

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μελέτη για την εγκατάσταση ασύρματου δικτύου στην περιοχή
Διάσελλο Άρτας**



Καλονίκης Γεώργιος

Επιβλέπων καθηγητής

Δρούγας Βασίλειος



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Study on Wireless Network Installation in Diazelos Arta

- Άρτα 2019-

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή
Άρτα, 2019

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Όνομα Επίθετο,
τίτλος, βαθμίδα

2. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,
τίτλος, βαθμίδα

3. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,
τίτλος, βαθμίδα

Ο/Η Προϊστάμενος/η του Τμήματος

Όνομα Επίθετο,
τίτλος, βαθμίδα

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Καλονίκης, Γεώργιος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου κ.Δρούγα Βασίλειο, τη γυναίκα μου, την οικογένειά μου και όλους τους φίλους μου που σταθήκαν στο πλάι μου και με βοηθήσαν ψυχολογικά να συγγράψω αυτήν την εργασία.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο την μελέτη εγκατάστασης ενός ασύρματου δικτύου στην περιοχή Διάσελλο Άρτας. Η εργασία περιλαμβάνει έξι κεφάλαια τα οποία αφορούν τις τεχνολογίες και τις υπηρεσίες των ασύρματων δικτύων, καθώς επίσης και τα πλεονεκτήματα- μειονεκτήματα των ασύρματων δικτύων. Επίσης, γίνεται αναφορά στην τεχνολογία Wi-Fi και στην τεχνολογία WiMAX. Παράλληλα, γίνεται αναφορά στην ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα δίκτυα, ενώ παρουσιάζεται ο απαραίτητος εξοπλισμός για την εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου. Τέλος, παρουσιάζεται η μελέτη για την εγκατάσταση του ασύρματου δικτύου στην περιοχή Διάσελλο Άρτας, καθώς και ο σχεδιασμός του.

Λέξεις-κλειδιά: ασύρματο δίκτυο, τεχνολογία Wimax, WiFi

Abstract

This diploma thesis deals with the installation of a wireless network in Diaselo Arta. The paper includes five chapters on wireless technologies and services, as well as the advantages and disadvantages of wireless networks. Also, reference is made to Wi-Fi technology and WiMAX technology, and the necessary equipment for the installation of a wireless network is presented. Finally, we present the study of the installation of the wireless network in Diaselos Arta, as well as its design.

Keywords: Wireless Network, Wimax technology, WiFi

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

Κεφάλαιο 2^ο Ασύρματα δίκτυα

2.1 Ιστορική αναδρομή	14
2.2 Εύρος ζώνης, ψηφιακή μετάδοση και ψηφιακό σήμα	14
2.3 Δίκτυα υπολογιστών.....	16
2.4 Τι είναι τα ασύρματα δίκτυα	17
2.5 Ασύρματη Μετάδοση	18
2.6 Μέθοδοι Μετάδοσης	19
2.6.1 Εκπομπή σήματος	19
2.6.2 Ανίχνευση σφαλμάτων	21
2.7 Τεχνολογίες ασύρματων δικτύων	22
2.8 Υπηρεσίες ασύρματων δικτύων	23
2.9 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα ασύρματων δικτύων.....	23
2.10 Ασφάλεια ασυρμάτου δικτύου.....	25
2.11 Ανίχνευση σφαλμάτων.....	26
2.12 Ευρυζωνικότητα ασύρματων δικτύων.....	26

Κεφάλαιο 3^ο Τεχνολογίες: WiFi & Wimax

3.1 Η τεχνολογία WiFi – Πρότυπο 802.11n	28
3.2 Δομή ασύρματου δικτύου WiFi ανοικτού χώρου	29
3.3 Υποσυστήματα δημόσιου ασύρματου WiFi ανοικτού χώρου	30
3.4 Τεχνολογία WIMAX	30
3.4.1 Δομή δικτύου WiMAX	31

Κεφάλαιο 4^ο Εξοπλισμός εγκατάστασης δικτύου

4.1 Κεραίες	32
4.2 Σημεία πρόσβασης	33
4.3 Γέφυρες	34

4.4 Δρομολογητές	34
4.5 Μεταγωγέας	35
4.6 Καλωδιώσεις	36
4.7 Βύσματα	39
4.8 Κουτιά στέγασης	40
4.9 Λογισμικό διαχείρισης δικτύου	40
Κεφάλαιο 5^ο Ακτινοβολία και τρόποι προστασίας	
5.1 Τι είναι ακτινοβολία.....	42
5.2 Ακτινοβολίες ασύρματων συσκευών και δικτύων	43
5.3 Ποιες οι επιπτώσεις της ακτινοβολίας στην υγεία	44
5.4 Τρόποι προστασίας από ακτινοβολίες ασύρματων συσκευών και κεραιών	45
5.4.1Κεραίες Κινητής Τηλεφωνίας	45
5.4.2 Ασύρματο ίντερνετ (WI-FI ή WLAN)	46
5.4.3 Ασύρματα Τηλέφωνα	47
Κεφάλαιο 6^ο Μελέτη περίπτωσης: Εγκατάσταση ασύρματου δικτύου στην περιοχή Διάσελλο Άρτας	
6.1 Γεωγραφία περιοχής	48
6.2 Ανάγκες που εξυπηρετεί.....	48
6.3 Μελέτη για την εγκατάσταση ασύρματου δικτύου.....	49
6.4 Σχεδιασμός δικτύου	50
6.5 Απαιτούμενος εξοπλισμός	51
6.6 Αντικεραυνική προστασία.....	52
6.7 Μελέτη ασυρμάτου δικτύου.....	53
6.8 Εγκατάσταση ασύρματου δικτύου.....	59
6.9 Κόστος.....	61
Συμπεράσματα	63
Βιβλιογραφία	64

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 3.1:Πρότυπα ασύρματης δικτύωσης	29
Εικόνα 3.2: Δομή ασύρματου δικτύου WiFi.....	30
Εικόνα 3.3: Σταθμός βάσης	31
Εικόνα 3.4:Επικοινωνία point to point	31
Εικόνα 4.1: Κεραία Sector	32
Εικόνα 4.2: Κεραία Flat Panel	32
Εικόνα 4.3: Κεραία πλέγμα (Grid)	33
Εικόνα 4.4: Κεραία Solid Dish	33
Εικόνα 4.5: Ασύρματο σημείο πρόσβασης Planet WAP-4000	34
Εικόνα 4.6: Δρομολογητής	35
Εικόνα 4.7: Μεταγωγέας	36
Εικόνα 4.8: Καλώδιο τύπου PoE	36
Εικόνα 4.9: Τύποι καλωδίων UTP	37
Εικόνα 4.10: Καλώδιο FTP	38
Εικόνα 4.11: Ομοαξονικά καλώδια	38
Εικόνα 4.12: Pigtail καλώδιο	39
Εικόνα 4.13: Βύσματα	40
Εικόνα 6.1: Γεωγραφική απεικόνιση Διάσελλου	49
Εικόνα 6.2: Γεωγραφική απεικόνιση των σημείων εγκατάστασης ασύρματου δικτύου	50
Εικόνα 6.3: Σχεδιασμός δικτύου περιοχής στα σημεία ενδιαφέροντος...	51
Εικόνα 6.4:Κεραία ligoptp 5-23 rapidfire	52
Εικόνα 6.5: Αντικευρανική προστασία.....	52
Εικόνα 6.6: Περιβάλλον προγράμματος	54
Εικόνα 6.7: Εισαγωγή συντεταγμένων για την τοποθέτηση δικτύου ...	54
Εικόνα 6.8: Ολοκλήρωση προσομοίωσης και σχηματισμός ζεύξης.....	55

Εικόνα 6.9:Αποστάσεις μεταξύ των δύο σημείων Αγ. Σωτήρας – Δημαρχείο	56
Εικόνα 6.10: Επιλογή PtMP από το μενού.....	56
Εικόνα 6.11: Η ποιότητα του σήματος.....	57
Εικόνα 6.12: Εισαγωγή συντεταγμένων για την τοποθέτηση κεραίας.57	
Εικόνα 6.13: Ολοκλήρωση προσομοίωσης και σχηματισμός ζεύξης..58	
Εικόνα 6.14: Αποστάσεις μεταξύ των δύο σημείων Αγ. Σωτήρας – Διασταύρωση.....	58
Εικόνα 6.15: Η διαδικασία αναμετάδοσης του σήματος σε άλλα σημεία- κάλυψη.....	59

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μία συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για τη δημιουργία δικτύων υπολογιστών εξαιτίας της προσπάθειας και επιθυμίας των χρηστών για γρήγορη και αξιόπιστη διακίνηση δεδομένων. Η δημιουργία των δικτύων οδήγησε στην ανάπτυξη πολλών υπηρεσιών και εφαρμογών, με αποτέλεσμα να διευκολυνθεί η καθημερινότητα των ατόμων.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, αποτελείται από πέντε συνολικά κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη περιγραφή της πτυχιακής εργασίας, ενώ στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τεχνολογίες και οι υπηρεσίες των ασύρματων δικτύων, καθώς επίσης και τα πλεονεκτήματα- μειονεκτήματα των ασύρματων δικτύων. Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στην τεχνολογία Wi-Fi και στην τεχνολογία WiMAX. Το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει όλο τον εξοπλισμό που απαιτείται για την εγκατάσταση ενός δικτύου, ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο έχουμε αναλύσει την ακτινοβολία και τους τρόπους προστασίας. Τέλος στο έκτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή μιας πιθανής εγκατάστασης ενός ασύρματου δικτύου στην περιοχή Διάσελλο Άρτας. Η πτυχιακή εργασία ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των κύριων συμπερασμάτων.

Κεφάλαιο 2^ο Ασύρματα δίκτυα

2.1 Ιστορική αναδρομή

Το 1901 ο Γουλιέλμος Μαρκόνι, επέδειξε στο κοινό τον πρώτο ασύρματο τηλέγραφο ανάμεσα στα πλοία και στη ξηρά. Ως κώδικα επικοινωνίας, χρησιμοποίησε το κώδικα «μορς» (οι τελείες και οι παύλες είναι άλλωστε δυαδικό σύστημα).

Τα πρώτα ασύρματα δίκτυα που εμφανίστηκαν ήταν τα ραδιοδίκτυα δεδομένων τεχνολογίας TCP/IP, ενώ οι πρώτες τεχνικές μεταγωγής πακέτων αναπτύχθηκαν περίπου το 1964. Η τεχνολογία των ασύρματων δικτύων μετάδοσης πακέτων άρχισε να αναπτύσσεται τη δεκαετία του '80, όπου εκείνη τη περίοδο άρχισαν να διαδίδονται και οι μικροϋπολογιστές. Με το πέρασμα των χρόνων υπάρχει μια βελτίωση στην ποιότητα των ασύρματων δικτύων και στην ταχύτητά τους.

2.2 Εύρος ζώνης, ψηφιακή μετάδοση και ψηφιακό σήμα

Ένα ψηφιακό σήμα είναι μία ροή δυαδικών ψηφίων (bits) και μπορεί να κωδικοποιηθεί μέσω των μεταβολών μιας συνεχούς φυσικής ποσότητας με τη μέθοδο κωδικοποίησης συνήθως να ορίζει συγκεκριμένες μόνο επιτρεπτές μεταβολές ή επίπεδα τιμής, το καθένα εκ των οποίων αντιστοιχεί σε μία ακολουθία ενός ή περισσότερων bit. Μία τέτοια ακολουθία ονομάζεται σύμβολο και μπορεί να αναπαρασταθεί ως κυματομορφή σε ένα γράφημα, όπου ο κάθετος άξονας αντιστοιχεί στην ποσότητα που μεταβάλλεται και ο οριζόντιος στον χρόνο. Αυτό το σήμα που μεταφέρει κωδικοποιημένη πληροφορία δεν έχει μία συγκεκριμένη συχνότητα f (δεν είναι καν περιοδική κυματομορφή για να έχει συχνότητα), αλλά μαθηματικά ισοδυναμεί με ένα άθροισμα πολλών περιοδικών ημιτονοειδών σημάτων, ελαφρώς διαφορετικών συχνοτήτων, τα οποία προστίθενται, δίνοντας το ολικό σήμα (ένα εύρος συχνοτήτων Δf επικεντρωμένο γύρω από μία κεντρική συχνότητα f).

Ο μαθηματικός μετασχηματισμός Fourier καταδεικνύει πόσο συμμετέχει το ημίτονο κάθε πιθανής συχνότητας στο ολικό σήμα. Το σύνολο των συχνοτήτων που συμμετέχουν λέγεται «εύρος ζώνης» του σήματος και μετριέται σε Hertz (Hz). Ένα ψηφιακό σήμα μπορεί να μεταδώσει μόνο ψηφιακά δεδομένα. Αντίθετα, ένα

αναλογικό σήμα (στο οποίο η φυσική ποσότητα μεταβάλλεται με συνεχή τρόπο) μπορεί να μεταδώσει τόσο ψηφιακά όσο και αναλογικά δεδομένα. Όταν μεταδίδονται ψηφιακά δεδομένα, ο ρυθμός μετάδοσης μπορεί να μετρηθεί ως bps (bit ανά sec), ενώ αντίστοιχο μέγεθος δεν υπάρχει κατά τη μετάδοση αναλογικών δεδομένων, αφού αυτά μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο (π.χ. παραδοσιακή τηλεόραση, τηλέφωνο και ραδιόφωνο).

Τα κανάλια επικοινωνίας είναι φυσικές δίοδοι, που επιτρέπουν σε σήματα κωδικοποιημένα μέσω μίας συγκεκριμένης φυσικής ποσότητας, να μεταδοθούν κατά μήκος τους. Έτσι επιτυγχάνονται οι τηλεπικοινωνίες. Τα κανάλια που συναντώνται στην πράξη είναι τα ενσύρματα ηλεκτρικά (χάλκινα καλώδια σύστροφου ζεύγους ή ομοαξονικά), τα ενσύρματα οπτικά (οπτικές ίνες) και τα ασύρματα (ο ελεύθερος χώρος). Οι αντίστοιχες μεταβαλλόμενες φυσικές ποσότητες είναι η τάση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το καλώδιο και η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου. Άρα το φυσικό μέσο χάρη στις ιδιότητες του οποίου μεταδίδεται η πληροφορία, είναι αντίστοιχα ο ηλεκτρισμός (ηλεκτρόνια), το φως (φωτόνια) και το ηλεκτρομαγνητικό κύμα (φωτόνια). Κάθε κανάλι μπορεί να μεταδώσει, χωρίς σημαντικές απώλειες ισχύος, σήματα που περιέχουν συχνότητες μόνο εντός ενός συγκεκριμένου εύρους.

Αυτό είναι και το εύρος ζώνης του καναλιού. Αν ο μετασχηματισμός Fourier ενός σήματος δείξει ότι αυτό περιέχει συχνότητες εκτός του διαθέσιμου από το κανάλι εύρους ζώνης, τότε μετά την κωδικοποίηση, αλλά πριν τη μετάδοση, απαιτείται το σήμα να υποστεί διαμόρφωση, μία διεργασία που προσαρμόζει κατάλληλα το τελευταίο, ώστε να εμπίπτει στο εύρος ζώνης του καναλιού. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων αυτό γίνεται με το αρχικό σήμα, να πολλαπλασιάζεται με ένα δεύτερο, συνεχώς ταλαντούμενο, ημιτονοειδές σήμα, χωρίς ενσωματωμένη πληροφορία, το φέρον, και με το προκύπτον σήμα (σήμα-RF ή διαμορφωμένο σήμα) να μεταδίδει έτσι τα δεδομένα. Συνήθως η ίδια μέθοδος προσδιορίζει ταυτόχρονα και την κωδικοποίηση και τη διαμόρφωση (αν αυτή απαιτείται), οπότε τα όρια μεταξύ τους είναι δυσδιάκριτα. Οι μέθοδοι αυτές εκτελούνται μέσω ηλεκτρονικών διατάξεων στον πομπό και αντιστρέφονται στον παραλήπτη, επίσης από ηλεκτρονικές διατάξεις. Το διαμορφωμένο σήμα είναι αναλογικό, ενώ το σήμα προκύπτει από απλή κωδικοποίηση είναι ψηφιακό.

