

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΟΣ
ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ
ΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΙΚΩΝ ΕΣΤΙΩΝ ΣΤΗΝ
ΔΟΜΠΟΛΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΦΙΛΙΠΠΟΥ
ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΚΑΡΑΝΤΖΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΛΙΑΡΟΚΑΠΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

2015

Περίληψη.

Τα τελευταία χρόνια λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης των φορητών συσκευών δικτύωσης παρατηρήθηκε μεγάλη ζήτηση των ασυρμάτων δικτύων. Τα ασύρματα δίκτυα παρέχουν δικτυακές υπηρεσίες σε διαφορετικούς χώρους και περιβάλλοντα. Τα χαρακτηριστικά του κάθε χώρου καθώς και οι ανάγκες των χρηστών καθορίζουν τις λειτουργικές απαιτήσεις οι οποίες πρέπει να λάβουμε υπόψη μας κατά το σχεδιασμό του δικτύου.

Σκοπός του έργου αυτού είναι η παροχή Ασύρματης πρόσβασης σε όλους τους χρήστες της φοιτητικής εστίας Ιωαννίνων, με στόχο την προώθηση της ευρυζωνικότητας και των σχετικών τεχνολογιών.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα γίνει ανάπτυξη των τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση ενός ασύρματου δικτύου καθώς και αναφορά στους διάφορους τύπους δικτύων και τα μέσα μετάδοσης τους. Θα αναφέρουμε επίσης πρωτόκολλα τα οποία μας επιτρέπουν την επικοινωνία, την σύνδεση και την ανάλυση των δικτύων καθώς και τεχνολογίες που μας επιτρέπουν να προσαρμόσουμε τα δίκτυα στις ανάγκες του κάθε χρήστη.

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 ^ο Δίκτυα Υπολογιστών.....	4
1.1 Δίκτυα και κατηγοριοποίηση δικτύων υπολογιστών.....	4
1.2 Κατηγοριοποίηση Δικτύων.....	5
1.3 Μέσα Μετάδοσης.....	7
1.4 Ενσύρματα μέσα μετάδοσης.....	7
1.4.1 Χάλκινο Καλώδιο.....	7
1.4.2 Συνεστραμμένα Ζεύγη Καλωδίων.....	9
1.4.3 Ομοαξονικά Καλώδια.....	10
1.4.4 Οπτικές Ίνες.....	11
1.5 Ασύρματα μέσα μετάδοσης.....	13
1.5.1 Επίγειες μικροκυματικές ζεύξεις.....	14
1.5.2 Δορυφορικές μικροκυματικές ζεύξεις.....	14
1.5.3 Υπέρυθρες Ακτίνες.....	15
1.5.4 Φως από λέιζερ.....	15
1.6 Ασύρματα Δίκτυα Η/Υ.....	16
1.6.1 Τρόπος Λειτουργίας WLANs.....	17
1.6.2 Πλεονεκτήματα των ασύρματων τοπικών δικτύων.....	18
1.6.3 Εξοπλισμός.....	19
1.6.4 Ακτίνα κάλυψης και επιδόσεις ασύρματων τοπικών δικτύων.....	20
1.7 Δίκτυα Πλέγματος Mesh.....	21
1.7.1 Αρχιτεκτονική.....	21
1.7.2 Διαχείριση.....	22
Κεφάλαιο 2 ^ο Πρωτόκολλα.....	23
2.1 Διαδικτυακό πρωτόκολλο.....	23
2.2 Πρωτόκολλο δυναμικής διεύθυνσης υπολογιστών υπηρεσίας (DHCP).....	24
2.2.1 Βελτιστοποιήσεις στο DHCP.....	26
2.3 Τεχνολογία μετάφρασης διευθύνσεων.....	26
2.4 Πρωτόκολλο ανάλυσης διευθύνσεων (ARP).....	28
2.5 Ασύρματο Σύστημα Διανομής(WDS).....	29
2.5.1 Τεχνική.....	31
2.5.2 Μειονεκτήματα του WDS.....	31

Κεφάλαιο 3 ^ο Εφαρμογή προσομοίωσης δικτύων Opnet.	32
3.1 Τι είναι το OPNET.	32
3.2 Περιβάλλον εργασίας του OPNET.	32
3.3 Δημιουργία τοπολογίας δικτύου.	36
3.4 Προσομοίωση τοπολογίας δικτύου και αποτελέσματα.....	38
3.5 Συμπεράσματα.	40
Κεφάλαιο 4 ^ο Τεχνική Μελέτη.	41
4.1 Τεχνική μελέτη και προϋποθέσεις.....	41
4.2 Εξοπλισμός και χαρακτηριστικά.....	42
4.3 Εγκατάσταση Εξοπλισμού.	45
4.3.1 DHCPserver.....	46
Κεφάλαιο 5 ^ο Προβλήματα εγκατάστασης.	52
5.1 Προβλήματα κατά την εγκατάσταση.....	52
5.2 Μετρήσεις-Απόδοση.	53
Βιβλιογραφία.	58

Κεφάλαιο 1^ο Δίκτυα Υπολογιστών.

1.1 Δίκτυα και κατηγοριοποίηση δικτύων υπολογιστών.

Δίκτυο είναι ένα σύνολο ανεξάρτητων υπολογιστικών συστημάτων που συνδέονται μεταξύ τους και έχουν την δυνατότητα να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να εκμεταλλεύονται κοινούς πόρους υλικού και λογισμικού. Το πιο γνωστό δίκτυο είναι το τηλεφωνικό δίκτυο, που σχεδιάστηκε για να μεταδίδει φωνή. Σήμερα υπάρχουν διάφορων ειδών δίκτυα με υπολογιστές ή υπολογιστικά συστήματα οι χρήστες των οποίων έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν τους πόρους τους(εκτυπωτές, προγράμματα, δεδομένα κλπ)ή να ανταλλάσσουν πληροφορίες που μπορεί να έχουν τη μορφή εικόνας, ήχου, γραφικών, δεδομένων, κινούμενης εικόνας κλπ.. Η μεταδιδόμενη πληροφορία συνήθως έχει ψηφιακή μορφή και αποτελείται από ακολουθίες 0 και 1[3].

Είναι χρήσιμα τα δίκτυα σήμερα; Τα δίκτυα είναι από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες περιοχές τεχνολογίας. Στην ανάπτυξη αυτή συντελεί η εξέλιξη στο χώρο των υπολογιστών και των επικοινωνιών, από τη μια πλευρά και η αύξηση της παραγωγικότητας στο χώρο εφαρμογής τους από την άλλη. Τα πλεονεκτήματα χρήσης δικτύων μπορούμε να τα εξετάσουμε από την οπτική γωνία των εταιριών και των ανθρώπων.

Τα δίκτυα για εταιρίες, ουσιαστικά πρόκειται για δίκτυα οργανισμών, εταιριών, εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, κλπ με υπολογιστές διασκορπισμένους μερικές φορές γεωγραφικά σε μεγάλες αποστάσεις, τα οποία παρέχουν στους χρήστες του:

- Πρόσβαση και καταμερισμό στους πόρους.
- Αξιοπιστία δεδομένων.
- Οικονομία στην χρήση της πληροφορίας.
- Επικοινωνία (ως μέσω επικοινωνίας).

Με την ανάπτυξη των υπολογιστών, τη μείωση του κόστους τους και την είσοδο των προσωπικών υπολογιστών στις κατοικίες, τα δίκτυα γίνονται περισσότερο δημοφιλή αφού παρέχουν υπηρεσίες όπως:

- Πρόσβαση σε απομακρυσμένη πληροφορία.
- Επικοινωνία πρόσωπο με πρόσωπο.
- Διασκέδαση και αλληλεπίδραση.

1.2 Κατηγοριοποίηση Δικτύων.

Τα Δίκτυα ηλεκτρονικών υπολογιστών χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Ανάλογα με το φυσικό μέσω διασύνδεσης χωρίζονται σε Ενσύρματα και Ασύρματα.
- Ανάλογα με τον τρόπο πρόσβασης σε αυτά σε Ιδιωτικά και Δημόσια.
- Ανάλογα με την γεωγραφική κάλυψη σε Τοπικά(LAN και WLAN), Μητροπολιτικά(MAN και WMAN), Ευρείας κάλυψης(WAN και WWAN), όπου το W ανταποκρίνεται στον ασύρματο τρόπο σύνδεσης (Wireless).

Τα τοπικά δίκτυα(local area network που συνήθως αποκαλούνται **LAN**)είναι ιδιωτικά δίκτυα τα οποία βρίσκονται μέσα σε ένα μόνο κτίριο ή κτηριακό συγκρότημα, ή σε μια έκταση με μέγεθος μέχρι λίγα χιλιόμετρα [1]. Χρησιμοποιούνται ευρέως για την διασύνδεση προσωπικών υπολογιστών και σταθμών εργασίας σε γραφεία και εργοστάσια εταιριών, με στόχο την κοινοχρησία πόρων(πχ εκτυπωτών) και την ανταλλαγή πληροφοριών. Τα δίκτυα LAN διακρίνονται από τα άλλα είδη δικτύων με βάση τρία χαρακτηριστικά τους:

1. Το μέγεθος τους.
2. Την τεχνολογία μετάδοσης τους.
3. Την τοπολογία.

Τα δίκτυα LAN έχουν περιορισμένο μέγεθος, γεγονός που σημαίνει ότι ο χρόνος μετάδοσης στην χειρότερη περίπτωση βρίσκεται εντός συγκεκριμένων ορίων και είναι γνωστός εκ των προτέρων. Η γνώση αυτού του ορίου μας δίνει την δυνατότητα χρήσης μεθόδων σχεδίασης που διαφορετικά δεν θα ήταν εφικτές. Απλοποιεί επίσης και την διαχείριση του δικτύου.

Τα δίκτυα LAN μπορεί να χρησιμοποιούν μια τεχνολογία μετάδοσης η οποία συνίσταται σε ένα καλώδιο όπου είναι συνδεδεμένες όλες οι μηχανές. Τα παλαιότερα δίκτυα LAN έχουν ταχύτητες από 10 Mbps έως 100 Mbps, έχουν χαμηλή καθυστέρηση(μικροδευτερόλεπτα ή

νανοδευτερόλεπτα) και παρουσιάζουν πολύ λίγα σφάλματα. Τα πιο πρόσφατα δίκτυα LAN λειτουργούν μέχρι και 10 Gbps.

Ένα μητροπολιτικό δίκτυο (metropolitan area network ή **MAN**) είναι ένα δίκτυο υπολογιστών που συνήθως καλύπτει μια πόλη ή μια πανεπιστημιούπολη. Ένα MAN συνήθως συνδέει μεταξύ τους τοπικά δίκτυα υπολογιστών (LANs) χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο κορμού (backbone technology) υψηλού εύρους ζώνης, όπως οι οπτικές ίνες και παρέχει διασυνδέσεις προς δίκτυα ευρείας περιοχής ή το Διαδίκτυο. Ένα MAN προορίζεται για μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές σε σχέση με ένα LAN, από πολλά τετράγωνα με κτίρια, μέχρι ολόκληρες πόλεις. Τα MAN επίσης εξαρτώνται από κανάλια επικοινωνίας με μεσαίο προς υψηλό ρυθμό διαμεταγωγής. Ένα MAN μπορεί να ανήκει και να ελέγχεται από ένα μόνο οργανισμό αλλά συνήθως χρησιμοποιείται από πολλά άτομα και οργανισμούς. Τα MAN μπορούν επίσης να έχουν καθεστώς ιδιοκτησίας και λειτουργίας δημοσίου πόρου. Συχνά προσφέρουν τον τρόπο διασύνδεσης τοπικών δικτύων [1][2].

Το δίκτυο ευρείας περιοχής (wide area network), ή δίκτυο **WAN** εκτείνεται σε μια μεγάλη γεωγραφική περιοχή, όπως μια χώρα ή μια ήπειρο. Το δίκτυο WAN περιέχει ένα σύνολο μηχανών που προορίζονται για την εκτέλεση των προγραμμάτων των χρηστών (δηλαδή των εφαρμογών). Ακολουθώντας την παραδοσιακή ορολογία θα ονομάσουμε αυτές τις μηχανές υπολογιστές υπηρεσίας (hosts) [1]. Οι υπολογιστές υπηρεσίας διασυνδέονται με ένα υποδίκτυο επικοινωνίας (communication subnet) ή για συντομία υποδίκτυο. Οι υπολογιστές υπηρεσίας (για παράδειγμα, οι προσωπικοί υπολογιστές των χρηστών) ανήκουν στους πελάτες, ενώ το υποδίκτυο επικοινωνίας ανήκει συνήθως και η διαχείριση του γίνεται από μια τηλεφωνική εταιρία ή ένα φορέα παροχής υπηρεσιών internet. Η δουλειά του υποδικτύου να μεταφέρει μηνύματα ανάμεσα στους υπολογιστές υπηρεσίας, ακριβώς όπως το τηλεφωνικό σύστημα μεταφέρει λέξεις από τον ομιλητή στον ακροατή. Ο διαχωρισμός των καθαρά επικοινωνιακών θεμάτων του δικτύου (το υποδίκτυο) από τα θέματα των εφαρμογών (τους υπολογιστές υπηρεσίας) απλοποιεί σημαντικά τη συνολική σχεδίαση του δικτύου.

1.3 Μέσα Μετάδοσης.

Στο χαμηλότερο επίπεδο, όλες οι επικοινωνίες των υπολογιστών συνίστανται στην κωδικοποίηση δεδομένων σε μια μορφή ενέργειας και στην αποστολή της ενέργειας αυτής μέσω κάποιου μέσου μετάδοσης [2]. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιείται ηλεκτρικό ρεύμα για τη μεταφορά δεδομένων μέσω συρμάτων, ή ραδιοκύματα για τη μεταφορά δεδομένων μέσω του αέρα. Επειδή η κωδικοποίηση και η αποκωδικοποίηση των δεδομένων πραγματοποιούνται από συσκευές υλικού που είναι προσαρτημένες στον υπολογιστή, οι προγραμματιστές και οι χρήστες δε χρειάζονται να γνωρίζουν τις λεπτομέρειες του τρόπου μετάδοσης των δεδομένων. Επειδή όμως ένας σημαντικός ρόλος του λογισμικού επικοινωνίας είναι να χειρίζεται τα σφάλματα και τις βλάβες που παρουσιάζονται στο υλικό, η κατανόηση του λογισμικού απαιτεί γνώση μερικών βασικών εννοιών της μετάδοσης δεδομένων. Τα μέσα μετάδοσης αποτελούν το φυσικό δρόμο μετάδοσης των δεδομένων της πληροφορίας μεταξύ του πομπού και του δέκτη. Τα μέσα διακρίνονται σε Ενσύρματα όπως τα χάλκινα καλώδια και οι οπτικές ίνες και στα Ασύρματα όπως είναι οι ραδιοδίαυλοι και οι ακτίνες laser. Το καθένα από αυτά, έχει τα δικά του χαρακτηριστικά, ως αναφορά το εύρος ζώνης, την καθυστέρηση, την ταχύτητα μετάδοσης, την ευαισθησία στο θόρυβο, το κόστος ή την ευκολία εγκατάστασης και συντήρησης.

1.4 Ενσύρματα μέσα μετάδοσης.

1.4.1 Χάλκινο Καλώδιο.



Τα συμβατικά δίκτυα υπολογιστών χρησιμοποιούν σύρματα ως κύριο μέσο για τη σύνδεση υπολογιστών, επειδή το σύρμα είναι φθηνό και η εγκατάσταση του εύκολη [2]. Τα δίκτυα υπολογιστών

χρησιμοποιούν σχεδόν αποκλειστικά χάλκινο σύρμα, επειδή η χαμηλή του αντίσταση στο ηλεκτρικό ρεύμα σημαίνει ότι τα σήματα μπορούν να ταξιδεύουν πιο μακριά. Έτσι οι επαγγελματίες των δικτύων μερικές φορές χρησιμοποιούν τον όρο χαλκός ως συνώνυμο του σύρματος. Το είδος των καλωδίων που χρησιμοποιείται στα δίκτυα υπολογιστών επιλέγεται έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί τις παρεμβολές. Οι παρεμβολές παρουσιάζονται επειδή ένα ηλεκτρικό σήμα που ταξιδεύει μέσα από το σύρμα συμπεριφέρεται σαν ένας μικροσκοπικός ραδιοφωνικός σταθμός, το σύρμα εκπέμπει μια μικρή ποσότητα ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, η οποία μπορεί να ταξιδεύει μέσω του αέρα. Επιπλέον, όποτε ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα συναντά ένα άλλο σύρμα παράγει μέσα σε αυτό ένα μικρό ηλεκτρικό ρεύμα. Η ποσότητα του ρεύματος που παράγεται εξαρτάται από το πόσο ισχυρό είναι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα και από τη θέση του σύρματος. Συνήθως τα σύρματα δε βρίσκονται αρκετά κοντά ώστε να αποτελέσουν οι παρεμβολές πρόβλημα. Για παράδειγμα αν δύο σύρματα βρίσκονται το ένα κοντά στο άλλο αλλά σε ορθή γωνία και ένα σήμα περάσει από το ένα από αυτά, το ρεύμα που παράγεται στο άλλο σύρμα είναι σχεδόν ανύπαρκτο. Όταν όμως δύο σύρματα είναι τοποθετημένα το ένα κοντά στο άλλο σε παράλληλη διάταξη, ένα ισχυρό σήμα που στέλνεται μέσα από το ένα σύρμα θα παράγει ένα παρόμοιο σήμα στο άλλο σύρμα. Επειδή οι υπολογιστές δεν μπορούν να διακρίνουν τα σήματα που παράγονται τυχαία από τις κανονικές μεταδόσεις, το παραγόμενο ρεύμα μπορεί να είναι αρκετά ισχυρό ώστε να διαταράξει ή να παρεμποδίσει την κανονική επικοινωνία. Δυστυχώς, το πρόβλημα των παρεμβολών είναι σοβαρό, επειδή τα σύρματα που αποτελούν ένα δίκτυο μετάδοσης δεδομένων πολλές φορές είναι τοποθετημένα παράλληλα με πολλά άλλα σύρματα. Για παράδειγμα, τα σύρματα ενός υπολογιστή μπορεί να βρίσκονται δίπλα στα σύρματα άλλων υπολογιστών ή άλλων δικτύων. Για να ελαχιστοποιηθούν οι παρεμβολές, τα δίκτυα χρησιμοποιούν έναν από τους εξής τρεις τύπους καλωδίων:

1. Μη θωρακισμένο σύστροφο ζεύγος (unshielded twisted pair, UTP)
2. Θωρακισμένο σύστροφο ζεύγος (shielded twisted pair, STP)
3. Ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable)

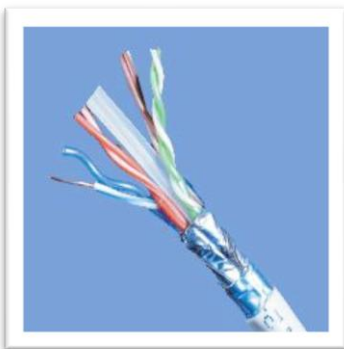
1.4.2 Συνεστραμμένα Ζεύγη Καλωδίων.

1) Μη θωρακισμένο σύστροφο ζεύγος.

Πρόκειται για καλώδιο με 4 ζεύγη αγωγών που χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως στα δίκτυα. Το UTP καλώδιο δεν απαιτεί σταθερό διάστημα μεταξύ των συνδέσεων, πράγμα που είναι απαραίτητο σε άλλες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα με τις συνδέσεις ομοαξονικών καλωδίων. Τα UTP καλώδια είναι κατάλληλα για κοντινές αποστάσεις. Το καλώδιο αυτό έχει ένα διαφανές πλαστικό από πολυεστέρα, το οποίο περιβάλλει τα συνεστραμμένα ζεύγη. Επιπλέον συχνά βρίσκουμε και ένα νηλον κορδόνι από συνθετική ίνα. Στην Ελλάδα τα αθωράκιστα καλώδια γνωρίζουν ιδιαίτερα μεγάλη χρήση [3].



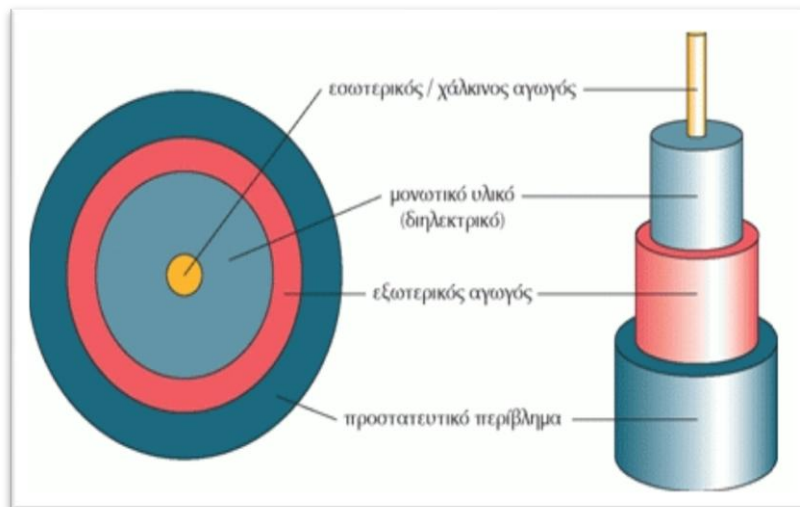
1) Θωρακισμένο σύστροφο ζεύγος.



