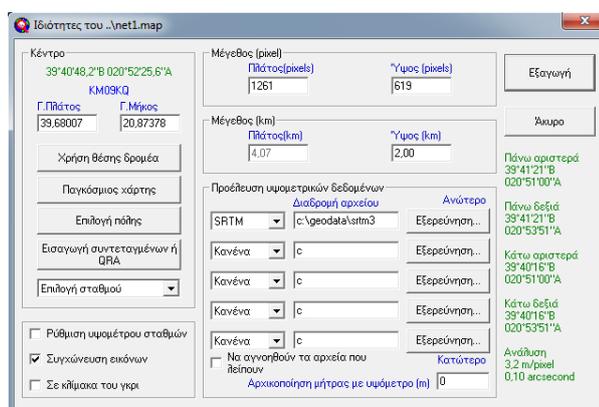
4.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΙΑ ΤΟ ΝΗΣΙ

4.5.1 Επιλογή Χάρτη Απεικόνισης

Ανοίγουμε το Radio mobile και για να δημιουργήσουμε το δίκτυο που θέλουμε στην περιοχή του νησιού Ιωαννίνων, πρέπει να βρούμε και να αποθηκεύσουμε το χάρτη. Αυτό θα γίνει από το μενού Αρχείο → Ιδιότητες Χάρτη, στο παράθυρο που εμφανίζεται θα πατήσουμε «Εισαγωγή συντεταγμένων ή QRA, εκεί θα βάλουμε τις συντεταγμένες του νησιού που βρήκαμε από τη σελίδα <https://www.google.gr/maps>, όπως βλέπουμε στην *Εικόνα 17*. Έπειτα, αφού πατήσουμε OK στο προηγούμενο παράθυρο (Ιδιότητες Χάρτη), τσεκάρουμε τη «Ρύθμιση υψομετρικών σταθμών» και τη «Συγχώνευση Εικόνων», όπως φαίνεται στην *Εικόνα 18*.

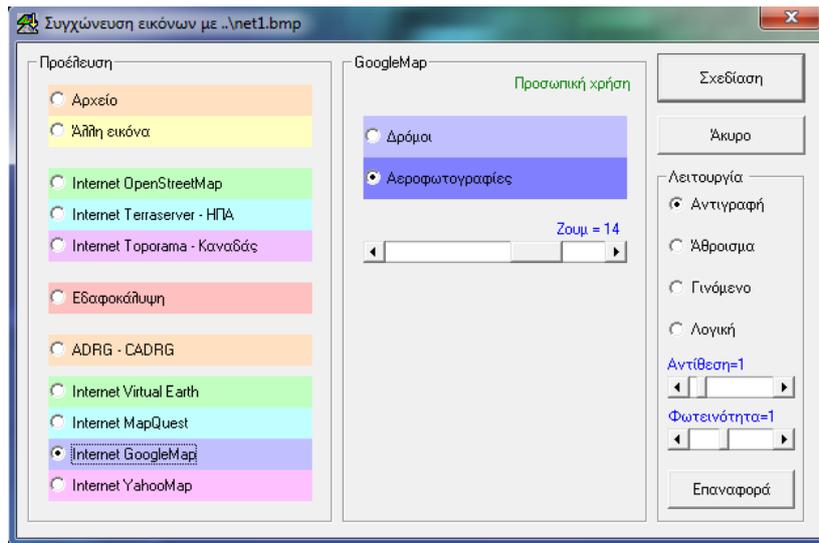


Εικόνα 17. Συντεταγμένες Χάρτη



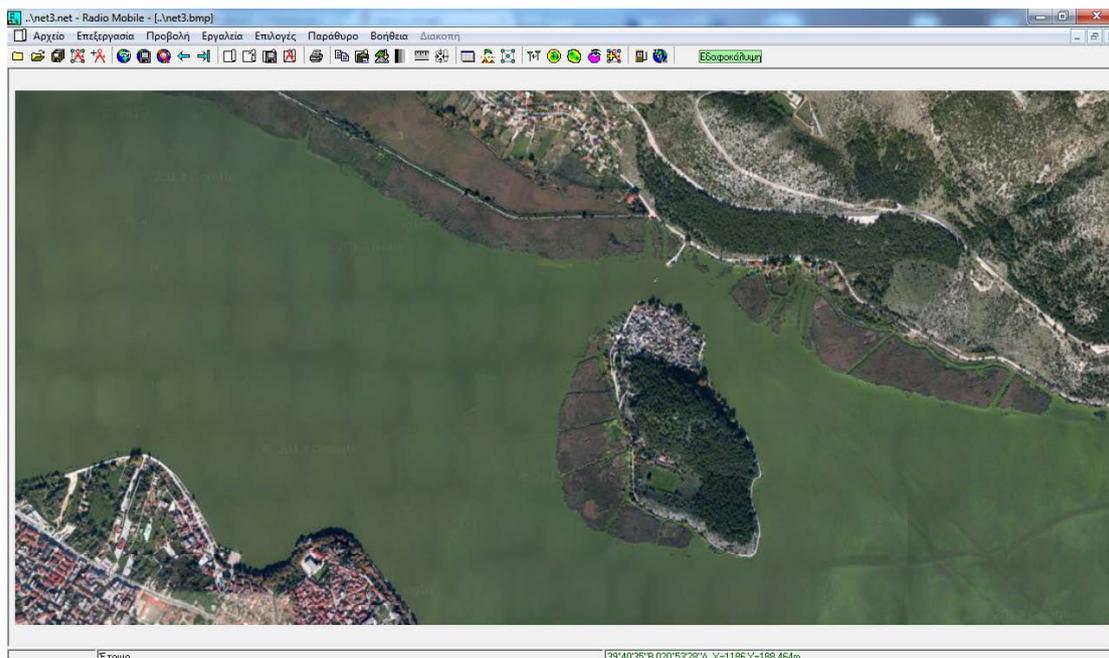
Εικόνα 18. Ιδιότητες Χάρτη

Κάνοντας αυτό θα μας εμφανιστεί ένα άλλο παράθυρο, στο οποίο έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε, την προέλευση του χάρτη, στην περίπτωση μας όπως έχουμε αναφέρει το Google Map, και αν θέλουμε ο χάρτης να είναι με δρόμους ή με αεροφωτογραφίες (*Εικόνα 19*).



Εικόνα 19. Συγχώνευση Εικόνων

Τώρα ο χάρτης μας είναι έτοιμος και μπορούμε πια να αρχίσουμε τη σχεδίαση του δικτύου μας.



Εικόνα 20. Χάρτης

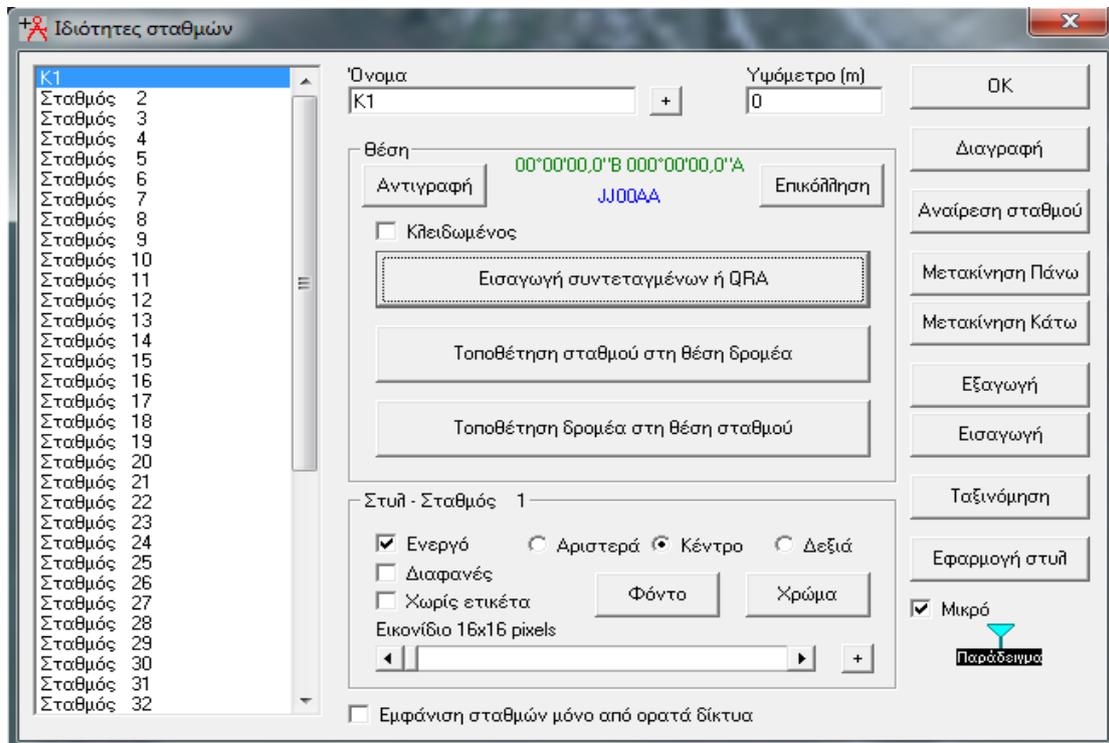
Για να φέρουμε την εικόνα πιο κοντά για να μπορούμε να δουλέψουμε καλύτερα, πάμε Αρχείο → Επόμενος Χάρτης, και αφήνοντας ίδιες συντεταγμένες, αλλάζουμε το ύψος, και από 2 km το κάνουμε 0,5 km.

