

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών  
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής & Πολυμέσων**



**Πτυχιακή Εργασία**

‘ Μελέτη, υλοποίηση ασύρματου τοπικού δικτύου για πρόσβαση στο Internet για τις κτιριακές εγκαταστάσεις της ΣΤΕΦ. ’

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: **Μάρκος Μίτας**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: / /2009

Επιβλέπων Καθηγητής: **Ευάγγελος Μαρκάκης**

**Ηράκλειο 2009**

Στην οικογένεια μου  
με ιδιαίτερη εκτίμηση και αγάπη.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας , να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον υπεύθυνο και επιβλέποντα της πτυχιακής μου εργασίας Καθηγητή Ευάγγελο Μαριδάκη του τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων του ΑΤΕΙ Κρήτης, τόσο για την διάθεσή του και το ενδιαφέρον του, όσο και την ουσιαστική βοήθεια που μου πρόσφερε καθ' όλη την διάρκεια της παρούσας πτυχιακής εργασίας με την επίβλεψη, την υποστήριξη καθώς και για την συνεχή καθοδήγηση και ενθάρρυνσή του μέχρι την περάτωσή της.

Ευχαριστώ, επίσης, το προσωπικό του τμήματος Κέντρο Επικοινωνιών και Δικτύων του Πανεπιστημίου Κρήτης και ιδιαίτερα τον Μανόλη Σταυρακή για την παραχώρηση του απαραίτητου (για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής) εξοπλισμού και λογισμικού, καθώς και για την διαρκή ανταλλαγή επικοινωνητικών γνώσεων.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου για την αμέριστη ηθική και οικονομική συμπαράσταση που μου πρόσφεραν κατά την διάρκεια της φοίτησής μου στο ΑΤΕΙ Κρήτης .

Ηράκλειο, 2009

Μάριος Μίτας

## Περιεχόμενα

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	<b>3</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>4</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	<b>7</b>
<b>ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ ΟΡΩΝ</b> .....	<b>9</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>11</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>12</b>
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>13</b>
1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	16
1.1.1 Συσκευές χρηστών (End- user devices).....	16
1.1.2 Λογισμικό δικτύου (Network Software).....	16
1.1.3 Ασύρματες κάρτες δικτύου (Wireless NICs).....	16
1.1.4 Ασύρματες Τοπικές Γέφυρες (Wireless Local Bridges).....	17
1.1.5 Κεραίες (Antennas).....	17
1.1.6 Πολυκατευθυντικές κεραίες.....	18
1.1.7 Μονοκατευθυντικές κεραίες.....	18
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	<b>20</b>
<b>2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ / ΚΑΝΟΝΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ</b> .....	<b>20</b>
2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ .....	20
2.2 ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	20
2.2.1 Ελεύθερη ζώνη συχνοτήτων 2.4 GHz.....	20
2.2.2 Ελεύθερη ζώνη συχνοτήτων 5 GHz.....	21
2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	21
2.4 ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΖΕΥΞΗΣ.....	22
2.4.1 Γενικά.....	22
2.4.2 Πομπός.....	22
2.4.3 Διαδρομή.....	24
2.4.4 Δέκτης.....	24
2.4.5 Τεχνικές Διαμόρφωσης.....	25
2.4.6 Κωδικοποίηση διασποράς φάσματος [Spread Spectrum].....	26
2.4.7 Ορθογώνια πολυπλεξία συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing-OFDM).....	27
2.5 ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ .....	28
2.5.1 Πρότυπο IEEE 802.11.....	28
2.5.2 Πρότυπο IEEE 802.11b.....	28
2.5.3 Πρότυπο IEEE 802.11g.....	29
2.5.4 Πρότυπο IEEE 802.11a.....	30
2.5.5 Πρότυπο IEEE 802.11n.....	30
2.5.6 Πρότυπο IEEE 802.16.....	30
2.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ .....	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	<b>33</b>
<b>3 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ</b> .....	<b>33</b>
3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ.....	33
3.2 ΕΙΔΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	34

3.2.1	<i>Ασύρματη IP Τηλεφωνία</i> .....	34
3.2.2	<i>Εντοπισμός Θέσης</i> .....	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>	<b>.....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΥΞΗΣΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ</b> .....	<b>36</b>
4.1	ΑΥΞΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΦΟΡΗΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ .....	36
4.2	ONE LAPTOP PER CHILD (OLPC) .....	37
4.3	ΦΟΡΗΤΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ (PDA, ROCKET PCs, SMARTPHONES) .....	37
4.4	Η ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΔΙΚΤΥΩΣΗ ΣΤΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΚΗΝΗ .....	38
4.4.1	<i>Ασύρματη δικτύωση στο σπίτι</i> .....	39
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>	<b>.....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>ΜΕΛΕΤΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΓΙΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΟ</b> <b>INTERNET ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΕΦ</b> .....	<b>40</b>
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	40
5.2	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ .....	41
5.3	ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ – AIRMAGNET PLANNER .....	42
5.4	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ – AIRMAGNET SURVEY PRO .....	44
5.5	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΤΟΨΗΣ ΟΡΟΦΟΥ ΣΤΟ AIRMAGNET .....	44
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b>	<b>.....</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>ΚΤΗΡΙΟ Α</b> .....	<b>49</b>
6.1	ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ (VIRTUAL SURVEY)-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 8-9 .....	49
6.1.1	<i>Διαδικασία Εικονικής Μελέτης (Virtual Survey)-Εργαστήριο 8-9</i> .....	49
6.2	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ .....	55
6.2.1	<i>Εργαστήριο 8-9</i> .....	55
6.3	ΚΑΛΥΨΗ ΟΡΟΦΟΥ (ΕΡΓ. 8-9) ΑΠΟ ΆΛΛΑ ACCESS POINTS. ....	59
6.4	2 <sup>ο</sup> ΟΡΟΦΟΣ (ΕΛΕΥΘΕΡΑ-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ) .....	62
6.4.1	<i>Εικονική Μελέτη (Virtual Survey)</i> .....	62
6.4.2	<i>Πραγματικές μετρήσεις (Path Survey)</i> .....	64
6.4.3	<i>Κάλυψη 2<sup>ο</sup> Ορόφου (Ελεύθερα Εργαστήρια) από άλλα Access Points</i> .....	66
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</b>	<b>.....</b>	<b>68</b>
<b>7</b>	<b>ΚΤΗΡΙΟ Β</b> .....	<b>68</b>
7.1	ΙΣΟΓΕΙΟ ΤΕ_ΣΤΕΦ .....	68
7.1.1	<i>Εικονική Μελέτη (Virtual Survey)</i> .....	68
7.1.2	<i>Πραγματικές μετρήσεις (Path Survey)</i> .....	71
7.1.3	<i>Κάλυψη Ισογείου ΤΕ_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points</i> .....	73
7.2	1 <sup>ο</sup> ΟΡΟΦΟΣ ΤΕ_ΣΤΕΦ .....	75
7.2.1	<i>Εικονική Μελέτη (Virtual Survey)</i> .....	75
7.2.2	<i>Πραγματικές μετρήσεις (Path Survey)</i> .....	77
7.2.3	<i>Κάλυψη ορόφου (1<sup>ο</sup> ΤΕ_ΣΤΕΦ) από άλλα Access Points</i> .....	79
7.3	ΑΣΦΑΛΕΙΑ .....	81
7.4	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ .....	83
7.5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	85
7.5.1	<i>Χαρακτηριστικά Καλωδίου UTP</i> .....	85
7.5.2	<i>Τηλεπικοινωνιακές πρίζες 2 λήψεων για κανάλι</i> .....	85
7.5.3	<i>Κανάλι τύπου Legrand για την τοποθέτηση των πριζών</i> .....	86
7.5.4	<i>Μεταλλικές σχάρες</i> .....	87
7.5.5	<i>Patch Panel</i> .....	87

7.5.6	<i>Ηλεκτρολογικό κουτί προστασίας Access Point</i> .....	87
7.5.7	<i>Εκτιμώμενες Ποσότητες και Κοστολόγηση Υλικών</i> .....	88
7.5.8	<i>Εκτιμώμενες Ποσότητες Access Points</i> .....	89
7.5.9	<i>Οικονομική Προσφορά Ασύρματου Εξοπλισμού</i> .....	90
7.5.10	<i>Χρήση Ασύρματου Δικτύου σε άλλα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα</i> .....	92

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Κανάλια Αλληλοεπικάλυψης.....	29
Εικόνα 2 Πλήθος WLAN hotspots και Φορητοί Υπολογιστές με δυνατότητα ασύρματης δικτύωσης (πηγή IDC) 38	
Εικόνα 3 Ικανοποίηση χρηστών από το WLAN .....	39
Εικόνα 4 Laptop Fujitsu-Cisco Aironet 350.....	41
Εικόνα 5 Cisco Access Point 1130.....	41
Εικόνα 6 Cisco Access Point 1230.....	42
Εικόνα 7 Linksys WRT54G .....	42
Εικόνα 8 File\New Project .....	44
Εικόνα 9 Project Name .....	45
Εικόνα 10 Floor Plan Dimension .....	46
Εικόνα 11 Survey Environments.....	47
Εικόνα 12 Planner .....	47
Εικόνα 13 Planner Properties .....	48
Εικόνα 14 Επιλογή μοντέλου εκπομπής κεραίας .....	50
Εικόνα 16 Virtual Survey Αίθουσες 8-9 (Προσθήκη Υλικών) .....	51
Εικόνα 17 Virtual Survey Αίθουσες 8-9. (Προσθήκη Πλέγματος) .....	52
Εικόνα 18 Virtual Survey (Signal)-Αίθουσες 8-9. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).....	53
Εικόνα 19 Virtual Survey (Speed)-Αίθουσες 8-9. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).....	54
Εικόνα 20 Path Survey (Signal)-Αίθουσες 8-9. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).....	56
Εικόνα 21 Path Survey (Speed)-Αίθουσες 8-9. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)).....	57
Εικόνα 22 Path Survey (Signal) (Αίθουσες 8-9. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).....	57
Εικόνα 23 Path Survey (Speed) (Αίθουσες 8-9. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)).....	58
Εικόνα 24 Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).....	59
Εικόνα 25 Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).....	60
Εικόνα 26 Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).....	60
Εικόνα 27 Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).....	61
Εικόνα 28 Εικόνα 12. Virtual Survey (Signal)-2ο Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια) .....	62

Εικόνα 29 Virtual Survey (Speed)-2ο Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια). Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).....	63
Εικόνα 30 Path Survey (Signal)-2ο Όροφος (Ελεύθερα Εργαστήρια).....	65
Εικόνα 31 Κάλυψη 2ο Ορόφου (Ελεύθερα Εργαστήρια) από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm). ....	66
Εικόνα 32 2ο Ορόφου (Ελεύθερα Εργαστήρια) από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).....	67
Εικόνα 33 Virtual Survey (Signal)-Ισόγειο TE_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).....	69
Εικόνα 34 Virtual Survey (Speed)-Ισόγειο TE_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης..	70
Εικόνα 35 Path Survey (Signal)-Ισόγειο TE_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).....	72
Εικόνα 36 Path Survey (Speed)-Ισόγειο TE_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης ....	72
Εικόνα 37 Κάλυψη Ισογείου TE_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση το σήμα (dBm). ....	73
Εικόνα 38 Κάλυψη Ισογείου TE_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).....	74
Εικόνα 39 Virtual Survey (Signal)-1ο Όροφος TE_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm).....	75
Εικόνα 40 Virtual Survey Speed-1ο Όροφος TE_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης	76
Εικόνα 41 Path Survey (Signal)-1ο Όροφος TE_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).....	78
Εικόνα 42 Path Survey (Speed)-1ο Όροφος TE_ΣΤΕΦ.Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης	78
Εικόνα 43 Κάλυψη 1ο Ορόφου TE_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση το σήμα (dBm). ....	79
Εικόνα 44 Κάλυψη 1ο Ορόφου TE_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).....	80
Εικόνα 45 Ασύρματο δίκτυο με κεντρική διαχείριση Cisco Wireless Lan Controller .....	84



## Γλωσσάριο Ορών

- **AAI:** Authentication Authorization Infrastructure – Υποδομή αυθεντικοποίησης εξουσιοδότησης.
- **ASK:** Amplitude Shift Keying.
- **Access Point:** Σημείο πρόσβασης ασύρματης δικτύωσης.
- **dB:** decibel.
- **DSSS:** Direct Sequence Spread Spectrum.
- **EAP:** Extensible Authentication Protocol.
- **E.I.R.P:** Equivalent isotropically radiated power: Μέση ισοδύναμη ιστροπικά ακτινοβολούμενη ισχύς.
- **EduRoam:** Διεθνής συνεργασία πιστοποίησης χρηστών Ακαδημαϊκών - Ερευνητικών ιδρυμάτων. <http://www.eduroam.org>.
- **ETSI:** European Telecommunications Standards Institute.
- **FHSS:** Frequency Hopping Spread Spectrum.
- **FSK:** Frequency Shift Keying
- **FCC:** Federal Communications Commission.
- **IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- **IPS:** Intrusion Prevention System.
- **ISM:** Instrumentation Scientific and Medical.
- **LWAPP:** Light Wireless Access Point Protocol.
- **LOS:** Line Of Sight.
- **MAC:** Medium Access Control.
- **Mbps:** Mega bits per second.
- **NOS:** Network Operating System.
- **NDIS:** Network Driver Interface Specification.

- **ODI:** Open Datalink Interface.
- **OFDM:** Orthogonal Frequency Division Multiplexing.
- **PCMCIA:** Personal Computer Memory Card International Association.
- **PDA:** Personal Digital Assistants.
- **PEAP:** Protected Extensible Authentication Protocol.
- **PoE:** Power over Ethernet.
- **PSK:** Phase Shift Keying.
- **QAM:** Quadrature Amplitude Modulation.
- **QoS:** Quality of Services.
- **QPSK:** Quaternary Phase Shift Keying.
- **VPN:** Virtual Private Network.
- **SNR:** Signal to Noise ratio.
- **SSID:** Service Set Identifier.
- **TLS:** Transport Layer Security.
- **TTLS:** Tunneled Transport Layer Security.
- **WAP2:** Wi-Fi Protected Access
- **WEP:** Wired Equivalent Privacy.
- **WLAN:** Wireless Local Area Network – Ασύρματο τοπικό δίκτυο.
- **WLC:** Wireless Lan Controller.

## ***Περίληψη***

Το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής αφορά την διερεύνηση της σκοπιμότητας εγκατάστασης ενός ασύρματου δικτύου ευρυζωνικής πρόσβασης για την παροχή υπηρεσιών στο Τ.Ε.Ι Ηρακλείου και συγκεκριμένα στα παλαιά κτήρια της ΣΤΕΦ.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε μια εικονική μελέτη του ασύρματου δικτύου, με την χρήση εργαλείων προσομοίωσης, τοποθετώντας εικονικά Access Points πάνω στα αρχιτεκτονικά σχέδια των παλαιών κτηριακών εγκαταστάσεων της ΣΤΕΦ. Στη συνέχεια εγκαταστάθηκαν κάποια Access Points (που υπάρχουν διαθέσιμα Cisco-Linksys), σε ορισμένα σημεία αυτών των χώρων και όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε ένα μεγάλο μέρος των σημείων των εγκαταστάσεων αυτών.

Η αξιολόγηση της απόδοσης του ασύρματου δικτύου έγινε χρησιμοποιώντας τα εργαλεία προσομοίωσης σε συνδυασμό με τα πραγματικά αποτελέσματα μετρήσεων που αφορούν την εμβέλεια, την ταχύτητα πρόσβασης, τον θόρυβο σήματος κ.α., αποτυπώνοντας την όλη πληροφορία πάνω στα αρχιτεκτονικά σχέδια των κτηρίων.

Τέλος προτάθηκαν τρόποι ασφάλειας και γενικής διαχείρισης της ασύρματης υποδομής.

## *Summary*

The object of this graduate project (bachelors thesis) deals with the investigation of the feasibility of installing a wireless network broadband access for rendering of services to the TEI Heraklion and specifically to the old's buildings of STEF.

Using simulation tools, a virtual design of the wireless network initially was created, by placing virtual Access Points on the architectural drawings of the old building facilities of STEF. Afterwards, Access Points were installed (which are available Cisco-Linksys), in some parts of these facilities and measurements in a wide range of points of the plant were taken.

The performance evaluation of wireless network was done using simulation tools in conjunction with the actual results of the measurements that concern, distance, access speed, the noise signal, etc., reflecting the overall information on the architectural designs of buildings.

Finally, various ways of security and general management of the wireless infrastructure were proposed.

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα χαρακτηριστικά της εποχής μας είναι οι εθισμένοι στις πληροφορίες άνθρωποι (information junkies): άνθρωποι που πρέπει να βρίσκονται στο δίκτυο συνεχώς. Για αυτούς τους κινητούς χρήστες, τα σύστροφα ζεύγη, τα ομοαξονικά καλώδια, και οι οπτικές ίνες είναι άχρηστες. Οι χρήστες αυτοί χρειάζονται τη δόση των δεδομένων τους για το φορητό υπολογιστή, τον υπολογιστή τσέπης, ή τον υπολογιστή-ρολόι τους, χωρίς να είναι προσδεμένοι στην επίγεια επικοινωνιακή υποδομή. Για τους χρήστες αυτούς, η απάντηση είναι οι ασύρματες επικοινωνίες.

Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (**WLAN**: Wireless Local Area Network) είναι ένα σύστημα επικοινωνίας, το οποίο καθιστά δυνατή την διασύνδεση (και μεταφορά δεδομένων) - μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων - κινητών ή ακίνητων χρηστών. Η συνηθισμένη ακτίνα δράσης ενός τέτοιου δικτύου εκτείνεται σε αρκετά μέτρα, η οποία είναι ικανή να διασυνδέσει από τους ορόφους μιας εταιρίας μέχρι τα κτίρια μιας πανεπιστημιούπολης. Η σύνδεση ενός ασύρματου τοπικού δικτύου με ένα αντίστοιχο ενσύρματο μπορεί να αυξήσει σημαντικά την ακτίνα δράσης του ασύρματου δικτύου.

Η πρώτη προσπάθεια για τη σύνδεση των τεχνολογιών δικτύου με την επικοινωνία μέσω ραδιοκυμάτων ξεκίνησε το 1971 με την υλοποίηση ενός project του πανεπιστήμιου της Hawaii, το οποίο ονομάστηκε ALOHANET. Το ALOHANET ήταν ένα σύστημα όπου απομακρυσμένοι υπολογιστές επικοινωνούσαν μεταξύ τους μέσω ενός κεντρικού υπολογιστή χωρίς την χρησιμοποίηση των συμβατικών τηλεφωνικών καλωδίων, αλλά με τη βοήθεια ραδιοκυμάτων.

Το 1985, στην Αμερική, ο οργανισμός **FCC** (Federal Communications Commission) – ο οποίος καθορίζει το εύρος συχνοτήτων που θα χρησιμοποιείται για κάθε τηλεπικοινωνιακή εφαρμογή - εξουσιοδότησε την κοινή χρήση του φάσματος συχνοτήτων **ISM** (Instrumentation, Scientific, and Medical) στο οποίο στηρίχθηκε η μελλοντική κατασκευή όλων των τεχνολογιών WLAN.

Τα ασύρματα δίκτυα προσφέρουν τη δυνατότητα σύνδεσης στο Internet (συνήθως φορητών) υπολογιστών και συσκευών χωρίς τη χρήση καλωδίου δικτύου. Απαραίτητες προϋποθέσεις είναι να διαθέτει ο υπολογιστής κάρτα ασύρματης δικτύωσης και να βρίσκεται εντός της εμβέλειας ενός από τα σημεία πρόσβασης (Access Points) του δικτύου. Η δυνατότητα πρόσβασης σε δεδομένα χωρίς τους περιορισμούς των καλωδίων και διάφορων πολύπλοκων διαδικασιών εγκατάστασης κάνουν τα ασύρματα δίκτυα ιδιαίτερα δημοφιλή.

Παρόλα αυτά τα ασύρματα δίκτυα υπολογιστών όπως και τα κλασσικά ενσύρματα δίκτυα, απαιτούν την χρήση αξιόπιστων πρωτοκόλλων μεταφοράς δεδομένων, τα οποία θα εξασφαλίζουν την ασφαλή μετάδοση των δεδομένων (data) μεταξύ των χρηστών, θα παρέχουν ασφάλεια από οποιαδήποτε ενέργεια παραβίασης (security), θα δίνουν την δυνατότητα ταχείας πρόσβασης και μεταφοράς δεδομένων (broadband access), και τέλος θα επιτρέπουν την διασύνδεση των ασύρματων δικτύων με αυτά που κάνουν χρήση ενσύρματων. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά από τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ασύρματων δικτύων:

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. **Κινητικότητα (mobility)**: Τα WLAN μπορούν να παρέχουν τη δυνατότητα στους χρήστες για πρόσβαση σε πληροφορίες ενώ βρίσκονται σε κίνηση. Αυτή η ευχέρεια στην κίνηση υποστηρίζει την παραγωγικότητα και τις ευκαιρίες για εξυπηρέτηση οι οποίες δεν είναι δυνατές με ενσύρματα δίκτυα. Οι εφαρμογές που στηρίζονται στην κινητικότητα κατά τη χρήση συσκευών σε ένα WLAN συμπεριλαμβάνουν και αυτές που στηρίζονται στην πρόσβαση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο-τα οποία είναι συνήθως αποθηκευμένα σε βάσεις δεδομένων.
2. **Ταχύτητα και ευελιξία εγκατάστασης**: Η εγκατάσταση ενός WLAN εξαλείφει την ανάγκη της χρήσης των καλωδίων η οποία απαιτεί συνήθως κόπο και χρόνο, ενώ η ασύρματη τεχνολογία επιτρέπει τη διασύνδεση δικτύων η οποία υπό άλλες συνθήκες θα ήταν αδύνατη.
3. **Μειωμένο κόστος κτήσης**: Ενώ η αρχική επένδυση που απαιτείται για τον εξοπλισμό με ένα WLAN μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να είναι υψηλότερη από το αντίστοιχο κόστος για μια ενσύρματη σύνδεση, το συνολικό κόστος λειτουργίας μπορεί να είναι σημαντικά χαμηλότερο, καθώς τα μακροπρόθεσμα κέρδη είναι πολύ μεγαλύτερα σε δυναμικά περιβάλλοντα όπου απαιτούνται πολύ συχνές μετακινήσεις και αλλαγές.
4. **Συμβατότητα**: Τα WLAN μπορούν να μεταβληθούν σε μια ποικιλία από τύπους για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες συγκεκριμένων εγκαταστάσεων και εφαρμογών. Οι διαμορφώσεις αλλάζουν εύκολα και επεκτείνονται από μικρά δίκτυα κατάλληλα για έναν μικρό αριθμό χρηστών μέχρι πλήρως ανεπτυγμένα δίκτυα που καλύπτουν εκατοντάδες χρήστες.

## ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. **Παρεμβολή λόγω πολλαπλών διαδρομών**: Τα μεταδιδόμενα σήματα μπορούν να συνδυαστούν με τα ανακλώμενα από διάφορες επιφάνειες ή εμπόδια με αποτέλεσμα την φθορά ή καταστροφή του σήματος που ανιχνεύεται από τον δέκτη. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως ‘παρεμβολή λόγω πολλαπλών διαδρομών’ (**multipath propagation**). Ο συνολικός χρόνος καθυστέρησης μεταξύ των ανακλώμενων σημάτων σε σχέση με το αρχικό σήμα (primary signal) αναφέρεται ως **delay spread**. Οι κατασκευαστές συσκευών για ασύρματα τοπικά δίκτυα ασχολούνται συνεχώς με την επεξεργασία διαφόρων τεχνικών για τον περιορισμό των προβλημάτων που προέρχονται από το συγκεκριμένο φαινόμενο, ενώ ανάμεσα στις άλλες μεθόδους που χρησιμοποιούνται είναι και οι equalization και antenna diversity.
2. **Path loss**: Το φαινόμενο του ‘path loss’ μεταξύ πομπού και δέκτη είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός WLAN. Τα αναμενόμενα επίπεδα του path loss, τα οποία βασίζονται στην απόσταση μεταξύ του πομπού και του δέκτη, παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τον καθορισμό των επιπέδων στην ισχύ της εκπομπής, στην ευαισθησία του δέκτη και στον λόγο σήματος προς θόρυβο (SNR). Το πραγματικό path loss εξαρτάται από τη συχνότητα μετάδοσης και αυξάνει εκθετικά με την αύξηση της απόστασης μεταξύ του πομπού και του δέκτη. Για τυπικές εφαρμογές σε κλειστούς χώρους, το path loss αυξάνεται περίπου 20 dB ανά 100 πόδια.

Το path loss ισοδυναμεί, ουσιαστικά, με τον λόγο της ισχύος του δέκτη προς την ισχύ του πομπού. Για μία δεδομένη ισχύ μετάδοσης (από τον πομπό), ένα μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη του επιπέδου της ισχύος στον δέκτη. Το πιο απλό μοντέλο που χρησιμοποιείται, συνήθως, είναι αυτό που στηρίζεται στην εξής εκθετική σχέση: Η ισχύς του λαμβανόμενου σήματος είναι ανάλογη με την ισχύ του μεταδιδόμενου σήματος και αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της συχνότητας μετάδοσης και την απόσταση πομπού-δέκτη υψωμένη στην δύναμη ενός παράγοντα  $\alpha$ , ο οποίος κυμαίνεται ανάμεσα στις τιμές 2 (για ελεύθερους χώρους) και 8 (για χώρους με πολλά εμπόδια).

Οι απώλειες από το φαινόμενο αυτό εξαρτώνται άμεσα από την ύπαρξη ή μη οπτικής επαφής (**LOS**: Line Of Sight) ανάμεσα στον πομπό και στον δέκτη.

3. **Παρεμβολή ραδιοσημάτων:** Η διαδικασία της εκπομπής και λήψης ραδιοσημάτων και σημάτων laser μέσω του αέρα καθιστά τα ασύρματα συστήματα ευπαθή από τον θόρυβο της ατμόσφαιρας και από τις μεταδόσεις άλλων συστημάτων που λειτουργούν στην ίδια μπάντα συχνοτήτων και λειτουργούν στον ίδιο φυσικό χώρο. Οι παρεμβολές από ραδιοσήματα (Radio Signal Interference) χωρίζονται σε:

- **Εσωτερικές(inward):** Οι παρεμβολές αυτές προέρχονται από τις μεταδόσεις συστημάτων που χρησιμοποιούν τις ίδιες συχνότητες με αυτές ενός WLAN με το οποίο βρίσκονται στην ίδια περιοχή. Για παράδειγμα, πολλές συσκευές WLAN λειτουργούν στην περιοχή των 2.4 GHz, στην οποία λειτουργούν και οι φούρνοι μικροκυμάτων με αποτέλεσμα η μία συσκευή να παρεμβάλλεται στην άλλη, γεγονός που οδηγεί σε καθυστερήσεις και σφάλματα στην μετάδοση.
- **Εξωτερικές(outward):** Οι παρεμβολές αυτού του είδους προκύπτουν όταν το σήμα ενός ασύρματου δικτύου διακόπτει την μετάδοση ενός άλλου γειτονικού ασύρματου συστήματος, όπως είναι ένα WLAN. Οι παρεμβολές αυτές είναι σπάνιες καθώς τα προϊόντα των WLAN λειτουργούν, συνήθως, με ιδιαίτερα χαμηλή ισχύ (της τάξεως των μερικών mW). Ένα μέρος των παρεμβολών προκύπτει, ακριβώς, από το γεγονός ότι τα προϊόντα που αποτελούν ένα WLAN λειτουργούν σε συχνότητες που δεν απαιτούν άδεια από τον FCC. Η αποφυγή και η μείωση τέτοιων παρεμβολών εναπόκειται στους κατασκευαστές των ασύρματων προϊόντων.

4. **Διαχείριση Ενέργειας:** Οι περισσότερες WLAN συσκευές από την πλευρά του χρήστη λειτουργούν με μπαταρίες που έχουν καθορισμένη διάρκεια ζωής. Η χρήση τους σε αυτές τις τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές μειώνουν την αυτονομία τους. Έτσι οι περισσότεροι χρήστες δε θα ήταν ευχαριστημένοι αν ήταν υποχρεωμένοι να φορτίζουν συχνά τις μπαταρίες των συσκευών τους, ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις που είναι σχεδόν αδύνατη η φόρτιση του υπολογιστή. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να γίνει επιλογή προϊόντων που να κάνουν σωστή διαχείριση ενέργειας (power management support), ώστε να μεγιστοποιείται η αυτονομία των μπαταριών και να ελαχιστοποιείται η αντικατάστασή τους[11].

## **1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ**

Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο αποτελείται από διάφορα στοιχεία (components) που βοηθούν στην σωστή μετάδοση, λήψη και επεξεργασία του σήματος από τον χρήστη. Στα στοιχεία αυτά συμπεριλαμβάνονται τόσο το κατάλληλο λογισμικό (software) όσο και το ανάλογο υλικό εξοπλισμού (hardware). Οι κατηγορίες των στοιχείων αυτών αναφέρονται στη συνέχεια.

### **1.1.1 Συσκευές χρηστών (End- user devices)**

Όπως με κάθε σύστημα, έτσι και στα WLANs πρέπει να υπάρχει ένας τρόπος διασύνδεσης των διαφόρων εφαρμογών και υπηρεσιών με τους χρήστες. Είτε το δίκτυο είναι ασύρματο ή ενσύρματο, μία συσκευή αποτελεί τη διασύνδεση μεταξύ του χρήστη και του δικτύου. Τέτοιες συσκευές που χρησιμοποιούνται σε ασύρματα δίκτυα είναι και οι επόμενες:

- Laptop computers.
- Palmtop computers.
- Handheld PCs and printers.
- Personal Digital Assistants (PDAs).
- Hanheld printers and scanners.

### **1.1.2 Λογισμικό δικτύου (Network Software)**

Ένα ασύρματο δίκτυο είναι δομημένο με το κατάλληλο λογισμικό που βρίσκεται σε διάφορα μέρη του δικτύου. Ένα σύστημα διαχείρισης δικτύου (NOS: Network Operating System), όπως είναι για παράδειγμα το Microsoft NT Server, παρέχει διαφόρων ειδών υπηρεσίες, όπως μεταφορά δεδομένων, εκτύπωση κ.ά. Πολλά τέτοια συστήματα στηρίζονται στην ύπαρξη ενός server, στον οποίο βρίσκονται οι βασικές συσκευές λογισμικού και οι βάσεις δεδομένων στις οποίες έχουν πρόσβαση οι διάφορες συσκευές τις οποίες ελέγχει ο χρήστης. Οι τελευταίες 'τρέχουν' το δικό τους λογισμικό (client software), το οποίο κατευθύνει τις εντολές του χρήστη στον server.

### **1.1.3 Ασύρματες κάρτες δικτύου (Wireless NICs)**

Η ασύρματη κάρτα δικτύου (Wireless Network Interface Card) χρησιμοποιείται για την μετάδοση του ψηφιακού σήματος ενός υπολογιστή μέσω του ασύρματου μέσου σε έναν άλλο υπολογιστή. Στην διαδικασία αυτή συμπεριλαμβάνεται η διαμόρφωση και η ενίσχυση του σήματος.

Οι ασύρματες κάρτες δικτύου συνδέονται με τη συσκευή του χρήστη μέσω ενός διαύλου υπολογιστή όπως είναι οι ISA (Industry Standard Architecture) και PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association). Μερικές εταιρίες παράγουν κάρτες οι οποίες συνδέονται με τον υπολογιστή μέσω μιας RS-232 σειριακής ή παράλληλης θύρας.

Η διασύνδεση της ασύρματης κάρτας με την συσκευή του χρήστη συμπεριλαμβάνει και έναν οδηγό λογισμικού (software driver) που συνδέει το λογισμικό του NOC στην κάρτα. Τα κυριότερα Standards για τους παραπάνω οδηγούς είναι τα εξής:



- NDIS (Network Driver Interface Specification).
- ODI (Open Datalink Interface).
- PDS (Packet Driver Specification).

#### **1.1.4 Ασύρματες Τοπικές Γέφυρες (Wireless Local Bridges)**

Οι γέφυρες δικτύων αποτελούν ένα σημαντικό μέρος της τοπολογίας ενός δικτύου καθώς συνδέουν πολλά LANs μεταξύ τους στο επίπεδο του υποστρώματος MAC, με αποτέλεσμα την διαμόρφωση ενός εκτενέστερου και πιο λειτουργικού δικτύου. Οι γέφυρες χωρίζονται σε δύο είδη:

- Local bridges: Συνδέουν τοπικά δίκτυα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση.
- Remote bridges: Συνδέουν δίκτυα που χωρίζονται από αποστάσεις μεγαλύτερες από αυτές που μπορούν να υποστηρίξουν τα πρωτόκολλα των τοπικών δικτύων.

Στην ορολογία των ασύρματων δικτύων οι γέφυρες αναφέρονται ως **APs** (Access Points), τα οποία είναι συσκευές απαραίτητες για τη διασύνδεση ενός WLAN με ένα ενσύρματο δίκτυο, αλλά και τη διασύνδεση πολλών WLAN μεταξύ τους.

#### **1.1.5 Κεραίες (Antennas)**

Η κεραία εκπέμπει το διαμορφωμένο σήμα μέσω του αέρα ώστε αυτό να φτάσει στον προορισμό του. Γενικά, οι κεραίες διακρίνονται σε πολλά είδη και μεγέθη και χαρακτηρίζονται από τις παρακάτω παραμέτρους:

- Μοντέλο διάδοσης (propagation pattern).
- Ευαισθησία (Gain).
- Ισχύς μετάδοσης (Transmit power).
- Εύρος ζώνης (Bandwidth).

Το μοντέλο διάδοσης μιας κεραίας καθορίζει την περιοχή κάλυψης (coverage area) της κεραίας. Για την μετάδοση του σήματος στα WLAN χρησιμοποιούνται κυρίως δύο είδη κεραιών:

- Μια πολυκατευθυντική (**omnidirectional**) κεραία, η οποία διοχετεύει την ισχύ της προς κάθε κατεύθυνση.
- Μια μονοκατευθυντική (**directional**) κεραία, η οποία συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μέρος της ισχύος της σε μία μόνο κατεύθυνση.

### 1.1.6 Πολυκατευθυντικές κεραίες

Οι κεραίες αυτές μπορεί να έχουν κάθετη ή οριζόντια πόλωση και είναι ιδανικές για την κάλυψη τετραγωνικών ή περίπου τετραγωνικών και κυρίως εσωτερικών χώρων. Τα συνηθέστερα είδη πολυκατευθυντικών κεραιών που χρησιμοποιούνται είναι:

- Place antenna.
- Ceiling mount dipole antenna.
- Rubber duck dipole antenna.
- Short rubber duck dipole antenna.
- Spectrum24 Sandra “D” antenna.

Οι πολυκατευθυντικές κεραίες χρησιμοποιούνται σε εσωτερικούς δικτυακούς χώρους και οι περισσότερες εγκαθίστανται με ευκολία σε τοίχους και οροφές. Μπορεί να χρησιμοποιούνται δύο κεραίες σε κάθε AP για τη βελτιστοποίηση της κάλυψης (η οποία είναι της μορφής doughnut-shaped). Επίσης τέτοιου είδους κεραίες χρησιμοποιούνται για point to multipoint εφαρμογές καθώς και για εφαρμογές όπου υπάρχει ανάγκη κινητικότητας με τη θέση των σταθμών εργασίας να μεταβάλλεται συνεχώς. Η πόλωση της κεραίας πρέπει να είναι του ίδιου τύπου τόσο στην πλευρά του πομπού όσο και σε αυτή του δέκτη. Στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούνται κεραίες κάθετης πόλωσης.

### 1.1.7 Μονοκατευθυντικές κεραίες

Η κάλυψη με αυτό το είδος κεραίας γίνεται σε κωνικό σχήμα παρόμοιο με αυτό της δέσμης φωτός που εξέρχεται από έναν φακό. Η κατευθυντικότητα της κεραίας καθορίζεται από τη γωνία και το εύρος της δέσμης ακτινοβολίας (**beam width**). Τυπικές γωνίες αρχίζουν από 10° (μεγάλη κατευθυντικότητα) έως 90° (πολύ μικρή κατευθυντικότητα). Τέτοιου είδους κεραίες χρησιμοποιούνται για μακρύτερους αλλά στενότερους χώρους και σε εφαρμογές point-to-point. Τα συνηθέστερα είδη των μονοκατευθυντικών κεραιών που χρησιμοποιούνται είναι:

- Yagi antenna (30° beam)
- Patch antenna (70° beam)
- Panel antenna (22° beam)

Αναφερόμενοι γενικά στις κεραίες, ένα μέγεθος που σχετίζεται με τη δυνατότητα κάλυψης είναι η ευαισθησία της κεραίας (**antenna gain**) και μετράται με τιμές decibel (db). Όσο μεγαλύτερη είναι η ευαισθησία, τόσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς του σήματος και επομένως η κάλυψη γίνεται σε μεγαλύτερο βαθμό. Για βήμα αύξησης 1 db της ευαισθησίας της κεραίας, η κάλυψη αυξάνει κατά 2.5%. Ειδικά για εξωτερικούς χώρους χωρίς εμπόδια, αύξηση της ευαισθησίας κατά 1 db επιφέρει αύξηση στην κάλυψη κατά 5%. Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του χώρου και τα φυσικά εμπόδια που υπάρχουν σ' αυτόν.

