



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΨΗΦΙΑΚΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ»

## **Πτυχιακή Εργασία**

Η πτυχιακή εργασία αφορά την μελέτη και ανάπτυξη τοπολογιών ασυρμάτων δικτύων, την κατάστρωση σεναρίων χρήσης και μετρήσεων σε ασύρματα δίκτυα με χρήση δρομολογητών/διακοπών (routers, switches) Mikrotik RouterBoards.

**Μάριος Μπερέτας**

A.M.: ME1559

**Επιβλέπων: Απόστολος Μηλιώνης**

**Αθήνα, 29 Νοεμβρίου 2017**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής υλοποιήθηκε με την υποστήριξη ενός αριθμού ανθρώπων στους οποίους θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το εκπαιδευτικό προσωπικό του τηλεπικοινωνιακού τομέα όπως επίσης και το σύνολο των ατόμων που είχαν την επιθυμία να συνδράμουν. Ενδεικτικά, τους κύριους Δρ. Καραμπέτσο Σωτήριο και Ιωάννη Χρηστάκη που με καθοδήγησαν και υποστήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής. Επιπλέον, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω σε όλα τα μέλη που απαρτίζουν το Ασύρματο Μητροπολιτικό Δίκτυο Αθηνών (AWMN), τους ραδιοερασιτέχνες οι οποίοι μου επέτρεψαν να πειραματιστώ σε διάφορα συστήματα, κάθε συνάδελφο που είχε τη θέληση και έπαιξε καταλυτικό ρόλο στην ολοκλήρωση της μελέτης.

Τέλος, η πτυχιακή αυτή είναι αφιερωμένη σε κάθε φοιτητή που θα επιθυμεί να πειραματιστεί και να προσφέρει είτε σε ιδέες είτε σε γνώσεις με απώτερο σκοπό την εξέλιξη των επικοινωνιών.

Μπερέτας Μάριος

Νοέμβριος 2017

## ΑΚΡΟΝΥΜΙΑ

LAN – Local Area Network

WAN – Wide Area Network

MAN – Metropolitan Area Network

WLAN – Wireless Local Area Network

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

QoS – Quality of Service

CCQ – Client Connection Quality

SSID – Service Set Identifier (in Wireless Networking)

AS – Autonomous System

BGP – Border Gateway Protocol

MAC – Media Access Control

VPN – Virtual Private Network

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

ARP – Address Resolution Protocol

AP – Access Point

WEP – Wired Equivalent Privacy

WPA – Wi-Fi Protected Access

DNS – Domain Name System

UPnP – Universal Plug and Play

MTU – Maximum Transmission Unit

WDS – Wireless Distribution System

DNS – Domain Name System

BPSK - Binary Phase Shift Keying

BSS - Basic Service Set

CCK - Complementary Code Keying

CRC - Cyclic Redundancy Check

CSMA/CA - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance

CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

CTS - Clear to Send

DCF - Distribution Coordination Function

DS - Distribution system

DSSS - direct sequence spread spectrum

ESS - Extended Service Set

ETSI - European Telecommunications Standards Institute

FCC - Federal Communications Commission (USA)

FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum

IBSS - Independent Basic Service Set

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers

IETF - Internet Engineering Task Force IP Internet Protocol

IPSec - Internet Protocol Security

ISA - Integrated Services Architecture

ISM - Industry, Scientific, and Medical

ISO - International Organization for Standardization

LLC - Logical Link Control

MIB - Management information base

MKK - Radio Equipment Inspection and Certification Institute (Japan)

NIC - Network interface card

NOS - Network operating system

PCF - Point Coordination Function

PCI - Peripheral Component Interconnect

PRNG - Pseudo Random Number Generator

QPSK - Quadrature Phase Shift Keying

RTS - Request to Send

SNMP - Simple Network Management Protocol

TCP/IP - Transmission Control Protocol/Internet Protocol

WECA - Wireless Ethernet Compatibility Alliance

WLANA - Wireless LAN Alliance

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία αφορά την μελέτη και ανάπτυξη τοπολογιών ασυρμάτων δικτύων, την κατάστρωση σεναρίων χρήσης και μετρήσεων σε ασύρματα δίκτυα με χρήση δρομολογητών/διακοπών (routers, switches) Mikrotik RouterBoards.

Τα board αυτά, χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που είναι αναγκαία η ζεύξη μεταξύ απομακρυσμένων σημείων σε ασύρματο επίπεδο είτε έχουν την αρμοδιότητα ενός πολλαπλού δρομολογητή κατά την ενσύρματη επικοινωνία. Ένα δίκτυο σε ένα υπολογιστικό σύστημα, σημαίνει η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τερματικών σταθμών, βασισμένο σε σύγχρονα πρότυπα IEEE, βοηθάει το χρήστη να μπορεί να ανταπεξέλθει στις καθημερινές του ανάγκες. Εν συνεχεία, περιγράφεται μια σειρά ρυθμίσεων και παραμέτρων, από μηχανικής όψης, να είναι εφικτή μια κατάλληλη συνδεσμολογία, ανάλογα την εφαρμογή και το σημείο που πρόκειται να εξυπηρετήσει. Ξεκινώντας από θεωρητικό υπολογισμό σε τηλεπικοινωνιακό επίπεδο, λαμβάνοντας ως δεδομένα κάποια κρίσιμα θεωρήματα, η πτυχιακή εργασία συνεχίζει μελετώντας το δικτυακό κομμάτι με στόχο τη μεταγωγή πληροφορίας. Ένα δίκτυο μπορεί να απαρτίζεται από ένα σύνολο υπολογιστών καθώς και άλλες δικτυακές συσκευές όπως routers και switches, εκτείνονται από αποστάσεις μερικών μέτρων μέχρι πολλά χιλιόμετρα.

Για τη μελέτη της πτυχιακής εργασίας, πραγματοποιήθηκαν δύο μέρη μετρήσεων. Στο πρώτο μέρος εγκαταστήθηκαν σε δύο κτίρια, κεραιές με οπτική επαφή περίπου 4,5Km μεταξύ τους και στο δεύτερο μέρος μετρήσεων μέσω δικτυακών εφαρμογών με στόχο να επιβεβαιωθούν οι θεωρητικές τιμές κατά πόσο ανταποκρίνονται και συμβαδίζουν με τις υπολογισθήσεις. Στην τρέχουσα εργασία έχει αναλυθεί ο τρόπος παραμετροποίησης του δρομολογητή MikroTik καθώς επίσης και υπολογισμός της ζεύξης. Ο κάθε χρήστης είναι σε θέση πριν την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος να μπορεί να αποφανθεί και να μελετήσει μια ζεύξη με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Από το σημείο της προσομείωσης, εν συνεχεία στον υπολογισμό της και τέλος στην εγκατάσταση της, μπορεί επιτυχώς να λειτουργήσει ένα σύστημα. Κλείνοντας, ακολουθούν όλα τα αποτελέσματα όσο και οι μετρήσεις που υπολογίσθηκαν.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	5
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	10
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	10
<b>ΛΙΣΤΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ</b> .....	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	13
1.1 ΤΡΟΠΟΙ – ΜΕΣΑ ΕΠΙΚΟΙΝΙΑΣ.....	14
1.1.1 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ.....	14
1.1.2 ΕΝΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ.....	14
1.1.3 ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ.....	14
1.2 ΔΙΚΤΥΑ ΣΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	15
1.2.1 ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.....	14
1.2.2 ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	14
1.2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	14
1.2.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	14
1.3 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ-ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΠΟΡΩΝ.....	15
1.3.1 ΥΠΟΔΙΚΤΥΩΣΗ.....	14
1.3.2 ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ.....	14
1.3.3 ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΩΝ.....	14
1.3.4 ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΩΝ.....	14
1.3.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΩΝ.....	14
1.4 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ.....	15
1.4.1 ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ.....	14
1.4.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΝΣΥΡΜΑΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ.....	14
1.4.3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ.....	14
1.5 ΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	15

1.5.1	WEP.....	14
1.5.2	WPA PERSONAL.....	14
1.6	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ – ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ 802.11.....	15
1.6.1	IEEE 802.11b.....	14
1.6.2	IEEE 802.11a.....	14
1.6.3	IEEE 802.11g.....	14
1.7	ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΖΕΥΞΗ – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	15
1.7.1	ΙΣΧΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ (Tx POWER).....	14
1.7.2	ΕΜΒΕΛΕΙΑ.....	14
1.7.3	ΠΑΡΕΜΒΟΛΕΣ.....	14
1.7.4	ΠΕΡΙΑΓΩΓΗ.....	14
1.8	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΖΕΥΞΗΣ.....	14
1.8.1	EIRP( EFFECTIVE ISOTROPIC RADIATED POWER).....	14
1.8.2	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ.....	14
1.8.3	ΔΙΑΔΟΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΩΡΟΥ (FSL).....	14
1.8.4	ΖΩΝΕΣ FRESNEL.....	14
1.9	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΕΡΑΙΩΝ.....	14
1.9.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	14
1.9.2	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΕΡΑΙΑΣ.....	14
1.9.3	ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ.....	14
1.9.4	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΙΜΟ.....	14
1.10	ΕΙΔΗ ΚΕΡΑΙΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	14
1.10.1	ΚΕΡΑΙΕΣ.....	14
1.10.2	ΤΥΠΟΙ ΚΕΡΑΙΩΝ.....	14
1.10.3	ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ.....	14
	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ROUTER ΜΙΚΡΟΤΙΚ.....</b>	<b>13</b>
2.1	ΣΚΟΠΟΣ.....	14
2.2	ΣΤΟΧΟΣ.....	14
2.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	14

2.4	SIMULATION.....	14
2.5	ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΗ ΜΙΚΡΟΤΙΚ.....	14
2.6	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΥΛΙΚΟΥ ΜΙΚΡΟΤΙΚ 433ΑΗ.....	14
2.7	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	14
2.8	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΙΚΡΟΤΙΚ .....	14
2.9	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΖΕΥΞΗΣ.....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΜΒΑΤΟΙ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΕΣ RADIO.....</b>		<b>13</b>
3.1	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΤΑΣ WIFI.....	14
3.2	ΚΑΡΤΑ R52.....	14
3.3	ΚΑΡΤΑ CM9.....	14
3.4	ΚΑΡΤΑ R52Hn.....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΙΚΡΟΤΙΚ.....</b>		<b>13</b>
4.1	ΓΡΑΦΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕΣΩ WINBOX.EXE.....	14
4.2	ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ WIFI.....	14
4.2.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.....	14
4.2.2	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ – ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΙΚΡΟΤΙΚ.....	14
4.2.3	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.....	14
4.3	ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	14
4.4	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ.....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>		<b>10</b>
5.1	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ.....	110
5.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	112
<b>ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....</b>		<b>113</b>
<b>ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ .....</b>		<b>116</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....</b>		<b>122</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....</b>		<b>122</b>



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΤΡΟΠΟΙ – ΜΕΣΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

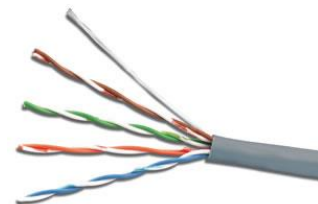


#### 1.1.1 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Τα συστήματα στα οποία είναι δυνατή η επικοινωνία χωρίς αγωγούς ονομάζεται ασύρματη. Στην επικοινωνία αυτή, η μεταφορά της πληροφορίας μεταξύ δύο ή περισσότερων σταθμών πραγματοποιείται με ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Ένα δίκτυο τέτοιο υλοποιείται από τον σταθμό εκπομπής, που προορίζεται για την παραγωγή ενός ρεύματος ταλάντωσης ορισμένης συχνότητας (φέρων κύμα ή φέρουσα συχνότητα), τη διαμόρφωσή του (δηλαδή τη μεταβολή ενός ή περισσότερων χαρακτηριστικών του – πλάτος, συχνότητα, φάση– με το ρυθμό μεταβολής της προς μετάδοση πληροφορίας) και την ακτινοβολία στον χώρο, μέσω της κεραίας, του διαμορφωμένου ραδιοκύματος.. Ένας ή περισσότεροι σταθμοί λήψης προορίζονται για τη λήψη του κύματος, την ενίσχυση και την αποδιαμόρφωσή του, δηλαδή την εξαγωγή της πληροφορίας από το κύμα που διαμορφώθηκε [Ref. 1].

Ως ασύρματο δίκτυο χαρακτηρίζεται ένα δίκτυο, συνήθως δίκτυο υπολογιστών, το οποίο χρησιμοποιεί, κύματα για τη μετάδοση της πληροφορίας, με συχνότητα φέροντος η οποία εξαρτάται κάθε φορά από τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που απαιτείται να υποστηρίξει το δίκτυο. Μερικά από τα Ασύρματα Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα που κυριαρχούν στις μέρες μας, είναι της κινητής τηλεφωνίας και των υπολογιστών τα οποία λειτουργούν στην μικροκυματική μπάντα μερικών GHz. Υπάρχουν δύο βασικά πλεονεκτήματα στην χρήση ασύρματου δικτύου: φορητότητα και ευελιξία.

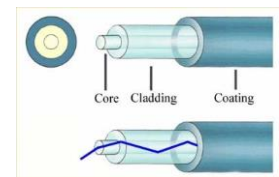
#### 1.1.2 ΕΝΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ



Τα μέσα μετάδοσης αποτελούν τον φυσικό δρόμο μεταξύ της εκπομπής και της λήψης σε ένα σύστημα επικοινωνίας. Ο δρόμος που περνάει το σήμα ονομάζεται κανάλι ή γραμμή επικοινωνίας. Τα πιο γνωστά φυσικά μέσα είναι τα χάλκινα καλώδια, ομοαξονικά, και οπτικές ίνες σε ενσύρματο επίπεδο. Συνήθως χρησιμοποιούνται για συνδέσεις μεταξύ υπολογιστών και περιφερειακών συσκευών. Σημαντικό πρόβλημα

στην ενσύρματη επικοινωνία είναι σε μακρινές αποστάσεις εμφανίζουν μεγάλη ευαισθησία, αντίστοιχα και αύξηση θορύβου με αποτέλεσμα να δημιουργούνται επαγωγικές και χωρητική αντίσταση κατά μήκος του αγωγού. . Μια λύση στο πρόβλημα αυτό αποτελούν τα συνεστραμμένα ζεύγη μεταξύ τους που εξουδετερώνουν τη παραδιαφωνία. Ένα άλλο μέσο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται ως κανάλι μεταφοράς πληροφορίας, είναι το ομοαξονικό καλώδιο. Η διαφορά του σε σχέση με τα χάλκινα καλώδια είναι ότι ο εσωτερικός αγωγός είναι θωρακισμένος από ένα μονωτικό και προστατευτικό υλικό με αποτέλεσμα τον περιορισμό στο θόρυβο και τις παρεμβολές από εξωτερικά σήματα.

### 1.1.3 ΟΠΤΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ (συνοπτική αναφορά)+



Ένας άλλος τρόπος ενσύρματης επικοινωνίας που χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια και στηρίζεται σε μια καινούργια τεχνολογία, είναι η μετάδοση της πληροφορίας σε μορφή φωτός αντί ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που το εύρος ζώνης και η απόσταση μέσω κοινού χαλκού δεν επαρκεί. Η ανάγκη της αύξησης στον ρυθμό μετάδοσης, σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς το σήμα να εξασθενεί και να δέχεται αλλοιώσεις, οδήγησε τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους να στραφούν προς τα οπτικά συστήματα επικοινωνιών. Μια οπτική ίνα αποτελείται γυάλινο ή πλαστικό υλικού κυλινδρικού σχήματος. Εντός αυτής, μεταφέρεται η πληροφορία υπό μορφή φωτός κατάλληλα διαμορφωμένη.

Ως πηγή παραγωγής φωτός συνήθως χρησιμοποιείται μια μονόχρωμη πηγή που ανήκει φασματικά στην οπτική περιοχή συχνοτήτων. Μια δέσμη φωτός είναι εξαιρετικά κατευθυντική, με τη βήθηια κατόπτρων-καθρεπτών, επιτυγχάνεται το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης και με αυτό τον τρόπο οδεύει η πληροφορία και μπορεί να παραχθεί με τη χρήση ημιαγωγικών υλικών (φωτοδιόδων, φωτο-τρανζίστορ κλπ). Όπως στα συμβατικά χάλκινα καλώδια, αντίστοιχα και εδώ, το σήμα δέχεται εξασθενίσεις, της τάξεως 0,25dB/km και το μήκος κύματος αντιστοιχεί 0,8 – 1,6μm.

## 1.2 ΔΙΚΤΥΑ ΣΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

### 1.2.1 ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Ένα δίκτυο υπολογιστών υλοποιείται από είναι ένα σύνολο υπολογιστών ή τερματικών συσκευών συνδεδεμένων μεταξύ τους. Οι υπολογιστές θεωρούνται διασυνδεδεμένοι όταν είναι σε θέση να ανταλλάξουν πληροφορίες μεταξύ τους. Ως δίκτυο υπολογιστών ορίζεται ένα σύστημα το οποίο διαθέτει συσκευές κομβικές ή τερματικές καθώς και φυσικά μέσα διέλευσης της πληροφορίας και έχει μια τέτοια δομή έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή επικοινωνία μεταξύ των συσκευών. Στα δίκτυα αυτά συναντάμε μια σειρά από κανόνες και πρωτόκολλα επικοινωνίας.

### 1.2.2 ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Σ' ένα ασύρματο δίκτυο, μεταφέρεται η πληροφορία και τα δεδομένα μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Ένα δίκτυο μπορεί να είναι τηλεφωνικό ή δίκτυο υπολογιστών. Η ασύρματη επικοινωνία, σε αντίθεση με την ενσύρματη, δεν χρησιμοποιεί κάποιο τύπο καλωδίου. Αρχικά, τα δίκτυα ήταν αναλογικά, μετέπειτα όλα τα ασύρματα δίκτυα βασίζονται σε ψηφιακή τεχνολογία .

### 1.2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

**Δυνατότητα κίνησης.** Τα ασύρματα δίκτυα παρέχουν στους χρήστες άμεση πρόσβαση σε δεδομένα από οπουδήποτε αρκεί υπάρχει κάλυψη στο ασύρματο δίκτυο.

**Απλή και γρήγορη εγκατάσταση.** Η εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου μπορεί να γίνει εύκολα και γρήγορα χωρίς τα προβλήματα της καλωδίωσης.

**Δυνατότητα επέκτασης.** Τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να υποστηρίξουν μια μεγάλη ποικιλία από τοπολογίες προκειμένου να ανταποκριθούν στις ανάγκες συγκεκριμένων εφαρμογών [Ref. 2]

## 1.2.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η σύνδεση των δικτύων με μεγάλες ταχύτητες είναι μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές που προσφέρει αυτή η τεχνολογία. Έτσι, σε ενδιάμεσα κτίρια μπορούν να συνδεθούν από σημείο σε σημείο με τη βοήθεια κεραίοσυστημάτων. Στις περιπτώσεις αυτές, είναι σημαντικό να υπάρχει η καλύτερη κατευθυντητικότητα με τα λιγότερα πιθανά εμπόδια που θα εξασθενήσουν το σήμα. Τέλος, είναι απαραίτητη η επιλογή κάποιου καναλιού που δεν χρησιμοποιείται για την αποφυγή παρεμβολών που έχει ως αποτέλεσμα τη λιγότερη ισχύ εκπομπής από σημείο σε σημείο.

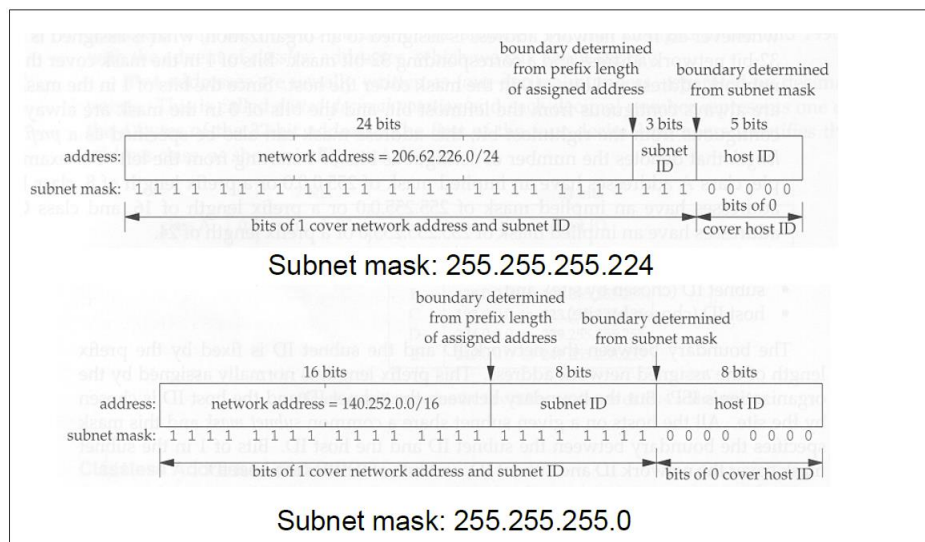
## 1.3 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ – ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΠΟΡΩΝ

### 1.3.1 ΥΠΟΔΙΚΤΥΩΣΗ

Η υποδικτύωση είναι η λύση του προβλήματος της σπατάλης των IP διευθύνσεων. Σ' ένα υποδίκτυο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια διεύθυνση δικτύου IP και **τοπικά** να μοιραστεί έτσι ώστε αυτή η απλή διεύθυνση IP δικτύου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα τοπικά δίκτυα.

Υποδικτύωση - Subnetting Είναι η διαδικασία στην οποία "σπάμε" ένα μεγάλο IP δίκτυο σε μικρότερα ισόποσα μέρη και ονομάζονται Subnets (υποδίκτυα)

Π.χ. Ένα δίκτυο κλάσης C (206.62.226.0) των 254 (28-2) διευθύνσεων σε 4 ίσα κομμάτια, μπορούμε να διευθυνσιοδοτήσουμε μέχρι 4 φυσικά δίκτυα των 62 (26-2) Η/Υ το καθένα Η IP διεύθυνση υποδικτύου (π.χ 206.62.226.0) και η IP διεύθυνση εκπομπής (broadcast) του δικτύου.



### 1.3.2 ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Αρχικά η πληροφορία χωρίζεται σε πακέτα από δίτιμες τάσεις ( $0,+5V|\{0.1\}$ ) . Εν συνεχεία τοποθετείται στο μέσω επικοινωνίας και μεταφέρεται, μέχρι που συναντά κάποιο δρομολογητή και προωθείται σε μετέπειτα κόμβο και η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι η πληροφορία να φτάσει στο προορισμό της όπου η διεύθυνση της έγκειται ενσωματωμένη ανά πακέτο. Κατ' αυτόν τον τρόπο οι δρομολογητές γνωρίζουν την προώθηση της κάθε πληροφορίας, λαμβάνοντας υπόψη και τρίτες πληροφορίες όπως συμφόρηση δικτύου, χρονικά γρηγορότερες διαδρομές κλπ. Αυτή είναι η διαδικασία μεταγωγής που η πληροφορία μεταφέρεται από ενδιάμεσους σταθμούς, ενισχύεται, μεταφέρεται και φτάνει στο σημείο αναφοράς.

### 1.3.3 ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΩΝ

**Δρομολογητής** (επεξεργαστική ισχύ – μνήμη): Συνδέει τοπικά δίκτυα μεταξύ τους δημιουργώντας ένα δίκτυο ευρείας περιοχής (π.χ. Internet). Επιλέγει την καλύτερη συντομότερη χρονικά διαδρομή (πρωτόκολλο BGP) για δρομολόγηση των πακέτων μεταφοράς δεδομένων(κοινό adsl router, διαθέτει μια είσοδο (wan) και την δρομολογεί στο μεταγωγέα).

### 1.3.4 ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΩΝ

**Πολλαπλοί Δρομολογητές**(επεξεργαστική ισχύ – μνήμη):Υλοποιούν την ίδια λειτουργία όμοια με εκείνη των απλών δρομολογητών. Χρησιμοποιούνται στην ένωση πολλαπλών και μεγαλύτερων δικτύων. Έχουν περισσότερες δυνατότητες σε αντίθεση με τον απλό δρομολογητή . Διαθέτουν αρκετές εισόδους και έτσι ο χρήστης μπορεί να προγραμματίζει τη κάθε υποδοχή ξεχωριστά στην διεργασία που θα εκτελεστεί. Επιπλέον είναι εφικτός ο συνδυασμός διαφορετών λειτουργιών. Οπότε είτε η επικοινωνία των δικτύων μπορεί να είναι ξεχωριστή και ανεξάρτητη μεταξύ των εισόδων, είτε μεικτή, ανάλογα την εφαρμογή.

### 1.3.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΩΝ

- Προϊόν που φέρει το όνομα εμπορικής ονομασίας MikroTik. Επιπλέον διαθέτει λογισμικό (firmware OS) κλειστού κώδικα – γραφικό περιβάλλον.
- Ένα άλλο προϊόν στο χώρο του ανταγωνισμού είναι το Cisco. Ακολουθώντας, χρησιμοποιεί κλειστού κώδικα λογισμικό εντολοδότηση από κονσόλα και συνδυασμό γραφικού περιβάλλοντος.
- Διατίθεται και ανοιχτού κώδικα λογισμικό σε διάφορες εκδόσεις LINUX με εντολές από κονσόλα επικοινωνίας

**Χρήση:** Σε εταιρίες, ξενοδοχειακές μονάδες, ακαδημαϊκά ιδρύματα, δημόσιους προσβάσιμους χώρους κλπ, που είναι αναγκαία η επικοινωνία μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων για τον διαμοιρασμό δεδομένων, πόρων και υπηρεσιών υψηλότερων επιπέδων (μερικά παραδείγματα εφαρμογών: IP-TV, τηλεφωνία VO-IP, FTP, κα.).

## 1.4 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

### 1.4.1 ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ

Τα περισσότερα δίκτυα που λειτουργούν ανάμεσα σε υπολογιστικά συστήματα, χρησιμοποιούν ως μέσο κάποιο κανάλι επικοινωνίας (χαλκός-οπτική ίνα κλπ). Η επικοινωνία τους γίνεται με συγκεκριμένες προδιαγραφές και πρωτόκολλα, με στόχο την προσαρμογή και ανταλλαγή πληροφοριών. Προκειμένου να λειτουργεί ένα δίκτυο υπολογιστών, πρέπει όλοι οι χρήστες σε αυτό να χρησιμοποιούν κάποια κοινά πρωτόκολλα επικοινωνίας.

Ως **Πρωτόκολλο επικοινωνίας** ορίζεται ένα σύνολο κανόνων και από τις δυο πλευρές, που εξυπηρετούν την μεταξύ τους ανταλλαγή πληροφοριών. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι μια σειρά από κανόνες που στηρίζεται η επικοινωνία των συσκευών σε ένα δίκτυο [Ref. 3].

- Πρωτόκολλα επικοινωνίας: Μερικά εξ'αυτών είναι τα ακόλουθα: (αναφορά στην οικογένεια IEEE - 802.XX)
  - IEEE 802.2 (LLC)
  - **IEEE 802.3 (Ethernet με CSMA/CD)**
  - IEEE 802.4 (Token bus)
  - IEEE 802.14 (Cable modems)

#### 1.4.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΝΣΥΡΜΑΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Το **Ethernet** είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο ενσύρματης τοπικής δικτύωσης υπολογιστών

Το πρότυπο IEEE-802.3 αποτελεί υλοποίηση προτύπου *CSMA/CD*. Το CSMA/CD λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως το CSMA αλλά έχει και αναγνώριση σύγκρουσης. Συγκεκριμένα, ο κόμβος που θέλει να μεταδώσει, ανιχνεύει το κανάλι και αν αυτό είναι κατειλημμένο, συνεχίζει την ανίχνευση μέχρι να διαπιστώσει ότι είναι ελεύθερο. Αμέσως μόλις ελευθερωθεί το κανάλι, αρχίζει την μετάδοση των δεδομένων. Αν διαπιστώσει σύγκρουση (που οφείλεται σε ταυτόχρονη έναρξη μετάδοσης με άλλο κόμβο) σταματάει την μετάδοση και περιμένει κάποιο χρονικό διάστημα για την επανάληψη της διαδικασίας [Ref. 4] .

- **Ethernet** (10Mbps), πρότυπα 10BASE-T και για τις οπτικές ίνες το 10BASE-F(L).
- **Fast Ethernet** (100 Mbps), πρότυπο 100BASE-TX, σε μήκη μέχρι 100μ.
- **Gigabit Ethernet** (1 Gbps), πρότυπα 1000BASE-T. Το αντίστοιχο πρότυπο για τις οπτικές ίνες είναι τα 1000BASE-FX.
- **10 Gigabit Ethernet** (10Gbps)

#### 1.4.3 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Η οικογένεια πρωτοκόλλων IEEE 802.11 είναι μια από τις συχνότερες που εμφανίζονται ως πρότυπα στο χώρο των ασύρματων τοπικών δικτύων. Όλα τα πρωτόκολλα 802.11 έχουν κοινό υπο-επίπεδο MAC και διαφέρουν στο φυσικό μέσο.

Το **IEEE 802.11** αποτελεί μια σύνολο προτύπων σε ασύρματο επίπεδο και έχει ως σκοπό την επέκταση του ethernet με ασύρματο τρόπο. Σε δικτυακές συσκευές, σε ασύρματες κάρτες και σε κινητές υπολογιστικές μονάδες( pda,tablet κλπ) πολλές φορές τα συναντάμε με την ονομασία WiFi (**Wireless Fidelity**). Η λέξη αυτή είναι ευρύτερα γνωστή και χρησιμοποιείται στη περίπτωση που οι συσκευές επικοινωνούν μεταξύ τους ασύρματα καθώς στηρίζονται στις προδιαγραφές IEEE 802.11 b/g/n και εκπέμπουν στις συχνότητες 2.4/5.5 GHz. Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούν υπηρεσίες τέτοιες ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους με στόχο τη μεταφορά δεδομένων, διαμοιρασμό κοινόχρηστων πόρων (Internet, τηλεφωνία μέσω διαδικτύου, μεταφορά εικόνας κλπ).

Σύγχρονα Πρότυπα: Ένα νέο πρότυπο WiFi, το 802.11n, βρίσκεται στη διαδικασία προτυποποίησης. Το 802.11n χρησιμοποιεί κεραίες πολλαπλών εισόδων, πολλαπλών εξόδων (multiple-input, multiple-output, MIMO), δηλαδή δυο ή περισσότερες κεραίες στην πλευρά αποστολής και αντίστοιχα στην πλευρά λήψης [Ref. 5].

Το πρότυπο IEEE 802.11n αποτελεί τροποποίηση του προτύπου IEEE 802.11. Το πρότυπο IEEE 802.11n καθορίζει τη χρήση πολλαπλών δεκτών και πομπών, αφορά υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης στα ασύρματα δίκτυα.

## 1.5 ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Σε περιπτώσεις που είναι επιθυμητή η ασφάλεια καθώς και κρυπτογράφηση δεδομένων, για την προστασία της ασύρματης επικοινωνίας από κακόβουλους χρήστες, προαιρετικά υπάρχει η δυνατότητα αυτή χρησιμοποιώντας κάποιες λέξεις κλειδιά, είτε φράσεις, είτε με δημιουργία κάποιου τυχαίου αλγόριθμου – γεννήτρια παραγωγής κλειδιών που αλλάζει ανα τακτά χρονικά διαστήματα. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται μια ασφαλή επικοινωνία ανάμεσα σε ασύρματες ενδιάμεσες και τερματικές συσκευές. Η λειτουργία επιβεβαίωσης είναι η ακόλουθη: Μια τερματική συσκευή αιτείται να συνδεθεί πάνω στο AP. Εν συνεχεία, το AP απαντάει στη τυχαία συσκευή στέλνοντας έναν κωδικό ή φράση που έχει οριστεί από χρήστες του τοπικού δικτύου και είναι ένα κοινό κλειδί. Η ασύρματη συσκευή επαληθεύει την ορθότητα του κλειδιού. Από τη στιγμή αυτή πραγματοποιείται η κρυπτογραφημένη σύνδεση μεταξύ των σημείων. Ουσιαστικά επιβεβαιώνεται η ταυτότητα μεταξύ των 2 σημείων.

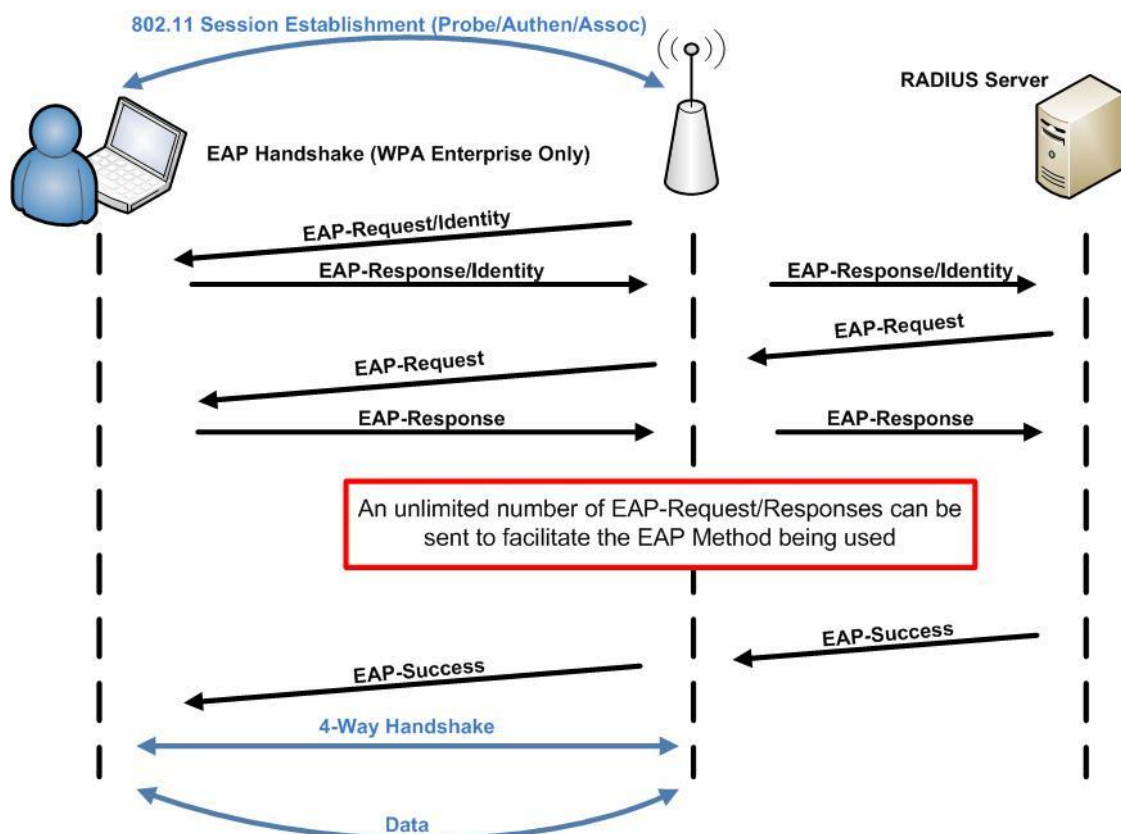


### 1.5.1 WEP

Το Wired Equivalent Privacy (WEP) χρησιμοποιείται για κρυπτογράφηση κατά τη λήψη ασύρματων δεδομένων πριν τη μετάδοσή τους. Οι υπολογιστές που χρησιμοποιούν το ίδιο κλειδί κρυπτογράφησης μπορούν να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο και να αποκρυπτογραφούν τα δεδομένα που μεταδόθηκαν. Η κρυπτογράφηση WEP διαθέτει δύο επίπεδα ασφάλειας: α) κλειδί 64 bit , β) κλειδί 128 bit και χρησιμοποιείται για ισχυρότερη ασφάλεια. Όλες οι ασύρματες συσκευές εντός του ασύρματου δικτύου θα πρέπει να εφαρμόζουν τα ίδια κλειδιά κρυπτογράφησης

### 1.5.3 WPA-Personal

Η κρυπτογράφηση WPA-Personal εφαρμόζεται κυρίως για οικεία χρήση. Η κρυπτογράφηση αυτή γίνεται με τη χρήση ενός προκαθορισμένου κλειδιού ώστε να επιτρέπεται η πρόσβαση από τις τερματικές συσκευές. Δεν χρησιμοποιείται κάποιος διακομιστής για έλεγχο ταυτότητας. Η ασφάλεια του κωδικού, εξαρτάται από τη ισχύ ως προς τον συνδυασμό συμβόλων, χαρακτήρων και αριθμών. Ο κωδικός πρόσβασης πολλών χαρακτήρων παρέχει πιο ενισχυμένη ασφάλεια δικτύου από έναν κωδικό πρόσβασης λίγων χαρακτήρων.