4.5.2 Προσομοίωση Σύνδεσης

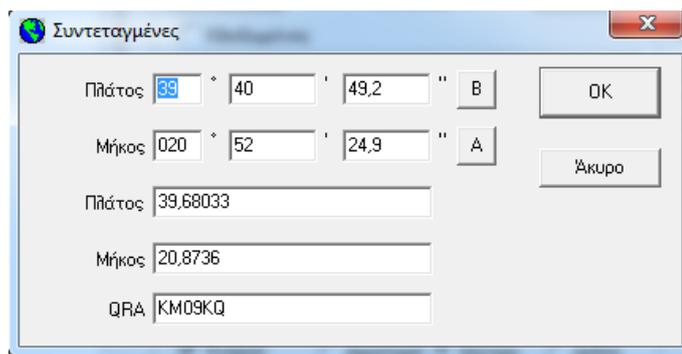
Τώρα, θα πρέπει να επιλέξουμε τους σταθμούς που θα χρησιμοποιήσουμε στο δίκτυο μας.

Οι σταθμοί τοποθετούνται στο χάρτη μας από το μενού Αρχείο → Ιδιότητες Σταθμών. Στο παράθυρο που εμφανίζεται θα βάλουμε το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, και το υψόμετρο, όπως βλέπουμε και στην *Εικόνα 20*. Από το Google Maps βρίσκουμε τις συντεταγμένες του κτιρίου πάνω στο οποίο θα τοποθετήσουμε την κεραία μας. Επιλέγουμε το Δημοτικό σχολείο του νησιού. Έτσι πατάμε «Εισαγωγή Συντεταγμένων ή QRA». Για δική μας ευκολία, θα μπορούσαμε να πατήσουμε «Τοποθέτηση Σταθμού στη θέση δρομέα» και να πάρει τα δεδομένα αυτόματα, αν μπορούμε να διακρίνουμε σωστά τα σημεία στο χάρτη. Από την μπάρα που έχει στο τέλος του παραθύρου μπορούμε να επιλέξουμε το εικονίδιο με το οποίο θα εμφανίζεται η κεραία μας στο χάρτη. Με τον ίδιο τρόπο προσθέτουμε όσες κεραίες χρειάζομαστε στο χάρτη μας.

Προς το παρόν θα προσθέσουμε μία κεραία η οποία θα είναι και ο κεντρικός σταθμός μας.



Εικόνα 21. Ιδιότητες Σταθμών

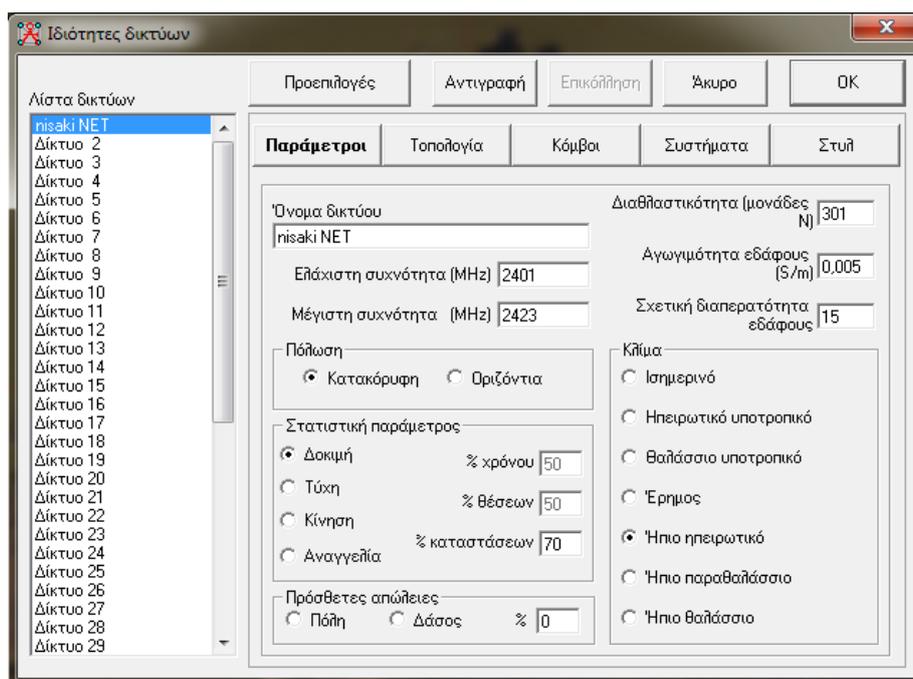


Εικόνα 22. Συντεταγμένες Κ1

Τώρα θα δώσουμε χαρακτηριστικά στο δίκτυο που θέλουμε να στήσουμε. Αυτό θα γίνει από το μενού Αρχείο → Ιδιότητες Δικτύων.

Εκεί, στο παράθυρο που εμφανίζεται και στην καρτέλα «Παράμετροι», θα δώσουμε όνομα στο δίκτυο (nisaki NET) και θα βάλουμε την ελάχιστη και τη μέγιστη συχνότητα σε MHz, τις οποίες βρίσκουμε από τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της κεραίας που έχουμε επιλέξει (2400MHz και 2472MHz αντίστοιχα), όπως ισχύει για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Από αυτή τη ζώνη, θα επιλέξουμε το 1^ο κανάλι (παράγραφος 2.2.1, Εικόνα 3), το οποίο είναι και το πιο συνηθισμένο. Συνεπώς, αυτό που θα ορίσουμε ως ελάχιστη και μέγιστη συχνότητα, είναι τα 2401-2423MHz.