Η σωστή τοποθέτηση και ο κατάλληλος προσανατολισμός της κεραίας σε ένα δικτυακό χώρο συμβάλλει στην αύξηση της κάλυψης και στη βελτιστοποίηση της απόδοσης του ασύρματου συστήματος. Γενικά, οι κεραίες θα πρέπει να τοποθετούνται σε ψηλά σημεία και σε περιοχές που δεν υπάρχουν φυσικά εμπόδια (όσο αυτό βέβαιο είναι εφικτό). Μέγιστη απόδοση έχουμε στην περίπτωση που ο πομπός και ο δέκτης βρίσκονται στο ίδιο ύψος και υπάρχει οπτική επαφή ανάμεσά τους.

Ο συνδυασμός της ισχύος μετάδοσης και της ευαισθησίας μιας κεραίας καθορίζει την απόσταση που μπορεί να μεταδοθεί το σήμα. Για μεταδόσεις σε μεγάλη απόσταση απαιτείται υψηλή τιμή ισχύος και μοντέλα κατευθυντικής μετάδοσης (directive radiation patterns), ενώ οι μεταδόσεις σε μικρές αποστάσεις γίνονται εφικτές με λιγότερη ισχύ και ευαισθησία. Γενικά, στα ασύρματα δίκτυα η ισχύς μετάδοσης είναι σχετικά χαμηλή, συνήθως κάτω από 1 Watt.

Ανάλογα με τις εφαρμογές τις οποίες υποστηρίζει ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο οι κεραίες μπορούν να χωριστούν σε 3 είδη:

- **Snap-on antenna:** Η κεραία αυτή συνδέεται κατευθείαν στην ασύρματη κάρτα και είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν συνεχή κίνηση.
- **Dipole antenna:** Η κεραία αυτή συνδέεται με την ασύρματη κάρτα μέσω ενός μικρού καλωδίου και χρησιμοποιείται κυρίως από μεταφερόμενους (portable) σταθμούς, οι οποίοι μπορούν να κινούνται αλλά για να λειτουργήσουν πρέπει να βρίσκονται σε σταθερό σημείο.
- **High-gain antenna:** Αυτό το είδος κεραίας προσαρτάται σε έναν τοίχο ή υψηλό μέρος ενός κτιρίου με τη βοήθεια ενός μεγάλου καλωδίου. Η κεραία αυτή είναι ιδανική για APs και σταθερούς σταθμούς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2 Χαρακτηριστικά / Κανόνες Λειτουργίας Ασύρματων Δικτύων

Προτού προχωρήσουμε στην μελέτη είναι προτιμότερο να πούμε λίγα λόγια όσον αφορά μερικά από τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των ασύρματων δικτύων σύμφωνα με τον κανονισμό λειτουργίας τοπικών δικτύων εντός του ΑΠΘ.

#### 2.1 Γεωγραφική Κάλυψη

Η κάλυψη των ασύρματων τοπικών δικτύων πρέπει να περιορίζεται γεωγραφικά αποκλειστικά εντός των χώρων του Πανεπιστημίου / ΤΕΙ. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει η περιοχή που καλύπτει το access point να περιορίζεται στον χώρο τον οποίο έχει σχεδιαστεί να καλύπτει (π.χ. μέσα σε ένα αμφιθέατρο). Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται προσεκτική μελέτη και επιλογή στο σημείο τοποθέτησης του κάθε Access Point καθώς και της αντίστοιχης ισχύος εκπομπής. Προσωπικά ασύρματα δίκτυα θα πρέπει να καλύπτουν ένα σχετικά μικρό ενιαίο χώρο (γραφείο, εργαστήριο).

#### 2.2 Συχνότητες Λειτουργίας

Οι ζώνες ελεύθερων ραδιοσυνοτήτων που χρησιμοποιούνται σήμερα για την λειτουργία των ασύρματων δικτύων είναι στα 2.4 GHz και στα 5 GHz.

##### 2.2.1 Ελεύθερη ζώνη συνοτήτων 2.4 GHz

Σύμφωνα με το υπάρχον νομικό πλαίσιο δεν είναι απαραίτητη η εκχώρηση ραδιοσυνοτήτων για τη λειτουργία σταθμών ραδιοεπικοινωνιών οι οποίοι πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Εκπέμπουν και λαμβάνουν στην περιοχή ραδιοσυνοτήτων 2400-2483.5 MHz (ISM band).
2. Κάνουν χρήση της τεχνολογίας διασποράς φάσματος (Spread Spectrum).
3. Είναι πλήρως συμβατοί με το εναρμονισμένο πρότυπο EN 300 328 του ETSI .

Για τους σταθερούς σταθμούς ή σταθμούς ξηράς ραδιοεπικοινωνιών που ανήκουν στην κατηγορία αυτή και είναι εγκατεστημένοι σε σταθερή θέση, απαιτείται απλά η συμπλήρωση και αποστολή στην ΕΕΤΤ σχετικού εντύπου. Από την υποχρέωση αυτή εξαιρούνται οι σταθμοί που λειτουργούν εντός περικλειστων ιδιωτικών εγκαταστάσεων.

Επίσης η ζώνη συνοτήτων 2400–2483,5 MHz, διατίθεται για τη λειτουργία συσκευών μικρής εμβέλειας που χρησιμοποιούνται για συστήματα ασύρματης πρόσβασης συμπεριλαμβανομένων των τοπικών δικτύων ραδιοεπικοινωνιών για την ανίχνευση κινήσεων και συναγερμική ειδοποίηση [1],[2].

## 2.2.2 Ελεύθερη ζώνη συχνοτήτων 5 GHz

Γενικά, για τις περιοχές 5150-5250, 5250-5350, 5470-5725 MHz και 17.1 - 17.3 GHz, επιτρέπεται χωρίς άδεια η λειτουργία συσκευών μικρής εμβέλειας, οι οποίες είναι σύμφωνες με το Προεδρικό Διάταγμα 44/2002, τη Σύσταση ERC/REC 70-03 και τα Πρότυπα EN 300836-1, 2, 3 και 4 και το μεταγενέστερο EN 301 893, για την υλοποίηση και τοπικών ασύρματων δικτύων με πρωτόκολλο HIPERLAN σε εσωτερικούς μόνο χώρους. Η δημιουργία τέτοιων δικτύων σε εξωτερικούς χώρους επιτρεπόταν στο παρελθόν μόνο μετά από άδεια της ΕΕΤΤ, η οποία χορηγούταν ύστερα από σύμφωνη γνώμη του ΓΕΕΘΑ.

Επίσης με τις πρόσφατες τροποποιήσεις [1] στις ζώνες συχνοτήτων 5150 – 5250 και 5250 – 5350 MHz, επιτρέπεται η λειτουργία συσκευών που χρησιμοποιούνται για συστήματα ασύρματης πρόσβασης συμπεριλαμβανομένων των τοπικών δικτύων ραδιοεπικοινωνιών (WAS/RLAN) και είναι σύμφωνες με τις απαιτήσεις του Προεδρικού Διατάγματος 44/2002, τη Σύσταση ERC/REC 70–03 και τις διατάξεις της Απόφασης της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 2005/513/EK (L 187) σχετικά με την εναρμονισμένη χρήση ραδιοφάσματος στη ζώνη συχνοτήτων των 5 GHz για την υλοποίηση συστημάτων ασύρματης πρόσβασης, συμπεριλαμβανομένων τοπικών δικτύων ραδιοεπικοινωνιών. Η χρήση των συστημάτων αυτών περιορίζεται σε εσωτερικούς χώρους.

Στη ζώνη συχνοτήτων 5470 – 5725 MHz, επιτρέπεται η λειτουργία συσκευών που χρησιμοποιούνται για συστήματα ασύρματης πρόσβασης συμπεριλαμβανομένων των τοπικών δικτύων ραδιοεπικοινωνιών (WAS/RLAN) και είναι σύμφωνες με τις απαιτήσεις του Προεδρικού Διατάγματος 44/2002, τη Σύσταση ERC/REC 70–03 και τις διατάξεις της Απόφασης της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 2005/513/EK. Η χρήση των συστημάτων αυτών επιτρέπεται σε εσωτερικούς ή /και εξωτερικούς χώρους [1],[2].

## 2.3 Λειτουργικές Απαιτήσεις

Εάν το WLAN προσφέρει πρόσβαση με οποιοδήποτε τρόπο στο Δίκτυο Δεδομένων ΑΠΘ, θα πρέπει:

- Να διαθέτει SSID με αναγνωρίσιμο string, επίσημα καταχωρημένο όνομα μονάδος του ΑΠΘ (π.χ. csd.auth.gr, epp.auth.gr, κλπ). Τέτοια SSIDs απαγορεύεται να χρησιμοποιούνται από οποιοδήποτε άλλο WLAN στο ΑΠΘ.
- Να εντάσσεται στην ιεραρχία Radius του ΑΠΘ που λειτουργεί το ΚΛΔ.
- Να υποστηρίζει πιστοποίηση χρηστών προτού δοθεί πρόσβαση στο LAN με χρήση πρωτοκόλλου IEEE 802.1x και επικοινωνία με επίσημο εξυπηρετητή Radius μονάδος του ΑΠΘ για πιστοποίηση των χρηστών. Ο εν λόγω radius server υποχρεωτικά θα πρέπει να εντάσσεται στην ιεραρχία του ΑΠΘ και να λειτουργεί ως μεταγωγός (relaying proxy). Η δυνατότητα του τελικού χρήστη να επιβεβαιώσει ότι η πρόσβασή του γίνεται σε εξουσιοδοτημένο-αναγνωρισμένο από το ΑΠΘ εξοπλισμό μπορεί να γίνεται με χρήση ψηφιακού πιστοποιητικού εξυπηρετητή υπογεγραμμένο από την Αρχή Πιστοποίησης ΑΠΘ και τοποθετημένο στον Radius εξυπηρετητή. Η χρήση του πιστοποιητικού επιβάλλει την υποστήριξη των πρωτοκόλλων EAP/TLS ή EAP/TTLS.
- Να επιβάλλεται κρυπτογράφηση στο κανάλι επικοινωνίας μεταξύ του Wireless Access Point και του Radius server, με τεχνικές tunneling (IPSec VPN, ελεγχόμενου VLAN ή

αντιστοίχου μηχανισμού) και αντίστοιχα μεταξύ του Radius server και κάποιου πιθανώς εξωτερικού μηχανισμού ταυτοποίησης (LDAP ή MySQL server).

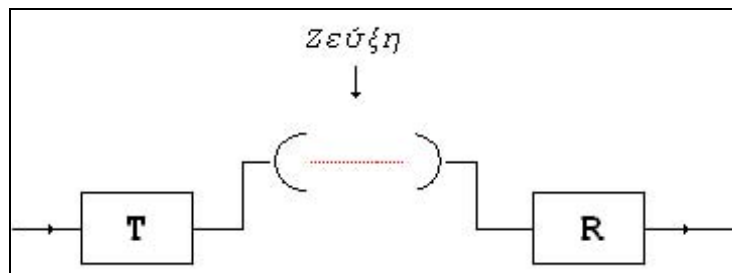
- Να επιβάλλεται κρυπτογράφηση στο κανάλι επικοινωνίας μεταξύ του Wireless Access Point και του υπολογιστή του χρήστη. Προτείνεται το WPA σύμφωνα με το IEEE 802.11i.
- Να τηρείται από τους διαχειριστές της υπηρεσίας αρχείο καταγραφής πρόσβασης (accounting logs) από όπου θα προκύπτει η ταυτότητα του χρήστη και ο ακριβής χρόνος σύνδεσής του. Η διάρκεια και οι συνθήκες φύλαξης και εξουσιοδοτημένης πρόσβασης των στοιχείων του αρχείου πρέπει να είναι σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.
- Να υποστηρίζεται συνεργασία του 802.1x authentication με την διεθνή υποδομή EduRoam για υπηρεσίες προς επισκέπτες στο ΑΠΘ.
- Επιθυμητό είναι να υποστηρίζει VLANs και να έχει τη δυνατότητα τοποθέτησης χρηστών σε VLAN ανάλογα με την ιδιότητά τους σε συνεργασία με το RADIUS authentication που γίνεται από το πρωτόκολλο IEEE 802.1x.[15]

## 2.4 Ασύρματες Ζεύξεις

Σε αυτή την ενότητα αναφέρονται κάποιες βασικές ιδέες και έννοιες των μικροκυμάτων που χρησιμοποιούνται για την μετάδοση πληροφορίας στα ασύρματα δίκτυα.

### 2.4.1 Γενικά

Τα βασικά μέρη μιας μικροκυματικής ζεύξης φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Το σήμα φτάνει στον πομπό (T). Εκεί κωδικοποιείται και διαμορφώνεται κατάλληλα για να μεταδοθεί. Στην συνέχεια το σήμα οδηγείται στην κεραία από όπου και εκπέμπεται. Ένα μέρος του σήματος αυτού φτάνει μέσω της ατμόσφαιρας στην κεραία του δέκτη και αφού ενισχυθεί ακολουθεί την αντίθετη πορεία αποδιαμόρφωσης ώστε τελικά να προκύψει το αρχικό μας σήμα.

### 2.4.2 Πομπός

Ο πομπός στην είσοδό του δέχεται ένα ψηφιακό σήμα και στην έξοδό του έχει ένα ραδιοκύμα το οποίο περιέχει τις πληροφορίες που μετέφερε το αρχικό σήμα. Το κύμα το οποίο μεταφέρει τις πληροφορίες ονομάζεται φέρον κύμα και η συχνότητά του φέρουσα συχνότητα. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να ενσωματωθεί η αρχική ψηφιακή πληροφορία στο φέρον κύμα.

Ποιος από αυτούς τους τρόπους θα χρησιμοποιηθεί, ποια θα είναι η φέρουσα συχνότητα και άλλες πληροφορίες σχετικά με την υλοποίηση της επικοινωνίας καθορίζονται από το πρωτόκολλο που χρησιμοποιούν οι συσκευές. Το πρωτόκολλο που προτείνεται είναι το 802.11b / 802.11g όπως ενδείκνυται ανά περίπτωση.

Η διεθνής ένωση τηλεπικοινωνιών έχει καθορίσει μία ζώνη γύρω από τα 2.4GHz η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία δικτύων. Αυτή η ζώνη έχει χωριστεί με την σειρά της σε 13 «υποζώνες» ή κανάλια (channels). Δύο συσκευές WiFi χρησιμοποιούν κάθε φορά 1 μόνο από αυτά τα κανάλια για να επικοινωνήσουν. Αυτό επιτρέπει να συνυπάρχουν διαφορετικές συνδέσεις στον ίδιο χώρο, η κάθε μια χρησιμοποιώντας διαφορετικό κανάλι.

Βέβαια για λόγους «οικονομίας» στις συχνότητες τα διαφορετικά κανάλια δεν είναι πλήρως διαχωρισμένα αλλά επικαλύπτονται μερικώς έτσι αν στον ίδιο χώρο χρησιμοποιούνται γειτονικά κανάλια το ένα θα δημιουργεί παρεμβολές στο άλλο ρίχνοντας την ποιότητα των συνδέσεων.

Επόμενο βήμα είναι η ενίσχυση του σήματος. Σκοπός της ενίσχυσης είναι το σήμα να είναι αρκετά δυνατό όταν φτάσει στο δέκτη ώστε αυτός να μπορέσει να το αναγνωρίσει και να μπορέσει να το «διαβάσει». Μονάδα μέτρησης της ενίσχυσης είναι, γενικά, τα dB (decibel). Αν κάποια διαδικασία έχει σαν είσοδο ένα σήμα με ισχύ P1 και έξοδο ένα σήμα με ισχύ P2 τότε η σχετική ενίσχυση ή κέρδος (Gain) της διαδικασίας δίνεται από την σχέση

$$G = 10 \log_{10} \left( \frac{P_2}{P_1} \right), \text{ ό$$

όπου το G μετριέται σε dB. Πρακτικά κάθε 3dB, περίπου, η ένταση του σήματος διπλασιάζεται. Για να χρησιμοποιήσουμε τα dB ως απόλυτο μέγεθος χρησιμοποιούμε ως σήμα αναφοράς ένα σήμα έντασης 1mW έτσι προκύπτει η μονάδα dBm. Συνεπάγεται ότι ένα σήμα 0dBm έχει ισχύ 1mW, ενώ ένα σήμα 30dBm έχει ισχύ περίπου 1W.

Μετά την ενίσχυση το σήμα είναι έτοιμο να εκπεμφθεί και για να γίνει αυτό πρέπει να οδηγηθεί από τον πομπό στην κεραία. Αυτό γίνεται μέσω ενός κυματοδηγού. Ο συνηθέστερος κυματοδηγός είναι το ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable). Το χαρακτηριστικό μέγεθος ενός ομοαξονικού καλωδίου είναι οι απώλειες που παρουσιάζει το σήμα που διαδίδεται μέσα του

ανά μέτρο (ή και ανά χιλιόμετρο) κυματοδηγού ( $\frac{dB}{m}$ ). Οι απώλειες αυτές πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες. Για να το πετύχει αυτό υπάρχουν 2 επιλογές: είτε να χρησιμοποιηθεί καλώδιο με μικρότερες απώλειες είτε να περιοριστεί η απόσταση του πομπού και της κεραίας.

Μετά τον κυματοδηγό το σήμα φτάνει στην κεραία. Δουλειά της κεραίας είναι να κατευθύνει το σήμα μας προς την σωστή κατεύθυνση. Για να χαρακτηριστεί το πόσο καλά κατευθύνει μια κεραία το σήμα ορίστε ως αναφορά η χειρότερη περίπτωση, την ισοτροπική κεραία. Ισοτροπική χαρακτηρίζεται μια (υποθετική) κεραία η οποία εκπέμπει το σήμα ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις. Για να οριστεί πόσο καλή είναι μια κεραία, συγκρίνουμε πόση παραπάνω ισχύ στέλνει αυτή προς την επιθυμητή κατεύθυνση σε σύγκριση με μια ισοτροπική κεραία. Η σχέση αυτή μετριέται σε dBi, όπου ο δείκτης i θυμίζει ότι η σύγκριση γίνεται με βάση την ισοτροπική κεραία.

### 2.4.3 Διαδρομή

Μετά την εκπομπή η δέσμη της ακτινοβολίας «αφήνεται στην τύχη της». Όσο καλή και να ήταν η κεραία μας, η δέσμη θα «ανοίξει» και έτσι σίγουρα δεν θα φτάσει όλη η ισχύς στον δέκτη. Για να οριστεί αυτό το φαινόμενο παίρνεται και πάλι ως αναφορά η χειρότερη περίπτωση, αυτή δηλαδή όπου το σήμα εκπέμπεται από μία ισοτροπική κεραία και διαδίδεται στην συνέχεια στον κενό χώρο. Οι απώλειες που προκύπτουν σε αυτή την περίπτωση ονομάζονται απώλειες ελευθέρου χώρου (free space loss, FSL) και ορίζονται από τη σχέση

$$FSL = 10 \log\left(\frac{P_t}{P_r}\right)$$

ενώ η τιμή τους υπολογίζεται συνήθως από την εμπειρική σχέση

$$FSL = 92.4 + 20 \log d_{km} + 20 \log f_{GHz} \text{ σε dB.}$$

Για την περίπτωσή στα 2.4GHz, ο τύπος γίνεται  $FSL = 100 + 20 \log d_{km}$ . Αυτό θα πει ότι σε μία σύνδεση 1km η απώλειες θα είναι 100dB.

Όμως οι συνδέσεις δεν γίνονται σε κενό χώρο. Η ατμόσφαιρα και τα διάφορα εμπόδια μπορούν να επηρεάσουν την ζεύξη. Τα φαινόμενα της ατμόσφαιρας, όπως απορρόφηση από υδατμούς ή βροχή, όμως δεν επηρεάζουν κύματα με την συγκεκριμένη συχνότητα. Η σημασία τους γίνεται σημαντική σε συχνότητες μεγαλύτερες από 11GHz. Έτσι, στην συγκεκριμένη περίπτωσή τα αγνοούμε. Αντίθετα αξιοσημείωτα προβλήματα μπορούν να προκύψουν από ανακλάσεις. Μια πρώτη ματιά στο πρόβλημα είναι ότι υπάρχει περίπτωση το κύμα να φτάσει στον δέκτη από δύο διαφορετικούς δρόμους. Με λίγη ατυχία τα κύματα αυτά μπορεί να αναιρούνται και έτσι το σήμα να «χάνεται» χωρίς προφανή λόγο. Αν και πρακτικά τέτοιο πρόβλημα δεν έχει παρατηρηθεί, για την αντιμετώπισή του κάποια μηχανήματα έχουν ενσωματωμένη μια δεύτερη κεραία όπου ενεργοποιείται αν το σήμα στην πρώτη χαθεί. Η δεύτερη κεραία είναι τοποθετημένη έτσι ώστε να μην μπορεί να χαθεί το σήμα και στις δύο κεραίες ταυτόχρονα. Η τεχνική αυτή λέγεται διαφορική (diversity) λήψη.

### 2.4.4 Δέκτης

Στον δέκτη ακολουθείται η ίδια διαδικασία. Η κεραία του δέκτη συλλέγει όσο παραπάνω κύμα μπορεί και το οδηγεί μέσω ενός κυματοδηγού (του ομοαξονικού καλωδίου) στον δέκτη. Το σήμα στον δέκτη, για να καταφέρει να ξεχωρίσει το σήμα από τον θόρυβο, πρέπει να έχει ισχύ μεγαλύτερη από μία τιμή, η οποία εξαρτάται από τον τύπο του μηχανήματος αλλά και από τον θόρυβο που έχει το σήμα. Αυτή η ελάχιστη τιμή ονομάζεται ευαισθησία του δέκτη. Τυπική τιμή ευαισθησία είναι τα **-90dBm**. Το σήμα στην συνέχεια αποδιαμορφώνεται και ξαναμετατρέπεται στο αρχικό σήμα.



## 2.4.5 Τεχνικές Διαμόρφωσης

Η διαμόρφωση συνίσταται στην κατάλληλη τροποποίηση κάποιων χαρακτηριστικών της φέρουσας (πλάτος, συχνότητα, φάση). Διακρίνονται σε αναλογικές και ψηφιακές διαμορφώσεις.

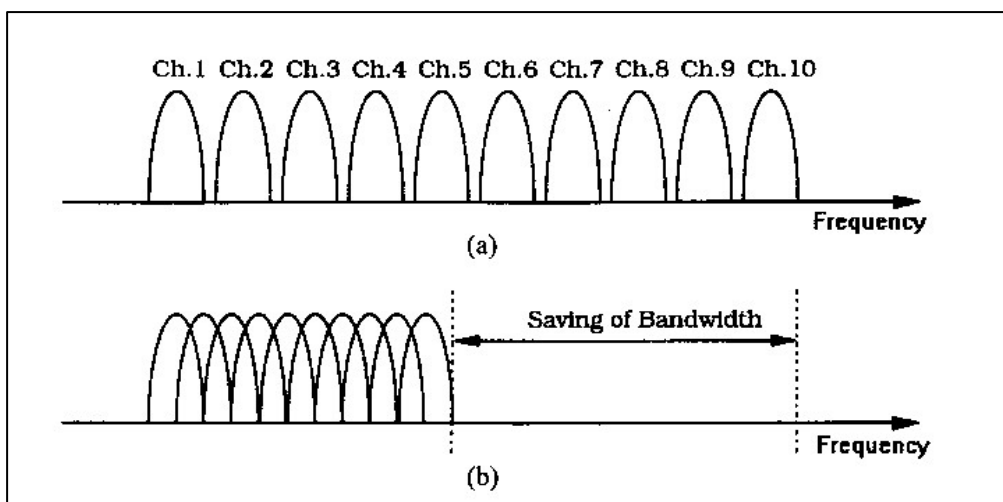
- Πλεονεκτήματα ψηφιακής διαμόρφωσης και μετάδοσης :
  - Ανθεκτικότητα στο θόρυβο και στις ατέλειες του καναλιού.
  - Ευελιξία σε πολυπλεξία διαφόρων μορφών πληροφορίας.
  - Ενσωμάτωση διαδικασιών ελέγχου σφαλμάτων, ισοστάθμισης, κωδικοποίησης πηγής.
  - Ευελιξία σε ότι αφορά την υλοποίηση σε H/W και S/W.
- Βασικές τεχνικές:
  - ASK (Amplitude Shift Keying)
  - FSK (Frequency Shift Keying)
  - PSK (Phase Shift Keying)

OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing

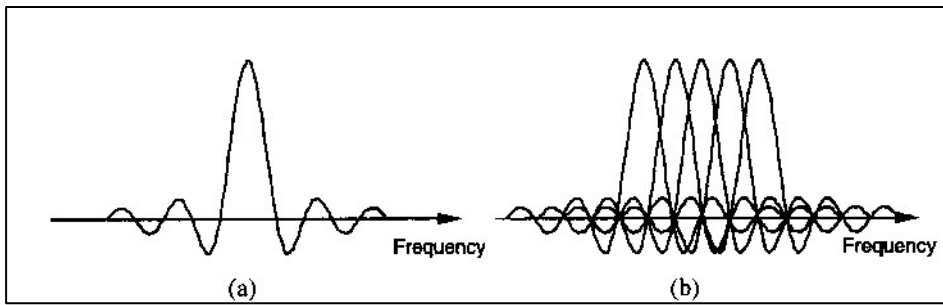
Η τεχνική OFDM μπορεί να θεωρηθεί ως σχήμα διαμόρφωσης στο οποίο η πληροφορία μεταδίδεται (παράλληλα) πάνω σε  $N$  ορθογώνιες φέρουσες που έχουν απόσταση  $1/T_s$ , όπου  $T_s$  είναι η διάρκεια ενός συμβόλου OFDM.

Μέσω της παράλληλης μετάδοσης επιτυγχάνεται σημαντική μείωση έως και εξουδετέρωση της διασυμβολικής παρεμβολής (ISI) που προκαλείται από τη χρονική διασπορά του καναλιού και τα πολυδρομικά φαινόμενα.

Στο σύστημα OFDM τα φάσματα των υπο-φερουσών επικαλύπτονται χωρίς όμως αυτό να προκαλεί το φαινόμενο inter-carrier interference. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει οι υπο-φέρουσες να είναι μαθηματικά ορθογώνιες.



Στο σχήμα (α) φαίνεται το φάσμα ενός OFDM sub-channel ενώ στο σχήμα (β) το φάσμα του συνολικού σήματος OFDM.



- Βασικά πλεονεκτήματα:
  - Καλύτερη αξιοποίηση του φάσματος.
  - Διάχυση του προβλήματος της επιλεκτικής και γρήγορης απόσβεσης. Έτσι αποφεύγονται burst errors.
- Μειονεκτήματα:
  - Ευαισθησία σε carrier frequency offset (λόγω jitter και Doppler ).
  - Δεν διασφαλίζεται η σταθερή περιβάλλουσα και συνεπώς η τεχνική είναι ευαίσθητη σε μη γραμμικές παραμορφώσεις του διαύλου.

#### 2.4.6 Κωδικοποίηση διασποράς φάσματος [Spread Spectrum]

Η διασπορά φάσματος είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση δεδομένων σε περισσότερες από μία συχνότητες. Μετά την επιτυχημένη εφαρμογή της, επί δεκαετίες, στις στρατηγικές επικοινωνίες της εποχής του Ψυχρού Πολέμου, "ξέπεσε" τώρα να χρησιμοποιείται στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι τεχνολογιών διασποράς φάσματος. Με αυτόν τον τύπο διαμόρφωσης, το σήμα είναι καλύτερα θωρακισμένο από το θόρυβο και τις παρεμβολές και επιτρέπει να μοιράζονται τις συχνότητες λειτουργίας της περιοχής 2,4GHz πολλοί χρήστες, με όσο το δυνατόν μικρότερες παρεμβολές από άλλους ή από συσκευές, όπως οι φούρνοι μικροκυμάτων που χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα λειτουργίας. Η διασπορά ευθείας ακολουθίας (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS) και η διασπορά με αλλαγή συχνότητας (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS).

Η DSSS είναι μια τεχνολογία μετάδοσης φάσματος ευρείας ζώνης, η οποία χρησιμοποιεί ένα επιπλέον bit pattern για κάθε bit που μεταδίδεται. Αυτό το bit pattern, το οποίο έχει μεγαλύτερο ρυθμό (bitrate) από αυτόν των δεδομένων, καλείται chip ή chipping code. Όσο μεγαλύτερο μήκος ακολουθίας έχει το chip, τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα ανάκτησης των μεταδιδόμενων δεδομένων χωρίς σφάλμα. Η δυσμενής συνέπεια της χρησιμοποίησης μακρύτερων chip, είναι το ευρύτερο φάσμα που απαιτείται για τη μετάδοση. Ακόμα και αν κατά την αποστολή δεδομένων χαθούν κάποια bit, είναι δυνατόν να ανακτηθούν, χωρίς να είναι απαραίτητη η εκ νέου αποστολή τους, κάτι που θα επέφερε καθυστέρηση στη μεταφορά των δεδομένων και θα επιβάρυνε την κίνηση στο δίκτυο. Αν κάποιος δέκτης λάβει τα σήματα

χωρίς να είναι σε θέση να τα αποκωδικοποιήσει, θα τα "ερμηνεύσει" ως θόρυβο και θα τα αγνοήσει.

Η FHSS χρησιμοποιεί ένα στενό φασματικά φέρον σήμα, το οποίο μεταβάλλει συνεχώς την κεντρική του συχνότητα, σύμφωνα με ένα συγκεκριμένο πρότυπο. Το σήμα εξαπλώνεται, καθώς λειτουργεί σε μια συχνότητα για σύντομη χρονική διάρκεια και έπειτα μεταπηδά σε μια άλλη. Ο αλγόριθμος για τη μεταπήδηση (hopping) της συχνότητας, είναι εκ των προτέρων γνωστός, τόσο στον πομπό όσο και στο δέκτη. Στην FHSS, το 802.11 καθορίζει 79 κανάλια και 78 διαφορετικούς τρόπους εναλλαγής των καναλιών. Εάν το σήμα ληφθεί από κάποιον μη εξουσιοδοτημένο δέκτη, ερμηνεύεται ως μικρής διάρκειας θόρυβος και αγνοείται.

Το FHSS, λόγω της τεχνικής μεταπήδησης συχνότητας, έχει μεγαλύτερη ανοχή στις παρεμβολές απ' ό τι το DSSS, ενώ επίσης αποφεύγει την ταυτόχρονη δέσμευση μεγάλου μέρους του φάσματος. Η μετάδοση σημάτων FHSS απαιτεί μικρότερη ισχύ από την DSSS.

Το 802.11 b καθορίζει δύο τρόπους ασύρματης επικοινωνίας, ανάλογα με το αν πρόκειται για ομότιμο δίκτυο ή δίκτυο με σημεία πρόσβασης. Στα ομότιμα δίκτυα οι υπολογιστές "μιλάνε" μεταξύ τους με την επικοινωνία "ad hoc", ενώ όταν υπάρχουν σημεία πρόσβασης γίνεται χρήση της επικοινωνίας "infrastructure". Στην επικοινωνία "infrastructure", το ασύρματο δίκτυο αποτελείται από ένα τουλάχιστον σημείο πρόσβασης, το οποίο είναι συνδεδεμένο συνήθως σε ενσύρματο δίκτυο. Αντίθετα, στην ad hoc, οι υπολογιστές του ασύρματου δικτύου επικοινωνούν απευθείας ο ένας με τον άλλο, χωρίς τη χρήση σημείων πρόσβασης ή φυσικής σύνδεσης σε ενσύρματο δίκτυο. Η επιλογή μεταξύ "ad hoc" και "infrastructure" γίνεται από το λογισμικό που συνοδεύει την ασύρματη κάρτα. Έτσι, ανάλογα με το δίκτυο με το οποίο θέλει να συνδεθεί ο χρήστης, επιλέγει από το λογισμικό τον αντίστοιχο τρόπο επικοινωνίας.

Μία σημαντική δυνατότητα του 802.11 είναι το "κλειδί" SSID (Service Set Identifier) για την πρόσβαση στο δίκτυο. Όλα τα σημεία πρόσβασης σε ένα ασύρματο δίκτυο έχουν το ίδιο SSID και επιτρέπουν πρόσβαση στο δίκτυο μόνο στους ασύρματους κόμβους που το διαθέτουν. Ο μηχανισμός αυτός, αν χρησιμοποιηθεί σωστά, παρέχει μία υποτυπώδη ασφάλεια στο δίκτυο, αφού απαιτείται η δήλωση στο λογισμικό της ασύρματης κάρτας του κωδικού SSID. Είναι μάλιστα εφικτό, ένας υπολογιστής να ρυθμιστεί με διαφορετικά SSID για την πρόσβαση σε διαφορετικά δίκτυα. Δυστυχώς, στα περισσότερα ασύρματα δίκτυα το SSID δεν αποτελεί δικλείδα ασφαλείας, άλλα ένα απλό αναγνωριστικό για την είσοδο στο δίκτυο. Εξάλλου, τα σημεία πρόσβασης μπορεί να είναι ρυθμισμένα να εκπέμπουν το SSID τους, συνεπώς οποιοσδήποτε πλησιάσει στην εμβέλεια τους, θα αποκτήσει πρόσβαση στο δίκτυο.

#### **2.4.7 Ορθογώνια πολυπλεξία συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing-OFDM)**

Η κωδικοποίηση OFDM, είναι μια μορφή διαμόρφωσης πολλών φερόντων σημάτων και διαφέρει από αυτήν της διασποράς φάσματος. Η τεχνική OFDM χωρίζει το σήμα σε πολλά μικρότερα υποσήματα, τα οποία και εκπέμπει σε διαφορετικές συχνότητες. Αυτό μειώνει τη διαφωνία (crosstalk) στις μεταδόσεις σημάτων, κάτι το οποίο καθιστά το OFDM πολύ χρήσιμο για τη μετάδοση υψίρρυθμων και ευρυζωνικών πληροφοριών. Επίσης, με τον τρόπο αυτό, η μετάδοση είναι πολύ ανθεκτική στις παρεμβολές. Η IEEE επέλεξε να χρησιμοποιήσει OFDM στο πρότυπο 802.11a, με ταχύτητα μετάδοσης μέχρι 54Mbps. Η ίδια διαμόρφωση χρησιμοποιείται στην τεχνολογία ADSL, που πετυχαίνει υψηλότερες ταχύτητες στα κοινά

τηλεφωνικά δίκτυα, αλλά και στην επερχόμενη ψηφιακή τηλεόραση. Είναι μια τεχνολογία, που ενώ είχε αναλυθεί σε θεωρητικό επίπεδο εδώ και χρόνια, έκανε ξαφνικά, δυναμική εμφάνιση στη σκηνή των ψηφιακών επικοινωνιών και κατέλαβε εξ εφόδου όλες τις νέες εφαρμογές.

## **2.5 Διεθνή Πρότυπα Ασύρματης Δικτύωσης**

Για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας μεταξύ συσκευών ασύρματων δικτύων η IEEE συνέταξε ένα αριθμό προτύπων που περιγράφουν τη λειτουργία ασύρματων τοπικών δικτύων. Σε αυτά περιγράφονται τα δύο πρώτα επίπεδα του OSI, δηλαδή το φυσικό επίπεδο (PHY, Physical Layer) και το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (MAC, Medium Access Control) επιτρέποντας έτσι σε οποιαδήποτε εφαρμογή να εργάζεται σε συσκευή ασύρματης δικτύωσης όπως ακριβώς θα εργαζόταν πάνω από Ethernet. Τα πρωτόκολλα αυτά δημοσιεύονται από την IEEE γεγονός που είναι σημαντικό για την διαλειτουργικότητα, δηλαδή την ικανότητα συνεργασίας των συσκευών που τα ακολουθούν. Παρακάτω αναφέρονται τα περισσότερα διαδεδομένα από αυτά [10].

### **2.5.1 Πρότυπο IEEE 802.11**

Υποστηρίζει ταχύτητες μεταγωγής έως και 2Mbps με τεχνολογία ασύρματης μετάδοσης Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) ή Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS). Βασικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας FHSS είναι η δυνατότητα συνύπαρξης (collocation) πολλών μονάδων και η υψηλή ανοχή στον θόρυβο και στο φαινόμενο multipath. Όμως η χαμηλή ταχύτητα μεταγωγής έχει καταστήσει το συγκεκριμένο πρότυπο παρωχημένο και χρησιμοποιείται πλέον σε ειδικές εφαρμογές (π.χ. SCADA) [10].

### **2.5.2 Πρότυπο IEEE 802.11b**

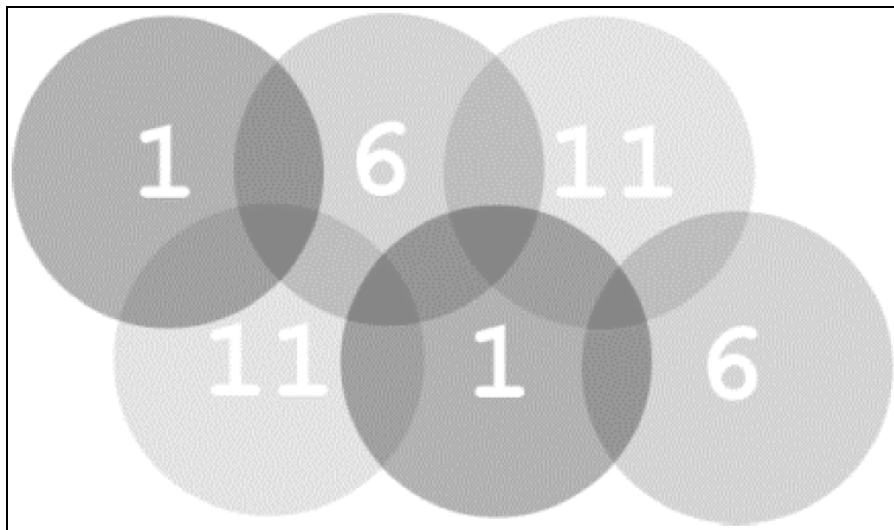
Οι συσκευές συμβατές με το πρότυπο αυτό, λειτουργούν στη ζώνη συχνοτήτων μεταξύ των 2.4 και 2.4835 GHz και επιτυγχάνουν μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης 11 Mbps. Το πρότυπο αυτό, που αναφέρεται και σαν “High Rate” ή Wi-Fi, προσδιορίζει συστήματα Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS). Οι συσκευές που προσδιορίζονται από το πρότυπο αυτό, είναι συμβατές με τις συσκευές που συμμορφώνονται με το πρότυπο 802.11g [10].

