

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Τελική Έκθεση

Του έργου: Μελέτη Βέλτιστης Χωροταξικής Κατανομής Χαρτογραφικής
Απεικόνισης και Προδιαγραφών των Ασύρματων συστημάτων για την
υλοποίηση Εκτεταμένης Ευρυζωνικής Ασύρματης Πλατφόρμας στον
Δήμο Ηγουμενίτσας

(Νομικό Πλαίσιο - Ανάλυση Προϋπολογισμού - Σύνταξη Τεύχους Δημοπράτησης)

ΠΑΤΡΑ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2008

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ
ΣΤΑΥΡΟΣ ΚΩΤΣΟΠΟΥΛΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΠΑΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ, ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Η/Υ
ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Πατρών, Τ.Κ. 26504, Κάτω Καστρίτσι, Ρίον
Τηλέφωνο: 2610 996466 Fax: 2610 996811

- Επιστημονικός Υπεύθυνος:

Καθηγητής Σταύρος Κωτσόπουλος, PhD

Διευθυντής ΕΑΤ

- Τεχνικός Υπεύθυνος:

Ιωάννης Παπαπαναγιώτου, Υποψήφιος Διδάκτορας

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Τεχνολ. Υπολογιστών

- Επιστημονικός Συνεργάτης:

Αντώνιος Σπυρόπουλος

Τεχνικός Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

Στοιχεία επικοινωνίας με το ΕΑΤ:

Διευθυντής Εργαστηρίου Σταύρος Α. Κωτσόπουλος e-mail: kotsop@ece.upatras.gr

Υποψήφιος Διδάκτορας Ιωάννης Παπαπαναγιώτου e-mail: ipap@ece.upatras.gr

Εργαστήριο Ασύρματης Τηλεπικοινωνίας
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών
Πανεπιστήμιο Πατρών
Τ.Κ. 26504
Κάτω Καστρίτσι, Ρίον
Τηλεφωνο: 2610 996466 Fax: 2610 996811

Πνευματικά Δικαιώματα: Η παρούσα μελέτη διέπεται από τους νόμους του Ελληνικού Κράτους όσο και της Ευρωπαϊκής Ένωσης περί διασφάλισης της πνευματικής ιδιοκτησίας. Αποτελεί τελικό παραδοτέο της σύμβασης που υπογράφηκε μεταξύ του Δήμου Ηγουμενίτσας και του Πανεπιστημίου Πατρών, με αριθμό πρωτοκόλλου 75/2007 της Δημοκρατικής Επιτροπής του Δήμου Ηγουμενίτσας. Οποιαδήποτε χρήση της μελέτης απαιτεί την σύμφωνη γνώμη των συντακτών της.

Περιεχόμενα

1.	Ανάθεση Μελέτης – Αντικείμενο.....	5
1.1.	Ιστορικό Ανάθεσης Μελέτης	5
1.2.	Αντικείμενο.....	5
1.3.	Στοιχεία και Υφιστάμενες Μελέτες	6
2.	Υποστηριζόμενες επικοινωνιακές υπηρεσίες και υφιστάμενη τηλεπικοινωνιακή υποδομή	6
2.1.	Εισαγωγή	6
2.2.	Υποστηριζόμενες Υπηρεσίες από το Ασύρματο Ευρυζωνικό Δίκτυο	9
2.3.	Καταγραφή της υφιστάμενης σταθερής τηλεπικοινωνιακής υποδομής στο Δήμο Ηγουμενίτσας	11
2.4.	Βασικά στοιχεία Ηλεκτρομαγνητική Κάλυψης του Δήμου	13
2.5.	Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (Wireless Local Area Networks – WLANs).....	16
3.	Υλική (Hardware) και Λογισμική (Software) υποδομή της ασυρματικής ευρυζωνικής πλατφόρμας 25	
3.1.	Χωροταξική Περιγραφή των θέσεων εγκατάστασης των ασυρμάτων σημείων πρόσβασης 25	
3.2.	Βασικά στοιχεία διάδοσης για την κατανόηση των μετρήσεων	27
3.3.	Μελέτη Ηλεκτρομαγνητικής Διάδοσης για τον Δήμο Ηγουμενίτσας.....	34
3.4.	Προσδιορισμός των πρωτοκόλλων ασυρμάτων εξοπλισμών.....	48
3.5.	Τεχνικές Προδιαγραφές του εξοπλισμού	50
3.6.	Περιγραφή του λογισμικού διαχείρισης του ασυρμάτου δικτύου.....	78
3.7.	Καταγραφή και ανάλυση των απαιτούμενων εργασιών.....	78
3.8.	Αποτελέσματα/Συμπεράσματα	80
4.	Απαιτούμενος Εξοπλισμός Εκπομπής/Λήψης και απαιτούμενο κεραιοσύστημα εγκατάστασης... 80	
4.1.	Θεωρία Κεραιών	80
4.2.	Είδη Κεραιών στα ασύρματα δίκτυα	82
4.3.	Λοιπά Εξαρτήματα για την εγκατάσταση των ΑΣΠ.....	84
4.4.	Επιλογή κατάλληλου κεραιοσυστήματος.....	85
4.5.	Τεχνικές Προδιαγραφές Κεραιοσυστήματος	87
4.6.	Διαλείψεις πολλαπλών διάδρομων - Εξασθένιση	88
4.7.	Στατιστική αναπαράσταση των καναλιών με διαλείψεις	96
5.	Νομικό Πλαίσιο εγκατάστασης και χρήσης Κεραιών για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών, και απαιτούμενες άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας του ασύρματου ευρυζωνικού εξοπλισμού	97
5.1.	Νομοθεσία για λειτουργία ασύρματου δικτύου στην ISM band των 2,4 GHz	97
5.2.	Νομοθεσία για λειτουργία ασύρματου δικτύου στην ISM band των 5 GHz	100
5.3.	Νομοθεσία για την υλοποίηση και λειτουργία κεραιοσυστημάτων χωρίς την υποχρέωση έκδοσης άδειας	102
5.4.	Ασύρματα δίκτυα και δημόσια υγεία.....	105
6.	Απαιτούμενες εργασίες συντήρησης του εξοπλισμού και μελλοντικής επέκτασης του δικτύου . 107	
6.1.	Συντήρηση και υποστήριξη υλικού εντός των 2 ετών από την υλοποίηση του έργου.....	108
6.2.	Συντήρηση και υποστήριξη υλικού πλέον των 2 ετών από την υλοποίηση του έργου	109
6.3.	Επέκταση του δικτύου	109
7.	Απαιτούμενες εργασίες και τεχνικές προδιαγραφές του αναγκαίου εξοπλισμού για την διασύνδεση των άλλων κατηγοριών δικτύων με την Ασύρματη Ευρυζωνική Υποδομή	109
7.1.	ΣΥΖΕΥΞΙΣ	109
7.2.	Προοπτικές επέκτασης Ασυρμάτου Δικτύου σύμφωνα με το πρόγραμμα ΣΥΖΕΥΞΙΣ	111
7.3.	Φορείς της περιοχής που συμμετέχουν στο πρόγραμμα ΣΥΖΕΥΞΙΣ	112
7.4.	Τεχνικές προδιαγραφές των απαραίτητων εξαρτημάτων διασύνδεσης.....	113
7.5.	Διασύνδεση με το Μητροπολιτικό Δίκτυο Οπτικών Ινών	113
7.6.	Εργασίες για την διασύνδεση ετερογενών δικτύων με το ασύρματο δίκτυο	114
8.	Ανάλυση Προϋπολογισμού και Τεύχος Δημοπράτησης του Έργου.....	115
8.1.	Περιοχές κάλυψης Εξωτερικού Χώρου	115
8.2.	Ενδεικτικός Προϋπολογισμός του έργου	116
8.3.	Κριτήρια Αξιολόγησης του έργου.....	118
	Παράρτημα Α: Συγκρότηση Επιτροπών Κρίσεων του έργου – Προς την Διακύρωση	119
	Παράρτημα Β: Προτεινόμενα Στοιχεία - Προς την Συγγραφή Υποχρεώσεων - Διακύρωση.....	121
	Β.1. Κατάθεση Προσφορών	121

B.2. Κριτήρια Ανάθεσης	121
B.3. Αιτιολόγηση Ασυνήθιστα Χαμηλών Προσφορών	122
B.4. Προσφυγές	122
B.5. Αποτέλεσμα Διαγωνισμού	123
B.6. Σύναψη Σύμβασης με τον Ανάδοχο	124
B.7. Παρακολούθηση Εκτέλεσης Σύμβασης.....	124
B.8. Παραλαβή	124
B.9. Υποχρεώσεις Αναδόχου.....	125
B.10. Έκπτωση Αναδόχου.....	127
B.11. Αναστολή της Σύμβασης	127
B.12. Λύση της Σύμβασης.....	128
B.13. Εμπιστευτικότητα	128
B.14. Κανονιστικό Περιβάλλον.....	128
B.15. Περίοδος Καλής Λειτουργίας	132

1. Ανάθεση Μελέτης – Αντικείμενο

1.1. Ιστορικό Ανάθεσης Μελέτης

Στις 27 Απριλίου 2007 στο Δημαρχείο της Ηγουμενίτσας υπογράφηκε η σύμβαση ανάθεσης μελέτης μεταξύ:

- α) του Δήμου Ηγουμενίτσας που εκπροσωπείται νόμιμα από τον κ. Πιτούλη Θωμά Δήμαρχο Ηγουμενίτσας, καλούμενο στο εξής «εργοδότης» και
- β) του Εργαστηρίου Ασύρματης Τηλεπικοινωνίας (ΕΑΤ) του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών που εδρεύει στην Πάτρα, Ρίο 26500 και εκπροσωπείται νόμιμα από τους: (β1) Καθηγητή κ. Βασίλειο Αναστασόπουλο, Αντιπρύτανη και (β2) τον Επιστημονικό Υπεύθυνο, Καθηγητή κ. Σταύρο Κωτσόπουλο, Διευθυντή του Εργαστηρίου Ασύρματης Τηλεπικοινωνίας (ΕΑΤ), καλούμενου στο εξής «Ανάδοχος» δηλώθηκαν και συμφωνήθηκαν και έγιναν αποδεκτά τα εξής:

Το πρώτο από τα συμβαλλόμενα μέρη ο Δήμος Ηγουμενίτσας ύστερα από την απόφαση με αριθμό 75/2007 της Δημοκρατικής Επιτροπής του Δήμου Ηγουμενίτσας, αναθέτει στον δεύτερο συμβαλλόμενο «Ανάδοχο» το έργο: «Μελέτη Βέλτιστης Χωροταξικής Κατανομής -Χαρτογραφικής Απεικόνισης και Προδιαγραφών των Ασύρματων συστημάτων για την υλοποίηση Εκτεταμένης Ευρυζωνικής Ασύρματης Πλατφόρμας στον Δήμο Ηγουμενίτσας (Νομικό Πλαίσιο - Ανάλυση Προϋπολογισμού - Σύνταξη Τεύχους Δημοπράτησης)»

1.2. Αντικείμενο

Στόχος του έργου είναι η εκπόνηση μελέτης για την δημιουργία ενός εκτεταμένου ευρυζωνικού δικτύου, λαμβάνοντας υπόψη την χωροταξική κατανομή, την χαρτογραφική απεικόνιση και το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο, για την υποστήριξη και παροχή αναβαθμισμένων υπηρεσιών στους πολίτες του Δήμου της Ηγουμενίτσας. Αποτέλεσμα του έργου θα είναι οι χρήστες/πολίτες, με τον κατάλληλο τερματικό εξοπλισμό, να μπορούν να χρησιμοποιούν την ασυρματική ευρυζωνική υποδομή προκειμένου να μεταδώσουν και να λάβουν δεδομένα μέσω του αέρα σε συγκεκριμένες συχνότητες (π.χ. σύνδεση με το διαδίκτυο [internet]).

Ο στόχος, της μελέτης αυτής, είναι να αντληθεί η πληροφορία σε επικοινωνιακό φορτίο, ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία η οποία θα υποστηρίξει την ασύρματη ευρυζωνική πλατφόρμα στον Δήμο, καθώς επίσης να δώσει και τα κριτήρια προσαρμογής της ευρυζωνικής πλατφόρμας με την υφιστάμενη ενσύρματη τηλεπικοινωνιακή υποδομή. Οι παράμετροι οι οποίοι θα παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή της κατάλληλης ασυρματικής πλατφόρμας θα είναι: ο επιθυμητός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (data rate) ώστε να διασφαλίζονται οι πιθανές διαδραστικές (interactive) απαιτήσεις των χρηστών, καθώς επίσης και το επιθυμητό επίπεδο ρυθμού μετάδοσης σφαλμάτων (Bit Error Rate – BER). Διασφαλίζοντας τα κριτήρια της αξιόπιστης υποστήριξης πολυμεσικών επικοινωνιακών

υπηρεσιών (κριτήρια της Διεθνούς Ενώσεως Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union – ITU) και του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Τηλεπικοινωνιακής Τυποποίησης (European Telecommunication Standardization Institute – ETSI) θα επιλεγεί η βέλτιστη ασυρματική τεχνολογία για την κάλυψη των αναγκών σε παροχή υπηρεσιών του Δήμου της Ηγουμενίτσας.

1.3. Στοιχεία και Υφιστάμενες Μελέτες

Για την δημιουργία αυτής της μελέτης χρησιμοποιήθηκε η αντίστοιχη μελέτη όδευσης οπτικών ινών. Η μελέτη αφορούσε την μελέτη, σχεδίαση και δημιουργία ενός ενιαίου δικτύου υψηλών ταχυτήτων, το οποίο θα βασίζεται σε οπτικές ίνες και θα καλύπτει γεωγραφικά τον Δήμο Ηγουμενίτσας (Metropolitan Area Network – MAN Ηγουμενίτσας). Το δίκτυο θα παρέχει δικτυακές υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας καταρχήν στους τομείς της Εκπαίδευσης, Πολιτισμού, Υγείας-Πρόνοιας και Δημόσιας Διοίκησης.

2. Υποστηριζόμενες επικοινωνιακές υπηρεσίες και υφιστάμενη τηλεπικοινωνιακή υποδομή

2.1. Εισαγωγή

Ευρυζωνικότητα

Ο όρος της ευρυζωνικότητας έκανε την πρώτη εμφάνιση του σε ερευνητικούς χώρους, τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών χαρακτηρίζοντας γραμμές υψηλής ταχύτητας.

Δύο βασικά χαρακτηριστικά μιας ευρυζωνικής σύνδεσης είναι ότι:

- Παρέχει αδιάλειπτη πρόσβαση στο Ίντερνετ
- Έχει υψηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων προς το χρήστη ώστε ο χρήστης να έχει πρόσβαση σε διαδραστικές υπηρεσίες πλούσιου περιεχομένου (φωνή, εικόνα και δεδομένα)

Η ευρυζωνική σύνδεση ενός Η/Υ με το Διαδίκτυο παραμένει διαρκώς «ενεργή» ανεξάρτητα με το αν ο χρήστης τη χρησιμοποιεί ή όχι χωρίς κανένα επιπρόσθετο κόστος κατά τη διάρκεια της σύνδεσης. Το γεγονός αυτό αποτελεί σημαντική διαφοροποίηση από τις συνδέσεις Dialup και ISDN που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα και συμβάλλει σημαντικά στην ευκολία σύνδεσης με το Διαδίκτυο.

Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση των συνδέσεων Dialup και ISDN, κάθε φορά που ο χρήστης θέλει να συνδεθεί στο Διαδίκτυο πρέπει να περάσει από μια διαδικασία σύνδεσης η οποία μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 1 λεπτό. Κατόπιν υπάγεται σε χρονοχρέωση που σημαίνει ότι χρεώνεται με κάποιο ποσό ανάλογα με το χρόνο στον οποίο είναι συνδεδεμένος. Όταν τέλος ο χρήστης δε χρειάζεται τη σύνδεση, πρέπει να την τερματίσει ο ίδιος ώστε να διακοπεί η χρέωσή του και να απελευθερώσει τη γραμμή του τηλεφώνου. Η σύνδεση μέσω Dialup και ISDN επομένως επιβάλλοντας την ανάγκη ενεργοποίησης και απενεργοποίησης της σύνδεσης δυσχεραίνει σημαντικά την άμεση χρήση και διαθεσιμότητα του Διαδικτύου για την ανάκτηση πληροφορίας.

Η ευρυζωνική σύνδεση απελευθερώνει το χρήστη από τη διαδικασία ενεργοποίησης/απενεργοποίησης. Ο Η/Υ βρίσκεται συνεχώς συνδεδεμένος στο Διαδίκτυο και ο χρόνος σύνδεσης δεν επηρεάζει το κόστος. Έτσι η άμεση χρήση του Διαδικτύου για την ανάκτηση έστω και της πιο μικρής πληροφορίας γίνεται απλή και γρήγορη.

Για παράδειγμα σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να βρει το τηλέφωνο κάποιου το οποίο δε γνωρίζει μπορεί να το αναζητήσει στον τηλεφωνικό κατάλογο, διαδικασία που απαιτεί γύρω στα 2 λεπτά. Αναζητώντας το στο Διαδίκτυο με σύνδεση Dialup ή ISDN θα χρειαστεί περίπου τον ίδιο χρόνο αφού πρέπει να περάσει από τη διαδικασία ενεργοποίησης της σύνδεσης, αναζήτησης του τηλεφώνου σε κάποιο δικτυακό τόπο και απενεργοποίησης της σύνδεσης. Επιπρόσθετα, θα χρεωθεί και με το κόστος κλήσης. Στην περίπτωση της ευρυζωνικής σύνδεσης το μόνο που απαιτείται είναι η αναζήτηση του τηλεφώνου σε κάποιο δικτυακό τόπο χωρίς άλλες διαδικασίες και χωρίς καμία επιπλέον χρέωση, διαδικασία που δεν απαιτεί παραπάνω από 20 δευτερόλεπτα.

Ευρυζωνικότητα γενικότερα

Σαν μια ευρύτερη έννοια, η Ευρυζωνικότητα σήμερα αναφέρεται στην **ποιοτική διαδικτυακή εμπειρία** του καταναλωτή που βασίζεται σε γραμμές μετάδοσης υψηλής ταχύτητας που προσφέρουν γρήγορη και αδιάλειπτη πρόσβασή στο Internet. Ακόμα πιο γενικά η ευρυζωνικότητα χαρακτηρίζει ένα περιβάλλον καινοτόμο από πολιτική, οικονομική και τεχνολογική άποψη που για το σχεδιασμό και τη λειτουργία του χρειάζεται:

- Κατάλληλη υλικοτεχνική υποδομή η οποία αποτελείται από τα υφιστάμενα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, αλλά και νέου τύπου π.χ. ασύρματα δίκτυα (wi-fi). Με νέο τεματικό εξοπλισμό γίνεται όσο το δυνατόν αποδοτικότερη η χρήση των παλαιότερων δικτύων ώστε να είναι σε θέση να καλύψουν τις «ανάγκες» σε ρυθμό μετάδοσης που απαιτούνται από νέες εφαρμογές. Λαμπρό παράδειγμα αποτελεί η τεχνολογία DSL που αξιοποιώντας τις κλασικές γραμμές δισύρματος ζεύγους επιτυγχάνει πολύ υψηλές ταχύτητες. Όσον αφορά τα νέα δίκτυα, εκεί εξέχουσα θέση έχουν τα ασύρματα και οπτικά. Στα μεν πρώτα μπορούμε να επιτύχουμε μεγάλους ρυθμούς μετάδοσης συνδυάζοντας παράλληλα τα πλεονεκτήματα που μας δίνει η φορητότητα λόγω της έλλειψης καλωδίων. Τα οπτικά δίκτυα παρουσιάζουν πολύ μεγάλη χωρητικότητα γεγονός που τα καθιστά ιδανικά ως δίκτυα κορμού (backbone networks). Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πως η εγκατάσταση νέων ενσύρματων δικτύων έχει αρκετά μεγάλο κόστος. Οπότε πρώτη κίνηση είναι η αναβάθμιση των υφιστάμενων και ακόλουθη είναι η εγκατάσταση νέων. Τα παραπάνω δίκτυα καλούνται να ικανοποιήσουν τις «ανάγκες» των νέων τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών σε ρυθμούς μετάδοσης πληροφορίας.
- Κατάλληλη πολιτική διαχείρισης, καθώς η πολυπλοκότητα μιας τηλεπικοινωνιακής δομής που αποτελείται από διαφορετικούς τύπους δικτύων και γενικότερα συνδυάζει αρκετές τεχνολογίες, είναι τεράστια. Η διασύνδεση δικτύων που βασίζονται σε διαφορετικές τεχνολογίες καθίσταται απαραίτητη ώστε να δημιουργείται ένα ενιαίο δίκτυο με το μέγιστο δυνατό εύρος.
- Επίβλεψη της λειτουργίας. Η επίβλεψη δικτύων τέτοιου μεγέθους αποτελεί σύνθετο έργο καθώς συνδυάζει συστήματα συνεχούς ελέγχου της λειτουργίας, αποτελούμενα συνήθως από κατάλληλα λογισμικά, αλλά και έμπνηχο δυναμικό που καλείται να επιδιορθώσει άμεσα την ενδεχόμενη βλάβη που μπορεί να προκύψει.
- Την δυνατότητα του πολίτη να επιλέγει ανάμεσα σε μια ποικιλία προσφορών σύνδεσης, αυτή που ταιριάζει στον εξοπλισμό του. Η σύνδεση αυτή μπορεί να

συνδυάζεται παράλληλα με τις κατάλληλες για τον πελάτη δικτυακές εφαρμογές. Έτσι στον χώρο του πελάτη, που μπορεί να είναι από καθαρά οικιακός έως και μεγάλη επιχείρηση, υπάρχει η απαραίτητη διασύνδεση τόσο με εσωτερικούς κόμβους (τοπικό δίκτυο), όσο και με εξωτερικούς (ευρυζωνική σύνδεση). Αυτό που απομένει είναι η επιλογή των κατάλληλων εφαρμογών οι οποίες θα υποστηρίζουν τις απαιτούμενες από τον συνδρομητή υπηρεσίες.

Απόρροια όλων των παραπάνω είναι η παροχή **ποιοτικών** τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Ο υψηλός ρυθμός μετάδοσης της πληροφορίας ανοίγει νέους ορίζοντες στην επικοινωνία μέσω του Διαδικτύου. Η ευρυζωνική σύνδεση επιτρέπει την αποστολή εικόνας video και ήχου σε πραγματικό χρόνο. Λέμε ότι μια οποιαδήποτε μετάδοση συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο (Real-Time Broadcast) όταν για παράδειγμα μια λήψη Video ή μια συνέντευξη αποστέλλεται στο Διαδίκτυο τη στιγμή που λαμβάνεται. Ο όρος αποτελεί το αντίστοιχο της «ζωντανής» μετάδοσης στη τηλεόραση-ραδιόφωνο. Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει την επικοινωνία χρηστών σε πραγματικό χρόνο (όπως στο τηλέφωνο) χωρίς επιπρόσθετο κόστος με ταυτόχρονη μάλιστα αποστολή «ζωντανής» εικόνας των συνομιλητών. Επιτρέπει επίσης την προβολή μέσω αυτής «ζωντανών» τηλεοπτικών προγραμμάτων και εκπομπών. Στις δυνατότητες αυτές προστίθεται και η πέραν της ικανοποιητικής ταχύτητα για αποστολή ή λήψη εικόνας, κειμένου ή ήχου.

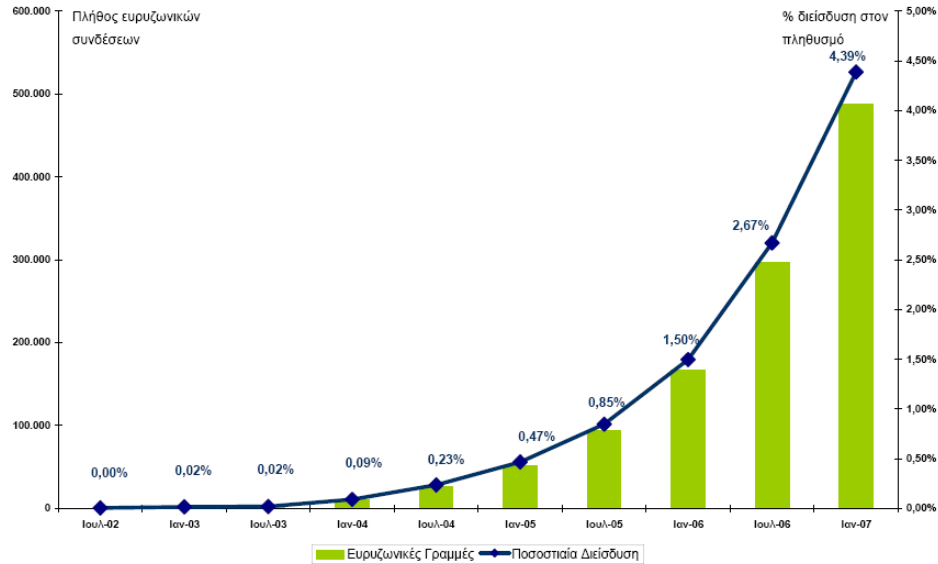
Η ευρυζωνική σύνδεση μπορεί να εξασφαλίσει την ποιότητα της διαδικτυακής επικοινωνίας-εμπειρίας του καταναλωτή λόγω των υψηλών ταχυτήτων διασύνδεσης που επιτρέπει.

Ευρυζωνικότητα στην Ελλάδα

Μέχρι σήμερα, η ανάπτυξη της ευρυζωνικότητας συνδέεται άμεσα με τη διείσδυση του Διαδικτύου σε οικιακούς χρήστες, επιχειρήσεις και οργανισμούς. Κατά συνέπεια, η προσπάθεια προσδιορισμού του συνόλου της αγοράς διαδικτυακών, και κατ' επέκταση ευρυζωνικών συνδέσεων, στηρίζεται σε εκτίμηση του πλήθους όλων των παραπάνω μονάδων.

Σύμφωνα με στοιχεία που δημοσιεύθηκαν τον Μάιο του 2007 (Eurostat), την τελευταία θέση στην ευρυζωνικότητα μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξακολουθεί να κατέχει η Ελλάδα. Ωστόσο εμφανίζει αυξημένους ρυθμούς ανάπτυξης, όπως φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα (σχήμα 1) που δείχνει το πλήθος των ευρυζωνικών γραμμών για την περίοδο 2002-2007. Από τα στοιχεία που συνέλλεξε η ευρωπαϊκή στατιστική υπηρεσία φαίνεται πως η Ελλάδα, όχι μόνο αποτελεί τον ουραγό της Ευρώπης στο γρήγορο Ίντερνετ, καθώς μόνο το 6% των Ελληνικών νοικοκυριών διαθέτει ευρυζωνική σύνδεση, όταν ο ευρωπαϊκός μέσος όρος φτάνει το 28%, αλλά εξακολουθεί να καταλαμβάνει τις τελευταίες θέσεις στην κατοχή ηλεκτρονικού υπολογιστή και στην τακτική χρήση του Ίντερνετ. Συγκεκριμένα, ενώ περισσότεροι από τους μισούς Ευρωπαίους (54%) διαθέτουν ηλεκτρονικό υπολογιστή, στην Ελλάδα το ποσοστό μετά βίας αγγίζει το 36%. Ακόμα πιο απογοητευτική είναι η αριθμητική αποτύπωση των Ελλήνων χρηστών του Διαδικτύου, καθώς, όπως προκύπτει από τα στοιχεία, ενώ το 42% των Ευρωπαίων έχει πρόσβαση στο Ίντερνετ και από το σπίτι, στην Ελλάδα το αντίστοιχο ποσοστό είναι 19%.

Στην ασύρματη τεχνολογία, η Ελλάδα εξακολουθεί να βρίσκεται στις τελευταίες θέσεις της κατάταξης με ποσοστό μικρότερο του 20%, τη στιγμή που ο ευρωπαϊκός μέσος όρος ανέρχεται στο 34%.



Σχήμα 1.1 κατά τις εκτιμήσεις, τον Ιούλιο του 2007 η διείσδυση πρόκειται να υπερβεί το 5,7%

Επιπλέον πρέπει να ληφθεί υπόψη πως η αυξητική τάση του πλήθους των ευρυζωνικών συνδέσεων σχετίζεται άμεσα με την πτωτική πορεία του μέσου συνολικού κόστους ανά ταχύτητα πρόσβασης, αλλά και στον διπλασιασμό των ονομαστικών ταχυτήτων πρόσβασης.

2.2. Υποστηριζόμενες Υπηρεσίες από το Ασύρματο Ευρυζωνικό Δίκτυο

Ολοένα και περισσότερες εφαρμογές και υπηρεσίες κατακλύζουν τα ασύρματα δίκτυα νέας γενιάς, καθιστώντας τα όλο και πιο απαιτητικά. Στα πλαίσια των ΟΤΑ Α και Β βαθμού ποικίλες υπηρεσίες και εφαρμογές προκύπτουν από την δημιουργία της ασύρματης ευρυζωνικής πλατφόρμας, οι οποίες μπορούν να διευκολύνουν την καθημερινή ζωή του πολίτη/δημότη.

Δωρεάν τηλεφωνικές κλήσεις στα όρια του δήμου

Είναι γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια η χρήση της (Voice over IP) VoIP τηλεφωνίας έχει αναβαθμιστεί σημαντικά με βασικό κίνητρο την ελαχιστοποίηση του κόστους. Αποτέλεσμα είναι ότι στο άμεσο μέλλον υπάρχει μεγάλη πιθανότητα οι κλήσεις να γίνονται δωρεάν μέσα από ασύρματα ή ενσύρματα ευρυζωνικά δίκτυα. Μια από αυτές τις τεχνολογίες είναι με τα ασύρματα ευρυζωνικά δίκτυα μέσω της τεχνολογίας WiFi, δημιουργώντας ένα δίκτυο κορμού που θα υποστηρίζουν την δωρεάν μετάδοση φωνής. Οι δημότες έχουν δυνατότητα τηλεφωνικής συνδιάσκεψης προς όλα τα μέρη του δήμου όπου θα υπάρχει ασύρματη κάλυψη, με μηδαμινό κόστος. Τηλεφωνικές κλήσεις και προς κινητά και σταθερά, με ελάχιστο κόστος, επίσης θα είναι δυνατόν να πραγματοποιούνται με την αντίστοιχη υλοποίηση SIP πρωτοκόλλων.

Πλήρη δικτύωση και διανομή διαδικτυακών υπηρεσιών σε όλες τις υπηρεσίες του δήμου. Δωρεάν πρόσβαση σε ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες και λοιπές πληροφορίες

Οι δημότες έχουν δυνατότητα πρόσβασης στο Ίντερνετ μέσω φορητών υπολογιστών, υπολογιστών παλάμης ή ακόμα και κινητών τηλεφώνων 4^{ης} γενιάς. Η δυνατότητα αυτή προσφέρει διάχυση γνώσεως προς τους δημότες, ανεβάζοντας το μορφωτικό αλλά και βιοτικό

τους επίπεδο, καθώς υπάρχει δυνατότητα πρόσβασης σε μεγάλες βιβλιοθήκες (μουσικές, κινηματογραφικές, εκπαιδευτικές κλπ). Επίσης θα δύναται πρόσβαση στα στοιχεία της Δημοτικής Βιβλιοθήκης του Δήμου Ηγουμενίτσας καθώς και σε ηλεκτρονικές εγκυκλοπαίδειες.

Δυνατότητα καταγραφής και συλλογής δεδομένων για την κίνηση στους δρόμους, μετεωρολογικά δεδομένα και λοιπών στοιχείων μετρήσεων από οποιοδήποτε μετρητικό όργανο

Λόγω της κατανομής των Ασύρματων Σημείων Πρόσβασης το Ασύρματο Ευρυζωνικό δίκτυο μπορεί να μεταφέρει δεδομένα για την ενημέρωση των δημοτών. Με χρήση νέων τεχνολογιών ο δήμος μπορεί να ενημερώνει με κατά τόπους οθόνες τους δημότες για την κίνηση στους δρόμους, τα μετεωρολογικά αποτελέσματα αλλά και οποιεσδήποτε λοιπές μετρήσεις κρίνει απαραίτητες.

Αποστολή μέσω του ασυρμάτου δικτύου πληρωμών των δημοτικών τελών/προστίμων με χρήση e-banking

Οι δημότες έχουν δυνατότητα πρόσβασης και πληρωμής των δημοτικών τελών/προστίμων με ηλεκτρονική πληρωμή αλλά και με μεταφορά χρημάτων από τραπεζικούς λογαριασμούς.

Άμεση πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων και στοιχείων δημοτολογίου μέσω ασύρματης ζεύξης

Οι δημότες θα μπορούν να βγάλουν τα απαραίτητα πιστοποιητικά τους και να αναζητήσουν πληροφορίες μέσα από την βάση δεδομένων του δήμου χρησιμοποιώντας αποκλειστικά το ασύρματο δίκτυο. Χρονοβόρες διαδικασίες θα γίνονται αποτελεσματικά χωρίς την μεσολάβηση γραφειοκρατικής διαδικασίας. (Παρόμοιες διαδικασίες έχουν πραγματοποιηθεί σε δήμους και πανεπιστημιακά ιδρύματα της Ελλάδας)

Ηλεκτρονικές Συνδιαλλαγές / Ηλεκτρονικά Καταστήματα (E-Commerce)

Μεγάλη άνθηση έχει γνωρίσει το ηλεκτρονικό εμπόριο. Στα πλαίσια της χρήσης του ασυρμάτου δικτύου εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον χώρο του δήμου, μπορούν να διαφημιστούν μέσα από το ασύρματο δίκτυο, αλλά και να πουλήσουν τα αντίστοιχα προϊόντα τους. Επίσης ηλεκτρονικές αγορές πλέον είναι δυνατές από διάφορα κατά τόπους ηλεκτρονικά καταστήματα, καθόσον το ασύρματο δίκτυο θα διασυνδέεται με το Internet.

Άμεση διασύνδεση δημοτικών υπηρεσιών με κρατικές υπηρεσίες (αστυνομία, λιμεναρχείο, δασαρχείο)

Το ασύρματο δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διασύνδεση των διαφόρων κρατικών υπηρεσιών που δραστηριοποιούνται στο Δήμο, μέσω της ταχύτατης μετάδοσης μηνυμάτων και δεδομένων. Αποτέλεσμα θα είναι η ταχύτερη και αποτελεσματικότερη συνεργασία των υπηρεσιών αυτών.

Μεταφορά ψηφιακής ηλεκτρονικής εικόνας και ήχου της δημοτικής τηλεόρασης/ραδιοφωνίας. (Λαμβάνοντας επίσης υπόψη την μελλοντική εφαρμογή των υπηρεσιών DVB, ο δήμος θα έχει υλοποιημένη την εγκατάσταση)

Στα πλαίσια του γενικότερου προβλήματος που αντιμετωπίζει ο Δήμος Ηγουμενίτσας λόγω της χωροταξικής του θέσης με την αναμετάδοση της τηλεόρασης, το ασύρματο δίκτυο μπορεί να αναμεταδώσει αποτελεσματικά οποιοδήποτε μπουκέτο καναλιών, αλλά και να μεταδώσει βίντεο από διάφορα συμβούλια του Δήμου. Το ασύρματο δίκτυο αναμφισβήτητα μπορεί να παίζει τον εναλλακτικό ρόλο επικοινωνίας με την προβολή τόσο ηλεκτρονικών καναλιών

αλλά και δημοτικού ραδιόφωνου, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω αδειοδότησης από την ΕΕΤΤ. Επίσης μεταφορά βίντεο από κάμερες (Wireless IP Cameras) επιτήρησης (π.χ. λιμανιού ή λοιπών σημείων) είναι δυνατή με απόλυτη ασφάλεια.

Υπηρεσίες ασύρματης δικτύωσης, χρήση φορητών συσκευών κατά την διάρκεια της αναμονής στο λιμάνι ή σε λοιπούς χώρους του δήμου των πολιτών ή/και τουριστών

Αποτελώντας ένα τουριστικό δήμο, όσο και διαμετακομιστικό, πληθώρα τουριστών αναμένουν στο λιμάνι. Ο Δήμος μέσα από το δίκτυο μπορεί να παρέχει ασύρματη πρόσβαση στο Ίντερνέτ και στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail), αποτελώντας ένα σύγχρονο δήμο. Παρόμοιες υπηρεσίες μπορούν να προσφερθούν τόσο σε κοινόχρηστους χώρους του δήμου (πλατείες, καφετέριες) ή και μετά αμοιβής σε επαγγελματίες. Τέλος υπάρχει δυνατότητα προώθησης ηλεκτρονικών διαφημίσεων σε όλους τους φορητούς υπολογιστές που βρίσκονται στην κάλυψη του ασύρματου δικτύου

2.3. Καταγραφή της υφιστάμενης σταθερής τηλεπικοινωνιακής υποδομής στο Δήμο Ηγουμενίτσας

1.3.1 Υπάρχοντα Κοινόχρηστα Δίκτυα και Σημεία Παροχής

Στην πόλη της Ηγουμενίτσας υπάρχουν τα παρακάτω κοινόχρηστα δίκτυα:

- Δίκτυο Ύδρευσης
- Δίκτυο Αποχέτευσης
- Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρισμού (Μέση και χαμηλή τάση) – Δ.Ε.Η.
- Τηλεφωνικό Δίκτυο (χαλκού) Ο.Τ.Ε.
- Δίκτυο Οπτικών Ινών Ο.Τ.Ε.
- Δίκτυο Ηλεκτροφωτισμού

Είναι σημαντικό να προσδιορίσουμε και την βασική ύπαρξη του Πάρκου Κεραιών που διέπεται από τις διατάξεις της ΕΕΤΤ

1.3.2 Μητροπολιτικό Δίκτυο Οπτικών Ινών

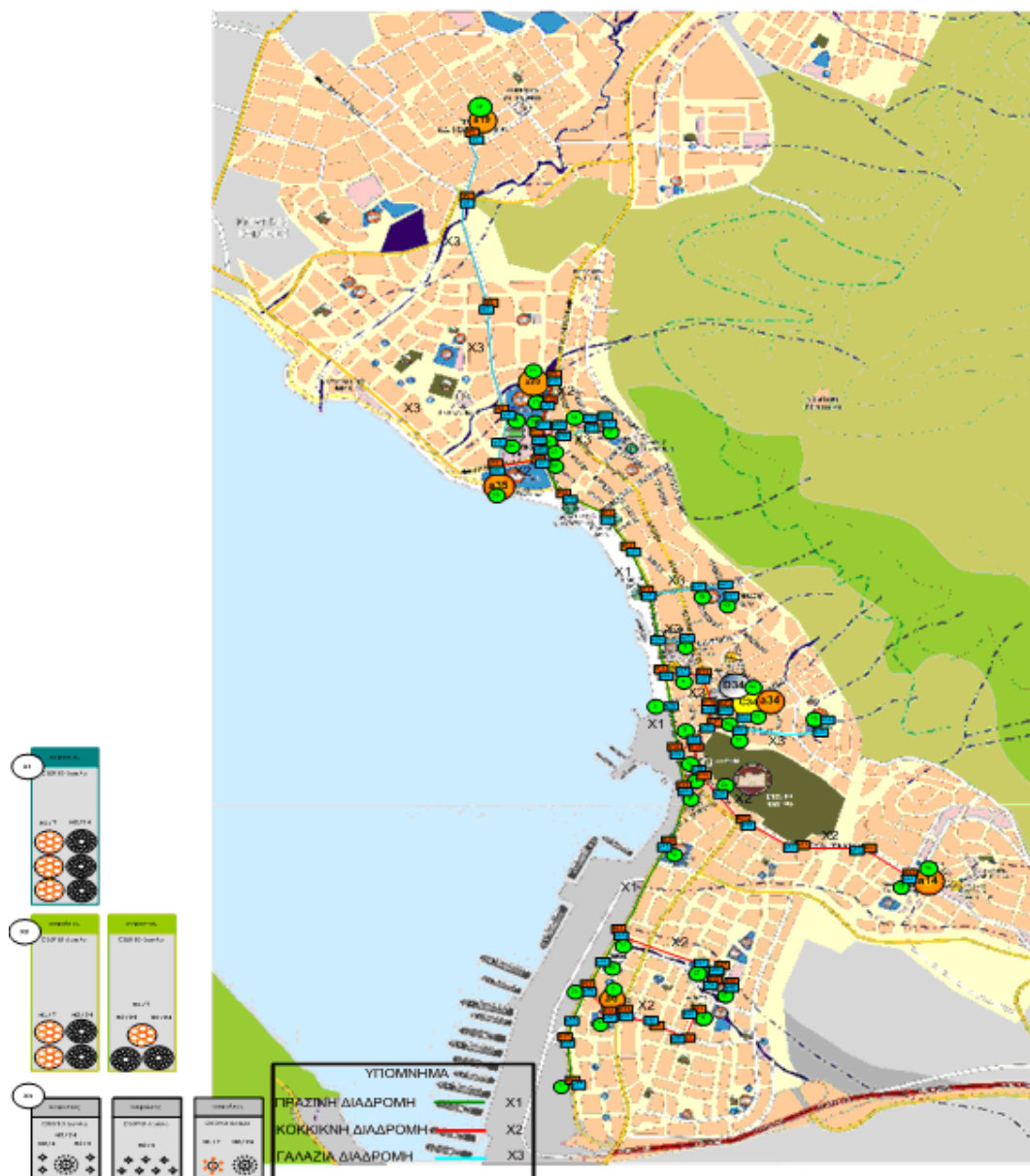
Με βάση την ύπαρξη εκτεταμένου Μητροπολιτικού Δικτύου οπτικών ινών στο Δήμο Ηγουμενίτσας αλλά και στα δημοτικά διαμερίσματα του δήμου η εγκατάσταση των υπέργειων ασυρματικών ζεύξεων καθίσταται αποτελεσματικότερη ως προς την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών στους δημότες.

Προσδιορίζοντας στον παρακάτω πίνακα τα σημεία των δημοτικών κτιρίων που υπάρχει διασύνδεση με την οπτική ίνα

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΗΜΕΙΟΥ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
1	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΛΙΜΕΝΑ - ΛΙΜΕΝΑΡΧΕΙΟ	ΝΕΟ ΛΙΜΑΝΙ
2	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ
3	1 ^ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ	Λ. ΒΥΡΩΝΑ

4	ΟΤΕ	ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ
5	ΤΕΔΚ	ΓΡ. ΛΑΜΠΡΑΚΗ 1
6	Δ.Δ. ΛΑΔΟΧΩΡΙΟΥ	ΛΑΔΟΧΩΡΙ
7	3 ^ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ	ΛΑΔΟΧΩΡΙ
8	ΑΣΤΥΝΟΜΙΑ	
9	ΙΚΑ (ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ)	ΛΑΔΟΧΩΡΙ
10	ΔΙΚΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΑΡΟ	ΑΓ. ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ
11	ΥΠΕΕ	
12	2 ^ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ	ΑΓ. ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ
13	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΓΡΑΙΚΟΧΩΡΙΟΥ	ΓΡΑΙΚΟΧΩΡΙ
14	Δ.Δ ΓΡΑΙΚΟΧΩΡΙΟΥ	ΓΡΑΙΚΟΧΩΡΙ
15	4 ^ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ	ΕΛΒΕΤΙΚΑ
16	1 ^ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ	ΑΙΣΧΥΛΟΥ 16
17	3 ^ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ	ΚΟΥΓΚΙΟΥ ΚΙΑΦΑΣ 55
18	2 ^ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ	ΚΥΠΡΟΥ
19	Δ.Δ. ΝΕΑΣ ΣΕΛΕΥΚΕΙΑΣ	ΝΕΑ ΣΕΛΕΥΚΕΙΑ
20	ΜΑΘΗΤΙΚΗ ΕΣΤΙΑ	28Ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
21	ΙΕΚ	28Ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 12
22	ΚΕΝΤΡΟ ΥΓΕΙΑΣ	28Ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 7
23	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ	28Ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 7
24	ΕΘΝΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ	28Ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
26	ΟΛΗΓ 2	ΝΕΟ ΛΙΜΑΝΙ
27	ΚΛΕΙΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	ΛΑΔΟΧΩΡΙ
28	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ	Π. ΤΣΑΛΔΑΡΗ 31
29	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	ΕΥΡΟΙΑΣ
30	ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ	Π.ΤΣΑΛΔΑΡΗ 18
31	Δ.Ο.Υ. ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ 1	ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ 8
32	ΠΑΛΙΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ	ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ 7
33	ΣΤΡΑΤΟΛΟΓΙΑ	ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΛΙΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ
34	ΝΕΟ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ	ΠΛΑΤΕΙΑ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ
35	ΤΕΙ	
36	ΜΟΥΣΕΙΟ	28Ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
37	ΠΟΛΥΚΛΑΔΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ	ΥΠΟ ΑΝΕΓΕΡΣΗ
38	2 ^ο ΛΥΚΕΙΟ	ΠΡΟΚΑΤ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΓΗΠΕΔΟ
39	1 ^ο 2 ^ο ΤΕΕ -ΣΕΚ	28Ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ
40	1 ^ο ΛΥΚΕΙΟ	ΑΙΣΧΥΛΟΥ 16

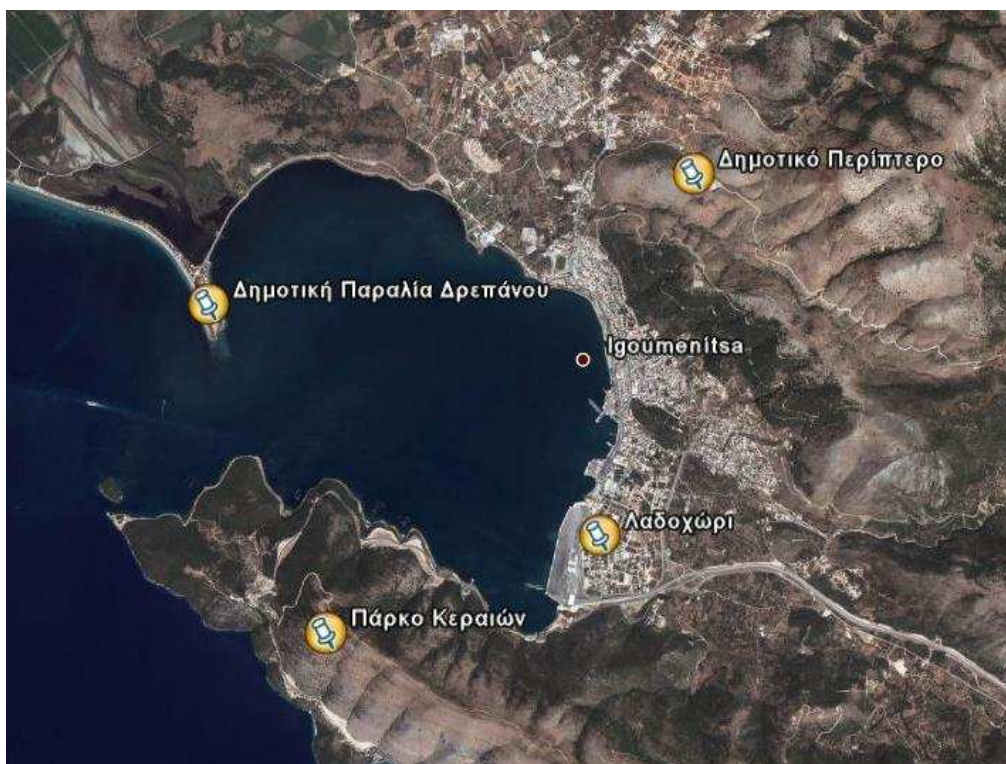
Από την προκήρυξη του Δήμου Ηγουμενίτσας για την εγκατάσταση οπτικών ινών (σελ. 143) έχουμε τα εξής φρεάτια αναλυτικά.



Σχήμα 1 3.1 Τοπολογία Οπτικών Ινών

2.4. Βασικά στοιχεία Ηλεκτρομαγνητική Κάλυψης του Δήμου

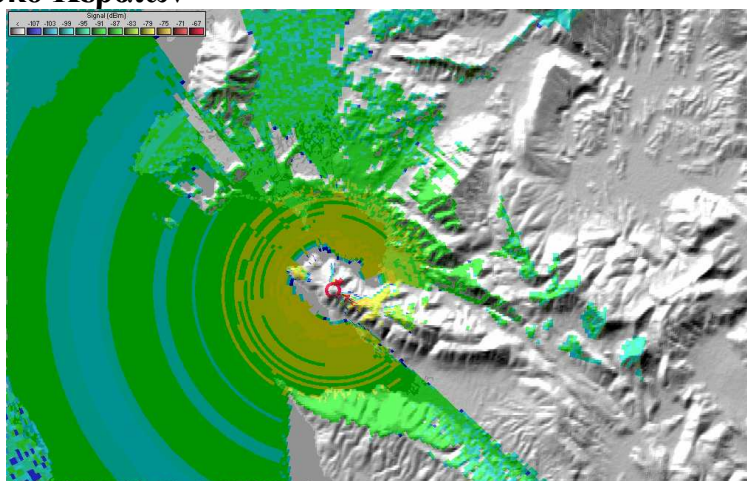
Παρακάτω θα προσδιορίσουμε τα 4 βασικά σημεία του Δήμου Ηγουμενίτσας με βάση την βέλτιστη ηλεκτρομαγνητική κάλυψη. Με βάση τις ανάλογες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν προσδιορίζονται στον χάρτη τα εξής σημεία



Σχήμα 1 4.1 Χάρτης Ηγουμενίτσας

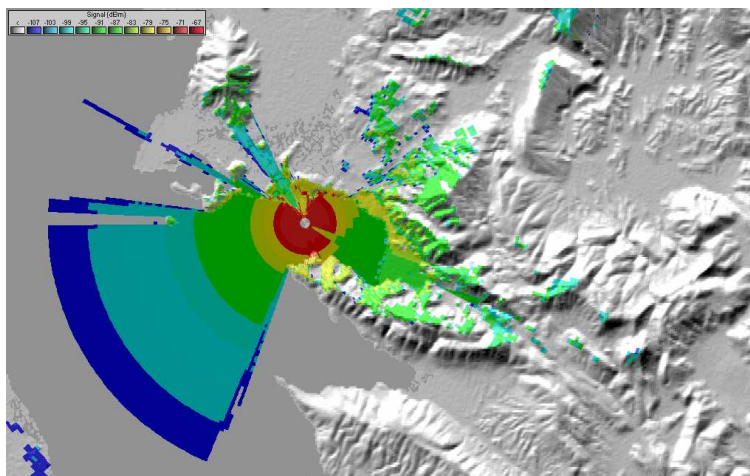
Με αντίστοιχη Ηλεκτρομαγνητική κάλυψη

1.4.1 Πάρκο Κεραιών



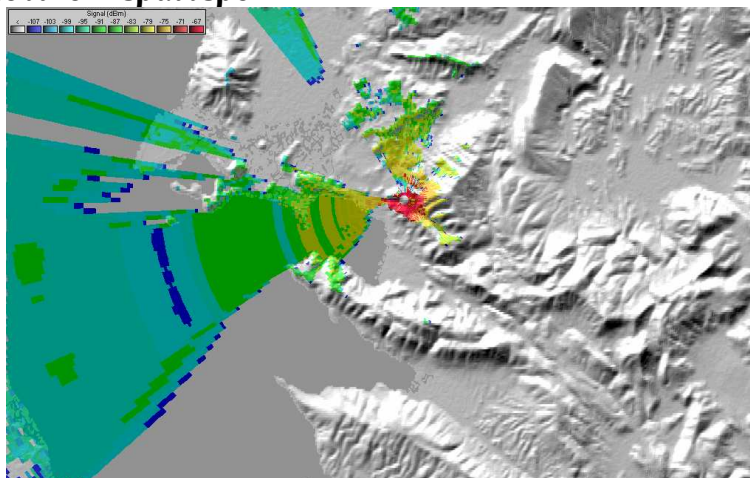
Σχήμα 1.4.2 Κάλυψη Σημείου 1

1.4.2 Δημοτική Παραλία Δρεπάνου



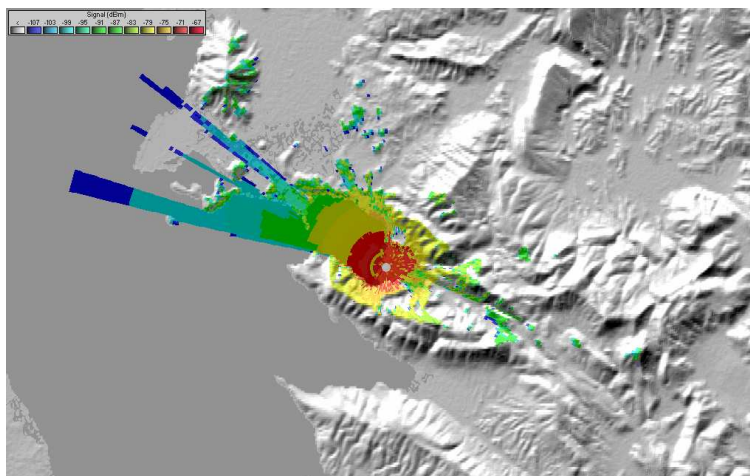
Σχήμα 1.4.3 Κάλυψη Σημείου 2

1.4.3 Δημοτικό Περίπτερο



Σχήμα 1.4.4 Κάλυψη Σημείου 3

1.4.4 Λαδοχώρι



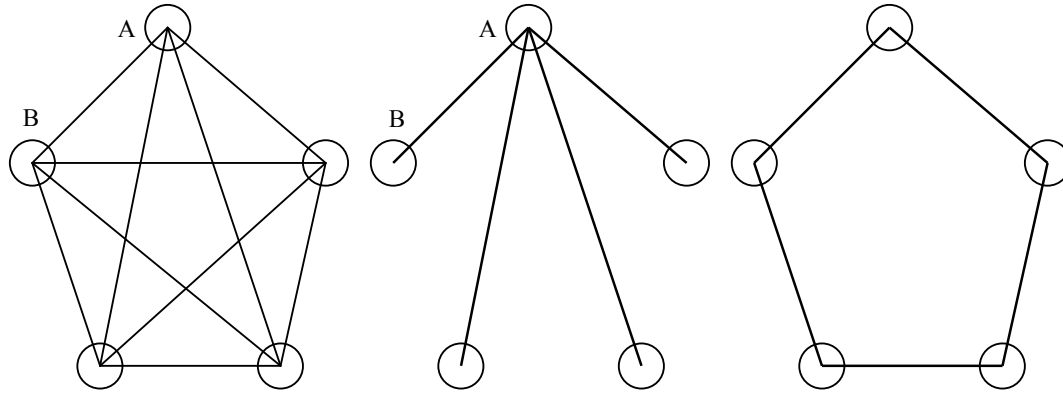
Σχήμα 1.4.5 Κάλυψη Σημείου 4

2.5. Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (Wireless Local Area Networks – WLANs)

Όπως υποδηλώνει το όνομά του, ένα Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο (WLAN) συνδέει τους χρήστες του *ασύρματα*, χωρίς δηλαδή τη χρήση καλωδίων. Επίσης, το δίκτυο είναι σχετικά μικρής εμβέλειας. Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθούμε με το τι είναι ένα δίκτυο και ποια είναι η χρησιμότητα των δικτύων γενικά και των ασύρματων τοπικών δικτύων ειδικότερα. Επίσης, θα αναφερθούμε σε βασικές αρχές λειτουργίας των ασύρματων δικτύων, καθώς και σε κάποια γενικά θέματα δικτύων, όπως το IP, τα subnets, το NAT και το DHCP.