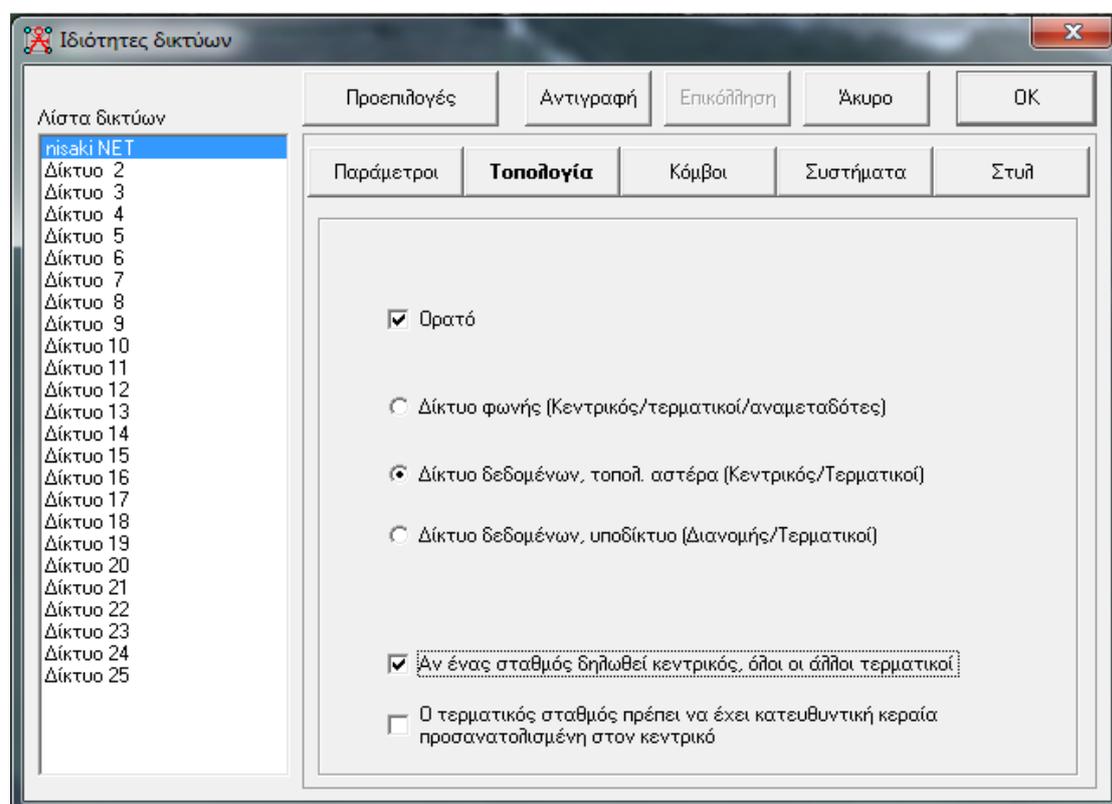
Στην πόλωση επιλέγουμε την κάθετη. Έχουμε, επίσης, τη δυνατότητα να επιλέξουμε το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή, αφού όπως έχουμε αναφέρει οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν τη μετάδοση του σήματος.



Εικόνα 23. Ιδιότητες Δικτύων - Παράμετροι

Περνάμε τώρα στην καρτέλα «Τοπολογία». Εκεί επιλέγουμε αν το δίκτυό μας θα είναι ορατό και τι τύπου δεδομένα θα μεταδίδει και με τι τοπολογία θα συνδέεται. Εμείς θέλουμε ένα δίκτυο δεδομένων και όπως εξηγήσαμε στην παράγραφο 2.2.5. η τοπολογία που θα χρησιμοποιήσουμε είναι Αστέρα.

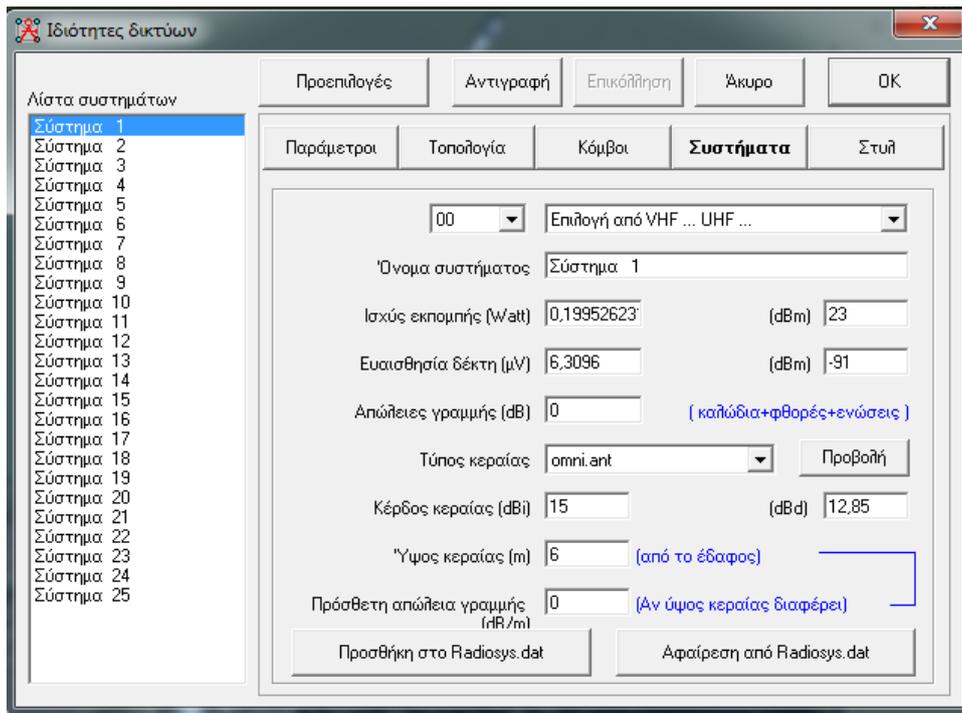
Τέλος, «Τσεκάρουμε» το πλαίσιο «Αν ένας σταθμός δηλωθεί κεντρικός, όλοι οι άλλοι τερματικοί».



Εικόνα 24. Ιδιότητες Δικτύων - Τοπολογία

Θα προσπεράσουμε, προς το παρόν, την καρτέλα κόμβοι, και θα πάμε στην καρτέλα «Συστήματα», εκεί, πρέπει να προσθέσουμε αρκετά χαρακτηριστικά που έχουν να κάνουν με την κεραία. Όπως την ισχύ εκπομπής, τον τύπο της κεραίας και το κέρδος, όπως τα βλέπουμε στον Πίνακα 1 και Πίνακα 2 (Σελίδες 22-24).

Στον Πίνακα 2 (Σελίδα 23), βλέπουμε ότι η μέγιστη ισχύς εκπομπής είναι 23 dBm, δηλαδή 1,995W ακτινοβολούμενη ισχύς εκπομπής. Μπορούμε όμως να επιλέξουμε από 3 μέχρι 23 dBm. Βάση της ελληνικής νομοθεσίας (παράγραφος 2.2.1, σελίδα 5), στις ελεύθερες συχνότητες των 2,4GHz, η μέγιστη επιτρεπόμενη ισοτροπικά ακτινοβολούμενη ισχύς εκπομπής στη ζώνη των είναι 100 mW. Οπότε στο πεδίο ισχύς εκπομπής θα βάλουμε 0,1 W.

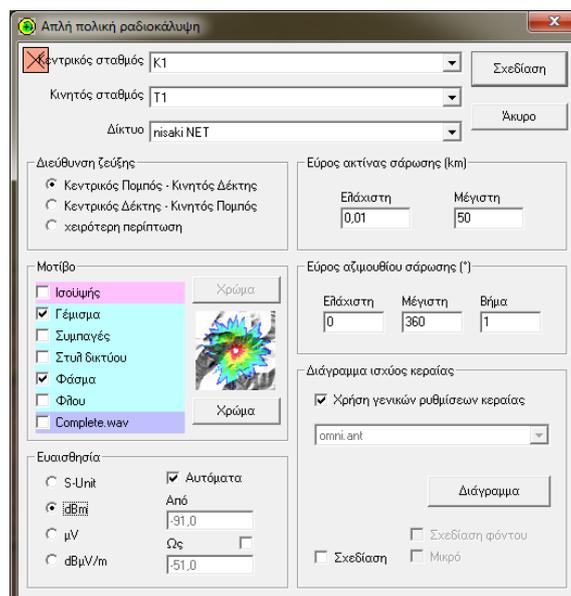


Εικόνα 25. Ιδιότητες Δικτύων - Συστήματα

Όλα τα χαρακτηριστικά που προσθέσαμε τα είδαμε από τους πίνακες 1 και 2, εκτός από το ύψος της κεραίας το οποίο το υπολογίσαμε από τη θέση που θα τοποθετήσουμε την κεραία.