Σύμφωνα με τη θεωρία πληροφοριών, η πληροφορία (η ροή bit στις ψηφιακές επικοινωνίες) είναι μέτρο της εντροπίας ενός σήματος, οπότε από όσο περισσότερες

συχνότητες αποτελείται ένα σήμα (εύρος ζώνης) τόσο περισσότερη πληροφορία φέρει στον ίδιο χρόνο και άρα τόσο μεγαλύτερος είναι ο ρυθμός με τον οποίον μεταδίδεται η πληροφορία που αυτό περιέχει. Μαθηματικά αυτό προκύπτει από το Θεώρημα του Σάνον. Παράλληλα, κάθε φυσικό μέσο και κανάλι επικοινωνίας έχει συγκεκριμένη χωρητικότητα (μέγιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων μέσω αυτού) η οποία εξαρτάται από το δικό του εύρος ζώνης. Επίσης, όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος ζώνης του καναλιού, τόσα διαφορετικά Δf μπορούν να περάσουν παράλληλα, με κάποια μέθοδο πολυπλεξίας συχνότητας ή χρόνου, οπότε τόσα περισσότερα διαφορετικά σήματα μπορούν να μεταδοθούν ταυτόχρονα από το κανάλι. Το εύρος ζώνης ενός σήματος συνήθως εξαρτάται άμεσα από τη μέγιστη συχνότητα που περιέχεται σε αυτό και η οποία καθορίζει πόσο «πυκνά» είναι τοποθετημένα τα σύμβολα στην κυματομορφή: όσο μεγαλύτερη είναι η μέγιστη συχνότητα ενός σήματος, τόσο ταχύτερα αυτό δύναται να μεταβάλλεται και άρα τόσο λιγότερο χρόνο «καταλαμβάνει» η μετάδοση ενός συμβόλου σε αυτό, άρα τόσο μεγαλύτερα είναι και το εύρος ζώνης και ο ρυθμός μετάδοσης του σήματος. Τα αδιαμόρφωτα ψηφιακά σήματα έχουν όλα περίπου το ίδιο εύρος ζώνης, αν και σε κάθε σήμα η ισχύς κατανέμεται διαφορετικά στις διάφορες συχνότητες, και οι διάφορες μέθοδοι κωδικοποίησης το προσαρμόζουν κατάλληλα στο εκάστοτε κανάλι, ώστε η μετάδοση να εκμεταλλεύεται όσο το δυνατόν καλύτερα το διαθέσιμο εύρος ζώνης.

2.3 Δίκτυα υπολογιστών

Οι τηλεπικοινωνίες στη σημερινή εποχή περιγράφονται και με όρους υπολογιστών, καθώς οι περισσότερες τηλεπικοινωνιακές συσκευές διαχειρίζονται ψηφιακά δεδομένα. Ακόμα και τα κινητά τηλέφωνα κατ' ουσίαν δεν είναι παρά ηλεκτρονικοί υπολογιστές σε σμίκρυνση.

Στα δίκτυα υπολογιστών η αποστολή και η λήψη δεδομένων γίνεται σε βήματα, όπου διαδοχικά επίπεδα επεξεργασίας παρεμβάλλονται στα υπό εξέταση τηλεπικοινωνιακά δεδομένα και εκτελούν ανάλογες λειτουργίες. Το σύνολο κανόνων στο οποίο υπακούν αυτές οι λειτουργίες, καθώς και η προτυποποιημένη μορφή των δεδομένων που υφίστανται επεξεργασία σε κάθε επίπεδο, ονομάζεται «πρωτόκολλο επικοινωνίας» του αντίστοιχου επιπέδου. Τα πρωτόκολλα αυτά σχηματίζουν, μία "στοίβα" η οποία χαρακτηρίζει επακριβώς τον τύπο και τον τρόπο επικοινωνίας.

Ακολουθεί η συνηθέστερη κατηγοριοποίηση επιπέδων από το χαμηλότερο προς το υψηλότερο της στοίβας:

- Φυσικό επίπεδο (physical layer)
- Επίπεδο ζεύξης δεδομένων (data link layer)
- Υποεπίπεδο MAC (ελέγχου πρόσβασης μέσου)
- Υποεπίπεδο LLC (ελέγχου λογικής ζεύξης)
- Επίπεδο δικτύου (network layer)
- Επίπεδο μεταφοράς (transport layer)
- Επίπεδο εφαρμογών (application layer)

2.4 Τι είναι τα ασύρματα δίκτυα

Ως ασύρματο δίκτυο χαρακτηρίζεται ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, το οποίο χρησιμοποιεί ραδιοκύματα ως φορείς πληροφορίας. Τα δεδομένα ενός ασύρματου δικτύου μεταφέρονται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, με συχνότητα η οποία εξαρτάται από το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων. Η διαφορά ανάμεσα στην ασύρματη και ενσύρματη επικοινωνία, είναι ότι στην ασύρματη επικοινωνία δεν χρησιμοποιείται ως μέσο μετάδοσης κάποιο καλώδιο. Σε παλαιότερες εποχές τα τηλεφωνικά δίκτυα ήταν αναλογικά, αλλά σήμερα όλα τα ασύρματα δίκτυα βασίζονται σε ψηφιακή τεχνολογία, άρα κατά μία έννοια είναι δίκτυα υπολογιστών. (Bertoni, 2000).

Κάθε ασύρματο δίκτυο αποτελείται από δύο μέρη: την ασύρματη κάρτα δικτύου (wireless LAN adapter) και τον πομποδέκτη- κόμβο (Access Point). Η ασύρματη κάρτα δικτύου, επικοινωνεί είτε με άλλες συσκευές που έχουν ασύρματη κάρτα δικτύου, είτε με τον πομποδέκτη-κόμβο που λειτουργεί και ως γέφυρα με το ενσύρματο δίκτυο. Η κάρτα δικτύου μοιάζει με μια τυπική κάρτα δικτύου, ενώ ο πομποδέκτης έχει τις διαστάσεις ενός βιβλίου και αποτελείται από κατάλληλα βύσματα για τη σύνδεση με ένα σταθερό δίκτυο.

Τέλος, στα ασύρματα δίκτυα η μεταφορά των δεδομένων γίνεται με τη χρήση ραδιοσυχνοτήτων και το μέσο μετάδοσης είναι η ατμόσφαιρα. Ο πομπός (αυτός που στέλνει τα δεδομένα) εκπέμπει ένα φέρον σήμα υψηλής συχνότητας το οποίο είναι διαμορφωμένο από τις πληροφορίες και ο δέκτης (αυτός που λαμβάνει τα δεδομένα)

λαμβάνει το διαμορφωμένο σήμα και το αποδιαμορφώνει, ώστε να ανακτήσει τις πληροφορίες (Tanenbaum, 2003).

2.5 Ασύρματη μετάδοση

Ραδιοκύματα ονομάζονται οι χαμηλές συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, που εκτείνονται περίπου από τα 3 KHz ως τα 300 GHz. Οι ασύρματες τηλεπικοινωνίες γίνονται συνήθως με ραδιοκύματα ευρείας εκπομπής (από τα 30 MHz ως το 1 GHz), ή μικροκύματα (από τα 2 GHz ως τα 40 GHz). Τα ραδιοκύματα χαμηλότερων συχνοτήτων γενικά εξασθενούν σχετικά γρήγορα, αφού συγκριτικά μεταφέρουν λίγη ενέργεια, αλλά έχουν την ικανότητα να διαπερνούν τα φυσικά εμπόδια. Τα κύματα υψηλότερων συχνοτήτων διαδίδονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις, αλλά ανακλώνται ευκολότερα από φυσικά εμπόδια. Επίσης, όσο υψηλότερη είναι η συχνότητα ενός κύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η κατευθυντικότητα του (μπορεί δηλαδή να εκπεμφθεί σε μία σχετικά στενή δέσμη αντί προς πάσα κατεύθυνση). Έτσι, μιλώντας γενικά, τα μικροκύματα είναι κατευθυντικά ενώ τα ραδιοκύματα ευρείας εκπομπής όχι.

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι διάδοσης κυμάτων για τις ασύρματες τηλεπικοινωνίες:

Διάδοση εδάφους (Ground-Wave Propagation):

Χαμηλές συχνότητες (ως 2 MHz), που όμως ακολουθούν την κυρτή επιφάνεια της Γης λόγω διάθλασης τους από την ατμόσφαιρα, κι έτσι καλύπτουν ικανοποιητικές αποστάσεις. Έχουν το μειονέκτημα της ταχείας εξασθένησης.

Ατμοσφαιρική διάδοση (Sky-Wave Propagation):

Υψηλών συχνοτήτων, δεν εξασθενεί η ισχύς τους εύκολα, μεταδίδονται σε μεγάλες αποστάσεις μέσω διαδοχικών ανακλάσεων τους από την ιονόσφαιρα στο έδαφος και τανάπαλιν - ώσπου να φτάσουν στον παραλήπτη.

Διάδοση Γραμμής Όρασης (Line-Of-Sight Propagation):

Πολύ μεγάλες συχνότητες, που δεν ανακλώνται από τις επιφάνειες. Οι κεραίες βρίσκονται σε οπτική επαφή και το κύμα εκπέμπεται κατευθυνόμενο από τη μία στην άλλη. Πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η διάθλαση λόγω της ατμόσφαιρας και, έτσι, αυτός ο τρόπος αποδίδει καλύτερα για επικοινωνίες μακριά από την επιφάνεια της γης.

Ανάκλαση εδάφους δύο ακτίνων (Two-Ray Ground Reflection):

Η διάδοση από τον πομπό στο δέκτη γίνεται με δύο συνιστώσες: Απευθείας μετάδοση μέσω οπτικής επαφής και έμμεση λήψη μετά από ανάκλαση στο έδαφος. Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που η επικοινωνία γίνεται σε μικρή απόσταση και κοντά στην επιφάνεια του εδάφους (π. χ. ασύρματα τοπικά δίκτυα υπολογιστών).

Η ασύρματη μετάδοση εμπεριέχει διάφορους παράγοντες, που δημιουργούν προβλήματα στην επικοινωνία: η κατάσταση της ατμόσφαιρας και η διάθλαση επηρεάζουν το σήμα, η μεγάλη απόσταση εξασθενεί την ισχύ του σήματος κλπ. Όλοι αυτοί οι παράγοντες (απώλειες ελεύθερου χώρου) επιδρούν διαφορετικά σε σήματα διαφορετικών συχνοτήτων. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται στρέβλωση και πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψιν όταν μεταδίδονται σήματα που εμπεριέχουν διαφορετικές συχνότητες. Ό,τι δεν ανήκει στην προς μετάδοση πληροφορία ονομάζεται θόρυβος και είναι είτε θερμικός (προκαλείται από τις κεραίες, εξαρτάται από τη θερμοκρασία και δεν μπορεί να εξαλειφθεί), είτε από εξωτερικές πηγές (εκπομπές που προκαλούνται ακούσια από διάφορες ηλεκτρικές συσκευές λόγω κατασκευαστικών ατελειών), είτε από παρεμβολές άλλων εκπομπών σε επικαλυπτόμενες συχνότητες. Ο θόρυβος είναι εξίσου σημαντική επιβάρυνση στην επικοινωνία, με τις απώλειες ελεύθερου χώρου.

Ένα άλλο φαινόμενο που ενυπάρχει στην ασύρματη μετάδοση και επιβαρύνει την επικοινωνία είναι οι πολλαπλές οδεύσεις, που οφείλονται στην ανάκλαση, διάθλαση και σκέδαση του σήματος κατά τη διάδοση του και έχουν ως αποτέλεσμα ένα σήμα να φτάνει στον αποδέκτη πολλές φορές, ή σε δόσεις, με χρονική διαφορά και διαφορετικά σήματα να φτάνουν την ίδια χρονική στιγμή παρεμβαλλόμενα το ένα στο άλλο. Το φαινόμενο όμως που δημιουργεί τα περισσότερα προβλήματα είναι οι διαλείψεις, η απότομη μεταβολή του πλάτους του σήματος, οι οποίες διαχωρίζονται σε υψίσυχνες και αργές, ενώ αντιμετωπίζονται με κάποιες τεχνικές που εκμεταλλεύονται τις πολλαπλές οδεύσεις.

2.6 Μέθοδοι Μετάδοσης

2.6.1 Εκπομπή σήματος

Για τη μετάδοση του σήματος υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι: η εκπομπή στενής ζώνης (narrow band) και η διασπορά φάσματος (spread spectrum). Η πρώτη είναι η παραδοσιακή μέθοδος χαμηλού κόστους, χαμηλής ασφάλειας και χαμηλής

αξιοπιστίας, κατά την οποία το εύρος ζώνης του εκπεμπόμενου κύματος είναι κατά πολύ μικρότερο από την κεντρική συχνότητα σε Hz. Κάθε τεχνική στενής ζώνης συμπεριλαμβάνει και μία τυποποιημένη διαδικασία διαμόρφωσης με φέρον κύμα (AM, FM για αναλογικά δεδομένα και ASK,FSK,PSK για ψηφιακά δεδομένα).

Η δεύτερη μέθοδος είναι πιο πρόσφατη, παρέχει υψηλή αξιοπιστία και ασφάλεια σε υψηλό κόστος και βασίζεται στη διαμόρφωση της πληροφορίας προτού εκπεμφθεί με έναν κώδικα διασποράς ο οποίος έχει ως αποτέλεσμα τη διασπορά του εκπεμπόμενου φάσματος σε μεγάλο εύρος ζώνης. Αυτή η διασπορά οδηγεί και σε πολλαπλασιασμό του δυνατού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων στο φυσικό επίπεδο, σύμφωνα με το θεώρημα Σάνον. Οι διάφορες μέθοδοι διασποράς φάσματος συμπεριλαμβάνουν και μία τεχνική διαμόρφωσης, η τελευταία όμως έχει επικρατήσει να ονομάζεται διαμόρφωση μόνο σε εκπομπές στενής ζώνης.

Συνήθως η διασπορά φάσματος υλοποιείται με μία από τις παρακάτω τρεις μεθόδους:

-Frequency Hopping (FHSS):

Το εύρος ζώνης χωρίζεται σε υποζώνες συχνοτήτων, καθεμία από τις οποίες έχει εύρος ανάλογο μίας εκπομπής στενής ζώνης, και ο κώδικας διασποράς ουσιαστικά καθορίζει σε ποια υποζώνη θα μεταπηδά η επικοινωνία σε τακτά χρονικά διαστήματα. Τόσο ο πομπός όσο και ο δέκτης θα πρέπει να συντονίζονται διαρκώς σε διαφορετική φέρουσα συχνότητα με τον ίδιο τρόπο (ο οποίος καθορίζεται από τον κώδικα) και στις ίδιες χρονικές στιγμές. Ως αποτέλεσμα κάποιος τρίτος που δε γνωρίζει τον κώδικα δεν μπορεί να υποκλέψει πληροφορία ή να παρεμβληθεί στη μετάδοση παρά ελάχιστα, αφού δε θα γνωρίζει πότε να συντονιστεί σε άλλη συχνότητα και σε ποια.

-Direct Sequence (DSSS):

Για κάθε bit που πρόκειται να μεταδοθεί εκπέμπεται στην πραγματικότητα μία άλλη ακολουθία πολλών bit (η οποία εξαρτάται από τον κώδικα διασποράς). Ο μόνος τρόπος για να γίνει αυτό διατηρώντας τον ίδιο πραγματικό ρυθμό μετάδοσης είναι η διεύρυνση του χρησιμοποιούμενου φάσματος και η ταυτόχρονη ολική χρήση του. Το πλεονέκτημα είναι και εδώ η αυξημένη ασφάλεια, αφού ο κώδικας διασποράς κρυπτογραφεί κατά κάποιον τρόπο τα εκπεμπόμενα δεδομένα.

-Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM):

2.6.2 Ανίχνευση σφαλμάτων

Κατά τη μετάδοση δεδομένων εφαρμόζονται αλγόριθμοι ανίχνευσης σφαλμάτων στα ληφθέντα πλαίσια. Ανάλογα με το πρωτόκολλο επικοινωνίας, μόλις ο παραλήπτης αναγνωρίσει πως το πλαίσιο που έλαβε είναι εσφαλμένο είτε ζητά να του αποσταλεί ξανά (σύνηθες σε αξιόπιστες ενσύρματες γραμμές) είτε επιχειρεί να το επιδιορθώσει (σύνηθες σε ασύρματα δίκτυα). Στην τελευταία περίπτωση η διόρθωση είναι εφικτή με αλγορίθμους ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων (FEC).

Και οι δύο μηχανισμοί υλοποιούνται με αθροίσματα ελέγχου που τοποθετεί ο αποστολέας στο τέλος του πλαισίου δεδομένων, ακολουθίες bit οι οποίες υπολογίζονται με ειδικό τρόπο και εξαρτώνται από τα εκπεμπόμενα δεδομένα. Αυτό που μεταδίδεται είναι η κωδικολέξη, το σύνολο των δεδομένων και του αθροίσματος ελέγχου, και όχι μόνο τα αρχικά δεδομένα. Οι αλγόριθμοι ανίχνευσης (άρτια ή περιττή ισοτιμία, CRC κλπ) στον παραλήπτη εξάγουν το άθροισμα ελέγχου από τη ληφθείσα κωδικολέξη και ελέγχουν αν ισούται με αυτό που θα έπρεπε να είναι -μία τιμή υπολογιζόμενη επί τόπου από τα ληφθέντα δεδομένα με τον ίδιο τρόπο που το υπολόγισε ο αποστολέας. Αν εντοπιστεί διαφορά σημαίνει πως υπήρξε κάποιο σφάλμα κατά τη μετάδοση. Οι αλγόριθμοι FEC επιπλέον διατηρούν μία λίστα έγκυρων κωδικολέξεων και σε περίπτωση που μία ληφθείσα κωδικολέξη είναι άκυρη αντικαθίσταται από την πιο κοντινή της κατά Hamming (δηλαδή bit προς bit) στην εν λόγω λίστα. Υπάρχουν πρωτόκολλα που υλοποιούν τόσο FEC όσο και αλγορίθμους ανίχνευσης σφαλμάτων (συνήθως CRC), ώστε αν ο FEC αποτύχει να επιδιορθώσει ένα πλαίσιο να ζητηθεί επανεκπομπή του.

