



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΩΝ

**ΚΕΙΜΕΝΟ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΔΙΑΒΟΥΛΕΥΣΗΣ
ΓΙΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ WLAN**

Μαρούσι, 5 Αύγουστου 2004

Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, ΕΕΤΤ



ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το παρόν Κείμενο Δημόσιας Διαβούλευσης έχει ετοιμαστεί από την Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων (ΕΕΤΤ) και σχετίζεται με την χρήση της τεχνολογίας WLAN για παροχή υπηρεσιών στο κοινό στην Ελλάδα.

Η ΕΕΤΤ προσκαλεί τους ενδιαφερόμενους φορείς να παρουσιάσουν τα σχόλια και τις απόψεις τους, απαντώντας στις ερωτήσεις του κειμένου. Αν υπάρχουν απόψεις ή σχόλια που δεν καλύπτονται στον παρόν Κείμενο Διαβούλευσης, παρακαλούμε να τις σημειώσετε και να στείλετε τα σχόλιά σας στην ΕΕΤΤ.

Οι απαντήσεις πρέπει να υποβληθούν επωνύμως, στην Ελληνική γλώσσα, σε έντυπη και ηλεκτρονική μορφή όχι αργότερα από τις 30 Σεπτεμβρίου 2004 και ώρα 12 μ.μ., Τυχόν ανώνυμες απαντήσεις δεν θα ληφθούν υπόψη.

Οι απαντήσεις πρέπει να φέρουν την ένδειξη:

Δημόσια Διαβούλευση για την χρήση της τεχνολογίας WLAN στην Ελλάδα

Οι απαντήσεις πρέπει να υποβάλλονται στην ακόλουθη διεύθυνση:

ΕΕΤΤ,

Κηφισίας 60,

151 25 Μαρούσι,

Αττική

Διεύθυνση Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου: WLAN@eett.gr

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2.	ΠΩΣ ΟΡΙΖΕΤΑΙ ΤΟ ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ (WLAN Η WIFI)	4
3.	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ WLAN	5
	ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΙΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	5
	ΣΗΜΕΙΑ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ (ACCESS POINTS)	6
4.	ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΓΙΑ HOT SPOTS.....	7
5.	ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΗΣ ΙΕΕΕ (IEEE STANDARDS) ΓΙΑ ΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	9
6.	ΚΑΝΑΛΙΑ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ 802.11 11	
7.	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΗΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ 12	
	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΦΑΣΜΑΤΟΣ (SPREAD SPECTRUM)	12
	ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ (ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING - OFDM)	12
8.	ΑΚΤΙΝΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	13
9.	ΑΡΙΘΜΟΣ ΧΡΗΣΤΩΝ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΕΙ ΕΝΑ ΣΗΜΕΙΟ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ 13	
10.	ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	14
	BASIC INDUSTRY STANDARD SECURITY	14
	ADVANCED INDUSTRY STANDARD SECURITY	16
11.	ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	17
12.	WLAN ΚΑΙ WIMAX, LMDS, HIPERLAN	17
	WIMAX	18
	LMDS ΚΑΙ WLL ΣΤΑ 3.6 GHz	18
	HIPERLAN/1 ΚΑΙ /2.....	19
13.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	20
	ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ	20
	WLAN VS (LMDS ΚΑΙ WLL ΣΤΑ 3.6 GHz).....	21
14.	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	22
15.	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΓΙΑ WLAN ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....	22
	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ERC	22
	ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΥΠ' ΑΡΙΘΜΟΝ 2003/203/EC	24
16.	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΓΙΑ WLAN ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	25
	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ	25
	ΠΕΡΙΟΧΗ 2.4 GHz	25
	ΠΕΡΙΟΧΗ 5 GHz	26
17.	ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	27
18.	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	28



19.	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	29
20.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α - ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ.....	31



1. Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας Δημόσιας Διαβούλευσης είναι να λάβει η ΕΕΤΤ απόψεις και σχόλια από όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς, σχετικά με τις επιπτώσεις που θα υπάρξουν από την λειτουργία των ασύρματων τοπικών δικτύων στην ελληνική αγορά και με το εάν θα πρέπει να επιτραπεί η παροχή υπηρεσιών προς το κοινό με χρήση της τεχνολογίας WLAN (ETSI, EN 300 328) για την υλοποίηση Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης, δοθέντος του γεγονότος ότι τον Δεκέμβριο του 2000 είχαν χορηγηθεί, κατόπιν ανοικτού διαγωνισμού (δημοπρασίας), οι άδειες Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης στις ζώνες συχνοτήτων 3,5 GHz και 26 GHz.