## 1.6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ – ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ 802.11XX

Η **802.11** είναι μια οικογένεια προτύπων που περιγράφουν τη λειτουργία ασύρματων τοπικών δικτύων. Εφαρμόζουν τα δύο πρώτα επίπεδα του OSI, ι) το φυσικό επίπεδο και ιι) το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (MAC). Η IEEE 802.11 περιγράφει μόνο τα δύο κατώτερα επίπεδα του OSI, ελέγχοντας έτσι την κάθε εφαρμογή να εργάζεται πάνω σε συσκευή 802.11 όπως θα λειτουργούσε πάνω στο Ethernet. Η μετάδοση γίνεται ασύρματα με χρήση διαμόρφωσης FHSS ή DSSS σε ζώνες συχνοτήτων 2.4GHz, 5GHz. Υποστηρίζει δυνατότητες όπως προτεραιότητα κίνησης(roaming), εκτέλεση εφαρμογών πραγματικού χρόνου και διαχείριση ισχύος εκπομπής.

### 1.6.1 IEEE 802.11b

Αποτελεί μια επέκταση του αρχικού προτύπου 802,11. Συγκεκριμένα υποστηρίζει μετάδοση σε ρυθμούς 5.5 και 11Mbps στη περιοχή συχνοτήτων των 2.4GHz.Είναι το πιο δημοφιλές από όλα τα πρότυπα και το πιο δοκιμασμένο. Η επέκταση του 802.11b σε σχέση με το 802.11 αφορά μόνο τον τρόπο μετάδοσης, ενώ η πρόσβαση των συσκευών και η λειτουργία παραμένουν ίδιες. Μία συσκευή που ακολουθεί το 802.11b, είναι συμβατή και με το αρχικό 802.11.

Ο κόμβος στέλνει στο AP ένα αίτημα πιστοποίησης. Μετέπειτα, το AP απαντά στέλνοντας του ένα τυχαίο κείμενο το οποίο ο κόμβος κρυπτογραφεί, χρησιμοποιώντας ένα κλειδί που έχει φτιαχτεί από τους χρήστες του τοπικού δικτύου και είναι κοινό σε όλους τους κόμβους, εν συνεχεία απαντάει στο σημείο πρόσβασης. Το AP επιβεβαιώνει ότι το κείμενο που έλαβε είναι το αναμενόμενο, σύμφωνα με το σωστό, από εκείνη τη στιγμή ο σταθμός ανταλλάσσει δεδομένα στο WLAN με την ταυτότητα αυτή. Στον παραλήπτη ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία. Το Wired Equivalent Privacy (WEP) χρησιμοποιείται για κρυπτογράφηση κατά τη λήψη ασύρματων δεδομένων πριν τη μετάδοσή τους. Μόνο υπολογιστές που χρησιμοποιούν το ίδιο κλειδί κρυπτογράφησης μπορούν να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο και να αποκρυπτογραφούν τα δεδομένα που μεταδόθηκαν. Η κρυπτογράφηση WEP διαθέτει

δύο επίπεδα ασφάλειας: α]κλειδί 64 bit , β]κλειδί 128 bit και χρησιμοποιείται για ισχυρότερη ασφάλεια. Όλες οι ασύρματες συσκευές εντός του ασύρματου δικτύου θα πρέπει να εφαρμόζουν τα ίδια κλειδιά κρυπτογράφησης

### 1.6.2 IEEE 802.11a

Επίσης το πρότυπο αυτό αποτελεί μια επέκταση που στηρίζεται στο αρχικό πρότυπο 802,11 και λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων των 5GHz και έχει ρυθμούς μετάδοσης 1,2,5.5,11,6,12,24,36,48,54 Mbps χρησιμοποιώντας OFDM διαμόρφωση. Η επέκταση αυτή αρχικά σχεδιάστηκε για μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης. Με γνώμονα να μην υπάρχουν παρεμβολές από προηγούμενες συσκευές όπως επίσης να υποστηριχθούν μεγαλύτεροι ρυθμοί μετάδοσης, επιλέχθηκε μια υψηλότερη ζώνη συχνοτήτων, εκείνη των 5.5GHz. Οι συσκευές αυτές είναι ασύμβατες με αυτές των 802.11b, λόγω διαφορετικής συχνότητας λειτουργίας.

### 1.6.3 IEEE 802.11g

Άλλη μια επέκταση του προτύπου 802.11b αποτελεί το 802.11g με αποτέλεσμα την αύξηση σε ρυθμό μετάδοσης. Για ρυθμούς μέχρι 11Mbps, χρησιμοποιείται CCK διαμόρφωση, ενώ για μεγαλύτερους ρυθμούς μέχρι εκείνη των 54Mbps χρησιμοποιείται OFDM διαμόρφωση. Το πρότυπο αυτό λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων των 2.4GHz και είναι συμβατό με το 802.11b.

Έκδοση	Ημερομηνία	Ζώνη συχνοτήτων	Συνήθης ρυθμός μετάδοσης	Ονομαστικός ρυθμός μετάδοσης	Μέθοδοι μετάδοσης	Εμβέλεια εσωτερικών χώρων	Σχόλιο
802.11	1997	2.4 GHz	0.9 Mbit/s	2 Mbit/s	IR / FHSS / DSSS	~20 m	Το κλασικό πρότυπο, τώρα σε αχρηστία
802.11b	1999	2.4 GHz	4.3 Mbit/s	11 Mbit/s	DSSS	~38 m	Το πλέον επιτυχές εμπορικά, καθιέρωσε αρχικά τον όρο WiFi
802.11a	1999	5 GHz	23 Mbit/s	54 Mbit/s	OFDM	~35 m	Άγνωστη εμπορική πορεία λόγω ασυμβατότητας με το 802.11b
802.11g	2003	2.4 GHz	19 Mbit/s	54 Mbit/s	OFDM	~38 m	Αντικαταστάτης του 802.11b με μεγάλη εμπορική επιτυχία

## 1.7 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΖΕΥΞΗ-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

### 1.7.1 ΙΣΧΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ (Tx POWER(dBm))+

Η ισχύς εκπομπής που ορίζεται από τις εξόδους κεραιών των συσκευών είναι τα 0.2mW, σε συνδυασμό με τις μικρές κεραιές που είναι τοποθετημένες στις συσκευές WiFi, έχουν εμβέλεια περίπου 300μ σε ανοιχτό χώρο. Από τη φύση τους, η εμβέλεια συσκευών WiFi μειώνεται αισθητά όταν μεταξύ τους παρεμβάλλονται φυσικά εμπόδια (τοιχοί, δέντρα, υγρασία κλπ). Μείωση της ποιότητας, έχει ως αποτέλεσμα, αρχικά μειωμένο bandwidth και και υψηλά error rates, μέχρι και αδυναμία σύνδεσης. Για τον ίδιο λόγο, σε περιπτώσεις μεγαλύτερων αποστάσεων επιτυγχάνονται μόνο στη περίπτωση που υπάρχει οπτική επαφή με την άλλη και βέλτιστη στόχευση.. Βεβαίως, όπως είναι αναμενόμενο, για πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις, της τάξεως πολλών Km, είναι αισθητή η εμφάνιση της καμπυλότητας της γης.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη εκπομπή των συσκευών και των κεντρικών σημείων (σημείων πρόσβασης) εξαρτάται από την περιοχική συχνότητων λειτουργίας όπως ακολούθως:

- 100 mW σε συχνότητες από 2400 έως 2483.5 MHz ,
- 200 mW σε συχνότητες από 5150 έως 5350 MHz για χρήση σε εσωτερικούς χώρους
- 1000 mW σε συχνότητες από 5470 έως 5725 MHz για χρήση σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους.[Ref. 6]

### 1.7.2 ΕΜΒΕΛΕΙΑ

Η εμβέλεια ενός ασύρματου δικτύου σε εσωτερική χρήση μπορεί να είναι μερικές δεκάδες μέτρα. Τα κύματα σε εσωτερικούς χώρους δε μπορούν να διαπεράσουν τοίχους και οροφές οπότε εμφανίζεται ο παράγοντας της απόσβεσης. Δηλαδή όταν ένα κύμα προσπέσει σε ένα τοίχο ένα μέρος της ισχύος του θα απορροφηθεί από το τοίχο και ένα μέρος θα μπορεί να φτάσει στο προορισμό του. Επίσης σε περίπτωση που ένα φυσικό εμπόδιο είναι μεταλλικό, τότε το σήμα θα ανακλαστεί στην επιφάνεια με αποτέλεσμα στο δέκτη να φτάσει ένα απευθείας σήμα και ένα ανακλώμενο, με διαφορετικά πλάτη και φάσεις. Στη πλευρά της λήψης θα έχουμε άθροιση σημάτων (φαινόμενο διαφορικής λήψης) με αποτέλεσμα το τελικό σήμα να έχει πολύ μικρότερη

ισχύ. Σε περιβάλλον όπου υπάρχει κατευθείαν οπτική επαφή, ειδικά σε εξωτερικό χώρο, η εμβέλεια είναι μεγαλύτερη και εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες: α] την ισχύ εκπομπής, β] την ευαισθησία του δέκτη, γ] τις κεραιές, δ] την απόσταση, ε] την ευθυγράμμιση των κεραιών (στόχευση), στ] το επίπεδο παρεμβολών και θορύβου. Γεγονός είναι ότι μπορεί να καλυφθεί μια απόσταση αρκετών χιλιομέτρων επαρκώς με πολύ καλή ποιότητα ζεύξης.

### **1.7.3 ΠΑΡΕΜΒΟΛΕΣ**

Τα ασύρματα δίκτυα λειτουργούν στη μπάνα των 2.4 είτε των 5.5GHz. Εκτός από αυτά, διάφορες οικιακές συσκευές (ασύρματα τηλέφωνα ή φούρνοι μικροκυμάτων) μπορούν να προκαλέσουν παρεμβολές. Γενικά, δεν έχει παρατηρηθεί κάποιο σημαντικό πρόβλημα από παρεμβολές που προέρχονται από τέτοιες συσκευές. Ένα πρόβλημα το οποίο προκύπτει από κακή σχεδίαση και υλοποίηση ενός δικτύου είναι η κακή κατανομή συχνοτήτων και η ανεξέλεγκτη ισχύ εκπομπής.

### **1.7.4 ΠΕΡΙΑΓΩΓΗ**

Όταν μια ασύρματη συσκευή βρεθεί εντός εμβέλειας και περιβάλλεται από περισσότερα από ένα AP, διαλέγει εκείνο το AP το οποίο έχει καλύτερο σήμα ή την καλύτερη ποιότητα σήματος. Εν συνέχεια, γίνεται η συσχέτιση της ασύρματης συσκευής με το AP και έτσι ολοκληρώνεται η ασύρματη επικοινωνία. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα γίνεται ανίχνευσή των καναλιών και στην περίπτωση που βρεθεί κανάλι με καλύτερα χαρακτηριστικά, πραγματοποιείται επανασυντονισμός με το καινούργιο AP και συντονισμός του σταθμού στην καινούρια συχνότητα. Η επανασυσχέτιση οφείλεται στη μετακίνηση μιας ασύρματης συσκευής. Με τον τρόπο αυτό υλοποιείται ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του προτύπου που είναι η κινητικότητα των χρηστών.

## 1.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΖΕΥΞΗΣ

### 1.8.1 EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)+

Ενεργή Ισοτροπική Ακτινοβολούμενη Ισχύς είναι η ισχύς προς το δέκτη, όταν το σήμα ακτινοβολείται ισομερώς προς όλες τις κατευθύνσεις. Δηλαδή, η παραγωγή της ισχύος που εμφανίζεται σε μια κεραία επί το κέρδος της. Κατά την ισοτροπική μετάδοση, είναι όταν ένα κύμα ακτινοβολείται με την ίδια ισχύ προς όλες τις κατευθύνσεις. Η τιμή του EIRP μετριέται σε dBw και υπολογίζεται σύμφωνα με τη παρακάτω σχέση:

$$EIRP = P_{Tx} + G_{rx} - L_l$$

Όπου:  $P_{Tx}$  = ισχύ εκπομπής του δέκτης (dBm),  $G_{rx}$  = κέρδος στη κεραία της λήψης (dBi),  $L_l$ =απώλειες στη γραμμή μεταφοράς (dB)

### 1.8.2 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ

Η ισχύς που εκπέμπεται από κεραία παράγει πυκνότητα ισχύος ( $\text{Watt/m}^2$ ). Μία ιδανική κεραία θεωρητικά εκπέμπει ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις. Το διάγραμμα ακτινοβολίας μιας ισοτροπικής κεραίας είναι σαν μια σφαίρα της οποίας το κέντρο της είναι η κεραία. Συνεπώς, καταλήγουμε στη σχέση:

$$P_d = \frac{P_t}{4\pi r^2}$$

όπου  $P_d$  η πυκνότητα ισχύος,  $P_t$  η εκπεμπόμενη ισχύς και  $r$  η ακτίνα της σφαίρας. Σε μη ιδανική περίπτωση η πυκνότητα ισχύος εξαρτάται από την ενεργό επιφάνεια της κεραίας και δίνεται από τη σχέση:

$$P_R = \frac{P_T \cdot A_{eff}}{4\pi d^2}$$

που δίνει τη λαμβανόμενη ισχύ σε απόσταση  $d$  μέτρα από κεραία με ενεργό επιφάνεια  $A_{eff}$  όταν η ισοτροπικά ακτινοβολούμενη ισχύς της κεραίας είναι  $P_T$ .

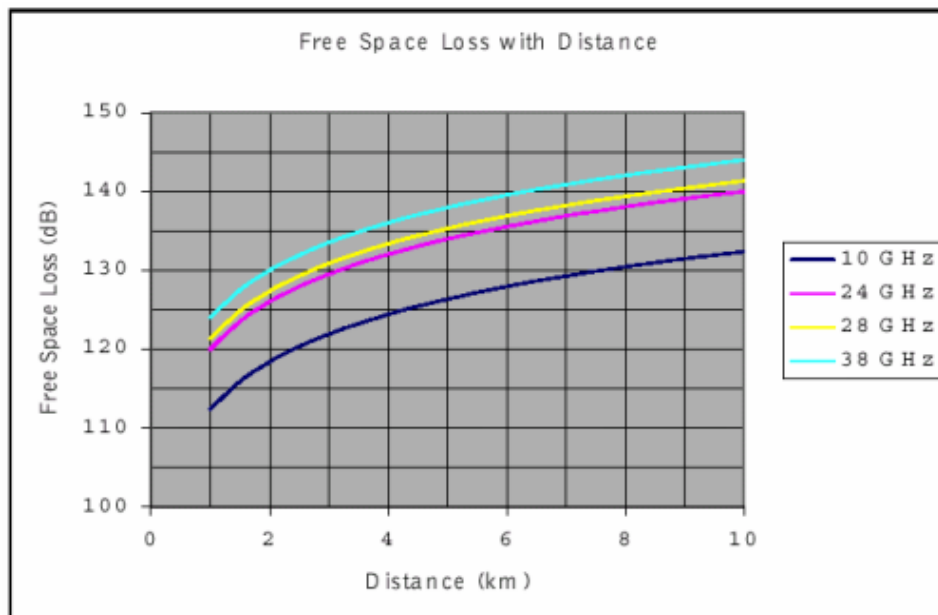
### 1.8.3 ΔΙΑΔΟΣΗ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΧΩΡΟΥ (FSL)

Στην μετάδοση ελεύθερου χώρου, είναι αυτή που ανάμεσα στο πομπό και δέκτη δεν υπάρχει τίποτα άλλο, ενώ ο ενδιάμεσος χώρος είναι απεριόριστος και δεν παρουσιάζει απώλειες. Οι απώλειες που παρουσιάζονται σε ιδανικές περιπτώσεις και είναι οι λιγότερες δυνατές για οποιαδήποτε ζεύξη. Για οποιονδήποτε τύπο κεραίας, οι απώλειες ελεύθερου χώρου είναι ίδιες. Συνεπώς, για λόγους ευκολίας, τόσο ο πομπός όσο και ο δέκτης θεωρούνται ότι ακτινοβολούν ισοτροπικά και απέχουν απόσταση  $d$  μεταξύ τους.

Η έκφραση των απωλειών σε dB δίνεται από την ακόλουθη έκφραση:

$$FSL = -92.45 - 20 \log f(\text{GHz}) - 20 \log d(\text{km})$$

όπου  $\lambda$  το μήκος κύματος ( $\lambda=c/f$ ,  $c$  η ταχύτητα διάδοσης στο κενό),  $f$  η συχνότητα και  $d$  η απόσταση.



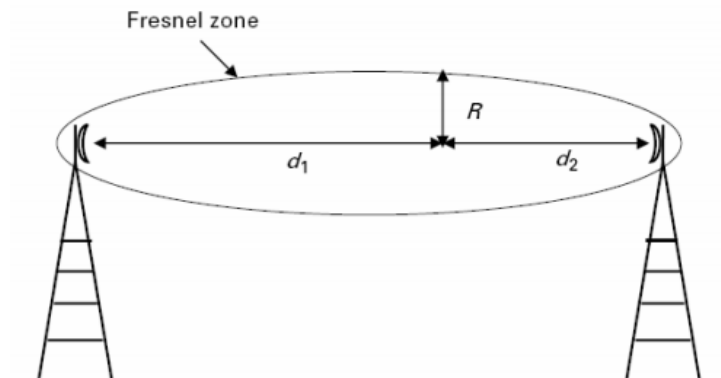
**Εικόνα 1.8.3.1:** Απώλειες ελεύθερου χώρου συναρτήσει της απόστασης για διάφορες συχνότητες

### 1.8.4 ΖΩΝΕΣ Fresnel

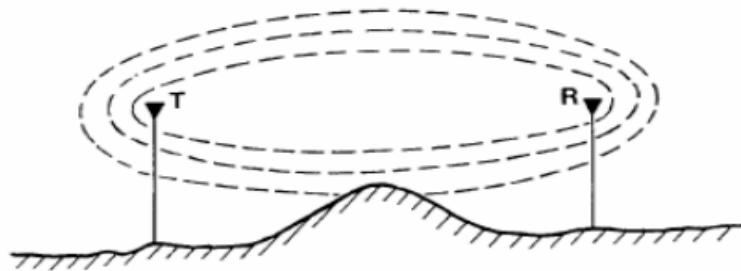
Για να πραγματοποιηθεί μια μετάδοση σε συνθήκες ελεύθερου χώρου είναι απαραίτητο σε μια περιοχή, η πρώτη ζώνη Fresnel να είναι ελεύθερη από εμπόδια. Πρακτικά αυτό οδηγεί στην ύψωση της κεραίας σε επίπεδα όπου η πρώτη ζώνη Fresnel είναι ελεύθερη από εμπόδια. Οι ζώνες Fresnel ουσιαστικά εκφράζουν την καθαρότητα από εδαφικά εμπόδια. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται μια οικογένεια ελλειψοειδών που αποτελεί τις τρεις πρώτες ζώνες Fresnel και η ακτίνα κάθε μέλους της εκφράζεται από τη σχέση

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

όπου  $d_1$  και  $d_2$  οι αποστάσεις του πομπού και του δέκτη αντίστοιχα από το εμπόδιο που παρεμβάλλεται,  $\lambda$  το μήκος κύματος. Για  $n=1$  η προηγούμενη σχέση δίνει την ακτίνα της πρώτης ζώνης Fresnel, για  $n=2$  δίνεται η δεύτερη ζώνη κ.ο.κ. Η προηγούμενη σχέση αποτελεί προσέγγιση που ισχύει εφόσον  $d_1, d_2 \gg rn$ .



**Εικόνα 5.5.4.1:** 1<sup>η</sup> ζώνη Fresnel



**Εικόνα 5.5.4.2:** Οικογένεια ελλειψοειδών - τρεις πρώτες ζώνες Fresnel



## 1.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΕΡΑΙΩΝ

### 1.9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε πολλά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα η ενσύρματη σύνδεση είναι οικονομικά ασύμφορη γι' αυτό αντικαθίσταται από ραδιοζεύξεις. Σε κάθε περίπτωση, αυτό που μας απασχολεί είναι να μεταφέρεται επαρκής ισχύς από τον πομπό στο δέκτη, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η «ανάγνωση» του λαμβανόμενου σήματος. Σε μία ζεύξη σημαντικό ρόλο καθορίζουν τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που εκπέμπονται ή λαμβάνονται από το μέσο διάδοσης αλλά και τα χαρακτηριστικά της κεραίας του πομπού ή του δέκτη. Η διάδοση σε πραγματικό περιβάλλον αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό σύστημα.

### 1.9.2 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΕΡΑΙΑΣ

Η αντίσταση εισόδου της κεραίας αποτελείται από δύο μέρη, την ίδια αντίσταση ως φορτίο και την αμοιβαία αντίσταση της κεραίας ως προς το περιβάλλον. Η αμοιβαία αντίσταση επηρεάζει σημαντικά την αντίσταση εισόδου της κεραίας όταν αυτή λειτουργεί σε περιβάλλον ισχυρών ανακλάσεων. Η μέγιστη μεταφορά ισχύος μεταξύ της γραμμής μεταφοράς και της κεραίας, χωρίς παραμόρφωση παρατηρείται όταν η αντίσταση εισόδου του φορτίου (κεραίας) ταυτίζεται με την αντίσταση ακτινοβολίας (ιδανική περίπτωση) και ονομάζεται προσαρμογή.

### 1.9.3 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ

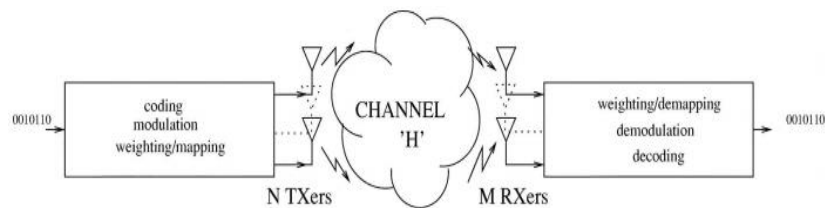
Ο λόγος της έντασης ακτινοβολίας μιας κεραίας προς την ένταση ακτινοβολίας ιστροπικής κεραίας που ακτινοβολεί εκπέμπει την ίδια ισχύ ακτινοβολίας αποτελεί το κατευθυντικό κέρδος και δίνεται από τη σχέση:

$$D(\theta, \phi) = \frac{U(\theta, \phi)}{U_0} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{W_{rad}}$$

όπου  $U(\theta, \varphi)$  είναι η ένταση ακτινοβολίας το μέγεθος δηλαδή που χαρακτηρίζει τη μακρινή περιοχή μιας κεραίας και εκφράζει την ισχύ που ακτινοβολείται ανά μονάδα στερεάς γωνίας,  $U_0$  είναι η ένταση ακτινοβολίας του ισοτροπικού ακτινοβολητή η οποία είναι σταθερή και  $W_{\text{rad}}$  είναι η μέση ισχύς που ακτινοβολείται από μια κεραία.

#### 1.9.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ MIMO (multiple-input-multiple-output)

Στο κεφάλαιο αυτό αναφερόμαστε σε συστήματα που χρησιμοποιούν την τεχνική MIMO. Η τεχνική αυτή αποτελεί ένα από τα τελευταία τεχνολογικά επιτεύγματα στο χώρο των ασύρματων επικοινωνιών και η οποία οδήγησε σε σημαντική βελτίωση ρυθμών μετάδοσης των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων. Ουσιαστικά τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται για αύξηση των ρυθμών δεδομένων χωρίς την σπατάλη φάσματος της φέρουσας συχνότητας. Όταν την ίδια χρονική στιγμή μια ασύρματη κάρτα δικτύου διαθέτει δύο κεραίες εκπομπής (μια σε ορθή και μία σε κάθετη πόλωση) και βασισμένη στο πρότυπο 802.11N, είναι δυνατό να επιτύχουμε μέγιστο ρυθμό μετάδοσης 65Mbps της οριζόντιας και 65Mbps της κάθετης πάνω στην ίδια συχνότητα εκπομπής ίδιου εύρους ζώνης καναλιού επικοινωνίας. Αναγκαία προϋπόθεση είναι και από την άλλη πλευρά να υπάρχει το ίδιο κεραιοσύστημα. Αυτό επιτυγχάνεται δημιουργώντας διαφορά φάσης 90 μοίρες μεταξύ των κεραιών(σύστημα MIMO 2x2). Σε αντίθετη περίπτωση που από τη μια εκ των δύο πλευρών παρέχεται μια κεραία είτε οριζόντιας είτε κάθετης πόλωσης, τότε επιλέγεται στον απέναντι MIMO πομποδέκτη η επιλογή της πόλωσης και ο ρυθμός ροής δεδομένων είναι όμοιος με αυτόν των συμβατικών καρτών 802.11N. Τέτοια συστήματα βρίσκουν εφαρμογή σε δίκτυα ευρζωνικών επικοινωνιών, τοπικών δικτύων (WLAN) και σε συστήματα κινητής τηλεφωνίας (3G). Τοποθετούνται εκεί που είναι αναγκαίος ο ογκός δεδομένων και η εξοικονόμηση στο φάσμα χωρίς να παρεμβάλλονται γειτονικές-πλευρικές συχνότητες.



**Εικόνα 1.9.4.1:** MIMO σύστημα ασύρματης μετάδοσης

## 1.10 ΕΙΔΗ ΚΕΡΑΙΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

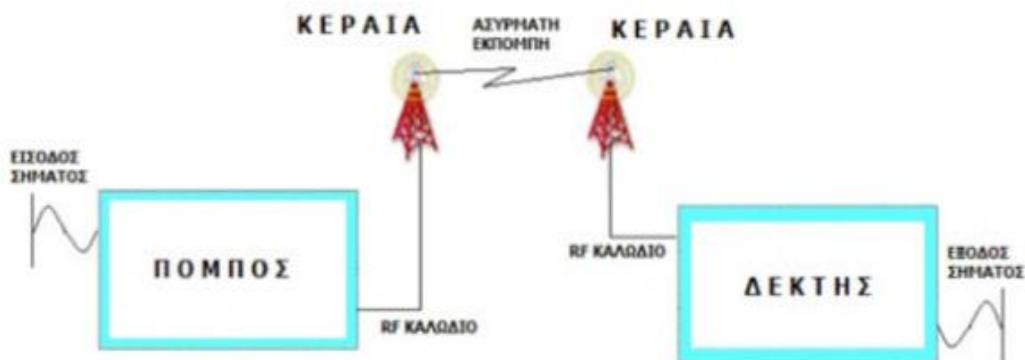
### 1.10.1 ΚΕΡΑΙΕΣ

Στην ραδιοηλεκτρολογία, κεραία είναι μια διάταξη, που χρησιμοποιείται για να εκπέμπει ή να δέχεται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Ακριβέστερα η κεραία μετατρέπει σε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που οδεύει σε μια γραμμή μεταφοράς ή ένα κυματοδηγό σε ηλεκτρομαγνητικό κύμα στο χώρο και αντίστροφα. [Ref. 7]

Η κεραία αποτελείται από τρεις τομείς:

- Ανακλαστήρας. Ανακλά το σήμα που ενισχύθηκε από τον κατευθυντήρα και αποτρέπει παρεμβολές από την αντίθετη πλευρά της κεραίας.
- Δίπολο. Είναι ο συντονιστής της ταλάντωσης για την λήψη ή την εκπομπή .
- Κατευθυντήρας. Δουλειά του είναι να ενισχύει το σήμα που δέχεται ή εκπέμπει

Η κεραία χρησιμοποιείται από έναν πομπό για να εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία θα συλλέξει μια άλλη κεραία, αυτή του δέκτη και μέσω συντονισμού θα επικοινωνήσουν. [Ref. 7]



Εικόνα 1.10.1: σύστημα ασύρματης μετάδοσης

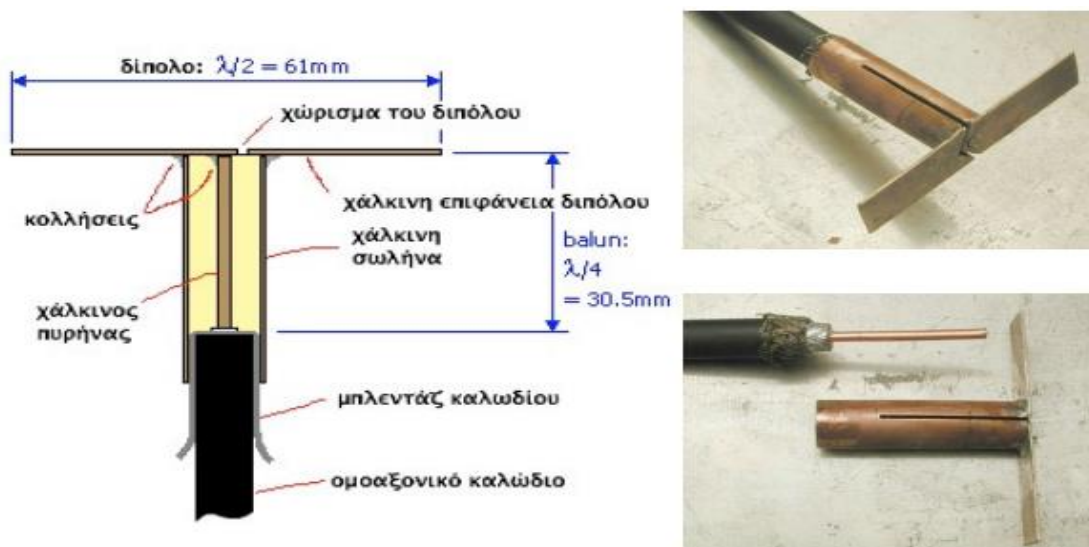
## 1.10.2 ΤΥΠΟΙ ΚΕΡΑΙΩΝ

Εδώ θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι οι κεραίες που χρησιμοποιούμε σε ένα ασύρματο δίκτυο έχουν διπλή σημασία. Αντίθετα από τις κοινές κεραίες ράδιο/τηλεόρασης που υπάρχουν στις ταράτσες μας και η χρησιμότητά τους περιορίζεται στην λήψη των σημάτων, καθώς μόνο λαμβάνουν ένα σήμα από κάποιον πομπό, εν αντιθέσει, οι κεραίες που χρησιμοποιούνται σε ασύρματες δικτυακές ζεύξεις, έχουν εφαρμογή τη ταυτόχρονη λήψη και εκπομπή από την ίδια κεραία.

Είναι λίγες οι περιπτώσεις που διαχωρίζεται ο πομπός από τον δέκτη σε μία ασύρματη κάρτα, όπου έχουν τοποθετηθεί 2 διαφορετικές κεραίες, η μία εξυπηρετεί την αποστολή και η άλλη τη λήψη δεδομένων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση κόστους και είναι χρονοβόρα διαδικασία. Οι κεραίες στη πλειοψηφία τους, τοποθετούνται στο υψηλότερο δυνατό σημείο του κτιρίου ώστε να αποφεύγονται αλλοιώσεις και παρεμβολές σημάτων, να υπάρχει καλύτερη οπτική επαφή ώστε να υπάρχει καλύτερη κάλυψη και εξοικονόμηση ισχύος.

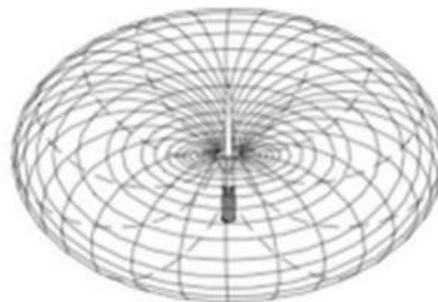
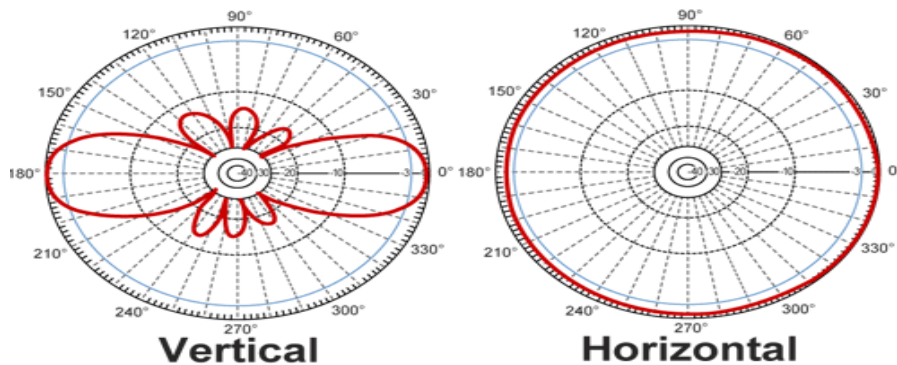
Σε κάποιες περιπτώσεις, οι κεραίες τοποθετούνται με σκοπό να εξυπηρετήσουν μια συγκεκριμένη περιοχή καθώς φωτίζουν ένα τοπικό σημείο ώστε να έχουν πρόσβαση οι κινητοί χρήστες (πχ σε μια αίθουσα αναμονής αεροδρομίου). Οι κεραίες αυτές έχουν μεγάλο φάσμα κάλυψης επί του λοβού ακτινοβολίας και μικρό κέρδος (panels). Η επιλογή μια κεραίας βασίζεται στο είδος των αναγκών που πρόκειται να εξυπηρετήσει.