Μία άλλη σημαντική μέθοδος αντιμετώπισης σφαλμάτων στις ασύρματες επικοινωνίες, για τον χειρισμό των ξαφνικών ριπών θορύβου, είναι το Block Interleaving: αντί να εκπέμπονται μεμονωμένα πλαίσια με ενσωματωμένα αθροίσματα ελέγχου, πολλά διαφορετικά πλαίσια αναμειγνύονται με κάποιον προκαθορισμένο τρόπο σε επίπεδο bit και ο παραλήπτης τα αποπλέκει καταλήγοντας στα αρχικά πλαίσια. Έτσι, μία ριπή θορύβου διαμοιράζεται σε πολλά πλαίσια καταστρέφοντας μικρό μέρος του καθενός αντί να καταστρέψει ολοσχερώς ένα πλαίσιο. Η κατάσταση αυτή αντιμετωπίζεται με FEC.

2.7 Τεχνολογίες ασύρματων δικτύων

Στα ασύρματα δίκτυα εντάσσονται τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, οι δορυφορικές επικοινωνίες, τα ασύρματα δίκτυα ευρείας περιοχής (Wireless WAN - WWAN), τα ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα (Wireless Metropolitan Network - WMAN), τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (Wireless Lan- WLAN) και τα ασύρματα προσωπικά δίκτυα (Wireless Personal Area Networks - WPAN). Η τηλεόραση και το ραδιόφωνο αν και ως τηλεπικοινωνιακά μέσα είναι εκ φύσεως ασύρματα στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν συμπεριλαμβάνονται στα ασύρματα δίκτυα, καθώς η μετάδοση γίνεται προς οποιαδήποτε κατεύθυνση χωρίς να υπάρχει κάποιο δομημένο «δίκτυο» τηλεπικοινωνιακών κόμβων (Tanenbaum, 2003).

Παρακάτω ακολουθούν οι κύριες κατηγορίες ασύρματων δικτύων και μία συνοπτική περιγραφή. Συγκεκριμένα:

Ασύρματα δίκτυα ευρείας περιοχής (Wireless WAN - WWAN): είναι τα δίκτυα που καλύπτουν μεγάλες περιοχές όπως για παράδειγμα διαφορετικές πόλεις. Διασυνδέουν ομάδες ασύρματων τοπικών δικτύων και χρησιμοποιούν δορυφόρους και τηλεφωνικά δίκτυα.

Ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα (Wireless Metropolitan Network - WMAN): είναι τα δίκτυα ευρείας περιοχής που καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις από τα τοπικά δίκτυα υπολογιστών. Στην πραγματικότητα, τα ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα συνδέουν ασύρματα άλλα ασύρματα τοπικά δίκτυα.

Ασύρματα τοπικά δίκτυα (Wireless Lan- WLAN): είναι τα δίκτυα που μπορούν να συνδεθούν ασύρματα δύο ή περισσότερες συσκευές σε ιδιωτικούς ή δημόσιους χώρους, χωρίς βέβαια η εμβέλεια να ξεπερνά τα 30 μέτρα.

Ασύρματα προσωπικά δίκτυα (Wireless Personal Area Networks - WPAN): είναι τα δίκτυα προσωπικής περιοχής όπου συσκευές όπως: έξυπνο τηλέφωνο, tablet, φορητός υπολογιστής, που απέχουν σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, μπορούν να συνδέονται ασύρματα μεταξύ τους και να ανταλλάσσουν δεδομένα (Tanenbaum, 2003 & Stallings, 2007).

2.8 Υπηρεσίες ασύρματων δικτύων

Ο χρήστης ενός ασύρματου δικτύου που βρίσκεται εντός της περιοχής κάλυψης και διαθέτει μια φορητή συσκευή με δυνατότητας πρόσβασης στο διαδίκτυο, όπως ένας φορητός υπολογιστής, ένα tablet ή ένα έξυπνο τηλέφωνο, του παρέχονται οι ακόλουθες παροχές:

- i.Πλοήγηση στο διαδίκτυο
- ii.Μεταφορά δεδομένων – αρχείων
- iii.Online επικοινωνία
- iv.Πρόσβαση σε πολυμεσικές εφαρμογές

2.9 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα ασύρματων δικτύων

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό το ασύρματο δίκτυο, συγκεντρώνει πλήθος πλεονεκτημάτων τόσο για τον καταναλωτή όσο και για τον όποιο φορέα, επιχείρηση κ.λπ. αποφασίσει να επενδύσει στην συγκεκριμένη τεχνολογία.

Για τον καταναλωτή τα πλεονεκτήματα που πηγάζουν είναι τα ακόλουθα:

- **Κινητικότητα χρήστη:** Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να κινούνται εντός της περιοχής εμβέλειας ενός συγκεκριμένου ασύρματου δικτύου (δηλαδή σε χώρο όπου θα λαμβάνουν ικανοποιητικό σήμα) και έτσι να διατηρούν τη σύνδεση τους με αυτό. Αυτό οδηγεί στην περαιτέρω αύξηση της παραγωγικότητας αλλά και στην αποτελεσματική αποπεράτωση υποθέσεων και ζητημάτων που αφορούν το περιβάλλον εργασίας και όχι μόνο.
- **Ευκολία, ευελιξία και απλότητα εγκατάστασης:** Με τη χρήση των ασύρματων δικτύων οι εγκαταστάσεις καλωδίων γίνονται παρελθόν, ενώ παράλληλα μπορεί να πραγματοποιηθεί σύνδεση με το δίκτυο ακόμη και σε μέρη όπου η καλωδίωση είναι αδύνατη, ή ακόμη και ανεπιθύμητη (παραδείγματος χάριν γραφεία τα οποία βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους). Έτσι, ακολουθώντας κάποιους βασικούς κανόνες εγκατάστασης μπορεί κανείς εύκολα να εγκαταστήσει τα ασύρματα δίκτυα.
 - **Κλιμάκωση, δυνατότητα επέκτασης:** Τα ασύρματα δίκτυα έχουν τη δυνατότητα να ρυθμίζονται από ορισμένες τοπολογίες δικτύου για να μπορούν έτσι να εναρμονίζονται με τις οποιεσδήποτε απαιτήσεις που προκύπτουν από

τις εφαρμογές τους. Αυτές οι τοπολογίες είναι ιδιαίτερα ευμετάβλητες με δυνατότητες επέκτασης ξεκινώντας από απλά δίκτυα με μικρό αριθμό χρηστών και καταλήγοντας σε μεγάλες και περίπλοκες δομές δικτύων με εκατοντάδες χιλιάδες χρήστες και με δυνατότητες περιαγωγής (roaming).

- **Κόστος:** Η εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου είναι ιδιαίτερα δαπανηρή (κυρίως η αγορά του εξοπλισμού), σε αντίθεση με άλλες προτεινόμενες λύσεις ενσύρματης δικτύωσης, όμως το κόστος συντήρησης για όλη τη διάρκεια ζωής του μπορεί να είναι μικρότερο, κυρίως όταν αφορά περιβάλλοντα που χρήζουν συχνών τροποποιήσεων, μετακινήσεων δεδομένων και αλλαγής δομών.

Αντίστοιχα για τους φορείς που επενδύουν στο ασύρματο δίκτυο, τα πλεονεκτήματα είναι ιδιαίτερα σημαντικά:

- **Εύκολη ανάπτυξη δικτύων,** καθώς δεν υπάρχει ο περιορισμός των καλωδίων. Μάλιστα σε ιστορικά κτίρια ή σε εξωτερικούς χώρους (πλατείες κ.α.), όπου δεν παρέχεται η δυνατότητα ανάπτυξης ενσύρματων δικτύων, δίκτυα WiFi μπορούν πολύ εύκολα να υλοποιηθούν.
- **Μειωμένο κόστος.** Μπορεί το αρχικό κόστος για την υλοποίηση ενός ασύρματου δικτύου (αγορά και εγκατάσταση συσκευών και εξοπλισμού) να είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ενός ενσύρματου δικτύου, όμως το κόστος χρήσης και λειτουργίας είναι αρκετά μικρότερο. Τα οφέλη είναι ακόμα μεγαλύτερα σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις δυναμικών χώρων εργασίας, οι οποίοι μπορεί να απαιτούν συχνές μετακινήσεις του προσωπικού και αλλαγές στη δομή και τη διάταξή τους.

Τα ασύρματα δίκτυα WiFi έχουν τη δυνατότητα επέκτασης, ώστε να υποστηρίζουν ποικιλία τοπολογιών και να ανταποκριθούν στις ανάγκες συγκεκριμένων εφαρμογών.

Αντίθετα, τα κυριότερα μειονεκτήματα των ασύρματων δικτύων:

Ταχύτητα: Η ταχύτητα σε ένα ασύρματο δίκτυο είναι πιο ασταθής σε σχέση με ένα ενσύρματο και επηρεάζεται από παρεμβολές και εξασθενίσεις.

Κόστος: Το κόστος εγκατάστασης ενός ασύρματου δικτύου είναι μεγαλύτερο, αλλά μακροπρόθεσμα μπορεί να επέλθει απόσβεση.

Εύρος ζώνης: Ένα ασύρματο δίκτυο έχει μικρότερο εύρος ζώνης απ' ότι ένα ενσύρματο.

Ο ρυθμός σφάλματος δυαδικού ψηφίου: Ο ρυθμός σφάλματος είναι μεγαλύτερος απ' ότι στα ενσύρματα δίκτυα και αυτό γιατί υπάρχουν παρεμβολές και θόρυβοι.

2.10 Ασφάλεια ασύρματου δικτύου

Λειτουργικό: Τα windows λόγω της μεγάλης διάδοσης τους είναι ιδιαίτερα ευάλωτα και με κενά ασφαλείας. Οι βασικοί κανόνες είναι, να γίνεται ενημέρωση του λειτουργικού, να περιορίζονται οι υπηρεσίες σε αυτές που όντως χρησιμοποιούμε, και να εγκαθίσταται antivirus. Ακόμη, απαραίτητο είναι το firewall που ελέγχει την πρόσβαση των εφαρμογών και την πρόσβαση σε επίπεδο δικτύου. Το Linux ή BSD βασίζονται στο Unix, λόγω της σχεδίασης του, η ασφάλεια φτάνει στο καλύτερο δυνατό επίπεδο. Το ίδιο ισχύει και για το MacOSX.

Επίπεδο δικτύου: Η σημαντικότερη αδυναμία του ασύρματου δικτύου είναι ότι μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση στο μέσο κάθε κακόβουλος χρήστης. Μπορεί εύκολα δηλαδή να υποκλέψει την πληροφορία, αν αυτή δεν είναι κρυπτογραφημένη ή είναι κρυπτογραφημένη με αδύναμο αλγόριθμο. Ακόμη, μπορεί να συνδεθεί ο ίδιος στο ασύρματο δίκτυο.

ESSID: Για να συνδέσουμε έναν σταθμό σε ένα Access Point θα πρέπει να ορίσουμε στον πρώτο το ESSID του δεύτερου. Αν ορίσουμε ότι το ESSI δεν θα εκπέμπεται από το Access Point, ένας σταθμός που κάνει αναζήτηση δικτύου δεν θα το ανακαλύψει, ενώ για να συνδεθεί κάποιος θα πρέπει να το γνωρίζει. Πρέπει να σημειωθεί βέβαια ότι το ESSID περιλαμβάνεται σε κάθε πακέτο που εκπέμπεται και μπορεί εύκολα να υποκλαπεί.

Φίλτρο MAC διευθύνσεων: Το WEP πρωτόκολλο κάνει ταυτοποίηση του χρήστη στο Access Point και όχι την συσκευή. Γι' αυτό προστίθενται φίλτρα σε σχέση με τις MAC διευθύνσεις των συσκευών, που επιτρέπεται και αυτών που δεν επιτρέπεται να συνδεθούν (Στέκλε & Κώτσαρη, 2009).

2.11 Ανίχνευση σφαλμάτων

Για τη μετάδοση δεδομένων εφαρμόζονται αλγόριθμοι ανίχνευσης σφαλμάτων στα ληφθέντα πλαίσια. Ανάλογα με το πρωτόκολλο επικοινωνίας, μόλις ο παραλήπτης αναγνωρίσει πως το πλαίσιο που έλαβε είναι εσφαλμένο, τότε ζητά να του αποσταλεί ξανά (το βλέπουμε σε αξιόπιστες ενσύρματες γραμμές) ή επιχειρεί να το επιδιορθώσει (το βλέπουμε σε ασύρματα δίκτυα).

Στην τελευταία περίπτωση η διόρθωση είναι εφικτή με αλγορίθμους ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων (FEC). Οι δύο μηχανισμοί γίνονται με αθροίσματα ελέγχου που τοποθετεί ο αποστολέας στο τέλος του πλαισίου δεδομένων, ακολουθίες bit οι οποίες υπολογίζονται με ειδικό τρόπο και εξαρτώνται από τα εκπεμπόμενα δεδομένα. Αυτό που μεταδίδεται είναι η κωδικός λέξη, το σύνολο των δεδομένων και του αθροίσματος ελέγχου, και όχι μόνο τα αρχικά δεδομένα. Οι αλγόριθμοι ανίχνευσης στον παραλήπτη εξάγουν το άθροισμα ελέγχου από τη ληφθείσα κωδικό λέξη και ελέγχουν αν ισούται με αυτό που θα έπρεπε να είναι -μία τιμή υπολογιζόμενη επί τόπου από τα ληφθέντα δεδομένα με τον ίδιο τρόπο που το υπολόγισε ο αποστολέας. Αν εντοπιστεί διαφορά σημαίνει πως υπήρξε κάποιο σφάλμα κατά τη μετάδοση.

2.12 Ευρυζωνικότητα ασύρματων δικτύων

Μία τηλεπικοινωνιακή σύνδεση μπορεί να αποκαλείται ως ευρυζωνική εάν διακρίνεται από δύο βασικά χαρακτηριστικά: έχει υψηλό ρυθμό μετάδοσης και δεν έχει διακοπές πρόσβασης στο διαδίκτυο. Πιο αναλυτικά, ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων θα πρέπει να είναι πολύ μεγαλύτερος από μια απλή τηλεφωνική γραμμή (56Kbps) και σύμφωνα με τα υπάρχοντα πρότυπα ταχυτήτων, δε θα πρέπει να είναι χαμηλότερη από 144Kbps ή 18Kbyte/Sec. Και αυτό γιατί η ευρυζωνική σύνδεση θα πρέπει να εξασφαλίζει την ταχύτερη πρόσβαση του χρήστη στις διαδραστικές υπηρεσίες όπως είναι: η προβολή ταινιών, η δυνατότητα ακρόασης σταθμών, η πρόσβαση σε πολυμεσικές εφαρμογές κτλ. Επίσης με την χρήση ενός ευρυζωνικού δικτύου ο χρήστης θα πρέπει να έχει πάντα τη δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο, ανεξάρτητα εάν χρησιμοποιεί ή όχι το διαδίκτυο. Με τη χρήση ενός ευρυζωνικού δικτύου ο χρήστης δεν μπαίνει στη διαδικασία ενεργοποίησης και απενεργοποίησης

του διαδικτύου και με αυτό τον τρόπο η πρόσβαση γίνεται πολύ πιο εύκολη και γρήγορη.

Κεφάλαιο 3^ο Τεχνολογίες: WiFi & Wimax

3.1 Η τεχνολογία WiFi – Πρότυπο 802.11n

Το WiFi είναι ένα πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας που χρησιμοποιείται σε ασύρματα τοπικά δίκτυα και επιτρέπει σε συσκευές όπως: έξυπνα τηλέφωνα, tablet, φορητοί υπολογιστές να ανταλλάσσουν δεδομένα ή ακόμα να συνδέονται στο διαδίκτυο με τη χρήση ραδιοκυμάτων. Ένα δίκτυο Wi-Fi για τη μετάδοση δεδομένων χρησιμοποιεί ραδιοκύματα. Η συσκευή η οποία θα ενωθεί σε ένα δίκτυο Wi-Fi θα πρέπει να έχει έναν ασύρματο προσαρμογέα, ο οποίος θα μεταφράζει τα δεδομένα σε ραδιοκύματα. Στη συνέχεια αυτά τα ραδιοκύματα θα αποστέλλονται με τη βοήθεια κεραίας σ' έναν αποκωδικοποιητή. Μόλις τα δεδομένα αποκωδικοποιηθούν, αποστέλλονται στο διαδίκτυο μέσω της ενσύρματης σύνδεσης Ethernet. Επειδή ένα δίκτυο Wi-Fi υποστηρίζει την αμφίδρομη λειτουργία αποστολής δεδομένων, τα δεδομένα που προέρχονται από το διαδίκτυο θα περάσουν μέσω του αποκωδικοποιητή (router), όπου θα κωδικοποιηθούν σε ραδιοκύματα και θα ληφθούν από τον ασύρματο προσαρμογέα της συσκευής που είναι ενωμένη στο δίκτυο Wi-Fi. Τα ραδιοκύματα ενός δικτύου WiFi μεταδίδονται στις συχνότητες 2,4 GHz ή 5 GHz και χρησιμοποιούν τα πρότυπα δικτύωσης 802.11 τα οποία είναι μια οικογένεια προτύπων του IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Οι συχνότητες αυτές είναι μεγαλύτερες από τις συχνότητες που χρησιμοποιούνται συνήθως στα κινητά τηλέφωνα, στους ασυρμάτους, στα ραδιόφωνα και στις τηλεοράσεις, ενώ επιτρέπουν στα ραδιοκύματα να μεταφέρουν περισσότερα δεδομένα (Γιαννακός, Κοσσιφίδης, Πανασίου, Πεϊκίδης, χ.χ).