2. Πώς ορίζεται το Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο (WLAN ή WiFi)

Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (Wireless Local Area Network – WLAN ή Wireless Fidelity – WiFi) χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες (RF) προκειμένου να μεταδώσει και να λάβει δεδομένα μέσω του αέρα. Τα τελευταία χρόνια, τα WLANs βρίσκουν εφαρμογή διεθνώς σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων αυτών της υγείας, της παιδείας, των απλών κατοικιών καθώς και των ακαδημαϊκών ιδρυμάτων.

Τα πλεονεκτήματα των ασύρματων τοπικών δικτύων μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- 1 Κινητικότητα.** Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα παρέχουν στους χρήστες, εντός των χώρων κάλυψής τους, τη δυνατότητα πρόσβασης σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και από οποιοδήποτε μέρος του χώρου εργασίας τους. Αυτή η ευχέρεια στη κίνηση αυξάνει την παραγωγικότητα και τις ευκαιρίες για άμεση εξυπηρέτηση, ιδιότητες που δεν είναι εύκολα πραγματοποιήσιμες στα ενσύρματα δίκτυα.
- 2 Ταχύτητα εγκατάστασης και απλότητα.** Η εγκατάσταση ενός WLAN είναι γρήγορη και εύκολη και εξαλείφει την ανάγκη εγκατάστασης καλωδίων.
- 3 Ευελιξία εγκατάστασης.** Η ασύρματη τεχνολογία επιτρέπει στο δίκτυο να επεκτείνεται εκεί που είναι δύσκολη η εγκατάσταση ενσύρματων υποδομών (π.χ. σε απομονωμένες περιοχές).
- 4 Μειωμένο κόστος συντήρησης.** Ενώ η αρχική επένδυση που απαιτείται για την αγορά εξοπλισμού ενός ασύρματου τοπικού δικτύου είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη μιας ενσύρματης σύνδεσης, το συνολικό κόστος λειτουργίας μπορεί να είναι σημαντικά χαμηλότερο. Τα μακροπρόθεσμα κέρδη είναι μεγαλύτερα, ειδικά σε δυναμικά περιβάλλοντα, όπου απαιτούνται πολύ συχνές μετακινήσεις και αλλαγές.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα WLANs χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα για να διαβιβάσουν τις πληροφορίες από ένα σημείο σε ένα άλλο, χωρίς απαίτηση για ενσύρματη σύνδεση. Αρχικά, οι πληροφορίες προς μετάδοση διαμορφώνουν κατάλληλα τη φέρουσα



συχνότητα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων του πομπού, κατόπιν τα κύματα μεταδίδονται μέσω του αέρα και τέλος, φτάνοντας στο δέκτη, αποδιαμορφώνονται και οι μεταδιδόμενες πληροφορίες ανακτώνται. Υπάρχει δυνατότητα ο πομπός να εκπέμπει ταυτόχρονα, στον ίδιο χώρο, περισσότερες της μίας φέρουσας συχνότητες, οι οποίες δεν παρεμβάλλονται μεταξύ τους, εφόσον βέβαια αυτές είναι όλες διαφορετικές. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, για να ανακτήσει τις πληροφορίες ο δέκτης, συντονίζεται (ή επιλέγει) μια ραδιοσυχνότητα, απορρίπτοντας έτσι τα ραδιοσήματα στις υπόλοιπες συχνότητες. Σε μια τυπική διάταξη WLAN, μια συσκευή πομπού/δέκτη, αποκαλούμενη σημείο πρόσβασης, είναι συνδεδεμένη στο ενσύρματο δίκτυο σε συγκεκριμένη θέση, χρησιμοποιώντας συνήθως τυπικό καλώδιο Ethernet. Αυτό το σημείο πρόσβασης λαμβάνει, αποθηκεύει, και διαβιβάζει πληροφορίες μεταξύ του WLAN και του ενσύρματου δικτύου, ενώ μπορεί να υποστηρίξει μια μικρή ομάδα χρηστών και να λειτουργήσει εντός μιας ακτίνας από 30 έως μερικές 100άδες μέτρα. Οι τελικοί χρήστες έχουν πρόσβαση στο WLAN μέσω των ειδικών προσαρμογέων ασύρματου τοπικού δικτύου, οι οποίοι μπορούν να εφαρμοστούν ως κάρτες στους φορητούς υπολογιστές, κάρτες ISA ή PCI στους υπολογιστές γραφείου, ή ακόμα και να είναι πλήρως ενσωματωμένες συσκευές μέσα στους φορητούς υπολογιστές. Οι προσαρμογείς WLAN αποτελούν τη διεπαφή μεταξύ του λειτουργικού συστήματος των χρηστών του δικτύου και των ραδιοκυμάτων, μέσω μιας κεραίας. Η φύση της ασύρματης σύνδεσης είναι διαφανής (transparent) στο λειτουργικό σύστημα των τερματικών χρηστών. Όλες οι παραπάνω συσκευές περιγράφονται εκτενέστερα στην παράγραφο που ακολουθεί.