### 1.10.2.1 ΔΙΠΟΛΟ



### 1.10.2.2 ΠΟΛΥΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΕΣ

Με τον όρο πολυκατευθυντική, εννοούμε τις κεραιές που εκπέμπουν προς όλες τις κατευθύνσεις ισόποση ισχύ. Ανήκουν στη κατηγορία των ισοτροπικών κεραιών. Μια κατηγορία αυτών που μοιάζει να έχει αυτή τη συμπεριφορά είναι το δίπολο του Hertz. Είναι έτσι κατασκευασμένες ώστε να έχουν μεγάλη εμβέλεια, αρεστό κέρδος και να εξυπηρετούν ασύρματες συσκευές εντός του πεδίου κάλυψης με την ελάχιστη δυνατή ισχύ από τη πλευρά του πομπού. Είναι κατάλληλες για τοπική κάλυψη μέσα σε κτίρια, αίθουσες είτε για εξωτερική κάλυψη σε ανοιχτό χώρο όπως για παράδειγμα σε ένα σταθμό τρένων. Τέτοιου είδους κεραιάς με μικρή απολαβή διαθέτουν οι περισσότερες οικιακές συσκευές των τηλεπικοινωνιακών παρόχων(wifi adsl router). Ένας συχνός τύπος κεραιάς με πολυκατευθυντική συμπεριφορά είναι οι omni. Το πλεονέκτημα τους είναι ότι εκπέμπουν με κάλυψη 360° σε οριζόντιο και κατακόρυφο(όχι πάντα) επίπεδο. Ουσιαστικά η δέσμη εκπομπής καλύπτει μια τοπική περιοχή ή ένα μέρος χρηστών. Οι κεραιές omni αποτελούνται από συνεχόμενα δίπολα αυξάνοντας έτσι το κέρδος τους. Όσο περισσότερα δίπολα έχουν τοποθετηθεί, τόσο αυξάνει και το μήκος της, με αποτέλεσμα να αυξάνει η κατευθυντικότητα της.



### 1.10.2.3 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΕΣ



#### 1.10.2.3.1 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΕΣ

Στη κατηγορία αυτή ανήκουν οι κεραίες εκείνες που χρησιμοποιούνται σε ραδιοζεύξεις μεγάλων αποστάσεων. Η συμπεριφορά τους είναι ο περιορισμός της δέσμης εκπομπής προς συγκεκριμένη κατεύθυνση. Το άνοιγμα στο λοβό τους κυμαίνεται από 2-6°. Ονομάζονται κατευθυντικές γιατί παρουσιάζουν μεγάλο κέρδος προς συγκεκριμένη εστίαση. Επιπλέον, ονομάζονται παραβολικές λόγω του σχήματος του ανακλαστήρα τους. Ποιο συγκεκριμένα, οι κατευθυντικές χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συνένωση κομβικών σημείων και για τοπική χρήση τοποθετούνται οι πολυκατευθυντικές. Καθοριστικό παραγόντα αποτελεί η μικρή κεραία που βρίσκεται στο μέσο του ανακλαστήρα και φωτίζει τον ανακλαστήρα.





1. Ο ανακλαστήρας ή κάτοπτρο της παραπάνω εικόνας είναι μια παραβολική μεταλλική επιφάνεια η οποία σχηματίζει (συνήθως) ένα κυκλικό πλαίσιο το οποίο αποτελεί τη διάμετρο της κεραίας. Όσο μεγαλύτερη διάμετρο έχει, τόσο πιο κατευθυντικό είναι με αποτέλεσμα να γίνεται όλο και μικρότερη η δέσμη εκπομπής του σήματος. Τη κατεύθυνση της εκπομπής δείχνει η πλευρά που έχει στραφεί ο ανακλαστήρας.
2. Πρόκειται για παθητικό στοιχείο και η χρήση του περιορίζεται στο να ανακλά τα ραδιοκύματα που δέχεται από το feeder παράλληλα προς μία κατεύθυνση όταν εκπέμπει ή να συγκεντρώνει τα ραδιοκύματα που δέχεται προς το feeder. Το στοιχείο αυτό (feeder) είναι ουσιαστικά μια χαμηλής κατευθυντικότητας μικρή κεραία που εστιάζει στο κάτοπτρο, συμπεριφέρεται όπως ένα δίπολο ή κυματοδηγός (waveguide horn). Το feeder συνδέεται μέσω ομοαξονικού καλωδίου με την ασύρματη κάρτα της συσκευής που πρόκειται να συνδεθεί σε κάποιο δίκτυο.

#### 1.10.2.3.2 ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΕΣ ΜΗ ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΕΣ

Εκτός από τις παραβολικές κατευθυντικές για την εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου υπάρχουν και οι μη παραβολικές κατευθυντικές. Οι πιο συχνές κεραίες είναι: οι Yagi και τα Panels. Επίσης υπάρχουν οι κεραίες κυματοδηγοί (waveguides) και οι backfire που με μικρό σχετικά μέγεθος μπορούν να φτάσουν μέχρι και τα 12-16dBi. Το πλεονέκτημα των panels είναι ότι είναι σχετικά μικρές κεραίες και εύκολες στην τοποθέτησή τους. Το μειονέκτημα τους είναι ότι έχουν μικρό κέρδος με αποτέλεσμα ότι δεν έχουν μεγάλη κατευθυντικότητα κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε μητροπολιτικές συνδέσεις όπου υπάρχουν σημαντικές παρεμβολές και τα διαθέσιμα 'καθαρά' κανάλια λιγοστά.





### 1.10.2.3.3 Συχνοί τύποι ασύρματων κεραιών επί των AP με εφαρμογή σε ασύρματες ζεύξεις:

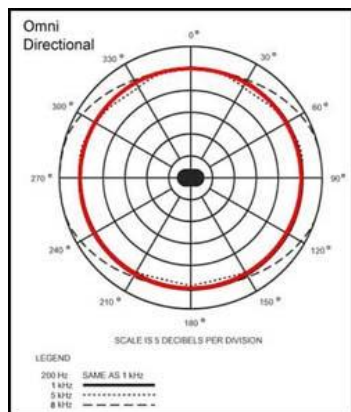
#### 1. Omni-directional

Κέρδος ( $0.6 < \text{dBi} < 9$ )



Ισόποση κατανομή ισχύος εκπομπής προς όλες τις κατευθύνσεις

\*ιδανική ιστροπική  $360^\circ$



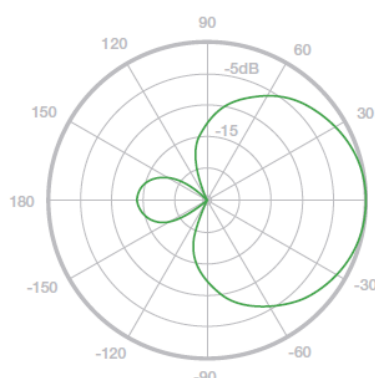
#### 2. Τύπου Πάνελ

Κέρδος ( $8 < \text{dBi} < 17$ )



Περιορισμός της εκπομπής υπό γωνία (λοβός ακτινοβολίας αρκετών μοιρών)

\*Λοβός:  $10^\circ \dots 40^\circ$



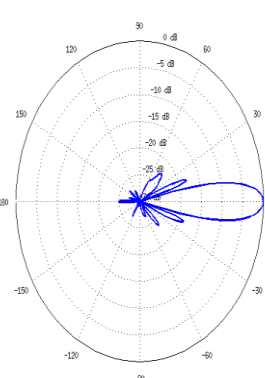
#### 3. Grid-παραβολική

Κέρδος ( $15 < \text{dBi} < 26$ )



Πεπερασμένη γωνία εκπομπής στο λοβό ακτινοβολίας με άνοιγμα μερικές δεκάδες μοίρες

\*Λοβός:  $8^\circ \dots 20^\circ$

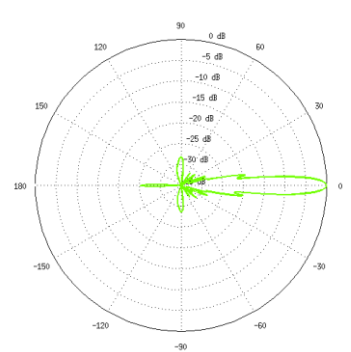


4. Με χρήση κατόπτρου-φαινόμενο ολικής ανακλάσεως (ανάλογα την διάμετρο του κατόπτρου)

Κέρδος ( $25 < \text{dBi} < 35$ )

Λεπτή δέσμη μικροκυματικού σήματος χωρίς την εμφάνιση πλευρικών – οπίσθιων λοβών, μέγιστη κατευθυντικότητα προς συγκεκριμένη κατεύθυνση μεγάλων αποστασεων.

\*λοβός:  $0,5^\circ \dots 6^\circ$





Τα κέρδη των παραπάνω κεραιών(**dB over isotropic**) είναι προσεγγιστικά και υπόκεινται στα εμπορικά προϊόντα της αγοράς.

Επιπλέον κατά τα γνωστά αναφερόμενα, ανάλογα το τύπο κεραιάς, προκύπτουν τα ανάλογα χαρακτηριστικά και προκύπτει η αντίστοιχη εφαρμογή της. Δηλαδή, σε ένα αεροδρόμιο όπου το κοινό στην αίθουσα αναμονής εξυπηρετείται μέσω κάποιου AP, είναι αναγκαία η τοποθέτηση κεραιάς OMNI για περιορισμένη κάλυψη εντός κτιρίου. Σε μεγάλες αποστάσεις από αρκετά μέτρα μέχρι μερικά χιλιόμετρα είναι σημαντική η εξοικονόμηση ισχύος (καλή στόχευση) και η μέγιστη απολαβή του συντελεστή κέρδους ποιότητας του σήματος (αναφερόμενος ως συντελεστής CCQ).



### 1.10.3 ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ

#### 1.10.3.1 ΟΜΟΑΞΟΝΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ

Για τη μεταφορά του RF σήματος από τον πομποδέκτη στην κεραιά και αντίστροφα χρησιμοποιούμε ομοαξονικό καλώδιο. Το καλώδιο αυτό είναι έτσι κατασκευασμένο έτσι ώστε να παρουσιάζει χαμηλές απώλειες στη αντίστοιχη συχνότητα. Οι απώλειες μειώνονται όσο αυξάνεται η διατομή του καλωδίου και ο θόρυβος αυξάνεται παράλληλα με την απόσταση που μεταφέρεται το σήμα εντός του αγωγού.

Ένα ομοαξονικό καλώδιο αποτελείται από ένα εσωτερικό χάλκινο αγωγό περιβαλλόμενο από ένα μονωτικό πλαστικό με σκοπό τη θωράκιση του σήματος από εξωτερικές παρεμβολές. Μετέπειτα ακολουθεί ο συρμάτινος μανδύας που αποτελείται από ένα πλέγμα. Το πλέγμα αυτό σε πολλές περιπτώσεις προστατεύεται από μία λεπτή μόνωση φύλλου αλουμινίου ώστε να είναι ακόμα πιο ανθεκτικό σε περιβαλλοντικές συνθήκες(θερμοκρασιακές μεταβολές, υγρασία, ξηρασία κλπ). Η διάταξη αυτή καλύπτεται από εξωτερική επένδυση μονωτικού υλικού, πλαστικού κυλινδρικού σχήματος σύμφωνα με τη παραπάνω εικόνα. Το ομοαξονικό καλώδιο διαφέρει από άλλα θωρακισμένα καλώδια (πχ δισύρματα, τηλεφωνικά κλπ), χρησιμοποιείται για τη μεταφορά σημάτων μεγάλου εύρους συχνοτήτων (από ηχητικά σήματα μέχρι και σήματα πολλών MHz).

Στο εμπόριο υπάρχουν πολλές κατηγορίες και διάφορα είδη καλωδίων. Ανάλογα τη συχνότητα και την απόσταση της κεραιάς από τον πομποδέκτη επιλέγεται το κατάλληλο. Το συμπέρασμα είναι ότι μεγάλου μήκους RF καλωδίωση πρέπει να αποφεύγεται, εκτός αν λάβουμε υπόψη τη μειωμένη ευαισθησία του δέκτη. Έχοντας μειωμένες ευαισθησίες δέκτη, έχει ως αποτέλεσμα στην αύξηση της εκπομπής ισχύος, άρα περισσότερες παρεμβολές και σε ρύπανση του φάσματος.

Μια άλλη σημαντική παράμετρο είναι το μέγεθος του καλωδίου. Όσο το πάχος αυξάνει, τόσο πιο δύσκολη γίνεται να επεξεργαστεί του. Κατά την εγκατάσταση του σε κτίρια, το καλώδιο αυτό θα πρέπει να βρίσκεται μόνο του και σε απόσταση από γειτονικούς ηλεκτροφόρους αγωγούς με στόχο όσο γίνεται να αποφεύγονται οι παρεμβολές. Ανάλογα τη συχνότητα που χρησιμοποιείται, προκύπτουν και τα ανάλογα χαρακτηριστικά του τόσο σχηματικά (διατομή) όσο και στις απώλειες ως προς την απόσταση.

ΚΑΛΩΔΙΟ:		RG-316	RG-174	RG-58/U	RG-59	RG-213\UB	RG-213 FOAM	AIRCORN +	AIRCELL 7	ECOFLEX 10	ECOFLEX 15	H-1000	
ΣΥΝΘΕΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ		50	50	50	75	50	50	50	50	50	50	50	50 Ohm
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ		2,6	2,6	5,8	6,2	10,3	10,3	10,3	7,3	10,2	14,6	10,3	mm
ΑΠΩΛΕΙΕΣ	30 Mhz	18	20	9	6	1,97	3,7	2,5	4,5	2,5	1,5	2	dB / 100m.
	100 Mhz	27,2	27	16,2	11,5	7	4,6	3,3	6,6	4	2,81	3,9	
	144 Mhz	32	34	19	13,5	8,5	4,94	4,5	7,9	4,8	3,4	4,8	
	432 Mhz	60	70	33	23	15,8	9,3	8,2	14,1	8,9	6,1	8,5	
	1296 Mhz	100	110	64,5		28	18,77	15,2	26,1	16,5	11,4	15,7	
	2320 Mhz	140	175				23,7	21,5	37,9	23,1	16	21,8	
	2400 Mhz							22,1	39,9	23,6	16,3	23	
	3000 Mhz							25	43,8	27	18,7		
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ		0,7	0,7	0,66	0,66	0,66	0,8	0,85	0,85	0,86	0,86	0,83	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ	10 Mhz	900	200				2000	5550	2960	3900	6450	3300	Watt
	145 Mhz	280	95				1000	700	1000	1850	1000	680	
	1000 Mhz	120	30				120	280	190	350	560	250	

**Πίνακας 1.10.3.1.1:** Ομοαξονικά καλώδια - απώλειες

### 1.10.3.2 ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Οι συνδετήρες είναι τα βύσματα που τοποθετούνται στις δυο άκρες του καλωδίου ώστε να συνδεθούν ο ένας στην κεραία και ο άλλος στην ασύρματη συσκευή που χρησιμοποιούμε.

- N TYPE



- RP-SMA



- MMCX



- RP-TNC



### 1.10.3.3 PIGTAILS

Αποτελείται από ένα μικρό κομμάτι εύκαμπτου αγωγού και χρησιμοποιείται στη διασύνδεση ανάμεσα στον πομποδέκτη και το συνδετήρα του καλωδίου.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ROUTER MIKROTIK

### 2.1 ΣΚΟΠΟΣ

Η τρέχουσα πτυχιακή άσκηση, έχει ως σκοπό τη σύνδεση απομακρυσμένων τερματικών συσκευών, με την βοήθεια των προαναφερόμενων ασύρματων συστημάτων. Είναι ευρέως διαδεδομένη η τεχνική αυτή και χρησιμοποιείται κυρίως σε μεγάλες αποστάσεις(τάξεως αρκετών χιλιομέτρων), σε σημεία που δεν είναι προσβάσιμα, είτε που η δομημένη καλωδίωση δεν αρκεί είτε για οικονομικούς λόγους είτε πρακτικά ασύμφορο. Μερικά παραδείγματα για να κατανοηθεί η χρησιμότητα τέτοιων επικοινωνιών είναι:

- a. Αποστολή πληροφορίας σε/από μεγάλα υψόμετρα
- b. Παρακολούθηση-εποπτεία διάφορων απομακρυσμένων χώρων – τοπίων (π.χ. πανοραμική θέα από web-camera)
- c. Τοποθέτηση αισθητήρων σε άγονα εδάφη – νησιά (πχ ανεμόμετρα, κλιματολογικές μετρήσεις) και αποστολή δεδομένων σε κεντρικά συστήματα επεξεργασίας, κα.

### 2.2 ΣΤΟΧΟΣ

Στην αγορά, οι διάφορες επιλογές των προϊόντων καθώς και ο συνδυασμός τους, είναι ποικίλος. Μας επιτρέπει την μετάδοση της πληροφορίας σε μεγάλες αποστάσεις. Αυτό είναι χρήσιμο, γιατί η πληροφορία-δεδομένο, μεταφέρεται σε κάθε σημείο ακόμα και σε περιοχές που ο χαλκός δεν είναι προσβάσιμος ή δεν αρκεί.

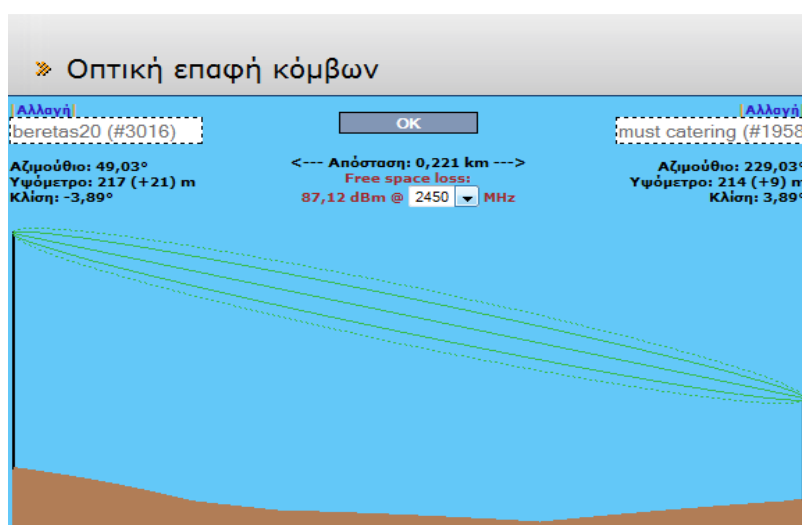
Άρα, έχουμε σαν στόχο, ανάλογα το σημείο που βρισκόμαστε, γνωρίζοντας τη θέση (υψομετρικά, οπτικές επαφές, στίγμα GPS-δορυφορικές συντεταγμένες, διαγράμματα ακτινοβολίας), λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές των προϊόντων που ορίζει ο κάθε κατασκευαστής, να μπορούμε να συνδέσουμε δύο σημεία μεταξύ τους, και να δημιουργηθεί ένα δίκτυο επικοινωνίας.

## 2.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Στο σημείο αυτό, είναι γνωστή η αποτελεσματικότητα των ασύρματων ζεύξεων. Το όφελος, είναι κυρίως ο συνδυασμός πρακτικής υλοποίησης συναρτήσει του κόστους. Μπορούμε σε υψηλές συχνότητες να μεταφέρουμε τη πληροφορία σε ψηφιακή μορφή και με μεγάλους ρυθμούς που είναι ικανοποιητικοί και σύγχρονοι στις μέρες μας. Έτσι λοιπόν, ως οικονομική λύση, μπορεί να εξυπηρετηθεί μια απόσταση αρκετών δεκάδων χιλιομέτρων με τον αντίστοιχο εξοπλισμό. Υπό άλλες συνθήκες, με μέσω επικοινωνίας χαλκό ή οπτική ίνα θα είχε αρκετά μεγαλύτερο κόστος, έως και 100 φορές μεγαλύτερου κόστους.

## 2.4 SIMULATION

Επειδή το κόστος του εξοπλισμού, σε πολλές περιπτώσεις είναι μεγάλο, υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμών και σχεδίασης σε περιβάλλον προσημείωσης. Με την βοήθεια χαρτογράφησης κάποιας περιοχής, τοποθετώντας χαρακτηριστικά θέσης - ύψους, μπορούμε σε ικανοποιητικό βαθμό να υπολογίσουμε διάφορα φυσικά εμπόδια, υψόμετρα, εδάφη κα. Εάν είναι δυνατή, η οπτική επαφή των σημείων, επίσης και οι αποστάσεις, τότε με την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού μπορούμε να προχωρήσουμε στην υλοποίηση της ζεύξης.

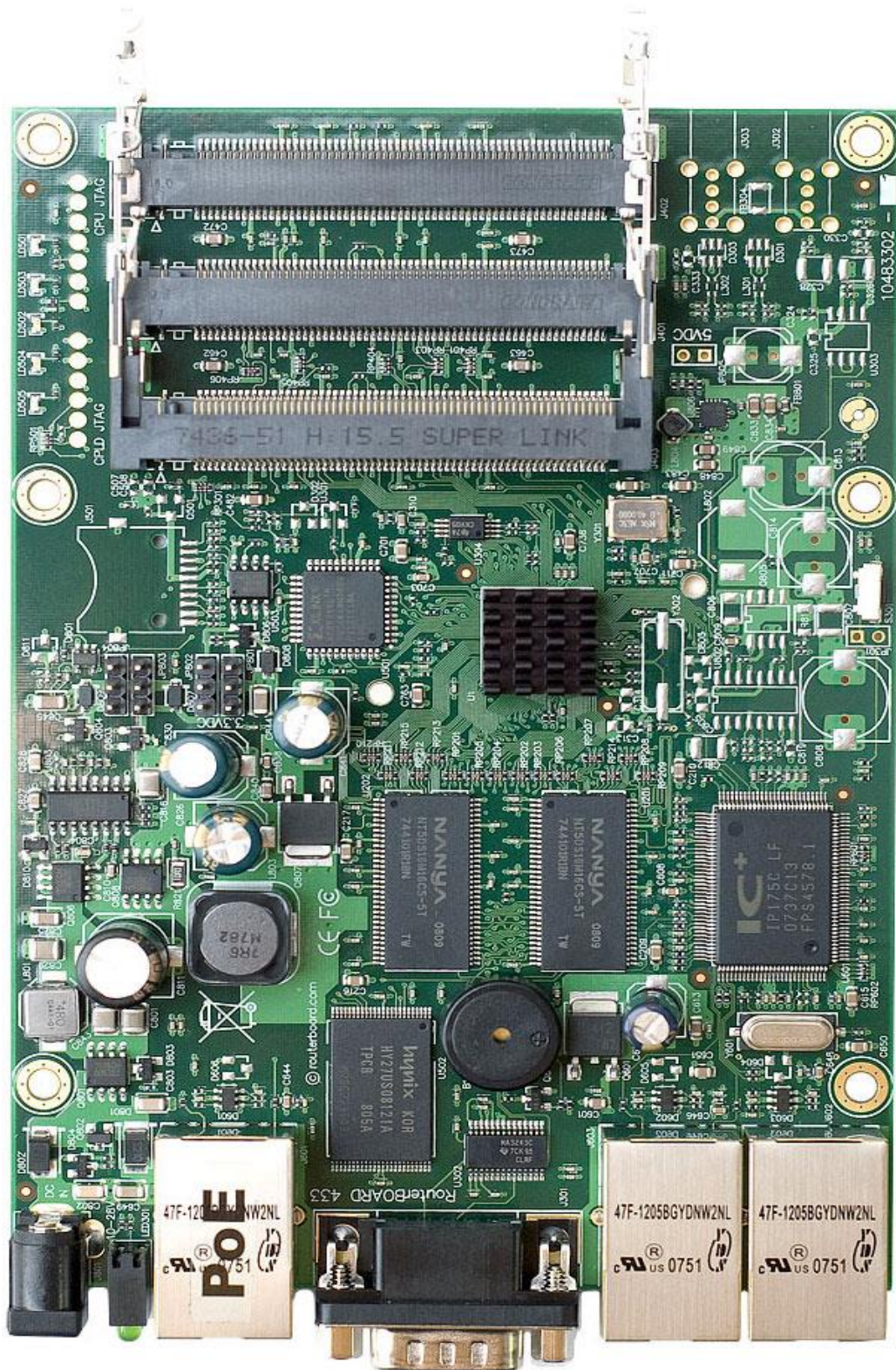


## 2.5 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΗ MikroTik

- Διαθέτει από 3 έως 6 υποδοχές ανάλογα το εμπορικό μοντέλο
- Επιπλέον ο προγραμματισμός του υλοποιείται στο ενσωματωμένο OS, είτε σε γραφικό περιβάλλον είτε σε τερματική κονσόλα επικοινωνίας είτε μέσω web.
- Η κάθε υποδοχή, μπορεί να είναι είτε ανεξάρτητη είτε εξαρτώμενη από κάποια άλλη. Αυτό συνδέεται άμεσα με τις δρομολογήσεις
- Υπάρχουν δυνατότητες ιδιωτικών εικονικών δικτύων ανά υποδοχή
- Για περίπτωση ασφάλειας, λειτουργεί τοίχος προστασίας από κακόβουλους, περιορισμοί, κανόνες, εμπόδιση συγκεκριμένων ομάδων και κλάσεων (masquerade), μετατόπιση υπηρεσιών στα αντίστοιχα slots-ports (tcp - NAT).
- Διάφορα εργαλεία επιβεβαίωσης και επαλήθευσης διαδρομών, μέτρηση ταχυτήτων, επιτήρηση ενδιάμεσων κόμβων (ip scan, ping, speedtest, traceroot, traffic monitor κλπ)
- Γραφήματα – απεικονίσεις: μετρήσεις ταχυτήτων σε πραγματικό χρόνο.
- Δυνατότητα απόδοσης δυναμικής διεύθυνσης DHCP στα τερματικά (Dynamic Host Configuration Protocol)
- Δυνατότητα δημιουργίας DNS server ώστε να διατηρείται ενήμερο το τοπικό δίκτυο από τους πίνακες αντιστοιχιών διευθύνσεων – ονομάτων.
- Υπηρεσίες υψηλότερων επιπέδων όπως για παράδειγμα web proxy, εγγραφή scripts και προγραμματισμός της εκτέλεσης τους.
- Πρωτόκολλα πολλαπλής δρομολόγησης BGP, είναι ένα δυναμικό πρωτόκολλο δρομολόγησης που χρησιμοποιείται κυρίως στο Internet. Διατηρεί ένα πίνακα των δικτύων IP ή των "προθεμάτων" που καθορίζουν την προσβασιμότητα μεταξύ αυτόνομων συστημάτων (AS).
- Αντιστοίχιση περισσότερων διευθύνσεων και υποδικτύων σε κάθε υποδοχή ξεχωριστά
- Διαφορετικοί λογαριασμοί και κωδικοί χρηστών με πλήρη δικαιώματα ή απλής εποπτείας-ανάγνωσης.



## 2.6 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΥΛΙΚΟΥ MikroTik 433AH







## 2.7 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

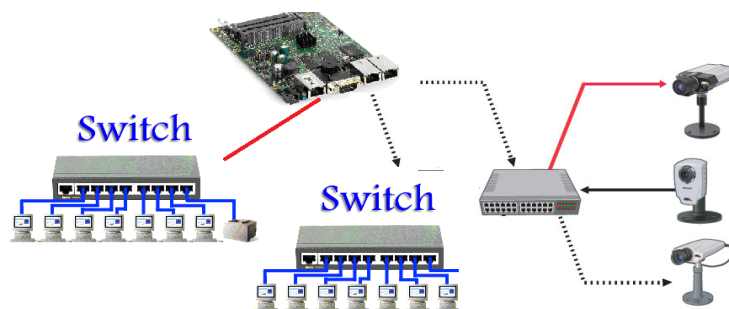
Το παρόν board διαθέτει επεξεργαστή 300Mhz και είναι αρχιτεκτονικής MIPSBE. Επιπλέον, διαθέτει 3 θύρες LAN για σύνδεση περιφερειακών ανάλογα την αρμοδιότητα που του έχει ανατεθεί και μια υποδοχή RS-232 με προορισμό τον σειριακό επαναπρογραμματισμό. Τέλος παρέχονται 3 υποδοχές miniPCI ως θύρες επέκτασης όπου έχουμε τη δυνατότητα να τοποθετήσουμε είτε ασύρματες είτε ενσύρματες κάρτες δικτύου ανάλογα την κάλυψη αναγκών.

## 2.8 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΙΚΡΟΤΙΚ

Ένα ρούτερ ουσιαστικά είναι μια πλακέτα που αποτελείται από chips, μνήμες και καταχωρήτες όμοια με εκείνη του προσωπικού υπολογιστή. Χρησιμοποιείται κυρίως σε συστήματα επικοινωνίας και αποτελεί το ενδιάμεσο σημείο για την ένωση δικτύων. Κατά κύριο λόγο εκτελούν εφαρμογές ειδικού σκοπού και μεταφέρουν τη πληροφορία ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε περίπτωσης. Τα προγράμματα αυτά, είναι συγκεκριμένης αρμοδιότητας και έχουν εφαρμογή σε συγκεκριμένες διεργασίες. Επίσης, αποτελούν μια ολοκληρωμένη λύση ώστε να είναι συμβατά με τις ανάγκες των χρηστών τόσο στο οικονομικό τομέα όσο και στη λειτουργικότητά τους.

Ποιο συγκεκριμένα τα mikrotik σε αντίθεση από ένα κοινό ρούτερ, παρέχουν περισσότερες επιλογές και λύσεις σε προγραμματισμό, σε ασφάλεια σε πολυπλοκότητα συνδιασμών σε ασύρματο και ασύρματο επίπεδο. Έχουν πολλές δυνατότητες με εναλλακτικές συνδεσμολογίες και δυνατότητα κάλυψης ως προς τον όγκο δεδομένων. Ως προς τη κατανάλωση, ξοδεύουν λίγο ρεύμα σε σχέση με άλλα ρούτερ και μπορούν να τροφοδοτηθούν απομακρυσμένα με τη βοήθεια του POE( Power Over Ethernet) μέσω του ίδιου καλώδιου.

Αν για παράδειγμα τοποθετηθεί το ρουτερ αυτό σε κάποια εταιρία για να εξυπηρετεί το προσωπικό της, οι συνδιασμοί ποικίλουν στο τρόπο επικοινωνίας. Έτσι λοιπόν, μία από τις υποδοχές οδηγείται σε ένα switch το οποίο εν συνεχεία επικοινωνεί με τα τερματικά των πωλητών και επιτρέπει τη πρόσβαση στο internet. Η επόμενη υποδοχή συνδέεται αντίστοιχα σε ένα switch εντός της μονάδας παραγωγής αλλά μέσω δυνατότητας του επιλέγεται να μη δίνει πρόσβαση στο internet. Το ίδιο πραγματοποιείται και με τη τρίτη υποδοχή που δεσμευεται για το δικτυακό κλειστό κύκλωμα παρακολούθησης από σύστημα καμερών και αισθητήρες κίνησης.



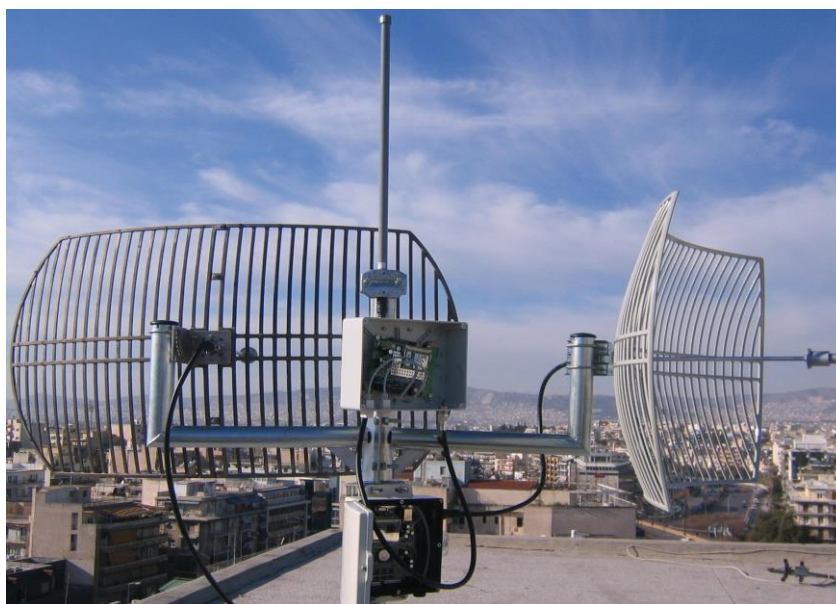
**Εικόνα 2.8.1:** Τοπολογία αστέρα – 3 ενσύρματα υποδίκτυα

Σύμφωνα με τη παραπάνω εικόνα και το παράδειγμα, τα τρία υποδίκτυα βρίσκονται στον ίδιο χώρο, και μπορούν να έχουν επικοινωνία μεταξύ τους είτε κάποια μεμονομένα είτε να είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Με τη δυνατότητα τοποθέτησης ασύρματης κάρτα δικτύου συμπεριλαμβανομένης και της αντίστοιχης κεραίας, αυξάνονται τα interfaces κατά ένα, οπότε είτε μπορεί να δημιουργηθεί ένα πρόσθετο υποδίκτυο (ασύρματο) είτε μπορεί κάποιο από τα 3 ενσήματα να επεκταθεί σε μια περιοχή.

## 2.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΖΕΥΞΗΣ

Συνήθως για να υλοποιηθεί μια τέτοια εγκατάσταση, επιλέγεται το υψηλότερο δυνατό σημείο τέτοιο ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν καλύτερη οπτική επαφή και το σήμα να μη παρεμβάλεται από διάφορα φυσικά εμπόδια. Είναι προτιμότερο να τοποθετηθεί στο σημείο εκείνο που υπάρχει η βέλτιστη οπτική επαφή ανεξάρτητα από το ύψος του ακινήτου. Επιπλέον, το κεραιοσύστημα ανάλογα το τύπο του τοποθετείται σε κάποιο σταθερό σημείο του ιστού και πρέπει να ληφθεί σοβαρά ο παράγοντας του αέρα. Μπροστά από την ενεργό επιφάνεια μια κεραίας, δημιουργείται μια αντίσταση αέρα που πολλές φορές μπορεί να αλλάξει εστίαση έστω και μερικές μοίρες. Στη περίπτωση αυτή το σήμα μπορεί να εξασθενήσει αν χάθει η στόχευση του, μέχρι να χαθεί εντελώς η ζεύξη.