- Το πρότυπο 802.11b παρέχει στις προδιαγραφές του 11 πιθανές συχνότητες αλληλοεπικάλυψης πάνω στις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί η επικοινωνία (Πίνακας 1). Μοιάζει πολύ με τα διάφορα κανάλια για ένα ασύρματο τηλέφωνο, αλλάζοντας το κανάλι μπορεί να βοηθήσει στην εξάλειψη του θορύβου που υποβαθμίζει την απόδοση του δικτύου και μπορεί ακόμη και να επιτρέψει πολλαπλά δίκτυα να συνυπάρχουν στον ίδιο φυσικό χώρο χωρίς να παρεμβαίνει το ένα το άλλο.

Στην πραγματικότητα τα κανάλια εξαπλώνονται στο φάσμα και χρησιμοποιούν 22 MHz του εύρους σήματος, έτσι τα γειτονικά κανάλια θα πρέπει να απέχουν μεταξύ τους τουλάχιστον 5 MHz έτσι ώστε να υπάρχει μηδενική επικάλυψη. Για παράδειγμα τα κανάλια 1,6 και 11 έχουν μηδενική επικάλυψη. Επίσης τα 2,7 και 3, καθώς και τα 8,4 και 9 ή 5 και 10(Εικόνα 1)[14].

Πίνακας 1 802.11b channel frequencies

ΚΑΝΑΛΙ (Channel)	Συχνότητα(Frequency)
1	2.412
2	2.417
3	2.422
4	2.427
5	2.432
6	2.437
7	2.442
8	2.447
9	2.452
10	2.457
11	2.462



Εικόνα 1 Κανάλια Αλληλοεπικάλυψης.

### 2.5.3 Πρότυπο IEEE 802.11g

Οι συσκευές που ακολουθούν το πρότυπο αυτό, λειτουργούν στα 2.4 GHz ενώ έχουν την δυνατότητα να αλλάζουν αυτόματα την τεχνολογία διαμόρφωσης ώστε να είναι συμβατές με συσκευές χαμηλότερης ταχύτητας που ακολουθούν τα πρότυπα 802.11 και 802.11b. Οι τύποι διαμόρφωσης που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι οι εξής:

- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM).
- Quadrature Amplitude Modulation (QAM).
- Quaternary Phase Shift Keying (QPSK).

Το πρότυπο 802.11g παρέχει τον ίδιο μέγιστο ρυθμό μετάδοσης όπως το 802.11a (54 Mbps), αλλά ταυτόχρονα είναι συμβατό με συσκευές που συμμορφώνονται με το πρότυπο 802.11b, γεγονός πολύ σημαντικό από πλευράς διαλειτουργικότητας [10].

#### **2.5.4 Πρότυπο IEEE 802.11a**

Το πρότυπο αυτό περιγράφει τη λειτουργία ασύρματων συσκευών που χρησιμοποιούν διαμόρφωση Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) στη ζώνη συχνοτήτων των 5 GHz και πιο συγκεκριμένα στις συχνότητες:

- 5.150-5.250 GHz, για χρήση σε εσωτερικούς χώρους
- 5.250-5.350 GHz, για χρήση σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους
- 5.470-5.725 GHz, για χρήση σε εξωτερικούς χώρους

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, συστήματα που ακολουθούν το πρότυπο αυτό δεν μπορούν να επικοινωνήσουν με άλλα συστήματα που ακολουθούν το πρότυπο 802.11 b ή g αφού λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες. Τα συστήματα της εν λόγω κατηγορίας μπορούν να πετύχουν μεγάλες αποστάσεις κάλυψης της τάξης των 2-2,5 Km και ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων που αγγίζουν τα 54 Mbps. Η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για συνδέσεις σημείου προς σημείο όσο και για συνδέσεις σημείου προς πολλά σημεία ανάλογα με την απόσταση και τη μορφολογία του εδάφους [10].

#### **2.5.5 Πρότυπο IEEE 802.11n**

Το πρότυπο 802.11n βρίσκεται ακόμα υπό διαμόρφωση. Έχει μόλις καθοριστεί το Draft 2.0 των προδιαγραφών του συγκεκριμένου προτύπου WiFi και είναι υπό έγκριση. Από τη στιγμή που θα εγκριθεί, το Draft 2.0 θα αποτελέσει τη βάση για τις τελικές προδιαγραφές του 802.11n, το οποίο προβάλλεται ως μια ιδανική, εύκολη στη χρήση λύση δικτύωσης, λόγω της ταχύτητας και της προς τα πίσω συμβατότητας με τα 802.11b και 802.11g. Μπορεί να επιτύχει ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων 600Mbps με μια μέση λειτουργία στα 200Mbps [10].

#### **2.5.6 Πρότυπο IEEE 802.16**

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 είναι η OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Πρόκειται για μια πολύ ανθεκτική διαμόρφωση σε ότι αφορά το φαινόμενο της πολυδιάθρυσης ειδικότερα στις συχνότητες πάνω των 2 GHz όπου το πρότυπο χρησιμοποιεί.

Τα συστήματα WiMAX, που βασίζονται στο πρότυπο 802.16-2004 για σταθερή ευρυζωνική πρόσβαση, κάνουν χρήση των συχνοτήτων από τα 2 έως τα 11 GHz (στη χώρα μας η συχνότητα λειτουργίας θα πρέπει να είναι τα 5,4 GHz) και καταφέρνουν να πετύχουν ρυθμούς μετάδοσης μέχρι και 54 Mbps σε επίπεδο MAC (70 Mbps over the air) σε αποστάσεις έως και 50 Km σε περιπτώσεις με ανεμπόδιση οπτική επαφή μεταξύ των κόμβων (Line Of Sight, LOS). Επίσης με χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι δυνατές και συνδέσεις χωρίς εξασφαλισμένη οπτική επαφή υπό ορισμένες προϋποθέσεις [10].

## 2.6 Επιπτώσεις στην Δημόσια Υγεία

Από πειράματα που έχουν γίνει σε ανθρώπινα ομοιώματα, μετρώντας την άνοδο της θερμοκρασίας που η ακτινοβολία προκαλούσε και συνυπολογίζοντας το Specific Absorption Rate (SAR) (μέτρο που έχει καθορίσει η FCC (Federal Communications Commission)) για το ποσοστό απορρόφησης της ακτινοβολίας από το σώμα βρέθηκαν τα ακόλουθα μεγέθη για την ένταση του πεδίου σε σχέση με τα όρια του ανθρώπινου οργανισμού [3]:

1 μέχρι 10 mW/cm <sup>2</sup>	Είναι επιτρεπτή η έκθεση λίγες ώρες κάθε 24ωρο
Πάνω από 10 mW/cm <sup>2</sup>	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ. Το προσωπικό δεν πρέπει να εκτίθεται σε ακτινοβολία αυτού του μεγέθους

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι αν υπερβούμε το 1mW/cm<sup>2</sup> η άνοδος της θερμοκρασίας θα μας προκαλέσει μη αντιστρεπτή μεταβολή στα κύτταρα μας.

Επίσης άλλες έρευνες, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα από την FCC, έχουν καταλήξει ότι μπορούμε να υπολογίσουμε μια απόσταση ασφαλείας για κάθε πηγή σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο :

$$R_{\min} = \frac{\sqrt{N} 10^{(G-L)/10} P}{\sqrt{4 \pi S}}$$

Όπου

- G το κέρδος (gain) της κεραίας.
- P η ισχύς εισόδου στην κεραία.
- L απώλειες (dB) μεταξύ πομπού – κεραίας.
- N αριθμός πομπών συνδεδεμένοι με την κεραία.
- S μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα ισχύος (W/m<sup>2</sup>).

Υπολογίζοντας μάλιστα για κάποιες ενδεικτικές τιμές έχουμε:

Ισχύς (W)	Επικίνδυνη Απόσταση (m)	Απόσταση Ασφαλείας (m)
1	0.2	0.3
4	0.2	0.6
10	0.3	0.95
40	0.6	2.0
400	1.9	6.0
1000	3.0	9.5

έτσι σε πραγματικές συνθήκες, ανάλογα με την περίπτωση, υπολογίζουμε ότι:

- Ένα WiFi τερματικό, όπου η EIRP περιορίζεται εκ του νόμου στα 100mW, δηλαδή 0,1Watt έχει απόσταση ασφαλείας τα 10cm
- Ένα κινητό GSM εκπέμπει 1 με 2 Watt (όταν είναι μακριά από το σταθμό βάσης του), άρα η απόσταση ασφαλείας είναι 30cm
- Μία κεραία κινητής τηλεφωνίας στη χειρότερη περίπτωση έχει 40Watt ισχύ, με κέρδος κεραίας 10db, άρα EIRP=400Watt, άρα η ελάχιστη απόσταση είναι 6 μέτρα
- Ένας πομπός ραδιοφώνου ή τηλεόρασης με ισχύ 30000Watt έχει ελάχιστη απόσταση 30μέτρα

Εύκολα μπορούμε να διαπιστώσουμε πως η ισχύς εκπομπής καθώς και η απόσταση ασφαλείας των ασυρμάτων δικτύων είναι κατά πολύ μικρότερα αυτών των κινητών τηλεφώνων. Από τα παραδείγματα βλέπουμε πως μια κεραία ασυρμάτων δικτύων εκπέμπει στα 0,1Watt, ενώ μια κεραία κινητής τηλεφωνίας στα 40Watt, με αποστάσεις ασφαλείας 10 cm στα ασύρματα και 6 μέτρα στα κινητά. Επιπρόσθετα, να σημειώσουμε ότι για μία απόσταση 1 μέτρου η ένταση πεδίου θα είναι 10000 φορές μικρότερη από το όριο ασφαλείας και για μία απόσταση 10 μέτρων θα είναι 1000000 φορές μικρότερη. Άρα καταλαβαίνουμε ότι σε μία απόσταση ενός μέτρου από την κεραία ασυρμάτων δικτύων η ένταση πεδίου είναι ελάχιστη [11].



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3 Υπηρεσίες προς την Εκπαιδευτική Κοινότητα

Η διασύνδεση με ασύρματη πρόσβαση σε ένα δίκτυο δεδομένων προσφέρει στους χρήστες την δυνατότητα να εκμεταλλευτούν όλες τις παρεχόμενες δικτυακές υπηρεσίες με πανομοιότυπο τρόπο που θα το έκανε ένας απλός χρήστης συνδεδεμένος στο συμβατικό δίκτυο πρόσβασης. Δίνεται η δυνατότητα παροχής υπηρεσιών σε χώρους που δεν υπάρχει εγκατεστημένη δομημένη καλωδίωση καθώς και η παροχή υπηρεσιών που εκμεταλλεύονται πλήρως την ευελιξία που προσφέρει η ασύρματη διασύνδεση.

#### 3.1 Βασικές Υπηρεσίες

Το σύνολο των βασικών δικτυακών υπηρεσιών που προσφέρονται σε ένα συμβατικό δίκτυο δομημένης καλωδίωσης προσφέρονται και με την χρήση ενός ασύρματου δικτύου με μόνη διαφοροποίηση την εγκατάσταση προηγμένων μηχανισμών για την εξασφάλιση του απορρήτου των επικοινωνιών μια που πρόκειται για κοινό μέσο μετάδοσης μεταξύ των όμορων χρηστών.

Κάποιες από τις βασικές υπηρεσίες που θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν οι χρήστες του ασύρματου δικτύου είναι:

- Πρόσβαση στο τοπικό δίκτυο.
- Πρόσβαση στο Διαδίκτυο.
- Πρόσβαση στην υπηρεσία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- Χρήση υποδομών ψηφιακών πιστοποιητικών.
- Υπηρεσίες ηλεκτρονικών μηνυμάτων (instant messaging).
- Πρόσβαση σε προστατευμένο περιεχόμενο με χρήση VPN.
- Υπηρεσίες μετάδοσης εικόνας και ήχου.
- Υπηρεσία Τηλεδιάσκεψης.

## **3.2 Ειδικές Υπηρεσίες Ασύρματων Δικτύων**

### **3.2.1 Ασύρματη IP Τηλεφωνία**

Η τεχνολογία VoIP δίνει την δυνατότητα να προσφερθούν υπηρεσίες φωνής όπου υπάρχει δίκτυο δεδομένων. Με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιούνται οι ενσύρματες δικτυακές υποδομές για υπηρεσίες φωνής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε ένα ασύρματο δίκτυο. Με δικτυακές εφαρμογές ενοποιημένης επικοινωνίας, κάθε χρήστης έχει την δυνατότητα να αξιοποιήσει τις υπηρεσίες φωνής όπου υπάρχει κάλυψη από το ασύρματο δίκτυο. Αυτό δίνει μεγάλη ευελιξία στην χρήση των υπηρεσιών φωνής.

Η IP τηλεφωνία σε συνεργασία με το ασύρματο δίκτυο θα φανεί χρήσιμη σε άτομα για τα οποία είναι απαραίτητο να είναι προσβάσιμοι μέσω τηλεφώνου όπου κι αν βρίσκονται στις εγκαταστάσεις του ΤΕΙ. Με την αυτόματη περιαγωγή από το ένα access point στο άλλο, ακόμα κι αν ο χρήστης κινείται κατά την διάρκεια της συνομιλίας, η συνομιλία συνεχίζεται όπως θα γινόταν και με ενσύρματο IP τηλέφωνο. Η υπηρεσία ασύρματης πρόσβασης προσφέρει συγκριτικά πλεονεκτήματα και διευκολύνσεις σε εργαζόμενους με ανάγκη υψηλής κινητικότητας.

### **3.2.2 Εντοπισμός Θέσης**

Ο εντοπισμός θέσης σε εγκαταστάσεις ασύρματων δικτύων προσδίδει πολλαπλά πλεονεκτήματα για τους διαχειριστές του δικτύου που προκύπτουν από την γνώση της θέσης του χρήστη. Μπορούν ακόμα να αναπτυχθούν περαιτέρω υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας που προσφέρουν αυξημένες δυνατότητες στους χρήστες.

Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση ενός μηχανισμού εντοπισμού θέσης σε ένα ασύρματο δίκτυο είναι:

- Αυξημένη ασφάλεια που προκύπτει από τον εύκολο και ακριβή εντοπισμό σημείων εισβολής και κακόβουλης εκμετάλλευσης των πόρων του δικτύου ασύρματης πρόσβασης.
- Δυνατότητα διαχείρισης, σχεδιασμού και βελτιστοποίησης του δικτύου με ανάλυση των δεδομένων που αφορούν στις προτιμώμενες θέσεις εργασίας.
- Αυξημένη δυνατότητα αντιμετώπισης προβλημάτων διασύνδεσης χρηστών με την αξιοποίηση των δεδομένων διασύνδεσης για την θέση παρουσίας κάθε χρήστη.
- Εντοπισμός Θέσης, Προσανατολισμός, και δυνατότητα Πλοήγησης για κάθε χρήστη.
- Έλεγχος και Πληροφόρηση χρήστη για συμβάντα με εγγύτητα στην θέση παρουσίας του.

Για την ορθή λειτουργία της υπηρεσίας εντοπισμού θέσης και προκειμένου να υπάρχει μια σχετική ακρίβεια στα παρεχόμενα αποτελέσματα είναι απαραίτητη η εγκατάσταση αυξημένου αριθμού βάσεων ασύρματης πρόσβασης και η εγκατάσταση τους σε συγκεκριμένα σημεία. Πρέπει να αναφερθεί ότι μέγιστη ακρίβεια είναι εφικτή μόνο όταν η περιοχή ενδιαφέροντος καλύπτεται από ένα ελάχιστο αριθμό τριών βάσεων ασύρματης πρόσβασης και κατάλληλα τοποθετημένων ούτως ώστε κάθε χρήστης στην περιοχή ενδιαφέροντος να βρίσκεται στην

εμβέλεια εκπομπής και λήψης τους. Σε αυτή την περίπτωση η ανίχνευση επιτυγχάνεται με πολλαπλές τεχνικές όπως η τριγωνομέτρηση και η ανάλυση χαρακτηριστικών του ίχνους συχνοτήτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4 Παράγοντες αύξησης χρήσης των Ασύρματων Δικτύων

Η εξέλιξη των τεχνολογιών σε συνδυασμό με την απλούστευση της χρήσης των σχετικών συσκευών οδηγεί σε μια συνεχόμενη αύξηση του εύρους των προσωπικών και επαγγελματικών αναγκών που καλύπτονται μέσω αυτών των συσκευών σε τομείς όπως η επικοινωνία, ψυχαγωγία, οργάνωση, κ.ά. Αυτό σημαίνει ότι όλο και περισσότεροι **διαθέτουν** μια ή περισσότερες προσωπικές συσκευές που είναι **συνεχώς διαθέσιμες**, στο σπίτι, στο αυτοκίνητο, στο γραφείο, στο σχολείο και σε όλα τα ανώτατα / τεχνολογικά εκπαιδευτικά ιδρύματα. Την ανάγκη καλύπτουν σήμερα μια σειρά από διαφορετικές φορητές συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, συσκευές αναπαραγωγής μουσικής ή βίντεο, μικροϋπολογιστές τσέπης, φορητοί υπολογιστές κ.ά. Ταυτόχρονα όμως, με την αύξηση της χρήσης του Διαδικτύου και τη διείσδυση του σε ολοένα και περισσότερους τομείς της καθημερινής ζωής (ψυχαγωγία, επικοινωνία, ενημέρωση, εκπαίδευση, αγορές, κ.α) απαιτείται οι συσκευές αυτές να είναι και συνεχώς συνδεδεμένες.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται στοιχεία που τεκμηριώνουν ότι η μαζική χρήση και κατοχή τέτοιων συσκευών είναι ήδη γεγονός.

#### 4.1 Αύξηση χρήσης φορητών υπολογιστών

Οι φορητοί υπολογιστές έχουν πλέον ισοδύναμες επιδόσεις με τους επιτραπέζιους και επιτρέπουν στον μέσο χρήστη να τον μεταφέρει μαζί του και να κάνει ότι σχεδόν θα έκανε χρησιμοποιώντας έναν επιτραπέζιο υπολογιστή. Οι μπαταρίες τους προσφέρουν αυτονομία αρκετών ωρών, διαθέτουν μεγάλες οθόνες και στον βασικό εξοπλισμό τους περιλαμβάνουν συσκευές αναπαραγωγής και αντιγραφής αρχείων ήχου, εικόνας και δεδομένων (CD και DVD).

Σχεδόν όλοι οι κατασκευαστές προσφέρουν επίσης ενσωματωμένη δυνατότητα ενσύρματης και ασύρματης δικτύωσης που επιτρέπουν στον χρήστη να συνδέεται με μεγάλη ευκολία σε δίκτυα ενσύρματα ή ασύρματα και να είναι έτσι συνδεδεμένοι στο Διαδίκτυο όπου και εάν βρίσκονται. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας αρχιτεκτονικής είναι η τεχνολογία Centrino της Intel που συνδυάζει στον βασικό σχεδιασμό του φορητού υπολογιστή μαζί με τον επεξεργαστή (CPU) και τη ασύρματη δικτύωση.

Λόγω των πλεονεκτημάτων των φορητών υπολογιστών (laptops) σημειώνεται σε όλο τον κόσμο μια σημαντική ανάπτυξη της αγοράς τους, ως ένα βαθμό εις βάρος των επιτραπέζιων υπολογιστών, αφενός λόγω της μεγάλης βελτίωσης των χαρακτηριστικών τους, αφετέρου λόγω της γενναίας μείωσης τιμών που τους φέρνει σε πλεονεκτική θέση έναντι των επιτραπέζιων. Προβλέπεται μάλιστα ότι οι φορητοί υπολογιστές όχι μόνο θα εξακολουθήσουν να κερδίζουν μερίδιο αγοράς από τους επιτραπέζιους αλλά σε μερικά χρόνια θα τους έχουν εκτοπίσει.

## **4.2 One Laptop per Child (OLPC)**

Η αξιοποίηση των φορητών υπολογιστών ως εκπαιδευτικών εργαλείων ενταγμένων στο εκπαιδευτικό περιβάλλον αποτυπώνεται, σε παγκόσμια κλίμακα, στο σχέδιο που αφορά στην κατασκευή ενός φορητού υπολογιστή που θα κοστίζει μόλις 100 δολ. και προωθείται από τον μη κερδοσκοπικό οργανισμό "Ένας Φορητός Υπολογιστής για Κάθε Παιδί" (One Laptop per Child – OLPC, <http://www.laptop.org/index.el.html>). Πρόεδρος του οργανισμού και πατέρας της ιδέας για την κατασκευή του υπολογιστή είναι ο καθηγητής Νίκολας Νεγροπόντε, πρόεδρος και ιδρυτής του Media Lab στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT).

Η Ελληνική κυβέρνηση, αποφάσισε να αξιοποιήσει το laptop των 100 δολ., στο πλαίσιο της Ψηφιακής Στρατηγικής 2006-2013 σε συνεργασία με το υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων η κυβέρνηση καταρτίζει ένα ολοκληρωμένο σχέδιο για την αξιοποίηση του.

## **4.3 Φορητές προσωπικές συσκευές (PDA, Pocket PCs, Smartphones)**

Τα PDA είναι μία κατηγορία μικρών υπολογιστών χειρός που αρχικά σχεδιάστηκαν για προσωπική οργάνωση. Με τα χρόνια εξελίχθηκαν και διαθέτουν έγχρωμες οθόνες αφής και πληθώρα λειτουργιών όπως υπολογιστή, ρολόι, ημερολόγιο, παιχνίδια, καταγραφή video, κειμενογράφο, ευρετήριο διευθύνσεων, ραδιόφωνο, Global Positioning System (GPS) και ασύρματη πρόσβαση στο δίκτυο (Wi-Fi) για αποστολή και λήψη E-mails, Chat, WEB browsing και άλλες δικτυακές υπηρεσίες.

Παρόμοια κατηγορία συσκευών είναι οι υπολογιστές τσέπης (Pocket PCs) που στην πλειονότητα τους τρέχουν Windows με αποτέλεσμα να υποστηρίζουν πολλές από τις λειτουργίες των προσωπικών υπολογιστών. Διαθέτουν οθόνες αφής και ορισμένα μοντέλα ένα πλήρες πληκτρολόγιο. Χρησιμοποιούνται για αποστολή και λήψη e-mail, κατάλογο επαφών, οργάνωση συναντήσεων και εργασιών, αναπαραγωγή αρχείων πολυμέσων, παιχνίδια και διαθέτουν γνωστές εφαρμογές όπως MSN Messenger, Web browsers, κά.

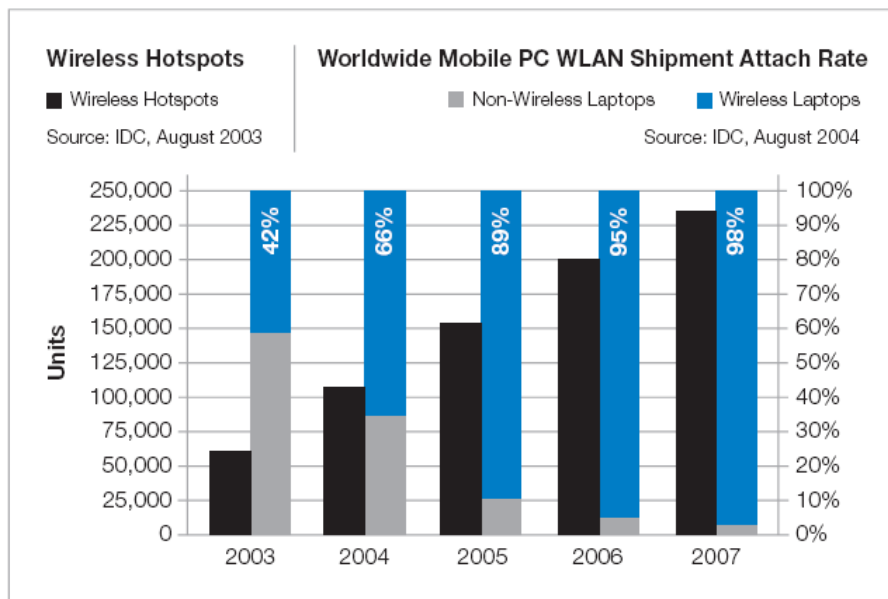
Μια πολύ ενδιαφέρουσα και αναμενόμενη εξέλιξη, που αφορά τις συσκευές αυτού του είδους, είναι η σύγκλιση των τεχνολογιών τους με αυτών της κινητής τηλεφωνίας (Smartphones) ή και αντίστοιχα πολλά κινητά τηλέφωνα ενσωματώνουν πλέον αρκετές από τις λειτουργίες των συσκευών αυτών. Είναι σαφές ότι πολύ σύντομα οι κάτοχοι κινητών τηλεφώνων θα είναι υποψήφιοι χρήστες των υποδομών ασύρματων δικτύων τουλάχιστον για εφαρμογές όπως e-mail, MSN, chat, Web κλπ.

Το iPhone, της Apple, είναι ένα παράδειγμα σύγκλισης συσκευών αυτού του είδους που συνδυάζει σε μια μικρή ελαφριά συσκευή χειρός τρία διαφορετικά προϊόντα: κινητό τηλέφωνο, iPod με οθόνη αφής και Wi-Fi επικοινωνία με το Διαδίκτυο με εφαρμογές email, web browsing, χάρτες, κά. Ήδη αρκετοί άλλοι κατασκευαστές ανακοινώνουν παρόμοια προϊόντα (LG, NOKIA) που συνήθως αντικαθιστούν συσκευές μιας λειτουργίας.

#### 4.4 Η ασύρματη δικτύωση στη παγκόσμια σκηνή

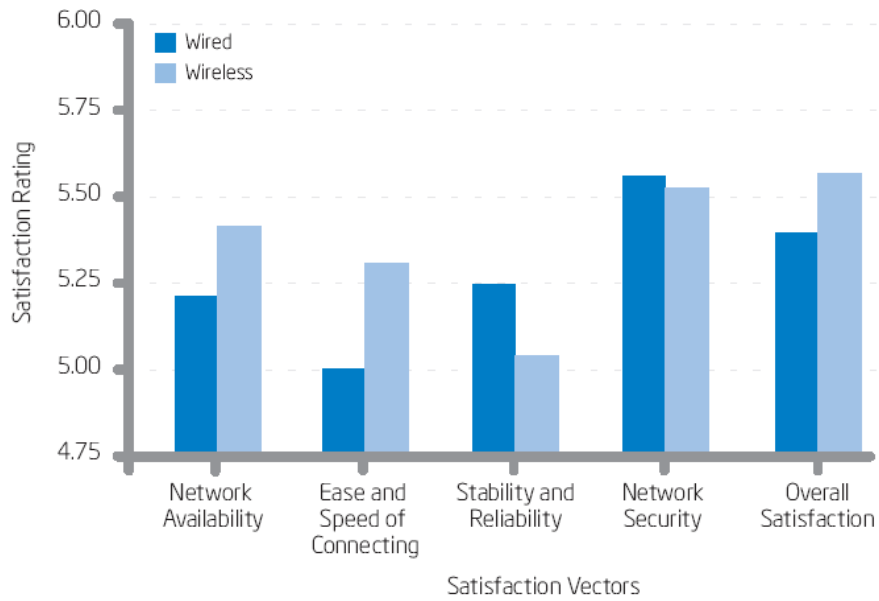
Παγκόσμια παρατηρείται μια ραγδαία αύξηση του αριθμού των Σημείων Ασύρματης Πρόσβασης (hotspots) που κυρίως εντοπίζονται σε κοινόχρηστους χώρους σε αεροδρόμια, ξενοδοχεία, χώρους εκδηλώσεων, εμπορικά κέντρα, κ.ά.

Στη Εικόνα 2 παρουσιάζεται η ετήσια αύξηση του αριθμού Σημείων Ασύρματης Πρόσβασης (hotspots) καθώς και το ποσοστό των φορητών υπολογιστών που πωλούνται με ενσωματωμένη δυνατότητα ασύρματης πρόσβασης, το 2007 σχεδόν όλοι οι φορητοί θα διαθέτουν τέτοια δυνατότητα.



Εικόνα 2 Πλήθος WLAN hotspots και Φορητοί Υπολογιστές με δυνατότητα ασύρματης δικτύωσης (πηγή IDC)

Εκτός από την αύξηση της χρήσης των ασύρματων υποδομών ο δεύτερος σημαντικός παράγοντας αξιολόγησης σχετίζεται με τον βαθμό ικανοποίησης των χρηστών. Στην Εικόνα 3 συγκρίνεται ο βαθμός ικανοποίησης των χρηστών από διάφορους τομείς των ασύρματων και ενσύρματων τοπικών δικτύων όπως η διάθεση της ασύρματης δικτύωσης, η ευκολία και ταχύτητα της σύνδεσης, η σταθερότητα και αξιοπιστία και η ασφάλεια του δικτύου. Σύγκριση βαθμών ικανοποίησης χρηστών ασύρματου και ενσύρματου δικτύου[16].



Εικόνα 3 Ικανοποίηση χρηστών από το WLAN

#### 4.4.1 Ασύρματη δικτύωση στο σπίτι

Στους παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση ασύρματης δικτύωσης περιλαμβάνεται και η ραγδαία ανάπτυξη ασύρματων τοπικών δικτύων στο σπίτι με σκοπό τη ψυχαγωγία (παιχνίδια, ταινίες σε DVD, mp3 κλπ.) και την ενημέρωση (internet, πολυμέσα). Τα δίκτυα αυτά υλοποιούνται απλά και γρήγορα με εξοπλισμό μικρού κόστους (~ 100€) που συνήθως ενσωματώνει λειτουργίες ADSL modem, δρομολογητή και ασύρματη πρόσβαση. Ως αποτέλεσμα είναι η εξοικείωση του χρήστη με τις τεχνολογίες και τις ευκολίες που παρέχει ένα τέτοιο δίκτυο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### **5 Μελέτη υλοποίησης ασύρματου τοπικού δικτύου για πρόσβαση στο ίντερνετ για τις κτηριακές εγκαταστάσεις της ΣΤΕΦ.**

#### **5.1 Εισαγωγή**

Η μελέτη του ασύρματου δικτύου στα παλαιά κτήρια της ΣΤΕΦ πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- Αρχικά έγινε εισαγωγή των αρχιτεκτονικών σχεδίων (που λήφθηκαν από την τεχνική υπηρεσία του ΤΕΙ) των κτηριακών εγκαταστάσεων στο πρόγραμμα AirMagnet.
- Έπειτα έγινε μια προκαταρκτική εποπτεία των χώρων, εξετάζοντας, τα πιθανά σημεία εγκατάστασης των σημείων πρόσβασης (Access Points, APs) και τυχόν παρεμβολές από διάφορες γωνίες, αντικείμενα και υλικά.
- Στην συνέχεια δημιουργήθηκε μια εικονική εγκατάσταση των APs (virtual site survey), χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα AirMagnet Planner , με τον τρόπο αυτό καταφέραμε να έχουμε μια γενική εικόνα της κάλυψης(θεωρητικές τιμές) αλλά και των απαιτούμενο αριθμό των APs για την βέλτιστη κάλυψη σημείων ανά όροφο.
- Πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις και κατεγράφησαν οι πραγματικές αποδόσεις \ κάλυψης του σήματος σε ένα μεγάλο εύρος σημείων των παλαιών κτηρίων της ΣΤΕΦ.
- Τέλος χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις προσομοίωσης σε συνδυασμό με τα πραγματικά αποτελέσματα των επί τόπου μετρήσεων, εξάγουμε τις απαιτήσεις σε ασύρματο εξοπλισμό για την εγκατάσταση του ασύρματου δικτύου.



## 5.2 Εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της μελέτης είναι ο εξής:

1. Ένα Laptop Fujitsu Siemens με ασύρματη κάρτα PCM CISCO AIRONET 350 Series [4] και εγκατεστημένο το πρόγραμμα AIRMAGNET 5 Survey [6], με το οποίο έγινε η αρχική μελέτη / εποπτεία των χώρων καθώς και οι πραγματικές μετρήσεις σημείων.



**Εικόνα 4 Laptop Fujitsu-Cisco Aironet 350**

2. Η ισχύς των σημείων πρόσβασης (Access Points, APs) τόσο στις εικονικές \ θεωρητικές όσο και στις πραγματικές μετρήσεις δεν ξεπέρασε τα 30 mWatt (περίπου 14 dBm).
3. Access Points εσωτερικού \ εξωτερικού χώρου CISCO Aironet 1130



**Εικόνα 5 Cisco Access Point 1130**

Το access point Aironet 1130 λειτουργεί στην 2.4GHz band, υποστηρίζει τα πρωτόκολλα 802.11b και 802.11g, έχει ενσωματωμένες 2 διπολικές κεραίες, υποστηρίζει πολλαπλά SSIDs (8), έχει ενσωματωμένα πρωτόκολλα ποιότητας (QoS) για υποστήριξη διαφορετικών ειδών κίνησης (δεδομένα, τηλεφωνία, βίντεο) και υποστηρίζει Power over Ethernet (PoE) για τροφοδοσία μέσω καλωδίου Ethernet [12].

#### 4. Access Points εσωτερικού \ εξωτερικού χώρου CISCO Aironet 1230



**Εικόνα 6 Cisco Access Point 1230**

Το access point Aironet 1230 λειτουργεί στην 2.4GHz band, υποστηρίζει τα πρωτόκολλα 802.11b και 802.11g, έχει ενσωματωμένες 2 διπολικές κεραίες, έχει ενσωματωμένα πρωτόκολλα ποιότητας (QoS) για υποστήριξη διαφορετικών ειδών κίνησης (δεδομένα, τηλεφωνία, βίντεο) και υποστηρίζει Power over Ethernet (PoE) για τροφοδοσία μέσω καλωδίου Ethernet [13].

#### 5. Access Points εσωτερικού\εξωτερικού χώρου LINKSYS WRT54G



**Εικόνα 7 Linksys WRT54G**

Το access point Linksys Wrt 54G λειτουργεί στην 2.4GHz band, υποστηρίζει τα πρωτόκολλα 802.11b και 802.11g, έχει ενσωματωμένο 2 διπολικές κεραίες, παρέχει ασύρματη ασφάλεια κάνοντας χρήση των πρωτοκόλλων WPA2, WEP, MAC filtering και όλες του οι πόρτες(4) έχουν Auto-Crossover (MDI/MDI-X) [5].

### **5.3 Εικονική Μελέτη – AirMagnet Planner**

- Ο ακριβής σχεδιασμός ενός δικτύου μπορεί να είναι το πιο κρίσιμο βήμα μιας επιτυχημένης ασύρματης εγκατάστασης. Ένα λανθασμένο σχέδιο μπορεί να οδηγήσει σε περιττές δαπάνες σχετικά με την υποδομή του δικτύου ή εναλλακτικά σε μη εξυπηρετούμενους και δυστυχισμένους τελικούς χρήστες. Το AirMagnet Planner εξαλείφει την ανάγκη πρόβλεψης-εργασίας καθώς υπολογίζει τη σωστή ποσότητα, την τοποθέτηση και τη σωστή διαμόρφωση των APs που απαιτούνται για να επιτευχθεί πλήρης κάλυψη και εξυπηρέτηση για τους τελικούς χρήστες, με παράλληλη ελαχιστοποίηση απώλειας σήματος σε ακάλυπτο περιοχές. Οι χρήστες μπορούν να δουν το δίκτυο από το κανάλι ή το SSID διασφαλίζοντας ότι το δίκτυο είναι σύμφωνο με τις προδιαγραφές.