3. Υλοποίηση εκτεταμένου δικτύου με χρήση WLAN

Η ευκολία με την οποία μπορεί κανείς να 'στήσει' ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο ήταν ένας από τους βασικούς παράγοντες που συνέβαλαν στη ραγδαία εξάπλωση των δικτύων αυτού του είδους. Τα στοιχεία τα οποία χρειάζεται ένα WLAN για να λειτουργήσει, καθώς και για να συνδεθεί στο ευρύτερο δίκτυο, παρατίθενται παρακάτω:

Προσαρμογείς ασύρματου τοπικού δικτύου



Οι προσαρμογείς αυτοί λειτουργούν ως συνδετικά στοιχεία (interfaces) μεταξύ του τελικού εξοπλισμού του χρήστη (π.χ. laptop) και του σημείου ασύρματης πρόσβασης του δικτύου.



Σημεία ασύρματης πρόσβασης (Access Points)



Το σημείο πρόσβασης είναι μια μικρή συσκευή, συνήθως με μια ή δύο κεραίες. Αυτός ο πομποδέκτης συνδέεται με το ενσύρματο τοπικό δίκτυο (ή με την ευρυζωνική σύνδεση) χρησιμοποιώντας κλασσικό καλώδιο Ethernet. Μέσω της συσκευής αυτής, επικοινωνεί ο προσαρμογέας του τελικού χρήστη με το υπόλοιπο δίκτυο.

Γέφυρες: Οι γέφυρες παρέχουν την από σημείο σε σημείο ασύρματη σύνδεση μεταξύ δύο WLANs, π.χ. μεταξύ δύο διαφορετικών πατωμάτων.

Κόμβοι Διανομής (Distribution Nodes): Συγκεντρώνουν και συνδέουν πολλαπλά σημεία ασύρματης πρόσβασης με το ενσύρματο ή ασύρματο δίκτυο κορμού. Πολλές φορές, και για λόγους αξιοπιστίας, χρησιμοποιούνται δυο ανεξάρτητες συνδέσεις για τη σύνδεσή τους.

Κόμβοι κορμού (Core Nodes): Διασυνδέουν μεταξύ τους τους κόμβους διανομής. Καλύπτουν πολλούς χρήστες, λόγω του μεγάλου αριθμού των σημείων πρόσβασης που είναι συνδεδεμένα μέσω των κόμβων διανομής με αυτά. Σχεδόν πάντα συνδέονται μεταξύ τους με περισσότερες από μια συνδέσεις, ιδανικά μέσω διαφορετικών δρόμων για να μειωθούν περιπτώσεις μοναδικού στοιχείου δυσλειτουργίας (Single point of failure).