Οποιοδήποτε ενεργό στοιχείο( ρούτερ, κάρτες, τροφοδοτικά κλπ), θα πρέπει να είναι σε στεγανό σημείο ώστε να μην επηρεάζονται από υγρασία και θερμοκρασιακές μεταβολές. Αφού έχει τοποθετηθεί η κεραία στο κατάλληλο σημείο, με τη βοήθεια ομοαξονικών καλωδίων συνδέονται με τον επιθυμητό εξοπλισμό.



**Εικόνα 2.9.1:** Ενεργό κεραιοσύστημα, αποτελείται από 2 κατευθυντικές κεραίες για μαρκυνές αποστάσεις και μια παν-κατευθυντική για τοπική κάλυψη

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΣΥΜΒΑΤΟΙ ΠΟΜΠΟΔΕΚΤΕΣ RADIO

Οι πομποδέκτες αποτελούν το σημείο αναφοράς επικοινωνίας κάποιου τερματικού με το υπόλοιπο δίκτυο. Στη πλειοψηφία τους τοποθετούνται στις θύρες επέκτασης (PCI/miniPCI) των υπολογιστών είτε είναι ενσωματωμένοι σε κάποιο board. Κατ'αυτόν τον τρόπο ο κατασκευαστής μας πληροφορεί ότι το υλικό αυτό που έχουμε προμηθευτεί έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί στο δίκτυο σύμφωνα με την γνωστή ένδειξη:



### 3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΤΑΣ WIFI

Ευαισθησία δέκτη: Ενά βασικό χαρακτηριστικό των ασύρματων συσκευών, είναι η ευαισθησία τους. Αυτό μας δείχνει πόσο κατάλληλος είναι και πόσο ανταποκρίνεται όταν λαμβάνει χαμηλά σήματα και δε ξοδεύει ισχύ προκειμένου τα σήματα αυτά να γίνουν αντιληπτά και μετέπειτα να αποδιαμορφωθούν και να επεξεργαστούν. Με τον ελάχιστον αριθμό σφαλμάτων η ευαισθησία είναι κρίσιμη ώστε να επιτευχθεί ο μέγιστος ρυθμός δεδομένων. Με άλλα λόγια, όσο καλύτερη ευαισθησία υπάρχει σε έναν πομποδέκτη κάποιας κάρτας, τόσο μεγαλύτερη εμβέλεια πετυχαίνουμε και εξοικονομούμε ισχύ και δεν έχουμε σπάτλη του φάσματος.

Μια ασύρματη κάρτα είναι ουσιαστικά ένας ελεγκτής διασύνδεσης δικτύου που μέσω αυτού συνδέεται μια τερματική συσκευή σ'ένα ασύρματο δίκτυο. Με τη βοήθεια μικροκυμάτων επιτυγχάνεται η επικοινωνία και η ανταλλαγή πληροφορίας. Ο ελεγκτής είναι βασισμένος στα layer1 και layer2 του μοντέλου OSI όπως αντίστοιχα και οι υπόλοιπες ενσέρματες κάρτες. Τέλος ο τρόπος διασύνδεσης πάνω στον bus του υπολογιστή διαφέρει ανάλογα το τύπο της κάρτας, που συνήθως είναι PCI είτε USB.

Μια τέτοια κάρτα αποτελείται από ολοκληρωμένα κυκλώματα και διαθέτει έναν ή δύο πομποδέκτες ανάλογα τη συχνότητα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Συνήθως ο πρώτος λειτουργεί στη μάντα των 2.4GHz και ο δεύτερος στα 5.5GHz σύμφωνα με τα πρότυπα 802.11. Η ισχύς εκπομπής, η ευαισθησία και οι ρυθμοί μετάδοσης διαφέρουν ανάλογα το τύπο του ελεγκτή που είναι τοποθετημένος στη κάρτα. Αναφορικά, ακολουθούν 3 παραδείγματα καρτών με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους,

### 3.2 ΚΑΡΤΑ R52: 2.4/5GHz 802.11a+b+g Wireless Mini-PCI Card

#### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΤΑΣ:

1.ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ:-40 to +80C

2.ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:-20°C to 70°C

3.ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ:

- 802.11b/g: 2.312 – 2.497 (5 MHz step)
- 802.11a: 4.920 – 6.100 (5 MHz step)

4.Chipset:Atheros AR5414

5.ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ:

- 802.11b+g: DSSS, OFDM for data rate >30Mbps
- 802.11a: OFDM

6.ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:3.3V +/- 10% DC

7.ΡΕΥΜΑ: 400mA max

8.ΙΣΧΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ (Tx), ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΔΕΚΤΗ (Rx):

- IEEE 802.11a: 24dBm/-90dBm @ 6Mbps,19dBm/-70dBm @ 54Mbps
- IEEE 802.11b: 25dBm/-92dBm @ 1Mbps,25dBm/-87dBm @ 11Mbps
- IEEE 802.11g: 25dBm/-90dBm @ 6Mbps,20dBm/-70dBm @ 54Mbps

9.ΡΥΘΜΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ:

- 802.11b:11,5.5,2,1 Mbps, auto-fallback
- 802.11g(Normal mode):54,48,36,24,18,12,9,6 Mbps, auto-fallback
- 802.11g(Turbo mode):108,96,72,48,36,24,18,12 Mbps, auto-fallback
- 802.11a(Normal mode):54,48,36,24,18,12,9,6 Mbps, auto-fallback
- 802.11a(Turbo mode):108,96,72,48,36,24,18,12 Mbps, auto-fallback



10. Media Access Protocol: CSMA/CA with ACK architecture 32-bit MAC

11. Connectors: 2 U.fl

12. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ: 6.0cm x 4.5 cm

### **3.3 ΚΑΡΤΑ CM9: 2.4/5GHz 802.11a+b+g Wireless Mini-PCI Card**

#### **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΤΑΣ:**

1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ: -40 to +80C

2. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ: -20°C to 70°C

3. ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ:

- 802.11b/g: 2.400 – 2.483 (5 MHz step)
- 802.11a: 5.470 – 5.725 (5 MHz step)

4. Chipset: Atheros AR5213

5. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ:

- 802.11b+g: DSSS (DBPSK, DQPSK, CCK); OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)
- 802.11a: OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)

6. ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ: 3.3V +/- 5% DC

7. ΡΕΥΜΑ: 420mA max

8. ΙΣΧΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ (Tx), ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΔΕΚΤΗ (Rx):

- IEEE 802.11a: 17dBm/-88dBm @ 6Mbps, 13dBm/-71dBm @ 54Mbps
- IEEE 802.11b: 18dBm/-95dBm @ 1Mbps, 18dBm/-90dBm @ 11Mbps
- IEEE 802.11g: 18dBm/-90dBm @ 6Mbps, 15dBm/-74dBm @ 54Mbps

9. ΡΥΘΜΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ:

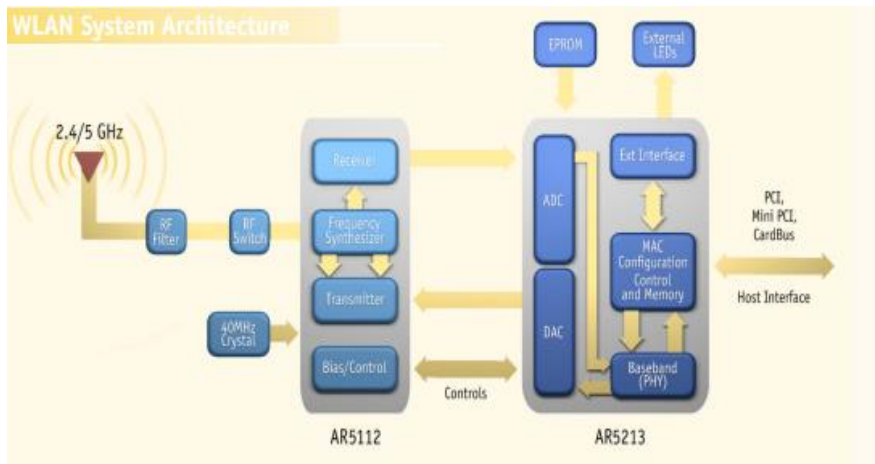
- 802.11b: 11, 5.5, 2, 1 Mbps, auto-fallback
- 802.11g (Normal mode): 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 Mbps, auto-fallback
- 802.11g (Turbo mode): 108, 96, 72, 48, 36, 24, 18, 12 Mbps, auto-fallback
- 802.11a (Normal mode): 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 Mbps, auto-fallback
- 802.11a (Turbo mode): 108, 96, 72, 48, 36, 24, 18, 12 Mbps, auto-fallback

10. Media Access Protocol: CSMA/CA with ACK architecture 32-bit MAC

11. Connectors: 2 U.fl

12. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ: 59.75mm(L) \* 44.60mm(W) \* 5mm(H)





### 3.3 ΚΑΡΤΑ R52Hn:2.4/5GHz 802.11a+b+g+n Wireless Mini-PCI

#### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΡΤΑΣ:

1.ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ:-40 / +60C

2.ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:-20°C / 70°C

3.ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ:

- 802.11b/g: 2.400 – 2.483 (5 MHz step)
- 802.11a: 5.470 – 5.725 (5 MHz step)

4.Chipset: Atheros AR9220

5.ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ:

- OFDM: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM
- DSSS: DBPSK, DQPSK, CCK

6.ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:3.3V +/- 5% DC

7.ΙΣΧΥΣ:7WATT MAX

8.ΙΣΧΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ (Tx), ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΔΕΚΤΗ (Rx):

- IEEE 802.11a: 24dBm/-97dBm @ 6Mbps,21dBm/-80dBm @ 54Mbps
- IEEE 802.11b: 24dBm/-93dBm @ 1Mbps,24dBm/-93dBm @ 11Mbps
- IEEE 802.11g: 25dBm/-94dBm @ 6Mbps,22dBm/-81dBm @ 54Mbps

IEEE 802.11n	2.4GHz	5GHz
MCS0: 20MHz	-94/25 (dBm)	-97/24 (dBm)
MCS0: 40MHz	-92/24 (dBm)	-92/22 (dBm)
MCS7: 20MHz	-78/21 (dBm)	-77/18 (dBm)

MCS7: 40MHz -75/20 (dBm) -74/17 (dBm)

#### 9.ΡΥΘΜΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ:

- 802.11b:11,5.5,2,1 Mbps, auto-fallback
- 802.11g(Normal mode):54,48,36,24,18,12,9,6 Mbps, auto-fallback
- 802.11a(Normal mode):54,48,36,24,18,12,9,6 Mbps, auto-fallback
- 802.11n-20MHz 1CHAIN: 65Mbps @ 800GI, 72.2Mbps @ 400GI (Max.)  
2CHAINS: 130Mbps @ 800GI, 144.4Mbps @ 400GI (Max.)  
40MHz 1CHAINS: 135Mbps @ 800GI, 150Mbps @ 400GI (Max.)  
2CHAINS: 270Mbps @ 800GI, 300Mbps @ 400GI (Max.)

#### 10.Connectors:2 MMCX



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 :ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ Mikrotik

### Εργαστηριακή άσκηση 1η

**Τίτλος:** Βασικές δικτυακές ρυθμίσεις χρησιμοποιώντας δρομολογητή Mikrotik (γραφικό περιβάλλον)

**Σκοπός:** Η άσκηση αυτή έχει ως σκοπό τη κατανόηση και τη λειτουργικότητα των πολλαπλών δρομολογητών. Με την εκτέλεση της εργασίας, ο χρήστης θα είναι σε θέση να αποδίδει :

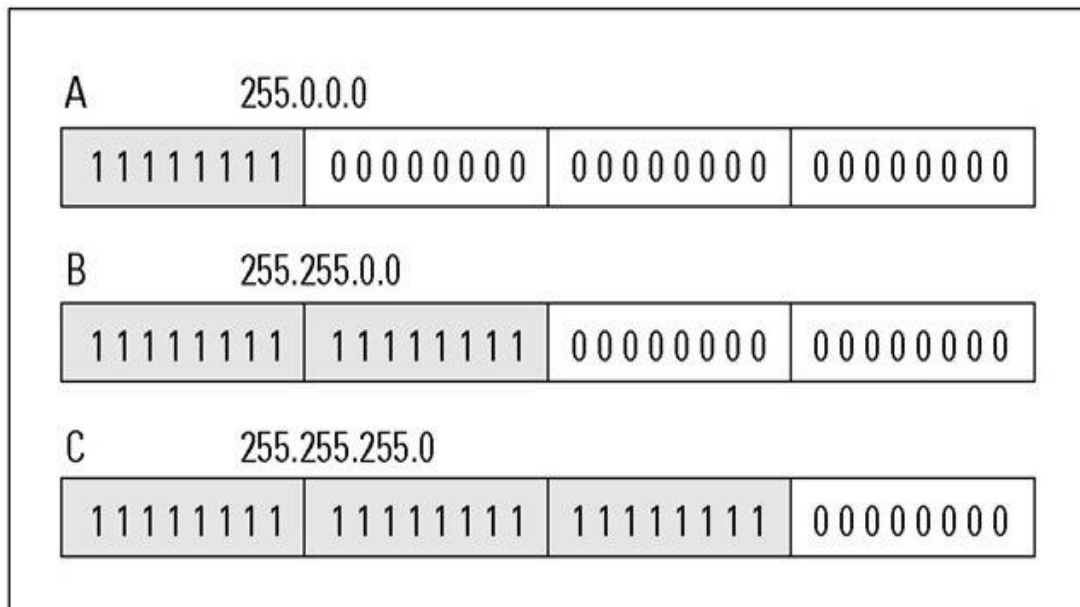
- Ένα εύρος Διευθύνσεων IP ανά interface
- Να υπολογίζει τα υποδίκτυα με τις αντίστοιχες μάσκες
- Να περιορίζει (είτε συγκεκριμένη συσκευή βάσει mac – address/ip, είτε κάποια από τις θύρες του δρομολογητή [queue])
- Να δρομολογεί τα δεδομένα ανάλογα τις ανάγκες κάθε φορά(ip > routes).
- Να δημιουργεί εικονικά δίκτυα (VPN),
- Αυτόματες δυναμικές ρυθμίσεις, gateway,dns κλπ, σε τερματικές συσκευές κατά τη σύνδεση τους στο δίκτυο (DHCP).
- Εποπτεία – επιτήρηση όλων των συσκευών που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο (ARP table – πίνακας αντιστοιχιών: [mac address-ip])

### Θεωρητικό υπόβαθρο:

**1)Υποδικτύωση:** Ο τρόπος προκειμένου το MikroTik να μπορεί να αναγνωρίσει από μια διεύθυνση IP, ποιο μέρος της προορίζεται ως διεύθυνση δικτύου και ποιο για τερματικές συσκευές, έχει καθιερωθεί ως τρόπος διαχωρισμού μετά την IP να ακολουθεί /xx. Κατ'αυτόν τον τρόπο καθοδηγούμε το σύστημα σε ποιο σημείο έχει εφαρμοστεί η μάσκα υποδικτύου.

CIDR	Subnet Mask (decimal)	Subnet Mask ( binary)
/9	255.128.0.0	11111111.10000000.00000000.00000000
/10	255.192.0.0	11111111.11000000.00000000.00000000
/11	255.224.0.0	11111111.11100000.00000000.00000000
/12	255.240.0.0	11111111.11110000.00000000.00000000
/13	255.248.0.0	11111111.11111000.00000000.00000000
/14	255.252.0.0	11111111.11111100.00000000.00000000
/15	255.254.0.0	11111111.11111110.00000000.00000000
/16	255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
/17	255.255.128.0	11111111.11111111.00000000.00000000
/18	255.255.192.0	11111111.11111111.11000000.00000000
/19	255.255.224.0	11111111.11111111.11100000.00000000
/20	255.255.240.0	11111111.11111111.11110000.00000000
/21	255.255.248.0	11111111.11111111.11111000.00000000
/22	255.255.252.0	11111111.11111111.11111100.00000000
/23	255.255.254.0	11111111.11111111.11111110.00000000
/24	255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
/25	255.255.255.128.	11111111.11111111.11111111.10000000
/26	255.255.255.192.	11111111.11111111.11111111.11000000
/27	255.255.255.224.	11111111.11111111.11111111.11100000
/28	255.255.255.240.	11111111.11111111.11111111.11110000
/29	255.255.255.248.	11111111.11111111.11111111.11111000
/30	255.255.255.252.	11111111.11111111.11111111.11111100

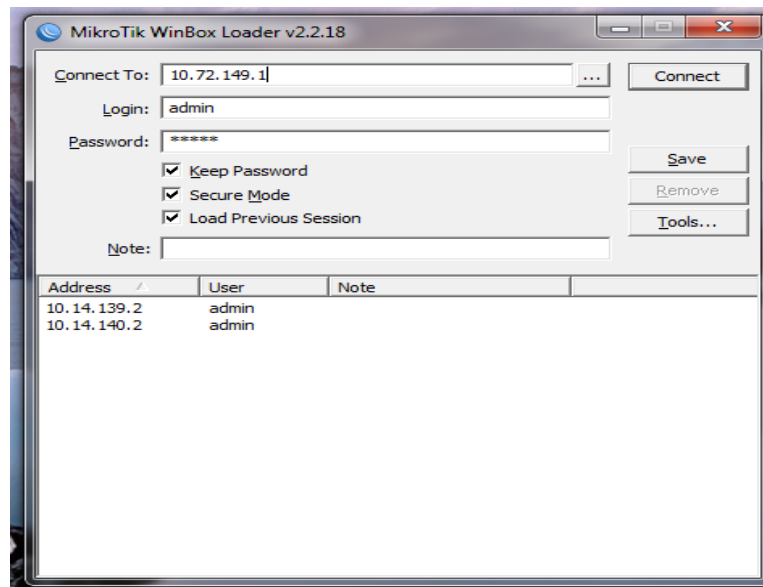
**Πίνακας 1.1:** /πλήθος bit – Μάσκα υποδικτύου (16<sup>δική</sup>) – Μάσκα (2<sup>δική</sup>)



**Εικόνα 1.1:** Βασικές μάσκες ανά κλάσεις (A,B,C) – Δίκτυο, διαθέσιμες συσκευές.

**2)Πρόσβαση στο mikrotik μέσω γραφικού περιβάλλον (winbox.exe):** Υπάρχει η δυνατότητα να προγραμματίσουμε ένα router δικτυακά από όποιο σημείο βρισκόμαστε εντός του δικτύου . Ουσιαστικά μέσω κάποιας τερματικής συσκευής, εκτελώντας την εφαρμογή winbox.exe και τοποθετώντας τη διεύθυνση IP της συσκευής, μέσω της πόρτας :8291, έχουμε τη ευκαιρία να του θέσουμε διάφορες τιμές, παραμέτρους να μεταβάλλουμε οποιαδήποτε ρύθμιση επιθυμούμε. Εν συνεχεία, ακολουθεί μια σύντομη παρουσία του περιβάλλοντος αυτού:

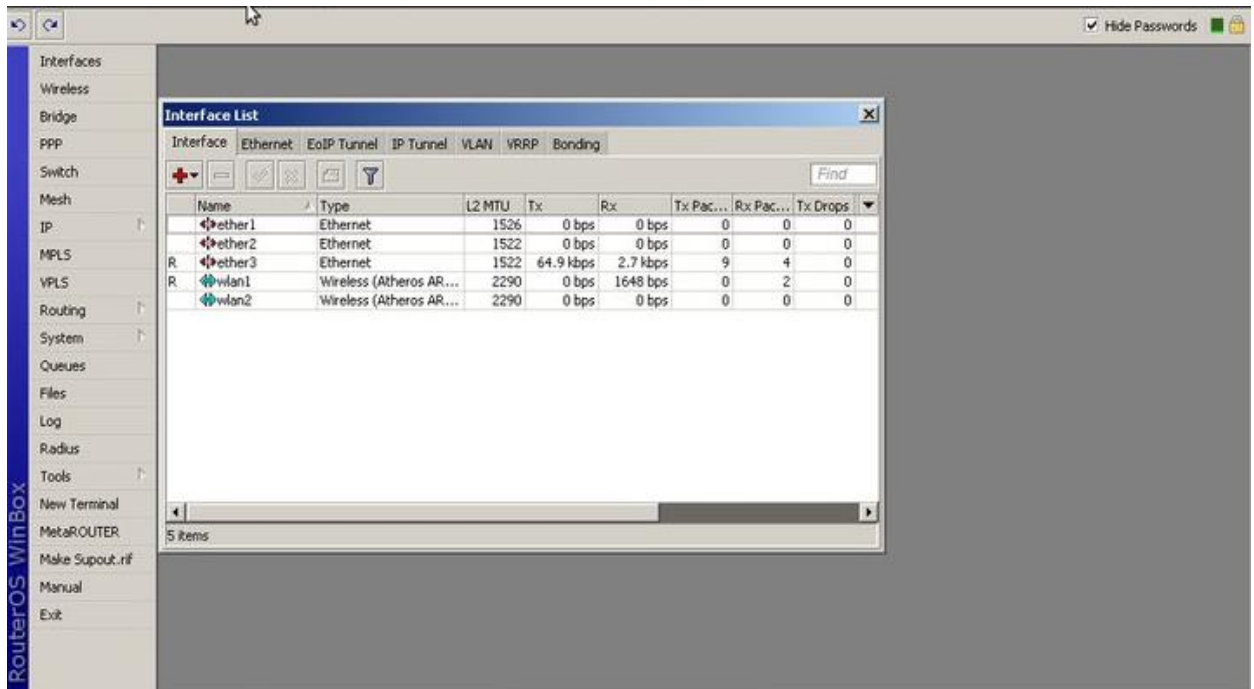
Εκτέλεση της εφαρμογής:



**Εικόνα 1.2:** Πρόγραμμα winbox.exe

Σύμφωνα με τη παραπάνω εικόνα, για να υπάρχει πρόσβαση θα πρέπει να έχουν δημιουργηθεί λογαριασμοί και κωδικοί χρηστών. Ως προεπιλογή ορίζεται τ' όνομα **admin** χωρίς κωδικό και μετέπειτα ακολουθεί η διεύθυνση του MikroTik για να συνδεθούμε.

Εν συνεχεία, παρατηρούμε ένα πτυσσόμενο μενού το οποίο αποτελείται από ένα πλήθος διεργασιών καθώς και διασυνδέσεων σε δικτυακό και τηλεπικοινωνιακό επίπεδο.



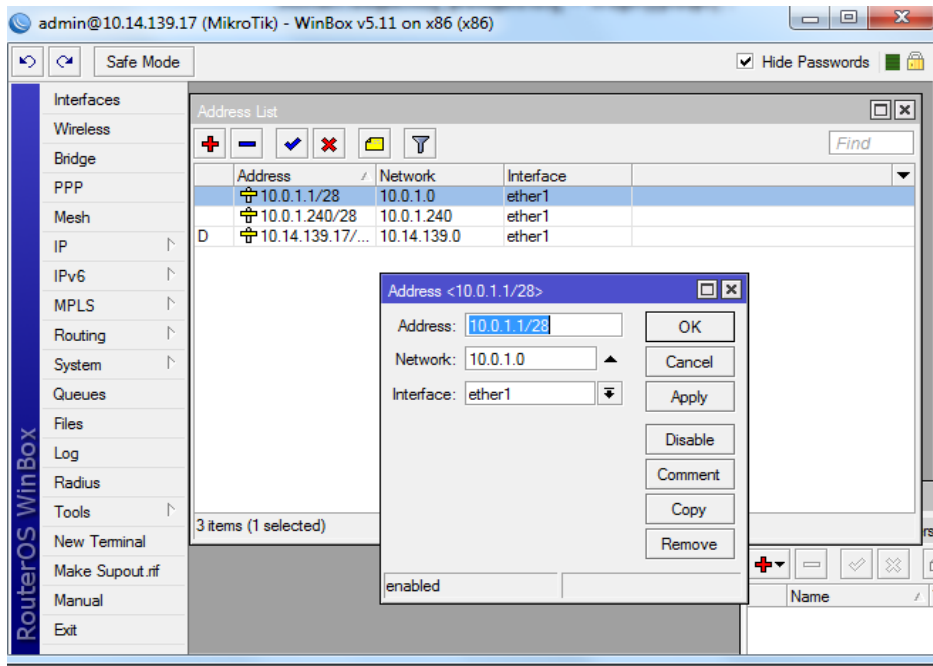
**Εικόνα 1.3:** Γραφικό περιβάλλον winbox – 3 ενσήματα διασυνδέσεις, 2 ασύρματες.

### Βασικές και απαιτούμενες ρυθμίσεις – περιγραφή :

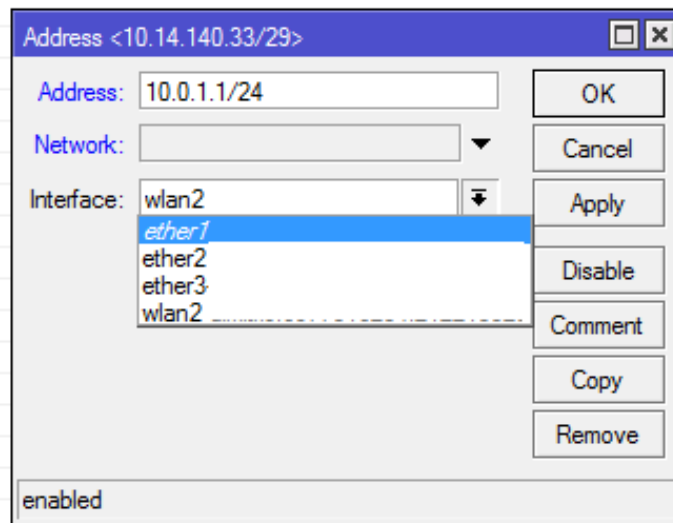
1. Οι διευθύνσεις IP (**class C**), καθώς ευρίσκονται σε κάποιο υποδίκτυο λαμβάνουν την παρακάτω μορφή(κοινό υποδίκτυο 255.255.255.0):

- Υποδοχή 1: 10.0.1.1/24 , εύρος τιμών 10.0.1.2-254
- Υποδοχή 2: 10.0.2.1/24 , εύρος τιμών 10.0.2.2-254
- Υποδοχή 3: 10.0.3.1/24 , εύρος τιμών 10.0.3.2-254

Αντίστοιχη ρύθμιση στο **winbox.exe**: στο μενού |ip > ip addresses, ανοίγει ένα παράθυρο με τίτλο address list. Δημιουργούμε 3 εγγραφές από το «+» τοποθετώντας τις αντίστοιχες 3 διευθύνσεις που αναλογούν στην κάθε υποδοχή ξεχωριστά. Πραγματοποιήθηκε ο ορισμός αρχικός διευθύνσεων της εκάστης υποδοχής. Υπάρχει η δυνατότητα σε μία υποδοχή να βρίσκονται περισσότερα από ένα υποδίκτυα. Παράδειγμα: a]10.0.1.1/28 interface:ethern1, b]10.0.1.31/30 interf:ethern1.



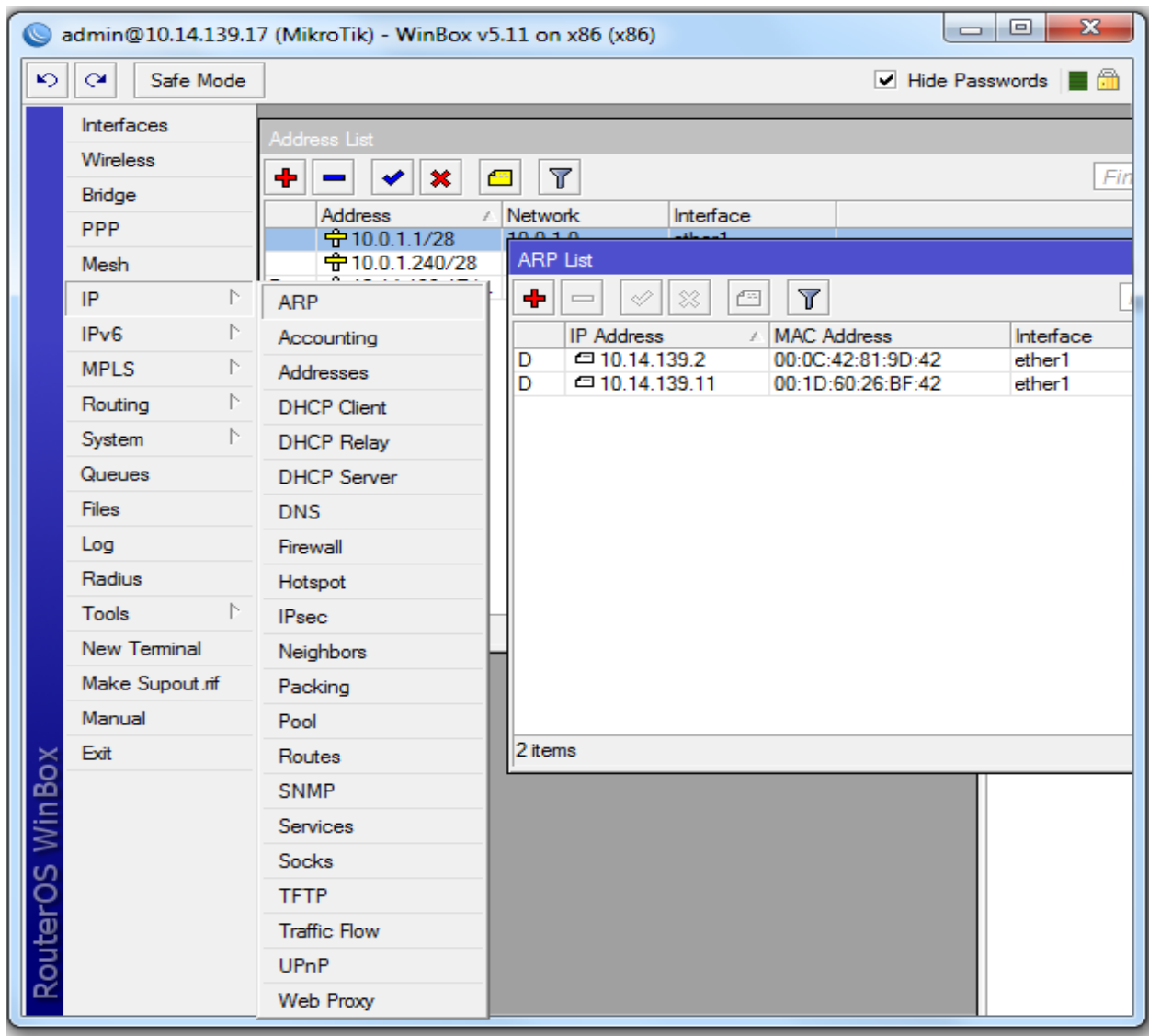
Εικόνα 1.4: Τοποθέτηση διεύθυνσης IP – υποδίκτυο /xx



Εικόνα 1.5: Αντιστοιχία διασύνδεσης με διεύθυνση

2. Όλα τα ενεργά τερματικά που είναι συνδεδεμένα στο router, έχουν καταγραφεί στο πίνακα αντιστοιχιών μαζί με την διεύθυνση και την φυσική τους διεύθυνση (mac). Με αυτό τον τρόπο πληροφορούμαστε ποιες διευθύνσεις είναι δεσμευμένες

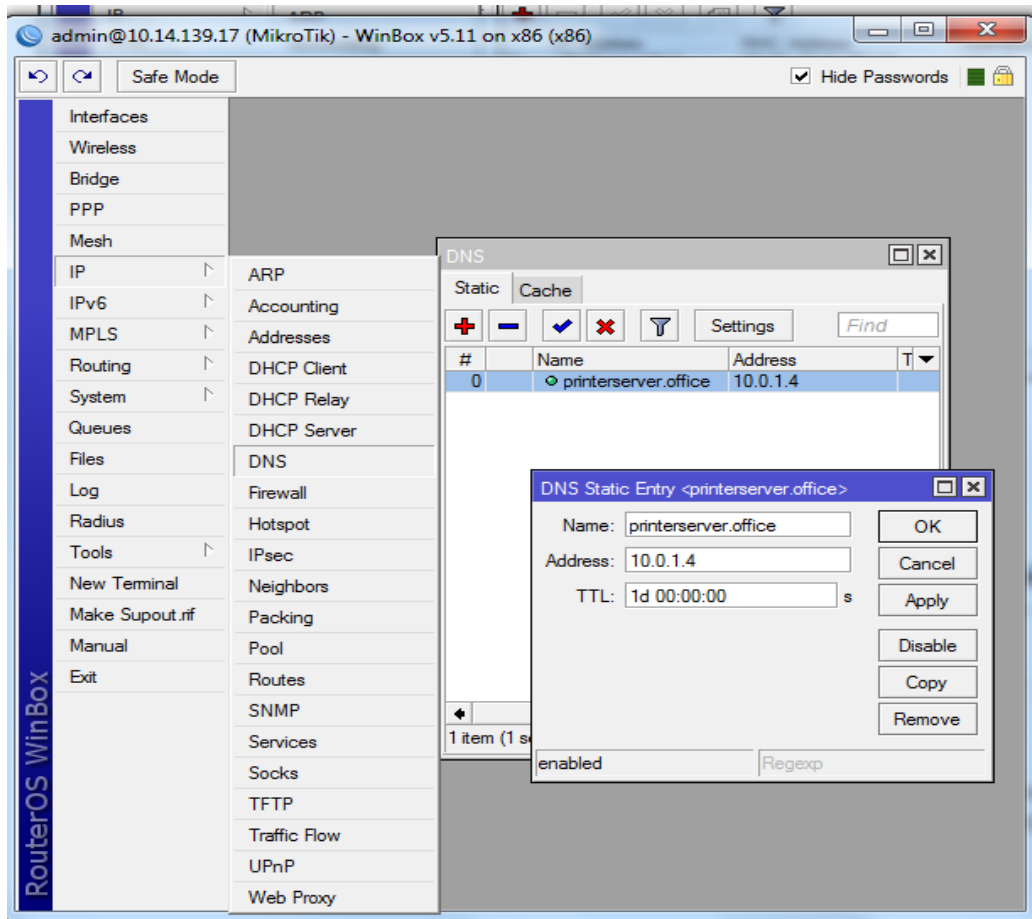
Αντίστοιχη παρουσίαση στο **winbox.exe**: στο μενού |ip > ARP table , ανοίγει ένα παράθυρο όπου εμφανίζονται τα ενεργά τερματικά όπως επίσης σε ποια υποδοχή του router είναι συνδεδεμένα.