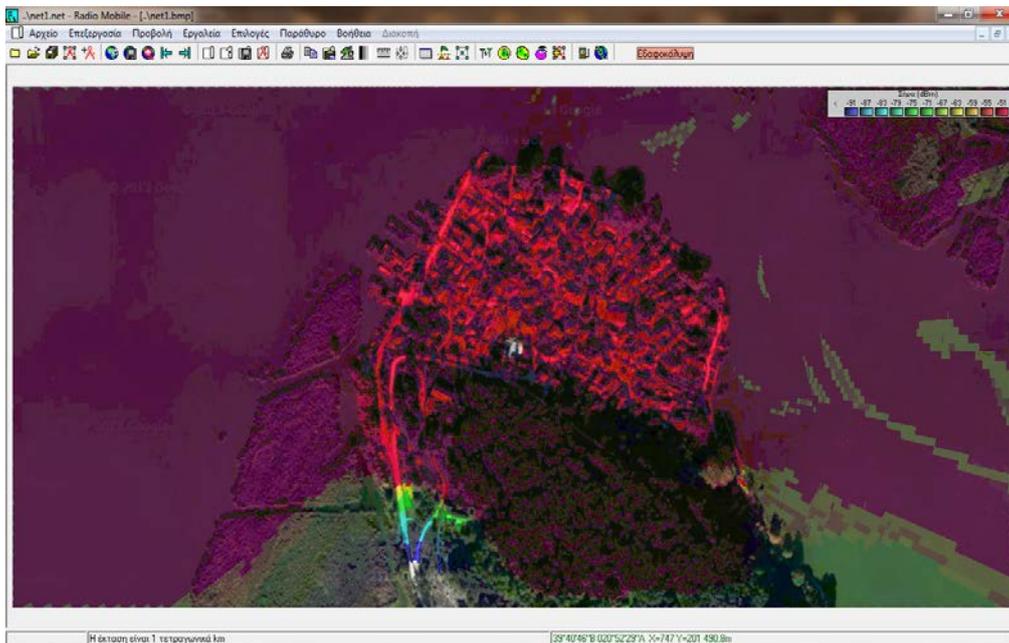
Τώρα, θέλουμε να εμφανιστεί το δίκτυό μας στο χάρτη, έτσι πάμε στο μενού Προβολή → Εμφάνιση Δικτύων → όλα, ο σταθμός εμφανίζεται στον χάρτη.

Θέλουμε τώρα να ελέγξουμε την εμβέλεια της κεραίας, για να δούμε αν μας καλύπτει για το δίκτυο που θέλουμε να φτιάξουμε. Έτσι, πάμε στο μενού Εργαλεία → Ραδιοκάλυψη → Πολική.



Εικόνα 26. Απλή πολική ραδιοκάλυψη για K1

Τότε, εμφανίζεται στην οθόνη η περιοχή που καλύπτει η κεραία K1, και πόσο καλή είναι η κάλυψη που παρέχει.

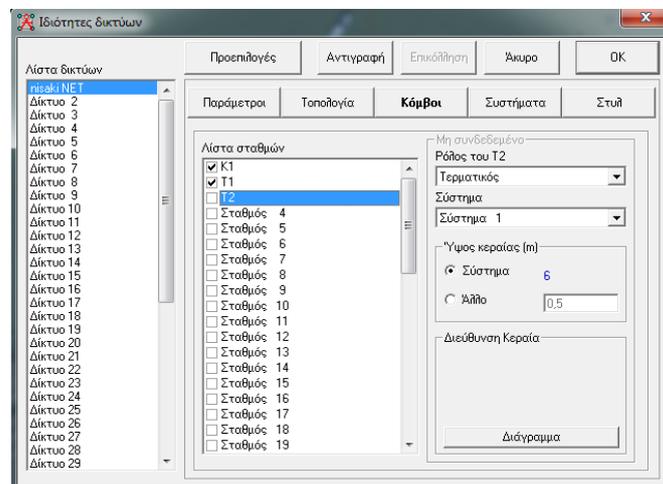


Εικόνα 27. Περιοχή Ραδιοκάλυψης

Παρατηρούμε ότι η κάλυψη που μπορεί να δώσει η κεραία στην περιοχή είναι αρκετή για να καλύψει όλη την απόσταση που θέλουμε, επιπλέον η ισχύς του σήματος, η οποία μπορεί να κυμανθεί από -91dBm έως -51dBm, στην περίπτωση μας είναι η καλύτερη δυνατή, δηλαδή -51dBm.

Όμως για να δούμε καλύτερα το δίκτυό μας σε εφαρμογή θα προσθέσουμε και άλλους δύο τερματικούς σταθμούς με τον τρόπο που περιγράψαμε παραπάνω, οι θέσεις τους είναι τυχαίες πάνω στο χάρτη.

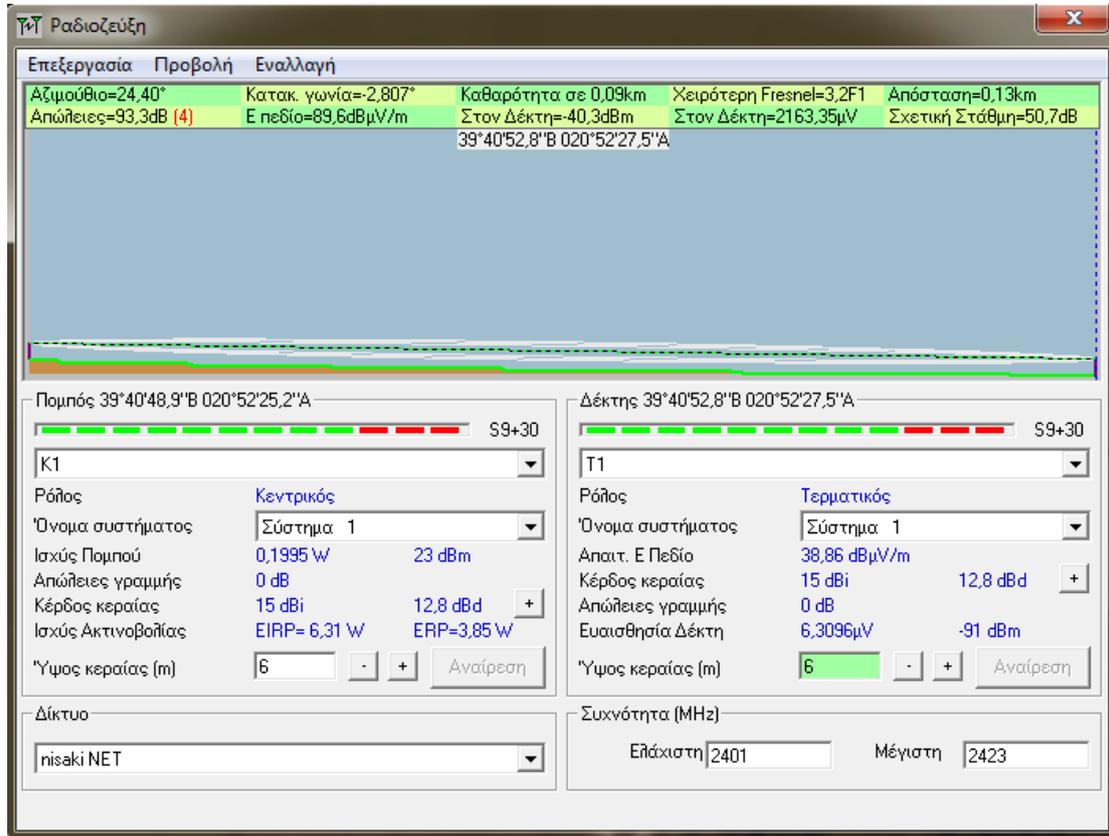
Τώρα θα πάμε στην καρτέλα «κόμβοι», από τις ιδιότητες δικτύων, που παραβλέψαμε προηγουμένως. Εκεί θα επιλέξουμε, ποιος είναι ο κεντρικός κόμβος και ποια τα τερματικά.



Εικόνα 28. Ιδιότητες Δικτύων- Συστήματα

Στο Σύστημα 1, ορίσαμε κεντρικό τον K1 και τερματικά τον T1 και T2.

Θα κάνουμε τώρα τη σύνδεση του K1 με τον T1, έτσι επιλέγουμε το μενού Εργαλεία → Ραδιοζεύξη, μας εμφανίζεται το παράθυρο της *Εικόνας 28*, στο οποίο βλέπουμε αν οι σταθμοί μας επικοινωνούν σωστά ή αν υπάρχουν μεταξύ τους εμπόδια.