- Το AirMagnet Planner καθιστά εύκολο να οικοδομήσει ένα λεπτομερές μοντέλο οποιουδήποτε ασύρματο περιβάλλοντος, ακόμη και πριν από το δίκτυο να έχει αναπτυχθεί. Απλά φορτώνει ένα χάρτη της τοποθεσίας, και χρησιμοποιεί την ενσωματωμένη βιβλιοθήκη του τοίχους, πόρτες και παράθυρα για να ταιριάζει με ακρίβεια στα χαρακτηριστικά του κτιρίου. Το περιβάλλον μπορεί να προσαρμοστεί περαιτέρω και να λαμβάνονται υπόψη καμπίνες, γραφεία, ανελκυστήρες και μια ποικιλία από εμπόδια χώρου. Όλες οι περιβαλλοντικές ρυθμίσεις είναι πλήρως παραμετροποιήσιμες, και προσαρμοσμένα υλικά μπορούν να δημιουργηθούν από το μηδέν για να ανταποκριθεί στις προδιαγραφές του χρήστη.
- Παρέχει πλήρη έλεγχο των προτεινόμενων ασύρματων υποδομών. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα προσθήκης APs σε οποιαδήποτε θέση και να πειραματιστεί για την εύρεση της ιδανικής τοποθεσίας του AP στο περιβάλλον. Επίσης παρέχει και πλήρη έλεγχο σε όλες τις ρυθμίσεις του AP με ανεξάρτητες ρυθμίσεις για τα πρωτόκολλα 11a και 11b / g. Ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει, το κανάλι λειτουργίας ενός AP, την διεύθυνση IP, την μετάδοση ενέργειας, τον τύπο κεραίας, τον προσανατολισμό, το ύψος και το 802.11n. Όταν ο εικονικός σχεδιασμός έχει ολοκληρωθεί, μπορεί να δημιουργήσει μια επαγγελματική έκθεση με όλες τις πληροφορίες που απαιτούνται για την σωστή εγκατάσταση του δικτύου, με πλήρη κατάλογο των απαιτούμενων APs, την ιδανική τοποθέτηση και τις καταλληλότερες ρυθμίσεις τους. Ο χρήστης χρησιμοποιώντας επίσης τον εικονικό σχεδιασμό μπορεί να κάνει πρόβλεψη του ρυθμού μετάδοσης των δεδομένων του δικτύου.
- Το AirMagnet Planner είναι η μόνη λύση για το σχεδιασμό ασύρματου δικτύου που καλύπτει όλες τις πτυχές μιας επιτυχημένης 802.11n ανάπτυξης, απόδοσης, πρόβλεψης και επικύρωσης. Οι χρήστες μπορούν να σχεδιάσουν νέα δίκτυα 802.11n, καθώς και να υπολογίσουν μελλοντικά σημεία εγκατάστασης ασύρματου εξοπλισμού για την επέκταση του υπάρχοντος ασύρματου δικτύου. Επίσης μπορούν να σχεδιάσουν την ανάπτυξη ενός 802.11n μεγιστοποιώντας τις επιδόσεις του δικτύου χωρίς οποιαδήποτε φυσική εγκατάσταση AP. Παρέχονται ακόμα μοναδικοί χάρτες κάλυψης για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων όσον αφορά το σήμα(dBm), την ταχύτητα διασύνδεσης(Mbps) κ.α.
- Το AirMagnet Planner περιλαμβάνει επίσης την "δυνατότητα σύμβουλος" για την αυτόματη εγκατάσταση APs στις κατόψεις του χώρου έτσι ώστε να προσδιορίζεται το ελάχιστο σήμα κάλυψης, η ισχύς εκπομπής, τις ρυθμίσεις των APs κ.α. Επίσης επισημαίνει και τα σημεία στα οποία δεν μπορεί να γίνει εγκατάσταση των APs.
- Το πρόγραμμα AirMagnet Planner περιλαμβάνει πάνω από 250 από τα πιο δημοφιλή πρότυπα κεραίας στην αγορά για την προσαρμογή στα APs, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων από Cisco, Aruba, Ruckus Wireless, Meru Networks, HP, Symbol, 3Com, Bluesocket, Motorola, η D-Link Systems, κ.λπ. Ωστόσο, περιλαμβάνει επίσης ένα ενσωματωμένο εργαλείο για την δημιουργία προσαρμοσμένων πρότυπων κεραίας, επιτρέποντας στους χρήστες να αναπαράγουν τα χαρακτηριστικά κάθε κεραίας.

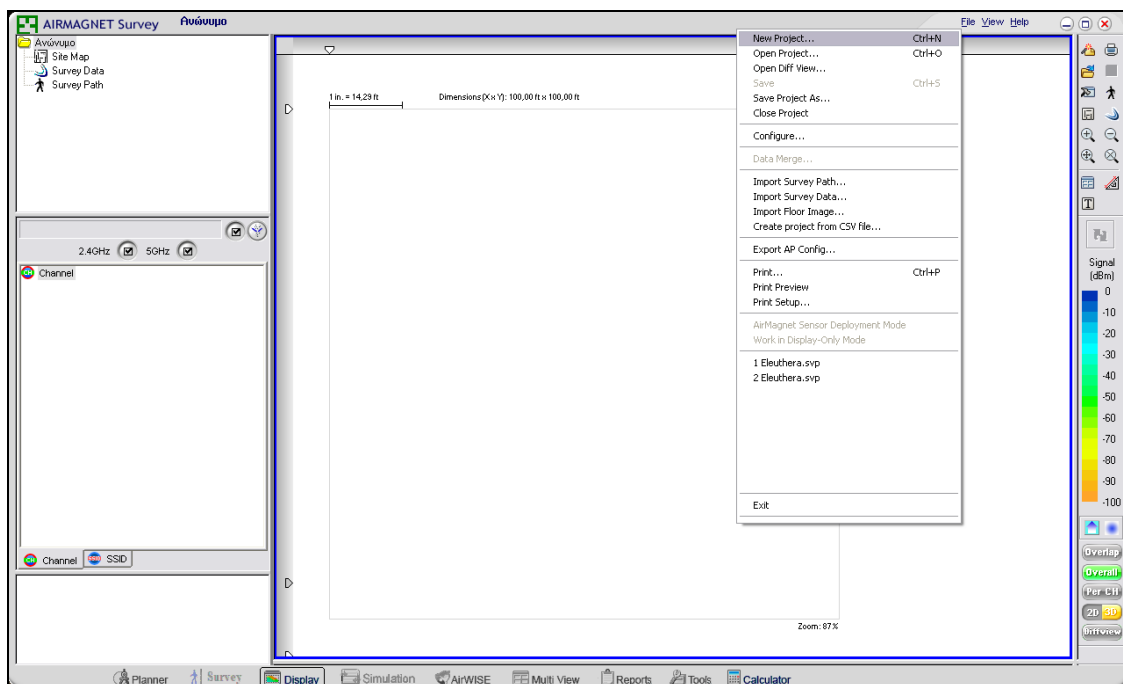
## 5.4 Πραγματική Μελέτη – AirMagnet Survey Pro

- Το AirMagnet Survey Pro παρέχει την δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργεί μια διαδρομή αποτελούμενη από πολλά σημεία μετρήσεων σε ένα υπαρκτό ασύρματο δίκτυο. Οι μετρήσεις αυτές, που αφορούν την ταχύτητα σύνδεσης, την ισχύς του σήματος καθώς και τις παρεμβολές που δέχεται το σήμα από διάφορα εμπόδια, μπορούν να μελετηθούν για κάθε σημείο από τον χρήστη και να συγκριθούν με τα εικονικά αποτελέσματα που δίνει το AirMagnet Planner, έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια πλήρη και σωστή αποτύπωση του δικτύου.

## 5.5 Εισαγωγή Κάτοψης Ορόφου στο AirMagnet

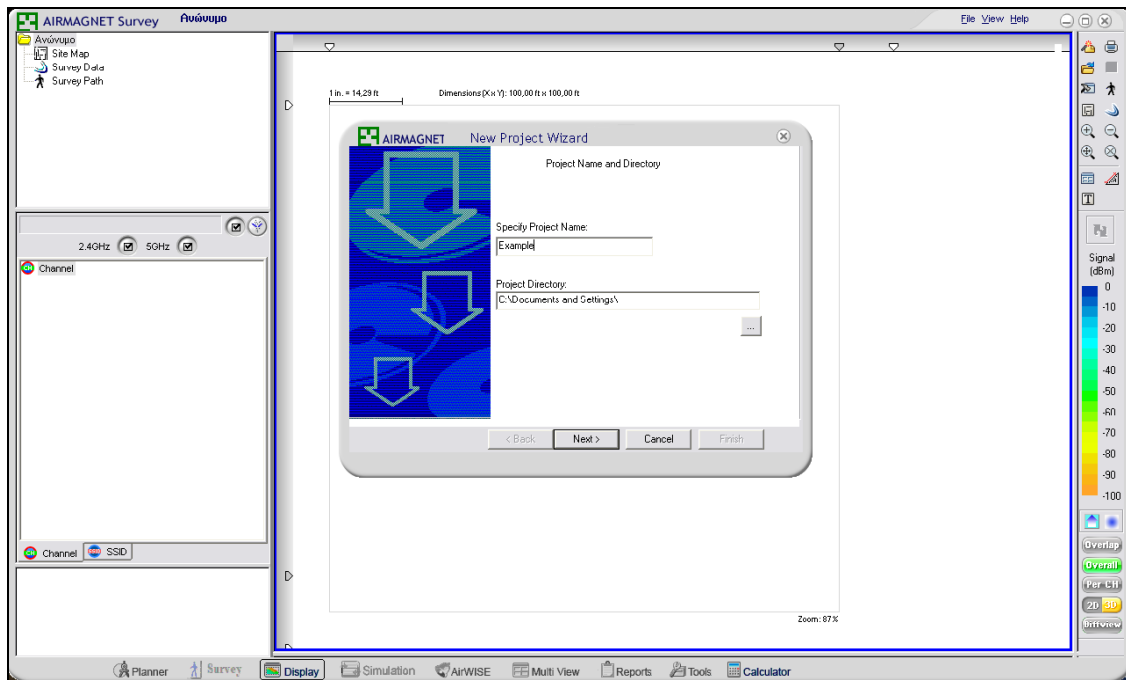
Η εισαγωγή των σχεδίων στο πρόγραμμα AirMagnet πραγματοποιείτε με τα εξής παρακάτω βήματα:

### 1. Άνοιγμα του προγράμματος AirMagnet και επιλογή File\New Project.



Εικόνα 8 File\New Project

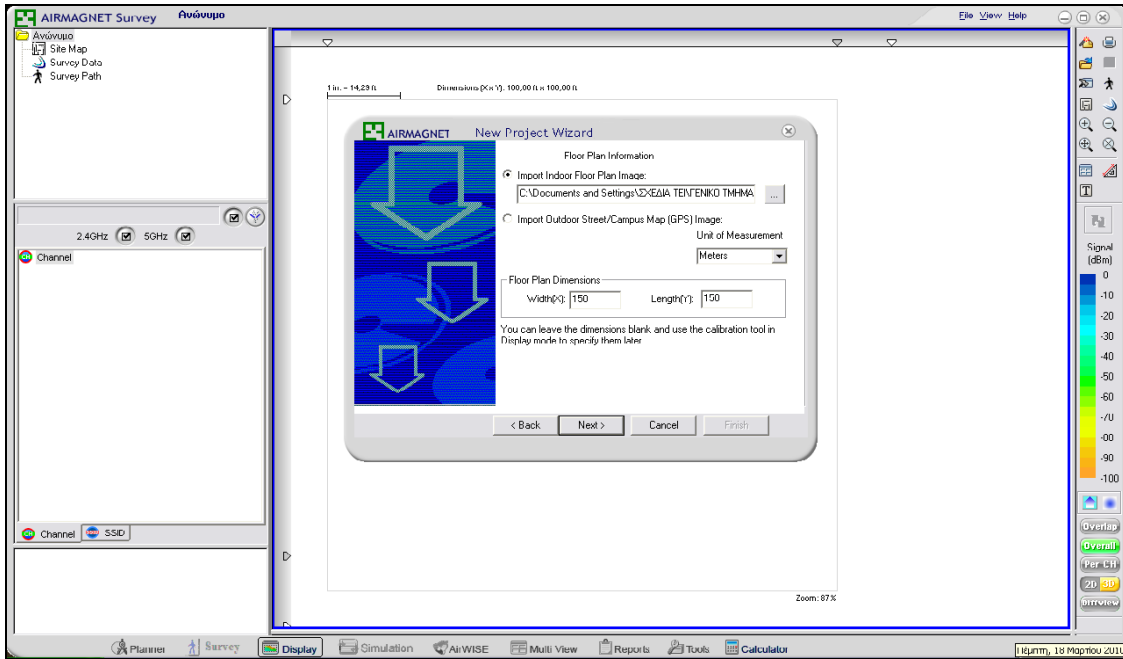
## 2. Ορισμός ονόματος project / καθορισμός τοποθεσία αποθήκευσης.



Εικόνα 9 Project Name

## 3. Ρύθμιση πληροφοριών σχεδίου.

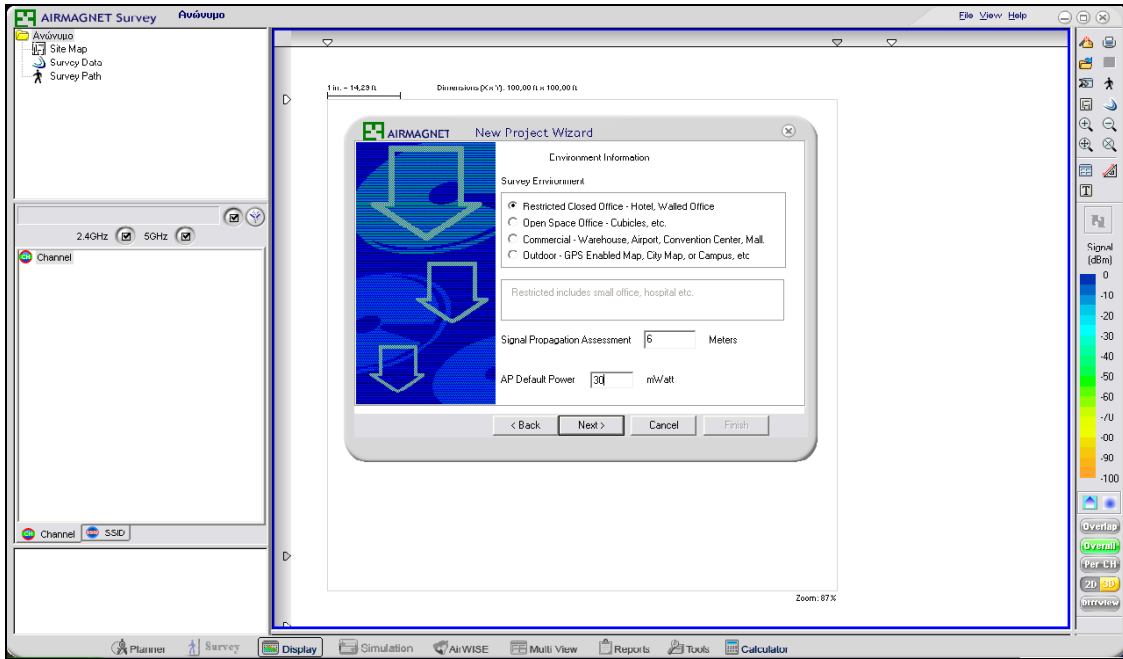
- Στο βήμα αυτό δίνεται η δυνατότητα είτε, της εισαγωγής της κάτοψης του ορόφου επιλέγοντάς το από τη θέση που είναι αποθηκευμένο στον υπολογιστή, ή να οριστεί σύνδεση με GPS(η επιλογή αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για μετρήσεις σε εξωτερικούς χώρους όπου υπάρχει και κάλυψη σήματος από το GPS). Στην περίπτωση εισαγωγής σχεδίου από τον υπολογιστή πρέπει να ορίζονται οι πραγματικές διαστάσεις του σχεδίου (**Floor Plan Dimension**) οι οποίες και μετριοούνται μέσω του προγράμματος AutoCad (αυτό προϋποθέτει ότι το σχέδιο είναι σε μορφή συμβατή με το συγκεκριμένο πρόγραμμα π.χ. dwg). Η δυνατότητα αυτή παρέχεται στον χρήστη και μετά την εισαγωγή του σχεδίου στο πρόγραμμα.



Εικόνα 10 Floor Plan Dimension

#### 4. Ρύθμιση πληροφοριών χώρου και παραμέτρων Site Survey.

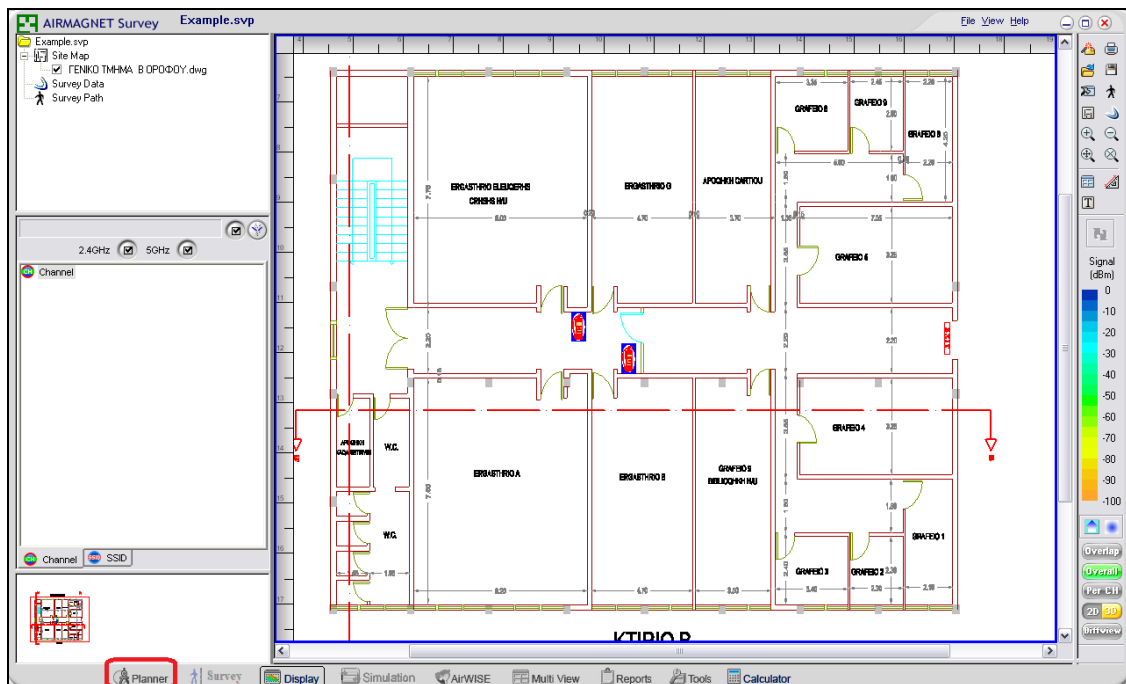
- ο Στο σημείο αυτό δίνεται η δυνατότητα τεσσάρων(4) επιλογών που αφορούν τον χώρο στο οποίο θα πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις. Η επιλογή του χώρου θα πρέπει να γίνει σωστά καθώς έτσι εκτιμάται από το πρόγραμμα τα μέτρα διάδοσης σήματος (**Signal Propagation Assessment**), π.χ. η πρώτη επιλογή (**Restricted Closed Office**) εκτιμάται το σήμα διάδοσης στα έξι(6) μέτρα ενώ για την δεύτερη επιλογή (**Open Space Office**) εκτιμάται το σήμα διάδοσης στα δώδεκα μέτρα(12) κ.τ.λ..Επίσης ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ορίσει, το επιθυμητό σήμα διάδοσης για όποιο χώρο επιλέξει καθώς και την ισχύ για το AP.



Εικόνα 11 Survey Environments

## 5. Επιλογή της ιδιότητας Planner.

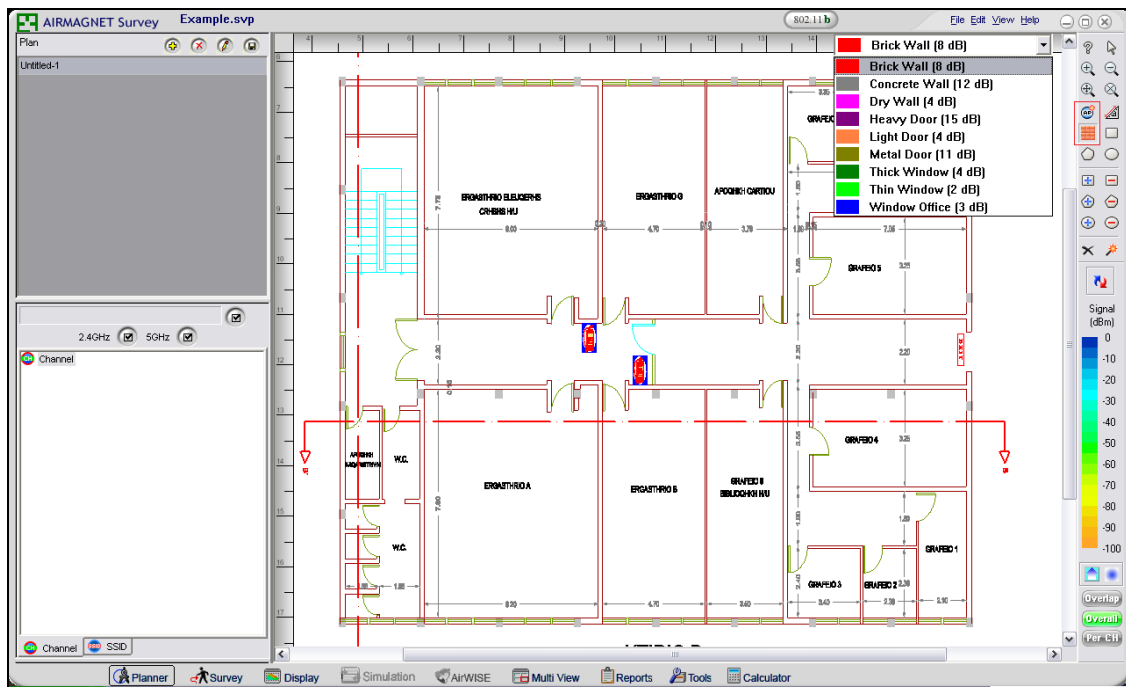
- Μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής του σχεδίου, γίνεται επιλογή της ιδιότητας **Planner** (βρίσκεται κάτω αριστερά) έτσι ώστε να γίνει εφικτός ο σχεδιασμός και η προσθήκη διαφόρων αντικειμένων (πχ. APs) επάνω στο σχέδιο.



Εικόνα 12 Planner

## 6. Προσθήκη αντικειμένων.

- Η προσθήκη των αντικειμένων στο σχέδιο του κτηρίου γίνεται, επιλέγοντας πρώτα από το **δεξί μενού** το είδος του αντικειμένου πχ. APs ή υλικά δόμησης, και στη συνέχεια από το **μενού επιλογών** γίνεται η επιλογή του συγκεκριμένου αντικειμένου που είναι επιθυμητό να προστεθεί στο σχέδιο.



Εικόνα 13 Planner Properties



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6 Κτήριο Α.

#### 6.1 Εικονική Μελέτη (Virtual Survey)-Εργαστήριο 8-9

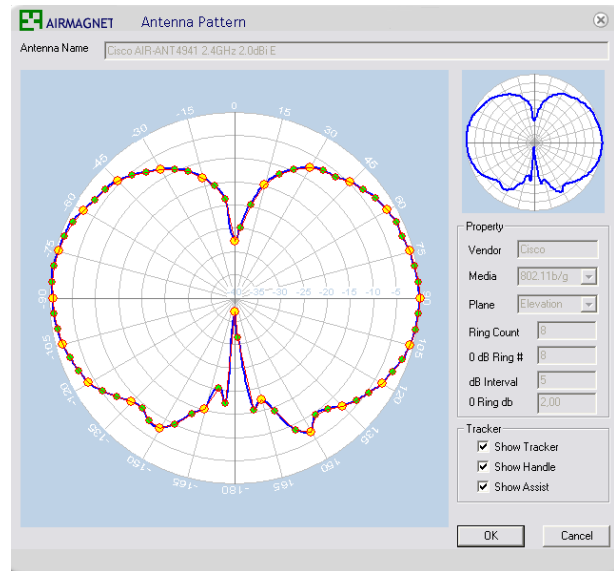
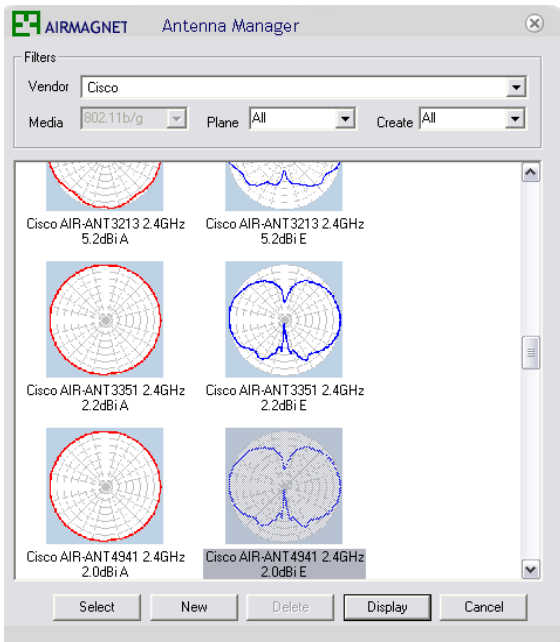
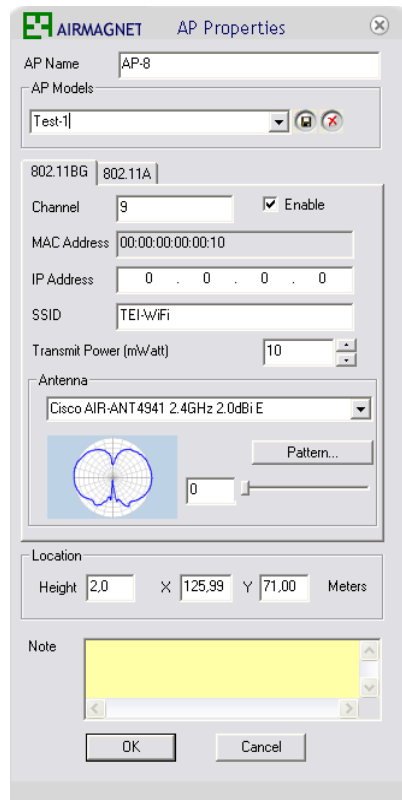
Με το πρόγραμμα Air Magnet Planner όπως προαναφέραμε δίνετε η δυνατότητα, εισάγοντας τα αρχιτεκτονικά σχέδια ενός κτηρίου \ ορόφου κ.α, να πραγματοποιείτε μια θεωρητική μελέτη για την κάλυψη ασύρματου δικτύου για την συγκεκριμένη τοποθεσία. Η δυνατότητα που παρέχετε στην θεωρητική μελέτη είναι: η τοποθέτηση APs, μια πληθώρα ρυθμίσεων για τα APs( ισχύς εκπομπής, είδος κεραίας, μοντέλο διάδοσης, ευαισθησία, ισχύς μετάδοσης, εύρος ζώνης κ.α), την εγκατάσταση θεωρητικών εμποδίων μείωσης dB, καθώς και πολλές άλλες ρυθμίσεις που θα δούμε στη συνέχεια.

##### 6.1.1 Διαδικασία Εικονικής Μελέτης(Virtual Survey)-Εργαστήριο 8-9

- Ως πρώτο βήμα για την δημιουργία της εικονικής \ θεωρητικής μελέτης πραγματοποιείται η εισαγωγή του αρχιτεκτονικού σχεδίου του 1<sup>ο</sup> ορόφου παλαιού κτηρίου της ΣΤΕΦ στο πρόγραμμα Air Magnet ( στον όροφο αυτό στεγάζονται τα εργαστήρια 8-9, ο χώρος των διαχειριστών καθώς και άλλα εργαστήρια).
- Στη συνέχεια για να παρατηρηθεί η θεωρητική κάλυψη του ορόφου γίνετε τοποθέτηση τριών εικονικών Access Points στα εξής σημεία: a) στην αίθουσα 8-9, b) στον χώρο των διαχειριστών και g) στην αίθουσα 3ΠΚ (Εικόνα-1).
- Στο σημείο αυτό γίνονται κάποιες ρυθμίσεις όσων αφορά τα Access Points, όπως το Hostname, το SSID, την IP διεύθυνση των Access Points, το μοντέλο διάδοσης της κεραίας (Εικόνα 11-12) κ.α., οι ρυθμίσεις όμως στις οποίες θα πρέπει να δοθεί προσοχή από τις οποίες και επηρεάζεται η αποτελεσματικότητα της μελέτης, είναι η επιλογή του είδους της κεραίας και η ισχύς εκπομπής των Access Points.
  - Όπως προαναφέρθηκε δύο είναι τα βασικά είδη των εξωτερικών κεραιών οι οποίες διαχωρίζονται ανάλογα με το πρότυπο εκπομπής τους: η **κατευθυντική κεραία (directional)** όπου το χαρακτηριστικό πρότυπο εκπομπής της είναι έντονα ενισχυμένο προς μια κατεύθυνση και η **πολυκατευθυντική κεραία (omnidirectional, omni)** οι οποίες εκπέμπουν προς όλες τις κατευθύνσεις. Τα Access Points που έχουμε στην διάθεσή μας έχουν εγκατεστημένα κεραίες πολυκατευθυντικές, επομένως και η επιλογή στο virtual survey θα πρέπει να είναι ίδια. Η ισχύς που θα πρέπει να οριστεί στα Access Points είναι 31 mWatt (15 dBm).

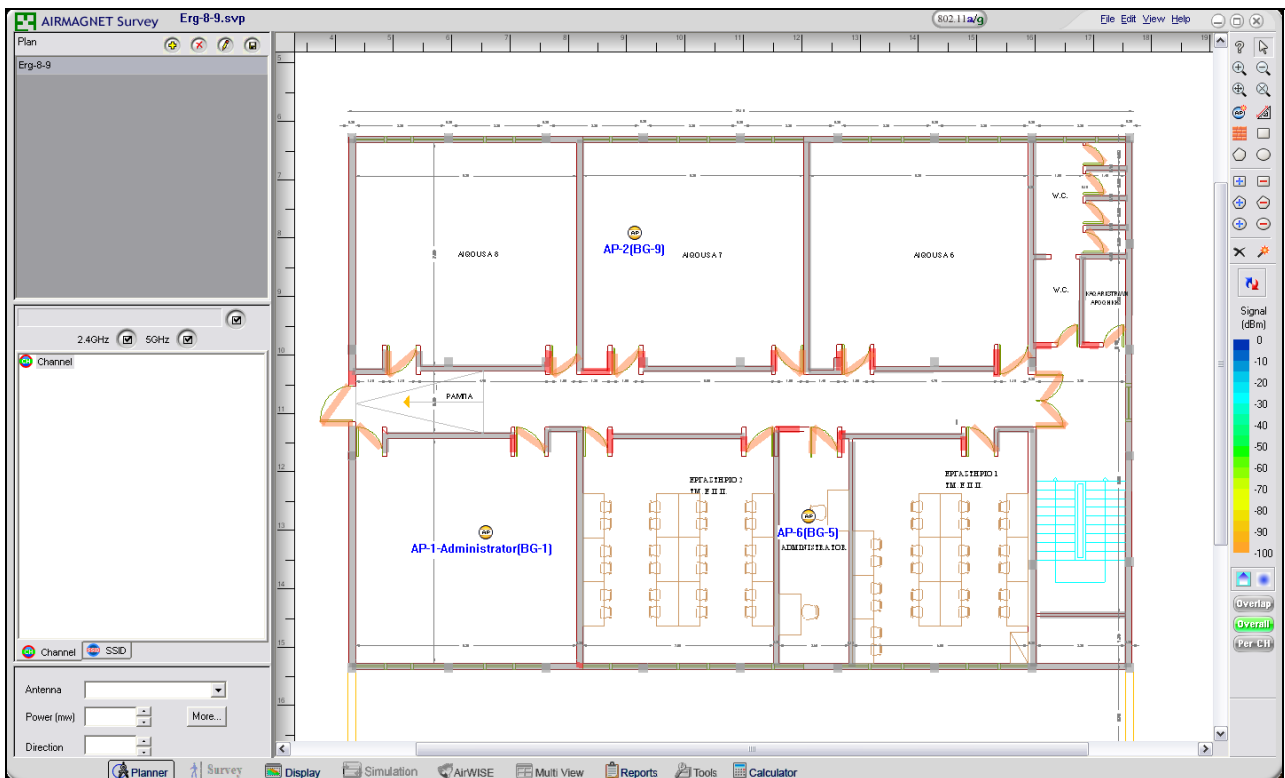
- Η επιλογή του μοντέλου εκπομπής της κεραίας (antenna pattern) έγινε σύμφωνα με τα σχέδια στις οδηγίες του κατασκευαστή.

Εικόνα 11 Ρυθμίσεις Access Points



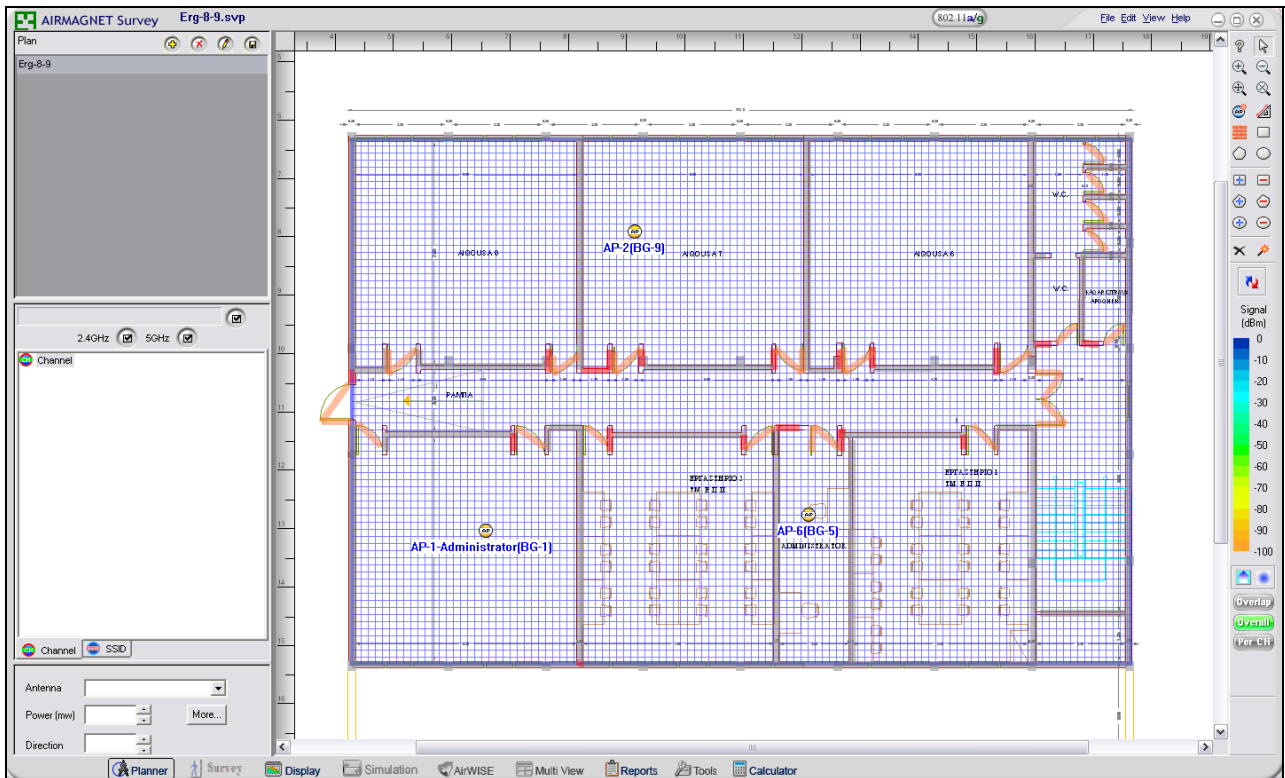
Εικόνα 14 Επιλογή μοντέλου εκπομπής κεραίας

- Στη συνέχεια για να έρθει το σχέδιο πιο κοντά στη πραγματικότητα, τοποθετούνται τοίχοι και πόρτες (οι τοποθέτηση των υλικών γίνεται ζωγραφίζοντας πάνω στις γραμμές του πρωτότυπου σχεδίου) . Επειδή δεν είναι γνωστό το ακριβές υλικό των τοίχων καθώς και των πορτών, και για να είναι τα αποτελέσματα πιο κοντά στα πραγματικά γίνονται οι εξής επιλογές:
  - Συμπαγή τοίχο (γκρι χρώμα) με απώλεια σήματος 12dB.
  - Ελαφριά μεταλλική πόρτα (πορτοκαλί χρώμα) με απώλεια σήματος 4dB.



Εικόνα 15 Virtual Survey Αίθουσες 8-9 (Προσθήκη Υλικών).

- Για να ολοκληρωθεί το σχεδιάγραμμα θα πρέπει να οριστούν τα όρια του σχεδίου έτσι ώστε να μπορέσει το πρόγραμμα να υπολογίσει την περιοχή κάλυψης (coverage area). Αυτό μπορεί εύκολα να γίνει με την εισαγωγή πλέγματος επάνω στο αρχιτεκτονικό σχέδιο (Εικόνα 2).

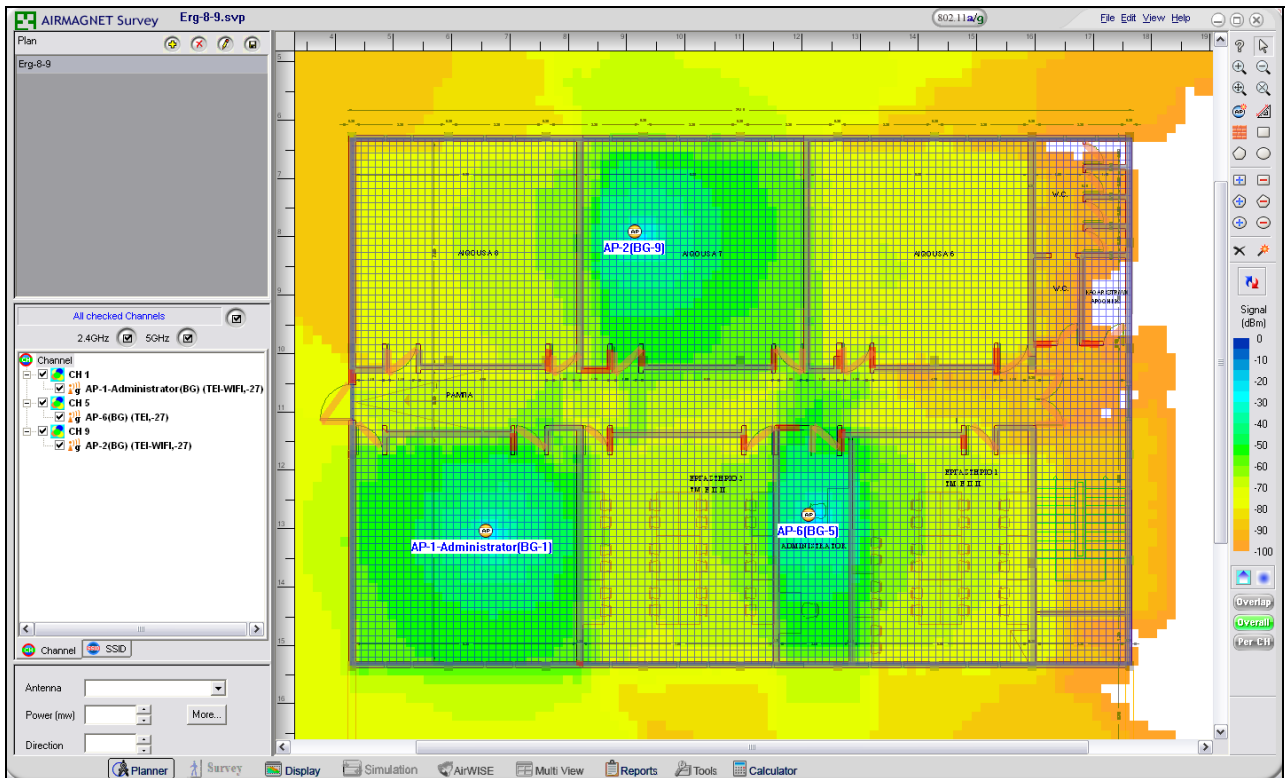


Εικόνα 16 Virtual Survey Αίθουσες 8-9. (Προσθήκη Πλέγματος)

- Τέλος εφόσον έχουν εγκατασταθεί τα επιθυμητά access points και γενικά δημιουργηθεί οι κατάλληλες προϋποθέσεις για την ασύρματη εγκατάσταση, μπορεί εύκολα να παρατηρηθεί η κάλυψη που παρέχουν οι επιλογές.