1.5.1. Ορισμός και τοπολογίες δικτύων

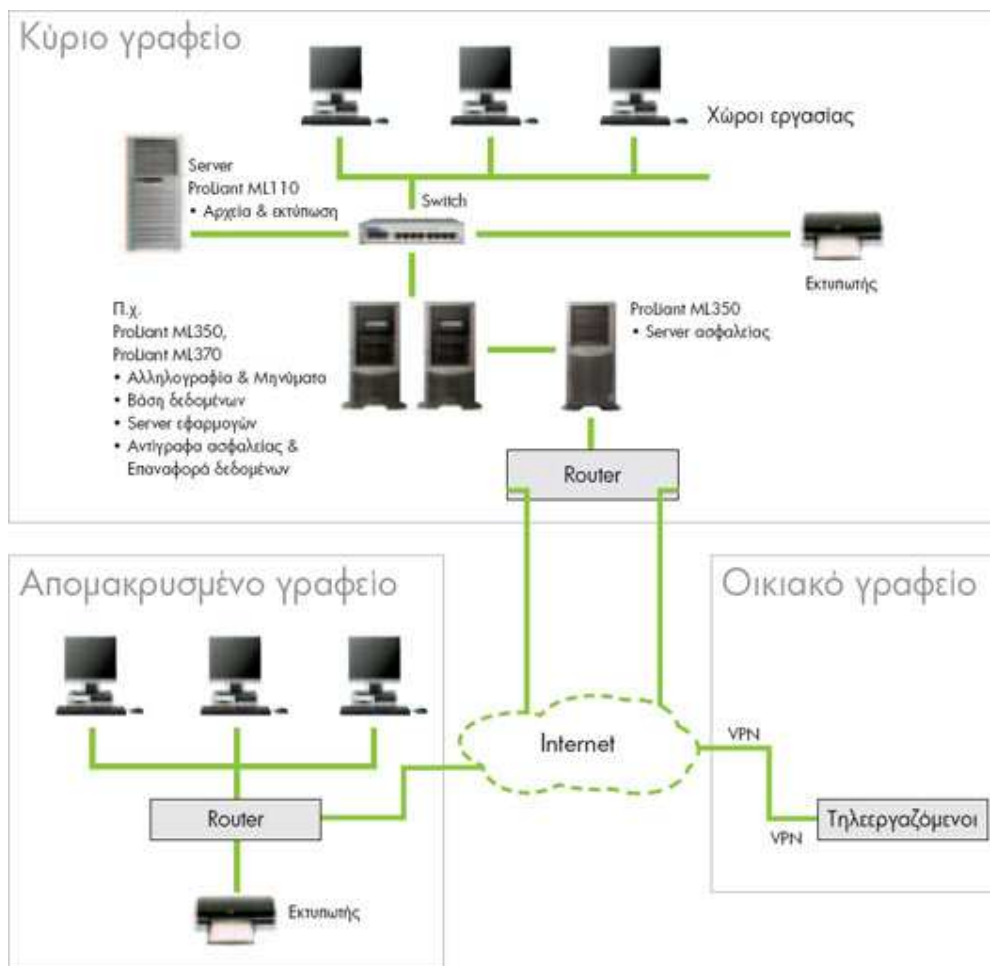
Ένα δίκτυο αποτελείται από ένα σύνολο διασυνδεδεμένων χρηστών. Στο Σχήμα 1.1, 5 χρήστες (για παράδειγμα υπολογιστές ή κινητά τηλέφωνα) επιθυμούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Μια λύση είναι η δημιουργία μιας σύνδεσης για κάθε ζευγάρι χρηστών. Ωστόσο, αυτή η λύση καθίσταται εξαιρετικά δαπανηρή όταν ο αριθμός των χρηστών αυξάνεται (μπορεί να αποδειχθεί ότι για N χρήστες απαιτούνται $N(N-1)/2$ αμφίδρομες συνδέσεις). Επίσης, κατά τις χρονικές περιόδους που δύο χρήστες δεν επικοινωνούν μεταξύ τους η σύνδεση δε χρησιμοποιείται, με αποτέλεσμα να μη γίνεται αποτελεσματική εκμετάλλευση των πόρων του συστήματος.



Σχήμα 1.5.1 Αρχιτεκτονικές δικτύου

Για το λόγο αυτό έχουν προταθεί διάφορες αρχιτεκτονικές δικτύου οι οποίες επιτρέπουν τη διασύνδεση των χρηστών με χρήση λιγότερων συνδέσεων. Παραδείγματα αρχιτεκτονικών δικτύου δίνονται στο Σχήμα 1.1. Στη μεσαία αστεροειδή τοπολογία ο χρήστης A χρησιμοποιείται ως κόμβος ο οποίος δρομολογεί την τηλεπικοινωνιακή κίνηση όλων των άλλων χρηστών του δικτύου. Η κάθε σύνδεση χρησιμοποιείται τώρα πιο αποτελεσματικά. Για παράδειγμα, στην πλήρως διασυνδεδεμένη αρχιτεκτονική αριστερά, η σύνδεση A-B χρησιμοποιείται μόνο όταν ο A και B επιθυμούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, αλλιώς παραμένει ανενεργή. Στην αστεροειδή αρχιτεκτονική στο κέντρο, η σύνδεση A-B χρησιμοποιείται οποτεδήποτε ο χρήστης B επιθυμεί να επικοινωνήσει με κάποιον άλλο χρήστη του δικτύου. Φυσικά, ενδέχεται λόγω της μεγαλύτερης κίνησης, να απαιτηθεί μεγαλύτερη ταχύτητα για τη σύνδεση A-B στη μεσαία αρχιτεκτονική απ' ό,τι στην αριστερή, αλλά αυτό εξαρτάται από το πόσο ενεργοί είναι οι χρήστες. Εάν οι χρήστες επικοινωνούν μεταξύ τους σπάνια τότε δεν απαιτείται σύνδεση μεγαλύτερης ταχύτητας, γιατί κάθε φορά που ένας χρήστης επιθυμεί να επικοινωνήσει με το χρήστη B, υπάρχει πολύ μεγάλη πιθανότητα κανείς άλλος χρήστης να μην επικοινωνεί ταυτόχρονα με το B. Μια άλλη πιθανή τοπολογία είναι η αρχιτεκτονική δακτυλίου δεξιά. Η ακριβής αρχιτεκτονική ενός δικτύου εξαρτάται από παράγοντες όπως το κόστος, οι γεωγραφικές συνθήκες και οι υπηρεσίες για τις οποίες είναι σχεδιασμένο το δίκτυο και δεν έχει κατ' ανάγκη, την απλουστευμένη μορφή του Σχήματος 1.1.

Η διασύνδεση των χρηστών σε ένα δίκτυο προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα. Εκτός του ότι παρέχεται η δυνατότητα της μεταξύ τους επικοινωνίας, οι χρήστες μπορούν να μοιράζονται πόρους του δικτύου, όπως εκτυπωτές, σκληρούς δίσκους, ισχυρούς επεξεργαστές και πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Επίσης, παρέχεται η δυνατότητα ελέγχου των χρηστών και χρέωσής τους. Ένα παράδειγμα δικτύου επιχείρησης απεικονίζεται στο Σχήμα 1.2. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι σύνδεσμοι μεταξύ των χρηστών δεν είναι κατ' ανάγκη όμοιοι. Για παράδειγμα, οι υπολογιστές ενδέχεται να συνδέονται στο διακόπτη (switch) με χρήση τοπικού δικτύου Ethernet, ενώ ο δρομολογητής (router) ενέχεται να συνδέεται στο διαδίκτυο με οπτική ίνα ή γραμμή DSL. Επίσης, παρόλο που στο δίκτυο του Σχήματος 1.2 δεν υπάρχει ασύρματη σύνδεση, κάποιες από τις συνδέσεις του δικτύου θα μπορούσαν να έχουν υλοποιηθεί ασύρματα.



Σχήμα 1.5.2 Ένα παράδειγμα δικτύου

1.5.2. Πλεονεκτήματα ασύρματης αρχιτεκτονικής

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, κάποιες, ή όλες οι συνδέσεις ενός δικτύου μπορεί να είναι ενσύρματες (π.χ. χαλκός, ομοαξονικό καλώδιο ή οπτική ίνα) ή ασύρματες (σε ραδιοσυχνότητες ή και υπέρυθρες συχνότητες). Ένα βασικό πλεονέκτημα ενός ασύρματου δικτύου είναι ότι απαιτεί λιγότερη καλωδίωση για τη λειτουργία του. Επομένως, μπορεί να εγκατασταθεί εύκολα σε παλαιότερα κτίρια όπου η τοποθέτηση δομημένης καλωδίωσης είναι δαπανηρή. Επίσης, αποτελεί πολύ καλή λύση για την εγκατάσταση προσωρινών δικτύων, όπως για παράδειγμα, για τους σκοπούς μιας έκθεσης ή ενός συνεδρίου. Ένα άλλο πολύ βασικό πλεονέκτημα ενός ασύρματου δικτύου είναι η ευελιξία την οποία παρέχει στους χρήστες του. Ένας χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στο δίκτυο από οποιοδήποτε σημείο και μπορεί να μετακινηθεί χωρίς να χρειάζεται επεκτάσεις καλωδίων. Τέλος, ένα ασύρματο δίκτυο είναι εύκολα επεκτάσιμο. Για να προστεθούν καινούριοι χρήστες στην περιοχή κάλυψής του δεν απαιτούνται νέες καλωδιώσεις.

1.5.3. Εμβέλεια ασύρματου δικτύου

Ένα εύλογο ερώτημα που προκύπτει είναι γιατί η εμβέλεια ενός WLAN περιορίζεται σε τοπικό επίπεδο. Η απάντηση είναι ότι πρόκειται καθαρά για μια σχεδιαστική επιλογή. Οι ταχύτητες που μπορεί να υποστηρίξει ένα ασύρματο δίκτυο εξαρτώνται από την εμβέλειά του. Όσο μικρότερη είναι η ακτίνα κάλυψης ενός δικτύου, τόσο μικρότερη είναι και η εξασθένηση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος από τον πομπό στο δέκτη, με αποτέλεσμα η ποιότητα του σήματος στο δέκτη να είναι καλύτερη. Όσο καλύτερη η ποιότητα του σήματος στο δέκτη (η οποία συχνά εκφράζεται με το λεγόμενο Σηματοθορυβικό Λόγο – SNR) τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα μετάδοσης που μπορεί να επιτευχθεί. Φυσικά, μια λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η χρήση μεγαλύτερης ισχύος στον πομπό. Ωστόσο, στην πράξη, η ισχύς εκπομπής υπόκειται σε περιορισμούς για πολλούς λόγους όπως

- Η κατανάλωση ρεύματος στον πομπό, ιδιαίτερα στην περίπτωση που πομπός είναι ο χρήστης (κατά την αντίστροφη μετάδοση στο Σταθμό Βάσης, το λεγόμενο uplink) δεδομένου ότι πολλές φορές ο χρήστης λειτουργεί με μπαταρίες.
- Οι παρεμβολές σε άλλα ασύρματα συστήματα ή χρήστες που ενδέχεται να βρίσκονται στην ίδια ή σε γειτονικές γεωγραφικές περιοχές.
- Η προστασία των ανθρώπων από τις ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες.
- Οι δυνατότητες των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων που χρησιμοποιούνται στους πομπούς.

Ένας επιπρόσθετος λόγος για τη χρήση περιορισμένης εμβέλειας είναι ο αριθμός των χρηστών που μπορεί να υποστηρίξει ένα δίκτυο. Ένα ασύρματο δίκτυο χρησιμοποιεί για τη μετάδοση ένα μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, κάποια συγκεκριμένη δηλαδή, περιοχή συχνοτήτων. Επίσης, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η ισχύς που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο κάθε πομπός είναι περιορισμένη. Όλοι οι χρήστες ενός δικτύου μοιράζονται μεταξύ τους τους πόρους που διαθέτει το δίκτυο, και επομένως, τη διαθέσιμη ταχύτητα μετάδοσης. Όσο μικρότερη είναι η γεωγραφική κάλυψη ενός δικτύου, τόσο λιγότεροι (στατιστικά) είναι και οι χρήστες του, με αποτέλεσμα μεγαλύτερο μέρος των πόρων να είναι διαθέσιμο στον κάθε χρήστη (και επομένως, μεγαλύτερες ταχύτητες μετάδοσης).

Επομένως, ο λόγος για τον οποίο τα WLANs περιορίζονται σε τοπικό επίπεδο είναι καθαρά τεχνοοικονομικός. Εάν θέλουμε να εξυπηρετήσουμε έναν αριθμό χρηστών που βρίσκεται σε μια μικρή γεωγραφική περιοχή με μικρό κόστος δεν υπάρχει λόγος να χρησιμοποιήσουμε ένα δίκτυο μεγάλης κάλυψης το οποίο ενδέχεται να είναι πιο ακριβό στην εγκατάσταση και στη συντήρησή του ή να μην προσφέρει εξίσου υψηλές ταχύτητες.

Φυσικά, υπάρχουν και δίκτυα τα οποία έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν ευρύτερη γεωγραφική κάλυψη. Για παράδειγμα, το πολύ δημοφιλές GSM (όπως και άλλα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας) έχει σχεδιαστεί για να παρέχει παγκόσμια γεωγραφική κάλυψη. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση περιαγωγής (roaming). Κάθε φορά ο χρήστης βρίσκεται στην περιοχή κάλυψης μιας (ή περισσότερων) κυψέλης (cell), από την οποία εξυπηρετείται. Όταν ο χρήστης μετακινηθεί, εξυπηρετείται από άλλη κυψέλη. Κατά κάποιο τρόπο ο χρήστης μετακινείται μεταξύ διαφορετικών τοπικών δικτύων – κυψελών. Ένα άλλο παράδειγμα είναι το Ασύρματο Μητροπολιτικό Δίκτυο WiMAX (IEEE 802.16) το οποίο χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση υπολογιστών σε αποστάσεις χιλιομέτρων μεταξύ τους.

1.5.4. Αντικατάσταση ενσύρματων δικτύων από ασύρματα

Δεδομένων των προτερημάτων των ασύρματων δικτύων συμφέρει όλα τα ενσύρματα δίκτυα να αντικατασταθούν από ασύρματα; Η απάντηση σε αυτήν την ερώτηση δε μπορεί, προς το

παρόν, να δοθεί με βεβαιότητα. Η χρήση ασύρματων δικτύων παρουσιάζει κάποιες προκλήσεις.

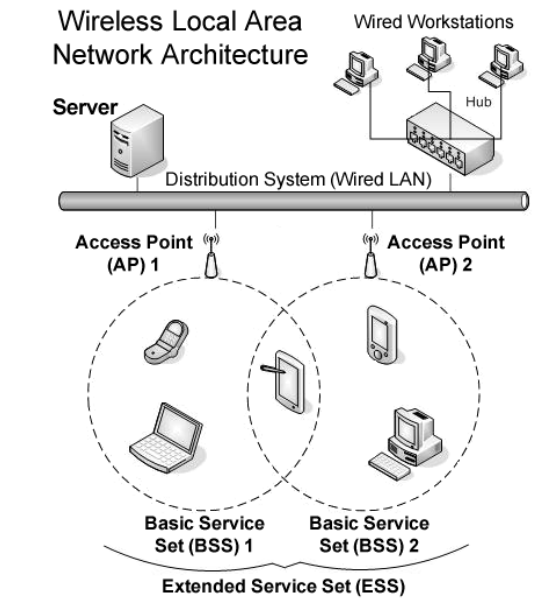
- **Ασφάλεια:** Τα σήματα που στέλνονται ασύρματα είναι πιο επιρρεπή σε παρακολούθηση ή εσκεμμένες παρεμβολές. Επομένως, απαιτούνται ικανοποιητικοί μηχανισμοί απόκρυψης δεδομένων, καθώς και ανίχνευσης και αποφυγής εσκεμμένων παρεμβολών (jammers).
- **Κάλυψη και παρεμβολές:** Δεδομένου ότι η μετάδοση γίνεται με χρήση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, είναι πιθανόν το σήμα να μην είναι αρκετά δυνατό σε ορισμένα σημεία. Όταν οι χρήστες είναι σταθεροί ο σχεδιασμός του συστήματος (και η τοποθέτηση κεραιών) είναι πιο εύκολη αν και ακόμα και σε αυτήν την περίπτωση αλλαγές στον περιβάλλοντα χώρο αλλάζουν τον τρόπο διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Ο καλός σχεδιασμός για κινούμενους χρήστες αποτελεί ακόμα μεγαλύτερη πρόκληση. Επίσης, ένα δίκτυο ενδέχεται να αντιμετωπίσει αλλαγές του ηλεκτρομαγνητικού περιβάλλοντος (π.χ. εμφάνιση νέου παρεμβολέα στην περιοχή). Ανάλογα με το δίκτυο απαιτείται είτε η αυτόνομη αντιμετώπιση του προβλήματος ή η παρέμβαση τεχνικού (π.χ. μικροκυματική ζεύξη).
- **Ταχύτητα:** Για την επίτευξη μεγάλων ταχυτήτων όταν η περιοχή κάλυψης του δικτύου αυξάνεται απαιτούνται μικρές κυψέλες, πολλαπλές κεραιές, προηγμένες τεχνικές επεξεργασίας σήματος ή συνδυασμός όλων των παραπάνω. Αυτό αυξάνει την πολυπλοκότητα και το κόστος του συστήματος.

Είναι πιθανό στο μέλλον, εάν όλες οι τεχνολογικές προκλήσεις αντιμετωπιστούν με επιτυχία, να αντικατασταθεί ένα μεγάλο μέρος ενσύρματων συνδέσεων από ασύρματες. Ωστόσο, αυτό θα εξαρτηθεί από το κόστος, τις επιδόσεις και την αξιοπιστία των λύσεων. Επίσης, η ενσύρματη υποδομή αποτελεί έναν πόρο, που σε πολλές περιπτώσεις, δε συμφέρει να αχρηστευθεί. Για παράδειγμα, δεν υπάρχει προς το παρόν λόγος, να αντικατασταθεί το δίκτυο οπτικών ινών με τις πολύ υψηλές ταχύτητες και την αξιοπιστία που προσφέρει, από ένα ασύρματο δίκτυο, το οποίο επιπλέον, χρειάζεται και μέρος του (ακριβού και περιορισμένου) ηλεκτρομαγνητικού φάσματος για τη λειτουργία του. Η ακριβής ισορροπία μεταξύ ασύρματων και ενσύρματων συνδέσεων που θα επικρατήσει τελικά, δεν είναι προβλέψιμη προς το παρόν.

1.5.5. Αρχιτεκτονική WLANs.

Στο Σχήμα 5.3 απεικονίζεται η αρχιτεκτονική ενός δικτύου WLAN σε λειτουργία υποδομής (infrastructure mode). Ένα δίκτυο WLAN αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

- **Mobile Terminals (ή Stations) (MS).** Πρόκειται για το τερματικό του κάθε χρήστη. Αυτό μπορεί να είναι ένας υπολογιστής (με κάρτα δικτύου), ένα κινητό τηλέφωνο (με κάρτα δικτύου), ένα PDA κλπ. Στην ουσία ο MS δεν είναι ο υπολογιστής ή το τηλέφωνο αλλά η ενσωματωμένη ή η εξωτερική κάρτα δικτύου (NIC – Network Interface Card).
- **Ασύρματοι Σταθμοί Πρόσβασης – ΑΣΠ (Access Points - APs):** Είναι οι σταθμοί μέσω των οποίων οι MS συνδέονται στο ασύρματο δίκτυο και στο εξωτερικό δίκτυο (π.χ. ethernet). Σε αντίθεση με τους χρήστες, οι APs αποτελούν μέρος της υποδομής του ασύρματου δικτύου. Ένα WLAN μπορεί να έχει έναν ή παραπάνω AP, ανάλογα με την επιθυμούμενη κάλυψη. Οι AP συνήθως συνδέονται μεταξύ τους με καλώδια (όπως στο Σχήμα 1.5) μέσω ενός switch.



Σχήμα 5.3: Αρχιτεκτονική WLAN (από Wikipedia)

- Ασύρματος Δρομολογητής (Wireless Router): Επιτρέπει τη διασύνδεση των ασύρματων (WLAN) και ενσύρματων (π.χ. ethernet) χρηστών με το δίκτυο WAN (π.χ. DSL). Παρέχει υπηρεσίες Δρομολόγησης IP, NAT και DNS στις οποίες θα αναφερθούμε σε επόμενο κεφάλαιο. Στο Σχήμα 1.5 δεν απεικονίζεται κάποιος ασύρματος δρομολογητής. Το ρόλο αυτό ενδέχεται να επιτελεί ο εξυπηρετητής (server).

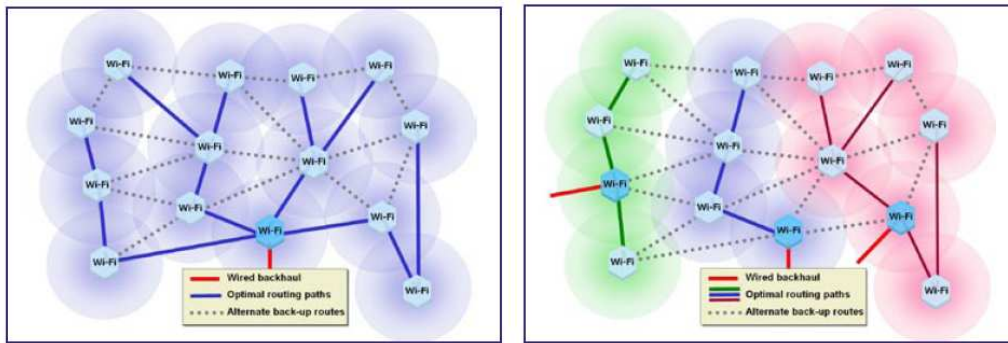
Οι AP εκπέμπουν περιοδικά το όνομα του δικτύου WLAN (SSID). Το SSID καθορίζεται από τον εγκαταστάτη/διαχειριστή του δικτύου. Ο κάθε χρήστης που βρίσκεται στην περιοχή κάλυψης του AP και λαμβάνει το SSID μπορεί να αποφασίσει εάν θα συνδεθεί στο WLAN.

Παρατηρήστε ότι οι χρήστες κάθε ζώνης (BSS) η οποία εξυπηρετείται από ένα AP μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους μέσω του AP. Εάν ένας χρήστης του BSS1 επιθυμεί να επικοινωνήσει με ένα χρήστη του BSS2 πρέπει να περάσει από το AP1, το ενσύρματο δίκτυο που συνδέει τον AP1 με τον AP2 και το AP2. Οι χρήστες του ασύρματου δικτύου θα συνδέονται στο διαδίκτυο μέσω του WLAN και δε θα επικοινωνούν μεταξύ τους.

Επίσης, τα WLAN υποστηρίζουν τη λειτουργία peer-to-peer (ad-hoc) κατά την οποία δύο χρήστες μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς τη διαμεσολάβηση ενός AP. Η λειτουργία αυτή σήμερα χρησιμοποιείται κυρίως για παιχνίδια μεταξύ χρηστών ή επικοινωνία μεταξύ συσκευών. Οι χρήστες αναλαμβάνουν μόνοι τους τη διασύνδεση με τη μέθοδο peer-to-peer χωρίς να απαιτείται παρέμβαση του εγκαταστάτη/διαχειριστή δικτύου.

Ο όρος hotspot χρησιμοποιείται ευρέως για να υποδηλώσει την περιοχή που καλύπτει ένα WLAN (με ένα ή περισσότερα APs). Μια ιδιαίτερα αναπτυγμένη αρχιτεκτονική σε Δήμους είναι η Mesh τοπολογία έχοντας τα εξής πλεονεκτήματα

- Ικανοποιεί πλήρως τις ανάγκες ασύρματης διαδίκτυωσης δήμων και κοινοτήτων
- Ευκολία εγκατάστασης από τεχνικούς του δήμου, ή των resellers της εταιρείας
- Δυνατότητα δρομολόγησης του Internet μεταξύ των κόμβων του δικτύου
- Δυνατότητες self-healing, distant monitoring και mobility στους WiFi clients



Σχήμα 1.5.5 Παράδειγμα Υλοποίησης Full Mesh Architecture

1.5.6. Η οικογένεια προτύπων 802.11 της IEEE

Η οικογένεια 802.11 της IEEE αποτελεί ένα σύνολο προτύπων WLAN τα οποία αναπτύχθηκαν από την επιτροπή προτυποποίησης 802 της IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Αποτελεί την πιο δημοφιλή οικογένεια WLAN και η χρήση τους εξαπλώνεται ραγδαία σε όλο το κόσμο. Είναι επίσης γνωστά, με το εμπορικό σήμα WiFi. Σήμερα, η οικογένεια 802.11 αποτελείται από πολλά πρότυπα, τα κυριότερα από τα οποία είναι τα εξής:

- **802.11 (Legacy):** Δημοσιεύτηκε το 1997. Χρησιμοποιεί συχνότητες στην περιοχή των 2.4 GHz και είναι σχεδιασμένο για τυπικές ταχύτητες 1 εκατομμύριο bits το δευτερόλεπτο (1 Mbps). Το πρότυπο δεν είναι ευρέως διαδεδομένο και στην ουσία υποσκελίστηκε σύντομα από το 802.11b.
- **802.11a:** Δημοσιεύτηκε το 1999. Χρησιμοποιεί συχνότητες στην περιοχή των 5.2 GHz και είναι σχεδιασμένο για τυπικές ταχύτητες 25 Mbps σε ακτίνα περίπου 30 μέτρων σε εσωτερικούς χώρους και 70 σε εξωτερικούς. Και αυτό το πρότυπο δε θεωρείται επιτυχημένο. Αφενός η περιοχή των 5.2 GHz παρουσιάζει μεγαλύτερη απόσβεση, αφετέρου η μεγάλη επιτυχία του 802.11b οδήγησε σε μειωμένο ενδιαφέρον για το 802.11a.
- **802.11b:** Δημοσιεύτηκε το 1999. Χρησιμοποιεί συχνότητες στην περιοχή των 2.4 GHz και είναι σχεδιασμένο για τυπικές ταχύτητες 6 Mbps σε ακτίνα έως 30 μέτρων σε εσωτερικούς χώρους και 100 μέτρων σε εξωτερικούς. Είναι ένα πολύ επιτυχημένο πρότυπο λόγω της γρήγορης εμφάνισής του στην αγορά και του χαμηλού του κόστους.
- **802.11g:** Δημοσιεύτηκε το 2003. Χρησιμοποιεί συχνότητες στην περιοχή των 2.4 GHz. Είναι σχεδιασμένο για τυπικές ταχύτητες 25 Mbps σε ακτίνα περίπου 30 μέτρων σε εσωτερικούς χώρους και 75 μέτρων σε εξωτερικούς. Στην ουσία συνδυάζει τις υπηρεσίες των 802.11b και 802.11g στην περιοχή των 2.4 GHz. Γνωρίζει και αυτό μεγάλη επιτυχία και έχει ήδη αρχίσει να αντικαθιστά τα δίκτυα 802.11b με τα οποία έχει συμβατότητα.
- **802.11n:** Αναπτύσσεται αυτή την εποχή και προορίζεται για να αντικαταστήσει τα δίκτυα 802.11g. Λειτουργεί στις περιοχές των 2.4 και 5 GHz και θα προσφέρει πολύ μεγάλες ταχύτητες της τάξης των 200 Mbps. Βασίζεται σε προηγούμενα πρότυπα αλλά χρησιμοποιεί επιπρόσθετα τεχνολογία πολλαπλών

κεραιών (MIMO). Ήδη κάποια προϊόντα που βασίζονται στο μελλοντικό πρότυπο έχουν κυκλοφορήσει στην αγορά (pre-n).

Στον πίνακα συνοψίζονται κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά των βασικότερων προτύπων της οικογένειας 802.11.

	802.11b	802.11a	802.11g
Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης (Mbps)	11	54	54
Τύπος διαμόρφωσης	CCK	OFDM	CCK & OFDM
Υποστηριζόμενοι ρυθμοί μετάδοσης	1, 2, 5.5, 11Mbps	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps	OFDM: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps CCK: 1, 2, 5.5, 11Mbps
Συχνότητες	2.4 – 2.497 GHz	5.15-5.35GHz 5.425-5.675GHz 5.725-5.875GHz	2.4 – 2.497 GHz

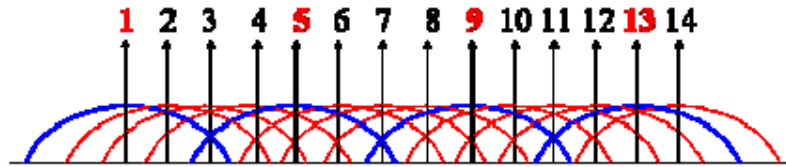
Στη συνέχεια θα επικεντρωθούμε στα πρότυπα 802.11b, 802.11g και 802.11n τα οποία λειτουργούν στη συχνότητα των 2.4 GHz (το 802.11n, όπως αναφέρθηκε, εκπέμπει και στην περιοχή των 5 GHz).

1.5.7. Συχνότητες στις οποίες λειτουργούν τα δίκτυα 802.11b/g/n

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα δίκτυα 802.11b/g/n μεταδίδουν στην περιοχή των 2.4 GHz. Η περιοχή αυτή είναι μια από τις ζώνες ISM (Industrial, Scientific and Medical) του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Οι κανόνες μετάδοσης που ισχύουν στις ζώνες ISM διαφέρουν ανάλογα με τη χώρα, αλλά ο γενικός κανόνας είναι ο εξής: Οποιοσδήποτε μπορεί να μεταδώσει για μη εμπορικούς σκοπούς αρκεί να μην υπερβεί κάποια προκαθορισμένα όρια ισχύος και παρεμβολών. Το γεγονός ότι δεν απαιτείται αδειοδότηση με αποτέλεσμα ο καθένας να μπορεί να μεταδώσει στις ζώνες ISM χωρίς να πρέπει να αγοράσει μέρος του φάσματος αποτελεί έναν από τους λόγους της επιτυχίας των WLANs. Ωστόσο, το τίμημα είναι ότι ο καθένας πρέπει να μοιραστεί τη ζώνη ISM με άλλους χρήστες. Λόγω του περιορισμού της μέγιστης ισχύος, η εμβέλεια των δικτύων 802.11 είναι περιορισμένη. Επίσης, όταν πολλά δίκτυα 802.11 συνυπάρχουν σε μια μικρή γεωγραφική περιοχή (π.χ. πολυκατοικία, κτίριο γραφείων), υπάρχει περίπτωση να δημιουργηθεί πρόβλημα στη λειτουργία τους.

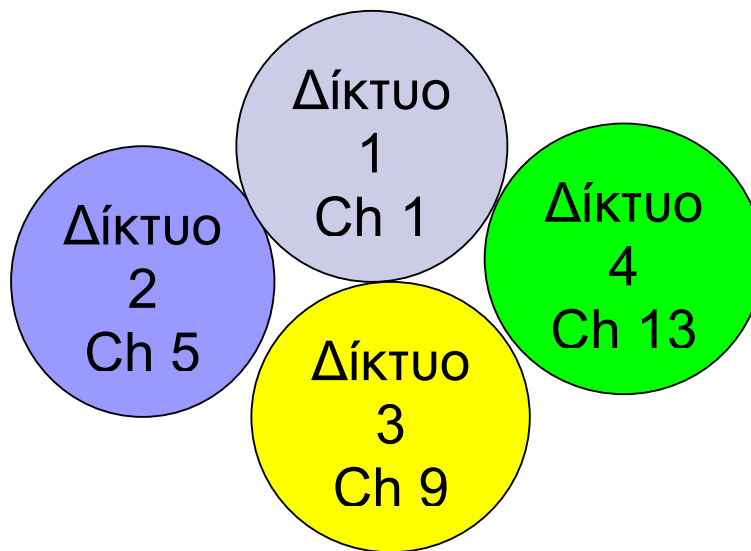
Τα συστήματα 802.11 χωρίζουν τις συχνότητες από 2.4 έως 2.49 GHz σε 13 κανάλια με απόσταση 5 MHz μεταξύ τους (11 στις ΗΠΑ και 14 στην Ιαπωνία). Τα πρότυπα 802.11 καθορίζουν σαφώς πόση ισχύς επιτρέπεται να εκπέμπεται στα κανάλια και ποια είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη παρεμβολή σε γειτονικά κανάλια. Το εύρος των καναλιών δεν ορίζεται αυστηρά, με αποτέλεσμα το ποια κανάλια θα χρησιμοποιηθούν να εξαρτάται από το μέγεθος της μεταξύ τους παρεμβολής. Στην πράξη χρησιμοποιούνται συνήθως τα κανάλια 1, 7 και 13

(1, 6 και 11 στις ΗΠΑ). Σε περιπτώσεις που 4 WLANs βρίσκονται στην ίδια περιοχή η επιλογή 1, 5, 9 και 13 ενδέχεται επίσης να οδηγήσει σε καλή λειτουργία του δικτύου αν η διακαναλική παρεμβολή δεν είναι μεγάλη (Σχήμα 1.6).



Σχήμα 1.5.4 Δίκτυο 802.11 με χρήση καναλιών 1, 5, 9 και 13 (πεδίο συχνότητας).

Το Σχήμα 1.5.4 απεικονίζει την ίδια περίπτωση με αυτή του σχήματος 1.5.5, αλλά στο χώρο.



Σχήμα 1.5.5 Δίκτυο 802.11 με χρήση καναλιών 1, 5, 9 και 13 (στο χώρο).

1.5.8. Πιστοποίηση WiFi

Ο ρόλος της IEEE είναι η δημοσίευση προτύπων και όχι ο έλεγχος και η πιστοποίηση συστημάτων. Το ρόλο αυτό έχει αναλάβει η WiFi Alliance. Κάθε κατασκευαστής πληρώνει συμμετοχή προκειμένου τα προϊόντα του να ελεγχθούν και να πιστοποιηθούν από τη WiFi Alliance. Παράδειγμα πιστοποίησης WiFi δίνεται στο Σχήμα 1.8. Ένα σύστημα που είναι WiFi πιστοποιημένο πληρεί ένα ή περισσότερα από τα πρότυπα 802.11a, b και g. Από το Μάρτιο 2006 όλα τα WiFi πιστοποιημένα προϊόντα πληρούν επίσης το πρότυπο ασφαλείας 802.11i (WPA2).



Σχήμα 1.5.8 Πιστοποίηση WiFi

Για την ορθή λειτουργία ενός ασυρμάτου δικτύου ο υπεύθυνος τεχνικός εγκατάστασής του, οφείλει να κατέχει τα βασικά στην μετάδοση ραδιοκυμάτων (RF Radiofrequency). Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξετάσουμε τις βασικές ιδιότητες των ραδιοκυμάτων και την συμπεριφορά τους σε περιβάλλοντα όπου θα χρειασθεί να γίνει η εγκατάσταση των ασυρμάτων τοπικών δικτύων. Θα κάνουμε και μια σύντομη εισαγωγή στην θεωρία κεραιών για την κατανόηση της χρησιμότητάς τους για την μετάδοση των ραδιοκυμάτων. Επίσης θα παρουσιάσουμε κάποιους βασικούς μαθηματικούς τύπους που θα μας φανούν χρήσιμοι για την μελέτη των ραδιοεξόδων.

Η κατανόηση των ραδιοκυμάτων από τον τεχνικό της εγκατάστασης είναι βασικής σημασίας, καθώς η χρήση αυτών σχετίζεται με την εφαρμογή, εξάπλωση, διαχείριση και συντήρηση ενός ασυρμάτου δικτύου.

3. Υλική (Hardware) και Λογισμική (Software) υποδομή της ασυρματικής ευρυζωνικής πλατφόρμας

3.1. Χωροταξική Περιγραφή των θέσεων εγκατάστασης των ασυρμάτων σημείων πρόσβασης

Η εγκατάσταση των ασυρμάτων σημείων πρόσβασης έχει να κάνει με παράγοντες που αφορούν την εμβέλεια, τον θόρυβο στο συχνотικό φάσμα, την πληθυσμιακή κατανομή αλλά και των ευρύτερων σημείων τουριστικού ενδιαφέροντος.

- Πληθυσμιακή κατανομή:

Στον παρακάτω πίνακα αναλύουμε πως κατανέμεται ο πληθυσμός στο Δημοτικό διαμέρισμα της Ηγουμενίτσας καθώς επίσης και στα περαιτέρω δημοτικά διαμερίσματα που ανήκουν στον Δήμο Ηγουμενίτσας.

Δημοτικό Διαμέρισμα	Πληθυσμός
Ηγουμενίτσης	9.644
Αγίας Μαρίνης	373

Αγίου Βλασίου	362
Γραικοχωρίου	1.353
Καστρίου	748
Κρυόβρυσης	28
Λαδοχωρίου	467
Μαυρουδίου	684
Νέας Σελευκείας	1.591
ΔΗΜΟΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΗΣ	15.250

Πίνακας 1 Πληθυσμιακή κατανομή του Δήμου Ηγουμενίτσας

Χρησιμοποιώντας τον τηλεπικοινωνιακό κανόνα ότι σχεδόν ποτέ δεν είναι το σύνολο του πληθυσμού On line και δεδομένου της αποδοχής της ευρυζωνικότητας από τα διάφορα στρώματα του πληθυσμού, παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο αριθμό Ασύρματων Σημείων Πρόσβασης θα πρέπει να ανήκουν στο Δ.Δ. Ηγουμενίτσας.

- Συντεταγμένες Σημείων

Οι παρακάτω συντεταγμένες σημείων, όπως προσδιορίστηκαν από τους ανθρώπους Δήμου, για την επιθυμητή κάλυψη συγκεκριμένων περιοχών του Δήμου

Σημεία Επιθυμητής Κάλυψης	Γεωγραφικό Μήκος (Longitude)	Γεωγραφικό Πλάτος (Latitude)
Δημοτική Παραλία Μακριγιάλι	39°31'02N	20°12'11E
Δημοτική Παραλία Δρεπάνου	39°30'29N	20°13'19E
Πάρκο Κεραιών	39°29'00N	20°14'09E
Δημοτικό Περίπτερο	39°31'07N	20°16'15E
Παλαιό Λαδοχώρι	39°29'06N	20°16'03E
(Νέο) Λαδοχώρι	39°29'28N	20°15'43E
Γραικοχώρι	39°29'48N	20°16'24E
Δήμος Ηγουμενίτσας (Κτίριο)	39°30'23N	20°15'50E
Συνοικισμός Πανόραμα	39°29'17N	20°17'03E
Βιολογικός Καθαρισμός	39°29'29N	20°12'54E
Δ.Δ. Αγίας Μαρίνας	39°28'05N	20°19'04E
Δ.Δ. Κρυόβρυσης	39°29'14N	20°19'15E
Πλαταριά (όμορος Δήμος)	39°26'53N	20°16'41E
Σύβοτα (όμορος Δήμος)	39°24'31N	20°14'23E
Εργατικές Κατοικίες	39°31'11N	20°14'58E
Δ.Δ. Νέα Σελεύκεια	39°31'31N	20°15'19E
Δ. Δ. Μαυρουδίου	39°32'26N	20°17'03E
Καστρί	39°33'10N	20°16'21E
Άγιος Βλάσιος	39°33'24N	20°16'54E
Δήμος Παραπόταμου (όμορος Δήμος)	39°33'09N	20°18'59E

Πίνακας 2 Ευρύτερες περιοχές κάλυψης όπως προσδιορίστηκαν από τον Δήμο

- Κτίρια που ανήκουν στον Δήμο/Κράτος

Σημεία εγκατάστασης των Ασυρμάτων Σημείων Πρόσβασης αποτελούν τα δημοτικά/κρατικά κτίρια και τα οποία έχουν άμεση διασύνδεση με τις εγκαταστάσεις οπτικής ίνας (μητροπολιτικό δίκτυο οπτικών ινών, όπως προσδιορίζονται στο πρώτο κεφάλαιο)

- Θέσεις Τουριστικού Ενδιαφέροντος

Με βάση τα στοιχεία επισκεψιμότητας τουριστών προσδιορίζουμε 3 βασικά σημεία ενδιαφέροντος

Περιοχές: Το λιμάνι (Λαδοχώρι έως Μαρίνα)
Δημοτικές Παραλίες Μακρυγιάλι και Δρέπανο
Δημοτικό Περίπτερο
Μέρος του Κόλπου (Ναυτιλιακή γραμμή που ακολουθούν τα πλοία)

3.2. Βασικά στοιχεία διάδοσης για την κατανόηση των μετρήσεων

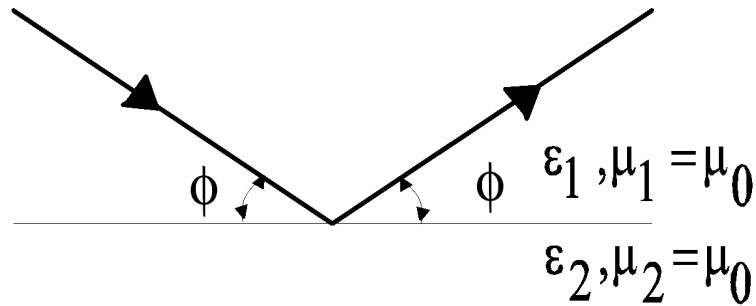
3.2.1. Βασικά στοιχεία RF

- ❖ Οι ραδιοσυχνότητες είναι υψηλών συχνοτήτων μεταβαλλόμενα σήματα ρευμάτων (AC) τα οποία μεταφέρονται μέσα από ένα χάλκινο αγωγό και ακτινοβολούνται από μια κεραία
- ❖ Η κεραία μετατρέπει τα ενσύρματα σήματα σε ασύρματα τα οποία σχηματίζουν ραδιοκύματα. Τα ραδιοκύματα διαδίδονται σε όλες τις κατευθύνσεις σε ευθεία γραμμή
- ❖ Παράδειγμα, μια πέτρα σε μια λίμνη



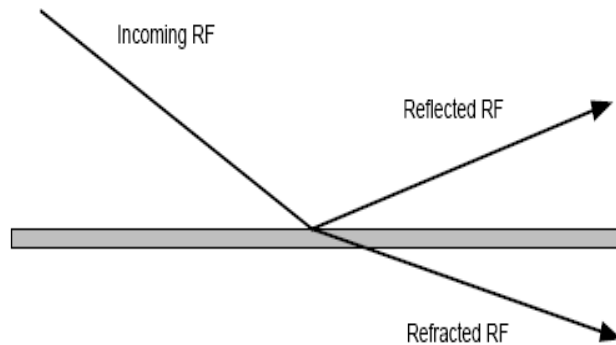
3.2.2. Χαρακτηριστικά RF

- ❖ Κέρδος: ορίζουμε την αύξηση του πλάτους ενός RF σήματος π.χ. RF Amplifiers
- ❖ Απώλειες: ορίζουμε ως την μείωση της δύναμης του σήματος π.χ. Απώλειες καλωδίων
- ❖ Ανάκλαση (Reflection): συμβαίνει όταν ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα προσπίπτει πάνω σε ένα αντικείμενο του οποίου οι διαστάσεις είναι πολύ μεγαλύτερες σε σχέση με το μήκος κύματος του μεταδιδόμενο κύματος



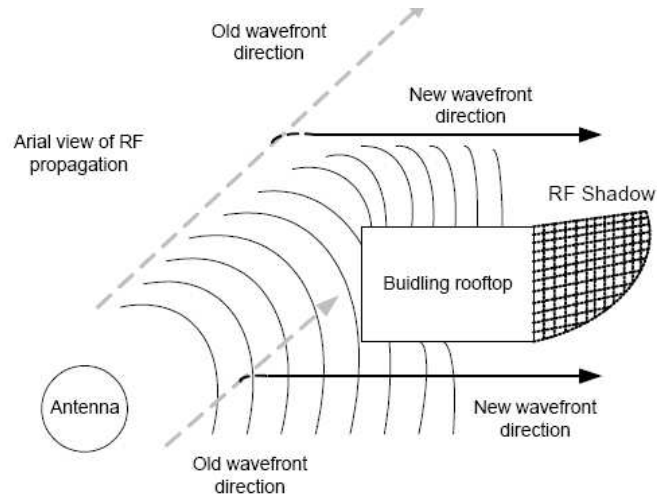
Η ανάκλαση των RF μπορεί να προκαλέσει μεγάλα προβλήματα στα ασύρματα δίκτυα, καθώς όταν γίνεται σε πολλά αντικείμενα έχουμε το φαινόμενο της πολυδιάδοσης (multipath). Σε αυτήν την περίπτωση όταν συμπίσουν το ανακλώμενο κύμα και το απευθείας στον δέκτη, μπορούν να αλληλοαναιρεθούν.

- ❖ Διάθλαση (refraction): ορίζουμε ως το φαινόμενο της αλλαγής της γωνίας διάδοσης, εξαιτίας της πρόσπτωσης σε ένα μέσο με διαφορετική πυκνότητα

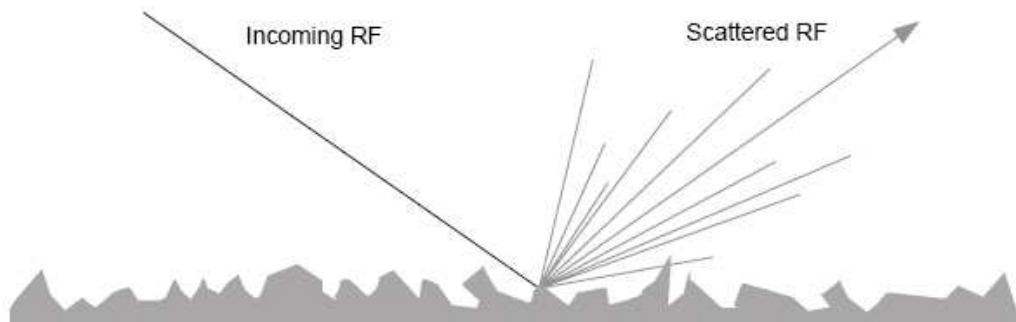


Στα ασύρματα δίκτυα το φαινόμενο παρουσιάζεται σε μακρινά links όπου οι ατμοσφαιρικές συνθήκες οδηγούν σε αλλαγή φοράς του σήματος και συνεπώς το σήμα δεν οδηγείται ορθά προς τον δέκτη

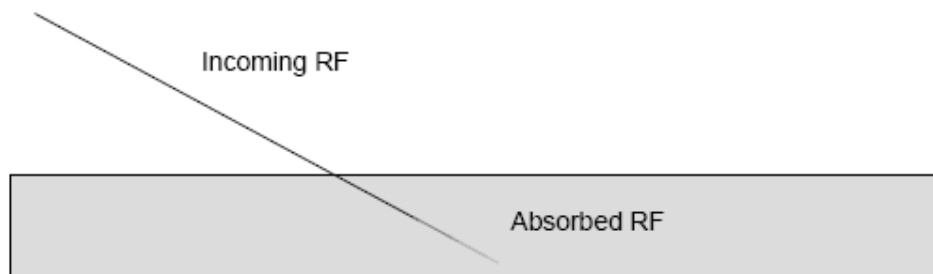
- ❖ Περίθλαση (Diffraction): συμβαίνει όταν μεταξύ πομπού και δέκτη υπάρχει μια επιφάνεια με έντονες ανωμαλίες ή γωνίες. Σε υψηλές συχνότητες το μέγεθος του Diffraction εξαρτάται από την γεωμετρία του αντικειμένου, καθώς και το πλάτος, την φάση και την πόλωση του προσπίπτοντος κύματος.



- ❖ Σκέδαση (Scattering): Συμβαίνει όταν το κύμα προσπίπτει σε αντικείμενα με διαστάσεις μικρότερες από το μήκος κύματος του κύματος. Συνήθως συμβαίνει σε μικρά αντικείμενα ή γωνίες.
- ❖ Σε εξωτερικό περιβάλλον στα ασύρματα δίκτυα αντικείμενα που προκαλούν σκέδαση μπορεί να είναι πινακίδες σε δρόμους, πυλώνες της ΔΕΗ, κεραμίδια αλλά και από σωματίδια σκόνης

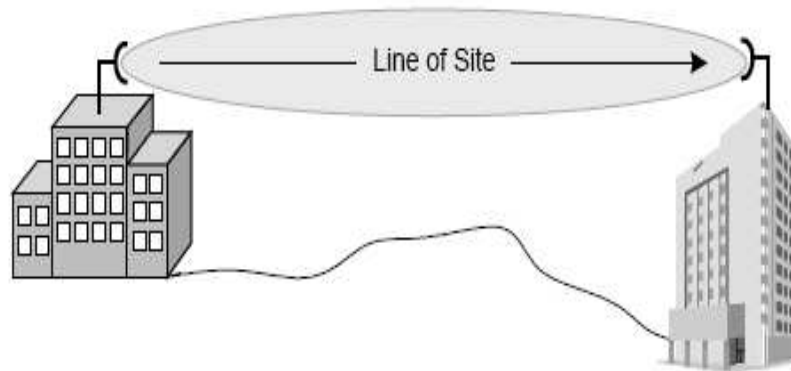


- ❖ Απορρόφηση (Absorption): συμβαίνει όταν το RF σήμα πέσει πάνω σε ένα αντικείμενο και απορροφηθεί, αφού δεν συμβαίνει ούτε ανάκλαση ούτε διάθλαση.
- ❖ Στους 2.4GHz συμβαίνει κυρίως από υγρασία, καθώς το νερό έχει μια αρμονική απορρόφησης σε αυτήν την συχνότητα. Για αυτό άλλωστε και οι φούρνοι μικροκυμάτων λειτουργούν στους 2.4 γιγάκυκλους



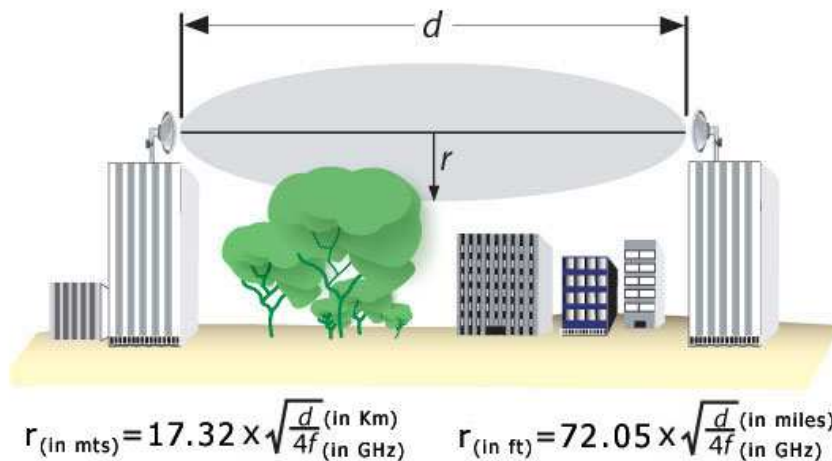
3.2.3. Οπτική Επαφή - LOS

- ❖ Με τον όρο οπτική επαφή εννοούμε αν υπάρχει ελεύθερο πεδίο με το μάτι από τον πομπό στον δέκτη.
- ❖ Τα σήματα RF λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο όπως και το οπτικό φως με μια βασική διαφορά. Ότι όταν λέμε RF LOS εννοούμε και την πλήρη καθαρότητα της πρώτης ζώνης Fresnel.



3.2.4. Ζώνη Fresnel

- ❖ Η καθαρότητα της πρώτης ζώνης Fresnel πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στον σχεδιασμό ασύρματων ζεύξεων, καθώς παίζει βασικό ρόλο στην ποιότητα της ζεύξης.
- ❖ Εάν δεν είναι καθαρή τότε έχουμε φαινόμενα όπως σκέδαση, ανάκλαση, απορρόφηση κλπ.
- ❖ Εάν έχουμε 80% και πάνω καθαρότητα τότε έχουμε ελάχιστη έως καθόλου παρεμβολή για τα ΑΔ.
- ❖ Ο τύπος που δίνει το πλάτος της ζώνης Fresnel είναι



Για απόσταση $d=10$ km και στους $f=2.4$ GHz έχουμε $r=17.68$ m

3.2.5. dBm και dBi

- ❖ dBm είναι το κέρδος που υποθέτουμε ότι θα προέκυπτε από είσοδο 1mW. Για παράδειγμα αν μια κάρτα εκπέμπει στα 100mW σημαίνει ότι έχει ένα υποθετικό κέρδος 100, ή σε dB αυτό μεταφράζεται σε $10\log(100) = 20\text{dB}$ και λέμε ότι εκπέμπει στα 20dBm. ($100\text{mW} = 20\text{dBm}$, $1\text{mW} = 0\text{dBm}$). Μία άλλη κάρτα μπορεί να εκπέμπει με ισχύ 50mW, το οποίο αντιστοιχεί σε 17dBm.
- ❖ dBi είναι το υποτιθέμενο κέρδος μίας ισοτροπικής κεραίας. Για παράδειγμα 0dBi είναι το κέρδος μίας υποθετικής κεραίας που ακτινοβολεί όλη την ισχύ της σε μία τέλεια ομοιόμορφη σφαιρική κατανομή. Κεραίες με τέτοια ακτινοβολία δεν υπάρχουν στην πραγματικότητα. Αντίθετα οι υπάρχουσες κεραίες κατασκευάζονται ώστε να συγκεντρώνουν την ισχύ του σήματος προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση.
- ❖ Έπειτα όλα τα μέσα από τα οποία περνάει το σήμα έχουν απώλειες ή κέρδος. Τα καλώδια και οι connectors συμβάλλουν σημαντικά στις απώλειες σήματος. Οι απώλειες ενός καλωδίου μετρούνται σε dB/m. Για παράδειγμα το RG123 υπολογίζεται ότι έχει απώλειες 4dB/m (ή κέρδος -4dB/m) για σήματα 2.4GHz. Ακόμα και ο αέρας ή το κενό στο διάστημα έχουν απώλειες, αλλά οι ενισχυτές έχουν κέρδος φυσικά!
- ❖ Για παράδειγμα αν έχεις μία κάρτα +10dBm, 5m 0.4dB/m καλώδιο και μία κεραία +12dBi και κανένα connector τότε η ωφέλιμη ισχύς σήματος είναι $10 - 5 \cdot 0.4 + 12 = 20\text{dBm}$ στην κεραία (δε συνυπολογίσαμε τον αέρα που παρεμβάλλεται).
- ❖ Νομικά περιοριζόμαστε στα 100mW EIRP (effective isotropic radiated power). Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός που δε μπορεί να ξεπεραστεί στην κεραία είναι $10 \cdot \log(100) = 20\text{dBm}$. Το σύστημά σου πρέπει να είναι όσο πιο κοντά στα 20dBm χωρίς να τα ξεπερνά.