του καλωδίου [3].

Πρόκειται για θωρακισμένα συνεστραμμένα ζεύγη με μεταλλικό φύλλο (FTP: Foil screened pair). Η θωράκιση γίνεται με χρήση μεταλλικού φύλλου. Έξω από το φύλλο αλουμινίου τοποθετείται ένας αγωγός εκροής (Drain wire). Ο αγωγός εκροής είναι σε συνεχή επαφή με την αγωγίμη επιφάνεια του φύλλου του αλουμινίου, ώστε να έχουμε, μαζί με το μεταλλικό φύλλο μικρότερη δυνατή σύνθετη αντίσταση σε όλο το μήκος

1.4.3 Ομοαξονικά Καλώδια.

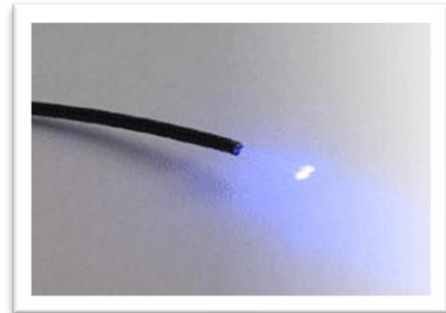


Το ομοαξονικό καλώδιο χρησιμοποιείται επίσης ευρέως στο χώρο των δικτύων αφού λόγω της καλύτερης θωράκισης που έχει είναι κατάλληλο για μεγαλύτερες αποστάσεις σε σχέση με τα δισύρματα καλώδια και επιτυγχάνει μεγαλύτερες ταχύτητες μετάδοσης. Το ομοαξονικό καλώδιο συναντάται με ηλεκτρική αντίσταση των 50 Ohm το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως σε ψηφιακές μεταδόσεις και με 75 Ohm που χρησιμοποιείται για αναλογικές μεταδόσεις(ομοαξονικό καλώδιο ευρείας ζώνης). Το ομοαξονικό καλώδιο αποτελείται από δύο αγωγούς. Ο ένας, ο κεντρικός, είναι από δύσκαμπτο σύρμα και περιβάλλεται από μονωτικό υλικό. Ο εξωτερικός αγωγός σε μορφή πυκνού πλέγματος περιβάλλει το μονωτικό υλικό. Ουσιαστικά δηλαδή, οι δύο αγωγοί έχουν κοινό άξονα. Εξωτερικά υπάρχει μονωτικό και προστατευτικό κάλυμμα [3].

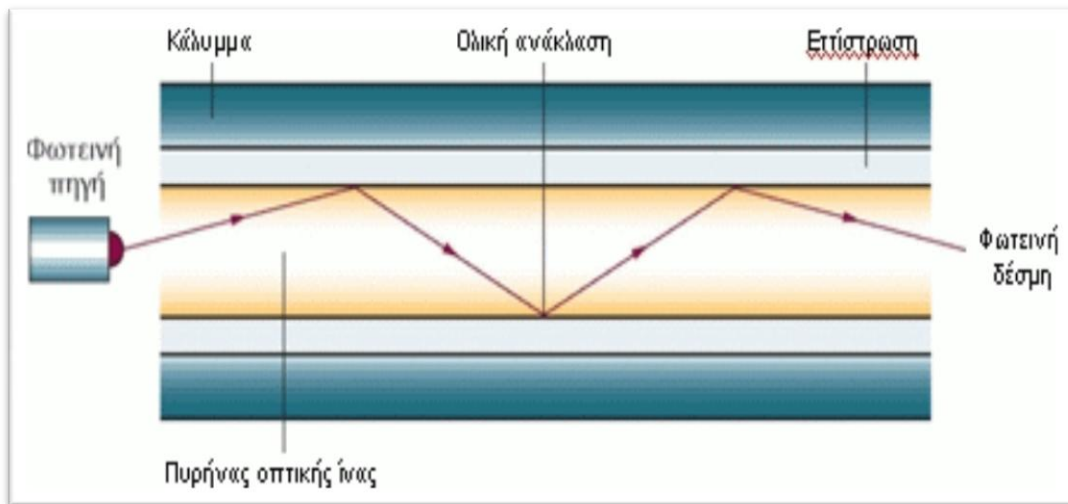
Θεωρείται δύσχρηστο υλικό, όμως παρουσιάζει καλή αντοχή και κυρίως έχει υψηλό εύρος συχνοτήτων(σε καλώδιο 1Km ο ρυθμός μετάδοσης φθάνει τα 1-2Gbps)και για αυτό βρίσκει εφαρμογή στο χώρο των δικτύων, στο τηλεφωνικό σύστημα(παλαιότερα, σήμερα αντικαθιστάται πλέον από την οπτική ίνα), και σε άλλες εφαρμογές όπως καλωδιακή τηλεόραση.

1.4.4 Οπτικές Ίνες.

Για τη μετάδοση των δεδομένων, τα δίκτυα υπολογιστών χρησιμοποιούν επίσης εύκαμπτες ίνες από γυαλί. Το μέσο αυτό, είναι γνωστό ως οπτική ίνα και χρησιμοποιεί φως για την μεταφορά δεδομένων. Η μικροσκοπική ίνα από γυαλί είναι κλεισμένη σε ένα πλαστικό περίβλημα που της επιτρέπει να λυγίζει χωρίς να σπάει. Ένας πομπός στο ένα άκρο της ίνας χρησιμοποιεί μια δίοδο φωτοεκπομπής (light emitting diode , LED) ή μια πηγή λέιζερ για να στέλνει παλμούς φωτός μέσω της ίνας. Ένας δέκτης στην άλλη άκρη χρησιμοποιεί ένα φωτοευαίσθητο τρανζίστορ για να ανιχνεύει τους παλμούς. Οι οπτικές ίνες έχουν τέσσερα κύρια πλεονεκτήματα σε σχέση με τα σύρματα. Πρώτον επειδή χρησιμοποιούν φως, οι οπτικές ίνες δεν προκαλούν ηλεκτρικές παρεμβολές σε άλλα καλώδια, ούτε υφίστανται ηλεκτρικές παρεμβολές οι ίδιες. Δεύτερον, επειδή οι ίνες από γυαλί μπορούν να κατασκευαστούν έτσι ώστε να ανακλούν το περισσότερο φως προς το εσωτερικό, μια ίνα μπορεί να μεταφέρει ένα παλμό φωτός πολύ πιο μακριά από ότι το χάλκινο σύρμα μπορεί να μεταφέρει ένα σήμα. Τρίτον, επειδή το φως μπορεί να κωδικοποιεί περισσότερες πληροφορίες από ότι τα ηλεκτρικά σήματα, μια οπτική ίνα είναι σε θέση να μεταφέρει περισσότερες πληροφορίες από ένα σύρμα. Τέταρτον, αντίθετα από τον ηλεκτρισμό ο οποίος χρειάζεται πάντα ένα ζεύγος συρμάτων τα οποία είναι συνδεδεμένα σε πλήρες κύκλωμα, το φως μπορεί να ταξιδεύει από τον ένα υπολογιστή στον άλλο μέσα από μόνο μία ίνα [2].



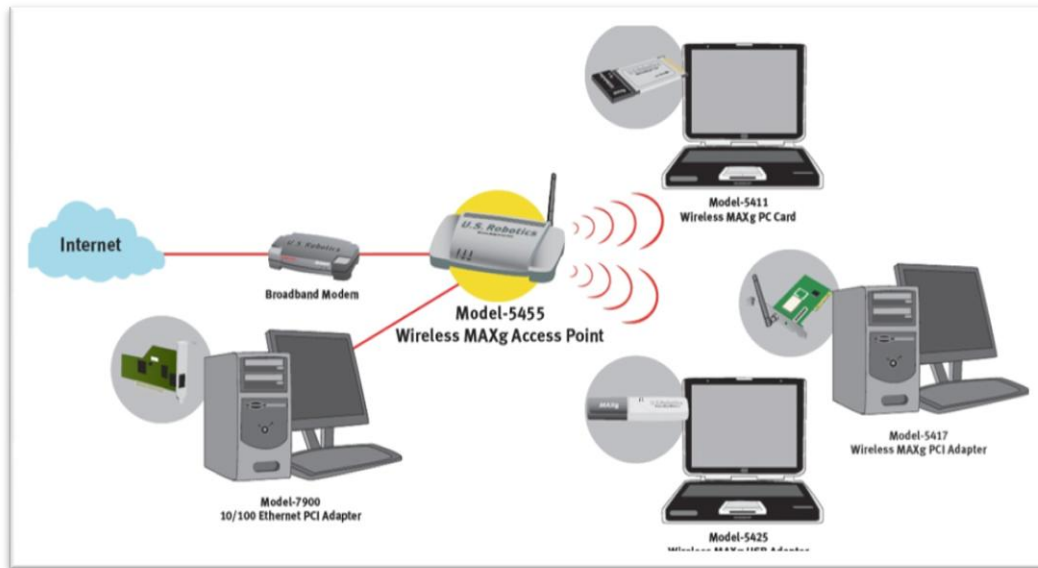
Το φως μεταδίδεται προς μία πάντα κατεύθυνση μέσα από τον πυρήνα της οπτικής ίνας, ο οποίος είναι ένα κυλινδρικό συνεχόμενο νήμα γυαλιού ή πλαστικού. Ο πυρήνας περιβάλλεται από μια μονωτική επικάλυψη και αυτή με τη σειρά της από ένα ειδικό προστατευτικό περίβλημα. Ο πυρήνας και η μονωτική επικάλυψη είναι φτιαγμένοι από υλικά με διαφορετικό δείκτη διάθλασης, έτσι ώστε ο δείκτης ανάκλασης του φωτός στον πυρήνα να είναι λίγο μεγαλύτερος από αυτόν στην επικάλυψη. Αυτό προκαλεί τις συνεχόμενες ανακλάσεις του φωτός μέσα στον κυλινδρικό πυρήνα. Επειδή ο αγωγός από γυαλί είναι μονόπλευρης κατεύθυνσης και προκειμένου να εξασφαλιστεί η μετάδοση και από τα δύο άκρα, το



Εσωτερικό Οπτικής Ίνας.

οπτικό καλώδιο αποτελείται από περισσότερες από μία ανεξάρτητες οπτικές ίνες. Λόγω του ότι κάθε οπτική ίνα είναι πολύ λεπτή και ελαφριά, το οπτικό καλώδιο είναι πολύ λεπτότερο και ελαφρύτερο σε σχέση με τα καλώδια άλλων υλικών κατασκευής. Οι τύποι καλωδίωσης της οπτικής ίνας ποικίλλουν ανάλογα με τα φυσικά τους χαρακτηριστικά και τη χωρητικότητα μετάδοσης. Ανάλογα με το δείκτη ανάκλασης και ορισμένα χαρακτηριστικά της οπτικής διάδοσης οι οπτικές ίνες διακρίνονται σε μονότροπες και πολύτροπες. Επειδή το σύστημα οπτικής μετάδοσης δεν παρουσιάζει παρεμβολές από ηλεκτρικά ρεύματα, η οπτική ίνα έχει δυνατότητα υψηλών ρυθμών μετάδοσης σε πολύ μακρινές αποστάσεις. Έτσι με τη χρήση των οπτικών ινών ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων εκατονταπλασιάστηκε μέσα σε μια δεκαετία ενώ η υπολογιστική ισχύς των υπολογιστών δεκαπλασιάστηκε στο ίδιο χρονικό διάστημα.

1.5 Ασύρματα μέσα μετάδοσης.



Όλα τα δίκτυα δεν συνδέονται με καλώδια. Τα δίκτυα αυτά είναι τα λεγόμενα ασύρματα δίκτυα. Σήμερα όλο και περισσότερα δίκτυα είναι ασύρματα. Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούν τα ραδιοσήματα υψηλής συχνότητας, τις υπέρυθρες ακτίνες ή ακτίνες laser για να επικοινωνούν οι τερματικοί σταθμοί με τον κεντρικό υπολογιστή(ή διακομιστή) ή με τα διάφορα Hubs. Κάθε server και κάθε τερματικός υπολογιστής σε ένα ασύρματο δίκτυο έχει ένα είδος κεραίας πομποδέκτη(transceiver/antena) για να στείλει και λάβει τα στοιχεία. Οι πληροφορίες αναμεταδίδονται μεταξύ των πομποδεκτών σαν να συνδέθηκαν με φυσικό ενσύρματο μέσο. Για μεγαλύτερες αποστάσεις, οι ασύρματες επικοινωνίες μπορούν επίσης να πραγματοποιηθούν μέσω της κυψελοειδούς τηλεφωνικής τεχνολογίας ή με μετάδοση μικροκυμάτων ή μέσω δορυφόρου. Το βασικότερο πλεονέκτημα, που παρουσιάζουν τα ασύρματα μέσα μετάδοσης, είναι η έλλειψη εξάρτησής τους από τα υλικά μέσα, αφού δεν χρειάζεται η φυσική / υλική σύνδεση πομπού και δέκτη, επειδή ως μέσο μετάδοσης χρησιμοποιείται ο ελεύθερος χώρος. Πρέπει, όμως, να τονισθεί, ότι ναι μεν η χρησιμοποίηση του ελεύθερου χώρου τους προσδίδει ένα σημαντικό πλεονέκτημα, είναι, όμως, και πηγή ορισμένων αρκετά σημαντικών αδυναμιών και μειονεκτημάτων. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται η μεγάλη ισχύς, που απαιτούν οι πομποί για τη μετάδοση, η ευαισθησία στο θόρυβο και ο χαμηλός βαθμός ασφάλειας, που παρέχεται, αφού ο οποιοσδήποτε μπορεί να λαμβάνει τα εκπεμπόμενα σήματα χρησιμοποιώντας απλά μία κεραία και ένα δέκτη. Στα ασύρματα μέσα μετάδοσης, η εκπομπή του σήματος γίνεται σε δεδομένη συχνότητα ή σε σύνολο συχνοτήτων. Επειδή το φάσμα συχνοτήτων είναι περιορισμένο και, επομένως, οι συχνότητες αποτελούν σπάνιο εθνικό πόρο, για να γίνει εκπομπή σε κάποια συχνότητα, θα πρέπει πρώτα η συχνότητα να έχει ανατεθεί

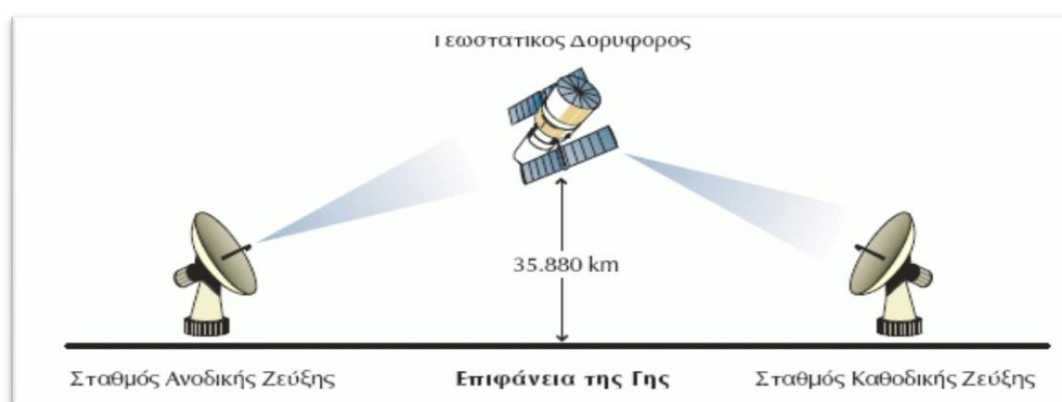
από τις αρμόδιες αρχές στον φορέα, που θα κάνει χρήση της. Η μετάδοση και η λήψη των μεταδιδόμενων σημάτων γίνεται από ειδικές κεραιές, οι οποίες συνδέονται με τον σταθμό λήψης και μετάδοσης. Στην περίπτωση, που το σήμα μεταδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις, τότε μπορεί να ληφθεί από οποιαδήποτε κεραιά (παράδειγμα το ραδιόφωνο, η τηλεόραση και τα συστήματα κυψελοειδούς τηλεφωνίας) [5].

1.5.1 Επίγειες μικροκυματικές ζεύξεις.

Οι επίγειες μικροκυματικές ζεύξεις στηρίζονται στην κατευθυντική μετάδοση μικροκυμάτων στην περιοχή πολύ υψηλών συχνοτήτων (GHz). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούν συχνότητες από 2 μέχρι 40 GHz, αν και τα περισσότερα συστήματα λειτουργούν στην περιοχή των 2 έως 18 GHz. Από πλευράς δεδομένων, οι ρυθμοί μετάδοσης ξεκινούν από μερικές δεκάδες Mbps (περιοχή 2 GHz) και μπορεί να φθάσουν τις μερικές εκατοντάδες Mbps (περιοχή 20 GHz).

Οι πομποί και οι δέκτες είναι παραβολικά πιάτα και χρησιμοποιούνται κυρίως από τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς και ιδιωτικά δίκτυα. Για να είναι δυνατή η μεταφορά δεδομένων, απαιτείται οπτική επαφή μεταξύ πομπού και δέκτη. Λόγω της απαιτούμενης οπτικής επαφής και της καμπυλότητας της γης απαιτούνται σταθμοί αναμετάδοσης κάθε 40-50 χιλιόμετρα περίπου. Οι επίγειες μικροκυματικές ζεύξεις χρησιμοποιούνται, κυρίως, για μετάδοση τηλεοπτικού σήματος και φωνής, για μικρές από σημείο σε σημείο συνδέσεις, μεταξύ κτιρίων για κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης ή για συνδέσεις δεδομένων μεταξύ τοπικών δικτύων [2].

1.5.2 Δορυφορικές μικροκυματικές ζεύξεις.



Οι δορυφορικές μικροκυματικές ζεύξεις χρησιμοποιούν διαστημικούς σταθμούς αναμετάδοσης (δορυφόρους), οι οποίοι μπορούν να αναμεταδίδουν σήμα σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Οι δορυφορικές ζεύξεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στις ανοδικές (uplink) και καθοδικές (downlink). Οι ανοδικές ζεύξεις χρησιμοποιούνται για την αποστολή σημάτων από τους επίγειους σταθμούς στους δορυφόρους, ενώ οι δορυφόροι αναμεταδίδουν τα σήματα, που λαμβάνουν, στις καθοδικές ζεύξεις. Η εκπομπή (broadcast) των καθοδικών ζεύξεων κάνει τα δορυφορικά συστήματα ελκυστικά για υπηρεσίες εκπομπής (broadcasting services), όπως η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος [2].

1.5.3 Υπέρυθρες Ακτίνες.

Τα ασύρματα τηλεχειριστήρια που χρησιμοποιούνται στις οικιακές συσκευές όπως οι τηλεοράσεις και τα στερεοφωνικά, επικοινωνούν με υπέρυθρες μεταδόσεις. Οι υπέρυθρες ακτίνες περιορίζονται σε μια μικρή περιοχή με (π.χ. μέσα σε μια αίθουσα), και συνήθως απαιτούν ο πομπός να στοχεύει προς το δέκτη. Το υλικό για τις υπέρυθρες μεταδόσεις είναι φθηνό σε σχέση με τις άλλες μεθόδους και δεν χρειάζεται κεραία. Η υπέρυθρη τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα δίκτυα υπολογιστών για τις επικοινωνίες δεδομένων. Για παράδειγμα μια μεγάλη αίθουσα μπορεί να είναι εξοπλισμένη με μια σύνδεση υπέρυθρων η οποία να παρέχει πρόσβαση στο δίκτυο σε όλους τους υπολογιστές που βρίσκονται στο χώρο. Οι υπολογιστές θα μπορούν να διατηρούν την επαφή τους με το δίκτυο ενώ μετακινούνται μέσα στην αίθουσα. Τα δίκτυα υπέρυθρων είναι πολύ βολικά για μικρούς φορητούς υπολογιστές, επειδή η επικοινωνία υπέρυθρων διατηρεί τα πλεονεκτήματα της ασύρματης επικοινωνίας χωρίς να χρειάζεται κεραίες. Έτσι ένας φορητός υπολογιστής που χρησιμοποιεί υπέρυθρες μπορεί να έχει όλο το υλικό επικοινωνίας ενσωματωμένο [2].

1.5.4 Φως από Λείζερ.