Παρατηρώντας την παρακάτω εικόνα (Εικόνα 3) διαπιστώνεται η κάλυψη του σήματος η οποία αναπαρίσταται με χρώματα απάνω στο σχέδιο. Στα δεξιά του σχεδίου υπάρχει η επεξηγηματική μπάρα των χρωμάτων με αριθμούς η οποία μπορεί να συμβουλευθεί για να διαπιστωθούν τα αποτελέσματα της κάλυψης. Στο αριστερό μέρος του σχεδίου μπορείτε να δείτε τα APs που καλύπτουν την περιοχή.

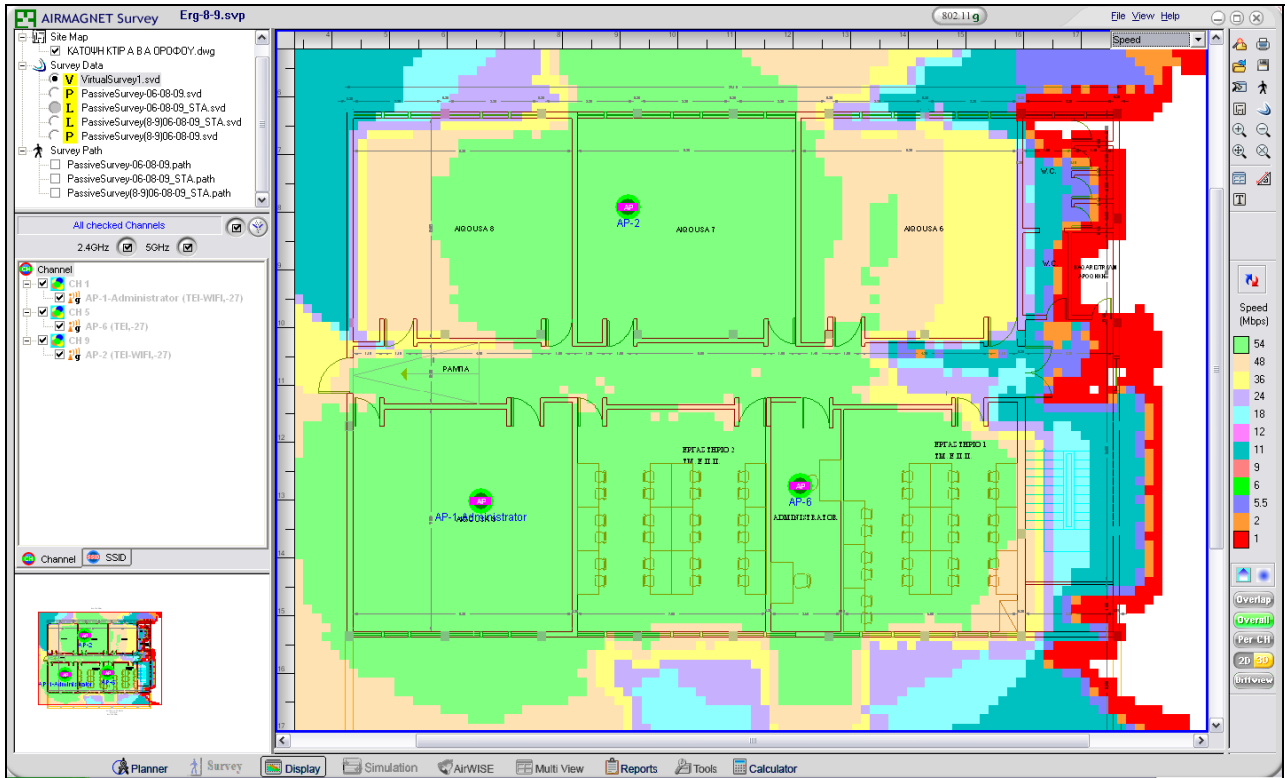
Σύμφωνα με τα παραπάνω και παρατηρώντας την Εικόνα 3 η κάλυψη στο συγκεκριμένο όροφο κυμαίνεται από -20 (στους χώρους κυρίως όπου βρίσκεται το AP) μέχρι και -90 dBm (στον εξωτερικό χώρο του κτηρίου). Ο μέσος όρος του σήματος στο συγκεκριμένο όροφο είναι περίπου από -36 μέχρι και -63 dBm.



Εικόνα 17 Virtual Survey (Signal)-Αίθουσες 8-9. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).

- Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 4) παρουσιάζεται η κάλυψη του ορόφου με βάση την ταχύτητα σύνδεσης σε Mbps. Όπως με το σήμα προηγουμένως έτσι και εδώ η ταχύτητα σύνδεσης αναπαρίσταται με διάφορα χρώματα απάνω στο σχέδιο. Παρατηρώντας την εικόνα καθώς και την επεξηγηματική μπάρα στα δεξιά διαπιστώνεται ότι η ταχύτητα σύνδεσης κυμαίνεται από 11 μέχρι και 54 Mbps που είναι και η μέγιστη εφικτή ταχύτητα σύνδεσης. Ο μέσος όρος ταχύτητας σύνδεσης για το συγκεκριμένο όροφο είναι από 38 μέχρι και 54 Mbps.

Τα αποτελέσματα αυτά είναι πολύ ικανοποιητικά και λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του σήματος στην Εικόνα 3 είναι εύκολο να διαπιστωθεί ότι υπάρχει αρκετά αξιόλογη κάλυψη με τα τρία Access Points όσον αφορά το σήμα (dBm) και την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



Εικόνα 18 Virtual Survey (Speed)-Αίθουσες 8-9. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποια σημαντικά σημεία του ορόφου, με το σήμα και την ταχύτητα σύνδεσης σε κάθε ένα από αυτά.

Πίνακας 2 Εικονικός Πίνακας Μετρήσεων- 1ο όροφος (Αιθ.8-9).

Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Εργαστήριο 1ΠΚ	-45 έως -70 dBm	54 έως 48 Mbps
Administrator Room	-20 έως -40 dBm	54 Mbps
Εργαστήριο 2ΠΚ	-45 έως -70 dBm	54 έως 48 Mbps
Εργαστήριο 3ΠΚ	-20 έως -45 dBm	54 Mbps
Διάδρομος	-45 έως -90 dBm	54 έως 11 Mbps
Εργαστήριο 4ΠΚ	-55 έως -80 dBm	54 έως 11 Mbps
Αίθουσα 7	-20 έως -50 dBm	54 Mbps
Αίθουσα 8	-45 έως -60 dBm	54 έως 24 Mbps

## 6.2 Διαδικασία δημιουργίας πραγματικών μετρήσεων

- Για την υλοποίηση των πραγματικών μετρήσεων, έτσι ώστε να διαπιστωθούν οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ θεωρητικών και πραγματικών μετρήσεων, εγκαταστάθηκαν δύο-τρία Access Points σε διάφορα σημεία του κτηρίου.

Τα Aps ρυθμίστηκαν με μέγιστη ισχύς που δεν ξεπερνούσε τα 31 mWatt (σύμφωνα πάντα με τα επιτρεπόμενα όρια επίπτωσης στην δημόσια υγεία) και σε διαφορετικές συχνότητες λειτουργίας για να αποφευχθούν οι παρεμβολές μεταξύ τους, καθώς βρίσκονται σε κοντινή απόσταση το ένα με το άλλο.



Στη συνέχεια, μετά την εγκατάσταση των APs και την επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας τους, πραγματοποιήθηκαν οι επιτόπου μετρήσεις.

**Οι πραγματικές μετρήσεις κατεγράφησαν χρησιμοποιώντας ένα κοινό laptop με εγκατεστημένο το πρόγραμμα AirMagnet και περπατώντας σε όλους τους χώρους του κτηρίου ανά όροφο, δημιουργώντας έτσι ένα path survey (έρευνα πορειών) με μετρήσεις σήματος σε πολλά σημεία του χώρου.**

### 6.2.1 Εργαστήριο 8-9

Για την δημιουργία των πραγματικών μετρήσεων στον πρώτο όροφο του παλαιού κτηρίου της ΣΤΕΦ, όπου στεγάζονται τα εργαστήρια 8-9 κ.α, τοποθετήθηκαν δύο APs. Στο εργαστήριο 3ΠΚ ένα AP 1130 εσωτερικού / εξωτερικού χώρου και ένα Cisco AP 1230 εσωτερικού / εξωτερικού χώρου στο εργαστήριο 1ΠΚ.

Σημεία Εγκατάστασης Access Points:

	<p>Εργαστήριο 1-ΠΚ. Access Point 1230.</p>		<p>Εργαστήριο 3-ΠΚ Access Point 1130.</p>
---	--	--	---

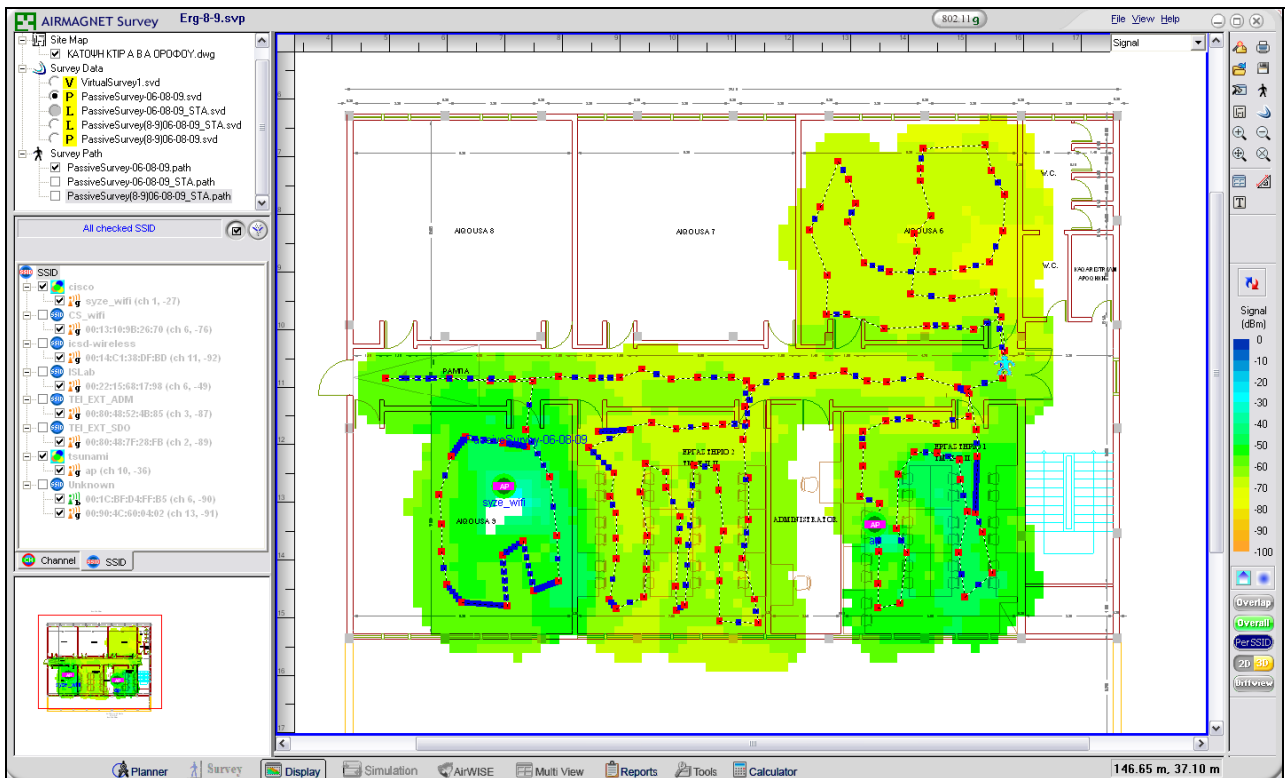
Πίνακας 3 Εργ.8-9 Σημεία Εγκατάστασης APs

Επεξήγηση συμβόλων σήματος:

-----: Path Survey.

■ Αυτόματες Μετρήσεις του Προγράμματος.

■ Μετρήσεις από τον χρήστη.



**Εικόνα 19 Path Survey (Signal)-Αίθουσες 8-9. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).**

Στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 5) απεικονίζεται το αποτέλεσμα των μετρήσεων μετά την εγκατάσταση των δύο APs στους χώρους. Στην εικόνα εκτός απ το καλυπτόμενο σήμα του ορόφου είναι εμφανές και τα σημεία όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις (κόκκινες \ μπλε τελείες) δημιουργώντας έτσι την αποτύπωση κάλυψης του συγκεκριμένου ορόφου.

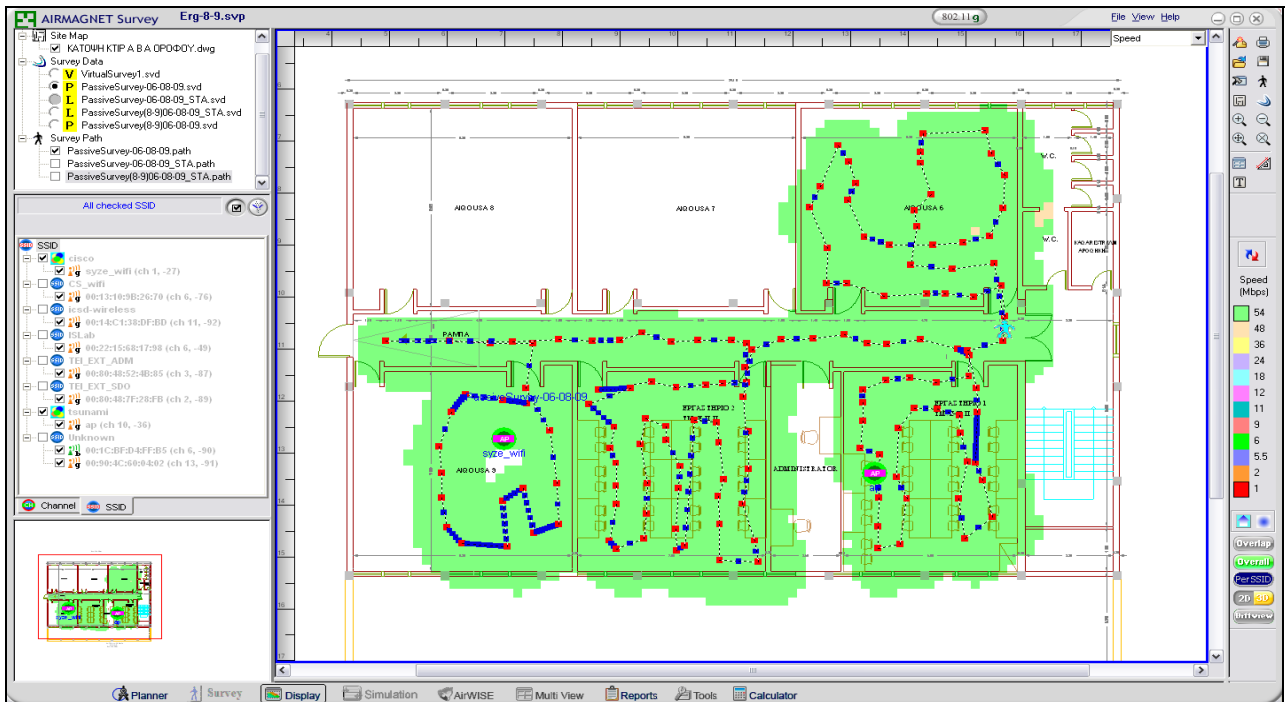
Στην Εικόνα 5 και στην Εικόνα 7 αναπαριστάται η κάλυψη σήματος για το συγκεκριμένο όροφο. Παρατηρώντας τα χρώματα στις εικόνες αυτές μπορεί να διαπιστωθεί ότι η κάλυψη του ορόφου είναι εφικτή ακόμα και με την εγκατάσταση δύο μόνο APs. Συγκεκριμένα η κάλυψη για τον όροφο κυμαίνεται από -20 έως και -80 dBm ενώ ο μέσος όρος είναι περίπου από -50 έως και -70 dBm.

Στην Εικόνα 6 και στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται η κάλυψη του ορόφου σύμφωνα με την ταχύτητα σύνδεσης. Σύμφωνα με τις μετρήσεις η ταχύτητα είναι κυρίως στα 54 Mbps και σε ελάχιστα σημεία στα 48 Mbps.

Το αποτέλεσμα αυτό είναι αρκετά ικανοποιητικό, αλλά παρατηρώντας και την εικονική μελέτη (Εικόνα 3 - 4) που πραγματοποιήθηκε πιο πάνω η εγκατάσταση ενός τρίτου Access Point στην αίθουσα 8-9 θα διαφοροποιούσε την κατάσταση καθώς θα ήταν εφικτό μεγαλύτερο εύρος κάλυψης, σταθερότερη ταχύτητα σύνδεσης στα 54 Mbps και δυνατότητα σύνδεσης περισσότερων χρηστών, καθώς σε κάθε APs μπορούν να συνδεθούν περίπου 25-30 χρήστες.

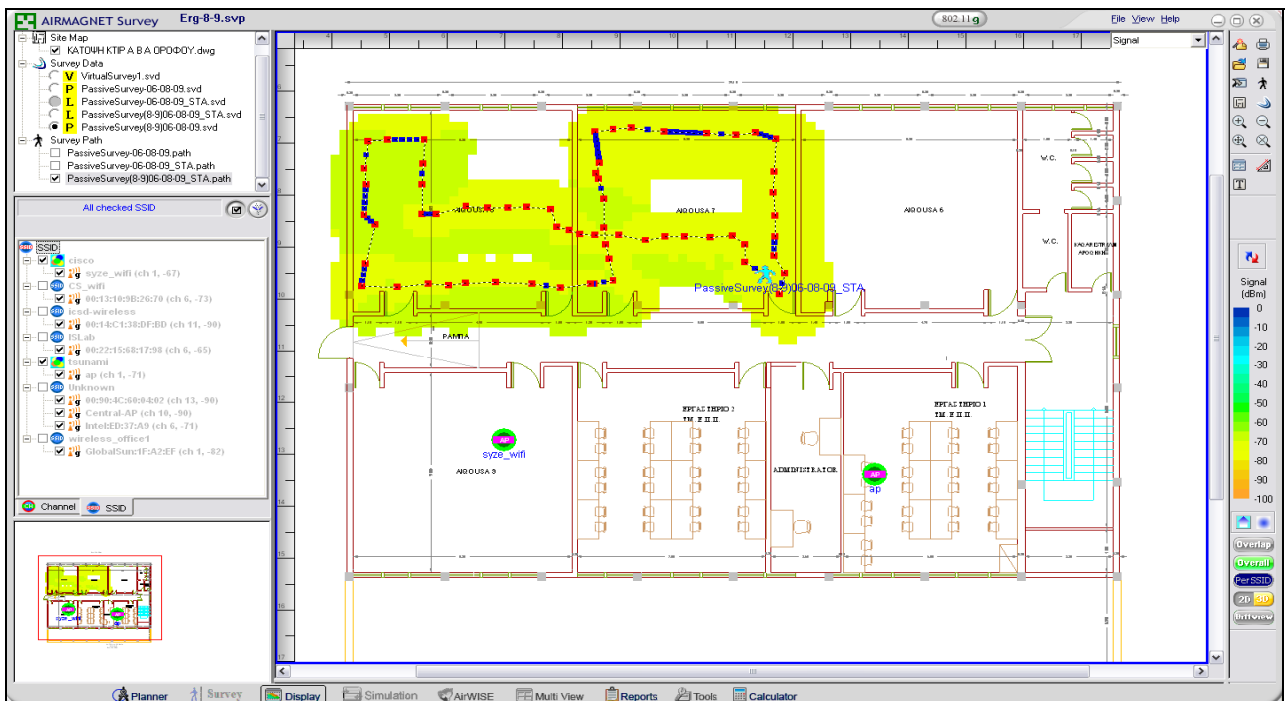


Εικόνα 1. Path Survey (Speed)-Αίθουσες 8-9. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



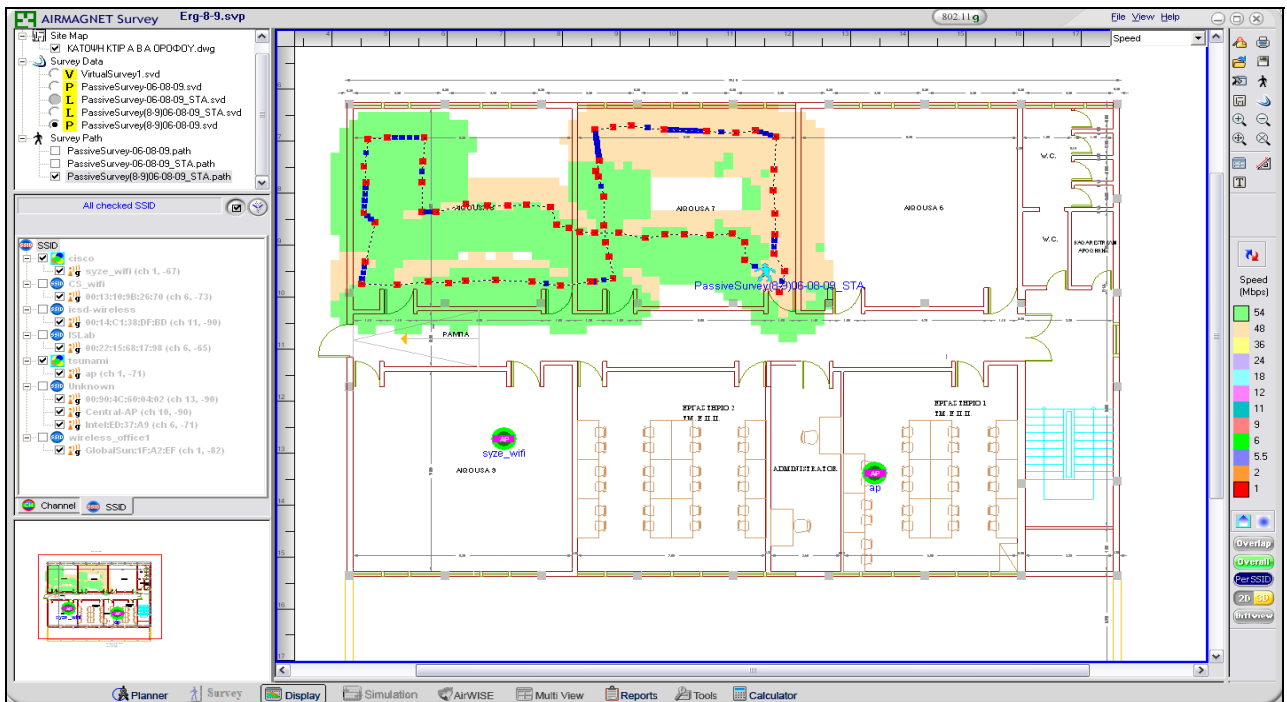
Εικόνα 20 Path Survey (Speed)-Αίθουσες 8-9. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)).

Εικόνα 2. Path Survey (Signal)-Αίθουσες 8-9. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 21 Path Survey (Signal) (Αίθουσες 8-9. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).

Εικόνα 3. Path Survey (Speed)-Αίθουσες 8-9. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



Εικόνα 22 Path Survey (Speed) (Αίθουσες 8-9. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποια σημαντικά σημεία του ορόφου, με το σήμα και την ταχύτητα σύνδεσης σε κάθε ένα από αυτά.

Πίνακας 4 Πίνακας Πραγματικών Μετρήσεων- 1ο Όροφος (Αιθ.8-9).

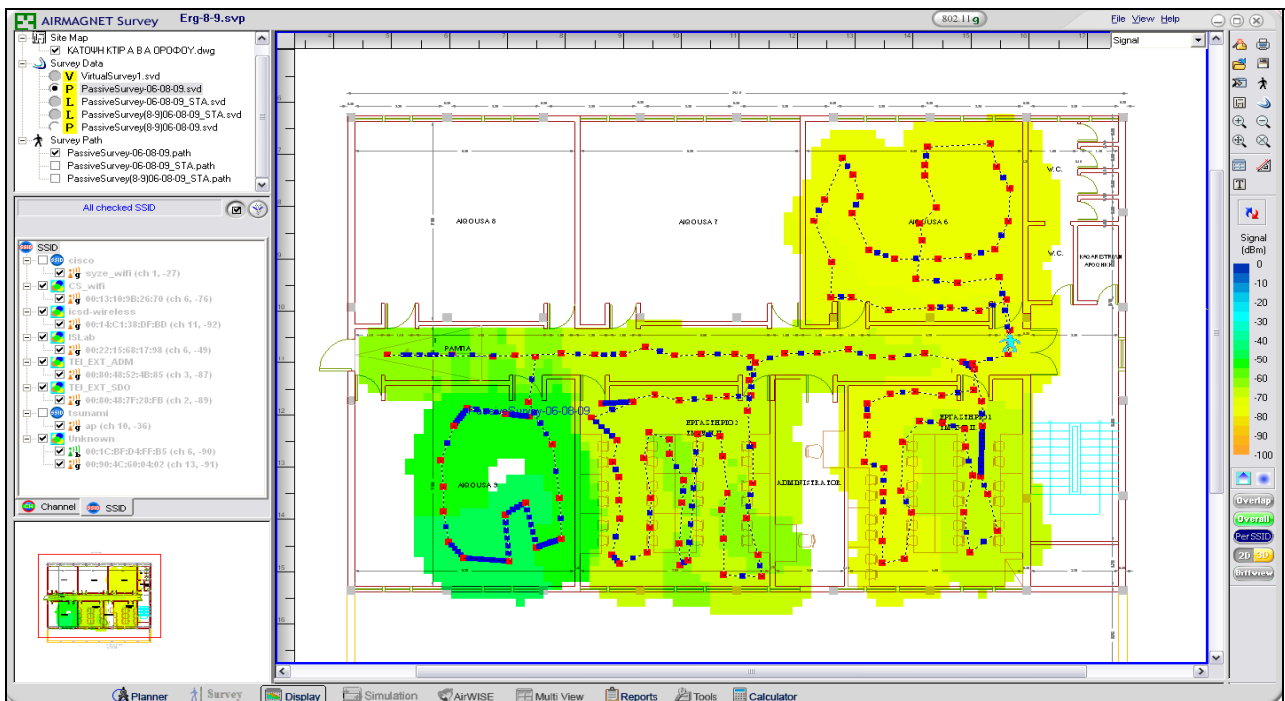
Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Εργαστήριο 1ΠΚ	-20 έως -70 dBm	54 Mbps
Administrator Room	-50 έως -80 dBm	54 Mbps
Εργαστήριο 2ΠΚ	-50 έως -70 dBm	54 Mbps
Εργαστήριο 3ΠΚ	-20 έως -65 dBm	54 Mbps
Διάδρομος	-50 έως -70 dBm	54 Mbps
Εργαστήριο 4ΠΚ	-50 έως -70 dBm	54 έως 48 Mbps
Αίθουσα 7	-60 έως -70 dBm	54 έως 48 Mbps
Αίθουσα 8	-55 έως -70 dBm	54 έως 48 Mbps

### 6.3 Κάλυψη Ορόφου (Εργ. 8-9) από άλλα Access Points.

Ένα από τα σημαντικότερα γεγονότα τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, είναι η είδη υπάρχουσα εγκατεστημένη υποδομή ασύρματου δικτύου που υπάρχει στο χώρο του ΤΕΙ. Η παράμετρος αυτή είναι σημαντική ειδικά στην περίπτωση εγκατάστασης νέου εξοπλισμού, όπου θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις συχνότητες λειτουργίας των Access Points έτσι ώστε να αποφευχθούν οι παρεμβολές μεταξύ τους.

Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζεται η κάλυψη του συγκεκριμένου ορόφου από τα είδη υπάρχον Access Points.

Εικόνα 4. Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 23 Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).

Παρατηρώντας την Εικόνα 5 και Εικόνα 7 όπου και απεικονίζεται η κάλυψη σήματος του ορόφου από τα είδη εγκατεστημένα APs, διαπιστώνεται ότι το σήμα κυμαίνεται από -40 έως και -75 dBm ενώ ο μέσος όρος είναι από -55 έως και -69 dBm. Όσον αφορά την ταχύτητα σύνδεσης (Εικόνα 10-12) κυμαίνεται από 36 έως 54 Mbps ενώ ο μέσος όρος είναι από 48 έως 54 Mbps.

Εικόνα 5. Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



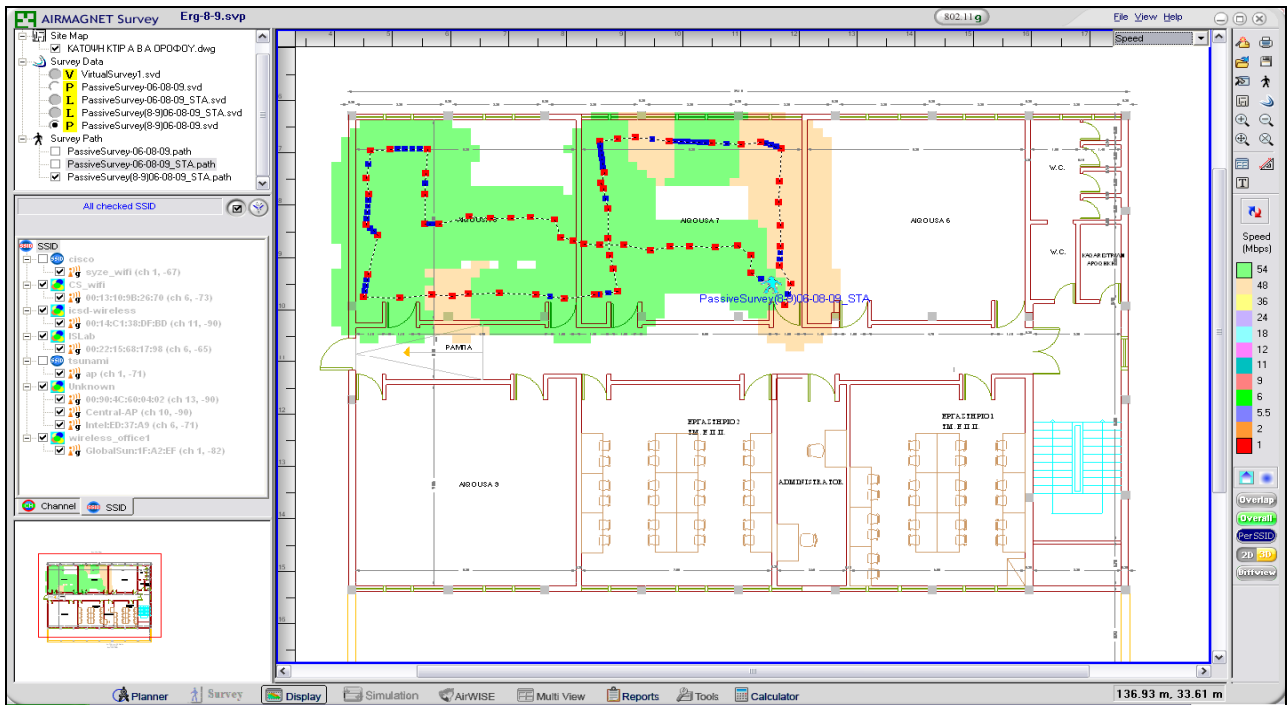
Εικόνα 24 Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).

Εικόνα 6. Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 25 Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm)

Εικόνα 7. Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



Εικόνα 26 Κάλυψη ορόφου Αιθ.8-9 από άλλα APs με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)

Όπως μπορείτε να δείτε από τις παραπάνω εικόνες η κάλυψη του συγκεκριμένου ορόφου είναι είδη εφικτή με αρκετά καλά αποτελέσματα, αλλά, η εγκατάσταση δύο-τριών Access Points θα βελτιώνει σίγουρα την κατάσταση καθώς υπάρχουν αρκετά σημεία όπου το σήμα είναι περίπου -80 dBm και η ταχύτητα σύνδεσης δεν ξεπερνά τα 36 Mbps.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποια σημαντικά σημεία του ορόφου, με το σήμα και την ταχύτητα σύνδεσης σε κάθε ένα από αυτά.

Πίνακας Μετρήσεων- 1<sup>ο</sup> Όροφος (Αιθ.8-9) από άλλα APs.

Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Εργαστήριο 1ΠΚ	-60 έως -75 dBm	54 - 48 Mbps
Administrator Room	-60 έως -75 dBm	54 - 48 Mbps
Εργαστήριο 2ΠΚ	-55 έως -65 dBm	54 Mbps
Εργαστήριο 3ΠΚ	-40 έως -50 dBm	54 Mbps
Διάδρομος	-50 έως -70 dBm	54 - 48 Mbps
Εργαστήριο 4ΠΚ	-70 έως -70 dBm	54 - 36 Mbps
Αίθουσα 7	-55 έως -75 dBm	54 - 48 Mbps
Αίθουσα 8	-55 έως -75 dBm	54 - 48 Mbps

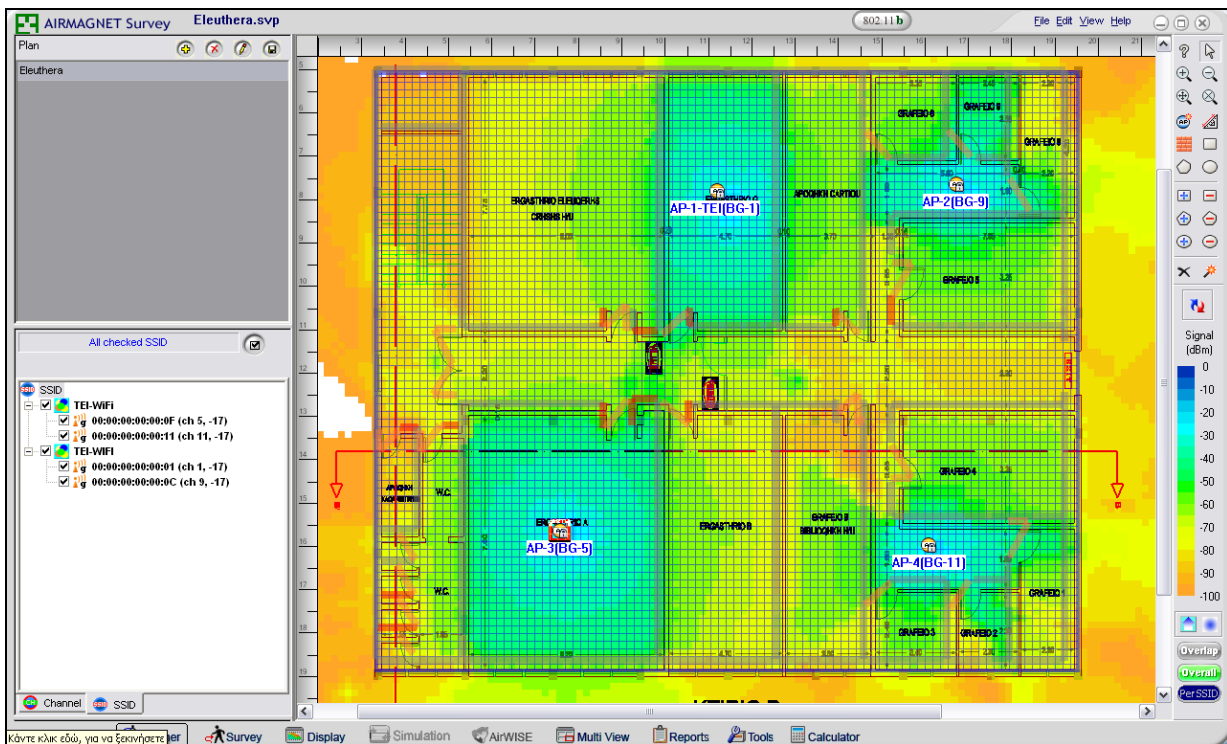
## 6.4 2<sup>ο</sup> Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια).

Στην παρακάτω εικόνα παρατηρείτε η εικονική κάλυψη του 2<sup>ο</sup> Ορόφου παλαιού κτηρίου της ΣΤΕΦ όπου στεγάζονται, η αίθουσα ελεύθερης χρήσης υπολογιστών, κάποια γραφεία καθηγητών, καθώς επίσης και μερικά εργαστήρια διαφόρων τμημάτων του ΤΕΙ. Όπως στην εικονική μελέτη του 1<sup>ο</sup> ορόφου (αίθουσες 8-9) και σε αυτή την μελέτη καθώς και στις επόμενες που θα ακολουθήσουν προστίθενται πάνω στο αρχιτεκτονικό σχέδιο του ορόφου τα υλικά κατασκευής (τοιίχος-πόρτες) καθώς και το πλέγμα με το οποίο ορίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος κάλυψης.