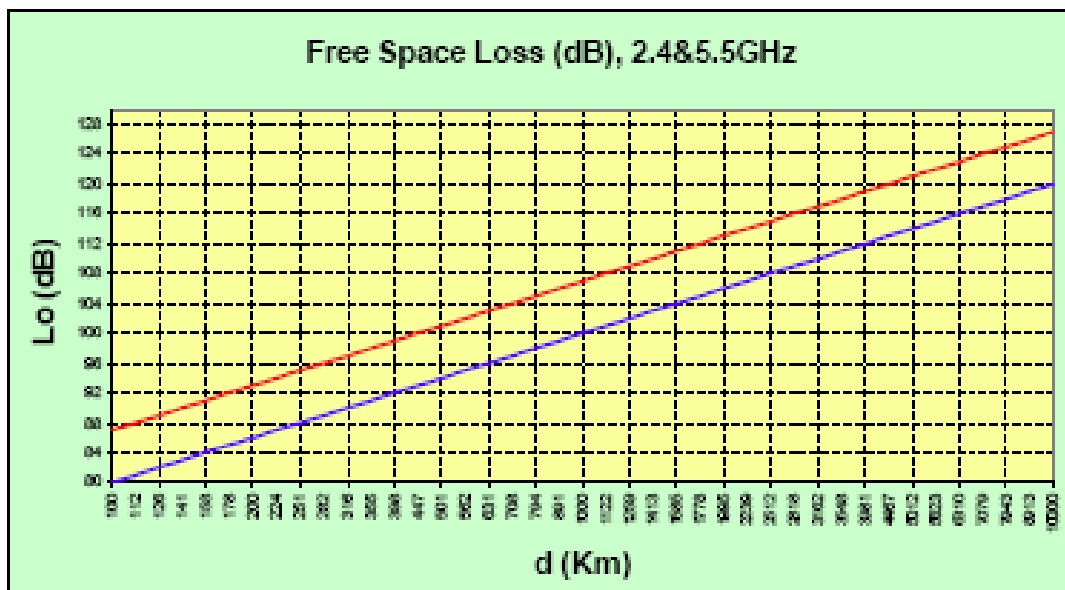
3.2.6. Απώλειες Ελευθέρου χώρου

- ❖ Οι Απώλειες Ελευθέρου Χώρου συμβαίνουν επειδή το RF σήμα διαχέεται στο ελεύθερο χώρο.
- ❖ Ο τύπος που μας δίνει τις απώλειες ελευθέρου χώρου είναι

$$PathLoss = 20\text{LOG}_{10} \left[\frac{4\pi d}{\lambda} \right] \{dB\}$$

Distance	Loss (in dB)
100 meters	80.23
200 meters	86.25
500 meters	94.21
1,000 meters	100.23
2,000 meters	106.25
5,000 meters	114.21
10,000 meters	120.23

Πίνακας 4. Απώλειες ελευθέρου χώρου για 2.4GHz συχνότητα



- ❖ Η Κεραία μετατρέπει ένα ηλεκτρικό σήμα σε ένα RF κύμα και το αντίστροφο.
- ❖ Μια διαφορετική έννοια είναι ότι είναι το μέσον το οποίο χρησιμεύει για την ενίσχυση και την καθοδήγηση της εκπομπής και την ενίσχυση της λήψης.
- ❖ Οι φυσικές διαστάσεις μιας κεραίας έχουν άμεση συσχέτιση με την συχνότητα εκπομπής
- ❖ Κάποια βασικά στοιχεία στις ελεύθερες ζώνες των ασυρμάτων δικτύων είναι η οπτική επαφή (Line of Sight), η επίδραση των ζωνών Fresnel και το κέρδος της κεραίας

Κέρδος

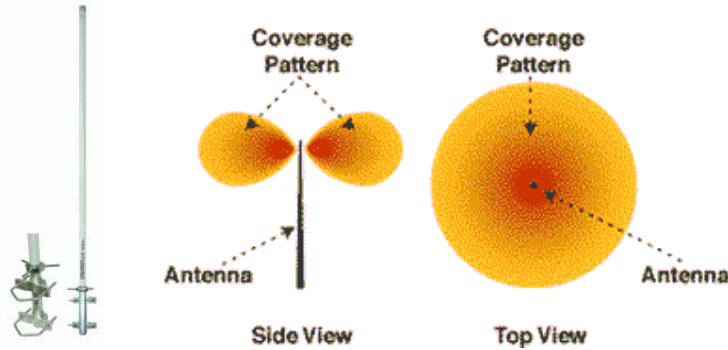
- ❖ Κέρδος κεραίας δείχνει την ικανότητα της να κατευθύνει την εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ενέργεια προς μια κατεύθυνση και να λαμβάνει από μια κατεύθυνση

Διάγραμμα Ακτινοβολίας

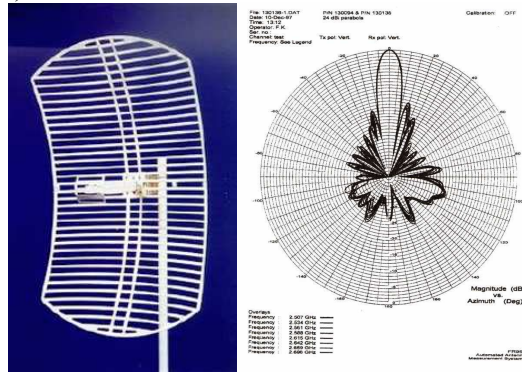
- ❖ Το Δ.Α. της κεραίας δείχνει την λειτουργία της κεραίας σε διάφορες κατευθύνσεις
- ❖ Τα Δ.Α. μπορεί να χρησιμοποιηθούν για πρόβλεψη παρεμβολής μεταξύ ραδιοζεύξεων

Σε κάθε ένα από τα είδη των κεραιών παρουσιάζουμε και το αντίστοιχο τυπικό διάγραμμα ακτινοβολίας

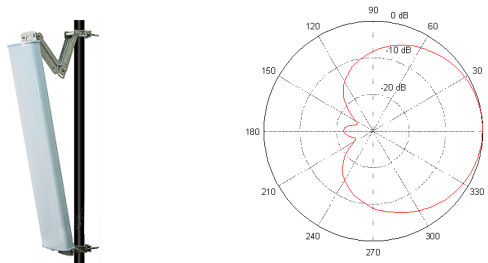
- ❖ Omnidirectional (Πανκατευθυντική)



- ❖ Grid (Πλέγμα)



- ❖ Sector (Τομεακή)





Ημικατευθυντικές κεραίες υπάρχουν σε διάφορα σχήματα και πολώσεις. Υπάρχουν σε διάφορα κέρδη και χρησιμοποιούνται τόσο σε κατευθυντικές ζεύξεις όσο και μη-κατευθυντικές. Συνήθως σχεδιάζονται ώστε να είναι εύκολες στο κρέμασμα σε τοίχους

3.3. Μελέτη Ηλεκτρομαγνητικής Διάδοσης για τον Δήμο Ηγουμενίτσας

3.3.1. Θεωρητική Μελέτη

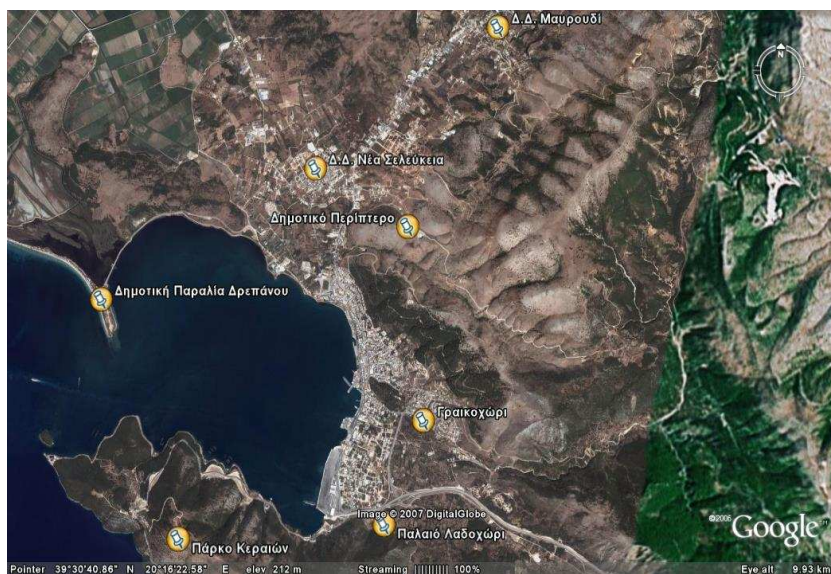
Παρακάτω θα χωρίσουμε σε θεωρητικές και πειραματικές μετρήσεις της ραδιοκάλυψης, ώστε να προσδιορισθούν τα βέλτιστα σημεία εγκατάστασης των ασυρμάτων σημείων πρόσβασης

Οι Θεωρητικές μετρήσεις βασίζονται στην ανάπτυξη της τυπικής ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας καθώς και στις τυπικές μετρήσεις με χρήση ηλεκτρονικών χαρτών από το πρόγραμμα της NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) [1]. Παρακάτω δίνουμε τα βασικά στοιχεία διάδοσης του Ηλεκτρομαγνητικού κύματος για την περιοχή συχνοτήτων που λειτουργούν τα WiFi.

Κάθε σημείο στον χάρτη έχει θεωρητική απόσταση 90 μέτρα, από όπου προσδιορίζεται και η ακρίβεια των μετρήσεων μας. Εξαιτίας αυτής της ακρίβειας θα μελετήσουμε τόσο για τους 2.4GHz, όπου λειτουργούν τα 802.11b/g, καθώς επίσης και στην μπάντα των 5GHz στην οποία λειτουργεί το 802.11a.

Επίσης ως προδιαγραφές θεωρήθηκαν περιβάλλον χωρίς θόρυβο και κλίμα παράκτιο. Σε κάθε κόμβο η θεωρητική μελέτη περιλαμβάνει 8dBi Omnidirectional κεραία, υψόμετρο 4m, 100mW (20dB) ισχύς εξόδου και 0.5dB από την διασύνδεση των ομοαξονικών καλωδίων.

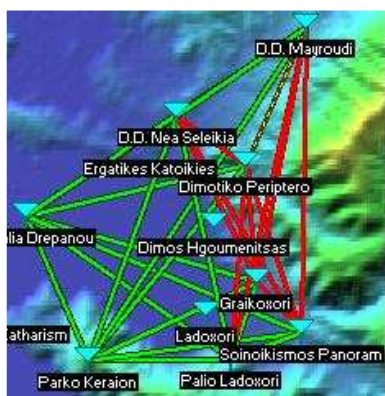
Αρχικά θα προσδιορίσουμε τα βασικά links.



Από τα παραπάνω σημεία προκύπτουν οι εξής διασυνδέσεις. Παρατηρούμε ότι κατά γενική ομολογία υπάρχει διασύνδεση από τρία βασικά σημεία: Α) Πάρκο Κεραίων, Β) Δ.Π. Δρεπάνου, και το Γ) Δημοτικό Περίπτερο. Επίσης είναι σημαντικό να δείξουμε ότι για τις θεωρητικές μετρήσεις οι κεραίες θεωρούνται omnidirectional, με 8dBi κέρδος και σε ύψος 4μ. Αυτό αποδεικνύει ότι η ποιότητα, των παρακάτω διασυνδέσεων, σε πραγματικές συνθήκες με κατευθυντικές κεραίες, θα είναι αρκετά καλύτερη. Στα παρακάτω οι διασυνδέσεις με πράσινο είναι οι εφικτές και με κόκκινο αυτές οι οποίες δεν είναι εφικτές.

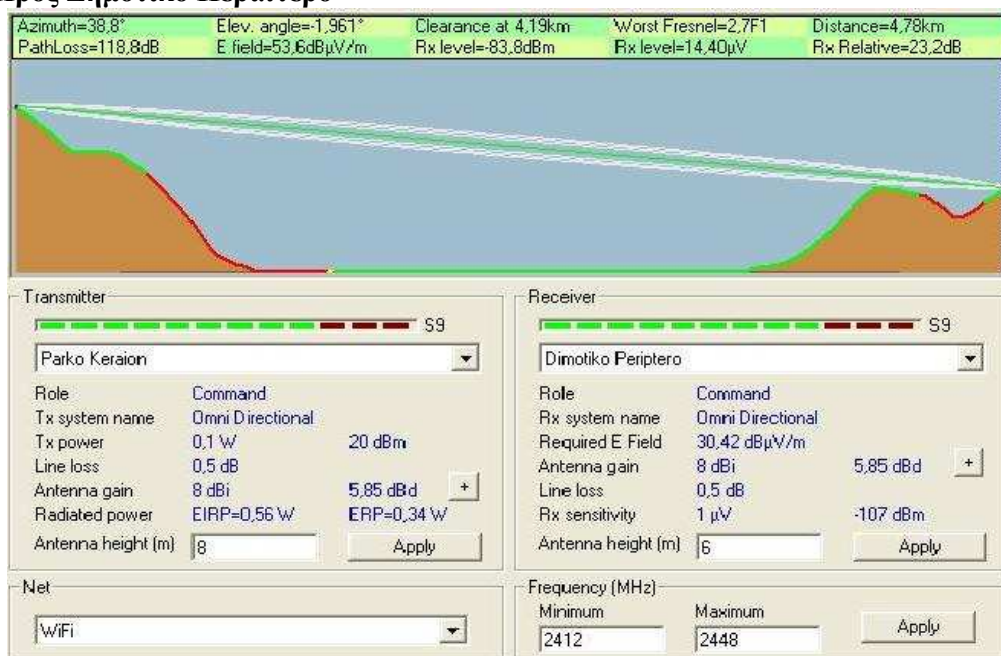
Διασυνδέσεις των 2.4GHz

Παρακάτω δύνονται αναλυτικά αποτελέσματα, για τις απώλειες ελευθέρου χώρου, την καθαρότητα της διασύνδεσης, την ικανότητα ύπαρξης διασύνδεσης στην εν λόγω μπάντα συχνοτήτων, αλλά και την ακριβή απόσταση των σημείων



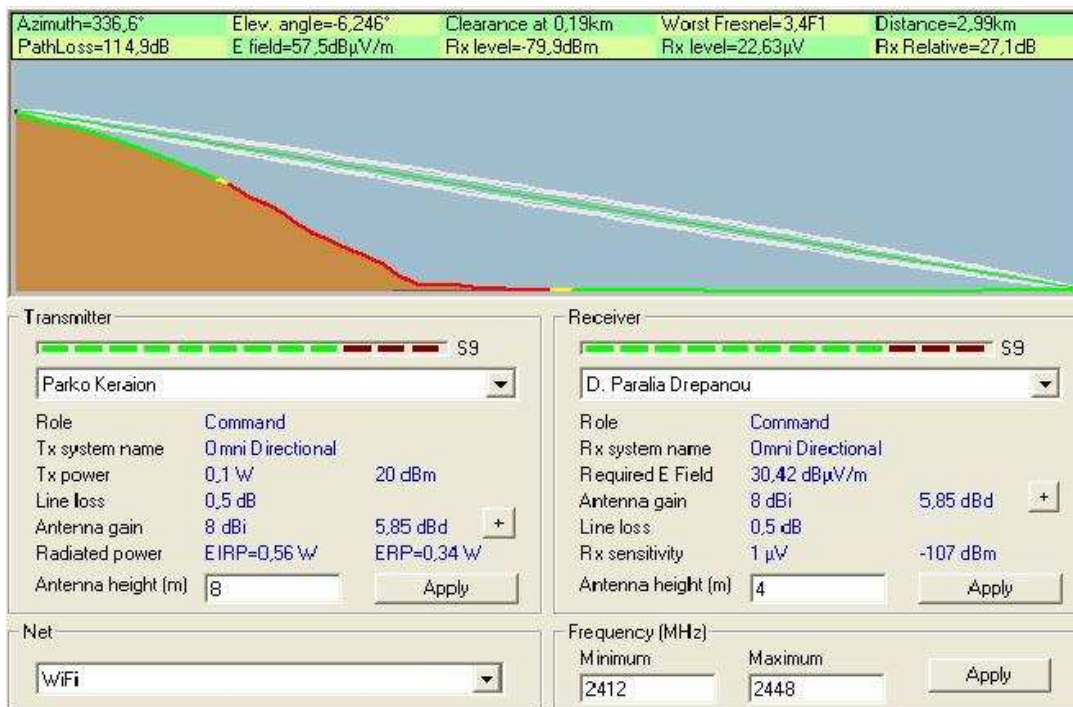
Α) Από Πάρκο Κεραιών

Προς Δημοτικό Περίπτερο



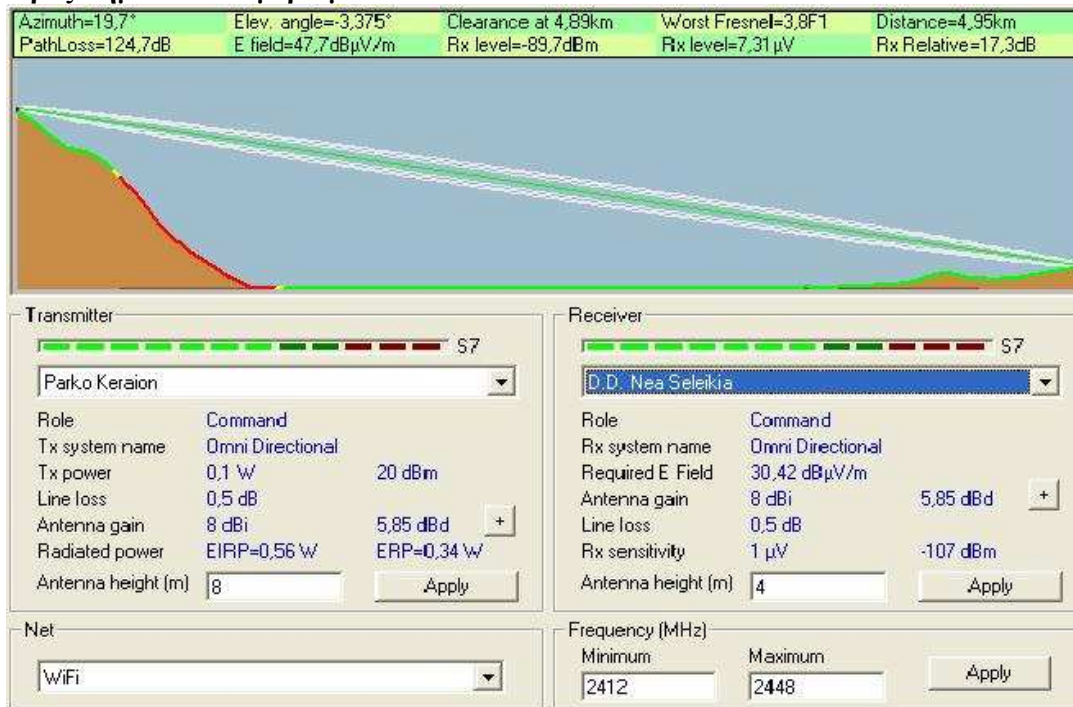
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =118.8dB
Απόσταση =4.78km

Προς Δημοτική Παραλία Δρεπάνου



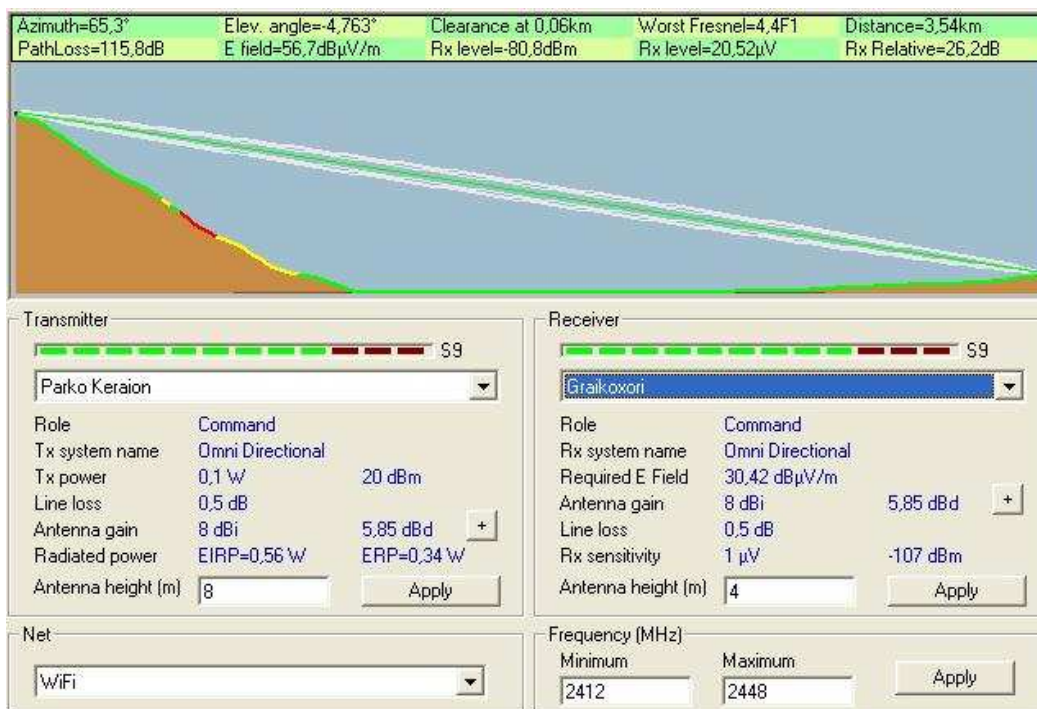
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =114.9dB
Απόσταση =2.99km

Προς Δημοτικό Διαμέρισμα Νέα Σελεύκεια



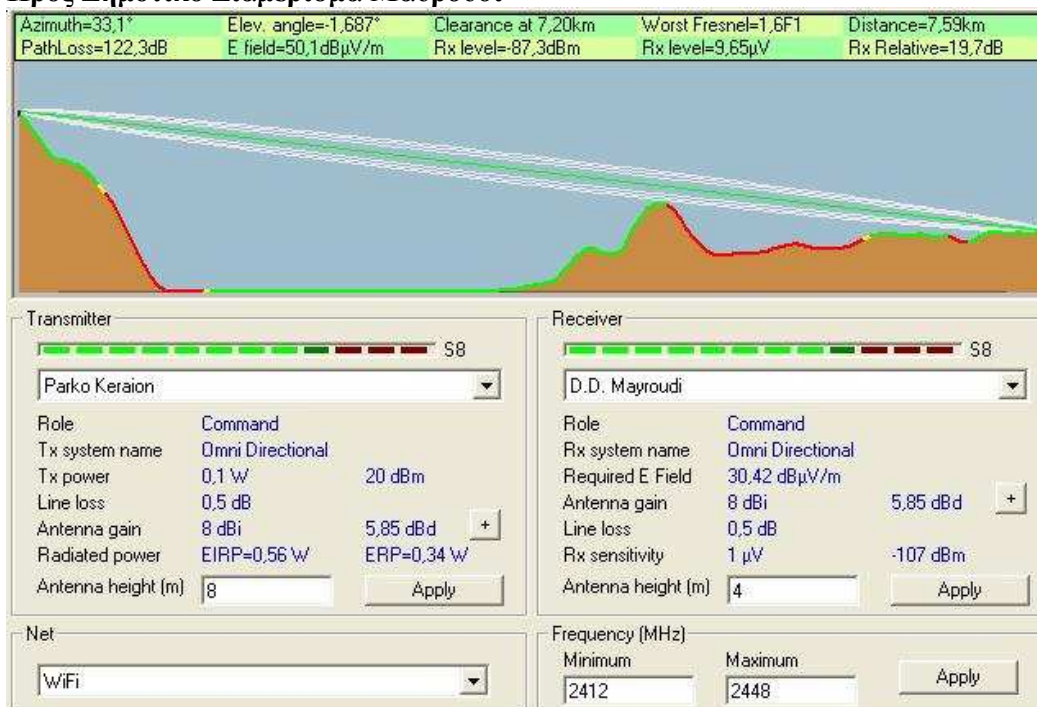
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =124.7.9dB
Απόσταση =4.95km

Προς Γραικοχώρι



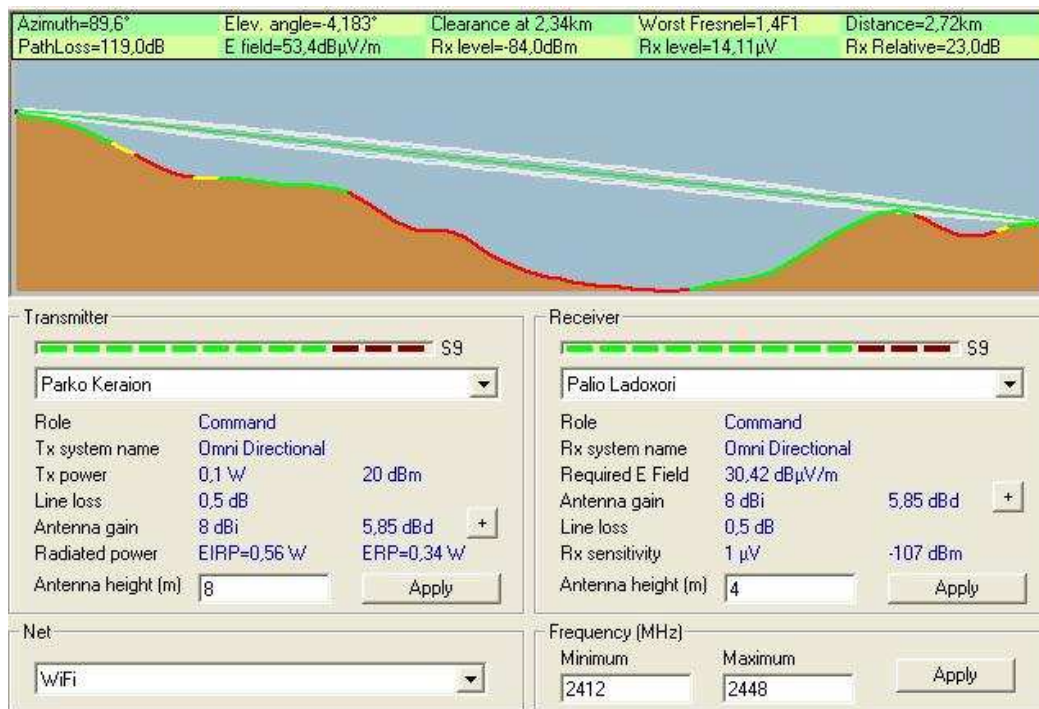
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =115.8dB
Απόσταση =3.54km

Προς Δημοτικό Διαμέρισμα Μαυρουδί



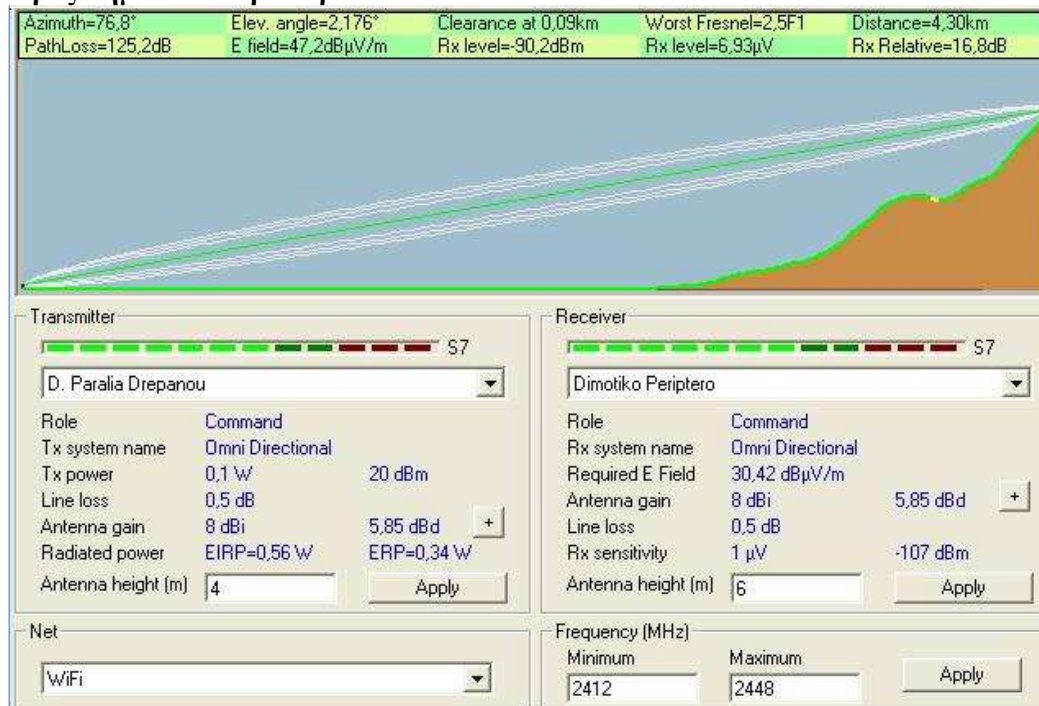
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =122.3dB
Απόσταση =7.59km

Προς Παλιό Λαδοχώρι



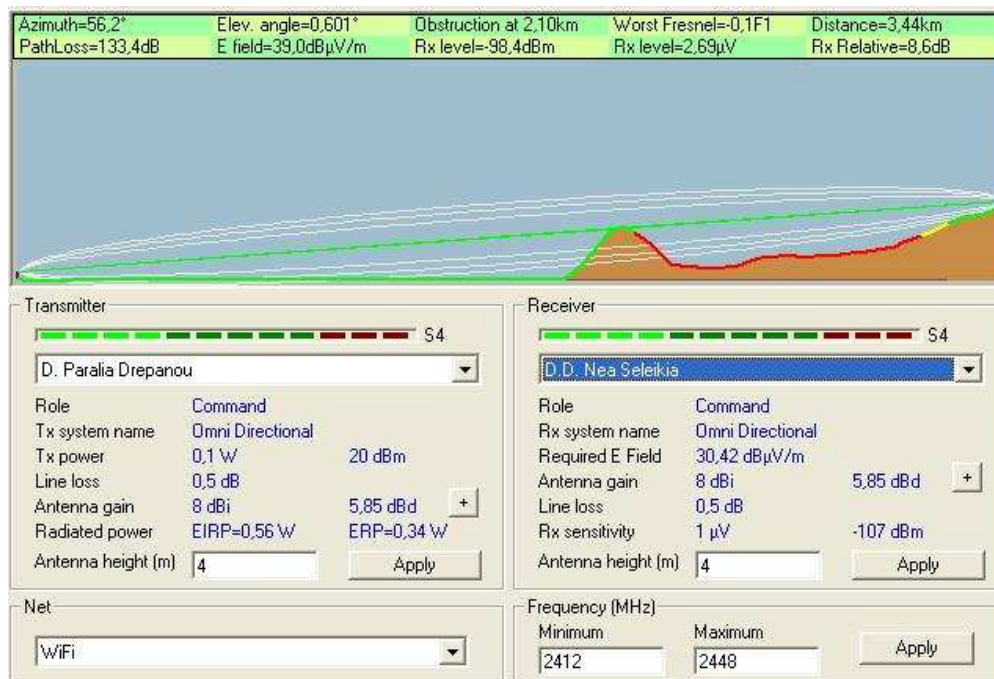
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =119.0dB
Απόσταση =2.72km

Β) Από Δημοτική Παραλία Δρεπάνου Προς Δημοτικό Περίπτερο



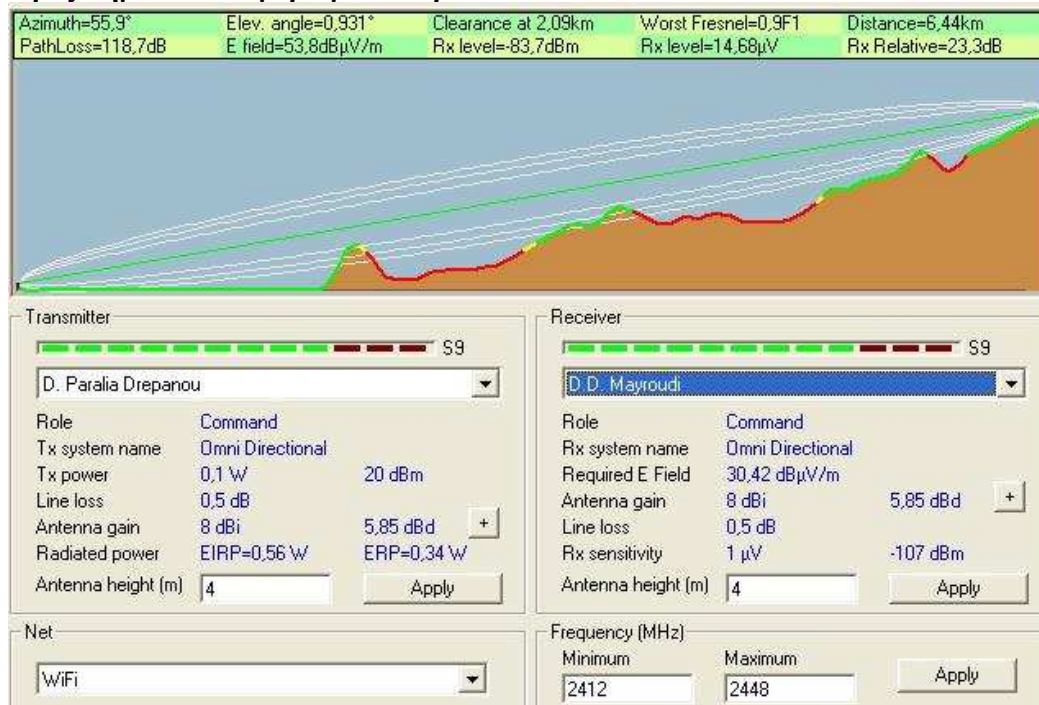
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =125.2dB
Απόσταση =4.30km

Προς Δημοτικό Διαμέρισμα Νέα Σελεύχεια



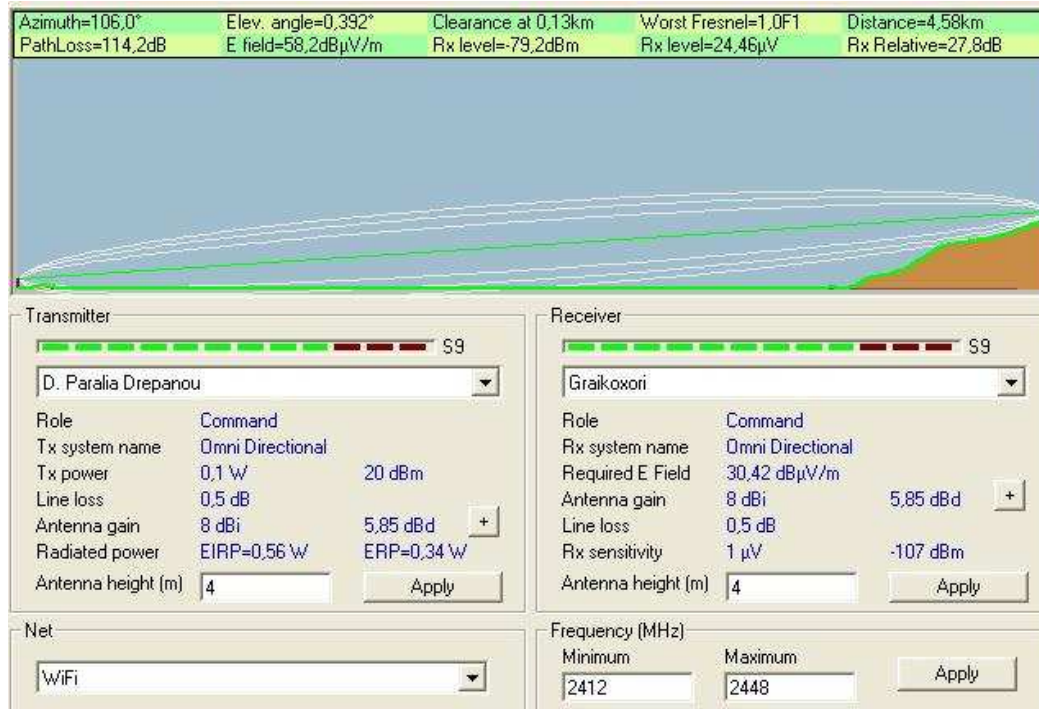
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =133.4dB
Απόσταση =3.44km

Προς Δημοτικό Διαμέρισμα Μαυρουδί



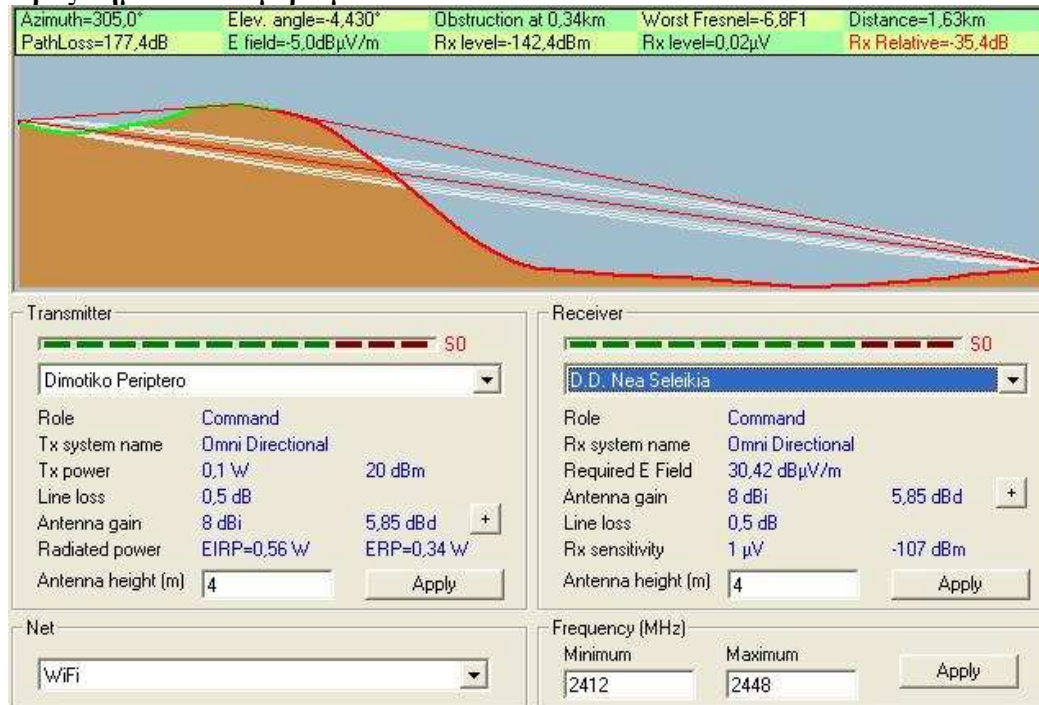
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =118.7dB
Απόσταση =6.44km

Προς Γραικοχώρι



Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =114.2dB
Απόσταση =4.58km

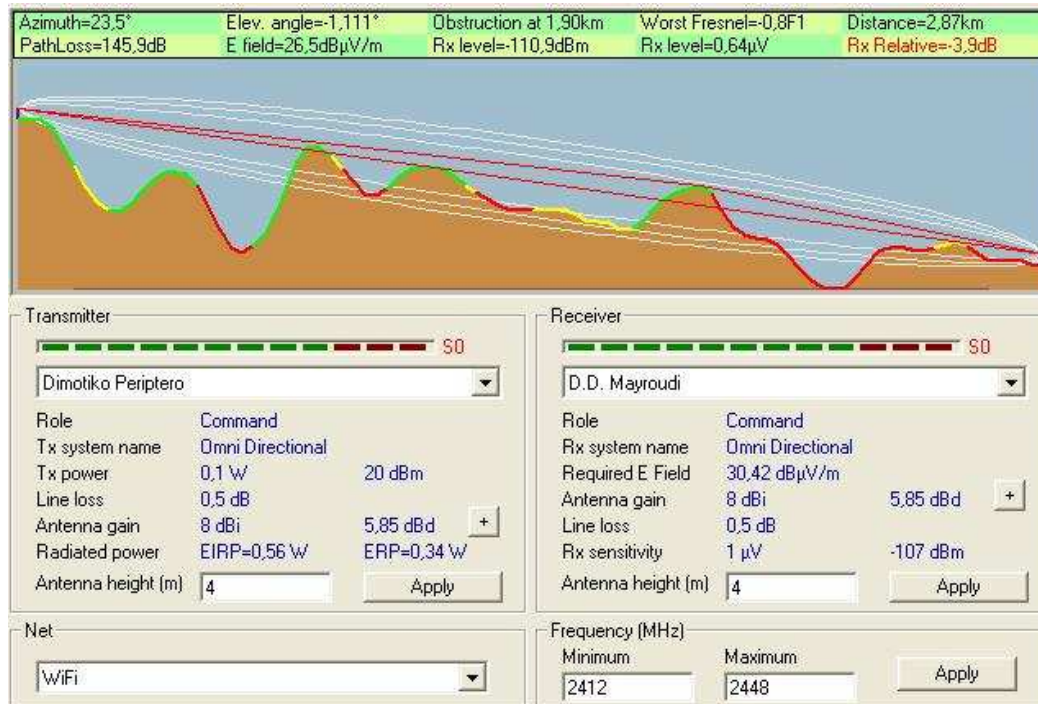
Γ) Από Δημοτικό Περίπτερο Προς Δημοτικό Διαμέρισμα Νέα Σελεύκεια



Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =177.4dB
Απόσταση =1.63km

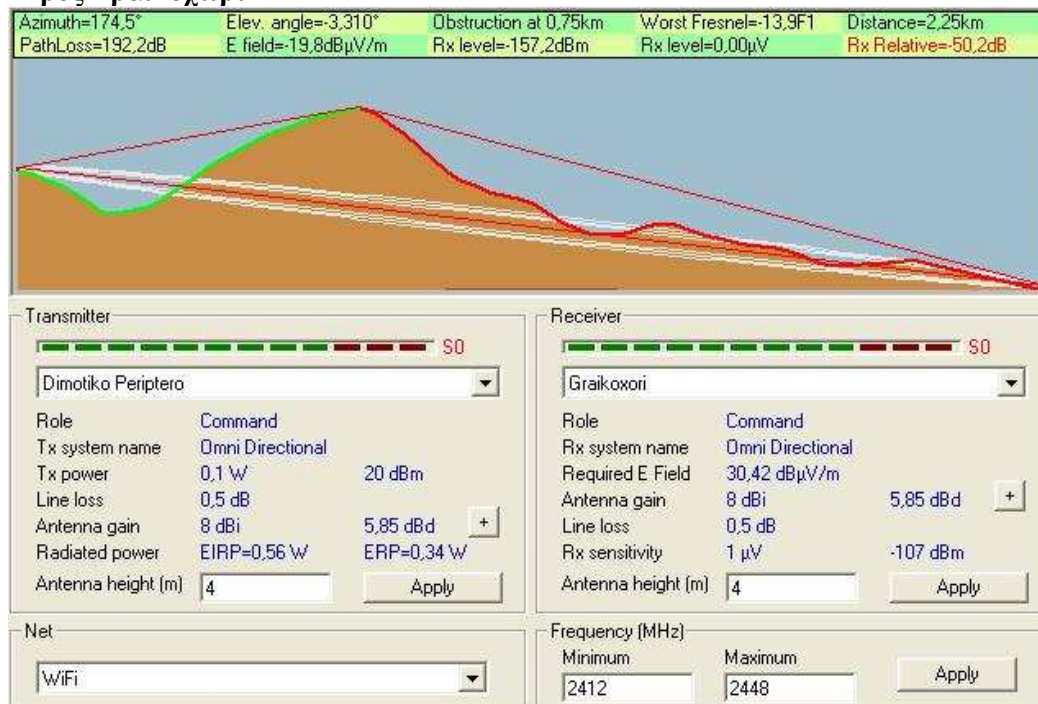
Προς Δημοτικό Διαμέρισμα Μαυρουδί

Π 9 Τελική Έκθεση



Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =145.9dB
Απόσταση =2.87km

Προς Γρακοχώρι



Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =192.2dB
Απόσταση =2.25km

Από τις παραπάνω συνδέσεις 3 δεν είναι εφικτές:

Δημοτικό Περίπτερο – Δ.Δ. Νέα Σελεύκεια
 Δημοτικό Περίπτερο – Δ.Δ. Μαυρουδί
 Δημοτικό Περίπτερο - Γραιοχώρι

Επίσης οι εξής συνδέσεις δεν έχουν καθαρότητα της πρώτης Ζώνης Fresnel

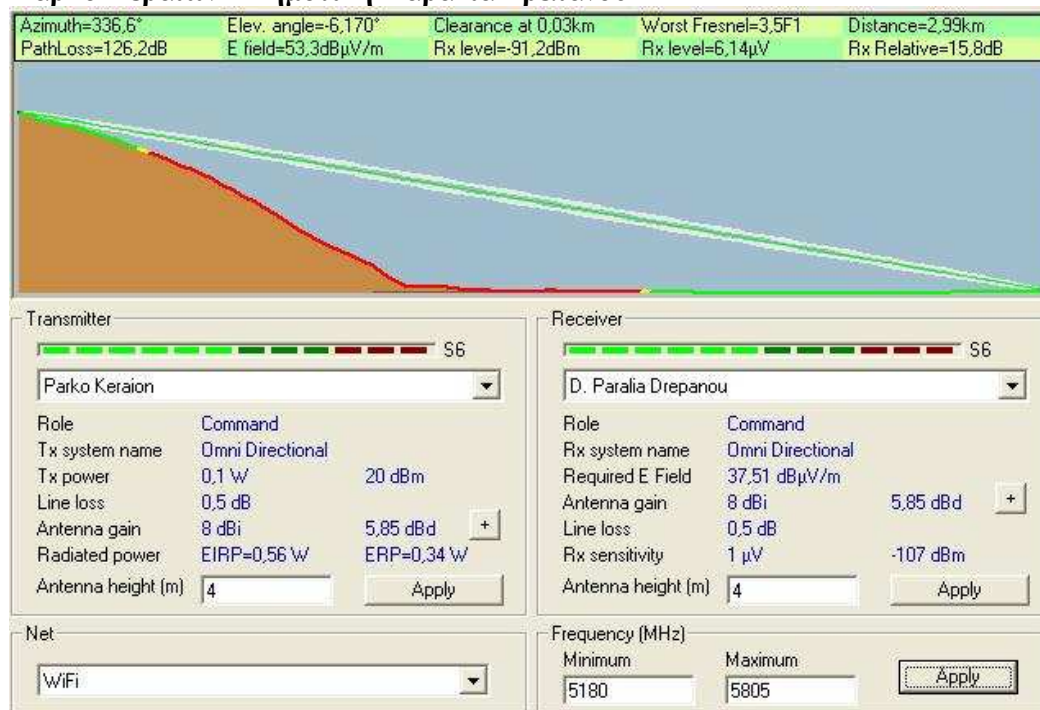
Δημοτική Παραλία Δρεπάνου – Δ. Δ. Μαυρουδί
 Δημοτική Παραλία Δρεπάνου – Δ.Δ. Νέα Σελεύκεια
 Πάρκο Κεραιών – Παλιό Λαδοχώρι

Διασυνδέσεις των 5GHz

Ενώ στην πραγματικότητα, από τον τύπο του Path Loss, έχουμε μεγαλύτερες απώλειες για μεγαλύτερη συχνότητα. Παρόλα αυτά το πρωτόκολλο 802.11a είναι πιο αποτελεσματικό λόγω της τεχνικής OFDM, επίσης η ISM μπάντα των 5GHz είναι μεγαλύτερη, έχει μικρότερες παρεμβολές και η μέγιστη διαμεταγωγής φθάνει τα 54Mbps.

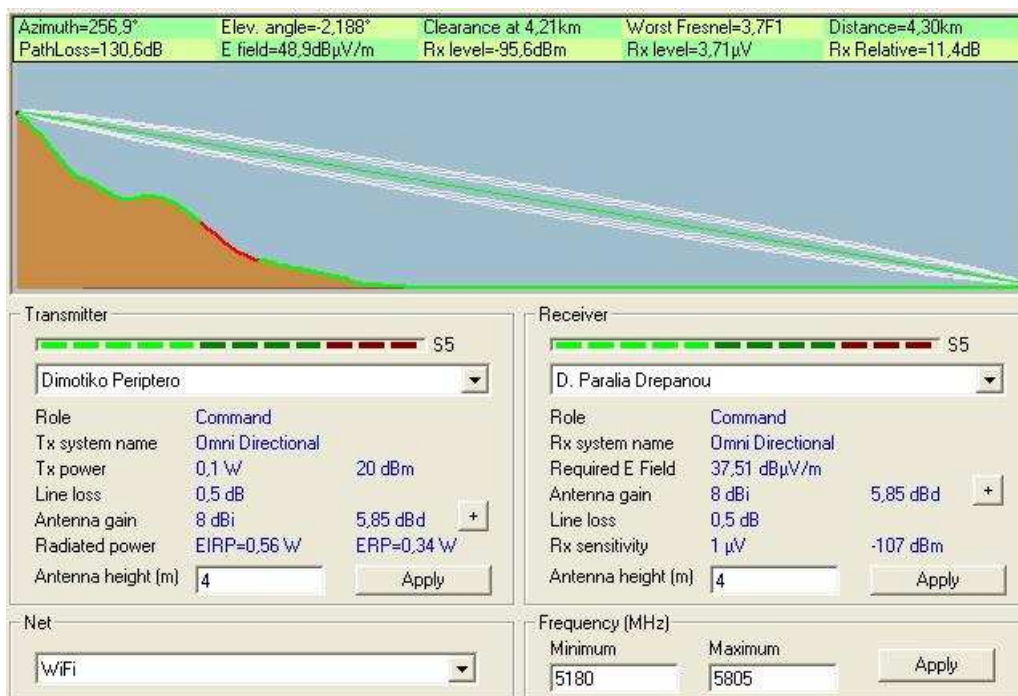
Παρακάτω θα δείξουμε τα τρία βασικά links και τα στοιχεία για την μπάντα των 5GHz.

