

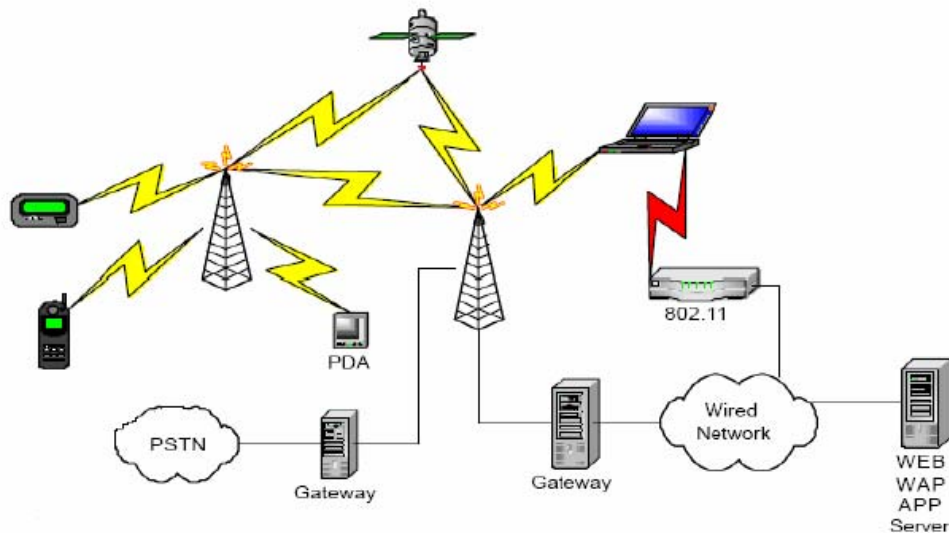
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής & Πολυμέσων

Πτυχιακή εργασία

« Μελέτη μιας ασύρματης υποδομής τοπικής πρόσβασης στο δίκτυο (hotspots), στους χώρους του ΤΕΙ Κρήτης στο Ηράκλειο για την κάλυψη των αναγκών της ακαδημαϊκής κοινότητας του Ιδρύματος.»



Εισηγητής: Βασιλάκης Κώστας
Σπουδάστρια: Καλαθάκη Βασιλεία

Στόχος μιας τεχνικής μελέτης είναι η ακριβή αποτύπωση των σημείων του δικτύου, των ιδιαίτερων αναγκών και απαιτήσεων που υπάρχουν καθώς και πιθανών προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν, προκειμένου να υλοποιηθεί σωστά το ασύρματο δίκτυο.

Μάης 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	5
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	6
1.Εισαγωγή.....	8
• Γενικά για το θέμα και τις σχετικές τεχνολογίες.....	8
• Περιγραφή της πτυχιακής.....	8

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2. Γενικά για τις ασύρματες ζεύξεις.....	11
2.1. Διαθέσιμες Τεχνολογίες και Πρότυπα.....	11
2.2.Ασύρματες RF Ζεύξεις.....	12
2.2.1. Πρότυπα της οικογένειας IEEE 802.11.....	15
2.2.2.Ακτίνα κάλυψης και επιδόσεις ασύρματων τοπικών δικτύων.....	16
2.2.3. Πρότυπο WiMax.....	18
2.2.4. Σύγκριση WLAN και WiMax.....	23
2.2.5.Ασύρματη Ασφάλεια Δικτύου.....	23
3. Βασικές Αρχές Σχεδιασμού ενός WLAN.....	26
3.1. Θεωρητικό υπόβαθρο.....	26
3.2. Παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη.....	27
3.3. Επιλογή Κεραίας.....	30
3.4. Δομή Δικτύου.....	35

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4. Ανάλυση αναγκών / προδιαγραφές δικτύου.....	37
4.1 Ερωτηματολόγιο και αναλύσεις.....	37
5. Μεθοδολογία.....	40
5.1. Γενικά.....	41
5.2. Τελική Αρχιτεκτονική Δικτύου.....	44
5.3. Επιλογή Εξοπλισμού.....	45
5.4.Μελέτη Ραδιοκάλυψης.....	46
5.4.1.Τελική Τοπολογία Δικτύου.....	48
5.4.2. Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη.....	48
5.4.3. Σχόλια.....	76
5.4.3.1.Ακτινοβολία των Ασυρμάτων Δικτύων(στα 2,4 GHz).....	76
5.5. Απαιτούμενος Εξοπλισμός Ασύρματης Δικτύωσης.....	77
6. Συμπεράσματα.....	78
7. Βιβλιογραφία.....	79
8. Παραρτήματα.....	80
8.1 Συντμήσεις.....	80
8.2 Λεξικό όρων.....	83

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: HomeRF SWAP.....	12
Σχήμα 2: Αναπαράσταση Ζώνης Fresnel.....	13
Σχήμα 3: Εμπόδια στην 1 ^η ζώνη Fresnel.....	14
Σχήμα 4: Χρήση του Wimax	19
Σχήμα 5: Point to Multipoint σύνδεση.....	21
Σχήμα 6: Σύνδεση point to point	26
Σχήμα 7: Σύνδεση point to multipoint.....	26
Σχήμα 8: Κάλυψη Κατευθυντικής κεραίας.....	31
Σχήμα 9: Κάλυψη Πολυκατευθυντικής κεραίας.....	32
Σχήμα 10: Κάλυψη Sector κεραίας.....	33
Σχήμα 11: Ad hoc Wireless LAN.....	35
Σχήμα 12: Ασύρματη υποδομή σε ενσύρματο δίκτυο.....	35
Σχήμα 13: Χρήστες wireless σύνδεσης.....	37
Σχήμα 14: Συχνότητα χρήσης wireless σύνδεσης.....	38
Σχήμα 15: Υπεροχή ασύρματου προς ενσύρματου δικτύου.....	38
Σχήμα 16: Προτίμηση βασικών υπηρεσιών.....	39
Σχήμα 17: Μεθοδολογική προσέγγιση.....	40
Σχήμα 18: Διαβάθμιση ποιότητας σήματος και θορύβου.....	46
Σχήμα 19: Συνηθισμένα εσωτερικά αντικείμενα ανάκλασης των ραδιοκυμάτων.....	47
Σχήμα 20: Εξωτερικό hotspot.....	75

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Σημεία Ενδιαφέροντος.....	9
Πίνακας 2: Τα ΙΕΕΕ πρότυπα για ασύρματη δικτύωση	16
Πίνακας 3: Σύγκριση προτύπων οικογένειας 802.11.....	17
Πίνακας 4: Υποπρότυπα του ΙΕΕΕ 802.16.....	18
Πίνακας 5: Σύγκριση ασύρματων τεχνολογιών.....	23
Πίνακας 6: Πρότυπα Ασφάλειας 802.11x.....	25
Πίνακας 7: Τελικά Σημεία Ενδιαφέροντος.....	45
Πίνακας 8: Δομικά υλικά και εξασθένιση αυτών.....	46

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: ACU Profile.....	41
Εικόνα 2: Status.....	42
Εικόνα 3:Statistics.....	43
Εικόνα 4: Link Status Meter	43
Εικόνα 5: Χάρτης του ΤΕΙ.....	44
Εικόνα 6.1:Κ1- Κτίριο Διοίκησης- ΙΣ.....	48
Εικόνα 6.2: Κ1- Κτίριο Διοίκησης-1 ^{ος} όροφος	48
Εικόνα 7: Κ10- Εστιατόριο Μαγειρείο – Κυλικείο.....	50
Εικόνα 8: Κ11:Αμφιθέατρο Συμυρνάκη.....	51
Εικόνα 9.1: Κ2: Εργαστήριο Φυσικής – Χημείας-ΙΣ.....	52
Εικόνα 9.2: Κ2: Εργαστήριο Φυσικής – Χημείας-1 ^{ος} όροφος.....	52
Εικόνα 10.1: Κ3:Κτίριο ΣΔΟ- ΙΣ.....	54
Εικόνα 10.2: Κ3:Κτίριο ΣΔΟ-1 ^{ος} όροφος.....	54
Εικόνα 11.1: Κ4: Κτίριο Παλιάς ΣΤΕΦ- ΙΣ.....	56
Εικόνα 11.2: Κ4: Κτίριο Παλιάς ΣΤΕΦ-1 ^{ος} όροφος.....	56
Εικόνα 12.1:Κ5: Κτίριο ΣΕΥΠ- ΙΣ.....	58
Εικόνα 12.2:Κ5: Κτίριο ΣΕΥΠ-1 ^{ος} όροφος.....	58
Εικόνα 13.1:Κ6:Κτίριο ΣΤΕΓ-ΙΣ.....	60
Εικόνα 13.2:Κ6:Κτίριο ΣΤΕΓ-1 ^{ος} όροφος.....	60
Εικόνα 14.1: Κ7:Αίθουσες Διδασκαλίας (Ανατολικό)-ΙΣ.....	62
Εικόνα 14.2: Κ7:Αίθουσες Διδασκαλίας (Ανατολικό)- 1 ^{ος} όροφος.....	62
Εικόνα 14.3: Κ7:Αίθουσες Διδασκαλίας (Ανατολικό)- 2 ^{ος} όροφος.....	62
Εικόνα 15.1: Κ8:Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)-ΙΣ.....	64
Εικόνα 15.2: Κ8:Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)-1 ^{ος} όροφος.....	64
Εικόνα 15.3: Κ8:Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)- 2 ^{ος} όροφος(με 1 ΑΡ).....	65
Εικόνα 15.4: Κ8:Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)- 2 ^{ος} όροφος(με 2 ΑΡ).....	65
Εικόνα 16: Κ9:Κτίριο Μηχ/φησης.....	67
Εικόνα 17.1:Κ15:Κτίριο Νέας ΣΤΕΦ- ΙΣ.....	68
Εικόνα 17.2:Κ15:Κτίριο Νέας ΣΤΕΦ- 1 ^{ος} όροφος.....	68
Εικόνα 18: Κ13: Τέσσερις Αμφιθεατρικές Αίθουσες.....	70
Εικόνα 19.1: Κ14:Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας-ΙΣ.....	71
Εικόνα 19.2: Κ14:Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας-1 ^{ος} όροφος.....	71

Εικόνα 19.3: Κ14:Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας-2 ^{ος} όροφος.....	72
Εικόνα 19.4: Κ14:Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας-3 ^{ος} όροφος.....	72
Εικόνα 20: Εξωτερική κάλυψη.....	74

1.Εισαγωγή

- **Γενικά για το θέμα και τις σχετικές τεχνολογίες**

Τα ασύρματα δίκτυα υπάρχουν εδώ και μια δεκαετία, αλλά μόλις τα τελευταία χρόνια πραγματοποιήθηκε μια έκρηξη στη χρήση τους, εξαιτίας κυρίως της τεχνολογικής εξέλιξης στις ασύρματες δικτυακές φορητές συσκευές (φορητοί υπολογιστές, PDA, κλπ.) καθώς και της πτώσης της τιμής των τελευταίων.[1]

Ο σημερινός τρόπος ζωής απαιτεί άμεση και ταχεία πρόσβαση σε πληροφορίες και δεδομένα για τον συνεχώς κινούμενο χρήστη. Αυτό το νέο δυναμικό περιβάλλον έχει δημιουργήσει μια διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για καλύτερες, απλούστερες, πιο αποτελεσματικές και παράλληλα πιο οικονομικές μεθόδους ασύρματης τοπικής πρόσβασης.

Με τον όρο τοπική πρόσβαση εννοούμε την πρόσβαση στο Διαδίκτυο και την παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών (όπως π.χ. τηλεφωνία, τηλεδιασκέψεις, κτλ) για τον τελικό χρήστη. Η ασύρματη τοπική πρόσβαση επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας μιας τηλεπικοινωνιακής υποδομής ασύρματων δικτύων. Κύριο χαρακτηριστικό της υποδομής αυτής είναι ότι τα επί μέρους στοιχεία της μεταδίδουν τα δεδομένα από και προς τον τελικό χρήστη ασύρματα.

Τα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται για την σύνδεση χρηστών μέσα σε ένα κτίριο ή σε ομάδα γειτονικών κτιρίων χωρίς τη χρήση καλωδίων. Η εφαρμογή των Wireless hotspots περιορίζεται σε τοπικό επίπεδο, διαφέροντας έτσι από τις ασύρματες λύσεις ευρείας κάλυψης, οι οποίες επεκτείνονται σε μεγάλες αποστάσεις με τη χρήση κυψελοειδούς ή δορυφορικής τεχνολογίας.

Οι σημαντικότερες τεχνολογίες ασύρματης κάλυψης είναι οι Bluetooth, HomeRF και IEEE 802.11. Οι δύο πρώτες τεχνολογίες έχουν μικρότερη εμβέλεια από την τρίτη τεχνολογία. Παρακάτω, οι τεχνολογίες θα αναλυθούν πιο συγκεκριμένα.

Συμπερασματικά, τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να αναπτυχθούν και να παρέχουν δικτυακές υπηρεσίες σε πολλούς διαφορετικούς χώρους και περιβάλλοντα. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε χώρου καθώς και οι ανάγκες των χρηστών υποδεικνύουν μια σειρά από λειτουργικές απαιτήσεις οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό του ασύρματου δικτύου.[2]

- **Περιγραφή της πτυχιακής**

- ***Το ασύρματο δίκτυο τοπικής πρόσβασης στο χώρο του ΤΕΙ***

Σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι η εγκατάσταση μιας ασύρματης υποδομής τοπικής πρόσβασης στο δίκτυο (wireless access - hotspots), στους χώρους του ΤΕΙ Κρήτης στο Ηράκλειο για την κάλυψη των αναγκών της ακαδημαϊκής κοινότητας του Ιδρύματος στα κτίρια καθώς και στους εξωτερικούς χώρους.

Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (Wireless Local Area Network-WLAN) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επέκταση ή εναλλακτική λύση ενός κοινού ενσύρματου δικτύου, επιτρέποντας την ασύρματη μετάδοση και λήψη δεδομένων ακόμη και στον εν κινήσει χρήστη.

Σύμφωνα με την έρευνα που έγινε στο χώρο του ΤΕΙ υπάρχει ασύρματη πρόσβαση σε ορισμένους χώρους. Παρόλα αυτά, η μελέτη του δικτύου θα γίνει για την πλήρη κάλυψη του ακαδημαϊκού χώρου.

Τα σημεία που θα διασυνδεθούν μέσω του ασύρματου δικτύου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 1.Σημεία ενδιαφέροντος

	Σημεία Ενδιαφέροντος
1	Κ1: Κτίριο Διοίκησης
2	Κ2: Εργαστήριο Φυσικής – Χημείας
3	Κ3: Κτίριο ΣΔΟ
4	Κ4:Κτίριο Παλιάς ΣΤΕΦ
5	Κ5: Κτίριο ΣΕΥΠ
6	Κ6: Κτίριο ΣΤΕΓ
7	Κ7: Αίθουσες Διδασκαλίας (Ανατολικό)
8	Κ8: Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)
9	Κ9: Κτίριο Μηχ/φησης
10	Κ10: Εστιατόριο Μαγειρείο- Κυλικείο
11	Κ11: Αμφιθέατρο Συμυρνάκη
12	Κ12: Φυλάκια
13	Κ13: Τέσσερις Αμφιθεατρικές Αίθουσες
14	Κ15:Κτίριο Νέας ΣΤΕΦ
15	Κ16: Κτίριο Βιβλιοθήκης
16	Κ20: Οίκημα Δ/ντη Αγροκτήματος
17	Α: Υπαίθριος χώρος πριν την είσοδο του ΤΕΙ
18	Β: Προαύλιος χώρος του ΤΕΙ
19	Γ:Υπαίθριος χώρος της Νέας ΣΤΕΦ και της Παλιάς
20	Δ: Υπαίθριος χώρος της βιβλιοθήκης
21	Ε: Υπαίθριος χώρος στο αγρόκτημα

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.Γενικά για τις ασύρματες ζεύξεις

Ένα Ασύρματο Δίκτυο αποτελείται από σημεία πρόσβασης (κόμβους – κεραιοσυστήματα) εγκατεστημένα σε δημόσιους ή μη χώρους, τα οποία διασυνδέονται μεταξύ τους με ασύρματο τρόπο (wireless backbone) ή ενσύρματο (xDSL συνδέσεις ή Οπτικά Καλώδια), μέσω των οποίων διασυνδέονται ασύρματα οι χρήστες στο Δίκτυο.

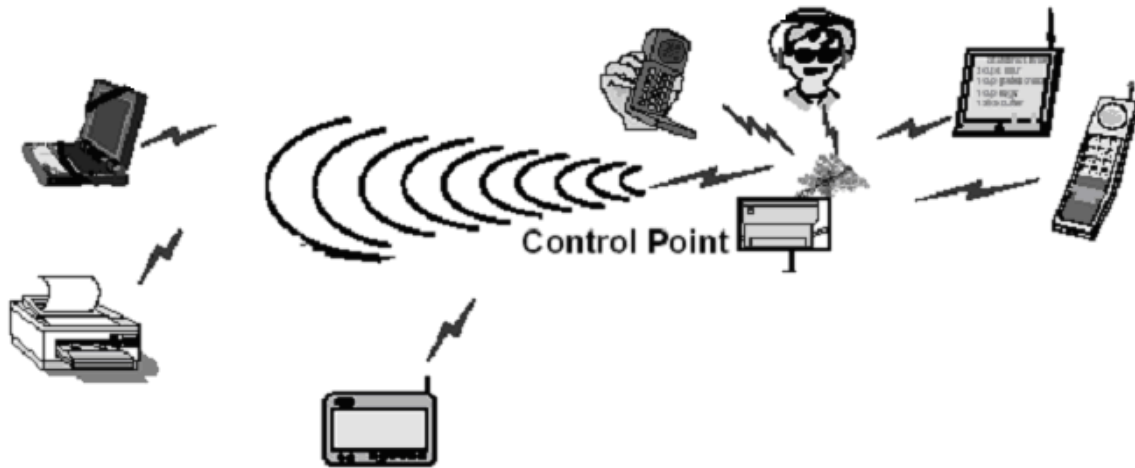
Οι κόμβοι αυτοί εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε διάφορες ζώνες συχνοτήτων ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο πρότυπο. Η φυσική πρόσβαση των τελικών χρηστών γίνεται μέσω ειδικών τερματικών συσκευών (κεραιοσυστήματα). Η μέγιστη ισχύς εκπομπής των κόμβων ανάλογα με την περιοχή συχνοτήτων δεν πρέπει να υπερβαίνει συγκεκριμένα όρια ισχύος (π.χ. τα 100mWatts (20 dbm) στην περιοχή των 2.4 GHz). Η εμβέλεια των κόμβων και η προσφερόμενη ταχύτητα στους χρήστες εξαρτάται από το ακολουθούμενο πρότυπο. Η ταχύτητα πρόσβασης των συνδρομητών κυμαίνεται από 11Mbps έως και πάνω από 54 Mbps (στην περιοχή των 2.4 GHz).

Προκειμένου να παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ασύρματης διασύνδεσης, θα αξιολογηθούν ξεχωριστά διάφορα πρότυπα και τεχνολογικές λύσεις που στηρίζονται σε ασύρματη RF (Radio Frequency - Ραδιοσυχνότητες) και οπτική τεχνολογία.

2.1.Διαθέσιμες τεχνολογίες και πρότυπα

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ολοένα και πιο αυξημένη χρήση ασύρματων τεχνολογιών για την προσφορά ευρυζωνικών υπηρεσιών σε επίπεδο πρόσβασης. Με τον όρο ασύρματα δίκτυα και ζεύξεις εννοούμε την επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών με χρήση ραδιοκυμάτων στον αέρα, χωρίς την χρήση καλωδίων οποιασδήποτε μορφής. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε διαφορετικούς τρόπους επίτευξης μιας ασύρματης ζεύξεως. Διάφορες τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί και τυποποιηθεί για την ασύρματη τοπική πρόσβαση. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι οι Bluetooth, HomeRF και IEEE 802.11.

Το HomeRF στηρίζεται στην τεχνολογία SWAP (Shared Wireless Access Protocol, Μοιραζόμενο Ασύρματο Πρωτόκολλο Πρόσβασης). Το SWAP συνδυάζει στοιχεία από το IEEE 802.11 μαζί με ιδέες από το ευρωπαϊκό σύστημα ψηφιακής ασύρματης τηλεφωνίας DECT (Digital Enhanced Cordless Telephone) φτιάχνοντας έτσι ένα φθινό πρότυπο για μεταφορά ήχου και δεδομένων με ταχύτητα μέχρι 2Mbps. Αν και το HomeRF υποστηρίζει ταυτόχρονη μεταφορά ήχου και δεδομένων, η χαμηλή ταχύτητα που προσφέρει σε συνδυασμό με το κόστος υλοποίησής του, που είναι παρόμοιο με αυτό του IEEE 802.11b, δεν του δίνει ιδιαίτερες προοπτικές επιτυχίας. Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά του HomeRF είναι ίδια με αυτά του IEEE 802.11 έχοντας τα ίδια προβλήματα παρεμβολών με το Bluetooth.



Σχήμα 1: HomeRF SWAP

Το πρότυπο Bluetooth που δημιουργήθηκε από τις Ericsson, IBM, Toshiba, Intel, Nokia και Motorola και υποστηρίζεται από άλλες 1900 εταιρίες, είναι το πρότυπο που χρησιμοποιείται κατά κόρων για μικρής εμβέλειας ασύρματης δικτύωσης ηλεκτρονικών συσκευών (κινητά, PDA, PC, εκτυπωτές, fax, modem, πληκτρολόγια κ.τ.λ.) με χαμηλή κατανάλωση (0,01W) και χαμηλό κόστος. Τα δίκτυα αυτά ονομάζονται PAN (Personal Area Networks, Δίκτυα Προσωπικού Χώρου) γιατί σε αντίθεση με τα LAN, ο χώρος ο οποίος καλύπτεται είναι πολύ λίγα μέτρα. Τα PAN έχουν ουσιαστικά σχεδιαστεί με σκοπό την κατάργηση των καλωδίων. Η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι μέχρι 1Mbps ενώ είναι δυνατή και η ταυτόχρονη μεταφορά ήχου. Η συχνότητα που εκπέμπονται τα δεδομένα είναι τα 2,4GHz ενώ χρησιμοποιείται η τεχνική εναλλαγής συχνότητας. Από πλευράς ασφάλειας, αν και το Bluetooth δεν παρέχει ιδιαίτερα υψηλό επίπεδο, η μικρή του εμβέλεια περιορίζει τον κίνδυνο.

Η IEEE 802.11 αποτελεί και την πλέον διαδεδομένη τεχνολογία για την ανάπτυξη ασύρματων τοπικών δικτύων, καθότι παρέχει τις υψηλότερες ονομαστικές ακτίνες κάλυψης (δηλ. μεγαλύτερη εμβέλεια), ενώ διατηρεί την απλότητα και την αποτελεσματικότητα των υποκείμενων πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Η τεχνολογία IEEE 802.11 χρησιμοποιείται παγκοσμίως με το όνομα Wi-Fi (Wireless Fidelity).

2.2. Ασύρματες RF ζεύξεις

Η ασύρματη διασύνδεση με χρήση ραδιοσυχνοτήτων παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Τα βασικά πλεονεκτήματα αφορούν στην εικονική διασύνδεση αφού αν η προτεινόμενη λύση χρησιμοποιεί συχνότητες που δεν απαιτούν «αδειοδότηση» (unlicensed band) το κόστος περιορίζεται στην αρχική επένδυση αγοράς εξοπλισμού και σε ορισμένες περιπτώσεις κάποια τέλη χρήσης φάσματος μικρού ύψους χωρίς ουσιαστικά να υφίστανται μηνιαία τηλεπικοινωνιακά κόστη που θα βαρύνουν τα λειτουργικά έξοδα του εκάστοτε Φορέα. Σε περίπτωση όμως που το δίκτυο αναπτύσσεται για να προσφέρει υπηρεσίες σε πελάτες και πολύ περισσότερο σε πελάτες επιχειρήσεις, οι απαιτήσεις τόσο σε χρήση φάσματος όσο και σε αδειοδότηση αλλάζουν. Πιο συγκεκριμένα, συνήθως επιλέγονται περιοχές φάσματος που απαιτούν αδειοδότηση και επομένως έχουν κάποιο κόστος αλλά διασφαλίζουν την ποιότητα της υπηρεσίας και την αποκλειστική χρήση των συχνοτήτων.

Τα δύο κύρια θέματα που αφορούν στο σχεδιασμό των ασύρματων δικτύων και επηρεάζουν την απόδοσή τους σχετίζονται:

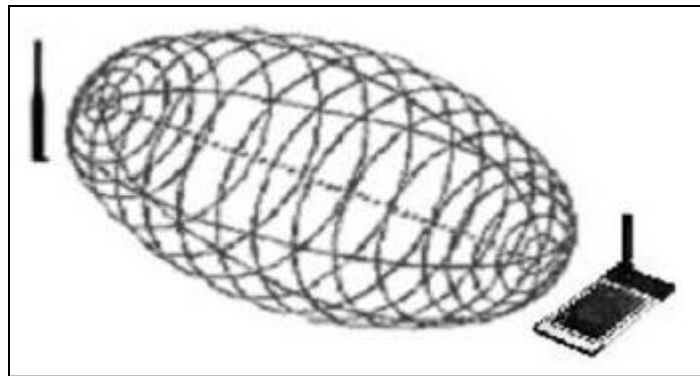
- Με την ύπαρξη **οπτικής επαφής** μεταξύ των σημείων ενδιαφέροντος
- Με την **απόσταση** μεταξύ των σημείων ενδιαφέροντος

Οπτική Επαφή

Οι περισσότερες τεχνολογίες που είναι σήμερα διαθέσιμες και υποστηρίζουν σταθερές ευρυζωνικές ασύρματες υπηρεσίες, απαιτούν την ύπαρξη οπτικής επαφής (Line Of Sight, LOS) μεταξύ των σημείων που θα διασυνδεθούν ασύρματα.

Με τον όρο οπτική επαφή ουσιαστικά δεν υποδηλώνεται απλά ότι τα δύο σημεία προς διασύνδεση «βλέπονται», αλλά ότι δεν υπάρχουν εμπόδια τουλάχιστον στο 60% της 1^{ης} ζώνης Fresnel που δημιουργείται μεταξύ των δύο σημείων.

Δυστυχώς, υπάρχουν ελάχιστοι μη μαθηματικοί τρόποι για να περιγραφτούν οι ζώνες Fresnel. Γενικά η ζώνη Fresnel μπορεί να θεωρηθεί ως ένας τρισδιάστατος οβάλ όγκος που ορίζεται περί τον άξονα που ενώνει το κεραιοσύστημα του πομπού με το αντίστοιχο του δέκτη, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2: Αναπαράσταση Ζώνης Fresnel

Γενικά, οι ζώνες Fresnel εξαρτώνται μόνο από τον προαναφερόμενο άξονα και το μήκος κύματος που εκπέμπουν τα κεραιοσύστημα και δεν εξαρτώνται ούτε από την ισχύ εκπομπής ούτε και από την κατευθυντικότητα των κεραιών. Η ακτίνα των ζωνών Fresnel, δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$R_n = M \sqrt{\frac{N}{F_{\text{GHz}}} \left(\frac{D_1 D_2}{D_1 + D_2} \right)}$$

Όπου

R_n είναι η ακτίνα της n-ιοστής ζώνης

M είναι μια σταθερά ίση με 17,3 στην περίπτωση που οι υπολογισμοί γίνονται σε μέτρα

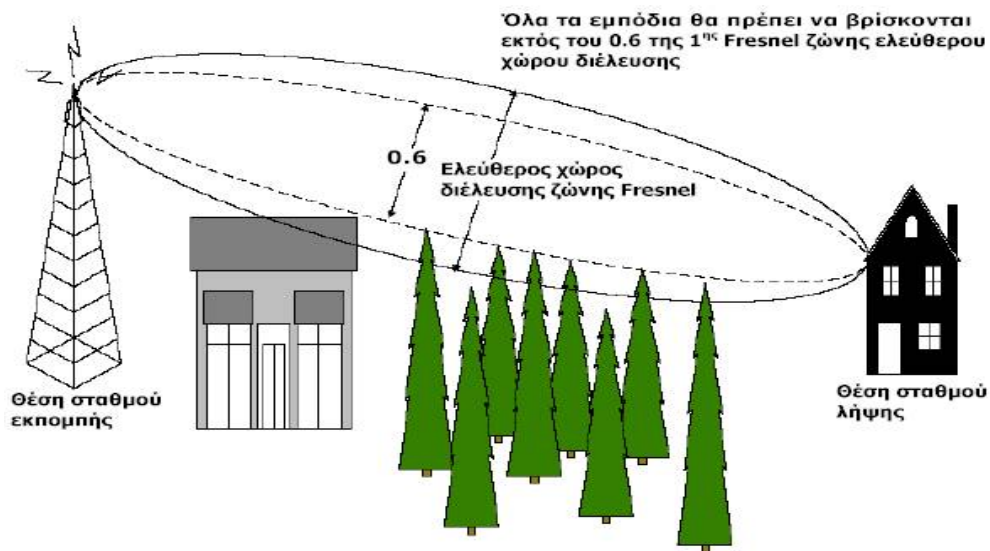
N είναι η n-ιοστή ζώνη

F_{GHz} είναι η συχνότητα εκπομπής σε GHz

D_1 η απόσταση του πομπού από το σημείο που παρουσιάζεται εμπόδιο σε χιλιόμετρα

D_2 η απόσταση του δέκτη από το σημείο που παρουσιάζεται εμπόδιο σε χιλιόμετρα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί προκειμένου να είναι εφικτή ικανοποιητική ζεύξη μεταξύ δύο σημείων ενδιαφέροντος θα πρέπει τα τυχόν ενδιάμεσα να μην παρεμβάλλονται σε ποσοστό μεγαλύτερο από 40% στην 1^η ζώνη Fresnel, όπως χαρακτηριστικά παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3: Εμπόδια στην 1^η ζώνη Fresnel

Όταν ένα εμπόδιο βρίσκεται μέσα στη πρώτη ζώνη του Fresnel τότε το κανάλι χαρακτηρίζεται σαν OLOS (Optical Line of Site). Το πρότυπο IEEE 802.16 μπορεί να παρέχει επικοινωνία και σε σημεία τα οποία βρίσκονται σε συνθήκες OLOS κάτι που ο προκάτοχος του (IEEE 802.11) δύσκολα μπορούσε να πετύχει. Η χρήση της διαμόρφωσης OFDM επιτρέπει στο πρότυπο να εξασφαλίζει σταθερές και αξιόπιστες συνδέσεις ακόμα και σε συνθήκες μη οπτικής επαφής (Non Line of Sight - NLOS). Η τεχνική OFDM υποστηρίζει μετάδοση με πολλαπλές φέρουσες προσδίδοντας στο πρότυπο ανθεκτικότητα στη μετάδοση των δεδομένων και πολύ καλές επιδόσεις σε ότι αφορά το φαινόμενο της πολυδιάδευσης (multipath fading). Επιπλέον, η χρήση κωδίκων διόρθωσης σφαλμάτων όπως οι FEC (Forward Error Correction) και CRC (Cyclic Redundancy Check) προσδίδει στο πρότυπο τη δυνατότητα αξιόπιστης μετάδοσης κρατώντας σε χαμηλά επίπεδα την ισχύ εκπομπής και λήψης.^[3]

Αν θεωρηθεί ότι ένας κόμβος εκπέμπει σήμα στην περιοχή των 2,437 GHz (κεντρική συχνότητα για το πρότυπο 802.11b, κανάλι 6) και ένα πιθανό εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση 1.500 μέτρων από αυτό και 1.300 μέτρων από το κέντρο ελέγχου, τότε στο σημείο αυτό η 1η ζώνη Fresnel θα έχει μήκος περίπου 10,5 μέτρα σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο. Αν λοιπόν δεν υπάρχει εμπόδιο σε απόσταση 6,3 μέτρα από τον κεντρικό άξονα τότε η ασύρματη ζεύξη θα είναι εφικτή χωρίς προβλήματα.

Στην περιοχή συχνοτήτων που δεν απαιτείται αδειοδότηση (2400-2483.5 MHz -ISM band) και εφόσον χρησιμοποιείται τεχνολογία διασποράς φάσματος και οι σταθμοί είναι πλήρως συμβατοί με το εναρμονισμένο πρότυπο EN 300 328 της ETSI, δεν απαιτείται εκχώρηση ραδιοσυχνότητας παρά μόνο μια σχετική δήλωση στην EETT.^[4]

Στη συγκεκριμένη μάντα συχνοτήτων εφόσον τηρείται η απαίτηση για μέγιστη εκπεμπόμενη ισχύ 100mW (20dbm EIRP) και οι προαναφερόμενοι όροι, είναι επιτρεπτή η διασύνδεση των σημείων ενδιαφέροντος με διάφορους τεχνικούς τρόπους.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διεθνή πρότυπα για ασύρματα τοπικά δίκτυα και ζεύξεις.

2.2.1. Πρότυπα της οικογένειας IEEE 802.11

Η 802.11 είναι μια οικογένεια προτύπων που περιγράφουν τη λειτουργία ασύρματων τοπικών δικτύων (WLAN, Wireless Local Access Network). Περιγράφονται τα δύο πρώτα επίπεδα του OSI, δηλαδή το φυσικό επίπεδο (PHY, Physical Layer) και το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (MAC, Medium Access Control). Τα πρωτόκολλα αυτά δημοσιεύονται από την IEEE γεγονός που είναι σημαντικό για την διαλειτουργικότητα, δηλαδή την ικανότητα συνεργασίας των συσκευών που το ακολουθούν. Η IEEE 802.11 περιγράφει μόνο τα δύο κατώτερα επίπεδα του OSI, επιτρέποντας έτσι σε οποιαδήποτε εφαρμογή να εργάζεται πάνω σε συσκευή 802.11 όπως ακριβώς θα εργαζόταν πάνω από Ethernet. Οι συσκευές 802.11 δηλαδή μεταφέρουν διαφανώς την πληροφορία από τα πιο πάνω επίπεδα του OSI.