Το φως μπορεί να χρησιμοποιείται για επικοινωνία μέσω οπτικών ινών. Μια δέσμη φωτός θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά δεδομένων μέσω του αέρα. Όπως συμβαίνει και σε ένα σύστημα επικοινωνίας με μικροκύματα, ένας σύνδεσμος επικοινωνίας που χρησιμοποιεί φως αποτελείται από δύο μέρη, κάθε ένα από τα οποία έχει ένα πομπό και ένα δέκτη. Ο εξοπλισμός είναι τοποθετημένος σε μια σταθερή θέση, συχνά σε έναν πύργο, και είναι ευθυγραμμισμένος έτσι ώστε ο πομπός του ενός μέρους να στέλνει τη δέσμη φωτός του κατευθείαν στο δέκτη του άλλου. Ο πομπός

χρησιμοποιεί μια πηγή λέιζερ για να παράγει τη δέσμη φωτός, επειδή μια συμφασική δέσμη λέιζερ παραμένει εστιασμένη σε μεγάλες αποστάσεις. Όπως συμβαίνει και στη μετάδοση μικροκυμάτων, το φως μιας πηγής λέιζερ πρέπει να ταξιδεύει ευθύγραμμα και δεν επιτρέπεται να υπάρχουν εμπόδια. Δυστυχώς, μια δέσμη λέιζερ δεν μπορεί να διαπεράσει τη βλάστηση ή καιρικές συνθήκες όπως το χιόνι και η ομίχλη. Για αυτό οι μεταδόσεις λέιζερ έχουν περιορισμένη χρήση [2].

1.6 Ασύρματα Δίκτυα Η/Υ.



Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (Wireless Local Area Network - WLAN ή Wireless Fidelity WiFi) χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες (RF) προκειμένου να μεταδώσει και να λάβει δεδομένα μέσω του αέρα. Τα τελευταία χρόνια, τα WLANs βρίσκουν εφαρμογή διεθνώς σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων αυτών της υγείας, της παιδείας, των απλών κατοικιών καθώς και των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων. Τα

πλεονεκτήματα των ασύρματων τοπικών δικτύων μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1) **Κινητικότητα.** Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα παρέχουν στους χρήστες, εντός των χώρων κάλυψής τους, τη δυνατότητα πρόσβασης σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και από οποιοδήποτε μέρος του χώρου εργασίας τους. Αυτή η ευχέρεια στη κίνηση αυξάνει την παραγωγικότητα και τις ευκαιρίες για άμεση εξυπηρέτηση, ιδιότητες που δεν είναι εύκολα πραγματοποιήσιμες στα ενσύρματα δίκτυα.

2) **Ταχύτητα εγκατάστασης και απλότητα.** Η εγκατάσταση ενός WLAN είναι γρήγορη και εύκολη και εξαλείφει την ανάγκη εγκατάστασης καλωδίων.

3) **Ευελιξία εγκατάστασης.** Η ασύρματη τεχνολογία επιτρέπει στο δίκτυο να επεκτείνεται εκεί που είναι δύσκολη η εγκατάσταση ενσύρματων υποδομών (π.χ. σε απομονωμένες περιοχές).

4) **Μειωμένο κόστος συντήρησης.** Ενώ η αρχική επένδυση που απαιτείται για την αγορά εξοπλισμού ενός ασύρματου τοπικού δικτύου είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη μιας ενσύρματης

σύνδεσης, το συνολικό κόστος λειτουργίας μπορεί να είναι σημαντικά χαμηλότερο. Τα μακροπρόθεσμα κέρδη είναι μεγαλύτερα, ειδικά σε δυναμικά περιβάλλοντα, όπου απαιτούνται πολύ συχνές μετακινήσεις και αλλαγές [5].

1.6.1 Τρόπος Λειτουργίας WLANs.

Τα WLANs χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα για να διαβιβάσουν τις πληροφορίες από ένα σημείο σε ένα άλλο, χωρίς απαίτηση για ενσύρματη σύνδεση. Αρχικά, οι πληροφορίες προς μετάδοση διαμορφώνουν κατάλληλα τη φέρουσα συχνότητα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων του πομπού, κατόπιν τα κύματα μεταδίδονται μέσω του αέρα και τέλος, φτάνοντας στο δέκτη, αποδιαμορφώνονται και οι μεταδιδόμενες πληροφορίες ανακτώνται. Υπάρχει δυνατότητα ο πομπός να εκπέμπει ταυτόχρονα, στον ίδιο χώρο, περισσότερες της μίας φέρουσας συχνότητας, οι οποίες δεν παρεμβάλλονται μεταξύ τους, εφόσον βέβαια αυτές είναι όλες διαφορετικές. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, για να ανακτήσει τις πληροφορίες ο δέκτης, συντονίζεται (ή επιλέγει) μια ραδιοσυχνότητα, απορρίπτοντας έτσι τα ραδιοσήματα στις υπόλοιπες συχνότητες. Σε μια τυπική διάταξη WLAN, μια συσκευή πομπού/δέκτη, αποκαλούμενη σημείο πρόσβασης, είναι συνδεδεμένη στο ενσύρματο δίκτυο σε συγκεκριμένη θέση, χρησιμοποιώντας συνήθως τυπικό καλώδιο Ethernet. Αυτό το σημείο πρόσβασης λαμβάνει, αποθηκεύει, και διαβιβάζει πληροφορίες μεταξύ του WLAN και του ενσύρματου δικτύου, ενώ μπορεί να υποστηρίξει μια μικρή ομάδα χρηστών και να λειτουργήσει εντός μιας ακτίνας από 30 έως μερικές 100άδες μέτρα. Οι τελικοί χρήστες έχουν πρόσβαση στο WLAN μέσω των ειδικών προσαρμογών ασύρματου τοπικού δικτύου, οι οποίοι μπορούν να εφαρμοστούν ως κάρτες στους φορητούς υπολογιστές, κάρτες ISA ή PCI στους υπολογιστές γραφείου, ή ακόμα και να είναι πλήρως ενσωματωμένες συσκευές μέσα στους φορητούς υπολογιστές. Οι προσαρμογείς WLAN αποτελούν τη διεπαφή μεταξύ του λειτουργικού συστήματος των χρηστών του δικτύου και των ραδιοκυμάτων, μέσω μιας κεραίας. Η φύση της ασύρματης σύνδεσης είναι διαφανής (transparent) στο λειτουργικό σύστημα των τερματικών χρηστών.

1.6.2 Πλεονεκτήματα των ασύρματων τοπικών δικτύων.

Τα ασύρματα δίκτυα έχουν φέρει αλλαγή στον τρόπο επικοινωνίας των υπολογιστών, αλλά και των χρηστών τους. Με την αύξηση του αριθμού των συσκευών που αλληλεπιδρούν με τους υπολογιστές τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να προσφέρουν λύσεις, οι οποίες θα βελτιώσουν την επικοινωνία και θα αυξήσουν την αποδοτικότητα π.χ. σε ένα εργασιακό χώρο όπως μια εταιρεία, μια τράπεζα αλλά και μια σχολική μονάδα ή σε ένα νοσοκομείο. Με τη χρήση των ασύρματων δικτύων η επικοινωνία γίνεται πιο άμεση, το δίκτυο παρέχει κάλυψη χωρίς περιορισμούς και η επέκταση του γίνεται πολύ πιο εύκολα και με αμελητέο κόστος. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι εντελώς ακίνδυνος για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η ακτινοβολία είναι μη ιονίζουσα και τα επίπεδα ακτινοβολίας είναι πολύ πιο χαμηλά από τα επιτρεπτά για τον ανθρώπινο οργανισμό όρια. Αρκεί να αναφέρουμε ότι μια ασύρματη κάρτα δικτύου (802.11b) ακτινοβολεί ισχύ 50 - 100 mwatt, ενώ ένα κινητό τηλέφωνο φτάνει και τα 2000 mwatt. Επιπλέον, τα ασύρματα δίκτυα προσφέρουν διασύνδεση τοπικών δικτύων μεταξύ τους, όπως των καταστημάτων της επιχείρησης ή των εργαστηρίων ενός σχολικού εργαστηριακού κέντρου, επιτρέποντας τα ακόλουθα:

- Επικοινωνία των υπολογιστών συνολικά και ανεξάρτητα από την τοποθεσία
- Φωνητική επικοινωνία μεταξύ των δικτύων χωρίς κόστος
- Μείωση των τηλεπικοινωνιακών εξόδων με το μοίρασμα μιας σύνδεσης με το Διαδίκτυο προς όλα τα υποδίκτυα
- Επισκόπηση χώρων χρησιμοποιώντας ασύρματες κάμερες.



1.6.3 Εξοπλισμός.

Η πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο είναι δυνατή από ένα σύνολο συσκευών συμβατών με τα κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως φορητοί υπολογιστές (laptops), έξυπνες συσκευές χειρός (handheld pdas, τηλέφωνα κλπ), ασύρματες κάμερες και οθόνες τηλε-προβολής κ.α. Η ευκολία με την οποία μπορεί κανείς να "στήσει" ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο, ήταν ένας από τους βασικούς παράγοντες που συνέβαλαν στη ραγδαία εξάπλωση τους.



Τα στοιχεία τα οποία χρειάζεται ένα WLAN για να λειτουργήσει, καθώς και για να συνδεθεί στο ευρύτερο δίκτυο, είναι:

1. **Προσαρμογείς:** που λειτουργούν ως συνδετικά στοιχεία μεταξύ του τελικού εξοπλισμού του χρήστη και του σημείου ασύρματης πρόσβασης του δικτύου.

2. **Σημεία πρόσβασης:** που είναι πομποδέκτες με μία ή δύο κεραίες. Συνδέονται με το ενσύρματο τοπικό δίκτυο (ή με την ευρυζωνική σύνδεση). Μέσω αυτών, επικοινωνεί ο προσαρμογέας του τελικού χρήστη με το υπόλοιπο δίκτυο.

3. **Γέφυρες:** Παρέχουν την από σημείο σε σημείο ασύρματη σύνδεση μεταξύ δύο WLANs, όπως μεταξύ δύο ορόφων.

4. **Κόμβοι Διανομής:** Συγκεντρώνουν και συνδέουν πολλαπλά σημεία ασύρματης πρόσβασης με το ενσύρματο ή ασύρματο δίκτυο κορμού.

5. **Κόμβοι κορμού:** Διασυνδέουν τους κόμβους διανομής. Καλύπτουν πολλούς χρήστες, λόγω του μεγάλου αριθμού των σημείων πρόσβασης που είναι συνδεδεμένα μέσω των κόμβων διανομής με αυτά. Σχεδόν πάντα επικοινωνούν μεταξύ τους, με περισσότερες από μία συνδέσεις, για να μειωθούν περιπτώσεις απώλειας επαφής. Με τον τρόπο αυτό, και χωρίς τη χρήση καλωδίων, επιτυγχάνεται η διασύνδεση όλων των υπολογιστικών συστημάτων του χώρου. Για την επέκταση του δικτύου απαιτείται απλά η εγκατάσταση ενός επιπλέον σημείου ασύρματης πρόσβασης.

Ένα δίκτυο WLAN υλοποιείται ως εξής: Πολύ-κατευθυντικές κεραιές τοποθετούνται σε σημεία πρόσβασης ή σε κόμβους διανομής / κορμού, ενώ κατευθυντικές στους τελικούς χρήστες. Οι κεραιές αυτές είναι εξωτερικές και συνήθως βρίσκονται στις κορυφές κτιρίων στο κέντρο της περιοχής χρήσης. Ένας απλός χρήστης που θέλει μόνο να συνδεθεί, αλλά να μη διευκολύνει την ευρύτερη δικτύωση, χρειάζεται μία κατευθυντική κεραιά. Με αυτή, μπορεί να εξασφαλίσει πρόσβαση από ένα σημείο πρόσβασης, ώστε να έχει σύνδεση στο τοπικό δίκτυο και ενδεχομένως και στο διαδίκτυο (αν το σημείο πρόσβασης παρέχει τέτοια δυνατότητα). Ένας πιο ενεργός χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί δύο κατευθυντικές κεραιές, ώστε να φροντίζει για τη συνέχιση του δικτύου ή και μια πολυκατευθυντική για να λειτουργεί ο ίδιος σαν σημείο πρόσβασης άλλων χρηστών. Αν κάποιος κόμβος έχει πάνω από δύο κατευθυντικές κεραιές, μπορεί να διευκολύνει και την πολλαπλή δρομολόγηση. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να δημιουργηθεί ένα δίκτυο που να καλύπτει μία πύλη. Τέλος, συνδέοντας ο χρήστης μία δική του γραμμή DSL με το WLAN, θα μπορούσε να γίνει "πύλη" για το Διαδίκτυο και να επιτρέπει την πρόσβαση γειτονικών χρηστών σε αυτό.

1.6.4 Ακτίνα κάλυψης και επιδόσεις ασύρματων τοπικών δικτύων.

Η ταχύτητα ενός WLAN εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, από την αποδοτικότητα του ενσύρματου δικτύου που συνδέει τα σημεία πρόσβασης, μέχρι τη δομή του κτιρίου που έχει εγκατασταθεί και τον τύπο του WLAN που χρησιμοποιείται. Κατά γενικό κανόνα για όλα τα WLANs, η ταχύτητα μειώνεται με την αύξηση της απόστασης μεταξύ του σημείου πρόσβασης του ασύρματου δικτύου και των χρηστών. Τα πρότυπα 802.11 υποστηρίζουν διάφορους ρυθμούς μετάδοσης, προκειμένου να προσαρμόζονται στην απώλεια ισχύος των σημάτων και να διατηρούν υψηλή την ποιότητα συναρμολόγησης των πακέτων δεδομένων. Ο χρήστης του WLAN εκτελεί συνεχώς διαδικασίες που ανιχνεύουν και θέτουν αυτόματα την καλύτερη δυνατή ταχύτητα. Οι συχνότητες στις οποίες εκπέμπουν τα πρότυπα 802.11b και 802.11g, τους επιτρέπουν να διεισδύουν σε στερεά υλικά και να έχουν έτσι μια ακτίνα κάλυψης της τάξης των 100 μ. Το πρότυπο 802.11a παρουσιάζει μια πιο απότομη πτώση στην ταχύτητα καθώς η απόσταση αυξάνεται από το σημείο πρόσβασης, και επιδεικνύει έτσι μια ακτίνα κάλυψης της τάξης των 50 μ στα περισσότερα εσωτερικά περιβάλλοντα.

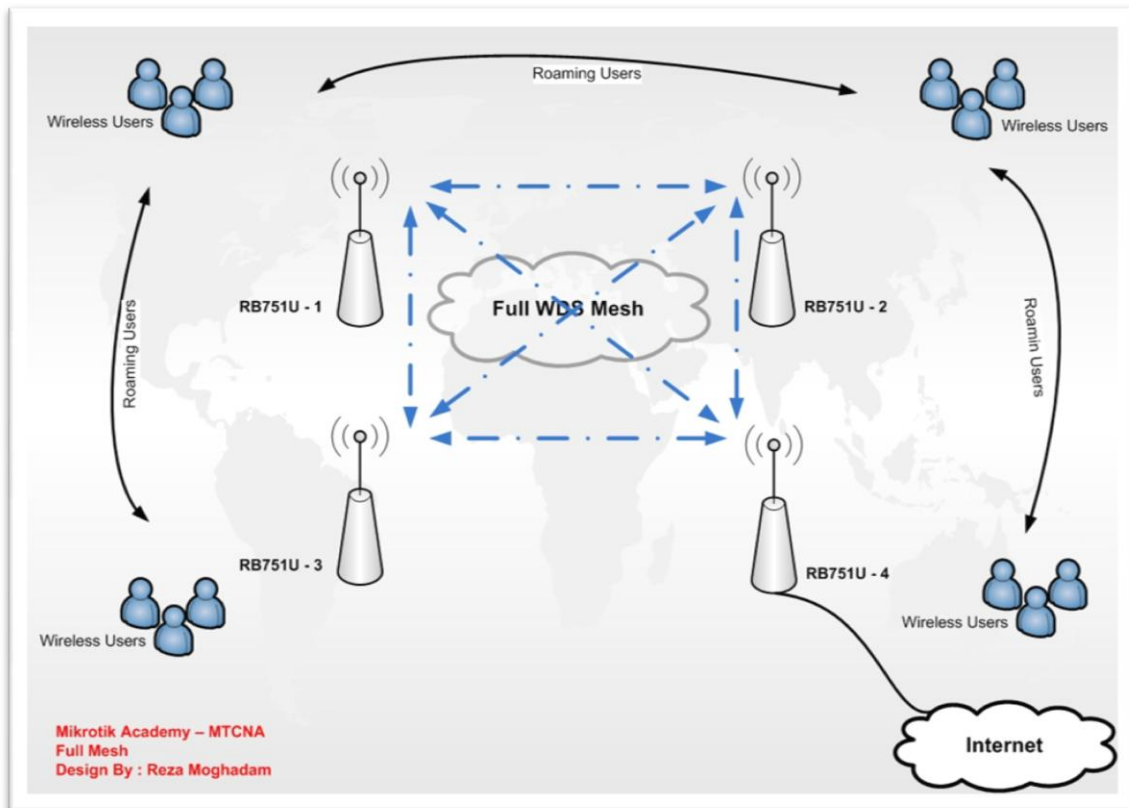
1.7 Δίκτυα Πλέγματος Mesh.

Ένα ασύρματο δίκτυο πλέγματος(WMN) είναι ένα δίκτυο επικοινωνιών φτιαγμένο από ασύρματο σημεία οργανωμένα σε τοπολογία πλέγματος. Επίσης θα μπορούσαμε να το παρομοιάσουμε με ένα αυτοοργανωμένο δίκτυο (ad-hoc δίκτυο). Τα ασύρματο δίκτυα πλέγματος αποτελούνται από τους χρήστες πλέγματος, από τους δρομολογητές πλέγματος και τις πύλες. Οι χρήστες πλέγματος είναι συνήθως φορητοί υπολογιστές(laptop) κινητά τηλέφωνα και άλλες ασύρματες συσκευές, ενώ οι δρομολογητές πλέγματος προωθούν την πληροφορία προς και από τις πύλες που μπορούν αλλά δεν χρειάζεται να είναι συνδεδεμένες με το Internet. Η περιοχή κάλυψης των ασύρματων σημείων που λειτουργούν ως δίκτυο ονομάζεται mesh cloud. Η πρόσβαση σε αυτό εξαρτάται από τα ασύρματα σημεία που λειτουργούν σε αρμονία το ένα με το άλλο για να δημιουργήσουν ένα ασύρματο δίκτυο. Όταν ένα σημείο-κόμβος δεν μπορεί να λειτουργήσει οι υπόλοιποι κόμβοι μπορούν να επικοινωνούν ο ένας με τον άλλο άμεσα, ή μέσω ενός η ενδιάμεσων κόμβων. Τα ασύρματα δίκτυα πλέγματος έχουν την ιδιότητα να διαμορφώνονται μόνο τους καθώς και την ιδιότητα της αποκατάστασης. Τα ασύρματα δίκτυα πλέγματος μπορούν να εφαρμοστούν με διάφορες ασύρματες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων: 802.11, 802.15, 802.16 καθώς και κυψελοειδών τεχνολογιών ή συνδυασμό περισσότερων από ένα τύπο [4].

1.7.1 Αρχιτεκτονική.

Τα Ασύρματα δίκτυα πλέγματος είναι το πρώτο βήμα για την παροχή οικονομικών, αποδοτικών και δυναμικών δικτύων με μεγάλο εύρος ζώνης πέρα από μια συγκεκριμένη περιοχή κάλυψης. Η υποδομή του ασύρματου πλέγματος είναι στην πραγματικότητα ένα δίκτυο από δρομολογητές χωρίς την καλωδίωση μεταξύ των κόμβων. Είναι σχεδιασμένο με ισάξιες συσκευές που δεν είναι απαραίτητο να είναι καλωδιωμένες όπως τα WAN access points. Η υποδομή πλέγματος μεταφέρει πληροφορία σε μεγάλες αποστάσεις διαχωρίζοντας την απόσταση σε μικρότερα κομμάτια μέσω των ενδιάμεσων κόμβων. Οι ενδιάμεσοι κόμβοι όχι μόνο ενισχύουν το σήμα αλλά συνεργάζονται για να περάσουν τις πληροφορίες από το σημείο A στο σημείο B παίρνοντας αποφάσεις βασισμένες στην γνώση τους για το δίκτυο, στην ουσία εκτελούν τη δρομολόγηση. Μια τέτοια αρχιτεκτονική μπορεί με προσεκτικό σχεδιασμό να παρέχει υψηλό εύρος ζώνης, αποδοτικότητα και το οικονομικό πλεονέκτημα, πέρα της περιοχής κάλυψης.

Τα Ασύρματα δίκτυα πλέγματος έχουν μια σχετικά σταθερή τοπολογία, εκτός βέβαια από την περιστασιακή αποτυχία των κόμβων ή την προσθήκη καινούργιων.



1.7.2 Διαχείριση.