Ανάλογα λοιπόν με τις ανάγκες του κάθε χρήστη, τα πρότυπα κατηγοριοποιούνται ως εξής:

802.11a: Το πρότυπο αυτό μεταδίδει δεδομένα με συχνότητα 5GHz και μπορεί να μεταδώσει το μέγιστο 54Megabits/ sec.

802.11b: Το πρότυπο αυτό μεταδίδει δεδομένα με συχνότητα 2.4GHz η οποία θεωρείται μία αργή ταχύτητα και μπορεί να μεταδώσει το μέγιστο 11Megabits/ sec

802.11g: Το πρότυπο αυτό μεταδίδει δεδομένα στη συχνότητα 2.4 GHz, αλλά μπορεί να μεταδώσει ένα μέγιστο των 54Megabits/ sec κάνοντας χρήση της τεχνολογίας OFDM που χρησιμοποιείται στο πρότυπο 802.11a.

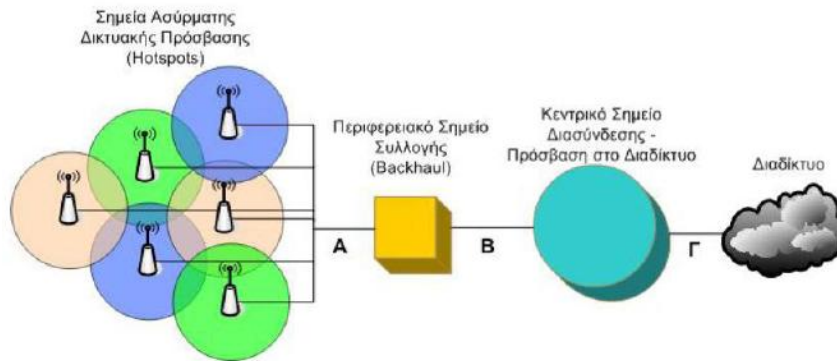
802.11n: Το πρότυπο αυτό είναι το πιο προηγμένο από τα υπόλοιπα και μεταδίδει δεδομένα στη συχνότητα 5GHz, ενώ μπορεί να μεταδώσει ένα μέγιστο των 140 Megabits /sec (Εικόνα 3.1:Πρότυπα ασύρματης δικτύωσης) (Γρηγορίου, 2015).

Πρότυπο IEEE	Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης	Συχνότητες
802.11	1 Mbps/2 Mbps	2.4 GHz
802.11a	11 Mbps	5 GHz
802.11b	5.5 Mbps/11 Mbps	2.4 GHz
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
802.11n	600 Mbps	2.4 GHz & 5 GHz

Εικόνα 3.1:Πρότυπα ασύρματης δικτύωσης

3.2 Δομή ασύρματου δικτύου WiFi ανοικτού χώρου

Ο χρήστης διαθέτει μια ασύρματη δικτυακή συσκευή η οποία συνδέεται σε κάποιο από τα σημεία πρόσβασης, με αποτέλεσμα τα δεδομένα να μεταφέρονται από την ασύρματη δικτυακή συσκευή, στο σημείο ασύρματης πρόσβασης (hotspot). Τα hotspots ομαδοποιούνται με κριτήριο την μεταξύ τους απόσταση. Αφού ομαδοποιηθούν, ξεκινά η διαδικασία προώθησης των δεδομένων (Εικόνα 3.2: Δομή ασύρματου δικτύου WiFi). Αρχικά τα δεδομένα μεταφέρονται από τα πακέτα των δικτυακών συνδέσεων, στα περιφερειακά σημεία συλλογής και από εκεί προωθούνται προς ένα κεντρικό σημείο. Μόλις τα δεδομένα φθάσουν στο κεντρικό σημείο μέσω μιας ευρυζωνικής ζώνης, τότε τα πακέτα προωθούνται προς και από το διαδίκτυο. Η διασύνδεση των σημείων πρόσβασης (Α) καθώς και η διασύνδεση με το διαδίκτυο (Γ) γίνονται ενσύρματα. Αντίθετα, τα περιφερειακά σημεία συλλογής (Β) συνδέονται ασύρματα με το κεντρικό σημείο διασύνδεσης (ΕΠΙΣΕΥ, 2005).



Εικόνα 3.2: Δομή ασύρματου δικτύου WiFi

3.3 Υποσυστήματα δημόσιου ασύρματου WiFi ανοικτού χώρου

Ένα ασύρματο δίκτυο ανοικτού χώρου χωρίζεται σε τρία υποσυστήματα: στα σημεία ασύρματης πρόσβασης (hotspots), στα περιφερειακά σημεία σύνδεσης (backhaul) και στο κεντρικό σημείο διασύνδεσης. Πιο αναλυτικά:

Σημεία ασύρματης πρόσβασης (HOTSPOT): Βασική λειτουργία του hotspot είναι η συλλογή της ασύρματης κίνησης των δεδομένων που βρίσκονται στην περιοχή κάλυψής τους ώστε να την μετατρέψει σε ενσύρματη τύπου Ethernet και να την κατευθύνει προς το περιφερειακό σημείο σύνδεσης (και το αντίστροφο).

3.3.2 Περιφερειακά σημεία σύνδεσης (BACKHAUL): Η λειτουργία αυτών των σημείων σύνδεσης, είναι η συλλογή της κίνησης των δεδομένων από τα σημεία hotspots που είναι τοποθετημένα στο επίπεδο των χρηστών προς το κεντρικό σημείο διασύνδεσης και αντίστροφα.

3.3.3 Κεντρικό σημείο διασύνδεσης: Η λειτουργία των σημείων διασύνδεσης είναι να συνδέουν όλα τα περιφερειακά σημεία σύνδεσης με το διαδίκτυο (Λουλάκης, 2014).

3.4 Τεχνολογία WIMAX

Εξαιτίας της ανάγκης για επικοινωνία σε μεγάλες αποστάσεις, η IEEE δημιούργησε το 2003 ένα νέο πρότυπο: 802.16, όπου ονομάζεται Wimax (World Interoperability for Microwave Access). Το Wimax είναι μια νέα τεχνολογία, που παρέχει ασύρματη

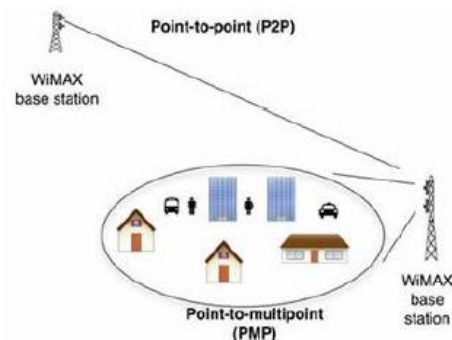
ευρυζωνική πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων σε μεγάλες αποστάσεις. Είναι σαφώς καλύτερο από το Wi-Fi και μπορεί να καλύψει μεγαλύτερες αποστάσεις μετάδοσης.

3.4.1 Δομή δικτύου WiMAX

Ένα Wimax δίκτυο αποτελείται από τον σταθμό βάσης και από τον δέκτη (τη συσκευή του χρήστη). Ο σταθμός βάσης μοιάζει με έναν πύργο κινητής τηλεφωνίας (Εικόνα 3.3: Σταθμός βάσης) και η επικοινωνία τους μπορεί να είναι είτε point to point αν αφορά επικοινωνία ανάμεσα σε δύο κεραίες wimax (Εικόνα 3.4:Επικοινωνία point to point) , είτε point to multipoint αν αφορά την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών. Φυσικά ο δέκτης, δηλαδή η φορητή συσκευή του πελάτη, πρέπει να έχει τον κατάλληλο εξοπλισμό και λογισμικό ώστε να υπάρξει σύνδεση και επικοινωνία (Μπακούλη, Κατσίνα, χ.χ.).



Εικόνα 3.3: Σταθμός βάσης



Εικόνα 3.4:Επικοινωνία point to point

Κεφάλαιο 4^ο Εξοπλισμός εγκατάστασης δικτύου

Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται μια περιγραφή στο πλήθος των συσκευών και εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία των ασύρματων δικτύων.

4.1 Κεραίες

Οι κεραίες που χρησιμοποιούνται στην ασύρματη επικοινωνία είναι πολυκατευθυντικές που εκπέμπουν 360° στο οριζόντιο επίπεδο και έχουν απολαβή από 5 έως 15dBi και συχνότητα λειτουργίας 2.4GHz και 5GHz. Είναι ιδανικές για σύνδεση ενός σημείου σε πολλά, με τη χρήση ενός σημείου πρόσβασης (Access Point).

Στις περιπτώσεις όμως που γίνεται χρήση πολλαπλών Access Point σε έναν πύργο ή όταν οι σταθμοί βρίσκονται από μία κατεύθυνση, είτε όταν θέλουμε να καλύψουμε μεγάλες αποστάσεις, χρησιμοποιούνται οι κεραίες Sector ή Flat Panel (Εικόνα 4.1: Κεραία Sector, Εικόνα 4.2: Κεραία Flat Panel). Οι κεραίες Sector έχουν άνοιγμα λοβού ακτινοβολίας από 60° έως 120° , η απολαβή τους κυμαίνεται από 9dBi έως 20dBi, ενώ λειτουργούν με συχνότητες 2,4GHz και 5GHz. Αντίθετα, οι κεραίες flat panel έχουν άνοιγμα λοβού ακτινοβολίας 30° έως 60° , απολαβή 8-19dBi και λειτουργούν με συχνότητες 2,4GHz και 5GHz (Δρούγας, 2008).



Εικόνα 4.1: Κεραία Sector



Εικόνα 4.2: Κεραία Flat Panel

Υπάρχουν βέβαια και οι κατευθυντικές κεραίες που εκπέμπουν προς μόνο μία κατεύθυνση και σε μικρή γωνία εκπομπής, συγκεντρώνοντας την ισχύ του σήματος

προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση. Είναι από τις πιο ισχυρές κεραίες, παρέχουν κάλυψη σε πολύ μεγάλες αποστάσεις αλλά με μικρή γωνία κάλυψης. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται σε συνδέσεις point-to-point μεταξύ απομακρυσμένων σημείων. Οι κατευθυντικές κεραίες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: Grid και Solid Dish (Εικόνα 4.3: Κεραία πλέγμα (Grid) , Εικόνα 4.4: Κεραία Solid Dish). Οι κεραίες Grid έχουν άνοιγμα λοβού ακτινοβολία 5° έως 10° , οι τιμές απολαβής τους είναι 17, 19 και 24 dBi, ενώ η συχνότητα λειτουργίας τους είναι 5GHz. Η παραβολική (Solid dish) κεραία, έχει απολαβή από 15dBi έως 26dBi και πολύ μικρό λοβό ακτινοβολίας, έως 10° (Δρούγας, 2008).



Εικόνα 4.3: Κεραία πλέγμα (Grid)



Εικόνα 4.4: Κεραία Solid Dish

4.2 Σημεία πρόσβασης

Στα δίκτυα υπολογιστών, ως ασύρματο σημείο πρόσβασης ή σταθμό βάσης (WAP, Wireless Access Point) αποκαλούμε μια συσκευή που συνδέει μεταξύ τους ασύρματες συσκευές επικοινωνίας για τον σχηματισμό ενός ασύρματου δικτύου. Ο σταθμός βάσης συνήθως συνδέεται με ένα ενσύρματο δίκτυο και μπορεί να μεταφέρει δεδομένα ανάμεσα στις ασύρματες και τις ενσύρματες συσκευές. Ανάλογα με το υλικό και τον κατασκευαστή, υπάρχουν πολλές εκδόσεις access point που βοηθούν στην εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου (Παράδειγμα σημείου πρόσβασης: Εικόνα 4.5: Ασύρματο σημείο πρόσβασης Planet WAP-4000) (Αμπατζόγλου, 2018).



Εικόνα 4.5: Ασύρματο σημείο πρόσβασης Planet WAP-4000

4.3 Γέφυρες

Η γέφυρα, είναι μια δικτυακή συσκευή που ενσωματώνει το κατάλληλο λογισμικό για την υλοποίηση ασύρματων πρωτοκόλλων, με σκοπό τη σύνδεση του τοπικού δικτύου των hotspots με το κεντρικό δίκτυο. Οι βασικές λειτουργίες που επιτελούν οι γέφυρες είναι η προώθηση ενός δεδομένου στον προορισμό του, το φιλτράρισμα όπου διαχωρίζονται τα δεδομένα με βάση ορισμένα κριτήρια και η διαφάνεια, όπου εκεί καταχωρούνται όλες οι διευθύνσεις των σταθμών εργασίας απ' όπου λαμβάνονται τα δεδομένα (πλαίσια).

4.4 Δρομολογητές

Οι δρομολογητές είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο της εισερχόμενης ροής πακέτων των τοπικών δικτύων, αυξάνοντας την αξιοπιστία της διασύνδεσης αλλά ταυτόχρονα, επιτρέποντας τη διασύνδεση διαφορετικών υποδικτύων. Γενικότερα αποτελεί μια διαδικασία μεταφοράς δεδομένων από ένα σημείο σε ένα άλλο. Υποστηρίζουν πολύπλοκες τοπολογίες δικτύου και είναι σε θέση να εξισορροπήσουν τον φόρτο της κίνησης διαφορετικών διαδρομών, παίρνοντας δυναμικά αποφάσεις, σχετικά με το ποια διαδρομή πρέπει να ακολουθηθεί, ανάλογα με το πρωτόκολλο δρομολόγησης το οποίο υποστηρίζουν. Συγκεκριμένα οι λειτουργίες που πραγματοποιούν είναι το φιλτράρισμα και η δρομολόγηση των πακέτων ανάλογα με τον τύπο των δεδομένων, η υποστήριξη πολλών συνδέσεων ανάμεσα σε τμήματα δικτύων παρέχοντας με αυτό τον τρόπο

προστασία από βλάβες στις συνδέσεις και τέλος η επιλογή των δρομολογίων που γίνεται ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες κίνησης των πακέτων (Κωνσταντακόπουλος, Μήτσιου & Ψωμά, 2006).



Εικόνα 4.6: Δρομολογητής

4.5 Μεταγωγέας

Οι μεταγωγείς (switches) χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση πολλών συσκευών στο ίδιο δίκτυο εντός ενός κτιρίου ή ενός ευρύτερου χώρου. Για παράδειγμα, ένα switch μπορεί να συνδέει τους υπολογιστές, τους εκτυπωτές και τους διακομιστές, δημιουργώντας ένα δίκτυο κοινόχρηστων πόρων. Το switch εκτελεί χρέη ελεγκτή, επιτρέποντας στις συσκευές την κοινή χρήση πληροφοριών και την επικοινωνία μεταξύ τους. Μέσω της κοινής χρήσης πληροφοριών και της κατανομής πόρων, τα switches μπορούν να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση χρημάτων και στην αύξηση της παραγωγικότητας.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι switches: οι διαχειριζόμενοι μεταγωγείς και οι μη διαχειριζόμενοι μεταγωγείς. Πιο αναλυτικά, ένα μη διαχειριζόμενο switch χρησιμοποιείται από τους ειδικούς μόλις παραδοθεί από τον κατασκευαστή χωρίς να μπορούν να επέμβουν. Αντίθετα ένα διαχειριζόμενο switch, παρέχει δυνατότητα πρόσβασης και προγραμματισμού, προσφέροντας με αυτό το τρόπο στους χρήστες των μεταγωγών, εύκολη προσαρμογή και πρόσβαση των χρηστών στο δίκτυο (Γκλάβας, 2011).



Εικόνα 4.7: Μεταγωγέας

4.6 Καλωδιώσεις

Τα βασικότερα είδη καλωδίων που χρησιμοποιούνται για την εγκατάσταση των ασύρματων δικτύων, είναι καλώδια ρεύματος ή τροφοδοσίας, καλώδια δικτύου, ομοαξονικά θωρακισμένα καλώδια (Coaxial - RF) και Pigtail.

Συγκεκριμένα, για την τροφοδοσία χρησιμοποιείται καλώδιο τύπου PoE (Power over Ethernet) όπου συνδυάζεται στο ίδιο κέλυφος καλώδιο δικτύου (UTP ή FTP) με καλώδιο τροφοδοσίας (Εικόνα 4.8: Καλώδιο τύπου PoE) (Κωνσταντακόπουλος, κ.συν., 2006).



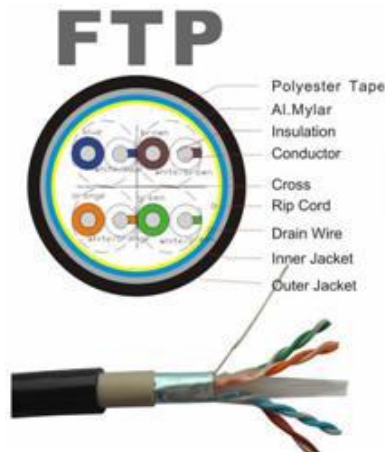
Εικόνα 4.8: Καλώδιο τύπου PoE

Τα καλώδια δικτύου που χρησιμοποιούνται για πιο κοντινές αποστάσεις είναι τα UTP (Unshielded Twisted Pair) και τα FTP (Foiled Twisted Pair). Πιο αναλυτικά, η καλωδίωση UTP περιλαμβάνει επτά διαφορετικούς τύπους καλωδίων, ανάλογα με τον ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων. Βέβαια, οι πιο δημοφιλείς στη χρήση είναι το cat 3 και το cat 5 (Εικόνα 4.9: Τύποι καλωδίων UTP). Το καλώδιο UTP δεν έχει θωράκιση ούτε γύρω από τα ζεύγη ούτε και γύρω από τη δέσμη.