Το αποτέλεσμα που εξάγεται (Εικόνα 13-14) από την μελέτη είναι πολύ ικανοποιητικό καθώς με 4 APs επιτυγχάνεται η πλήρη κάλυψη του ορόφου και με αρκετά καλό σήμα. Συγκεκριμένα το σήμα κυμαίνεται από -20 dBm σε απόσταση μερικών μέτρων από τα APs και από -40 έως και -70 dBm στους υπόλοιπους χώρους, δηλαδή, σε αποστάσεις που είναι πάνω από 5 μέτρα από τα APs, ο μέσος όρος είναι από -33 έως και -63 dBm.

### 6.4.1 Εικονική Μελέτη (Virtual Survey)

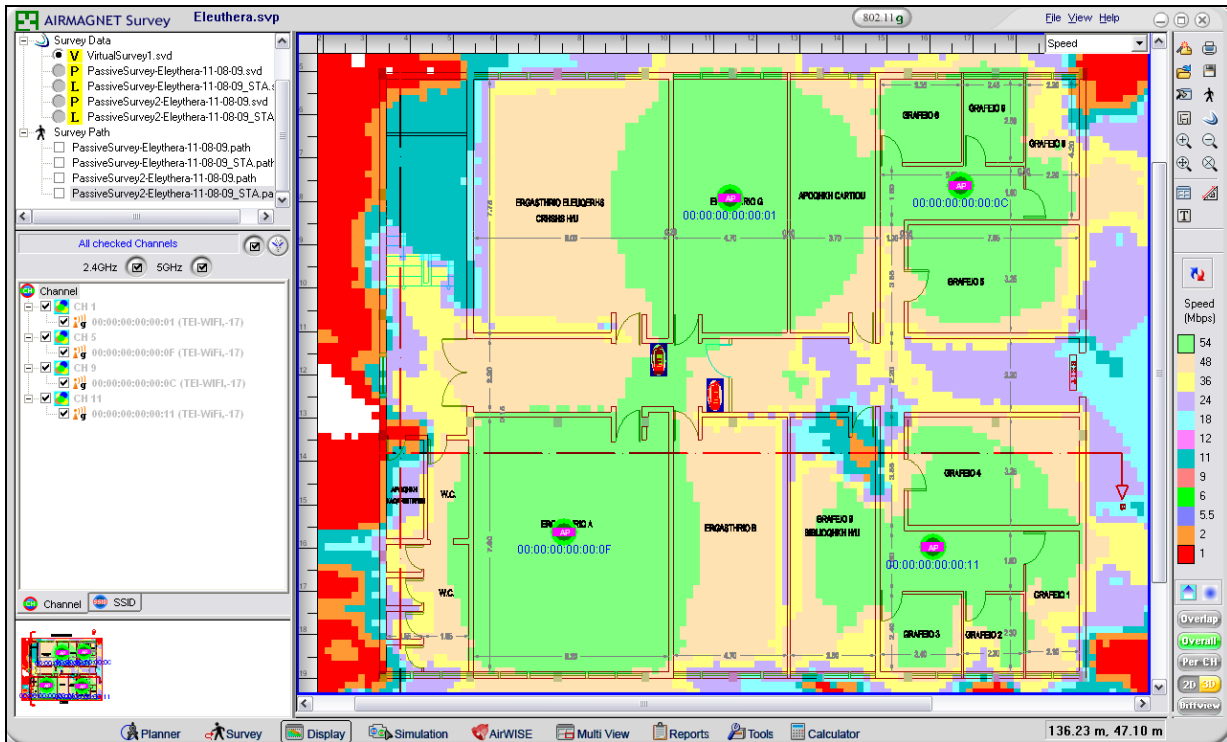
Εικόνα 8. Virtual Survey (Signal)-2<sup>ο</sup> Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια). Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 27 Εικόνα 12. Virtual Survey (Signal)-2ο Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια)

Το παραπάνω αποτέλεσμα μπορεί να διαπιστωθεί ακόμα καλύτερα με την εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 14) όπου παρατηρείτε η κάλυψη με βάση την ταχύτητα σύνδεσης. Όπως μπορείτε να δείτε η ταχύτητα σύνδεσης είναι κυρίως 54 έως 48 Mbps και σε ελάχιστα σημεία, όπου είναι και σημεία όχι και τόσο μεγάλου ενδιαφέροντος, είναι κάτω από 24 Mbps.

Εικόνα 9. Virtual Survey (Speed)-2<sup>ο</sup> Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια). Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



Εικόνα 28 Virtual Survey (Speed)-2<sup>ο</sup> Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια). Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποια σημαντικά σημεία του ορόφου, με το σήμα και την ταχύτητα σύνδεσης σε κάθε ένα από αυτά.

Πίνακας 5 Εικονικών Μετρήσεων- 2<sup>ο</sup> Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια).



Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Εργ.Ελεύθ.Χρήσης	-45 έως -70 dBm	54-24 Mbps
Εργαστήριο Γ	-20 έως -40 dBm	54 Mbps
Αποθήκη	-45 έως -60 dBm	54-48 Mbps
Πάνω Γραφεία	-20 έως -70 dBm	54-36 Mbps
Εργαστήριο Α	-20 έως -40 dBm	54 Mbps
Εργαστήριο Β	-50 έως -70 dBm	48-36 Mbps
Γραφεία 5 Βιβλιοθήκη	-50 έως -90 dBm	54-11 Mbps
Κάτω Γραφεία	-20 έως -70 dBm	54-48 Mbps



## 6.4.2 Πραγματικές μετρήσεις (Path Survey)

Για την υλοποίηση των πραγματικών μετρήσεων εγκαταστάθηκαν APs στα σημεία όπου τοποθετήθηκαν και τα εικονικά, με σκοπό να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν και να οδηγηθεί έτσι στον ακριβές αριθμό των APs που χρειάζονται για την κάλυψη του ορόφου. Διαθέσιμα υπήρχαν μόνο δύο APs, όπου το ένα (Cisco AP 1130) εγκαταστάθηκε στο εργαστήριο-Γ ενώ το δεύτερο (Cisco AP 1230) εγκαταστάθηκε στο εργαστήριο-Α.

Σημεία Εγκατάστασης των Access Points.

	<p>Εργαστήριο-Γ Access Point 1130</p>		<p>Εργαστήριο-Α Access Point 1230</p>
--	---	--	---

Πίνακας 6 Εργ.Γ και Εργ.Α Σημεία Εγκατάστασης APs.

Στην Εικόνα 15 αναπαριστάται η κάλυψη σήματος για το συγκεκριμένο όροφο. Συγκεκριμένα η κάλυψη για τον όροφο κυμαίνεται από -20 έως και -85 dBm ενώ ο μέσος όρος είναι περίπου από -50 έως και -65 dBm.

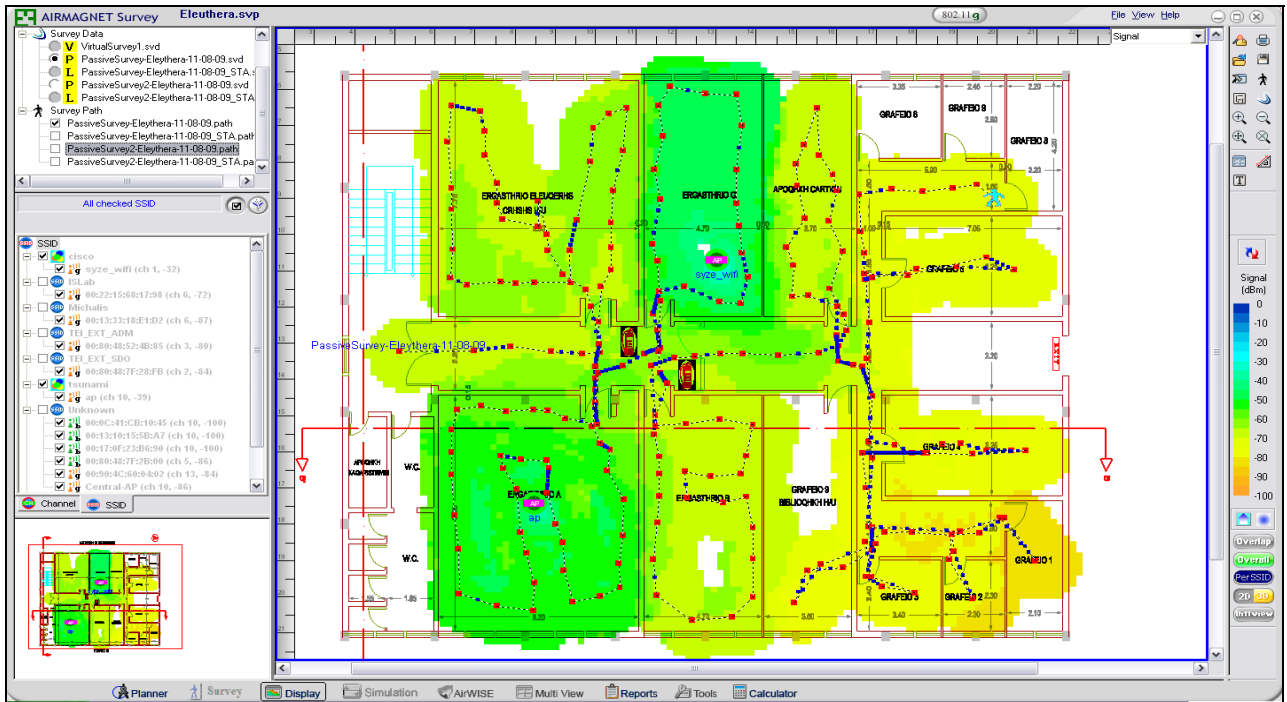
Στην Εικόνα 16 παρουσιάζεται η κάλυψη του ορόφου σύμφωνα με την ταχύτητα σύνδεσης, μετά την εγκατάσταση των δύο APs. Στο μεγαλύτερο μέρος του ορόφου, η ταχύτητα είναι κυρίως στα 54 Mbps, και σε ένα πολύ μικρότερο κομμάτι του ορόφου, από 46 έως και 24 Mbps.

Η κάλυψη που προέκυψε από την εγκατάσταση των δύο APs ήταν καλύτερη από το αναμενόμενο καθώς κατέστη δυνατή η κάλυψη σχεδόν του 90% του ορόφου μόνο με την εγκατάσταση των δύο APs.

Ωστόσο η εγκατάσταση ενός ή ακόμα καλύτερα δύο APs θα θεωρείτο αρκετά επιθυμητή έως και αναγκαία καθώς εκτός από το μεγαλύτερο εύρος κάλυψης και την σταθερότητα σύνδεσης που θα επιτευχθεί, χρειάζονται επιπλέον APs διότι στο συγκεκριμένο όροφο υπάρχει μεγαλύτερος αριθμός χρηστών επομένως και απαιτούνται περισσότερα σημεία πρόσβασης.

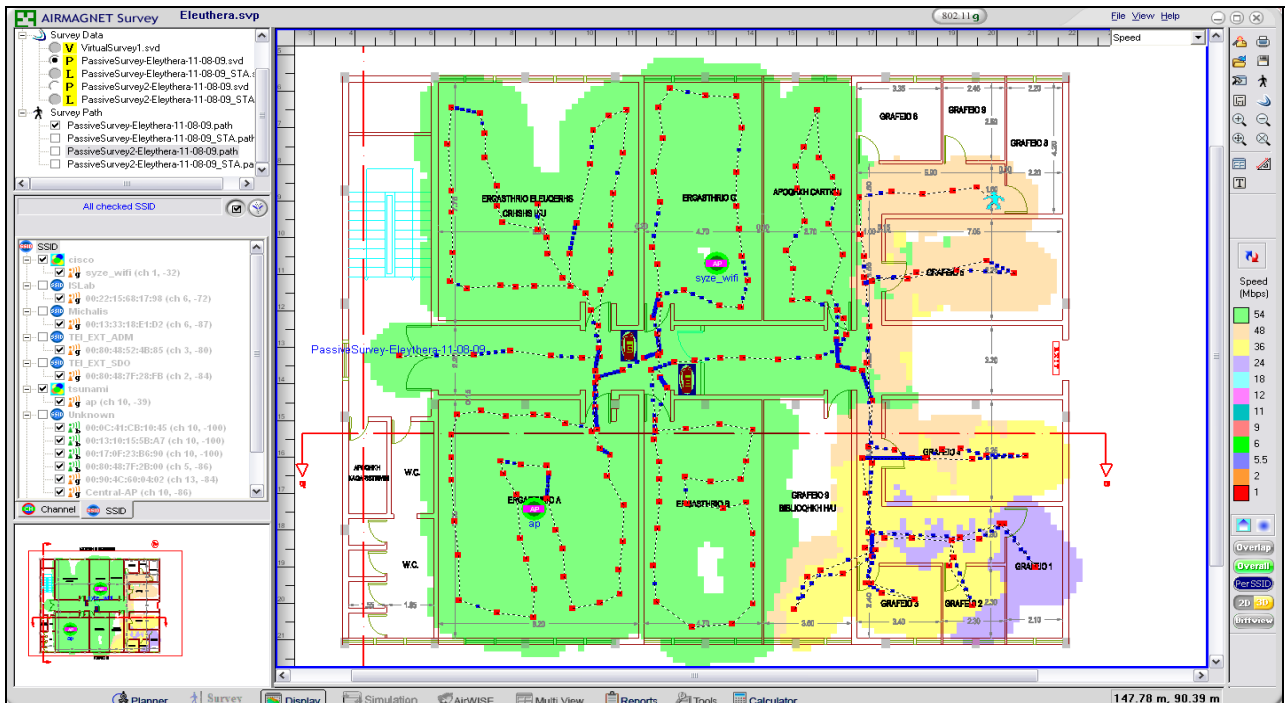


Εικόνα 10. Path Survey (Signal)-2<sup>ο</sup> Όροφος (Ελεύθερα Εργαστήρια). Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 29 Path Survey (Signal)-2<sup>ο</sup> Όροφος (Ελεύθερα Εργαστήρια).

Εικόνα 11. Path Survey (Speed)-2<sup>ο</sup> Όροφος (Ελεύθερα Εργαστήρια) με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



**Πίνακας 7 Πραγματικών Μετρήσεων- 2ο Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια).**

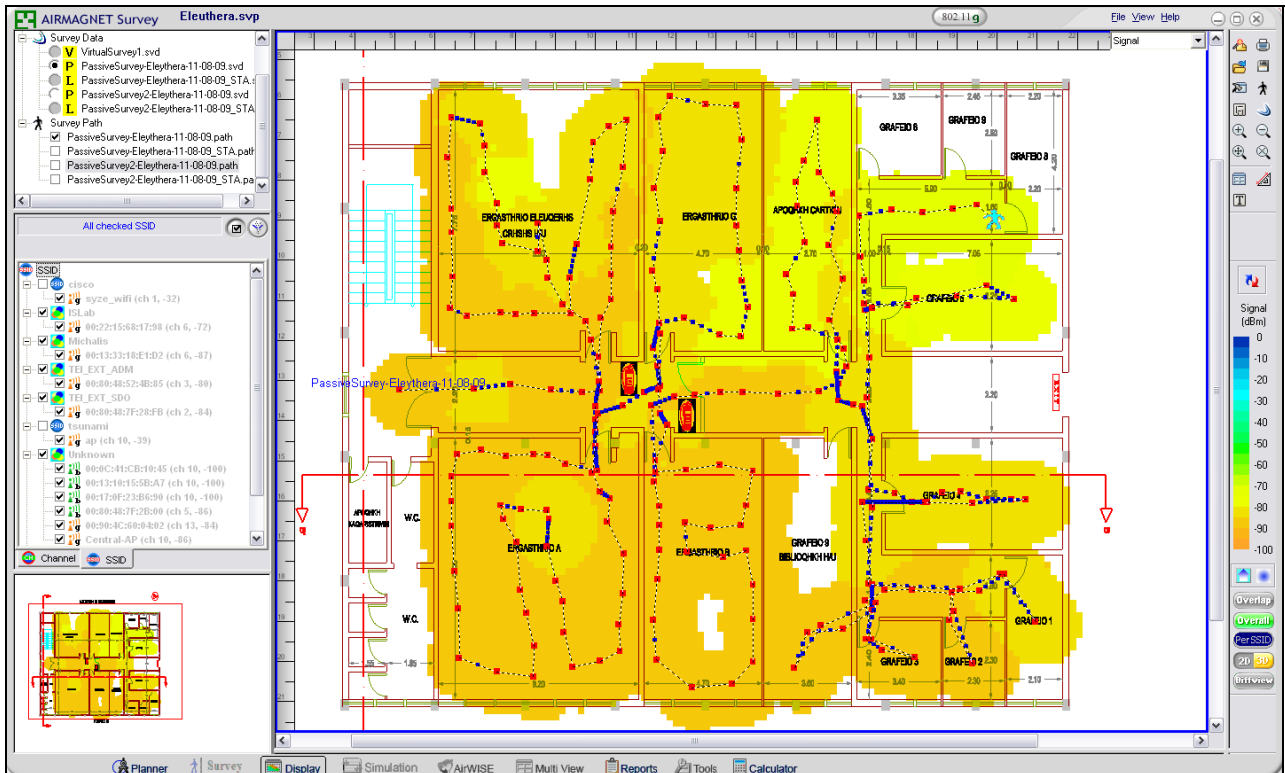
Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Εργ.Ελεύθ.Χρήσης	-50 έως -65 dBm	54 Mbps
Εργαστήριο Γ	-20 έως -50dBm	54 Mbps
Αποθήκη	-55 έως -65 dBm	54 Mbps
Πάνω Γραφεία	-70 έως -75 dBm	48 Mbps
Εργαστήριο Α	-20 έως -50 dBm	54 Mbps
Εργαστήριο Β	-55 έως -65 dBm	54 Mbps
Γραφεία 5 Βιβλιοθήκη	-65 έως -70 dBm	54-36 Mbps
Κάτω Γραφεία	-70 έως -85 dBm	48-24 Mbps

### 6.4.3 Κάλυψη 2<sup>ο</sup> Ορόφου (Ελεύθερα Εργαστήρια) από άλλα Access Points.

Στην Εικόνα 17 και 18 απεικονίζεται η κάλυψη του ορόφου, σύμφωνα με το σήμα (dBm) και την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps), από είδη εγκατεστημένα APs. Από αυτές τις δύο εικόνες μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί ότι υπάρχει πλήρης κάλυψη του ορόφου αλλά με αρκετά ασθενές σήμα (dBm). Συγκεκριμένα η κάλυψη κυμαίνεται από -90 έως -100 dBm και μέσος όρος από -77 έως και -90 dBm, ενώ η ταχύτητα σύνδεσης από 48 έως 5,5 Mbps με μέσο όρο από 30 έως και 11 Mbps. Η κάλυψη αυτή, από μια σύντομη έρευνα που έγινε, προκύπτει, από ένα AP που είναι εγκατεστημένο στον συγκεκριμένο όροφο αλλά και από APs που είναι εγκατεστημένα στον εξωτερικό χώρο του TEI.

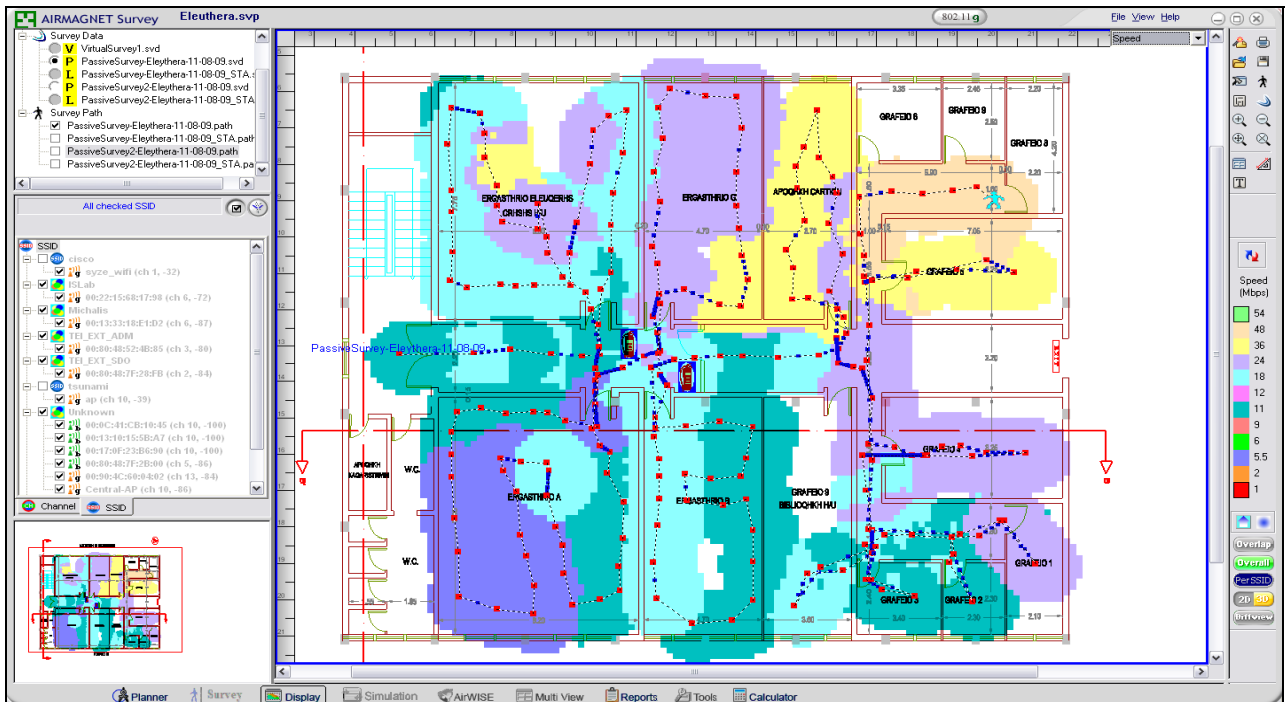
Εικόνα 12.

Κάλυψη 2<sup>ο</sup> Ορόφου (Ελεύθερα Εργαστήρια) από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 30 Κάλυψη 2ο Ορόφου (Ελεύθερα Εργαστήρια) από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).

Εικόνα 13. Κάλυψη 2<sup>ο</sup> Ορόφου (Ελεύθερα Εργαστήρια) από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 31 2ο Ορόφου (Ελεύθερα Εργαστήρια) από άλλα APs με βάση το σήμα (dBm).

Πίνακας 8 Μετρήσεων- 2ο Όροφος (Ελεύθερα-Εργαστήρια) από άλλα APs.

Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Εργ.Ελεύθ.Χρήσης	-75 έως -100 dBm	36-11 Mbps
Εργαστήριο Γ	-75 έως -90 dBm	36-24 Mbps
Αποθήκη	-70 έως -85 dBm	36-24 Mbps
Πάνω Γραφεία	-70 έως -80 dBm	48-36 Mbps
Εργαστήριο Α	-75 έως -85 dBm	18-5.5 Mbps
Εργαστήριο Β	-85 έως -90 dBm	18-11 Mbps
Γραφεία 5 Βιβλιοθήκη	-90 έως -95 dBm	24-11 Mbps
Κάτω Γραφεία	-80 έως -95 dBm	24-11 Mbps

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### 7 Κτήριο Β.

Στις επόμενες Εικόνες 19 έως 30 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις για το Ισόγειο και τον 1<sup>ο</sup> Όροφο από άλλο παλιό κτήριο της ΣΤΕΦ. Το κτήριο αυτό περιέχει περισσότερες αίθουσες που συνεπάγεται περισσότερα εμπόδια, γωνίες δηλαδή και αντανάκλασεις του σήματος. Εξαιτίας του γεγονότος αυτού είναι κάπως δύσκολο να επιλεχτούν, εξαρχής χωρίς να έχουν πραγματοποιηθεί μετρήσεις, τα σημεία εγκατάστασης των APs. Στο σημείο αυτό θα χρησιμοποιηθεί η ιδιότητα που έχει το AirMagnet να μπορεί, σύμφωνα με τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί, να υπολογίσει τα σημεία εγκατάστασης καθώς και τον ελάχιστο απαιτούμενο αριθμό των APs που χρειάζονται για τον συγκεκριμένο όροφο, με το σήμα (dBm) να κυμαίνεται από 0 έως -100 dBm.

#### 7.1 Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ.

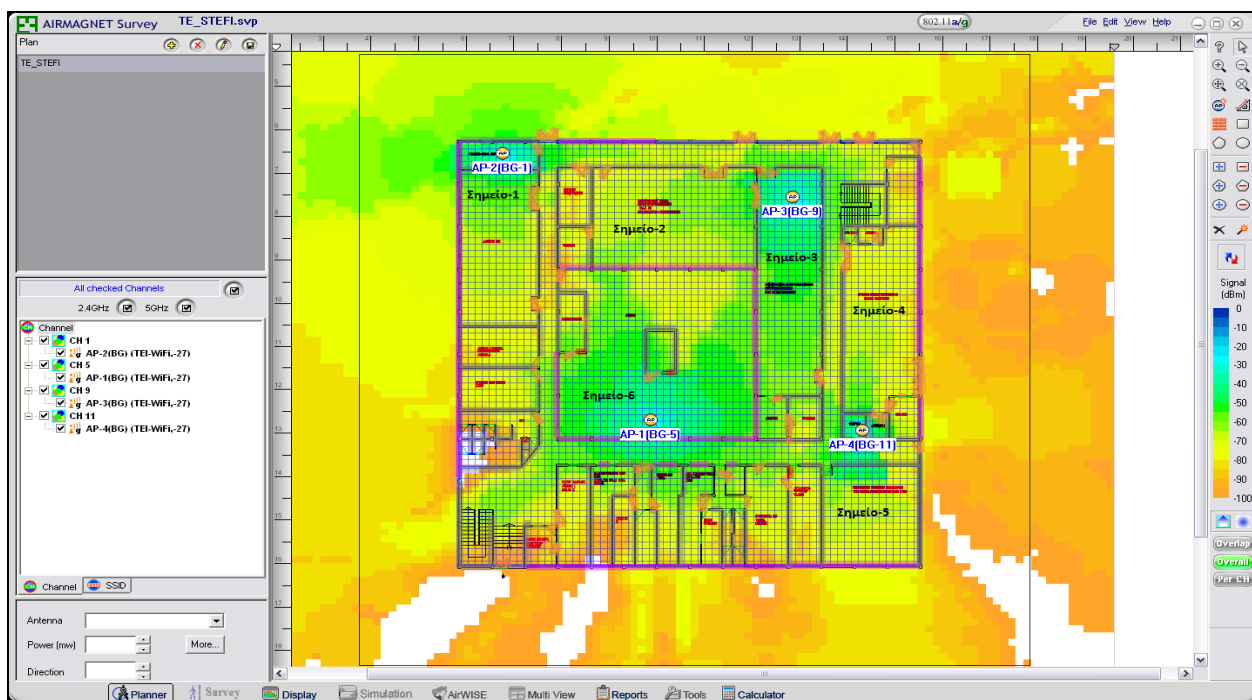
##### 7.1.1 Εικονική Μελέτη (Virtual Survey).

Μετά από μερικά λεπτά υπολογισμών το AirMagnet εξέδωσε τέσσερα APs ως ελάχιστο αριθμό για την κάλυψη του ορόφου. Στην Εικόνα 19 καθώς και 20 που ακολουθούν, μπορεί να διαπιστωθεί ότι με αυτά τα τέσσερα AP υπάρχει πλήρη κάλυψη του ορόφου και με αρκετά καλά αποτελέσματα.

Στην παρακάτω εικόνα 19 απεικονίζεται η κάλυψη σήματος για το συγκεκριμένο όροφο. Παρατηρώντας τα χρώματα απάνω στο σχέδιο καθώς και την επεξηγηματική μπάρα στα δεξιά μπορεί να διαπιστωθεί ότι, το σήμα κυμαίνεται από -20 έως και 85 dBm ενώ ο μέσος όρος είναι από -24 έως και -74 Mbps.

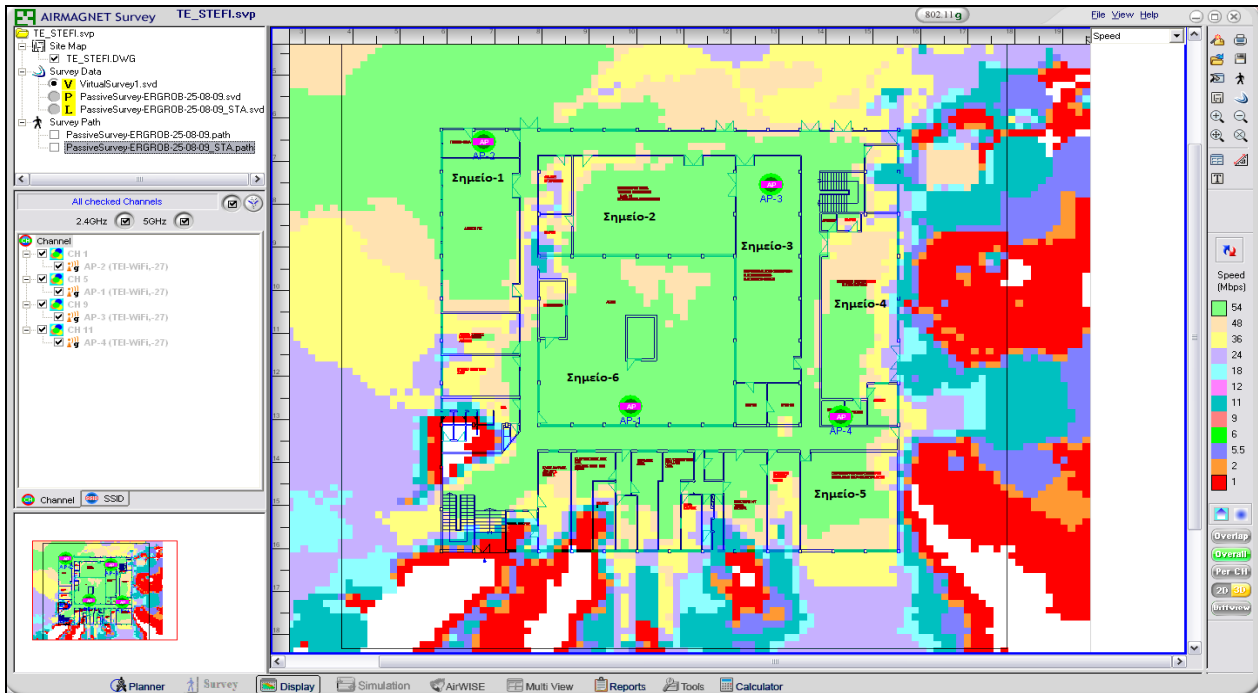
Στην εικόνα 20 μπορεί να διαπιστωθεί η κάλυψη του ορόφου σύμφωνα με την ταχύτητα σύνδεσης. Η ταχύτητα σύνδεσης είναι κυρίως 54 Mbps και σε ορισμένα σημεία από 24 έως και 48 Mbps.

Εικόνα 14. Virtual Survey (Signal)-Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 32 Virtual Survey (Signal)-Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).

Εικόνα 15. Virtual Survey (Speed)-Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



Εικόνα 33 Virtual Survey (Speed)-Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποια σημαντικά σημεία του ορόφου, με το σήμα και την ταχύτητα σύνδεσης σε κάθε ένα από αυτά.

Πίνακας 9 Εικονικών Μετρήσεων Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ.

Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Σημείο-1	-20 έως -70 dBm	54-48 Mbps
Σημείο-2	-45 έως -85 dBm	54-24 Mbps
Σημείο-3	-20 έως -70 dBm	54 Mbps
Σημείο-4	-20 έως -75 dBm	54-36 Mbps
Σημείο-5	-20 έως -75 dBm	54-36 Mbps
Σημείο-6	-20 έως -70 dBm	54-48 Mbps

## 7.1.2 Πραγματικές μετρήσεις (Path Survey)

Για την υλοποίηση των πραγματικών μετρήσεων εγκαταστάθηκε, δυστυχώς μόνο ένα AP Cisco 1130 στο γραφείο του κ.Μαλάμου, καθώς δεν υπήρχε η δυνατότητα πρόσβαση σε άλλους χώρους για την εγκατάσταση άλλων APs.

### Σημεία Εγκατάστασης Access Points

	<p>Γραφείο κ.Μαλάμος, Access Point 1130</p>
--	---

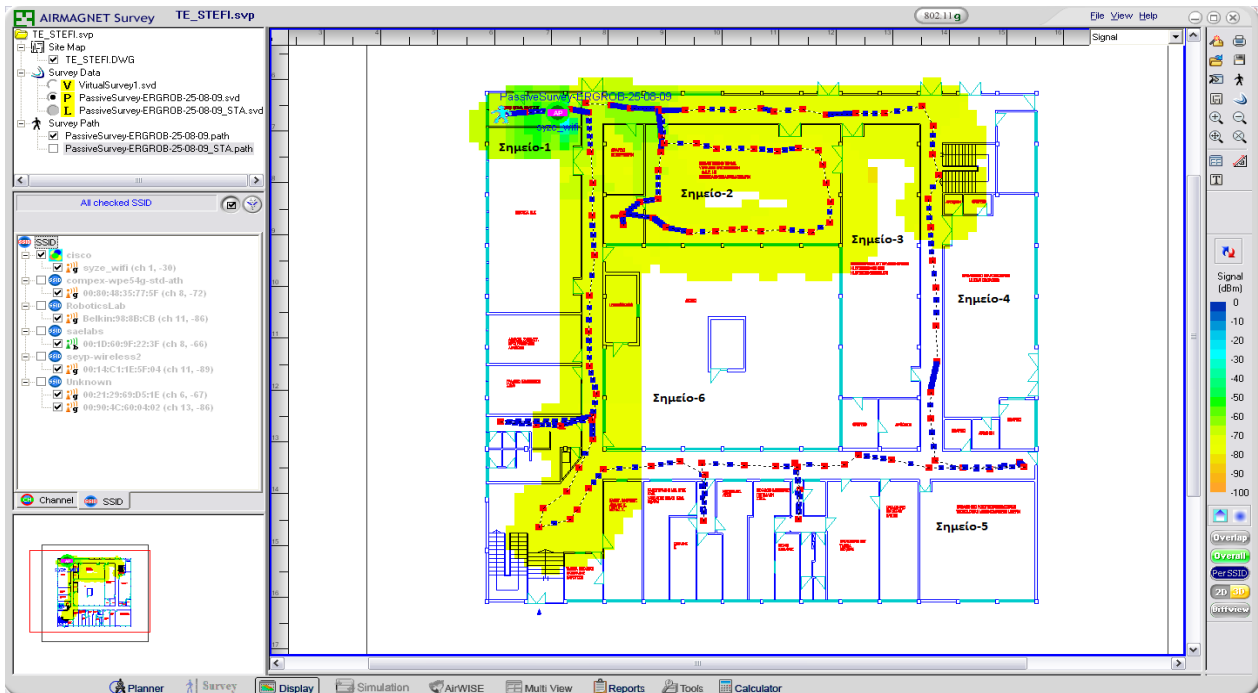
Πίνακας 10 Γραφείο κ.Μαλάμος Εγκατάσταση AP.

Στην εικόνα 21 που ακολουθεί παρατηρείτε η κάλυψη σήματος που παρέχει το AP 1130 στο συγκεκριμένο χώρο. Το σήμα στο συγκεκριμένο χώρο είναι από -20 (στο χώρο όπου βρίσκεται το AP) έως και -100 dBm σε σημεία όπου το σήμα δεν έφτανε καθόλου. Ο μέσος όρος είναι από -70 έως και -91 dBm.

Στην εικόνα 22 παρατηρείται η κάλυψη του ορόφου σύμφωνα με την ταχύτητα σύνδεσης. Τα αποτελέσματα και σε αυτή την περίπτωση είναι χαμηλά καθώς η ταχύτητα κυμαίνεται από 1 (σε σημεία όπου δεν υπάρχει καθόλου κάλυψη) έως και 54 Mbps σε αποστάσεις γύρω από το AP. Ο μέσος όρος είναι από 18 έως και 36 Mbps.

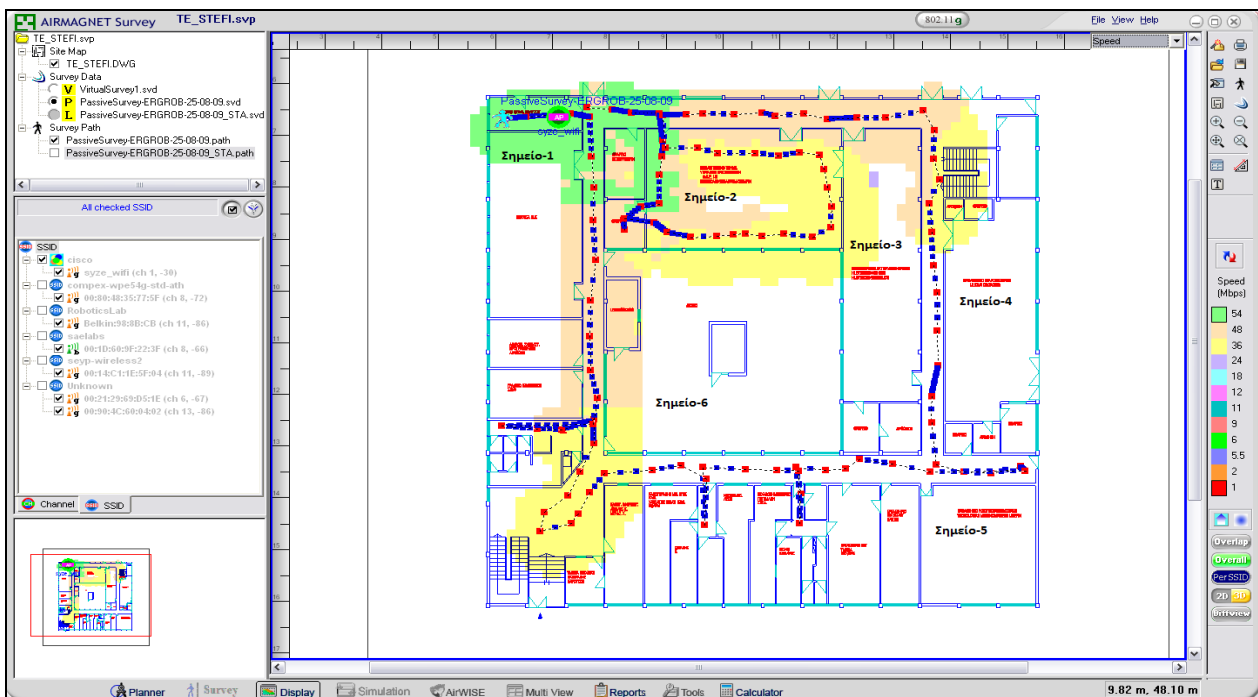
Με την εγκατάσταση ενός μόνο AP επιτυγχάνεται κάλυψη του χώρου περίπου στο 50%. Στηριζόμενοι στα στοιχεία αυτά αλλά και σε συνδυασμό με τις εικονικές μετρήσεις που λήφθηκαν πιο πάνω, μπορεί να ειπωθεί ότι με την εγκατάσταση ενός ακόμα AP θα επιτευχθεί πλήρη κάλυψη του χώρου.