Το 1997, μετά από επτά χρόνια μελέτης, η IEEE δημοσίευσε το πρότυπο IEEE 802.11, το πρώτο πρότυπο για ασύρματη δικτύωση. Το πρότυπο αυτό προβλέπει ρυθμούς μετάδοσης 1 και 2 Mbps. Η μετάδοση γίνεται με ασύρματο τρόπο με χρήση διαμόρφωσης FHSS ή DSSS σε ζώνες συχνοτήτων 915MHz, 2.4GHz, 5.2GHz ή υπέρυθρη μετάδοση στα 850nm ως 900nm. Υποστηρίζει δυνατότητες όπως προτεραιοποίηση της κίνησης, εφαρμογές πραγματικού χρόνου και διαχείριση ισχύος συσκευής. Το πρότυπο γνώρισε περιορισμένη επιτυχία λόγω των πολύ χαμηλών ρυθμών μετάδοσης.

Τα πιο ευρέως διαδεδομένα πρότυπα σήμερα είναι το 802.11a, το 802.11b και το 802.11g.

Το πρότυπο **802.11b** επικυρώθηκε από το IEEE τον Ιούλιο του 1999 και λειτουργεί στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων από 2.4 έως 2.497 GHz. Η μέθοδος διαμόρφωσης που έχει επιλεγεί για το 802.11b είναι η Τεχνική Ευρέως Φάσματος Άμεσης Ακολουθίας (Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS), η οποία χρησιμοποιεί τη Συμπληρωματική Διαμόρφωση Κώδικα (Complementary Code Keying - CCK), καθιστώντας έτσι δυνατή την επίτευξη ταχυτήτων έως 11 Mbps.

Η προδιαγραφή **802.11a** επικυρώθηκε επίσης τον Ιούλιο του 1999, αλλά αντίστοιχα προϊόντα δεν διατέθηκαν στην αγορά μέχρι το 2001. Για το λόγο αυτό δεν είναι τόσο ευρέως ανεπτυγμένη όσο η 802.11b. Η 802.11a λειτουργεί στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων μεταξύ 5.15 και 5.875 GHz και χρησιμοποιεί τη μέθοδο Διαμόρφωσης με Πολύπλεξη Ορθογωνίων Φερουσών (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) καθιστώντας έτσι δυνατές, ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων έως 54 Mbps.

Το νεότερο πρότυπο της IEEE είναι το **802.11g**, το οποίο επικυρώθηκε τον Ιούνιο του 2003. Ενώ το 802.11g λειτουργεί στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων μεταξύ 2.4 και 2.497 GHz (ίδια περιοχή με το 802.11b), χρησιμοποιεί διαμόρφωση OFDM που επιτρέπει ρυθμό μετάδοσης (bit rate) μέχρι 54 Mbps (παρόμοια με το πρότυπο 802.11a). Το 802.11g παρέχει συμβατότητα με το πρότυπο 802.11b.

Πίνακας 2: Τα IEEE πρότυπα για ασύρματη δικτύωση

Πρότυπο	Περιγραφή
802.11	Το αρχικό πρότυπο WLAN. Υποστηρίζει ταχύτητες από 1 έως 2 Mbps.
802.11a	Πρότυπο WLAN υψηλής ταχύτητας για τη ζώνη των 5 GHz. Υποστηρίζει ταχύτητες έως 54 Mbps.
802.11b	Πρότυπο WLAN για τη ζώνη των 2.4 GHz . Υποστηρίζει ταχύτητες έως 11 Mbps.
802.11e	Υποστήριξη ποιότητας υπηρεσιών για τα WLAN.
802.11f	Ορισμός επικοινωνίας μεταξύ των σημείων πρόσβασης, προκειμένου να διευκολυνθεί η επικοινωνία πολλών καταναμημένων WLANs.
802.11g	Καθιέρωση επιπλέον τεχνικής διαμόρφωσης στη ζώνη των 2.4 GHz, με σκοπό την επίτευξη ταχυτήτων έως 54 Mbps.
802.11h	Ορισμός διαχείρισης φάσματος στη ζώνη των 5 GHz για χρήση στην Ευρώπη και την Ασία.
802.11i	Αναφορά στις αδυναμίες ασφάλειας των πρωτοκόλλων πιστοποίησης και κωδικοποίησης. Το πρότυπο αυτό συμπεριλαμβάνει τα πρωτόκολλα 802.1X, TKIP, και AES

2.2.2.Ακτίνα κάλυψης και επιδόσεις ασύρματων τοπικών δικτύων

Η ταχύτητα μιας ζεύξης τύπου WLAN εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, από την αποδοτικότητα του ενσύρματου δικτύου που συνδέει τα σημεία πρόσβασης, μέχρι τη δομή του κτιρίου που έχει εγκατασταθεί και το πρότυπο που χρησιμοποιείται. Κατά γενικό κανόνα σε όλα τα WLANs, η ταχύτητα μειώνεται με την αύξηση της απόστασης.

Τα πρότυπα 802.11 υποστηρίζουν διάφορους ρυθμούς μετάδοσης, προκειμένου να προσαρμόζονται στην απώλεια ισχύος των σημάτων και να διατηρούν υψηλή την ποιότητα συναρμολόγησης των πακέτων δεδομένων. Ο χρήστης του WLAN εκτελεί συνεχώς διαδικασίες που ανιχνεύουν και θέτουν αυτόματα την καλύτερη δυνατή ταχύτητα.

Οι συχνότητες στις οποίες εκπέμπουν τα πρότυπα 802.11b και 802.11g, τους επιτρέπουν να διεισδύουν σε στερεά υλικά και να έχουν έτσι μια ακτίνα κάλυψης της τάξης των 100 μ. Το πρότυπο 802.11a παρουσιάζει μια πιο απότομη πτώση στην ταχύτητα καθώς η απόσταση αυξάνεται από το σημείο πρόσβασης, και επιδεικνύει έτσι μια ακτίνα κάλυψης της τάξης των 50 μ στα περισσότερα εσωτερικά περιβάλλοντα.

Οι ασύρματες γέφυρες (wireless bridges) που χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση δύο σημείων με βάση τα προαναφερόμενα πρότυπα ή συμμορφωμένα με τα πρότυπα (compliance) μπορούν να καλύψουν ζεύξεις από μερικές εκατοντάδες μέτρα έως μερικά χιλιόμετρα ανάλογα την απολαβή της χρησιμοποιούμενης κεραίας και τον κατασκευαστή.

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται μια σύγκριση των τριών κυριότερων προτύπων Wi-Fi της οικογένειας 802.11.

Πίνακας 3: Σύγκριση Προτύπων Οικογένειας 802.11

Ασύρματα Πρότυπα IEEE	Πρότυπο 802.11a	Πρότυπο 802.11b	Πρότυπο 802.11g
Συχνότητα	5 GHz Ελάχιστα χρησιμοποιούμενη ζώνη 5 GHz δύναται να συνυπάρξει με 2,4 GHz δίκτυα χωρίς παρεμβολές. Προσφέρεται για ιδιωτική χρήση στην Ελλάδα.	2,4 GHz Ευρέως χρησιμοποιούμενη ζώνη. Πιθανότητα παρεμβολής με άλλες 2,4 GHz συσκευές, όπως ασύρματα τηλέφωνα, φούρνους μικροκυμάτων, κ.α.	2,4 GHz Ευρέως χρησιμοποιούμενη ζώνη. Πιθανότητα παρεμβολής με άλλες 2,4 GHz συσκευές, όπως ασύρματα τηλέφωνα, φούρνους μικροκυμάτων, κ.α.
Ταχύτητα Μετάδοσης	54 Mbps 5 φορές πιο δυνατό από το 802.11b	11 Mbps Οι υπηρεσίες καλωδιακού modem δεν ξεπερνούν τυπικά τα 4 με 5 Mbps.	54 Mbps 5 φορές πιο δυνατό από το 802.11b
Μέση Πραγματική Ρυθμαπόδοση	27 Mbps	4-5 Mbps	20-25 Mbps
Διαμόρφωση	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), 5 GHz	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), 2.4 GHz	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), 2.4 GHz
# Καναλιών / Μη υπερκαλυπτόμενα	12 / 8	11 / 3	11 / 3
Τυπική ακτίνα κάλυψης σε εσωτερικούς χώρους (οι ρυθμοί μετάδοσης είναι ανά κανάλι)	12 m @ 54 Mbps 91 m @ 6 Mbps	100 ft (30 m) @ 11 MBps; 300 ft (91 m) @ 1 MBps	100 ft (30 m) @ 11 MBps; 300 ft (91 m) @ 1 MBps
Εμβέλεια	Μικρότερη εμβέλεια από τα 802.11b και 802.11g. Λόγω της μεγαλύτερης συχνότητας λειτουργίας, προσφέρει τυπικά μικρότερη εμβέλεια, και είναι λιγότερο ικανό να διαπεράσει τοίχους και πατώματα.	Μεγαλύτερη εμβέλεια από το 802.11a. Το σήμα των 2,4 GHz ταξιδεύει μακρύτερα από το σήμα των 5GHz, και μπορεί να διαπεράσει τοίχους και πατώματα.	Μεγαλύτερη εμβέλεια από το 802.11a. Το σήμα των 2,4 GHz ταξιδεύει μακρύτερα από το σήμα των 5GHz, και μπορεί να διαπεράσει τοίχους και πατώματα.
Συμβατότητα	Ασύμβατο με 802.11b και 802.11g	Ευρέως χρησιμοποιούμενο. Συμβατότητα με 802.11g δίκτυα.	Μειωμένη συμβατότητα με 802.11b δίκτυα (στα 11 Mbps), ασύμβατο με το 802.11a πρότυπο.
Απήχηση	Μικρή βάση χρηστών. Περιορισμένες επιλογές 802.11a εξοπλισμού	Μεγαλύτερη βάση χρηστών από το 802.11a. Το πρότυπο 802.11b χρησιμοποιείται σήμερα στα περισσότερα hot spots συμπεριλαμβανομένων αεροδρομίων, ξενοδοχείων, εστιατορίων, και άλλους δημόσιους χώρους. Πολύ μεγάλη δυνατότητα επιλογής 802.11b εξοπλισμού	Πρόσφατα επικυρωμένο πρότυπο. Με ταχύτερες 5 φορές μεγαλύτερες από το 802.11b. Έχει πάρει τη θέση του και είναι πλέον η βασική επιλογή στις ασύρματες επικοινωνίες.
Κόστος	Το ακριβότερο	Το φθηνότερο	Από τη στιγμή επικύρωσης του, οι τιμές έχουν μειωθεί σημαντικά. Τιμές ανταγωνιστικές σε σχέση με το 802.11b πρότυπο. Φθηνότερο από το 802.11a.

Οφέλη	Μέγιστη ταχύτητα, δεν επηρεάζεται από τη λειτουργία συσκευών 2,4 GHz, μπορεί να συνυπάρξει με δίκτυα 802.11b και 802.11g χωρίς παρεμβολές.	Μεγαλύτερη βάση χρηστών, χρησιμοποιείται στα περισσότερα hot spots, πολύ μεγάλη δυνατότητα επιλογής εξοπλισμού	Συνδυάζει την ταχύτητα του 802.11a με την εμβέλεια του 802.11b προτύπου, συμβατό με 802.11b δίκτυα και hot spots, προσιτή τιμή.
--------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.2.3.Πρότυπο WiMax

Το 2003 η IEEE υιοθέτησε το πρότυπο 802.16 γνωστό και ως WiMAX με στόχο την υλοποίηση της ευρυζωνικής πρόσβασης του τελευταίου μιλίου σε μια μεγαλύτερη γεωγραφική περιοχή από αυτή που επιτρέπουν τα πρότυπα της οικογένειας 802.11X, παρέχοντας στους επιχειρησιακούς πελάτες ευρυζωνικές υπηρεσίες τύπου T1 (1.544 Mbps), ενώ στους απλούς χρήστες πρόσβαση ανάλογη του DSL με αρκετά μεγαλύτερη ακτίνα κάλυψης.

Το πρότυπο αυτό σχεδιάστηκε ώστε να λειτουργεί σε μια ευρεία μπάντα συχνοτήτων η οποία εκτείνεται από 2 ως 66 GHz. Υποστηρίζει ταχύτητες μετάδοσης ως και 72 Mbps στον αέρα ενώ η πραγματική ταχύτητα στο Ethernet υπολογίζεται στα 50 Mbps. Οι αποστάσεις που μπορεί να καλυφθούν ξεπερνούν τα 50 Km σε συνθήκες οπτικής επαφής. Μια σημαντική διαφορά του προτύπου IEEE 802.16 σε σχέση με το IEEE 802.11 είναι ότι το πρώτο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συνθήκες μη οπτικής επαφής φυσικά με ρυθμούς μετάδοσης πολύ χαμηλότερους των 50 Mbps.

Το WiMAX σχεδιάστηκε κατά βάση ώστε να καλύπτει κυρίως Point-to-Multipoint (PTM) συνδέσεις χωρίς ωστόσο να αποκλείεται και η χρήση του για point to point συνδέσεις. Η διαμόρφωση η οποία χρησιμοποιείται ονομάζεται OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Πρόκειται για μια πολύ ανθεκτική διαμόρφωση σε ότι αφορά το φαινόμενο της πολυδιόδευσης (multipath) ειδικότερα στις συχνότητες πάνω των 2 GHz όπου το πρότυπο χρησιμοποιεί.

Λόγω των μεγάλων αποστάσεων που καλύπτει και ταυτόχρονα τους υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης που μπορεί να παρέχει, το πρότυπο WiMAX βρίσκει πολλές εφαρμογές, λύνοντας σημαντικά προβλήματα που απασχολούσαν του τεχνικούς δικτύων στις αρχές της δεκαετίας.

Πίνακας 4: Υποπρότυπα του IEEE 802.16

Πρότυπο	Περιγραφή
802.16a	Επέκταση του προτύπου στη ζώνη 2 – 11 GHz. Υποστηρίζει NLOS συνδέσεις.
802.16c	Καλύπτει τη λειτουργία του προτύπου στη ζώνη συχνοτήτων 10-66 GHz σε συνθήκες οπτικής επαφής.
802.16d	Παρέχει εγγυήσεις για ποιότητα υπηρεσίας
802.16e	Εισάγει και περιγράφει την έννοια της κινητικότητας των χρηστών από το ένα base station (σταθμό βάσης) στον άλλο.
802.16-2004	IEEE 802.16a + IEEE 802.16c + IEEE 802.16d

ο Χρήσεις του WiMax_[5]

Λόγω των ιδιοτήτων και δυνατοτήτων του πρότυπου αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς, μερικούς από τους οποίους αναλύονται στην συνέχεια.

Δίκτυο κορμού στα κυψελωτά συστήματα κινητής τηλεφωνίας

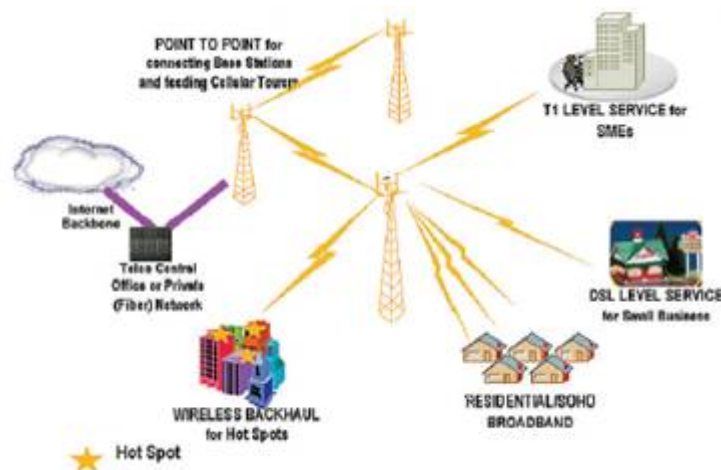
Η εισαγωγή του προτύπου σε πλήρη εμπορική εφαρμογή αυτού αναμένεται να μειώσει σημαντικά το κόστος εξάπλωσης των δικτύων κινητής τηλεφωνίας μιας και αποτελεί μια οικονομικότερη πρόταση, αν συγκριθεί με την οπτική ίνα, για τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας για τη διασύνδεση των επίγειων σταθμών. Εξασφαλίζει ταυτόχρονα αξιοπιστία και υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης που απαιτούν τα δίκτυα κορμού των κινητών δικτύων επικοινωνιών.

Broadband on Demand

Λόγω της παροχής υπηρεσιών σε υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης είναι εφικτή η χρήση της τεχνολογίας για εφαρμογές πραγματικού χρόνου κάτι που με το πρότυπο IEEE 802.11 σε μεγάλες αποστάσεις δεν ήταν εφικτό.

Παρέχει κάλυψη σε περιοχές που είναι αδύνατο να καλυφθούν με χρήση χαλκού ή οπτικής ίνας.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν συμπλήρωμα δικτύων οπτικών ινών σε τμήματα του εδάφους στα οποία το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης δικτύων οπτικών ινών είναι απαγορευτικό.



Σχήμα 4: Χρήση του WiMAX

ο Χαρακτηριστικά του WiMAX

Οι ταχύτητες μετάδοσης του προτύπου εξαρτώνται από την εκάστοτε ψηφιακή διαμόρφωση που χρησιμοποιείται. Συνήθεις διαμορφώσεις είναι η 64 QAM η οποία μπορεί να εξασφαλίσει και τη μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης, η 16 QAM και η QPSK η οποία μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλη κάλυψη του συστήματος.

Το πρότυπο IEEE 802.16 παρέχει υψηλού επιπέδου ποιότητα υπηρεσίας. Το επίπεδο MAC του προτύπου είναι σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει στους χρήστες, όταν οι ίδιοι το επιθυμούν, εγγυημένο ρυθμό μετάδοσης (κάτι που σημαίνει εγγυημένο QOS) και ταυτόχρονα κίνηση best effort σε χρήστες που καλύπτονται από το ίδιο base station, σημείο που το πρότυπο IEEE 802.11 δεν μπορούσε να εξασφαλίσει. Δηλαδή, αν υποθέσουμε ότι δύο χρήστες καλύπτονται από το ίδιο Base Station, είναι δυνατό ο ένας χρήστης να έχει εγγυημένη ποιότητα υπηρεσίας και ο δεύτερος χρήστης να δέχεται και να στέλνει απλή IP κίνηση best effort κάτι που με το πρότυπο 802.11 δεν ήταν

δυνατό. Δηλαδή χρήστες που βρισκόταν στην κάλυψη ενός Access Point είχαν την ίδια ποιότητα υπηρεσίας.

Την ασφαλή μετάδοση των δεδομένων στο WiMAX αναλαμβάνει ο αλγόριθμος κρυπτογράφησης DES (Data Encryption Standard, Πρότυπο Κωδικοποίησης Δεδομένων) και συγκεκριμένα μια παραλλαγή του αλγορίθμου ο Triple DES. Το DES αναπτύχθηκε το 1970 από το Αμερικανικό Εθνικό Γραφείο Προτύπων. Η βασική ιδέα ήταν η ανάπτυξη ενός αλγορίθμου κρυπτογράφησης που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί (και να βελτιωθεί) από διάφορες εταιρείες ή οργανισμούς. Το DES ανήκει στην οικογένεια των συμμετρικών αλγορίθμων και κάνει χρήση κλειδιών με μήκος 56 bit. Ο "κλασικός" αλγόριθμος DES είναι πλέον ξεπερασμένος, αφού με τη χρήση ενός σύγχρονου υπολογιστή μπορεί να παραβιαστεί σχετικά εύκολα. Στο μεταξύ, εφαρμόζοντας διάφορες τεχνικές επάνω στο DES, μπορούμε να αυξήσουμε σημαντικά την ασφάλειά του. Με τη μέθοδο Triple - DES, για παράδειγμα, το μήνυμα κωδικοποιείται τρεις φορές, με τρία διαφορετικά κλειδιά.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στην αρχική του έκδοση το πρότυπο IEEE 802.16 λειτουργούσε στην ζώνη συχνοτήτων 10-66 GHz. Στις παραπάνω συχνότητες η επικοινωνία μεταξύ δύο σταθμών επιτυγχάνεται μόνο όταν οι σταθμοί αυτοί βρίσκονται σε συνθήκες οπτικής επαφής. Η παραπάνω διαδικασία περιγράφεται στο υποπρότυπο **IEEE 802.11 c**. Η ανάγκη για επικοινωνία μεταξύ σταθμών που δεν βρίσκονται σε οπτική επαφή ήταν το κίνητρο για τη δημιουργία του υπό-προτύπου **IEEE 802.16a**. Τον Ιανουάριο του 2003 το πρότυπο επεκτάθηκε ώστε να λειτουργεί και στις συχνότητες από 2-11 GHz όπου στις συχνότητες αυτές ήταν δυνατή η δημιουργία συνδέσεων χωρίς οπτική επαφή πομπού - δέκτη. Το υποπρότυπο το οποίο περιγράφει τη διαδικασία αυτή ονομάστηκε IEEE 802.16 a. Τα πρώτα προϊόντα WiMAX τα οποία είναι διαθέσιμα στην αγορά ακολουθούν στην μεγαλύτερή τους πλειοψηφία το υποπρότυπο αυτό.

Καθώς η πολυπλοκότητα των εφαρμογών που διαδίδονται πάνω από ένα ασύρματο δίκτυο ολοένα και αυξάνει, η ποιότητα υπηρεσίας πάνω από τέτοια δίκτυα γίνεται ένας πολύ καθοριστικός παράγοντας για την ποιότητα της επικοινωνίας. Για παράδειγμα, η μετάδοση video σε πραγματικό χρόνο απαιτεί από το δίκτυο συνθήκες πολύ χαμηλής καθυστέρησης μετάδοσης. Για αυτό το λόγο, προκειμένου να ικανοποιηθεί η ανάγκη για ποιότητα υπηρεσίας ορίστηκε το υποπρότυπο **IEEE 802.16 d**.

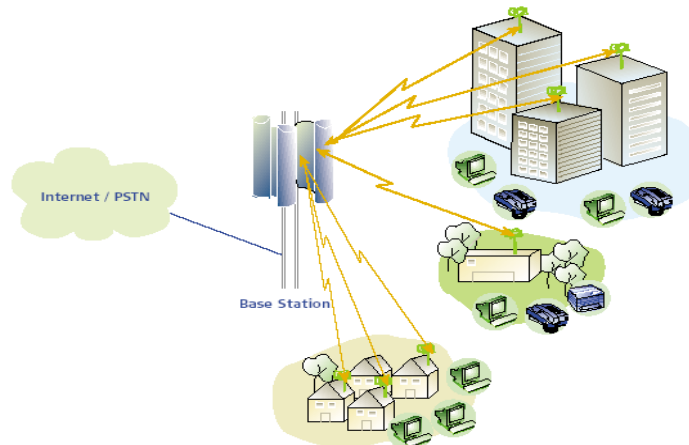
Η ένωση των υπό-προτύπων IEEE 802.11 a, c, d όρισε το πρότυπο **IEEE 802.16-2004** το οποίο περιγράφει τη συνολική λειτουργικότητα των επιμέρους υπό-προτύπων που προαναφέρθηκαν για συχνότητες λειτουργίας 2-66 GHz.

Το πρότυπο IEEE 802.16-2004 ορίζει την επικοινωνία χρηστών οι οποίοι βρίσκονται μέσα σε ένα κελί το οποίο καλύπτεται από ένα base station . Όταν κάποιος χρήστης κινηθεί σε περιοχή που βρίσκεται εκτός περιοχής κάλυψης του base station η σύνδεση χάνεται. Το υποπρότυπο **IEEE 802.16 e** εισάγει και περιγράφει την έννοια της κινητικότητας των χρηστών από ένα base station σε άλλο. Στο υποπρότυπο αυτό ορίζεται ότι ένας κινητός χρήστης μπορεί να συνεχίσει να εξυπηρετείται από το δίκτυο ακόμα και αν κινείται με ταχύτητες οι οποίες προσεγγίζουν τα 120 Km/h .

Αναλυτικότερα για τα πρότυπα IEEE 802.16 έχουμε:
IEEE 802.16a

- Εγκρίθηκε τον Ιανουάριο του 2003.
- Λειτουργεί για οποιαδήποτε συχνότητα στο διάστημα 2-11 GHz.
- Στις παραπάνω συχνότητες, η επικοινωνία NLOS (Non-Line of Sight) είναι πραγματικότητα με το πρότυπο αυτό, γεγονός που το καθιστά ως τη κατάλληλη τεχνολογία για εφαρμογές last-mile.

- Ο συνολικός ρυθμός δεδομένων φτάνει τα 100 Mb/s σε κάθε κανάλι επικοινωνίας των 20MHz.
- Τυπικές ακτίνες κυψελών 1-2 μίλια.
- Αποτελεί τη κατάλληλη backhaul τεχνολογία για να συνδέσει 802.11 wireless LANs (τοπικά δίκτυα υπό το πρότυπο τεχνολογίας 802.11) και commercial hotspots με το διαδίκτυο.
- Απευθύνεται κυρίως σε επιχειρήσεις, οικιακούς χρήστες, προωθώντας την ανάπτυξη των ευρυζωνικών υπηρεσιών ακόμα και σε περιοχές όπου η παραδοσιακή ενσύρματη επικοινωνία είναι μη διαθέσιμη.
- Η τυπική τοπολογία συστήματος 802.16 αποτελείται από ένα κεντρικό σταθμό βάσης στη κορυφή κτηρίου ή πύργου, που επικοινωνεί με κινητό συνδρομητή. Η ζεύξη είναι σημειακή-πολύ-σημειακή (a point-to-multipoint communication). Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται η τοπολογία αυτή.



Σχήμα 5: Σύνδεση point to multipoint

802.16b

Το πρότυπο IEEE 802.16b αναφέρεται σε συστήματα FWA με συχνότητες λειτουργίας (license-exempt applications) 5-6 GHz.

802.16c

Σκοπός η ανάπτυξη προφίλ συστημάτων με συχνότητα λειτουργίας 10-66 GHz και προδιαγραφών ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης LOS (Line-of-sight). Μέγιστοι ρυθμοί δεδομένων σε αυτά, 70Mbits/s, με ακτίνα κάλυψης μέχρι 50km.

802.16d

Εγκρίθηκε στις 24 Ιουνίου 2004. Δημοσιεύεται με το τίτλο IEEE Standard 802.16-2004 αντικαθιστώντας τα πρότυπα IEEE 802.16-2001, 802.16c-2002 και 802.16a-2003. Στόχος του η ανάπτυξη προφίλ συστημάτων 802.16 ("Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems")

IEEE 802.16e (Mobile Wireless MAN)

- Εγκρίθηκε στις 23 Σεπτεμβρίου 2004.
- Ουσιαστικά αποτελεί παραλλαγή του πρότυπου IEEE 802.16 ("Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems") όπως αυτό ορίζεται στα πρότυπα IEEE Standards 802.16a και 802.16c
- Περιέχει τις προδιαγραφές των επιπέδων Physical, Medium Access Control για τη συνδυασμένη λειτουργία σταθερής και εν κινήσει ασύρματης ευρυζωνικής πρόσβασης σε αδειοδοτημένες μπάντες συχνοτήτων.
- Παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα ασύρματης σύνδεσης με πάροχο υπηρεσιών διαδικτύου (Wireless Internet Service Provider), όταν ταξιδεύουν πέραν του γραφείου ή του σπιτιού τους ή σε άλλη πόλη που έχει διαφορετικό WISP. Αναπτύσσει δηλαδή νομαδικούς χρήστες.
- Η σύνδεση του κινητού χρήστη είναι εφικτή για ταχύτητες από 75 μέχρι 93 μίλια την ώρα.
- Συμπληρώνει ή ανταγωνίζεται το πρότυπο IEEE 802.20, το οποίο αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης και ανάπτυξης προγενέστερα του IEEE802.16e.

ο **Πλεονεκτήματα του WiMax**

Τα βασικά πλεονεκτήματα του WiMax σε σχέση με τα πρότυπα 802.11 (Wifi), περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

1. Υψηλότερες ταχύτητες πρόσβασης σε σχέση με το WiFi.
2. Σημαντικά υψηλότερη εμβέλεια από το WiFi.
3. Ένας ενιαίος κύριος σταθμός WiMAX μπορεί να εξυπηρετήσει εκατοντάδες χρήστες.
4. Τα τερματικά σημεία εγκαθίστανται εντός ημερών αντί των εβδομάδων που απαιτούνται για τις συνδεδεμένες με καλώδιο συνδέσεις.
5. Μπορεί να δουλέψει σε ορισμένες συχνότητες και χωρίς οπτική επαφή.

ο **Μειονεκτήματα του WiMAX**

Το WiMax παρουσιάζει επίσης και μια σειρά από μειονεκτήματα στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα ακόλουθα:

1. Η οπτική επαφή (LOS) απαιτείται για τις μεγάλης απόστασης (5-30 μίλια) συνδέσεις.
2. Οι δυνατές βροχές μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στην ρυθμαπόδοση.

Άλλη ασύρματη ζεύξη στην περιοχή μπορεί να δημιουργήσει παρεμβολές και να προκαλέσει μια μείωση της ρυθμαπόδοσης.

2.2.4. Σύγκριση WLAN και WiMax

Κάθε τεχνολογία είναι σημαντική για διαφορετικούς λόγους. Ενώ το WLAN είναι ιδανικό για τις απομονωμένες περιοχές, το WiMAX προσφέρει ασύρματη κάλυψη σε μεγάλες αποστάσεις. Στον παρακάτω πίνακα θα δούμε επιγραμματικά τα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας.

Πίνακας 5: Σύγκριση Ασύρματων Τεχνολογιών

Ασύρματα Πρότυπα	Ταχύτητα (Mbps)	Εμβέλεια	Συχνότητα	Διασύνδεση	Υποστηρίζεται
Bluetooth	1Mbps	10m	2.4GHz	Καμία	Eriscon, IBM, Intel, Toshiba, Nokia, Motorola
HomeRF	2Mbps	50m	2.4GHz	Ethernet	Proxim, Intel, HP, 3COM, Motorola
IEEE802.11 802.11b 802.11a 802.11g	2Mbps 11Mbps 54Mbps 54Mbps	100m- 2km	2.4GHz 2.4GHz 5GHz 2.4GHz	Ethernet	Cisco, Lucent, 3COM, Apple, Nokia, Compaq
Wi-max	70 Mbps	70Km	2-11 GHz		Red Line

2.2.5. Ασφάλεια ασύρματου δικτύου

Δεδομένων των υπαρκτών κινδύνων παραβίασης και έχοντας ως στόχο την αύξηση της ασφάλειας των ασύρματων δικτύων, το IEEE έχει ενσωματώσει στο πρότυπο 802.11 μεθόδους που συντελούν στην αύξηση της ασφάλειας του ασυρμάτου δικτύου (Basic Industry Standard Security). Οι μέθοδοι εστιάζουν κυρίως σε θέματα ασφάλειας ασύρματων τοπικών δικτύων, παρουσιάζονται όμως στη συνέχεια γιατί θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και να χρησιμοποιηθούν κάποιες από αυτές στην υλοποίηση του έργου, προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν προσπάθειες υποκλοπής σημάτων.

SSID

Το SSID (Secure Set Identifier) είναι το χαρακτηριστικό όνομα ενός ασύρματου δικτύου το οποίο χρησιμοποιείται για να διαφοροποιούνται τα δίκτυα που ενδεχομένως λειτουργούν στον ίδιο χώρο. Γενικά όλες οι συσκευές ασύρματης σύνδεσης έχουν μια προκαθορισμένη τιμή του SSID, τυπική για κάθε μοντέλο. Για να διευκολυνθεί η διαδικασία σύνδεσης δύο συσκευών WLAN, κάθε συσκευή εκπέμπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα το SSID της. Έτσι, όταν δύο συσκευές βρεθούν μέσα στα όρια εμβέλειάς τους, αυτομάτως αναγνωρίζουν η μια την άλλη, και στη συνέχεια μπορούν, εφόσον έχουν το ίδιο SSID, να συνδεθούν.

Αν και ο παραπάνω μηχανισμός απλοποιεί σημαντικά τη διαδικασία σύνδεσης δύο ή περισσότερων «φιλικών» υπολογιστών, εγκυμονεί κινδύνους, διότι βοηθά σημαντικά πιθανούς «εχθρούς» να εντοπίσουν το εν λόγω δίκτυο. Ο μόνος τρόπος με τον οποίο μπορεί να περιοριστεί ο παραπάνω κίνδυνος είναι να αποτραπεί η αυτόματη εκπομπή του SSID, μια δυνατότητα που προσφέρεται μόνο από τα Σημεία Πρόσβασης.

Συνοψίζοντας, όταν χρησιμοποιείται ένα Σημείο Πρόσβασης, ένα πρώτο μέτρο ασφάλειας που μπορεί κανείς να πάρει είναι να απενεργοποιήσει την εκπομπή του SSID και να αλλάξει το όνομα του δικτύου με κάποιο δύσκολο προβλεπόμενο.