Αυτός ο τύπος υποδομής μπορεί να αποκεντρωθεί(χωρίς τον κεντρικό server) ή να είναι κεντρικά διοικούμενος(από τον κεντρικό server) και οι δύο τύποι υποδομής είναι σχετικά ανέξοδοι, πολύ αξιόπιστοι καθώς και "ελαστικοί", δεδομένου ότι ο κάθε κόμβος χρειάζεται να μεταδώσει μέχρι τον επόμενο κόμβο. Οι κόμβοι λειτουργούν σαν δρομολογητές για να μεταδώσουν πληροφορία από τους κοντινούς κόμβους στους επόμενους κόμβους που είναι πιο μακριά και με μόνο ένα βήμα δεν μπορούν να τους φτάσουν, με αποτέλεσμα το δίκτυο να μπορεί να επεκταθεί σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Αυτή η τοπολογία του Ασύρματου δικτύου πλέγματος είναι αξιόπιστη από τη στιγμή που κάθε κόμβος είναι συνδεδεμένος με άλλους κόμβους. Εάν ένας ή περισσότεροι κόμβοι χαθούν από το δίκτυο λόγω αποτυχίας λογισμικού ή για κάποιο άλλο λόγο, οι γειτονικοί κόμβοι μπορούν γρήγορα να βρύνε μια άλλη διαδρομή χρησιμοποιώντας ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης.

Κεφάλαιο 2° Πρωτόκολλα.

Γιατί χρειάζονται τα πρωτόκολλα;

Το βασικό υλικό επικοινωνίας αποτελείται από μηχανισμούς οι οποίοι μπορούν να μεταφέρουν bit από το ένα σημείο στο άλλο. Όμως, το να χρησιμοποιείται σκέτο υλικό για την επικοινωνία είναι σαν να γράφει κανείς προγράμματα πληκτρολογώντας δυαδικές τιμές (1,0) είναι επίπονο και άβολο. Για να διευκολύνονται οι προγραμματιστές, οι υπολογιστές που είναι συνδεδεμένοι σε ένα δίκτυο χρησιμοποιούν σύνθετο λογισμικό το οποίο παρέχει μια βολική διασύνδεση υψηλού επιπέδου για τις εφαρμογές. Το λογισμικό χειρίζεται αυτόματα τις περισσότερες λεπτομέρειες και προβλήματα της επικοινωνίας χαμηλού επιπέδου, επιτρέποντας στις εφαρμογές να επικοινωνούν εύκολα. Έτσι, τα περισσότερα προγράμματα-εφαρμογές βασίζονται στο δικτυακό λογισμικό για να επικοινωνούν ` δεν αλληλεπιδρούν απευθείας με το υλικό του δικτύου. Όλα τα μέρη που συμμετέχουν σε μια επικοινωνία πρέπει να συμφωνήσουν σε ένα σύνολο κανόνων, τους οποίους θα χρησιμοποιούν όταν ανταλλάσσουν μηνύματα (π.χ. για τη γλώσσα που θα χρησιμοποιείται, και για τους κανόνες που ορίζουν πότε μπορούν να στέλνονται μηνύματα). Οι διπλωμάτες ονομάζουν μια τέτοια συμφωνία πρωτόκολλο. Ο ίδιος όρος χρησιμοποιείται και για την επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών: ένα σύνολο κανόνων που καθορίζουν τη μορφή των μηνυμάτων και τις κατάλληλες ενέργειες που απαιτούνται για κάθε μήνυμα λέγεται πρωτόκολλο δικτύου(network protocol) ή πρωτόκολλο επικοινωνίας υπολογιστών (computer communication protocol). Το λογισμικό που υλοποιεί αυτούς τους κανόνες λέγεται λογισμικό πρωτοκόλλων(protocol software). Ένα μεμονωμένο πρωτόκολλο δικτύου μπορεί να είναι απλό (π.χ. μια συμφωνία να χρησιμοποιούνται χαρακτήρες ASCII όταν μεταφέρεται ένα αρχείο κειμένου), ή σύνθετο (π.χ. μια συμφωνία να χρησιμοποιεί κάποια πολύπλοκη μαθηματική συνάρτηση για την κρυπτογράφηση δεδομένων).

2.1 Διαδικτυακό πρωτόκολλο.

Ο συνδετικός ιστός του Internet είναι το πρωτόκολλο επιπέδου δικτύου, το Πρωτόκολλο Internet ή IP (internet protocol). Σε αντίθεση με τα περισσότερα παλαιότερα πρωτόκολλα επιπέδου δικτύου, το IP σχεδιάστηκε από την αρχή με στόχο τη διαδικτύωση. Το Πρωτόκολλο IP, ανήκει στο επίπεδο δικτύου, στο μοντέλο διαστρωμάτωσης TCP/IP [1]. Καθορίζει τη μορφή των πακέτων που

στέλνονται μέσω ενός διαδικτύου, καθώς και τους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται για την προώθηση των πακέτων από έναν υπολογιστή προς έναν τελικό προορισμό μέσω ενός ή περισσότερων δρομολογητών, Γι' αυτούς τους σκοπούς, το IP χρησιμοποιεί συγκεκριμένες μεθόδους διευθυνσιοδότησης και δομές για την ενθυλάκωση των πακέτων δεδομένων. Το Πρωτόκολλο IP, είναι υπεύθυνο για τη διευθυνσιοδότηση των κόμβων και την δρομολόγηση των πακέτων από έναν υπολογιστή προς έναν τελικό προορισμό, κατά μήκος ενός ή περισσότερων δικτύων. Για το σκοπό αυτό, το πρωτόκολλο IP, καθορίζει ένα σύστημα διευθυνσιοδότησης, το οποίο έχει δύο λειτουργίες. Έτσι κάθε πακέτο IP, αποτελείται από μια κεφαλίδα και στη συνέχεια ακολουθούν τα δεδομένα. Στη κεφαλίδα αυτή εμπεριέχονται πληροφορίες: πρώτον, για τα δεδομένα που εμπεριέχονται στο πακέτο και δεύτερον, οι διευθύνσεις αφετηρίας και προορισμού. Η διαδικασία προσθήκης της κεφαλίδας σε ένα πακέτο δεδομένων ονομάζεται ενθυλάκωση. Το Πρωτόκολλο IP είναι μια υπηρεσία χωρίς σύνδεση, είναι ανεξάρτητο από την τεχνολογία του υλικού, που χρησιμοποιείται σε κάθε δίκτυο, και δεν χρειάζεται να την γνωρίζει πριν την μετάδοση.

2.2 Πρωτόκολλο δυναμικής διευθέτησης υπολογιστών υπηρεσίας (DHCP).

Προτού ένας υπολογιστής Υ μπορέσει να αποκτήσει πληροφορίες όπως τη δική του διεύθυνση IP, το όνομα και τη διεύθυνση του διακομιστή και τη διεύθυνση IP ενός προεπιλεγμένου δρομολογητή, κάποιος διαχειριστής δικτύου θα πρέπει να έχει εισάγει αυτές τις πληροφορίες διευθέτησης για τον υπολογιστή Υ στη βάση δεδομένων του διακομιστή. Αυτό ήταν εφικτό με το πρωτόκολλο διαδικασίας εκκίνησης (BOOTstrap protocol, BOOTP). Για να αποκτήσει τις πληροφορίες διευθέτησης, το λογισμικό του πρωτοκόλλου εκπέμπει ένα μήνυμα αίτησης BOOTP. Ένας διακομιστής BOOTP ο οποίος λαμβάνει την αίτηση, αναζητά πολλές πληροφορίες διευθέτησης για τον υπολογιστή που υπέβαλε την αίτηση, τοποθετεί τις πληροφορίες σε ένα μόνο μήνυμα απόκρισης BOOTP, και επιστρέφει την απάντηση στον αιτούντα υπολογιστή. Έτσι με μόνο ένα βήμα, ένας υπολογιστής μπορεί να αποκτήσει πληροφορίες όπως η δική του διεύθυνση IP, το όνομα και τη διεύθυνση του διακομιστή και τη διεύθυνση IP ενός προεπιλεγμένου δρομολογητή. Το πρόβλημα ήταν όμως ότι το πρωτόκολλο BOOTP απαιτούσε μη αυτόματο προσδιορισμό, κάτι το οποίο στην περίπτωση που το σύνολο υπολογιστών παρέμενε σταθερό επαρκούσε. Στην περίπτωση που το σύνολο των υπολογιστών μεταβάλλεται γρήγορα τότε δεν επαρκούσε και για να αντιμετωπισθούν τέτοιες περιπτώσεις δημιουργήθηκε το πρωτόκολλο δυναμικής διευθέτησης υπολογιστών

υπηρεσίας(Dynamic Host Configuration Protocol-DHCP) το οποίο επεκτείνει και αυτοματοποιεί τη διευθέτηση. Σε αντίθεση με το πρωτόκολλο BOOTP, το DHCP δεν απαιτεί από τον διαχειριστή να προσθέτει μια καταχώρηση για κάθε υπολογιστή στη βάση δεδομένων που χρησιμοποιεί ένας διακομιστής. Αντίθετα, το DHCP διαθέτει ένα μηχανισμό που επιτρέπει σε έναν υπολογιστή να συνδέεται σε ένα νέο δίκτυο και να αποκτά μια διεύθυνση IP χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Η ιδέα αυτή ονομάζεται δικτύωση με σύνδεση και άμεση λειτουργία(plug-and-play networking). Για την υποστήριξη της αυτοματοποιημένης διευθέτησης, το DHCP χρησιμοποιεί μια προσέγγιση πελάτη - διακομιστή. Όταν ξεκινά ένας υπολογιστής, εκπέμπει μια αίτηση DHCP στην οποία ένας διακομιστής αποκρίνεται με μια απάντηση DHCP. Ο διαχειριστής μπορεί να διευθετήσει ένα διακομιστή DHCP έτσι ώστε να έχει δύο τύπους διευθύνσεων: μόνιμες διευθύνσεις, οι οποίες αποδίδονται σε υπολογιστές διακομιστών και μια δεξαμενή διευθύνσεων οι οποίες αποδίδονται κατά παραγγελία. Όταν ένας υπολογιστής ξεκινά να στέλνει μια αίτηση στο DHCP, ο διακομιστής του DHCP συμβουλευεται τη βάση δεδομένων του για να βρει πληροφορίες διευθέτησης. Αν η βάση δεδομένων περιέχει μια συγκεκριμένη καταχώρηση για τον υπολογιστή, ο διακομιστής επιλέγει την επόμενη διεύθυνση IP από την δεξαμενή και την αποδίδει στον υπολογιστή. Για την ακρίβεια οι διευθύνσεις που αποδίδονται κατά παραγγελία δεν είναι μόνιμες. Το DHCP παραχωρεί μια μίσθωση(lease) για κάθε διεύθυνση, η οποία ισχύει για ένα πεπερασμένο χρονικό διάστημα. Η χρήση των μισθώσεων επιτρέπει σε ένα διακομιστή του DHCP να ανακαλεί διευθύνσεις. Όταν η μίσθωση λήξει, ο διακομιστής επιστρέφει τη διεύθυνση στη δεξαμενή των διαθέσιμων διευθύνσεων, κάτι που επιτρέπει την απόδοση της διεύθυνσης αυτής σε κάποιον άλλο υπολογιστή. Η χρήση μισθώσεων είναι απαραίτητη για την αδιάλειπτη λειτουργία ενός διακομιστή, επειδή του επιτρέπει να ελέγχει πόρους και να ανακαλεί διευθύνσεις ακόμα και όταν ένας υπολογιστής που κρατάει μια διεύθυνση έχει καταρρεύσει. Όταν λήξει μια μίσθωση, ο υπολογιστής μπορεί να επιλέξει να αποδεσμεύσει τη διεύθυνση ή να επαναδιαπραγματευθεί με το DHCP για την παράταση της μισθώσης. Οι διαπραγματεύσεις γίνονται παράλληλα με άλλες εργασίες. Κανονικά το DHCP εγκρίνει την παράταση της μισθώσης και ο υπολογιστής συνεχίζει τη λειτουργία του, χωρίς καμία διακοπή στην εκτέλεση των προγραμμάτων εφαρμογών και στη δικτυακή επικοινωνία. Ωστόσο, κάποιοι διακομιστές μπορεί να διευθετηθούν έτσι ώστε να αρνούνται την παράταση της μισθώσης, για διαχειριστικούς ή τεχνικούς λόγους. Για παράδειγμα, φανταστείτε το δίκτυο σε μια αίθουσα διδασκαλίας ενός πανεπιστημίου. Σε τέτοιες περιπτώσεις ο διακομιστής μπορεί να έχει διευθετηθεί έτσι ώστε όλες οι μισθώσεις να λήγουν στο τέλος του μαθήματος (για να μπορεί η επόμενη τάξη να ξαναχρησιμοποιεί τις ίδιες διευθύνσεις). Ένας διακομιστής DHCP έχει τον απόλυτο έλεγχο,

αν αυτός αρνηθεί μια αίτηση παράτασης, ο υπολογιστής πρέπει να σταματήσει να χρησιμοποιεί τη διεύθυνση [1].

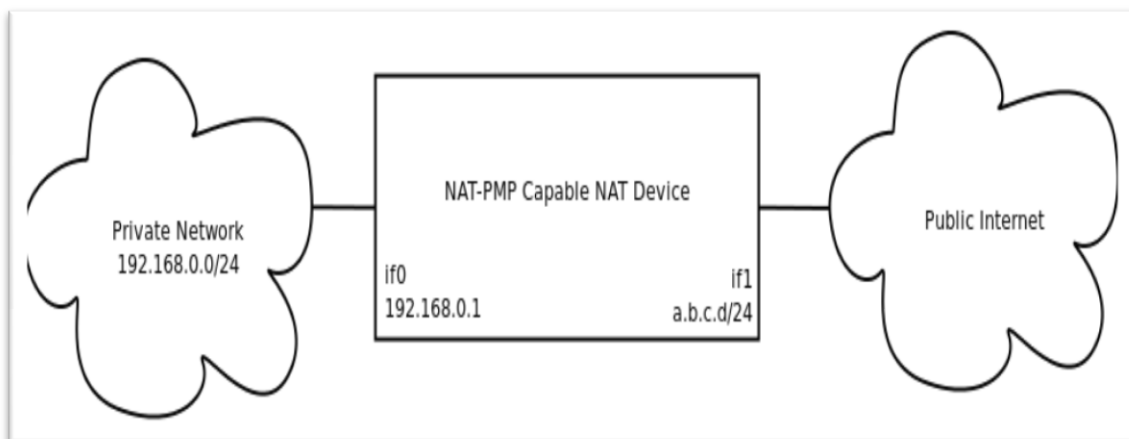
2.2.1 Βελτιστοποιήσεις στο DHCP.

Αν οι υπολογιστές ενός δικτύου χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο DHCP για να αποκτούν πληροφορίες διεύθυνσης κατά την εκκίνηση τους, ένα συμβάν που θα κάνει όλους τους υπολογιστές να επανεκκινήσουν την ίδια στιγμή μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα να κατακλυστεί το δίκτυο ή ο διακομιστής με αιτήσεις. Για να αποφευχθεί αυτό το πρόβλημα το DHCP χρησιμοποιεί την ίδια τεχνική με το BOOTP: κάθε υπολογιστής περιμένει για ένα τυχαίο χρονικό διάστημα πριν μεταδώσει ή επαναμεταδώσει μια αίτηση. Το πρωτόκολλο DHCP χρησιμοποιεί δύο βήματα. Στο πρώτο βήμα, ένας υπολογιστής εκπέμπει ένα μήνυμα ανεύρεσης DHCP (DHCP Discover) για να βρει ένα διακομιστή DHCP και στο δεύτερο βήμα, ο υπολογιστής επιλέγει έναν από τους διακομιστές που αποκρίθηκαν στο μήνυμά του και του στέλνει μια αίτηση. Για να μην επαναλαμβάνει ένας υπολογιστής και τα δύο βήματα κάθε φορά που ξεκινά ή κάθε φορά που χρειάζεται να παρατείνει τη μίσθωση, το DHCP χρησιμοποιεί κρυφή μνήμη (caching). Όταν ένας υπολογιστής ανακαλύπτει ένα διακομιστή DHCP, αποθηκεύει τη διεύθυνσή του στη κρυφή μνήμη σε ένα μέσο μόνιμης αποθήκευσης (π.χ. σε κάποιο αρχείο δίσκου). Παρόμοια μόλις ο υπολογιστής επανεκκινήσει, χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που έχει στην κρυφή μνήμη για να επικυρώσει τη προηγούμενη διεύθυνση. Με αυτόν τον τρόπο, εξοικονομείται χρόνος και μειώνεται η κυκλοφορία του δικτύου.

2.3 Τεχνολογία μετάφρασης διευθύνσεων.

Μια τεχνολογία γνωστή με τον όνομα μετάφραση διευθύνσεων δικτύου (Network Address Translation-NAT), επιτυγχάνει ένα είδος συμβιβασμού στη διευθυνσιοδότηση. Η NAT επιτρέπει σε μια τοποθεσία του Internet να έχει μια μοναδική έγκυρη διεύθυνση IP, πολλούς υπολογιστές και καμία σύγκρουση σε επίπεδο διεύθυνσης. Η τεχνολογία NAT αποφεύγει τις συγκρούσεις εκχωρώντας σε κάθε υπολογιστή μια τοπικά μοναδική διεύθυνση. Για να μην καταναλώνονται γρήγορα οι διευθύνσεις IP, οι τοπικές αυτές διευθύνσεις είναι ιδιωτικές (λέγονται και μη δρομολογήσιμες-non-routable), πράγμα που σημαίνει ότι δεν ισχύουν για το παγκόσμιο Internet. Για παράδειγμα, η διεύθυνση 10.0.0.0/8 έχει δεσμευτεί ως ιδιωτική διεύθυνση, επομένως στην τοποθεσία αυτή μπορούν να εκχωρούνται διευθύνσεις από την 10.0.0.0. Επιπλέον, οι

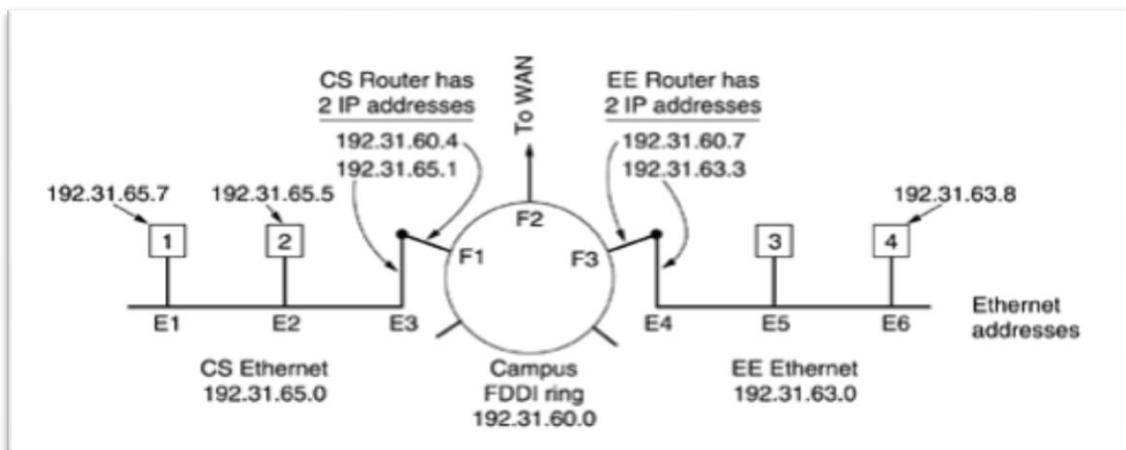
δρομολογητές που βρίσκονται στην τοποθεσία είναι διευθετημένοι ώστε να προωθούν τα αυτοδύναμα πακέτα τα οποία περιέχουν τις τοπικές διευθύνσεις. Πριν επιτραπεί σε ένα αυτοδύναμο πακέτο να σταλεί στο Internet από την τοποθεσία, η NAT θα πρέπει να μεταφράσει την ιδιωτική διεύθυνση προορισμού IP σε κάθε εισερχόμενο αυτοδύναμο πακέτο από τη διεύθυνση που χρησιμοποιείται στο παγκόσμιο Internet σε μια ιδιωτική διεύθυνση που χρησιμοποιείται τοπικά. Η NAT εκτελείται σαν εμβόλιμη (inline) διευθέτηση. Δηλαδή, μια συσκευή που εκτελεί NAT τοποθετείται στη σύνδεση μεταξύ της τοποθεσίας και του Internet, έτσι ώστε όλα τα πακέτα που εισέρχονται ή εξέρχονται από την τοποθεσία να πρέπει να περάσουν μέσα από την συσκευή NAT.