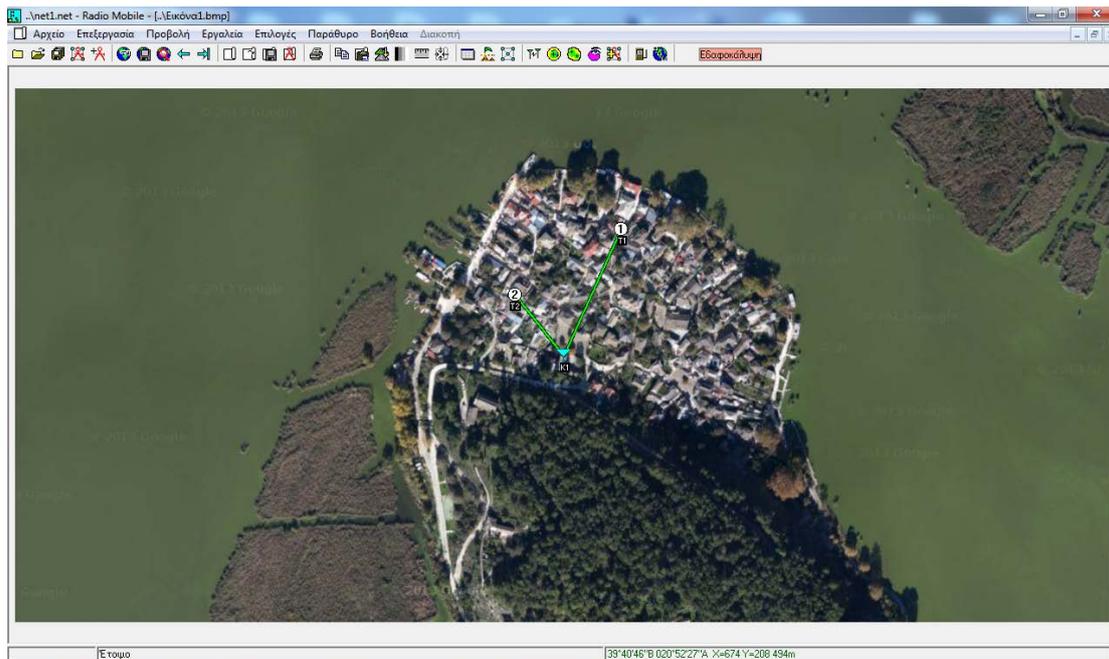
Εικόνα 29. Ραδιοζεύξη K1 με T1

Απ' ότι βλέπουμε η γραμμή είναι πράσινη, οπότε έχουμε κανονική επικοινωνία. Στο παράθυρο αυτό βλέπουμε και άλλες πληροφορίες που αφορούν τους κόμβους και τη μεταξύ τους σύνδεση.

Για να ελέγξουμε τη σύνδεση και για τον T2, στα δεξιά του παραθύρου αλλάζουμε το T1 σε T2. Πάλι η σύνδεση είναι εφικτή.

Με αυτό τον τρόπο ελέγχουμε όσους σταθμούς μπαίνουν στο σύστημά μας.

Από το μενού Προβολή → Εμφάνιση Δικτύων βλέπουμε τις συνδέσεις των κόμβων στο χάρτη, όπως στην *Εικόνα 30*.



Εικόνα 30. Ραδιοζεύξη K1 με T1 και T2

Με τον παραπάνω τρόπο μπορούμε να τοποθετήσουμε όσους κόμβους θέλουμε στο δίκτυο, και σε όποιο σημείο θέλουμε ώστε να ελέγξουμε την πρόσβασή τους στο δίκτυο. Γνωρίζουμε εκ των προτέρων τη μορφολογία του εδάφους του νησιού και ξέρουμε ότι η πρόσβαση είναι εφικτή από οποιοδήποτε μέρος, όπως φαίνεται και στην *Εικόνα 27*. Τα σημεία που δεν καλύπτει η κεραία, είναι δασώδη, δεν είναι επισκέψιμα από τους τουρίστες και ασφαλώς δεν θα περίμενε κανείς wifi, στη μέση του δάσους.

5. OPNET

5.1 Εισαγωγή

Το Opnet είναι μια εταιρία λογισμικού, η οποία παρέχει πληροφορίες σχετικά με την απόδοση δικτύων υπολογιστών και των εφαρμογών τους. Το Opnet είναι το μεταπτυχιακό πρόγραμμα του Alain Cohen's, ο οποίος μαζί με τον αδερφό του Marc και το συμμαθητή του Steven Baraniuk, αποφάσισαν να το εμπορευματοποιήσουν.³⁵

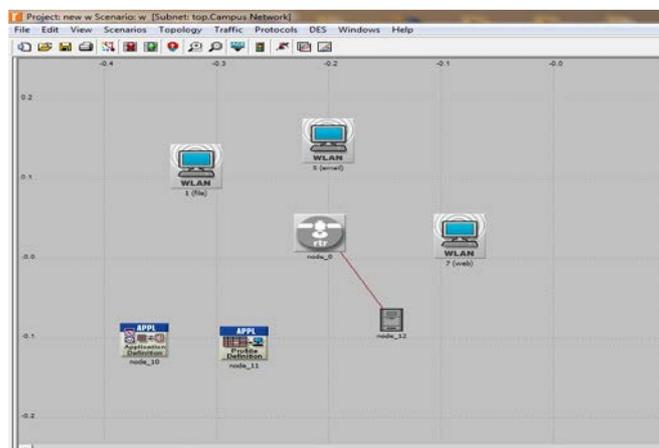
Στην εργασία μας θα χρησιμοποιήσουμε την έκδοση academic, και συγκεκριμένα το Riverbed Modeler Academic Edition 17.5, το οποίο κατεβάσαμε από τη σελίδα <http://riverbed-modeler-academic-edition.software.informer.com/17.5/>, γιατί είναι δωρεάν.

5.2 Εφαρμογή για το νησί

Αρχικά, με το opnet, θα δημιουργήσουμε ένα νέο project, που θα αφορά το δίκτυο στο νησάκι. Έτσι το ονομάσαμε w → create empty scenario → campus (x: 0.8km, y: 0.5km, απόσταση που πήραμε από την παράγραφο 2.1, για την περιοχή που θέλουμε να καλύψουμε) → wireless_lan_adv. Στη συνέχεια θα τοποθετήσουμε τους κόμβους στο δίκτυο.

Για το σενάριό μας θα χρησιμοποιήσουμε 3 υποτιθέμενους χρήστες οι οποίοι θα εκτελούν τριών ειδών διεργασίες.

Από την παλέτα Object Pallette Tree και το φάκελο wireless_lan_adv, επιλέγουμε wlan_ethernet_router_adv, 3 wlan_wkstn_adv, 1 application config, 1 Profile config, και από το φάκελο Ethernet, 1 Ethernet server και το καλώδιο που συνδέει router-server, 100Base T. Η σύνθεση του δικτύου φαίνεται στην *Εικόνα 31*.

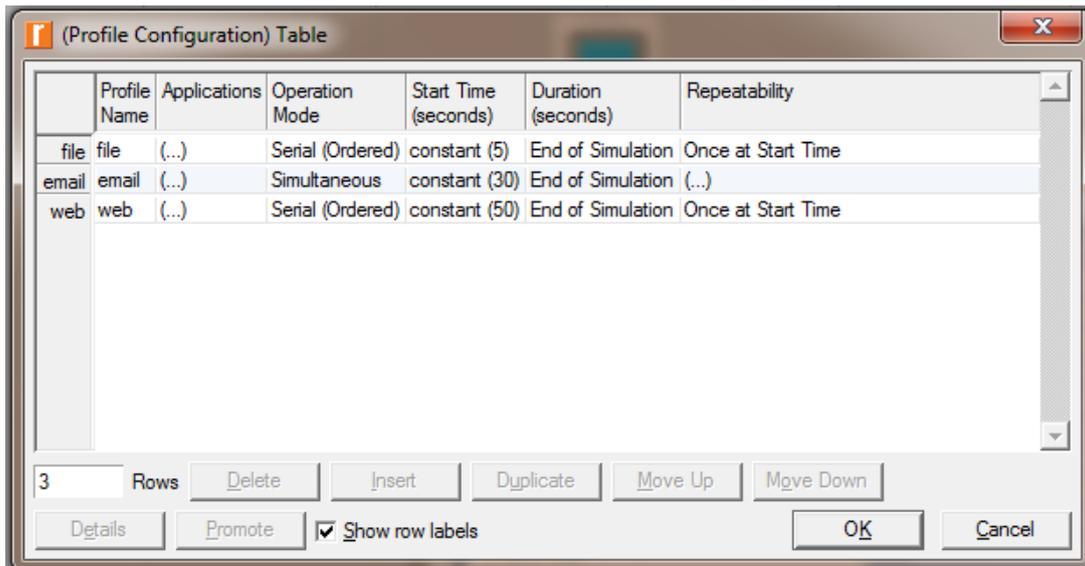


Εικόνα 31. Δίκτυο στο νησί

Θα δώσουμε τώρα παραμέτρους στα μέλη του δικτύου.