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

Εικόνα 4.9: Τύποι καλωδίων UTP

Αντίθετα, τα FTP καλώδια, είναι κατάλληλα θωρακισμένα, συνήθως με επάργυρο συνθετικό φύλλο που περιτυλίγεται γύρω από το κάθε ζεύγος. Έχει μεγαλύτερη διάμετρο και είναι λιγότερο ελαστικό, αλλά έχει πολύ καλύτερες ηλεκτρικές ιδιότητες (Εικόνα 4.10: Καλώδιο FTP).



Εικόνα 4.10: Καλώδιο FTP

Βέβαια, υπάρχουν και τα ομοαξονικά καλώδια που χρησιμοποιούνται στο χώρο των δικτύων για την διασύνδεση κεραιών (Εικόνα 4.11: Ομοαξονικά καλώδια). Τα κύρια πλεονεκτήματά του σε σχέση με τα δισύρματα καλώδια είναι οι μεγάλες αποστάσεις που καλύπτει και οι υψηλές ταχύτητες μετάδοσης που υποστηρίζει. Αποτελείται από δύο αγωγούς: τον κεντρικό και τον εξωτερικό αγωγό. Ο κεντρικός αγωγός είναι από δύσκαμπτο σύρμα και περιβάλλεται από μονωτικό υλικό, ενώ ο εξωτερικός αγωγός είναι σε μορφή πλέγματος και περιβάλλει το μονωτικό υλικό. Εξωτερικά υπάρχει μονωτικό και προστατευτικό κάλυμμα.



Εικόνα 4.11: Ομοαξονικά καλώδια

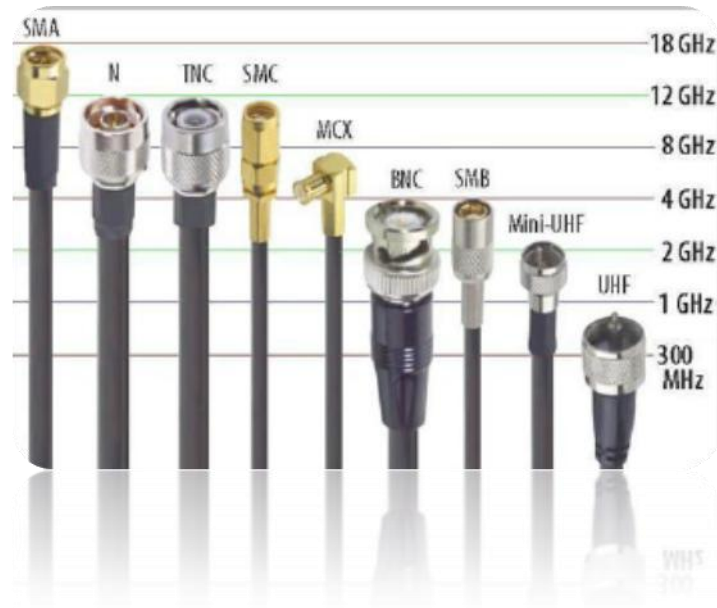
Ένα αρκετά σημαντικό καλώδιο που μεσολαβεί μεταξύ της κεραίας και της συσκευής WiFi, είναι το Pigtail καλώδιο (Εικόνα 4.12: Pigtail καλώδιο). Είναι ένα κοντό εύκαμπτο ομοαξονικό καλώδιο, περίπου 15-20cm που διαθέτει στις άκρες του συνδετήρες (Κωνσταντακόπουλος, κ.συν., 2006).



Εικόνα 4.12: Pigtail καλώδιο

4.7 Βύσματα

Προκειμένου να υλοποιηθεί η διασύνδεση ενός ασύρματου δικτύου, χρειάζονται ορισμένα βύσματα. Υπάρχουν βύσματα για τις καλωδιώσεις του δικτύου και βύσματα για τα ομοαξονικά καλώδια. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένα βύσματα για τα ομοαξονικά καλώδια ανάλογα με τις συχνότητες που υποστηρίζουν (Εικόνα 4.13: Βύσματα).



Εικόνα 4.13: Βύσματα

4.8 Κουτιά στέγασης

Το κουτί στέγασης, είναι ένα κουτί που περιλαμβάνει ολόκληρο τον ενεργό εξοπλισμό ώστε να προστατεύεται από τα καιρικά φαινόμενα. Τοποθετείται συνήθως κοντά στην κεραία ώστε να μειώνεται το μήκος του ομοαξονικού καλωδίου και κατά συνέπεια το κόστος και οι απώλειες. Κατασκευάζονται είτε από πλαστικό είτε από μέταλλο. Τα μεταλλικά κουτιά είναι πιο οικονομικά και θωρακίζουν τον εξοπλισμό από ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες. Όμως, έχουν μεγαλύτερο βάρος και η θερμοκρασία τους αυξάνεται όταν είναι εκτεθειμένα στον ήλιο. Το μέγεθος του κουτιού πρέπει να είναι ευρύχωρο, ώστε να μην αυξάνεται πολύ η θερμοκρασία στο εσωτερικό του και συνήθως επιλέγεται το διπλάσιο μέγεθος από τον εξοπλισμό που θα τοποθετηθεί στο εσωτερικό.

4.9 Λογισμικό διαχείρισης δικτύου

Προκειμένου να εκτελεστούν οι βασικές λειτουργίες ενός ασύρματου δικτύου, απαιτείται η χρήση λογισμικών που διαχειρίζεται το δίκτυο. Μερικά από τα βασικά

λογισμικά διαχείρισης των δικτύων είναι τα ακόλουθα: Mikrotik, RoamAD WNP, Antcor IkarusOS, Valemount Networks StarOS, WiliBox WILI-S, OpenWRT και ορισμένες εκδόσεις Linux. Ένα από τα πιο δημοφιλή λογισμικά είναι το Mikrotik. Αποτελεί ένα λειτουργικό αναπτυγμένο πάνω στο Linux και διαθέτει μια ποικιλία λειτουργικών χαρακτηριστικών και εργαλείων.

Κεφάλαιο 5^ο Ακτινοβολία και τρόποι προστασίας

5.1 Τι είναι ακτινοβολία

Η ακτινοβολία είναι μορφή ενέργειας, η οποία εκπέμπεται από κάποια πηγή και διαδίδεται στον χώρο με οριακά μεγάλη ταχύτητα. Κατά τη διάρκεια της ζωής μας, δεχόμαστε διαρκώς ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας από το φυσικό περιβάλλον, αλλά και από τεχνητές πηγές. Η επίδρασή της στον ανθρώπινο οργανισμό είναι άλλοτε ευεργετική και άλλοτε επιβλαβής, πράγμα που εξαρτάται από το είδος, την ένταση και την ενέργεια που μεταφέρει. Βασιζόμενοι στις αισθήσεις μας, μπορούμε να αντιληφθούμε μόνο ένα μικρό μέρος του φάσματος των ακτινοβολιών, το οποίο περιορίζεται στο ορατό φως και στις υπέρυθρες ακτινοβολίες, που αντιλαμβανόμαστε μέσω της θερμότητας.

Η ακτινοβολία διακρίνεται σε ιοντίζουσα και μη ιοντίζουσα:

Ιοντίζουσα: Προκαλεί διάσπαση του γενετικού υλικού και, όταν ξεπεραστούν τα επιτρεπτά όριά της, παρουσιάζονται βιολογικές βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό. Αυτού του είδους την ακτινοβολία δεν τη δεχόμαστε μόνο από τις ακτινοδιαγνωστικές εξετάσεις (ακτινογραφίες, μαστογραφίες, αξονικές τομογραφίες), αλλά επίσης και από το φυσικό περιβάλλον – δηλαδή, από το έδαφος, το νερό και την ατμόσφαιρα, τα οποία περιέχουν φυσικά ραδιενεργά στοιχεία, όπως το ραδόνιο και το ουράνιο. Επιπλέον, είμαστε εκτεθειμένοι και στην κοσμική ακτινοβολία, η οποία προέρχεται από τον ήλιο και από άλλες αστρικές πηγές. Η τροφή μας επίσης αποτελεί μια φυσική πηγή πρόσληψης ραδιενεργών στοιχείων, όπως είναι το κάλιο, το οποίο είναι απαραίτητο μέταλλο για κάθε οργανισμό.

Μη ιοντίζουσα: Είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε συχνότητες που μεταφέρουν σχετικά μικρή ενέργεια, η οποία δεν είναι ικανή να προκαλέσει ιοντισμό, μπορεί όμως να επιδράσει στον οργανισμό, ευεργετικά ή επιβλαβώς. Μη ιοντίζουσα είναι η ακτινοβολία που εκπέμπεται από κάθε ηλεκτρική συσκευή, από τις πρίζες, την τηλεόραση, το ραδιόφωνο, το κινητό και το ασύρματο τηλέφωνο, από τους φούρνους μικροκυμάτων κτλ.

5.2 Ακτινοβολίες ασύρματων συσκευών και δικτύων

Αρκετές φορές έχει τεθεί το ερώτημα εάν υπάρχουν επιπτώσεις στην υγεία από την ακτινοβολία των ασύρματων μόντεμ, τηλεφώνων, tablet και laptop. Τα ασύρματα τηλέφωνα που έχουν επικρατήσει στην αγορά είναι τύπου DECT (= Digital Enhanced Cordless Telecommunications) και εκπέμπουν συνήθως σε συχνότητα 1900MHz. Το ακουστικό του ασύρματου τηλεφώνου εκπέμπει ακτινοβολία μόνο την ώρα που μιλάτε, ενώ οι βάσεις εκπέμπουν συνεχώς δημιουργώντας συνήθως την μεγαλύτερη επιβάρυνση. Σύμφωνα με έρευνες τα ασύρματα τηλέφωνα ευθύνονται για το 23% της καθημερινής μας έκθεσης σε τεχνητές ασύρματες ακτινοβολίες. Η ισχύς των βάσεων κυμαίνεται ανάλογα με το μοντέλο τηλεφώνου. Μια τυπική μέγιστη τιμή ισχύος είναι ~250mW λόγω των ισχυρών περιοδικών παλμών (αντίστοιχα για ένα κινητό τηλέφωνο $\max=2W$ για GSM) (Frei et.al, 2009).

Ο δεύτερος πιο συχνός τύπος κεραίας μέσα στα σπίτια είναι το μόντεμ του ασύρματου ίντερνετ (ή αλλιώς ασύρματο ρούτερ ή Wi-Fi ή WLAN = Wireless Local Area Network). Τα ασύρματα μόντεμ -ρούτερ εκπέμπουν συνεχώς ακτινοβολία συχνότητας συνήθως 2400 MHz και η ισχύς τους κυμαίνεται ανάλογα με το μοντέλο. Μια τυπική μέγιστη τιμή ισχύος είναι τα 100mW.

Δυστυχώς αυτό που δεν έχουν συνειδητοποιήσει οι περισσότεροι είναι ότι κεραίες Wi-Fi διαθέτουν και τα desktop, laptop, tablet και κινητά για να συνδεθούν ασύρματα με τα μόντεμ ρούτερ. Αυτές είναι χαμηλότερης μέν ισχύος από τις κεραίες των ασύρματων τηλεφώνων και μόντεμ ρούτερ, ωστόσο η οφειλόμενη σε αυτά έκθεση σε ασύρματες ακτινοβολίες είναι συνήθως μεγαλύτερη λόγω της μικρότερης απόστασης τους από το σώμα μας.

Τα δίκτυα Wi-Max είναι ασύρματα δίκτυα με πολύ μεγαλύτερη εμβέλεια από τα αντίστοιχα Wi-Fi. Κεραίες Wi-Max εγκαθίστανται από τις εταιρείες τηλεπικοινωνιών σε διάφορα σημεία σε κατοικημένες περιοχές για να παρέχουν ασύρματο ίντερνετ σε ολόκληρες πόλεις ή τμήματα πόλεων (εμβέλεια συνήθως >30χλμ). Οι συνδρομητές υπηρεσιών WiMax θα μπορούν να έχουν ασύρματη σύνδεση στο ίντερνετ σε όποιες περιοχές καλύπτονται, ωστόσο την ακτινοβολία των κεραιών θα την δέχονται και οι μη συνδρομητές. Ήδη κεραίες Wimax έχουν εγκατασταθεί σε Αττική και Θεσσαλονίκη για να καλύψουν περιοχές όπου οι εταιρείες έχουν ελλιπή ενσύρματα

δίκτυα χαλκού ή οπτικών ινών, καθώς το κόστος εγκατάστασης WiMax είναι πολύ πιο οικονομικό για τις εταιρείες.

5.3 Ποιες οι επιπτώσεις της ακτινοβολίας στην υγεία

Αν και δεν έχουν γίνει πολλές έρευνες στις επιπτώσεις από τις ακτινοβολίες που εκπέμπουν τα ασύρματα τηλέφωνα και μόντεμ θεωρείται πιθανό ότι μακροπρόθεσμα μπορεί να προκαλέσουν συμπτώματα αντίστοιχα με τις υπόλοιπες περισσότερο μελετημένες ασύρματες ακτινοβολίες (υψηλών συχνοτήτων). Να σημειωθεί ότι οι ακτινοβολίες των ασύρματων τηλεφώνων και μόντεμ είναι παλμικού τύπου και θεωρούνται βιολογικά πιο ισχυρές σε σχέση με τα αναλογικού τύπου σήματα (π.χ. ραδιοτηλεοπτικές κεραίες κλπ). Το συμπέρασμα της επιστημονικής ομάδας BioInitiative Working Group, που έλαβε υπόψη πάνω από 2000 έρευνες στο θέμα των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών ήταν ότι:

«Υπάρχουν σημαντικά επιστημονικά στοιχεία που δείχνουν ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία παλμικής διαμόρφωσης μπορεί να έχουν επιπτώσεις υγείας, με μακροχρόνια έκθεση σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Τα τωρινά όρια έχουν αγνοήσει την διαμόρφωση του κύματος σαν παράγοντα των επιπτώσεων στον άνθρωπο και γι' αυτό είναι ανεπαρκή για την προστασία του κοινού από την χρόνια έκθεση σε μορφές παλμικά διαμορφωμένων σημάτων» (Cornado, Ariela, Cesar & Gustavo, 2012). Τα επίπεδα έκθεσης στις ακτινοβολίες των ασύρματων τηλεφώνων και μόντεμ μέσα στα σπίτια συχνά είναι μεγαλύτερα από αυτά που συναντώνται σε κατοικίες απέναντι από κεραίες κινητής τηλεφωνίας.

Μερικές επιπτώσεις από την έκθεση του ανθρώπου στην ακτινοβολία είναι οι ακόλουθες:

- Ο κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου του εγκεφάλου είναι 220% μεγαλύτερος στους πάνω από δεκαετία χρήστες ασύρματων τηλεφώνων και 440% μεγαλύτερος όταν μιλάνε κρατώντας το τηλέφωνο κυρίως από τη ίδια πλευρά του κεφαλιού (Hardell, Mild, Carlberg, & Soderqvist, 2006).
- Η έρευνα της Magda Havas δείχνει ότι η ακτινοβολία από τις βάσεις ασύρματων τηλεφώνων προκαλεί ταχυκαρδία και αρρυθμίες.
- Για τις κεραίες Wi-Fi των laptops υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι επηρεάζουν την ανδρική γονιμότητα, λόγω της κοντινής επαφής με την

περιοχή των γεννητικών οργάνων. Πρόσφατη έρευνα (Avendano, Mata, Sanchez & Doncel, 2012) έδειξε σημαντική μείωση της κινητικότητας των σπερματοζωαρίων και του κατακερματισμού του DNA του σπέρματος αντρών μετά την 4ωρη χρήση laptop συνδεδεμένου ασύρματα με το ίντερνετ.

- Οι ακτινοβολίες από τα ασύρματα τηλέφωνα και τα δίκτυα Wi-Fi σχετίζονται και με την πρόκληση ηλεκτροϋπερευαισθησίας: αλλεργικές αντιδράσεις στις τεχνητές ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες, με συμπτώματα όπως δερματικά εξανθήματα, ξηρότητα στα μάτια και την στοματική κοιλότητα, διόγκωση ιγμόρειων, βουητό στα αυτιά, ναυτία, ημικρανίες κ.α.

5.4 Τρόποι προστασίας από ακτινοβολίες ασύρματων συσκευών και κεραιών

5.4.1 Κεραίες Κινητής Τηλεφωνίας

Οι κεραίες κινητής τηλεφωνίας (σταθμοί βάσης) ακτινοβολούν συνεχώς. Είναι εγκατεστημένες στις οροφές κατοικιών και χώρων εργασίας ή σε υψώματα (κυρίως δίπλα σε δρόμους μεγάλης κυκλοφορίας, σε κτίρια του ΟΤΕ, της Cosmote, της Vodafone και της Wind, σε κτίρια εταιρειών, εργοστάσια κ.α.) . Υπάρχουν παντού - όσο πιο πυκνοκατοικημένη η περιοχή, τόσο περισσότερες οι κεραίες. Επιβαρύνονται περισσότερο τα δωμάτια που έχουν οπτική επαφή με τις κεραίες. Οι κεραίες κινητής τηλεφωνίας είναι πολύ συχνά καμουφλαρισμένες σαν θερμοσίφωνες, διαφημιστικές πινακίδες, καμινάδες, μέσα σε καμπαναριά κ.α.