Πάρκο Κεραιών – Δημοτική Παραλία Δρεπάνου



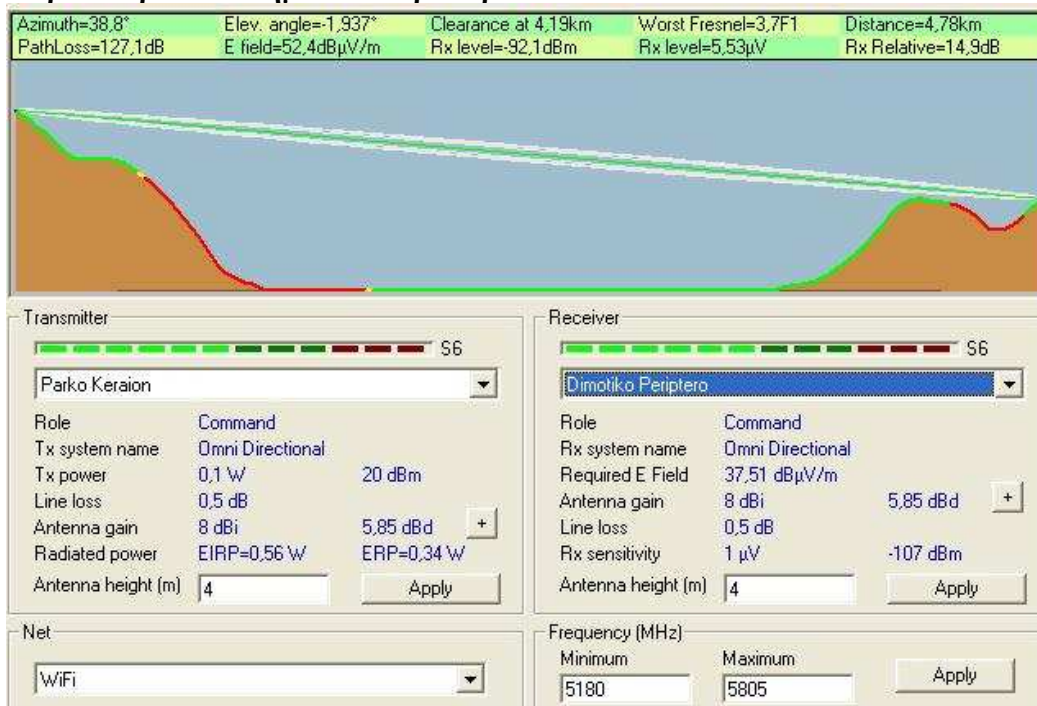
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =126.2dB
 Απόσταση =2.99km

Δημοτικό Περίπτερο – Δημοτική Παραλία Δρεπάνου



Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =130.6dB
 Απόσταση =4.30km

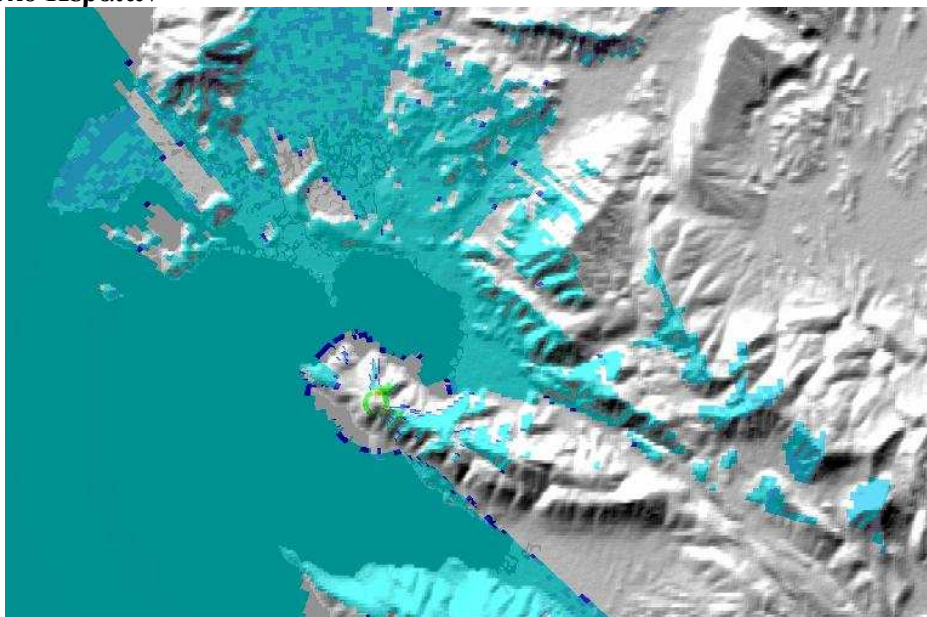
Πάρκο Κεραιών – Δημοτικό Περίπτερο



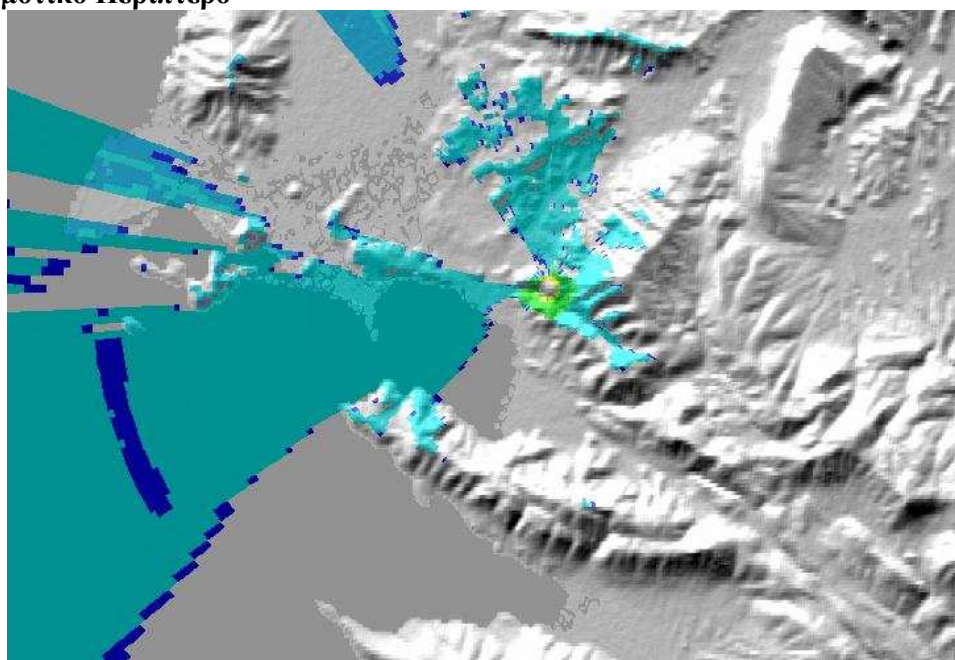
Απώλειες Ελευθέρου Χώρου =127.1dB
 Απόσταση =4.78km

Εμβέλεια Διαφόρων Σημείων

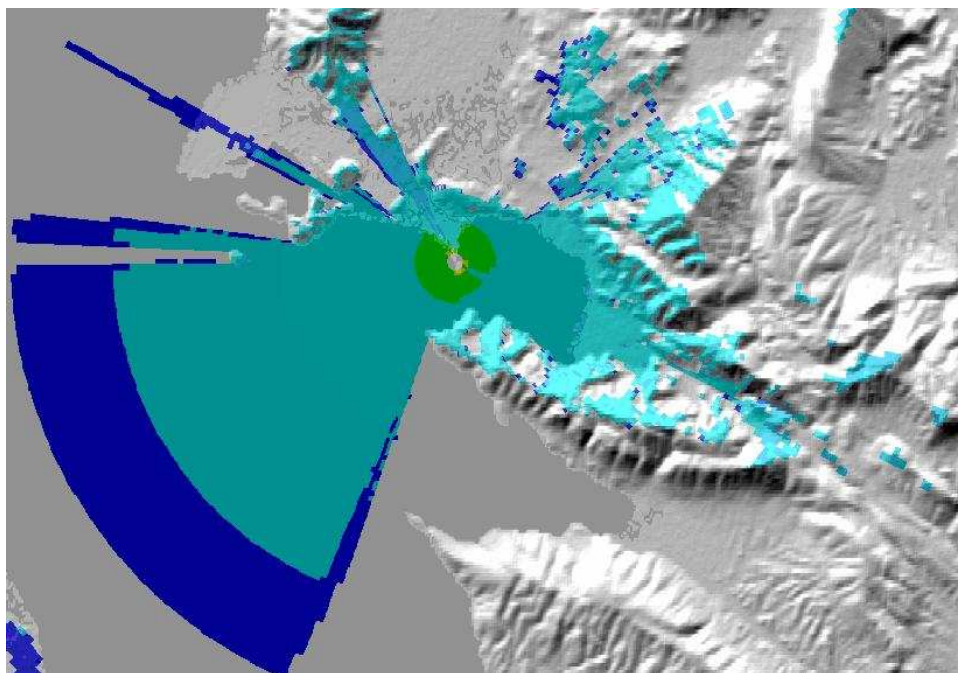
Πάρκο Κεραιών



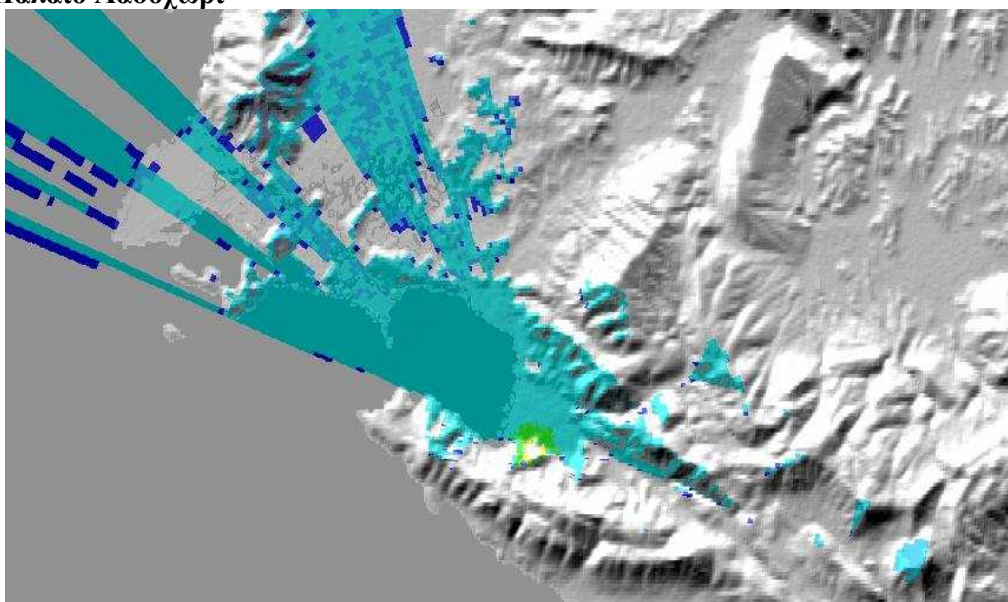
Δημοτικό Περίπτερο



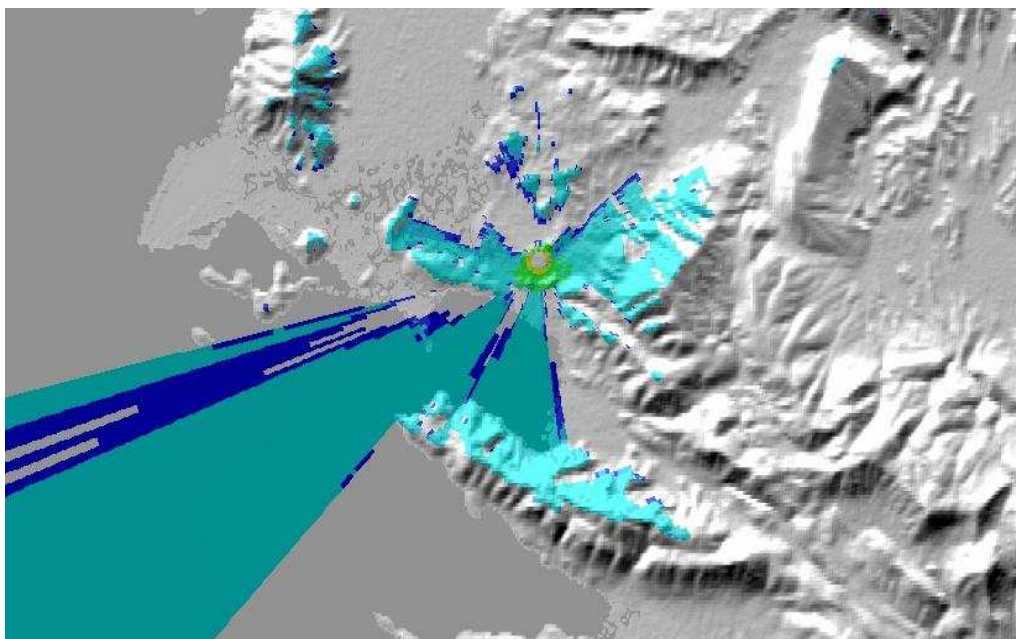
Δημοτική Παραλία Δρεπάνου



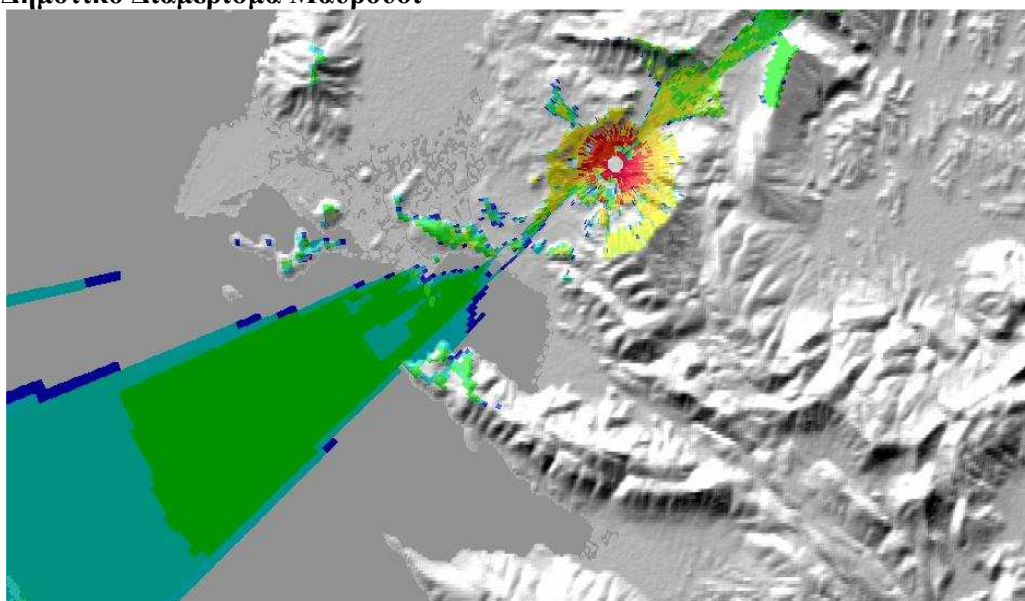
Παλιό Λαδοχώρι



Δημοτικό Διαμέρισμα Νέας Σελεύκειας



Δημοτικό Διαμέρισμα Μαυρουδί



3.3.2. Πρακτική Μελέτη

Οι πρακτικές μελέτες θα γίνουν χρησιμοποιώντας κατευθυντικές κεραίες με αντίστοιχους πομπούς εκπομπής 100mW. Τα υπόλοιπα στοιχεία θα ρυθμιστούν αντίστοιχα με τις θεωρητικές ώστε να διαπιστωθούν, οι πιθανές γεωγραφικές αποκλίσεις των χαρτών SRTM αλλά και τα πρόσθετα στοιχεία που προκαλούν θόρυβο στο ραδιοφάσμα που λειτουργούν τα WiFi. Με αυτόν τον τρόπο θα έχουμε πλήρη Ηλεκτρομαγνητική απεικόνιση των βασικών διασυνδέσεων.

3.4. Προσδιορισμός των πρωτοκόλλων ασυρμάτων εξοπλισμών

3.4.1. IEEE 802.11

Οι ασύρματες συσκευές θα πρέπει να υποστηρίζουν τόσο 802.11b όσο και 802.11g. Ορισμένες εξ αυτών θα πρέπει να υποστηρίζουν standalone 802.11a. Όλες αυτές οι συσκευές θα πρέπει να φέρουν πιστοποίηση WiFi και να είναι τεσταρισμένες ότι λειτουργούν με διαφορετικούς κατασκευαστές με βάση το στάνταρντ. Συνεπώς θα πρέπει να υποστηρίζουν

802.11b only mode

Μόνο διασυνδέσεις με 802.11b επιτρέπονται

802.11b/g compatibility mode

Θα πρέπει να λειτουργούν και τα δυο modes ανάλογα με το περιβάλλον και την σηματοθορυβική στάθμη ισχύος.

802.11g only mode

Μόνο διασυνδέσεις 802.11g, συνεπώς το 802.11b απενεργοποιείται

3.4.2. Διαδικτυακή Ασφάλεια / Κρυπτογράφηση

Όλες οι συσκευές θα πρέπει να υποστηρίζουν τα αντίστοιχα πρωτόκολλα

- WPA
- WPA2
- TKIP
- AES
- RADIUS
- 802.1X
- 802.1Q VLAN υποστήριξη

3.4.3. Ποιότητα Υπηρεσιών

Αν και προαιρετικό οι συσκευές θα πρέπει να υποστηρίζουν ποιότητα υπηρεσιών για πολυμεσικές εφαρμογές. Όταν λέμε ποιότητα υπηρεσιών εννοούμε την ύπαρξη εκείνων των εγγυήσεων που θα επιτρέπουν την απρόσκοπτη λειτουργία των πολυμεσικών.

Συνεπώς τα αντίστοιχα πρωτόκολλα που επιτρέπουν την κατηγοριοποίηση των υπηρεσιών με 802.1p UP tag και με την ύπαρξη DiffServe στο IP layer. Χρήσιμη θα ήταν και η αντίστοιχη υλοποίηση 802.11e (WMM) στάνταρντ.

3.4.4. Handover

Handover είναι η τεχνική αυτή που επιτρέπει στους κινητούς χρήστες να μετακινούνται από το ένα κελί στο άλλο, με απρόσκοπτη λειτουργία της διασύνδεσης του Ασύρματου Σημείου Πρόσβασης με τον Πελάτη. Αυτό συμβαίνει είτε με το πρωτόκολλο 802.11r, Fast BSS transition ή μέσω IP Mobile techniques.

3.4.5. Διαχείριση Δικτύου

Τα επίπεδα διαχείρισης του δικτύου θα είναι δυο. Το πρώτο επίπεδο θα έχει να κάνει με την διαχείριση του κάθε ΑΣΠ ξεχωριστά με την ύπαρξη Command Line Interface (π.χ. Telnet, Secure Shell (SSHv1 & 2), Web Graphical User Interface (SNMP, Http, Https κλπ.)

Το δεύτερο επίπεδο διαχείρισης θα έχει να κάνει με ένα κεντρικό server, που θα έχει δυνατότητα διαχείρισης με χρήση SNMP για την διαχείριση των Ασύρματων Σημείων Πρόσβασης αλλά και των σταθμών. Οι παρακάτω δυνατότητες πρέπει να είναι εφικτές:

- Επιτήρηση εισόδου/εξόδου χρηστών
- Τοπολογία Layer 1
- Τοπολογία Layer 2
- (επιθυμητό είναι και το positioning και Mapping των ΑΣΠ και Clients)
- VLAN
- Πλήρη στατιστικά κίνησης και πρόσβασης
- Δυνατότητα αναβάθμισης
- Απεικόνιση των προβλημάτων του δικτύου
- Απεικόνιση της ποιότητας των διασυνδέσεων και της δυναμικής ρύθμισης εφόσον είναι απαραίτητο
- Αντίστοιχα alarms σε περιπτώσεις μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης, χαλασμένης διασύνδεσης σε επίπεδο ραχοκοκαλιάς, περιγραφή προβλήματος, ημερομηνία και ώρα που παρουσιάστηκε το πρόβλημα
- Λειτουργία router προς το διαδίκτυο

3.4.6. Δυνατότητες διασύνδεσης με νέες/υπάρχουσες τεχνολογίες

Το Ασύρματο Μητροπολιτικό Δίκτυο του Δήμου Ηγουμενίτσας θα πρέπει να αποτελεί τον πιλότο για την εφαρμογή και διασύνδεση με νέες ή υπάρχουσες τεχνολογίες. Στα πλαίσια της μελέτης αυτής αφήνουμε ανοιχτό το ενδεχόμενο της διασύνδεσης των μακρινών links με νέα ποιοτικότερα μέσα από δίκτυο WiMAX. Παρομοίως σε κοινόχρηστους χώρους, όπου παρατηρείται συσσώρευση μη εποχιακού πληθυσμού τα Ασύρματα Σημεία Πρόσβασης θα αντικατασταθούν με WiMAX, όπως για παράδειγμα στην πλατεία Δημαρχείου. Σε αυτά τα πλαίσια το κονδύλιο θα πρέπει να καταμεριστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να προβλεφθούν

ενδεχόμενα σε βάθος 1-2 χρόνων. Τα αντικαθιστάμενα ΑΣΠ θα τοποθετηθούν σε αντίστοιχα σημεία, που θα προσδιορισθούν ως ελλιπή κατά την διάρκεια της λειτουργίας του δικτύου.

3.5. Τεχνικές Προδιαγραφές του εξοπλισμού

Παρακάτω παρουσιάζουμε τις τεχνικές προδιαγραφές του ενεργού και παθητικού εξοπλισμού. Οι τεχνικές προδιαγραφές καθορίζονται με γνώμονα τις υπάρχουσες, και πιθανώς ορισμένες μέλλουσες, ανάγκες του δήμου, συναρτήσει των προϊόντων της αγοράς.

3.5.1. Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Εξωτερικού Χώρου στα 2.4GHz

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ			ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Wireless Outdoor Access Point				
1.1.1	Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικής κεραίας			Αναγκαίο
1.1.2	RF Band			2,4-2,5 GHz
1.1.3	Υποστήριξη πρωτοκόλλων IEEE 802,11b , 802,11g, 802,1x , 802,1Q VLAN support και IEEE 802,3 με πιστοποίηση WiFi και δυνατότητα Mixed mode 802,11b+802,11g , (μερικές συσκευές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις θα χρειαστεί να υποστηρίζουν και IEEE 802,11a)			Αναγκαίο
1.1.4	Ευαισθησία εισόδου	Τουλάχιστον	802.11b 1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm	802.11g 1 Mbps: -95 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 6 Mbps: -90 dBm 9 Mbps: -84 dBm 11 Mbps: -88 dBm 12 Mbps: -82 dBm 18 Mbps: -80 dBm 24 Mbps: -77 dBm 36 Mbps: -73 dBm 48 Mbps: -72 dBm 54 Mbps: -72 dBm
1.1.5	Ισχύς εξόδου	Τουλάχιστον	802.11b: • 100 mW (20 dBm) • 50 mW (17 dBm) • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10	802.11g: • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)

			dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)	
1.1.6	Status LED's	Radio , Status , Ethernet		
1.1.7	RJ-45 Interface	Αναγκαίο		
1.1.8	Wireless Modulation	802.11b Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS): • Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) at 1 Mbps • Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) at 2 Mbps • Complementary Code Keying (CCK) at 5.5 and 11 Mbps		
		802.11g Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing (OFDM): • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps		
1.1.9	Κανάλια λειτουργίας	13		
1.1.10	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-30° έως +55°C		
1.1.11	Υγρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	5% έως 95%		
1.1.12	Αποδεκτό MTBF	≥ 130hrs		
1.1.13	SNMP (Simple Network Management Protocol)	Αναγκαίο		
1.1.14	POE (Τροφοδοσία μέσω Ethernet)	Αναγκαίο		
1.1.15	Δυνατότητα ρύθμισης ισχύς εξόδου	Αναγκαίο		
1.1.16	Κρυπτογράφηση (WPA , TKIP , WPA2 , AES)	Αναγκαίο		
1.1.17	RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)	Προτεινόμενο		
1.1.18	MAC address Filtering	Αναγκαίο		
1.1.19	Hide SSID	Αναγκαίο		
1.1.20	IP address Filtering	Αναγκαίο		
1.1.21	TCP Ports Filtering	Αναγκαίο		
1.1.22	Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of service) <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802,11e • WMM™ • Diffserve field in IP layer 	Προτεινόμενο		
1.1.23	Handover <ul style="list-style-type: none"> • 802,11r • Fast BSS transition 	Προτεινόμενο		
1.1.24	Δυνατότητα λειτουργίας σε Mesh Mode (802,11s ή Layer 3 Mesh)	Προτεινόμενο		
1.1.25	Αυτόματη δυνατότητα επιλογής καναλιού με τη λιγότερη κίνηση	Προτεινόμενο		
1.1.26	Δυνατότητα λειτουργίας σε Bridge και Access Point	Προτεινόμενο		

	ταυτόχρονα	
1.1.27	Υποστήριξη VLAN's	Αναγκαίο
1.1.28	Load Balancing	Προτεινόμενο
1.1.29	Ταχύτητα επεξεργαστή	≥ 200 MHz
1.1.30	Διαμόρφωση , πρόσβαση και ρύθμιση της συσκευής με όλους ή τουλάχιστον 3 από τους αναφερόμενους τρόπους/πρωτόκολλα	Telnet, HTTP, FTP, Trivial FTP (TFTP), SNMP, SSH , console port
1.1.31	Μέγεθος μνήμης	≥ 8Mbytes
1.1.32	Safety standards (τουλάχιστον 3)	UL 60950 Third Ed. CSA C22.2 No. 60950-00 IEC 60950 Sec Ed, amendments 1-4 EN 60950; 1992, amendments 1-4 CSA 94/UL50—NEMA Rated

3.5.2. Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Εξωτερικού Χώρου στα 5GHz

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ			ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Wireless Outdoor Access Point				
1.2.1	Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικής κεραίας			Αναγκαίο
1.2.2	RF Band			5 GHz
1.2.3	Υποστήριξη πρωτοκόλλων IEEE 802.11a, 802,1x , 802,1Q VLAN support και IEEE 802,3 με πιστοποίηση WiFi			Αναγκαίο
1.2.4	Ευαισθησία εισόδου	Τουλάχιστον	802.11a: • 6 Mbps: -85 dBm • 9 Mbps: -84 dBm • 12 Mbps: -82 dBm • 18 Mbps: -80 dBm • 24 Mbps: -77 dBm • 36 Mbps: -73 dBm • 48 Mbps: -69 dBm • 54 Mbps: -68 dBm	
1.2.5	Ισχύς εξόδου	Τουλάχιστον	802.11a: • 40 mW (16 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm)	
1.2.6	Status LED's			Radio , Status , Ethernet
1.2.7	RJ-45 Interface			Αναγκαίο

1.2.8	Wireless Modulation	802.11a Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing (OFDM): <ul style="list-style-type: none"> • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps 	
1.2.9	Κανάλια λειτουργίας	13	
1.2.10	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-30° έως +55°C	
1.2.11	Υγρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	5% έως 95%	
1.2.12	Αποδεκτό MTBF	≥ 130hrs	
1.2.13	SNMP (Simple Network Management Protocol)	Αναγκαίο	
1.2.14	POE (Τροφοδοσία μέσω Ethernet)	Αναγκαίο	
1.2.15	Δυνατότητα ρύθμισης ισχύς εξόδου	Αναγκαίο	
1.2.16	Κρυπτογράφηση (WPA , TKIP , WPA2 , AES)	Αναγκαίο	
1.2.17	RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)	Προτεινόμενο	
1.2.18	MAC address Filtering	Αναγκαίο	
1.2.19	Hide SSID	Αναγκαίο	
1.2.20	IP address Filtering	Αναγκαίο	
1.2.21	TCP Ports Filtering	Αναγκαίο	
1.2.22	Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of service)	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802,11e • WMM™ • Diffserve field in IP layer 	Προτεινόμενο
1.2.23	Handover	<ul style="list-style-type: none"> • 802,11r Fast BSS transition 	Προτεινόμενο
1.2.24	Δυνατότητα λειτουργίας σε Mesh Mode (802,11s ή Layer 3 Mesh)	Προτεινόμενο	
1.2.25	Δυνατότητα λειτουργίας σε Mesh Mode	Προτεινόμενο	
1.2.26	Αυτόματη δυνατότητα επιλογής καναλιού με τη λιγότερη κίνηση	Προτεινόμενο	
1.2.27	Δυνατότητα λειτουργίας σε Bridge και Access Point ταυτόχρονα	Προτεινόμενο	
1.2.28	Υποστήριξη VLAN's	Αναγκαίο	
1.2.29	Load Balancing	Προτεινόμενο	
1.2.30	Ταχύτητα επεξεργαστή	≥ 200 MHz	
1.2.31	Διαμόρφωση , πρόσβαση και ρύθμιση της συσκευής με όλους ή τουλάχιστον 3 από τους αναφερόμενους τρόπους/πρωτόκολλα	Telnet, HTTP, FTP, Trivial FTP (TFTP), SNMP, SSH , console port	
1.2.32	Μέγεθος μνήμης	≥ 8Mbytes	
1.2.33	Safety standards (τουλάχιστον 3)	UL 60950 Third Ed. CSA C22.2 No. 60950-00 IEC 60950 Sec Ed, amendments 1-4 EN 60950; 1992, amendments 1-4	

		CSA 94/UL50—NEMA Rated
--	--	-------------------------------

3.5.3. Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Εσωτερικού Χώρου

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ			ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Wireless Indoor Access Point				
1.3.1	Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικής κεραίας			Προαιρετικό
1.3.2	RF Band			2,4-2,5 GHz
1.3.3	Υποστήριξη πρωτοκόλλων IEEE 802,11b , 802,11g , 802,1x , 802,1Q VLAN support και IEEE 802,3 με πιστοποίηση WiFi και δυνατότητα Mixed mode 802,11b+802,11g			Αναγκαίο
1.3.4	Ευαισθησία εισόδου	Τουλάχιστον	802.11b 1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm	802.11g 1 Mbps: -95 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 6 Mbps: -90 dBm 9 Mbps: -84 dBm 11 Mbps: -88 dBm 12 Mbps: -82 dBm 18 Mbps: -80 dBm 24 Mbps: -77 dBm 36 Mbps: -73 dBm 48 Mbps: -72 dBm 54 Mbps: -72 dBm
1.3.5	Ισχύς εξόδου	Τουλάχιστον	802.11b: • 100 mW (20 dBm) • 50 mW (17 dBm) • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)	802.11g: • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)
1.3.6	Status LED's			Radio , Status , Ethernet
1.3.7	RJ-45 Interface			Αναγκαίο
1.3.8	Wireless Modulation	802.11b Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS): • Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) at 1 Mbps • Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) at 2 Mbps • Complementary Code Keying (CCK) at 5.5 and 11 Mbps		

		802.11g Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing (OFDM): <ul style="list-style-type: none"> • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps 	
1.3.9	Κανάλια λειτουργίας	13	
1.3.10	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-30° έως +55°C	
1.3.11	Υγρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	5% έως 95%	
1.3.12	Αποδεκτό MTBF	≥ 130hrs	
1.3.13	SNMP (Simple Network Management Protocol)	Αναγκαίο	
1.3.14	POE (Τροφοδοσία μέσω Ethernet)	Αναγκαίο	
1.3.15	Δυνατότητα ρύθμισης ισχύς εξόδου	Αναγκαίο	
1.3.16	Κρυπτογράφηση (WPA , TKIP , WPA2 , AES)	Αναγκαίο	
1.3.17	RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)	Προτεινόμενο	
1.3.18	MAC address Filtering	Αναγκαίο	
1.3.19	Hide SSID	Αναγκαίο	
1.3.20	IP address Filtering	Αναγκαίο	
1.3.21	TCP Ports Filtering	Αναγκαίο	
1.3.22	Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of service)	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802,11e • WMM™ • Diffserve field in IP layer 	Προτεινόμενο
1.3.23	Handover	<ul style="list-style-type: none"> • 802,11r Fast BSS transition 	Προτεινόμενο
1.3.24	Δυνατότητα λειτουργίας σε Mesh Mode (802,11s ή Layer 3 Mesh)	Προτεινόμενο	
1.3.25	Αυτόματη δυνατότητα επιλογής καναλιού με τη λιγότερη κίνηση	Προτεινόμενο	
1.3.26	Δυνατότητα λειτουργίας σε Bridge και Access Point ταυτόχρονα	Προτεινόμενο	
1.3.27	Υποστήριξη VLAN's	Αναγκαίο	
1.3.28	Load Balancing	Προτεινόμενο	
1.3.29	Ταχύτητα επεξεργαστή	≥ 200 MHz	
1.3.30	Διαμόρφωση , πρόσβαση και ρύθμιση της συσκευής με όλους ή τουλάχιστον 3 από τους αναφερόμενους τρόπους/πρωτόκολλα	Telnet, HTTP, FTP, Trivial FTP (TFTP), SNMP, SSH , console port	
1.3.31	Μέγεθος μνήμης	≥ 8Mbytes	
1.3.32	Safety standards (τουλάχιστον 3)	UL 60950 Third Ed. CSA C22.2 No. 60950-00 IEC 60950 Sec Ed, amendments 1-4 EN 60950; 1992, amendments 1-4	

		CSA 94/UL50—NEMA Rated
--	--	-----------------------------------

3.5.4. Τεχνικές Προδιαγραφές Κεραιών

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Outdoor Antenna (Omni)		
1.4.1	Τύπος κεραίας	Omni
1.4.2	Γωνία κάλυψης	360°
1.3.3	Κέρδος	≥ 11 dBi
1.4.4	RF Band	2.4 GHz
1.4.5	Αντικεραυνική προστασία	Αναγκαίο
1.4.6	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-40° έως +70°C
1.4.7	Αντοχή σε ανέμους	≥ 120 mph
Outdoor Antenna (Sectorial)		
1.4.8	Τύπος κεραίας	Sectorial
1.4.9	Γωνία κάλυψης	90°
1.4.10	Κέρδος	≥ 13 dBi
1.4.11	RF Band	2.4 GHz
1.4.12	Αντικεραυνική προστασία	Αναγκαίο
1.4.13	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-40° έως +70°C
1.4.14	Αντοχή σε ανέμους	≥ 100 mph
Outdoor Antenna (Directional)		
1.4.15	Τύπος κεραίας	Directional
1.4.16	Γωνία κάλυψης	≤ 13°
1.4.17	Κέρδος	≥ 17 dBi
1.4.18	RF Band	2.4 GHz
1.4.19	Αντικεραυνική προστασία	Αναγκαίο
1.4.20	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-40° έως +70°C
1.4.21	Αντοχή σε ανέμους	≥ 100 mph
Indoor Antenna Sectorial (προαιρετικά)		
1.4.22	Τύπος κεραίας	Sectorial
1.4.23	Γωνία κάλυψης	110°
1.4.24	Κέρδος	10 dBi
1.4.25	RF Band	2.4 GHz
1.4.26	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-10° έως +70°C

3.5.5. Στεγανότητα συσκευών/κουτί εξωτερικού χώρου (πρόσθετο/προαιρετικό)

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Κουτί εξωτερικού χώρου (για την προστασία συσκευών όπως AP όταν κρίνεται αναγκαίο)		
1.5.1	Υλικό κατασκευής	Αλουμίνιο
1.5.2	RJ-45 Feedthru	Αναγκαίο
1.5.3	Αναμονή σύνδεσης εξωτερικής κεραίας	Αναγκαίο
1.5.4	Οπές για τη χρήση υποστηρίγματος	Αναγκαίο
1.5.5	Όλα τα εξαρτήματα (στηρίγματα , βίδες...κτλ) , τύπου γαλβανιζέ	Αναγκαίο
1.5.6	Υψηλή στεγανότητα	Προτεινόμενο
1.5.7	Διαστάσεις (κατ' ελάχιστο)	20cm x 20cm

3.5.6. Ιστός ανάρτησης κεραιών

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Ιστός κεραιών σε περιπτώσεις εγκατάστασης σταθερών σημείων πρόσβασης		
1.6.1	Υλικό κατασκευής – Αλουμίνιο Γαλβανιζέ	Αναγκαίο
16.2	Ύψος/Πάχος	Αναφέρεται σε κάθε περίπτωση, Αναγκαίο
1.6.3	Εξαρτήματα στήριξης (στηρίγματα, βίδες... κτλ.), γαλβανιζέ	Αναφέρονται σε κάθε περίπτωση, Αναγκαίο
1.6.4	Αντοχή σε ανέμους	Τουλάχιστον 120km/h
1.6.5	Ομοαξονικά καλώδια διασύνδεσης με την κεραία	Αναγκαία
1.6.6	Συνδετήρες καλωδίων ανάλογα με την προσφορά των ΑΣΠ	Θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στην προσφορά συναρτήσει της επιλεγείσας περίπτωσης/ΑΣΠ
1.6.7	Μέγιστες Απώλειες ομοαξονικών καλωδίων	0.24dB/m & 2.4GHz, 0.33dB/m & 5GHz

3.5.7. Τεχνικές Προδιαγραφές Δρομολογητή Κόμβων

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Δρομολογητής Κόμβων		
1.7.1	Κατάλληλο πλαίσιο για προσαρμογή σε standard 19" EIA rack (να προσφερθούν και τα αντίστοιχα παρελκόμενα για την τοποθέτηση)	Αναγκαίο (Να αναφερθεί το ύψος σε RU)
1.7.2	Θύρες τεχνολογίας FastEthernet 10Base-T (IEEE	≥ 2

	802.3) / 100Base-TX (IEEE 802.3u) με Layer 3 χαρακτηριστικά	
1.7.3	Υποστήριξη 1000Base-T (IEEE 802.3ab) στις FastEthernet θύρες	Προτεινόμενο
1.7.4	Θύρα τοπικής διαχείρισης με χρήση τερματικού (console)	Αναγκαίο (Να προσφερθεί και το αντίστοιχο καλώδιο)
1.7.5	Θύρες SFPmini-GBIC	Προτεινόμενο ≥1
1.6.6	Υποστήριξη IEEE 802.1Q (VLAN tagging)	Αναγκαίο
1.6.7	Υποστηριζόμενο πλήθος διαφορετικών 802.1Q VLANs	≥ 250
1.7.8	Πλήθος υποστηριζόμενων MAC addresses	≥ 2.000
1.7.9	Απόδοση μεταγωγής IP πακέτων (switching performance, για 64 byte packets)	≥ 163.000 pps (≥ 80 Mbps)
1.7.10	Πλήθος υποστηριζόμενων routes IPv4	≥ 50.000
1.7.11	Υποστήριξη authentication, authorization και accounting μέσω RADIUS για προστασία απομακρυσμένης ή τοπικής πρόσβασης (συμμόρφωση με τα RFC 2138, 2139)	Αναγκαίο
1.7.12	Υποστήριξη φίλτρων περιορισμού της IP κίνησης με βάση την διεύθυνση και το TCP/UDP/ICMP port προορισμού και προέλευσης (access control lists)	Αναγκαίο
1.7.13	Υποστήριξη TACAS+ authentication	Προτεινόμενο
1.7.14	Υποστήριξη πρωτοκόλλου IP (συμμόρφωση με τα RFC 791, 815, 919, 922, 1191)	Αναγκαίο
1.7.15	Υποστήριξη ARP (συμμόρφωση με τα RFC 826, 1027, 1293, 2390, 925) και RARP (συμμόρφωση με το RFC 903)	Αναγκαίο
1.7.16	Υποστήριξη VLSM (συμμόρφωση με το RFC 950) και CIDR (συμμόρφωση με το RFC 1519)	Προτεινόμενο
1.7.17	Υποστήριξη ICMP (συμμόρφωση με τα RFC 792, 1256)	Αναγκαίο
1.7.18	Υποστήριξη IP over IP Tunnels (συμμόρφωση με το RFC 2003)	Προτεινόμενο
1.7.19	Υποστήριξη DHCP server και DHCP relay agent (συμμόρφωση με το RFC 2131)	Αναγκαίο
1.7.20	Υποστήριξη Quality of Service - QoS (συμμόρφωση με τα RFC 2474, 2475, 2597, 2598, 2697, 2698)	Αναγκαίο
1.7.21	Υποστήριξη μηχανισμών για Traffic Classification σε Layer 4 - Layer 7	Αναγκαίο
1.7.22	Υποστήριξη OSPF (συμμόρφωση με το RFC 4750)	Προτεινόμενο
1.7.23	Υποστήριξη IEEE 802.3ad (LACP)	Προτεινόμενο
1.7.24	Υποστήριξη Network Address Translator (συμμόρφωση με τα RFC 1631, 3022)	Αναγκαίο
1.7.25	Υποστήριξη Static NAT, Dynamic NAT, Port Address Translation (PAT - NAT), Bi-directional	Αναγκαίο

	NAT (σύμφωνα με το RFC 2663)	
1.7.26	Υλοποίηση Application Level Gateway – ALG για τα πρωτόκολλα: ICMP, DNS, FTP, H.323, SIP	Προτεινόμενο
1.7.27	Υποστήριξη στατικής δρομολόγησης IP (static routes)	Αναγκαίο
1.7.28	Υποστήριξη δυνατότητας καθορισμού ανεξάρτητης πολιτικής δρομολόγησης (policy routing) με βάση Source IP και Layer 4 κριτήρια (protocol και port)	Αναγκαίο
1.7.29	Υποστήριξη πρωτοκόλλου IGMP για IP Multicast (συμμόρφωση με το RFC 2236)	Αναγκαίο
1.7.30	Υποστήριξη IP Multicast με χρήση Protocol Independent Multicast (PIM) Sparse και Dense Mode (συμμόρφωση με τα RFC 2362, 3973)	Προτεινόμενο
1.7.31	Υποστήριξη DVMRP (συμμόρφωση με το RFC 1075)	Προτεινόμενο
1.7.32	Υποστήριξη λειτουργίας ως Voice Gatekeeper σύμφωνα με το ITU-T H.323: <ul style="list-style-type: none"> • Address translation σε endpoint IP address για H.323 IDs και E.164 numbers • ITU-T H.225 RAS για admission control • ITU-T H.225 RAS για bandwidth control • Zone management 	Προτεινόμενο
1.7.33	Υποστήριξη επιπλέον λειτουργιών Gatekeeper σύμφωνα με το ITU-T H.323: <ul style="list-style-type: none"> • Call management • Bandwidth management 	Προτεινόμενο
1.7.34	Υποστήριξη SIP Proxy / Location / Registrar server (συμμόρφωση με τα RFC 3261, 3326)	Αναγκαίο
1.7.35	Υποστήριξη Info και Update method (συμμόρφωση με τα RFC 2976, 3311)	Προτεινόμενο
1.7.36	Υποστήριξη μηχανισμών για ολοκλήρωση και συνεργασία μεταξύ H.323 Gatekeeper και SIP Server	Προτεινόμενο
1.7.37	Υποστήριξη πρωτοκόλλου SDP (συμμόρφωση με τα RFC 2327)	Αναγκαίο
1.7.38	Δυνατότητα υποστήριξης θυρών FXO με μελλοντική προσθήκη αντίστοιχων modules	Δυνατότητα υποστήριξης θυρών FXO με μελλοντική προσθήκη αντίστοιχων modules
1.7.39	Δυνατότητα υποστήριξης θυρών FXS με μελλοντική προσθήκη αντίστοιχων modules	Δυνατότητα υποστήριξης θυρών FXS με μελλοντική προσθήκη αντίστοιχων modules
1.7.40	Δυνατότητα απομακρυσμένης διαχείρισης/ρύθμισης μέσω Telnet	Αναγκαίο
1.7.41	Δυνατότητα απομακρυσμένης διαχείρισης/ρύθμισης μέσω SSHv2 (μετά από πιθανή αναβάθμιση μόνο του λογισμικού)	Αναγκαίο

1.7.42	Δυνατότητα web GUI Traffic Monitoring.	Προτεινόμενο
1.7.43	Υποστήριξη SNMP v1/v2/v3 (συμμόρφωση με τα RFC 1904, 1905, 1906, 3411)	Αναγκαίο
1.7.44	Υποστήριξη MIB για SNMPv2 (συμμόρφωση με το RFC 1907)	Αναγκαίο
1.7.45	Υλοποίηση MIB-II (συμμόρφωση με τα RFC 1213, 2011, 2012, 2013)	Προτεινόμενο
1.7.46	Υλοποίηση Entity MIB version 2 (συμμόρφωση με το RFC 2737)	Αναγκαίο
1.7.47	Υλοποίηση Interfaces MIB-II (συμμόρφωση με το RFC 2233)	Αναγκαίο
1.7.48	Υποστήριξη στην Interfaces MIB-II και των 802.1Q VLAN Sub-interfaces	Αναγκαίο
1.7.49	Υποστήριξη NTP Server και Client (συμμόρφωση με RFC 1305)	Αναγκαίο
1.7.50	Αποθήκευση και εξαγωγή / εισαγωγή απομακρυσμένα του αρχείου ρυθμίσεων και του λειτουργικού συστήματος μέσω FTP και TFTP	Αναγκαίο
1.7.51	LEDs ενδείξεων για οπτική (visual) παρακολούθηση του δρομολογητή	Αναγκαίο (Να αναφερθούν)
1.7.52	Μνήμη RAM	(Να αναφερθεί η προσφερόμενη και η μέγιστη υποστηριζόμενη)
1.7.53	Μνήμη αποθήκευσης λειτουργικού συστήματος και αρχείων ρυθμίσεων (configuration) flash	(Να αναφερθεί η προσφερόμενη και η μέγιστη υποστηριζόμενη)
1.7.54	Λειτουργία με ηλεκτρική τροφοδοσία: <ul style="list-style-type: none"> τάση 200-240 VAC συχνότητα 50-60 Hz 	Αναγκαίο (Να αναφερθεί η κατανάλωση ρεύματος)
1.7.55	Συμβατότητα με προδιαγραφές: <ul style="list-style-type: none"> Περιβάλλοντος και εκπομπών ακτινοβολίας Ασφάλειας και προστασίας 	(Να αναφερθούν)

3.5.8. Ethernet Μεταγωγής Κόμβων

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Ethernet Μεταγωγείς Κόμβων		
1.8.1	Κατάλληλο πλαίσιο για προσαρμογή σε ικρίωμα 19" (να προσφερθούν και τα αντίστοιχα παρελκόμενα για τοποθέτηση σε standard 19" EIA rack)	Προτεινόμενο (Να αναφερθεί το ύψος σε RU)
1.8.2	Θύρες τεχνολογίας 100Base-TX (IEEE 802.3u)/ 1000Base-T (IEEE 802.3ab)	≥ 12
1.8.3	Υποστήριξη IEEE 802.3z Gigabit Fiber	Αναγκαίο

1.8.4	Υποστήριξη λειτουργίας speed auto sensing σε όλες τις Ethernet θύρες	Αναγκαίο
1.8.5	Υποστήριξη IEEE 802.3x full duplex σε όλες τις θύρες	Αναγκαίο
1.8.6	Υποστήριξη auto MDI/MDIX σε όλες τις θύρες χαλκού	Προτεινόμενο
1.8.7	Υποστήριξη IEEE 802.3af (PoE) για τουλάχιστον 4 θύρες χαλκού από τον ίδιο το μεταγωγέα ή με χρήση εξωτερικών συσκευών	Αναγκαίο
1.8.8	Υποστήριξη IEEE 802.1Q (VLAN tagging)	Αναγκαίο
1.8.9	Υποστηριζόμενο πλήθος διαφορετικών 802.1Q VLANs	≥ 250
1.8.10	Υποστήριξη IEEE 802.1d (STP)	Αναγκαίο
1.8.11	Υποστήριξη IEEE 802.1s (Multiple STP)	Αναγκαίο
1.8.12	Υποστήριξη IEEE 802.1w (Rapid STP)	Αναγκαίο
1.8.13	Υποστήριξη IEEE 802.1q with GVRP/GARP	Αναγκαίο
1.8.14	Υποστήριξη Port Mirroring	Προτεινόμενο
1.8.15	Υποστήριξη IEEE 802.3ad (LACP)	Προτεινόμενο
1.8.16	Χωρητικότητα μεταγωγής (switch Fabric) εσωτερικού διαύλου	≥ 8 Gbps
1.8.17	Ρυθμός προώθησης (forwarding rate)	≥ 1 Mpps
1.8.18	Πλήθος υποστηριζόμενων MAC addresses	≥ 4000
1.8.19	Υποστήριξη Management Access Control List για προστασία απομακρυσμένης ή τοπικής πρόσβασης	Αναγκαίο
1.8.20	Υποστήριξη περιορισμού των πακέτων με βάση την MAC address (MAC filtering)	Αναγκαίο
1.8.21	Υποστήριξη TLS Protocol v1 (RFC 2246)	Προτεινόμενο
1.8.22	Δυνατότητα απομακρυσμένης διαχείρισης/ρύθμισης μέσω Telnet	Προτεινόμενο
1.8.23	Υποστήριξη SNMP v1/v2/v3 και υλοποίηση SNMP MID II	Αναγκαίο
1.8.24	Υποστήριξη Remote Monitoring (RMON) agent για ανάλυση και παρακολούθηση δεδομένων για τα group history, statistics, alarm και event (σύμφωνα με το RFC 1757)	Αναγκαίο
1.8.25	Δυνατότητα απομακρυσμένης διαχείρισης μέσω web-based εφαρμογής.	Προτεινόμενο
1.8.26	LEDs ενδείξεων για οπτική (visual) παρακολούθηση του μεταγωγέα. Πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον: <ul style="list-style-type: none"> ▪ System LEDs: status, power, bandwidth use ▪ Per-port LEDs: status, activity, duplex mode, speed 	Αναγκαίο
1.8.27	Μνήμη RAM (Packet Buffer)	≥ 128K
1.8.28	Να συνοδεύεται από καλώδια UTP RJ-45, τουλάχιστον Cat 5e, μήκους τουλάχιστον 2 m	≥ 12

1.8.29	Λειτουργία με ηλεκτρική τροφοδοσία: <ul style="list-style-type: none"> ■ τάση 200-240 VAC ■ συχνότητα 50-60 Hz 	Αναγκαίο (Να αναφερθεί η κατανάλωση ρεύματος)
1.8.30	Διαστάσεις και βάρος	(Να αναφερθούν)

3.5.9. Ethernet Μεταγωγείς Τερματικών Σημείων

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Ethernet Μεταγωγείς Τερματικών Σημείων		
1.9.1	Κατάλληλο πλαίσιο για προσαρμογή σε ικρίωμα 19" (να προσφερθούν και τα αντίστοιχα παρελκόμενα για τοποθέτηση σε standard 19" EIA rack)	Προτεινόμενο
1.9.2	Θύρες τεχνολογίας 100Base-TX (IEEE 802.3u)/ 1000Base-T (IEEE 802.3ab)	≥ 5
1.9.3	Υποστήριξη λειτουργίας speed auto sensing σε όλες τις θύρες	Αναγκαίο
1.9.4	Υποστήριξη IEEE 802.3x full duplex σε όλες τις θύρες	Αναγκαίο
1.9.5	Υποστήριξη auto MDI/MDIX σε όλες τις θύρες χαλκού	Αναγκαίο
1.9.6	Χωρητικότητα μεταγωγής (switching capacity) εσωτερικού διαύλου	≥ 1,5 Gbps
1.9.7	Ρυθμός προώθησης (forwarding rate)	≥ 130 Kpps
1.9.8	LEDs ενδείξεων για οπτική (visual) παρακολούθηση του μεταγωγέα. Πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον: <ul style="list-style-type: none"> ■ System LEDs: status, power, bandwidth use ■ Per-port LEDs: status, activity, duplex mode, speed 	Αναγκαίο
1.9.9	Αρχιτεκτονική διαμεταγωγής (Store and forward)	Αναγκαίο
1.9.10	Packet Buffer	(Να αναφερθεί η προσφερόμενη)
1.9.11	Να συνοδεύεται από καλώδια UTP RJ-45, τουλάχιστον Cat 5e, μήκους τουλάχιστον 2 m	≥ 5
1.9.12	Λειτουργία με ηλεκτρική τροφοδοσία: <ul style="list-style-type: none"> ■ τάση 200-240 VAC ■ συχνότητα 50-60 Hz 	Αναγκαίο (Να αναφερθεί η κατανάλωση ρεύματος)
1.9.13	Διαστάσεις και βάρος	(Να αναφερθούν)

3.5.10. UPS (Uninterruptible Power Supply) Προστασίας ρεύματος

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
UPS Προστασία ρεύματος για τους τερματικούς κόμβους		
1.10.1	Ισχύς	≥750 είτε ≥ 1000 VA (αναλόγως την περίπτωση)
1.10.2	Διαστάσεις και βάρος συνολικού συστήματος	(Να αναφερθούν)
1.10.3	Ονομαστική εισερχόμενη τάση λειτουργίας (input voltage)	230 VAC
1.10.4	Εύρος εισερχόμενης τάσης λειτουργίας (input voltage range)	180 - 260 VAC
1.10.5	Συχνότητα λειτουργίας	50/60 Hz, Auto-sensing
1.10.6	Τύπος	Line Interactive
1.10.7	Αυτονομία των μπαταριών με πλήρες φορτίο	≥ 15 min είτε ≥ 20 min (αναλόγως την περίπτωση)
1.10.8	Μέση διάρκεια ζωής των μπαταριών από τον κατασκευαστή	(Να αναφερθεί)
1.10.9	Αρχιτεκτονική διαμεταγωγής (Store and forward)	Αναγκαίο
1.10.10	Packet Buffer	(Να αναφερθεί η προσφερόμενη)
1.10.11	Εύρος τάσης εξόδου (output voltage range)	± 5%
1.10.12	Προστασία από υπερφόρτωση και βραχυκύκλωμα	Αναγκαίο
1.10.13	Παροχή προστασίας από διακυμάνσεις της τάσης, υπερτάσεις, κεραυνοπτώσεις	Αναγκαίο
1.10.14	Ύπαρξη ενδείξεων (LEDs) για την κατάσταση του συστήματος με τα εξής χαρακτηριστικά	Λειτουργίας από τη μπαταρία, χαμηλής μπαταρίας, σφάλματος, υπερφόρτωσης
1.10.15	Λογισμικό διαχείρισης/παρακολούθησης του UPS	Αναγκαίο
1.10.16	Δυνατότητα διαχείρισης/παρακολούθησης του UPS μέσω θύρας Ethernet	Αναγκαίο
1.10.17	Εισαγωγή πρόσθετης μπαταρίας	Επιθυμητό
1.10.18	Πάνελ διαχείρισης UPS	Αναγκαίο
1.10.19	Να φέρει τα διακριτικά/πιστοποιητικά	CE, EN5009/TUV, IEC 60950, EN50091-2 / IEC 62040

3.5.11. Servers / Εξυπηρετητές

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Servers / Εξυπηρετητές		
1.11.1	Χρονολογία κατασκευής συστήματος	Το σύστημα πρέπει να είναι συναρμολογημένο τουλάχιστον το τελευταίο δμηνο

1.11.2	Οθόνη TFT $\geq 17''$, TCO2000, EPA Energy Star, Plug and Play, Χρόνος απόκρισης λιγότερος από 10ms, OSD ρυθμίσεις, φωτεινότητα ≥ 700 cd/m ²	Αναγκαίο
1.11.3	Συχνότητα λειτουργίας του επεξεργαστή	Ο επεξεργαστής πρέπει να είναι x86 compatible και να φέρει διακριτικά τελευταίου εξαμήνου
1.11.4	Ψήκτρα Επεξεργαστή που να τον διατηρεί λιγότερο από 50 C, έναστο	Αναγκαίο
1.11.5	Μνήμη ≥ 1 GB και τουλάχιστον δίαυλο DDR ≥ 666 MHz	Αναγκαίο
1.11.6	Θέσεις για μνήμες ≥ 3	Αναγκαίο
1.11.7	Ενσωματωμένος ελεγκτής δίσκων Ultra ATA και SATA-II	Αναγκαίο
1.11.8	Υποδοχή κάρτας γραφικών PCI-E ή ταχύτερης επίδοσης	Αναγκαίο
1.11.9	Μητρική Πλακέτα (PCI-E, DDR ≥ 666 MHz, PCI ≥ 4 , SATA-II, 4 τουλάχιστον USB 2, κάρτα ήχου και διακριτικά τελευταίου εξαμήνου)	Αναγκαίο
1.11.10	Μονάδα σκληρών δίσκων (αθροιστικά ≥ 160 GB, SATA-II, ≥ 7200 rpm, ≥ 8 MB buffer)	Αναγκαίο
1.11.11	DVD Drive διακριτικά τελευταίου εξαμήνου	Αναγκαίο
1.11.12	Κάρτα γραφικών με ενσωματωμένη RAMDAC ≥ 128 MB, tv-out και PCI-EXPRESS)	Αναγκαίο
1.11.13	Κάρτα δικτύου Ethernet 100/1000Mbps, με Wake on LAN	Αναγκαίο
1.11.14	Μικρόφωνο	Αναγκαίο
1.11.15	Τροφοδοτικό με ενσωματωμένη προστασία από υπερτάσεις και να ξεπερνά τα 350W	Αναγκαίο
1.11.16	Mouse και Πληκτρολόγιο USB/PS-2	Αναγκαίο
1.11.17	Συνοδευτικά καλώδια για την πλήρη ενεργοποίηση του	Αναγκαίο
1.11.18	Συνοδευτικά εγχειρίδια	Αναγκαίο
1.11.19	Λειτουργικό Λογισμικό με πλήρη άδεια χρήσης Windows Vista ή αντίστοιχη έκδοση για Server	Αναγκαίο
1.11.20	Προστασία από ιούς και Firewall	Αναγκαίο
1.11.21	Πολύμπριζο με σήμα CE	Αναγκαίο

3.5.12. Κατηγορία Mesh συσκευών 1

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Wireless Mesh Node Category I		
1.12.1	Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικής κεραίας	Αναγκαίο
1.12.2	RF Band	2,4-2,5 GHz