Πιστοποίηση χρήστη

Το πρότυπο 802.11 ενσωματώνει δύο μεθόδους πιστοποίησης: *Open System* και *Shared Key*. Η πρώτη δεν παρέχει ουσιαστικά καμία πιστοποίηση εκτός από την αναγνώριση της διεύθυνσης MAC των συσκευών. Έτσι, η συγκεκριμένη μέθοδος επιτρέπει σε όσες συσκευές έχουν το ίδιο SSID να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.

Η μέθοδος *Shared Key* επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μόνο ανάμεσα στις συσκευές που έχουν το ίδιο SSID και το ίδιο κλειδί κρυπτογράφησης (WEP Key, βλ. επόμενη παράγραφο). Όταν μια συσκευή προσπαθήσει να συνδεθεί με μια άλλη (π.χ., με ένα σημείο πρόσβασης), τότε αυτή, θα απαντήσει στέλνοντάς της ένα απλό αρχείο κειμένου. Στη συνέχεια, η συσκευή που επιχειρεί να συνδεθεί θα το κωδικοποιήσει χρησιμοποιώντας το δικό της WEP Key και θα το στείλει πίσω. Η σύνδεση των δύο συσκευών θα είναι εφικτή μόνο εάν το κείμενο έχει κρυπτογραφηθεί σωστά.

Μολονότι η μέθοδος *Shared Key* δίνει την αίσθηση ότι προσφέρει μεγαλύτερη ασφάλεια από την *Open System*, η εφαρμογή της εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους. Το αδύνατο σημείο της *Shared Key* είναι η αποστολή του απλού κειμένου. Αν, για παράδειγμα, κάποιος καταγράψει με κατάλληλο εξοπλισμό την επικοινωνία μεταξύ ενός σημείου πρόσβασης και των συσκευών που συνδέονται σε αυτό, θα καταφέρει να συγκεντρώσει έναν ικανοποιητικό αριθμό δεδομένων (απλό και κωδικοποιημένο κείμενο), από τα οποία είναι δυνατόν να υπολογίσει το WEP Key που χρησιμοποιείται. Εύλογα συμπεραίνει κανείς ότι οι παρούσες μέθοδοι πιστοποίησης δεν διακρίνονται για το υψηλό επίπεδο ασφάλειας που προσφέρουν.

Κρυπτογράφηση δεδομένων

Το πρότυπο 802.11b περιλαμβάνει εκτός από τις δύο μεθόδους πιστοποίησης που αναφέρθηκαν παραπάνω και μια μέθοδο κρυπτογράφησης δεδομένων που ονομάζεται WEP (Wireless Equivalent Privacy).

Η WEP βασίζεται στον αλγόριθμο κρυπτογράφησης RC4, ο οποίος χρησιμοποιεί ένα κλειδί μεγέθους 40bit ή 104bit και έναν τυχαίο αριθμό που ονομάζεται Initialization Vector και έχει μήκος 24bit. Οι συσκευές μάλιστα που ακολουθούν το πρότυπο 802.11b+, υποστηρίζουν κωδικοποίηση με κλειδί μήκους 256bit (τυχαίος αριθμός 24bit και κλειδί 232bit). Λόγω όμως κάποιων εγγενών αδυναμιών του αλγορίθμου RC4, η υποκλοπή του χρησιμοποιούμενου κλειδιού είναι δυνατή. Μια τακτική που μπορεί να δυσκολέψει τους πιθανούς «εισβολείς» είναι να χρησιμοποιείται κλειδί μεγάλου μεγέθους (128bit ή 256bit), το οποίο να αλλάζει αρκετά συχνά.

Το Wi-Fi Protected Access (WPA) είναι ένα στοιχείο του πρότυπου ασφαλείας IEEE 802.11i. Εξέλιξη του WPA είναι το WPA2 το οποίο είναι ισχυρότερο πρότυπο ασφαλείας όσο αφορά την κρυπτογράφηση, την πιστοποίηση και τη διαχείριση των κλειδιών κρυπτογράφησης. Τόσο το WPA όσο και το WPA2 βελτιώνουν την κρυπτογράφηση των δεδομένων με χρήση Temporal Key Integrity (TKIP), Message Integrity Check (MIC) και IEEE 802.1x. επιπροσθέτως, εκτός από TKIP, το WPA2 χρησιμοποιεί το Advanced Encryption Standard (AES) επιτυγχάνοντας ισχυρότερη κρυπτογράφηση.

Advanced Industry Standard Security

Το IEEE έχει υιοθετήσει και αναπτύσσει έναν επιπλέον αριθμό προτύπων / πρωτοκόλλων (Advanced Industry Standard Security) προκειμένου να αυξήσει το επίπεδο ασφάλειας του προτύπου 802.11b.

Πίνακας 6: Πρότυπα Ασφαλείας 802.11X

IEEE 802.1X	Πρότυπο ασφάλειας που επιβάλλει ένα πλαίσιο επικύρωσης, καθώς και τη δυναμική διανομή των κλειδιών συνόδου για την κρυπτογράφηση WEP. Απαιτείται να υπάρχει server RADIUS
IEEE 802.11i	Ανερχόμενο πρότυπο ασφαλείας που αναπτύσσεται από το IEEE και το οποίο εμπεριέχει την προστασία επικύρωσης του IEEE 802.1X. Επιπλέον, προσθέτει εξελιγμένα πρότυπα ασφαλείας (Advanced Encryption Standards . AES) για προστασία της κρυπτογράφησης, μαζί με άλλα χαρακτηριστικά.
WPA	Το Wi-Fi Protected Access είναι ένα πρότυπο ασφαλείας που επιλύει τα προβλήματα κρυπτογράφησης του WEP, υιοθετώντας το Πρωτόκολλο Ακεραιότητας του Προσωρινού Κλειδιού (Temporal key integrity protocol . TKIP). Επίσης, το WPA συμπεριλαμβάνει τα πλεονεκτήματα επικύρωσης του 802.1X.
EAP	Το Extensible authentication protocol (EAP) είναι ένα πρωτόκολλο σημείου προς σημείο το οποίο υποστηρίζει πολλαπλές μεθόδους επικύρωσης. Η υποστήριξη τύπων EAP εξαρτάται από το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιείται.

RADIUS

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιήθηκε μία στρατηγική που είναι γνωστή σαν Πιστοποίηση, Έγκριση και Παρακολούθηση (authentication, authorization, accounting-AAA) για να εκτελέσει τις λειτουργίες της πιστοποίησης της ταυτότητας του χρήστη, τη παροχή ή όχι πρόσβασης και την παρακολούθηση των κινήσεων των απομακρυσμένων χρηστών αντίστοιχα. Η υποστήριξη των RADIUS δίνει τη δυνατότητα στη Cisco να προτείνει μία πολύ ευέλικτη και αποδοτική AAA λύση.

Ο RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service) είναι βασισμένος στο client/server μοντέλο. Οι servers πρόσβασης (NAS-Network Access Servers) λειτουργούν σαν clients του RADIUS. Ο client είναι υπεύθυνος για την προώθηση της πληροφορίας του χρήστη στον αρμόδιο RADIUS server και την εκτέλεση των εντολών που θα του σταλούν πίσω από το server.

Ο RADIUS server παρέχει υπηρεσίες πιστοποίησης και παρακολούθησης σε έναν ή περισσότερους RADIUS clients δηλαδή συσκευές NAS. Οι RADIUS servers είναι υπεύθυνοι για το να λαμβάνουν τις αιτήσεις σύνδεσης των χρηστών, να τους πιστοποιούν και τέλος να επιστρέφουν όλη τη πληροφορία με τις απαιτούμενες ρυθμίσεις για τους clients ώστε να δοθούν οι αιτούμενες υπηρεσίες στους χρήστες. Ο RADIUS server πρόσβασης είναι συνήθως ένας αφιερωμένος σταθμός εργασίας συνδεδεμένος με το δίκτυο.

Τα δεδομένα ελέγχου ταυτότητας αποθηκεύονται σε τοπικό επίπεδο ή σε μια εξωτερική βάση δεδομένων SQL ή μια εξωτερική Unix. Ο RADIUS server μπορεί επίσης

να συνδεθεί σε μια PAM (Pluggable Authentication Service) αρχιτεκτονική για να ανακτήσει τον έλεγχο ταυτότητας στοιχείων.

3.Βασικές Αρχές Σχεδιασμού Ενός WLAN

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τις βασικές αρχές σχεδιασμού ενός ασύρματου δικτύου και θα αναλύσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη ώστε τελικά να προσδιοριστεί η τοπολογία του δικτύου και η επιλογή της τεχνολογίας και του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιήσουμε στην παρούσα μελέτη.

3.1.Θεωρητικό Υπόβαθρο

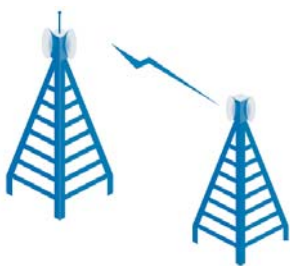
Ένα σωστά υλοποιημένο ασύρματο δίκτυο πρέπει να τηρεί όσο το δυνατόν γίνεται ορισμένους κανόνες.

- ❖ Αρχικά, καλό είναι να σκεφτόμαστε όχι μόνο την δική μας ζεύξη αλλά και τις υπόλοιπες (ακόμα και τις μελλοντικές) που μοιράζονται τον ίδιο εναέριο χώρο. Στόχος είναι να υπάρχει αξιόπιστο ασύρματο δίκτυο μέσα στα νόμιμα πλαίσια και να καλύπτει ορισμένες ανάγκες. Ο σεβασμός στον άλλο είναι απαραίτητος όχι μόνο από ηθικής πλευράς αλλά και για πρακτικούς λόγους.

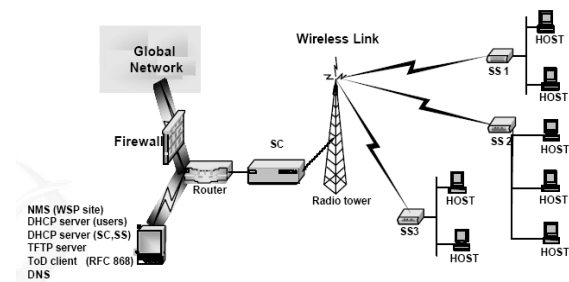
- ❖ Εκπέμπουμε όσο χρειαζόμαστε.

- ❖ Προτεραιότητα δίνουμε στην ασφάλεια του δικτύου, έπειτα στην αξιοπιστία και στην νομιμότητα και τέλος στο κόστος.

Η σύνδεση μιας ζεύξης μπορεί να είναι είτε σημείο προς σημείο (point-to-point) είτε σημείο προς πολλά σημεία (point-to-multipoint).



Σχήμα 6:Σύνδεση point to point



Σχήμα 7:Σύνδεση point to multipoint

3.2. Παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη

Παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη είναι η θέση του κάθε κόμβου και ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί.

Συγκεκριμένα, η θέση κάθε κόμβου περιλαμβάνει παράγοντες όπως το γεωγραφικό σημείο του κόμβου (γεωγραφικό πλάτος και μήκος), την οπτική επαφή που έχει με τους άλλους κόμβους, το είδος της περιοχής (ορεινή ή πεδινή), την ύπαρξη ηλεκτροδότησης, το μέρος που βρίσκεται ο κόμβος (μέσα σε κτίριο ή σε εξωτερικό χώρο) καθώς και την παρεμβολή άλλων σημάτων από γειτονικούς κόμβους.

Η επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού είναι μια διαδικασία πολύ σημαντική και χρονοβόρα. Το βασικό στοιχείο του εξοπλισμού είναι η κεραία. Υπάρχουν αρκετά είδη κεραιών όπου στη συνέχεια (παρ. 3.3.1) ακολουθεί η ανάλυσή τους ώστε να γίνει η σωστότερη επιλογή για την συγκεκριμένη μελέτη.

- **Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της κεραιάς είναι οι εξής:**

Συσχετισμός με τον υπόλοιπο εξοπλισμό:

Η χρήση μιας κάρτας με ρυθμιζόμενη ισχύ μας επιτρέπει να έχουμε μεγαλύτερη γκάμα επιλογών στην απολαβή (κέρδος) της κεραιάς στα νόμιμα πλαίσια. Το μήκος και η ποιότητα του καλωδίου έχουν σημαντικό ρόλο. Η χρήση προέκτασης καλωδίου μπορεί να μειώσει την εκπομπή καθώς και την λήψη. Καθώς και η χρήση άλλων κεραιών μπορεί να δημιουργήσει παρεμβολές.

Εγκατάσταση:

Ορισμένες κεραιές είναι πιο εύκολες στην εγκατάσταση και άλλες λιγότερο λόγω του σχήματος τους. Τα μεγέθη ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο της κεραιάς. Τα κάτωπτρα απαιτούν πιο γερή στήριξη από ότι οι παραβολικές.

Αντοχή στον χρόνο:

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα της κατασκευής. Μπορεί να μην είναι τόσο σημαντικό αν επιλέξουμε αλουμινένιο ή σιδερένιο κάτωπτρο αλλά η επιλογή μιας γερής βάσης είναι.

Μορφολογία:

Σε πολλές περιοχές δεν είναι εύκολη η ασύρματη επικοινωνία λόγω των κτιρίων (σε συγκρότημα κτιρίων, όπως ο χώρος του ΤΕΙ), δέντρα, υψομετρικές διαφορές. Υπάρχουν δηλαδή, αρκετά εμπόδια τα οποία πρέπει να λάβουμε υπόψη γιατί είτε κρύβουν το οπτικό πεδίο είτε δημιουργούν ανακλάσεις. Πρέπει να καταλάβουμε ότι κάποιες ζεύξεις δεν είναι εφικτές απευθείας και ως βρίσκονται μόλις μερικά μέτρα.

Κόστος:

Οι τιμές των εξοπλισμών ποικίλουν. Όμως, μια φτηνή λύση δεν είναι πάντα και η καλύτερη. Αν όντως μας ενδιαφέρει μια αξιόπιστη κατασκευή το τελευταίο που θα σκεφτούμε θα είναι το κόστος.

- **Παράγοντες που επηρεάζουν την μετάδοση του σήματος:**

Η απόδοση μετάδοσης του σήματος σε μια ζεύξη εξαρτάται από:

1. την ισχύ εκπομπής (Transmit Power),
2. το κέρδος της κεραιάς εκπομπής και λήψης (Antenna gain),
3. την ευαισθησία του δέκτη (Receiver Threshold),
4. την απώλεια μετάδοσης,
5. την απώλεια των καλωδίων,
6. το περιθώριο διάλειψης (Fade Margin)

Ο Γενικός τύπος που περιγράφει την λαμβανόμενη ισχύ σε ένα δέκτη είναι ο ακόλουθος:

$$P_{RX} = P_{TX} - AF_{TX} - AF_{RX} + G_{RX} + G_{TX} - F_{SL} - A_o - A_G - A - Tol$$

όπου

P_{RX} : Η λαμβανόμενη ισχύ (Received power (dBm))

P_{TX} : Η εκπεμπόμενη ισχύ (Transmitted power (dBm))

AF_{TX} : Η απώλειες του καλωδίου κεραίας για τον πομπό (Antenna feeder loss (db))

AF_{RX} : Η απώλειες του καλωδίου κεραίας για τον δέκτη (Antenna feeder loss (db))

G_{RX} : Το κέρδος της κεραίας δέκτη (Receiver Antenna gain (dBi))

G_{TX} : Το κέρδος της κεραίας πομπού (Transmitter Antenna gain (dBi))

F_{SL} : Οι Απώλειες μετάδοσης (Free space loss (dB))

A_o : Οι απώλειες λόγω εμποδίων (Obstacle loss (dB))

A_G : Εξασθένηση λόγω αερίων (Gas attenuation (dB))

A : Επιπλέον απώλειες από άλλους λόγους (Additional loss (dB))

Tol : Παράγοντας Ανεκτικότητας (Tolerance)

Απώλειες Μετάδοσης(Path Loss):

Θεωρούμε ότι οι απώλειες μετάδοσης ισούνται περίπου με τις απώλειες κενού χώρου (Free-Space Loss), δηλαδή είναι η ελάχιστη απώλεια που μπορεί να συμβεί ανάμεσα σε πομπό και δέκτη, οφείλεται στο σκόρπισμα της ακτινοβολούμενης ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας στο χώρο και δίδεται από το τύπο:

$$L = 92,45 + 20\log(f) + 20\log(d)$$

Όπου

L: οι απώλειες σε db,

d: το μήκος της ζεύξης σε km,

f: η συχνότητα σε GHz

Έστω ότι θέλουμε να υπολογίσουμε τις απώλειες μετάδοσης που θα υποστεί το σήμα όταν είμαστε στο φάσμα των 2,4GHz σε μια απόσταση 2 km.

$$L = 92,45 + 20\log(2,4) + 20\log(2) = 106\text{db}$$

Ευαισθησία Δέκτη (Receiver Threshold):

Το κατώφλι του δέκτη (η ευαισθησία του) εξαρτάται από:

- 1.Τη χωρητικότητα του συστήματος
- 2.Τη διαμόρφωση
- 3.Την ποιότητα ηλεκτρονικών του δέκτη

και δίδεται από το τύπο:

$$P_{th} = 10 \log(F kT BW) + S/N$$

Όπου

F: το Noise Figure του δέκτη, σε καλούς δέκτες έχει τιμές γύρω στο 2,

BW: το εύρος φάσματος του καναλιού,

S/N: ο λόγος σήμα προς θόρυβο που απαιτείται για την αποδιαμόρφωση του σήματος και εξαρτάται από τον τύπο διαμόρφωσης.

Περιθώριο Διάλειψης (Fading Margin):

Η απώλεια κενού χώρου είναι η βάση για τον υπολογισμό της λαμβανόμενης ισχύος. Οι ραδιοζεύξεις σχεδιάζονται έτσι ώστε η νόμιμη ισχύ στο δέκτη να είναι αρκετά μεγαλύτερη

από την ελάχιστη απαιτούμενη (το κατώφλι του δέκτη). Το περιθώριο αυτό μας δηλώνει πόση επιπρόσθετη εξασθένιση μπορεί να αντιμετωπίσει η ραδιοζεύξη χωρίς υποβάθμιση της ποιότητας της και δίδεται από το τύπο:

$$FFM = P_{\text{RECEIVED}} - P_{\text{THRESHOLD}}$$

όπου

FFM: το περιθώριο σε dbm,

P_{RECEIVED} : η νόμιμη ισχύς στο δέκτη κάτω από κανονικές συνθήκες,

$P_{\text{THRESHOLD}}$: η ελάχιστη ισχύς που απαιτείται από το δέκτη ώστε να αποδιαμορφώνει το σήμα με ένα μικρό αριθμό λαθών (BER 10^{-5}).

Λοιποί παράγοντες που επηρεάζουν μια ζεύξη

Όταν πολλές πηγές χρησιμοποιούν μια συχνότητα (ή γειτονική) ταυτόχρονα και ο δέκτης δέχεται σήματα από πολλές πηγές, τότε ο δέκτης θα έχει δυσκολίες διάκρισης της μιας από την άλλη και η επικοινωνία δυσχεραίνεται ή χάνεται.

Ειδικά, το φάσμα των 2,4GHz χρησιμοποιείται για πολλές εφαρμογές εκτός από το WLAN. Για τις 5GHz συχνότητες που χρησιμοποιούν IEEE 802.11a ή WiMax πρωτόκολλο, αφενός τα κανάλια δεν επικαλύπτουν και αφετέρου υπάρχουν ειδικές λειτουργίες που προστατεύουν από παρεμβολές. Οι λειτουργίες **DFS** και **TPC** το φροντίζουν αυτό αυτόματα.

Dynamic Frequency Selection: Το DFS επιλέγει συνεχώς τα κανάλια για την αποφυγή παρεμβολών, προσπαθώντας να επιλέξει ένα κενό κανάλι ειδάλλως το βέλτιστο. Εάν ένα κανάλι υποβιβάζει τη ζεύξη θα κινηθεί προς άλλο, βοηθώντας έτσι όχι μόνο το συγκεκριμένο χρήστη αλλά και τους γειτονικούς.

Transmit Power Control: Το TPC επιλέγει την χαμηλότερη αποδεκτή ισχύ ώστε να διατηρηθεί η ζεύξη, χρησιμοποιώντας χαμηλή ισχύ όπου είναι αυτό δυνατόν και μέγιστη όταν την χρειάζεται. Έτσι, εξοικονομείται ενέργεια και επίσης μπορούν να συνδεθούν πολλοί περισσότεροι χρήστες.

3.3. Επιλογή κεραίας

Η κεραία είναι ένα μεταλλικό συνήθως αντικείμενο σε μια διάταξη έτσι ώστε να επιτρέπει την αποστολή ή και την λήψη ραδιοκυμάτων βάση του φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Η κεραία έχει μεγάλη ποικιλομορφία σε μεγέθη και σχήματα (μπορεί να είναι απλά ένας κύλινδρος, ένα χωνί, μια επίπεδη πλακέτα, μια σειρά-συστοιχία από κεραίες, ή ακόμα και ένα κομμάτι από καλώδιο). Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε μόνο με τις εξωτερικές κεραίες που εξυπηρετούν συνδέσεις ασύρματων δικτύων. Ο ρόλος της είναι σημαντικός για μια σταθερή και απροβλημάτιστη ζεύξη σημείων και θα πρέπει να κάνουμε την επιλογή της με ιδιαίτερη προσοχή. Πριν ψάξουμε για τον τύπο και τα χαρακτηριστικά της κεραίας, θα πρέπει να γνωρίζουμε την μορφολογία και τις αποστάσεις της περιοχής που θέλουμε να καλύψουμε. Πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια κεραία που μας παρέχει αρκετή ισχύ, σε σημείο να έχουμε σταθερή ζεύξη αλλά να μην έχουμε περισσότερη ισχύ από ότι χρειαζόμαστε (για την ακρίβεια θα πρέπει να υπάρχει κάποιο περιθώριο έτσι ώστε να μπορέσουμε να διατηρήσουμε σταθερή ζεύξη και σε έκτακτες συνθήκες όπως αυξημένη υγρασία). Μεγαλύτερη ισχύ από ότι χρειαζόμαστε σημαίνει και μεγαλύτερη λήψη θορύβου, περισσότερες ανακλάσεις, και παρεμπόδιση άλλων ραδιοεπικοινωνιών.

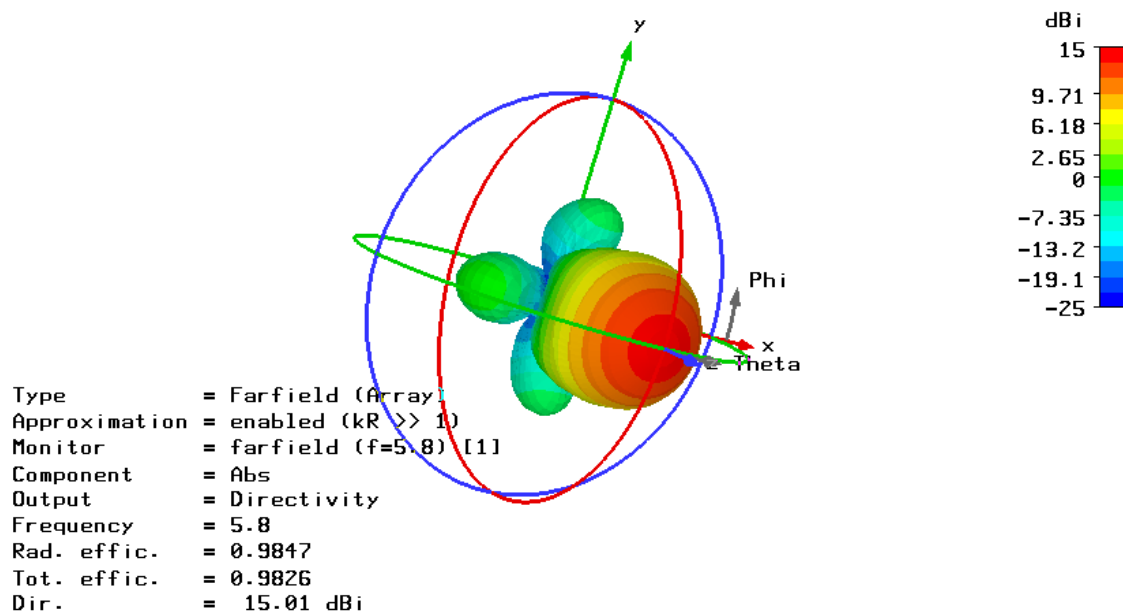
Μια κεραία έχει απολαβή (κέρδος) όταν εκπέμπει ή λαμβάνει κάποια ηλεκτρομαγνητική ενέργεια προς/από μία κατεύθυνση. Η μονάδα μέτρησης ενίσχυσης απολαβής (κέρδους) της κεραίας μετριέται σε dBi. Καθορίζεται από την απολαβή που έχει, σε σχέση με μια ιδανική κεραία η οποία έχει μηδενική απολαβή και λέγεται ιστροπική διπολική κεραία (isotropic dipole antenna). Ιδανική κεραία δεν υπάρχει και δεν μπορεί να κατασκευαστεί, αλλά είναι χρήσιμη ως σημείο αναφοράς στους υπολογισμούς.

Οι κεραίες είναι τριών πόλωσεων. Η πόλωση έχει σχέση με το πως μεταφέρεται το ραδιοκύμα, έτσι έχουμε *κυκλική*, *οριζόντια* και *κάθετη* πόλωση. Εδώ δεν θα ασχοληθούμε με την κυκλική γιατί είναι πιο σπάνια (εξυπηρετεί σε κάποιες ειδικές περιπτώσεις και έχει καλύτερη αντιμετώπιση στις ανακλάσεις - αν θέλετε περισσότερες πληροφορίες). Τα ραδιοκύματα είναι ευκολότερο να τα σχεδιάζουμε και να τα σκεφτόμαστε επίπεδα σε δύο διαστάσεις. Όταν το κύμα φεύγει από την κεραία κάθετα τότε η κεραία είναι πολωμένη κάθετα, αντίστοιχα συμβαίνει όταν είναι οριζόντια. Αν γυρίσουμε την ίδια κεραία (κάθετης ή οριζόντιας πόλωσης) πλάγια κατά 90 μοίρες τότε αλλάζουμε και την πόλωση της. Όταν δύο κεραίες μιας ζεύξης έχουν διαφορετική πόλωση τότε έχουμε σημαντικές απώλειες (αυτό κοστίζει περίπου 20 dB χαμμένη ισχύ). Οπότε επιλέγουμε να έχουν πάντα την ίδια πόλωση. Αυτή η ιδιότητα αποτελεί και πλεονέκτημα αφού επιτρέπει σε περισσότερα ραδιοσυστήματα να μοιράζονται τον ίδιο εναέριο χώρο. Άλλος ένας σημαντικός παράγοντας επιλογής της πόλωσης είναι η μείωση αντανάκλασεων που δημιουργούν το φαινόμενο της πολυδιόδευσης (multipath).

Μια κεραία λειτουργεί και ως κατευθυντήρας. Έτσι μπορούμε με την επιλογή ενός τύπου κεραίας να τονίσουμε την εκπομπή προς μία κατεύθυνση και να μειώσουμε την εκπομπή προς άλλες ενώ αντίθετα με μία άλλου τύπου κεραία να έχουμε ισομερή εκπομπή προς όλες τις κατευθύνσεις. Ο τρόπος εκπομπής της κεραίας αυτής ονομάζεται πρότυπο εκπομπής και μας βοηθάει να επιλέξουμε τον σωστό τύπο έτσι ώστε να έχουμε την βέλτιστη εκπομπή αλλά και λήψη.

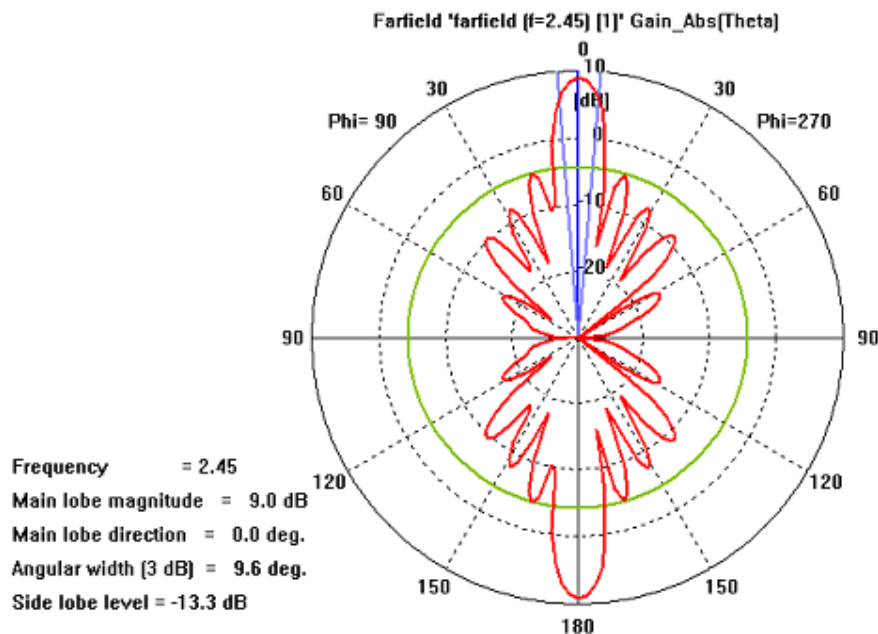
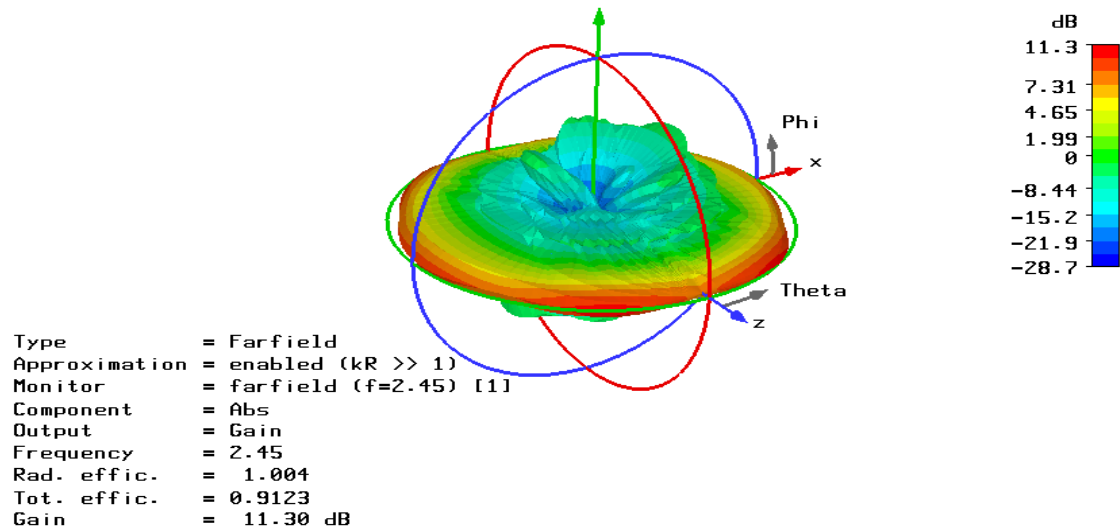
Οι κεραιές ανάλογα με το πρότυπο εκπομπής τους διακρίνονται σε:

Κατευθυντική (directional): Το χαρακτηριστικό πρότυπο εκπομπής της είναι έντονα ενισχυμένο προς μια κατεύθυνση. Κατευθυντικές είναι οι παραβολικές πλέγματα (Grid Parabolic) και τα «δορυφορικά πιάτα». Το πρότυπο εκπομπής είναι έτσι ώστε να δημιουργεί μια σχετικά στενή δέσμη, που όμως μπορεί να φτάσει σε μεγαλύτερη απόσταση. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι, εκτός από τη μεγάλη απόσταση, λόγω της στενής δέσμης δεν είναι εύκολο να έχουν παρεμβολές και παράσιτα, έτσι ώστε να σύνδεση να είναι καθαρή. Ιδανικές περιπτώσεις για τη χρήση τους είναι η σύνδεση σημείου προς σημείο (point to point) ειδικά αν είναι μεγάλες οι αποστάσεις, αλλά και η σύνδεση ενός σημείου με ένα Access Point, το οποίο χρησιμοποιεί omni Directional κεραιά.