Application config: Δεξί κλικ → Edit Attributes → Application Definition: Default.

Profile config: Δεξί κλικ → Edit Attributes → Profile Configuration → Edit → Number of Rows: 3, εδώ θα ορίσουμε 3 προφίλ, τα οποία θα κάνουν 3 διαφορετικές διεργασίες, στη συνέχεια θα επιλέξουμε για τους κόμβους 1 από αυτά τα προφίλ. Ο τρόπος με τον οποίο ορίζονται φαίνεται στην Εικόνα 32.

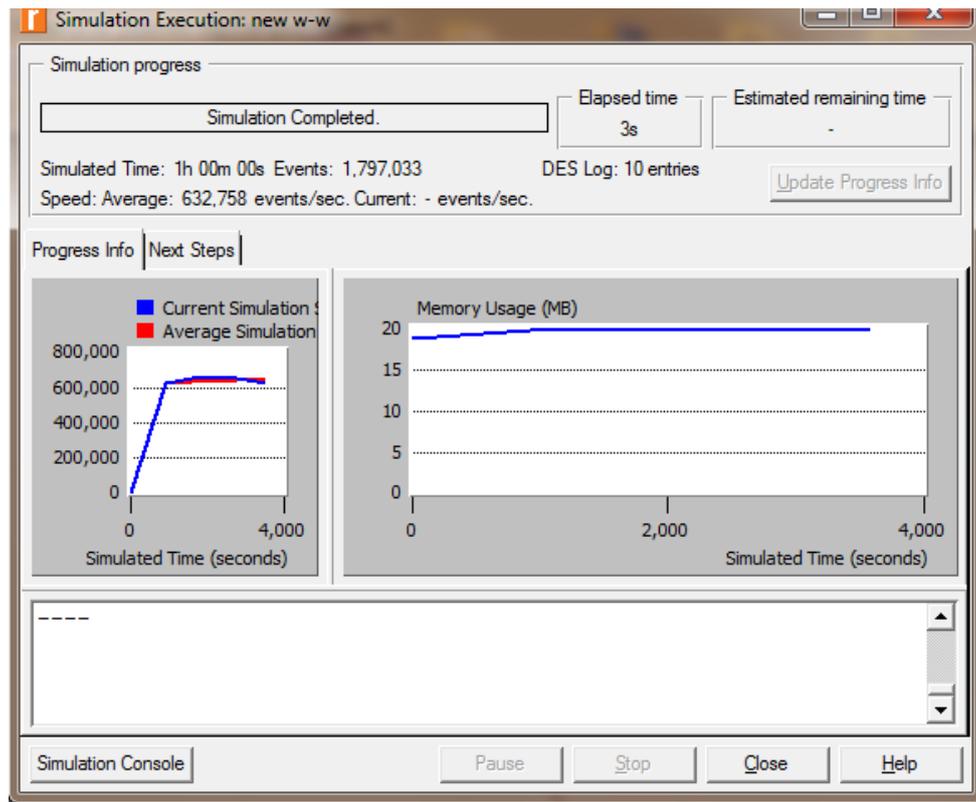


Εικόνα 32. Profile Configuration

Επιλέγουμε τώρα τους κόμβους, Δεξί κλικ → Edit Attributes → Applications → Application Supported Profiles. Για τον πρώτο κόμβο επιλέγουμε το προφίλ File, για τον δεύτερο το προφίλ email και για τον τρίτο το προφίλ Web.

Για να τρέξουμε τώρα το σενάριο, θα πρέπει να επιλέξουμε ποια στοιχεία θέλουμε να ελέγξουμε. Έτσι, κάνουμε δεξί κλικ κάπου στην επιφάνεια και επιλέγουμε Choose Individual DES Statistics. Εκεί, στο Global Statistic, από το φάκελο Email: Traffic Received (packets/sec) και Traffic Sent (packets/sec), από το φάκελο Ethernet: Delay, από το φάκελο Ftp: Traffic Received (packets/sec) και Traffic Sent (packets/sec), από το φάκελο HTTP: Traffic Received (packets/sec) και Traffic Sent (packets/sec). Με αυτά τα στοιχεία μπορούμε να ελέγξουμε τη ροή πακέτων στους κόμβους για τις αντίστοιχες διεργασίες καθώς και την καθυστέρηση που έχουμε στο Ethernet. Θα ελέγξουμε, ακόμα, την καθυστέρηση και τη ροή στο Router. Έτσι, επιλέγοντάς το κάνουμε δεξί κλικ → Choose Individual DES Statistics και επιλέγουμε από το φάκελο Wireless Lan: Delay(sec) και Throughput (bits/sec).

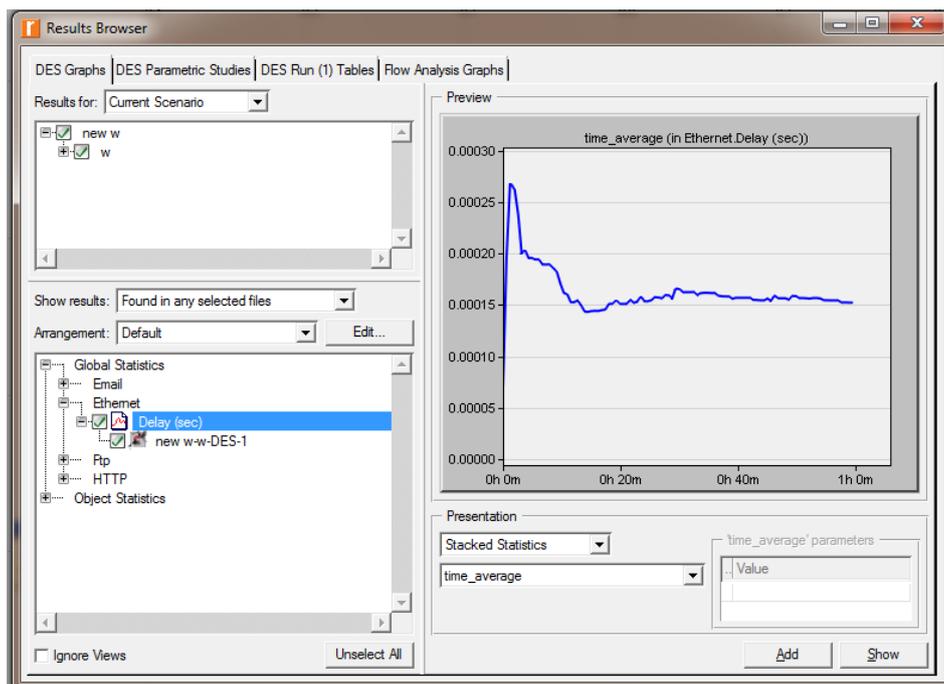
Τα στοιχεία που συλλέγουμε είναι ανά ώρα και φαίνονται στην *Εικόνα 33*.



Εικόνα 33. Προσομοίωση σεναρίου

Το πρώτο πράγμα που παρατηρούμε από την προσομοίωση είναι οι απαιτήσεις που έχει το δίκτυο σε μνήμη, οι οποίες κυμαίνονται στα 20MB.