Εικόνα 1.6: Winbox – APR table

- Επειδή είναι δύσκολο κάποιος μνημονικά να θυμάται διευθύνσεις, σε τι υπηρεσία και εφαρμογή αντιστοιχούν, με την απόδοση ονόματος είναι πιο εύχρηστο και αντιληπτό. Έτσι, αν για παράδειγμα έχουμε έναν printer-server και βρίσκεται σε συγκεκριμένη διεύθυνση, είναι εφικτό να λάβει μια ονομασία “printerserver.office”. Με αυτό τον τρόπο, δεν απαιτείται να θυμόμαστε αριθμούς που ανήκουν οι υπηρεσίες που διαθέτουμε. Ουσιαστικά, εκπληρεί τις περισσότερες ιδιότητες ενός DNS server είτε στην απόδοση δυναμικών είτε στατικών διευθύνσεων

Αντίστοιχη καταγραφή διευθύνσεων στο **winbox.exe**: στο μενού |ip > dns , ανοίγει ένα παράθυρο με πίνακα στατικών εγγραφών

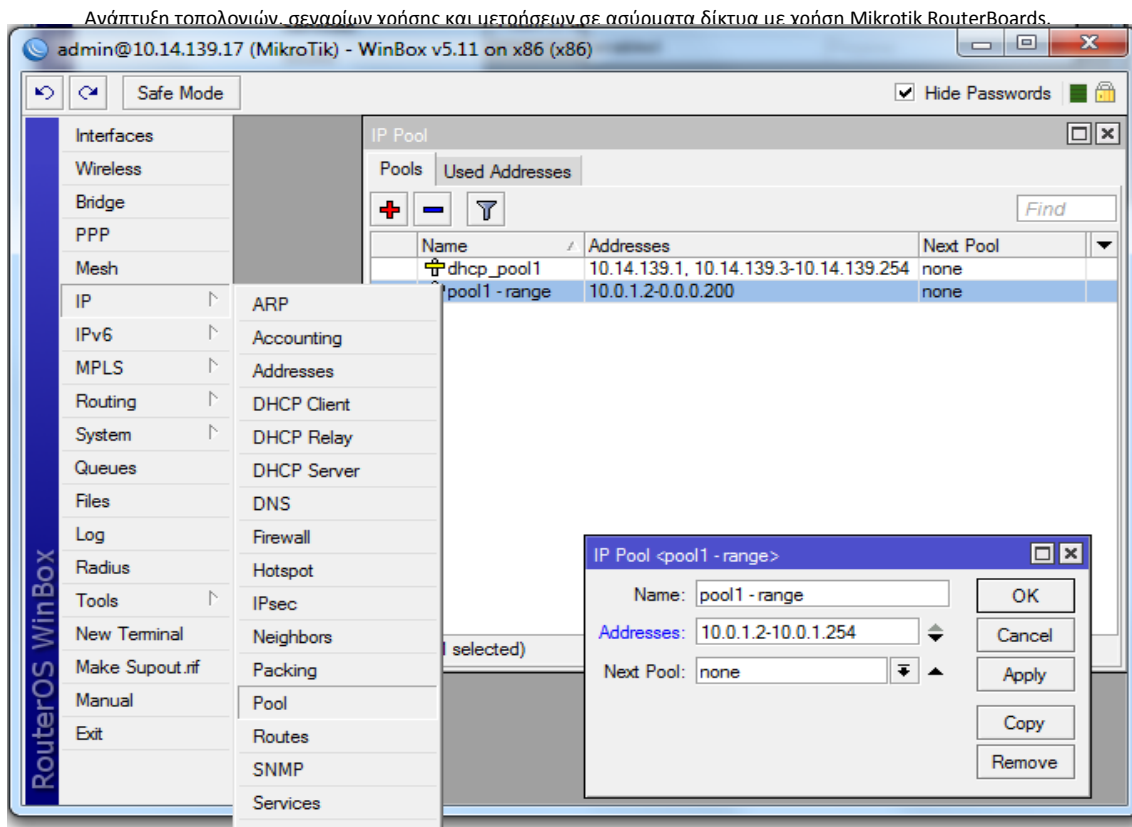


Εικόνα 1.7: Winbox – Ορισμός ονομασίας στον DNS server

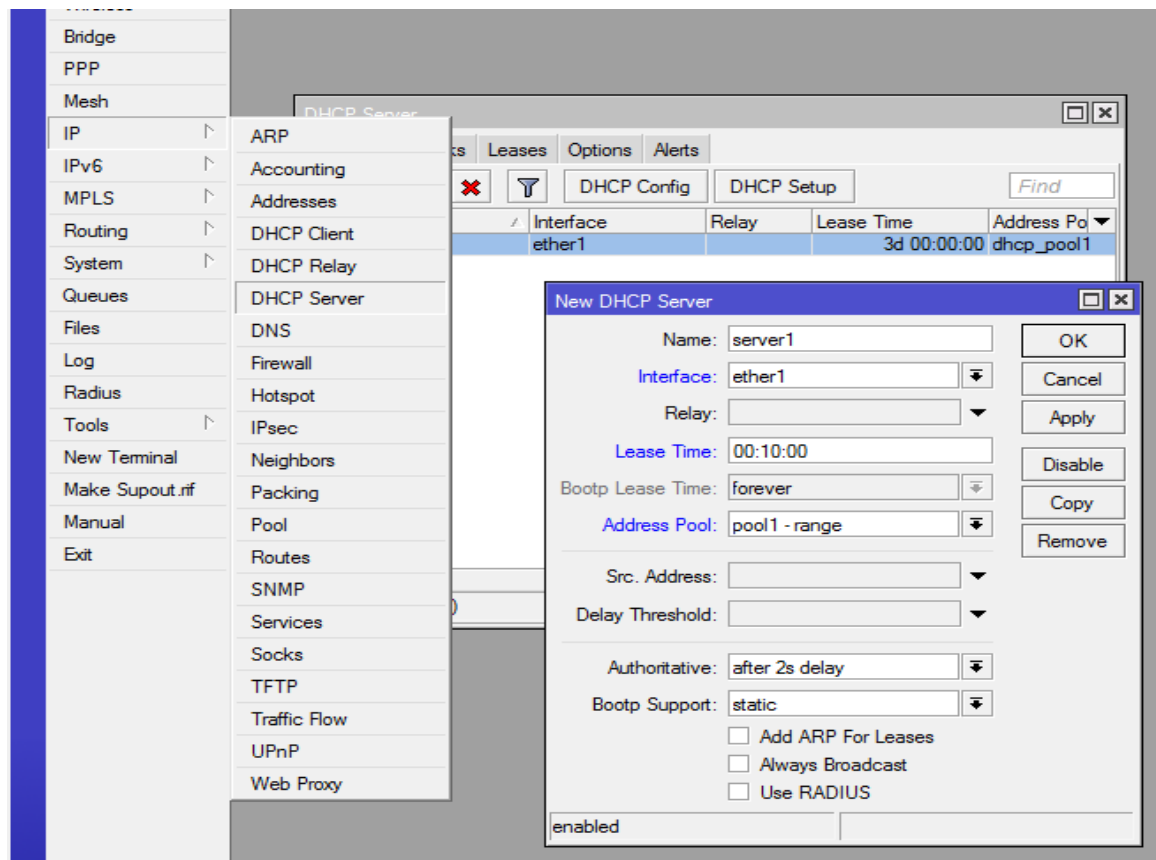
4. α) Στην αρχή ορίστηκαν οι αρχικές διευθύνσεις κάθε διεπαφής καθώς και το υποδίκτυο στο οποίο υπάγεται. Ένα υποδίκτυο λαμβάνει ένα εύρος τιμών ανάλογα την μάσκα που του έχουμε ορίσει. Συγκεκριμένα, στην υποδοχή 1, τοποθετήσαμε τη διεύθυνση 10.0.1.1/24 με εύρος υποδικτύου 255 θέσεων. Οπότε σε αυτό το υποδίκτυο μπορεί το router αυτόματα να αποδώσει διευθύνσεις αφού πρώτα ορίσουμε το εύρος.

Τοποθέτηση εύρους τιμών - διευθύνσεων στο **winbox.exe**: στο μενού |ip > pool , ανοίγει ένα παράθυρο με και δέχεται σαν όρισμα το επιθυμητό εύρος.

β) Ως DHCP Server για την αυτόματη απόδοση δυναμικών διευθύνσεων που αντιστοιχούν σε κάθε φυσική mac διεύθυνση, για συγκεκριμένο χρόνο, ορίζεται ο server αυτός. Ο οποίος τροφοδοτεί τις δικτυακές συσκευές ανά θύρα. Αν επιθυμούμε και οι 5 θύρες να συμπεριφέρονται δυναμικά, τότε ορίζουμε 5 dhcp servers.



Εικόνα 1.8: Winbox – ip pool range



Εικόνα 1.9: Winbox – DHCP SERVER, απόδοση δυναμικών διευθύνσεων



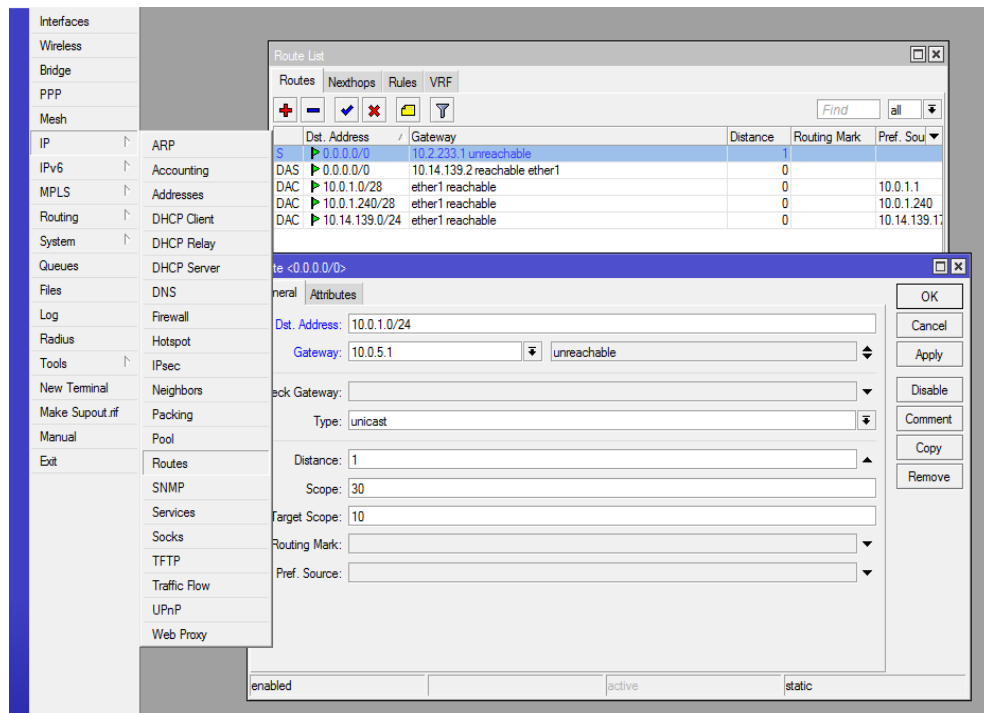
Επεξήγηση: Ορισμός νέου server1 που λειτουργεί στην υποδοχή1, με χρονική απόδοση 10 λεπτών και εύρος διευθύνσεων σύμφωνα με το όρισμα «pool» που πραγματοποιήθηκε προηγουμένως

5. Δρομολογήσεις διευθύνσεων – Υποδικτύων, στατικοί κανόνες: Υπάρχει η δυνατότητα του κάθε υποδικτύου ή συγκεκριμένης διεύθυνσης, μέσω συγκεκριμένης πύλης να δρομολογείται ξεχωριστά και αυτόνομα. Ακολουθούν τα παρακάτω παραδείγματα:

α. destination address:10.0.1.0/24,gateway:10.0.5.1(βρίσκεται dsl modem)

Επεξήγηση: Όλο το υποδίκτυο που αποτελείται από 255 θέσεις, να διαθέτει πρόσβαση στο internet – μέσω dsl modem.

Δρομολογήσεις υποδικτύων - διευθύνσεων στο **winbox.exe:** στο μενού |ip > routes.



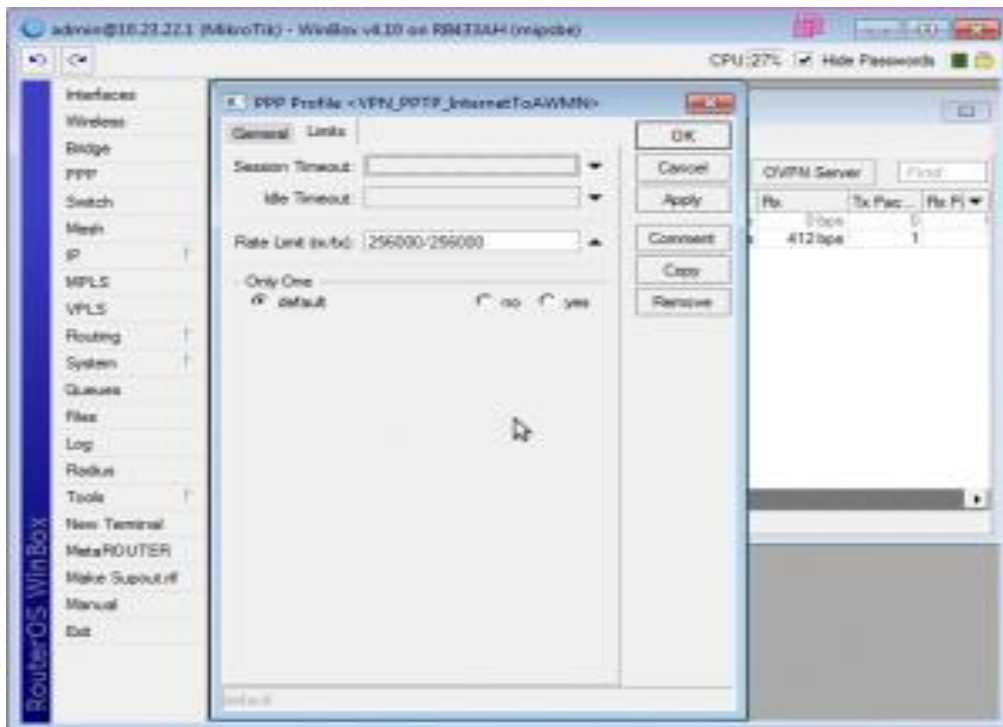
**Εικόνα1.10:** Winbox – static root – distance 1

B. Στη περίπτωση που διαθέτουμε ένα υποδίκτυο και δύο διαφορετικές πύλες εξόδου προς το internet (ip:0.0.0.0/0), η μια χρησιμοποιείται ως πρωτεύουσα και η δεύτερη ως εφεδρική. Τότε υπάρχει η επιλογή ελέγχου – επιβεβαίωσης κατά τη μεταφορά δεδομένων, με ορισμό χρονικής προτεραιότητας κίνησης (distance) σε συγκεκριμένη πύλη. Δηλαδή, αν για κάποιο λόγο διακοπεί η επικοινωνία με τη πρώτη έξοδο, αυτοματώς ενεργοποιείται η δεύτερη και ο δρομολογητής συνεχίζει να λειτουργεί επιτυχώς με τον αντίστοιχο πάροχο. Ανάλογα συστήματα βρίσκουν εφαρμογή σε σημεία που είναι απαραίτητη η αποστολή πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο και είναι αναγκαία η συνεχόμενη επικοινωνία.

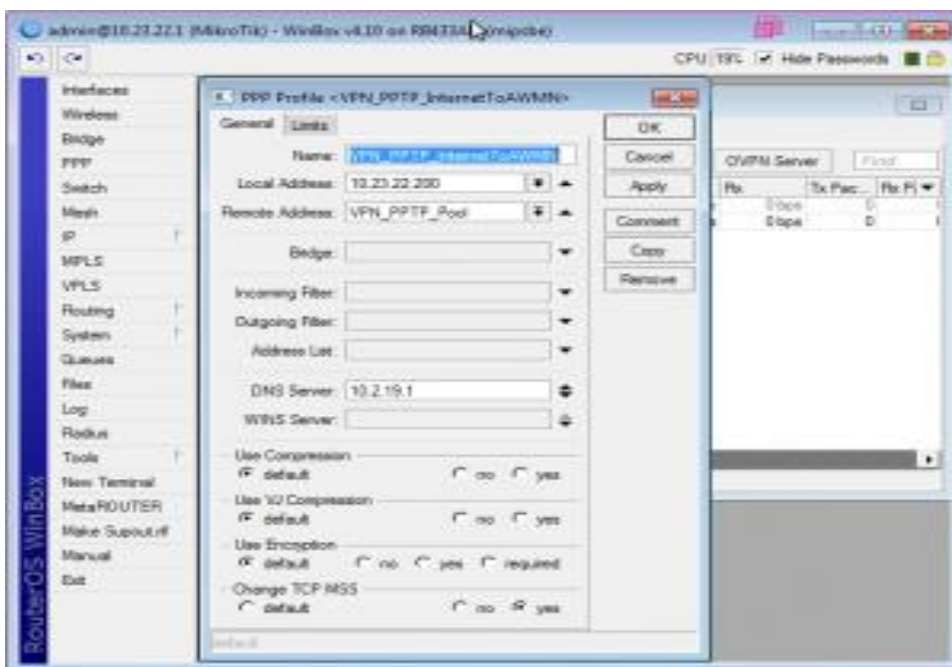
6. **VPN** δίκτυα μέσω MikroTik. Παρουσιάζεται η λειτουργία και χρήση VPN server μέσω Mikrotik. Το **VPN** (:Virtual Private Network) είναι ένα ιδιωτικού δίκτυο μέσω συγκεκριμένων εφαρμογών VPN Server & clients που χρησιμοποιεί κοινόχρηστα μέσα επικοινωνίας όπως το Internet. Στην πράξη κάθε client που συνδέεται πάνω σε έναν VPN server δημιουργεί ένα ασφαλές κανάλι επικοινωνίας (tunnel) και τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω αυτού του καναλιού χωρίς να γνωρίζει το μέσω επικοινωνίας, πάνω στο οποίο τρέχει το κανάλι, (wireless connection to awmn, internet etc) τι ακριβώς μεταφέρεται. Με αυτόν τον τρόπο συσκευές που δεν είναι στο ίδιο δίκτυο αλλά όλες έχουν access στο internet μπορούν να συνδεθούν σε ένα VPN και να βλέπονται μεταξύ τους με ασφάλεια σαν να είναι στο ίδιο ιδιωτικό δίκτυο. VPN παραδείγματα μπορούν να γίνουν με διάφορους τρόπους όπως το IPSEC (σε επίπεδο TCP/IP), το PPTP (Microsoft Point-to-Point Encryption), το PPP (SSTP tunnels Point-to-Point Protocol) , L2TP (Point-to-Point Protocol over SSL 3.0) η ακόμα το open source OpenVPN (through SSL/TLS).

Στην δική μας περίπτωση θα παρουσιάσουμε μία εφαρμογή του PPTP σε Mikrotik (κατάλληλο για built in clients σε windows OS και στο Iphone). Η διαδικασία έχει ως εξής:

A) Δημιουργούμε ένα PPP profile όπου σε αυτό θα δηλώσουμε ως Local Address την διεύθυνση που θα λάβει ο VPN Server (gateway για clients), Remote Address την διεύθυνση που θα παίρνουν οι clients (εδώ αν θέλουμε δηλώνουμε την IP Pool που φτιάξαμε πριν), έναν DNS server (που θα χρησιμοποιούν οι clients για να κάνουν resolve) και επιλογές για συμπίεση δεδομένων και κρυπτογράφηση αυτών.

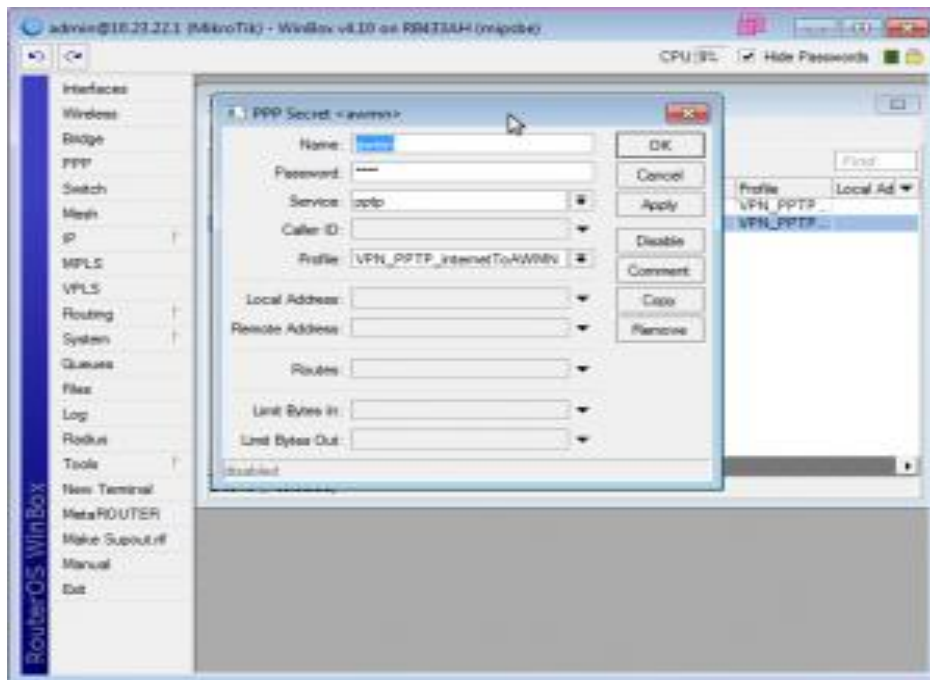


Εικόνα 4.1.13: Winbox – Ορισμός ονομασίας στον DNS server

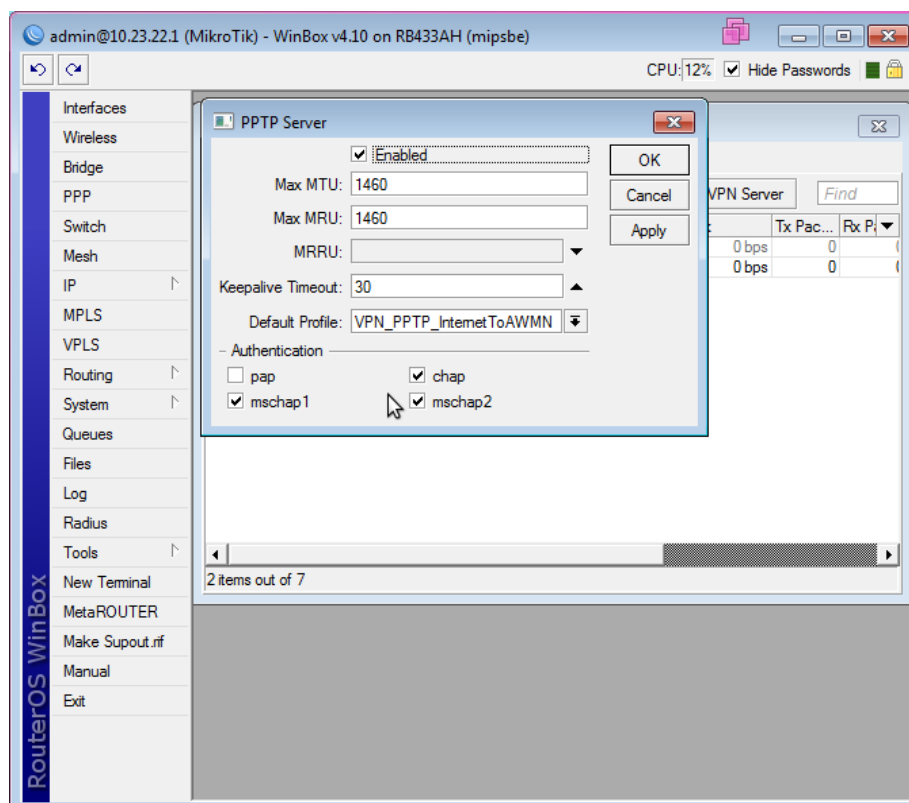


β] Μετά δημιουργούμε ένα PPP secret για τη σύνδεση των clients (δηλώνουμε τύπο υπηρεσίας και profile), έτσι ώστε οι clients με το συγκεκριμένο secret θα συνδέονται με τον τρόπο που λείει το Profile.

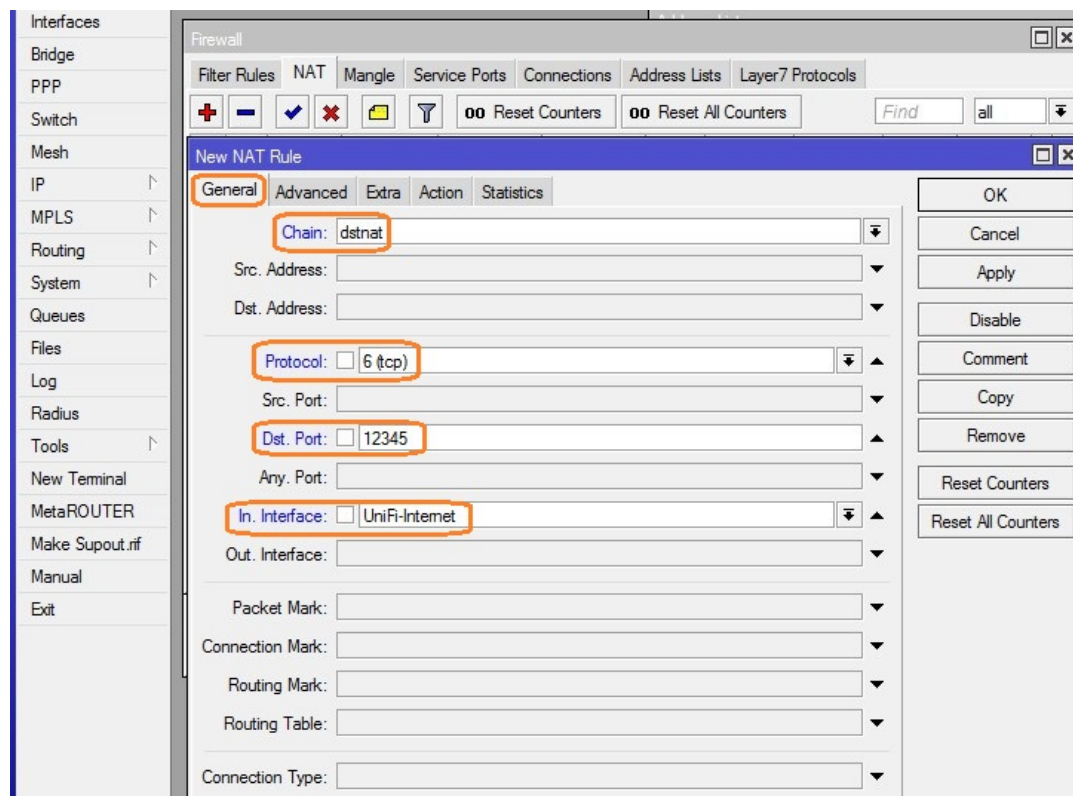
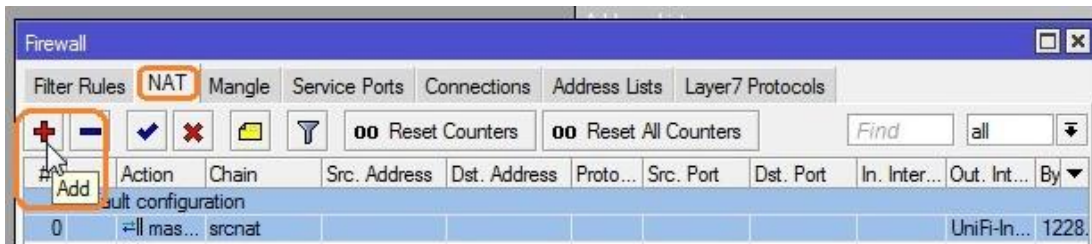
Ανάπτυξη τοπολογιών, σεναρίων χρήσης και μετρήσεων σε ασύρματα δίκτυα με χρήση Mikrotik RouterBoards.

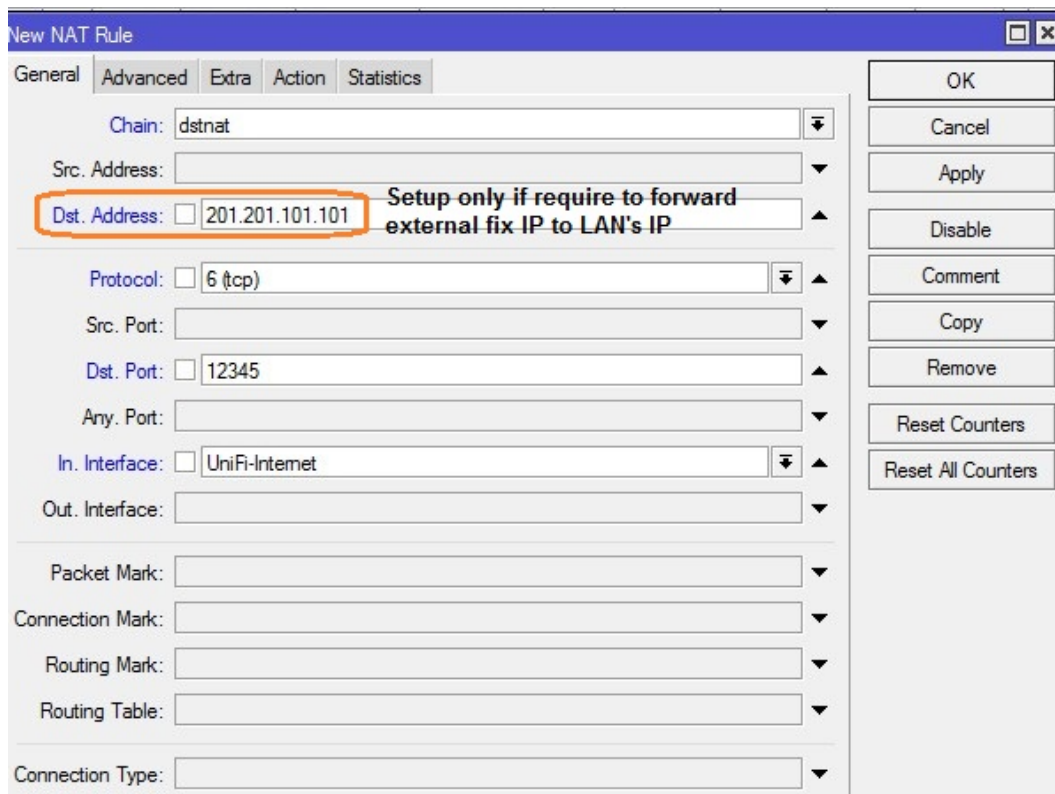


Γ]Τέλος ενεργοποιούμε τον PPTP server (menu PPP>Tab Interfacem sub tab PPTP Server) και επιλέγουμε το default Profile.

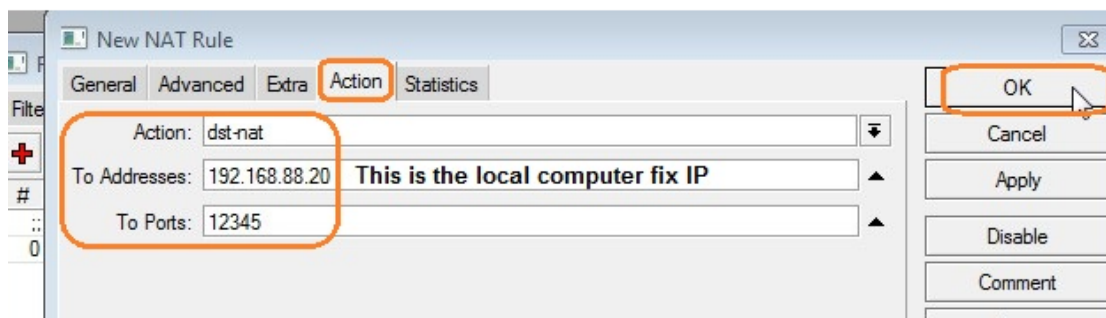


7. Firewall και κανονισμοί στο Mikrotik. Δεν θα γίνει ιδιαίτερη αναφορά διότι, οι συνδιασμοί και τα παραδείγματα είναι πάρα πολλοί. Αναφορικά μπορούμε να ενεργοποιήσουμε κάποια πόρτα μιας υπηρεσίας στην οποία επιτρέπεται η πρόσβαση από τον έξω κόσμο στο εσωτερικό τοπικό δίκτυο. Το firewall γενικά χρησιμοποιείται για να μην υπάρχει επίθεση από κακόβουλους χρήστες απενεργοποιούνται όλες οι θύρες εκτός από αυτές που χρησιμοποιούνται.





n at **Action** tab as follows, click **OK** when done:



## Πορεία εργασίας:

1. Αρχικά, να σχεδιαστεί ένα δίκτυο (σε πρώτο στάδιο θεωρητικός υπολογισμός και εν συνεχεία τοπολογία δικτύου) με στόχο να εξυπηρετεί τις ανάγκες ενός ακαδημαϊκού ιδρύματος και να υλοποιηθεί με τη βοήθεια του winbox.exe. Επίσης, να ληφθεί μέριμνα ότι μια αίθουσα εργαστηρίου απαρτίζεται από «32» τερματικές υπολογιστικές μονάδες και μια αίθουσα θεωρίας διαθέτει, ως τερματικές συσκευές τις ακόλουθες: Ένα δικτυακό εκτυπωτή, ένα φορητό υπολογιστή για την αναπαραγωγή παρουσιάσεων, ένα δικτυακό τηλεφωνικό κέντρο, μια δικτυακή κάμερα ασφαλείας, ως αναμονή εγκατάστασης, υπολογίζεται ότι ενδεχομένως να χρειασθούν άλλες 5 συσκευές. Ως μέλημα σχεδίασης είναι ο μέγιστος αριθμός συσκευών ανά υποδίκτυο, η καταγραφή των διευθύνσεων mac address σε ένα πίνακα αντιστοιχιών(ARP table).
2. Στη περίπτωση που χρησιμοποιείται το εμπορικό μοντέλο router mikrotik-433AH, Το οποίο διαθέτει 3 υποδοχές για ενσύρματη επικοινωνία, και βάσει του παραπάνω ερωτήματος, οι πρώτες 2 υποδοχές έχουν δεσμευτεί, η μια εκ των δυο έχει προορισμό την εργαστηριακή αίθουσα και η δεύτερη την αίθουσα θεωρίας. Οι πρώτες 2 έχουν στατική συμπεριφορά.  
Εάν υποτεθεί ότι η 3ή υποδοχή έχει υπολογιστεί έτσι ώστε, να καλύπτει με ασύρματο τρόπο έναν χώρο τοπικής εμβέλειας της βιβλιοθήκης του ιδρύματος (καθώς οδηγείται σε ένα Access Point το οποίο περιλαμβάνεται στο ίδιο υποδίκτυο) και οι κινητοί χρήστες να έχουν πρόσβαση με ασύρματο τρόπο σε ένα υποδίκτυο, να σχεδιαστεί και να υπολογισθεί ένα υποδίκτυο 64 χρηστών και εύρους απόδοσης διευθύνσεων (pool) με μέγιστο αριθμό 30 ασύρματων συσκευών. Επισημαίνεται ότι ο χρόνος αναμονής εντός του δικτύου κάθε συσκευής δε θα πρέπει να ξεπερνάει τα 10'(DHCP server>lease time).