Η τεχνολογία NAT μπορεί να υλοποιηθεί με λογισμικό ή και κάποια συσκευή. Οι υλοποιήσεις με λογισμικό γενικά είναι λιγότερο ακριβές, αλλά είναι επαρκείς μόνο για τα δίκτυα χαμηλών ταχυτήτων όπως Ethernet στα 10Mbps. Για παράδειγμα, κάποιος θα μπορούσε να κατασκευάσει μια συσκευή NAT παίρνοντας έναν τυπικό προσωπικό υπολογιστή και προσθέτοντας του μια κάρτα δικτύου και λογισμικό NAT. Το λογισμικό στον υπολογιστή διαβάζει συνεχώς πακέτα από τη μία διασύνδεση δικτύου, εκτελεί τις απαραίτητες μετατροπές και στέλνει τα πακέτα έξω, χρησιμοποιώντας την άλλη διασύνδεση. Το λογισμικό έχει αρκετό χρόνο στη διάθεση του για να μεταφράσει και να στείλει ένα πακέτο μέχρι να φτάσει το επόμενο [2].

2.4 Πρωτόκολλο ανάλυσης διευθύνσεων (ARP).

Αν και κάθε μηχανή του Internet έχει μία ή περισσότερες διευθύνσεις IP, στην πραγματικότητα αυτές δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποστολή πακέτων, επειδή το υλικό του επιπέδου συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων δεν κατανοεί τις διευθύνσεις Internet. Στις μέρες μας, οι περισσότεροι υπολογιστές υπηρεσίας στις εταιρείες και τα πανεπιστήμια συνδέονται σε ένα LAN με μια κάρτα δικτύου η οποία κατανοεί μόνο τις διευθύνσεις του LAN. Για παράδειγμα όλες οι κάρτες Ethernet που έχουν κατασκευαστεί είναι ήδη εξοπλισμένες με μια 48μπιτη διεύθυνση Ethernet. Οι κατασκευαστές καρτών Ethernet ζητούν μια περιοχή διευθύνσεων από μια κεντρική αρχή, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ότι δεν θα υπάρχουν ποτέ δύο κάρτες με την ίδια διεύθυνση(και να αποφευχθούν οι συγκρούσεις που θα συνέβαιναν αν ποτέ δύο τέτοιες κάρτες βρισκόταν στο ίδιο LAN). Οι κάρτες στέλνουν και λαμβάνουν πλαίσια βασιζόμενες σε 48μπιτες διευθύνσεις Ethernet. Δεν γνωρίζουν τίποτα σχετικά με τις 32μπιτες διευθύνσεις IP. Εδώ λοιπόν προκύπτει το ερώτημα: πως αντιστοιχίζονται οι διευθύνσεις IP σε διευθύνσεις επιπέδου συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων, όπως αυτές του Ethernet; Για να εξηγήσουμε πως δουλεύει αυτό θα χρησιμοποιήσουμε την παρακάτω εικόνα στην οποία απεικονίζεται ένα μικρό πανεπιστήμιο με πολλά δίκτυα τάξης C [1].



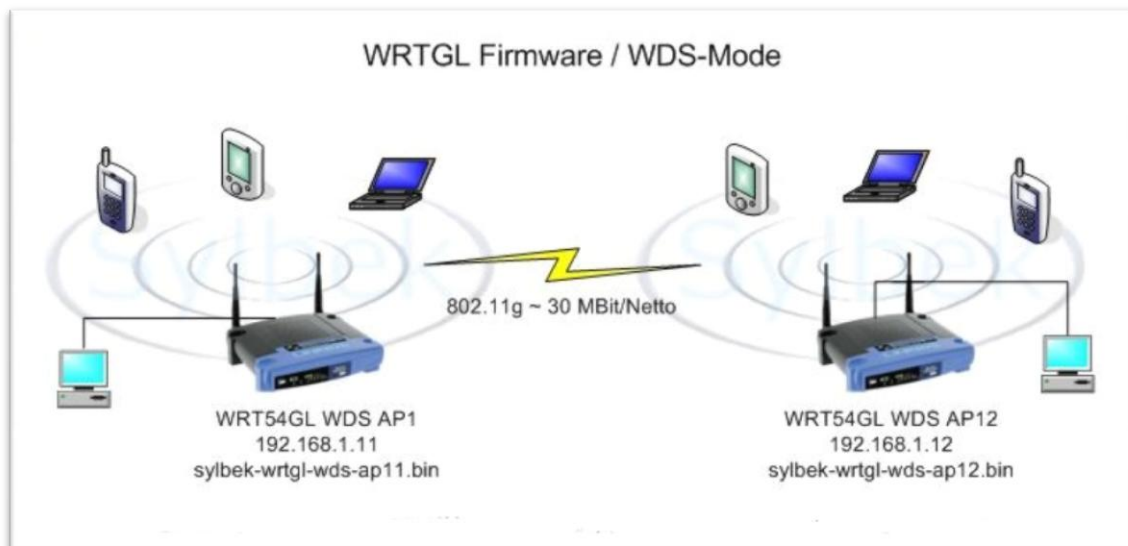
Στην εικόνα έχουμε δύο δίκτυα Ethernet, ένα στο Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών με διεύθυνση IP 192.31.65.0 και ένα στους Ηλεκτρολόγους μηχανικούς με διεύθυνση IP 192.31.63.0. Αυτά συνδέονται μέσω σπονδυλικής στήλης με δακτύλιο με διεύθυνση 192.31.60.0. Οι μηχανές στα δίκτυα Ethernet έχουν μία μοναδική διεύθυνση Ethernet η οποία συμβολίζεται με E1 ως E6, ενώ οι μηχανές στο δακτύλιο έχουν μια διεύθυνση η οποία συμβολίζεται με F1 ως F6. Ας ξεκινήσουμε εξετάζοντας πώς στέλνει ένας χρήστης του υπολογιστή υπηρεσίας 1, ένα πακέτο σε κάποιο χρήστη στον

υπολογιστή υπηρεσίας 2. Υποθέτουμε ότι ο αποστολέας γνωρίζει το όνομα του επιθυμητού παραλήπτη, πιθανόν κάτι της μορφής mary@eagle.cs.uni.edu. Το πρώτο βήμα είναι να εντοπιστεί η διεύθυνση για τον υπολογιστή υπηρεσίας 2, ο οποίος είναι γνωστός ως eagle.cs.uni.edu. Η αναζήτηση αυτή εκτελείται από το Σύστημα ονομάτων περιοχών(DNS). Για την ώρα θα υποθέσουμε ότι απλώς ότι ο DNS επιστρέφει τη διεύθυνση IP του υπολογιστή υπηρεσίας 2(192.31.65.5). Το λογισμικό των υψηλότερων επιπέδων στον υπολογιστή υπηρεσίας 1 φτιάχνει τώρα ένα πακέτο με τη διεύθυνση 192.31.65.5 στο πεδίο Διεύθυνση προορισμού και το παραδίδει στο λογισμικό IP για μετάδοση. Το λογισμικό IP μπορεί να εξετάσει τη διεύθυνση και να δει ότι ο προορισμός βρίσκεται στο δικό του δίκτυο, χρειάζεται όμως κάποιον τρόπο για να βρει τη διεύθυνση Ethernet του προορισμού. Μια λύση είναι να έχουμε ένα αρχείο διευθέτησης σε κάποιο σημείο στο σύστημα, το οποίο να αντιστοιχεί τις διευθύνσεις IP σε διευθύνσεις Ethernet. Αν και η λύση αυτή είναι σαφώς εφικτή, σε οργανισμούς με χιλιάδες μηχανές η διαρκής ενημέρωση όλων αυτών των αρχείων θα είναι μια δουλειά χρονοβόρα και επιρρεπής σε σφάλματα. Μια καλύτερη λύση είναι να στείλει ο υπολογιστής υπηρεσίας 1, ένα πακέτο εκπομπής στο Ethernet ρωτώντας: ποιος έχει την διεύθυνση 192.31.65.5; Η εκπομπή θα φτάσει σε όλες τις μηχανές του Ethernet 192.31.65.0 και κάθε μια από αυτές θα εξετάσει τη διεύθυνση IP της. Μόνο ο υπολογιστής υπηρεσίας 2 θα αποκριθεί με τη διεύθυνση Ethernet του (E2). Με τον τρόπο αυτό ο υπολογιστής υπηρεσίας μαθαίνει ότι η διεύθυνση IP 192.31.65.5 ανήκει στον υπολογιστή υπηρεσίας που έχει διεύθυνση Ethernet E2. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για να σταλεί η ερώτηση και να ληφθεί η απάντηση ονομάζεται Πρωτόκολλο ανάλυσης διευθύνσεων ή ARP(Address Resolution Protocol). Το πλεονέκτημα της χρήσης του ARP σε σχέση με τα αρχεία διευθέτησης είναι η απλότητα του. Ο διαχειριστής του συστήματος δεν χρειάζεται να κάνει και πολλά πράγματα, εκτός από το να εκχωρήσει σε κάθε μηχανή μια διεύθυνση IP και να αποφασίσει ποιές είναι οι μάσκες των υποδικτύων.

2.5 Ασύρματο Σύστημα Διανομής(WDS).

Ένα ασύρματο σύστημα διανομής(WDS) είναι ένα σύστημα που επιτρέπει την ασύρματη διασύνδεση των σημείων πρόσβασης σε ένα IEEE 802.11 δίκτυο [4]. Το WDS επιτρέπει σε ένα ασύρματο δίκτυο να χρησιμοποιήσει για την επέκταση του πολλαπλά σημεία πρόσβασης χωρίς την απαίτηση ενός δικτύου κορμού(backbone technology). Το πλεονέκτημα του WDS είναι ότι συντηρεί τις φυσικές διευθύνσεις(MAC address) των πελατών(clients) κατά τις μετακινήσεις των συνδέσεων τους μεταξύ των σημείων πρόσβασης.

Ένα σημείο πρόσβασης μπορεί να είναι ένας σταθερός σταθμός βάσης ή ένας απομακρυσμένος σταθμός βάσης. Όλοι οι σταθμοί βάσης σε ένα ασύρματο σύστημα διανομής πρέπει να διαμορφωθούν ώστε να χρησιμοποιούν το ίδιο κανάλι, την ίδια μέθοδο κρυπτογράφησης(καμία, WEP, WPA ή WPA2) καθώς και τα ίδια κλειδιά κρυπτογράφησης. Το WDS απαιτεί επίσης κάθε σταθμός βάσης να διαμορφωθεί κατάλληλα ώστε να προωθηθεί στους υπόλοιπους σταθμούς βάσης του συστήματος. Το WDS μπορεί να χαρακτηριστεί και ως repeater επειδή μέσω γεφύρωσης δέχεται συγχρόνως τους ασύρματους χρήστες(εν αντιθέσει με την παραδοσιακή μέθοδο γεφύρωσης). Παρόλα αυτά με την μέθοδο της επανάληψης η απόδοση μοιράζεται για τους ασύρματους χρήστες, αυτό συμβαίνει διότι το Wi-Fi(ασύρματο δίκτυο) είναι ένα ημί-αμφίδρομο μέσο και επομένως και συσκευή Wi-Fi που λειτουργεί σαν repeater θα πρέπει να αποθηκεύει και να προωθεί την μέθοδο επικοινωνίας. Το WDS μπορεί να μην είναι συμβατό με διαφορετικά προϊόντα (μερικές φορές και από τον ίδιο προμηθευτή)από τη στιγμή που το πρότυπο IEEE 802.11-1999 δεν καθορίζει πώς θα κατασκευαστούν τέτοιου είδους εφαρμογές ή πως οι σταθμοί αλληλεπιδρούν για την ανταλλαγή πλαισίων αυτής της μορφής. Το πρότυπο IEEE 802.11-1999 καθορίζει μόνο τη μορφή πλαισίων 4 διευθύνσεων όπου αυτό είναι εφικτό.



2.5.1 Τεχνική.

Το WDS μπορεί να παρέχει δύο τρόπους συνδεσμολογίας σημείο προς σημείο:

- Ασύρματη γεφύρωση, στην οποία τα WDS σημεία επικοινωνούν μόνο το ένα με το άλλο και δεν επιτρέπουν ασύρματους σταθμούς να τα προσπελάσουν.
- Ασύρματη επανάληψη(repeating) στην οποία τα σημεία πρόσβασης(access point) επικοινωνούν μεταξύ τους αλλά και με τους ασύρματους σταθμούς.

2.5.2 Μειονεκτήματα του WDS.

- Η μέγιστη απόδοση ρυθμού του ασύρματου συστήματος μπορεί να μοιράζεται μετά την πρώτη αναμετάδοση που γίνεται. Για παράδειγμα στην περίπτωση δύο ασύρματων σημείων(access points) τα οποία είναι συνδεδεμένα με WDS και η επικοινωνία γίνεται μέσω ενός σταθερού υπολογιστή ο οποίος είναι συνδεδεμένος στη θύρα Ethernet ενός access point A και ενός φορητού υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος ασύρματα σε ένα access point B. Ο ρυθμός μετάδοσης μοιράζεται επειδή το access point B πρέπει να αναμεταδώσει πληροφορίες κατά την διάρκεια της επικοινωνίας των δύο πλευρών. Παρόλα αυτά στην περίπτωση της επικοινωνίας ενός υπολογιστή ο οποίος είναι συνδεδεμένος στην θύρα Ethernet του access point A και ενός υπολογιστή ο οποίος είναι συνδεδεμένος στην θύρα Ethernet του access point B τότε ο ρυθμός απόδοσης δεν μοιράζεται από τη στιγμή που δεν χρειάζεται να γίνει αναμετάδοση της πληροφορίας.
- Ορισμένα κλειδιά κρυπτογράφησης μερικές φορές δεν υποστηρίζονται σε μια σύνδεση WDS. Αυτό σημαίνει ότι το WPA(Wi-Fi protected Access) και άλλα δυναμικά κλειδιά κρυπτογράφησης στις περισσότερες περιπτώσεις δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη τυποποίησης σε αυτό τον τομέα, που μπορεί να επιλυθεί με το επερχόμενο 802.11s πρότυπο. Σαν αποτέλεσμα, στατικά WEP ή WAP κλειδιά θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε WDS συνδέσεις.

Κεφάλαιο 3^ο Εφαρμογή προσομοίωσης δικτύων Opnet.

3.1 Τι είναι το OPNET.

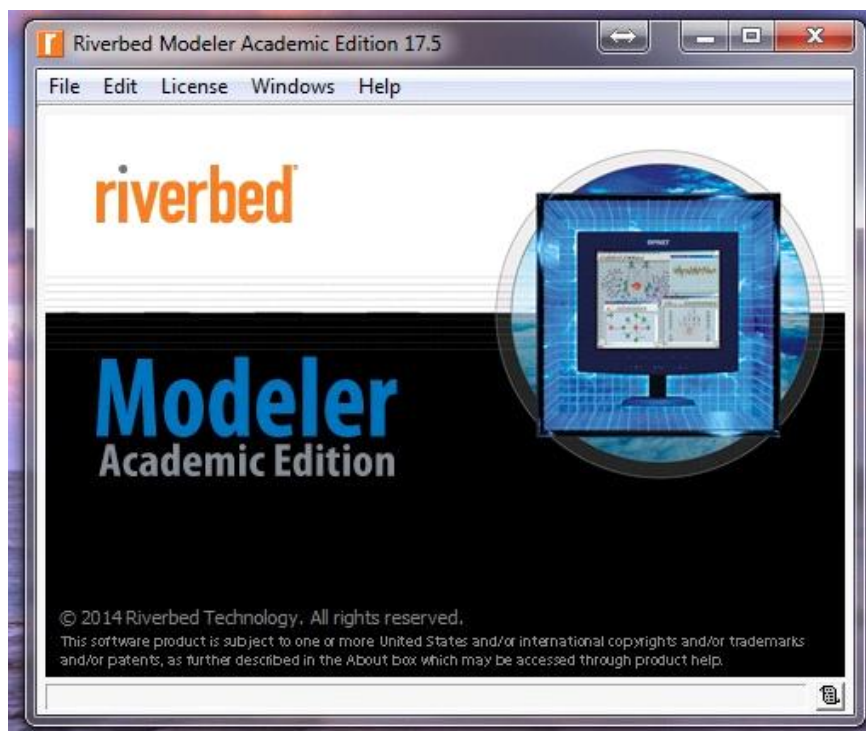
Το OPNET είναι μια γνωστή εφαρμογή και η χρήση της είναι η προσομοίωση δικτύων μέσα από ένα γραφικό περιβάλλον που μας δίνει την δυνατότητα να μοντελοποιήσουμε και να προσομοιώσουμε δίκτυα, με στόχο την ανάλυση και βελτιστοποίηση τους. Τα δίκτυα μπορούν να είναι τόσο τοπικά γεωγραφικά δίκτυα πχ (ένα γραφείο) όσο και μεγαλύτερα γεωγραφικά δίκτυα που υλοποιούνται ακόμα και σε διαφορετικές χώρες.

Η έκδοση του OPNET που χρησιμοποιήσαμε εμείς είναι η Riverbed Modeler Academic Edition 17.5. Η συγκεκριμένη έκδοση προορίζεται για ακαδημαϊκή χρήση μόνο και δίνεται δωρεάν κάνοντας εγγραφή στο website του OPNET:

http://www.opnet.com/university_program/itguru_academic_edition/

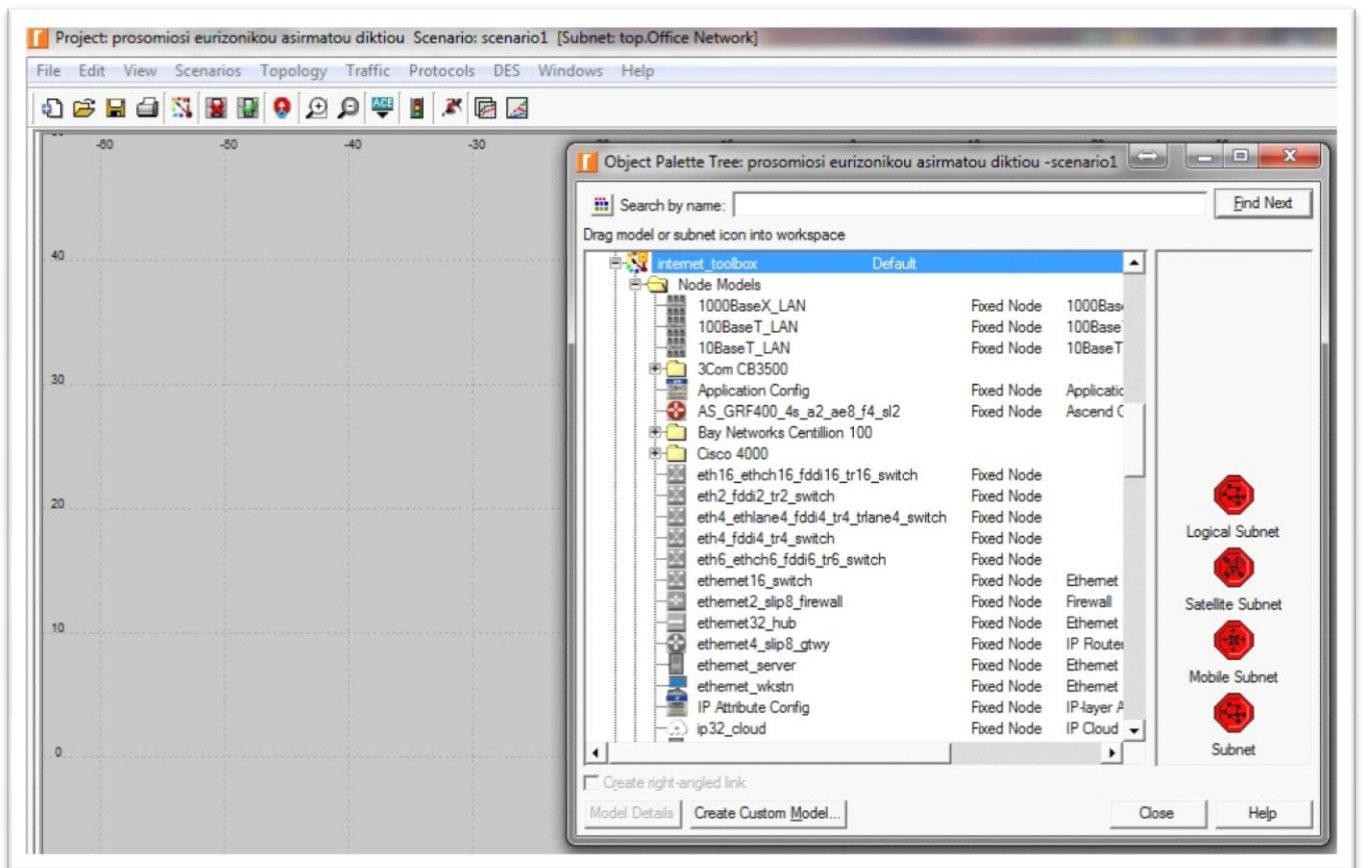
3.2 Περιβάλλον εργασίας του OPNET.

Το OPNET έχει παραθυρικό γραφικό περιβάλλον εργασίας.