Εικόνα 16. Path Survey (Signal)-Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 34 Path Survey (Signal)-Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).

Εικόνα 17. Path Survey (Speed)-Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



Εικόνα 35 Path Survey (Speed)-Ισόγειο ΤΕ\_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)).



Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποια σημαντικά σημεία του ορόφου, με το σήμα και την ταχύτητα σύνδεσης σε κάθε ένα από αυτά.

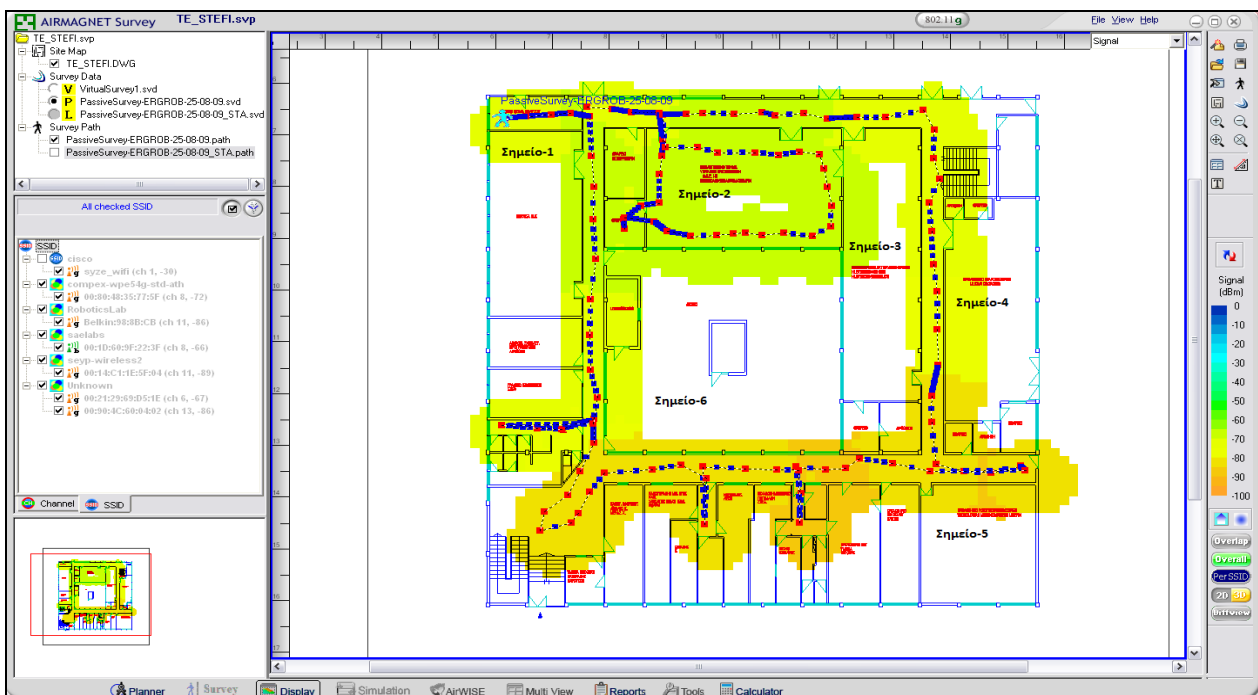
**Πίνακας 11 Πραγματικών Μετρήσεων Ισόγειο TE\_ΣΤΕΦ.**

Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Σημείο-1	-20 έως -75 dBm	54-48 Mbps
Σημείο-2	-55 έως -75 dBm	54-36 Mbps
Σημείο-3	-75 έως -100 dBm	48-36 Mbps
Σημείο-4	-100 dBm	1 Mbps
Σημείο-5	-100 dBm	1 Mbps
Σημείο-6	-75 έως -100 dBm	48-1 Mbps

### 7.1.3 Κάλυψη Ισογείου TE\_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points.

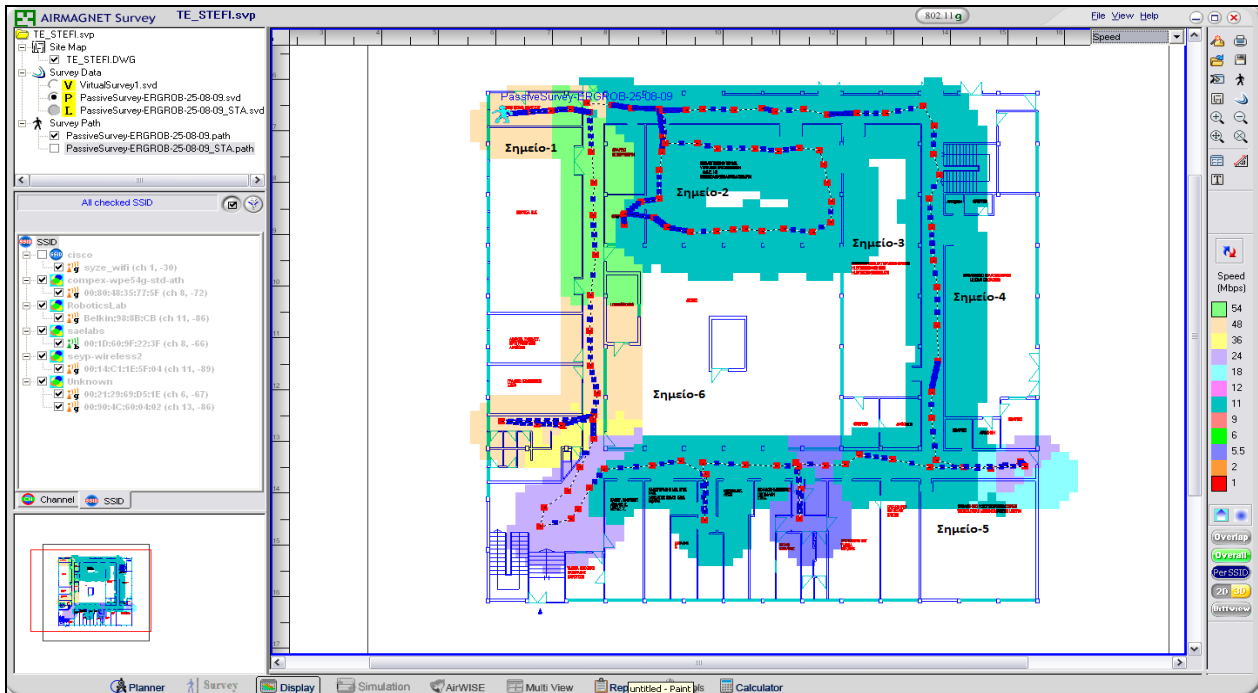
Στην Εικόνα 23 και 24 απεικονίζεται η κάλυψη του χώρου, σύμφωνα με το σήμα (dBm) και την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps), από είδη εγκατεστημένα APs. Από αυτές τις δύο εικόνες μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί ότι υπάρχει πλήρης κάλυψη του ορόφου αλλά με αρκετά ασθενές σήμα (dBm). Συγκεκριμένα η κάλυψη κυμαίνεται από -55 έως -85 dBm και μέσος όρος από -60 έως και -75 dBm, ενώ η ταχύτητα σύνδεσης από 5,5 έως 54 Mbps με μέσο όρο από 18 έως και 36 Mbps. Η ταχύτητα σύνδεσης είναι κυρίως κάτω από 11 Mbps και σε ένα πολύ μικρό κομμάτι φτάνει τα 54 Mbps.

**Εικόνα 18.** Κάλυψη Ισογείου TE\_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση το σήμα (dBm).



**Εικόνα 36** Κάλυψη Ισογείου TE\_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση το σήμα (dBm).

Εικόνα 19. Κάλυψη Ισογείου TE\_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



Εικόνα 37 Κάλυψη Ισογείου TE\_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποια σημαντικά σημεία του ορόφου, με το σήμα και την ταχύτητα σύνδεσης σε κάθε ένα από αυτά.

Πίνακας 12 Μετρήσεων Ισόγειο TE\_ΣΤΕΦ από άλλα APs.

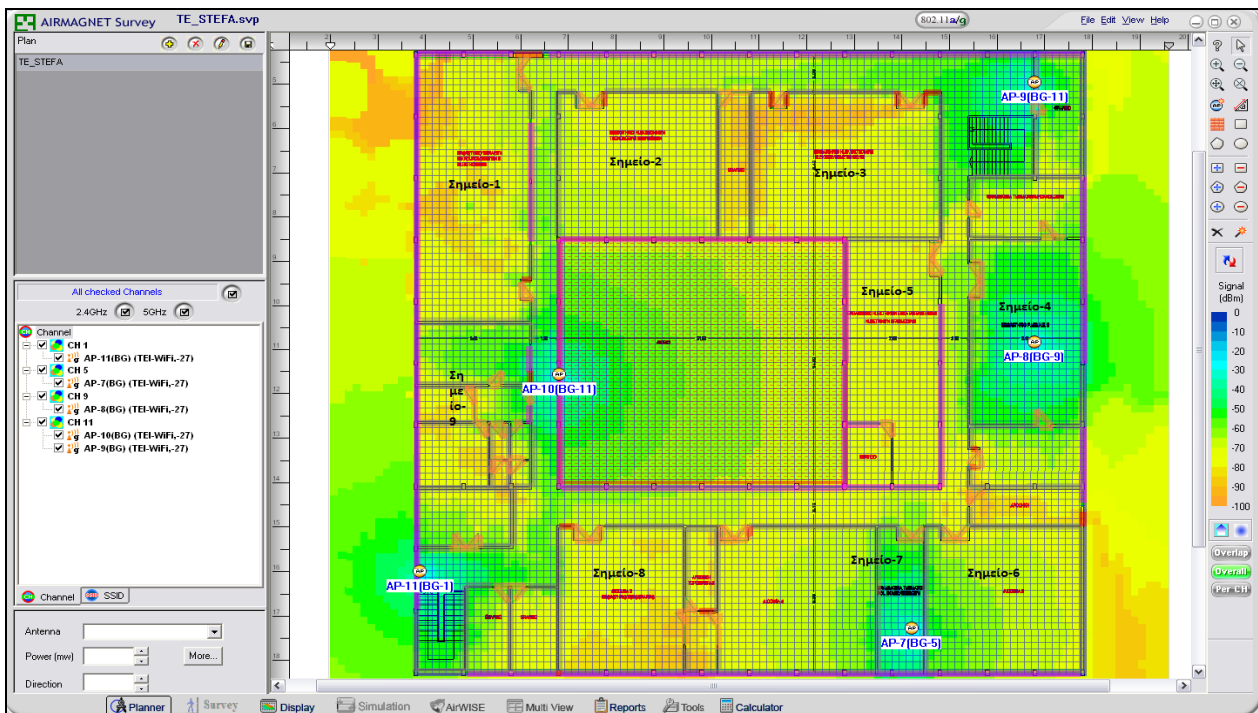
Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Σημείο-1	-60 έως -70 dBm	54 - 48 Mbps
Σημείο-2	-55 έως -60 dBm	54 - 11 Mbps
Σημείο-3	-55 έως -70 dBm	11 Mbps
Σημείο-4	-70 έως -80 dBm	11 Mbps
Σημείο-5	-75 έως -85 dBm	18 - 11 Mbps
Σημείο-6	-55 έως -80 dBm	54 - 5.5 Mbps

## 7.2 1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ

### 7.2.1 Εικονική Μελέτη (Virtual Survey)

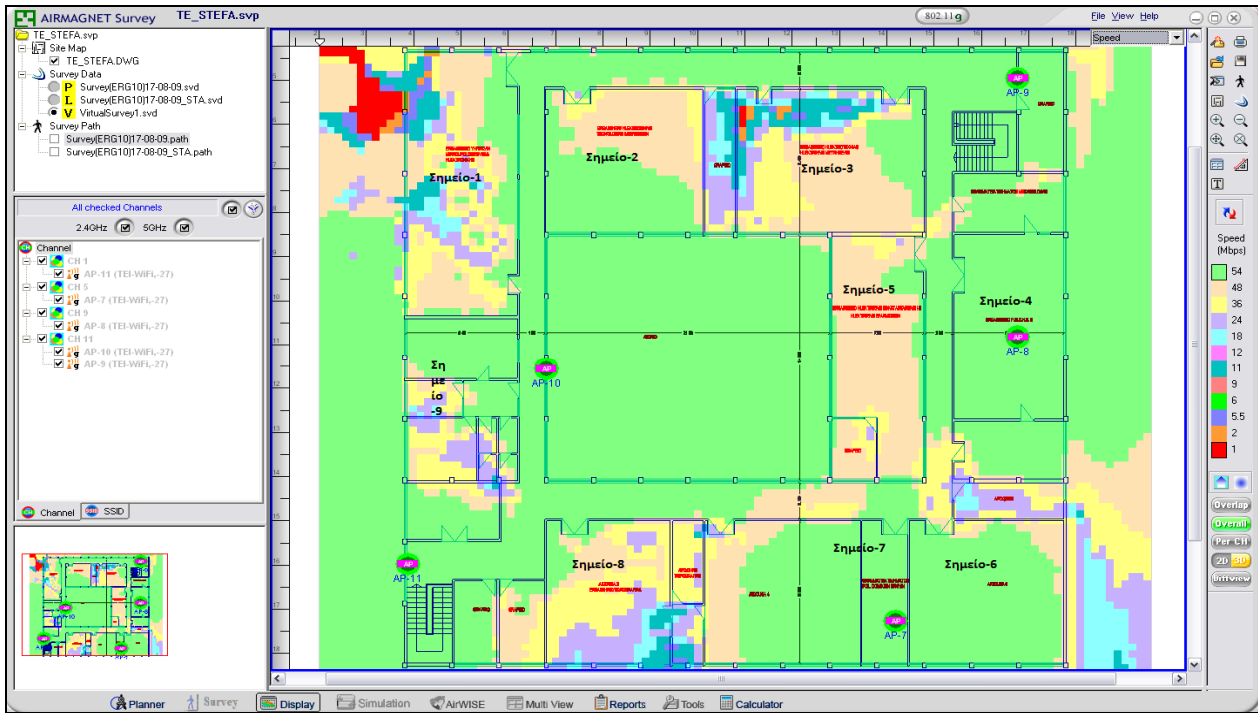
Όπως προηγουμένως έτσι και σε αυτήν την περίπτωση θα επιλεχτεί από την ιδιότητα του προγράμματος AirMagnet να κάνει τους υπολογισμούς για τα σημεία εγκατάστασης των APs στην εικονική μελέτη του ορόφου. Στην Εικόνα 25 μπορεί να διαπιστωθεί ο αριθμός των APs (5) που προτείνει το πρόγραμμα καθώς και την κάλυψη που προσφέρουν αυτά τα APs. Από τις Εικόνες 25 και 26 μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί ότι με τα 5 APs υπάρχει αρκετά αξιόλογη κάλυψη του ορόφου καθώς το σήμα δεν πέφτει κάτω από -70 dBm και η ταχύτητα σύνδεσης είναι κυρίως 54 και 48 Mbps.

Εικόνα 20. Virtual Survey (Signal)-1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 38 Virtual Survey (Signal)-1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm).

Εικόνα 21. Virtual Survey (Speed)-1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



Εικόνα 39 Virtual Survey (Speed)-1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)).

Αναλυτικότερα το σήμα (Εικόνα 25) κυμαίνεται από -20 έως -90 dBm με μέσο όρο από -50 έως και -75 dBm. Όσον αφορά την ταχύτητα σύνδεσης κυμαίνεται από 11 έως 54 Mbps με μέσο όρο για το συγκεκριμένο όροφο από 24 έως και 54 Mbps.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποια σημαντικά σημεία του ορόφου, με το σήμα και την ταχύτητα σύνδεσης σε κάθε ένα από αυτά.

Πίνακας 13 Εικονικών Μετρήσεων 1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ.

Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Σημείο-1	-60 έως -85 dBm	54 - 11 Mbps
Σημείο-2	-60 έως -75 dBm	54 - 36 Mbps
Σημείο-3	-65 έως -90 dBm	54 - 11 Mbps
Σημείο-4	-20 έως -55 dBm	54 Mbps
Σημείο-5	-70 έως -80 dBm	54 - 36 Mbps
Σημείο-6	-55 έως -70 dBm	54 - 48 Mbps
Σημείο-7	-20 έως -70 dBm	54 - 48 Mbps
Σημείο-8	-70 έως -80 dBm	54 - 11 Mbps
Σημείο-9	-50 έως -70 dBm	54 - 11 Mbps

## 7.2.2 Πραγματικές μετρήσεις (Path Survey)

Για την δημιουργία των πραγματικών μετρήσεων εγκαταστάθηκαν δυο APs, ένα Cisco 1130 στο εργαστήριο τηλεϊατρικής και ένα Linksys WRT54G στο χώρο των διαχειριστών, (ο συγκεκριμένος χώρος δεν απεικονίζεται στο σχεδιάγραμμα διότι ανήκει στο νέο κτήριο της ΣΤΕΦ και δεν υπήρχαν αρχιτεκτονικά σχέδια σε ηλεκτρονική μορφή).

### Σημεία Εγκατάστασης Access Points.

	<p>Εργαστήριο Τηλεϊατρικής</p> <p>Access Point 1130</p>		<p>Administrator Room</p> <p>Access Point Linksys- WRT54G</p>
--	---	---	---

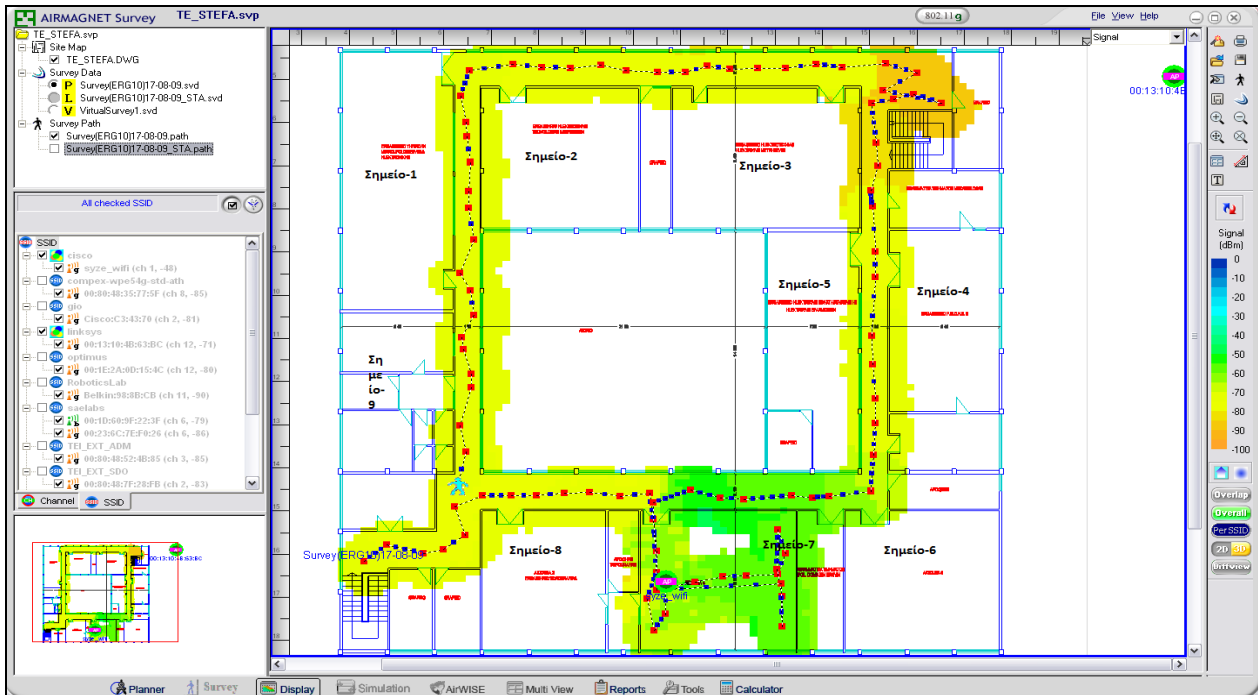
Πίνακας 14 Εργ.Τηλεϊατρικής και Admin.Room Σημεία Εγκατάστασης APs.

Από τις Εικόνες 27 και 28 συμπεραίνεται ότι υπάρχει μια σχετικά καλή κάλυψη του ορόφου. Το σήμα είναι κυρίως από -50 έως -70 dBm και σε ένα μικρό κομμάτι είναι κάτω από -80 dBm.

Περίπου στο ίδιο επίπεδο κυμαίνεται και η ταχύτητα σύνδεσης καθώς είναι κυρίως από 36 έως 54 Mbps και σε ένα μικρό κομμάτι (διάδρομος-σκαλιά) είναι κάτω από τα 24 Mbps.

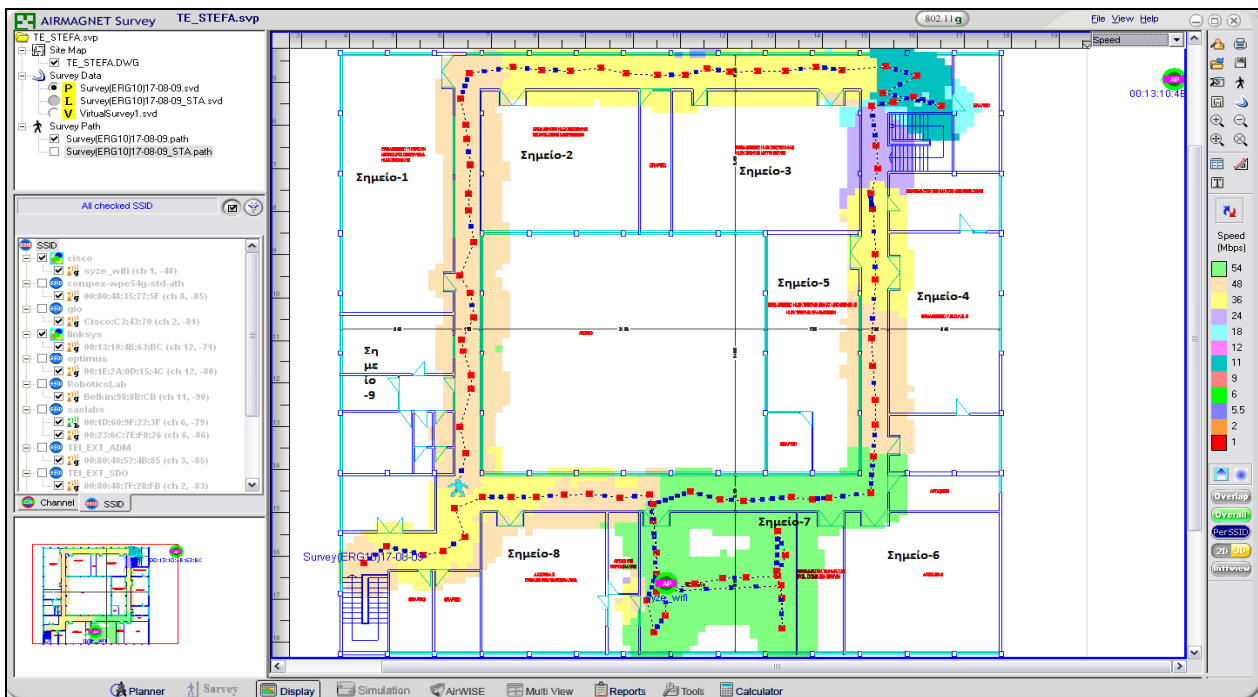
Δυστυχώς δεν υπήρχε η δυνατότητα πρόσβασης στα άλλα εργαστήρια πέρα από το εργαστήριο της Τηλεϊατρικής, έτσι οι μετρήσεις μας περιορίζονται κυρίως στο διάδρομο του ορόφου. Παρόλα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτά και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της εικονικής μέτρησης μπορεί να διαπιστωθεί ότι είναι αναγκαίο η προσθήκη ενός ακόμα Access Point για την βελτίωση της κάλυψης του συγκεκριμένου ορόφου.

Εικόνα 22. Path Survey (Signal)-1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 40 Path Survey (Signal)-1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση το σήμα (dBm)).

Εικόνα 23. Path Survey (Speed)-1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ. Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).



Εικόνα 41 Path Survey (Speed)-1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ. (Αποτέλεσμα κάλυψης με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)).

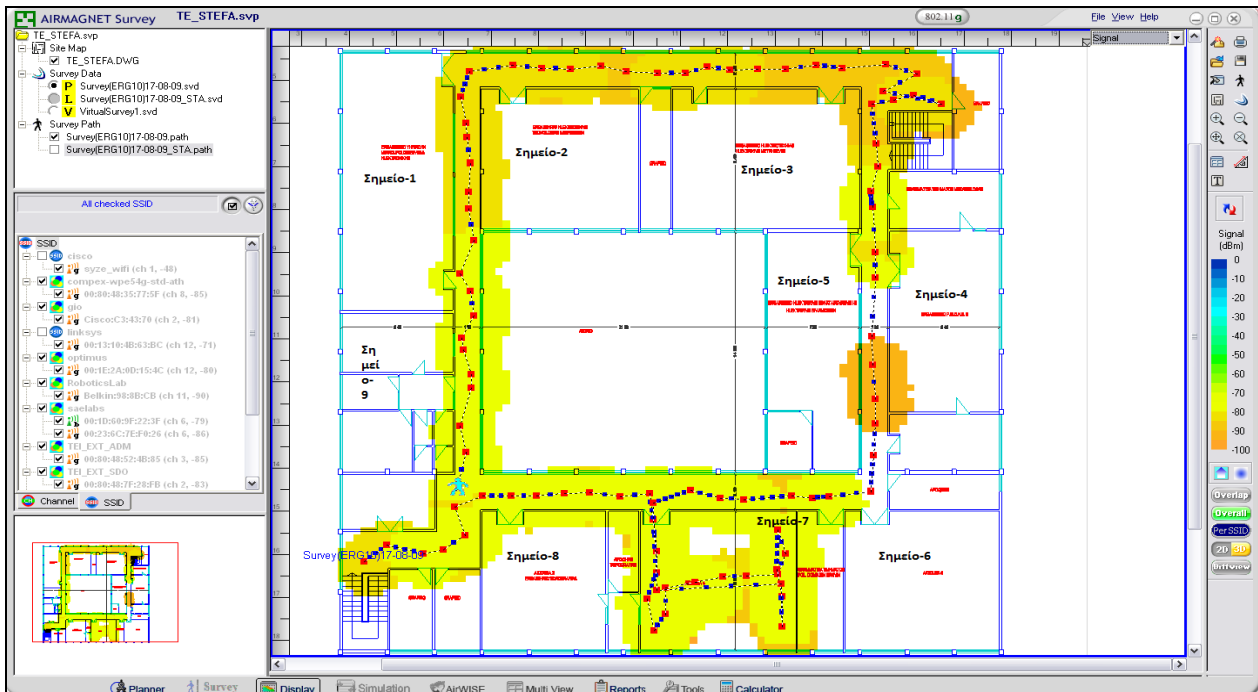
Πίνακας 15 Πραγματικών Μετρήσεων 1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ.

Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Σημείο-1	-70 dBm	48 Mbps
Σημείο-2	-70 dBm	36 Mbps
Σημείο-3	-70 dBm	36 - 24 Mbps
Σημείο-4	-70 dBm	48 - 36 Mbps
Σημείο-5	-70 dBm	48 - 36 Mbps
Σημείο-6	-100 dBm	1 Mbps
Σημείο-7	-50 έως -70 dBm	54 - 48 Mbps
Σημείο-8	-70 dBm	48 Mbps
Σημείο-9	-70 dBm	24 Mbps

### 7.2.3 Κάλυψη ορόφου (1<sup>ο</sup> ΤΕ\_ΣΤΕΦ) από άλλα Access Points.

Στην Εικόνα 29 και 30 απεικονίζεται η κάλυψη του χώρου, σύμφωνα με το σήμα (dBm) και την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps), από είδη εγκατεστημένα APs. Από αυτές τις δύο εικόνες μπορεί να διαπιστωθεί ότι υπάρχει κάλυψη του ορόφου αλλά με αρκετά ασθενές σήμα (dBm) που κυμαίνεται κυρίως από -70 έως -100 dBm καθώς και η ταχύτητα σύνδεσης είναι κυρίως κάτω από 11 Mbps και σε ορισμένα σημεία φτάνει τα 36 και 24 Mbps.

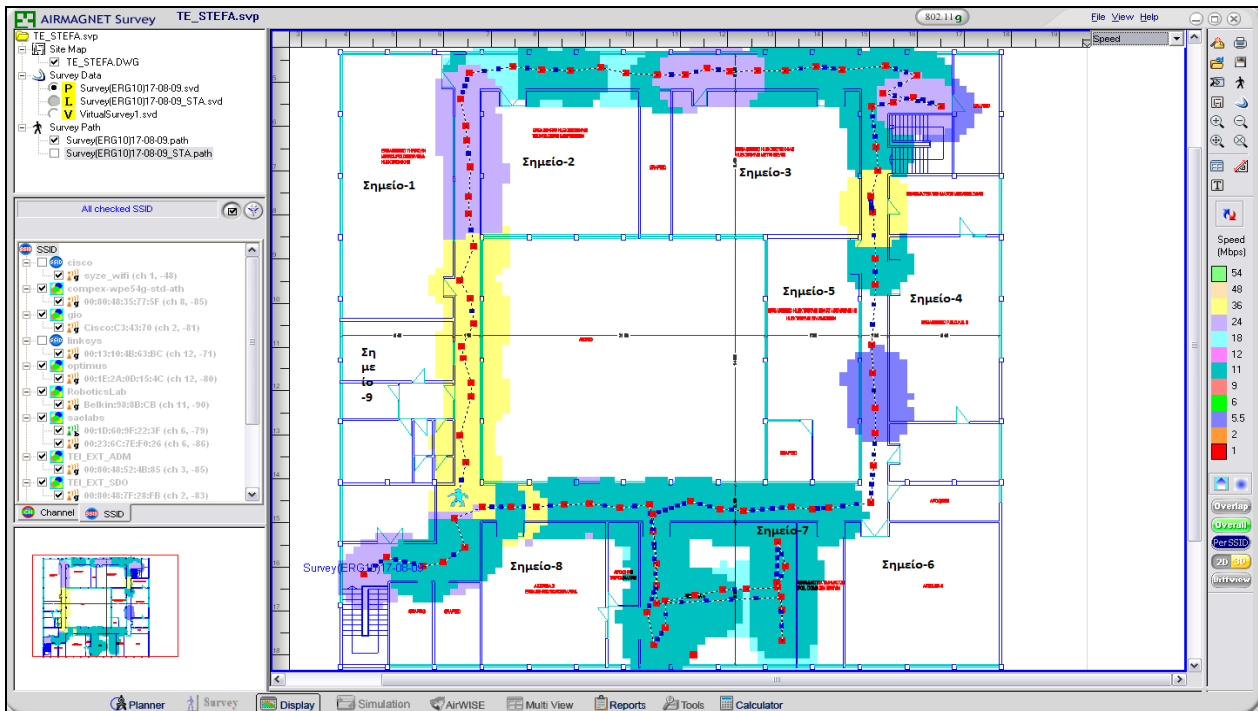
Εικόνα 24. Κάλυψη 1<sup>ο</sup> Ορόφου ΤΕ\_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 42 Κάλυψη 1<sup>ο</sup> Ορόφου ΤΕ\_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση το σήμα (dBm).



Εικόνα 25. Κάλυψη 1<sup>ο</sup> Ορόφου ΤΕ\_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps)



Εικόνα 43 Κάλυψη 1<sup>ο</sup> Ορόφου ΤΕ\_ΣΤΕΦ από άλλα Access Points με βάση την ταχύτητα σύνδεσης (Mbps).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται κάποια σημαντικά σημεία του ορόφου, με το σήμα και την ταχύτητα σύνδεσης σε κάθε ένα από αυτά.

Πίνακας 16 Μετρήσεων 1<sup>ο</sup> Όροφος ΤΕ\_ΣΤΕΦ από άλλα APs.

Τοποθεσία	Σήμα (dBm)	Ταχύτητα (Mbps)
Σημείο-1	-75 dBm	24 Mbps
Σημείο-2	-75 έως -80 dBm	18 - 11 Mbps
Σημείο-3	-75 έως -80 dBm	24 - 11 Mbps
Σημείο-4	-100 dBm	1 Mbps
Σημείο-5	-100 dBm	1 Mbps
Σημείο-6	-100 dBm	1 Mbps
Σημείο-7	-70 έως -80 dBm	18 - 11 Mbps
Σημείο-8	-70 dBm	11 Mbps
Σημείο-9	-70 dBm	36 Mbps



### **7.3 Ασφάλεια.**

Στο ασύρματο δίκτυο δεν υπάρχει διακριτό φυσικό μέσο για την προστασία της επικοινωνίας, σε αντίθεση με το ενσύρματο, οπότε το απόρρητο και η ασφάλεια της επικοινωνίας είναι πολύ πιο ευάλωτα. Για την επίτευξη της διασφάλισης του απορρήτου, η επικοινωνία μεταξύ του χρήστη και του σημείου από το οποίο αρχίζει το ενσύρματο δίκτυο πρέπει να είναι κρυπτογραφημένη.

Η κρυπτογράφηση μπορεί να υλοποιηθεί με την χρήση των πρωτοκόλλων WPA ή WEP τα οποία υποστηρίζονται σχεδόν από το σύνολο των ασύρματων συσκευών. Το πρωτόκολλο WPA προσφέρει κρυπτογράφηση με μήκος κλειδιού 128-bit ή 256-bit ενώ το WEP προσφέρει κρυπτογράφηση με μήκος κλειδιού μέχρι 128-bit. Επίσης η κρυπτογράφηση μπορεί να υλοποιηθεί με την δημιουργία VPN σύνδεσης σε συνδυασμό με την διαδικασία πιστοποίησης είτε με όνομα χρήστη και κωδικό είτε με Υποδομή Δημόσιου Κλειδιού. Η υλοποίηση με VPN προσφέρει κρυπτογράφηση με μήκος κλειδιού το οποίο εξαρτάται από το είδος του VPN και το επιθυμητό μήκος κλειδιού.

Ένα δίκτυο VPN έχει ως βασικό σκοπό να εξασφαλίσει την επικοινωνία, κάθε απομακρυσμένου χρήστη, από οποιαδήποτε γεωγραφική τοποθεσία, με το κεντρικό σημείο παροχής της υπηρεσίας ή με οποιοδήποτε άλλο σημείο ανήκει στο εν λόγω δίκτυο.

Μολονότι οι ρυθμίσεις ασφαλείας διαφέρουν από λύση σε λύση, οι περισσότεροι πάροχοι Ιδεατών Ιδιωτικών Δικτύων με τη χρήση IP, προσφέρουν κρυπτογράφηση δεδομένων (data encryption), firewall, προστασία από ανεπιθύμητη ηλεκτρονική αλληλογραφία (spamming) κ.ά.

Τα Ιδεατά Ιδιωτικά Δίκτυα χωρίζονται σε τρεις γενικές κατηγορίες: αυτά που βασίζονται στον εξοπλισμό, αυτά που βασίζονται στα firewall και όσα χρησιμοποιούν ανεξάρτητες εφαρμογές. Απλούστερα είναι τα VPN που βασίζονται στον εξοπλισμό, ωστόσο συχνά δεν είναι τόσο ευέλικτα όσο τα VPN που χρησιμοποιούν λογισμικό. Ασφαλέστερα όλων θεωρούνται τα δίκτυα που βασίζονται σε firewall. Ωστόσο, αν γίνει υπερφόρτωση του firewall, ενδέχεται να προκύψουν ζητήματα απόδοσης.

Ωστόσο, καθώς η αγορά των Ιδεατών Ιδιωτικών Δικτύων ωριμάζει και εξελίσσεται ταχύτατα, όλο και συχνότερα τα διαφορετικά μοντέλα δόμησης VPN δανείζονται το ένα χαρακτηριστικά από το άλλο. Έτσι, πολλοί πάροχοι παρέχουν δίκτυα που συνδυάζουν εξοπλισμό, λογισμικό αλλά και τα πολύ υψηλά επίπεδα ασφαλείας που προσφέρουν τα firewall.