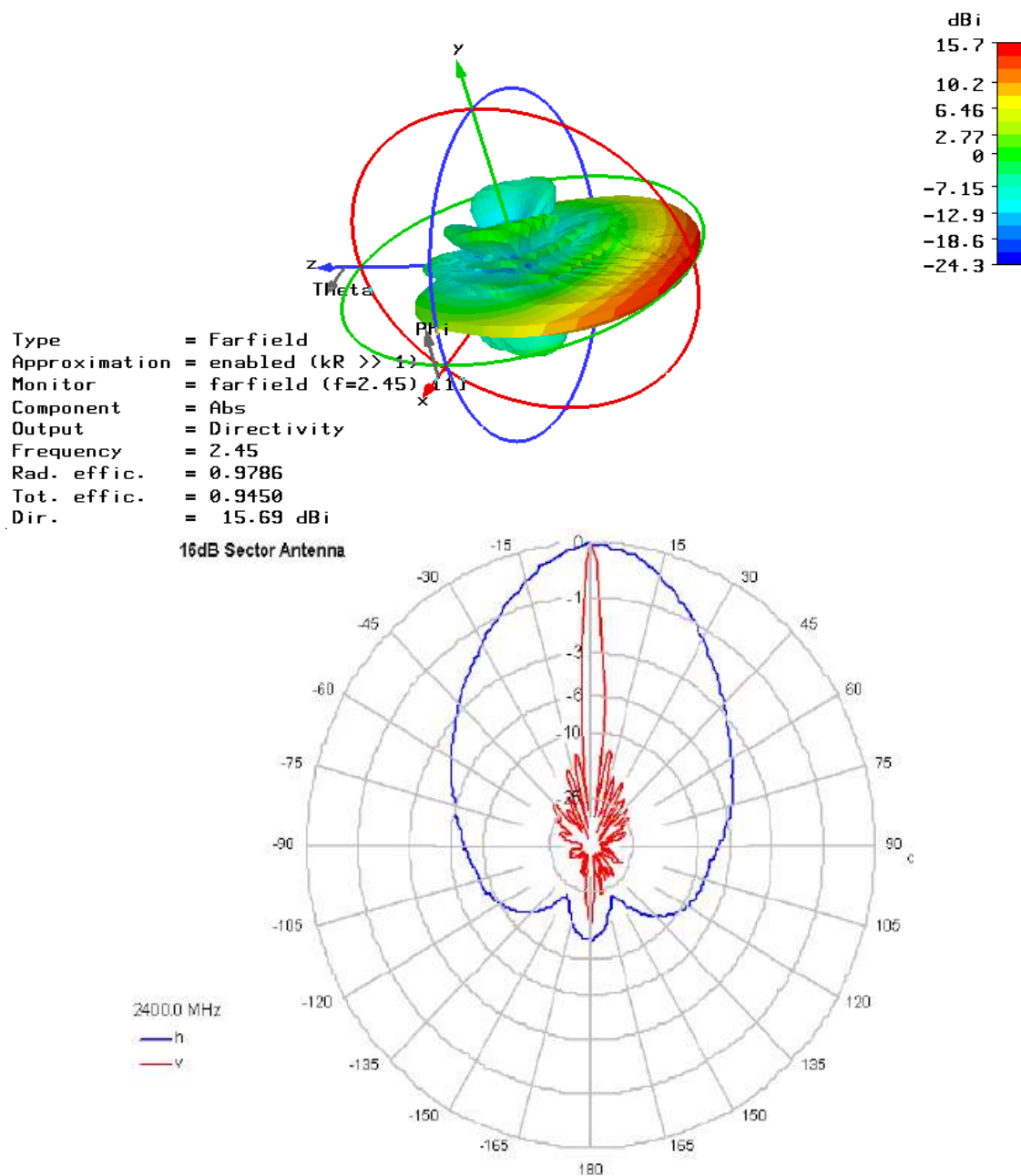
Σχήμα 8: Κάλυψη Κατευθυντικής κεραιάς

Πολυκατευθυντική (omni directional, omni): Η αλλιώς ονομαζόμενη ευρείας διασποράς. Οι κεραιές αυτές εκπέμπουν προς όλες τις κατευθύνσεις με την ίδια ενίσχυση (gain). Στην πράξη, το πρότυπο εκπομπής τους είναι έτσι ώστε να δημιουργούν γύρω τους ένα πεδίο που μοιάζει με «ιπτάμενο δίσκο», με αποτέλεσμα να έχουν μικρότερη ενίσχυση στον κατακόρυφο άξονα και μεγαλύτερο στον οριζόντιο. Το πόσο επίπεδος θα είναι αυτός ο «ιπτάμενος δίσκος» και τη έκταση θα έχει, καθορίζεται από τα επιμέρους χαρακτηριστικά της κεραιάς και την ενίσχυσή της. Ιδανική περίπτωση χρήσης τους είναι η σύνδεση ενός σημείου με πολλά (point to multipoint) με τη χρήση ενός Access Point.



Σχήμα 9: Κάλυψη Πολυκατευθυντικής κεραιάς

Σε αρκετές περιπτώσεις είναι καλύτερο να χρησιμοποιήσουμε αντί για μία omni μία ή περισσότερες *Sector* (με γωνία οριζόντιας κάλυψης από 40° έως 180°) ή *FlatPanel* κεραίες οι οποίες είναι πιο ενδιάμεσες λύσεις. Όταν για παράδειγμα, υπάρχουν πολλαπλά APs σε μια στερεή μεταλλική βάση ή όταν οι σταθμοί (clients) βρίσκονται προς μια πλευρά ή όταν έχουμε ένα μεγάλο εμπόδιο που εμποδίζει το οπτικό μας πεδίο προς την μία πλευρά (π.χ. ένα ύψωμα) ή όταν θέλουμε να καλύψουμε μεγαλύτερες αποστάσεις. Επίσης, όταν θέλουμε να έχουμε την δυνατότητα να απομονώνουμε τμήματα της εκπομπής μας απενεργοποιώντας την αντίστοιχη sector, γιατί δεν υπάρχουν πλέον client ή έχει δημιουργηθεί άλλος κόμβος AP ο οποίος καλύπτει καλύτερα την συγκεκριμένη περιοχή. Μπορούμε επίσης, να αντικαταστήσουμε μια sector με μία άλλη sector με διαφορετική γωνία κάλυψης, υπάρχουν και sector οι οποίες είναι ρυθμιζόμενες ανάλογα με τις ανάγκες μας. Συνήθως οι πολυκατευθυντικές κεραίες έχουν κάθετη πόλωση.



Σχήμα 10: Κάλυψη Sector κεραίας

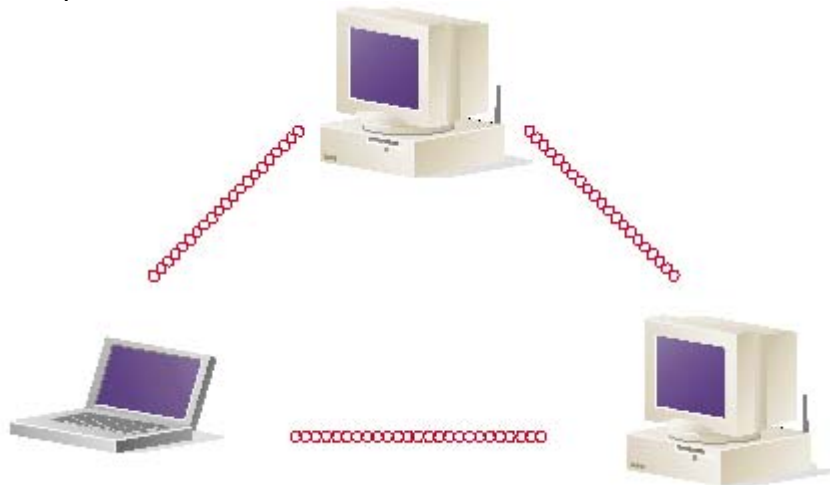
Από τα διαγράμματα παρατηρούμε ότι πέρα από την κύρια εκπομπή, δημιουργούνται και μικρές πλαϊνές. Η κύρια εκπομπή λέγεται και κύριος λοβός ενώ οι μικρές πλαϊνές πλάγιοι λοβοί. Μια καλή κατευθυντική κεραία θα πρέπει να έχει όσο το δυνατόν στενότερο κεντρικό λοβό και όσο το δυνατόν μικρότερους πλάγιους λοβούς. Οι πλάγιοι λοβοί είναι υπεύθυνοι πολλές φορές για λήψη θορύβου ενώ δεν μας εξυπηρετούν στην εκπομπή. Επίσης, όσο πιο στενός είναι ο κεντρικός λοβός τόσο περισσότερο μειώνονται οι ανακλάσεις και η πιθανότητα για θόρυβο.

Κατά την υλοποίηση μιας ζεύξης θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τόσο το οριζόντιο όσο και το κάθετο επίπεδο εκπομπής. Για παράδειγμα, έχουμε μια ομπι κεραία στην ταράτσα ενός κτιρίου ύψους 40 μέτρων. Μια συνηθισμένη γωνία κάθετης κάλυψης είναι οι 10 μοίρες, οι οποίες όμως μοιράζονται σε 5 μοίρες πάνω από τον οριζόντιο άξονα και 5 μοίρες κάτω. Συνεπώς, εάν υπάρχει χρήστης αρκετά κοντά (π.χ. στα 50μ)σε κτίριο ύψους 20μ. ενδέχεται να μην μπορεί να συνδεθεί (εκτός και αν έχει πέσει πάνω σε πλάγιο λοβό).Αντιθέτως αν ο χρήστης βρίσκεται πιο μακριά (π.χ. στα 800μ.) τότε η σύνδεση του με την κεραία είναι σταθερή και σίγουρη.

3.4. Δομή δικτύου

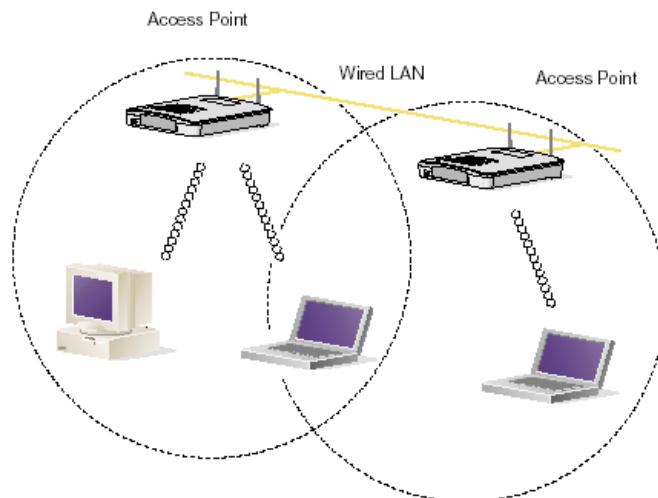
Ένα ασύρματο δίκτυο μπορεί να αναπτυχθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους όσο αφορά τον τύπο των συνδέσεων των κόμβων.

Ο πρώτος τύπος σύνδεσης είναι οι ad hoc συνδέσεις (ή peer to peer). Αυτού του είδους η σύνδεση γίνεται μεταξύ των δύο ισότιμων μηχανημάτων. Είναι το αντίστοιχο του να συνδέεις δύο υπολογιστές με ένα καλώδιο. Όλες οι συσκευές οι οποίες είναι εφοδιασμένες με μία κάρτα δικτύου (client adapter) μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους και να επικοινωνήσουν.



Σχήμα 11: Ad hoc Wireless LAN

Ο δεύτερος τύπος σύνδεσης είναι δίκτυο με υποδομή (infrastructure). Σ' αυτή η σύνδεση, οι κόμβοι δεν είναι ισότιμοι. Υπάρχουν κόμβοι που είναι σημεία πρόσβασης (AP, Access Point) και μέσω αυτών μπορούν να συνδεθούν οι χρήστες. Τα APs συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσεις οι οποίες αποτελούν την «ραχοκοκαλιά» (backbone) του δικτύου ή αλλιώς δίκτυο κορμού.



Σχήμα 12: Ασύρματη υποδομή σε ενσύρματο δίκτυο

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4. Ανάλυση αναγκών /προδιαγραφές δικτύου

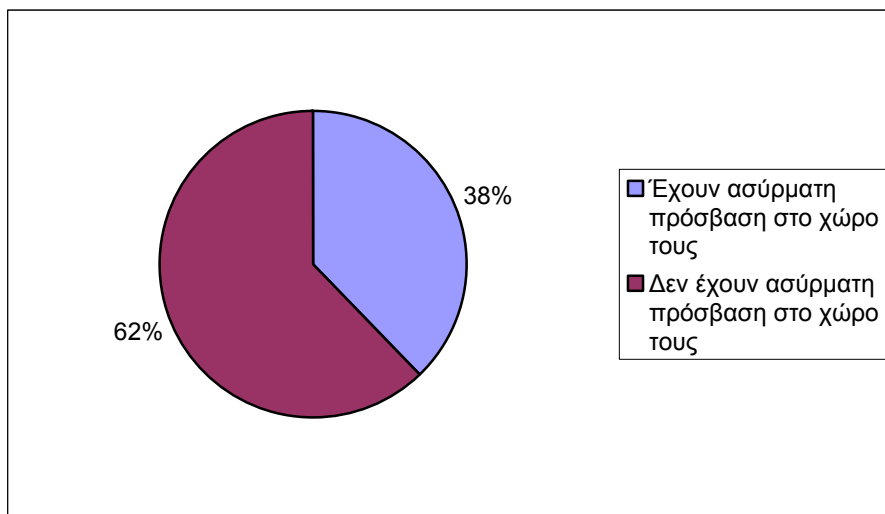
Στην ενότητα αυτή, θα αναλυθούν οι ανάγκες του παρόντος έργου και θα προσδιοριστούν τα σημεία ενδιαφέροντος και τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας και του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί. Τέλος, θα επισημάνουμε πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν ώστε να υλοποιηθεί το ασύρματο δίκτυο σωστά.

4.1. Ερωτηματολόγιο και αναλύσεις

Το ερωτηματολόγιο είχε ως σκοπό την πλήρη κατανόηση των αναγκών και των απαιτήσεων της παρούσας μελέτης. Συμπληρώθηκε τόσο από σπουδαστές όσο και από εκπαιδευτικούς. Κλήθηκαν να απαντήσουν αν έχουν wireless σύνδεση στο χώρο που δουλεύουν και πόσο χρήσιμη τους είναι μια τέτοια σύνδεση προκειμένου να διαπιστώσουμε αν πραγματικά τους είναι χρήσιμη η ασύρματη σύνδεση. Ερωτήθηκαν, επίσης, αν κατά την γνώμη τους θα πρέπει να υπάρχει ασύρματη πρόσβαση στους χώρους του ΤΕΙ και σε ποια σημεία. Τέλος, έγιναν ερωτήσεις γενικού περιεχομένου για να δούμε κατά πόσο είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση ασύρματου δικτύου και ποιες υπηρεσίες χρησιμοποιούν μέσω αυτού.

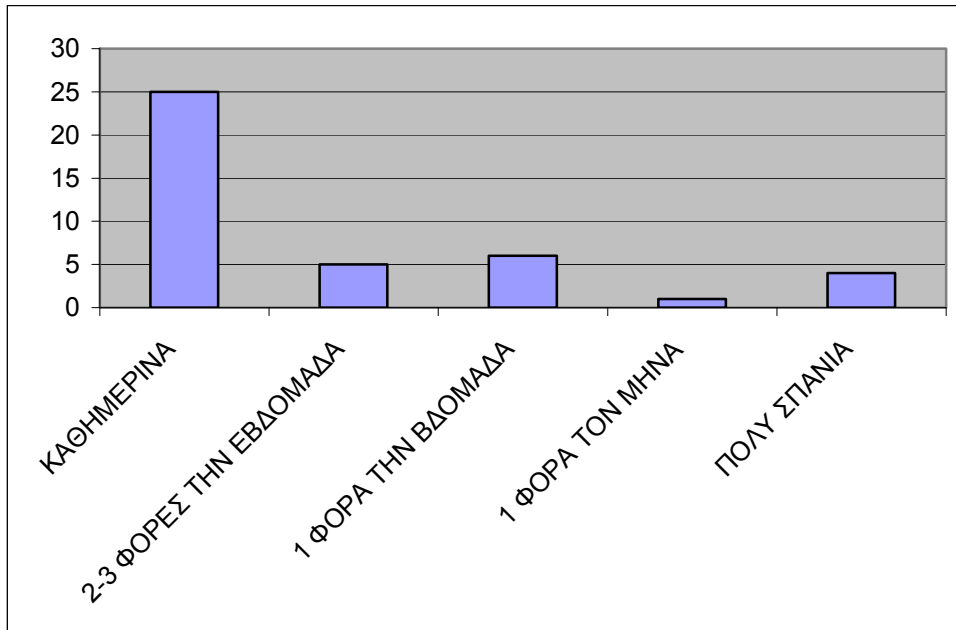
Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από 12 εκπαιδευτικούς και 100 σπουδαστές από το οποίο προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα.

Το 38% έχει ασύρματη πρόσβαση στο χώρο που εργάζεται.



Σχήμα 13: Χρήστες wireless σύνδεσης

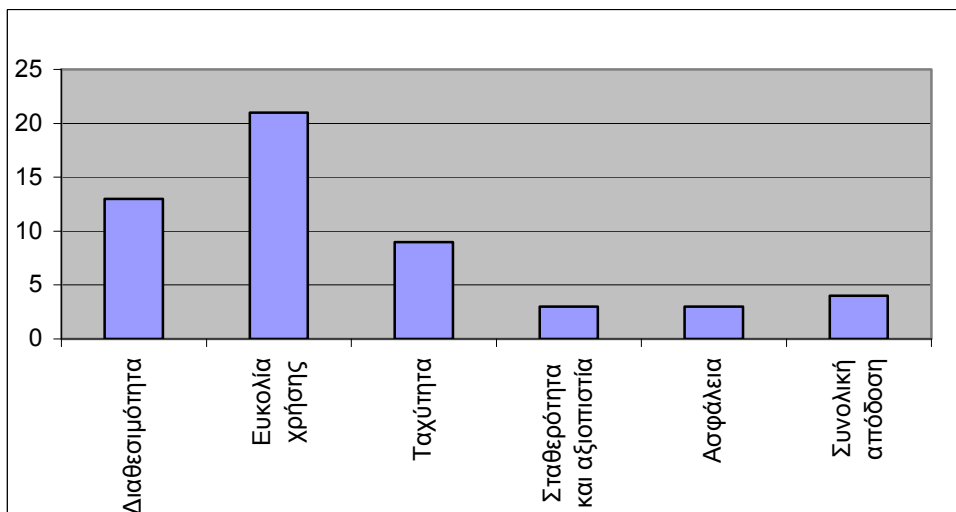
Η συχνότητα χρήσης του ασύρματου δικτύου όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα δηλώνει πόσο πολύ έχουν εξοικειωθεί οι χρήστες με αυτό και πόσο απαραίτητο είναι στην καθημερινότητά τους.



Σχήμα 14: Συχνότητα χρήσης wireless σύνδεσης

Η πλειοψηφία των χρηστών του ασύρματου δικτύου είναι πολύ ικανοποιημένοι με την αξιοπιστία και την ταχύτητα του αφού στατιστικά προκύπτει ένα ποσό της τάξης των 3,86 μονάδων για την αξιοπιστία και 4 μονάδες για την ταχύτητα σε κλίμακα από 1 έως 5 δείχνοντας την προτίμησή τους.

Ενδιαφέρον είναι και στο σημείο που ζητείται να απαντήσουμε σε ποια σημεία θεωρούν ότι υπερέχει η ασύρματη σύνδεση από ένα ενσύρματο δίκτυο. Από το παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι το ασύρματο δίκτυο είναι εύκολο στη χρήση.



Σχήμα 15: Υπεροχή ασύρματου προς ενσύρματου δικτύου

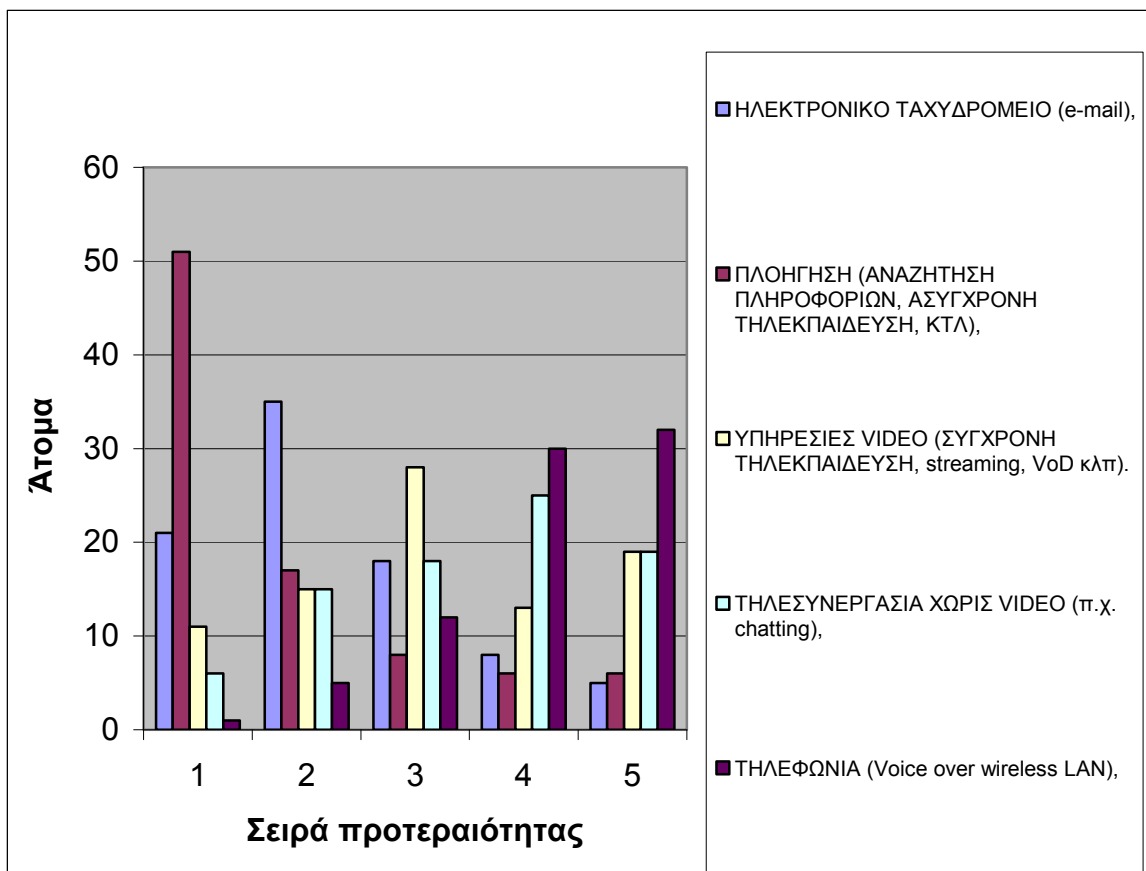
Ένα μεγάλο ποσοστό θα επιθυμούσε ασύρματο δίκτυο σε όλους τους χώρους του ΤΕΙ και όσο αφορά την ασφάλεια του ένα ποσοστό αρκετά μεγάλο της τάξεως των 68% επιθυμεί να είναι ελεύθερη η πρόσβαση. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα και συμπεραίνουμε ότι οι φοιτητές θέλουν περισσότερη κάλυψη δικτύου στο χώρο του ΤΕΙ διότι δεν υπάρχουν πολλοί διαθέσιμοι χώροι και υπολογιστές για ελεύθερη πρόσβαση. Ο

έναν στους δύο εκπαιδευτικούς επιθυμεί να υπάρχει πρόσβαση σ' όλους τους χώρους του ΤΕΙ με την διαφορά όμως η πρόσβαση να είναι ελεγχόμενη.

Όσοι απάντησαν ότι δεν πρέπει να υπάρχει ασύρματο δίκτυο στον χώρο του ΤΕΙ πιστεύουν ότι είναι επιβλαβές για την υγεία.

Το 53% έχουν εμπειρία από την χρήση δικού τους οικιακού ασύρματου δικτύου και το 57% έχουν εμπειρία από χρήση του σε κοινόχρηστους χώρους. Από τα ποσοστά είναι φανερό ότι το διαδίκτυο αρχίζει να γίνεται πλέον κομμάτι της ζωής μας. Μας παρέχει απλά και εύκολα πληροφορίες, σύγχρονη ή ασύγχρονη επικοινωνία και διασκέδαση.

Τέλος, στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε 5 βασικές υπηρεσίες που μπορεί να μας παρέχει το ασύρματο δίκτυο και την προτίμηση των ερωτηθέντων.



Σχήμα 16: Προτίμηση βασικών υπηρεσιών

Πρώτη σε σειρά προτεραιότητας έρχεται η απλή χρήση του διαδικτύου δηλ. η πλοήγηση και η αναζήτηση πληροφοριών. Δεύτερη είναι η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Τρίτη προτίμηση των ερωτηθέντων είναι η τηλεσυνεργασία χωρίς video. Τέταρτη προτίμηση είναι οι υπηρεσίες video (σύγχρονη τηλεκπαίδευση) και τελευταία είναι η τηλεφωνία μέσω internet. Άρα, η χρήση του διαδικτύου γίνεται με απλές εφαρμογές.

5.Μεθοδολογία

Προκειμένου να γίνει μεθοδικά και αναλυτικά ο σχεδιασμός του δικτύου, βασίστηκε σε μια μεθοδολογική προσέγγιση που αποτελείται από τις ακόλουθες διακριτές αλλά αλληλένδετες φάσεις:



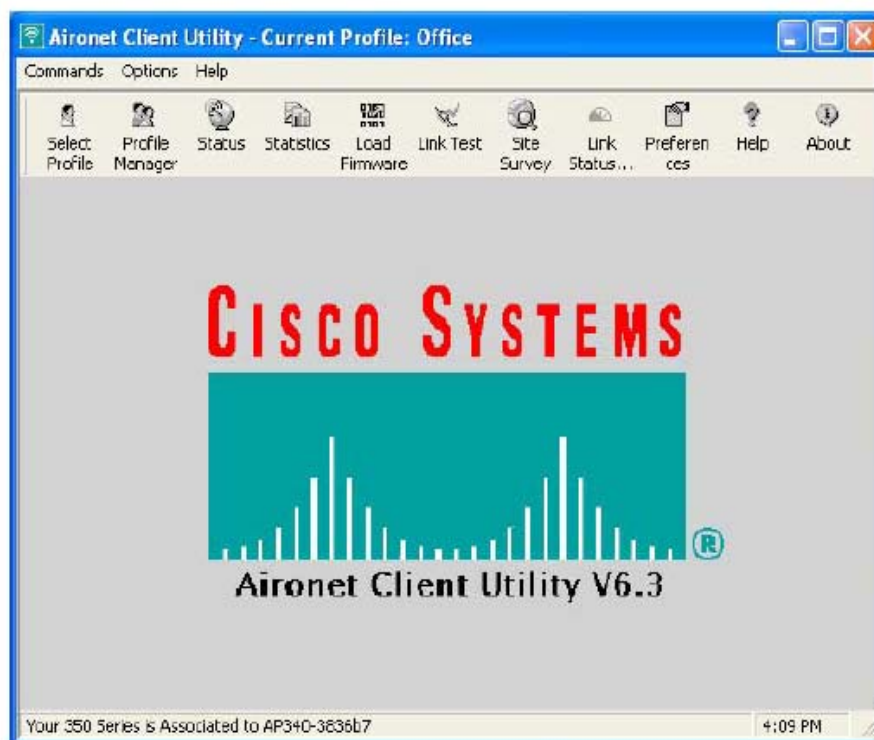
Σχήμα 17:Μεθοδολογική προσέγγιση

- *Κατανόηση Περιβάλλοντος και Αρχικού Σχεδιασμού.* Αρχικά, μελέτησα τον χάρτη του ΤΕΙ και κατανόησα τον αρχικό σχεδιασμό και τις ιδιαιτερότητες του Δικτύου και των προς διασύνδεση σημείων.
- *Επιλογή Τεχνολογίας.* Στη φάση αυτή προσδιορίστηκαν αρχικά τα κριτήρια επιλογής της τεχνολογίας ασύρματης δικτύωσης βάσει των απαιτήσεων και των ιδιαιτεροτήτων του συγκεκριμένου έργου. Στη συνέχεια αναλύθηκαν διεξοδικά τα πρότυπα και επιλέχθηκαν οι τεχνολογίες που υπερκαλύπτουν τα κριτήρια.
- *Επιτόπιες Διερευνήσεις.* Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης εντοπίστηκαν σημεία ελέγχου (check list) για τις επιτόπιες διερευνήσεις, πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις στα σημεία ενδιαφέροντος και έγιναν οι επιτόπιες διερευνήσεις.
- *Έλεγχος Ραδιοκάλυψης.* Τα δεδομένα από τις επιτόπιες διερευνήσεις αποτέλεσαν είσοδο σε εξειδικευμένα εργαλεία για τον έλεγχο της οπτικής επαφής και την απεικόνιση της ραδιοκάλυψης.
- *Τελικός Σχεδιασμός Δικτύου.* Με βάση τα αποτελέσματα της ραδιοκάλυψης εκπονήθηκε ο τελικός σχεδιασμός.

5.1. Γενικά

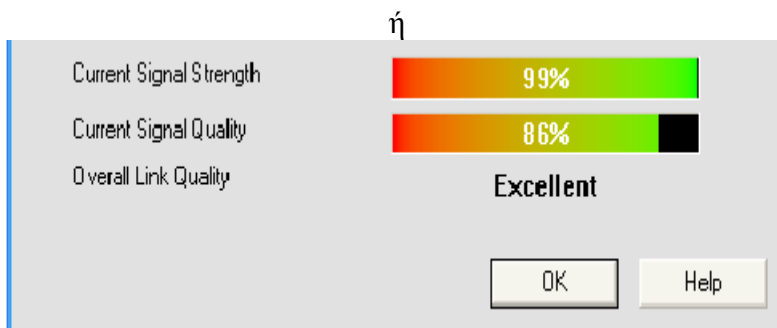
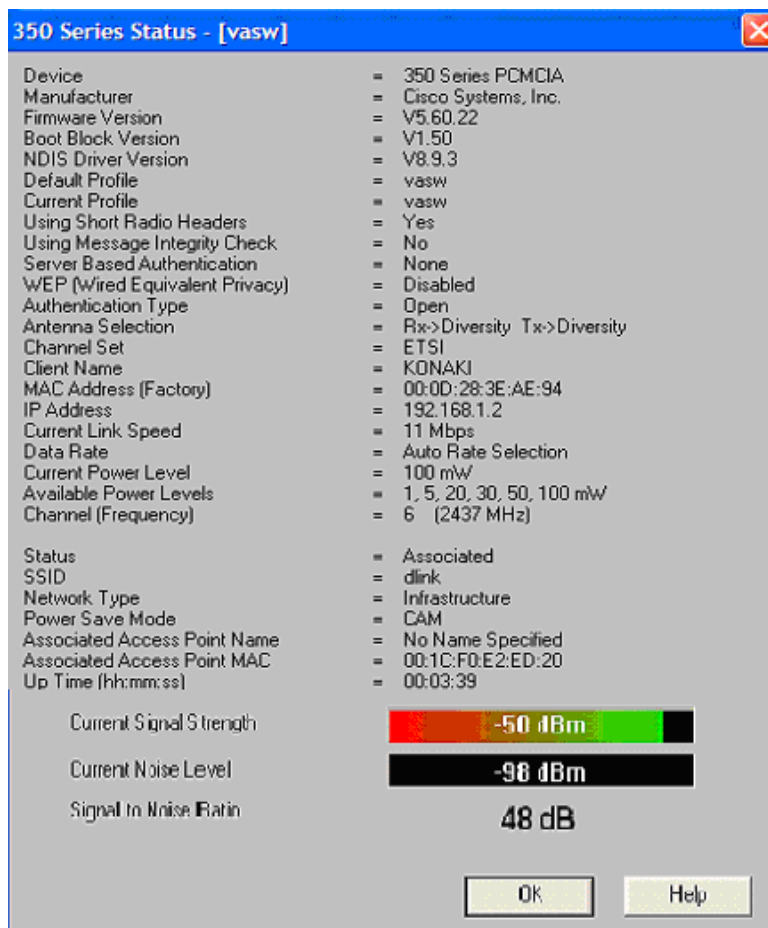
Οι επιτόπιες διερευνήσεις έγιναν με ένα Access Point από την μια και ένα laptop από την άλλη παρακολουθώντας την απόδοση του σήματος. Χρησιμοποίησα την AIR-PCM 350 wireless LAN adapter της Cisco τεχνολογίας 802.11 b στα 2,4GHz και ταχύτητα μετάδοσης 11Mbps και το πρόγραμμα Aironet Client Utility (ACU). Σαν Access Point χρησιμοποίησα ένα D-Link το DSL – G624T. Η πρωταρχική λειτουργία της κάρτας (AIR-PCM 350) είναι να μεταφέρει πακέτα επιτυχώς μέσω μιας ασύρματης υποδομής ενός Access Point (AP) συνδεδεμένο σε ένα wired LAN (ενσύρματο τοπικό δίκτυο).