Ένα εκτεταμένο δίκτυο υλοποιείται ως εξής με τη χρήση WLANs: Πολυκατευθυντικές κεραίες τοποθετούνται σε σημεία πρόσβασης ή σε κόμβους διανομής/κορμού, ενώ κατευθυντικές στους τελικούς χρήστες. Οι κεραίες αυτές είναι εξωτερικές και συνήθως βρίσκονται στις κορυφές κτιρίων που διαμένουν οι χρήστες. Αυτή είναι και η λογική που ακολουθείται και για την παροχή υπηρεσιών μέσω WLAN στο κοινό.

Ένας απλός χρήστης που θέλει μόνο να συνδεθεί, αλλά να μη διευκολύνει την ευρύτερη δικτύωση, χρειάζεται μία κατευθυντική κεραία. Με αυτή μπορεί να εξασφαλίσει πρόσβαση από ένα σημείο πρόσβασης, ώστε να έχει σύνδεση στο τοπικό δίκτυο και ενδεχομένως και στο Διαδίκτυο (αν το σημείο πρόσβασης παρέχει τέτοια δυνατότητα).

Εναλλακτικά ένας πιο ενεργός χρήστης μπορεί να χρησιμοποιεί δύο κατευθυντικές κεραίες, ώστε να φροντίζει για την συνέχιση του δικτύου ή και μια πολυκατευθυντική για να λειτουργεί ο ίδιος σαν σημείο πρόσβασης άλλων χρηστών. Αν κάποιος κόμβος έχει πάνω από δύο κατευθυντικές



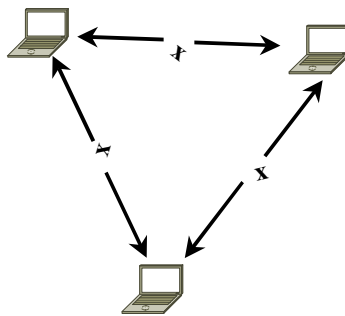
κεραίες μπορεί να διευκολύνει και την πολλαπλή δρομολόγηση. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να δημιουργηθεί ένα δίκτυο που να καλύπτει μία πόλη.

Τέλος, συνδέοντας ο χρήστης μία δική του γραμμή DSL με το WLAN θα μπορούσε να γίνει «πύλη» για το Διαδίκτυο και να επιτρέπει την πρόσβαση γειτονικών χρηστών σε αυτό. Ο χρήστης σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να διαθέτει και έναν router.

4. Τοπολογία δικτύου για hot spots

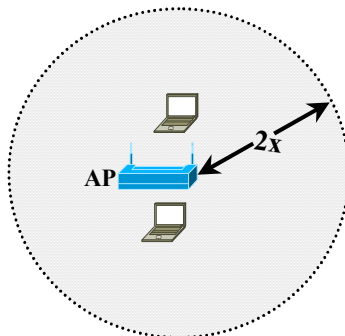
Μια τυπική διάταξη WLAN μπορεί να περιλαμβάνει - πλην των τερματικών σταθμών – ένα ή περισσότερα σημεία πρόσβασης, τα οποία μπορεί να διασυνδέονται για να παρέχουν μεγαλύτερη κάλυψη. Διακρίνονται οι ακόλουθες βασικές διατάξεις:

- Η ανεξάρτητη διάταξη, στην οποία οι χρήστες συνδέονται απευθείας μεταξύ τους, χωρίς τη διαμεσολάβηση σημείων πρόσβασης (δίκτυο ad-hoc).



Ανεξάρτητη διάταξη (ad-hoc network).

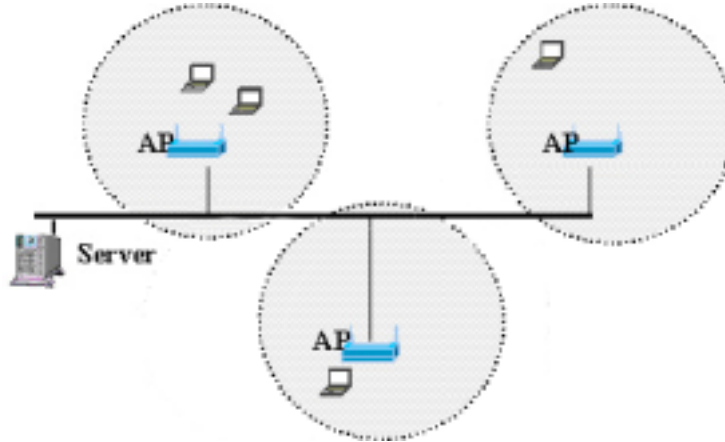
- Η ανεξάρτητη διάταξη με μεσολάβηση σημείων πρόσβασης ως επαναλήπτη, το οποίο αυξάνει την επιτρεπόμενη απόσταση των τερματικών.