Αρχικό παράθυρο OPNET

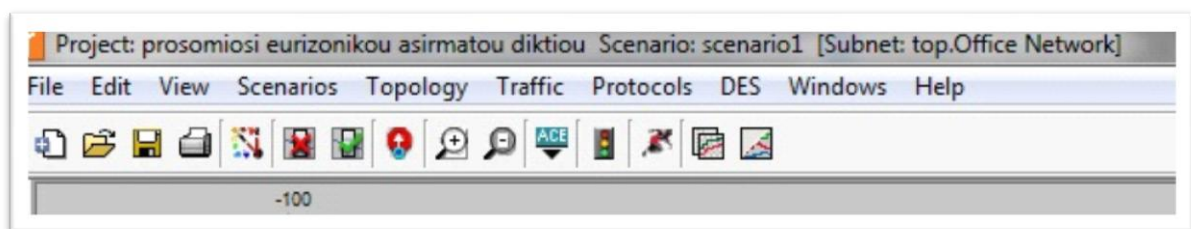
- Από το κεντρικό μενού διαλέγουμε **File** και επιλέγουμε **New** από το pop up παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε **Project** και πατάμε **OK**.
- Ονομάζουμε το **Project** και το **Scenario** και τσεκάρουμε **Use Startup Wizard When Creating New Scenario** ώστε να δημιουργήσουμε το νέο σενάριο.
- Από το **Startup Wizard** επιλέγουμε **Create Empty Scenario** και πατάμε **Next**.
- Μας δίνετε η δυνατότητα να επιλέξουμε γεωγραφική κλίμακα για το σενάριο το οποίο δημιουργούμε. Επιλέγουμε κλίμακα **Office** και πατάμε **OK**.
- Επιλέγουμε τις διαστάσεις και τις μονάδες μέτρησης τούς.
- Στο **Wizard** με τίτλο **Select Technologies** μας δίνετε η δυνατότητα να επιλέξουμε από μια λίστα τις τεχνολογίες τις οποίες θα χρειαστούμε για να υλοποιήσουμε το **Project** μας. Εάν δεν επιλέξουμε καμιά από τις τεχνολογίες στην παλέτα που θα έχουμε μετά για την δημιουργία του δικτύου θα συμπεριλαμβάνονται όλες.
- Στην επισκόπηση του σεναρίου ελέγχουμε τις επιλογές μας με βάση τις απαιτήσεις του σεναρίου και επιλέγουμε **Finish**.



Βασικό παράθυρο OPNET

Το βασικό περιβάλλον εργασίας του OPNET αποτελείται από:

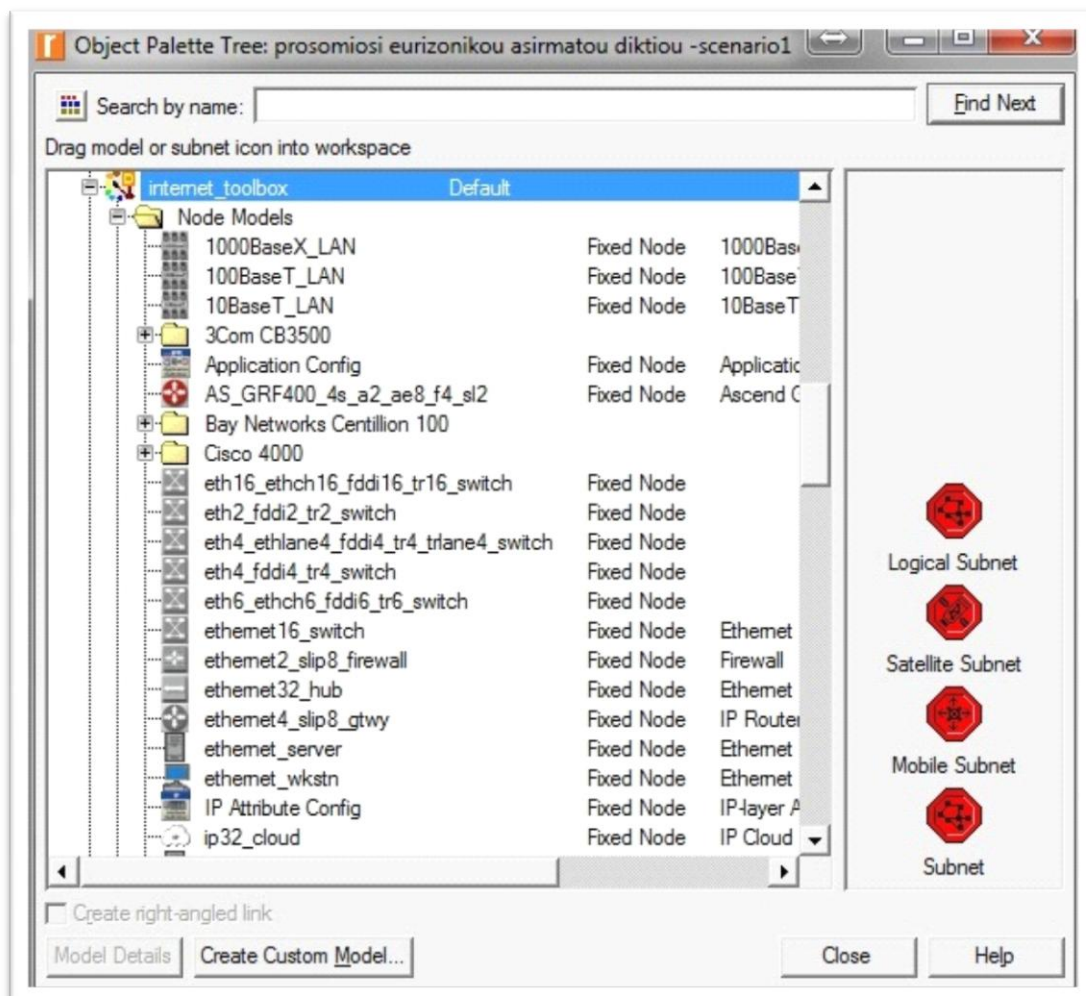
- Την μπάρα του μενού στο πάνω μέρος όπου οργανώνει τις βασικές λειτουργίες.



- Το πλαίσιο εργασίας όπου εκεί πάνω θα δημιουργούμε το δίκτυο.



- Το παράθυρο που περιέχει την παλέτα αντικειμένων που θα χρειαστούμε για το δίκτυο.



3.3 Δημιουργία τοπολογίας δικτύου.

Για την δημιουργία τοπολογίας στο OPNET υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι:

- Εισάγοντας κατάλληλα διαμορφωμένο αρχείο όπου περιέχει το δίκτυο.
- Τοποθετώντας ανεξάρτητους κόμβους από την παλέτα με τα αντικείμενα στο πλαίσιο εργασίας.
- Δημιουργώντας νέα τοπολογία δικτύου χρησιμοποιώντας το **Rapid Configuration** που είναι μια λειτουργία του opnet για την δημιουργία βασικών τοπικών δικτύων πχ: τοπολογία διαύλου.

Στο **Project** μας χρησιμοποιήσαμε την δυνατότητα δημιουργία τοπολογίας δικτύου με την χρήση ανεξαρτήτων κόμβων από την παλέτα αντικειμένων με τον εξής τρόπο:

Στην κατηγορία **Wireless_Lan Node Models** θα βρούμε το αντικείμενο με όνομα **Wlan_ethernet_router** (Fixed Node Wireless Lan and Ethernet IP Router) και το τραβάμε πάνω στο πλαίσιο εργασίας. Θα χρειαστούμε 10 από αυτά ούτως ώστε να αναπαραστήσουμε τα 10 Hot Spot σημεία μας.



Στην ίδια κατηγορία **Wireless_lan Node Models** θα βρούμε και τα αντικείμενα με όνομα **Wlan_wkstn** (Fixed Node Wireless Lan Workstation), **Wlan_android_mobile** (Fixed Node Wireless Lan Workstation), **Wlan_ipad** (Fixed Node Wireless Lan Workstation) και **Wlan_iphone** (Fixed Node Wireless Lan Workstation) που θα αναπαραστήσουν τούς χρήστες του δικτύου.



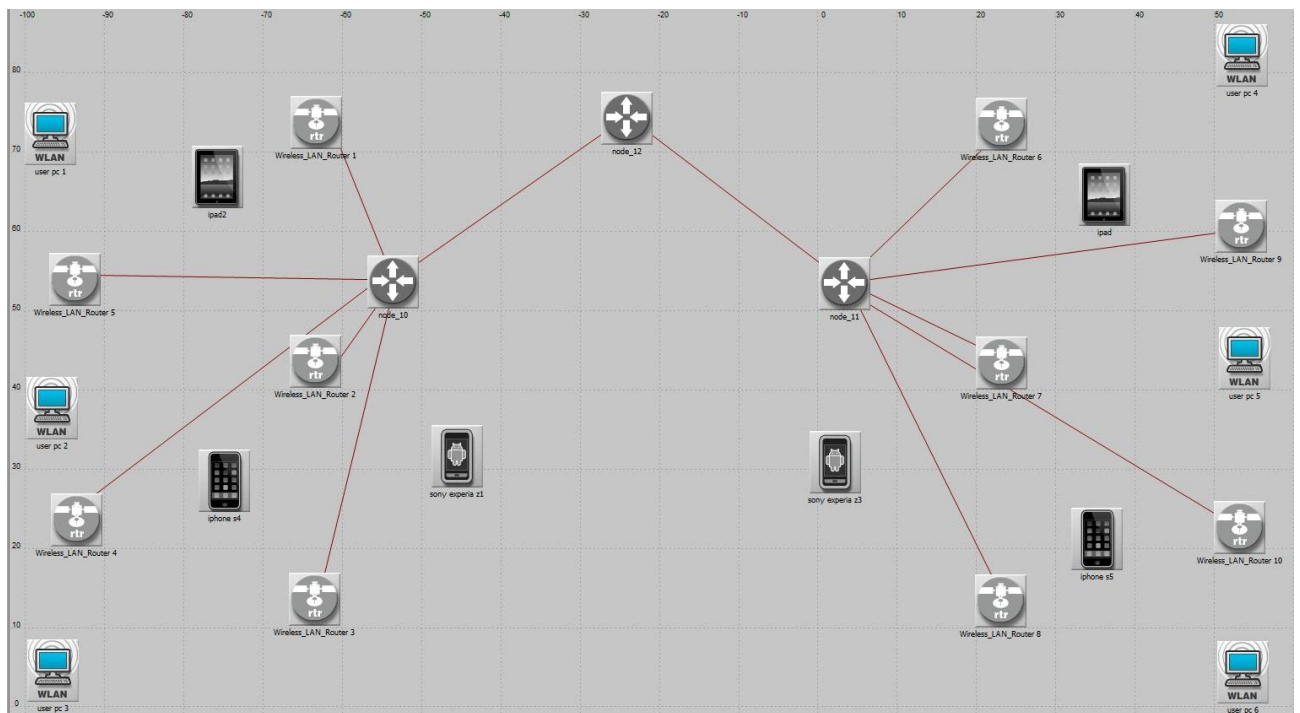
Στην ίδια κατηγορία **Wireless_lan Node Models** θα βρούμε την υποκατηγορία **Ling Models** και θα επιλέξουμε την σύνδεση **100BaseT** (Duplex Ling Ethernet 100BaseT) για να αναπαραστήσουμε την σύνδεση μεταξύ hot spot και δρομολογητών.



Στην κατηγορία **Routers Node Models** βρίσκουμε το αντικείμενο με όνομα **Ethernet2_slip8_gtwy** (Fixed Node IP Router) θα χρειαστούμε τρία από αυτό το αντικείμενο για να αναπαραστήσουμε τούς τρεις δρομολογητές μας.



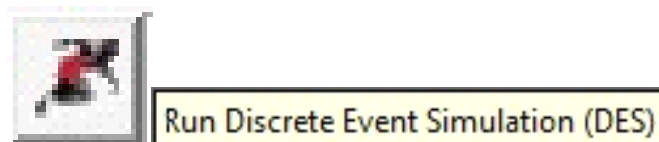
Τα τοποθετήσαμε κατά αυτόν τον τρόπο που αναπαριστάτε στην παρακάτω εικόνα.



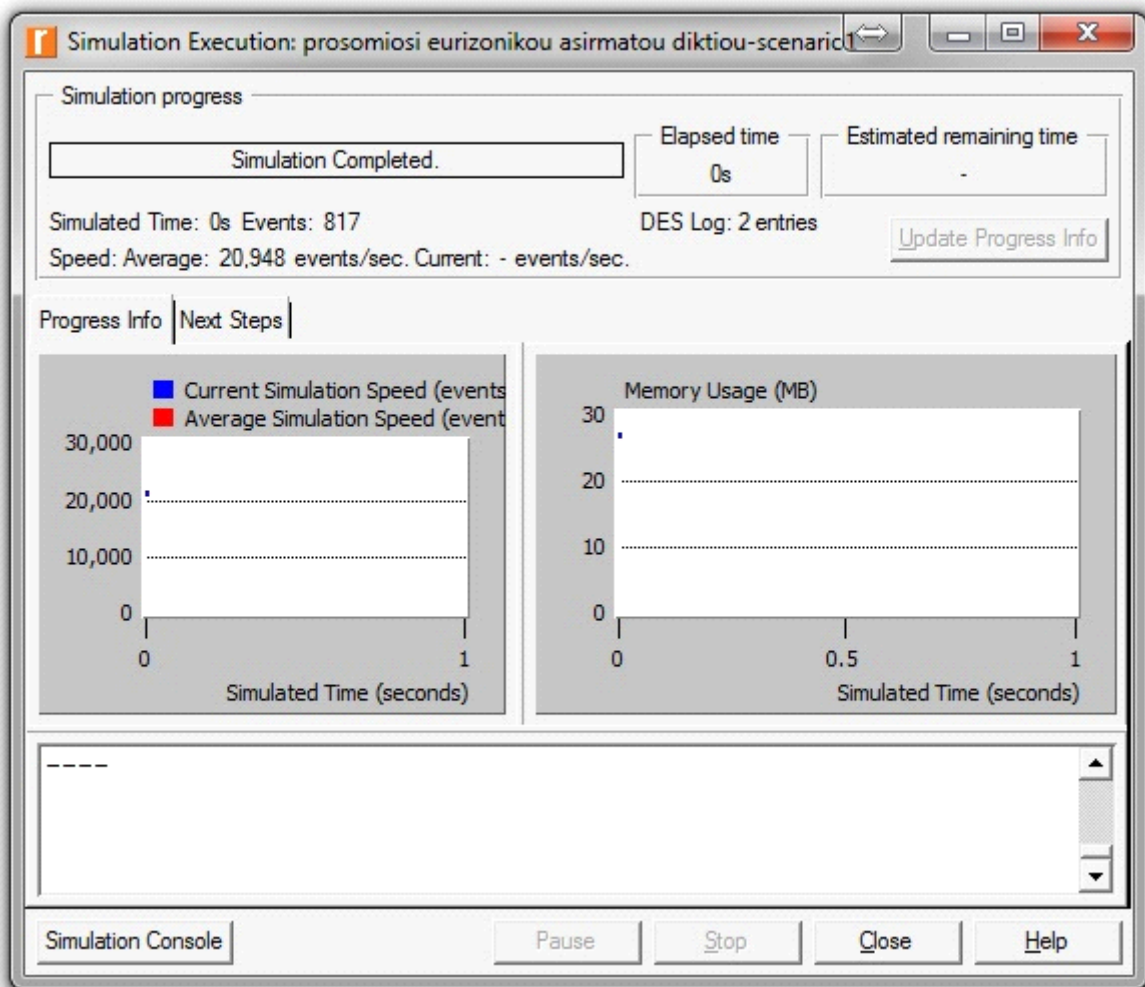
Στη συνέχεια αποθηκεύσαμε την τοπολογία του **project** μας από το **menu bar** επιλέξαμε **File - Save As - Project Files (*.prj)**

3.4 Προσομοίωση τοπολογίας δικτύου και αποτελέσματα.

Από το **Menu Bar** επιλέγουμε το **Run Discrete Event Simulation (DES)**



Στο pop up παράθυρο το οποίο εμφανίζετε **Simulation Execution** εμφανίζονται τα αποτελέσματα από την προσομοίωση του **Project** όπως φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Σε αυτό το παράθυρο θα μπορούσαμε να δούμε την ταχύτητα προσομοίωσης **Simulation Speed** έναντι του χρόνου προσομοίωσης **Simulation Time** καθώς και τη χρησιμοποιούμενη μνήμη **Usage Memory** έναντι του χρόνου προσομοίωσης **Simulation Time**.

3.5 Συμπεράσματα.

Η έκδοση του OPNET την οποία χρησιμοποιήσαμε είναι για ακαδημαϊκή χρήση όσο τα αντικείμενα της παλέτας είναι (Fixed Node) και δεν έχουμε την δυνατότητα περαιτέρω τροποποίησης τους τόσο και το execute του simulator δεν μας επιτρέπει περαιτέρω τροποποίηση.

Γενικότερα το OPNET χρησιμοποιείτε για να αναπαραστήσει στην περίοδο του χρόνου το φόρτο δεδομένων ή την καθυστέρηση σύνδεσης σε ένα server ενός δικτύου στον οποίο βρίσκετε σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή μεταφοράς δεδομένων πχ web browsing, video streaming.

Στο project μας δεν υπάρχει κάποιος server με συγκεκριμένη εφαρμογή ούτως ώστε να δούμε κάποιες από αυτές τις μετρήσεις.

Ο σκοπός της προσομοίωσης μας ήταν αν μέσα από το OPNET μας δινόταν η δυνατότητα ώστε να πάρουμε μετρήσεις σχετικά με την εμβέλεια του σήματος μετάδοσης και πως αυτό μεταβάλετε σε σχέση με την απόσταση από κάθε wireless lan router αλλά και αν επιτυγχάνετε η ευρεία κάλυψη του κτιρίου στο οποίο θέλουμε να υλοποιήσουμε το δίκτυο.

Κεφάλαιο 4^ο Τεχνική Μελέτη.

4.1 Τεχνική μελέτη και προϋποθέσεις.

Το έργο περιλαμβάνει προμήθεια εξοπλισμού, εγκατάσταση και παραμετροποίηση ώστε οι φοιτητικές εστίες να καλύπτονται από ασύρματη ευρυζωνική πρόσβαση στα 2.4 GHz. Η εγκατάσταση θα πραγματοποιηθεί σε συγκεκριμένα εξωτερικά σημεία των φοιτητικών εστιών και περιμετρικά των δωματίων ώστε να υπάρχει η μέγιστη δυνατή κάλυψη. Ενδιάμεσοι δρομολογητές θα συνδέονται με τον κεντρικό δρομολογητή για να παρέχουν διασύνδεση με τα ασύρματα σημεία πρόσβασης. Τα συστήματα θα πρέπει να υποστηρίζουν όλες τις απαραίτητες υπηρεσίες και πρωτόκολλα όπως περιγράφεται παρακάτω. Το σχέδιο εγκατάστασης παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Αποτελείται από 10 ασύρματα σημεία πρόσβασης και 3 δρομολογητές. Όλα τα ασύρματα συστήματα είναι συνδεδεμένα με καλώδιο FTP κατηγορίας 5(CAT 5) εξωτερικού χώρου μέσω των δρομολογητών. Τα σημεία εγκατάστασης καθώς και οι απαραίτητες καλωδιώσεις παρουσιάζονται στην εικόνα ως μια βέλτιστη λύση κάλυψης του κτιρίου των φοιτητικών εστιών. Τα ασύρματα συστήματα πρόσβασης θα πρέπει να υποστηρίζουν πρωτόκολλο WDS και λειτουργία πλέγματος MESH. Με τον τρόπο αυτό θα επιτρέπεται αυξημένη λειτουργικότητα και εύκολη επεκτασιμότητα όποτε χρειαστεί. Επιπλέον όλα τα συστήματα θα πρέπει να υποστηρίζουν κεντρικό σύστημα επίβλεψης και ελέγχου λειτουργίας καθώς και παρουσίασης στατιστικών στοιχείων κίνησης.



- Με κόκκινο χρώμα συμβολίζουμε τις κεραίες-AccessPoint.
- Με πράσινο συμβολίζονται οι δρομολογητές-Router.

4.2 Εξοπλισμός και χαρακτηριστικά.

Ο Εξοπλισμός μας αποτελείται:

1) 3x Mikrotik routerboard 1100ahx2.



Χαρακτηριστικά.

CPU nominal frequency	1 GHz
CPU core count	2
Architecture	PPC
Size of RAM	2 GB
10/100 Ethernet ports	0
10/100/1000 Ethernet ports	13
MiniPCI slots	0
MiniPCI-e slots	0
Wireless chip model	None
Number of USB ports	0
Memory Cards	1
Memory card type	microSD
Power Jack	1
802.3af support	No
PoE in	Yes
Voltage Monitor	Yes
CPU temperature monitor	Yes
PCB temperature monitor	Yes
Dimensions	1U case: 44 x 176 x 442 mm
Weight	1200g. Board only: 365g
Operating System	RouterOS
Operating temperature range	-30C to +60C
License level	6
Antenna gain DBI	No
Current Monitor	Yes

CPU	P202ASSE2KFB
SFP ports	0
SFP+ ports	0
Number of chains	0
Serial port	RS232

Οι δύο δρομολογητές ή περιφερειακοί έχουν σαν βασικά χαρακτηριστικά:

- Επεξεργαστής $\geq 400\text{MHz}$.
- Μνήμη $> 32\text{MB}$.
- Θύρες Fast Ethernet ≥ 5 .
- Υποστήριξη Bridging.
- Διαχείριση με εντολογραμμές.
- Διαχείριση με παραθυρικό περιβάλλον.