1.12.3	Υποστήριξη πρωτοκόλλων IEEE 802,11b , 802,11g , 802,1x , 802,1Q VLAN support και IEEE 802,3 με πιστοποίηση WiFi και δυνατότητα Mixed mode 802,11b+802,11g , (μερικές συσκευές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις θα χρειαστεί να υποστηρίζουν και IEEE 802,11a)			Αναγκαίο
1.12.4	Ευαισθησία εισόδου b	Τουλάχιστον	802.11b 1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm	802.11g 1 Mbps: -95 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 6 Mbps: -90 dBm 9 Mbps: -84 dBm 11 Mbps: -88 dBm 12 Mbps: -82 dBm 18 Mbps: -80 dBm 24 Mbps: -77 dBm 36 Mbps: -73 dBm 48 Mbps: -72 dBm 54 Mbps: -72 dBm
1.12.5	Ισχύς εξόδου	Τουλάχιστον	802.11b: • 100 mW (20 dBm) • 50 mW (17 dBm) • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)	802.11g: • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)
1.12.6	Ευαισθησία εισόδου a	Τουλάχιστον	802.11a: • 6 Mbps: -85 dBm • 9 Mbps: -84 dBm • 12 Mbps: -82 dBm • 18 Mbps: -80 dBm • 24 Mbps: -77 dBm • 36 Mbps: -73 dBm • 48 Mbps: -69 dBm • 54 Mbps: -68 dBm	
1.12.7	Status LED's			Radio , Status , Ethernet
1.12.8	RJ-45 Interface			Αναγκαίο

1.12.9	Wireless Modulation	802.11b Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS): <ul style="list-style-type: none"> • Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) at 1 Mbps • Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) at 2 Mbps • Complementary Code Keying (CCK) at 5.5 and 11 Mbps 	
		802.11g Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing (OFDM): <ul style="list-style-type: none"> • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps 	
1.12.10	Κανάλια λειτουργίας	13	
1.12.11	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-30° έως +55°C	
1.12.12	Υγρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	5% έως 95%	
1.12.13	Αποδεκτό MTBF	≥ 130hrs	
1.12.14	SNMP (Simple Network Management Protocol)	Αναγκαίο	
1.12.15	POE (Τροφοδοσία μέσω Ethernet)	Αναγκαίο	
1.12.16	Δυνατότητα ρύθμισης ισχύς εξόδου	Αναγκαίο	
1.12.17	Κρυπτογράφηση (WPA , TKIP , WPA2 , AES)	Αναγκαίο	
1.12.18	RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)	Προτεινόμενο	
1.12.19	MAC address Filtering	Αναγκαίο	
1.12.20	Hide SSID	Αναγκαίο	
1.12.21	IP address Filtering	Αναγκαίο	
1.12.22	TCP Ports Filtering	Αναγκαίο	
1.12.23	Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of service)	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802,11e • WMM™ • Diffserve field in IP layer 	Προτεινόμενο
1.12.24	Handover	<ul style="list-style-type: none"> • 802,11r • Fast BSS transition 	Προτεινόμενο
1.12.25	Δυνατότητα λειτουργίας σε Mesh Mode (802,11s ή Layer 3 Mesh)	Αναγκαίο	
1.12.26	Αυτόματη δυνατότητα επιλογής καναλιού με τη λιγότερη κίνηση	Προτεινόμενο	
1.12.27	Υποστήριξη VLAN's	Αναγκαίο	
1.12.28	Load Balancing	Προτεινόμενο	
1.12.29	Ταχύτητα επεξεργαστή	≥ 200 MHz	
1.12.30	Διαμόρφωση , πρόσβαση και ρύθμιση της συσκευής με όλους ή τουλάχιστον 3 από τους αναφερόμενους τρόπους/πρωτόκολλα	Telnet, HTTP, FTP, Trivial FTP (TFTP), SNMP, SSH , console port	
1.12.31	Μέγεθος μνήμης	≥ 8Mbytes	

1.12.32	Safety standards (τουλάχιστον 3)	UL 60950 Third Ed. CSA C22.2 No. 60950-00 IEC 60950 Sec Ed, amendments 1-4 EN 60950; 1992, amendments 1-4 CSA 94/UL50—NEMA Rated
1.12.33	Ενσωματωμένη Μπαταρία	Αναγκαίο
1.12.34	Προστασία από υγρασία και μονωμένο κουτί	Αναγκαίο
1.12.35	Δυνατότητα στήριξης σε δημοτικό φωτισμό/φανάρια/τοίχους	Αναγκαίο
1.12.36	Δυνατότητα διασύνδεσης DOCSIS	Επιθυμητό
1.12.37	Wireless Radio Interfaces	Τουλάχιστον 1 Backbone 5GHz Access 2.4GHz
1.12.38	Ενσωματωμένες κεραίες	Αριθμός >1 Κέρδος>8dBi Backbone 5GHz Access 2.4GHz
1.12.39	Τύπος ενσωματωμένης κεραίας	Omni
1.12.40	Σειριακή Πόρτα RS-232C	Προτεινόμενο

3.5.13. Κατηγορία Mesh συσκευών 2

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Wireless Mesh Node Category II		
1.13.1	Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικής κεραίας	Αναγκαίο
1.13.2	RF Band	Interfaces: 2,4-2,5 GHz Interfaces: 5Ghz
1.13.3	Υποστήριξη πρωτοκόλλων IEEE 802,11b , 802,11g , 802,1x , 802,1Q VLAN support και IEEE 802,3 με πιστοποίηση WiFi και δυνατότητα Mixed mode 802,11b+802,11g , (μερικές συσκευές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις θα χρειαστεί να υποστηρίζουν και IEEE 802,11a)	Αναγκαίο

1.13.4	Ευαισθησία εισόδου	Τουλάχιστον	802.11b 1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm	802.11g 1 Mbps: -95 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 6 Mbps: -90 dBm 9 Mbps: -84 dBm 11 Mbps: -88 dBm 12 Mbps: -82 dBm 18 Mbps: -80 dBm 24 Mbps: -77 dBm 36 Mbps: -73 dBm 48 Mbps: -72 dBm 54 Mbps: -72 dBm
1.13.5	Ισχύς εξόδου	Τουλάχιστον	802.11b: <ul style="list-style-type: none"> • 100 mW (20 dBm) • 50 mW (17 dBm) • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm) 	802.11g: <ul style="list-style-type: none"> • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)
1.13.6	Ευαισθησία εισόδου a	Τουλάχιστον	802.11a: <ul style="list-style-type: none"> • 6 Mbps: -85 dBm • 9 Mbps: -84 dBm • 12 Mbps: -82 dBm • 18 Mbps: -80 dBm • 24 Mbps: -77 dBm • 36 Mbps: -73 dBm • 48 Mbps: -69 dBm • 54 Mbps: -68 dBm 	
1.13.7	Status LED's			Radio , Status , Ethernet
1.13.8	RJ-45 Interface			Αναγκαίο
1.13.9	Wireless Modulation	802.11b Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS): <ul style="list-style-type: none"> • Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) at 1 Mbps • Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) at 2 Mbps • Complementary Code Keying (CCK) at 5.5 and 11 Mbps 		

		802.11g Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing (OFDM): <ul style="list-style-type: none"> • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps
1.13.10	Κανάλια λειτουργίας	13
1.13.11	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-30° έως +55°C
1.13.12	Υγρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	5% έως 95%
1.13.13	Αποδεκτό MTBF	≥ 130hrs
1.13.14	SNMP (Simple Network Management Protocol)	Αναγκαίο
1.13.15	POE (Τροφοδοσία μέσω Ethernet)	Αναγκαίο
1.13.16	Δυνατότητα ρύθμισης ισχύς εξόδου	Αναγκαίο
1.13.17	Κρυπτογράφηση (WPA , TKIP , WPA2 , AES)	Αναγκαίο
1.13.18	RADIUS(Remote Authentication Dial In User Service)	Προτεινόμενο
1.13.19	MAC address Filtering	Αναγκαίο
1.13.20	Hide SSID	Αναγκαίο
1.13.21	IP address Filtering	Αναγκαίο
1.13.22	TCP Ports Filtering	Αναγκαίο
1.13.23	Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of service) <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802,11e • WMM™ • Diffserve field in IP layer 	Αναγκαίο
1.13.24	Handover <ul style="list-style-type: none"> • 802,11r • Fast BSS transition 	Προτεινόμενο
1.13.25	Δυνατότητα λειτουργίας σε Mesh Mode (802,11s ή Layer 3 Mesh)	Αναγκαίο
1.13.26	Αυτόματη δυνατότητα επιλογής καναλιού με τη λιγότερη κίνηση	Προτεινόμενο
1.13.27	Υποστήριξη VLAN's	Αναγκαίο
1.13.28	Load Balancing	Προτεινόμενο
1.13.29	Ταχύτητα επεξεργαστή	≥ 200 MHz
1.13.30	Διαμόρφωση , πρόσβαση και ρύθμιση της συσκευής με όλους ή τουλάχιστον 3 από τους αναφερόμενους τρόπους/πρωτόκολλα	Telnet, HTTP, FTP, Trivial FTP (TFTP), SNMP, SSH , console port
1.13.31	Μέγεθος μνήμης	≥ 8Mbytes
1.13.32	Safety standards (τουλάχιστον 3)	UL 60950 Third Ed. CSA C22.2 No. 60950-00 IEC 60950 Sec Ed, amendments 1-4 EN 60950; 1992, amendments 1-4 CSA 94/UL50—NEMA Rated
1.13.33	Ενσωματωμένη Μπαταρία	Αναγκαίο
1.13.34	Προστασία από υγρασία και μονωμένο	Αναγκαίο

	κουτί	
1.13.35	Δυνατότητα στήριξης σε δημοτικό φωτισμό/φανάρια/τοίχους	Αναγκαίο
1.13.36	Δυνατότητα διασύνδεσης DOCSIS	Αναγκαίο
1.13.37	Δυνατότητα διασύνδεσης με οπτική ίνα	Επιθυμητό
1.13.38	Wireless Radio Interfaces	Τουλάχιστον 2 Backbone 5GHz Access 2.4GHz
1.13.39	Δυνατότητα πολλαπλών ασύρματων ζεύξεων για δημιουργία Mesh Grid	Αναγκαίο
1.13.40	Ενσωματωμένες κεραίες	Αριθμός>2 Κέρδος>8dBi Backbone 5GHz Access 2.4GHz
1.13.41	Κατηγορία Ενσωματωμένων κεραιών	Omni/Sectorial
1.13.41	Σειριακή Πόρτα RS-232C	Προτεινόμενο

3.5.14. Κατηγορία Mesh συσκευών 3

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ			ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Wireless Mesh Node Category II				
1.14.1	Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικής κεραίας			Αναγκαίο
1.14.2	RF Band			Interfaces: 2,4-2,5 GHz Interfaces: 5Ghz
1.14.3	Υποστήριξη πρωτοκόλλων IEEE 802,11b , 802,11g , 802,1x , 802,1Q VLAN support και IEEE 802,3 με πιστοποίηση WiFi και δυνατότητα Mixed mode 802,11b+802,11g , (μερικές συσκευές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις θα χρειαστεί να υποστηρίζουν και IEEE 802,11a)			Αναγκαίο
1.14.4	Ευαισθησία εισόδου	Τουλάχιστον	802.11b 1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm	802.11g 1 Mbps: -95 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 6 Mbps: -90 dBm 9 Mbps: -84 dBm 11 Mbps: -88 dBm 12 Mbps: -82 dBm 18 Mbps: -80 dBm 24 Mbps: -77 dBm 36 Mbps: -73 dBm 48 Mbps: -72 dBm 54 Mbps: -72 dBm

1.14.5	Ισχύς εξόδου	Τουλάχιστον	802.11b: <ul style="list-style-type: none"> • 100 mW (20 dBm) • 50 mW (17 dBm) • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm) 	802.11g: <ul style="list-style-type: none"> • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)
1.14.6	Ευαισθησία εισόδου α	Τουλάχιστον	802.11a: <ul style="list-style-type: none"> • 6 Mbps: -85 dBm • 9 Mbps: -84 dBm • 12 Mbps: -82 dBm • 18 Mbps: -80 dBm • 24 Mbps: -77 dBm • 36 Mbps: -73 dBm • 48 Mbps: -69 dBm • 54 Mbps: -68 dBm 	
1.14.7	Status LED's			Radio , Status , Ethernet
1.14.8	RJ-45 Interface			Αναγκαίο
1.14.9	Wireless Modulation	802.11b Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS): <ul style="list-style-type: none"> • Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) at 1 Mbps • Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) at 2 Mbps • Complementary Code Keying (CCK) at 5.5 and 11 Mbps 		
		802.11g Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing (OFDM): <ul style="list-style-type: none"> • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps 		
1.14.10	Κανάλια λειτουργίας			13
1.14.11	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας			-30° έως +55°C
1.14.12	Υγρασία περιβάλλοντος λειτουργίας			5% έως 95%
1.14.13	Αποδεκτό MTBF			≥ 130hrs
1.14.14	SNMP (Simple Network Management Protocol)			Αναγκαίο
1.14.15	POE (Τροφοδοσία μέσω Ethernet)			Αναγκαίο
1.14.16	Δυνατότητα ρύθμισης ισχύς εξόδου			Αναγκαίο
1.14.17	Κρυπτογράφηση (WPA , TKIP , WPA2 , AES)			Αναγκαίο
1.14.18	RADIUS			Προτεινόμενο

	(Remote Authentication Dial In User Service)	
1.14.19	MAC address Filtering	Αναγκαίο
1.14.20	Hide SSID	Αναγκαίο
1.14.21	IP address Filtering	Αναγκαίο
1.14.22	TCP Ports Filtering	Αναγκαίο
1.14.23	Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of service) <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802,11e • WMM™ • Diffserve field in IP layer 	Αναγκαίο
1.14.24	Handover <ul style="list-style-type: none"> • 802,11r • Fast BSS transition 	Προτεινόμενο
1.14.25	Δυνατότητα λειτουργίας σε Mesh Mode (802,11s ή Layer 3 Mesh)	Αναγκαίο
1.14.26	Αυτόματη δυνατότητα επιλογής καναλιού με τη λιγότερη κίνηση	Προτεινόμενο
1.14.27	Υποστήριξη VLAN's	Αναγκαίο
1.14.28	Load Balancing	Προτεινόμενο
1.14.29	Ταχύτητα επεξεργαστή	≥ 200 MHz
1.14.30	Διαμόρφωση , πρόσβαση και ρύθμιση της συσκευής με όλους ή τουλάχιστον 3 από τους αναφερόμενους τρόπους/πρωτόκολλα	Telnet, HTTP, FTP, Trivial FTP (TFTP), SNMP, SSH , console port
1.14.31	Μέγεθος μνήμης	≥ 8Mbytes
1.14.32	Safety standards (τουλάχιστον 3)	UL 60950 Third Ed. CSA C22.2 No. 60950-00 IEC 60950 Sec Ed, amendments 1-4 EN 60950; 1992, amendments 1-4 CSA 94/UL50—NEMA Rated
1.14.33	Ενσωματωμένη Μπαταρία	Αναγκαίο
1.14.34	Προστασία από υγρασία και μονωμένο κουτί	Αναγκαίο
1.14.35	Δυνατότητα στήριξης σε δημοτικό φωτισμό/φανάρια/τοίχους	Αναγκαίο
1.14.36	Δυνατότητα διασύνδεσης DOCSIS	Αναγκαίο
1.14.37	Δυνατότητα διασύνδεσης με οπτική ίνα	Επιθυμητό
1.14.38	Wireless Radio Interfaces	Τουλάχιστον 4 και συνλειτουργία σε διαφορετικό φάσμα συχνοτήτων (2.4GHz/5GHz)
1.14.39	Δυνατότητα πολλαπλών ασύρματων ζεύξεων για δημιουργία Mesh Grid	Αναγκαίο
1.14.40	Ενσωματωμένες κεραίες	Αριθμός>4, 1 με Κέρδος>8dBi, 2με κέρδος> 12 dBi, 1 με κέρδος>16dBi Backbone 5GHz Access 2.4GHz
1.14.41	Τύπος ενσωματωμένων κεραίων	1 omni, 2 sector, 1 directional
1.14.41	Σειριακή Πόρτα RS-232C	Προτεινόμενο

3.5.15. Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Πολλαπλών Interfaces 1

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ			ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Wireless Mesh Node Category II				
1.15.1	Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικής κεραίας			Αναγκαίο
1.15.2	RF Band			Interfaces: 2,4-2,5 GHz Interfaces: 5Ghz
1.15.3	Υποστήριξη πρωτοκόλλων IEEE 802,11b , 802,11g , 802,1x , 802,1Q VLAN support και IEEE 802,3 με πιστοποίηση WiFi και δυνατότητα Mixed mode 802,11b+802,11g , (μερικές συσκευές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις θα χρειαστεί να υποστηρίζουν και IEEE 802,11a)			Αναγκαίο
1.15.4	Ευαισθησία εισόδου	Τουλάχιστον	802.11b 1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm	802.11g 1 Mbps: -95 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 6 Mbps: -90 dBm 9 Mbps: -84 dBm 11 Mbps: -88 dBm 12 Mbps: -82 dBm 18 Mbps: -80 dBm 24 Mbps: -77 dBm 36 Mbps: -73 dBm 48 Mbps: -72 dBm 54 Mbps: -72 dBm
1.15.5	Ισχύς εξόδου	Τουλάχιστον	802.11b: • 100 mW (20 dBm) • 50 mW (17 dBm) • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)	802.11g: • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)
1.15.6	Ευαισθησία εισόδου a	Τουλάχιστον	802.11a: • 6 Mbps: -85 dBm • 9 Mbps: -84 dBm • 12 Mbps: -82 dBm • 18 Mbps: -80 dBm • 24 Mbps: -77 dBm • 36 Mbps: -73 dBm • 48 Mbps: -69 dBm • 54 Mbps: -68 dBm	

1.15.7	Status LED's	Status , Ethernet
1.15.8	RJ-45 Interface	Τουλάχιστον 1
1.15.9	Wireless Modulation	802.11b Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS): <ul style="list-style-type: none"> • Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) at 1 Mbps • Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) at 2 Mbps • Complementary Code Keying (CCK) at 5.5 and 11 Mbps 802.11g Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing (OFDM): <ul style="list-style-type: none"> • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps
1.15.10	Κανάλια λειτουργίας	13
1.15.11	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-30° έως +55°C
1.15.12	Υγρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	5% έως 95%
1.15.13	Αποδεκτό MTBF	≥ 130hrs
1.15.14	SNMP (Simple Network Management Protocol)	Αναγκαίο
1.15.15	POE (Τροφοδοσία μέσω Ethernet)	Αναγκαίο
1.15.16	Δυνατότητα ρύθμισης ισχύς εξόδου	Αναγκαίο
1.15.17	Κρυπτογράφηση (WPA , TKIP , WPA2 , AES)	Αναγκαίο
1.15.18	RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)	Προτεινόμενο
1.15.19	MAC address Filtering	Αναγκαίο
1.15.20	Hide SSID	Αναγκαίο
1.15.21	IP address Filtering	Αναγκαίο
1.15.22	TCP Ports Filtering	Αναγκαίο
1.15.23	Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of service) <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802,11e • WMM™ • Diffserve field in IP layer 	Προτεινόμενο
1.15.24	Handover <ul style="list-style-type: none"> • 802,11r • Fast BSS transition 	Προτεινόμενο
1.15.25	Δυνατότητα λειτουργίας σε Mesh Mode (802,11s ή Layer 3 Mesh)	Προτεινόμενο
1.15.26	Αυτόματη δυνατότητα επιλογής καναλιού με τη λιγότερη κίνηση	Προτεινόμενο
1.15.27	Υποστήριξη VLAN's	Αναγκαίο
1.15.28	Load Balancing	Προτεινόμενο
1.15.29	Ταχύτητα επεξεργαστή	≥ 175 MHz
1.15.30	Διαμόρφωση , πρόσβαση και ρύθμιση της συσκευής με όλους ή τουλάχιστον 3 από τους	Telnet, HTTP, FTP, Trivial FTP (TFTP), SNMP, SSH ,

	αναφερόμενους τρόπους/πρωτόκολλα	console port
1.15.31	Μέγεθος μνήμης	≥ 32Mbytes
1.15.32	Safety standards (τουλάχιστον 3)	UL 60950 Third Ed. CSA C22.2 No. 60950-00 IEC 60950 Sec Ed, amendments 1-4 EN 60950; 1992, amendments 1-4 CSA 94/UL50—NEMA Rated
1.15.33	Προστασία από υγρασία και μονωμένο κουτί	Αναγκαίο
1.15.34	Δυνατότητα στήριξης σε δημοτικό φωτισμό/φανάρια/τοίχους	Προτεινόμενο
1.15.35	Wireless Radio Interfaces	Τουλάχιστον 2
1.15.36	Διασύνδεση Interface	Mini PCI
1.15.37	Flash Memory με λειτουργικό	>32MB
1.15.38	Χειρισμός Layer 3 Routing	Αναγκαίο
1.15.39	Ενσωματωμένο Λογισμικό για Routing	Αναγκαίο
1.15.40	Σειριακή Πόρτα RS-232C	Αναγκαίο
1.15.41	Βάση στήριξης	Αναγκαίο

3.5.16. Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Πολλαπλών Interfaces 2

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Wireless Mesh Node Category II		
1.16.1	Δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικής κεραίας	Αναγκαίο
1.16.2	RF Band	Interfaces: 2,4-2,5 GHz Interfaces: 5Ghz
1.16.3	Υποστήριξη πρωτοκόλλων IEEE 802,11b , 802,11g , 802,1x , 802,1Q VLAN support και IEEE 802,3 με πιστοποίηση WiFi και δυνατότητα Mixed mode 802,11b+802,11g , (μερικές συσκευές σε συγκεκριμένες περιπτώσεις θα χρειαστεί να υποστηρίζουν και IEEE 802,11a)	Αναγκαίο

1.16.4	Ευαισθησία εισόδου	Τουλάχιστον	802.11b 1 Mbps: -94 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 11 Mbps: -85 dBm	802.11g 1 Mbps: -95 dBm 2 Mbps: -91 dBm 5.5 Mbps: -89 dBm 6 Mbps: -90 dBm 9 Mbps: -84 dBm 11 Mbps: -88 dBm 12 Mbps: -82 dBm 18 Mbps: -80 dBm 24 Mbps: -77 dBm 36 Mbps: -73 dBm 48 Mbps: -72 dBm 54 Mbps: -72 dBm
1.16.5	Ισχύς εξόδου	Τουλάχιστον	802.11b: <ul style="list-style-type: none"> • 100 mW (20 dBm) • 50 mW (17 dBm) • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm) 	802.11g: <ul style="list-style-type: none"> • 30 mW (15 dBm) • 20 mW (13 dBm) • 10 mW (10 dBm) • 5 mW (7 dBm) • 1 mW (0 dBm)
1.16.6	Ευαισθησία εισόδου a	Τουλάχιστον	802.11a: <ul style="list-style-type: none"> • 6 Mbps: -85 dBm • 9 Mbps: -84 dBm • 12 Mbps: -82 dBm • 18 Mbps: -80 dBm • 24 Mbps: -77 dBm • 36 Mbps: -73 dBm • 48 Mbps: -69 dBm • 54 Mbps: -68 dBm 	
1.16.7	Status LED's			Status , Ethernet
1.16.8	RJ-45 Interface			Τουλάχιστον 3
1.16.9	Wireless Modulation	802.11b Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS): <ul style="list-style-type: none"> • Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) at 1 Mbps • Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) at 2 Mbps • Complementary Code Keying (CCK) at 5.5 and 11 Mbps 		

		802.11g Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing (OFDM): <ul style="list-style-type: none"> • BPSK at 6 and 9 Mbps • QPSK at 12 and 18 Mbps • 16-quadrature amplitude modulation (QAM) at 24 and 36 Mbps • 64-QAM at 48 and 54 Mbps 	
1.16.10	Κανάλια λειτουργίας	13	
1.16.11	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-30° έως +55°C	
1.16.12	Υγρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	5% έως 95%	
1.16.13	Αποδεκτό MTBF	≥ 130hrs	
1.16.14	SNMP (Simple Network Management Protocol)	Αναγκαίο	
1.16.15	POE (Τροφοδοσία μέσω Ethernet)	Αναγκαίο	
1.16.16	Δυνατότητα ρύθμισης ισχύς εξόδου	Αναγκαίο	
1.16.17	Κρυπτογράφηση (WPA , TKIP , WPA2 , AES)	Αναγκαίο	
1.16.18	RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)	Προτεινόμενο	
1.16.19	MAC address Filtering	Αναγκαίο	
1.16.20	Hide SSID	Αναγκαίο	
1.16.21	IP address Filtering	Αναγκαίο	
1.16.22	TCP Ports Filtering	Αναγκαίο	
1.16.23	Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of service)	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802,11e • WMM™ • Diffserve field in IP layer 	Προτεινόμενο
1.16.24	Handover	<ul style="list-style-type: none"> • 802,11r • Fast BSS transition 	Προτεινόμενο
1.16.25	Δυνατότητα λειτουργίας σε Mesh Mode (802,11s ή Layer 3 Mesh)	Προτεινόμενο	
1.16.26	Αυτόματη δυνατότητα επιλογής καναλιού με τη λιγότερη κίνηση	Προτεινόμενο	
1.16.27	Υποστήριξη VLAN's	Αναγκαίο	
1.16.28	Load Balancing	Προτεινόμενο	
1.16.29	Ταχύτητα επεξεργαστή	≥ 175 MHz	
1.16.30	Διαμόρφωση , πρόσβαση και ρύθμιση της συσκευής με όλους ή τουλάχιστον 3 από τους αναφερόμενους τρόπους/πρωτόκολλα	Telnet, HTTP, FTP, Trivial FTP (TFTP), SNMP, SSH , console port	
1.16.31	Μέγεθος μνήμης	≥ 32Mbytes	
1.16.32	Safety standards (τουλάχιστον 3)	UL 60950 Third Ed. CSA C22.2 No. 60950-00 IEC 60950 Sec Ed, amendments 1-4 EN 60950; 1992, amendments 1-4 CSA 94/UL50—NEMA Rated	
1.16.33	Προστασία από υγρασία και μονωμένο κουτί	Αναγκαίο	

1.16.34	Δυνατότητα στήριξης σε δημοτικό φωτισμό/φανάρια/τοίχους	Προτεινόμενο
1.16.35	Wireless Radio Interfaces	Τουλάχιστον 4
1.16.36	Διασύνδεση Interface	Mini PCI
1.16.37	Flash Memory με λειτουργικό	>64MB
1.16.38	Χειρισμός Layer 3 Routing	Αναγκαίο
1.16.39	Ενσωματωμένο Λογισμικό για Routing	Αναγκαίο
1.16.40	Σειριακή Πόρτα RS-232C	Αναγκαίο
1.16.41	Βάση στήριξης	Αναγκαίο

3.6. Περιγραφή του λογισμικού διαχείρισης του ασυρμάτου δικτύου

Η ασύρματη ευρυζωνική πλατφόρμα θα πρέπει να φέρει τα εξής χαρακτηριστικά, ώστε να υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και διαχείρισης του ευρυζωνικού δικτύου:

- Απεικόνιση των ΑΣΠ μέσω ψηφιακού χάρτη.
- Απεικόνιση της κατάστασης όλων των κόμβων με τις αντίστοιχες ενδείξεις να ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο.
- Απεικόνιση Traffic Monitoring, σε πραγματικό χρόνο, και παραγωγή ιστορικών διαγραμμάτων.
- Συναγερμός εφόσον υπάρχει βλάβη σε κάποια σταθμό ή άλλο μέσο μετάδοσης της πληροφορίας.
- Απεικόνιση κίνησης χρηστών, ιστορικό σύνδεσης, ποιότητας σήματος και επισκεψιμότητας σε ιστότοπους.
- Το λογισμικό διαχείρισης διαχειρίζεται από κάποιον φορέα, οπότε αφήνεται ανοιχτό το ενδεχόμενο μεταβολής ορισμένων χαρακτηριστικών.

3.7. Καταγραφή και ανάλυση των απαιτούμενων εργασιών

Οι εργασίες που περιλαμβάνονται σε αυτό το κομμάτι χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- εργασίες οι οποίες θα πρέπει να λάβουν χώρα στο «επίπεδο του ραδιοδικτύου», δηλαδή σε θέματα εγκατάστασης των σταθερών σημείων εκπομπής-λήψης, καθώς και στην εγκατάσταση των κεραιών.
- εργασίες οι οποίες θα πρέπει να λάβουν χώρα στο «επίπεδο μεταγωγής», δηλαδή σε θέματα διασύνδεσης των σταθερών σημείων εκπομπής-λήψης με τα ψηφιακά κέντρα του σταθερού τηλεπικοινωνιακού δικτύου καθώς επίσης και με τις τηλεπικοινωνιακές μονάδες του δικτύου των οπτικών ινών και του Προγράμματος ΣΥΖΕΥΞΙΣ.

3.7.1. Αποπεράτωση του έργου χωρίζεται

1. Ανάδειξη του αναδόχου μέσα από διαγωνισμό
2. Παραλαβή του απαιτούμενου εξοπλισμού
3. Εγκατάσταση των κεραιοσυστημάτων και των συσκευών στα προσδιορισμένα σημεία
4. Εγκατάσταση των απαιτούμενων καλωδιώσεων
5. Εγκατάσταση των Servers, Routers και λοιπών συσκευών
6. Τελική εγκατάσταση των υπόλοιπων απαιτούμενων στοιχείων του δικτύου
7. Δοκιμή λειτουργίας και Δοκιμαστική διάρκεια λειτουργίας
8. Εκπαίδευση του προσωπικού του δήμου για την διαχείριση του δικτύου
9. Παραλαβή του Έργου

Χρονοδιάγραμμα Αποπεράτωσης του Έργου

	1^{ος} Μήνας	2^{ος} Μήνας	3^{ος} Μήνας	4^{ος} Μήνας	5^{ος} Μήνας	6^{ος} Μήνας
	Από: * Μέχρι: *	Από: * Μέχρι: *	Από: * Μέχρι: *	Από: * Μέχρι: *	Από: * Μέχρι: *	
Φ.1	1					
Φ.2		2				
Φ.3			3 και 4			
Φ.4				5 και 6		
Φ.5					7 και 8	9

3.7.2. Οι αναγκαίες εργασίες που οφείλει να κάνει ο Ανάδοχος είναι οι εξής:

1. Ο Ανάδοχος πριν την εγκατάσταση του ενεργού και παθητικού εξοπλισμού οφείλει να επισκεφθεί τον δήμο και χαρτογραφικά να ορίσει τα πιθανά σημεία εγκατάστασης των ΑΣΠ, των καλωδίων UTP και των διασυνδέσεων με την οπτική ίνα, συναρτήσει της παρούσης μελέτης.
2. Οφείλει να παραδώσει χαρτογραφικά όλα τα σημεία στον αρμόδιο φορέα διαχείρισης και να παραδώσει κείμενο με τα αποτελέσματα της αυτοψίας
3. Ο Ανάδοχος οφείλει να πραγματοποιήσει μετρήσει, με τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί και να παραδώσει κείμενο των αναλυτικών αποτελεσμάτων της μελέτης του, και να παρουσιάσει τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν.
4. Ο Ανάδοχος οφείλει να καταγράψει σε χάρτη τις πιθανές διασυνδέσεις, τους κόμβους ραχοκοκαλιάς και τους δευτερεύοντες κόμβους. Επίσης να φαίνονται αναλυτικά η ταχύτητα διαμεταγωγής, η χρησιμοποιούμενη συχνότητα αλλά και η ποιότητα της διασύνδεσης σε βάθος 2 ημερών.
5. Ο Ανάδοχος οφείλει να παρουσιάσει, στον φορέα διαχείρισης, τα στοιχεία με τα οποία συμμορφώνεται τόσο με την ΕΕΤΤ αλλά και με την υπάρχουσα νομοθεσία.

6. Ο Ανάδοχος οφείλει να διασυνδέσει το έργο τόσο με το ΣΥΖΕΥΞΙΣ όσο και με την οπτική ίνα. Συνεπώς θα πρέπει να καθορίσει αναλυτικά τα σημεία διασύνδεσης διαφορετικών τεχνολογιών και να τα χαρτογραφήσει. Τα αποτελέσματα οφείλει να τα παρουσιάσει στον αντίστοιχο φορέα διαχείρισης.
7. Ο Ανάδοχος οφείλει να παρουσιάσει πλέον της εγκατάστασης του έργου, την διευθυνσιοδότηση IP των κόμβων καθώς και όλου του εξοπλισμού. Όλα τα σημεία θα πρέπει να καταγραφούν σε λίστα και να παρουσιαστούν ευκρινώς στους υπεύθυνους κρίσης του έργου. Στα πλαίσια αυτά οφείλει ο ανάδοχος να τα χαρτογραφήσει και να δώσει όλες τις διευθύνσεις των εξυπηρετητών.
8. Περαιτέρω ανάγκες αλλά και οι αντίστοιχες εγγυήσεις που θα δώσει ο Ανάδοχος θα περιγραφούν στο Παραδοτέο (Π.5)

3.8. Αποτελέσματα/Συμπεράσματα

Με βάση το παραπάνω κεφάλαιο όπου έγινε πειραματική ανάλυση των πιθανών διασυνδέσεων και προσδιορίστηκαν οι περιοριστικοί παράγοντες. Παρουσιάσαμε αναλυτικά τα πιθανά σημεία εγκατάστασης όσον αφορά τα κρατικά ή δημοτικά κτήρια. Προσδιορίστηκαν επίσης τα πρωτόκολλα διασύνδεσης αλλά και οι τεχνικές προδιαγραφές του ενεργού και παθητικού εξοπλισμού. Για να κλείσει η πλήρης ηλεκτρομαγνητική μελέτη του δήμου θα πρέπει να ακολουθήσουν:

- Πειραματικές μετρήσεις με αντίστοιχα εργαλεία, όπως προσδιορίζονται από την υποενότητα 5.2.
- Ανοιχτό είναι επίσης η εύρεση των συντεταγμένων των δημοτικών κτιρίων όπου καταλήγουν οι οπτικές ίνες.
- Καθώς επίσης και ο προσδιορισμός των σημείων εγκατάστασης. Αυτά τα σημεία θα γίνουν συναρτήσει των φρεατίων των οπτικών ινών αλλά και των απαιτήσεων του Δήμου ώστε να καταλήξουμε στον ακριβή προσδιορισμό των θέσεων των ΑΣΠ.

4. Απαιτούμενος Εξοπλισμός Εκπομπής/Λήψης και απαιτούμενο κεραιοσύστημα εγκατάστασης

4.1. Θεωρία Κεραιών

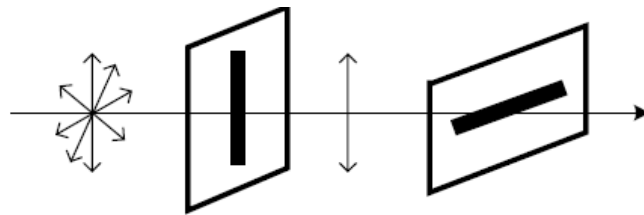
Η Κεραία μετατρέπει ένα ηλεκτρικό σήμα σε ένα RF κύμα και το αντίστροφο. Μια διαφορετική έννοια είναι ότι είναι το μέσον το οποίο χρησιμεύει για την ενίσχυση και την καθοδήγηση της εκπομπής και την ενίσχυση της λήψης. Οι φυσικές διαστάσεις μιας κεραίας έχουν άμεση συσχέτιση με την συχνότητα εκπομπής. Κάποια βασικά στοιχεία στις ελεύθερες ζώνες των ασυρμάτων δικτύων είναι η οπτική επαφή (Line of Sight), η επίδραση των ζωνών Fresnel και το κέρδος της κεραίας

Χαρακτηριστικά Κεραιών

A. Βέλτιστη Περιοχή Συχνοτήτων (Range of Frequencies): Κάθε κεραία έχει μια συγκεκριμένη περιοχή συχνοτήτων που έχει την μέγιστη δυνατή απόδοση. Αν εμείς την χρησιμοποιήσουμε εκτός αυτής της περιοχής το μεγαλύτερο ποσοστό της ισχύος του πομπού θα **ανακλάται** πίσω προς τον πομπό και δεν θα ακτινοβολείται, αντίστοιχα στη λήψη η κεραία δεν θα λειτουργεί βέλτιστα. Συνήθως ορίζεται μια κεντρική συχνότητα και μια απόκλιση γύρω από αυτήν, ή ορίζεται ένα εύρος (Πχ 2400MHz ως 2500MHz ή $2450\text{MHz} \pm 50\text{MHz}$). Σε κάθε περίπτωση το εύρος αυτό διά την κεντρική συχνότητα δεν μπορεί να είναι μεγάλο (πχ 10%), δηλαδή η κεραία είναι μια συσκευή narrowband (υπάρχουν βέβαια και ειδικές κατασκευές που επιτυγχάνουν λειτουργία σε μεγάλη περιοχή συχνοτήτων

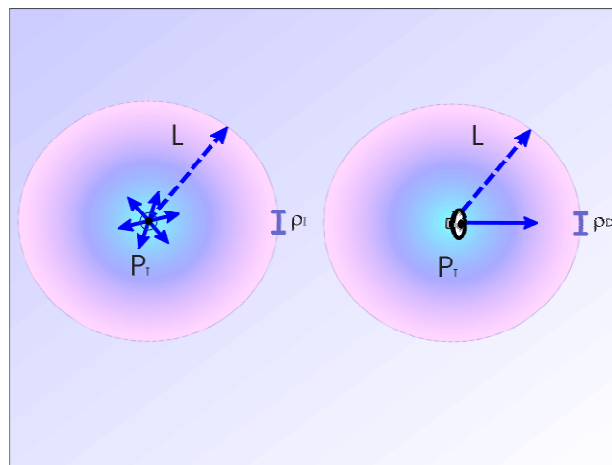
B. Πόλωση (Polarization): Εξαρτάται από την φορά που έχει το διάνυσμα του ηλεκτρικού πεδίου. Πρακτικά εμάς μας ενδιαφέρει απλά τι πόλωση έχει η κεραία που επιλέξαμε. Οι πιθανές πολώσεις είναι οι εξής

- **Κάθετη πόλωση:** Το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου είναι κάθετο
- **Οριζόντια πόλωση:** Το διάνυσμα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου είναι οριζόντιο
- **Κυκλική πόλωση:** Υπάρχει και κάθετο και οριζόντιο διάνυσμα και μάλιστα είναι ίσα
- **Ελλειπτική πόλωση:** Υπάρχει και κάθετο και οριζόντιο διάνυσμα και μάλιστα είναι άνισα



Σχήμα 3.1 Πόλωση Κεραίας

Γ. Κέρδος Κεραίας: Δείχνει την ικανότητα της να κατευθύνει την εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ενέργεια προς μια κατεύθυνση και να λαμβάνει από μια κατεύθυνση σε σχέση με την ισοτροπική κεραία.

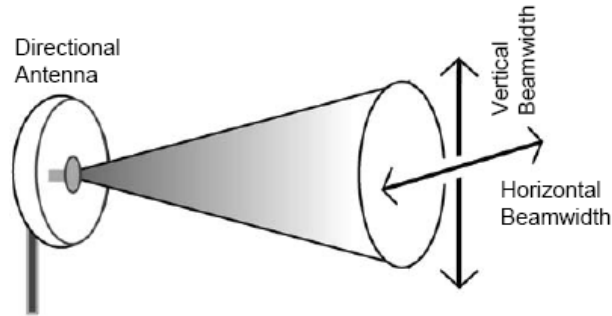


Σχήμα 3.2 Κέρδος Κεραίας συγκριτικά με την ισοτροπική

Εάν έχουμε παραβολοειδής κεραία είναι καλό να θυμόμαστε τον εξής πίνακα για την συσχέτιση του κέρδους με την διάμετρο του πιάτου. Να πούμε ότι το κάτω και πάνω όριο

εξαρτώνται από τον συντελεστή αποτελεσματικότητας. Ο ορισμός αυτού ξεφεύγει από τα όρια της απλής παρουσίας μιας θεωρίας κεραιών.

Δ. Διάγραμμα Ακτινοβολίας: Δείχνει την λειτουργία της κεραίας σε διάφορες κατευθύνσεις. Τα Δ.Α. μπορεί να χρησιμοποιηθούν για πρόβλεψη παρεμβολής μεταξύ ραδιοεξέσεων. Πρέπει επίσης να χρησιμοποιούνται και σαν κριτήριο επιλογής της κεραίας.



Σχήμα 3.3 Διάγραμμα ακτινοβολίας

- **Far Field Region:** Είναι η περιοχή που βρίσκεται αρκούντως μακριά από την κεραία, όπου το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο να μπορεί να προσεγγιστεί σαν επίπεδο κύμα και το διάγραμμα ακτινοβολίας έχει σταθεροποιηθεί.
- **Near Field Region** (περιοχή εγγύς πεδίου) : Η περιοχή κοντά στην κεραία, όπου το διάγραμμα ακτινοβολίας της κεραίας δεν είναι εύκολα προβλέψιμο

Πρέπει λοιπόν σε κάθε περίπτωση που θέλουμε να κάνουμε μια μέτρηση να είμαστε τουλάχιστον σε απόσταση

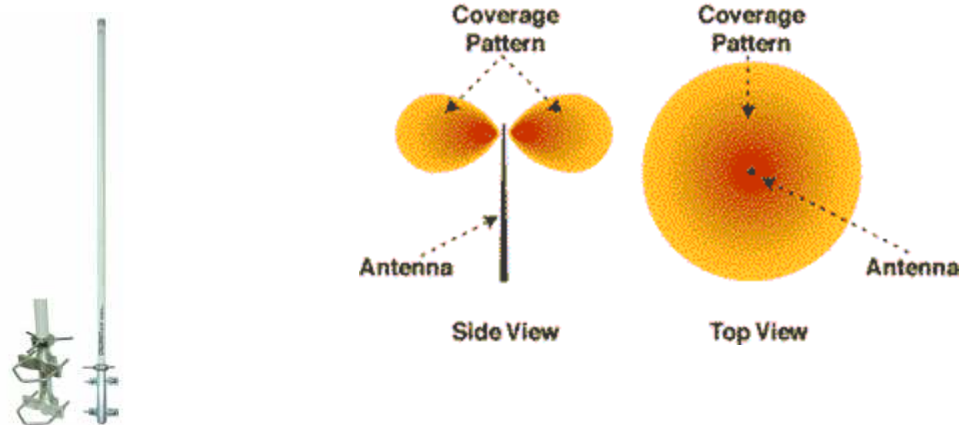
$$r = \frac{2D^2}{\lambda}$$

Ωστε να έχει σχηματιστεί το διάγραμμα ακτινοβολίας της κεραίας.

4.2. Είδη Κεραιών στα ασύρματα δίκτυα

Στην αγορά μπορούμε να βρούμε πληθώρα διαφορετικών κεραιών, που εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς η κάθε μία, ώστε να δίνεται η μεγαλύτερη δυνατή ευελιξία για την εγκατάσταση ασυρμάτων δικτύων.

A. Omnidirectional (Πανκατευθυντικές): Ονομάζονται οι κεραίες που εκπέμπουν σε 360 μοίρες στον οριζόντιο άξονα. Αν έκαναν το ίδιο και στον άλλο άξονα θα μιλάγαμε για ισοτροπική κεραία. Άρα η κατευθυντικότητα και συνεπώς και το κέρδος μιας τέτοιας κεραίας εξαρτάται πόσο κλειστός είναι ο λοβός από πάνω, δηλαδή πόσο λεπτός είναι ο λουκουμάς που σχηματίζει το διάγραμμα ακτινοβολίας. Η χρήση τους δεν συνιστάται σε εξωτερικό περιβάλλον καθώς τις περισσότερες φορές μολύνουν ανούσια το ραδιοφάσμα.



Σχήμα 3.4 Πανκατευθυντική Κεραία



3.5 Σύγκριση Ομπι κεραιών με διαφορετικό κέρδος

Β. Πλέγματος (Grid): Είναι οι κεραίες οι οποίες για ανακλαστήρα έχουν μια μεταλλική σχάρα. Ο λόγος του μη συμπαγούς ανακλαστήρα είναι το κόστος, αλλά και η μειωμένη αντίστασή της σε ισχυρό ανεμοφορτίο.



3.6 Grid Κεραία

Λόγου του μεγάλου κέρδους και του στενού διαγράμματος ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται για κατευθυντικές ζεύξεις μερικών χιλιομέτρων.

Γ. Τομεακή (Sector): Έχουν άνοιγμα διαγράμματος ακτινοβολίας από 60-180 μοίρες. Χρησιμοποιούνται για ραδιοκάλυψη μιας συγκεκριμένης περιοχής. Προτιμώνται από τις Ομπι γιατί δεν παίρνουν θόρυβο από σημεία που είναι άχρηστα, καθώς επίσης και για μεγαλύτερο κέρδος είναι φθηνότερες.



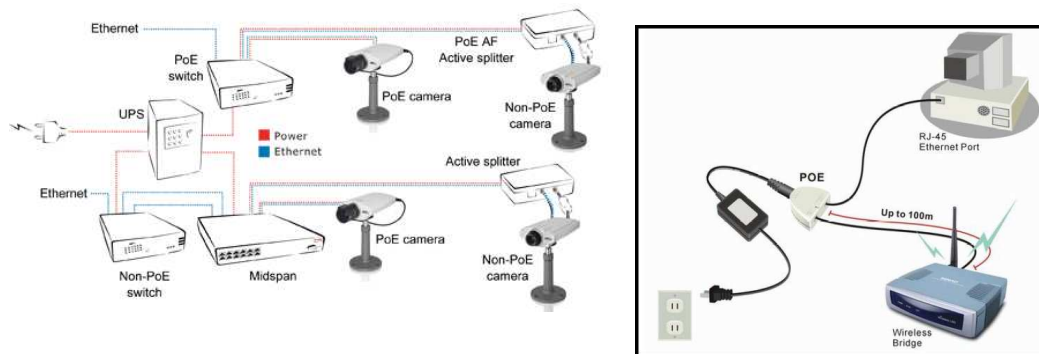
3.7 Sector Κεραία

Με τρεις τομεακές κεραίες με άνοιγμα 120 μοίρες μπορούμε να καλύψουμε πλήρως ένα κυκλικό κελί. Συνήθως τέτοια τεχνολογία χρησιμοποιείται στην κινητή τηλεφωνία.

4.3. Λοιπά Εξαρτήματα για την εγκατάσταση των ΑΣΠ

Για την εγκατάσταση των ΑΣΠ, για την διευκόλυνση μας, όσο και για την προστασία των συσκευών, υπάρχουν ορισμένα πράγματα τα οποία πρέπει ληφθούν υπόψη κατά την διάρκεια της εγκατάστασης.

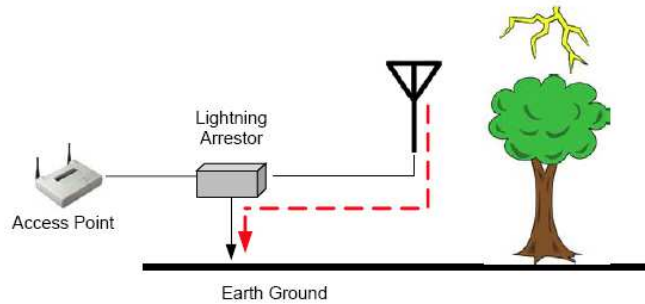
A. Power Over Ethernet: είναι ένας τρόπος να μεταφέρουμε χαμηλή τάση μέσα από το Cat5 καλώδιο του ethernet. Κάνουμε χρήση των τεσσάρων καλωδίων του Cat5 που δεν χρησιμοποιούνται για δεδομένα. Προσέχουμε το καλώδιο να μην είναι μεγάλο σε μήκος γιατί τότε έχουμε αυξημένη αντίσταση και κατανάλωση φορτίου στο καλώδιο. Επίσης προσέχουμε να μην περάσουμε μεγάλα ρεύματα που θα οδηγήσουν σε μεγάλη κατανάλωση αυτής. Έτσι αντί να στείλουμε μεγάλο ρεύμα, στέλνουμε υψηλότερη τάση.



3.8 Παραδείγματα εφαρμογής PoE

B. Αντικεραυνική Προστασία (Lighting Arrestors): χρησιμοποιείται για να μεταφέρει το ρεύμα ενός κεραυνού στην γη και κατά συνέπεια να προστατευθούν οι συσκευές του ασύρματου δικτύου. Τα περισσότερα Lighting Arrestors αντέχουν 5000 Amperes και 50 Volts.

ΠΡΟΣΟΧΗ τα Lighting Arrestors δεν προστατεύουν από απευθείας χτύπημα κεραυνού αλλά από χτύπημα σε γειτονικά αντικείμενα. Με την πάροδο του Ηλεκτρικού πεδίου, δημιουργούν επαγωγικά ρεύματα στις ασύρματες συσκευές.



3.9 Lightning Arrestor

Γ. Ομοαξονικά καλώδια: Το καλώδιο που συνδέει την κάρτα ή το ΑΣΠ με την κεραία λέγεται Pigtail. Είναι ένα εύκαμπτο ομοαξονικό καλώδιο χαμηλών απωλειών με μήκος 20-100cm και τους κατάλληλους συνδετήρες στα άκρα του προκειμένου να προσαρμόζεται αντίστοιχα. Χρησιμοποιούμε Ομοαξονικό καλώδιο με χαρακτηριστική αντίσταση 50 Ohms και χαμηλών απωλειών στην συχνότητα που θέλουμε.

Μας ενδιαφέρουν: **1)** Απώλειες (dB/100m) και **2)** η μέγιστη συχνότητα λειτουργίας. Συνήθως υπολογίζουμε οι απώλειες στο καλώδιο να μην ξεπερνούν τα 3dB, σε διαφορετική περίπτωση φέρνουμε το ΑΣΠ πιο κοντά στο κεραιοσύστημα.

Παραδείγματα Καλωδίων

- ❖ **LMR / WBC400 / H2000** (για 2.4GHz & 5GHz και μήκη < 10μ)
 - Μπλεντάζ από διπλό πλέγμα, πυρήνας από αλουμίνιο με επίστρωση χαλκού.
- ❖ **Aircom Plus** (για 2.4GHz & 5GHz και μήκη < 10μ)
 - Μπλεντάζ από φύλλο χαλκού και πλέγμα χαλκού, πυρήνας από χαλκό μόνο, διηλεκτρικό με κατά μήκος αυλακώσεις.
 - Ευάλωτο σε μηχανικές καταπονήσεις, αλλά καλύτερο καλώδιο για υψηλές συχνότητες.

Και τα δύο μπορούν να εργαστούν και στους 5GHz και έχουν ίδιες σχεδόν απώλειες:

- Διατομή 11mm
- Απώλειες **0.24dB/m & 2.4GHz, 0.33dB/m & 5GHz**

4.4. Επιλογή κατάλληλου κεραιοσυστήματος

Για την επιλογή του κατάλληλου κεραιοσυστήματος στο Π.2 προσδιορίσαμε τα ακριβή χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν τόσο ο πομπός όσο και ο δέκτης. Στα πλαίσια της σχεδίασης του Ασύρματου Δικτύου από τον ανάδοχο τα παρακάτω πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη στις απαραίτητες ζεύξεις

- Για τιμές του SNR>22dB θεωρείται ποιοτικό το link. Επειδή είναι όμως κάτι που μεταβάλλεται, καλό είναι να έχουμε τις καλύτερες μετρήσεις.
- Με το Signal Strength βλέπουμε εάν το ΑΣΠ μπλοκάρει από κάποιο αντικείμενο/τοίχο.
- Με τον Θόρυβο βλέπουμε εάν έχουμε παρεμβολές.

- Με τον ρυθμό μετάδοσης εξασφαλίζουμε τη μετάδοση των δεδομένων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη

Στις μετρήσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν από τον ανάδοχο, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ανάγκες που θα εξυπηρετεί το ασύρματο δίκτυο. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται:

Ρυθμός Μετάδοσης (Mbps)	Απόλυτο όριο ισχύος λήψης	Προτεινόμενο Όριο ισχύος λήψης	Απόλυτο Όριο SNR λήψης	Προτεινόμενο Όριο SNR λήψης
54	-71	-61	25	35
36	-73	-63	18	28
24	-77	-67	12	22
11	-82	-72	10	20
5.5	-89	-79	8	18
2	-91	-81	6	16
1	-94	-84	4	14
Ρυθμός επανεκπομπής πακέτου			Λιγότερο από 10% χαμένα πακέτα	

Ο λόγος που αφήνουμε αυτό το εύρος των 10dB είναι για να ληφθούν υπόψη φαινόμενα πολυδιάδοσης, κίνησης κλπ. Σε περίπτωση που το δίκτυο θα απαιτούσε μετάδοση φωνής, το προτεινόμενο όριο λήψης, από το απόλυτο, θα έπρεπε να είχαν διαφορά 15dB και αντίστοιχα στο SNR. Είναι σημαντικό επίσης να τονιστεί ότι τα παραπάνω χαρακτηριστικά και τα προτεινόμενα όρια θα πρέπει να έχουν σχέση με τα στοιχεία που δόθηκαν στο Π.2.

Είναι σημαντικό να προσδιορισθούν τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για τις ζεύξεις και αυτά είναι

1. Ρυθμός Μετάδοσης (Mbps)
2. Στάθμη Ισχύος (σε dBm)
3. Θόρυβος (σε dBm)
4. Signal to Noise Ratio (SNR σε dBm)
5. Μεταβλητότητα του SNR
6. Χιλιομετρική Απόσταση των κόμβων
7. Ύπαρξη καθαρότητας πρώτης ζώνης Fresnel

Για πιθανές εσωτερικές εγκαταστάσεις θα πρέπει να πραγματοποιηθεί επίσης αναλυτικό Site Survey.