Αν το κινητό σας τηλέφωνο έχει χαμηλό σήμα στο σπίτι σας, αυτό σημαίνει ότι ο πάροχος σας (Cosmote ή Vodafone ή Wind) δεν έχει κεραία κοντά σας ή δεν φτάνει το σήμα του στο χώρο σας. Ωστόσο μπορεί να υπάρχει δίπλα σας κεραία από τους άλλους 2 πάροχους. Μπορείτε να διαπιστώσετε αν υπάρχουν υπερβάσεις των ορίων ασφαλείας εξαιτίας των κεραιών κινητής τηλεφωνίας της περιοχής σας (εμφανών και μη) χρησιμοποιώντας ένα Μετρητή Ακτινοβολίας Υψηλών Συχνοτήτων ή ζητώντας τον Έλεγχο Ηλεκτρομαγνητικής Επιβάρυνσης του σπιτιού ή του χώρου εργασίας σας. Πιο οικονομική λύση για τη μέτρηση ακτινοβολίας από κεραίες, αποτελεί η ενοικίαση του μετρητή Gigahertz HF38B . Ο εντοπισμός των πιο επιβαρυνμένων σημείων θα σας βοηθήσει να μετακινήσετε το κρεβάτι, το καθιστικό ή το γραφείο σας μακριά από τα σημεία υψηλών τιμών ασύρματης ακτινοβολίας (wireless hotspots).

Απλές λύσεις προστασίας από τις ασύρματες ακτινοβολίες προσφέρουν σήμερα και τα σύγχρονα υλικά ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης που ανακλούν τις ασύρματες ακτινοβολίες σε ποσοστό $> 99\%$. Δεδομένου ότι τα τζάμια είναι τα σημεία διείσδυσης του μεγαλύτερου ποσοστού εξωτερικών ασύρματων ακτινοβολιών, η μεγαλύτερη μείωση στις ακτινοβολίες από κεραία κινητής τηλεφωνίας μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση αυτοκόλλητης μεμβράνης ή κουρτίνας ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης στα παράθυρα και τις μπαλκονόπορτες του σπιτιού (ειδικά σε αυτά που βλέπουν προς την κεραία). Επίσης οι τοίχοι των κτιρίων εμποδίζουν ένα μέρος της εξωτερικής ασύρματης ακτινοβολίας ανάλογα με το πάχος τους και το είδος του δομικού υλικού. Θωρακίζοντας τοίχους και οροφές εσωτερικά ή εξωτερικά με μπογιά ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης ή με πλέγμα ανοξείδωτου χάλυβα μπορούμε να επιτύχουμε ακόμη μεγαλύτερη μείωση των ακτινοβολιών στο χώρο. Πρακτική λύση, τουλάχιστον για το χώρο του υπνοδωματίου, αποτελούν οι κουνουπιέρες ηλεκτρομαγνητικής θωράκισης, οι οποίες δεν αφήνουν να διεισδύσει η ακτινοβολία από καμία κατεύθυνση, εξασφαλίζοντας την ελάχιστη διατάραξη του ύπνου σας από τωρινές αλλά και μελλοντικές πηγές ασύρματης ακτινοβολίας.

5.4.2 Ασύρματο ίντερνετ (WI-FI ή WLAN)

Το ασύρματο μόντεμ-ρούτερ που χρησιμοποιείτε για να συνδεθείτε στο ίντερνετ ακτινοβολεί συνεχώς, ανεξάρτητα από το αν έχετε ενεργοποιήσει τον υπολογιστή, το λάπτοπ ή το κινητό σας. Οπότε:

- Απενεργοποιήστε την ασύρματη λειτουργία του μόντεμ –ρούτερ σας (συνήθως πατώντας κάποιο κουμπί - ρωτήστε τον κατασκευαστή του αν δεν γνωρίζετε πως) και χρησιμοποιείτε καλώδιο δικτύου (ethernet) για να συνδέσετε τον υπολογιστή σας.
- Σε περίπτωση μη απενεργοποίησης της ασύρματης λειτουργίας του μόντεμ ρούτερ, τοποθετήστε το όσο το δυνατόν πιο μακριά από χώρους όπου περνάτε πολύ χρόνο και κλείνετε το μόντεμ τουλάχιστον κατά τις βραδινές ώρες.
- Εναλλακτικά χρησιμοποιείτε το σύστημα σύνδεσης στο διαδίκτυο που αποκαλείται Broadband over power lines (BPL) ή power-line Internet (βάζετε έναν αντάπτορα Powerline σε μια πρίζα και τον συνδέετε με το router και τους υπόλοιπους αντάπτορες Powerline σε πρίζες των απομακρυσμένων δωματίων που θέλετε να έχετε ίντερνετ και τις συνδέετε με τους εκεί H/Y ή λάπτοπ).

5.4.3 Ασύρματα Τηλέφωνα

Το ακουστικό του ασύρματου τηλεφώνου ακτινοβολεί μόνο την ώρα που μιλάτε ενώ η βάση του ασύρματου τηλεφώνου ακτινοβολεί συνεχώς.

Αντικαταστήστε το ασύρματο τηλέφωνο σας με ενσύρματο ή έστω με ένα ασύρματο τηλέφωνο μηδενικής ακτινοβολίας (σε κατάσταση αναμονής), η βάση του οποίου εκπέμπει ακτινοβολία μόνο όταν πραγματοποιείτε κλήσεις.

Σε περίπτωση μη αντικατάστασης του ασύρματου τηλεφώνου, τοποθετήστε το όσο το δυνατόν πιο μακριά από χώρους όπου περνάτε πολύ χρόνο και κυρίως από το υπνοδωμάτιο.

Κατά τη διάρκεια των κλήσεων ενεργοποιείτε την ανοιχτή ακρόαση και τοποθετείτε το ακουστικό όσο το δυνατόν πιο μακριά από το σώμα σας.

Κεφάλαιο 6^ο Μελέτη περίπτωσης: Εγκατάσταση ασύρματου δικτύου στην περιοχή Διάσελλο Άρτας

6.1 Γεωγραφία περιοχής και πληθυσμός

Το Διάσελλο είναι ένα χωριό που ανήκει στον νομό Άρτας. Συγκεκριμένα, ανήκει στον δήμο Γεωργίου Καραϊσκάκη όπου έδρα του δήμου είναι η Άνω Καλεντίνη (Εικόνα 5.1: Γεωγραφική απεικόνιση Διασέλλου). Το Διάσελλο έχει υψόμετρο 553 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, σε γεωγραφικό πλάτος 39,1884609631 και γεωγραφικό μήκος 21,1354522114, ενώ απέχει 19 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά από την πόλη της Άρτας. Η τοπική κοινότητα του Διασέλλου περιλαμβάνει έξι περιοχές: το Διάσελλο, τη Κάτω Καρυά, τα Κοκκινοπηλιά, την Λάκκα, την Παναγιά και τα Προσήλια.

Ο πληθυσμός της κοινότητας αυτής περιλαμβάνει 562 κατοίκους, ενώ στο χωριό Διάσελλο κατοικούν 483 άτομα. Οι ομάδες ατόμων είναι ως εξής ηλικία από 0-9 άτομα 19, από 10-19 άτομα 42, από 20-29 άτομα 47, από 30-39 άτομα 53, από 40-49 άτομα 64, από 50-59 άτομα 70, από 60-69 άτομα 78, 70+ άτομα 110. Το 90 % του πληθυσμού του Διασέλλου είναι μόνιμοι κάτοικοι.

6.2 Ανάγκες που εξυπηρετεί

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία που είδαμε προέκυψε η ανάγκη για ελεύθερο wifi για την εξυπηρέτηση του πληθυσμού για να καλύψουν τις ανάγκες τους όπως ο αγροτικός γιατρός να έχει ίντερνετ για να γράφει φάρμακα, όπως στους χώρους εστίασης να μπορεί ο άλλος να απολαμβάνει τον καφέ του ή το φαγητό και να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες(e-banking),όπως στον τουρισμό ακόμα, σε δημόσιες εγκαταστάσεις όπως σε σχολεία, κερπ δήμου κ.α.



Εικόνα 6.1: Γεωγραφική απεικόνιση Διασέλλου

6.3 Μελέτη για την εγκατάσταση ασύρματου δικτύου

Για την μελέτη εγκατάστασης του ασύρματου δημόσιου δικτύου εντός του Διασέλλου, πραγματοποιήθηκε έρευνα ώστε να μελετηθεί ο χώρος και τα σημεία που επιθυμούσαν να έχουν άμεση πρόσβαση στο δίκτυο. Έτσι λοιπόν τα κυριότερα σημεία που παρουσιάζουν την υψηλότερη συγκέντρωση είναι το δημαρχείο του Δήμου Γεώργιου Καραϊσκάκη, στον Ιερό Ναό Αγίου Κοσμά Αιτωλού, στα σχολεία που οι εγκαταστάσεις βρίσκονται δίπλα ακριβώς από την εκκλησία που προαναφέρθηκε, καθώς επίσης στο εστιατόριο και στις καφετέριες της περιοχής, όπως απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 5.2: Γεωγραφική απεικόνιση των σημείων εγκατάστασης ασύρματου δικτύου).

Έλαβα σοβαρά υπόψιν τα προβλήματα που δημιουργεί η ακτινοβολία τέτοιων σημάτων στην υγεία και έτσι η επιλογή των υλικών αλλά και των θέσεων που θα τοποθετηθούν έγινε όσο το δυνατόν καλύτερα.

Επίσης οι θέσεις που διάλεξα να τοποθετηθούν οι κεραίες πέρα από τη διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας έγινε και για λόγους οικονομικούς. Διάλεξα χώρους που ανήκουν στον δήμο ή στην επιμέλεια του δήμου, όπως το δημαρχείο, η

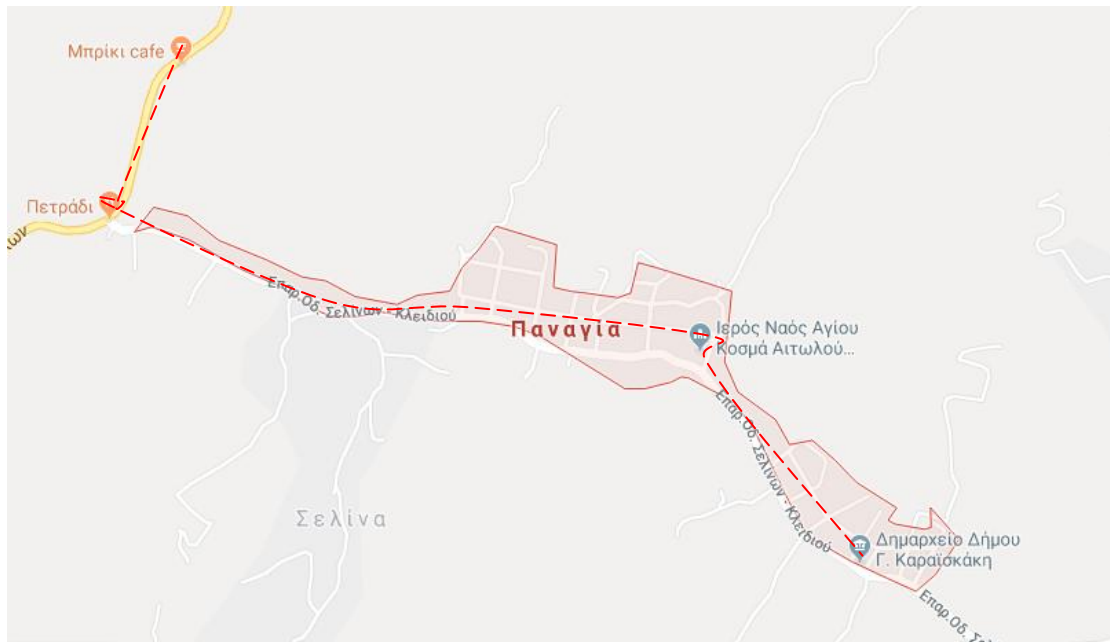
εκκλησία(παρεκκλήσι) και η δεξαμενή(διασταύρωση). Αυτό το επέλεξα σκοπίμως για την αποφυγή την αύξηση του κόστους, γιατί χρησιμοποιούμε τις δημοτικές εγκαταστάσεις ή τους χώρους που έχει την επιμέλεια ο δήμος και δεν χρειάζεται να καταβάλλει ενοίκιο. Επίσης υπάρχει παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και δεν χρειάζεται κάποια άλλη διαδικασία(καινούργια γραμμή ηλεκτρικής ενέργειας στην περίπτωση που δεν υπήρχε) που θα ανέβαζε το κόστος κατά πολύ.



Εικόνα 6.2: Γεωγραφική απεικόνιση των σημείων εγκατάστασης ασύρματου δικτύου

6.4 Σχεδιασμός δικτύου

Έπειτα από μελέτη της περιοχής, κρίνεται απαραίτητο η εγκατάσταση του κεντρικού σταθμού διασύνδεσης με το διαδίκτυο να πραγματοποιηθεί στο κτήριο του Δημαρχείου της περιοχής, οπότε όλα τα σημεία που επιθυμούν να έχουν πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο θα έχουν ως σημείο εκκίνησης το δημαρχείο. Όπως απεικονίζεται στην ακόλουθη εικόνα παρατηρείται ο σχεδιασμός του δικτύου, σύμφωνα πάντα με τα σημεία ενδιαφέροντος που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη ενότητα (Εικόνα 5.3: Σχεδιασμός δικτύου περιοχής στα σημεία ενδιαφέροντος).



Εικόνα 6.3: Σχεδιασμός δικτύου περιοχής στα σημεία ενδιαφέροντος

6.5 Απαιτούμενος εξοπλισμός

Σε κάθε σημείο που επιθυμείται η ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο, θα πρέπει να τοποθετηθεί μία κεραία Omni (Pacific Wireless PAWOD24-12PF, 2,4GHz, 12 dBi) η οποία θα εκπέμπει μέσω συσκευής TW-AP54BG (Wireless Access Point, 54Mbps, 802.11b/g, for Point to Point and Point to Multipoint communication).

Σε όσες περιπτώσεις θα χρειαστεί να εγκατασταθούν περισσότερα hotspots, η επικοινωνία των κόμβων θα πραγματοποιείται με τη βοήθεια παραβολικής κεραίας TW-ANT90DP (Parabolic Grid Antenna 32 dBi) και η οποία θα δρομολογείται μέσω της συσκευής TW-BR90A (Wireless Client, 90Mbps, 802.11a, for Point to Point and Point to Multipoint Communication). Για την τοποθέτηση του ενεργού εξοπλισμού θα χρησιμοποιηθεί κιβώτιο στέγασης. Ο παραπάνω εξοπλισμός θα τοποθετηθεί σε ιστούς Φ40, πάχους 1.25mm, ενώ το ύψος θα καθοριστεί από το σημείο τοποθέτησης. Η διασύνδεση των συσκευών θα γίνεται με καλώδιο UTP TIA/EIA 568B, ενώ στο κεντρικό σημείο διανομής (Δημαρχείο) θα εγκατασταθεί ένα Ethernet Switch CISCO SRW208 8PORT 10/100+2GB POE MANAGED. Η παρακολούθηση των επιμέρους δικτύων θα γίνεται μέσω του Captive Portal της Mikrotik που υποστηρίζει πολλών ειδών πρωτόκολλα. Τέλος για την ορθή λειτουργία του συστήματος, αλλά και για την

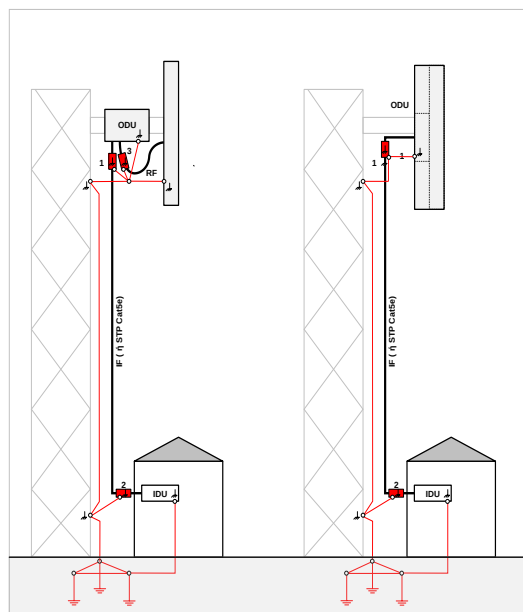
συνεχή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, θα τοποθετηθεί σε κάθε σημείο ένα UPS 1000VA.