Ο κεντρικός δρομολογητής διαφέρει σε σχέση με τους περιφερειακούς δρομολογητές στα εξής χαρακτηριστικά:

- Επεξεργαστής $\geq 1\text{ GHz}$.
- Μνήμη $> 512\text{MB}$.
- Θύρες Fast Ethernet ≥ 10 .

2) 10x Κεραία Hot Spot 2.4GHz.



Χαρακτηριστικά.

Product code	RBGrooveA-52HPn
CPU speed	600MHz
CPU cores	1
RAM	128MB
LAN ports	1
Gigabit	no
MiniPCI	0
Integrated Wireless	Yes

Wireless standards	802.11a/b/g/n
PoE	9-30V
Voltage Monitor	No
CPU temperature monitor	No
PCB temperature monitor	No
Dimensions	177x44x44mm, 193g
Operating System	RouterOS
Temperature range	-30C to +70C
RouterOS License	L4
Current Monitor	No
TX power	27dBm
CPU	AR9342-BL1A
Max Power consumption	Up to 0.19A at 24V (4.56W)

Τα βασικά χαρακτηριστικά των κεραιών είναι:

- Υποστήριξη 802.11 b/g/n
- Επεξεργαστής $\geq 400\text{MHz}$.
- Υποστήριξη Bridging.
- Υποστήριξη WDS.
- Υποστήριξη MESH.
- Διαχείριση με παραθυρικό περιβάλλον.

3) Καλώδια –Ακροδέκτες -Υλικά.

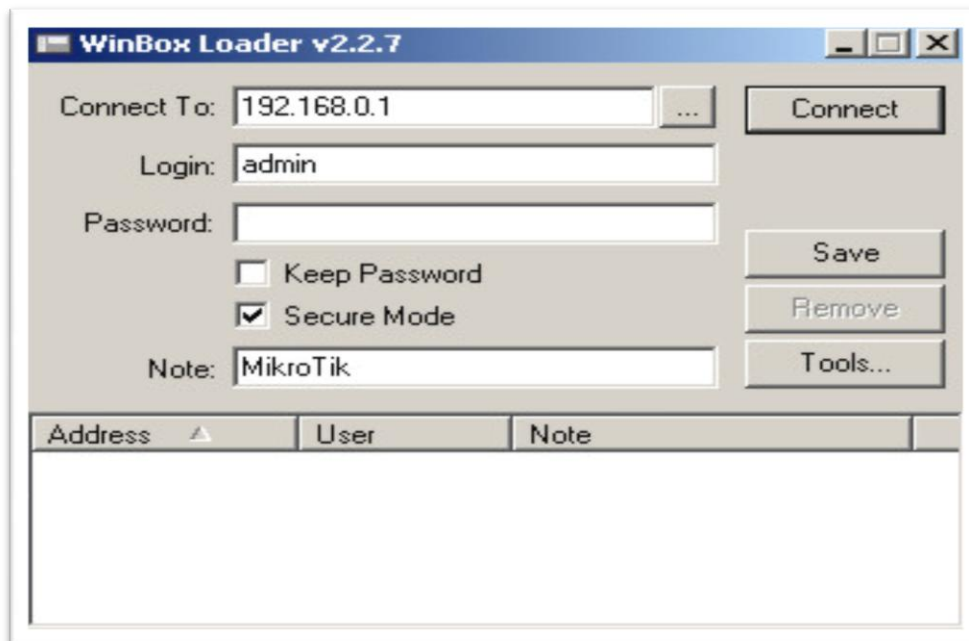
- Καλώδιο FTP/Cat5e εξωτερικού χώρου $> 500\mu$. για την σύνδεση των Rack μεταξύ τους.

^[4]Το καλώδιο κατηγορίας 5, γνωστό απλά και ως CAT 5, είναι ένας τύπος καλωδίου συνεστραμμένου ζεύγους που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση σήματος υψηλής πιστότητας μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών και συσκευών τηλεπικοινωνίας. Κατασκευάζεται με ή χωρίς θωράκιση. Ο παλαιότερος τύπος CAT 5 έχει εκτοπιστεί από τον νεώτερο CAT5e. Χρησιμοποιείται κυρίως στη δομημένη καλωδίωση δικτύων υπολογιστών τύπου Ethernet, token ring και ATM. Το καλώδιο της κατηγορίας 5 είναι φτιαγμένο από τέσσερα ζεύγη σύστροφων μονωμένων μεταλλικών ινών που περιβάλλονται από έναν κοινό μανδύα καλωδίων. Τα ζεύγη είναι συνεστραμμένα για να αλληλοεξουδετερώνεται το μαγνητικό πεδίο των δύο αγωγών. Με αυτό το τρόπο εξουδετερώνεται ο θόρυβος μεταξύ των αγωγών αλλά έχουμε και ελαχιστοποιημένη εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία μπορεί να επηρεάσει το περιβάλλον (γειτονικούς αγωγούς - γειτονικά συνεστραμμένα ζεύγη).

- Κανάλι δικτύου(εσωτερικού και εξωτερικού χώρου) για την σύνδεση των Rack μεταξύ τους.
- Βίδες για Rack + Δικτυακά παρελκόμενα. Πολύπριζα ασφαλείας.
- Μεταλλικές Βάσεις.

4.3 Εγκατάσταση Εξοπλισμού.

Το δίκτυο θα επιτρέψει την μετάδοση του σήματος από τον κεντρικό δρομολογητή στους άλλους δύο δρομολογητές με το Πρωτόκολλο δυναμικής διευθέτησης υπολογιστών υπηρεσίας (DHCP) έτσι ώστε να μπορούν να δημιουργηθούν σημεία επέκτασης του εξοπλισμού πρόσβασης (access points) μέσω των δύο επιπλέον δρομολογητών. Η επικοινωνία των σημείων επιτυγχάνεται με καλωδίωση των δρομολογητών στα access points με καλώδιο Cat/5e μέσω εσωτερικών και εξωτερικών καναλιών. Για την εγκατάσταση των δρομολογητών θα γίνει χρήση ενός προγράμματος με παραθυρικό περιβάλλον με την ονομασία Winbox. Το Winbox είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει στους χρήστες των Mikrotik RouterOS να χρησιμοποιεί ένα γρήγορο και απλό γραφικό περιβάλλον χρήσης. Με την βοήθεια του Winbox συνδέσαμε τους δρομολογητές μέσω DHCP server, συνδέσαμε τους δρομολογητές με τα access points και κατασκευάσαμε το δίκτυο πλέγματος MESH. Το βασικό παράθυρο του Winbox φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Βασικό παράθυρο Winbox.

4.3.1 DHCPserver.

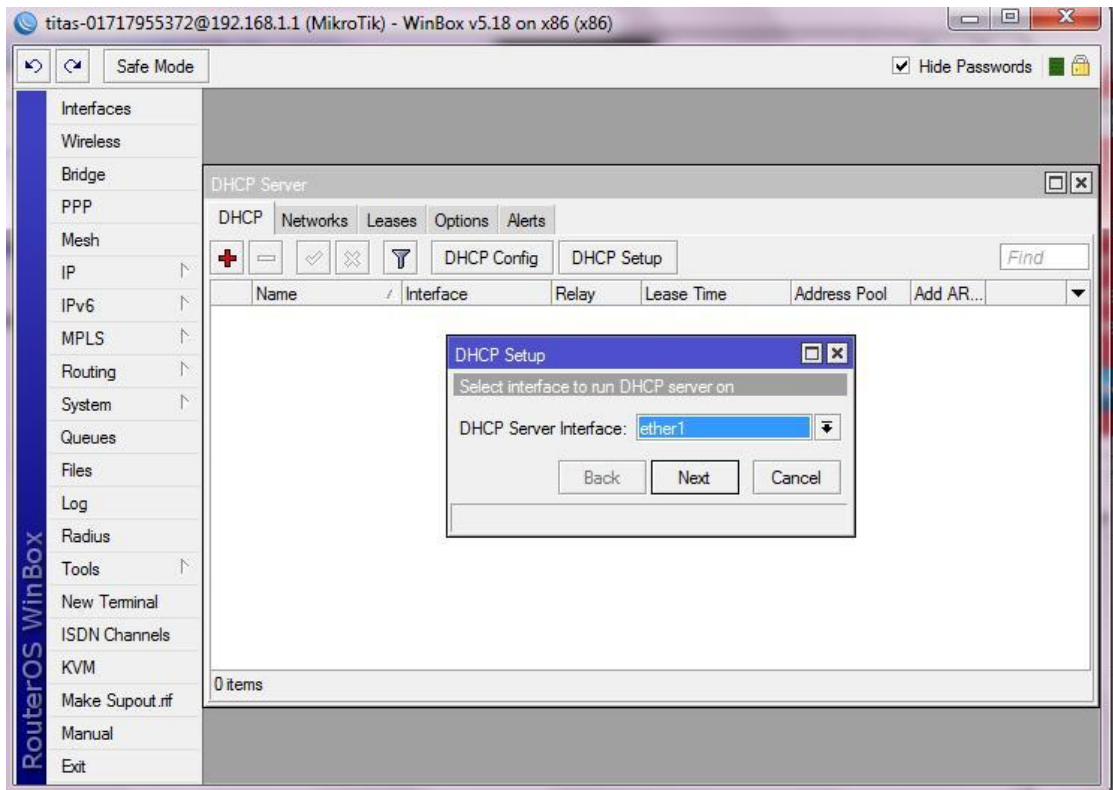
[4]Το DHCP παρέχει παραμέτρους ρυθμίσεων για ένα μοντέλο δικτύου πελάτη-διακομιστή. Οι DHCP server hosts δεσμεύουν τις διευθύνσεις του δικτύου και στέλνουν τις πληροφορίες για αυτές στους client-hosts. Το DHCP αποτελείται από δύο τμήματα. Το πρώτο είναι το πρωτόκολλο που στέλνει παραμέτρους ρυθμίσεων από τον server στον host και το δεύτερο είναι ο μηχανισμός για να αντιστοιχίζει τις διευθύνσεις στους hosts.

Το DHCP υποστηρίζει 3 μηχανισμούς για να αντιστοιχίζει διευθύνσεις. Αυτοί είναι:

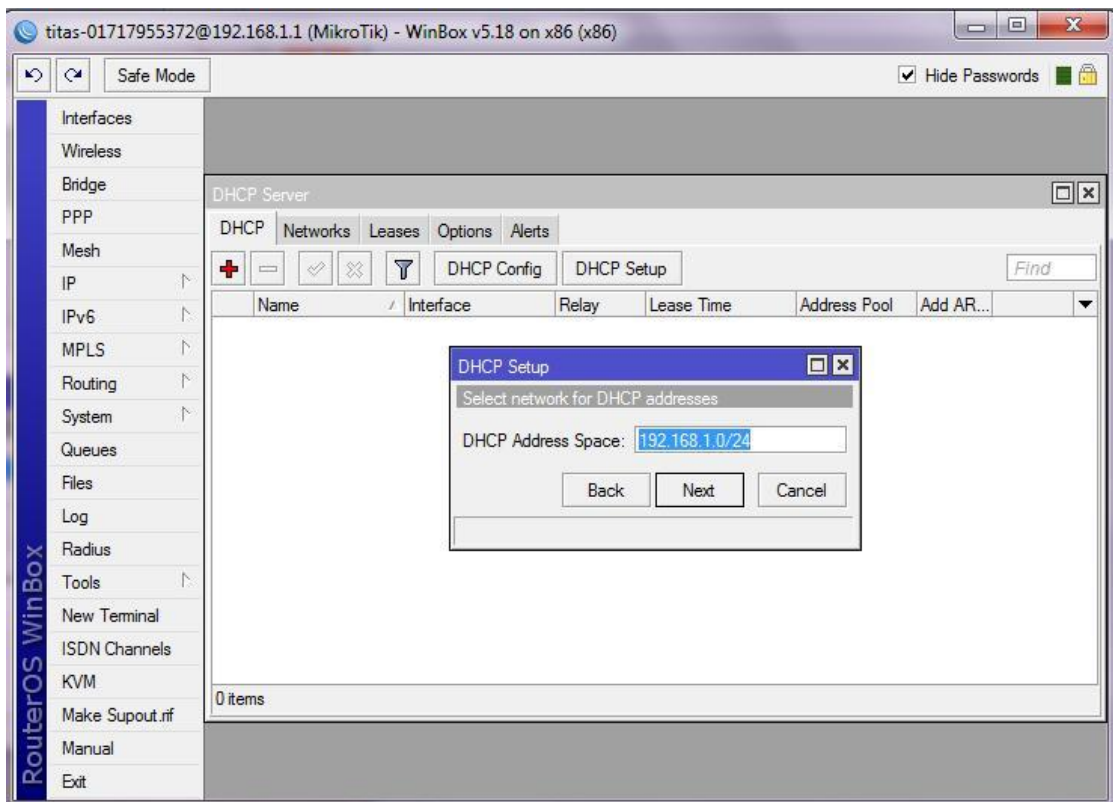
- Αυτόματη αντιστοίχιση (με αντιστοίχιση μόνιμης διεύθυνσης).
- Δυναμική αντιστοίχιση (με διεύθυνση με ημερομηνία λήξης).
- Χειροκίνητη αντιστοίχιση (ο διαχειριστής κανονίζει ότι θεωρεί καλύτερο).

Όπως προαναφέρθηκε το DHCP έχει 3 μηχανισμούς για να δεσμεύει και να αντιστοιχίζει διευθύνσεις δικτύου. Ένα δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιεί έναν ή περισσότερους μηχανισμούς ανάλογα με την απόφαση του διαχειριστή του. Η δυναμική αντιστοίχιση είναι ο μόνος από τους 3 μηχανισμούς που επιτρέπει αυτόματη επαναχρησιμοποίηση μίας διεύθυνσης που δεν χρειάζεται πια από τον πελάτη στον οποίο δόθηκε. Έτσι η δυναμική αντιστοίχιση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για δίκτυα που αποτελούνται από πολλούς πελάτες που συνδέονται προσωρινά, ή σε περιπτώσεις που παρατηρείται έλλειψη διευθύνσεων IP ανάμεσα σε μία ομάδα πελατών που δεν χρειάζονται μόνιμες διευθύνσεις. Ο βασικός μηχανισμός για τη δυναμική αντιστοίχιση των διευθύνσεων είναι απλός. Ο πελάτης ζητά τη χρήση μίας διεύθυνσης για ένα πεπερασμένο χρονικό διάστημα (*lease*). Ο μηχανισμός εγγυάται να μην αντιστοιχίσει τη διεύθυνση αλλού σε αυτό το διάστημα και προσπαθεί να επιστρέψει την ίδια διεύθυνση κάθε φορά που αυτός ο πελάτης ζητά διεύθυνση. Ο πελάτης μπορεί να:

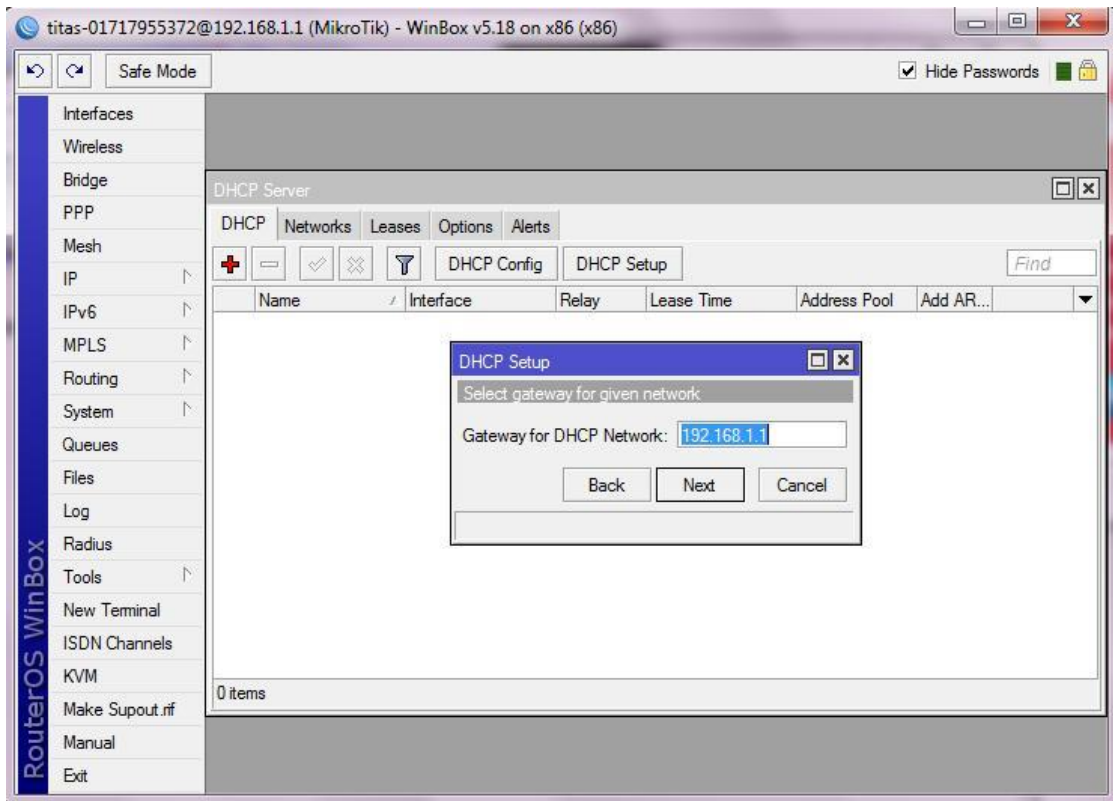
- Ζητήσει το lease με άλλες πληροφορίες.
- Ρωτήσει αν είναι δυνατή η μόνιμη αντιστοίχιση με ένα αορίστου χρόνου lease.
- Στείλει μήνυμα για να απελευθερώσει τη διεύθυνση πίσω στο διακομιστή όταν δεν τη χρειάζεται άλλο.



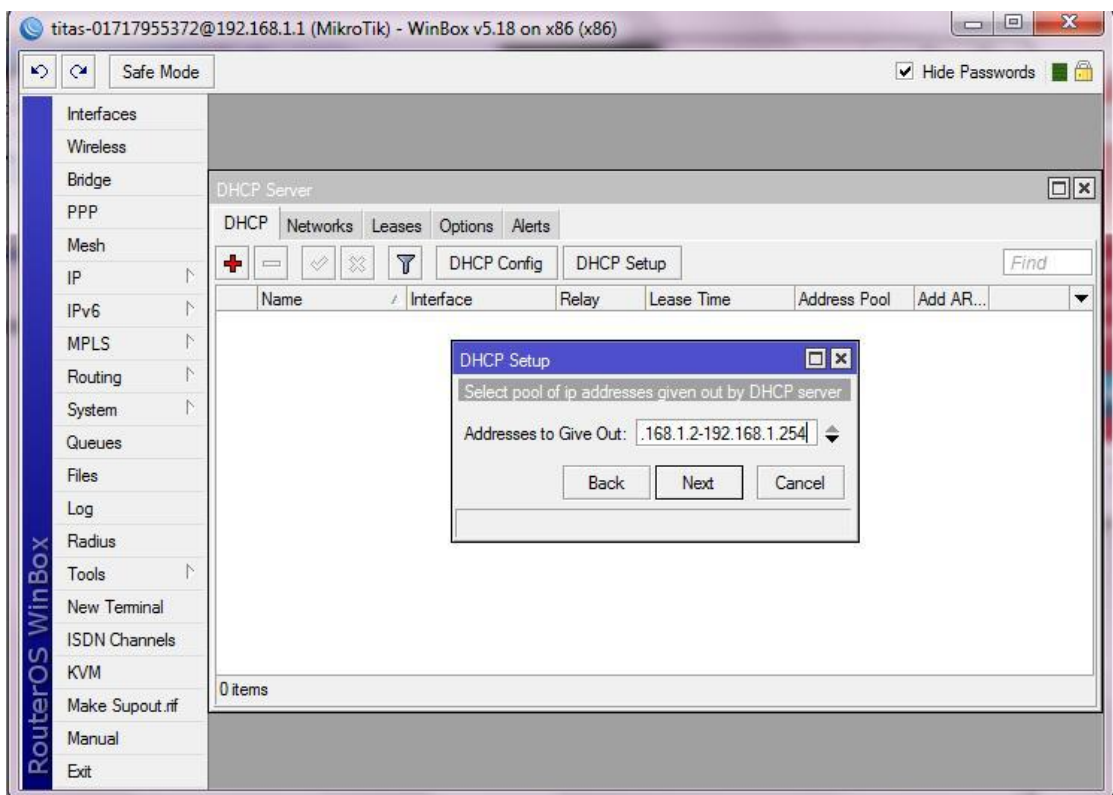
(1)DHCP setup.