Το περιβάλλον διαχείρισης του ACU φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



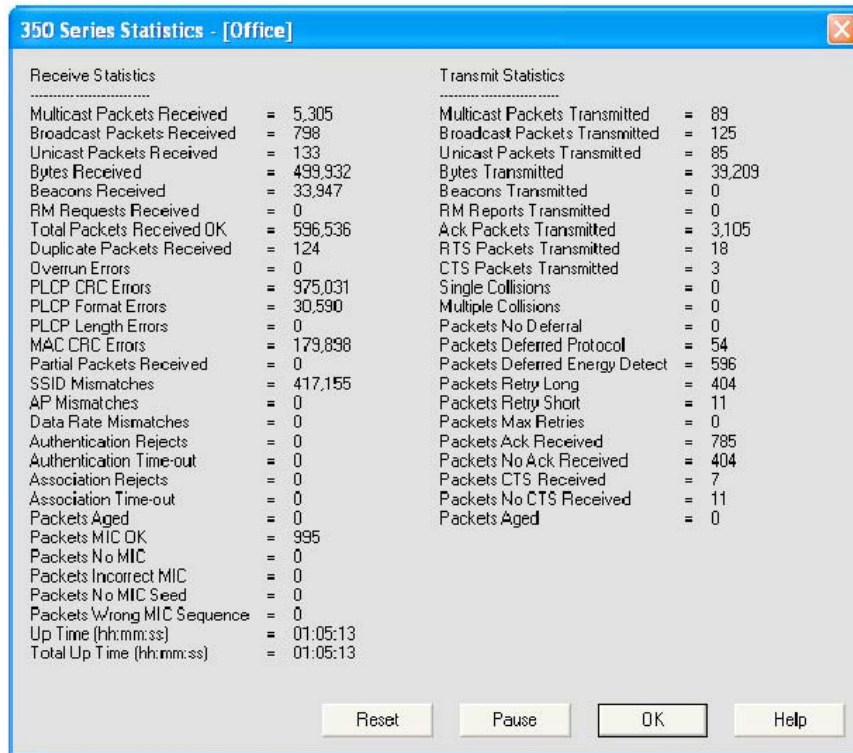
Εικόνα 1: ACU- Profile

Από την επιλογή Status μπορούμε να ενημερωθούμε για το προφίλ της κάρτας (client adapter) που χρησιμοποιούμε καθώς και την κατάσταση της όταν είναι συνδεδεμένη με ένα AP. Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, διαπιστώσουμε ότι το status της κάρτας είναι Associated (δηλ. συνδεδεμένη), το SSID μας δείχνει ότι έχει συνδεθεί με το AP dlink, ο τύπος του δικτύου είναι infrastructure, το Power Save Mode είναι default δηλαδή CAM (Constantly Awake Mode) το οποίο διατηρεί τον client adapter ενεργώ συνέχεια ώστε να μην καθυστερεί στην λήψη και αποστολή πακέτων. Έτσι καταναλώνεται περισσότερη ενέργεια αλλά καταφέρνουμε υψηλότερο throughput. Τέλος, από την καρτέλα αυτή μπορούμε να δούμε την ισχύ του σήματος και το επίπεδο του θορύβου. Όσο υψηλότερη είναι η ισχύς του σήματος και όσο λιγότερο θόρυβο έχουμε τόσο καλύτερο θα είναι το σήμα μας. Οι τιμές για το signal strength κυμαίνονται από 0 έως 100% ή από -95 έως -45 dBm και για το current noise level οι τιμές κυμαίνονται από -100 έως -45 dBm.



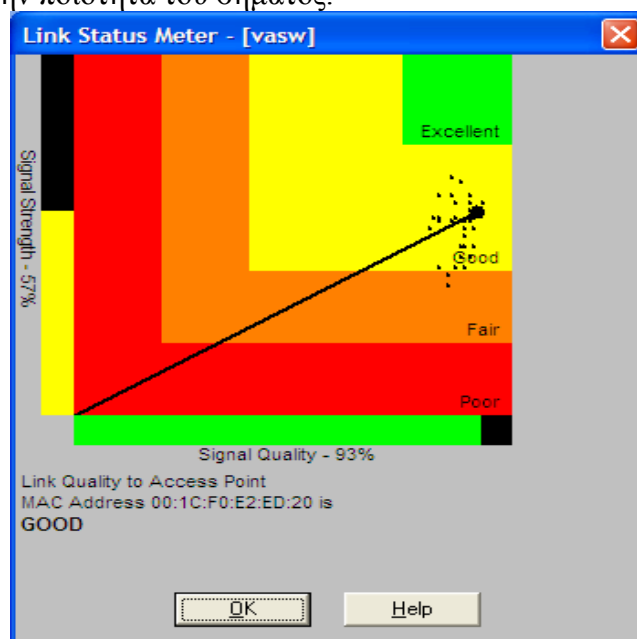
Εικόνα 2: Status

Από την επιλογή statistics του ACU παρακολουθούμε την κίνηση των πακέτων μέσω του adapter. Το PLCP CRC Errors δείχνει πόσες φορές ο adapter προσπάθησε να λάβει ένα πακέτο χωρίς επιτυχία επειδή ο CRC (Cyclic Redundancy Check) εύρισκε λάθος στην επικεφαλίδα.



Εικόνα 3: Statistics

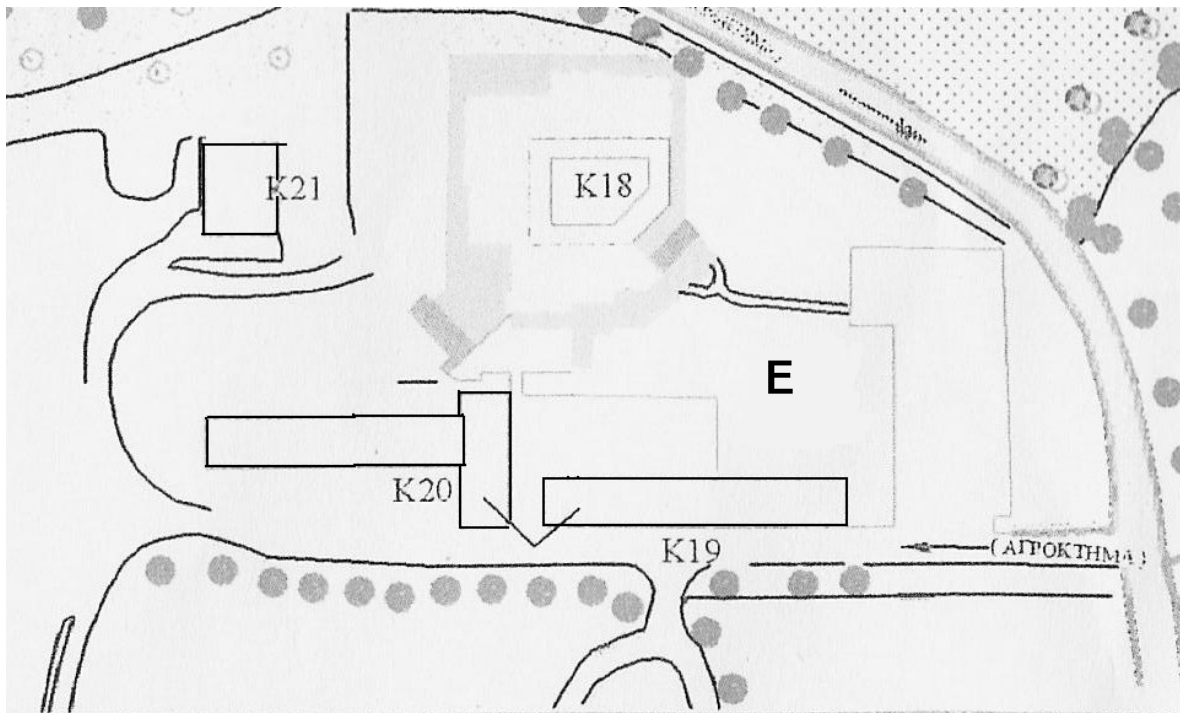
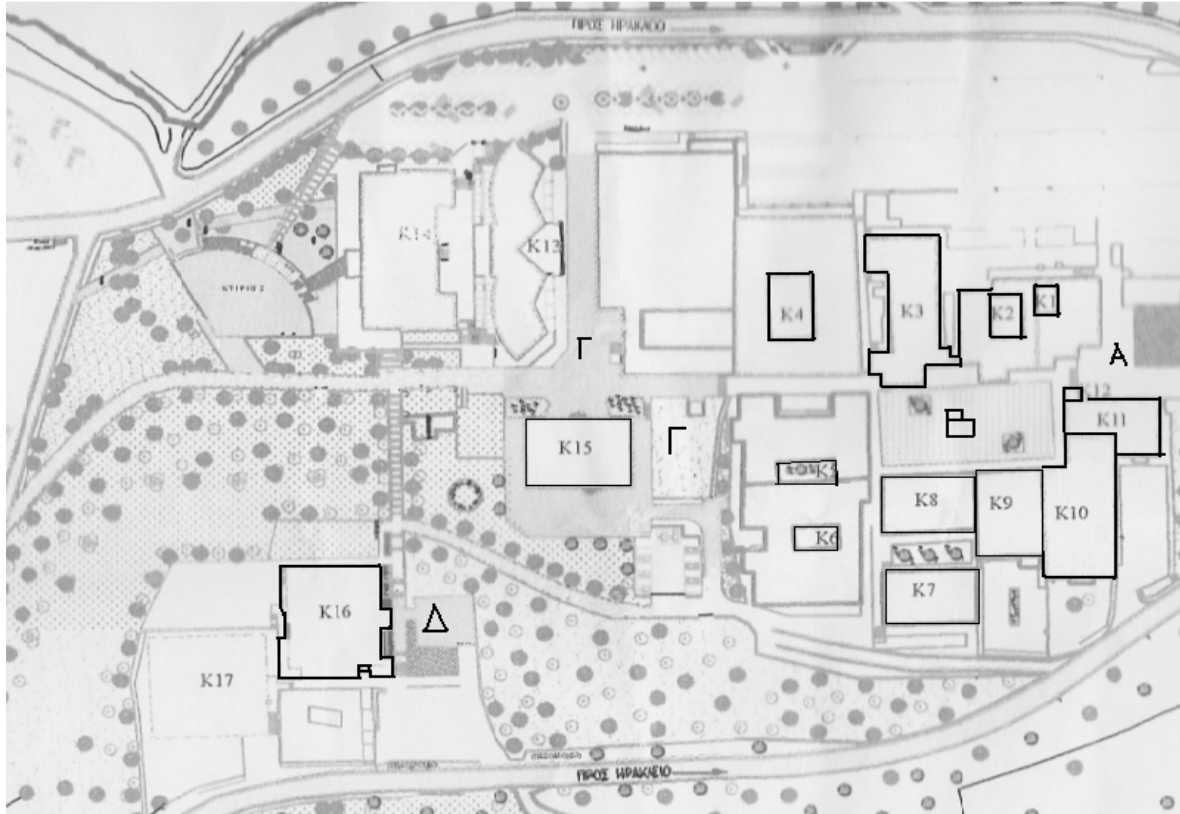
Το Link Status του ACU μας εμφανίζει μια γραφική παράσταση παρακολουθώντας την απόδοση του σήματος. Στον άξονα του x έχουμε την ποιότητα του σήματος (signal quality) και στον άξονα του y έχουμε την ισχύ του σήματος (signal strength). Ο συνδυασμός αυτών των δύο παρουσιάζεται από μια διαγώνιο η οποία ανάλογα σε ποια στάθμη θα βρίσκεται θα συμπεραίνουμε την ποιότητα του σήματος.



Εικόνα4:Link Status Meter

5.2. Τελική Αρχιτεκτονική Δικτύου

Ο χώρος του ΤΕΙ απεικονίζεται από τους παρακάτω χάρτες.



Εικόνα 5: Χάρτης του ΤΕΙ

Η τοποθέτηση των συστημάτων αυτών προτείνω να γίνει σε χώρους αυξημένης συνάθροισης χρηστών καθώς και σε σημεία έντονης ακαδημαϊκής λειτουργίας στις εγκαταστάσεις του ιδρύματος. Η μελέτη έγινε για τα περισσότερα κτίρια στο χώρο του ΤΕΙ. Τα προτεινόμενα σημεία παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 7: Τελικά Σημεία Ενδιαφέροντος

	Σημεία Ενδιαφέροντος	Αριθμός Access Point
1	K1: Κτίριο Διοίκησης	3 εσωτερικά
2	K2: Εργαστήριο Φυσικής – Χημείας	3 εσωτερικά
3	K3: Κτίριο ΣΔΟ	4 εσωτερικά
4	K4:Κτίριο Παλιάς ΣΤΕΦ	6 εσωτερικά
5	K5: Κτίριο ΣΕΥΠ	4 εσωτερικά
6	K6: Κτίριο ΣΤΕΓ	4 εσωτερικά
7	K7: Αίθουσες Διδασκαλίας (Ανατολικό)	6 εσωτερικά
8	K8: Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)	6 εσωτερικά
9	K9: Κτίριο Μηχ/φησης	1 εσωτερικό
10	K10: Εστιατόριο Μαγειρείο- Κυλικείο	1 εσωτερικό
11	K11: Αμφιθέατρο Σμυρνάκη	1 εσωτερικό
12	K12: Φυλάκια	1 εξωτερικό AP
13	K13: Τέσσερις Αμφιθεατρικές Αίθουσες	2 εσωτερικά
14	K14: Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας	8 εσωτερικά
15	K15:Κτίριο Νέας ΣΤΕΦ	4 εσωτερικά + 1 εξωτερικό AP
16	K16: Κτίριο Βιβλιοθήκης	1 εξωτερικό AP
17	K20: Οίκημα Δ/ντη Αγροκτήματος	1 εξωτερικό AP
18	A: Υπαίθριος χώρος πριν την είσοδο του ΤΕΙ	-
19	B: Προαύλιος χώρος του ΤΕΙ	-
20	Γ:Υπαίθριος χώρος της Νέας ΣΤΕΦ και της Παλιάς	-
21	Δ: Υπαίθριος χώρος της βιβλιοθήκης	-
22	E: Υπαίθριος χώρος στο αγρόκτημα	-

5.3. Επιλογή Εξοπλισμού

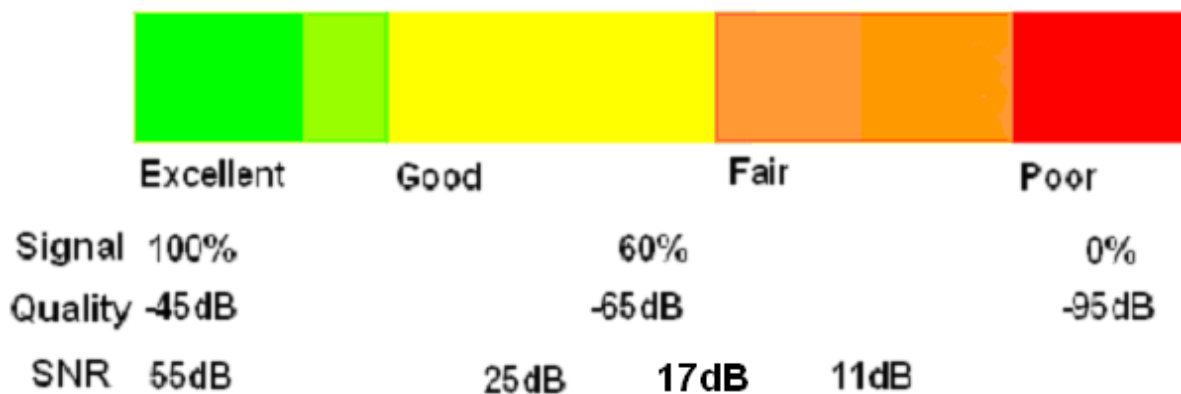
Σ' όλα τα κτίρια θα τοποθετηθούν εσωτερικά Access Points τεχνολογίας 802.11 g στα 2,4GHz και με ταχύτητα μετάδοσης 54 Mbps. Η μέση πραγματική ρυθμαπόδοση είναι περίπου 20- 25 Mbps. Η τεχνική διαμόρφωσης είναι η ορθογώνια πολυπλεξία συχνότητας (OFDM-Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Η κωδικοποίηση αυτή είναι μια μορφή διαμόρφωσης πολλών φερόντων σημάτων και διαφέρει από αυτήν της διασποράς φάσματος. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται η διαφωνία (crosstalk) στις μεταδόσεις σημάτων

καθώς και η μετάδοση είναι πιο ανθεκτική στις παρεμβολές. Το πρότυπο 802.11 g συνδυάζει την ταχύτητα του 802.11a με την εμβέλεια του 802.11b. Το 802.11 g έχει μεγαλύτερη εμβέλεια από το 802.11a και αυτό γιατί το σήμα ταξιδεύει πιο γρήγορα στα 2,4 GHz από ότι στα 5 GHz και μπορεί να διαπεράσει τους τοίχους και τα πατώματα.

Στους εξωτερικούς χώρους θα χρησιμοποιηθεί η ίδια τεχνολογία απλά με μια εξωτερική πολυκατευθυντική (omni) κεραία με μεγαλύτερη απολαβή περίπου στα 8 με 9dB.

5.4.Μελέτη Ραδιοκάλυψης

Στο κεφάλαιο αυτό, θα αναλυθούν πάνω στα σχέδια των κτιρίων οι επιτόπιες μετρήσεις καθώς και η ραδιοκάλυψη του χώρου με τις χρωματιστές καμπύλες. Το πράσινο χρώμα αντιστοιχεί στο excellent. Εδώ, το σήμα είναι πολύ καλό και χωρίς θόρυβο. Το κίτρινο αντιστοιχεί στο good. Εδώ, το σήμα είναι καλό και δεν έχει πολύ θόρυβο. Πιο συγκεκριμένα, το SNR στα κατώτερα όρια του good είναι 17-18dB. Συνεχίζοντας, το πορτοκαλί αντιστοιχεί στο fair. Εδώ πλέον, η ποιότητα του σήματος αρχίζει να μειώνεται στο 20-30% ή -85 με -80dB και το SNR να μειώνεται στα 11dB περίπου. Τέλος, το κόκκινο αντιστοιχεί στο poor που σημαίνει ότι η σύνδεσή μας δεν είναι καθόλου καλή ο θόρυβος είναι πολύ έντονο και τελικά δεν μπορεί να γίνει σύνδεση.



Σχήμα 18: Διαβάθμιση ποιότητας σήματος και θορύβου

Η ποσότητα εξασθένισης ενός σήματος από ένα αντικείμενο εξαρτάται από το μέγεθος του και από το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι εξασθενίσεις για μερικά από τα πλέον κοινά δομικά υλικά.

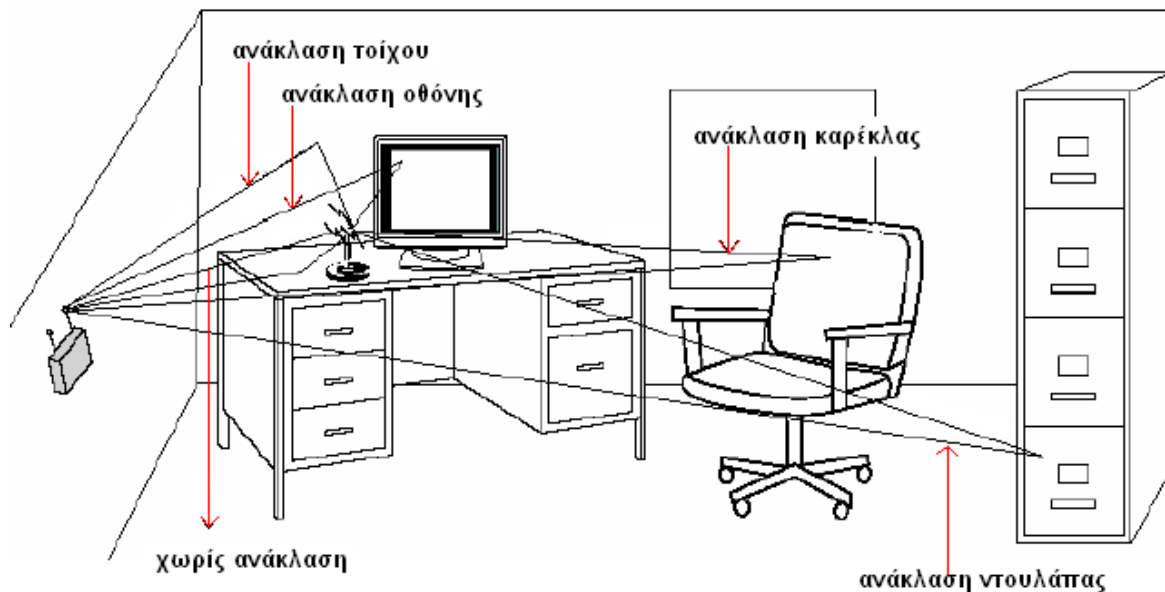
Πίνακας 8: Δομικά υλικά και εξασθένιση αυτών

Δομικά υλικά	Εξασθένιση
Εύλινος τοίχος- Πόρτα	4 έως 6dB
Γύψινος τοίχος	3 έως 5dB
Γυάλινος τοίχος με μεταλλικό πλαίσιο	6 dB
Τσιμεντένιος τοίχος	6 έως 15 dB
Παράθυρο	3 dB
Μεταλλική Πόρτα	6 έως 10 dB

Οι αριθμοί αυτοί σχετίζονται με τον εκάστοτε βαθμό διείσδυσης του σήματος στο κάθε υλικό. Για παράδειγμα, σε ένα τυπικό περιβάλλον ενός μικρού γραφείου το σήμα μπορεί να διεισδύσει μέσω αρκετών τοίχων γυψοσανίδας με μια επιπλέον εξασθένιση της τάξεως των 9 με 15 dB. Οι μεταλλικές πόρτες, οι τσιμεντένιοι τοίχοι καθώς και οι ξύλινες πόρτες μπορούν να εμποδίσουν σημαντικά το σήμα προκαλώντας ακόμη μεγαλύτερη εξασθένιση σε σημείο που να μην υπάρχει σύνδεση.

Για μια καλή κάλυψη χρειαζόμαστε 2 Access Point σε κάθε όροφο του κτιρίου. Οι τοίχοι εμποδίζουν την ποιότητα του σήματος. Αν χρησιμοποιήσουμε καλύτερο εξοπλισμό πιθανότατα να χρειαζόμαστε ένα AP σε κάθε όροφο. Η συγκεκριμένη μελέτη έγινε με ένα d-Link wireless AP. Σε κάθε κτίριο υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης του AP με ρεύμα και Ethernet. Στις επιτόπιες διερευνήσεις, τα αποδεκτά όρια είναι η ποιότητα σήματος περίπου στα -70 dB και το SNR περίπου στα 17dB δηλαδή στην κάτω γραμμή του κίτρινου χρώματος. Δεκτό είναι και το σήμα με καλύτερη ποιότητα σήματος αλλά χαμηλότερο SNR μέχρι 11 dB.

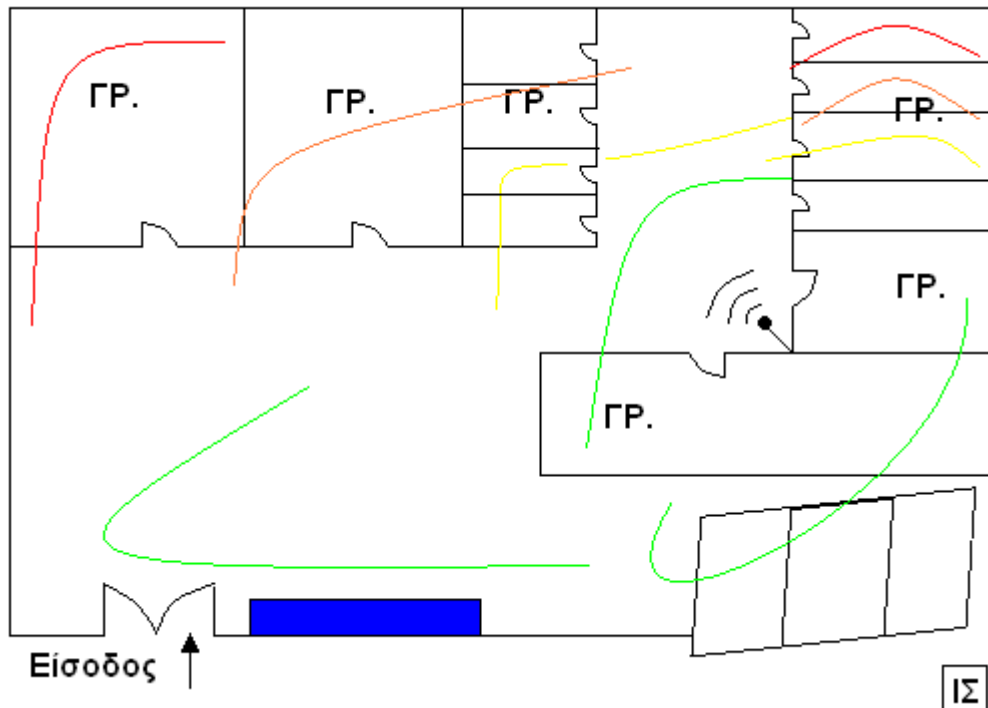
Το multipath είναι μια πραγματικότητα στον κόσμο του ασύρματου δικτύου. Επειδή το τερματικό λήψης βρίσκεται πάντα μεταξύ ενός μείγματος εμποδίων και αντικειμένων ανάκλασης, οι συνέπειες του multipath και του μπλοκαρίσματος πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη κατά τον σχεδιασμό του δικτύου. Από τη στιγμή που ένα αντικείμενο παρεμβάλλεται πλήρως στην διαδρομή πέρα από το σήμα που ανακλάται διαδίδεται μέσω αυτού εξασθετισμένο ενώ μέρος του σήματος που διέρχεται γύρω από το περίγραμμα των αντικειμένων διαθλάται. Τότε το μόνο διαθέσιμο σήμα που καταλήγει στο τερματικό μας θα λέγαμε ότι είναι το αποτέλεσμα της ανάκλασης ή της διάθλασης.



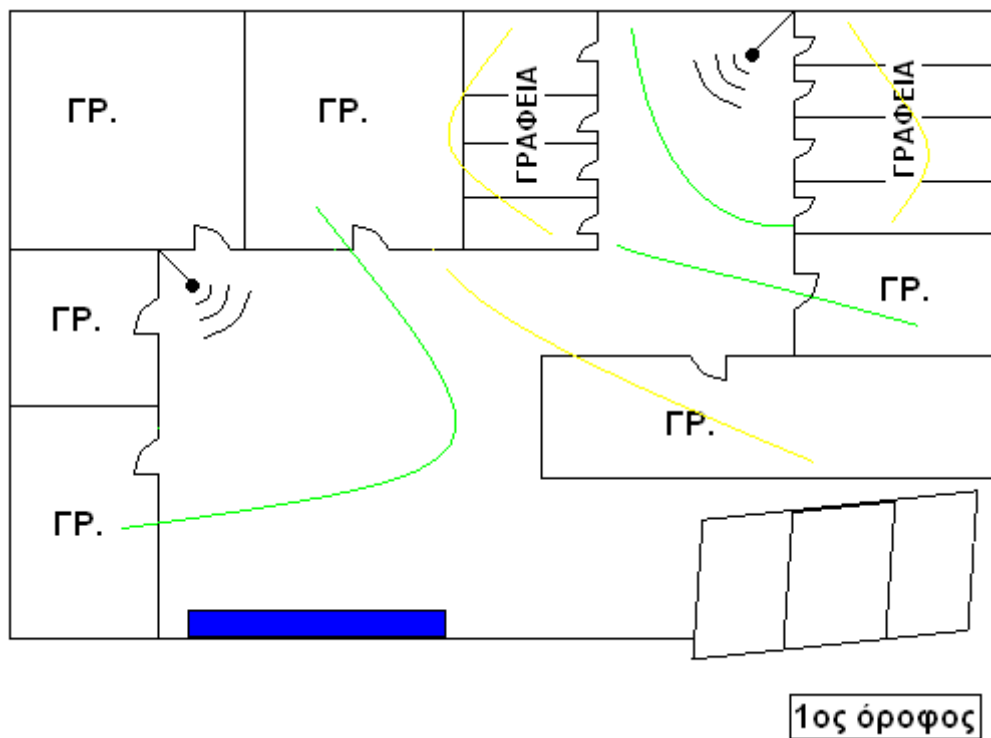
Σχήμα 19: Συνηθισμένα εσωτερικά αντικείμενα ανάκλασης των ραδιοκυμάτων

Κ1-Κτίριο Διοίκησης

- Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου
 - Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη



Εικόνα 6.1: Κ1-Κτίριο Διοίκησης-ΙΣ



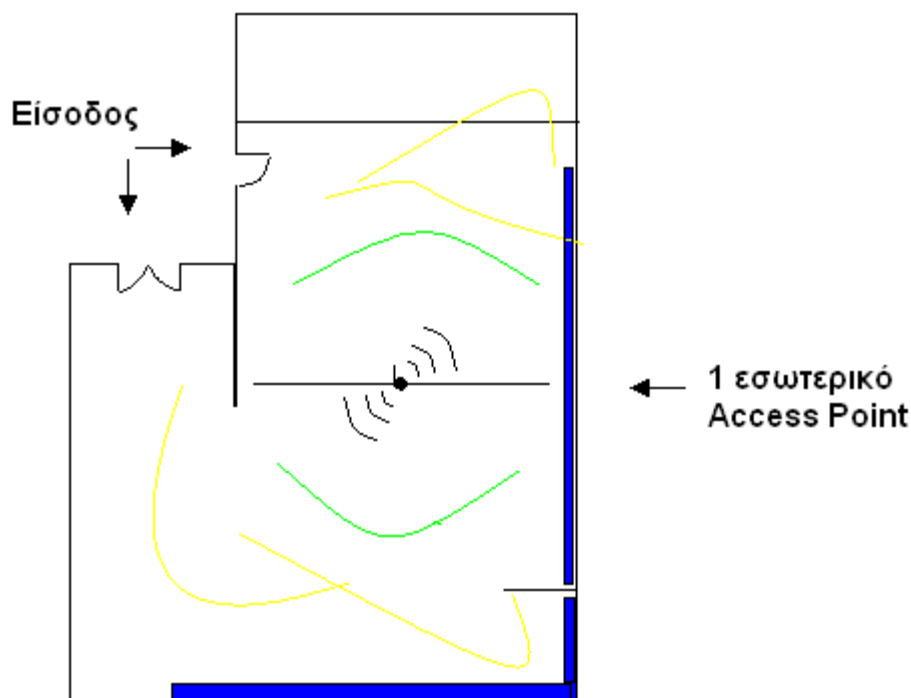
Εικόνα 6.2: Κτίριο Διοίκησης-1^{ος} όροφος

Για μια καλή κάλυψη του Κτιρίου της Διοίκησης με βάση τις μετρήσεις που πήρα, προτείνω ένα 1 εσωτερικό Access Point στο ισόγειο στη θέση που φαίνεται στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 6.1.) και 2 AP στον 1^ο όροφο στα σημεία που φαίνονται στην εικόνα 6.2. Όπως παρατηρούμε, μόνο με 1 AP στο ισόγειο έχουμε ορισμένα κρυφά σημεία. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχουν τσιμεντένιοι τοίχοι ενδιάμεσα και το σήμα εξασθενεί. Στο γραφείο που απεικονίζεται η πορτοκαλί καμπύλη (fair) η μέτρηση ήταν στα -75 dB και ο θόρυβος (SNR) ήταν γύρω στα 11 dB . Το σήμα αρχίζει να εξασθενεί και ο θόρυβος να μεγαλώνει. Στο γραφείο όπου φαίνεται η κόκκινη καμπύλη (poor) το σήμα είχε πέσει στα -90dB και το SNR ήταν 5dB. Στο σημείο αυτό, φυσικά, δεν θεωρείτε ότι υπάρχει σύνδεση.

Όμως, τοποθετώντας 2 εσωτερικά AP στον 1^ο όροφο όπως φαίνεται στην εικόνα 6.2 καλύπτουμε τα σημεία που δεν έχουν καλό σήμα στο ισόγειο. Με τα δύο AP στο 1^ο όροφο, πλέον, έχουμε την ποιότητα του σήματος να είναι στα -70 dB (δηλ. περίπου το 50% του σήματος) και το SNR στα 18dB στο ισόγειο στα κρίσιμα σημεία. Το ίδιο συμβαίνει και με το γραφείο στο βάθος του διαδρόμου με το δεύτερο AP.

K10- Εστιατόριο Μαγειρείο – Κυλικείο

- ***Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου***
 - ***Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη***



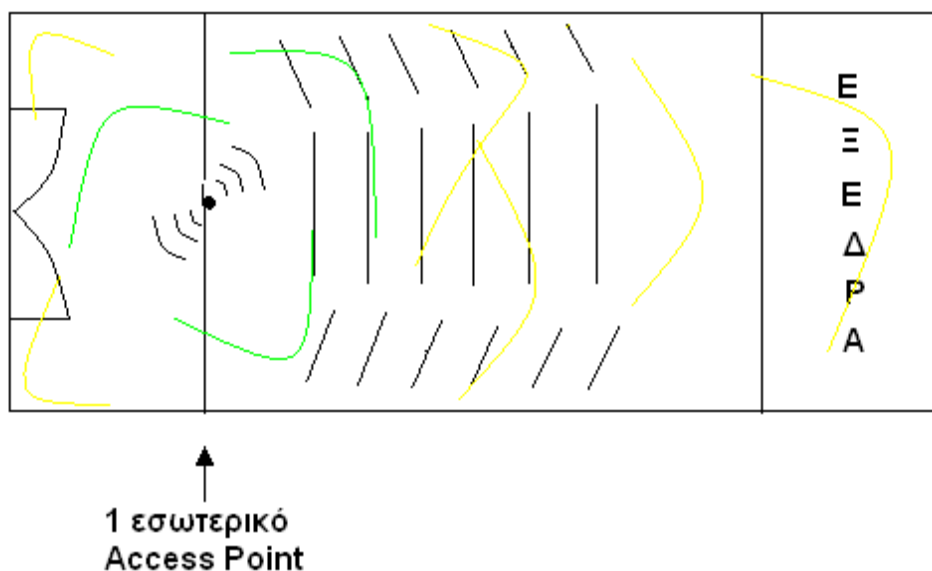
Εικόνα 7: K10- Εστιατόριο Μαγειρείο – Κυλικείο

Ο χώρος του κυλικείου ήταν πολύ εύκολο να καλυφθεί με ένα AP από τη στιγμή που δεν υπάρχει τοίχος ενδιάμεσα. Το AP μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο. Η εμβέλεια του είναι αρκετά μεγάλη. Για παράδειγμα, έχοντας το AP στην μία άκρη του κυλικείου και πηγαίνοντας το laptop στην άλλη, το σήμα παρέμενε στο good. Από τη στιγμή όμως που θα χρησιμοποιηθεί Access point με omni κεραία καλό είναι να τοποθετηθεί στη μέση της αίθουσας. Σ' αυτή την περίπτωση, θα χρησιμοποιήσουμε αρκετά μέτρα καλώδιο για την λειτουργία του πράγμα που σημαίνει ότι θα έχουμε απώλειες των καλωδίων. Σε αυτό το σημείο έχουμε μερική κάλυψη του διπλανού κτιρίου (K9-Κτίριο Μηχανογράφησης).