3. Εάν υποτεθεί ότι μέσα στο πρώτο υποδίκτυο της πρώτης υποδοχής, έχει συνδεθεί ένας δικτυακός εκτυπωτής με αποτέλεσμα την εκτύπωση εργασιών και επειδή μνημονικά είναι δύσκολο ο μέσος χρήστης να θυμάται την αντιστοιχία της συσκευής αυτής με την IP διεύθυνση, να αποδοθεί στατική ονομασία στον DNS server με το όνομα printer1.local. Με αυτό τον τρόπο δε θα χρειάζεται κάθε φορά να αντιστοιχούμε τη συσκευή, αλλά το σύστημα είναι υπεύθυνο γι' αυτό.
  
4. Όλα τα προαναφερόμενα βρίσκουν εφαρμογή και η χρήση τους περιορίζεται τοπικά. Για να υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας με τον “έξω κόσμο - Internet”, θα πρέπει να δημιουργηθεί μια διασύνδεση με κάποια συσκευή που είναι αρμόδια για αυτό(modem/gateway). Οι τρόποι δημιουργίας της είναι αρκετοί αλλά εδώ θα γίνει αναφορά σε έναν, με χρήση εικονικών δικτύων. Ως πρωτόκολλο διασύνδεσης θα χρησιμοποιηθεί ένα υψηλότερου επιπέδου PPPoE με συνθηματικό επιβεβαίωσης χρήστη. (PPPoE: point to point over Ethernet, χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις σύνδεσης 2 δικτύων που θα επικοινωνούν μεταξύ τους όπως τα οικιακά adsl router).
  
5. Για την δρομολόγηση της πληροφορίας και προκειμένου η κάθε συσκευή να γνωρίζει προς ποια κατεύθυνση να δρομολογεί τα δεδομένα, προεπιλεγμένα κάθε στιγμή που δημιουργείται ένα υποδίκτυο, η IP διεύθυνση που έχει αποδοθεί στην υποδοχή(π.χ.interface1), είναι η διεύθυνση αυτή η οποία 1)ενημερώνεται η κάθε τερματική συσκευή του υποδικτύου και 2) η διεύθυνση αντλεί πληροφορίες για την μεταγωγή δεδομένων.  
Ως παράδειγμα του βήματος αυτού, θα γίνει αναφορά σε περιπτώσεις που διαθέτουμε 2 εξόδους επικοινωνίας προς το internet όπως επίσης είναι αναγκαίο το ίδρυμα να έχει εφεδρική διασύνδεση. Δηλαδή σε πιθανότητα διακοπής της πρώτης παροχής, χωρίς να χαθεί η επικοινωνία, αυτομάτως ενεργοποιείται η δεύτερη παροχή και το σύστημα συνεχίζει να λειτουργεί επαρκώς.



Αυτό μπορεί να συμβεί στη περίπτωση που διαθέτουμε 2 συσκευές modem συνδεδεμένες σε ένα switch και μετέπειτα σε μια υποδοχή του router. Τότε, θα πρέπει το mikrotik να γνωρίζει τους 2 δίαυλους επικοινωνίας(Internet gateway). Αυτό επιτυγχάνεται με χρονικό ορισμό προτεραιότητας. Δηλαδή θα πρέπει να τοποθετήσουμε 2 στατικούς κανόνες, ο πρώτος με χρόνο 0 (time distance=0:μέγιστη προτεραιότητα) και ο δεύτερος με χρόνο 5-10ms.Κάθε στιγμή που επιδιώκει μια συσκευή να αποστείλει δεδομένα προς τη κατεύθυνση του Internet, εκτελούνται 2 εντολές επαλήθευσης (ping), επιβεβαιώνοντας έτσι τον έλεγχο της επικοινωνίας.

Οπότε, στο μενού ip>routes , δημιουργούμε 2 νέους κανόνες πατώντας στο κόκκινο πλήκτρο + , και ορίζουμε:

- **Κανόνας 1:**

Destination address: το υποδίκτυο **0.0.0.0/0**(είναι το internet),

Gateway: η διεύθυνση IP της συσκευής internet:**10.0.0.2** (επίσης, θα πρέπει να έχει ορισθεί μέσα από τη συσκευή αυτή η αντίστοιχη διεύθυνση)

Distance:**1** ms (έλεγχος επιβεβαίωσης επικοινωνίας)

- **Κανόνας 2:**

Destination address: το υποδίκτυο **0.0.0.0/0**(είναι το internet),

Gateway: η διεύθυνση IP της συσκευής internet:**10.0.0.3** (επίσης, θα πρέπει να έχει ορισθεί μέσα από τη συσκευή αυτή η αντίστοιχη διεύθυνση)

Distance:**5** ms (έλεγχος επιβεβαίωσης επικοινωνίας)

Σημείωση: Τα gateway αποτελούν συσκευές που ανήκουν μέσα στο ίδιο υποδίκτυο. Μπορεί να χρησιμοποιούνται για την επέκταση δικτύων αλλά δέχονται και δεσμεύουν IP διευθύνσεις ως κανονικές συσκευές.

6. Κατά τη συνένωση δικτύων, για λόγους προστασίας από κακόβουλους χρήστες υπάρχει τοίχος προστασίας firewall. Ουσιαστικά χρησιμοποιείται ώστε να μην επιτρέπεται η είσοδος στους τοπικούς πόρους του δικτύου μας, απενεργοποιώντας όλες τις πόρτες εκτός από αυτές που προορίζονται για χρήση. Σαν προεπιλεγμένες πόρτες οι υπηρεσίες χρησιμοποιούν συγκεκριμένες πόρτες. Οι περισσότερες επιθέσεις γίνονται στις δημοφιλέστερες διαθέσιμες πόρτες. Σε περίπτωση που επιθυμούμε να προωθήσουμε μια πόρτα εσωτερικά στο δίκτυο, αυτό μπορεί να συμβεί τοποθετώντας τον κατάλληλο κανόνα:

(Ip>firewall>καρτέλλα NAT):

Υποκαρτέλλα GENERAL

a. chain:**dstnat**

b. protocol:**tcp**

c. dst.port:**3389**

επεξήγηση:

dst-nat: destination nat, οτιδήποτε επισκέπτεται το δίκτυο από έξω προς τα μέσα εσωτερικά, βασισμένο στο πρωτόκολλο TCP που ακούει ως υπηρεσία στη πόρτα 3389, οδήγησε το στην κατάλληλη πόρτα της τερματικής συσκευής που απαντάει σε αυτή τη πόρτα. Οι τιμές τις συσκευής ορίζονται στην υπο-καρτέλλα Action:

a.action:**dstnat**(συνεχίζει να είναι ενεργό το NAT, με προορισμό τη παρακάτω διευθ.)

to address:**10.0.0.9**

to ports:**3389**

## Ερωτήσεις:

1. Για ποιο λόγο επιλέχθηκε η συγκεκριμένη κλάση (A,B,C) και μέχρι πόσες συσκευές μπορούν να δρομολογηθούν από αυτή; Ποιες διευθύνσεις IP είναι δεσμευμένες από το σύστημα και ποιες δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν;
2. Τι θα συμβεί αν ο χρόνος αναμονής διαφοροποιηθεί στα 100 λεπτά; Ποιο το όφελος των στατικών διευθύνσεων εν αντιθέσει με την αυτόματη απόδοση δυναμικών και ποια τα μειονεκτήματα της τεχνικής αυτής;
3. Σε ποιες άλλες περιπτώσεις βρίσκει εφαρμογή ένας DNS server; Δώσατε συνοπτικά 3 παραδείγματα και μια σύντομη περιγραφή τους. Επίσης, σε μεγαλύτερα δίκτυα όπως το internet, ποια η λειτουργικότητα του DNS server και τι γίνεται στη περίπτωση που μια διεύθυνση δεν είναι καταχωρημένη σε έναν τοπικό server;
4. Κατά τη σύνδεση σε ένα εικονικό δίκτυο, δημιουργείται ένα νοητό - κανάλι επικοινωνίας και χρησιμοποιούμε για συνένωση δικτύων τα πρωτόκολλα PPTP (point to point διάυλος).  
Για ποιο λόγο χρησιμοποιούμε τα VPN δίκτυα και σε τι εξυπηρετούν; Τι επιτυγχάνουμε με αυτά; Διατυπώστε τη σκέψη σας αναλύοντας κάποιο παράδειγμα/εφαρμογή εντός 3-5 σειρών.  
(π.χ. απομακρυσμένη πρόσβαση στη βιβλιοθήκη του τμήματος)

## Εργαστηριακή άσκηση 2η

**Τίτλος:** θεωρητικός υπολογισμός και υλοποίηση ασύρματης δικτυακής ζεύξης με χρήση Mikrotik

**Σκοπός:** Η άσκηση αυτή έχει ως σκοπό την επέκταση ενός ασύρματου τοπικού δικτύου μεμονωμένα σε κάποιο νέο σημείο(αύξηση περιοχής κάλυψης), είτε στη συνένωση διαφόρων δικτύων που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία δημιουργώντας ένα νέο μεγαλύτερο δίκτυο που αποτελείται από επί μέρους μικρότερα ασύρματα δίκτυα.

Επιπλέον, βρίσκει εφαρμογή σε περιπτώσεις που είναι αναγκαίο να εξυπηρετηθεί κάποια περιοχή ή κάποιο σημείο και δεν αρκεί ο ενσύρματος τρόπος. Δηλαδή, εκεί που ο χαλκός δε μπορεί να εξυπηρετήσει, λόγω υποδομής ή λόγω δύσβατων σημείων ή λόγω μεγάλων αποστάσεων, που ανεβαίνει δραματικά το κόστος υλοποίησης, τότε σαν εναλλακτικό τρόπο επικοινωνίας, καταφεύγουμε σε ασύρματα συστήματα. Με την εκτέλεση της εργασίας, ο χρήστης θα είναι σε θέση να αποδίδει :

- Την εξάπλωση ενός δικτύου σε γειτονικά σημεία (κτίρια, αίθουσες)
- Τον θεωρητικό υπολογισμό παραμέτρων και χαρακτηριστικών μια ζεύξης
- Την εγκατάσταση του κατάλληλου κειραιοσυστήματος ανάλογα τις ανάγκες κάλυψης
- Τον έλεγχο και την εποπτεία απομακρυσμένων περιφερειακών συσκευών (πχ πανοραμική κάλυψη ενός χώρου που έχει τοποθετηθεί ένα κλειστό κύκλωμα παρακολούθησης)
- Το διαμοιρασμό κοινόχρηστων πόρων και υπηρεσιών σε μεγαλύτερο πληθυσμιακό κοινό.
- Κατασκευή - μελέτη ενός συστήματος που παρέχει μεγάλους ρυθμούς μετάδοσης, ασφάλεια δεδομένων, πρωτόκολλα δρομολόγησης ανώτερων επιπέδων, εργαλεία ελέγχου και μετρήσεων, καταγραφή κίνησης δεδομένων και γραφική αναπαράστασή τους.

## Εισαγωγικά σημεία εφαρμογών

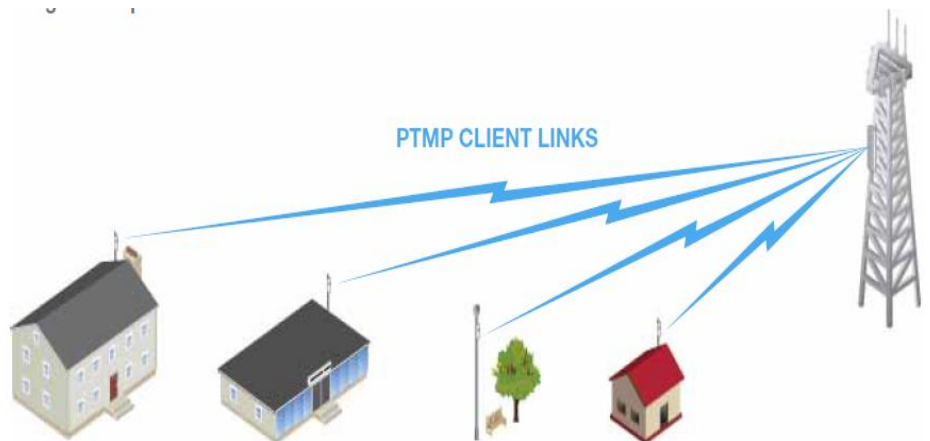
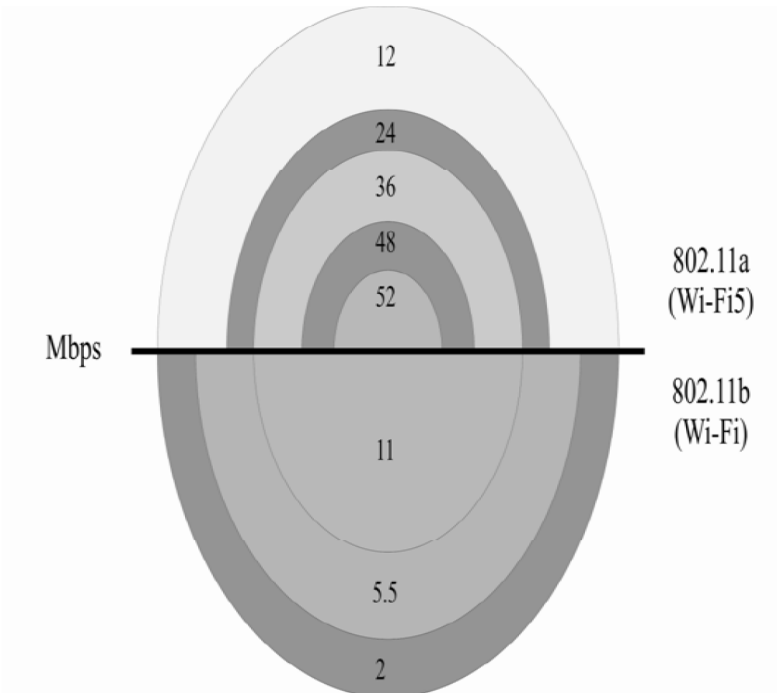


**Εικόνα 2.1:** Εξωτερικό στεγανό κουτί με 2 ασύρματες κάρτες επέκτασης

Η παραπάνω εικόνα, αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση κάλυψης ή επέκτασης ενός δικτύου με ενσύρματες είτε ασύρματες ανάγκες. Συγκεκριμένα υπάρχει η δυνατότητα με ανάλογους συνδυασμούς κεραιών να τοποθετηθεί σε τέτοιο σημείο ώστε μια ιστροπική κεραία να «φωτίζει» μια τοπική περιοχή και να παρέχει υπηρεσίες σε συνδρομητές καθώς συνδέονται με κινητές συσκευές.

Διαθέτει μια κεντρική δικτυακή μονάδα (mikrotik 433) με επεξεργαστική ισχύ και μπορεί να τροφοδοτηθεί μέσω καλωδίου UTP. Επιπλέον, ως ασύρματες διεπαφές έχουν τοποθετηθεί 2 κάρτες wifi στις υποδοχές της μονάδος(3 x mini-PCI). Μέσω ομοαξονικού καλωδίου (pig-tail) μεταφέρεται η τοποθέτηση της κεραίας από το εσωτερικό χώρο της κάρτας σε εξωτερικό σημείο (connectors N type) με στόχο την στεγανοποίηση και τη προστασία της μονάδας αυτής.

## Ρυθμοί μετάδοσης IEEE 802.11a και IEEE 802.11b

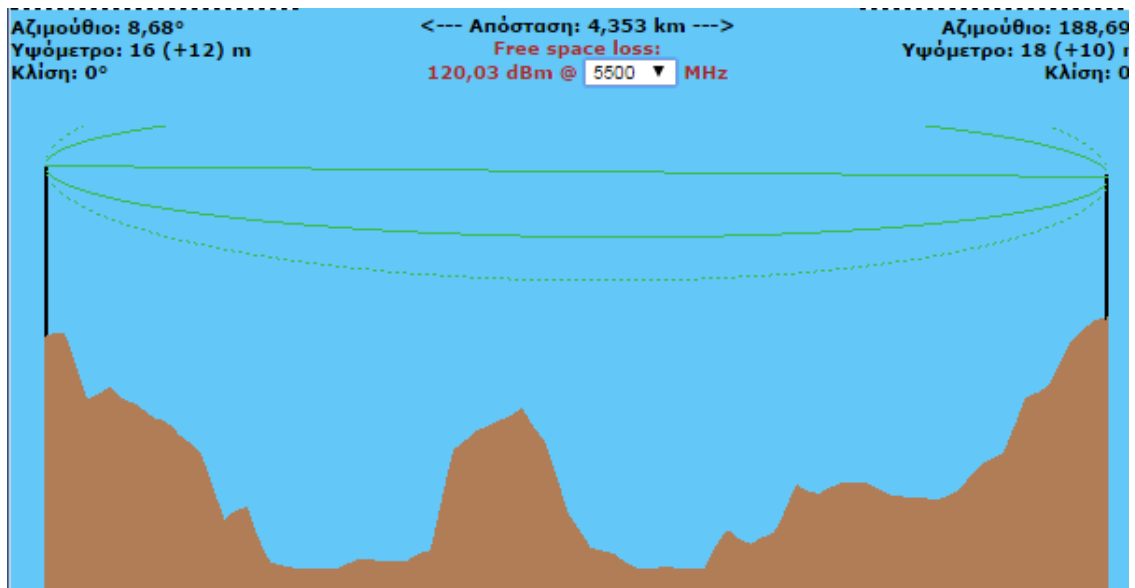


Επιπλέον κατά τα γνωστά αναφερόμενα, ανάλογα το τύπο κεραίας, προκύπτουν τα ανάλογα χαρακτηριστικά και προκύπτει η αντίστοιχη εφαρμογή της. Δηλαδή, σε ένα αεροδρόμιο όπου το κοινό στην αίθουσα αναμονής εξυπηρετείται μέσω κάποιου AP, είναι αναγκαία η τοποθέτηση κεραίας OMNI για περιορισμένη κάλυψη εντός κτιρίου. Σε μεγάλες αποστάσεις από αρκετά μέτρα μέχρι μερικά χιλιόμετρα είναι σημαντική η εξοικονόμηση ισχύος (καλή στόχευση) και η μέγιστη απολαβή του συντελεστή κέρδους ποιότητας του σήματος (αναφερόμενος ως συντελεστής CCQ).

## Θεωρητικός υπολογισμός ασύρματης ζεύξης (POINT TO POINT)

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1<sup>ο</sup>

1. Υλοποίηση: Προκειμένου να εξετάσουμε κατά πόσο είναι εφικτή η ζεύξη, καταφεύγουμε σε κάποια προσομοίωση ελέγχοντας την ύπαρξη της οπτικής επαφής:
  - Simulation:



**Εικόνα 2.2:** Γεωγραφικός – υψομετρικός υπολογισμός διασύνδεσης(wind.awmn.net)

- Γεωγραφικά χαρακτηριστικά: Έστω κόμβοι A, B που βρίσκονται και έχουν τα ακόλουθες ιδιότητες:
  - Κόμβος A

Ύψος κτιρίου:9 m

Ύψος βάσης (ιστού):3 m

Ύψος περιοχής:16 m

Δορυφορικές συντεταγμένες: 38.0054 ° lat, 23.8104 ° lon

Elevation: 0°

Azimuth: 8,68°

▪ Κόμβος Β

Ύψος κτιρίου:8

Ύψος βάσης (ιστού):2

Ύψος περιοχής:18

γεωγραφικές συντεταγμένες: 38.0067° lat, 23.8123° lon

Elevation: 0°

Azimuth: 188,69°

2. Αφού, σύμφωνα με την προσομοίωση είναι εφικτή η ζεύξη αυτή, η απόσταση είναι της τάξεως των 4,353χιλ., ως επόμενο βήμα θα χρειασθεί να καταγράψει ο επιθυμητός εξοπλισμός.

- ο Καταγραφή εξοπλισμού(συνοπτικά):

i. Στο κόμβο Α,

Ως πολλαπλός δρομολογητής: Mikrotik routerboard 433AH

Ασύρματη κεραία εξωτερικού χώρου: Κατευθυντική Grid – Gain:29dBi

Ασύρματη κεραία εξωτερικού χώρου:OMNI – Gain:10dBi

Δομημένη καλωδίωση: καλώδιο δικτύου με θωράκιση ftp – cat5e

Μεταγωγείς: 2 x switch 5port Gigabit Ethernet

UPS:2000VA – σύστημα προστασίας και σταθεροποίησης

ii. Στο κόμβο Β,

Ως πολλαπλός δρομολογητής: Mikrotik routerboard 433AH

Ασύρματη κεραία εξωτερικού χώρου: Κατευθυντική Grid – Gain:29dBi

Δομημένη καλωδίωση: καλώδιο δικτύου με θωράκιση ftp – cat5e

Μεταγωγέας: 1 switch 8port Gigabit Ethernet

3. Θεωρητικός υπολογισμός ζεύξης:



- FSL(dB): Απώλειες κατά τη διαδρομή - ελεύθερου χώρου: Είναι οι απώλειες του σήματος κατά την διαδρομή του στον αέρα. Θεωρείται πως η ζώνη Fresnel είναι ελεύθερη εμποδίων.
- Πρακτικά: Σε κάθε διπλασιασμό/υποδιπλασιασμό της απόστασης, το σήμα μειώνεται/αυξάνεται κατά 6dB.

$$\underline{FSL = 92,4+20\log(A)+20\log(F)}$$

Όπου :

A = η απόσταση των σημείων της ζεύξης σε Km

F = Συχνότητα σε GHz

Παράδειγμα: Απόσταση από σημείο A ως B 4,353 Km, F=5.5GHz

$$\mathbf{FSL = 92,4+20\log(4.353)+20\log(5.5) = 120,02 \text{ dB}}$$

- EIRP (Effective Isotropic Radiated Power, dB): Ενεργός ιστροπική ακτινοβολούμενης ισχύς. Είναι η ισχύς σήματος στον κύριο λοβό της κεραίας σε σχέση με μια ιστροπική κεραία.

Ισούται με την ενίσχυση (gain) της κεραίας σε dBi συν την ισχύ του σήματος που δέχεται η κεραία από τον πομπό (το AccessPoint στην δική μας περίπτωση) σε dBm.

$$\underline{EIRP = (\text{dBi}) \text{Κεραίας} + (\text{dBm}) \text{AccessPoint}}$$

Παράδειγμα: Ο πόμπος μιας wifi κάρτας έχει ισχύ 18 dBm και οι κατευθυντικές Grid κεραίες που χρησιμοποιήθηκαν 29 dBi κέρδος.

$$\mathbf{EIRP = 29 (\text{dBi}) + 18(\text{dBm}) \text{AccessPoint} = 47 \text{ dBm}}$$

δηλαδή πολύ παραπάνω από το επιτρεπτό όριο που ορίζει η νομοθεσία, πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος να μειωθεί η ισχύς της κάρτας.

- Στάθμη λήψης: Ο τύπος υπολογισμού στάθμης λήψης μεταξύ επίγειας ζεύξης είναι :

$$\underline{Prx(dBm) = -FSL+G(tx)+Gτ(rx)+Ptx-Lr}$$

Όπου :

$P_{rx}$  = η στάθμη λήψεως στη πλευρά του δέκτη σε dBm

$FSL$  = απώλειες ελεύθερου χώρου (υπολογίστηκε ) σε dB

$G(tx)$  = απολαβή κεραίας εκπομπής σε dB

$G(rx)$  = απολαβή κεραίας λήψεως σε dB

$P_{tx}$  = ισχύς εκπομπής του transponder σε dBm

$L_r$  = απώλειες των καλωδίων, N TYPE, κλπ σε dB

Παράδειγμα : Λήψη από μικροκυμματική ζεύξη σύμφωνα με τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά, να υπολογισθεί η λήψη.

Έχουμε :

$FSL = 120,02$  dB όπως έχει υπολογιστεί για τα 5.5GHz

$G(tx) = 29$  dB

$G(rx) = 29$  dB

$P_{tx} = 18$  dBm

$L_r = 3$  dB (Αυθαίρετη τιμή εξασθένιση καλωδίων 2 dB + 1 dB connection)

$$\mathbf{Prx = -120.02+29+29+18-3 = -47 dBm}$$

- Ένας δέκτης έχει μέγιστο όριο ισχύος (κορεσμού) και ένα ελάχιστο όριο ισχύος (ευαισθησία δέκτη). Π.χ. αν μία κάρτα δικτύου με πομποδέκτη έχει κορεσμό στα -10dBm και δεν μπορεί να αντληφθεί σήματα μικρότερα από -110dBm. Η ελάχιστη τιμή λειτουργίας ονομάζεται **ευαισθησία** του δέκτη. Μία άλλη σημαντική παράμετρος που εξετάζεται είναι ο **θερμικός θόρυβος**.

Ο λόγος **SNR** εκφράζει την ποιότητα της μετάδοσης. Επίσης, σε μια ψηφιακή μετάδοση όπου το σήμα εκφράζεται από σύμβολα δηλαδή σε bits, οπότε μπορεί να εκφρασθεί και ως η ενέργεια του ενός Bit (  $E_b$  ) μετάδοσης προς την ενέργεια του θορύβου (  $E_b / N$  ). Όπου N: Ισχύς του θορύβου.

$$\underline{SNR = (E_b / N_o) * (R / B_w)}$$

Όπου:

R = Ο ρυθμός των δεδομένων του συστήματος

B<sub>w</sub> = Εύρος ζώνης του συστήματος

Η ευαισθησία του δέκτη που περιλαμβάνει το θερμικό θόρυβο, υπολογίζεται ως εξής:

$$\underline{P_r = R_e \text{ ceiverNoiseFloor} + SNR}$$

ο όρος Receiver Noise Floor αποτελεί ουσιαστικά **τον θερμικό θόρυβο** στο δέκτη:

$$N = k * T * B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ (J/K)} * 290 \text{ (K)} * B \text{ (1/sec)}$$

όπου

k = Σταθερά Boltzmann ίση με  $1.38 \times 10^{-23}$  Joule / Kelvin

T = Θερμοκρασία δωματίου ίση με 290 Kelvin

B = Εύρος ζώνης της μετάδοσης

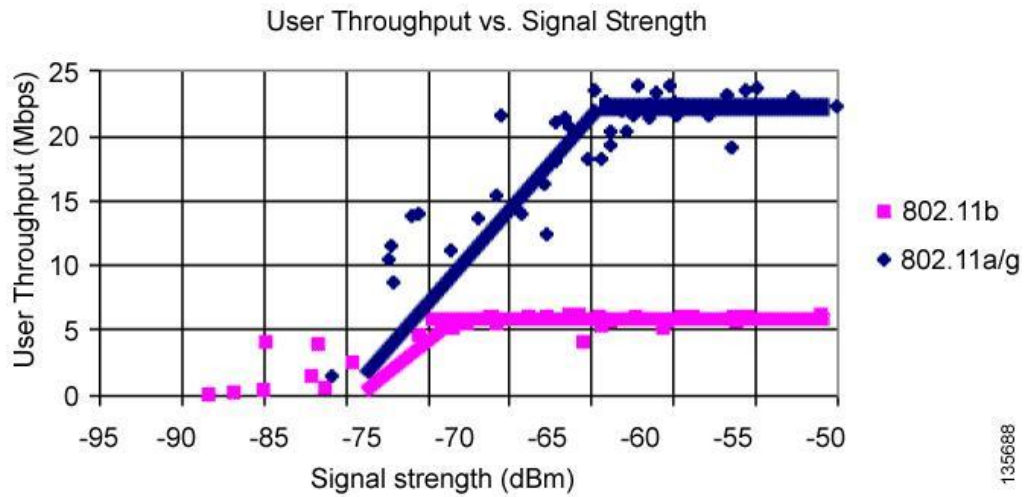
Συνδυάζοντας τις παραπάνω σχέσεις ο υπολογισμός του SNR υπό μορφή  $E_b/N_o$ :

$$\underline{E_b / N_o \text{ (dB)} = P_t \text{ (dB)} + G_{\text{total}} \text{ (dB)} - L_r \text{ (dB)} - k \text{ (dB)} - T \text{ (dB)} - A \text{ (dB)}}$$

$$1. \quad \mathbf{E_b / N_o \text{ (dB)} = 18 + 29 + 29 - 3 - 23 - 2.5 - 1 = 46.5 \text{ dB}}$$

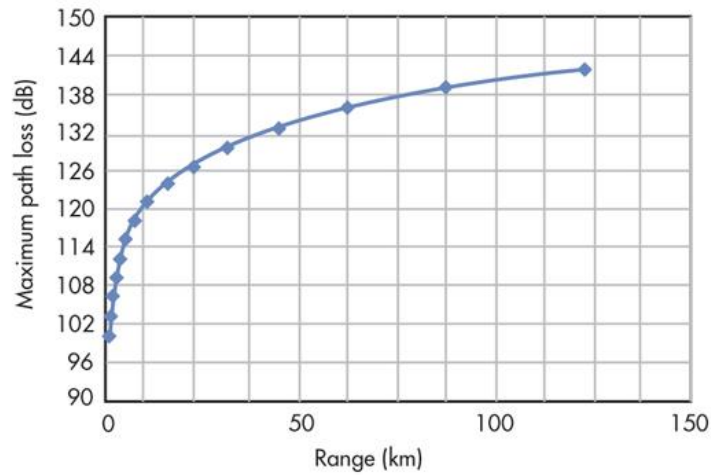
$$\underline{SNR = (E_b / N_o) * (R / B_w)}$$

$$2. \quad \mathbf{SNR = (E_b / N_o) * (R / B_w) = 46.5 \text{ dB} * 54 \text{ Mbps} / 40 \text{ MHz} = 62.7 \text{ dB}}$$



135688

**Εικόνα 2.3:** θεωρητικές τιμές που αφορά συχνότητες 2.4 και 5.5GHz με τις αντίστοιχες ευαισθησίες δεικτών.



**Εικόνα 2.4:** Απώλειες ελεύθερου χώρου συναρτήσει απόστασης

- **Throughput:** ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ – ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΝΑΛΙΟΥ.

Ορίζεται ως μέγιστη πληροφορία που μπορεί να αποθηκευθεί εντός του καναλιού επικοινωνίας. Ουσιαστικά επιδιώκεται να μετρηθεί ο μέγιστος ρυθμός εκπομπής ενός σήματος κατά μήκος μιας διαδρομής.

Εν συνεχεία, για τον υπολογισμό αυτό θα έχουμε:

Μία σημαντική παράμετρος ενός επικοινωνιακού συστήματος, είναι η παράμετρος  $\alpha$ :

$$\alpha = D / T \quad (1)$$

D: Χρόνος διάδοσης D : (Το D είναι το πηλίκο της απόστασης μεταξύ των μακρινότερων σταθμών δια της ταχύτητας διάδοσης του μμέσου, περίπου  $2.3 \times 10^8 \text{m/s}$ )

T: Χρόνος μετάδοσης του πακέτου. (Για να βρούμε το T σε δευτερόλεπτα διαιρούμε το (μέσο) μήκος του πακέτου σε bits δια της ρυθμοδότησης του καναλιού σε bits/s)

Τέλος, η παράμετρος  $\alpha$  βρίσκει εφαρμογή , τόσο στα τοπικά δίκτυα , όσο και στα ασύρματα δίκτυα, με μέγιστη τιμή το εύρος καναλιού.

Για παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί ότι διαθέτουμε ένα ιδανικό σύστημα που επιτρέπει μόνο μία εκπομπή κάθε χρονική στιγμή. Όταν ο σταθμός που εκπέμπει ολοκληρώσει τη διαδικασία της εκπομπής, τότε ο άλλος αρχίζει. Η μέγιστη δυνατή απόδοση του δικτύου, U, ορίζεται ως το πηλίκο της throughput προς τη χωρητικότητα.

**Το Throughput είναι ο αριθμός των bits που περνάνε δια μέσου του τηλεπικοινωνιακού συστήματος στη μονάδα του χρόνου .** Τέλος, αν θεωρήσουμε ότι ένα πλαίσιο έχει μήκος L bits, και η ρυθμοδότηση R, ο χρόνος που αφιερώνεται στο πλαίσιο αυτό είναι ο χρόνος μετάδοσης (L/R) συν τη καθυστέρηση διάδοσης (D).

$$\text{Throughput} = L / (D + L/R) \quad (2)$$

Από σχέσεις (1) και (2), η χρησιμοποίηση του δικτύου  $U$  θα είναι η παρακάτω:

$$U = 1 / (1 + \alpha)$$

Πίνακας I. Αντιπροσωπευτικές τιμές της παραμέτρου  $\alpha$

<i>Ρυθμός Μετάδοσης (Mbps)</i>	<i>Μήκος πλαισίου (bits)</i>	<i>Μήκος Δικτύου (Km)</i>	<i>Παράμετρος <math>\alpha</math></i>	<i>Χρησιμοποίηση <math>1/(1+\alpha)</math></i>
1	100	1	0.05	0.95
1	1000	10	0.05	0.95
1	100	10	0.5	0.67
10	100	1	0.5	0.67
10	1000	1	0.05	0.95
10	1000	10	0.5	0.67
10	10000	10	0.05	0.95
100	35000	200	2.8	0.26
100	1000	50	25	0.04

Πίνακας 4.2.2.1: Παράμετρος  $\alpha$

- Για τον υπολογισμό του Throughput (αφορά πλαίσιο 1024 bit):

i)  $D = R / u = 4300m / 2.3 \cdot 10^{-8}s = 18 \mu s$

$T = 1000bit / 18\mu s = 56 \mu s$

ii) **Throughput** =  $L / (D + L/R) = 1024 / (18 \cdot 10^{-6}s + 1024/54Mbps) = 27.6 Mbps$

iii) **CCQ** - Client Connection Quality: Μέγιστο θεωρητικό επιτρεπτό εύρος ζώνης:

$\alpha = D / T = (18 / 56) \mu s = 0.32$

$U = 1 / (1 + \alpha) = 1 / (1 + 0.32) = 0.75 = 75\% = CCQ$

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2<sup>ο</sup>

Το παραπάνω παράδειγμα(1) αφορά κομβικές ζεύξεις για συνένωση επιμέρους μικρότερων ασύρματων τοπικών δικτύων που απέχουν μεταξύ τους μερικά χιλιόμετρα. Ανάλογα την απόσταση, τη κατευθυντικότητα με δεδομένη οπτική επαφή, προκύπτει ο αντίστοιχος εξοπλισμός που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Εν συνεχεία, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα μετρήσεων που αφορά τοπική κάλυψη και παρατηρήσαμε τη συμπεριφορά μιας ζεύξης καθώς αλλάζουμε διάφορες παραμέτρους. Επίσης, η εξέταση αυτού έγινε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως και στο παράδειγμα 1, στην αίθουσα θεωρίας.