Παρακάτω δίνεται ένας τυπικός πίνακας για εσωτερικές εγκαταστάσεις ασυρμάτων δικτύων

Εμπόδιο	Πρόσθετη Απώλεια (σε dB)	Ωφέλιμη Κάλυψη
Ανοιχτός Χώρος	0	100%
Παράθυρο (χωρίς Μεταλλικό Κούφωμα)	3	70
Παράθυρο (με Μεταλλικό Κούφωμα)	5-8	50
Ελαφριά/Μικρή Πόρτα	5-8	50

Ξύλινη Πόρτα	10	30
Μέτριος Τοίχος (15 εκατοστά)	15-20	15
Χοντρός Τοίχος (30 εκατοστά)	20-25	10
Πλάκα	15-20	15
Χοντρή Πλάκα	20-25	10

4.5. Τεχνικές Προδιαγραφές Κεραιοσυστήματος

Όπως προσδιορίστηκαν από το Π.2 οι τεχνικές προδιαγραφές των κεραιοσυστημάτων είναι

4.5.1. Τεχνικές Προδιαγραφές Κεραιών

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Outdoor Antenna (Omni)		
1.4.1	Τύπος κεραίας	Omni
1.4.2	Γωνία κάλυψης	360°
1.3.3	Κέρδος	≥ 11 dBi
1.4.4	RF Band	2.4 GHz
1.4.5	Αντικεραυνική προστασία	Αναγκαίο
1.4.6	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-40° έως +70°C
1.4.7	Αντοχή σε ανέμους	≥ 120 mph
Outdoor Antenna (Sectorial)		
1.4.8	Τύπος κεραίας	Sectorial
1.4.9	Γωνία κάλυψης	90°
1.4.10	Κέρδος	≥ 13 dBi
1.4.11	RF Band	2.4 GHz
1.4.12	Αντικεραυνική προστασία	Αναγκαίο
1.4.13	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-40° έως +70°C
1.4.14	Αντοχή σε ανέμους	≥ 100 mph
Outdoor Antenna (Directional)		
1.4.15	Τύπος κεραίας	Directional
1.4.16	Γωνία κάλυψης	≤ 13°
1.4.17	Κέρδος	≥ 17 dBi
1.4.18	RF Band	2.4 GHz
1.4.19	Αντικεραυνική προστασία	Αναγκαίο
1.4.20	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-40° έως +70°C
1.4.21	Αντοχή σε ανέμους	≥ 100 mph

Indoor Antenna Sectorial (προαιρετικά)		
1.4.22	Τύπος κεραίας	Sectorial
1.4.23	Γωνία κάλυψης	110°
1.4.24	Κέρδος	10 dBi
1.4.25	RF Band	2.4 GHz
1.4.26	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας	-10° έως +70°C

4.5.2. Στεγανότητα συσκευών/κουτί εξωτερικού χώρου
(πρόσθετο/προαιρετικό)

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Κουτί εξωτερικού χώρου (για την προστασία συσκευών όπως AP όταν κρίνεται αναγκαίο)		
1.5.1	Υλικό κατασκευής	Αλουμίνιο
1.5.2	RJ-45 Feedthru	Αναγκαίο
1.5.3	Αναμονή σύνδεσης εξωτερικής κεραίας	Αναγκαίο
1.5.4	Οπές για τη χρήση υποστηρίγματος	Αναγκαίο
1.5.5	Όλα τα εξαρτήματα (στηρίγματα , βίδες...κτλ) , τύπου γαλβανιζέ	Αναγκαίο
1.5.6	Υψηλή στεγανότητα	Προτεινόμενο
1.5.7	Διαστάσεις (κατ' ελάχιστο)	20cm x 20cm

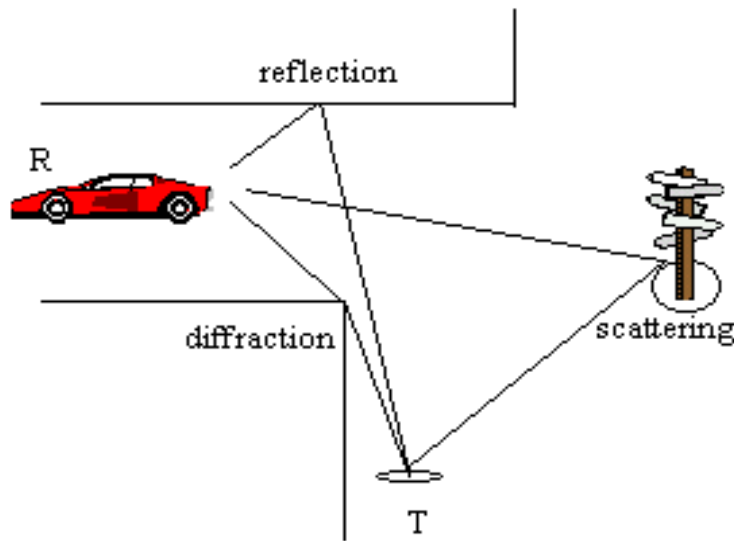
4.5.3. Ιστός ανάρτησης κεραιών

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
Ιστός κεραιών σε περιπτώσεις εγκατάστασης σταθερών σημείων πρόσβασης		
1.6.1	Υλικό κατασκευής – Αλουμίνιο Γαλβανιζέ	Αναγκαίο
1.6.2	Ύψος/Πάχος	Αναφέρεται σε κάθε περίπτωση Αναγκαίο
1.6.3	Εξαρτήματα στήριξης (στηρίγματα, βίδες... κτλ.), γαλβανιζέ	Αναφέρονται σε κάθε περίπτωση, Αναγκαίο
1.6.4	Αντοχή σε ανέμους	Τουλάχιστον 120km/h

Οι εγκατάσταση των κεραιών θα πρέπει να συνοδεύεται από επιβλέπων Μηχανικό, θα πρέπει να υπάρχει άδεια της πολεοδομίας, καθώς και της ΕΕΤΤ και τέλος θα πρέπει να κατατίθεται αναλυτικά το διάγραμμα ακτινοβολίας της.

4.6. Διαλείψεις πολλαπλών διάδρομων - Εξασθένιση

Η ασύρματη επικοινωνία στο περιβάλλον των κινητών επικοινωνιών λαμβάνει χώρα μεταξύ σταθερών σταθμών βάσης και κινητών τερματικών. Ένα τυπικό μοντέλο ασύρματης επικοινωνίας στο περιβάλλον των επίγειων κινητών επικοινωνιών αποτελείται από μια υπερυψωμένη κεραία (ή σύστημα κεραίων) σταθμού βάσης και από μια κινητή κεραία (ή σύστημα κεραίων) στερεωμένη στον πομποδέκτη του κινητού τερματικού. Στις περισσότερες εφαρμογές, δεν υπάρχει πλήρης διάδοση οπτικής επαφής μεταξύ της κεραίας του σταθμού βάσης, που είναι γνωστή και ως σημείο πρόσβασης, και της κεραίας του κινητού τερματικού, λόγω φυσικών ή τεχνητών εμποδίων. Η διαδρομή διάδοσης αποτελείται από ένα τμήμα οπτικής επαφής (line-of-sight), σχετικά μικρού μήκους, ακολουθούμενου από πολλά τμήματα χωρίς οπτική επαφή (non-line-of-sight).



Σχήμα 3.10 Περιβάλλον διάδοσης σήματος

Εξασθένιση είναι η μείωση της ισχύος του σήματος όταν μεταδίδεται από ένα σημείο σε κάποιο άλλο. Μπορεί να προκληθεί από τις απώλειες ελευθέρου χώρου, εμπόδια στην πορεία που διαγράφει το σήμα, και από φαινόμενα πολλαπλών διοδεύσεων. Το επόμενο σχήμα απεικονίζει την εξασθένιση που υφίσταται το σήμα κατά την πορεία του από τον πομπό προς το δέκτη ύστερα από ανακλάσεις και διαθλάσεις σε εμπόδια.

Οι μηχανισμοί που διέπουν τη ραδιοδιάδοση είναι πολύπλοκοι και ποικίλοι, και όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, μπορούν να συνοψιστούν σε τρεις βασικούς: την ανάκλαση (reflection), την περίθλαση (diffraction) και τη σκέδαση (scattering). Ανάκλαση εμφανίζεται, όταν το διαδιδόμενο ηλεκτρομαγνητικό κύμα προσπίπτει σε εμπόδιο με διαστάσεις πολύ μεγάλες σε σχέση με το μήκος κύματος του. Επιπροσθέτως, όταν οι επιφάνειες που διαχωρίζουν δυο περιοχές έχουν διαφορετική διηλεκτρική σταθερά. Ανακλώμενα κύματα παράγονται ύστερα από πρόσπτωση των διαδιδόμενων κυμάτων στην επιφάνεια του εδάφους και στα κτίρια, και μπορούν να συμβάλλουν με τα αρχικά κύματα στο δέκτη επικοινωνιακά ή όχι. Έχει ερευνηθεί ότι σε τέλει αγωγό όλη η ποσότητα της προσπίπτουσας ενέργειας ανακλάται. Περίθλαση εμφανίζεται, όταν κατά τη διαδρομή του ραδιοκύματος από τον πομπό προς τον δέκτη αυτό προσπίπτει σε αντικείμενα με ακμές (της τάξης του λ). Σύμφωνα

με την αρχή του *Huygen* όλα τα σημεία του σφαιρικού μετώπου του κύματος μπορούν να θεωρηθούν ως δευτερεύουσες σημειακές πηγές. Έχει παρατηρηθεί ότι στις υψηλές συχνότητες υπάρχει εξάρτηση του φαινομένου από: την γεωμετρία του αντικειμένου, το πλάτος και την φάση του προσπίπτοντος κύματος και το είδος πόλωσης. Τέλος ακόμη και στις περιοχές «σκιάς» του αντικειμένου έχουμε κάμψη του κύματος και διάδοσή του. Σκέδαση εμφανίζεται στην περίπτωση όπου στη διαδρομή του ραδιοκύματος υπάρχουν αντικείμενα με διαστάσεις μικρότερες από το μήκος κύματος. Για να παρατηρηθεί αυτό πρέπει ο αριθμός των αντικειμένων ή/και προεξοχών ανά μονάδα όγκου να είναι αρκούντως μεγάλος. Ισχύει η σχέση:

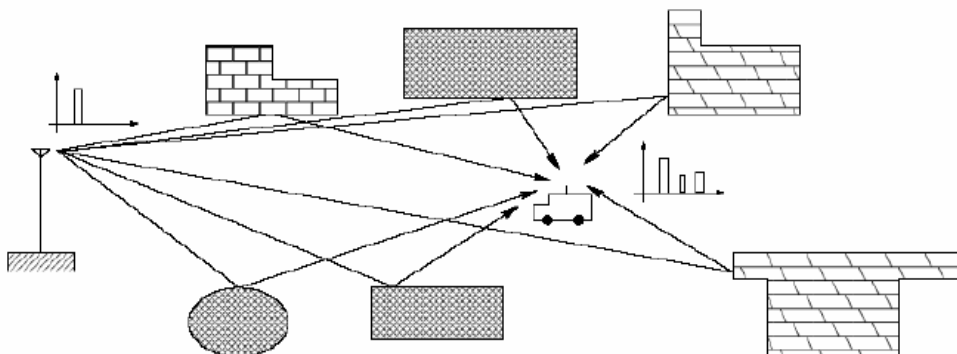
$$h_c = \frac{\lambda}{8 \sin \theta_i}$$

όπου **h_c** : το ύψος της προεξοχής
 θ_i : η γωνία πρόσπτωσης

ενώ για να θεωρείται ανώμαλη μία επιφάνεια πρέπει:

$$\frac{\min(h)}{\max(h)} > h_c$$

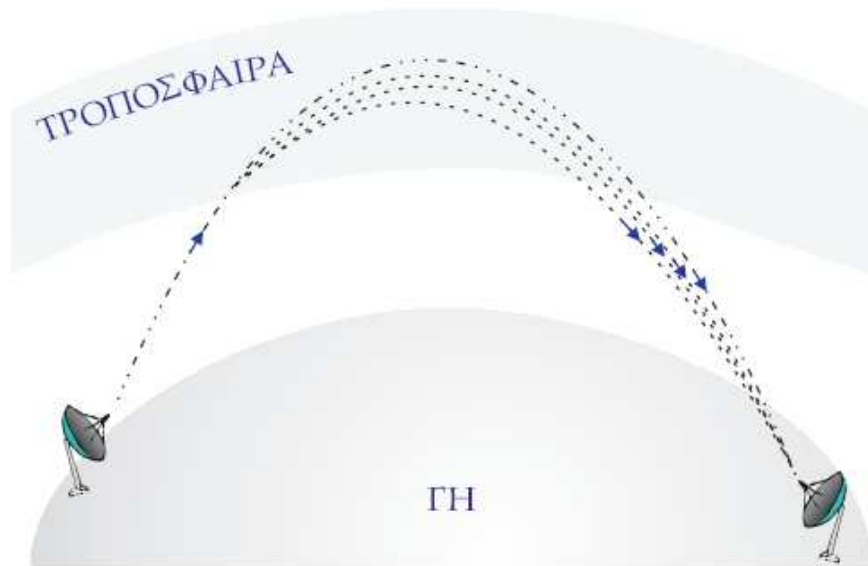
Τέλος έχει αποδειχθεί ότι η σκέδαση είναι ο μηχανισμός διάδοσης, που είναι πιο δύσκολο να προβλεφθεί στα ασύρματα συστήματα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών. Σε τέτοιο περιβάλλον, καθώς το κινητό τερματικό κινείται σε μια περιοχή, οι ανακλάσεις (reflections), οι περιθλάσεις (diffractions) και οι σκεδάσεις (scatterings) που λαμβάνουν χώρα έχουν ως αποτέλεσμα την άφιξη πολλών επίπεδων κυμάτων στο κινητό τερματικό, από πολλές κατευθύνσεις και με διαφορετικές καθυστερήσεις. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται διάδοση με διαλείψεις πολλαπλών διαδρομών (multipath fading). Τα πολλαπλά επίπεδα κύματα συνδυάζονται στην κεραία του δέκτη για να παράγουν ένα σύνθετο λαμβανόμενο σήμα.



Σχήμα 3.11 Περιβάλλον με διαλείψεις πολλαπλών δρόμων

Η διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε περιβάλλοντα κινητών επικοινωνιών χαρακτηρίζεται από τρία επιμέρους φαινόμενα: τις απώλειες διαδρομής (path loss), τη σκίαση (shadowing) και τις διαλείψεις πολλαπλών διαδρομών (multipath fading). Οι διαλείψεις πολλαπλών διαδρομών περιγράφονται από τις διαλείψεις περιβάλλουσας (κατανομή πλάτους μη-επιλεκτική ως προς τη συχνότητα), την εξάπλωση Doppler (χρονικά μεταβαλλόμενος θόρυβος τυχαίας φάσης) και την εξάπλωση της χρονοκαθυστέρησης (μεταβλητή απόσταση διάδοσης των ανακλώμενων σημάτων προκαλεί χρονικές μεταβολές στα ανακλώμενα σήματα).

Το σήμα που φθάνει στην είσοδο του δέκτη υφίσταται κατά τη διαδρομή του στο μέσο, μεταβολές εύρους και φάσης συναρτήσει του χρόνου κατά τυχαίο τρόπο. Οι μεταβολές αυτές και ειδικότερα εκείνες του πλάτους, αποτελούν τις λεγόμενες διαλείψεις (fading) και εκφράζονται σε dB ως προς τη θεωρητική στάθμη του σήματος στον ελεύθερο χώρο ή ως προς την πραγματική μεσαία στάθμη του σήματος, που διαφέρει από την προηγούμενη κατά μερικά dB.



Σχήμα 3.11 Διαλείψεις πολυδιόδευσης λόγω τροποσφαιρικής σκέδασης.

Οι διαλείψεις αποτελούν στιγμιαία εκτροπή της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας προς άλλες κατευθύνσεις ή οφείλονται στη συμβολή κυμάτων που φθάνουν στο δέκτη δια διαφορετικών δρόμων (πολλαπλές οδεύσεις) ή στη συμβολή μεταξύ του κατευθείαν και του ανακλώμενου κύματος. Οφείλονται δε σε μεταβολές των ατμοσφαιρικών συνθηκών κατά μήκος της ζεύξης. Οι διαλείψεις αυξάνουν συνήθως αυξανόμενης της συχνότητας ή αυξανόμενης της αποστάσεως της ζεύξεως.

Μόνο στην ιδεατή περίπτωση ομοιόμορφης ατμόσφαιρας η μετάδοση γίνεται με το κατευθείαν κύμα, αλλιώς το κύμα υφίσταται καμπύλωση προς τα άνω ή προς τα κάτω ανάλογα με τις επικρατούσες ατμοσφαιρικές συνθήκες. Η καμπύλωση αυτή μπορεί μερικές

φορές να οδηγήσει στον μετασχηματισμό μιας ζεύξεως οπτικής επαφής σε μια ζεύξη άνευ ορατότητας. Ο τύπος αυτός των διαλείψεων δύναται να διαρκέσει επί αρκετές ώρες.

Το φαινόμενο των πολλαπλών διαδρομών του κύματος, το οποίο προκαλεί διαλείψεις, οφείλεται στις ανομοιογένειες του δείκτη διαθλάσεως, κυρίως κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, αλλά και σε μικρότερο βαθμό κατά την οριζόντια διεύθυνση. Δεδομένου ότι τα μήκη των διαδρομών είναι διαφορετικά, το σήμα στο δέκτη είναι το άθροισμα συνιστωσών που έχουν συγκρίσιμα πλάτη, αλλά φάσεις τυχαίες. Επιπλέον τα πλάτη και οι φάσεις των συνιστωσών αυτών μεταβάλλονται συνεχώς λόγω των αντιστοίχων μεταβολών της ατμόσφαιρας.

Για τον περιορισμό των διαλείψεων χρησιμοποιούνται στην πράξη περισσότερες ραδιοδιαδρομές για την μεταβίβαση της αυτής πληροφορίας. Η πιο χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι εκείνη η οποία κάνει χρήση μιας κεραίας εκπομπής και δυο κεραίων λήψεως (διαφορική λήψη δευτέρας τάξεως) ή τριών κεραίων λήψεως (διαφορική λήψη τρίτης τάξεως) σε καθορισμένες αποστάσεις μεταξύ τους. Ο τύπος αυτός διαφορικής λήψεως ονομάζεται διαφορική λήψη χώρου. Ένας άλλος τρόπος λήψεως είναι εκείνος της διαφορικής λήψεως συχνότητας, ο οποίος συνίσταται στην αποστολή της αυτής πληροφορίας με δυο διαφορετικές συχνότητες ταυτοχρόνως, που εκπέμπονται και λαμβάνονται από διαφορετικούς πομπούς και δέκτες.

Το κριτήριο της διαφορικής λήψης είναι το εξής. Οι διαλείψεις εξαρτώνται από τη συχνότητα και από τις διανυόμενες διαδρομές των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Επομένως εάν αντί ενός ραδιοδιαύλου χρησιμοποιηθούν δύο ή περισσότεροι, διαφορετικοί μεταξύ τους είτε λόγω της φέρουσας συχνότητας είτε λόγω της θέσεως των κεραίων υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα σε έναν τουλάχιστον των ραδιοδιαύλων στη δεδομένη στιγμή οι διαλείψεις να είναι μικρές ως προς τη μεσαία στάθμη σήματος. Είναι προφανές ότι αυτό απαιτεί οι χρησιμοποιούμενες συχνότητες ή οι θέσεις των κεραίων να βρίσκονται σε αρκετή απόσταση μεταξύ τους.

Επίπεδες διαλείψεις (Flat Fading)

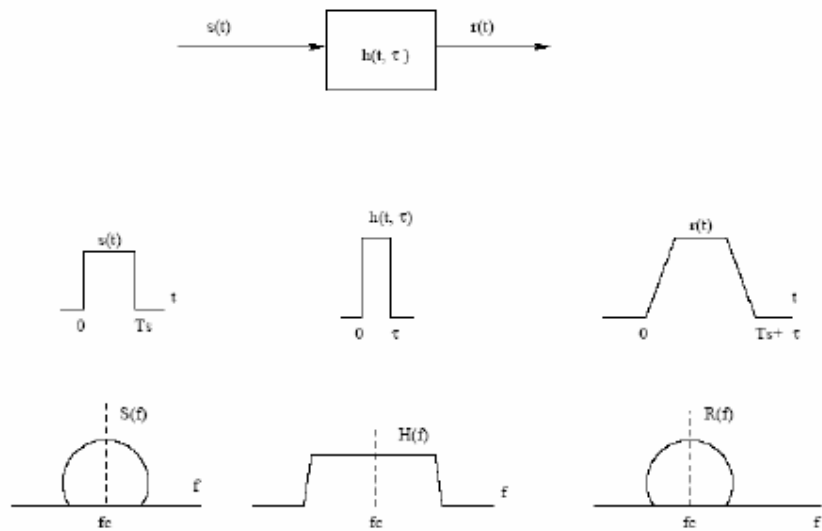
Αν η απόκριση στη συχνότητα ενός καναλιού είναι επίπεδη και γραμμική σε όλο το εύρος ζώνης του σήματος, τότε λέμε ότι το σήμα υπόκειται σε επίπεδες διαλείψεις. Με βάση το φαινόμενο Doppler μπορούμε να ισχυριστούμε ότι απαραίτητη προϋπόθεση για να

έχουμε επίπεδες διαλείψεις είναι η εξής: $\frac{\Delta\tau}{T_s} \leq 1, f_d * T_s \leq 1$ δεδομένου ότι για τις

χρησιμοποιημένες συχνότητες του καναλιού καμία εξασθένηση σήματος δεν οφείλεται στην καθυστέρηση διάδοσης.

Η απόκριση του καναλιού σε αυτή τη περίπτωση μπορεί να αναπαρασταθεί σαν ένας παλμός. Ωστόσο αν ο δέκτης κινείται, τότε η απόκριση του καναλιού μπορεί να θεωρηθεί σαν συνάρτηση παλμών με μεταβλητό στο χρόνο κέρδος.

Οι επίπεδες διαλείψεις εμφανίζονται επίσης όταν η ενεργός τιμή της διασποράς καθυστέρησης (rms delay spread) είναι πολύ μικρότερη συγκρινόμενη με τη χρονική διάρκεια του διαμορφωμένου συμβόλου. Σε αυτήν την περίπτωση θεωρούμε ότι όλες οι συνιστώσες που οφείλονται στις διαλείψεις πολλαπλών δρόμων φθάνουν την ίδια χρονική στιγμή στην αρχή του συμβόλου, διατηρώντας το φασματικό περιεχόμενο του σήματος.

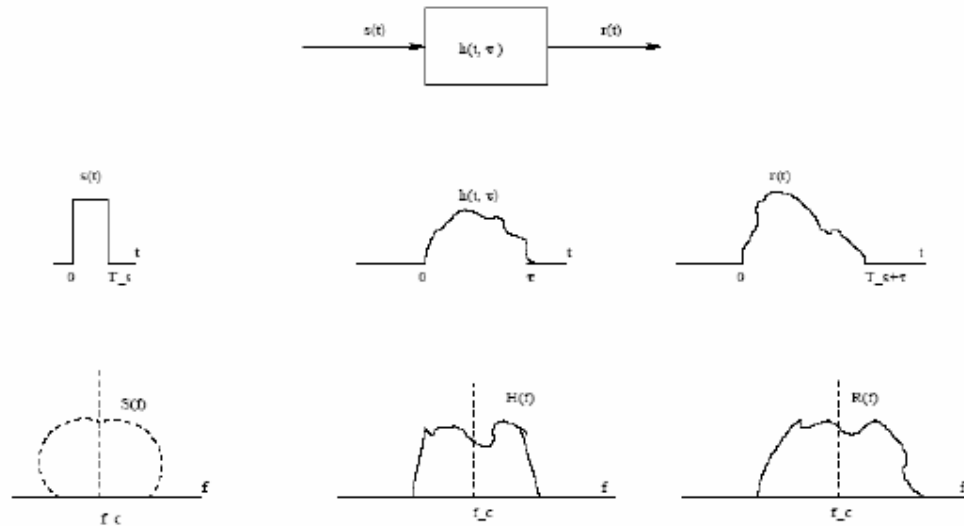


Σχήμα 3.12 Επίπεδες διαλείψεις

Διαλείψεις επιλεκτικές στη συχνότητα (Frequency Selective Fading)

Όταν το μεταδιδόμενο σήμα έχει μεγαλύτερο εύρος ζώνης από την ζώνη στην οποία το κανάλι έχει σταθερό κέρδος και γραμμική φάση τότε λέμε ότι το σήμα υπόκειται σε διαλείψεις επιλεκτικές στη συχνότητα. Δηλαδή όταν η καθυστέρηση μετάδοσης είναι σημαντική συγκρινόμενη με το T_s και ισχύει ότι: $\frac{\Delta\tau}{T_s} \leq 1, f_d * T_s \leq 1$. Σε αυτήν την περίπτωση το λαμβανόμενο σήμα περιλαμβάνει αρκετά αντίγραφα του εκπεμπόμενου σήματος τα οποία έχουν υποστεί χρονική καθυστέρηση και διαλείψεις.

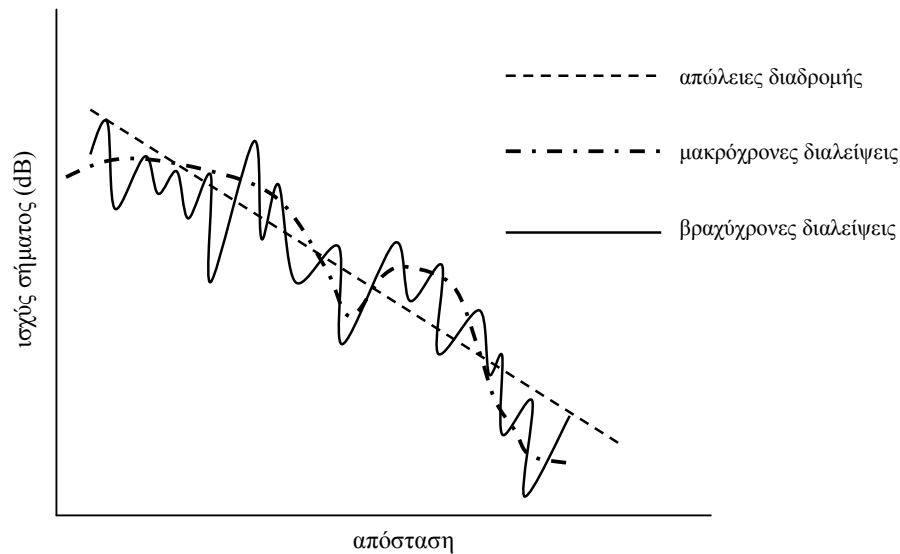
Εμφανίζονται όταν το εκπεμπόμενο BW του σήματος είναι μεγαλύτερο από το BW του καναλιού, όπου διαφορετικές συχνότητες έχουν διαφορετικά κέρδη.



Σχήμα 3.13 Διαλείψεις επιλεκτικές στη συχνότητα

Μακρόχρονες ή Βραδείες Διαλείψεις (Slow Fading)

Οι μακρόχρονες διαλείψεις οφείλονται στα φαινόμενα σκίασης που προκαλούν τα κτίρια ή άλλα φυσικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος και αποτελούν τον τοπικό μέσο όρο των βραχύχρονων διαλείψεων. Οι μακρόχρονες διαλείψεις εξαρτώνται από την μορφολογία του εδάφους, τις ανθρώπινες κατασκευές, τα ύψη των κεραιών καθώς και από τη συχνότητα λειτουργίας του σήματος. Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί ότι ο μέσος όρος του λαμβανόμενου ραδιοσήματος που εμφανίζει διαλείψεις, όταν εκφραστεί σε λογαριθμική κλίμακα, μπορεί να προσεγγιστεί από τη λογάριθμο-κανονική (log-normal) κατανομή. Οι μεταβολές της διασποράς του τοπικού μέσου όρου σε dB εξαρτώνται από τη μορφολογία του εδάφους, ενώ μια τυπική τιμή είναι 8 dB.

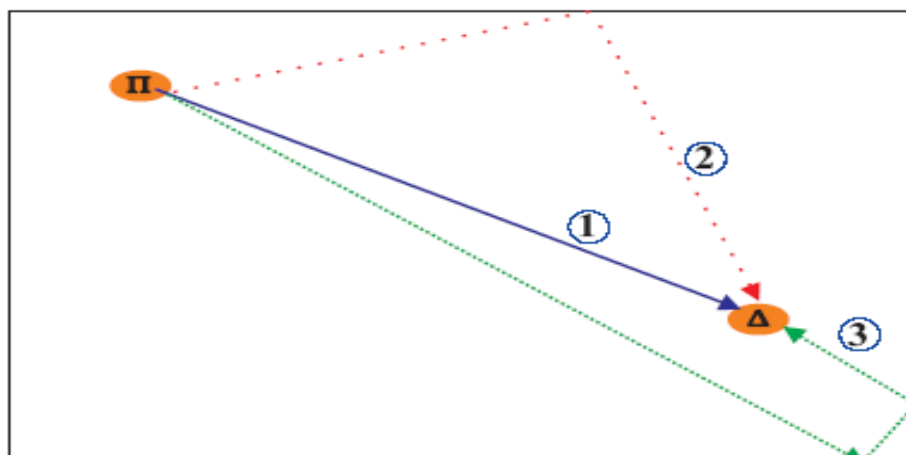


Σχήμα 3.14 Διακυμάνσεις της ισχύος του σήματος συναρτήσει της απόστασης

Βραχύχρονες ή Ταχείες Διαλείψεις (Fast Fading)

Ο όρος βραχύχρονες διαλείψεις χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις γρήγορες διακυμάνσεις του λαμβανόμενου σήματος στον χώρο, τον χρόνο και τη συχνότητα. Οφείλονται κυρίως στις ανακλάσεις πολλαπλών διαδρομών ενός μεταδιδόμενου σήματος από τοπικούς σκεδαστές, όπως είναι οι τοίχοι κτιρίων. Οι βραχύχρονες διακυμάνσεις της ισχύος εμφανίζονται επειδή οι σχετικές φάσεις των σημάτων, που καταφτάνουν από διαφορετικές διαδρομές, μεταβάλλονται καθώς ο δέκτης κινείται από τη μία θέση στην άλλη. Σε συγκεκριμένες θέσεις όλες οι διαδρομές συμβάλλουν έτσι ώστε το συνιστάμενο σήμα να έχει υψηλή στάθμη, ενώ σε άλλες, οι διαφορετικές διαδρομές σχεδόν ακυρώνουν η μία την άλλη, με αποτέλεσμα την δραστική πτώση της ισχύος του σήματος. Αυτές οι χωρικές διακυμάνσεις γίνονται αντιληπτές στον χρήστη καθώς αυτός κινείται σε περιοχή με πολλαπλές διαδρομές. Στο περιβάλλον που περιγράφεται από την εξίσωση όπου το σήμα φτάνει στον δέκτη μέσω δύο διαδρομών οι προαναφερόμενες βραχύχρονες διακυμάνσεις του σήματος δεν εμφανίζονται γιατί έχουμε θεωρήσει πως η απόσταση μεταξύ πομπού και δέκτη είναι πολύ μεγαλύτερη από τα ύψη των κεραιών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η διαφορά των φάσεων των δύο συνιστωσών του σήματος να παραμένει μικρή και έτσι να αποφεύγονται οι διαλείψεις.

Στην περίπτωση διάδοσης πολλαπλών διαδρομών σε εσωτερικό χώρο, όλες οι διαδρομές, εκτός από την διαδρομή οπτικής επαφής, υπόκεινται σε τουλάχιστον μία ανάκλαση ή περίθλαση. Θεωρώντας μόνο τις ανακλάσεις, σε κάθε ανάκλαση από μία επιφάνεια, ένα ποσοστό της ισχύος απορροφάται από την επιφάνεια και το υπόλοιπο ανακλάται. Τοποθετώντας τον πομπό και τον δέκτη πολωμένους κατακόρυφα μέσα σε ένα δωμάτιο, μπορούμε να αγνοήσουμε τις ασθενείς συνιστώσες του σήματος που ανακλώνται από το ταβάνι και το πάτωμα και να θεωρήσουμε μόνο τις συνιστώσες του σήματος που ανακλώνται από τους τέσσερις τοίχους.

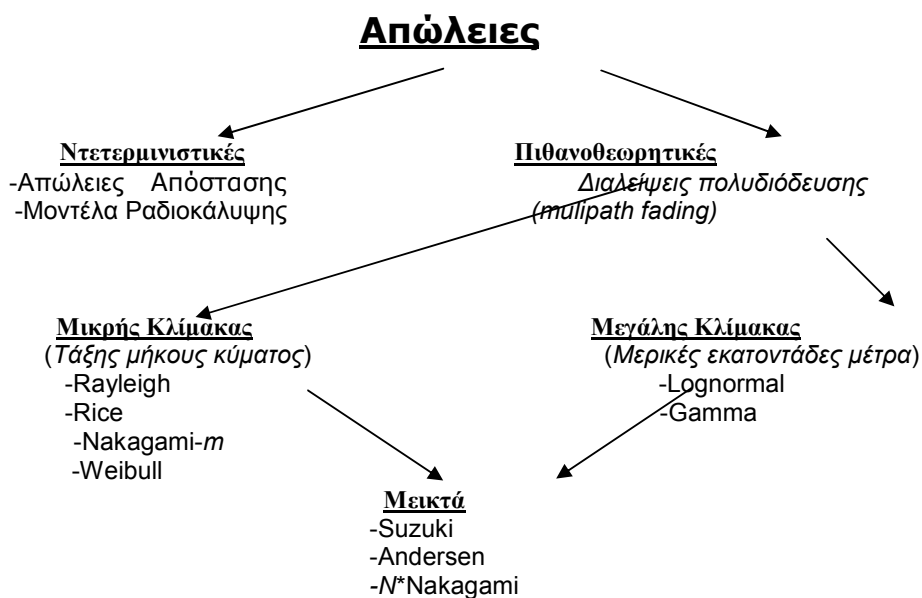


Σχήμα 3.15 Ανακλάσεις του σήματος στους τοίχους ενός δωματίου

4.7. Στατιστική αναπαράσταση των καναλιών με διαλείψεις

Εισαγωγή

Τα στατιστικά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να περιγράψουν και να χαρακτηρίσουν, με κάποιο βαθμό ακριβείας, φαινόμενα πολυδόδευσης και σκίασης. Για να χαρακτηρίσουμε ένα κανάλι, πολλές φορές χρησιμοποιούμε ένα συνδυασμό των μοντέλων αυτών. Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε κατά κύριο λόγο, με το small-scale fading δηλ. διαλείψεις που εμφανίζονται σε αποστάσεις τις τάξεως μήκους κύματος (λ). Αυτές οι διαλείψεις χαρακτηρίζονται από τις κατανομές Nakagami-m, Rayleigh, Rice, Weibull.



Διάγραμμα στατιστικών μοντέλων

Το κεφάλαιο αυτό συμπεριλαμβάνει την βασική θεωρία που θα πρέπει να γνωρίζει ο ανάδοχος για την υλοποίηση των ασύρματων ζεύξεων και την επιστημονική τεκμηρίωση της δεδομένης ύπαρξης και μεταβλητότητας του SNR. Περισσότερα στοιχεία δεν θα παρουσιάσουμε αλλά ο ανάδοχος οφείλει να λάβει υπόψη στοιχεία που έχουν να κάνουν με τις διαμορφώσεις των πρωτοκόλλων 802.11 (QPSK, X-QAM). Επίσης στο πρώτο μέρος δόθηκαν τα ακριβή στοιχεία του κεραιοσυστήματος, τα οποία συναρτήσει του κεφαλαίου 2, μπορούν να δώσουν μια πλήρη καταγραφή των συστημάτων που θα χρησιμοποιηθούν.

5. Νομικό Πλαίσιο εγκατάστασης και χρήσης Κεραιών για την παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών, και απαιτούμενες άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας του ασύρματου ευρυζωνικού εξοπλισμού

5.1. Νομοθεσία για λειτουργία ασύρματου δικτύου στην ISM band των 2,4 GHz

Η νομοθεσία για την υλοποίηση και λειτουργία ασύρματου δικτύου όπως προβλέπεται από την ΕΕΤΤ (Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων) και το Ελληνικό κράτος είναι η εξής:

- I. Ως Μέγιστη Ενεργός Ακτινοβολούμενη Ισχύς των συσκευών (ERP) ορίζονται τα 100mW**
- II. Απόσπασμα από έγγραφο της ΕΕΤΤ με τίτλο <<ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΗΛΩΣΗΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΡΑΔΙΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ 2400 – 2483.5 MHz>>**

- Για τους Σταθμούς Ραδιοεπικοινωνίας που λειτουργούν στην περιοχή ραδιοσυχνοτήτων 2400-2483.5 MHz και οι οποίοι χρησιμοποιούνται για Ιδία Χρήση, δηλαδή για δημιουργία κλειστών δικτύων για κάλυψη ιδίων αναγκών, και οι οποίοι κάνουν χρήση της τεχνολογίας διασποράς φάσματος και είναι πλήρως συμβατοί με το εναρμονισμένο πρότυπο EN 300 328 του ETSI, δεν απαιτείται Εκχώρηση Ραδιοσυχνότητας σύμφωνα με το άρθρο 5 παράγραφος 1 του «Κανονισμού Εκχώρησης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων σε Σταθμούς Ραδιοεπικοινωνιών για Ιδία Χρήση» (ΦΕΚ 895/Β/16-7-2002).

Οι Σταθεροί Σταθμοί ή οι Σταθμοί Ξηράς που είναι μόνιμα εγκατεστημένοι σε σταθερή θέση και οι οποίοι δεν λειτουργούν εντός περικλειστων ιδιωτικών εγκαταστάσεων πρέπει να δηλωθούν αποστέλλοντας στην ΕΕΤΤ την σχετική δήλωση. Για κάθε ζεύξη «σημείο» προς «σημείο» των σταθμών αυτών, απαιτείται η συμπλήρωση ξεχωριστής δήλωσης.

Στο καθεστώς αυτό δεν υπάγονται σταθμοί ραδιοεπικοινωνίας τεχνολογίας διασποράς φάσματος που λειτουργούν στην περιοχή ραδιοσυχνοτήτων 2400-2483.5 MHz και οι οποίοι χρησιμοποιούνται για σύνδεση σε Δημόσιο Τηλεπικοινωνιακό Δίκτυο και γενικά για κάθε παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών (π.χ. παροχή INTERNET). Για τη λειτουργία των σταθμών αυτών απαιτείται ΕΙΔΙΚΗ ΑΔΕΙΑ¹.

III. Απόσπασμα από το ΦΕΚ 895/Β/16-7-2002 (Αριθ. Απόφασης 254/72)
<<ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΚΧΩΡΗΣΗΣ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ
ΣΕ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΡΑΔΙΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΓΙΑ ΙΔΙΑ ΧΡΗΣΗ.>>

- Η ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΩΝ (ΕΕΤΤ)

Έχοντας υπόψη:

- α. Το Ν. 2867/2000 «Οργάνωση και Λειτουργία των Τηλεπικοινωνιών και άλλες Διατάξεις» (ΦΕΚ 273/Α/2000) και ιδίως, το άρθρο 3, παράγρ. 14, εδάφια ιστ' και κη' αυτού.
- β. Το Ν.1843/1989 «Κύρωση των Τελικών Πράξεων της Παγκόσμιας Διοικητικής Διάσκεψης Ραδιοεπικοινωνιών (Γενεύη 1979)» - (ΦΕΚ 96/Α/1989).
- γ. Την Κοινή Απόφαση των Υπουργών Εθνικής Άμυνας και Μεταφορών και επικοινωνιών 21229/1983 «Κύρωση Εθνικού Κανονισμού Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων» (ΦΕΚ 550/Β/1983)², αποφασίζει:

Άρθρο 1

Σκοπός και Πεδίο Εφαρμογής

1. Σκοπός του παρόντος Κανονισμού είναι ο καθορισμός της διαδικασίας Εκχώρησης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων για Ιδία Χρήση σε Σταθμούς Ραδιοεπικοινωνιών, που εμπίπτουν στις περιπτώσεις της παραγρ. 1 του άρθρου 4 του παρόντος Κανονισμού καθώς και των όρων και προϋποθέσεων χρήσης των ραδιοσυχνοτήτων αυτών.

• • •

Άρθρο 5

Σταθμοί Ραδιοεπικοινωνίας που λειτουργούν στην περιοχή ραδιοσυχνοτήτων 2400-2483.5 MHz

1. Για τη λειτουργία Σταθμών Ραδιοεπικοινωνιών για ιδία χρήση, οι οποίοι πληρούν σωρευτικά τους όρους της παρούσας παραγράφου, ήτοι:
 - α. εκπέμπουν και λαμβάνουν εντός της περιοχής ραδιοσυχνοτήτων 2400-2483.5 MHz (ISM band),
 - β. κάνουν χρήση της τεχνολογίας διασποράς φάσματος και

- γ. είναι πλήρως συμβατοί με το εναρμονισμένο πρότυπο EN 300 328 του ETSI, δεν απαιτείται Εκχώρηση ραδιοσυχνότητας.
2. Για τους Σταθερούς Σταθμούς της παράγρ. 1 του παρόντος άρθρου ή τους Σταθμούς Ξηράς της παραγρ. 1 του παρόντος άρθρου που είναι μόνιμα εγκατεστημένοι σε σταθερή θέση, απαιτείται η συμπλήρωση και αποστολή στην ΕΕΤΤ σχετικού εντύπου που εκδίδεται για το σκοπό αυτό. Από την υποχρέωση αυτή εξαιρούνται Σταθμοί που λειτουργούν εντός περικλειστων ιδιωτικών εγκαταστάσεων.
 3. Σταθμοί Ραδιοεπικοινωνιών, που λειτουργούν σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος άρθρου, δεν αποτελούν αντικείμενο προστασίας από παρεμβολές ούτε επιτρέπεται να προκαλούν επιζήμιες παρεμβολές.
 4. Σταθμοί Ραδιοεπικοινωνιών που υπάγονται στις διατάξεις του παρόντος άρθρου δεν εξαιρούνται από άδειες ή εγκρίσεις που τυχόν απαιτούνται για την εγκατάσταση και λειτουργία τους, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

Άρθρο 6

Όροι Χρήσης και Περιορισμοί

1. Δεν επιτρέπεται η χρήση των ραδιοσυχνοτήτων από Σταθμούς που υπάγονται στον παρόντα Κανονισμό για οποιουδήποτε είδους διασύνδεση με δημόσιο τηλεπικοινωνιακό δίκτυο ή για την παροχή οποιασδήποτε δημόσιας τηλεπικοινωνιακής υπηρεσίας.
2. Η χρήση των ραδιοσυχνοτήτων πρέπει να γίνεται κατά τρόπο που να εξασφαλίζεται ότι δεν επέρχεται οποιαδήποτε επιζήμια παρεμβολή σε άλλη ραδιοσυχνότητα που έχει Εκχωρηθεί σε πρωτεύουσα βάση και να είναι απολύτως σύμφωνη με τους όρους οι οποίοι αναφέρονται στην Εκχώρηση.
3. Ο δικαιούχος της Εκχώρησης οφείλει να τηρεί κάθε στοιχείο, όρο, προϋπόθεση και κάθε τεχνική παράμετρο που αναφέρονται στο κείμενο της Εκχώρησης και να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα για την καλή λειτουργία του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή αυτού. Επιπλέον, ο τεχνικός υπεύθυνος για τη λειτουργία των Σταθμών οφείλει να συμμορφώνεται προς τις υποδείξεις και συστάσεις της ΕΕΤΤ σε σχέση με τα τεχνικά χαρακτηριστικά λειτουργίας του Σταθμού.
4. Η ΕΕΤΤ καθορίζει τα τεχνικά στοιχεία των ασύρματων ζεύξεων, με βάση τον ΕΚΚΖΣ, τις Αποφάσεις και Συστάσεις της ECC και τις Αποφάσεις της ΕΕΤΤ για τις ραδιοεπαφές. Η Εκχώρηση της Ραδιοσυχνότητας για Ιδία Χρήση θα γίνεται με τρόπο τέτοιο ώστε να αποσκοπεί στη βέλτιστη χρήση του φάσματος. Σχετικές οδηγίες θα περιέχονται στις αντίστοιχες Αιτήσεις.
5. Στην περίπτωση που, λόγω αλλαγής της κατανομής ζωνών ραδιοσυχνοτήτων που ισχύει από συγκεκριμένη ημερομηνία, μία ζώνη ραδιοσυχνοτήτων κατανέμεται σε διαφορετική υπηρεσία από αυτή τη συγκεκριμένη ημερομηνία, η ΕΕΤΤ, με Απόφασή της, προσδιορίζει τους όρους προσωρινής λειτουργίας των Εκχωρήσεων που έχουν γίνει στην εν λόγω ζώνη ραδιοσυχνοτήτων μέχρι την ημερομηνία εφαρμογής της αλλαγής της κατανομής ζωνών ραδιοσυχνοτήτων.

IV. Παραπομπές

[1] Από σελίδα 5:

Ο Δήμος εάν και εφόσον επιθυμεί να παρέχει υπηρεσίες οι οποίες δεν προβλέπονται από το υπάρχον νομικό πλαίσιο μέσω της ασύρματης ευρυζωνικής πλατφόρμας θα πρέπει να προβεί στις απαραίτητες για αδειοδότηση ενέργειες.

[2] Από σελίδα 6:

Τα ισχύοντα ως προς τον «Εθνικό Κανονισμό Κατανομής Ζωνών Συχνοτήτων» (ΦΕΚ 550/Β/1983) καταργούνται με τη δημοσίευση του (ΦΕΚ 399/Β/2006).

5.2. Νομοθεσία για λειτουργία ασύρματου δικτύου στην ISM band των 5 GHz

Η νομοθεσία για την υλοποίηση και λειτουργία ασύρματου δικτύου όπως προβλέπεται από την ΕΕΤΤ (Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων) και το Ελληνικό κράτος είναι η εξής:

- I.** Αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με την **Μέγιστη Ενεργό Ακτινοβολούμενη Ισχύ των συσκευών (ERP)** και τις απαιτήσεις εξοπλισμού υπάρχουν στις τελευταίες σελίδες του κάτωθι αναφερόμενου ΦΕΚ.
- II.** *Απόσπασμα από το ΦΕΚ 56/Β/24-1-2007 (Αριθμ. 414/075) <<ΤΕΛΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΕΠΑΦΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΑΡΘΡΟ 4.1 ΤΟΥ Π.Δ. 44/2002.>>*

Η ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΩΝ (ΕΕΤΤ)

Έχοντας υπόψη:

- α)** το ν. 3431/2006 «Περί ηλεκτρονικών επικοινωνιών και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 13/Α'/2006),
- β)** το π.δ. 44/2002 «Ραδιοεξοπλισμός και τηλεπικοινωνιακός τερματικός εξοπλισμός και αμοιβαία αναγνώριση της συμμόρφωσης των εξοπλισμών αυτών. Προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας στην οδηγία 99/5 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 9 Μαρτίου 1999» (ΦΕΚ 44/Α'/7.3.2002) και ιδίως το άρθρο 4 παράγραφος 1 και το άρθρο 8 παράγραφος 2,
- γ)** το π.δ. 39/2001 «Καθιέρωση μιας διαδικασίας πληροφόρησης στον τομέα των τεχνικών προτύπων και προδιαγραφών και των κανόνων σχετικά με τις υπηρεσίες της κοινωνίας των πληροφοριών σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 98/34/ΕΚ και 98/48/ΕΚ»,
- δ)** την υπ' αριθμ. 395/16/13.7.2006 απόφαση της ΕΕΤΤ αφορώσα την έγκριση του αυτή αναφερόμενου σχεδίου διεπαφής,

ε) τις παρατηρήσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σύμφωνα με το άρθρο 8 παρ.2 του π.δ. 39/2001, οι οποίες κοινοποιήθηκαν στην ΕΕΤΤ μέσω του ΕΛΟΤ με την υπ' αριθμ. 43020/28.11.2006 επιστολή και ύστερα από προφορική εισήγηση των Προέδρου και Αντιπροέδρου Τηλεπικοινωνιών, αποφασίζει:

1. Εγκρίνει τη Διεπαφή με αριθμό κοινοποίησης 2006/0414/GR: «Απαίτηση Διεπαφής Ραδιοεξοπλισμού 211 – Συσκευές μικρής εμβέλειας που χρησιμοποιούνται για συστήματα ασύρματης πρόσβασης συμπεριλαμβανομένων τοπικών δικτύων ραδιοεπικοινωνιών (WAS/RLAN) τα οποία λειτουργούν στις ζώνες ραδιοσυχνοτήτων 5 150 – 5 250 MHz, 5 250 – 5 350 MHz, 5 470 – 5 725 MHz, 17,1 – 17,3 GHz», που περιγράφεται αναλυτικά στο επισυναπτόμενο στην παρούσα απόφαση Παράρτημα.

2. Η ισχύς της παρούσας απόφασης αρχίζει με τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Απαίτηση διεπαφής ραδιοεξοπλισμού 211 V.1.0

Συσκευές μικρής εμβέλειας που χρησιμοποιούνται για συστήματα ασύρματης πρόσβασης συμπεριλαμβανομένων τοπικών δικτύων ραδιοεπικοινωνιών (WAS/RLAN) τα οποία λειτουργούν στις ζώνες ραδιοσυχνοτήτων

5 150–5 250 MHz

5 250 – 5 350 MHz

5 470 – 5 725 MHz

17,1–17,3 GHz

1. Πρόλογος

Η προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας στην Οδηγία 99/5/EK έγινε με το π.δ. 44/2002 «Ραδιοεξοπλισμός και τηλεπικοινωνιακός τερματικός εξοπλισμός και αμοιβαία αναγνώριση της συμμόρφωσης των εξοπλισμών αυτών. Προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας στην οδηγία 99/5 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 9 Μαρτίου 1999» (ΦΕΚ 44/Α). Επίσης στην υπ' αριθμ. 1555/2002 κοινή υπουργική απόφαση «Ταξινόμηση και διακίνηση τηλεπικοινωνιακών συσκευών» (ΦΕΚ 47/Β'/23.1.2002) περιέχονται κανόνες σχετικοί με την ταξινόμηση και διακίνηση τηλεπικοινωνιακών συσκευών. Η παρούσα Απαίτηση Διεπαφής, η οποία δημοσιεύεται σύμφωνα με τα Άρθρα 4 παρ. 1 και 8 παρ. 2 του π.δ. 44/2002 (άρθρα 4 παρ.1 και 7 παρ.2 της Οδηγίας 1999/5/EK αντίστοιχα), περιλαμβάνει τις απαιτήσεις για τη χρήση συσκευών μικρής εμβέλειας που χρησιμοποιούνται για ευρυζωνικά συστήματα ασύρματης πρόσβασης (WAS/RLAN) τα οποία λειτουργούν στις ζώνες ραδιοσυχνοτήτων 5 150 – 5 250 MHz, 5 250 – 5 350 MHz, 5 470 – 5 725 MHz και 17,1–17,3 GHz. Η εγκατάσταση και χρήση ραδιοεξοπλισμού στην Ελλάδα υπόκειται σε περιορισμούς που ορίζονται από την ελληνική νομοθεσία, εκτός αν έχει χορηγηθεί σχετική άδεια ή αν αυτός εξαιρείται από Κανονισμούς. Αποτελεί προϋπόθεση για τη χρήση του ραδιοεξοπλισμού ότι αυτός πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις που προ διαγράφονται στην παρούσα Απαίτηση Διεπαφής για τους αναφερόμενους τύπους εξοπλισμού και για τις αναφερόμενες ζώνες ραδιοσυχνοτήτων. Σύμφωνα με την υπ' αριθμ. 2000/299/EK απόφαση της Επιτροπής,

της 6ης Απριλίου 2000 για τη θέσπιση της αρχικής ταξινόμησης ραδιοεξοπλισμού και του τηλεπικοινωνιακού τερματικού εξοπλισμού και των συναφών κωδικών αναγνώρισης (ΕΕ L 97, της 19.4.2000, σ. 13–14), εξοπλισμός που μπορεί να τεθεί στην αγορά στο σύνολο της Κοινότητας και που μπορεί να τεθεί σε λειτουργία χωρίς περιορισμούς αποτελεί την Κλάση 1. Ενδεικτική λίστα κατηγοριών εξοπλισμού ανά Κλάση δημοσιεύεται σε κατάλογο της ιστοσελίδας της ΕΕ στην οποία περιέχονται πληροφορίες για την οδηγία 99/5/ΕΚ (<http://europa.eu.int/comm/enterprise/rtte>). Η παρούσα Απαίτηση Διεπαφής ραδιοεξοπλισμού θα αναθεωρείται καθόσον είναι αναγκαίο, παρακολουθώντας τις τρέχουσες προόδους της τεχνολογίας, για λόγους που σχετίζονται με την αποτελεσματική και κατάλληλη χρήση του φάσματος.

2. Παραπομπές

Τα ακόλουθα έγγραφα περιέχουν σχετικές διατάξεις, που αποτελούν τυποποιητικές ή πληροφοριακές διατάξεις του παρόντος εγγράφου: Απόφαση της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 2005/513/ΕΚ (L187) σχετικά με την εναρμονισμένη χρήση του ραδιοφάσματος στη ζώνη συχνοτήτων των 5 GHz για την υλοποίηση συστημάτων ασύρματης πρόσβασης συμπεριλαμβανομένων τοπικών δικτύων ραδιοεπικοινωνιών και τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις αυτής. Απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Επικοινωνιών ECC/DEC/(04)08 σχετικά με την εναρμονισμένη χρήση των ζωνών συχνοτήτων στα 5GHz για την υλοποίηση συστημάτων ασύρματης πρόσβασης συμπεριλαμβανομένων των ασύρματων τοπικών ραδιοδικτύων (WAS/RLAN). Σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Ραδιοεπικοινωνιών (ERC) 70–03 «Σχετικά με τη χρήση συσκευών μικρής εμβέλειας (SRD)» Παράρτημα 3: «Ευρυζωνικά συστήματα μετάδοσης δεδομένων». EN 301 893: «Broadband Radio Access Networks (BRAN); 5 GHz high performance RLAN; Harmonized EN covering essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive». EN 301 893: Ευρυζωνικά Δίκτυα Ραδιοεπικοινωνίας (BRAN)· Υψηλής απόδοσης RLAN στους 5 GHz– Εναρμονισμένη EN που καλύπτει τις βασικές προϋποθέσεις του άρθρου 3.2 της οδηγίας R&TTE. EN 301 489–17: Electromagnetic compatibility and Radiospectrum Matters (ERM); ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 17: Specific conditions for Wideband data and HIPERLAN equipment. EN 301 489–17: Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα και θέματα ραδιοφάσματος (ERM) — Πρότυπο ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC) για ραδιοεξοπλισμό και ραδιοϋπηρεσίες — Μέρος 17: Ειδικές συνθήκες για ευρυζωνικό εξοπλισμό δεδομένων και HIPERLAN. Ανακοίνωση της Επιτροπής 2006/C 201/01 της 24.8.2006 στο πλαίσιο της εφαρμογής της οδηγίας του Συμβουλίου 1999/5/ΕΚ.