Μια εναλλακτική πρόταση, θα ήταν να τοποθετήσουμε 1 AP με sector κεραία στην αρχή της λέσχη στη μέση περίπου μια και το σημείο ενδιαφέροντος για κάλυψη είναι μόνο από την μια μεριά.

K11- Αμφιθέατρο Σμυρνάκη

- ***Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου***
 - ***Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη***



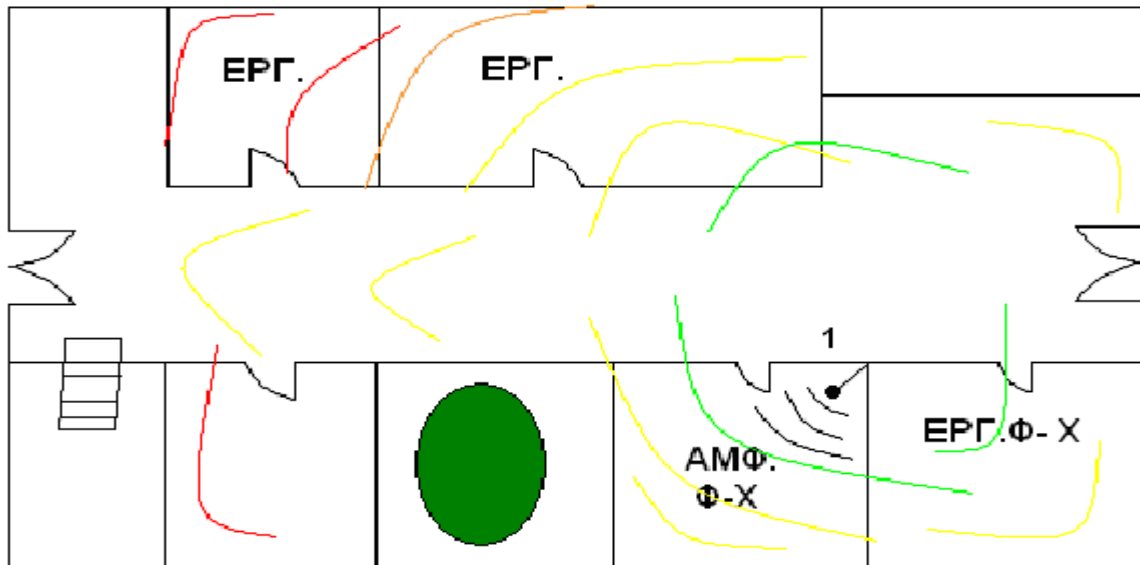
Εικόνα 8: K11- Αμφιθέατρο Σμυρνάκη

Το ίδιο συμβαίνει και με το αμφιθέατρο Σμυρνάκη (εικόνα 8). Με ένα AP τοποθετημένο στη θέση που φαίνεται στην εικόνα υπάρχει η επιθυμητή κάλυψη. Το σήμα είναι καλό σε όλη την αίθουσα. Ακριβώς απέναντι από το AP στο πιο μακρινό σημείο, η ποιότητα του σήματος είναι στα -63dB και το SNR είναι περίπου 24dB. Ακριβώς, έξω από το αμφιθέατρο κλείνοντας την πόρτα το σήμα χάνεται, ο θόρυβος είναι της τάξεως των 6dB με αποτέλεσμα να μην υπάρχει σύνδεση.

Και εδώ, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε sector κεραία στον ίδιο σημείο που φαίνεται στην εικόνα μια και μας ενδιαφέρει να καλύψουμε το χώρο του αμφιθέατρου. Με αυτόν τον τρόπο, όμως, δεν υπάρχει σύνδεση πίσω από το AP και ορισμένα σημεία ακριβώς κάτω από το AP πιθανότατα να μην έχουν σήμα.

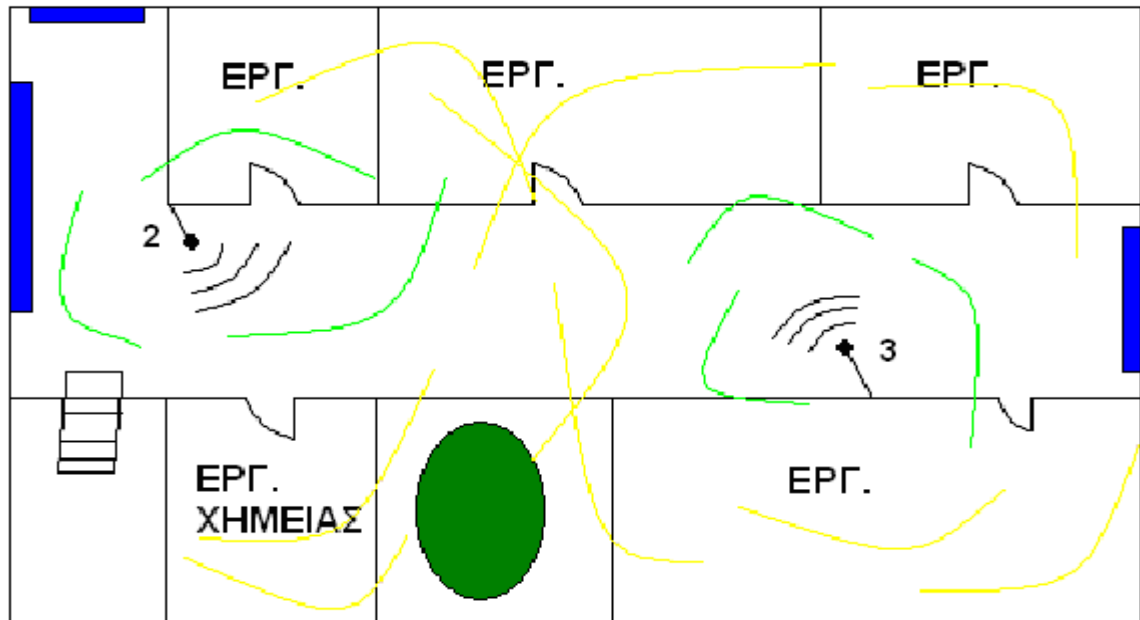
K2 - Εργαστήριο Φυσικής- Χημείας

- **Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου**
 - **Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη**



ΙΣ

Εικόνα 9.1: K2 – Εργαστήριο Φυσικής – Χημείας- ΙΣ



1ος όροφος

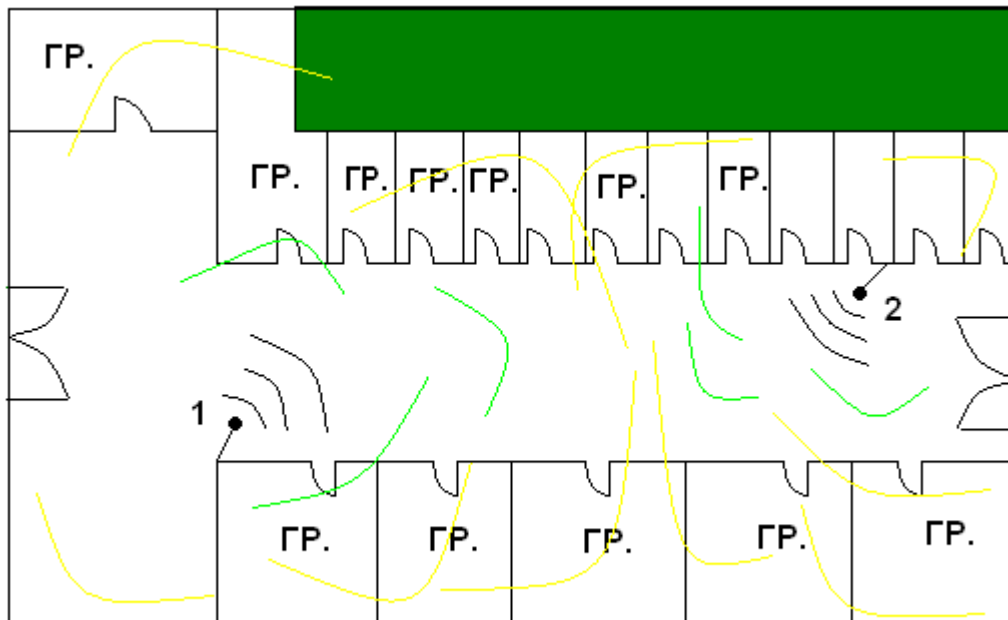
Εικόνα 9.2: K2 – Εργαστήριο Φυσικής – Χημείας 1^{ος} ορ.

Χρησιμοποιώντας ένα AP στο ισόγειο στο σημείο που φαίνεται στην εικόνα 9.1 καλύπτουμε επιτυχώς το αμφ. Φ - Χ και το εργαστήριο Φ - Χ που μας ενδιαφέρει κατά κύριο λόγο. Φυσικά, υπάρχουν αρκετά σημεία που δεν καλύπτονται από το συγκεκριμένο AP αλλά αυτό διορθώνεται από τα 2 AP που είναι τοποθετημένα ακριβώς από πάνω (στον 1^ο όροφο). Πιο συγκεκριμένα, το AP στο ισόγειο ήταν μέσα στο αμφ. Φ-Χ. Οι τοίχοι του κτιρίου είναι τσιμεντένιοι και οι πόρτες ξύλινες. Στο σημείο που φαίνεται η πορτοκαλί καμπύλη στην εικόνα 9.1 η ποιότητα του σήματος είναι μέτρια της τάξεως των -73 με -74 dB (good) και ο θόρυβος 12dB. Στο δίπλα εργαστήριο που μεσολαβεί άλλος ένα τοίχος επιπλέον εδώ το σήμα μειώνεται της τάξεως των -85dB (poor) και ο θόρυβος μεγαλώνει στα -93dB που σημαίνει ότι το SNR είναι 8dB. Το δεύτερο AP καλύπτει τον κάτω όροφο στα σημεία που το πρώτο δεν καλύπτει. Οι μετρήσεις στον κάτω όροφο με το AP (2) είναι της τάξεως των -80dB (fair) η ποιότητα σήματος και το SNR 10dB. Το σήμα του AP(1) δεν είναι αρκετό για να καλύψει όλους τους χώρους ακριβώς του 1^{ου} ορόφου γι' αυτό το 3^ο AP είναι απαραίτητο αν θέλουμε πλήρη αλλά και καλή κάλυψη.

Ίσως, χρησιμοποιώντας καλύτερο AP να χρειαζόταν μόνο 2 για την κάλυψη όλου του κτιρίου και πάντα το 1 τοποθετημένο από την αντίθετη μεριά του άλλου στον άλλο όροφο.

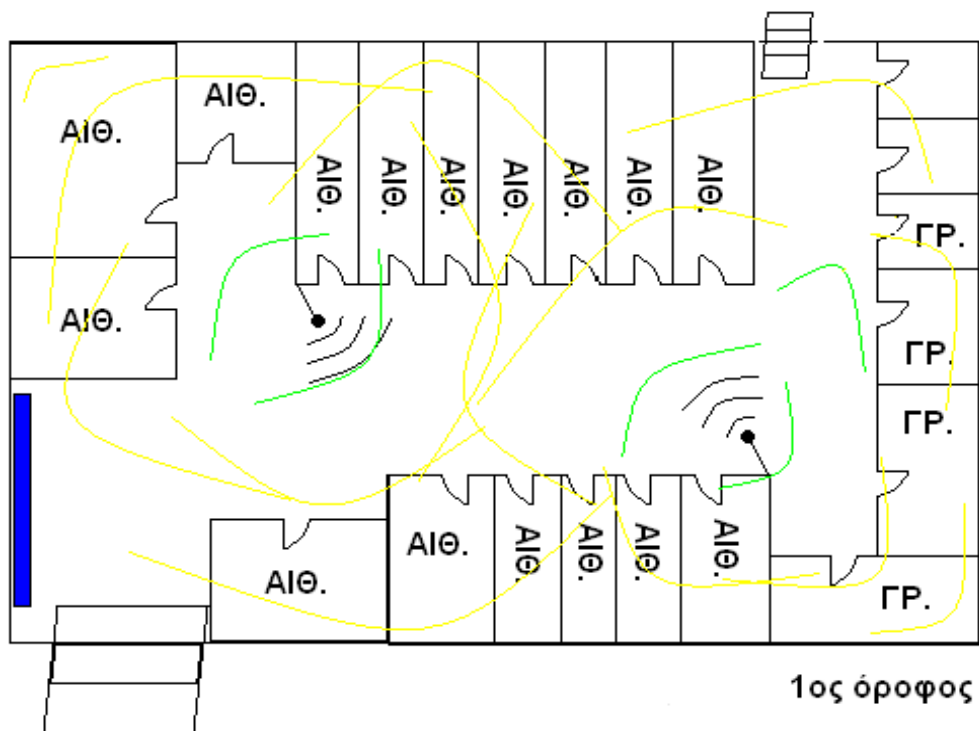
Κ3 – Κτίριο ΣΔΟ

- Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου
 - Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη



ΙΣ

Εικόνα 10.1: Κ3- Κτίριο ΣΔΟ-ΙΣ



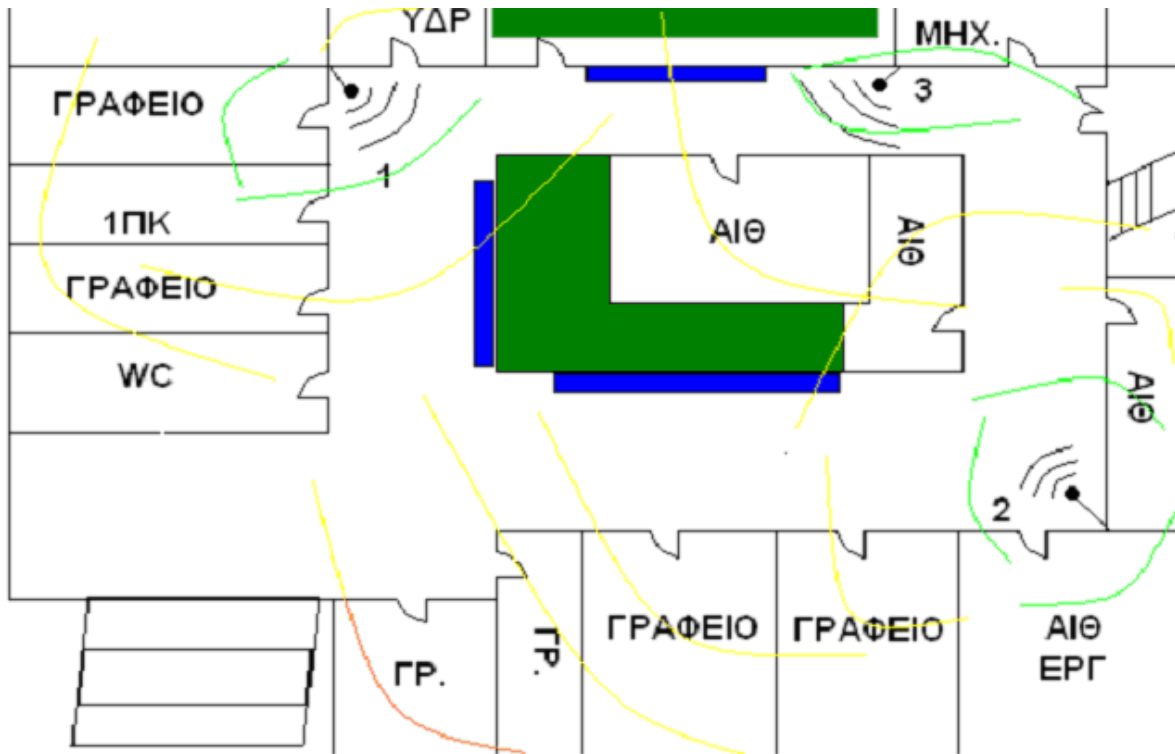
1ος όροφος

Εικόνα 10.2: Κ3- Κτίριο ΣΔΟ-1^{ος} όρ.

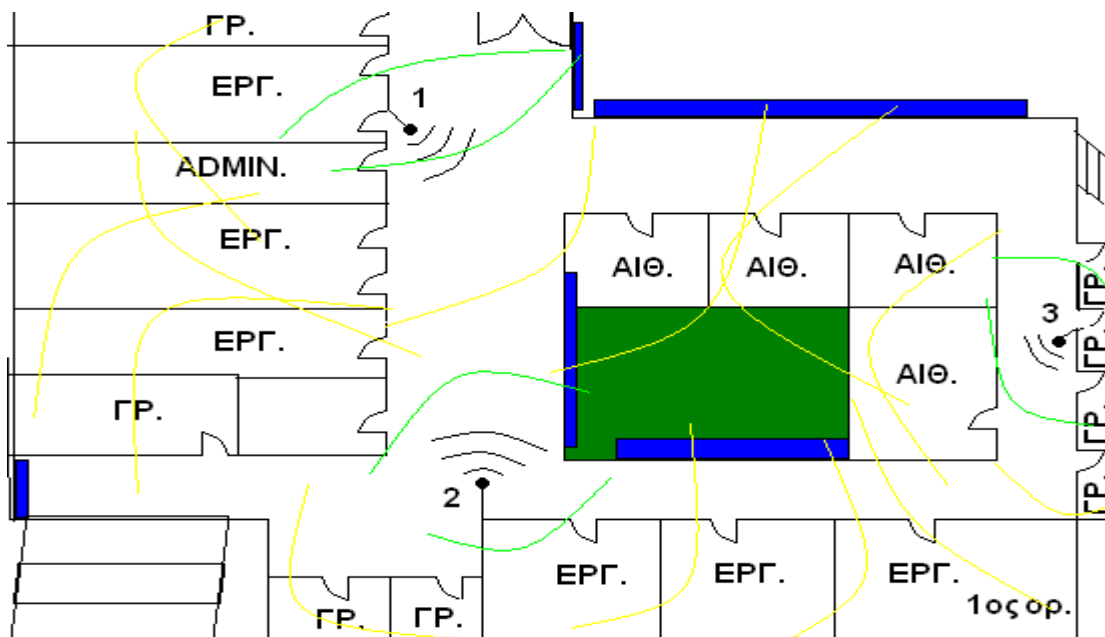
Το πρόβλημα σ' αυτό το κτίριο είναι ότι υπάρχουν πολλοί τσιμεντένιοι τοίχοι ενδιάμεσα. Τα γραφεία είναι αρκετά μικρά με πολλά αντικείμενα, πράγμα που σημαίνει ότι θα υπάρχουν πολλές ανακλάσεις (βλέπε σχήμα 19). Γι' αυτό τον λόγο, είναι απαραίτητα 2 AP σε κάθε όροφο στα σημεία που φαίνονται στις εικόνες. Τα AP δεν είναι τοποθετημένα στις άκρες των ορόφων και αυτό γιατί θέλουμε να αξιοποιήσουμε όσο πιο πολύ μπορούμε την πολυκατευθυντική εκπομπή του AP. Τα κατώτερα όρια σήματος με την συγκεκριμένη τοπολογία είναι της τάξεως των -65 έως -72dB (good) και το SNR περίπου στα 15dB.

Κ4 – Κτίριο Παλιάς ΣΤΕΦ

- Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου
 - Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη



Εικόνα 11.1: Κ4- Κτίριο Παλιάς ΣΤΕΦ- ΙΣ



Εικόνα 11.2: Κ4- Κτίριο Παλιάς ΣΤΕΦ- 1^{ος} όρ.

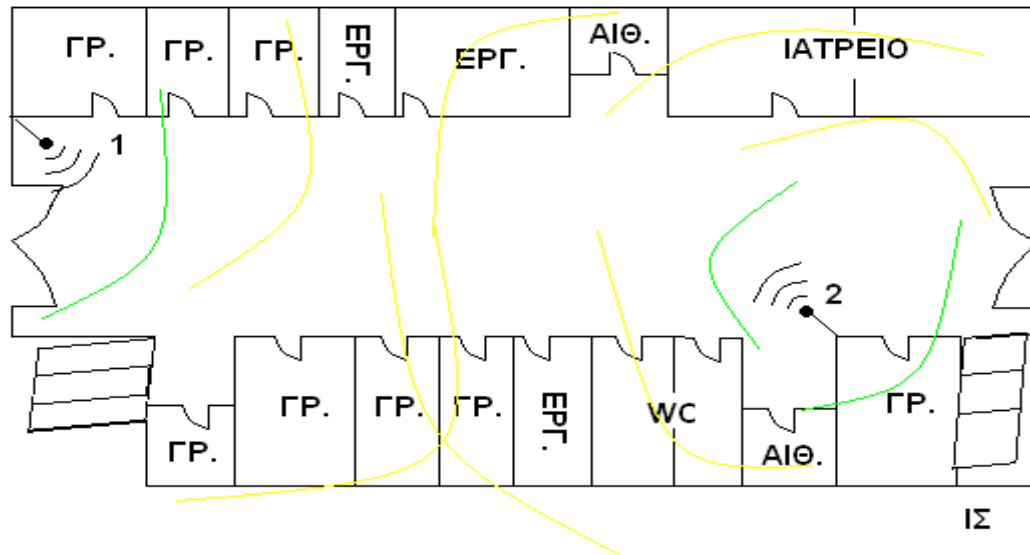
Και το κτίριο αυτό, πέρα του ότι είναι μεγάλο, υπάρχουν πολλοί τοίχοι ενδιάμεσα. Με 3 AP στο ισόγειο όπως βλέπουμε στην εικόνα 11.1 και άλλα 3 AP στον 1^ο όροφο έχουμε την πλήρη κάλυψη του κτιρίου.

Με 2 AP μόνο σε δύο γωνίες στο ισόγειο υπάρχουν αρκετά κρυφά σημεία. Με την τοποθέτηση όμως και του 3ου AP στην θέση με τον αρ.3 τα κρυφά σημεία περιορίζονται. Στο ισόγειο τα σημεία που θέλουμε κυρίως να καλύψουμε είναι οι δύο αίθουσες διδασκαλίας γι' αυτό το λόγο και το AP (με τον αρ. 1) τοποθετείται σ' αυτό το σημείο και όχι στη μέση περίπου του διαδρόμου. Τα γραφεία όπως φαίνεται στην εικόνα το σήμα έχει εξασθενήσει και το SNR είναι στα 11dB. Έχουμε σύνδεση αλλά όχι την επιθυμητή.

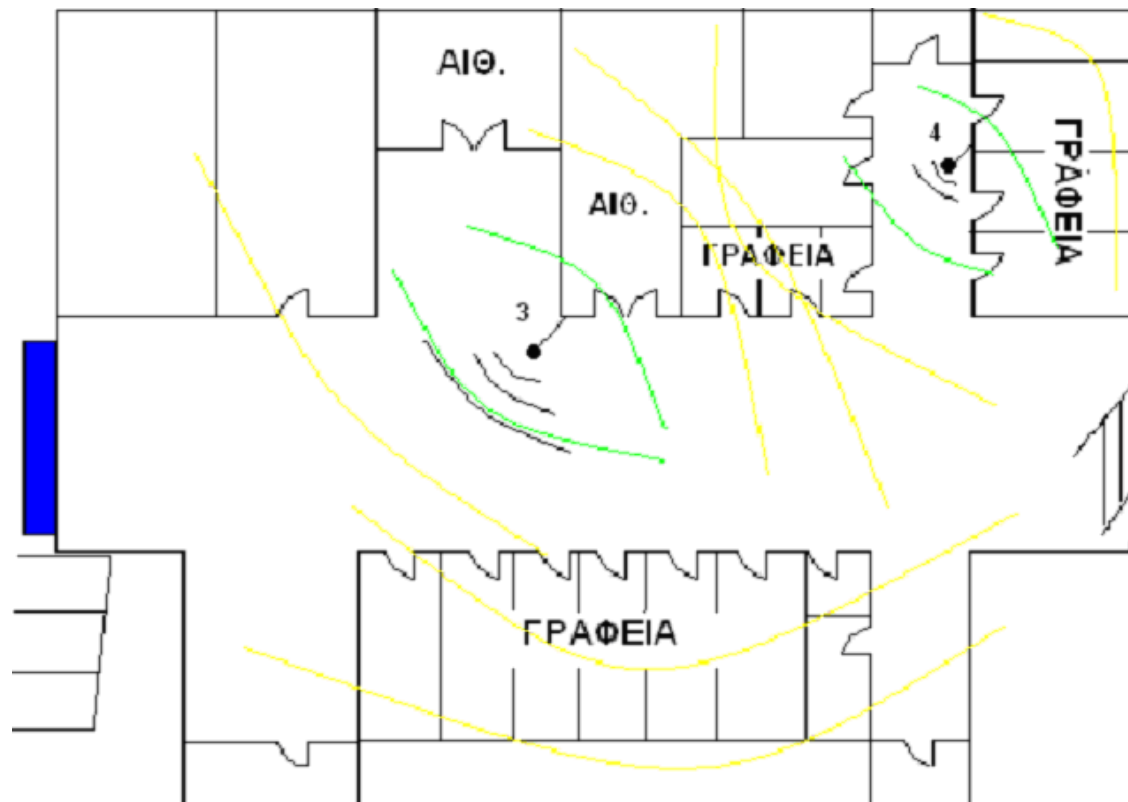
Τοποθετώντας όμως, το AP με τον αρ. 2 στον 1^ο όροφο στη θέση που φαίνεται στην εικόνα 11.2, η ποιότητα του σήματος στο ισόγειο στα σημεία που δεν ήταν ικανοποιητική, γίνεται καλύτερη δηλαδή στα -60dB.

Κ5 – Κτίριο ΣΕΥΠ

- Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου
 - Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη



Εικόνα 12.1: Κ5- Κτίριο ΣΕΥΠ- ΙΣ



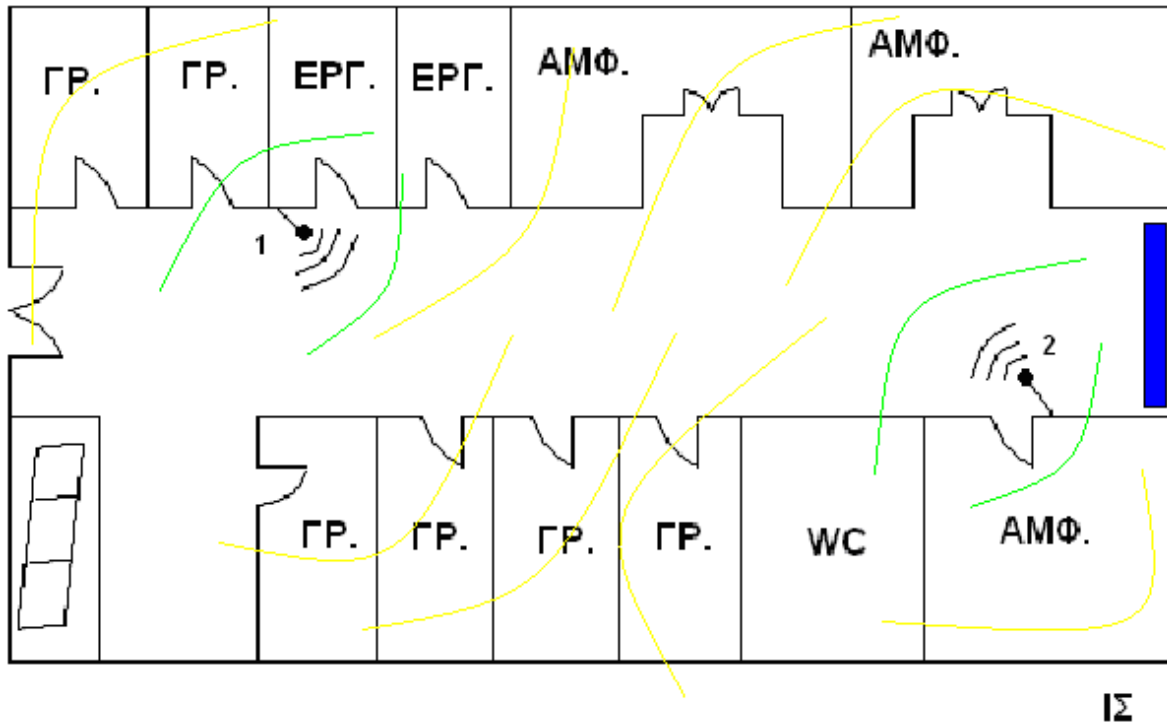
Εικόνα 12.2: Κ5- Κτίριο ΣΕΥΠ- 1^{ος} όρ.

Το ισόγειο αυτού του κτιρίου είναι ένας μακρύς διάδρομος με πολλά γραφεία. Και εδώ, είναι απαραίτητα τα 2 AP για την πλήρη κάλυψη διαφορετικά θα υπάρχουν αρκετά σημεία ακάλυπτα. Το AP (1) καλύπτει και ένα μέρος έξω από το κτίριο το οποίο πιθανότατα να μην καλύπτεται από την εξωτερική κεραία που θα είναι τοποθετημένη στην ταράτσα του ίδιου κτιρίου. Τα κατώτερα όρια αυτού του AP είναι στα -74dB(όρια fair με good) η ποιότητα του σήματος και το SNR πλησιάζει τα 12dB. Αυτό διορθώνεται με το δεύτερο AP.

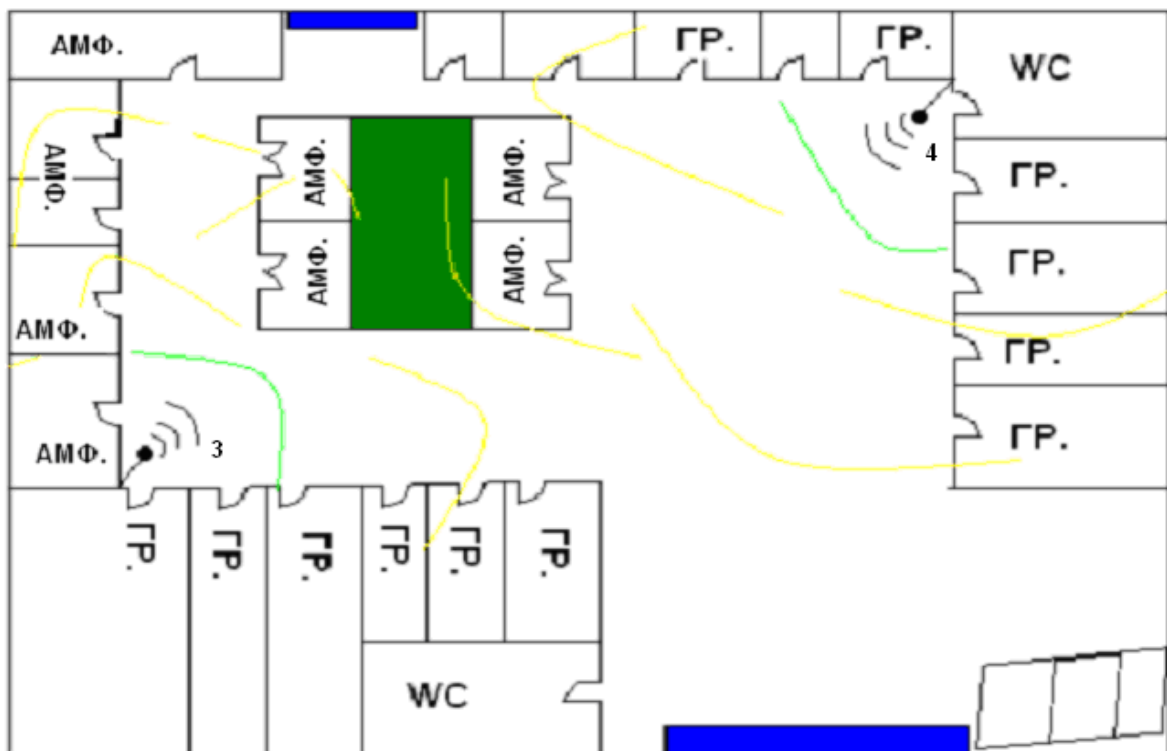
Ο 1^{ος} όροφος είναι περίεργα δομημένος. Ανεβαίνοντας, βλέπουμε έναν μακρύ διάδρομο και στο βάθος άλλον ένα. Οι τοίχοι είναι πολλοί και τσιμεντένιοι. Τοποθετώντας ένα AP στη μέση (περίπου εκεί που βρίσκεται το AP με τον αρ. 3) δυστυχώς υπήρχαν σημεία ακάλυπτα. Και πιο συγκεκριμένα, το σήμα δεν έφτανε στα γραφεία που βρίσκονται μέσα στον διάδρομο. Άρα, κρίνω απαραίτητο το δεύτερο AP. Φυσικά, το 1^ο θα τοποθετηθεί πλέον περίπου στην άκρη του ορόφου αλλά όχι εντελώς και αυτό γιατί τοποθετώντας το στην άκρη εξασθενεί το σήμα σε ορισμένα γραφεία. Η καλύτερη τοπολογία με το συγκεκριμένο AP θεωρώ ότι είναι αυτή που φαίνεται στην παραπάνω εικόνα (12.2) με τον αρ.3 και το AP με τον αρ.4 καλύπτει τα γραφεία που βρίσκονται σε εκείνο τον διάδρομο.

Κ6 – Κτίριο ΣΤΕΓ

- Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου
 - Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη



Εικόνα 13.1: Κ6- Κτίριο ΣΤΕΓ- ΙΣ.