Στην αίθουσα αυτή, τοποθετήθηκαν 2 δικτυακές μονάδες που απέχουν μεταξύ τους 10 μέτρα. Με σκοπό να παρθούν μετρήσεις του πειράματος και να υπολογισθούν οι παράμετροι, τοποθετήθηκαν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ανά ασύρματη κάρτα της κάθε μονάδας:

- Ισχύ εκπομπής: **0dBm**
- Συχνότητα λειτουργίας: **5.5 GHz**
- Απόσταση σημείων: **10m (0,01 km)**
- Κεραίες εκπομπής (OMNI): **1.5 dBi**

Με τα δεδομένα αυτά προκύπτουν οι παρακάτω υπολογισμοί (θεωρητική προσέγγιση):

- a. FSL(dB): Απώλειες κατά τη διαδρομή - ελεύθερου χώρου:

$$\underline{FSL = 92,4 + 20\log(A) + 20\log(F)}$$

$$\mathbf{FSL = 92,4 + 20\log(0,01) + 20\log(5,5) = 67,4 \text{ dB}}$$

- b. EIRP (Effective Isotropic Radiated Power, dB): Ενεργός ιστροπική ακτινοβολούμενης ισχύς.

$$\underline{EIRP = (\text{dBi}) \text{ Κεραίας} + (\text{dBm}) \text{ AccessPoint}}$$

$$\mathbf{EIRP = 1.5 (\text{dBi}) + 0(\text{dBm}) \text{ AccessPoint} = 1.5 \text{ dBm}}$$

- c. Στάθμη λήψης: Ο τύπος υπολογισμού ισχύς λήψης:

$$\underline{Prx(dBm) = -FSL+G(tx)+Gτ(rx)+Ptx-Lr}$$

$$\mathbf{Prx = -67,4+1,5+1,5+0-3 = -67 dBm}$$

- d. Ο λόγος **SNR** :

$$\underline{SNR = (Eb/ No)* (R/ Bw)}$$

- e. Η ευαισθησία του δέκτη που περιλαμβάνει το θερμικό θόρυβο, υπολογίζεται ως εξής:

$$\underline{Pr = Re ceiverNoiseFloor + SNR}$$

ο όρος Receiver Noise Floor αποτελεί ουσιαστικά **τον θερμικό θόρυβο** στο δέκτη:

$$N = k*T*B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ (J/K)} * 290\text{(K)} * B\text{(1/sec)}$$

όπου

k = Σταθερά Boltzmann ίση με  $1.38 \times 10^{-23}$  Joule / Kelvin

T = Θερμοκρασία δωματίου ίση με 290 Kelvin

B = Εύρος ζώνης της μετάδοσης

Συνδυάζοντας τις παραπάνω σχέσεις ο υπολογισμός του SNR υπό μορφή Eb/No:

$$\underline{Eb/ No(dB) = Pt(dB) + Gtotal(dB)-Lr(dB)-k(dB)-T(dB)-A(dB)}$$

$$\mathbf{Eb/ No(dB) = 0+1,5+1,5-3-23-2.5-1 = -26,50 dB}$$

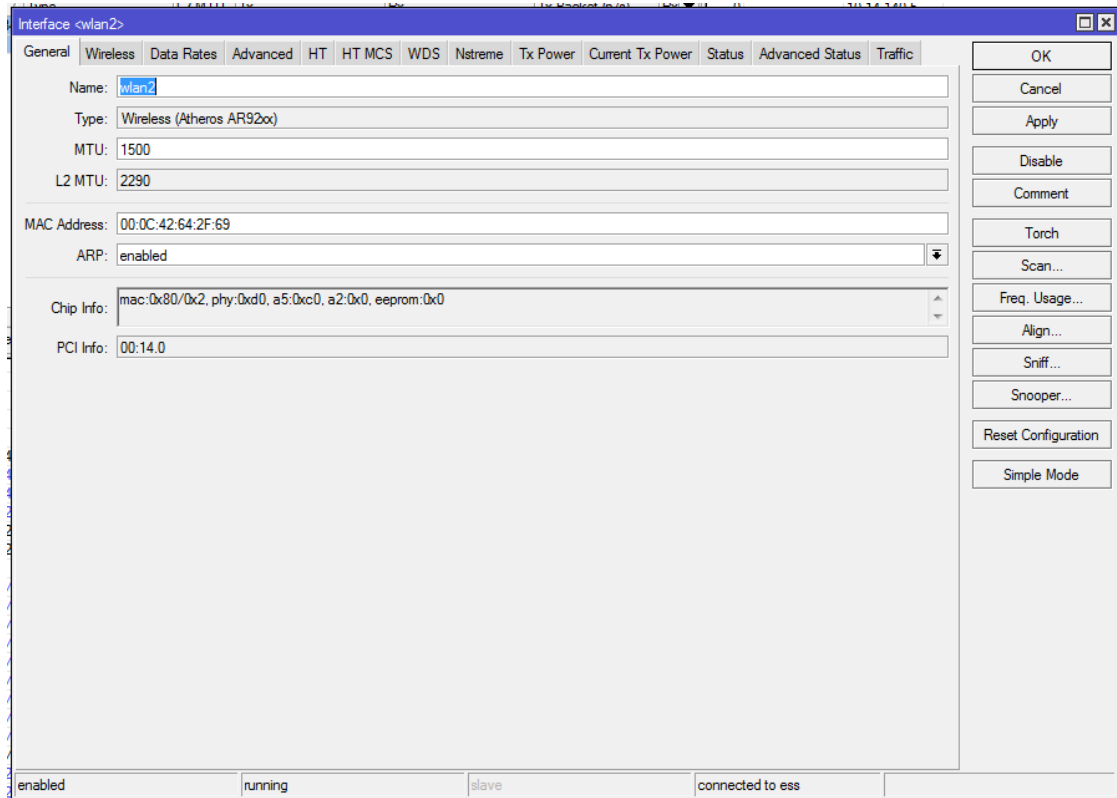
$$\underline{SNR = (Eb/ No)* (R/ Bw)}$$

$$\mathbf{SNR = (Eb/ No)* (R/ Bw) = |-26,50dB | * 54Mbps/40MHz = 35.8 dB}$$

## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ – ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ



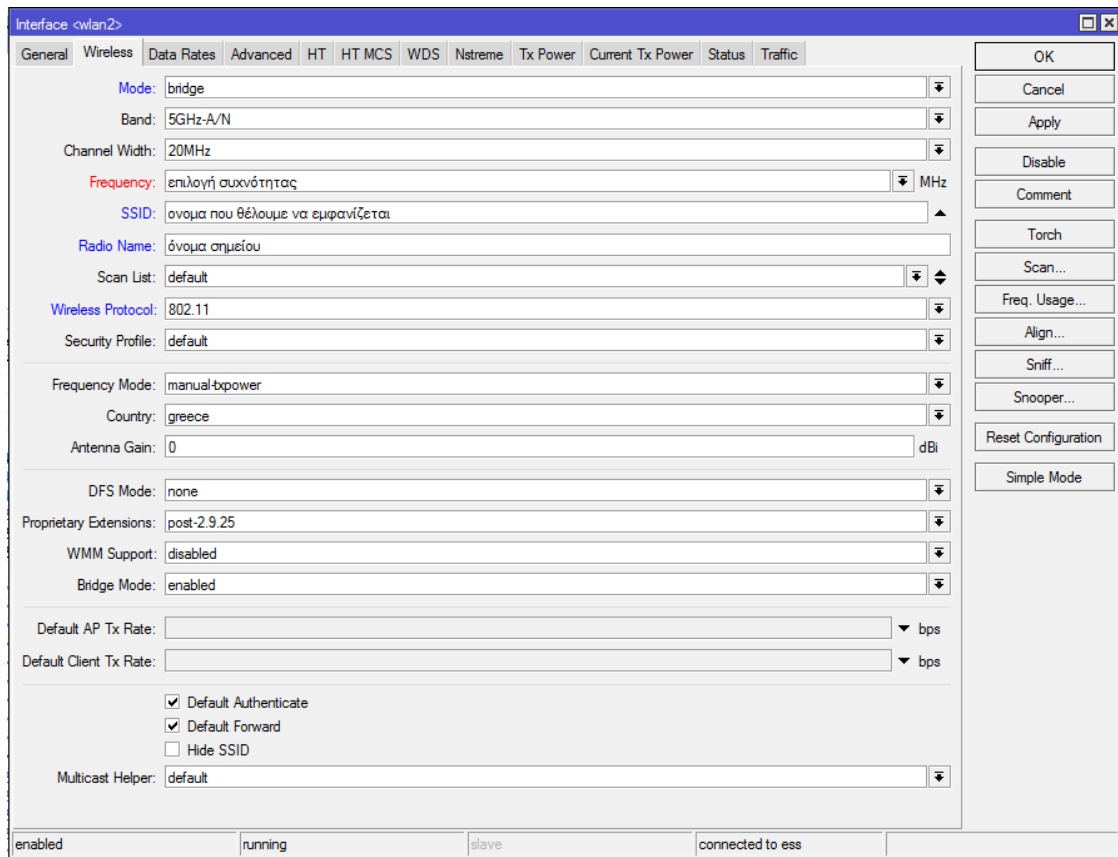
## ΑΦΟΡΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1<sup>Ο</sup>



**Εικόνα 2.5:** Καρτέλα interface wlan - general

Μας ενημερώνει με γενικές πληροφορίες που απαρτίζουν την ασύρματη κάρτα:

- Τύπος κάρτας: με το μοντέλο του ολοκληρωμένου καθώς και τ' όνομα της
- Διεύθυνση MAC της κάρτας
- Κουμπιά διάφορων ενεργειών : scan – πραγματοποιεί αναζήτηση στο εύρος ζώνης που του έχει οριστεί και εμφανίζει τα αντίστοιχα SSID

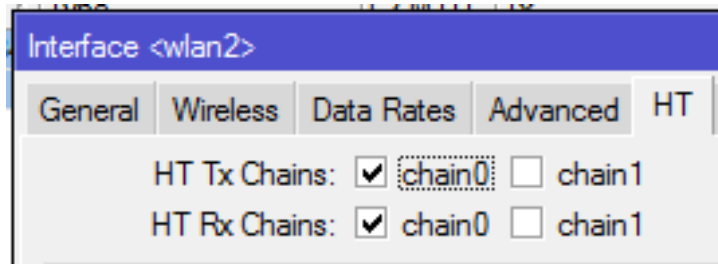


**Εικόνα 2.6:** Καρτέλα interface wlan – Wireless

Σε αυτή την υπό-καρτέλα παρέχονται οι περισσότερες ρυθμίσεις που είναι αναγκαίες να επιλεγθούν από κάποιο μηχανικό για την υλοποίηση της ασύρματης ζεύξης. Μερικές εξ' αυτών είναι:

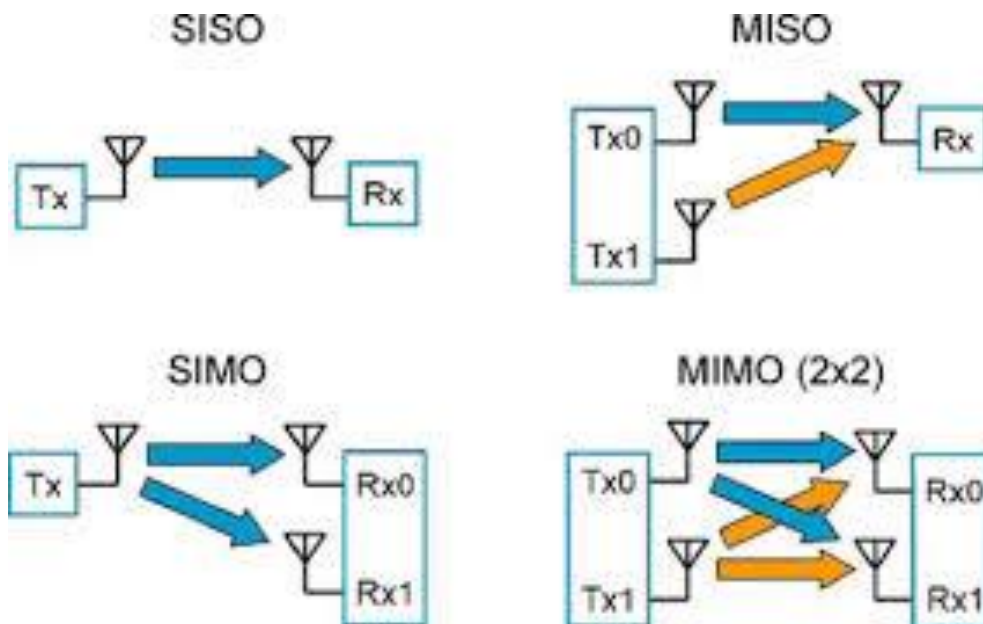
- Mode:
  - AP bridge: Κατάσταση AP, είναι αυτή όπου διαφημίζεται τ' όνομα (SSID) ενός ασύρματου δικτύου και έχει την αρμοδιότητα του σταθμού βάσης. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδέσεις σημείου προς πολλαπλά σημεία (point to multipoint) είτε σε συνδέσεις σημείου προς σημείο (point to point) για την επέκταση ενός δικτύου, ανάλογα τη τοπολογία που έχει επιλεγθεί για τις ανάγκες της επικοινωνίας και το σχηματισμό ενός ασύρματου τοπικού δικτύου.
  - Station: Από την αντίθετη πλευρά, είναι αναγκαίο να επιλεγεί το κατάλληλο SSID, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα wifi δίκτυο.

- **Band:** Ανάλογα το σημείο εξυπηρέτησης και κάλυψης οι περισσότερες ασύρματες κάρτες εκπέμπουν σε 2 μπάντες συχνοτήτων. Είναι εκείνη των 2.4 GHz και των 5.5 GHz αντιστοίχως. Η πρώτη έχει προορισμό τη τοπική κάλυψη αναγκών που θα συνδεθεί το καταναλωτικό κοινό – τερματικές συσκευές και η δεύτερη έχει εφαρμογή σε μακρινές ζεύξεις (σημείο προς σημείο).
- **Channel width:** Είναι το εύρος ζώνης επιλογής σε ένα κανάλι εκπομπής. Κρίσιμη η επιλογή του παράλληλα με τις ανάγκες ως προς την ταχύτητα του ρυθμού μετάδοσης που ακολουθεί το αντίστοιχο 802.11 πρότυπο. Στη περίπτωση που επιλέξουμε 20MHz, δημιουργούνται λιγότερες παρεμβολές σε γειτονικά κανάλια που πιθανόν να εκπέμπει κάποιος άλλος. Για αυτό το λόγο πριν την επιλογή του καναλιού θα πρέπει να γίνει μέριμνα – αναζήτηση κάποιας κενής συχνότητας.
- **Frequency:** Βάσει της ισχύουσας **Ελληνικής Νομοθεσίας** και του **Π.Δ. 44/2002** η νόμιμη χρήση στη ζώνη συχνοτήτων είναι η ακόλουθη ανά μπάντα
  - 2400 – 2483,5 MHz – υποδιαίρεση καναλιών: 1 - 12
  - 5470 – 5725 MHz
- **SSID:** είναι το όνομα που εκπέμπεται σ' ένα ασύρματο δίκτυο. Οι συσκευές που απαρτίζουν το δίκτυο αυτό, πρέπει να γνωρίζουν το SSID, διαφορετικά δεν θα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Ένα SSID μπορεί να περιέχει 32 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες.
- **Radio name:** Για διευκόλυνση κατά την σχεδίαση ενός δικτύου ως προς την περιπλοκότητα του, είναι χρήσιμο να αποδίδονται ονομασίες που αφορούν την αντίστοιχη ζεύξη. Για παράδειγμα, αν επιθυμούμε να επεκτείνουμε το δίκτυο από κάποιο κτίριο A σε κάποιο κτίριο B αποδίδουμε την ονομασία builtA>B.

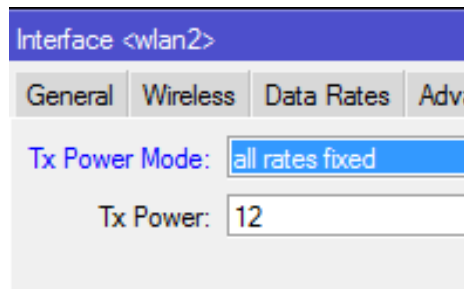


**Εικόνα 2.7:** Καρτέλα interface wlan – HT

Σε αυτή την υπο-καρτέλλα, αν διατίθεται MIMO εξοπλισμός, με την ίδια συχνότητα και το ίδιο εύρος ζώνης, χωρίς να σπατάλη φάσματος, διπλασιάζεται ο ρυθμός μετάδοσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της ταυτόχρονης εκπομπής/λήψης σε/από οριζόντια/κάθετη πόλωση του σήματος (+, 2X2:). Σε αντίθετη περίπτωση ενός απλού κεραιοσυστήματος (1X1), επιλέγεται η μία εκ των δύο υποδοχών ίδια τόσο στη πλευρά της εκπομπής όσο και στις λήψης.



**Εικόνα 2.8:** Συνδυασμοί εκπομπής / λήψης σε WIFI συστήματα



**Εικόνα 2.9:** Καρτέλα interface wlan – Tx Power

Σε αυτή την υπό-καρτέλα υπάρχει η επιλογή ρύθμισης της ισχύς εκπομπής του δέκτη. Υπολογίζεται σύμφωνα με τις ανάγκες που εξυπηρετεί είτε ανά ρυθμό μετάδοσης είτε σε όλους τους ρυθμούς παραμένει ίδια. Οι δυνατότητες εμφανίζονται παρακάτω:

- Default: Ορίζεται ως προεπιλεγμένη τιμή, με μέγιστη ισχύ εκπομπής σύμφωνα με τις επιδόσεις της κάρτας, καθώς αγνοεί τον αλγόριθμο παραμέτρων υπολογισμού eirp.
- Card-rates: Χρησιμοποιείται στη περίπτωση που επιθυμούμε να υπολογίσουμε την ισχύ σε διαφορετικούς ρυθμούς δεδομένων, υπολογίζοντας από κάποιο αλγόριθμο που εκτελεί το σύστημα και υπολογίζεται κάθε χρονική στιγμή. Τότε τοποθετούμε την μέγιστη επιτρεπτή κατανομή ισχύος, που αντιστοιχεί ανα ρυθμό μετάδοσης.
- all-rates-fixed: Σημαίνει ότι όλοι οι ρυθμοί μετάδοσης εφαρμόζουν την ίδια ισχύ εκπομπής σύμφωνα με αυτή που έχουμε ορίσει
- manual: Παρακάμπτοντας τον αλγόριθμο υπολογισμού ισχύος, υπάρχει η επιλογή με χειροκίνητο τρόπο και αφορά όλους τους ρυθμούς μετάδοσης

### 4.3 ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ – ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

#### 4.3.1 Επεξήγηση των εικόνων που ακολουθούν:

- Στη υπό-καρτέλα «status»

Σύμφωνα με τους παραπάνω θεωρητικούς υπολογισμούς, παράλληλα με την βοήθεια του λογισμικού, μπορούν να επαληθευθούν οι τιμές αυτές πειραματικά. Βρισκόμαστε στην υπό-καρτέλα status, μας πληροφορεί το σύστημα παρουσιάζοντας τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

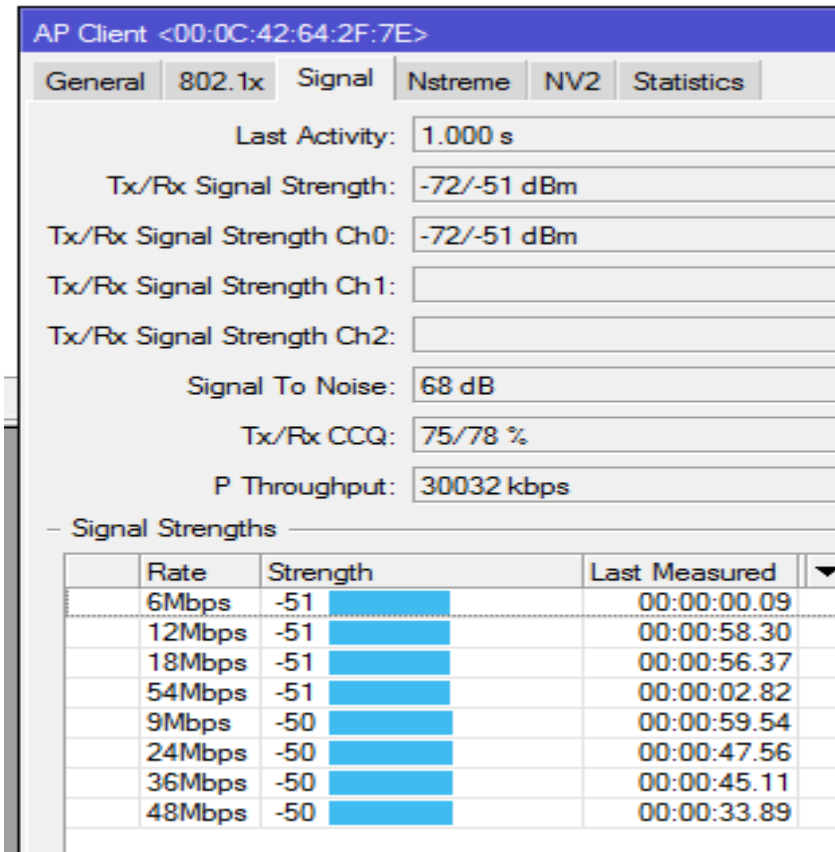
Advanced	HT	WDS	Nstreme	Tx Power	Current Tx Power	Status	Advanced Status	Traffic	...
Band: 5GHz-A									
Frequency: 5500 MHz									
Wireless Protocol: 802.11									
Tx/Rx Rate: 54.0Mbps/54.0Mbps									
SSID: awmn-beretas-kosmas									
BSSID: 00:0C:42:64:2F:7E									
Radio Name: kosmas awmn									
Tx/Rx Signal Strength: -63/-51 dBm									
Tx/Rx Signal Strength Ch0: -63/-51 dBm									
Tx/Rx Signal Strength Ch1:									
Tx/Rx Signal Strength Ch2:									
Noise Floor: -119 dBm									
Signal To Noise: 68 dB									
Tx/Rx CCQ: 80/72 %									
Overall Tx CCQ: 80 %									
Distance: 5 km									
RouterOS Version: 5.25									

OK
Cancel
Apply
Disable
Comment
Torch
Scan...
Freq. Usage...
Align...
Sniff...
Snooper...
Reset Configuration
Simple Mode

Εικόνα 4.3.1.1: Καρτέλα interface wlan – Wireless

- Στη υπό-καρτέλα «signal»

Εμφανίζεται ο μέγιστος θεωρητικός ρυθμός μετάδοσης που εφαρμόζεται στο μέσο μετάδοσης, P throughput καθώς και η ισχύ ανα ρυθμό στο δέκτη.



Εικόνα 4.3.1.2: Καρτέλα interface wlan - Wireless - Registration - signal

## Πορεία εργασίας:

### A] Θεωρητική προσέγγιση

Τα παραπάνω παραδείγματα (1,2) που έγιναν, αφορούν ζεύξεις 4,3km και 10m αντίστοιχα. Σε επίπεδο εργαστηρίου, επειδή υπάρχει περιορισμός στο χώρο, με σκοπό ναδειχθεί ότι τρίτοι παράγοντες μπορούν να αλλοιώσουν και κατά συνέπεια να εξασθενίσουν το σήμα, θα ξαναγίνει η εκτέλεση του παραδείγματος 2, διαφοροποιώντας κάποιες παραμέτρους και θα καταγραφεί η συμπεριφορά του σήματος. Έτσι λοιπόν, βασισμένοι στη πρώτη εργαστηριακή άσκηση, καθώς έχουν εγκατασταθεί οι δρομολογητές σε δικτυακό επίπεδο, με δομημένη καλωδίωση(interface1,2,3), μπορούν πλήρως να εξυπηρετήσουν και τις ανάγκες μας με ασύρματο τρόπο[wlan1,2,3].

Στη πορεία του πειράματος αυτού θα παρθούν μετρήσεις σε απόσταση 7 μέτρων με τον ίδιο εξοπλισμό. Αρχικά, θα πρέπει να υπολογισθούν βάσει των παραπάνω τύπων γραπτώς τα ακόλουθα: FSL, EIRP, Precieve,SNR κλπ.

- Ισχύ εκπομπής: **1dBm**
- Απόσταση σημείων: **7m (0,07 km)**
- Κεραίες εκπομπής (OMNI): **1.5 dBi**
- Εύρος Ζώνης καναλιού: **20MHz**

Οι παραπάνω υπολογισμοί να υπολογισθούν στις συχνότητες λειτουργίας των:

- a. 2.4GHz
- b. 5.5GHz



## Ερωτήσεις:

1. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα στις συχνότητες λειτουργίας 2.4 & 5.5Ghz, γίνεται κατανοητό ότι όσο μεγαλύτερη συχνότητα χρησιμοποιούμε τόσο το μήκος κύματος μικραίνει και η συμπεριφορά του σήματος είναι πιο κατευθυντική. Με κριτήριο επιλογής της μάντας, δώσατε 3 παραδείγματα ζεύξεων που αφορά είτε εσωτερική χρήση είτε εξωτερική και δικαιολογήστε την απάντησή σας.
2. Οι κινητές συσκευές (smart phones, pda, tablet,laptops) που διαθέτουμε ποια ασύρματη κάρτα δικτύου έχουν ενσωματωμένη; Σε τι τιμές κυμαίνονται οι κεραιές εκπομπής που περιέχουν οι συσκευές αυτές;
3. Με κριτήριο την ισχύ εκπομπής όλων των συσκευών από τη μια πλευρά και την ισχύ των AP από την άλλη, όταν μια συσκευή είναι στηριγμένη πάνω σε ανθρώπινο οργανισμό, είναι προτιμότερο, να υπάρχει κάλυψη σε ένα χώρο από πολλά AP ή από λίγα;
4. Με την εξέλιξη των ραδιοεπικοινωνιών, υπάρχει σημαντική βελτίωση στις ευαισθησίες δεκτών των ασύρματων καρτών. Ενώ σε παλαιότερα μοντέλα, η ευαισθησία ήταν στο -65dBm, σε σημερινά συστήματα, η ευαισθησία τους φτάνει στο -70dBm, τι επιτυγχάνουμε με αυτό το τρόπο;
5. Μέχρι ποιες τιμές είναι επιτρεπτή η ισχύ λήψης στο σημείο του δέκτη και ποιες παραμέτρους θα μπορούσαμε να αλλάξουμε στη περίπτωση που εμφανίζονται μεγάλες τιμές;
6. Με γνώμονα τη κατευθυντικότητα και τα διαγράμματα πόλωσης-ακτινοβολίας των κεραιών, όταν παρατηρούμε απότομες αυξομειώσεις, τότε το σήμα δέχεται παρεμβολές(υποβιβασμό – ενίσχυση). Ποιοι παράγοντες μεταβάλλουν το σήμα; (Να θεωρηθεί ότι το σήμα έχει μικροκυματική συμπεριφορά ~GHz)

## **B] Πειραματική προσέγγιση**

1. Αρχικά, για την επιλογή της κατάλληλης συχνότητας θα πρέπει να αναζητηθεί μια κενή που προορίζεται για τη ζεύξη αυτή. Χωρίς να δημιουργούνται παρεμβολές και με ρύθμιση της ισχύος στο χαμηλότερο επιτρεπτό σημείο, επιτυγχάνεται η μελέτη αυτής της ζεύξης. Έτσι λοιπόν, εντός του winbox, αφού έχει μετατραπεί σε κατάσταση «station», αναζητείται η επιλογή διαθέσιμης συχνότητας με τη βοήθεια του κουμπιού «scan».
2. Χαρτογράφηση χώρου, κάτοψη αίθουσας και τοποθέτηση των ονομάτων ssid με τις κατάλληλες συχνότητες/ισχύ λήψης.
3. Στην απέναντι πλευρά θα πρέπει να βρίσκεται σε κατάσταση «bridge» ώστε να διαφημίζει το όνομα του δικτύου
4. Προκειμένου να εκτελεστεί η πειραματική διαδικασία θα πρέπει να τοποθετηθούν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
  - Ssid: test1
  - Band:5GHz/A
  - Wireless protocol:802.11
  - Channel width:20MHz
  - F: 5500MHz
  - Power tx: 1dBm
  - HT:chain0 (siso system)
5. Εκτέλεση των ίδιων πειραματικών μετρήσεων και στη μαντα των 2.4GHz βασισμένη στο πρωτόκολλο 802.11G.

6. Κατά την επιλογή μπάντας των 2.4GHz που έχει τοποθετηθεί στη πρώτη συσκευή «bridge mode» και με τη βοήθεια ενός κινητού υπολογιστικού συστήματος (laptop/tablet), δοκιμάστε να πάρετε 3 πειραματικές τιμές σε απομακρυσμένα σημεία της αίθουσας. Εάν σε περίπτωση χρειασθεί η τοποθέτηση κάποιου αναμεταδότη, βρείτε το σημείο εκείνο που έχει το χαμηλότερο σήμα.
7. Επιβεβαίωση των θεωρητικών αποτελεσμάτων των τιμών που υπολογίσθηκαν στο παραπάνω σημείο θεωρητικής προσέγγισης. Στη περίπτωση που υπάρχουν αισθητές διαφορές, λάβετε υπόψη σας και τις απώλειες των γραμμών μεταφοράς, συνδέσεων ακροδεκτών, ανακλάσεις από κρύσταλλα ή γυάλινες επιφάνειες κλπ. Ουσιαστικά εμφανίζεται το φαινόμενο συμβολή λήψης στο δέκτη και έχουμε άθροισμα σημάτων κατά τη λήψη .

### **Ερωτήσεις:**

1. Εάν η αίθουσα είναι μεγαλύτερης έκτασης, αντί για απόσταση 7-10μέτρων ήταν ένας ανοιχτός χώρος 200 μέτρων, πόσα AP θα μπορούσαν να καλύψουν την έκταση αυτή; Κατά τη μηχανική σχεδίαση εγκατάστασης μικρών κυψελών, σε ποια σημεία είναι προτιμότερη η τοποθέτηση κεραιών;
2. Με ποιο τρόπο γίνεται η επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων των ενδιάμεσων σημείων;
3. Εάν το AP καλυφθεί από ένα μεταλλικό υλικό, ποια η συμπεριφορά της ζεύξης; Τι απώλειες δημιουργούνται και ποια υλικά παρουσιάζουν μεγαλύτερη αγωγιμότητα; Αναφέρατε μερικά και δικαιολογήστε την απάντηση σας βάσει υλικού και διατομής του.
4. Εάν διπλασιάσουμε το εύρος καναλιού από 20MHz σε 40Mhz(Turbo mode), τι επιτυγχάνουμε και σε ποιες περιπτώσεις το χρησιμοποιούμε;

5. Κατά μήκος μιας διαδρομής, καθώς έχουμε συνδεθεί με τη φορητή συσκευή μας σε ένα ασύρματο δίκτυο, η διαδρομή αυτή καλύπτεται με περισσότερα του ενός AP, με ποιο κριτήριο επιλέγεται η καταλληλότερη πρόσβαση;
6. Τι επιτυγχάνουμε όταν χρησιμοποιούμε συστήματα MIMO (2x2:ταυτόχρονη οριζόντια και κατακόρυφη) ως προς το φάσμα συχνοτήτων και τους ρυθμούς μετάδοσης;

Συμπέρασμα: Επιβεβαιώνεται ότι η μπάντα των 5.5GHz χρησιμοποιείται κατά την ένωση επιμέρους τοπικών δικτύων για το λόγο ότι διανύει μεγαλύτερες αποστάσεις (έχει λιγότερη χρήση και διαθέτει περισσότερες κενές συχνότητες) και κατά μήκος μιας διαδρομής για παράδειγμα 1 χιλιόμετρο, διασχίζει ένα πλήθος ακινήτων. Ως γνωστό, μέσα σε κάθε ακίνητο βρίσκεται μια ασύρματη συσκευή που λειτουργεί στα 2,4GHz και θα είχε ως αποτέλεσμα την επιπλέον επιβάρυνση της μπάντας αυτής.

## Εργαστηριακή άσκηση 3η

**Τίτλος:** Υπηρεσίες υψηλότερων επιπέδων με τη βοήθεια του δρομολογητή Mikrotik

**Σκοπός:** Η άσκηση αυτή έχει ως σκοπό χρησιμοποιώντας διάφορες εφαρμογές υψηλότερων επιπέδων στην εποπτείας του συστήματος, με εργαλεία μετρήσεων χρόνων και ρυθμών μετάδοσης. Κατά την εκτέλεση της εργασίας, ο χρήστης θα είναι σε θέση να αποδίδει :

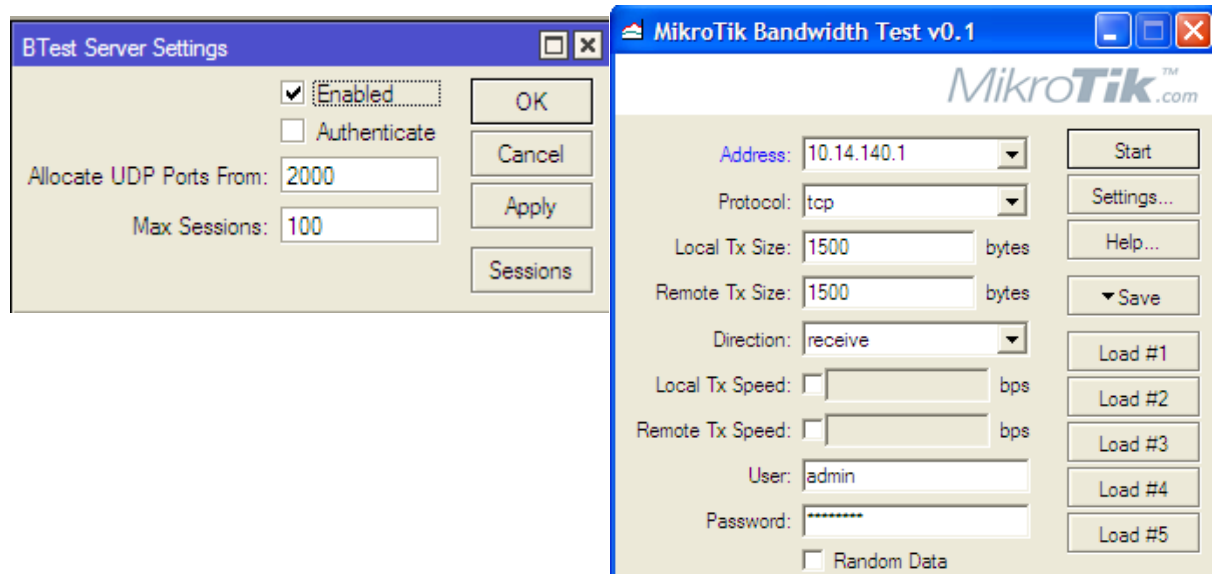
- Μέτρηση ρυθμού μετάδοσης από το δρομολογητή στη τερματική συσκευή
- Επιβεβαίωση τιμών των ρυθμών μετάδοσης του ασύρματου νοητού διαύλου
- Παρακολούθηση ενδιάμεσων σημείων κατά τη μεταφορά δεδομένων
- Παρακολούθηση κίνησης δεδομένων είτε ανά τερματική συσκευή είτε ανά υποδοχή διασύνδεσης (π.χ. interface2,wlan κ.α.)
- Έλεγχο και ορθότητα λειτουργίας δικτυακών συσκευών(whatchdog,netwatch).
- Χρονικά σημεία κυκλοφοριακής συμφόρησης δεδομένων ενδιάμεσων σταθμών κατά τη μεταγωγή δεδομένων (timers – ping).