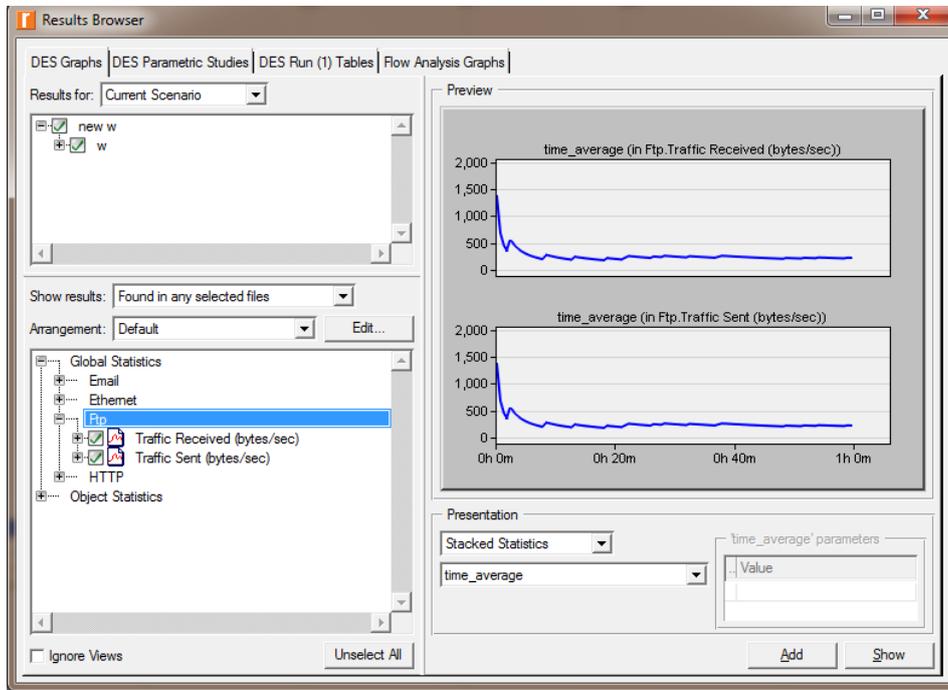
Το επόμενο βήμα είναι να δούμε τα στοιχεία αναλυτικά. Τα αποτελέσματα που θα δούμε είναι σε συνάρτηση με το χρόνο.



Εικόνα 34. Καθυστέρηση Ethernet

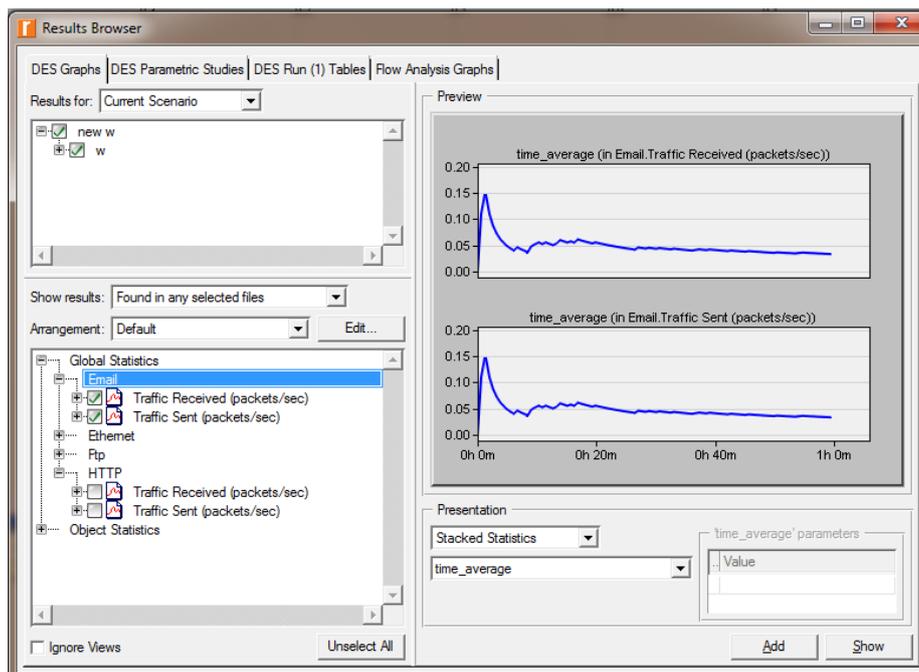
Στην *Εικόνα 34*, βλέπουμε την καθυστέρηση που υπάρχει στο ενσύρματο δίκτυο σε συνάρτηση με το χρόνο. Το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό και μας ενθαρρύνει να συνεχίσουμε.

Θα δούμε τώρα την κίνηση πακέτων που υπάρχει στους κόμβους, όσον αφορά την αποστολή και λήψη αρχείων.

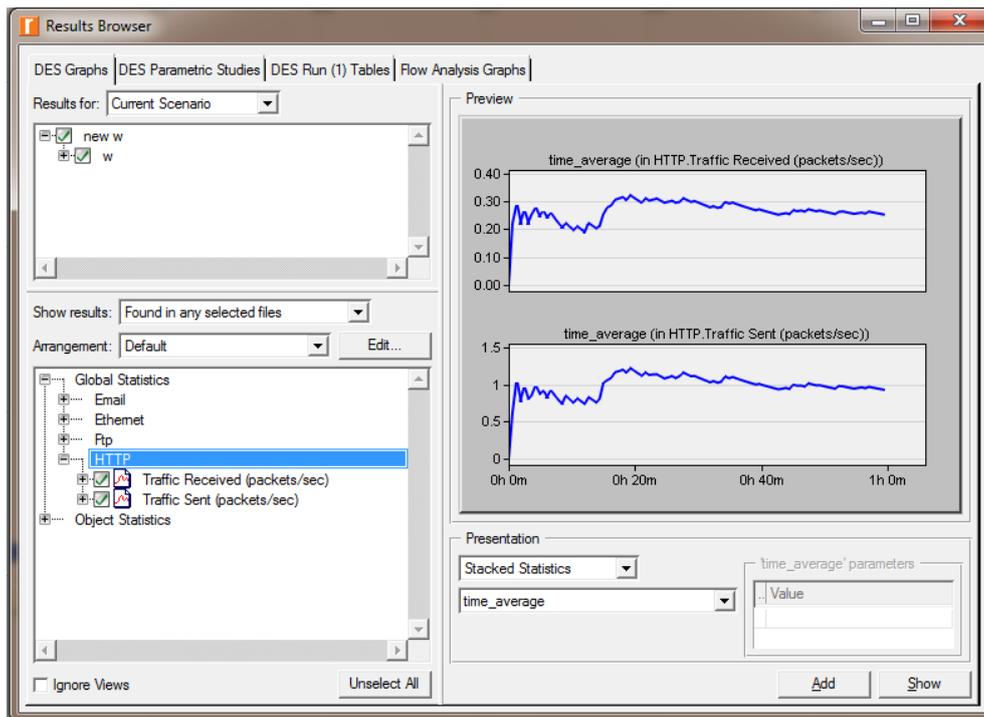


Εικόνα 35. Ftp Traffic

Στη συνέχεια, θα δούμε την κίνηση για την αποστολή και λήψη Email (*Εικόνα 36*), και την αποστολή και λήψη για το HTTP (*Εικόνα 37*).



Εικόνα 36. Email Traffic



Εικόνα 37.HTTP Traffic

Οι παραπάνω μετρήσεις μας επιτρέπουν να πούμε ότι το δίκτυό μας μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των χρηστών αρκετά ικανοποιητικά. Συνεπώς, η δημιουργία ενός δικτύου είναι αποτελεσματική, όσον αφορά τις απαιτήσεις των χρηστών.

6. Συμπέρασμα

Η δημιουργία δικτύου στο νησάκι είναι εφικτή και με μικρό κόστος. Η κεραία που χρησιμοποιήσαμε μπορεί να δώσει πρόσβαση στο διαδίκτυο σε οποιαδήποτε γωνιά του νησιού.

Από τα πειράματα που διεξήγαμε αποδείξαμε ότι ανταποκρίνεται επιτυχώς στις απαιτήσεις των χρηστών. Το πείραμα στο Ornet, είναι μόνο ένα δείγμα των δυνατοτήτων του δικτύου, για τους πιο απαιτητικούς το Ornet προσφέρεται και για περαιτέρω ανάλυση.