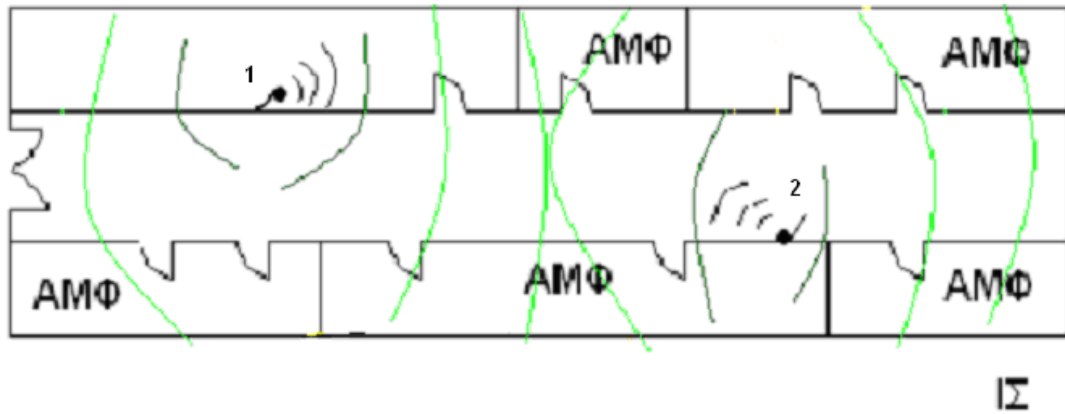


Το ισόγειο είναι ένας μακρύς διάδρομος με πολλά γραφεία. Και εδώ, είναι απαραίτητα τα 2 AP για την πλήρη κάλυψη διαφορετικά θα υπάρχουν αρκετά σημεία ακάλυπτα. Τοποθετώντας το AP (με τον αρ.1) στο σημείο που φαίνεται καλύπτει ένα μεγάλο μέρος του ορόφου. Τα κατώτερα όρια αυτού του AP είναι στα -72dB(good) η ποιότητα του σήματος και το SNR πλησιάζει τα 15dB. Το δεύτερο AP καλύπτει και τα 3 αμφιθέατρα επιτυχώς. Με αυτό το AP καλύπτεται και ένα μέρος του εξωτερικού χώρου. Πιθανότητα, αυτός ο εξωτερικός χώρος των κτιρίων ΣΕΥΠ και ΣΤΕΓ να βλέπονται από την εξωτερική κεραία που είναι τοποθετημένη στην ταράτσα του K15(Νέα ΣΤΕΦ).

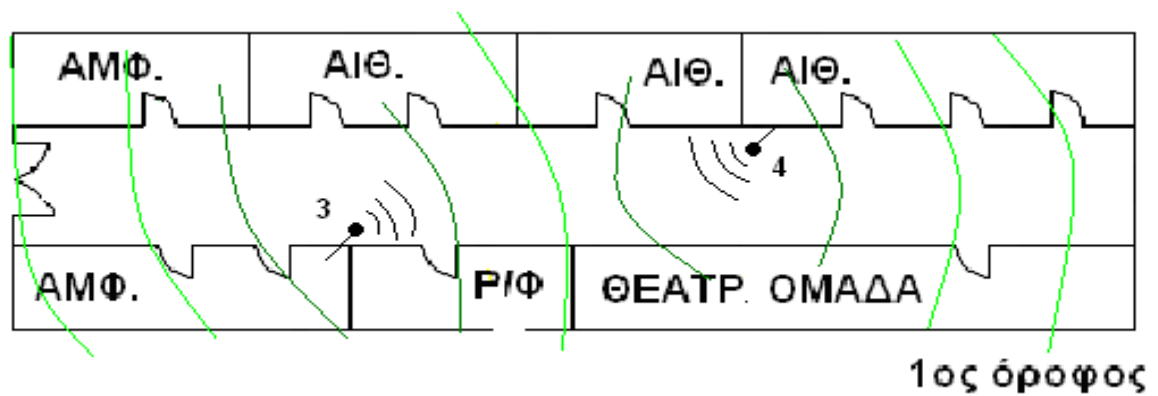
Ο 1^{ος} όροφος είναι πιο μεγάλος από το ισόγειο με πολλά γραφεία το οποίο σημαίνει πολλοί τοίχοι ενδιάμεσα. Τοποθετώντας, όμως, 2 AP στις θέσεις που φαίνονται στην εικόνα 13.2 καλύπτουμε τα περισσότερα σημεία. Τα πρώτα γραφεία κοντά στην σκάλα έχουν καλύτερο σήμα διότι λαμβάνουν σήμα από το AP με τον αρ.1 που βρίσκεται ακριβώς από κάτω, στο ισόγειο. Το κατώτερο όριο της ποιότητα σήματος είναι περίπου 45 με 50% δηλαδή (-69dB good) και το SNR περίπου στα 17dB.

K7 – Αίθουσες Διδασκαλίας (Ανατολικό)

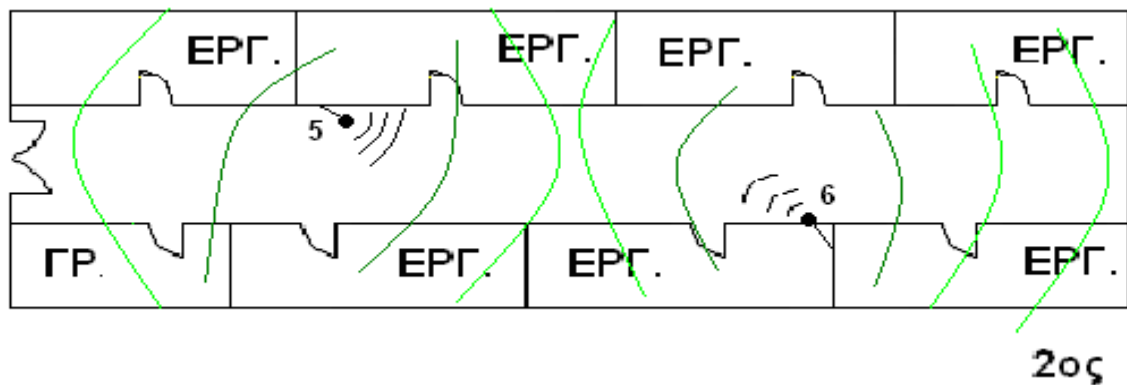
- **Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου**
 - **Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη**



Εικόνα 14.1: K7 – Αίθουσες Διδασκαλίας (Ανατολικό)- ΙΣ



Εικόνα 14.2: K7 – Αίθουσες Διδασκαλίας (Ανατολικό)- 1^{ος}



Εικόνα 14.3: K7 – Αίθουσες Διδασκαλίας (Ανατολικό)- 2^{ος}

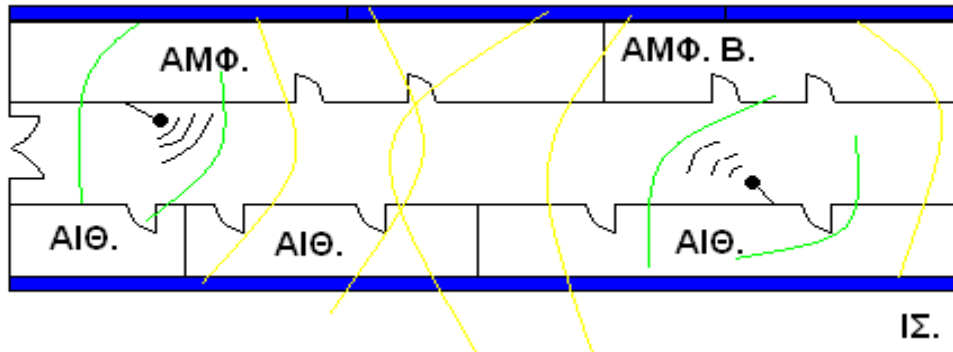
Το κτίριο αυτό είναι εύκολο να καλυφθεί με 2 AP σε κάθε όροφο. Αν χρησιμοποιηθεί καλύτερος εξοπλισμός θα μπορούσαμε να είχαμε 1 AP σε κάθε όροφο (χιαστή). Αναφερόμενη και για τους τρεις ορόφους, στη μέση περίπου του κάθε ορόφου το σήμα άρχισε να φτάνει στο fair δηλ. -70dB η ποιότητα του σήματος και το SNR στα 17dB άρα το δεύτερο AP είναι απαραίτητο.

Πιο οικονομική λύση είναι να τοποθετηθούν καλύτερα Access Point ώστε να χρησιμοποιήσουμε ένα σε κάθε όροφο.

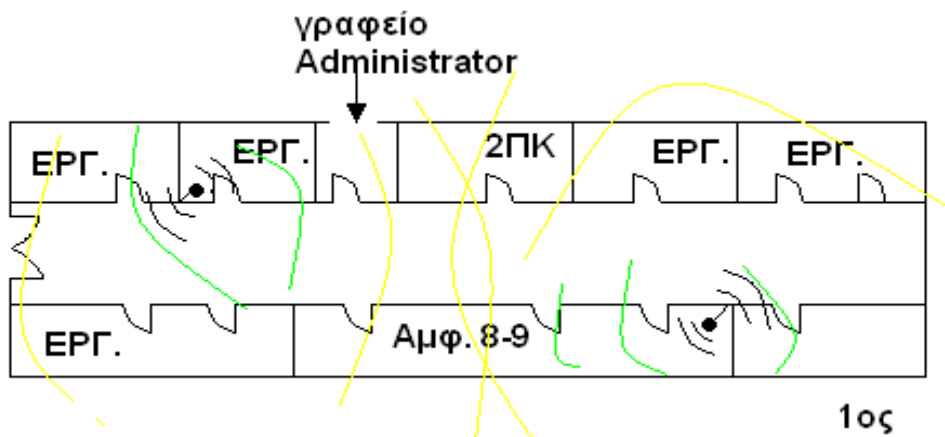
Παρατήρηση: Στις παραπάνω εικόνες όπου είναι σκούρο πράσινο εννοείται το excellent και όπου το πιο ανοιχτό πράσινο θεωρείται το good(κίτρινο για τις υπόλοιπες εικόνες).

Κ8 – Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)

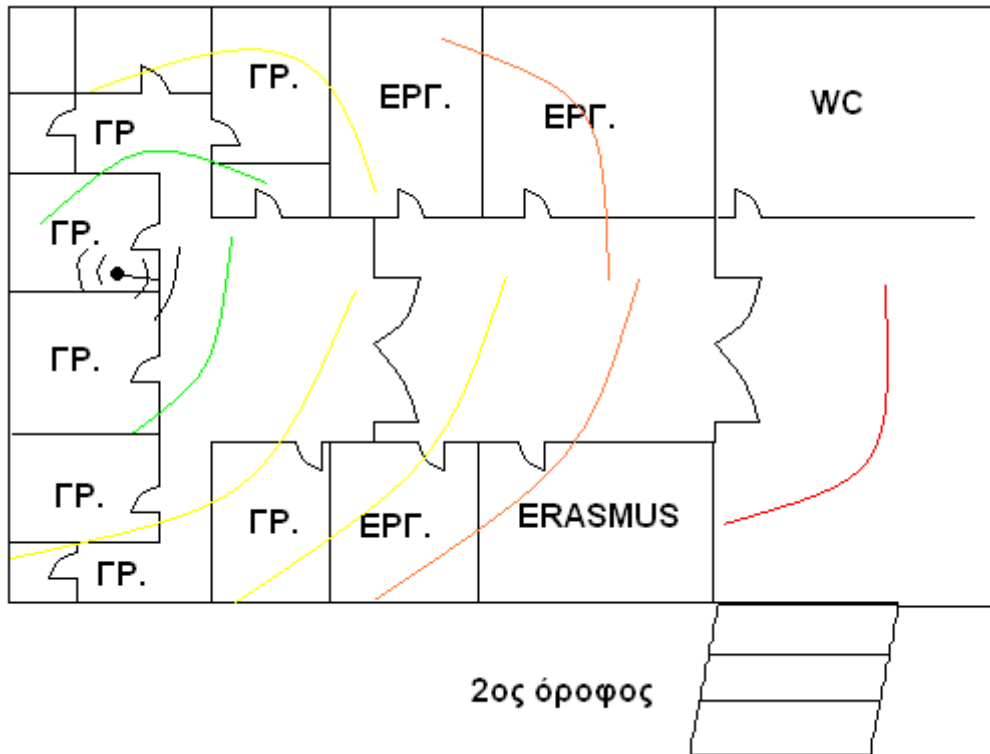
- Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου
 - Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη



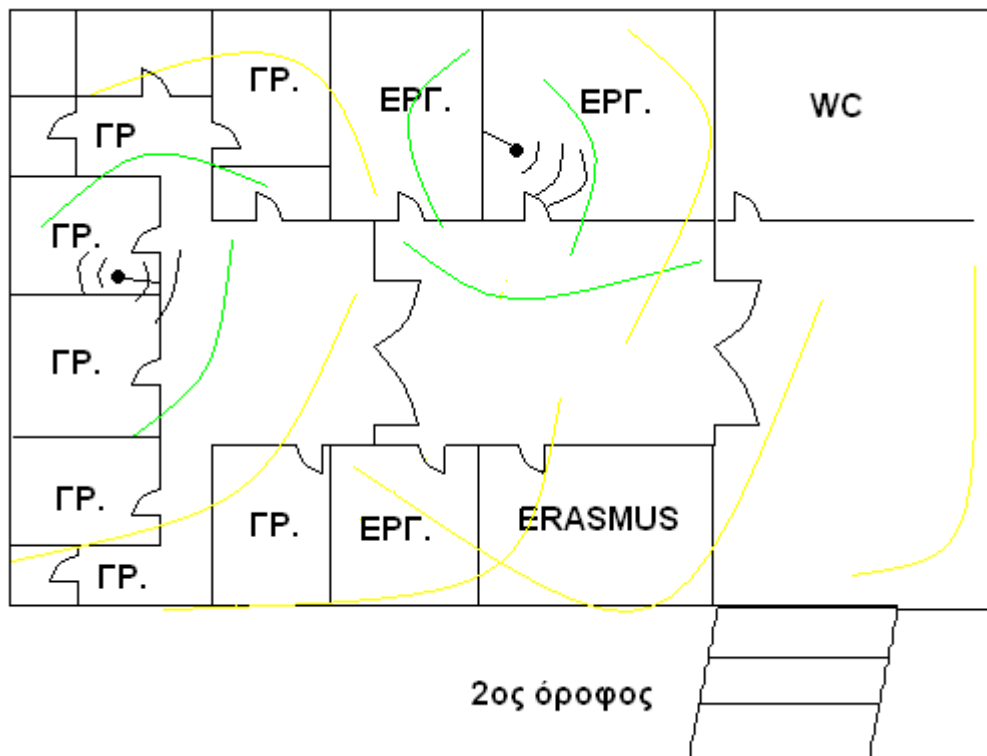
Εικόνα 15.1: Κ8 – Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)- ΙΣ



Εικόνα 15.2: Κ8 – Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)- 1^{ος}



Εικόνα 15.3: Κ8 – Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)- 2^{ος} (με 1 ΑΡ)



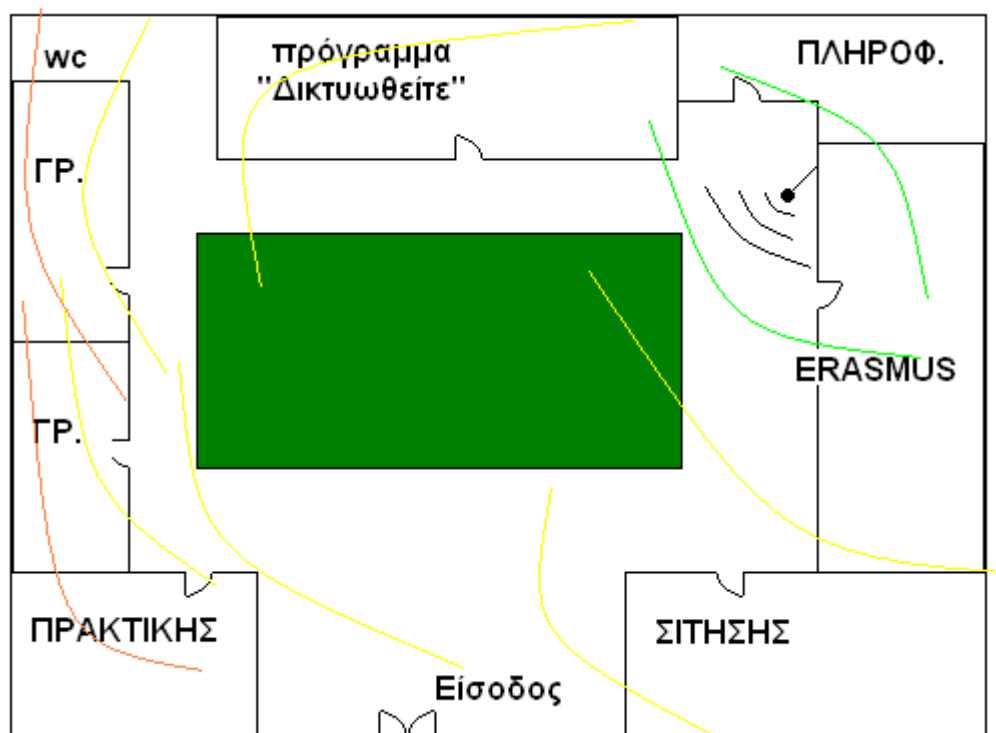
Εικόνα 15.4: Κ8 – Αίθουσες Διδασκαλίας (Δυτικό)- 2^{ος} (με 2 ΑΡ)

Το K7 και το K8 μοιάζουν πολύ οι 2 πρώτοι όροφοι. Άρα, προτείνω την ίδια τοπολογία με 2 AP σε κάθε όροφο με την διαφορά ότι στον όροφο το ένα AP θα τοποθετηθεί μέσα στο αμφ.8-9 που μας ενδιαφέρει να καλύψουμε και το άλλο σε ένα εργαστήριο. Η μεριά των εργαστηρίων στον 1^ο όροφο «βλέπει» στην αυλή. Άρα πιο πιθανό, όλη αυτή η πλευρά να καλύπτεται από το εξωτερικό AP που θα τοποθετηθεί στην ταράτσα του K12 (Φυλάκιο).

Όσο αφορά τον 3^ο όροφο για την πλήρη κάλυψη χρειάζονται 2 AP. Όπως παρατηρούμε στην εικόνα 15.3 με 1 AP το σήμα αρχίζει να εξασθενεί (πορτοκαλί καμπύλη) μέχρι στο σημείο που βλέπουμε την κόκκινη καμπύλη όπου το σήμα χάνεται εντελώς. Ο θόρυβος μεγαλώνει και τελικά δεν υπάρχει σύνδεση.

K9 – Κτίριο Μηχανογράφησης

- ***Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου***
 - ***Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη***

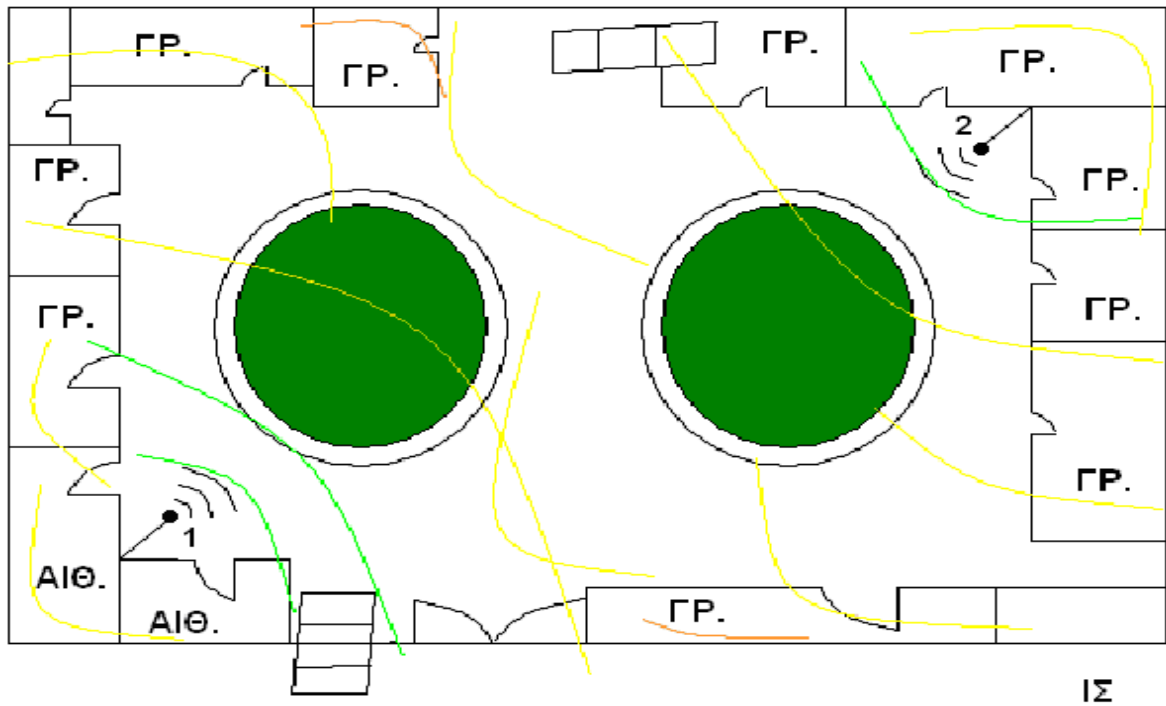


Εικόνα 16: K9- Κτίριο Μηχ/φησης

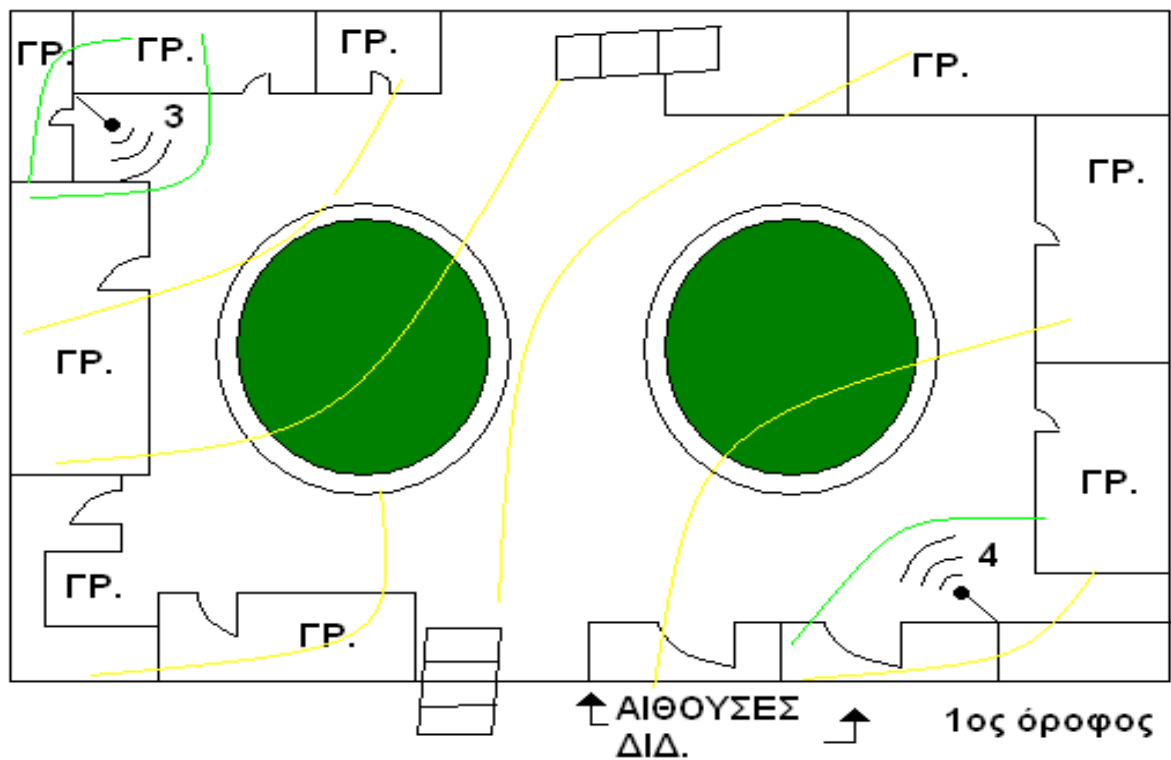
Στο συγκεκριμένο κτίριο προτείνω ένα AP στη θέση που φαίνεται παραπάνω. Όπως βλέπουμε, τα περισσότερα γραφεία καλύπτονται επιτυχώς. Στα σημεία που η καμπύλη είναι πορτοκαλί, το σήμα έχει αρκετό θόρυβο γύρω στα 8-11 dB και η ποιότητα του σήματος είναι στα 75 dB (fair) ή αλλιώς έχουμε 35- 40 % του σήματος. Πιθανότατα, τα κρυφά αυτά σημεία μπορεί να καλύπτονται από το εξωτερικό AP που είναι τοποθετημένο πάνω από το κτίριο K12 (Φυλάκιο) ή από το AP που είναι τοποθετημένο στο κυλικείο. Το κτίριο της Μηχ/φησης είναι δίπλα στο κυλικείο και το AP του κυλικείου βρίσκεται στην ευθεία των σημείων που δεν καλύπτει το AP που είναι τοποθετημένο στο ίδιο κτίριο.

Κ15 – Κτίριο Νέας ΣΤΕΦ

- Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου
 - Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη



Εικόνα 17.1: Κ15- Κτίριο Νέας ΣΤΕΦ –ΙΣ



Εικόνα 17.2: Κ15- Κτίριο Νέας ΣΤΕΦ -1^{ος} όρ.

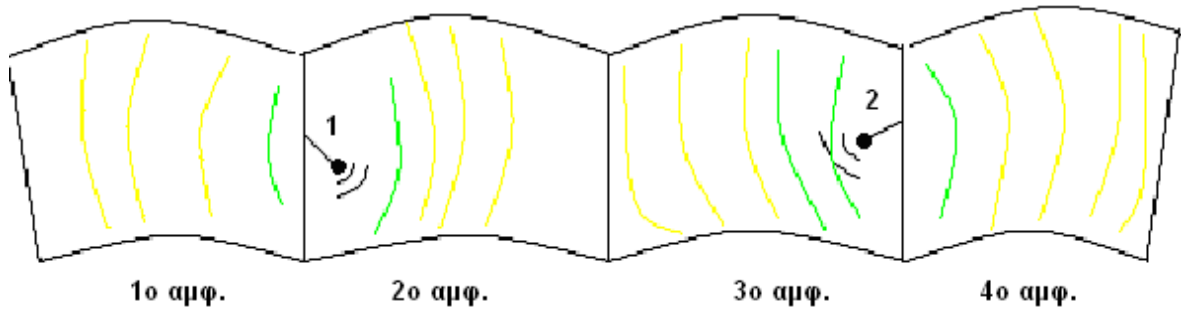
Τοποθετώντας 2 εσωτερικά AP στο ισόγειο και άλλα 2 AP στις αντίθετες γωνίες στον 1^ο όροφο θα έχουμε την πλήρη κάλυψη του κτιρίου.

Στο ισόγειο εκεί που η ποιότητα του σήματος αρχίζει να μειώνεται περίπου στο -80 με -75dB (fair) δηλ. στο 35-40% και παρατηρούμε ότι καλύπτεται από το AP (με τον αρ. 4) του 1^{ου} ορόφου.

Με ένα AP σε κάθε όροφο έχουμε αρκετά σημεία ακάλυπτα. Αν χρησιμοποιήσουμε καλύτερο εξοπλισμό πιθανότατα να χρησιμοποιούσαμε ένα στο ισόγειο στη θέση του AP (1) και ένα στον 1^ο ορ. στη θέση του AP (2).

K13 – Τέσσερις Αμφιθεατρικές Αίθουσες

- ***Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου***
 - ***Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη***



Εικόνα 18: K13: Τέσσερις Αμφιθεατρικές Αίθουσες

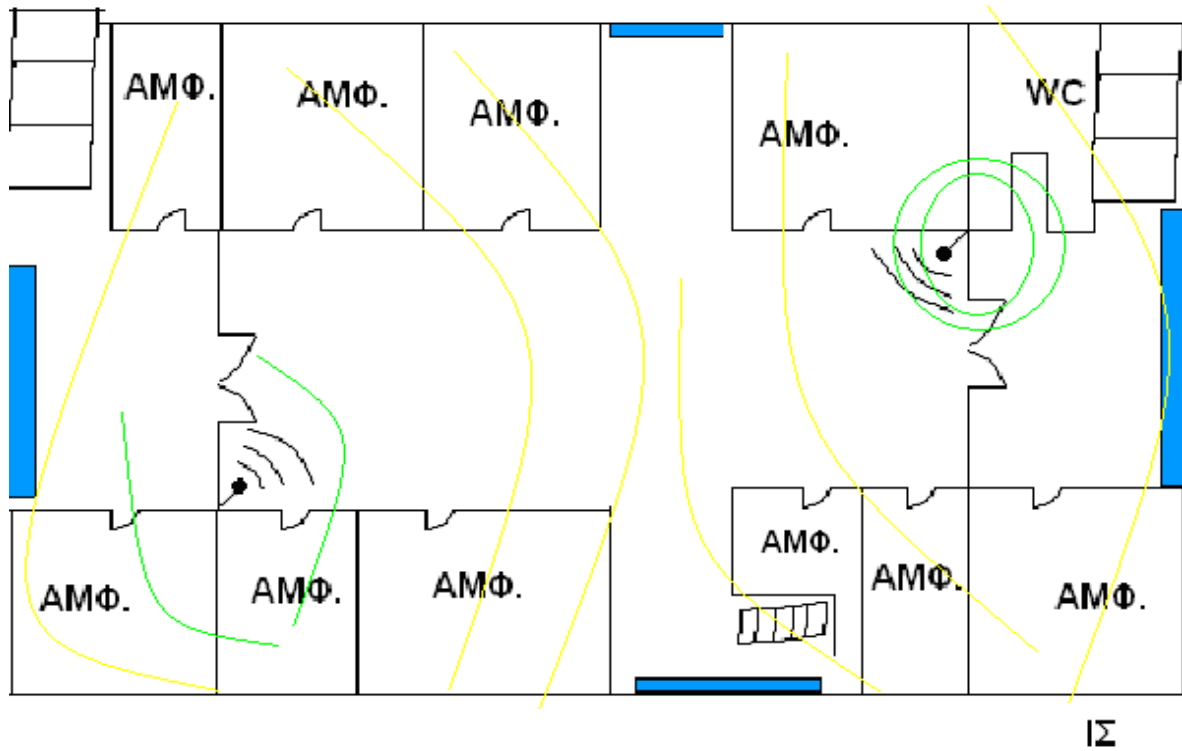
Και τα 4 αμφιθέατρα είναι εύκολο να καλυφθούν με 2 AP τοποθετώντας τα στις θέσεις που φαίνεται στην εικόνα 18. Το καθένα καλύπτει τα 2 αμφιθέατρα επιτυχώς.

Το AP με τον αρ. 1 καλύπτει πολύ καλά (σχεδόν excellent) το 2^ο αμφιθέατρο και το 1^ο καλά. Η ποιότητα του σήματος φτάνει στα -70dB. Το σήμα είναι αρκετά καλό. Το ίδιο ισχύει και για το AP (με τον αρ. 2). Το 3^ο αμφιθέατρο καλύπτεται πολύ καλά και το 4^ο καλά. Η εμβέλεια του AP τεχνολογίας g είναι περίπου 50-70m σε εσωτερικούς χώρους. Οι απώλειες του σήματος είναι περίπου 6-15dB περνώντας τον τσιμεντένιο τοίχο. Η κατώτερη ποιότητα σήματος που σημειώθηκε στις μετρήσεις είναι στα -62 dB(good) αλλά ο θόρυβος είναι στα 14dB.

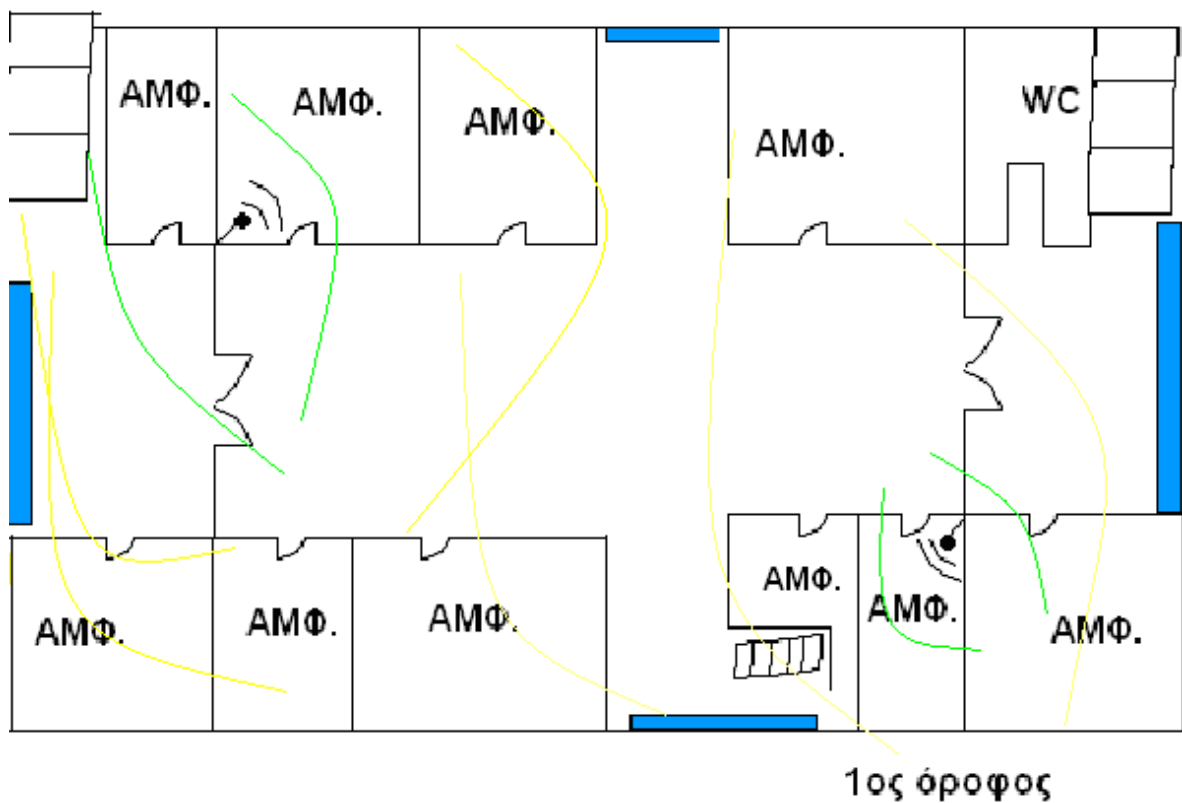
Πιθανότητα να υπάρχει κάλυψη και στον κάτω όροφο που υπάρχουν τα εργαστήρια- γραφεία της ερευνητικής ομάδας του ΕΠΠ.