5.3. Νομοθεσία για την υλοποίηση και λειτουργία κεραιοσυστημάτων χωρίς την υποχρέωση έκδοσης άδειας

I. Απόσπασμα από έγγραφο της ΕΕΤΤ με (ΑΡΙΘ. ΑΠ. : 227/86) και τίτλο <<Κατασκευές Κεραιών για τις οποίες δεν απαιτείται Άδεια, σύμφωνα με το άρθρο 1 του Ν.2801/2000>>

ΑΠΟΦΑΣΗ

**Κατασκευές Κεραιών για τις οποίες δεν απαιτείται Άδεια, σύμφωνα με το άρθρο
1 του Ν.2801/2000**

Η Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ),

Έχοντας υπόψη :

α. το άρθρο 3, παράγρ. 14, εδάφια κ' και κη' του Ν.2867/2000 “Οργάνωση και Λειτουργία των Τηλεπικοινωνιών και άλλες Διατάξεις” (ΦΕΚ 273/Α/2000),

β. το Ν.2801/2000 “Ρυθμίσεις Θεμάτων Αρμοδιότητας του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών και άλλες Διατάξεις” (ΦΕΚ 46/Α/2000) καθώς και την Εισηγητική Έκθεση αυτού,

γ. την Υπουργική Απόφαση αριθ. Δ3/Δ/35694/6190/2000 “Προστασία των Αεροπορικών Εγκαταστάσεων από τον κίνδυνο της ανάπτυξης κατασκευών - εμποδίων γύρω από αυτές καθώς και της Αεροπλοΐας εκ των υπερψηλών ανά τη χώρα κατασκευών” (ΦΕΚ 1133/Β/2000),

δ. την Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθ. 94649/8682/1993 “Ηλεκτρομαγνητική Συμβατότητα, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 89/336/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων”, όπως τροποποιήθηκε από τις Οδηγίες 92/31/ΕΟΚ και 93/68/ΕΟΚ (ΦΕΚ 688/Β/1994),

ε. την Απόφασή της ΑΠ. : 210/2/28-2-2001 “Κανονισμός Εκχώρησης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων ή Ζωνών Ραδιοσυχνοτήτων, υπό Καθεστώς Ειδικής Άδειας, για Παροχή Δημόσιων Τηλεπικοινωνιακών Υπηρεσιών” (ΦΕΚ 285/Β/2001),

στ. την Κοινή Υπουργική Απόφαση αριθ. 53571/3839/2000 “Μέτρα Προφύλαξης του Κοινού από τη Λειτουργία Κεραιών Εγκατεστημένων στην Ξηρά” (ΦΕΚ 1105/Β/2000), ΝΔ/ΛΙΝ/ΑΡΟΦΑΣΗ.227-86 2

ζ. την Εισήγηση αριθ. 1127/Φ.600/29-8-2001 της αρμόδιας Υπηρεσίας της ΕΕΤΤ,

Λεδομένου ότι :

(1) το άρθρο 1 του Ν.2801/2000 θέτει τον γενικό κανόνα της αδειοδότησης κατασκευών κεραιών εγκατεστημένων στην ξηρά,

(2) η αδειοδότηση σχετίζεται με την εκχώρηση ή έγκριση των ραδιοσυχνοτήτων εκπομπής και λήψης, τη συμμόρφωση με τις διατάξεις για την ηλεκτρομαγνητική

συμβατότητα αλλά και με τη σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας σχετικά με την ασφάλεια της αεροπλοΐας,

(3) προβλέπεται, παράλληλα, εξαίρεση από την ανωτέρω υποχρέωση για κάποιες κατηγορίες κεραιών στις οποίες, όπως προκύπτει και από την Εισηγητική Έκθεση του Νόμου, δεν υπάρχει καμία σκοπιμότητα αδειοδότησης,

(4) σύμφωνα με το άρθρο 3, παράγρ. 3, εδάφιο α' του Κανονισμού Εκχώρησης (ανωτέρω υπό στοιχείο ε'), εξαιρούνται από την υποχρέωση Εκχώρησης Ραδιοσυχνότητας, μεταξύ άλλων, *“οι Σταθμοί Ραδιοεπικοινωνιών Κατόχου Ειδικής Άδειας, οι οποίοι χρησιμοποιούν ραδιοσυχνότητες που έχουν απονεμηθεί σε ορισμένη γεωγραφική περιοχή, για αποκλειστική χρήση”*,

(5) σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση αριθ. Δ3/Δ/35694/6190/2000, (ανωτέρω υπό στοιχείο γ'), απαριθμούνται οι περιπτώσεις στις οποίες τεχνικές κατασκευές δύνανται να αποτελέσουν κίνδυνο στην ασφάλεια της αεροπλοΐας και ως εκ τούτου, για την εγκατάστασή τους, καθιερώνεται η υποχρέωση Γνωμάτευσης της Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας,

Αποφασίζει:

Άρθρο 1

1. **Δεν απαιτείται** Άδεια Κατασκευής Κεραίας Σταθμού Ξηράς, σύμφωνα με το άρθρο 1 του Ν.2801/2000, για Κατασκευές Κεραίας, οι οποίες πληρούν σωρευτικά τις κατωτέρω προϋποθέσεις :

α. συνιστούν τερματικό ραδιοεξοπλισμό χρήστη υπηρεσιών Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης και τοποθετούνται αποκλειστικά για το σκοπό αυτό,

β. η συνολική ενεργός ακτινοβολούμενη ισχύς όλων των καναλιών δεν υπερβαίνει τα 100W (164W EIRP) για συχνότητες λειτουργίας μεγαλύτερες των 30 MHz,

γ. η κατασκευή φέρει ένα μόνο ενεργό στοιχείο εκπομπής ή/και λήψης,

δ. το υψηλότερο σημείο της κατασκευής δεν εκτείνεται πέρα των 4 μέτρων από τη βάση της,

ε. δεν υπάγονται στις περιπτώσεις τεχνικών κατασκευών, για τις οποίες απαιτείται γνωμάτευση της ΥΠΑ, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Υπουργική Απόφαση αριθ. Δ3/Δ/35694/6190/2000 “Προστασία των Αεροπορικών Εγκαταστάσεων από τον κίνδυνο της ανάπτυξης κατασκευών - εμποδίων γύρω από αυτές καθώς και της Αεροπλοΐας εκ των υπερυψηλών ανά τη χώρα κατασκευών” (ΦΕΚ 1133/Β/2000),

στ. έχουν γνωστοποιηθεί στην ΕΕΤΤ τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κατασκευής κεραίας, με τη συμπλήρωση Τυποποιημένης Δήλωσης, η οποία προσαρτάται στην Παρούσα και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος αυτής.

2. **Σε περίπτωση** που δεν συντρέχει, έστω μία από τις ανωτέρω προϋποθέσεις, **εφαρμόζεται το άρθρο 1 του Ν.2801/2000.**

5.4. Ασύρματα δίκτυα και δημόσια υγεία

Αρχικά γίνεται μια ευρύτερη αναφορά πάνω στις ασύρματες τηλεπικοινωνίες ώστε να δωθούν τα απαραίτητα στοιχεία για την κατανόηση των παρακάτω.

Όπως όλες οι ασύρματες τηλεπικοινωνίες έτσι και τα ασύρματα δίκτυα εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ακτινοβολία).

- Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι ταλαντώσεις ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων που διαδίδονται ως κύματα με την ταχύτητα του φωτός.
- Τα συναντάμε στην τηλεόραση, το ραδιόφωνο, το κινητό καθώς και στους ασυρμάτους της αστυνομίας, των ασθενοφόρων, της πυροσβεστικής, του ασύρματου τηλεφώνου μας και σε ένα σωρό άλλες εφαρμογές που δεν έχει νόημα να αναφέρουμε.
- Όταν εκπέμπονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα δημιουργείτε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (για συντομία θα το αναφέρουμε ως ΗΜΠ). Το ΗΜΠ δημιουργείτε από τις πηγές ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και διαδίδεται στο χώρο.
- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εκτείνεται σε ένα πολύ μεγάλο φάσμα συχνοτήτων. Στην περίπτωση μας, μας ενδιαφέρει ο διαχωρισμός της σε δύο κατηγορίες **α)** των ιονίζουσων ακτινοβολιών και **β)** των μη ιονίζουσων ακτινοβολιών.
- Στην περίπτωση των ιονίζουσων ακτινοβολιών (όπου **δεν** συμπεριλαμβάνονται οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται από τα ασύρματα δίκτυα) προκαλείται μεταξύ άλλων μετάλλαξη του DNA και καρκίνος.
- Στην άλλη περίπτωση των **μη** ιονίζουσων ακτινοβολιών όπου υπάγονται και τα εύρη συχνοτήτων των ασύρματων δικτύων προκαλείτε θέρμανση των μορίων σε περιπτώσεις πολύ μεγάλης ισχύος.

Παρακάτω παρουσιάζονται γενικότερες μελέτες για τις ασύρματες τεχνολογίες στους 2.4 γιγάκυκλους. Σαν συντάκτες τις μελέτης δεν υιοθετούμε τις παρακάτω απόψεις αλλά τις παρουσιάζουμε ώστε να δώσουμε την ευκαιρία ανάγνωσης και αντίστοιχης βιβλιογραφικής αναζήτησης.

Federal Communications Commission (FCC)

Σύμφωνα με τον FCC, εάν η χρήση των μικροκυμάτων στις τηλεπικοινωνίες μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα υγείας στον άνθρωπο είναι ακόμα υπό αμφισβήτηση. Δεν υπάρχουν ακόμα σοβαρές ενδείξεις που να αποδεικνύουν ότι η χρήση των μικροκυμάτων (και συγκεκριμένα των 2,4GHz) στις τηλεπικοινωνίες μπορούν να

βλάψουν τον άνθρωπο. Παρά ταύτα, ο οργανισμός παραδέχεται το γεγονός ότι υψηλή έκθεση σε μικροκυματική ακτινοβολία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του δερμάτινου ιστού και κατ' επέκταση την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος. Άλλωστε με αυτόν τον τρόπο λειτουργεί και ο φούρνος μικροκυμάτων.

World Health Organization

Ο Παγκόσμιος **Οργανισμός Υγείας** είναι τμήμα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών εξειδικευμένο πάνω σε θέματα υγείας. Ιδρύθηκε στις 7 Απριλίου του 1948. Αντικείμενό του, σύμφωνα με το καταστατικό του, όλοι οι άνθρωποι να μπορούν να απολαμβάνουν το υψηλότερο δυνατό επίπεδο υγείας. Η υγεία ενός ανθρώπου είναι ορισμένη στο καταστατικό του, ως η κατάσταση πλήρους φυσικής, πνευματικής, και κοινωνικής ευεξίας. Σύμφωνα με την δημοσίευση υπ' αριθμών 193, που δημοσιεύθηκε τον Ιούνιο του 1993 από τον Οργανισμό, οι περισσότερες έρευνες που έχουν γίνει, είναι αποτελέσματα βραχυπρόθεσμης έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία επιπέδου πολύ μεγαλύτερου από αυτά που δεχόμαστε καθημερινά από τις ασύρματες τεχνολογίες. Οι τρέχουσες επιστημονικές μελέτες προς το παρόν δεν έχουν βρει κανένα στοιχείο που να αποδεικνύει πως τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δημιουργούν ή επιταχύνουν την εμφάνιση του καρκίνου ή άλλων παρεμφερών ασθενειών. Παρά ταύτα, η επίσημη θέση του οργανισμού είναι πως αναγνωρίζει ότι τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία μπορεί να είναι αιτία πρόκλησης καρκίνου.

National Cancer Institute

Γιατροί από το National Cancer Institute των Ηνωμένων Πολιτειών, εξέτασαν τα δεδομένα υγείας για 40 χρόνια από 40.581 βετεράνους στρατιώτες και ναύτες που πολέμησαν στον πόλεμο της Κορέας από το 1950 έως το 1954. Η ιδιαιτερότητα που χαρακτηρίζει τους βετεράνους αυτούς είναι ότι υποβλήθηκαν κατά τον πόλεμο της Κορέας σε πολύ ψηλές δόσεις ακτινοβολίας μικροκυμάτων από τα ραντάρ(τα ραντάρ χρησιμοποιούν μεγαλύτερες συχνότητες των 2,4GHz). Οι συχνότητες μικροκυμάτων των ραντάρ χρησιμοποιήθηκαν για σκοπούς ανίχνευσης, για τα οπικά συστήματα και ακόμη για άμεσες βολές. Οι βετεράνοι αυτοί και ιδιαίτερα οι ναυτικοί, υποβλήθηκαν σε πολύ ψηλότερες δόσεις ακτινοβολίας μικροκυμάτων απ' ότι υποβαλλόμαστε εμείς συνήθως σήμερα. Τα αποτελέσματά της έρευνας έδειξαν ότι η έκθεση σε ψηλά επίπεδα ακτινοβολίας μικροκυμάτων που προερχόταν από τα ραντάρ, δεν προκάλεσε στους βετεράνους αυτούς περισσότερους καρκίνους από ότι στον υπόλοιπο πληθυσμό. Μάλιστα βρέθηκε οι άνδρες αυτοί, είχαν 35% λιγότερες πιθανότητες να πεθάνουν κατά τη διάρκεια των 40 ετών της έρευνας σε σύγκριση με τους υπόλοιπους άνδρες. Το γεγονός αυτό πιστεύουν οι ερευνητές, οφείλεται στο ότι ένα από τα βασικά κριτήρια της επιλογής των ναυτών, είναι η πολύ καλή τους υγεία και υποχρεώνονται να διατηρούνται σε μια πολύ καλή φυσική κατάσταση κατά τη

διάρκεια της υπηρεσίας τους. Φαίνεται λοιπόν ότι η έκθεση σε ψηλά επίπεδα ακτινοβολίας μικροκυμάτων από ραντάρ δεν είχε επιπτώσεις με περισσότερους καρκίνους ή αυξημένους θανάτους στη μεγάλη αυτή ομάδα βετεράνων.

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/m²)

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**.

6. Απαιτούμενες εργασίες συντήρησης του εξοπλισμού και μελλοντικής επέκτασης του δικτύου

Το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται σε τρία κομμάτια που έχουν να κάνουν, με τις εργασίες συντήρησης που θα αναλάβει για χρονικό διάστημα 2 ετών πλέον της υλοποίησης της

μελέτης από τον ανάδοχο, την μετέπειτα συντήρηση του δικτύου, αλλά και τις πιθανές περιπτώσεις μελλοντικής επέκτασης του δικτύου.

Οι εργασίες συντήρησης που θα πρέπει να επιτελούνται στο δίκτυο θα είναι οι εξής:

- i. Έλεγχος για πιθανή ανάγκη ευθυγράμμισης των κεραιών έπειτα από απόκλιση τους λόγω ανεμοφορτίων και άλλων παραγόντων.
- ii. Έλεγχος των log αρχείων των συσκευών για εντοπισμό πιθανών δυσλειτουργιών, σφαλμάτων και άλλων θεμάτων που μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στην ομαλή λειτουργία του δικτύου.
- iii. Εκκαθάριση των Servers από περιττά αρχεία.
- iv. Εκτέλεση ανασυγκρότησης και λήψη back up ασφαλείας στους Servers.
- v. Έλεγχος και λήψη αναβαθμίσεων για όλα τα πρωτεύουσας σημασίας προγράμματα στους Servers (λειτουργικό σύστημα, λογισμικό προστασίας ιών...).
- vi. Έλεγχος των συσκευών για πιθανές βλάβες
- vii. Έλεγχος της χρήσης bandwidth για να εκτιμηθεί αν κάπου υπάρχει κόλλημα λόγο μεγάλης κίνησης και αν υπάρχει η ανάγκη για κάποια αλλαγή σε εξοπλισμό ή ρυθμίσεις.

6.1. Συντήρηση και υποστήριξη υλικού εντός των 2 ετών από την υλοποίηση του έργου

Η προσφορά που θα καταθέσει ο διαγωνιζόμενος οφείλει να περιλαμβάνει και το κόστος και μεθόδους συντήρησης του δικτύου. Ο ανάδοχος θα έχει ως υποχρέωση την συντήρηση του δικτύου σε διάρκεια 2 ετών από την στιγμή που θα έχει υλοποιηθεί, και υπογραφεί από τον δήμο, το δίκτυο.

Ο ανάδοχος με τον δήμο θα υπογράψει συμφωνητικό εγγύησης και καλής λειτουργίας του δικτύου. Οι βασικοί άξονες της εγγύησης θα πρέπει να περιλαμβάνουν τα παρακάτω

- Οι υπογραφόμενες εγγυήσεις θα έχουν να κάνουν με διμερείς σχέσεις του ανάδοχου και του δήμου.
- Για την συμμετοχή στον διαγωνισμό για την ανάληψη του έργου, ο διαγωνιζόμενος θα πρέπει να παρουσιάσει αναλυτικά όλα τα στοιχεία που αφορούν τις εγγυήσεις του παθητικού/ενεργητικού εξοπλισμού.
- Ο διαγωνιζόμενος εντός των 2 ετών, θα πρέπει να έχει πλήρη γνώση των σφαλμάτων, και θα παρουσιάζει κάθε 6 μήνες αναλυτική περιγραφή προς τον δήμο, τα αίτια, την διάρκεια επιδιόρθωσης, και τις μεθόδους που ακολουθήθηκαν για την επιδιόρθωση των σφαλμάτων.
- Ο διαγωνιζόμενος οφείλει να παρουσιάσει, με ποιον τρόπο και πότε θα μπορεί ο υπεύθυνος του δήμου να επικοινωνεί μαζί του. Ο ανάδοχος από την στιγμή ανάληψης του έργου, οφείλει να παρουσιάζει τα στοιχεία επικοινωνίας, αλλά

και μεθόδους αντικατάστασης εσφαλμένων συσκευών σε βάθος 8 ετών, πλέον της υλοποίησης του έργου.

- Ο ανάδοχος οφείλει να αντικαταστήσει κάθε στοιχείο του δικτύου που δεν λειτουργεί σωστά εντός 48 ωρών.

6.2. Συντήρηση και υποστήριξη υλικού πλέον των 2 ετών από την υλοποίηση του έργου

Μετά το πέρας των 18 μηνών, θα διενεργηθεί νέος διαγωνισμός για την περαιτέρω επέκταση της εγγύησης καλή λειτουργίας είτε για την πρόσληψη προσωπικού συντήρησης του δικτύου. Στα πλαίσια του συμβολαίου αυτού θα πρέπει να καθίσταται σαφείς οι νεότερες ανάγκες του δήμου, και υποχρεώσεις του συντηρητή.

6.3. Επέκταση του δικτύου

Η επέκταση του δικτύου αφορά την συνένωση του ασύρματου μητροπολιτικού δικτύου του δήμου με όμορους δήμους. Στα πλαίσια που καθίσταται ικανό, και χωρίς την περαιτέρω επιβάρυνση του προϋπολογισμού, ασύρματες ζεύξεις μπορούν να υλοποιηθούν με όμορους δήμους, όμως οι κανόνες και προϋποθέσεις για να πραγματοποιηθεί είναι στην αποκλειστική ευθύνη του δήμου. Είναι επίσης στην διακριτική ευχέρεια του δήμου να προκηρύξει την περαιτέρω ανάπτυξη του δικτύου σε ευρύτερα τμήματα του δήμου.

7. Απαιτούμενες εργασίες και τεχνικές προδιαγραφές του αναγκαίου εξοπλισμού για την διασύνδεση των άλλων κατηγοριών δικτύων με την Ασύρματη Ευρυζωνική Υποδομή

7.1. ΣΥΖΕΥΞΙΣ

Το ΣΥΖΕΥΞΙΣ είναι ένα Δίκτυο Δημόσιας Διοίκησης, το οποίο προβλέπεται να διασυνδέσει τις Δημοτικές Υπηρεσίες, τα Κέντρα Υγείας, τα Δημόσια σχολεία και Δημόσια Κέντρα Εκπαίδευσης και τα Παραρτήματα Υπουργείων με την κεντρική δημόσια διοίκηση. Αποτελεί τυπικό έργο παροχής τηλεπικοινωνιακών και τηλεματικών υπηρεσιών μεγάλης έκτασης και κλίμακας. Καλύπτει το σύνολο της Ελληνικής Επικράτειας με παρουσία σε περίπου 1800 σημεία. Αναφέρεται σε Φορείς του Ελληνικού Δημόσιου Τομέα, οι ανάγκες των οποίων δεν περιορίζονται σε απλές τηλεφωνικές συνδέσεις αλλά επεκτείνονται περιλαμβάνοντας προηγμένες υπηρεσίες φωνής, δεδομένων και εικόνας (Πηγή: «Παράρτημα Σύντομης Παρουσίασης Εθνικού Δικτύου Δημόσιας Διοίκησης 'ΣΥΖΕΥΞΙΣ'»). Πράγματι το έργο θα οδηγήσει στη δημιουργία συμπληρωματικής υποδομής που θα διασυνδέσει ΟΛΕΣ τις δημόσιες και δημοτικές υπηρεσίες εντός του Δήμου με το Δημαρχείο το σημείο δηλαδή στα οποία καταλήγει το **ΣΥΖΕΥΞΙΣ**. Αντίστοιχα προβλέπεται η χρήση της ευρυζωνικής υποδομής από τα σχολεία ως εναλλακτική ευρυζωνική υποδομή στην υποδομή του Σχολικού

Δικτύου (EDUNET). Η χρήση της υποδομής αυτής θα επιτρέψει την απομακρυσμένη πρόσβαση στις υπηρεσίες του Δήμου, οδηγώντας στην δραστηριοποίηση των κοινοτικών γραφείων που υπάρχουν σε κάθε Δημοτικό Διαμέρισμα επιτρέποντας στην πράξη την αποκέντρωση των προσφερόμενων υπηρεσιών ακόμα και εντός του Δήμου (με αντίστοιχο κέρδος σε χρόνο για τον πολίτη και καταπολέμηση της γραφειοκρατίας). Αυτή η περίπτωση αφορά ιδιαίτερα τις κοινωνικά ευπαθείς κατηγορίες που διαμένουν εκτός αστικού κέντρου και δεν μπορούν να μετακινηθούν προς το Δημαρχείο ή το ΚΕΠ, αλλά και τις τηλεπικοινωνιακά μειονεκτούσες περιοχές. Στόχος είναι να αποτελέσει το Εθνικό Δίκτυο της Δημόσιας Διοίκησης, το οποίο για τρία χρόνια χωρίς κανένα κόστος θα προσφέρει στους φορείς που εντάσσονται σε αυτό υπηρεσίες όπως:

- Διασύνδεση σε ένα Ενιαίο Δίκτυο Δεδομένων και φωνής περί των 2000 φορέων της Δημόσιας Διοίκησης
- Ευρυζωνικές υπηρεσίες πρόσβασης στο Internet και υπηρεσίες Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου
- Διαδικτυακή Πύλη με υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας (π.χ Υπηρεσίες καταλόγου, εφαρμογές τηλεσυνεργασίας κ.λ.π) σε όλους τους φορείς της Δημόσιας Διοίκησης)
- Υποδομή ασφάλειας για την έκδοση ψηφιακών πιστοποιητικών
- Ηλεκτρονικό σύστημα Τηλεκπαίδευσης (Σύγχρονης και Ασύγχρονης)
- Υπηρεσίες Τηλεδιάσκεψης
- Δωρεάν τηλεφωνία τόσο μεταξύ των Υπηρεσιών του Φορέα, όσο και για όλες τις συνδεδεμένες Υπηρεσίες.

Οφέλη

Κύριος σκοπός του Έργου είναι η βελτίωση της λειτουργίας των φορέων της Ελληνικής Δημόσιας Διοίκησης, με την αναβάθμιση της ποιότητας των προσφερόμενων σε αυτούς τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών και την παροχή προηγμένων τηλεματικών υπηρεσιών.

Οι στόχοι που επιδιώκονται με το Έργο είναι:

- Ο εκσυγχρονισμός της Ελληνικής Δημόσιας Διοίκησης (υλοποίηση του μοντέλου της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης) με την παροχή προηγμένων τηλεματικών υπηρεσιών και υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας.
- Η διάδοση των δυνατοτήτων του Έργου στα στελέχη του Ελληνικού Δημόσιου Τομέα. Οι ενέργειες κατάρτισης που προβλέπονται στο πλαίσιο του Έργου, αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του συνόλου των ενεργειών κατάρτισης που προβλέπονται στο πλαίσιο της αναβάθμισης του ανθρώπινου δυναμικού του Ελληνικού Δημόσιου Τομέα, τόσο όσον αφορά την κατάρτιση στη χρήση πληροφοριακών συστημάτων, όσο και στην απόκτηση βασικών δεξιοτήτων στη χρήση των νέων τεχνολογιών.
- Η αποτελεσματική εκμετάλλευση των πληροφοριακών συστημάτων των φορέων του Ελληνικού Δημόσιου Τομέα μέσω της λειτουργικής διασύνδεσης των συστημάτων αυτών, της εγκατάστασης ιεραρχικού δικτύου εξυπηρετητών και της διαχείρισης των τελικών χρηστών στη λογική κλειστών περιβαλλόντων.

- Η εκμετάλλευση εναλλακτικών πηγών πληροφοριών και η αποφυγή επικαλύψεων - επαναλήψεων σε βάσεις δεδομένων και δικτυακές εγκαταστάσεις.
- Η αποτελεσματική διαχείριση της διακίνησης των δεδομένων των φορέων του Ελληνικού Δημόσιου Τομέα και η κεντρική και κατακεντρωμένη υποστήριξη των τηλεματικών εφαρμογών.
- Η μείωση του κόστους της επικοινωνίας μεταξύ των φορέων του Ελληνικού Δημόσιου Τομέα με ταυτόχρονη αύξηση της ταχύτητας και ασφάλειας διακίνησης των πληροφοριών.
- Η ενοποιημένη αναβάθμιση των παρεχόμενων προς τον πολίτη υπηρεσιών, μέσω αυτοματοποιημένων και φιλικών προς τον χρήστη συστημάτων πληροφόρησης και διεκπεραίωσης συναλλαγών με τις Ελληνικές Δημόσιες Υπηρεσίες.
- Η εύκολη και γρήγορη αναζήτηση από τον πολίτη πληροφοριών οι οποίες έχουν ως πηγή Φορείς του Ελληνικού Δημόσιου Τομέα.
- Η βελτίωση της εξυπηρέτησης του πολίτη, ιδιαίτερα για διαδικασίες οι οποίες απαιτούν εμπλοκή περισσοτέρων του ενός φορέα, με τελικό στόχο την παροχή υπηρεσιών μιας στάσης.
- Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχονται από την απελευθέρωση των τηλεπικοινωνιών και από την ανάπτυξη εναλλακτικών τρόπων υλοποίησης και χρηματοδότησης τηλεπικοινωνιακών έργων.
- Η μείωση του "ψηφιακού χάσματος" στο πλαίσιο της κοινωνίας της πληροφορίας.
- Παράλληλα, με την υλοποίηση του Έργου επιδιώκεται η ανάπτυξη της βιομηχανίας πληροφορικής και επικοινωνιών σε ένα περιβάλλον υγιούς ανταγωνισμού και η πλήρης αξιοποίηση των επενδύσεων στις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών. Η εμφάνιση ενός τόσο μεγάλου Έργου όπως το "ΣΥΖΕΥΞΙΣ" αναμένεται να επηρεάσει την αγορά των τηλεπικοινωνιών κυρίως στην παροχή των ευρυζωνικών υπηρεσιών.

Όπως απορρέει ξεκάθαρα απ' όλα τα προαναφερθέντα το Σύζευξις είναι ένα έργο που θα δώσει νέα πνοή στη κοινωνία της πληροφορίας και όλοι θα βγουν κερδισμένοι. Είναι ένα βήμα προς το αύριο που θα αποτελέσει το εφαλτήριο για την ανάπτυξη και δραστηριοποίηση νέων εφαρμογών σε μέρη που μέχρι χθες δεν ήταν εφικτό. Αναλογιζόμενος λοιπόν κανείς όλα αυτά καταλαβαίνει τη σημαντικότητα του να υπάρξει σύνδεση του Ασύρματου Ευρυζωνικού Δικτύου και με το πρόγραμμα αυτό.

7.2. Προοπτικές επέκτασης Ασύρματου Δικτύου σύμφωνα με το πρόγραμμα ΣΥΖΕΥΞΙΣ

Διασύνδεση με το ΣΥΖΕΥΞΙΣ

Το ΣΥΖΕΥΞΙΣ υλοποιείται μέσω μικρού αριθμού νησίδων (με αντίστοιχους Αναδόχους) που καλύπτουν όλο τον Ελλαδικό χώρο. Επιπλέον έχει διαχωρίσει τους φορείς της Δημόσιας Διοίκησης σε 4 κατηγορίες, όπου οι φορείς κάθε κατηγορίας ανήκουν σε ξεχωριστό εικονικό δίκτυο (VPN). Το ΣΥΖΕΥΞΙΣ χρησιμοποιεί τον μηχανισμό NAT με απόδοση ιδιωτικών IP

διευθύνσεων στους τελικούς χρήστες και παρέχει ένα μικρό αριθμό πραγματικών IP διευθύνσεων για δρομολόγηση της κίνησης προς άλλες νησίδες και προς το Internet. Οι πραγματικές IP διευθύνσεις που είναι διαθέσιμες ανήκουν τυπικά στους ΟΤΑ και θα δοθούν στον ανάδοχο για να χρησιμοποιηθούν από τα δίκτυα των Δήμων.

Η προτεινόμενη λύση είναι ο δρομολογητής του κεντρικού κόμβου να παρέχει διασύνδεση σε επίπεδο IP (μέσω του address space του ΣΥΖΕΥΞΙΣ, ιδιωτικών διευθύνσεων και μελλοντικά IPv6). Στη συνέχεια ο δρομολογητής του κεντρικού κόμβου θα συνδέεται σε επίπεδο IP με το δρομολογητή του ΣΥΖΕΥΞΙΣ που θα λειτουργεί πλέον περισσότερο σαν CPE. Επίσης, η υπηρεσία VoIP που θα παρέχει ο δρομολογητής του κεντρικού κόμβου για την ενδο-δημοτική τηλεφωνία θα πρέπει να διασυνδέεται με την αντίστοιχη του ΣΥΖΕΥΞΙΣ για τις ζώνες που οι συνδέσεις του ΣΥΖΕΥΞΙΣ σε κάθε Δήμο προσφέρουν.

7.3. Φορείς της περιοχής που συμμετέχουν στο πρόγραμμα ΣΥΖΕΥΞΙΣ

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι φορείς που είναι υπεύθυνοι για την διασύνδεση του ασύρματου μητροπολιτικού δικτύου με το πρόγραμμα ΣΥΖΕΥΞΙΣ.

Φορέας	Τηλ. Κέντρου	Τηλ. Κέντρου Σύζευξης	E-Mail	Ιστοσελίδα
Γενικό Νοσοκομείο -ΚΥ Φιλιατών	2664020122	2664360200		http://www.gnfiliaton.gr
Δήμος Αχέροντα	2666041328	2666360300	axeron@otenet.gr	
Δήμος Ηγουμενίτσας	2665022323	2665361100	igoumenl@otenet.gr	http://www.igoumenitsa.gr
Δήμος Μαργαριτίου	2665098800	2665361700	dmmargar@otenet.gr	
Δήμος Παραμυθίας	2666022000	2666360100	info@paramythia.gr	http://www.paramythia.gr
Δήμος Παραποτάμου	2665092070	2665361400		
Δήμος Συβοτών		2665361500		
Δήμος Φιλιατών		2664360100		
ΘΧΠ Ηγουμενίτσας		2665360800		
Ίδρυμα Κοινωνικής Πρόνοιας Φιλιατών		2664360600		
Κ.Ε.Π Ηγουμενίτσας	2665029022	2665360000	d.igoumenitsa@kep.gov.gr	
Κέντρο Παιδικής Μέριμνας Αρρένων Φιλιατών		2664360700		
Κέντρο Υγείας Μαργαριτίου	2665098811	2665360700	kym@gnfiliaton.gr	
Κέντρο Υγείας Ηγουμενίτσας		2665361000		

Κέντρο Υγείας Παραμυθίας				
Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Θεσπρωτίας	2665099914	2665360100	info@nathesprotias.gr	http://www.thesprotia.gr
ΣΓ Ηγουμενίτσας	2665022367	2665360900	sgigoymeni@stratologia.gr	

7.4. Τεχνικές προδιαγραφές των απαραίτητων εξαρτημάτων διασύνδεσης

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ & ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ
10/100/1000BASE-T UTP to 1000BASE-X Fiber Media Converter and Network Interface Device			
1.1	Υποστήριξη πρωτοκόλλων 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T, 1000BASE-X με 10,240 bytes max. frame size		Αναγκαίο
1.2	Καλώδιο UTP	EIA/TIA 568A/B, Κατηγορία 5 και άνω	Αναγκαίο
1.3	Καλώδιο οπτικής ίνας	Multimode: 50/125, 62.5/125, 100/140μm Single-mode: 9/125μm	Αναγκαίο
1.4	Καλώδιο σειριακό	RS-232, 22 to 24 AWG, 12 to 50 pF/ft.	Αναγκαίο
1.5	RJ-45 Interface		Αναγκαίο
1.6	Fiber Interface		Αναγκαίο
1.7	Ενδεικτικά LEDs		Αναγκαίο
1.8	Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας		-40° έως 60° C
1.9	Υγρασία περιβάλλοντος λειτουργίας		5% - 95%
1.10	Αποδεκτό MTBF		≥ 200hrs
1.11	Safety standards (τουλάχιστον 3)		UL, CE, FCC Class A, MEF 9, MEF 14, NEBS3

7.5. Διασύνδεση με το Μητροπολιτικό Δίκτυο Οπτικών Ινών

Το ασύρματο ευρυζωνικό δίκτυο θα αποτελεί επέκταση του ήδη εγκατεστημένου δικτύου οπτικών ινών. Στην αντίστοιχη μελέτη εγκατάστασης του Μητροπολιτικού Δικτύου Οπτικών ινών συμπεριλαμβάνονται τα εξής χαρακτηριστικά, από τα οποία θα γίνεται άμεση διασύνδεση οπτικής ίνας και Ασύρματου Σημείου Πρόσβασης:

- Η φυσική τοπολογία – όδευση του δικτύου (σκαπτικά έργα στην πόλη)
- Αναλυτική αποτύπωση της όδευσης (διαδρομές, φρεάτια)
- Η λογική τοπολογία του δικτύου

- Αναλυτική καταγραφή των οπτικών ινών οι οποίες απαιτούνται μεταξύ κόμβων και των συμμετεχόντων σημείων
- Ενδεικτικές τιμές αποστάσεων μεταξύ όλων των κόμβων, σημείων και φρεατίων του δικτύου.

Η φυσιολογία των ασύρματων διασυνδέσεων είναι δύσκολο να μελετηθεί με ηλεκτρομαγνητικό τρόπο, και ο ανάδοχος οφείλει να παρουσιάσει το αναλυτικό μοντέλο βασιζόμενο σε μετρήσεις που θα διαρκέσουν πλέον του ενός μηνός. Τα παραπάνω βασίζονται στην περιγραφή του μητροπολιτικού δικτύου οπτικών ινών ότι θα πρέπει να είναι επεκτάσιμο ακόμη και με πρωτοβουλία τρίτων μερών, τα οποία θα μπορούν να κατασκευάσουν συμπληρωματικές υποδομές συγκέντρωσης χρηστών και πρόσβασης και να επιζητήσουν τη διασύνδεση των υποδομών αυτών (κατά τεκμήριο σε κόμβους διανομής ή πρόσβασης) μέσω φρεατίων και σωληνώσεων της παρούσας υποδομής. Επίσης να μπορούν να προστεθούν κόμβοι οποιουδήποτε επιπέδου μεταξύ υπάρχοντων κόμβων. Η διασύνδεση των διαφόρων σημείων με τα φρεάτια οπτικών ινών οφείλουν να γίνουν από τον ανάδοχο, ενώ είναι στην διακριτική ευχέρεια του αναδόχου ο τρόπος διασύνδεσης μεταξύ των Ασύρματων Σημείων Πρόσβασης (καθότι μπορεί να γίνει διασύνδεση είτε ασύρματη Adhoc ή Mesh είτε ενσύρματη). Σε κάθε περίπτωση τα μήκη των καλωδίων, και η ποιότητα των ασύρματων διασυνδέσεων θα πρέπει να αναγράφονται αναλυτικά.

Πιθανός Εξοπλισμός:

Νησίδα : κατευθυντική κεραία + δρομολογητής + switch + ασύρματη γέφυρα, Adhoc ή Mesh + οπτική καλωδίωση + οπτικός κατανεμητής + UTP καλωδίωση + F/O to UTP Transceivers

7.6. Εργασίες για την διασύνδεση ετερογενών δικτύων με το ασύρματο δίκτυο

- Οι εργασίες θα περιλαμβάνουν τρία διαφορετικά στοιχεία, και είναι ευθύνη του αναδόχου για την πλήρη διαλειτουργικότητα.
- Διασύνδεση Ασύρματου Δικτύου με το ΣΥΖΕΥΞΙΣ: Το ΣΥΖΕΥΞΙΣ ως πρόγραμμα διασύνδεσης δημόσιων φορέων και παροχής διαδικτυακών πληροφοριών, θα διασυνδέεται με το ασύρματο δίκτυο, ανάλογα με τον τερματικό του εξοπλισμό Ethernet. Ο Ανάδοχος θα προσδιορίσει τον τρόπο διασύνδεσης των δημοσίων κτιρίων/φορέων, τα οποία δεν βρίσκονται υπό το δίκτυο ΣΥΖΕΥΞΙΣ ώστε να διασυνδέονται μέσω ασυρμάτων σημείων πρόσβασης. Ο Δήμος αντίστοιχα θα προσδιορίσει εκείνα τα κτίρια τα οποία επιθυμεί να παρέχει πρόσβαση και δεν περιλαμβάνονται στον αναλυτικό πίνακα του ΣΥΖΕΥΞΙΣ.
- Το Μητροπολιτικό Δίκτυο οπτικών ινών θα αποτελεί την βάση για την επέκταση των ευρυζωνικών υπηρεσιών στην ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος του δήμου. Ο ελάχιστος ρυθμός μετάδοσης θα είναι 11Mbps μέσω του ασυρμάτου δικτύου και σημείων όπου το ΜΔΟ δεν έχει πρόσβαση. Το κόστος αλλά και η τεχνικές διασύνδεσης με το ΜΔΟ δεν αποτελούν μέρος της μελέτης καθώς έχουν εξεταστεί και αντίστοιχα κοστολογηθεί στο ΜΔΟ ως κεφάλαιο διασυνδέσεων με άλλα δίκτυα.
- Τα σημεία τα οποία δεν καλύπτονται ούτε από το ΣΥΖΕΥΞΙΣ ούτε από το ΜΔΟ θα καλύπτονται ηλεκτρομαγνητικά από το ασύρματο δίκτυο (τουλάχιστον όσον αφορά

της περιοχές ιδιαίτερης τηλεπικοινωνιακής ζήτησης) με κατευθυντικές ή ήμι-κατευθυντικές ζεύξεις.

8. Ανάλυση Προϋπολογισμού και Τεύχος Δημοπράτησης του

Έργου

8.1. Περιοχές κάλυψης Εξωτερικού Χώρου

Παρακάτω προσδιορίζονται τα βασικά σημεία εγκατάστασης των ΑΣΠ.

Σημεία Επιθυμητής Κάλυψης	Γεωγραφικό Μήκος (Longitude)	Γεωγραφικό Πλάτος (Latitude)	Σημείο Εγκατάστασης	Πρόσβαση στο Δίκτυο	Αριθμός ζεύξεων	Εσωτερική Κάλυψη
Δημοτική Παραλία Δρεπάνου	39°30'29N	20°13'19E	Τουριστικό Περίπτερο. Αντικεραινική Προστασία	Ασύρματη	4 X 5GHz και 2 ΑΣΠ προς τις Παραλίες Δρεπάνου και Μακρυγιαλίου	OXI
Λιμάνι 1	Λιμεναρχείο		Ύψος Κεραιοσυστήματος ~3μ	Ασύρματη, Οπτική Ίνα, ΣΥΖΕΥΞΙΣ	1 X 5GHz και 2 X ΑΣΠ 2.4GHz	NAI
Λιμάνι 2	39°29'40N	20°15'41E	Ύψος Κεραιοσυστήματος ~3μ	Ασύρματη, Οπτική Ίνα	2 X 5GHz και 3 ΑΣΠ 2.4 GHz (2 sector & 1 omni)	OXI
Λιμάνι 3	39°30'06N	20°15'46E	Ύψος Κεραιοσυστήματος ~3μ	Ασύρματη, Οπτική Ίνα	2 X 5GHz και 3 ΑΣΠ 2.4 GHz (2 sector & 1 omni)	NAI
Πάρκο Κεραιών	39°29'00N	20°14'09E	Πυλώνες Κεραιών. Θα επιλεγεί το ακριβές σημείο σε συνεργασία με τον φορέα διαχείρισης του Πάρκου. Δεν απαιτείται αντικεραινική προστασία	Ασύρματη	5 X 5GHz και 1 ΑΣΠ με sectorial προς το λιμάνι	OXI
Δημοτικό Περίπτερο	39°30'37N	20°16'15E	Ύψος κεραιοσυστήματος 3- 6μ. Αντικεραινική Προστασία	Ασύρματη	3 X 5GHz και 1 ΑΣΠ 2.4GHz	NAI
Παλιό Λαδοχώρι	39°29'06N	20°16'03E		Ασύρματη, Ενσύρματη	2 X 5 GHz	OXI
(Νέο) Λαδοχώρι	39°29'28N	20°15'43E	Κλειστό Γυμναστήριο. Ύψος Κεραιοσυστήματος 3-6μ, Αντικεραινική Προστασία	Οπτική Ίνα	2 X 5GHz, 2 ΑΣΠ 2.4GHz	NAI
Γραικοχώρι	39°29'48N	20°16'24E	Δημοτικό Σχολείο Γραικοχωρίου. Μέγιστο Ύψος κεραιών 3μ, Αντικεραινική	Οπτική Ίνα, ΣΥΖΕΥΞΙΣ,	1 X 5GHz, 1 ΑΣΠ 2.4GHz	OXI

			Προστασία			
Δήμος Ηγουμενίτσας (Κτίριο)	39°30'23N	20°15'50E	Ύψος κεραιοσυστήματος 3- 6μ. Αντικεραυνική Προστασία	Οπτική Ίνα, Ενσύρματη και ΣΥΖΕΥΞΙΣ		NAI
Βιολογικός Καθαρισμός	39°29'29N	20°12'54E	Ύψος κεραιοσυστήματος 3- 6μ	Ασύρματη	1 X 5GHz	OXI
Πλαταριά (όμορος Δήμος)	39°26'53N	20°16'41E	Οποιοσδήποτε Δημοτικός Χώρος	Ασύρματη	1 X 5GHz	-
Σύβota (όμορος Δήμος)	39°24'31N	20°14'23E	Οποιοσδήποτε Δημοτικός Χώρος	Ασύρματη	1 X 5GHz	-
Δήμος Παραπόταμου (όμορος Δήμος)	39°33'09N	20°18'59E	Οποιοσδήποτε Δημοτικός Χώρος	Ασύρματη	1 X 5GHz	-

8.2. Ενδεικτικός Προϋπολογισμός του έργου

Στους παρακάτω πίνακες προσδιορίζονται οι ακριβείς ποσότητες του ενεργητικού και του παθητικού εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση του Ασύρματου Μητροπολιτικού Δικτύου του Δήμου Ηγουμενίτσας, με βάση τα στοιχεία που έχουμε από την χωροταξική και ηλεκτρομαγνητική κάλυψη, και όπως προσδιορίστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Ο προϋπολογισμός θα διαχωρισθεί σε δυο διαφορετικές περιπτώσεις, ώστε να υπάρχει δυνατότητα κατάθεσης ποικιλίας προτάσεων και χρήσης διαφορετικών τεχνολογιών. Κατά την διάρκεια της υποβολής των προτάσεων ο διαγωνιζόμενος θα μπορεί να επιλέξει σε ποια περίπτωση επιθυμεί να κριθεί. Οι τεχνικές προδιαγραφές των παρακάτω έχουν αναλυθεί στο κεφάλαιο 3.5 και θα πρέπει να τηρούνται αυστηρά.

Περίπτωση 1 (Single Device Interface)

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣ.	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑ (€)	ΣΥΝΟΛΟ (€)
1	Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Εξωτερικού Χώρου στα 2.4GHz	30	700	21.000
2	Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Εξωτερικού Χώρου στα 5GHz	35	700	24.500
3	Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Εσωτερικού Χώρου στα 2.4GHz	10	450	4.500
4	Outdoor Antenna (Omni)	20	70	1.400
5	Outdoor Antenna (Sectorial)	30	160	4.800
6	Outdoor Antenna (Directional)	20	180	3.600
7	Indoor Antenna Sectorial	8	40	320
8	Αντικεραυνική Προστασία	60	30	1.800
9	Κουτί εξωτερικού χώρου	10	30	300
10	Ιστός κεραιών (3-6μ) και καλωδιώσεις	50	300	15.000
11	Δρομολογητής Κόμβων	20	1.100	22.000

12	Ethernet Μεταγωγείς Κόμβων	20	200	4.000
13	Ethernet Μεταγωγείς Τερματικών Σημείων	10	3.000	30.000
14	UPS Προστασία ρεύματος για τους τερματικούς κόμβους	2	1.200	2.400
15	Servers / Εξυπηρετητές	2	1.500	3.000
16	Συντήρηση και τεχνική υποστήριξη	24 Μήνες	2.200	2.200
17	Δοκιμές και Εκπαίδευση	1	6.000	6.000
18	Network Management System	1	5.000	5.000
	ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ			151.820
	Κόστος εγκατάστασης / Εργολαβικό Κόστος			16.247
	ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ			168.067
	ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΦΠΑ			200.000

Περίπτωση 2 (Mesh Topology Layer 3)

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣ.	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑ (€)	ΣΥΝΟΛΟ (€)
1	Κατηγορία συσκευών Mesh 1	20	2.000	40.000
2	Κατηγορία συσκευών Mesh 2	15	3.000	45.000
3	Κατηγορία συσκευών Mesh 3	5	5.000	25.000
4	Ιστός κεραίων (3-6μ) και καλωδιώσεις	20	200	4.000
5	Δρομολογητής Κόμβων	5	1.000	5.000
6	Ethernet Μεταγωγείς Κόμβων	5	200	1.000
7	Ethernet Μεταγωγείς Τερματικών Σημείων	5	3.000	15.000
8	UPS Προστασία ρεύματος για τους τερματικούς κόμβους	2	1.200	2.400
9	Servers / Εξυπηρετητές	2	1.500	3.000
10	Συντήρηση και τεχνική υποστήριξη	24 Μήνες	2.000	2.000
11	Δοκιμές και Εκπαίδευση	1	6.000	6.000
12	Network Management System	1	5.000	5.000
	ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ			153.400
	Κόστος εγκατάστασης / Εργολαβικό Κόστος			14.6667
	ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ			168.067
	ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΦΠΑ			200.000

Περίπτωση 3 (Multiple Device Interface)

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣ.	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑ (€)	ΣΥΝΟΛΟ (€)
1	Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Εξωτερικού	30	700	21.000

	Χώρου πολλαπλών Interface 1			
2	Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Εξωτερικού Χώρου πολλαπλών Interface 2	40	800	32.000
3	Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης Εσωτερικού Χώρου στα 2.4GHz	10	450	4.500
4	Outdoor Antenna (Omni)	20	70	1.400
5	Outdoor Antenna (Sectorial)	40	160	6.400
6	Outdoor Antenna (Directional)	30	180	5.400
7	Indoor Antenna Sectorial	8	40	320
8	Αντικεραυνική Προστασία	60	30	1.800
9	Κουτί εξωτερικού χώρου	10	30	300
10	Ιστός κεραιών (3-6μ) και καλωδιώσεις	51	300	15.300
11	Δρομολογητής Κόμβων	10	1100	11.000
12	Ethernet Μεταγωγείς Κόμβων	20	200	4.000
13	Ethernet Μεταγωγείς Τερματικών Σημείων	10	3000	30.000
14	UPS Προστασία ρεύματος για τους τερματικούς κόμβους	2	1200	2.400
15	Servers / Εξυπηρετητές	2	1500	3.000
16	Συντήρηση και τεχνική υποστήριξη	2	1000	2.000
17	Δοκιμές και Εκπαίδευση	1	6000	6.000
18	Network Management System	1	5000	5.000
	ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ			151.820
	Κόστος εγκατάστασης / Εργολαβικό Κόστος			16.247
	ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ			168.067
	ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ ΦΠΑ			200.000

* Ο διαγωνιζόμενος μπορεί να παρουσιάσει τεχνολογίες Mesh Mode, Grid, και νεότερες τεχνολογίες όπως WiMAX, οι οποίες θα κριθούν με διαφορετικά κριτήρια. Στα πλαίσια αυτά οι τιμές θα μεταβληθούν αναλόγως, με κριτήριο την αποτελεσματικότερη μετάδοση των πληροφοριών.

** Ο συνολικός προϋπολογισμός θα παραμείνει σταθερός και θα προσδιορισθεί σε δεύτερο επίπεδο από το ίδιο το δήμο.

*** Η αναλυτική περιγραφή όλων των παραπάνω έχουν γίνει στο κεφάλαιο 2.

**** Τα σημεία εγκατάστασης ΑΣΠ εσωτερικών χώρων θα γίνουν σε συνεννόηση με τον υπεύθυνο της εκάστοτε υπηρεσίας και τον επιβλέποντα μηχανικό.

***** Οι ακριβείς τοποθεσίες εγκατάστασης των μη προσδιορισμένων ΑΣΠ εξωτερικών χώρων θα γίνει σε συνεννόηση με τον επιβλέποντα μηχανικό.

8.3. Κριτήρια Αξιολόγησης του έργου

Η αξιολόγηση της Τεχνικής Προσφοράς γίνεται μόνο για τις προσφορές που εκπληρώνουν τα κριτήρια τα οποία θα θέσει ο Δήμος Ηγουμενίτσας.

Κατά την διάρκεια της αξιολόγησης των προσφορών, οι διαγωνιζόμενοι, εκπροσωπούμενοι από τον τεχνικό Υπεύθυνο του Έργου καθώς επίσης και από αντιπροσωπεία τουλάχιστον δυο ακόμα ατόμων που συμμετείχαν στην προσφορά, οφείλουν να παραστούν για να παρουσιάσουν την τεχνική προσφορά τους στην επιτροπή κρίσης του έργου.

Η Αναθέτουσα Αρχή θα ενημερώσει τους διαγωνιζόμενους για την χρονική διάρκεια της παρουσίας, τον τόπο αλλά και τον υπεύθυνο της επιτροπής κρίσης.

Τα κριτήρια επιλογής του έργου είναι τα εξής με αντίστοιχα βάρη.

Κάλυψη των ειδικών απαιτήσεων του Δήμου Ηγουμενίτσας

Υποκριτήρια:

- Αξιολόγηση των απαιτήσεων και ιδιαιτεροτήτων του έργου – 10%
- Συμφωνία των τεχνικών χαρακτηριστικών με αντίστοιχα του διαγωνισμού – 15%
- Ποσοστό Κάλυψης των εξωτερικών χώρων του Δήμου και των σημείων ενδιαφέροντος – 15%
- Ποσοστό Κάλυψης των εσωτερικών χώρων – 5%
- Πληρότητα και σαφήνεια της προσφοράς – 10%
- Προφίλ της Εταιρείας όσον αφορά την υλοποίηση Ασυρμάτων Μητροπολιτικών Δικτύων (ΑΜΔ) σε επίπεδο ΟΤΑ Α' και Β' βαθμού – 5%

Ομάδα υλοποίησης του έργου και εγγύηση καλής λειτουργίας

Υποκριτήρια:

- Στελέχη που συμμετέχουν στην ομάδα έργου, και εμπειρία σε ΑΜΔ – 5%
- Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης και παράδοσης του έργου – 20%
- Προτεινόμενες υπηρεσίες – 5%
- Εκπαίδευση των μελών του Δήμου για την ευρύτερη χρησιμοποίηση του δικτύου – 10%

Παράρτημα Α: Συγκρότηση Επιτροπών Κρίσεων του έργου – Προς την Διακύρηξη

Επιτροπή Κρίσης του έργου (ΕΠΕ)

Στόχος της επιτροπής αυτής είναι να κρίνει την επάρκεια των διαγωνιζόμενων για την συμμετοχή τους στην διαγωνισμό ανάληψης του έργου. Σε δεύτερο επίπεδο η επιτροπή θα κρίνει την κάλυψη των ειδικών απαιτήσεων του έργου, και την ευρύτερη προσφορά με τα παραπάνω κριτήρια όπως ορίστηκαν. Η συγκρότηση της επιτροπής αυτής καθώς και η οργάνωση της είναι αποκλειστική υπευθυνότητα της αναθέτουσας αρχής του Δήμου, και θα περιλαμβάνει:

- 2 Αντιπροσώπους της Αναθέτουσας Αρχής του Δήμου
- 1 Αντιπρόσωπος της ακαδημαϊκής κοινότητας ως προς την κρίση και υλοποίηση των νέων τεχνολογιών
- 1 Αντιπρόσωπος του Τεχνικού Επιμελητηρίου με ειδικότητα σε θέματα Τηλεπικοινωνιών/Δικτύων
- 1 Αντιπρόσωπος της υλοποίησης της μελέτης

Λόγω της ταχύτητας εξέλιξης των τεχνολογιών ασυρμάτων δικτύων η επιτροπή θα είναι υπεύθυνη να ορίσει εάν νεότερες τεχνολογίες που θα παρουσιαστούν είναι ικανοποιητικές για να καλύψουν τις ειδικές απαιτήσεις του έργου.

Επιτροπή Ελέγχου και Παρακολούθησης (ΕΕΠ)

Με συνδυασμό μετρήσεων και δοκιμασιών, καθώς και των ελέγχων και της παρακολούθησης, διασφαλίζεται ότι το δίκτυο πρόσβασης έχει το αναμενόμενο επίπεδο ποιότητας. Ταυτόχρονα, ανακαλύπτονται οι ατέλειες σε πρώιμο στάδιο και έτσι αντιμετωπίζονται ευκολότερα. Ο έλεγχος και η παρακολούθηση θα πρέπει να γίνεται σε τακτά διαστήματα ώστε να τηρούνται οι τεχνικές προδιαγραφές. Η επιτροπή Ελέγχου και Παρακολούθησης θα συμπληρώνει ανά 1 μήνα μελέτη που θα καταθέτει στην Αναθέτουσα αρχή ως προς την ορθή υλοποίηση του δικτύου και θα καταδεικνύει οποιεσδήποτε ατέλειες.