Επιπλέον, εταιρίες που παρέχουν VPN προσφέρουν όλο και συχνότερα εκτός από τη δόμηση του δικτύου και επιπλέον υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας, όπως συμβουλευτικές υπηρεσίες, σχεδιασμό, υποστήριξη, εργαλεία ηλεκτρονικού εμπορίου αλλά και το τελευταίο διάστημα τηλεφωνία μέσω Διαδικτύου. Η λεγόμενη VoIP (Voice over IP) τηλεφωνία έχει γίνει τόσο δημοφιλής για τις εξαιρετικά χαμηλές χρεώσεις που παρέχει, ώστε πρόσφατα στη Βρετανία τα VoIP τηλέφωνα απέκτησαν δικό τους πρόθεμα.

### **Πλεονεκτήματα των Ιδεατών Ιδιωτικών Δικτύων (VPN)**

Τρία είναι τα βασικά πλεονεκτήματα των VPN:

- **Εξοικονόμηση κόστους:** Η εξοικονόμηση κόστους προκύπτει καθώς τα Ιδεατά Ιδιωτικά Δίκτυα εξαλείφουν την ανάγκη για ακριβές μισθωμένες γραμμές. Με ένα VPN, ο οργανισμός χρειάζεται μια τοπική μισθωμένη γραμμή (με πολύ χαμηλότερο κόστος) ή ακόμα και μια ευρυζωνική σύνδεση.
- **Ευελιξία που παρέχουν:** Σε ότι αφορά την ευελιξία που παρέχουν τα Ιδεατά Ιδιωτικά Δίκτυα, εκτός από το γεγονός ότι προσαρμόζονται εύκολα στις ανάγκες των οργανισμών, όπως η πλειονότητα των υπηρεσιών δικτύου, δεν απαιτούν την υπογραφή μακροχρόνιου συμβολαίου του οργανισμού με τον πάροχο. Είναι εύκολο για μια εταιρία να αλλάξει πάροχο, αν αυτό τη συμφέρει οικονομικά. Επιπλέον, ένα VPN απαιτεί πολύ μικρότερο χρόνο στη "στήσιμό" του από την εγκατάσταση μιας μισθωμένης γραμμής.
- **Ασφάλεια:** Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα των VPN και μία από τις αιτίες της ραγδαίας ανάπτυξής τους είναι ο πολύ υψηλός βαθμός ασφάλειας που παρέχουν. Τα δεδομένα που διακινούνται μέσω των VPN είναι εμπιστευτικά, και απαιτείται πιστοποίηση με κωδικούς για την πρόσβαση σε αυτά. Συχνά οργανισμοί επιλέγουν να αναπτύσσουν extranets πάνω σε Ιδεατά Ιδιωτικά Δίκτυα, προκειμένου να δώσουν συγκεκριμένα δικαιώματα πρόσβασης σε διαφορετικούς χρήστες. Η λύση αυτή επιτρέπει και τον έλεγχο της πρόσβασης, με διαφορετικά δικαιώματα για διαφορετικές ομάδες χρηστών. Αυτή η μέθοδος είναι πολύ πιο απλή και οικονομική από "παραδοσιακές" μεθόδους που εφαρμόζουν σήμερα διευθυντές τεχνολογίας

## **7.4 Διαχείριση.**

Η διαχείριση σε ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο είναι ένα δύσκολο κομμάτι ειδικά σε περιπτώσεις όπου το ασύρματο δίκτυο απαρτίζεται από ένα μεγάλο αριθμό Access Points. Ο διαχειριστής για τον έλεγχο του δικτύου θα πρέπει να ελέγχει τακτικά το κάθε Access Point ξεχωριστά, διαδικασία δηλαδή που απαιτεί αρκετό χρόνο.

Το τελευταίο καιρό έχει αναπτυχθεί, από διάφορες εταιρείες όπως η Cisco, Linksys, ExtremeNetworks, AirTightNetworks κ.α, ένα κεντρικό σύστημα διαχείρισης του ασύρματου δικτύου. Η λογική που υπάρχει σε ένα τέτοιο σύστημα είναι, να γίνεται η διαχείριση όλων των APs ενός ασύρματου δικτύου από ένα και μόνο κεντρικό μηχάνημα διαχείρισης.

Τα APs έχουν εγκατεστημένο ένα ειδικό πρωτόκολλο (π.χ LWAPP για τα Cisco APs [12]) το οποίο τους δίνει την δυνατότητα όταν συνδέονται στο κατάλληλο δίκτυο να αναγνωριστούν από το κεντρικό διαχειριστή (Controller) και να προστεθούν σε αυτό. Οι διαχειριστές (Controllers) συνήθως δέχονται ένα συγκεκριμένο αριθμό APs ανάλογα με το μοντέλο τους (πχ [9] Cisco Wireless Lan Controller 4402 υποστηρίζει 50 APs συνολικά σε δύο Interfaces, ενώ το WLC 4404 υποστηρίζει συνολικά 100 APs).

Η παρακολούθηση της ορθής λειτουργίας τόσο των APs όσο και των Controllers γίνεται από ένα λογισμικό κεντρικής παρακολούθησης \ διαχείρισης της όλης υποδομής που προσφέρει η κάθε εταιρεία (πχ η Cisco προσφέρει το Wireless Control System). Το λογισμικό αυτό μπορεί να εγκατασταθεί σε ένα κοινό υπολογιστή και έπειτα από τις κατάλληλες ρυθμίσεις η παρακολούθηση της όλης υποδομής του ασύρματου δικτύου γίνεται εφικτή μέσω Web σελίδας.

Το λογισμικό αυτό επίσης προσφέρει στον διαχειριστή του ασύρματου δικτύου την υποδομή για σχεδιασμό, έλεγχο και παρακολούθηση ολοκληρωμένων ασύρματων δικτύων (WLANs) από κεντρικό σημείο ελαχιστοποιώντας το κόστος λειτουργίας και υποστήριξης του δικτύου. Παρέχει την δυνατότητα για πρόβλεψη χρήσης του φάσματος (RF prediction), δημιουργία πολιτικών ασφάλειας (policy provisioning), βελτιστοποίηση δικτύου (network optimization), επίλυση προβλημάτων (troubleshooting), διαχείριση χρηστών (user tracking), παρακολούθηση ασφάλειας δικτύου (security monitoring), και κεντρική διαχείριση του συνόλου του ασύρματου δικτύου (wireless LAN systems management).

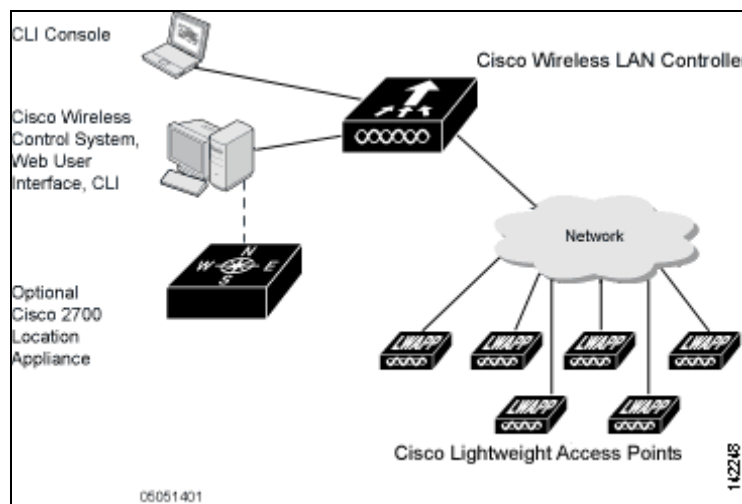
Διαθέτει αναλυτικά και επεξηγηματικά γραφικά με αναλύσεις φάσματος, κίνησης χρηστών, στατιστικά διάφορων χαρακτηριστικών του δικτύου.

Ακόμα περιλαμβάνει εργαλεία για σχεδιασμό ασύρματων LANs, RF διαχείριση, παρακολούθηση σημείων/περιοχών κάλυψης, αποτροπή κακόβουλων εισβολών (Intrusion Prevention System - IPS), καθώς και προγραμματισμό, διαχείριση και παρακολούθηση ασύρματων LANs.

Ο τρόπος αυτός προφέρει αναμφισβήτη μεγάλη ευκολία διαχείρισης αλλά η εγκατάσταση μιας τέτοιας υποδομής έχει υψηλό κόστος υλοποίησης, καθώς ο όλος εξοπλισμός θα πρέπει να είναι της ίδιας εταιρείας. Επίσης, η κάθε εταιρεία δεν είναι συμβατή, με παλιότερα APs άλλης εταιρείας αλλά και σε πολλές περιπτώσεις με APs της ίδιας της εταιρείας, γεγονός που οδηγεί σε πλήρη αγορά νέου εξοπλισμού [9].

Ασύρματο δίκτυο με τον παραπάνω τρόπο διαχείρισης είναι της εξής μορφής:

Εικόνα 26. Ασύρματο δίκτυο με κεντρική διαχείριση Cisco Wireless Lan Controller.



Εικόνα 44 Ασύρματο δίκτυο με κεντρική διαχείριση Cisco Wireless Lan Controller

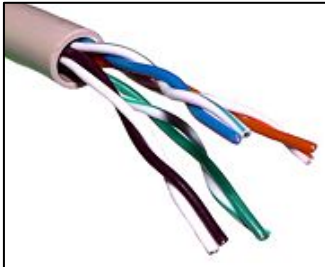
## 7.5 Συμπεράσματα

Παρόλο που στο ΤΕΙ Ηρακλείου υπάρχει μια αρκετά αξιόλογη υποδομή δικτύου και ειδικά στους χώρους εργαστηρίου (με κανάλια για τις πρίζες, μεταλλικές σχάρες, patch panel, ικρίωμα κατανεμητή κ.α), δεν έχει προβλεφτεί η κατάλληλη υποδομή για την εγκατάσταση εσωτερικού ασύρματου δικτύου.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο απαιτούμενος εξοπλισμός που μπορεί να χρειαστεί σε ορισμένα σημεία των κτιρίων για την εγκατάσταση ασύρματου εξοπλισμού:

### 7.5.1 Χαρακτηριστικά Καλωδίου UTP.

Το καλώδιο Κατηγορίας 6 είναι φτιαγμένο από τέσσερα ζεύγη περιπλεγμένων μονωμένων μεταλλικών ινών που περιβάλλονται από έναν κοινό μανδύα. Η προδιαγραφή ANSI/TIA/EIA-568-B επιβάλλει ένα μέγιστο μήκος 90 μέτρων για καλώδια αυτής της κατηγορίας.

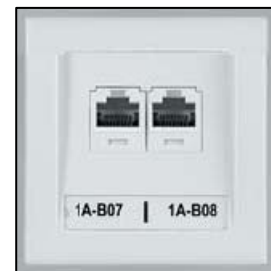


Η μεταλλική ίνα αποτελείται από χάλκινο αγωγό με μονωτικό περίβλημα. Οι ίνες έχουν χρωματικό κώδικα (πορτοκαλί, πράσινο, μπλε, καφέ και τέσσερα λευκά, ένα με κάθε διαφορετικό χρώμα ) και αριθμούνται από 1 μέχρι 8. Σύμφωνα με την προδιαγραφή ANSI/TIA-568-B.2-1, οι ίνες θα πρέπει να έχουν διάμετρο από 22 μέχρι 24 AWG για να ανταποκριθεί το καλώδιο στις διευκρινισμένες ανάγκες (συστήνεται διάμετρος 24 AWG).

Καθ' όλη την όδευση τους τα καλώδια πρέπει να είναι προστατευμένα εντός του πλαστικού καναλιού ή της σχάρας. Ένα ζεύγος καλωδίων, από μια τηλεπικοινωνιακή πρίζα, όταν εξέρχεται από το κανάλι και μέχρι να τοποθετηθεί στη σχάρα οροφής πρέπει να προστατεύεται εντός εύκαμπτου σωλήνα (duroflex) διαμέτρου 16 χιλ. Για μεγάλες αποστάσεις είναι δυνατόν πολλά καλώδια να συγκεντρώνονται σε ένα σωλήνα μεγαλύτερης διατομής.

### 7.5.2 Τηλεπικοινωνιακές πρίζες 2 λήψεων για κανάλι.

Οι πρίζες πρέπει να είναι Κατηγορίας 6 με διπλές παροχές RJ-45 τεσσάρων ζευγών και να μπορούν να αναρτώνται επί του πλαστικού καναλιού που φέρνει την καλωδίωση. Πρέπει να υπάρχει δυνατότητα α) οριζόντιας μετακίνησης κατά 2 μέτρα της διπλής παροχής σε περίπτωση οριζόντιας όδευσης του καναλιού και β) οριζόντιας μετακίνησης κατά 2 μέτρα του κάθετου στελέχους του καναλιού που φέρει τη διπλή παροχή, έτσι ώστε η θέση τους να προσαρμόζεται ανάλογα με τις συγκεκριμένες ανάγκες. Και στις δύο περιπτώσεις τα καλώδια που απολήγουν στην παροχή πρέπει να έχουν το αντίστοιχο πλεόνασμα μήκους.



Οι πρίζες επίσης πρέπει να φέρουν **κλείστρα** στην υποδοχή της παροχής για προστασία από τη σκόνη και ειδικές υποδοχές για

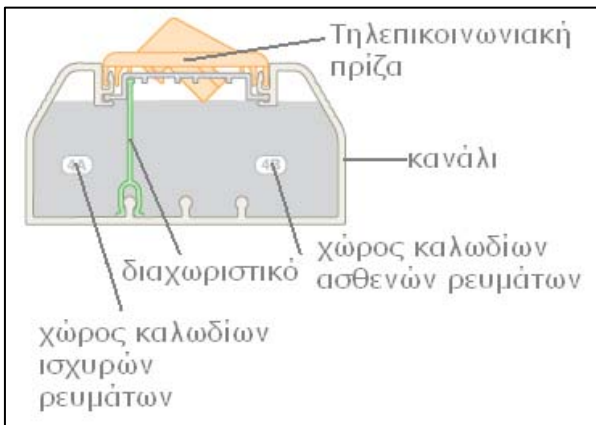
τις πινακίδες κωδικοποίησης. Η δεξιά παροχή χρησιμοποιείται τυπικά (αλλά όχι αποκλειστικά) για σύνδεση δεδομένων και η αριστερή τυπικά (αλλά όχι αποκλειστικά) για τηλεφωνική σύνδεση, με δυνατότητα όμως χρησιμοποίησης αμφοτέρων των παροχών μόνο για δεδομένα ή μόνο για τηλεφωνική σύνδεση αναλόγως των αναγκών.

### 7.5.3 Κανάλι τύπου Legrand για την τοποθέτηση των πριζών.

Οι καλωδιώσεις θα πρέπει να είναι τοποθετημένες σε πλαστικά κανάλια, διαστάσεων 80X50 χιλ. (τύπου Legrand) με διαχωριστικό πλαστικό μεταβλητής θέσης για να διαχωρίζονται τα ασθενή καλώδια από τα ισχυρά. Τα πλαστικά κανάλια πρέπει να είναι λευκού χρώματος (ή όπως αλλιώς ώστε να ταιριάζει με το χρώμα του περιβάλλοντος)



κλειστού τύπου με ανοιγόμενο καπάκι.



Να προβλεφθεί ώστε η χωρητικότητα των καναλιών θα είναι αρκετή για την επέκταση κατά 100% της καλωδιακής υποδομής και η εγκατάσταση θα πρέπει να γίνει με καλαίσθητο τρόπο ώστε να μην επηρεάζεται η αισθητική του χώρου. Τα κανάλια στις θέσεις εργασίας συνήθως τοποθετούνται 80 περίπου εκατοστά πάνω από το έδαφος.

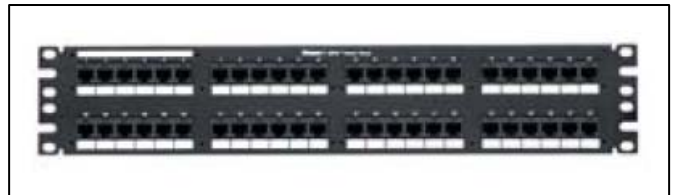
#### 7.5.4 Μεταλλικές σχάρες.

Για την στήριξη των καλωδιώσεων, που μπορεί να οδεύουν εντός ψευδοροφής, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν μεταλλικές σχάρες ανοικτού τύπου ενώ στην περίπτωση οδεύσεων σε οροφές χωρίς ψευδοροφή (π.χ. υπόγειο) πρέπει να είναι κλειστού τύπου. Προτείνονται σχάρες δύο διαστάσεων α) μεγάλη: πλάτος 200 και ύψος 50 χιλιοστά και β) μικρή: πλάτος 100 και ύψος 50 χιλιοστά. Αμφότερες πάχους μετάλλου 0,8 χιλιοστών τουλάχιστον. Ειδικά για την περίπτωση κατακόρυφης οπής μεταξύ των ορόφων πρέπει να τοποθετούνται δύο σχάρες 200 X 50 χιλιοστά, η μία δίπλα στην άλλη.

Οι μεταλλικές σχάρες καθώς και τα εξαρτήματα αυτών για τις αλλαγές κατεύθυνσης, διασταυρώσεις, αλλαγές διαστάσεων σχαρών (συστολές), βάσεις στήριξης καθώς και οι τερματικές τάπες πρέπει να είναι τυποποιημένα υλικά και όχι ιδιοκατασκευές.

#### 7.5.5 Patch Panel.

Για τον τερματισμό των καλωδίων στο καταναεμητή θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν Patch Panels «Κατηγορίας 6», 19 ιντσών, μεταλλικής κατασκευής των 24 ή 48 θυρών με ύψος 2U έκαστο. Τα Patch Panels θα φέρουν μηχανισμούς 8P8C και στην εμπρόσθια όψη τους θα είναι εξοπλισμένα με πλαστικές πινακίδες σήμανσης για κάθε θύρα. Να διαθέτουν δύο οπίσθιες διαιρούμενες αποσπώμενες βοηθητικές ράμπες για την στήριξη και διευθέτηση των καλωδίων.



Κάτω από κάθε Patch Panel πρέπει να τοποθετείται μεταλλικός οδηγός στήριξης των καλωδίων μικτονόμησης ύψους το πολύ 1U.

#### 7.5.6 Ηλεκτρολογικό κουτί προστασίας Access Point.



Για την περίπτωση όπου το Access Point εγκατασταθεί σε μη φυλασσόμενο χώρο, τότε χρειάζεται ένα κουτί προστασίας. Το ηλεκτρολογικό κουτί συνήθως χρησιμοποιείται για εξωτερικές εγκαταστάσεις ασύρματου δικτύου, προστατεύοντας το AP από τις καιρικές συνθήκες, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και για AP εσωτερικού χώρου προστατεύοντας τας από τα αδιάκριτα βλέμματα περαστικών. Το υλικό κατασκευής θα πρέπει να είναι πολυεστερικό έτσι ώστε να μην επηρεάζεται το σήμα της κεραίας, ενώ το μέγεθός του καθορίζεται από τις διαστάσεις του AP (συνήθίζεται το κουτί να είναι περίπου πέντε εκατοστά μεγαλύτερο).

### 7.5.7 Εκτιμώμενες Ποσότητες και Κοστολόγηση Υλικών.

Ακολουθεί αναλυτικός πίνακας εκτιμώμενων ποσοτήτων κοστολόγησης υλικών. Οι τιμές είναι ενδεικτικές και αποτελούν τον μέσο όρο προσφορών που πάρθηκαν από αρμόδιες εταιρείες για την παρούσα πτυχιακή εργασία. Επίσης εξαιτίας της είδη προϋπάρχουσας εγκατάστασης δικτύου που υπάρχει στους χώρους του ΤΕΙ κάποια από τα παρακάτω υλικά (σχάρα, duroflex, πρίζα κλπ) δεν είναι αναγκαία προς αγορά για την εγκατάσταση ασύρματου δικτύου.

Περιγραφή Υλικού	Επίπεδο Κτιρίου	Ποσότητα	Μονάδα μέτρησης	Τιμή μον.υλικού (χωρίς ΦΠΑ)	Κόστος εργασίας (χωρίς ΦΠΑ)	Σ.Κόστος (χωρίς ΦΠΑ)
Καλώδιο UTP 4" - Cat6	<b>Κτίριο Α</b>					
	1 <sup>ο</sup> Όροφος	50	Μέτρα	0,35 €	0,50 €	42,5 €
	2 <sup>ο</sup> Όροφος	100	Μέτρα	0,35 €	0,50 €	85 €
	<b>Κτίριο Β</b>					
	Ισόγειο	100	Μέτρα	0,35 €	0,50 €	85 €
	1 <sup>ος</sup> Όροφος	100	Μέτρα	0,35 €	0,50 €	85 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ (χωρίς ΦΠΑ)</b>		<b>350</b>	Μέτρα			<b>297,5 €</b>
Κανάλι τύπου Legrand για φιλοξενία πριζών (80X50 χιλ.)	<b>Κτίριο Α</b>					
	1 <sup>ο</sup> Όροφος	4	Μέτρα	13,00 €	5,74 €	74,96 €
	2 <sup>ο</sup> Όροφος	8	Μέτρα	13,00 €	5,74 €	149,92 €
	<b>Κτίριο Β</b>					
	Ισόγειο	10	Μέτρα	13,00 €	5,74 €	187,4 €
	1 <sup>ος</sup> Όροφος	10	Μέτρα	13,00 €	5,74 €	187,4 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ (χωρίς ΦΠΑ)</b>		<b>32</b>	Μέτρα			<b>599,68 €</b>
Σχάρα 200/50/0,8 χιλ.	<b>Κτίριο Α</b>					
	1 <sup>ο</sup> Όροφος	-	Μέτρα	4,60 €	13,53 €	-
	2 <sup>ο</sup> Όροφος	-	Μέτρα	4,60 €	13,53 €	-
	<b>Κτίριο Β</b>					
	Ισόγειο	-	Μέτρα	4,60 €	13,53 €	-
	1 <sup>ος</sup> Όροφος	-	Μέτρα	4,60 €	13,53 €	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ (χωρίς ΦΠΑ)</b>						
Σχάρα 100/50/0,8 χιλ.	<b>Κτίριο Α</b>					
	1 <sup>ο</sup> Όροφος	-	Μέτρα	3,40 €	12,23 €	-
	2 <sup>ο</sup> Όροφος	-	Μέτρα	3,40 €	12,23 €	-
	<b>Κτίριο Β</b>					
	Ισόγειο	-	Μέτρα	3,40 €	12,23 €	-
	1 <sup>ος</sup> Όροφος	-	Μέτρα	3,40 €	12,23 €	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ (χωρίς ΦΠΑ)</b>						
Duroflex Φ16 για utp καλώδια	<b>Κτίριο Α</b>					
	1 <sup>ο</sup> Όροφος	2	Μέτρα	0,45 €	2,71 €	6,32 €
	2 <sup>ο</sup> Όροφος	2	Μέτρα	0,45 €	2,71 €	6,32 €
	<b>Κτίριο Β</b>					



	Ισόγειο	4	Μέτρα	0,45 €	2,71 €	12,64 €
	1 <sup>ος</sup> Όροφος	4	Μέτρα	0,45 €	2,71 €	12,64 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ (χωρίς ΦΠΑ)</b>		<b>12</b>	Μέτρα			<b>37,92 €</b>
Πρίζες 2 λήψεων - Cat6 - για κανάλι	<b>Κτίριο Α</b>					
	1 <sup>ο</sup> Όροφος	2	Τεμάχια	11,06 €	5,63 €	33,38 €
	2 <sup>ο</sup> Όροφος	4	Τεμάχια	11,06 €	5,63 €	66,76 €
	<b>Κτίριο Β</b>					
	Ισόγειο	3	Τεμάχια	11,06 €	5,63 €	50,07 €
	1 <sup>ος</sup> Όροφος	3	Τεμάχια	11,06 €	5,63 €	50,07 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ (χωρίς ΦΠΑ)</b>		<b>12</b>	Τεμάχια			<b>100,14 €</b>
Κουτί Προστασίας APs	<b>Κτίριο Α</b>					
	1 <sup>ο</sup> Όροφος	1	Τεμάχια	161,52 €	2,71 €	164,2 €
	2 <sup>ο</sup> Όροφος	-	Τεμάχια	161,52 €	2,71 €	-
	<b>Κτίριο Β</b>					
	Ισόγειο	-	Τεμάχια	161,52 €	2,71 €	-
	1 <sup>ος</sup> Όροφος	1	Τεμάχια	161,52 €	2,71 €	164,2 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ (χωρίς ΦΠΑ)</b>		<b>2</b>	Τεμάχια			<b>328,4 €</b>
Patch Panel 2U/24 - Cat6		-	Τεμάχια	111,00 €		-
Οδηγοί καλωδίων		-	Τεμάχια	8,82 €		-
<b>ΣΥΝΟΛΟ (χωρίς ΦΠΑ)</b>						<b>1363,64 €</b>
<b>ΦΠΑ 23%</b>						<b>313,637 €</b>
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΦΠΑ</b>						<b>1677,27 €</b>

### 7.5.8 Εκτιμώμενες Ποσότητες Access Points.

Παρατηρώντας τα θεωρητικά αποτελέσματα (Virtual Survey), καθώς και τα πραγματικά αποτελέσματα (Path Survey) που δημιουργήθηκαν πραγματοποιώντας επί τόπου μετρήσεις στους χώρους, διαπιστώνεται ότι για να υπάρχει μια αρκετά αξιόλογη κάλυψη και στα δύο παλαιά κτήρια της ΣΤΕΦ χρειάζεται να εγκατασταθούν περίπου 12 Access Points.

Αναλυτικότερα για τα δύο κτήρια υπάρχουν οι εξής απαιτήσεις:

- Κτίριο Α:
  - 1<sup>ο</sup> Όροφος, εγκατάσταση 2 APs.
  - 2<sup>ο</sup> Όροφος, εγκατάσταση 4 APs.
- Κτίριο Β:
  - Ισόγειο, εγκατάσταση 3 APs.

- ο 1<sup>ο</sup> Όροφος, εγκατάσταση 3 APs.

Χώρος	Αριθμός Access Points	Τύπος Access Points
<b>Κτίριο A</b>		
1 <sup>ο</sup> Όροφος, εγκατάσταση 2 APs.	2	Εσωτερικού χώρου
2 <sup>ο</sup> Όροφος, εγκατάσταση 4 APs	4	Εσωτερικού χώρου
<b>Κτίριο B</b>		
Ισόγειο, εγκατάσταση 3 APs.	3	Εσωτερικού χώρου
1 <sup>ο</sup> Όροφος, εγκατάσταση 3 APs.	3	Εσωτερικού χώρου
<b>Σύνολο Access Points</b>	12	Εσωτερικού χώρου

Τα Access Points πρέπει να υποστηρίζουν και τα τέσσερα πρότυπα 802.11 a/b/g/n, έτσι ώστε να είναι εφικτή η υποστήριξη μεγαλύτερου δυνατού αριθμού χρηστών (φορητοί, υπολογιστές, PDAs κ.α). Επίσης θα ήταν προτιμότερο να υποστηρίζουν, δυναμικό bridging από κυψέλη σε κυψέλη έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα roaming στους χρήστες καθώς και τροφοδοσία μέσω καλωδίου Ethernet (PoE).

*Όλα τα υλικά του συστήματος δομημένης καλωδίωσης (πρίζες, καλώδιο, patch panel, κανάλι, κλπ) καθώς και ο εξοπλισμός του ασύρματου δικτύου (Access Points, switch, σύστημα διαχείρισης, κλπ) θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα και να προέρχονται από τον ίδιο κατασκευαστικό οίκο. Συνιστάται επίσης ο ανάδοχος του έργου να είναι πιστοποιημένος εγκαταστάτης του κατασκευαστή.*

### 7.5.9 Οικονομική Προσφορά Ασύρματου Εξοπλισμού.

Ακολουθεί αναλυτικός πίνακας προσφοράς ασύρματου εξοπλισμού. Η προσφορά αναφέρεται σε συγκεκριμένη εταιρεία παροχής δικτυακών υπηρεσιών τη Cisco. Η επιλογή αυτή πραγματοποιήθηκε εξαιτίας της πολύς καλής ποιότητας \ αντοχής των υλικών που παρέχει η εταιρεία και όπως προαναφέραμε, της ολοκληρωμένης λύσης που προσφέρει στο ασύρματο δίκτυο τόσο στην ασφάλεια όσο και στην διαχείρισή του (Wireless Controller, Wireless Control System, κλπ). Αυτό δεν σημαίνει όμως ότι δεν υπάρχουν αξιόλογες ανταγωνιστικές εταιρείες όπως είναι η AirTight Networks και η Extreme Networks που παρέχουν τις ίδιες υπηρεσίες στην αντίστοιχη ποιότητα εξοπλισμού αλλά και σε χαμηλότερη τιμή.

Περιγραφή Ασύρματου Εξοπλισμού	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (με ΦΠΑ)	Σύνολο (με ΦΠΑ)
CISCO Aironet 1140 εσωτερικών χώρων	12	599 €	7188 €
CISCO Power Injector για τα 1140	12	59 €	708 €
CISCO 4404 LAN Controller για 100 APs (*)	1	8100 €	8100 €
CISCO Wireless Control System (WCS) (*)	1	3000 €	3000 €
Low-end server για την εφαρμογή WCS (*) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intel CPU, 3.06GHz</li> <li>• 1GB RAM</li> <li>• 40GB HDD</li> </ul>	1	-	-
<b>Υπό-Σύνολο (με ΦΠΑ)</b>			<b>18996 €</b>
<b>Δαπάνες Σχεδιασμού, Υλοποίησης και Εκπαίδευσης (*)</b>			
Εποπτεία χώρων και σχεδιασμός δικτύου	1	800 €	800 €
Υλοποίηση ασύρματου δικτύου	1	1500 €	1500 €
Παραμετροποίηση λογισμικού διαχείρισης και εποπτείας δικτύου WCS	1	2200 €	2200 €
Εκπαίδευση Προσωπικού	1	800 €	800 €
<b>Υπό-Σύνολο (με ΦΠΑ)</b>			<b>5300 €</b>
<b>Γενικό Σύνολο (με ΦΠΑ)</b>			<b>24296 €</b>

(\*) Ο εξοπλισμός καθώς και οι δαπάνες σχεδιασμού, υλοποίησης και εκπαίδευσης αναφέρονται στην περίπτωση επιλογής μιας ολοκληρωμένης λύσης εγκατάστασης ασύρματου δικτύου. Παρόλα αυτά όμως μπορεί να παραβλεφθεί και να γίνει απλή εγκατάσταση ασύρματων σημείων πρόσβασης, είτε με τα APs που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα, είτε με άλλα από άλλες εταιρείες (Linksys, D-Link, 3Com, AirLive κλπ), τα οποία παρέχουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά όπως τα πολλαπλά SSID και τα πρωτόκολλα WEP, WPA2 για κρυπτογράφηση κ.α. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται κατά πολύ το κόστος υλοποίησης αλλά ταυτόχρονα μειώνονται οι υπηρεσίες που θα μπορούσε να προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση ασύρματου δικτύου όπως είναι η Ασύρματη IP Τηλεφωνία, ο Εντοπισμός Θέσης κ.α.

### 7.5.10 Χρήση Ασύρματου Δικτύου σε άλλα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα

Σε μερικά εκπαιδευτικά ιδρύματα του εξωτερικού για την παρακολούθηση συγκεκριμένων μαθημάτων η χρήση φορητού υπολογιστή είναι είτε προϋπόθεση είτε ισχυρή απαίτηση. Σε κάποια από αυτά, το κόστος διδάκτρων περιλαμβάνει το κόστος κτήσης ενός φορητού υπολογιστή με ενσωματωμένη κάρτα ασύρματης πρόσβασης. Σε αρκετά μεγάλα πανεπιστημιακά ιδρύματα του εξωτερικού, μεταξύ των οποίων τα:

- London School of Economics  
<http://www.lse.ac.uk/itservices/remote/connecting/wireless/wifi-map.htm>
- University College of London  
<http://www.ucl.ac.uk/is/roamnet/index.htm>
- University of Warwick  
<http://www2.warwick.ac.uk/services/its/facilities/network/hotspots>
- Carnegie Mellon  
<http://www.net.cmu.edu/docs/services/connect/wireless.html>
- New York University  
<http://www.nyu.edu/its/wireless>
- Massachusetts Institute of Technology  
<http://web.mit.edu/network/wireless-map.html>
- Harvard University  
<http://www.wireless.harvard.edu>
- Dartmouth University  
<http://www.dartmouth.edu/comp/resources/network/wireless/focus/facts.html>

υπάρχουν εγκατεστημένα δίκτυα ασύρματης πρόσβασης που προσφέρουν εκτενή κάλυψη των χώρων τους.

Εντός συνόρων, μεγάλος αριθμός εκπαιδευτικών ιδρυμάτων της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης παρέχει στην εκπαιδευτική κοινότητα υπηρεσίες ασύρματης πρόσβασης. Μεταξύ αυτών τα Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο [<http://www.noc.ntua.gr>] και Πανεπιστήμιο Κρήτης [<http://www.wifi.uoc.gr>] που ήδη παρέχουν υπηρεσίες ασύρματης πρόσβασης εκτεταμένης κάλυψης.

## Παράρτημα Α: Βιβλιογραφία / Παραπομπές

- [1] Υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών [Εθνικός Κανονισμός Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων]  
ο <http://www.yme.gr>
- [2] ΕΕΤΤ [Κανονισμός Εκχώρησης Ραδιοσυχνοτήτων σε Σταθμούς Ραδιοεπικοινωνιών για Ιδία Χρήση]  
ο <http://www.eett.gr>
- [3] Επιπτώσεις στην Δημόσια Υγεία  
ο [http://broadband.uop.gr/stuff/essays/health\\_issues.pdf](http://broadband.uop.gr/stuff/essays/health_issues.pdf)
- [4] Ασύρματη κάρτα PCM CISCO AIRONET 350 Series  
ο [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps6442/ps4555/ps448/product\\_data\\_sheet09186a0080088828.html](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps6442/ps4555/ps448/product_data_sheet09186a0080088828.html)
- [5] Access Point Linksys WRT54G  
ο <http://www.linksysbycisco.com/US/en/support/WRT54G>
- [6] AirMagnet Survey 5  
ο <http://www.airmagnet.com/products/survey/>
- [7] OpenVPN and the SSL VPN Revolution White Paper  
ο [http://www.sans.org/reading\\_room/whitepapers/vpn/1459.php](http://www.sans.org/reading_room/whitepapers/vpn/1459.php)
- [8] Wireless LAN Security White Paper  
ο [http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns339/ns395/ns176/ns178/networking\\_solutions\\_white\\_paper09186a00800b469f.shtml](http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns339/ns395/ns176/ns178/networking_solutions_white_paper09186a00800b469f.shtml)
- [9] Cisco Wireless Lan Controller.  
ο <http://www.cisco.com/en/US/products/ps6366/index.html>
- [10] Δίκτυα Υπολογιστών (ΤΑΝΕΝΜΠΙΑΟΥΜ ΑΝΤΡΙΟΥ)
- [11] Σημειώσεις κ.ΠΑΛΛΥ στο μάθημα Ασύρματα Δίκτυα
- [12] CISO AP 1130.  
ο <http://www.cisco.com/en/US/products/ps6087/index.html>
- [13] CISCO AP 1230.  
ο <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/wireless/ps430/index.html>
- [14] Building Wireless Community Networks (O'REILLY)
- [15] Κέντρο Λειτουργίας Δικτύου ΑΠΘ

- <http://noc.auth.gr/services/network/wireless/>
- [16] Σύγκριση βαθμών ικανοποίησης χρηστών ασύρματου και ενσύρματου δικτύου
  - [www.intel.com](http://www.intel.com)
- [17] Cisco AP 1140.
  - <http://www.cisco.com/en/US/products/ps10092/index.html>
- [18] Cisco Wireless Lan Management / Wireless Control System.
  - <http://www.cisco.com/en/US/products/ps6305/index.html>
- [19] Air Tight Networks Wireless Solution.
  - <http://www.airtightnetworks.com/home/solutions/overview.html>
- [20] Extreme Networks Wireless Solution.
  - <http://www.extremenetworks.com/solutions/wireless-solutions.aspx>
- [21] Access Point Linksys WAP54G
  - <http://www.linksysbycisco.com/US/en/products/WAP54G?lid=LearnMore>
- [22] Qos Provided by the IEEE 802.11 Wireless LAN to Advanced Data Applications: a Simulation Analysis - G. Anastasi, E. De Stefano, L. Lenzini, Workshop on Nomadic Computing, Geneva (CH), April 1997.
- [23] A Performance Analysis of the Basic Access IEEE 802.11 Wireless LAN MAC Protocol (CSMA/CA) - Shreyas Sadalgi, Department of Computer Science, Rutgers University, May 2000.
- [24] Δίκτυα Επικοινωνιών – Jean Warland, 1997 (μεταφρ. – Εκδ. Παπασωτηρίου).
- [25] Ψηφιακές Επικοινωνίες – Andy Bateman, 1999 (μεταφρ - Εκδ. Τζιόλα).
- [26] Wireless LANs – Jim Geiger, 2<sup>nd</sup> edition, 2002 (SAMS Publishing).
- [27] IEEE Std. 802.11 1999 Edition: IEEE Standard for Information Technology - Telecommunications and Information Exchange between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications.
  - <http://standards.ieee.org>
- [28] Wireless LANs – Sorin M. Schwartz, BreezeCOM.
- [29] Διεθνής συνεργασία πιστοποίησης χρηστών Ακαδημαϊκών - Ερευνητικών ιδρυμάτων.
  - <http://www.eduroam.org>.
- [30] Ηλεκτρολογικός \ Δικτυακός εξοπλισμός.
  - <http://www.skrekis.gr/servicedet.asp?p=&type=1&id=149>
  - <http://www.hagerhellas.gr/index.php?scr=1024&id=1023>
  - <http://www.legrand.com.gr/gr/scripts/gr/publigen/content/templates/previewFlashComplet.asp?P=573&L=GR>