Κ14 – Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας

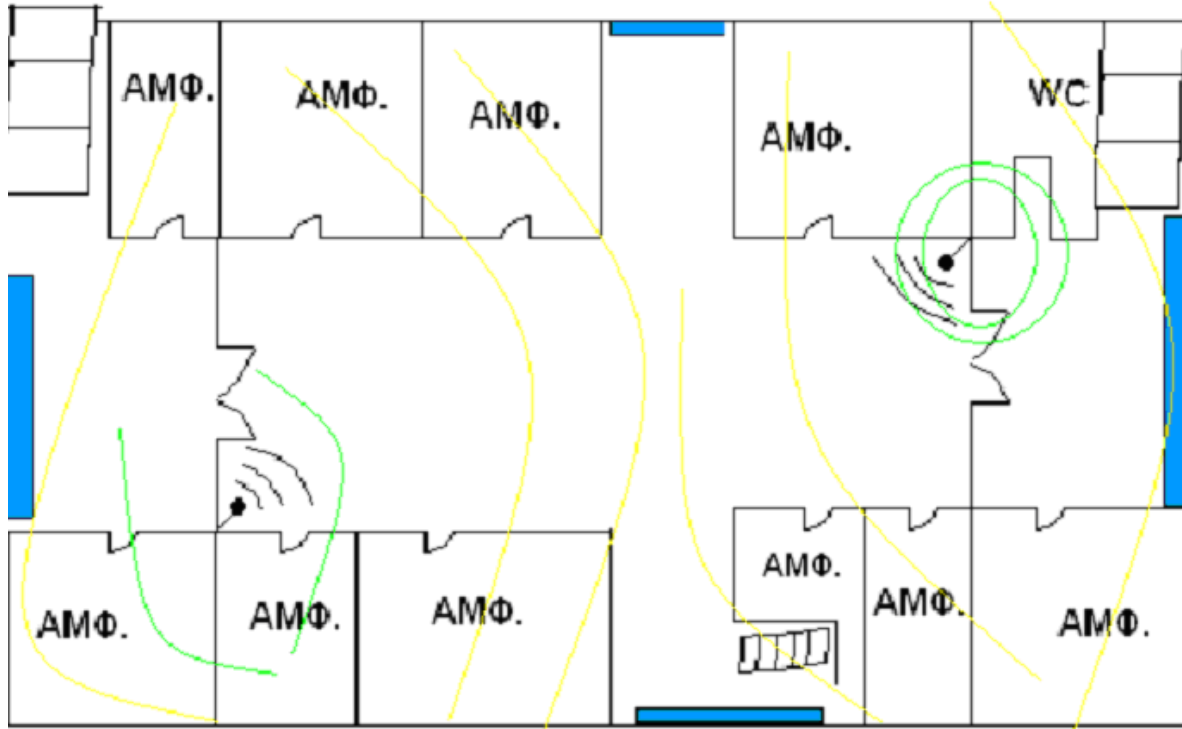
- **Προτεινόμενη Τοπολογία Δικτύου**
 - **Μετρήσεις και Ραδιοκάλυψη**



Εικόνα 19.1: Κ14:Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας-1Σ

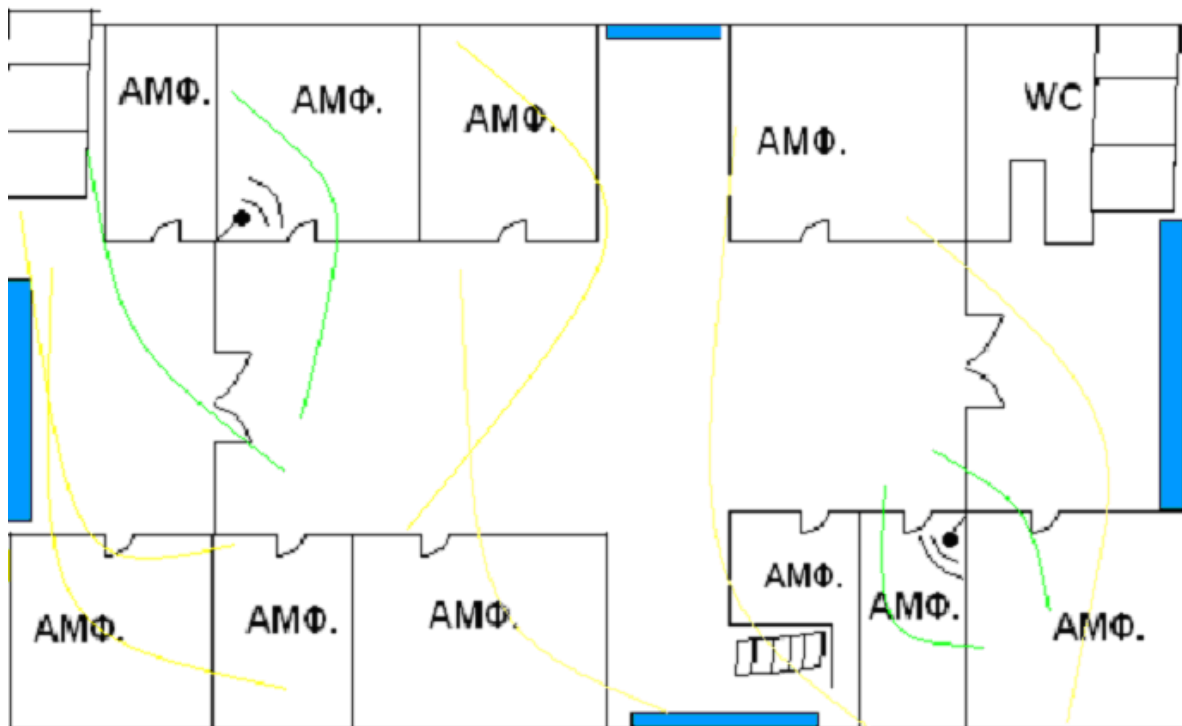


Εικόνα 19.2: Κ14:Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας-1^{ος} όροφος



2ος όροφος

Εικόνα 19.3: Κ14:Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας-2^{ος} όροφος



3ος όροφος

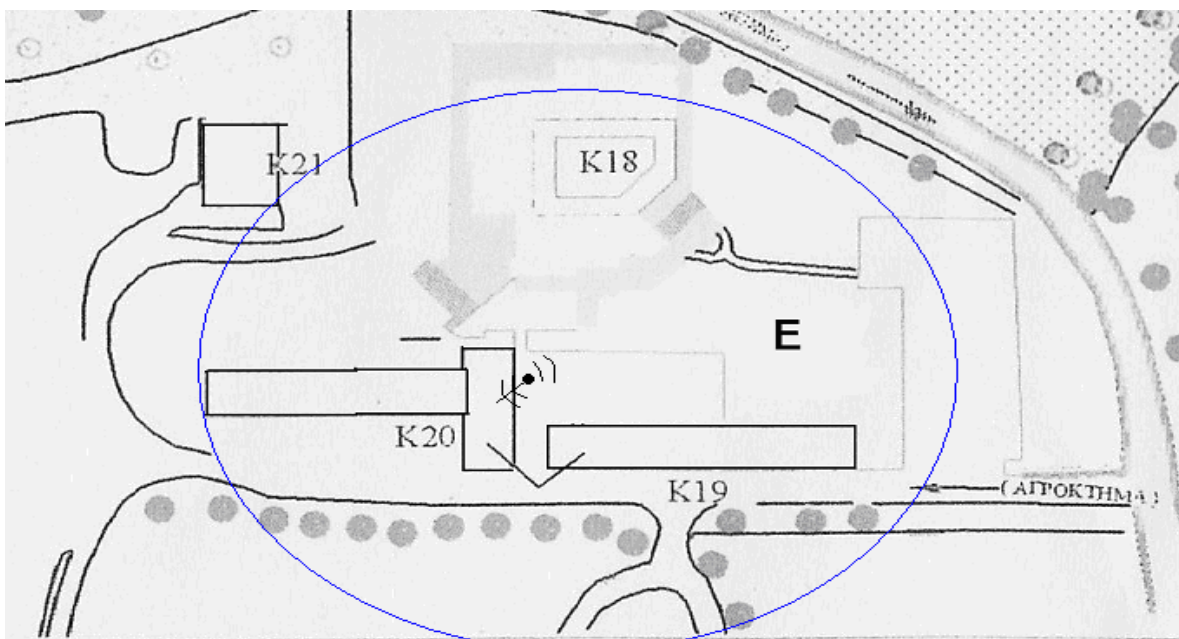
Εικόνα 19.4: Κ14:Νέες Αίθουσες Διδασκαλίας-3^{ος} όροφος

Το κτίριο αυτό έχει τρεις ορόφους και ο κάθε όροφος είναι ίδιας κατασκευής. Το κτίριο είναι αρκετά μεγάλο και οι τοίχοι που χωρίζουν τις αίθουσες διδασκαλίας είναι τσιμεντένιοι. Όπως βλέπουμε στον πίνακα 8 η εξασθένιση του σήματος κυμαίνεται από τα 6 έως τα 15 dB. Ένα AP δεν είναι αρκετό στον όροφο, το σήμα εξασθενεί. Πιο συγκεκριμένα, με 1AP στο ισόγειο δεν καλύπτει τα αμφιθέατρα στο βάθος και η ποιότητα σήματος στα 2 τελευταία αμφιθέατρα είναι -85 με -90 dB(ροοφ) και ο θόρυβος είναι στα 6-8dB. Άρα, με το εξοπλισμό που χρησιμοποιώ για την μελέτη, πλήρη κάλυψη έχω με 2 AP.

Αν, χρησιμοποιήσουμε καλύτερο εξοπλισμό πιθανότατα να χρησιμοποιούσαμε 1 AP σε κάθε όροφο και χιαστή έτσι ώστε τα κρυφά σημεία του ορόφου να καλύπτονται από το AP του πάνω ορόφου. Πιθανότατα όμως να είχαμε αρκετά σημεία στη μέση περίπου του κάθε ορόφου ακάλυπτα. Μία άλλη λύση είναι να χρησιμοποιούσαμε 2 AP στο ισόγειο, 1AP στο 1^ο όροφο στη μέση σε ένα αμφιθέατρο, 2 AP στον 2^ο όροφο από τις αντίθετες πλευρές αυτών του ισογείου και 1 AP στη μέση του 3^{ου} ορόφου στο απέναντι αμφιθέατρο με αυτό του 1^{ου} ορόφου.

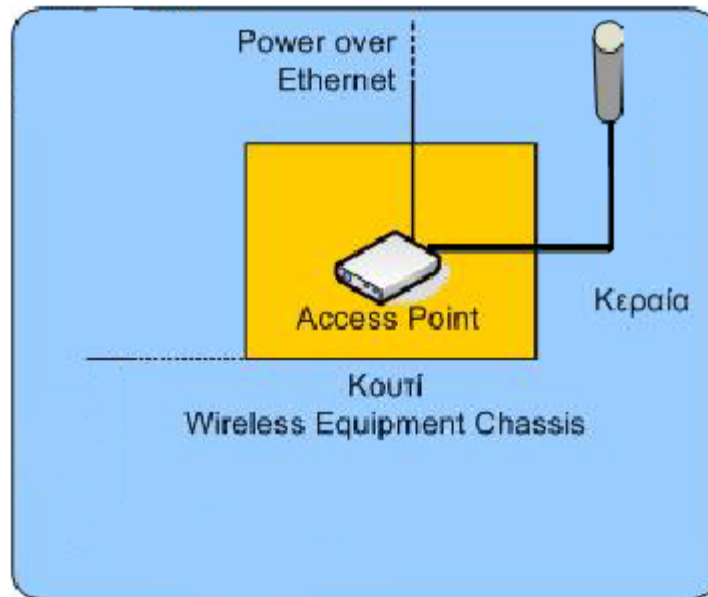
➤ **Εξωτερικοί χώροι**

- **A:** Υπαίθριος χώρος πριν την είσοδο του ΤΕΙ
- **B:** Προαύλιος χώρος του ΤΕΙ
- **Γ:** Υπαίθριος χώρος της Νέας ΣΤΕΦ και της Παλιάς
- **Δ:** Υπαίθριος χώρος της βιβλιοθήκης
- **Ε:** Υπαίθριος χώρος στο αγρόκτημα



Εικόνα 20: Εξωτερική κάλυψη

Κάθε εξωτερικό hotspot αποτελείται ουσιαστικά από μια συσκευή Access Point, ένα ειδικό κουτί (wireless equipment chassis) μέσα στο οποίο τοποθετείται το AP και μία κεραία. Σκοπός των εξωτερικών κουτιών είναι η προστασία από τις καιρικές συνθήκες. Τα κουτιά εγκαθίστανται στις ταράτσες των κτιρίων. Σε κάθε κουτί καταλήγει ένα καλώδιο δικτύου. Μέσα από το καλώδιο αυτό θα μεταφέρονται και τα δικτυακά δεδομένα αλλά και η απαραίτητη ισχύς για την λειτουργία των hotspots. Η τεχνολογία που επιτρέπει την μεταφορά ηλεκτρικής ισχύς μέσα από τυπικά καλώδια Ethernet ονομάζεται Power over Ethernet και είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε τέτοιου είδους εφαρμογές.



Σχήμα 20: Εξωτερικό hotspot

5.4.3. Σχόλια

Φυσικά, διαφοροποιήσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και αυτών στην πράξη δύναται να υπάρχουν.

Οι εσωτερικές μετρήσεις έγιναν με ένα συγκεκριμένο AP. Φυσικά, υπάρχουν και καλύτερα και με καλύτερη απόδοση. Περίπου όμως, με αυτές τις μετρήσεις αντιλαμβανόμαστε τις δυνατότητες ενός AP τεχνολογίας 802.11 g στα 2,4GHz.

Εξωτερικές μετρήσεις δεν έγιναν για την κάλυψη των υπαίθριων χώρων που προτείνω. Όμως, με βάση των δυνατοτήτων των κεραιών που προτείνω, θεωρώ ότι οι χώροι θα καλυφθούν πλήρως. Επίσης, ένα άλλο κρίσιμο σημείο είναι η τοποθέτηση των εξωτερικών συσκευών και η ηλεκτροδότησή τους. Η εγκατάσταση τους θα γίνει κοντά σε ιστό της κεραίας προκειμένου να μειωθούν οι υψηλές απώλειες του καλωδίου διασύνδεσης της συσκευής με την κεραία. Στην περίπτωση αυτή, λοιπόν, οι συσκευές θα πρέπει να είναι ειδικού τύπου για εξωτερικό χώρο (ruggedised-γεροφτιαγμένο) ή να προστατεύεται από ειδικό κytίο. Τέλος, η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος θα δίνεται από κάθε κτίριο ή η εναλλακτική χρήση Power over Ethernet (PoE) Injectors.

5.4.3.1. Ακτινοβολία ασύρματων δικτύων (στα 2,4GHz)

Όσο αφορά το εύρος των 2,4GHz οι μελέτες που υπάρχουν είναι πολύ λίγες, καθώς η ισχύς που χρησιμοποιούν τα ασύρματα τερματικά είναι πολύ μικρή. Αντίστοιχα, μπορούμε εύκολα να βρούμε έναν μεγάλο αριθμό από μελέτες και έρευνες που έχουν γίνει για την επίδραση των κινητών τηλεφώνων, αφού αυτά χρησιμοποιούν τουλάχιστον την δεκαπλάσια ισχύ σε σχέση με τα ασύρματα τερματικά και είναι πολύ περισσότερο διαδεδομένα.

Σύμφωνα με τον FCC (Federal Communications Commission) [6]το ερώτημα αν η ακτινοβολία των ασύρματων δικτύων είναι βλαβερή στον ανθρώπινο οργανισμό είναι ακόμα υπό αμφισβήτηση. Δεν υπάρχουν ακόμα σοβαρές ενδείξεις που να αποδεικνύουν ότι η χρήση των μικροκυμάτων (και συγκεκριμένα των 2,4GHz) στις τηλεπικοινωνίες μπορούν να βλάψουν τον άνθρωπο. Παρόλα αυτά, ο οργανισμός παραδέχεται το γεγονός ότι υψηλή έκθεση σε μικροκυματική ακτινοβολία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του δερμάτινου ιστού και κατ' επέκταση την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος. Άλλωστε με αυτόν τον τρόπο λειτουργεί και ο φούρνος μικροκυμάτων.

Οι τρέχουσες μελέτες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας που είναι τμήμα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών [7] δεν έχουν κανένα στοιχείο που να αποδεικνύει πως τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δημιουργούν ή επιταχύνουν την δημιουργία καρκίνου ή άλλων ασθενειών. Όμως, η επίσημη θέση του οργανισμού είναι ότι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορεί να είναι αιτία πρόκλησης καρκίνου.


Σύμφωνα με την απόφαση στις 20 Ιουνίου του 2002 από τη βουλή, αποφασίστηκε η χρήση της συχνότητας που χρησιμοποιείται στα ασύρματα δίκτυα των 2,4GHz να είναι ελεύθερη και νόμιμη προς μη εμπορική εκμετάλλευση. Η ΕΕΤΤ, λοιπόν, έχει επιβάλει τις παρακάτω προδιαγραφές σχετικές με την ασφάλεια της δημόσιας υγείας.

1. Η εκπεμπόμενη ισχύς ενός κεραιοσυστήματος να μην υπερβαίνει τα 20 dBm (100mW).
2. Όλες οι συσκευές που χρησιμοποιούνται πρέπει να συμφωνούν με το πρότυπο ETSI EN 300 328

3.Όλες οι συσκευές πρέπει να φέρουν την σχετική έγκριση ασφαλείας CE της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την δημόσια υγεία.

Για περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να ανατρέξετε στον αριθμό φύλλου 895, τεύχος δεύτερο της Εφημερίδας Κυβερνήσεως που εκδόθηκε στις 16 Ιουλίου του 2002 [8]

5.5. Απαιτούμενος Εξοπλισμός Ασύρματης Δικτύωσης

Τύπος	Ποσότητα
Εσωτερικά Access Point (90€/τεμ.)	53
Εξωτερικά Access Point (90€/τεμ.)	5
Οmnι κεραιές εξωτερικές (60€/τεμ.) 	5
Εξωτερικά κουτιά 15x20cm (10€/τεμ.)	5
Καλώδια PoE(25€/14μ.)	Πολλά μέτρα
Σωλήνα spiral, Βίδες	

Η πλήρη κάλυψη του χώρου του ΤΕΙ θα κοστίσει περίπου 5.570 € για να αγοραστεί ο απαραίτητος εξοπλισμός. Το κόστος του καλωδίου χαμηλών απωλειών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επέκταση της τροφοδοσίας ανέρχεται στα 25 €/ 14 μέτρα. Επίσης, ο πλαστικός spiral σωλήνας είναι διαθέσιμος σε καταστήματα με ηλεκτρολογικό υλικό σε πολύ χαμηλό κόστος.

6.Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, η ασύρματη επικοινωνία είναι πλέον πραγματικότητα και μάλιστα αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας είτε αυτό είναι διαδίκτυο, είτε κινητό τηλέφωνο είτε τηλεόραση ή ραδιόφωνο. Συγκρίνοντας, τα συστήματα ραδιοζεύξεων με τα αντίστοιχα ενσύρματα , από την άποψη μετάδοσης, παρατηρούμε τις εξής διαφορές.

Το καλώδιο μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα μέσο με καθορισμένα και σταθερά χαρακτηριστικά. Οι επιδόσεις του ενσύρματο δικτύου, λοιπόν, είναι ανεξάρτητες από το περιβάλλον και μπορούν να υπολογισθούν πιο εύκολα αν γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά του(όπως το υλικό κατασκευής και το μήκος της γραμμής).

Από την άλλη, μια ραδιόζευξη θέτει περιορισμούς όπως για παράδειγμα οπτικής επαφής ή και απόστασης μεταξύ πομπού και δέκτη. Επίσης, οι επιδόσεις και τα χαρακτηριστικά της μετάδοσης μπορούν να μεταβάλλονται στον χώρο και στον χρόνο καθώς και εξαρτώνται από την επιλογή τοποθεσίας του πομπού , τον τύπο της κεραίας, τις καιρικές συνθήκες, τη μορφολογία του εδάφους και την παρουσία φυσικών εμποδίων αν μιλάμε για εξωτερική ζεύξη ή από τα συνηθισμένα αντικείμενα που υπάρχουν μέσα στα κτίρια αν αναφερόμαστε για εσωτερική ζεύξη.

Τα οφέλη από τη δημιουργία της ασύρματης ευρυζωνικής υποδομής θα επιδράσουν σημαντικά σε όλη την κοινωνία του ΤΕΙ διευκολύνοντας έτσι πολλές ανάγκες. Θα υπάρχει δυνατότητα ασύρματης πρόσβασης στο Διαδίκτυο με υψηλές ταχύτητες επικοινωνίας χωρίς γεωγραφικούς περιορισμούς. Οι χρήστες του δικτύου θα έχουν πρόσβαση σε νέες, προηγμένες υπηρεσίες υψηλής προστιθέμενης αξίας (π.χ. Voice over IP) καθώς διοικητικοί και εκπαιδευτικοί μπορούν να αξιοποιήσουν ειδικές κατηγορίες εφαρμογών όπως τηλεδιάσκεψης - τηλεσύσκεψη από τα γραφεία τους.

7.Βιβλιογραφία

[1],[2]: Από Έργο: «Ανάπτυξη Ασύρματων Ευρυζωνικών Υποδομών και Προώθηση Ζήτησης Ασύρματων Υπηρεσιών Διαδικτύου σε Πολυσύχναστους Εξωτερικούς Χώρους» (meleti-public-wireless.pdf)

[3]: <http://kioan.users.uth.gr/wireless/fresnelZone.html>

[4]: <http://noc.auth.gr/services/network/wifi/terms-of-use.html>

[5]: http://www.hellascams.gr/grc/wi_fi_calculators/knowledge_base/WiMAX.html

[6]:FCC www.fcc.gov

[7]: <http://www.who.int/peh-emf/about/en/>

[8]: ΦΕΚ 11/7 2002 αριθμός φύλλου 895, δεύτερο τεύχος

http://www.eett.gr/gr_pages/telec/kanonistika_keimena/APOF2002/APOF254-72FEK.pdf

1)http://www.ciscoexpo.gr/2005/tech_solutions/wireless.html

2)http://www.ciscoexpo.gr/2005/tech_solutions/security.html

3)<http://www.techteam.gr/index.php?showtopic=115829>

4)<http://en.wikipedia.org/wiki/HomeRF>

5)<http://www.ieee802.org/11/Tutorial/90548S-WPAN-HomeRF-Tutorial.pdf>

6)<http://egnatia.ee.auth.gr/~aalexioy/bloutoot.htm>

7)http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11

8)<http://kioan.users.uth.gr/wireless/fresnelZone.html> ()

9)http://www.hellascams.gr/grc/fresnel_zone/

10)<http://noc.auth.gr/services/network/wifi/terms-of-use.html>

11)<http://www.tech-faq.com/ylang/el/wireless-security.shtml>

12)<http://en.wikipedia.org/wiki/RADIUS>

13)<http://www.untruth.org/~josh/security/radius/radius-auth.html>

14)<http://www.epmhs.gr>

15)http://www.eett.gr/export/sites/default/sites/EETT/Consultations/telecoms/adeiodotisi/Public_Consultation_WLAN.pdf

16)http://www.hellascams.gr/grc/antennas_know_how/

17)http://www.hellascams.gr/grc/products/wireless/index.html#smcant_di215

18)<http://info.awmn.net/users/images/stories/Tutorials/PlugMeIn/Channels.htm>

19) <http://www.angelfire.com/clone2/yian/wifi.htm>

20) http://info.awmn.net/users/images/stories/Library/WiFi/Papers/health_issues.pdf

8.Παραρτήματα

8.1. Συντμήσεις

AAA: authentication, authorization και accounting

ACK: acknowledgement

AES: advanced encryption standard

ATM: Asynchronous Transfer Mode

AP: Access Point

ACU: Aironet Client Utility

BWA: Broadband Wireless Access

CAM: Constantly Awake Mode

CCK: Complimentary Code Keying

CO: Central Office

CRC: cyclic redundancy check

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

DSL: Digital Subscriber Line

DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum

DES: Data Encryption Standard

DECT: Digital Enhanced Cordless Telephone

DFS: Dynamic Frequency Selection

EAP: Extensible Authentication Protocol

EIRP: Effective isotropically-radiated power

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

EETT: Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων

FCC (Federal Communications Commission)

FDMA: Frequency Division Multiple Access

FEC: Forward Error Correction

FHSS: Frequency-Hopping Spread Spectrum

FWA:Frequency Allocation

FSL: Free Space Loss

Gbps – Giga bits per second

H

IEEE : Institute of Electrical & Electronic Engineer

IP: Internet Protocol

ISDN: Integrated Services Digital Network

ISP: Internet Service Provider

K

LAN: Local Area Network
LOS: Line Of Sight

MAC: Media Access Control
MAN: Metropolitan Area Network
Mbps - Million bits per second
MIC: Message Integrity Check
MODEM: MODulator/DEModulator

NAS:
NLOS: Non Line Of Sight

OFDM: Orthogonal Frequency-Division Multiplexing
OLOS: Optical Line Of Sight
OSI:

PAM: Pluggable amplitude modulation
PAN: Personal Area Network
PC: Personal Computer
PDA: Personal Digital Assistance
PHY: Physical
PSTN: Public Switched Telephone Network
PTM: Point To Multipoint
PTP: Point To Point

QAM: Quadrature Amplitude Modulation
QoS: Quality of Service
QPSK: Quadrature Phase-Shift Keying

RA: receiver address
RADIUS: Remote Authentication Dial In User Service
RC:
RF: Radio Frequency

SNR: Signal Noise Ratio
SSID: Secure Set Identifier
SWAP: Shared Wireless Access Protocol

TCP: Transmission Control Protocol
TKIP: Temporal Key Integrity Protocol

UDP: User Datagram Protocol
USB: Universal Serial Bus
UTP: Unshielded Twisted Pair

VoIP: Voice over Internet Protocol
VPN: Virtual Private Network

WAN: Wide Area Network

Wi-Fi: Wireless Fidelity

WEP: Wireless Equivalent Privacy

WiMAX: Wireless Interoperability for Microwave Access

WISP: Wireless Internet Service Provider

WLAN: Wireless Local Area Network

WPA: Wi-Fi Protected Access

8.2. Λεξικό όρων

Αδειοδοτούμενη συχνότητα (licensed frequency)
Ανάδραση (feedback)
Αναμεταδότης (repeater)
Άνω ζεύξη (uplink)
Αποστολή (upload)
Απώλεια διαδρομής (path losses)
Απώλεια ελεύθερου χώρου (Free Space Loss-FSL)
Απώλειες λόγω εμποδίων (Obstacle loss)
Απώλεια πακέτου (packet loss)
Ασύρματη ευρυζωνική πρόσβαση (Broadband Wireless Access-BWA)
Ασύρματη κάρτα δικτύου (Wireless Network Card)
Ασύρματο δίκτυο (wireless network)
Ασύρματο δίκτυο κορμού (wireless backbone)
Ασύρματο τοπικό δίκτυο (Wireless Local Area Network-WLAN)
Ασύρματος Πάροχος Υπηρεσιών διαδικτύου (Wireless Internet Service Provider-WISP)
Ασύρματες γέφυρες (wireless bridges)

Βέλτιστη προσπάθεια (best effort)

Γεροφτιαγμένο (ruggedised)
Γραμμή τροφοδοσία (feedline)
Γραμμικότητα (linearity)

Δέκτης (receiver)
Διαμόρφωση (profile)
Διαμορφωτής - Αποδιαμορφωτής (MOdulator/DEModulator-MODEM)
Διαφανή (transparent)
Διαφορικό (diversity)
Διαφωνία(crosstalk)
Διεπαφή (interface)
Δικτυακή πύλη (web portal)
Δίκτυο Ευρείας Περιοχής (Wide Area Network-WAN)
Δίκτυο κορμού (backbone)
Δίκτυα Προσωπικού Χώρου (Personal Area Networks-PAN)
Δίκτυα Τοπικής Πρόσβασης (Local Area Networks-LAN)
Δίπολο (dipole)

Είσοδος (injector)
Ενίσχυση (amplification or gain)
Ενσύρματα δίκτυα (wired networks)
Εξασθένηση (fading)
Εξωτερικό AP (outdoor AP)
Εξωτερικό περίβλημα (outer jacket)
Εξυπηρετητές (servers)
Επιλεγόμενη (dial-up)
Επιλέξιμος (optional)
Εφαρμογή (application)
Ευαισθησία (sensitivity)

Εύρος ζώνης (bandwidth)

Ζεύξη από σημείο προς πολλαπλά σημεία (Point-to-Multipoint link)

Ζεύξη από σημείο σε σημείο (Point-to-Point link)

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail)

Θόρυβος (Noise)

Θωράκιση (shield)

Ισοτροπικής ακτινοβολίας (isotropic radiator)

Ισοτροπική διπολική κεραία (isotropic dipole antenna)

Ισχύς εξόδου (power output)

Κατευθυντική κεραία (directional antenna)

Κάτω ζεύξη (downlink)

Κατώφλι (threshold)

Κεραία (antenna)

Κεραία τομέα (sector antenna)

Κέρδος (gain)

Κινητά δίκτυα (mobile networks)

Κομβικό κέντρο (Central Office-CO)

Λήψη (download)

Λοβός (lobe)

Λίστα ελέγχου (check list)

Μεταγωγός (switch)

Μεταγώμενου κυκλώματος (circuit-switched)

Μη αδειοδοτούμενο συχρότητα (unlicensed frequency)

Μητροπολιτικό δίκτυο (Metropolitan Area Network-MAN)

Μπάντα (band)

Μοιραζόμενο πρωτόκολλο Ασύρματης Δικτύωσης (Shared Wireless Access Protocol-SWAP)

Οδηγός (driver)

Οπτική επαφή (Line Of Sight-LOS)

Παραβολικό πιάτο (parabolic dish)

Παραβολική πλέγματος (GridParabolic)

Παρεμβολή (interference)

Πάροχος Υπηρεσιών Διαδικτύου (Internet Service Providers-ISPs)

Πελάτης (client)

Περιθώριο διάλειψης (Fade Margin)

Περιοχή κάλυψης (coverage area)

Πλάτος (amplitude)

Πλέγμα (grid)

Πλευρική μπάντα (sideband)

Πλοήγηση ιστοσελίδων (web browsing)

Ποιότητα Εξυπηρέτησης (Quality of Service-QoS)
Πολυδιόδευση (multipath)
Πολυκατευθυντική κεραία (unidirectional antenna)
Πολυκατευθυντική (omnidirectional)
Πολυμέσων (multimedia)
Προσαρμοστής (adapter)
Πρόσβαση (access)
Προσωπικό δίκτυο (Personal Area Network-PAN)
Προσωπικός υπολογιστής (Personal Computer-PC)
Προσωπικός ψηφιακός βοηθός (Personal Digital Assistance-PDA)

Ράδιο-ζεύξη (radio link)
Ραδιοκύματα (radio waves)
Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (throughput)
Ρυθμό μετάδοσης (bit rate)
Ραδιοσυχνότητα (Radio Frequency-RF)

Σήμα (signal)
Σηματοδοσία (signaling)
Σημείο ανάσχεσης (intercept point)
Σημείο εστίασης (focal point)
Σημείο Πρόσβασης (Access Points)
Σταθερό δίκτυο (fixed network)
Σταθμός βάσης (base station)
Σύνδεση (link)
Συνδέσεις κορμού (backhaul)
Συνδεμένη (associated)
Συστατικά στοιχεία (components)
Σύστημα διανομής (Distribution System-DS)
Συχνότητα (frequency)

Τεχνική αναπήδησης συχνοτήτων (frequency hopping)
Τοπικό δίκτυο (Local Area Network-LAN)

Υπηρεσία Προσωπικής Επικοινωνίας (Personal Communications Service-PCS)
Υποδίκτυο (subnet)
Υποδομή (infrastructure)
Υπό-επιπέδου (sub-layer)
Υποχρεωτικές (mandatory)

Φαινόμενο πολλαπλών διαδρομών (multipathing)
Φάσμα (spectrum)
Φορητός υπολογιστής (laptop)
Φυσικού επιπέδου (Physical Layer- PHY)

Χωρίς Οπτική Επαφή (No line of sight)

Ψηφιακών Συνδρομητικών Γραμμών (Digital Subscriber Line-DSL)