Η εποχή μας, επιβάλλει τη δικτύωση σε οποιαδήποτε περιοχή της Ελλάδας, πόσο μάλλον των τουριστικών περιοχών, που είναι μάλιστα «πρόσφορες» προς δικτύωση, αφού οι γεωγραφικές συνθήκες μας το επιτρέπουν. Ένα τέτοιο δίκτυο, θα χρειαζόταν ενδεχομένως, επέκταση και ίσως και κάποιους αναμεταδότες, αν το έδαφος ήταν δύσβατο.

Μάλιστα, μπορούμε να συνδέσουμε το δίκτυό μας με το ασύρματο δίκτυο Ιωαννίνων, το οποίο διαθέτει έναν κόμβο στην περιοχή Λιγκιάδες, απέναντι από το νησί. Αυτό βέβαια απαιτεί την έγκριση από τον δημιουργό του Ασύρματου Δικτύου Ιωαννίνων.



Εικόνα 38.

7. Βιβλιογραφία

1. http://www.artivist.gr/paradosiakoi-oikismoi-stin-ellada/#.U5bJnHJ_shw
2. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF
3. http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/Radio_Communications/Rights_Of_Use/FAQ_WirelessNetworks.html
4. <http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/806/asyrmata%20diktya.pdf?sequence=2>
5. http://www.smarteck.gr/info_wlan.html
6. http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2011-0128/DT2011-0128.pdf
7. <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/5750/1/%CE%94%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%20-%20%CE%99%CF%83%CE%BC%CE%B1%CE%AE%CE%BB%20%CE%99%CF%89%CF%83%CE%AE%CF%86%20-%206177.pdf>
8. https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0CDsQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.icsd.aegean.gr%2Fwebsite_files%2Fproptyxiako%2F646068771.ppt&ei=mwuYU4yTH6X40qXV4IGQBg&usg=AFQjCNG1fRcavhPZmE-fp5zx4kaJ2eZyEw&bvm=bv.68693194,d.d2k
9. http://www.megisti.gr/pdf_files/caseSt_megisti.pdf
10. <http://windows.microsoft.com/el-gr/windows-vista/what-is-a-network-bridge>
11. <https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0CEcQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.icbnet.ntua.gr%2Fwebsite%2FMathimata%2FBroadband%2FWLAN.ppt&ei=AuubU9HiHhOp29qlgG&usg=AFQjCNEgKa6QKPyKE8m3ggEK33o9va7SAQ&bvm=bv.68911936,d.d2k>
12. <http://www.cs.uoi.gr/~epap/asurmata/downloads/lect2.pdf>
13. http://de.teikav.edu.gr/telematics/pdf/3o_Meros_Asymmata_thlematikh.pdf
14. <https://www.ceid.upatras.gr/webpages/faculty/alexiou/ahts/notes/kef09.pdf>
15. http://en.wikipedia.org/wiki/Omnidirectional_antenna
16. <http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/806/asyrmata%20diktya.pdf?sequence=2>
17. http://en.wikipedia.org/wiki/Omnidirectional_antenna
18. https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fartemis.cslab.ntua.gr%2Fel_thesis%2Fartemis.ntua.ece%2FDT2008-0213%2FDT2008-0213.doc&ei=1IHmU9qNloHZ0QXJjoDoDA&usg=AFQjCNF1lrMH7_JtwG1FGP7842kc1WXvoA&bvm=bv.72676100,d.d2k
19. <http://www.angelfire.com/alt/argostoliwireless/antennas.html>
20. https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fartemis.cslab.ntua.gr%2Fel_thesis%2Fartemis.ntua.ece%2FDT2008-0213%2FDT2008-0213.doc&ei=1IHmU9qNloHZ0QXJjoDoDA&usg=AFQjCNF1lrMH7_JtwG1FGP7842kc1WXvoA&bvm=bv.72676100,d.d2k
21. <http://www.angelfire.com/alt/argostoliwireless/antennas.html>
22. http://de.teikav.edu.gr/telematics/pdf/3o_Meros_Asymmata_thlematikh.pdf
23. https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=15&cad=rja&uact=8&ved=0CDYQFjAEOAo&url=http%3A%2F%2Fru6.cti.gr%2Fbouras%2Fergasies%2Ffoithehs%2F148_keraies.doc&ei=WYziU9qqDoHZ0QWVw4DYBQ&usg=AFQjCNGxHBB2DGyjLk6GcMC1QdYrNu8UnQ&bvm=bv.72197243,d.d2k
24. <http://en.wikipedia.org/wiki/Beamwidth>
25. http://www.icsd.aegean.gr/website_files/proptyxiako/914945153.pdf
26. http://www.eeae.gr/gr/index.php?menu=0&fvar=html/president/_info_radiation_mi
27. <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>
28. <http://www.awmn.net/showthread.php?t=8916>
29. <http://www.its.bldrdoc.gov/resources/radio-propagation-software/itm/itm.aspx>
30. <http://radiomobile.pe1mew.nl/>
31. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>
32. <http://www.pizon.org/radio-mobile-tutorial/creating-a-map.html>
33. <http://www.pizon.org/radio-mobile-tutorial/systems-and-networks.html>

34. http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_Packet_Reporting_System
 35. <http://en.wikipedia.org/wiki/OPNET>

8. Πίνακας Εικόνων

| | |
|------------------|---|
| Εικόνα Εξωφύλλου | http://news.dsyste.com.br/1800/principais-inimigos-da-sua-rede-wireless.html |
| Εικόνα 1 | http://westinfo.gr/%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CE%B1%CF%84%CE%B1/nisi-ioanninon/ |
| Εικόνα 2 | http://westinfo.gr/%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CE%B1%CF%84%CE%B1/nisi-ioanninon/ |
| Εικόνα 3 | http://www.broadbandspeedchecker.co.uk/guides/improve_wireless_internet_speed.aspx |
| Εικόνα 4 | http://lavalink.com/wp-content/uploads/2012/09/ad_hoc_infrastructure.jpg |
| Εικόνα 5 | http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/5750/1/%CE%94%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%20-%20%CE%99%CF%83%CE%BC%CE%B1%CE%AE%CE%BB%20%CE%99%CF%89%CF%83%CE%AE%CF%86%20-%206177.pdf |
| Εικόνα 6 | http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/5750/1/%CE%94%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%20-%20%CE%99%CF%83%CE%BC%CE%B1%CE%AE%CE%BB%20%CE%99%CF%89%CF%83%CE%AE%CF%86%20-%206177.pdf |
| Εικόνα 7 | http://titan.deis.unical.it/titan/files/pask/mesh-arch.JPG |
| Εικόνα 8 | http://2.bp.blogspot.com/-iganb-w0fNw/UZ1SuEjZ61I/AAAAAAAAWKE/h2lbrQptT9U/s1600/%CE%9C%CE%95%CE%A4%CE%91%CE%94%CE%9F%CE%A3%CE%97+%CE%9A%CE%91%CE%99+%CE%9B%CE%97%CE%A8%CE%97+%CE%A3%CE%97%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%A9%CE%9D(7).jpg |
| Εικόνα 9 | http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-624439435-antena-omnidirecional-25dbi-internet-wireless-via-radio-_JM#redirectedFromParent |
| Εικόνα 10 | http://www.longrangelocators.com/forums/showthread.php?t=18954 KAI http://pixshark.com/bidirectional-antenna.htm |
| Εικόνα 11 | http://www.air-stream.org/files/directional.png |
| Εικόνα 12 | http://joro.me/technologies/3d-cinema-technologies/ |
| Εικόνα 13 | http://en.wikipedia.org/wiki/Beamwidth |
| Εικόνα 14 | http://computers.xpatit.gr/268-OMNI/1476-TP-LINK-TL-ANT2415D-2.4GHz-15dBi-Outdoor-Omni-directional-Antenn.html |
| Εικόνα 15 | http://planet-shop.gr/planet-wnap-6308.html |
| Εικόνα 16 | http://www.plaisio.gr/periferiaka-othones/diktya/adsl-modem-router/Turbo-X-Wi-less-150N-ADSL2-Modem-Router.htm |
| Εικόνα 38 | http://myemail.constantcontact.com/-Recreation-VBS-2013---announcing-the-summer-dates-.html?soid=1108940524117&aid=fiV6C8KgDkM |