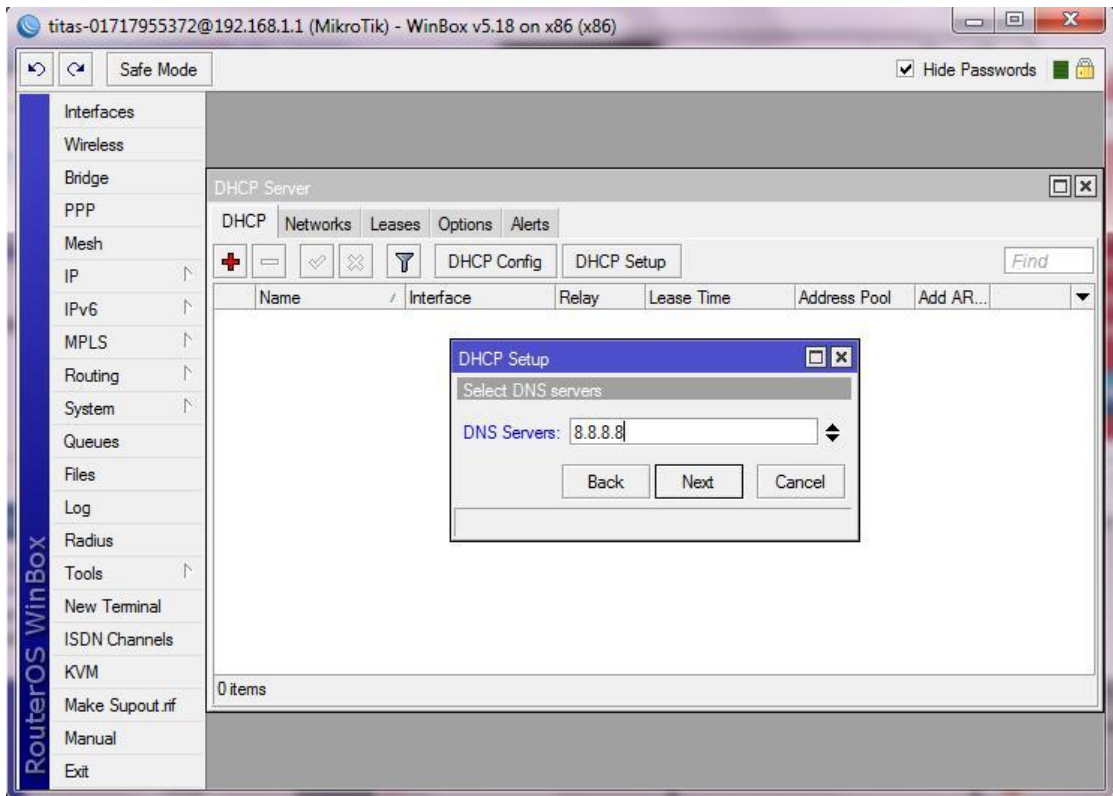
(2)Εισαγωγή διεύθυνσης δικτύου.



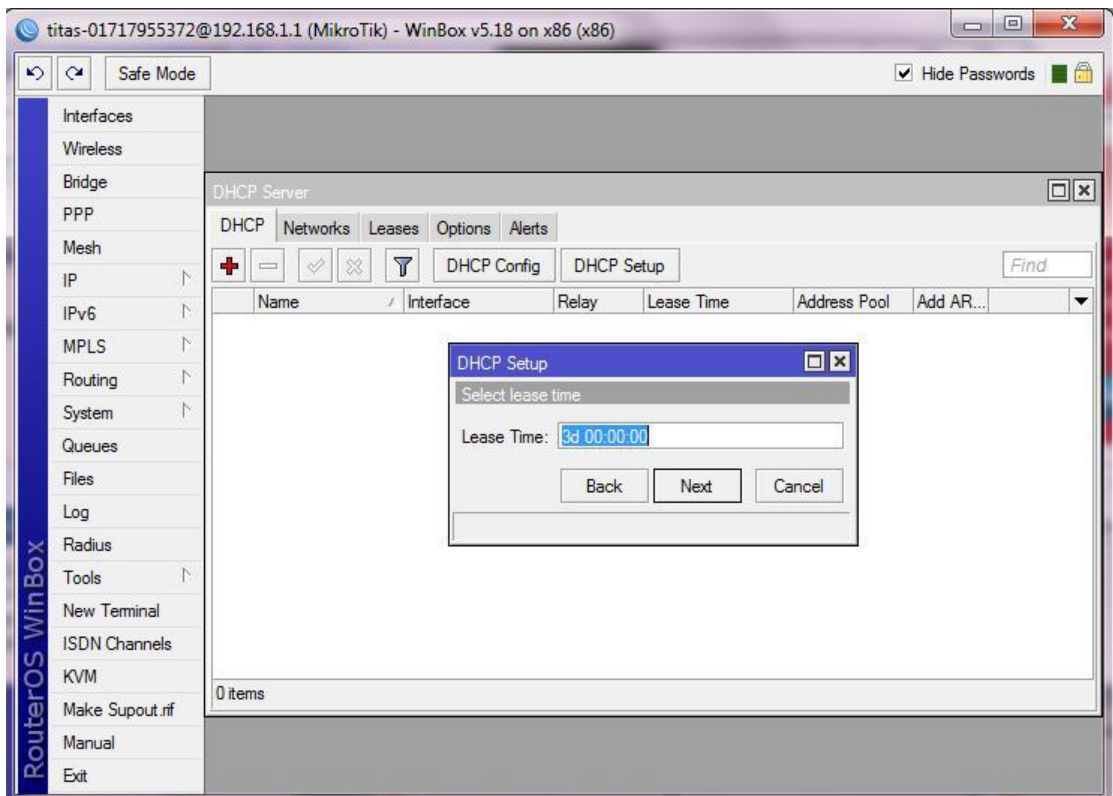
(3) Εισαγωγή πύλης δικτύου.



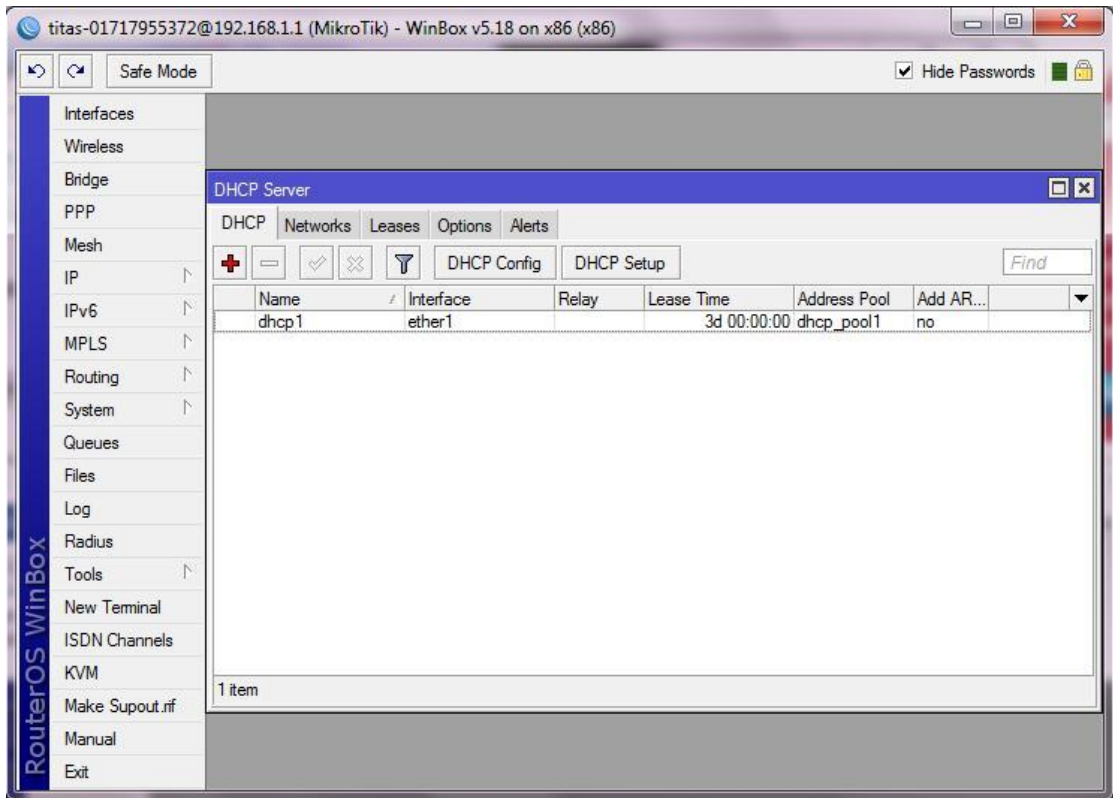
(4) Εισαγωγή από την ομάδα των διευθύνσεων IP που δίνονται έξω από τις διευθύνσεις κεντρικών υπολογιστών DHCP



(5)Εισαγωγή DNS.



(6)Εισαγωγή χρόνου μίσθωσης IP.



(7)Σύνδεση δρομολογητή στο κεντρικό server.

Στις παραπάνω εικόνες παρατηρήσαμε την σύνδεση των περιφερειακών δρομολογητών με τον κεντρικό δρομολογητή-server με την βοήθεια του προγράμματος WinBox.

Εφόσον πραγματοποιήθηκε η σύνδεση των δρομολογητών επόμενο στάδιο ήταν η τοποθέτηση του εσωτερικού και εξωτερικού καναλιού που βοηθούσε στην καλωδίωση των δρομολογητών με τα access points. Κάθε καλώδιο access point μέσω του καναλιού κατέληγε στον πιο κοντινό δρομολογητή.



Όπως βλέπουμε και στην παραπάνω εικόνα τα access point 1,2,3,4,5 καταλήγουν στον δεύτερο δρομολογητή και τα 6,7,8,9,10 στον πρώτο δρομολογητή. Για την εγκατάσταση των access points χρησιμοποιήθηκαν βάσεις οι οποίες τοποθετήθηκαν σε ψηλά από το έδαφος σημεία ώστε να μην είναι εύκολη η πρόσβαση σε περίπτωση κλοπής ή φθορών καθώς και αλλαγών από μη αρμόδια άτομα. Έπειτα μέσω του Winbox και πάλι δημιουργήσαμε το δίκτυο πλέγματος MESH.

Κεφάλαιο 5° Προβλήματα εγκατάστασης.

5.1 Προβλήματα κατά την εγκατάσταση.

Τα προβλήματα που παρατηρήθηκαν κατά την εγκατάσταση είναι:

1. Η τοποθέτηση των εσωτερικών και εξωτερικών καναλιών.

Τα δομικά προβλήματα ήταν αυτά τα οποία δημιούργησαν και το μεγαλύτερο πρόβλημα. Κατά την τοποθέτηση του καναλιού έπρεπε να προσέχουμε να μην τοποθετούμε το κανάλι κοντά σε σημεία που περνάει ηλεκτρικό ρεύμα καθώς θα παρατηρούσαμε απώλειες σήματος. Το δεύτερο δομικό πρόβλημα που παρατηρήθηκε λόγω της παλαιότητας του κτηρίου, ήταν τα πολλά σημεία στα οποία η τοποθέτηση των καναλιών απαιτούσε επιπλέον υποστήριξη.

2. Τοποθέτηση Βάσεων.

Η τοποθέτηση των βάσεων των κεραιών σε σημεία που δεν θα επιτρεπόταν η πρόσβαση για κλοπή ή και καταστροφή αυτών. Ήταν πολύ σημαντικό να τοποθετηθούν σε ψηλά σημεία οι βάσεις και ήταν υπερβολικά δύσκολο να προσαρμόσουμε την βάση σωστά με αποτέλεσμα να μην είναι εύκολα προσβάσιμη σε περίπτωση αλλαγής ρυθμίσεων.

3. Αλλαγή σημείου τοποθέτησης βάσης και αναπροσαρμογή διαδρομής.

Κατά την τοποθέτηση ενός access point το σημείο που θα στηρίζαμε την βάση δεν ήταν προσβάσιμο λόγω πυκνής βλάστησης και καθίζηση του εδάφους λόγω έργων. Έτσι λοιπόν έπρεπε να αναπροσαρμόσουμε την διαδρομή και να επιλέξουμε άλλο σημείο για να τοποθετήσουμε την βάση καθώς και το κανάλι τοποθέτησης που προστάτευε τα καλώδια. Το πρόβλημα ήταν ότι η το νέο σημείο θα έπρεπε να καλύπτει την ίδια περιοχή με το προηγούμενο σημείο γιατί αλλιώς θα είχαμε πρόβλημα κάλυψης σε κάποιο όροφο. Έτσι λοιπόν αναγκαστήκαμε να κατέβουμε ένα όροφο και να σχεδιάσουμε μια εναλλακτική διαδρομή που θα επέτρεπε την τοποθέτηση της βάσης της κεραιάς χωρίς να έχουμε προβλήματα περιοχής κάλυψης.

4. Πρόβλημα με την καλωδίωση σε σημεία που το καλώδιο είχε φθαρεί η κοπεί.

Κατά την τοποθέτηση ενός FTP/Cat5e καλωδίου έπρεπε να είμαστε πολύ προσεκτικοί ώστε να μην προκαλέσουμε φθορές στο καλώδιο με απότομο τράβηγμα και σπάσιμο κατά το μάζεμα του. Σε σύνδεση ενός access point λόγω της μεταφοράς σε παρακάτω όροφο προκαλέσαμε εσωτερική φθορά στο καλώδιο, αφού έγινε η σύνδεση του access point στο παραθυρικό περιβάλλον δεν υπήρχε εμφάνιση της διεύθυνσης του. Ελέγξαμε τις συνδέσεις και εφόσον διαπιστώσαμε ότι ήταν όλα σωστά αλλά αντιμετωπίζαμε το ίδιο πρόβλημα προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε εξωτερικά κοψίματα στο καλώδιο. Από τη στιγμή που δεν υπήρξε κάποιο πρόβλημα εξωτερικά το πρόβλημα ήταν εσωτερικό και έπρεπε να βρούμε το σημείο ώστε να αντικαταστήσουμε το καλώδιο.

5.2 Μετρήσεις-Απόδοση.

Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα **inSSIDer**. Το inSSIDer είναι ένας ανιχνευτής δικτύων για Wi-Fi για Windows. Λειτουργεί με την κάρτα δικτύου του υπολογιστή, εμφανίζει πληροφορίες για τα ασύρματα δίκτυα όπως η: Ip του δικτύου, η φυσική διεύθυνση του MAC address, ισχύς σήματος καθώς και γραφικές παραστάσεις των δικτύων. Το inSSIDer μπορείτε να το κατεβάσετε από την σελίδα: <http://www.inssider.com/downloads/>.

Οι μετρήσεις έγιναν σε διάφορα σημεία του κτηρίου για να διαπιστώσουμε την κάλυψη του δικτύου σε όλους τους χώρους, τα σημεία με την καλύτερη κάλυψη και τα σημεία με μεγάλη απώλεια σήματος. Με τις μετρήσεις μπορούμε να δούμε και την τεχνολογία πλέγματος MESH που εξετάσαμε σε παραπάνω κεφάλαιο.



Εικόνα 1.

Σύμφωνα με αυτή τη μέτρηση βλέπουμε ότι η απόδοση σε αυτό το σημείο είναι στα -61 dbm που προκύπτουν από το κέρδος της κεραίας. Η ιδανική τιμή είναι τα -60 dbm άρα δεν έχουμε απώλεια. Καθώς μετακινούμαστε στο κτήριο παρατηρούμε ότι η απώλεια σήματος θα είναι μεγαλύτερη.



Εικόνα 2.

Στην παραπάνω εικόνα σύμφωνα με την μέτρηση προκύπτει ότι η απόδοση σε αυτό το σημείο είναι στα -70 dbm. Αυτό οφείλεται στην απομάκρυνση μας από το συγκεκριμένο Access Point. Αν παρατηρήσουμε την παρακάτω εικόνα θα διαπιστώσουμε όμως ότι

έχουμε την δυνατότητα να συνδεθούμε και σε άλλα δίκτυα με καλύτερη απόδοση σήματος.



Εικόνα 3.

Λόγω της τεχνολογίας πλέγματος το δίκτυο μας επιτρέπει να συνδεθούμε σε έναν κόμβο καλύτερης απόδοσης από τον κόμβο που ήμασταν πριν και απομακρυνθήκαμε. Βέβαια το πρόγραμμα (inSSIDer) δεν συνδέεται αυτόματα στο βέλτιστο κόμβο ενώ η συσκευές (κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές, tablet κ.α.) συνδέονται αυτόματα.

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα θα παρατηρήσουμε ότι όταν είμαστε συνδεδεμένοι σε ένα access point η τεχνολογία πλέγματος μας επιτρέπει να δούμε και όλα τα υπόλοιπα διαθέσιμα δίκτυα είτε μας προσφέρουν καλύτερη ισχύ σήματος είτε χειρότερη. Βασική προϋπόθεση είναι πάντα η απόσταση του τερματικού από το κάθε access point. Στον παρακάτω πίνακα κατά την μετακίνησή μας σε ορόφους του κτηρίου βλέπουμε τα διαθέσιμα δίκτυα καθώς και την ισχύ τους. Να επισημάνουμε ότι το δίκτυο μας είναι δομημένο και με την τεχνολογία Roaming, η οποία μας συνδέει αυτόματα σε access point με καλύτερη ισχύ χωρίς να εισάγουμε ξανά το κλειδί του δικτύου (WPA2) από την στιγμή που είμαστε ήδη συνδεδεμένοι στο δίκτυο της εστίας.

ΟΡΟΦΟΣ	ΠΤΕΡΥΓΑ	ΔΙΚΤΥΑ	ΙΣΧΥΣ ΣΗΜΑΤΟΣ
1^{ος}	A	Ap7 Ap10	-61dbm -65dbm
2^{ος}	A	Ap7 Ap10 Ap9	-70dbm -64dbm -80dbm
3^{ος}	A	Ap9 Ap8	-67dbm -72dbm
1^{ος}	B	Ap7 Ap8	-64dbm -73dbm
2^{ος}	B	Ap8 Ap9 Ap7	-65dbm -70dbm -80dbm
3^{ος}	B	Ap9 Ap8 Ap7	-69dbm -63dbm -75dbm
1^{ος}	Γ	Ap1 Ap3	-63dbm -74dbm
2^{ος}	Γ	Ap1 Ap3 Ap2	-64dbm -72dbm -83dbm
3^{ος}	Γ	Ap2 Ap3 Ap1	-63dbm -72dbm -84dbm
1^{ος}	Δ	Ap3 Ap2	-67dbm -78dbm
2^{ος}	Δ	Ap3 Ap5	-75dbm -67dbm
3^{ος}	Δ	Ap4 Ap5 Ap3	-66dbm -72dbm -87dbm

Πίνακας (1)



Τα αποτελέσματα μας δείχνουν το κέρδος της κάθε κεραίας και μετριοούνται σε dBm. Το "m" στον όρο "dBm" αναφέρετε σε milli volts ή milli watts. Το dBm, σε αντίθεση με τα dB, είναι πραγματική μέτρηση της ισχύος και όχι ένας λόγος που την προσδιορίζει. Τα dBm χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν την ισχύ εκπομπής των WiFi καρτών και Access Points. Είναι χρήσιμο να υπάρχει λογαριθμική μετρική μονάδα της ισχύος στις τηλεπικοινωνίες σε οποιοδήποτε σημείο μέσα σε ένα σύστημα . Το σημείο αναφοράς των dBm είναι το 1mW

$$P(\text{dBm}) = 10 \log_{10} \left(\frac{P(\text{mW})}{1 \text{ mW}} \right)$$

Το dBm είναι συμβατό με τις μονάδες dB για απολαβή/απώλεια. Για παράδειγμα, ξέρουμε ότι εάν έχουμε ισχύ 1 mW και πολλαπλασιάσουμε με απολαβή 2, παίρνουμε 2 mW. Αρνητικά dbm δε σημαίνουν αρνητική ισχύ αλλά ισχύ μικρότερη αυτής της αναφοράς.

Βιβλιογραφία.

1. Andrew S. Tanenbaum, "Δίκτυα Υπολογιστών", 4η Αμερικάνικη Έκδοση, 2003.

2. Douglas E. Comer, "Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών και εφαρμογές τους στο Internet" 4η Αμερικάνικη Έκδοση, 2007.

3. Σπυριδούλα Μαργαρίτη-Ελευθέριος Στεργίου, Τοπικά και Αστικά Δίκτυα (LAN-MAN) 1^η Έκδοση, 2007.

4. www.wikipedia.com the free encyclopedia.

5. Πεπούδη Κ. – Αρχιτεκτονική Δικτύων, 2009.