### Θεωρητικό υπόβαθρο:

#### 3.1 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ:

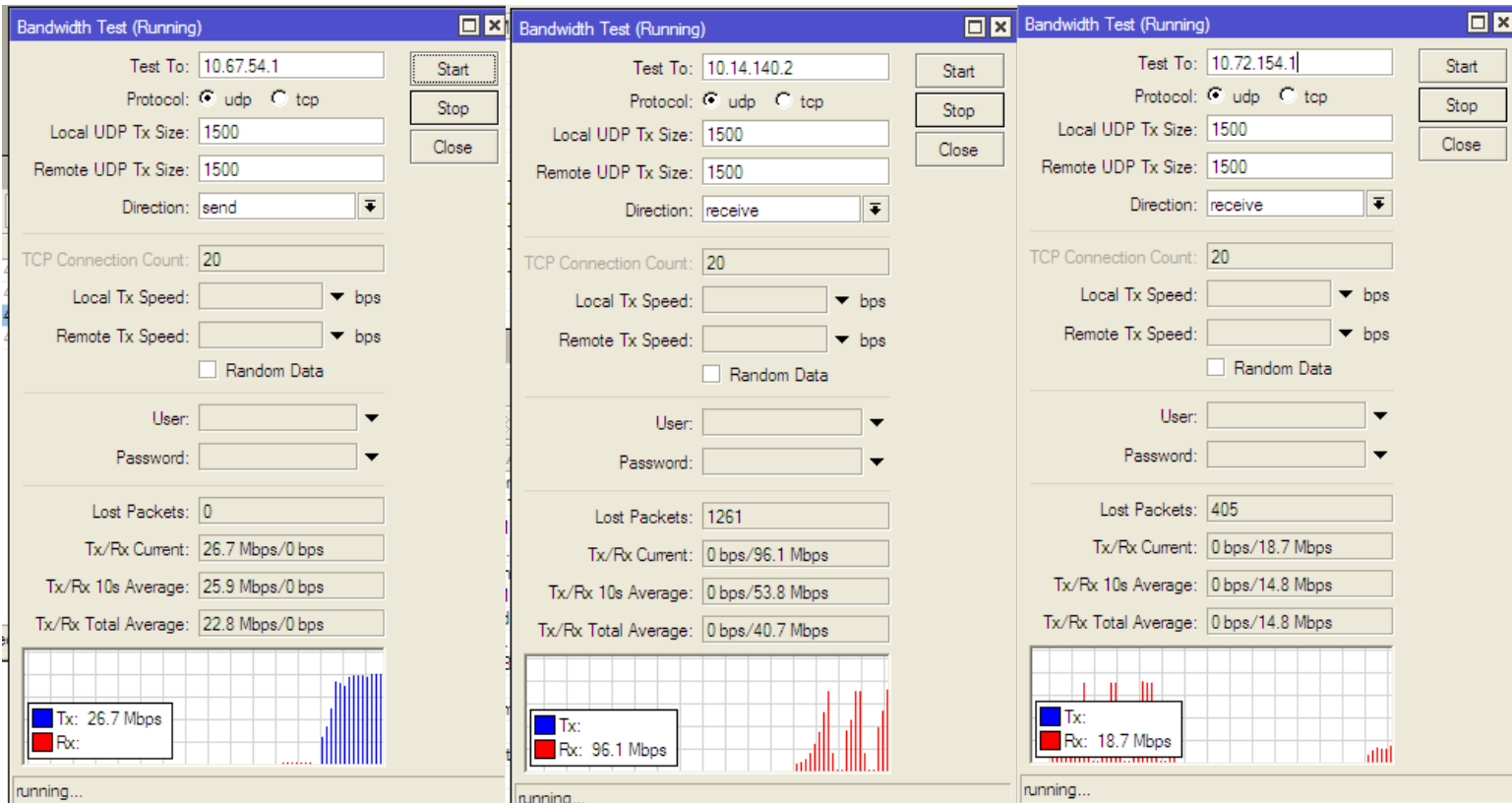
Στο σημείο αυτό θα γίνει αναφορά μερικών παραδειγμάτων που αφορούν υπηρεσίες σε υψηλότερα επίπεδα. Μέσω κάποιων δυνατοτήτων που παρέχονται από το σύστημα, υπάρχει η ευκαιρία στην εποπτεία των πόρων. Δηλαδή, μπορεί να μετρηθεί ο πραγματικός ρυθμός από σημείο σε σημείο, επιπλέον όταν επιθυμεί να επικοινωνήσει ένα τερματικό A με ένα τερματικό B, μπορούν να εμφανιστούν όλα τα ενδιάμεσα σημεία που είτε μετάγουν είτε δρομολογούν τη πληροφορία ανάλογα το προορισμό της. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα στον έλεγχο των ενεργών συνδέσεων ανά υπηρεσία που αντιστοιχεί στην κατάλληλη πόρτα. Είναι εμφανής η παρακολούθηση κάποιων σημαντικών υπηρεσιών που εκτελούνται σε πραγματικό χρόνο με τη βοήθεια των «netwatch» , «watchdogtimer» κλπ .Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή ανα υπηρεσία, μερικές εξ'αυτών είναι οι παρακάτω:

### 3.1.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΥΡΟΥΣ ΖΩΝΗΣ SERVER - ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ



**Εικόνα 3.1:** Καρτέλα tools - bandwith test - bandwidth server και application σε παραθυρικό windows

### 3.1.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΥΡΟΥΣ ΖΩΝΗΣ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΖΕΥΞΗΣ



**Εικόνα 3.2:** Καρτέλα tools - bandwith test – ενσύρματη και ασύρματη μέτρηση εύρους ζώνης.

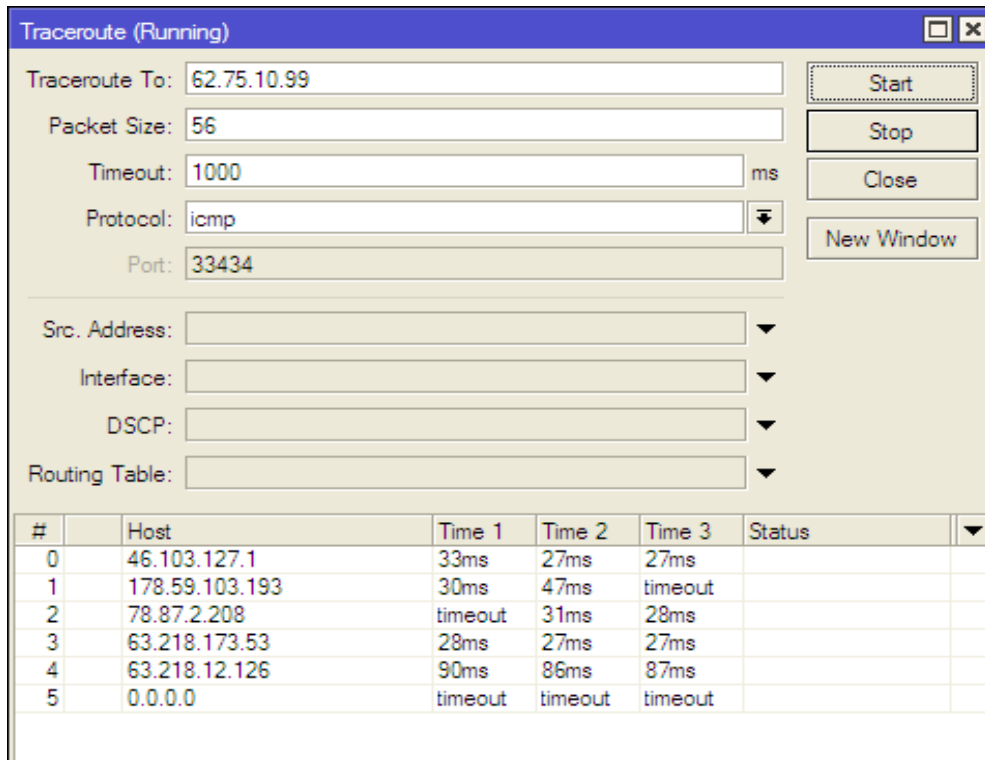
Αφορά τα ακόλουθα πρότυπα δικτυακής επικοινωνίας μεταξύ υπολογιστών:

- 1<sup>η</sup> εικόνα: 802.11a στα 5500 MHz
- 2<sup>η</sup> εικόνα: 802.3 Fast ethernet 100Base-T
- 3<sup>η</sup> εικόνα: 802.11g στα 2453 MHz

Έστω ότι υπάρχει μια ζεύξη είτε με ασύρματη είτε με ενσύρματη υποδομή. Με στόχο να μετρηθεί ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης μεταξύ των σημείων αυτών θα πρέπει από τη πρώτη πλευρά να εγκατασταθεί η εφαρμογή σε επίπεδο πελάτη και από το άλλο σημείο ο ανάλογος server με την αρμοδιότητα αυτή. Ενδεικτικά, θα πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις σε επίπεδο ζεύξης:802.11a,802.11g,802.3 (ethernet) σύμφωνα με τη παραπάνω εικόνα 3.2.

### 3.2 ΕΠΟΠΤΕΙΑ – ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ

Η παρακάτω εικόνα μας πληροφορεί στο γεγονός του ελέγχου ενδιάμεσων σημείων κατά τη μεταφορά ενός πακέτου. Για παράδειγμα, στο πεδίο “**Traceroute to**” μπορεί να τοποθετηθεί μια διεύθυνση ιστοσελίδας. Μετέπειτα, με τη βοήθεια του DNS server, γίνεται resolve η IP στην οποία αντιστοιχεί ένας server ή μια υπηρεσία. Η πληροφορία ακολουθεί μια διαδρομή την οποία έχει υποδείξει το **BGP** πρωτόκολλο δρομολόγησης με σκοπό την συντομότερη χρονικά διαδρομή. Κάποιο πακέτο μεταφέρεται από τον έναν δρομολογητή στον άλλον, πριν σταλθεί αυτό, η διαδρομή ελέγχεται με σήματα επιβεβαίωσης **PING** και επαληθεύεται η ύπαρξη της νοητής διαδρομής που θα ακολουθηθεί. Τέλος, η επιβεβαίωση αυτή γίνεται και μάλιστα επιδέχεται χρονική μέτρηση που πληροφορεί το χρήστη ή το σύστημα στον άξονα του χρόνου, σε τι απόσταση βρίσκεται ο επόμενος που θα εξυπηρετήσει τη μεταγωγή της πληροφορίας. Το άθροισμα όλων των ενδιάμεσων timers, αποτελούν το σύνολο του χρόνου που χρειάζεται προκειμένου ένα πακέτο να φτάσει στο προορισμό του, τη στιγμή που μεταφέρεται στο κανάλι επικοινωνίας.

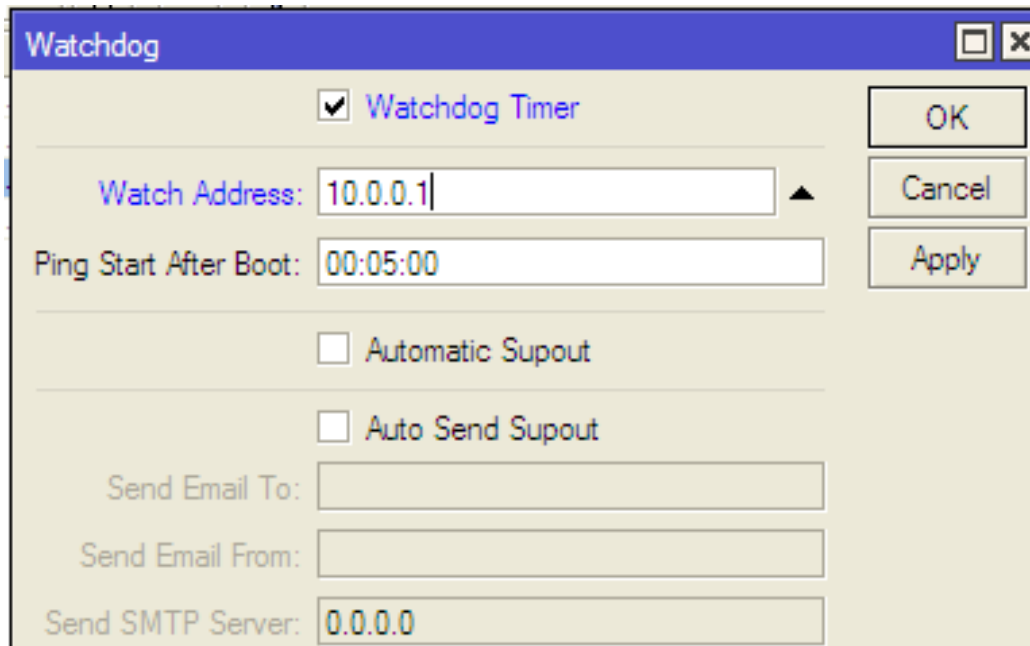


**Εικόνα 3.3:** Καρτέλα tools – traceroute - to: [www.google.com](http://www.google.com)

### 3.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΕΥΞΗΣ - ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Υπάρχουν ορισμένες περιπτώσεις, που ανάλογα συστήματα έχουν τοποθετηθεί σε υψομετρικά δύσβατα και μη προσβάσιμα σημεία. Ο ανθρώπινος παράγοντας δεν είναι εφικτός στη συχνή επιδιόρθωση πέραν από τη τοποθέτησή τους. Επίσης, ένας δρομολογητής αποτελείται από μνήμες, καταχωρητές και επεξεργαστή, όπως ένα υπολογιστικό σύστημα. Η πιθανότητα στην εμπλοκή αυτού είναι αντιστρόφως ανάλογη από την συντήρησή του. Τα board αυτά, παρέχουν τη δυνατότητα στη συνεχόμενη εποπτεία. Δηλαδή, μπορεί να τοποθετηθεί η διεύθυνση της άλλης πλευράς, εάν διακοπεί η επικοινωνία τότε πραγματοποιούν επανεκκίνηση του συστήματος και έτσι επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση. Σύμφωνα με τη παρακάτω εικόνα, δίνεται η δυνατότητα τοποθέτησης της διεύθυνσης αυτής που ανά τακτά χρονικά διαστήματα εκτελείται ο αλγόριθμος επαλήθευσης με αποτέλεσμα να ελέγχεται αν η απέναντι δικτυακή συσκευή είναι ενεργή.





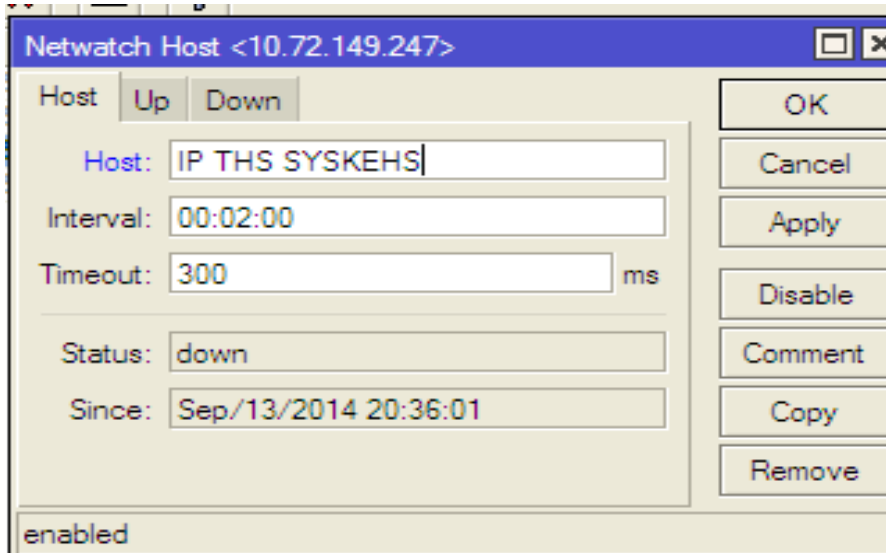
Εικόνα 3.4: Καρτέλα tools – watchdog

### 3.4 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

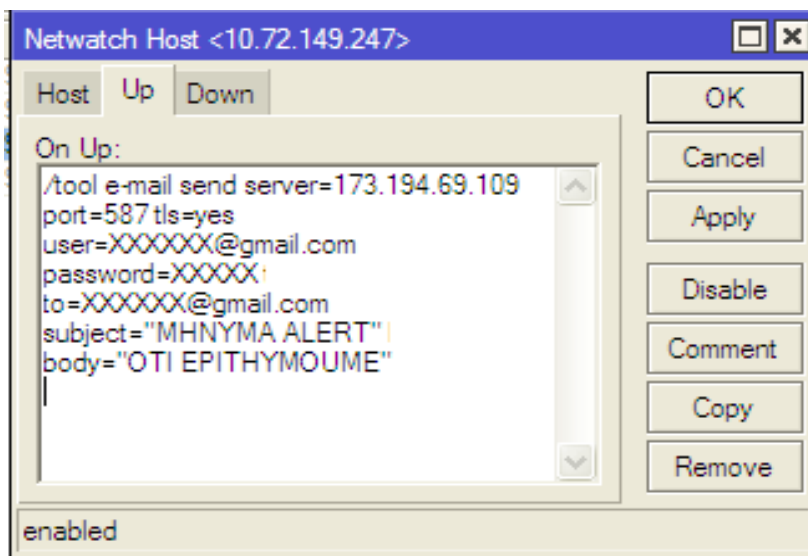
Μια εξειδικευμένη κατηγορία που υπάγεται στην εποπτεία συστημάτων φέρει την ονομασία **NETWATCH**. Συγκεκριμένα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα στον έλεγχο κατάστασης μια δικτυακής συσκευής. Κατ'αυτόν τον τρόπο, εάν μια συσκευή είναι απενεργοποιημένη είτε έχει διακοπεί η επικοινωνία, τότε βρίσκεται σε λογική κατάσταση 0, σε αντίθετη περίπτωση βρίσκεται σε κατάσταση 1. Όπως στο watchdog timer, αντίστοιχα και εδώ, εκτελείται κάποιος αλγόριθμος που ελέγχει τη ποιότητα σύνδεσης και ενημερώνει τη κατάσταση που βρίσκεται η μονάδα αυτή.

Τέλος υπάρχει η δυνατότητα ενεργοποίησης μέσω συγκεκριμένου ακροδέκτη επί του board , η τοποθέτηση κάποιου RELE που λαμβάνει εντολή όποτε χρειαστεί. Σε κρίσιμα σημεία προκειμένου να ενημερωθεί το κοινό, είτε μέσω ένδειξης – επιγραφής είτε απομακρυσμένα, αποστέλεται ένα μήνυμα σε κάποιο επιθυμητό e-mail.

Ως παράδειγμα, θα γίνει αναφορά η τοποθέτηση μια δικτυακής κάμερας που βρίσκεται σε μια είσοδο καταστήματος, η διεύθυνση της αποτελεί μέρος της λογικής κατάστασης. Οπότε στη περίπτωση που είναι ανενεργή, προκύπτει το πόρισμα ότι πιθανόν έχει σταματήσει η τροφοδοσία της, άρα στο σημείο που βρίσκεται, ίσως να μην ηλεκτροδοτείται ο χώρος αυτός.



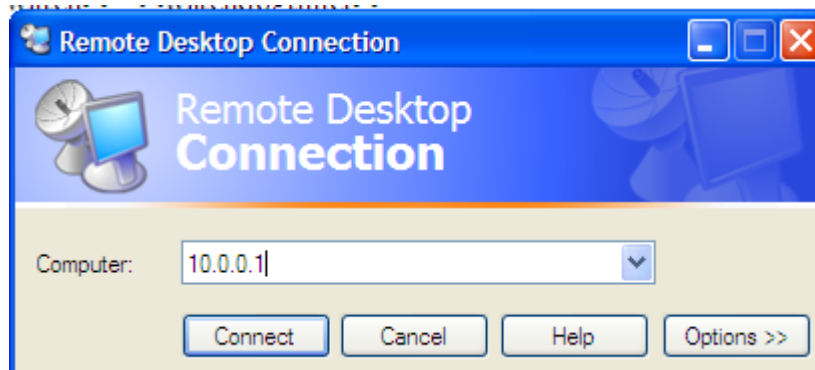
**Εικόνα 3.5:** Καρτέλα tools – NETWATCH: παρακολούθηση IP συσκευής/τερματικού, ανά 2 second, αποστέλλεται **PING** διάρκειας 300ms.



**Εικόνα 3.6:** Καρτέλα tools – NETWATCH: Λογική κατάσταση **UP** = '1', στη περίπτωση που ισχύει η κατάσταση αυτή, ενημερώνεται ο χρήστης μέσω email.

### 3.5 ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υπηρεσία αυτή χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που επιθυμεί κάποιος χρήστης να έχει απομακρυσμένη πρόσβαση στον υπολογιστή του, τη δεδομένη στιγμή που και οι δύο πλευρές έχουν δικτυακή επικοινωνία. Είναι βασισμένη στο πρωτόκολλο RDP, ακούει στη πόρτα :3389 ως προεπιλογή και είναι σε παραθυρικό περιβάλλον των Windows.



Εικόνα 3.6: Windows remote desktop

The screenshot shows the 'Torch (Running)' tool interface. It has several sections: 'Basic' with 'Interface: ether3-LAN' and 'Entry Timeout: 00:00:03'; 'Collect' with checkboxes for 'Src. Address', 'Dst. Address', 'MAC Protocol', 'Protocol', 'Src. Address6', 'Dst. Address6', 'Port', and 'VLAN Id'; and 'Filters' with fields for 'Src. Address', 'Dst. Address', 'Src. Address6', 'Dst. Address6', 'MAC Protocol', 'Protocol', 'Port', and 'VLAN Id'. At the bottom is a table of captured traffic.

Et...	Prot...	Src.	Dst.	VLAN Id	Tx Rate	Rx Rate	Tx Pack.
800 (ip)		10.14.139.52:3389 (ms-wbt-ser...	10.14.139.219:1083		573 bps	426 bps	1
800 (ip)		10.14.139.11:57518	5.79.66.195:80 (http)		288 bps	320 bps	0

Εικόνα 3.7: Καρτέλα tools - torch

Μέσω του **Torch** πληροφορούμαστε για τις ενεργές συνδέσεις κάθε χρονική στιγμή. Ανεξάρτητα με το είδος της υπηρεσίας, παρέχεται και ο ρυθμός μετάδοσης που απαιτείται να την εξυπηρετήσει. Έτσι, παρακολουθείται η ροή των δεδομένων τι προορισμό έχουν και πόσο χρονικό διάστημα χρειάζεται. Αντίστοιχα και με το προηγούμενο παράδειγμα, είναι εμφανές ότι υπάρχει ένα ενεργό «κανάλι» επικοινωνίας που στηρίζεται στη πόρτα :3389 με ρυθμούς μετάδοσης αποστολής/λήψης σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα.

#### **Πορεία εργασίας:**

1. Στις προηγούμενες εργαστηριακές ασκήσεις, ολοκληρώθηκε επιτυχώς η εγκατάσταση μιας ασύρματης ζεύξης και μιας ενσύρματης. Σε αυτό το στάδιο υπάρχει ο τρόπος να δειχθεί κατά πόσο επιτύχαμε το στόχο μας και κατά πόσο οι τιμές αυτές ανταποκρίνονται με τις προδιαγραφές τους. Αρχικά, υπάρχει η δυνατότητα μεταβάλλοντας κάποια χαρακτηριστικά της ζεύξης να μετράμε το διαθέσιμο ρυθμό δεδομένων. Κατά τη πορεία αυτή, ενώ βρισκόμαστε στο πρωτόκολλο 802,11G των 2.4GHz, με κριτήριο επιλογής του κατάλληλου καναλιού εκπομπής. Εν συνεχεία κρίνεται σκόπιμο να γίνουν μετρήσεις σε 3 μετρήσεις από 3 διαφορετικά κανάλια με την επιλογή του καταλληλότερου. (channel:1-12)
2. Ξεκινώντας από την ελάχιστη ισχύ εκπομπής και με βήμα αύξησης κατά 0,1dBm, να βρεθεί η ελάχιστη ισχύ που επιτυγχάνεται ο μέγιστος ρυθμός δεδομένων. Παρατήρηση: Στη περίπτωση που χρησιμοποιείται ο ίδιος εξοπλισμός και από τις 2 πλευρές, με ίδια κέρδη κεραιών, ευαισθησίες πομποδεκτών των καρτών, η τροποποίηση της αύξησης γίνεται ταυτόχρονα και στα 2 σημεία κατά μήκος της ζεύξης. Καταγράψτε τη τιμή της λήψης από τη πλευρά 2 και επιβεβαιώστε αν η τιμή αυτή είναι η προσιτή - πραγματική σύμφωνα με το εγχειρίδιο του κατασκευαστή.

3. Για να φτάσετε σε κάποιο εξυπηρετητή, με τη βοήθεια του traceroute, εμφανίζονται οι ενδιάμεσοι κόμβοι που προωθούν τη πληροφορία. Επιπλέον τα χρονικά αυτά αφορούν την ανταπόκριση του αμέσως επόμενου κόμβου, μέχρι το δεδομένο να φτάσει στο προορισμό του. Οι χρόνοι αυτοί πληροφορούν το σύστημα για την επιλογή της συντομότερης διαδρομής. Με αυτό τον τρόπο λειτουργούν πρωτόκολλα δρομολόγησης, έχοντας ως στόχο την αποφυγή συμφόρησης δικτύου. Όταν ένας εξυπηρετητής έχει χαμηλή επεξεργαστική ισχύ και ο όγκος που πρόκειται να εξυπηρετήσει είναι μεγάλος, τότε ανταποκρίνεται με καθυστέρηση. Με σκοπό να φτάσετε σε έναν απομακρυσμένο σταθμό (πχ Αμερική), που απέχει κάποιες χιλιάδες χιλιόμετρα (υπερατλαντική ζεύξη, δορυφορική κλπ), καταγράψτε τα σημεία αυτά που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη καθυστέρηση.
4. Με τη βοήθεια του watchdog, ελέγχεται η επιθυμητή συσκευή αν είναι σε ενεργή κατάσταση. Βρισκόμενοι στο εργαστηριακό σημείο, τοποθετήστε την IP διεύθυνση της ασύρματης διασύνδεσης της απέναντι πλευράς. Προσπαθήστε να υποβαθμίσετε το σήμα μέχρι το σημείο διακοπής της σύνδεσης (τοποθετώντας κάποιο μεταλλικό δοχείο, αφαιρώντας την αποσπώμενη κεραία κλπ). Βρείτε το κρίσιμο οριακό σημείο που η συσκευή ανταποκρίνεται πριν τη διαδικασία επανεκκίνησης της.
5. Όταν τοποθετούμε έναν απομακρυσμένο δικτυακό αισθητήρα σε κάποια κορυφή ενός σημείου (πχ περιβαλλοντικό, με χαρακτηριστικά υγρασίας-θερμοκρασίας στη κορυφή ενός βουνού), θα πρέπει με κάποιο τρόπο απομακρυσμένα να πληροφορούμαστε για τη κατάσταση σύνδεσης του. Αντίστοιχα και εδώ, με τη βοήθεια του «netwatch», υπάρχει η δυνατότητα να ενημερώνεται ο αρμόδιος, αν υπάρχει επικοινωνία μέσω αυτού ή όχι. Ουσιαστικά ανά τακτά χρονικά διαστήματα στέλνεται σήμα και η συσκευή επιβεβαιώνει τη κατάσταση της. Η συμπεριφορά αυτή μοιάζει με εκείνη του watchdog. Δοκιμάστε να τοποθετήσετε την IP διεύθυνση κάποιας συσκευής και επιβεβαιώστε ότι ενημερωθήκατε μέσω email. Αρκεί να εμφανίζεται το μήνυμα αδυναμία σύνδεσης.

6. Η μεταφορά δεδομένων εντός ενός καναλιού, γίνεται με τη χρήση πακέτων. Όπου η πληροφορία τεμαχίζεται σε πακέτα ίδιου ή μεταβλητού μήκους και μεταφέρεται μέχρι να φτάσει στο προορισμό της. Η κάθε ενδιάμεση συσκευή, πληροφορείται αν προορίζεται για αυτήν ή όχι. Σε κάθε πακέτο αναγράφεται ο παραλήπτης και το είδος της πληροφορίας σε επίπεδο tcp(αρχή πλαισίου κεφαλής). Εάν σε μια συσκευή φτάσει ένα πακέτο που της αντιστοιχεί, τότε η πληροφορία αυτή μεταγλωττίζεται στην αντίστοιχη πόρτα για να φτάσει στο προορισμό της. Οι πόρτες ουσιαστικά που χρησιμοποιούνται, μας πληροφορούν για τις υπηρεσίες που εκτελεί κάθε συσκευή. Μέσω της πόρτας :3389, υπάρχει η δυνατότητα στον απομακρυσμένο έλεγχο της επιφάνειας εργασίας. Τα windows, ανάλογα τη ταχύτητα σύνδεσης που έχουμε, μπορούμε να προσαρμόσουμε την αντίστοιχη επιφάνεια εργασίας (γραφικά απεικόνισης, ήχοι, πόροι συστήματος κλπ). Ανάλογα, τις αποδόσεις συστήματος, αυξάνεται και ο όγκος δεδομένων. Δηλαδή, στη περίπτωση που χρησιμοποιούμε φυσικά χρώματα (24bit), απαιτείται μεγαλύτερος ρυθμός δεδομένων. Δοκιμάστε την αναπαραγωγή ενός video στιγμιότυπου, και παρακολουθήστε τη ροή δεδομένων από το torch.

## Ερωτήσεις:

1. Κατά την επιλογή ενός διαθέσιμου καναλιού, γνωρίζοντας ότι η μπάντα φασματικά υποδιαιρείται σε 12 κανάλια των 20MHz, επιθυμούμε να τοποθετήσουμε 3 αναμεταδότες για τοπική κάλυψη ενός χώρου, ποιες συχνότητες θα ήταν προτιμότερο να δεσμεύσουμε και γιατί; Εξετάζουμε τις περιπτώσεις: α) Όλη η μπάντα είναι κενή και διαθέσιμη προς χρήση, β) Αν είναι καταλυμένες οι συχνότητες 1,6,8;
2. Ανάλογα τις ανάγκες εξυπηρέτησης και του όγκου δεδομένων επιλέγεται το εύρος καναλιού. Τι όφελος θα υπάρχει αν διπλασιάσουμε φασματικά και ποια τα μειονεκτήματα; Δώστε 2 παραδείγματα όγκου δεδομένων ανά κατηγορία(20/40MHz) που θα χρησιμοποιούσατε το κατάλληλο εύρος.
3. Η επικοινωνία των Κυκλάδων με το υπόλοιπο μέρος του ελλαδικού χώρου, μέχρι τη δεκαετία του 2000, επικοινωνούσε με ασύρματο τρόπο, μέσω ζεύξης με την Αθήνα. Στις μέρες μας έχει τοποθετηθεί υποθαλάσσιο οπτικό σύστημα επικοινωνίας. Μπορείτε να επιβεβαιώσετε τη παραπάνω πρόταση με τη χρήση ring από έναν τερματικό σταθμό του ιδρύματος με το κέντρο τηλεπικοινωνιών που βρίσκεται στην Ερμούπολη Σύρου; Τι τάξεως ρυθμοί μετάδοσης επικρατούν σε ασύρματα συστήματα, σε ενσύρματα( χαλκού ) και σε οπτικά συστήματα αντίστοιχα;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη της πτυχιακής έγινε αντιληπτό το μέγεθος της πολυπλοκότητας της υλοποίησης μιας μικροκυμματικής ζεύξης σε τηλεπικοινωνιακό και δικτυακό επίπεδο. Ενδιαφέρον αποτελεί το θεωρητικό σημείο υπολογισμού των παραμέτρων, που βάσει αυτού προκύπτει ο ανάλογος εξοπλισμός και οι αντίστοιχες ρυθμίσεις. Με τη τεχνική αυτή και με τη βοήθεια των σύγχρονων συστημάτων, πετυχαίνουμε ιδιαίτερη βελτίωση στην ασφάλεια και ταχύτητα των επικοινωνιών. Έτσι, αρκετή προσοχή έχει επικεντρωθεί στα WIFI, καθώς η καθημερινότητα του μέσου ανθρώπου γίνεται όλο και περισσότερο απαιτητική. Στοχεύουμε στην διευκόλυνση της ζωής των ανθρώπων στη κοινωνία, με ευέλικτα και προσιτά συστήματα τεχνολογίας που θα απασχολούν όλο και περισσότερο κόσμο. Δίνεται έμφαση στην απλότητα και στην αξιοπιστία των νέων τεχνολογιών. Είναι γεγονός ότι η επικοινωνία στις μέρες μας, αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα επιτεύγματα. Παρόλα αυτά, όταν δεν λαμβάνεται σοβαρά ο σχεδιασμός της, καταλήγουμε στο συμπέρασμα περί παρεμβολών, σπατάλη ισχύος και φάσματος. Ως κρίσιμο σημείο ορίζεται ο σεβασμός των υπόλοιπων πλευρικών σημάτων που εκπέμπουν στην ίδια μπάντα , όπως επίσης και ο σεβασμός της ποιότητας τους.



## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[Ref. 1] [http://greek\\_greek.enacademic.com/208122/](http://greek_greek.enacademic.com/208122/) [ασύρματη επικοινωνία]

[Ref. 2] <http://tensystems.gr/it-infrastructure/wi-fi-networks.html>

[Ref. 3] 12.1 ΠΕΡΙ ΔΙΚΤΥΩΝ παρ.3 ΣΕΛ.430

[Ref. 4] <http://thebook.homeunix.com/node65.html>

[Ref. 5] <http://networking-basics.wikispaces.com/wifi>

[Ref. 6]

[http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic\\_Communications/Antennas\\_EMR/health/FAQs.htm](http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/Antennas_EMR/health/FAQs.htm)

[Ref. 7] <http://el.wikipedia.org/wiki/κεραία>