Εικόνα 6.4: κεραία ligoptp 5-23 rapidfire

6.6 Αντικεραυνική προστασία

Απαραίτητος συνεπώς όρος για την αντικεραυνική προστασία είναι ο ορθός συνδυασμός των αντικεραυνικών διατάξεων και της καλής γείωσης. Η αντικεραυνική προστασία πρέπει να υλοποιηθεί με τον τρόπο που περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 6.5: Αντικεραυνική προστασία

Στο σχήμα φαίνεται ένα τυπικό παράδειγμα αντικεραυνικής προστασίας α) για την περίπτωση όπου υπάρχει καλώδιο RF μεταξύ της εξωτερικής μονάδας και της κεραίας και β) για την περίπτωση όπου κεραία και εξωτερική μονάδα είναι ενσωματωμένα σε ένα σύστημα. Και στις δύο περιπτώσεις υπάρχουν δύο αντικεραυνικές διατάξεις (lightning protectors 1 και 2), εν σειρά με το καλώδιο σύνδεσης της εσωτερικής μονάδας με την εξωτερική ραδιομονάδα, ένας κοντά στην ραδιομονάδα και ο άλλος στην είσοδο του καλωδίου στον οικίσκο.

Στην πρώτη περίπτωση, για μεγαλύτερη ασφάλεια προστίθεται ακόμη μία αντικεραυνική διάταξη εν σειρά με το καλώδιο RF.

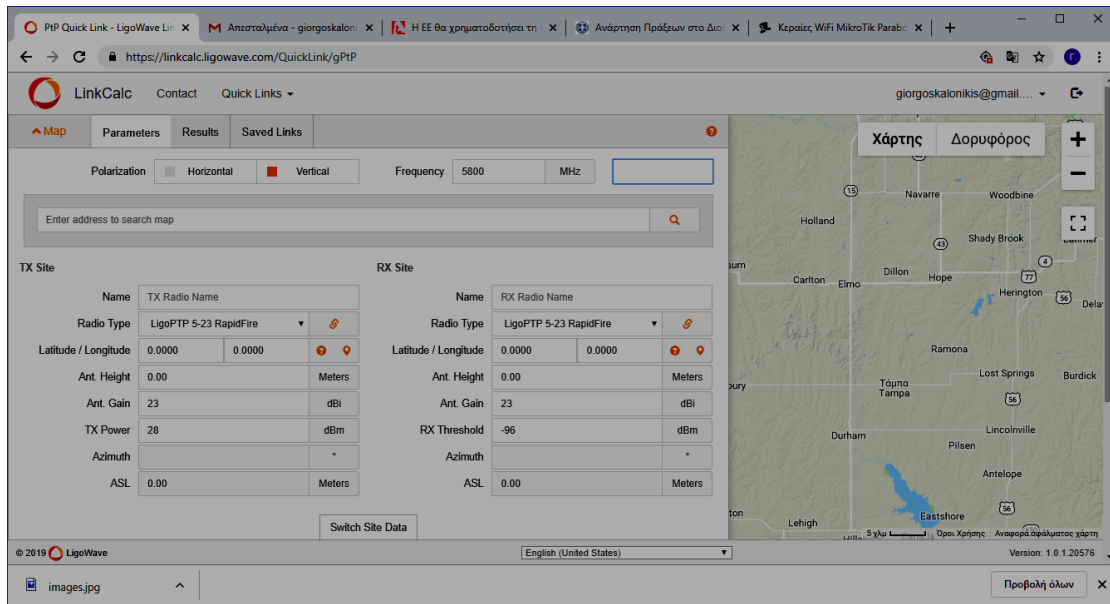
Ο τύπος του καλωδίου (RF, IF ή STP) και των συνδέσμων του καθορίζει και τον τύπο της αντικεραυνικής διάταξης (στο σχήμα φαίνονται τυπικές διατάξεις για RF, STP και IF καλώδιο). Είναι επιθυμητό να χρησιμοποιηθούν αντικεραυνικές διατάξεις οι οποίες προτείνονται (ή τουλάχιστον είναι αποδεκτές) από τον κατασκευαστή των συστημάτων.

- Σε κάθε περίπτωση οι αντικεραυνικές διατάξεις πρέπει να επιτρέπουν τη φυσιολογική διέλευση όλων των πολυπλεγμένων σημάτων (RF, IF, Control, Network, Power) των συστημάτων, και να εισάγουν μικρές απώλειες (insertion loss) ($<0,3\text{dB}$ στα $5,4\text{GHz}$).

6.7 Μελέτη ασυρμάτου δικτύου

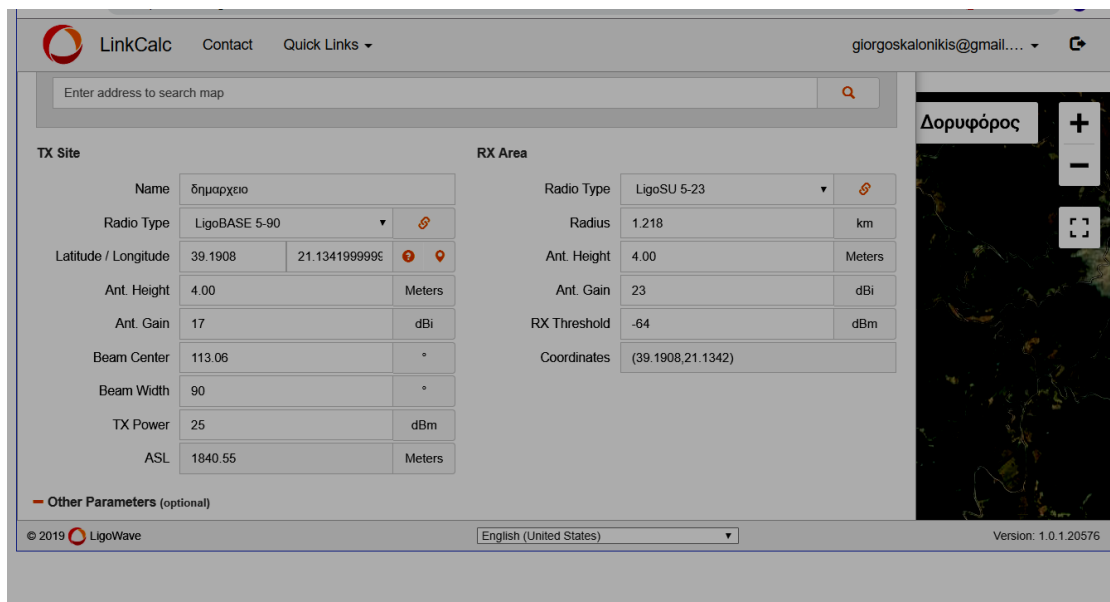
Παρακάτω θα δούμε ένα ένα τα βήματα για την μελέτη του δικτύου που θα εγκαταστήσουμε. Για την μελέτη θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα LinkCalc <https://linkcalc.ligowave.com/>. όπου δημιούργησα έναν προσωπικό λογαριασμό.

Παρακάτω βλέπουμε το περιβάλλον του προγράμματος:



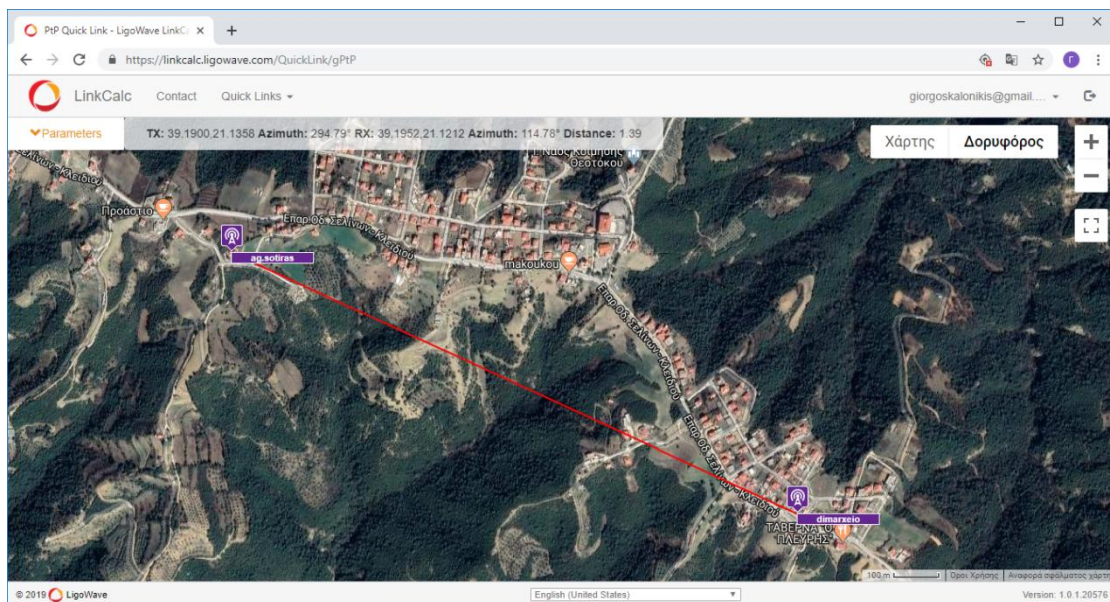
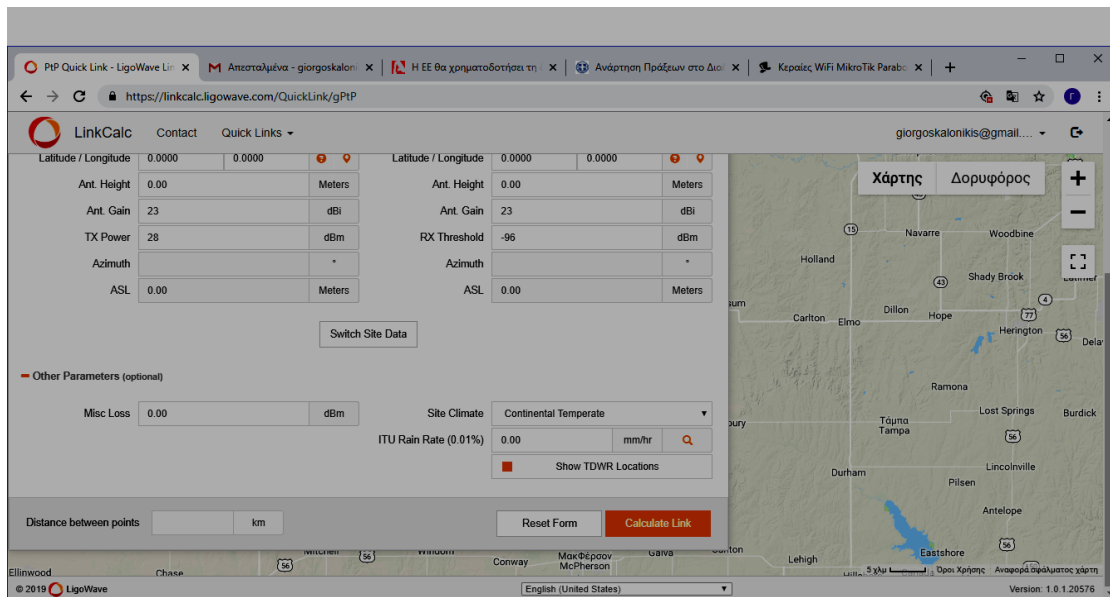
Εικόνα 6.6: Περιβάλλον προγράμματος

Πρώτο βήμα εισάγουμε τις συντεταγμένες του σημείου του δημαρχείου όπου και είναι η αφετηρία του δικτύου μας και την απόσταση που θα είναι ο άλλος αναμεταδότης καθώς και τα ύψη των κεραιών που θα τοποθετηθούν.

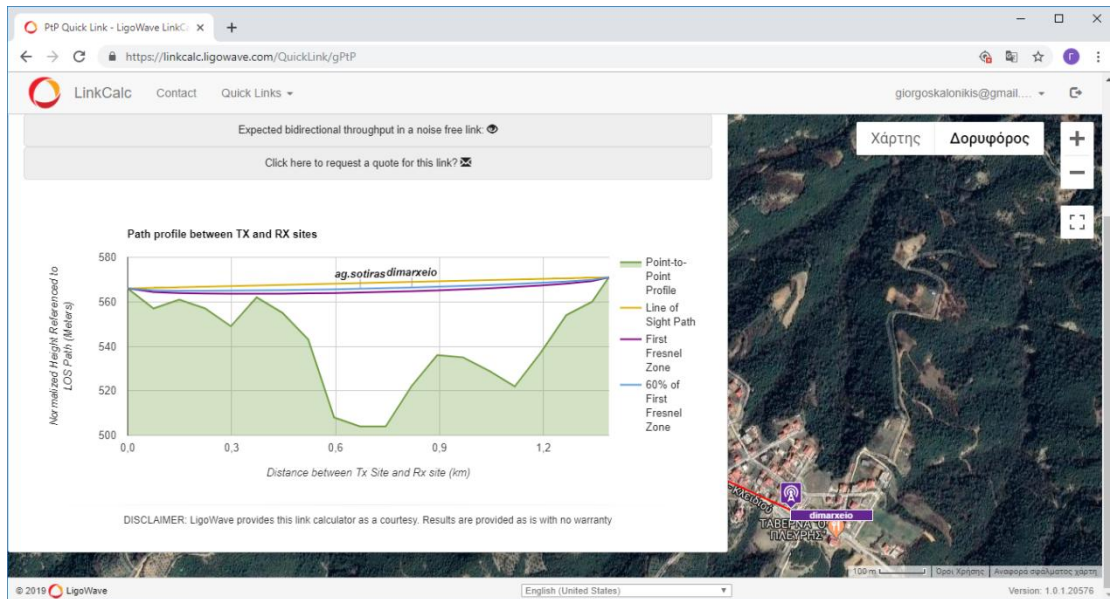


Εικόνα 6.7: Εισαγωγή συντεταγμένων για την τοποθέτηση δικτύου

Δεύτερο βήμα κάνουμε την προσομοίωση και σχηματίζεται η ζεύξη μεταξύ των δυο σημείων και πως επηρεάζει το υψόμετρο κ το έδαφος.



Εικόνα 6.8: Ολοκλήρωση προσομοίωσης και σχηματισμός ζεύξης



Εικόνα 6.9: Αποστάσεις μεταξύ των δύο σημείων Αγ. Σωτήρας - Δημαρχείο

Τρίτο βήμα επιλέγουμε πάνω στη μπάρα Quick Links -> PtMP και μας εμφανίζει την ποιότητα του σήματος που θα έχουμε ανάλογα τα εμπόδια, τη μορφολογία του εδάφους καθώς και την εξασθένηση του σήματος λόγω της απόστασης.

LinkCalc

Quick Links

PTP Mode

PtMP Mode

PIMPC Mode

CCTV Calculator

Frequency: 5800 MHz

Metric

Enter address to search map

TX Site

Name: TX Radio Name

Radio Type: LigoPTP 5-23 RapidFire

Latitude / Longitude: 0.0000 0.0000

Ant. Height: 0.00 feet

Ant. Gain: 23 dBi

TX Power: 28 dBm

Azimuth: *

ASL: feet

RX Site

Name: RX Radio Name

Radio Type: LigoPTP 5-23 RapidFire

Latitude / Longitude: 0.0000 0.0000

Ant. Height: 0.00 feet

Ant. Gain: 23 dBi

RX Threshold: -96 dBm

Azimuth: *

ASL: feet

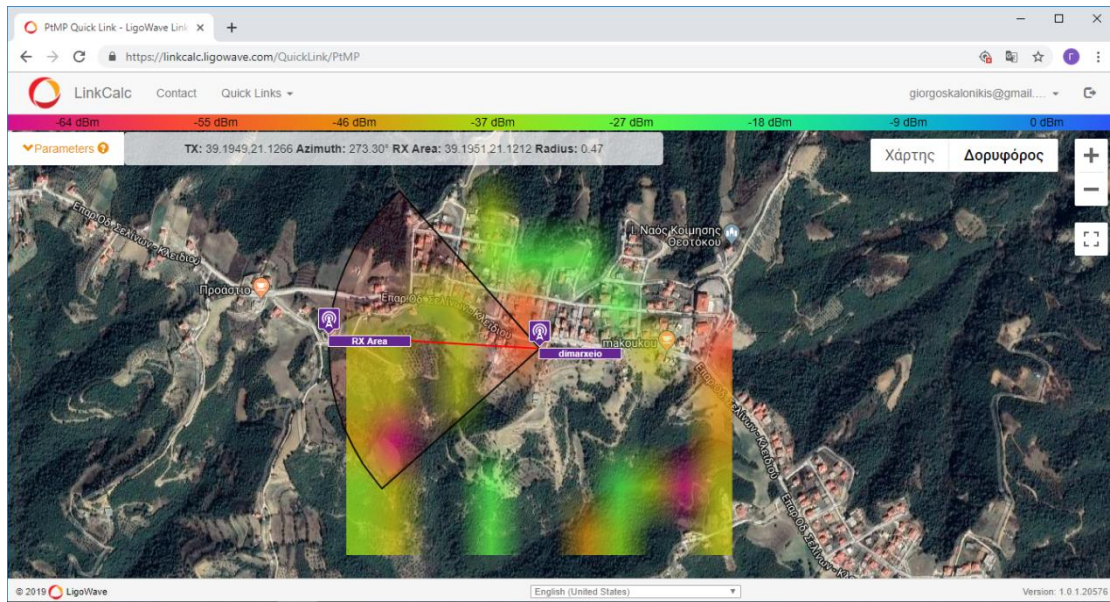
Switch Site Data

English (United States)

Version: 1.0.1.20576

Εικόνα 6.10: Επιλογή PtMP από το μενού

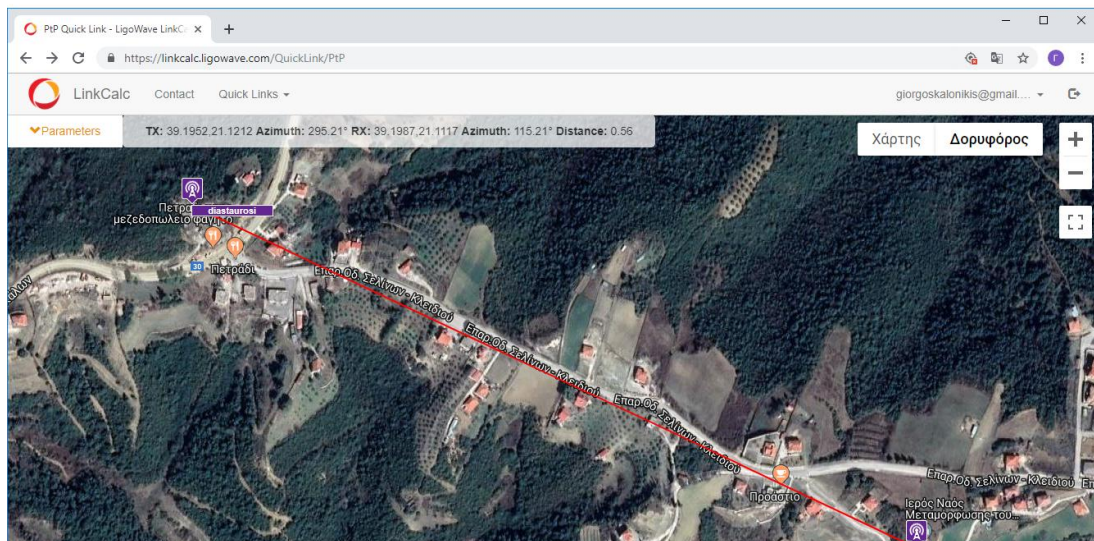
Εδώ βλέπουμε την ποιότητα του σήματος που όσο ανοιχτόχρωμο είναι το σήμα τόσο ισχυρό και καλής ποιότητας είναι.