Επιτροπή Παρακολούθησης και Παραλαβής (ΕΠΠ)

Η ΕΠΠ θα καταθέτει αναλυτική μελέτη στην αναθέτουσα αρχή για την υλοποίηση των κριτηρίων που έχουν ορισθεί από την μελέτη. Η ΕΠΠ προβαίνει σε δύο φάσεις παραλαβής οι οποίες συνδέονται και με την πληρωμή του Αναδόχου. Οι φάσεις αυτές θα είναι για την ορθή παρακολούθηση στο διάστημα δοκιμαστικής λειτουργίας και παραλαβής του έργου. Η ΕΠΠ έχει προθεσμία ενός (1) μηνός από την ημερομηνία ανακοίνωσης από τον Ανάδοχο της ολοκλήρωσης του έργου για να προβεί σε έγγραφες παρατηρήσεις της για τις αποκαταστάσεις και διορθώσεις που πρέπει να γίνουν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του έργου. Η Επιτροπή Παρακολούθησης και Παραλαβής του έργου θα διενεργεί απροειδοποίητα δειγματοληπτικούς ελέγχους σε όλη τη διάρκεια του έργου. Εάν σε αυτούς διαπιστωθούν αποκλίσεις στη υλοποίησης του έργου σε σχέση με τους όρους της σύμβασης ή πρόθεση παραπλάνησης της Αναθέτουσας Αρχής, τότε η ΕΠΠ εισηγείται στην Αναθέτουσα Αρχή την έναρξη των διαδικασιών για την κήρυξη του Αναδόχου ως έκπτωτου, ή την επιβολή σε αυτόν ποινικών ρητρών

Παράρτημα Β: Προτεινόμενα Στοιχεία - Προς την Συγγραφή Υποχρεώσεων - Διακύρηξη

B.1. Κατάθεση Προσφορών

Η κατάθεση των προσφορών θα γίνεται σύμφωνα με την αντίστοιχη φόρμα που θα παραδίδει στους διαγωνιζόμενους Αναθέτουσα Αρχή. Από την συμπλήρωση της φόρμας αυτής θα προκύπτει εάν καλύπτονται τα χαρακτηριστικά του ενεργητικού και του παθητικού εξοπλισμού. Ο διαγωνιζόμενος θα πρέπει να προσδιορίζει επίσης τον κατασκευαστή των προϊόντων, τον προμηθευτή καθώς και επίσης και τα αναλυτικά πρόσθετα στοιχεία, αλλά και την αιτιολόγηση αυτών ως προς της χρηστικότητα τους για την υλοποίηση του Ασυρμάτου Δικτύου. Η κάθε πρόσφορα θα πρέπει να συνοδεύεται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Εγγυητική Επιστολή Συμμετοχής
- Εγγυητική Επιστολή Προκαταβολής
- Εγγυητική Επιστολή Καλής Εκτέλεσης της Σύμβασης
- Εγγυητική Επιστολή Καλής Λειτουργίας

B.2. Κριτήρια Ανάθεσης

Τα κριτήρια με βάση τα οποία η Αναθέτουσα Αρχή αναθέτει τα έργα, τις υπηρεσίες και τις προμήθειες είναι κατά περίπτωση (α) είτε αποκλειστικά η χαμηλότερη τιμή, (β) είτε η πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά (γ) είτε με πρόταση νεότερων πιο αποτελεσματικών τεχνολογιών. Το κριτήριο της "χαμηλότερης τιμής" προσιδιάζει στην ανάθεση συμβάσεων που είναι πλήρως διευκρινισμένες ως προς την τεχνική υλοποίησής τους. Το κριτήριο της "πλέον συμφέρουσας από οικονομικής άποψης προσφοράς" προσιδιάζει στην ανάθεση συμβάσεων, των οποίων η ποιότητα των αντίστοιχων παραδοτέων κρίνεται ότι εξαρτάται από την ιδιαίτερη τεχνική, αλλά και οικονομική προσφορά του κάθε διαγωνιζόμενου. Το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής προκαθορίζει σε κάθε περίπτωση το κριτήριο ανάθεσης της δημοπρατούμενης σύμβασης στην προκήρυξη. Όταν δε κριτήριο ανάθεσης είναι η πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά, καθορίζονται το αργότερο στη διακήρυξη τα επί μέρους κριτήρια αξιολόγησης των τεχνικών προσφορών και υποδεικνύεται η σχετική στάθμιση που προσδίδεται σε καθένα από αυτά για τον προσδιορισμό της πλέον συμφέρουσας από οικονομική άποψη προσφοράς. Επιμέρους κριτήρια για την αξιολόγηση των προσφορών μπορεί να είναι κυρίως τα κάτωθι μεταβλητά κριτήρια που συνδέονται με την συγκεκριμένη σύμβαση: η τιμή, η προθεσμία εκτέλεσης ή παράδοσης, τα έξοδα λειτουργίας, η ποιότητα, η αποδοτικότητα, τα τεχνικά πλεονεκτήματα, τα αισθητικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, η τεχνική αξία, η τεχνική υποστήριξη και εξυπηρέτηση μετά την παραλαβή κλπ. Στη διακήρυξη καθορίζεται, τέλος, η σχέση τεχνικής και οικονομικής προσφοράς, έτσι ώστε να συνάγεται πάντοτε η πλέον συμφέρουσα από τεχνικής και οικονομικής άποψης προσφορά.

B.3. Αιτιολόγηση Ασυνήθιστα Χαμηλών Προσφορών

Εάν το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής θεωρήσει ότι η προσφορά ενός διαγωνιζόμενου είναι υπερβολικά χαμηλή σε σχέση με το αντικείμενο της δημοπρατούμενης σύμβασης, καλεί, πριν απορρίψει, την προσφορά τον διαγωνιζόμενο να αιτιολογήσει εγγράφως την σύνθεση της προσφοράς του και να εξακριβώνει αυτή τη σύνθεση, λαμβάνοντας υπόψη τις δοθείσες διευκρινίσεις (επαλήθευση προσφορών). Το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής μπορεί να λαμβάνει υπόψη τις επεξηγήσεις που αφορούν την οικονομία της μεθόδου κατασκευής ή τις επιλεγείσες τεχνικές λύσεις ή τις εξαιρετικά ευνοϊκές συνθήκες υπό τις οποίες ο οικονομικός φορέας θα εκτελέσει τη σύμβαση.

B.4. Προσφυγές

Κατά κάθε πράξης ή παράλειψης της Αναθέτουσας Αρχής (και κατ' επέκταση στο Δήμο τον ίδιο) αναφορικά με διενεργούμενο διαγωνισμό, καθώς και κατά της συμμετοχής οικονομικού φορέα και της διαδικασίας αποσφράγισης των προσφορών, είναι δυνατόν να ασκηθεί προσφυγή από κάθε οικονομικό φορέα που έχει έννομο συμφέρον. Όλες οι προσφυγές απευθύνονται στην Αναθέτουσα Αρχή, υποβάλλονται στην έδρα της και παραλαμβάνονται από το αρμόδιο όργανο. Επ' αυτών και εφόσον υποβληθούν έγκαιρα αποφαινεται αιτιολογημένα, κατόπιν εισήγησης της αρμόδιας επιτροπής, το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής μέσα σε προθεσμία δέκα (10) ημερών από της υποβολής τους. Αν παρέλθει άπρακτη η προθεσμία των δέκα (10) ημερών, τεκμαίρεται η απόρριψη των προσφυγών. Οι προσφυγές ασκούνται εντός ανατρεπτικής προθεσμίας πέντε (5) ημερών αφότου ο ενδιαφερόμενος έλαβε γνώση της πράξης ή παράλειψης της Αναθέτουσας Αρχής που προκαλεί ζημία στα συμφέροντά του. Η προθεσμία για την άσκηση της προσφυγής και η άσκησή της κωλύουν τη σύναψη της σύμβασης. Ειδικότερα, οι προσφυγές κατά της συμμετοχής οικονομικού φορέα και της διαδικασίας αποσφράγισης των προσφορών ασκούνται κατά τη διάρκειά της ή την επόμενη εργάσιμη ημέρα. Η προσφυγή αυτή δεν αναβάλλει ή διακόπτει το διαγωνισμό, αλλά εξετάζεται κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του διαγωνισμού από την αρμόδια επιτροπή κατά τον έλεγχο του φακέλου των δικαιολογητικών, και εκδίδεται η σχετική απόφαση από το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής. Η προσφυγή κατά της διακήρυξης ασκείται μέσα στο μισό του χρονικού διαστήματος από την τελευταία δημοσίευση της διακήρυξης ή την αποστολή της πρόσκλησης για υποβολή προσφορών (στην περίπτωση της κλειστής διαδικασίας) και μέχρι την καταληκτική ημερομηνία υποβολής των προσφορών. Για τον καθορισμό της προθεσμίας αυτής συνυπολογίζονται και οι ημερομηνίες της δημοσίευσης ή της αποστολής της πρόσκλησης και της υποβολής των προσφορών. Στην περίπτωση της κλειστής διαδικασίας, η προσφυγή κατά της διακήρυξης ασκείται μόνο από όσους προσκλήθηκαν να υποβάλουν προσφορά. Επί των προσφυγών κατά της διακήρυξης και εφόσον υποβληθούν έγκαιρα αποφαινεται αιτιολογημένα, κατόπιν εισήγησης της αρμόδιας επιτροπής, το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής, και η σχετική απόφαση εκδίδεται το αργότερο πέντε (5) εργάσιμες ημέρες πριν από την καταληκτική ημερομηνία υποβολής των προσφορών. Η προσφυγή κατά της πρόσκλησης για υποβολή αιτήσεων συμμετοχής σε κλειστή διαδικασία ασκείται μέσα στο μισό του χρονικού διαστήματος από την τελευταία δημοσίευση της πρόσκλησης και

μέχρι την ημερομηνία λήξεως υποβολής των αιτήσεων συμμετοχής. Για τον καθορισμό της προθεσμίας αυτής συνυπολογίζονται και οι ημερομηνίες της δημοσίευσης και της υποβολής των αιτήσεων συμμετοχής. Επί των προσφυγών κατά της πρόσκλησης για υποβολή αιτήσεων συμμετοχής και εφόσον υποβληθούν έγκαιρα αποφαιίνεται αιτιολογημένα, κατόπιν εισήγησης της αρμόδιας επιτροπής, το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής, και η σχετική απόφαση εκδίδεται το αργότερο πέντε (5) εργάσιμες ημέρες πριν από την καταληκτική ημερομηνία υποβολής των αιτήσεων συμμετοχής. Προσφυγή κατά της συμμετοχής οικονομικού φορέα σε οποιοδήποτε στάδιο του διαγωνισμού κοινοποιείται υποχρεωτικά σε αυτόν κατά του οποίου στρέφεται.

B.5. Αποτέλεσμα Διαγωνισμού

Το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής μπορεί να αποφασίσει: α. την κατακύρωση του αντικειμένου του διαγωνισμού ή μέρους αυτού κατά ποσοστό που ορίζεται στην προκήρυξη. Το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής γνωστοποιεί από την παραλαβή σχετικής γραπτής αίτησης, σε κάθε αποκλεισθέντα διαγωνιζόμενο τους λόγους απόρριψης της προσφοράς του και σε κάθε διαγωνιζόμενο που υπέβαλε παραδεκτή προσφορά, τα χαρακτηριστικά και τα σχετικά πλεονεκτήματα της επιλεγείσας προσφοράς καθώς και το όνομα του υποψήφιου αναδόχου. β. την ίση κατανομή του αντικειμένου του διαγωνισμού, εφόσον είναι διαιρετό, μεταξύ περισσοτέρων μειοδοτών με ισότιμες ή ισοδύναμες προσφορές. Εάν το αντικείμενο του διαγωνισμού δεν είναι διαιρετό, ο Ανάδοχος επιλέγεται με κλήρωση. Κατά τα λοιπά, η γνωστοποίηση του αποτελέσματος γίνεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στην προηγούμενη παράγραφο. γ. ματαίωση του αποτελέσματος του διαγωνισμού (και ενδεχομένως επανάληψή του ή συνέχισή του με τη διαδικασία της διαπραγμάτευσης). Το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής μπορεί να ματαιώσει ή επαναλάβει ορισμένο διαγωνισμό σε κάθε στάδιο της διαδικασίας, ιδίως για (i) παράτυπη διεξαγωγή, εφόσον από την παρατυπία επηρεάζεται το αποτέλεσμα της διαδικασίας, (ii) εάν το αποτέλεσμα της διαδικασίας κρίνεται αιτιολογημένα μη ικανοποιητικό για την Αναθέτουσα Αρχή, (iii) εάν ο ανταγωνισμός υπήρξε ανεπαρκής ή εάν υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι έγινε συνεννόηση των διαγωνιζομένων προς αποφυγή πραγματικού ανταγωνισμού, (iv) εάν υπήρξε αλλαγή των αναγκών σε σχέση με τη δημοπρατούμενη σύμβαση. Στις περιπτώσεις αυτές, οι προσφορές που έχουν ήδη υποβληθεί επιστρέφονται, χωρίς να ανοιχτούν, στους οικονομικούς φορείς που τις υπέβαλαν. Με μέριμνα της Αναθέτουσας Αρχής γνωστοποιεί στους διαγωνιζομένους τους λόγους για τους οποίους αποφασίστηκε η ματαίωση της σύναψης της δημοπρατούμενης σύμβασης ή η επανεκκίνηση της σχετικής διαδικασίας. Κάθε απόφασή του αρμοδίου οργάνου της Αναθέτουσας Αρχής αναφορικά με διενεργούμενο διαγωνισμό κοινοποιείται στους διαγωνιζομένους με επιστολή, τηλεομοιοτυπία ή άλλο πρόσφορο μέσο. Επικουρικά δε, μπορεί να αναρτηθεί η σχετική απόφαση στην έδρα της Αναθέτουσας Αρχής έως την επόμενη εργάσιμη ημέρα από εκείνη κατά την οποία ελήφθη. Σε καμία περίπτωση δεν δημιουργείται υποχρέωση αποζημίωσης διαγωνιζομένων από την Αναθέτουσα Αρχή για οποιεσδήποτε δαπάνες ή άλλες θετικές ή αποθετικές τους ζημιές, εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά στις οικείες κοινοτικές και εθνικές διατάξεις. Για τις συμβάσεις που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της κοινοτικής νομοθεσίας περί δημοσίων συμβάσεων εφαρμόζονται παράλληλα ή/και κατά περίπτωση υπερισχύουν οι σχετικοί κοινοτικοί και εθνικοί κανόνες δικαίου που αφορούν στην ενημέρωση των διαγωνιζομένων.

B.6. Σύναψη Σύμβασης με τον Ανάδοχο

Σε κάθε περίπτωση ανάθεσης έργου, υπηρεσίας ή προμήθειας, εκτός από τις περιπτώσεις της απευθείας ανάθεσης, υπογράφεται σχετική έγγραφη σύμβαση μεταξύ του αρμοδίου οργάνου της Αναθέτουσας Αρχής και του αναδόχου. Η σύμβαση καταρτίζεται με βάση τους όρους της διακήρυξης και την προσφορά του αναδόχου, στην Ελληνική γλώσσα και δεν μπορεί να περιέχει όρους αντίθετους προς το περιεχόμενο της διακήρυξης του συγκεκριμένου διαγωνισμού. Τυχόν τροποποίησή της σύμφωνα με τα ανωτέρω γίνεται πάντοτε εγγράφως και κατόπιν συμφωνίας των συμβαλλομένων μερών. Ειδικά για τις συμβάσεις των οποίων ο προϋπολογισμός είναι ίσος ή ανώτερος των 130.000 € χωρίς ΦΠΑ, ο επιλεγείς διαγωνιζόμενος καλείται εντός το πολύ ενός (1) μηνός από της εγγράφου ανακοίνωσης σε αυτόν της απόφασης της Αναθέτουσας Αρχής για την ανάθεση της σύμβασης, να προσέλθει για την υπογραφή της σε καθορισμένη από τη διακήρυξη προθεσμία. Η προθεσμία αυτή δεν μπορεί να είναι μικρότερη των επτά (7) ημερών, ούτε μεγαλύτερη των τριάντα (30) ημερών από την ημερομηνία της προηγούμενης ειδοποίησης, η οποία δύναται πάντως να παρατείνεται με απόφαση της Αναθέτουσας Αρχής. Για την υπογραφή της σύμβασης απαιτείται πλήρης φάκελος νομιμοποιήσεων του αναδόχου και των πληρεξουσίων του να υπογράψουν την σύμβαση. Ο Ανάδοχος υποχρεούται να διορίζει αντίκλητό του αποδεκτό από την Αναθέτουσα Αρχή και να καταθέτει στην Αναθέτουσα Αρχή την δήλωση αποδοχής διορισμού εκ μέρους του αντίκλητου. Κάθε κοινοποίηση στον αντίκλητο τεκμαίρεται ότι έγινε στον Ανάδοχο. Η σύμβαση περιλαμβάνει τουλάχιστον τον τόπο και το χρόνο υπογραφής της, τα συμβαλλόμενα μέρη, σαφή περιγραφή του ανατεθέντος έργου, υπηρεσίας ή προμήθειας και τους όρους εκτέλεσής του, την τιμή, τις προβλεπόμενες εγγυήσεις (προκαταβολής, καλής εκτέλεσης κλπ), τον τρόπο και το χρόνο επιστροφής τους, τον τρόπο πληρωμής, τον τρόπο και το χρόνο παραλαβής, τους όρους της τυχόν αναθεώρησης τιμών, τις ενδεχόμενες ποινικές ρήτρες. Στις περιπτώσεις που στη σύμβαση προβλέπεται προκαταβολή, αυτή δεν μπορεί να υπερβαίνει το τριάντα τοις εκατό (30%) του προϋπολογισμού της σύμβασης, μη συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α.

B.7. Παρακολούθηση Εκτέλεσης Σύμβασης

Κάθε θέμα που αφορά στην εκτέλεση της σύμβασης, εφόσον δεν ορίζεται διαφορετικά, ρυθμίζεται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη διακήρυξη του διαγωνισμού και τη σύμβαση. Η παρακολούθηση και παραλαβή του έργου, υπηρεσίας ή προμήθειας γίνεται από επιτροπές που ορίζονται με απόφαση του αρμοδίου οργάνου της Αναθέτουσας Αρχής. Η Αναθέτουσα Αρχή μπορεί, επιπλέον, με σκοπό την υποστήριξη των Επιτροπών Παρακολούθησης και Παραλαβής (ΕΠΠ), να ορίζει ένα ή περισσότερα μέλη της ή/και να αποφασίζει τη σύσταση Ομάδας Υποστήριξης (ΟΥ). Στην Ομάδα Υποστήριξης είναι δυνατόν, ανάλογα με την φύση της σύμβασης, να συμμετέχει και εξειδικευμένος εξωτερικός ειδικός σύμβουλος ή ομάδα εξειδικευμένων συμβούλων. Με απόφαση του αρμοδίου οργάνου της Αναθέτουσας Αρχής και σε συνδυασμό με τις εσωτερικές της ρυθμίσεις και τις ανάγκες υλοποίησης κάθε έργου, υπηρεσίας ή προμήθειας προσδιορίζονται οι αρμοδιότητες καθενός από τα ανωτέρω όργανα.

B.8. Παραλαβή

Με την περάτωση των εργασιών ή και κάθε επιμέρους φάσης υλοποίησης του έργου, υπηρεσίας ή προμήθειας, το παραδοτέο παραλαμβάνεται από την ΕΠΠ, οπότε και συντάσσεται πρωτόκολλο παραλαβής. Σε περίπτωση απόρριψης του παραδοτέου από την ΕΠΠ, συντάσσεται πρωτόκολλο απόρριψης, το οποίο περιλαμβάνει τις παρεκκλίσεις που παρουσιάζει το παραδοτέο από τους όρους της σύμβασης, τους λόγους της απόρριψης και γνωμάτευση της επιτροπής περί της χρηστικότητας και καταλληλότητας του παραδοτέου. Εφόσον κριθεί από την Αναθέτουσα Αρχή ότι οι παρεκκλίσεις του παραδοτέου δεν επηρεάζουν την καταλληλότητά του και μπορεί να χρησιμοποιηθεί, μπορεί να εγκριθεί η παραλαβή του με ή χωρίς έκπτωση επί της συμβατικής τιμής. Σε δευτεροβάθμια ΕΠΠ που συγκροτείται με απόφαση της Αναθέτουσας Αρχής, παραπέμπονται για επανεξέταση περιπτώσεις παραδοτέων που απορρίφθηκαν ή κρίθηκαν παραληπτέα με παρεκκλίσεις με βάση το σχετικό πρωτόκολλο της πρωτοβάθμιας ΕΠΠ. Η παραπομπή στη δευτεροβάθμια ΕΠΠ γίνεται κατόπιν σχετικού αιτήματος του αναδόχου ή αυτεπάγγελτα από την Αναθέτουσα Αρχή. Με απόφαση της Αναθέτουσας Αρχής ορίζονται οι επιμέρους διατυπώσεις και διαδικασίες για την παραλαβή, ή την τυχόν απόρριψη του παραδοτέου. Η παραλαβή γίνεται υποχρεωτικά μέσα στις προθεσμίες που ορίζονται στη σύμβαση. Σε περίπτωση που η παραλαβή δεν πραγματοποιηθεί από την ΕΠΠ εντός των προβλεπόμενων προθεσμιών με υπαιτιότητα της Αναθέτουσας Αρχής, τεκμαίρεται ότι η παραλαβή συντελέσθηκε αυτοδίκαια, με κάθε επιφύλαξη των δικαιωμάτων της Αναθέτουσας Αρχής. Αν η παραλαβή συντελεσθεί αυτοδίκαια και διαπιστωθούν εκ των υστέρων διαφορές στο παραδοτέο, ο Ανάδοχος έχει υποχρέωση να επιστρέψει το εργολαβικό αντάλλαγμα που τυχόν καταβλήθηκε για το παραδοτέο αυτό. Η σύμβαση θεωρείται ότι εκτελέστηκε όταν:

- α. Παραδόθηκε η προμήθεια ή υπηρεσία ή το έργο ολοκληρωμένο, ή εάν αυτό που παραδόθηκε σε περίπτωση διαιρετού έργου, υπηρεσίας ή προμήθειας υπολείπεται του συμβατικού κατά μέρος που κρίνεται από την Αναθέτουσα Αρχή ως ασήμαντο.
- β. Παραλήφθηκε οριστικά το έργο, υπηρεσία ή προμήθεια που παραδόθηκε.
- γ. Έγινε η αποπληρωμή του συμβατικού τιμήματος, αφού προηγουμένως επιβλήθηκαν τυχόν κυρώσεις.
- δ. Εκπληρώθηκαν και οι τυχόν λοιπές συμβατικές υποχρεώσεις και από τα δύο συμβαλλόμενα μέρη και αποδεσμεύθηκαν οι σχετικές εγγυήσεις κατά τα προβλεπόμενα από τη σύμβαση.

B.9. Υποχρεώσεις Αναδόχου

Ο Ανάδοχος, κατά την υπογραφή της σύμβασής του με την Αναθέτουσα Αρχή, τεκμαίρεται ότι έχει πλήρη γνώση του συνόλου των συνθηκών εκτέλεσης του αντικειμένου της σύμβασης και των αντίστοιχων κινδύνων. Τεκμαίρεται επίσης ότι αναλαμβάνει την εκτέλεση της σύμβασης θεωρώντας το συμβατικό αντάλλαγμα επαρκές για την εκτέλεση του αντικειμένου της σύμβασης μετά από την συνολική έρευνα που πραγματοποίησε πριν από την κατάθεση της προσφοράς του. Τυχόν παράλειψη ή πλημμέλεια στην ενημέρωσή του δεν τον απαλλάσσει από τις συμβατικές του υποχρεώσεις και ευθύνες. Ο Ανάδοχος εκτελεί το αντικείμενο της σύμβασης σύμφωνα με τις γνωστές σε αυτόν συνθήκες. Απρόοπτη μεταβολή συνθηκών συντρέπει μόνο εφόσον οι συγκεκριμένες συνθήκες που έλαβαν χώρα αποτελούν

αντικείμενο μη ασφαλιζόμενο κατά τις συνθήκες της διεθνούς αγοράς. Ο Ανάδοχος φέρει ευθύνη καλής και άρτιας εκτέλεσης του αντικειμένου της σύμβασης. Ευθύνεται δε για κάθε είδους βλάβη από οποιονδήποτε αιτία και εάν προέρχεται, εκτός αν άλλως προβλεφθεί στην σύμβασή του. Ο Ανάδοχος έχει υποχρέωση να λαμβάνει υπόψη του κάθε διαπίστωση ελαττώματος ή παραλείψεως που διαπιστώνεται από την ΕΕΠ. Κάθε ελάττωμα ή παράλειψη που γνωστοποιείται εγγράφως σε αυτόν πρέπει να επανορθώνεται από τον Ανάδοχο μέσα σε εύλογη προθεσμία που καθορίζεται από την σύμβαση ή τάσσεται κατά περίπτωση από την Αναθέτουσα Αρχή. Ο Ανάδοχος έχει υποχρέωση να επανορθώνει τα ως άνω ελαττώματα ή παραλείψεις, τόσο κατά την διάρκεια εκτέλεσης του οικονομικού αντικειμένου της σύμβασης και μέχρι την οριστική παραλαβή του έργου, όσο και μετά την οριστική παραλαβή τους από την Αναθέτουσα Αρχή, εφόσον προβλέπεται από τη σύμβαση. Η κατά της έγγραφης αυτής γνωστοποίησης τυχόν εμπροθέσμως ασκούμενη ένσταση του αναδόχου δεν αναστέλλει την υποχρέωσή του να συμμορφωθεί προς τις δοθείσες εντολές. Ο Ανάδοχος δικαιούται συμπληρωματικής αμοιβής, εάν τελικά δικαιωθούν οι απόψεις που υποστήριζε με την ένστασή του και αποδειχθεί ότι με τις δοθείσες εντολές επιτελέσθηκε υπηρεσία, προμήθεια ή έργο μεγαλύτερο του προβλεπόμενου από την σχετική σύμβαση. Σε περίπτωση άρνησης του αναδόχου να επανορθώσει τα διαπιστωθέντα ελαττώματα ή παραλείψεις ή σε περίπτωση που παρέλθει άπρακτη η ταχθείσα προς επανόρθωση προθεσμία, η επανόρθωση γίνεται από την Αναθέτουσα Αρχή και καταλογίζεται στον Ανάδοχο με οποιονδήποτε τρόπο ή αφαιρείται αυτοδικαίως από το συμβατικό αντάλλαγμα, με την επιφύλαξη βέβαια του δικαιώματος κηρύξεως του αναδόχου εκπτώτου. Εάν με την σύμβαση δεν ορίζεται άλλως, ο Ανάδοχος δεν δικαιούται να εκχωρεί τη σύμβαση σε οποιονδήποτε τρίτο, ούτε να αναθέτει υπεργολαβικά σε τρίτους μέρος ή το σύνολο του αντικειμένου της σύμβασης, ούτε να υποκαθίσταται από τρίτο, χωρίς την προηγούμενη έγγραφη έγκριση της Αναθέτουσας Αρχής. Σε περίπτωση εκχώρησης, υπεργολαβίας κλπ, ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να προσκομίζει στην Αναθέτουσα Αρχή τα σχετικά συμφωνητικά σε πρώτη αίτηση αυτής. Σε καμία δε ανάλογη περίπτωση ο Ανάδοχος δεν απαλλάσσεται από τις συμβατικές του υποχρεώσεις και ευθύνες λόγω ανάθεσης εργασιών σε τρίτους ή εκχώρησης ή υπεργολαβίας, ούτε η Αναθέτουσα Αρχή συνδέεται συμβατικά με τα τρίτα αυτά πρόσωπα. Ο Ανάδοχος έχει την υποχρέωση να μην παρεμποδίζει την εκτέλεση άλλων συμβάσεων της Αναθέτουσας Αρχής. Είναι δε υποχρεωμένος να συνεργάζεται με την Αναθέτουσα Αρχή για την έγκαιρη επίλυση τυχόν διαφωνιών μεταξύ περισσοτέρων αναδόχων. Ο Ανάδοχος υποχρεούται να τηρεί όλες τις συμβατικές προθεσμίες και το εγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης του έργου, υπηρεσίας ή προμήθειας. Ο συμβατικός χρόνος παράδοσης μπορεί με απόφαση του αρμόδιου οργάνου της ΕΠΠ να παρατείνεται, ύστερα από σχετικό αίτημα του αναδόχου που υποβάλλεται υποχρεωτικά εγγράφως είκοσι (20) τουλάχιστον ημέρες, και σε εξαιρετικές περιπτώσεις δέκα (10) τουλάχιστον ημέρες πριν από τη λήξη του συμβατικού χρόνου. Σε περίπτωση που λήξει ο συμβατικός χρόνος παράδοσης και δεν υποβλήθηκε εγκαίρως αίτημα παράτασής του ή έληξε ο παραταθείς κατά τα ανωτέρω χρόνος παράδοσης χωρίς ο Ανάδοχος να παραδώσει το έργο, υπηρεσία ή προμήθεια, ο Ανάδοχος κηρύσσεται έκπτωτος. Με απόφαση του αρμοδίου οργάνου της, η Αναθέτουσα Αρχή επιβάλλει στον Ανάδοχο, πέραν των τυχόν άλλων κυρώσεων κατά τον παρόντα Κανονισμό ή τη σύμβαση, ποινική ρήτρα για κάθε μέρα υπέρβασης του εγκεκριμένου χρονοδιαγράμματος και μέχρι λήξης του χρόνου της παράτασης που χορηγήθηκε. Το ποσό της ποινικής ρήτρας καθορίζεται με τη σύμβαση. Ο Ανάδοχος υποχρεούται να ειδοποιεί τις αρμόδιες επιτροπές της Αναθέτουσας Αρχής για την ημερομηνία που προτίθεται να παραδώσει το έργο, τουλάχιστον πέντε (5) εργάσιμες ημέρες νωρίτερα. Σε περίπτωση πολύ σοβαρών λόγων που συνιστούν αντικειμενική αδυναμία εμπρόθεσμης

παράδοσης του έργου ή σε περιπτώσεις ανωτέρας βίας, με απόφαση της Αναθέτουσας Αρχής ο χρόνος παράδοσης μπορεί να μετατεθεί χωρίς να επιβληθούν κυρώσεις στον Ανάδοχο.

B.10. Έκπτωση Αναδόχου

Με απόφαση της Αναθέτουσας Αρχής, ο Ανάδοχος κηρύσσεται έκπτωτος σε περίπτωση μη προσέλευσής του μέσα στην προθεσμία που του ορίστηκε για να υπογράψει τη σύμβαση, καθώς και σε περίπτωση μη εκπλήρωσης των συμβατικών του υποχρεώσεων ή των γραπτών εντολών που του δίδονται σύμφωνα με την σύμβαση, και ιδιαιτέρως στις περιπτώσεις που αναφέρονται στον παρόντα Κανονισμό. Στον Ανάδοχο που κηρύσσεται έκπτωτος επιβάλλονται με απόφαση της Αναθέτουσας Αρχής κυρώσεις, οι οποίες καθορίζονται στην απόφαση αυτή. Κυρώσεις που αθροιστικά ή διαζευκτικά επιβάλλονται ενδεικτικά είναι:

α. η μερική ή ολική κατάπτωση της εγγύησης συμμετοχής ή καλής εκτέλεσης, κατά περίπτωση.

β. Η εκτέλεση μέρους ή όλου του έργου, κατά περίπτωση, σε βάρος του εκπτώτου αναδόχου, σύμφωνα με τους όρους που θα καθοριστούν στη σχετική απόφαση της Αναθέτουσας Αρχής.

γ. Ο καταλογισμός στον Ανάδοχο προστίμου για το τμήμα του έργου για το οποίο κηρύχθηκε έκπτωτος. Το ύψος του προστίμου καθορίζεται με τη σχετική απόφαση της Αναθέτουσας Αρχής.

δ. Η είσπραξη εντόκως μέρους ή του συνόλου, κατά περίπτωση, της τυχόν προκαταβολής που έχει λάβει ο Ανάδοχος.

Της έκπτωσης προηγείται πάντοτε ειδική πρόσκληση από την Αναθέτουσα Αρχή με αναλυτική έκθεση των αξιώσεων της και προθεσμία για την εκτέλεσή τους. Η προθεσμία πρέπει να είναι ανάλογη με τις απαιτήσεις της Αναθέτουσας Αρχής. Η ειδική πρόσκληση και οι τασσόμενες με αυτήν προθεσμίες δεν ανατρέπουν τις υποχρεώσεις του αναδόχου αναφορικά με την τήρηση του χρονοδιαγράμματος και τις συνέπειες τυχόν υπέρβασης των προθεσμιών. Όταν οριστικοποιηθεί η έκπτωση, μετά την εκδίκαση ενδεχόμενης ένστασης του αναδόχου ασκηθείσας εντός πέντε (5) ημερών, εκκαθαρίζονται τα εκ της συμβάσεως απορρέοντα εκατέρωθεν δικαιώματα και υποχρεώσεις. Για την οριστική εκκαθάριση λαμβάνεται υπόψη και η επιμέτρηση του ήδη εκτελεσθέντος έργου, υπηρεσίας ή προμήθειας.

B.11. Αναστολή της Σύμβασης

Η Αναθέτουσα Αρχή διατηρεί το δικαίωμα να αναστέλλει την εφαρμογή μέρους ή του συνόλου της σύμβασης, με έγγραφη γνωστοποίηση στον Ανάδοχο. Στην γνωστοποίηση αυτή προσδιορίζονται οι λόγοι που καθιστούν αναγκαία την αναστολή, η ημερομηνία έναρξής της καθώς και η πιθανολογούμενη διάρκειά της. Από την ημερομηνία έναρξης της αναστολής ο Ανάδοχος απαλλάσσεται εκείνων των συμβατικών του υποχρεώσεων η εκπλήρωση των οποίων έχει ανασταλεί. Οφείλει ωστόσο να λάβει όλα τα ενδεδειγμένα μέτρα για περιορισμό τυχόν δαπανών, είτε αυτού είτε της Αναθέτουσας Αρχής.

B.12. Λύση της Σύμβασης

Η Αναθέτουσα Αρχή διατηρεί το δικαίωμα να καταγγείλει οποτεδήποτε τη σύμβαση με τον Ανάδοχο μετά από απόφαση του αρμόδιου οργάνου της. Στην περίπτωση αυτή, ο Ανάδοχος, πέραν της αμοιβής για το έργο, υπηρεσία ή προμήθεια που έχει εκτελέσει μέχρι του χρόνου της καταγγελίας, δεν δικαιούται να λάβει κανένα επιπλέον ποσό ως αποζημίωση, εκτός εάν το αρμόδιο όργανο της Αναθέτουσας Αρχής αποφασίσει την καταβολή εύλογης αποζημίωσης. Σε περίπτωση θανάτου, περιορισμού κατά οποιονδήποτε τρόπο της δικαιοπρακτικής ικανότητας ή πτώχευσης του Αναδόχου, εφόσον πρόκειται για φυσικό πρόσωπο, καθώς και σε περίπτωση λύσης, πτώχευσης ή θέσης σε αναγκαστική διαχείριση του αναδόχου, εφόσον πρόκειται για νομικό πρόσωπο, η σύμβαση λύνεται αυτοδικαίως από της επελεύσεως των ανωτέρω γεγονότων. Σε περίπτωση που ένα εκ των γεγονότων της προηγούμενης παραγράφου επέλθει στο πρόσωπο ενός από τα μέλη που απαρτίζουν τον Ανάδοχο, εφόσον συμπράττουν περισσότερα φυσικά πρόσωπα, ή στο πρόσωπο ενός εκ των απαρτιζόντων το νομικό πρόσωπο του αναδόχου, τότε εάν μεν οι υποχρεώσεις οι απορρέουσες από τη σύμβαση μπορούν να εκπληρωθούν από τα εναπομείναντα μέλη του αναδόχου, η σύμβαση εξακολουθεί να υφίσταται ως έχει και να παράγει όλα τα έννομα αποτελέσματά της. Στην αντίθετη περίπτωση, η σύμβαση λύνεται αυτοδικαίως. Η κρίση για τη δυνατότητα εκπλήρωσης των όρων της συμβάσεως εναπόκειται στη διακριτική ευχέρεια του αρμόδιου οργάνου της Αναθέτουσας Αρχής.

B.13. Εμπιστευτικότητα

Η Αναθέτουσα Αρχή δεσμεύεται να τηρεί εμπιστευτικά για δύο (2) έτη τα στοιχεία που τίθενται στην διάθεσή της από προσφέροντες, ιδίως εάν αφορούν σε τεχνικά στοιχεία ή πληροφορίες και τεχνογνωσία ή δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας, εφόσον αυτά φέρουν την ένδειξη "Εμπιστευτικό Έγγραφο". Παράβαση της αρχής εμπιστευτικότητας προκύπτει μόνο από έγγραφο που έχει εκδώσει όργανο της Αναθέτουσας Αρχής. Η εμπιστευτικότητα αίρεται πάντοτε κατόπιν συμφωνίας. Αίρεται δε αυτοδικαίως σε περίπτωση εκκρεμούς ένστασης, δίκης ή διαιτησίας, στο απολύτως αναγκαίο μέτρο και αποκλειστικά για χρήση της από τα μέρη, τους νομικούς τους παραστάτες καθώς τους δικαστές / διαιτητές. Σε καμία περίπτωση η εμπιστευτικότητα δεν δεσμεύει την Αναθέτουσα Αρχή προς τις αρχές του Ελληνικού Κράτους και της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

B.14. Κανονιστικό Περιβάλλον

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή λαμβάνοντας υπόψη:

- τις επαναστατικές νέες τεχνολογίες και τον γρήγορο ρυθμό με τον οποίο αυτές υιοθετούνται για εμπορική εκμετάλλευση,
- την δυσμενή οικονομική κατάσταση στην οποία έχει περιέλθει η τηλεπικοινωνιακή αγορά διεθνώς,
- τις ραγδαίες εξελίξεις στα επιχειρηματικά μοντέλα λειτουργίας των παρόχων δικτυακών υπηρεσιών, και τις σχεδόν ταυτόχρονες αναδιατάξεις στον τηλεπικοινωνιακό χώρο διεθνώς

- την εκ βάθρων αλλαγή στις μέχρι τώρα γνωστές εφαρμογές δικτύων και πληροφορικής που συνεπάγεται για τον πολίτη η συνεχώς διαθέσιμη και μεγάλης ταχύτητας πρόσβαση στο δίκτυο,
- την αδυναμία του θεσμικού πλαισίου να ανταποκριθεί στην ταχύτητα και την πολυμορφία των ρυθμίσεων που απαιτούν τα νέα αυτά δεδομένα

έθεσε μερικές βασικές αρχές και κριτήρια για την χρηματοδότηση των εν λόγω έργων αλλά και γενικότερα έργων προώθησης των ηλεκτρονικών επικοινωνιών, τα οποία δεν πρέπει να παραβιάζονται, ως ακολούθως:

1 Ανάγκη για ένα πλαίσιο στρατηγικής

Κάθε χρηματοδοτούμενο έργο πρέπει να έχει άμεση σύνδεση με την στρατηγική για την Κοινωνία της Πληροφορίας της κάθε περιφέρειας. Ειδικότερα, τα έργα υποδομών θα πρέπει να συνδεθούν με τους περιφερειακούς αναπτυξιακούς στόχους όπως η οικονομική ανάπτυξη, η ανάπτυξη της ανταγωνιστικότητας στην περιφέρεια αλλά και η στοχευμένη κατανομή των οικονομικών δραστηριοτήτων. Τα εν λόγω έργα πρέπει να σχετίζονται και να συνδέονται με άλλες δράσεις που στοχεύουν στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών και υπηρεσιών. Απομονωμένες ενέργειες δεν θα χρηματοδοτηθούν.

Ως μέρος λοιπόν μιας γενικής στρατηγικής, τα έργα υποδομών θα πρέπει να βασίζονται σε μια ανάλυση των τοπικών αναγκών και ευκαιριών που θα προσδιοριστούν σε συνεργασία με τους οικονομικούς και κοινωνικούς εταίρους, λαμβάνοντας πάντα υπόψη πιθανές ειδικές οικονομικές και θεσμικές συνθήκες καθώς και τις προϋπάρχουσες υποδομές.

Σε συνέχεια των ως άνω, οι τοπικοί φορείς- στην περίπτωση μας οι δήμοι- θα πρέπει να προτείνουν επενδυτικές δράσεις που θα συνάδουν με τους περιφερειακούς στόχους και ανάγκες και θα είναι υπεύθυνοι για την συνέργια των εν λόγω δράσεων με την γενικότερη οικονομική αναπτυξιακή στρατηγική αλλά και για την οικονομική «βιωσιμότητα» των εν λόγω επενδύσεων.

2 Γεωγραφική Περιφερειακή στόχευση

Τα χρηματοδοτούμενα έργα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους τις περιφερειακές ιδιαιτερότητες, όπως για παράδειγμα γεωγραφικούς παράγοντες που μπορεί να διαφέρουν σε κρίσιμο βαθμό μεταξύ των επιλέξιμων περιφερειών. Βασικά, οι επενδύσεις θα πρέπει να είναι στοχευμένες σε περιοχές, που σε κάθε άλλη περίπτωση συνθηκών ελεύθερης αγοράς θα ήταν τελείως παραμελημένες. Το επίκεντρο είναι αγροτικές, απομακρυσμένες, καθώς και λιγότερο ευνοημένες περιοχές, που δεν έχουν κατάλληλες υποδομές.

3 Τεχνολογική ουδετερότητα

Τα κριτήρια επιλογής των επενδύσεων στις ηλεκτρονικές επικοινωνίες πρέπει να ενσωματώνουν την αρχή της «*τεχνολογικής ουδετερότητας*». Η όποια χρηματοδότηση δεν πρέπει να «ευνοεί» ή να προωθεί κάποια ειδική τεχνολογία, ούτε να περιορίζει την τεχνολογική επιλογή.

Όταν ένα σχέδιο χρηματοδότησης ευνοεί κάποια ειδική τεχνολογία για παράδειγμα στην περίπτωση των ευρυζωνικών, DSL, cable, satellite, wireless, ή κάποια ειδικού τύπου υποδομή, η επιλογή πρέπει να έχει αιτιολογηθεί με διαφάνεια στο πλαίσιο μιας κοστοστρεφούς (cost-benefit) ανάλυσης, που θα λαμβάνει υπόψη της πιθανές εναλλακτικές λύσεις για την παροχή των υπηρεσιών.

4 Ανοικτή πρόσβαση

Τα σχέδια που θα χρηματοδοτούνται θα πρέπει να είναι συνεπή και σύμφωνα με το νέο θεσμικό πλαίσιο των ηλεκτρονικών επικοινωνιών καθώς και με τους κανόνες του ανταγωνισμού (περί κρατικών ενισχύσεων και antitrust). Η συμμόρφωση με τους εν λόγω κανόνες αποτελεί κριτήριο επιλεξιμότητας της χρηματοδότησης, η οποία πρέπει σε κάθε περίπτωση να συνάδει με την υποχρέωση για *καθαρή ανοικτή πρόσβαση*.

Συγκεκριμένα η χρηματοδότηση πρέπει να περιορίζεται, μόνο σε υποδομές και εξοπλισμό που είναι ανοικτά σε κάθε τηλεπικοινωνιακό φορέα και πάροχο υπηρεσιών .

Η συσχετιζόμενη και αφορούσα τοπική περιοχή μπορεί να είναι αντικείμενο της αδεσμοποίησης (unbundling) του τοπικού βρόχου (local loop). Η επιλογή της θέσης και οι τεχνικές προδιαγραφές των σημείων πρόσβασης της νέας υποδομής δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να ευνοούν τον «δεσπίζοντα» τηλεπικοινωνιακό φορέα στην τοπική πρόσβαση ούτε να αποτελούν βάση για στρέβλωση των άλλων αγορών.

5 Η περίπτωση των υποδομών μη-ανοικτής πρόσβασης

Η απευθείας χρηματοδότηση εγκαταστάσεων και εξοπλισμού που δεν πληρούν το κριτήριο της ανοικτής πρόσβασης, αλλά είναι διαθέσιμοι μόνο σε συγκεκριμένους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς, *δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως χρηματοδότηση ανοικτής υποδομής*.

Η χρηματοδότηση εγκαταστάσεων και εξοπλισμού που περιορίζεται στην χρήση του από ένα συγκεκριμένο φορέα-οργανισμό μπορεί να θεωρηθεί κρατική ενίσχυση όταν ο εν λόγω φορέας είναι επιχείρηση. Υπάρχουν ειδικές εξαιρέσεις σε αυτή την περίπτωση και οι αντίστοιχες χρηματοδοτήσεις δεν θεωρούνται κρατικές ενισχύσεις όταν πρόκειται για παράδειγμα για την παροχή υπηρεσιών Γενικού Οικονομικού Ενδιαφέροντος (SGEI). Η παροχή της υπηρεσίας θα πρέπει να σέβεται τις αρχές της διαφάνειας, την μη-διάκρισης, της αναλογικότητας και να ελαχιστοποιεί την στρέβλωση της αγοράς. Εάν η υπηρεσία δεν προσφέρεται μέσα από ανοικτές, διαφανείς και χωρίς διακρίσεις διαδικασίες, ο τηλεπικοινωνιακός οργανισμός είναι υποχρεωμένος να διατηρεί ένα χωριστό λογιστικό σύστημα για την εν λόγω υπηρεσία, το οποίο επιτρέπει τον υπολογισμό της δημόσιας αποζημίωσης ή των τελών για χρήση της υπηρεσίας σε ετήσια βάση.

Επίσης ακολουθώντας τους κανόνες του ανταγωνισμού οι εν λόγω χρηματοδοτήσεις δεν πρέπει να αποτελούν «κρατική ενίσχυση» σύμφωνα με το άρθρο 87(1) της συνθήκης και έτσι οφείλουν να ακολουθούν τους παρακάτω κανόνες εφαρμογής:

6 Διαδικασία ανοικτού διαγωνισμού

Οι συμβάσεις κατακυρώνονται μέσα από διαδικασίες ανοικτών διαγωνισμών. Αυτό οργανώνεται ανάλογα σε τοπικό, περιφερειακό ή εθνικό επίπεδο κάτω από την επίβλεψη της αρμόδιας υπηρεσίας, η οποία διασφαλίζει την εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου και τη συμμόρφωση με τις εθνικές πολιτικές για την Κοινωνία της Πληροφορίας.

Οι υποψήφιοι καλούνται να υποβάλουν τις τεχνικές και οικονομικές τους προσφορές. Η σύμβαση πρέπει να κατακυρωθεί στον υποψήφιο που παρέχει την υπηρεσία όπως περιγράφεται με τις ειδικές προδιαγραφές και στην χαμηλότερη τιμή (συμπεριλαμβανομένης της προσφοράς).

7 Χρηματοδότηση

Η χρηματοδότηση περιορίζεται στα απαραίτητα για την προμήθεια της υπηρεσίας ποσά. Από θέμα αρχής, καλύπτει τη χρηματοδότηση και της εγκατάστασης και του εξοπλισμού, με την προϋπόθεση ότι οι υποδομές είναι ανοικτές και διαθέσιμες σε όλους τους τηλεπικοινωνιακούς φορείς και παρόχους υπηρεσιών.

Οι χρηματοδοτούμενες επενδύσεις πρέπει να εμπεριέχουν επαρκή και λεπτομερή πληροφορία έτσι ώστε να διασφαλίζουν την δυνατότητα κατάλληλης αξιολόγησης από την πλευρά των Διαχειριστικών Αρχών, για το εάν ή όχι οι εν λόγω επενδύσεις είναι συμβατές με τους στόχους της οικονομικής ανάπτυξης και τους κανόνες του ανταγωνισμού.

8 Θέματα ιδιοκτησίας

Η χρηματοδοτούμενη υποδομή μπορεί να αποτελεί ιδιοκτησία α) της δημόσιας αρχής ή β) ενός ιδιωτικού φορέα που συν-επενδύει στο έργο ή γ) μιας δημόσιας-ιδιωτικής οντότητας. Σε όλες τις περιπτώσεις πάντως, πρέπει να είναι εγγυημένη η ανοικτή και χωρίς διακρίσεις πρόσβαση για όλους τους φορείς. Η κοινοτική χρηματοδότηση δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να ενδυναμώνει την δεσπόζουσα θέση ενός τηλεπικοινωνιακού φορέα ή να στρεβλώνει τους κανόνες του ανταγωνισμού.

Ειδικότερα για τις υποδομές που θα αποτελούν ιδιοκτησία κάποιας δημόσιας αρχής ισχύει το παρακάτω:

Η προκήρυξη των εν λόγω έργων για την δημιουργία τέτοιας υποδομής πρέπει να ακολουθεί την κατάλληλη κοινοτική νομοθεσία.

Παρ' όλα αυτά, όταν η υποδομή είναι διαθέσιμη για μίσθωση σε επιχειρήσεις, αυτό θα πρέπει να γίνει α) με κριτήρια που δεν δημιουργούν διακρίσεις και β) με την κατάλληλη (κοστοστρεφή) οικονομική χρέωση.

Σε περιπτώσεις που η αγορά δεν είναι ικανή να παρέχει υπηρεσίες ανάλογες με αυτές που επιτρέπει η παρούσα υποδομή, τα έσοδα από τη χρέωση δεν αναμένεται να καλύπτουν το συνολικό κόστος της επένδυσης. Όμως στην περίπτωση αυτή, οι επιχειρήσεις-χρήστες δεν θα επιτρέπεται να έχουν επιπλέον κέρδη (extra profits) πέραν μιας λογικής απόδοσης της επένδυσής τους (fair return) από την χρήση της υποδομής αυτής για παροχή κάθε είδους υπηρεσιών προς τους πελάτες τους, δηλαδή η δευτερογενής χρέωση της υπηρεσίας την οποία παρέχουν θα πρέπει να είναι σε αντιστοιχία με το χαμηλό κόστος της χρέωσης στην οποία υπόκειται για τη χρήση της υποδομής.

Όταν αντίστοιχες υπηρεσίες παρέχονται ήδη από την αγορά, τότε η υποδομή θα μισθώνεται με όρους τέτοιους, ώστε τα έσοδα από τη μίσθωση να επιτρέπουν την κάλυψη του κόστους και μια λογική απόδοση της επένδυσης.

Εάν η διαχείριση της εγκατάστασης ανατεθεί σε τρίτη έμπιστη οντότητα, αυτό θα πρέπει να γίνεται για περιορισμένο χρονικό διάστημα μέσω ανοικτής, διαφανούς και χωρίς διακρίσεις διαδικασίας, με ανταγωνιστικούς όρους, που θα επιτρέπουν την ανταποδοτική αποζημίωση της αγοράς από τον κάτοχο των δικαιωμάτων παραχώρησης της διαχείρισης. Αυτό θα πρέπει να οργανωθεί υπό την επίβλεψη της αρμόδιας αρχής, η οποία θα διασφαλίζει την συμμόρφωση με την ισχύουσα νομοθεσία και την συνοχή με τις εθνικές και περιφερειακές πολιτικές για την Κοινωνία της Πληροφορίας

Ο διαχειριστής της υποδομής θα υπόκειται στην υποχρέωση να διατηρεί το χαρακτήρα της υποδομής, ως μιας εγκατάστασης ανοικτής σε όλους τους τηλεπικοινωνιακούς φορείς που παρέχουν ηλεκτρονικά δίκτυα και υπηρεσίες, χωρίς διακρίσεις.

9 Διαφάνεια

Οι φορείς των υποδομών (Infrastructure operators) θα πρέπει να αναπτύξουν ένα λογιστικό σύστημα κοστολόγησης (cost accounting system), το οποίο θα επιτρέψει τον υπολογισμό και την αιτιολόγηση οποιασδήποτε αποζημίωσης ή επιδότησης σύμφωνα με τους κανόνες του ανταγωνισμού. Μόνο στην βάση ενός τέτοιου συστήματος, θα είναι δυνατόν να οριοθετηθούν τιμές με ένα διάφανο και αποτελεσματικό τρόπο και να υπάρχει επιμερισμός και αντιστοίχιση κόστους στα διάφορα τμήματα της υποδομής.

Το θεσμικό πλαίσιο των ηλεκτρονικών επικοινωνιών επιβάλλει μεταξύ άλλων, οι Ρυθμιστικές Αρχές να είναι θεσμικά διαχωρισμένες και λειτουργικά ανεξάρτητες από τους οργανισμούς που είναι επιφορτισμένοι με την παροχή των δικτύων, του εξοπλισμού ή των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Σε περίπτωση όπου τοπικές αρχές έχουν κανονιστικές αρμοδιότητες, σχετικά με τα δικαιώματα διέλευσης, τα κράτη-μέλη οφείλουν να σεβαστούν τις αρχές της διαφάνειας και της μη διάκρισης και να διασφαλίσουν ότι τα εν λόγω δικαιώματα αποκτώνται με ομοιόμορφες προϋποθέσεις και χρηστές διαδικασίες.

B.15. Περίοδος Καλής Λειτουργίας

Για την ορθή συμμετοχή του διαγωνιζόμενου στο έργο θα πρέπει να εγγυηθεί για την καλή λειτουργία του συνόλου του εξοπλισμού που θα προσφέρει, και θα ορίζεται για τουλάχιστον 24 μήνες πλέον της υλοποίησης του έργου. Ο διαγωνιζόμενος προ της υλοποίησης του έργου θα πρέπει να καταθέσει εγγυητική επιστολή καλής λειτουργίας, την οποία θα την έχει συντάξει η Αναθέτουσα αρχή και θα έχει συμπληρωθεί από τον διαγωνιζόμενο. Η αξία της εγγυητικής επιστολής θα ορίζεται ως το 5% του συνολικού συμβατικού τμήματος χωρίς ΦΠΑ, με χρόνο ισχύος που θα καλύπτει το χρονικό διάστημα της εγγύησης καλής λειτουργίας, και ο οποίος θα αναγράφεται. Κατά την περίοδο αυτή ο Ανάδοχος θα εγγυάται την πλήρη και άμεση αντικατάσταση, αλλά και τις υπηρεσίες συντήρησης. Η σύνταξη της παραπάνω επιστολής θα πρέπει να γίνει σε συνεργασία με τον νομικό εκπρόσωπο του.

1. Τιμολόγιο: Περιγραφή κάθε εργασίας και την κοστολόγηση της (τιμή μονάδος/τεμάχιο – κάθε σημείο θα αποτελείται από ένα ΑΣΠ/Κεραία/Καλώδια κλπ). Στην θέση χ θα τοποθετηθεί το τάδε στοιχείο.
2. Προμέτρηση, περιλαμβάνει την ποσότητα των εργασιών, και το συνολικό κόστος αναγωγή σε όλα τα σημεία
3. Ειδική συγγραφή υποχρεώσεων (υποχρεώσεις με ποσοστά), προτεινόμενα για να συμπεριληφθούν στην διακήρυξη και
4. Γενική συγγραφή υποχρεώσεων