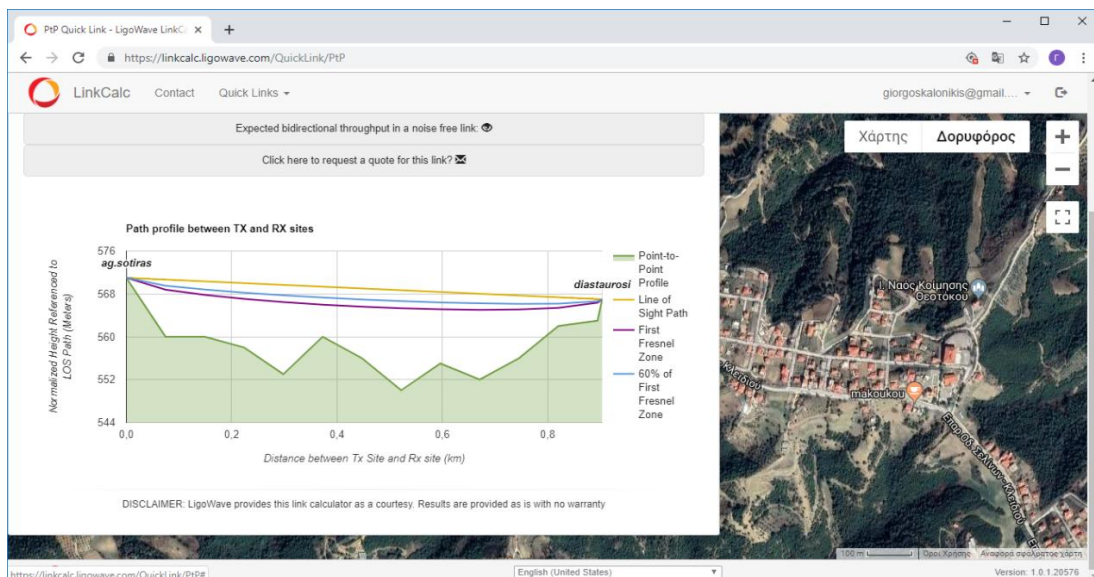
Εικόνα 6.11: Η ποιότητα του σήματος

Τώρα όμως για να έχουμε κάλυψη σε όλο το χωριό πρέπει να κάνουμε αναμετάδοση του σήματος και από τη θέση Άγιος Σωτήριος που είναι η εκκλησία, ώστε να πετύχουμε την κάλυψη γιατί αλλιώς είναι αδύνατον λόγω της γεωμορφολογίας του εδάφους. Παρακάτω βλέπουμε τα βήματα από την αρχή, αλλά για τα άλλα σημεία.

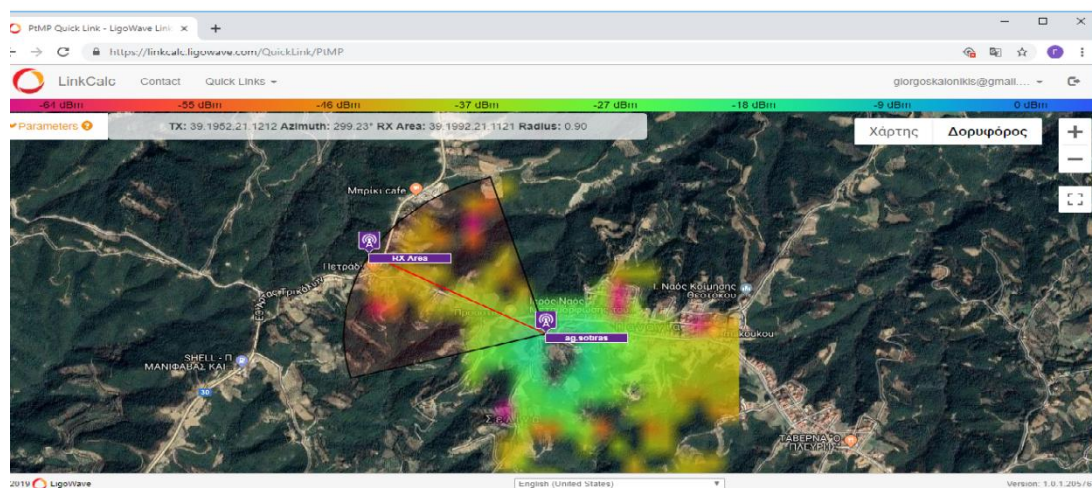
Εικόνα 6.12: Εισαγωγή συντεταγμένων για την τοποθέτηση κεραίας



Εικόνα 6.13: Ολοκλήρωση προσομοίωσης και σχηματισμός ζεύξης



Εικόνα 6.14: Αποστάσεις μεταξύ των δύο σημείων Αγ. Σωτήρας - Διασταύρωση



Εικόνα 6.15: Η διαδικασία αναμετάδοσης του σήματος σε άλλα σημεία-κάλυψη

Τέλος, βλέπουμε ότι όλη η περιοχή θα έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Τα σημεία που επιλέχθηκαν, επιλέχθηκαν έτσι ώστε να αποφευχθεί η έκθεση της ακτινοβολίας ή έστω να μειωθεί πάρα πολύ για να μην είναι επιβλαβές για τους ανθρώπους που ζουν εκεί ή που επισκέπτονται του χώρους. Εδώ προσπαθήσαμε να δημιουργήσουμε ένα ασφαλές για την υγεία ασύρματο δίκτυο.

6.8 Εγκατάσταση ασύρματου δικτύου

Προκειμένου να υλοποιηθεί η εγκατάσταση του ασύρματου δικτύου απαιτούνται οι ακόλουθες εργασίες:

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

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών εγκατάστασης πραγματοποιείται ενεργοποίηση

του συστήματος και έλεγχος της εγκατάστασης ώστε να διορθωθούν σφάλματα κατά την εγκατάσταση. Οι κυριότερες εργασίες που γίνονται είναι:

- Οπτικός έλεγχος των εγκαταστάσεων, ώστε να εξασφαλιστεί η ορθότητα στην σύνδεση των κεραιών με τους πομποδέκτες και η σταθερότητα των συνδέσεων τροφοδοσίας και γείωσης.
- Μέτρηση και επιβεβαίωση ότι η τάση τροφοδοσίας είναι εντός των προβλεπόμενων ορίων
- Πραγματοποίηση μετρήσεων εκπεμπόμενης ισχύος και συχνότητας εκπομπής
- Έλεγχος λειτουργίας λογισμικού
- Μέτρηση ισχύος λαμβανομένου σήματος, μέτρηση BER.
- Εγκατάσταση και παραμετροποίηση του λογισμικού διαχείρισης του δικτύου.

Ενώ, οι εργασίες ενεργοποίησης που θα πρέπει να γίνουν στα σημεία ασύρματης πρόσβασης είναι:

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

ESSID: Για να συνδέσουμε έναν σταθμό σε ένα Access Point θα πρέπει να ορίσουμε στον πρώτο το ESSID του δεύτερου. Αν ορίσουμε ότι το ESSID δεν θα εκπέμπεται από το Access Point, ένας σταθμός που κάνει αναζήτηση δικτύου δεν θα το ανακαλύψει, ενώ για να συνδεθεί κάποιος θα πρέπει να το γνωρίζει. Πρέπει να σημειωθεί βέβαια

ότι το ESSID περιλαμβάνεται σε κάθε πακέτο που εκπέμπεται και μπορεί εύκολα να υποκλαπεί.

Φίλτρο MAC διευθύνσεων: Το WEP πρωτόκολλο κάνει ταυτοποίηση του χρήστη στο Access Point και όχι την συσκευή. Γι' αυτό προστίθενται φίλτρα σε σχέση με τις MAC διευθύνσεις των συσκευών, που επιτρέπεται και αυτών που δεν επιτρέπεται να συνδεθούν (Στέκλε & Κώτσαρη, 2009).

6.9 Κόστος

<u>Υλικά</u>	<u>Τεμάχια</u>	<u>Τιμή μονάδας</u>	<u>Σύνολο</u>
Κεραία ligoPTP 5-23 rapid fire	3	1.347	4041
Καλώδιο utp cat 5e	85 m	0.496	42.16
Ιστοί 4 μ	3	34.3	102.9
Στηρίγματα	12	1.07	12.84
Κεραία mikrotik lhg lte kit	3	182.4	547.2
Κουτιά αδιάβροχα	3	7.3	21.9
Καλώδιο τροφοδοσία 3*10mm	20 μ	7.2	144
Πολύμπριζο με Αντικευρανική προστασία	3	17	51
Ups	3	298	894
Μερικό Σύνολο			5857

Η χρηματοδότηση αυτού του έργου θα χρηματοδοτηθεί από την Ε.Ε και συγκεκριμένα από το πρόγραμμα WiFi4EU. Το Συμβούλιο των Κρατών Μελών ενέκρινε ένα πρόγραμμα που αποσκοπεί στη χρηματοδότηση της δημιουργίας σημείων δωρεάν ασύρματης διαδικτυακής πρόσβασης σε δημαρχεία, βιβλιοθήκες, πάρκα και άλλους δημόσιους χώρους. Το πρόγραμμα ονομάζεται «WiFi4EU» και θα παρέχει πρόσβαση σε ασφαλή σύνδεση υψηλής ταχύτητας σε τουλάχιστον 6.000 τοπικές κοινότητες σε όλη την ΕΕ έως το 2020.

Το πρόγραμμα WiFi4EU θα καταστήσει το υψηλής ποιότητας διαδίκτυο περισσότερο προσβάσιμο για πολλούς πολίτες και θα παρέχει στις τοπικές κοινότητες, τις βιβλιοθήκες και άλλους δημόσιους φορείς την ευκαιρία να προωθήσουν τις ψηφιακές τους υπηρεσίες, ενώ θα μπορούσε ακόμη και να δημιουργήσει έναν ενάρετο κύκλο επενδύσεων.

Συμπεράσματα

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, όσο πιο κοντά βρισκόμαστε στο σταθμό βάσης του ασύρματου δικτύου, τόσο πιο καλή πρόσβαση υπάρχει στο διαδίκτυο. Φυσικά όταν η τεχνολογία που έχει χρησιμοποιηθεί είναι Wimax, τότε υπάρχει ακόμα πιο βέλτιστη απόδοση ακόμα και σε υπηρεσίες video. Για το λόγο αυτό, θεωρήθηκε ως σημείο τοποθέτησης του σταθμού βάσης στην παρούσα μελέτη της περιοχής, στο δημαρχείου του χωριού στο παρεκκλήσι και στην δεξαμενή που βρίσκεται στη διασταύρωση. Τόσο λόγω του εξοπλισμού που αναφέρθηκε ότι θα ήταν καλό να χρησιμοποιηθεί, όσο και της μικρής σχετικά απόστασης των σημείων που επιθυμούν να έχουν πρόσβαση, το ασύρματο δίκτυο δεν θα έχει χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων. Ωστόσο η μελέτη έγινε λαμβάνοντας υπόψιν τη διασφάλιση της υγείας από την ακτινοβολία αλλά κ το κόστος. Γι' αυτό τοποθετήθηκαν σε αυτά τα σημεία οι κεραίες. Άλλωστε, το Wimax μπορεί να εξυπηρετήσει χρήστες που βρίσκονται έως και 80km από τον σταθμό βάσης. Επομένως, υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης του ασύρματου δικτύου και σε πιο απομακρυσμένες περιοχές του χωριού, τοποθετώντας επιπλέον σταθμούς βάσης σε διάφορα σημεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Avendano, C., Mata, A., Sanchez, S., Doncel, GF.(2012). *Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation*. Nascentis Medicina Reproductiva, Córdoba, Argentina, Fertility and Sterility, Volume 97, Issue 1 , Pages 39-45.e2, January 2012.

Bertoni, H.L. (2000). *Radio propagation for Modern Wireless Systems*. Prentice Hall. ISBN 0130263737.

Cornado, A., Ariela, M., Cesar, A., Gustavo, F. (2012). *Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation*,. Nascentis Medicina Reproductiva, Córdoba, Argentina, Fertility and Sterility, Volume 97, Issue 1 , Pages 39-45.e2, January 2012.

Frei, P., Mohler, E., Neubauer, G., Thesis,G.,Burgi, A., Frohlich, J., Braun,C. (2009). *Temporal and spatial variability of personal exposure to radio frequency electromagnetic fields*. Environ Res, Aug;109(6):779-85. doi: 10.1016/j.envres.2009.04.015. Epub 2009 May 23.

Hardell, L., Mild, K.H., Carlberg, M., Soderqvist, F. (2006) . *Tumour risk associated with use of cellular telephones or cordless desktop telephones*. World J Surg Oncol 2006 Oct 11;4:74.

Stallings, W. (2007). *Ασύρματες Επικοινωνίες και Δίκτυα*. ISBN:9789604181230. Αθήνα: Τζιόλα.

Tanenbaum, A.S. (2003). *Computer Networks*. Fourth Edition, Prentice Hall. ISBN 9600133499456.

Αμπατζόγλου, Γ. (2018). *Ασύρματα δίκτυα*. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/diktya_ypolog_G_2018_final/_2_.html

Γιαννακός, Ν., Κοσσιφίδης, Ν., Πανουσίου, Σ., Πεϊκίδης Ι. (χ.χ). *Το Αλφαβητάρι της Ασύρματης Δικτύωσης*. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <http://www.ebusinessforum.gr/old/content/downloads/Wi-Fi-Guide-final.part1.pdf>

Γκλάβας, Σ. (2011). *Τεχνολογική Ενημέρωση. Τι χρειάζεται να γνωρίζετε σχετικά με τις λειτουργίες δρομολόγησης και μεταγωγής*. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <https://www.glavas.gr/pages.asp?pid=28&subid=29>

Γρηγορίου, Α. (2015). Τι είναι το WiFi. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <https://techmaniacs.gr/what-is-a-wifi-network/>.

Δρούγας, Β. (2008). *Βασική θεωρία στις ασύρματες ζεύξεις*. [Πανεπιστημιακές σημειώσεις]. Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε., ΤΕΙ Ηπείρου.

ΕΠΙΣΕΥ (Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο Συστημάτων Επικοινωνιών και Υπολογιστών) (2005). *Τεχνική Μελέτη Ασύρματου Δικτύου*. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <http://www.athenswifi.gr/meleti-public-wireless.pdf>

Κωνσταντακόπουλος, Φ., Μήτσιου, Α., Ψωμά Σ. (2006). *Τοπικά & Αστικά Δίκτυα*,. ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Τηλεπληροφορικής & Διοίκησης, Άρτα.

Λουλάκης, Γ. (2014). *Μελέτη σκοπιμότητας εγκατάστασης ασύρματου δικτύου σε αστική περιοχή*. [Πτυχιακή εργασία]. Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε., ΤΕΙ Ηπείρου.

Μπακούλη, Α., Κατσίνα, Β. (χ.χ.). *WiMax - IEEE 802.16*. [Πανεπιστημιακή εργασία]. Μάθημα: Δίκτυα δημόσιας χρήσης και διασύνδεση υπολογιστών. Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Στέκλε, Μ., Κώτσαρη Π. (2009). *Ασφάλεια ασύρματων δικτύων: τρόποι επίθεσης και αντιμετώπισης*. [Πτυχιακή εργασία]. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/2284/1/012009181.pdf>