Ανεξάρτητη διάταξη με χρήση AP ως επαναλήπτη.

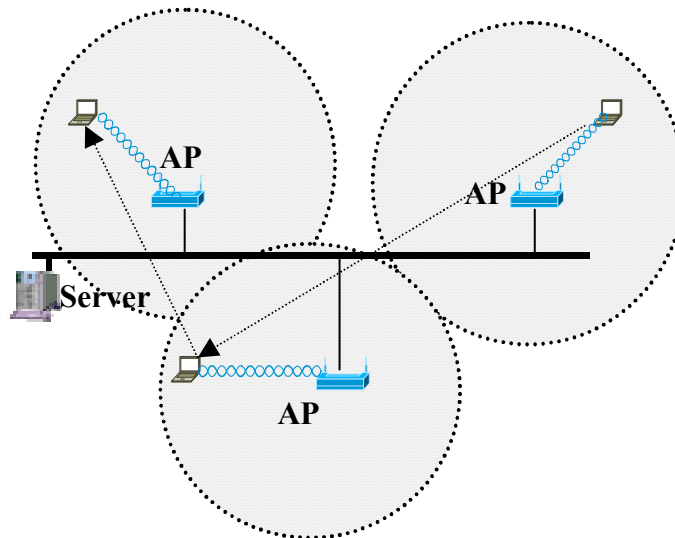


- WLAN με σταθερή υποδομή, όπου πολλαπλά σημεία πρόσβασης συνδέονται με το σταθερό δίκτυο, αυξάνοντας την κάλυψη και την χωρητικότητα του δικτύου πρόσβασης.



WLAN με σταθερή υποδομή.

- κυψελωτό WLAN, όπου οι κυψέλες κάλυψης των σημείων πρόσβασης επικαλύπτονται, παρέχοντας δυνατότητες συνεχούς επικοινωνίας.



Κυψελωτό WLAN

Η τελευταία κυψελοειδής τοπολογία παριστά την υλοποίηση ενός τοπικού δικτύου, στο οποίο τα access points είναι ενσύρματα διασυνδεδεμένα. Η τοπολογία αυτή είναι διαδομένη στην πράξη και εφαρμόζεται χρησιμοποιώντας μη αλληλοκαλυπτόμενα κανάλια από το δεδομένο εύρος που



διαθέτει το πρότυπο, για κάθε κυψέλη. Εναλλακτικά, και για τις ανάγκες κάλυψης ενός εκτεταμένου χώρου, η ίδια τοπολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τα σημεία πρόσβασης να συνδέονται ασύρματα μεταξύ τους.

5. Πρότυπα της IEEE (IEEE standards) για τα ασύρματα τοπικά δίκτυα

Για τα ασύρματα τοπικά δίκτυα υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός προτύπων, καθιερωμένων από διάφορους οργανισμούς και για ένα μεγάλο τμήμα του διαθέσιμου ραδιοφάσματος. Παρόλα αυτά, η πιο ευρέως διαδεδομένη οικογένεια προτύπων είναι η 802.11, η οποία έχει καθιερωθεί από το IEEE. Συνολικά, μέχρι σήμερα, το IEEE έχει διαμορφώσει σχετικά με τα ασύρματα τοπικά δίκτυα τα πρότυπα που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

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

Τα πρότυπα για WLANs ξεκίνησαν το 1997, με την καθιέρωση του 802.11. Όλες οι εφαρμογές, τα λειτουργικά συστήματα και τα πρωτόκολλα (συμπεριλαμβανομένου της οικογένειας πρωτοκόλλων TCP/IP), 'τρέχουν' πάνω στα τοπικά δίκτυα του παραπάνω προτύπου όπως και στο Ethernet. Το βασικό αυτό πρότυπο υποστηρίζει μετάδοση έως 2 Mbps. Με το πέρασμα των χρόνων, το 802.11 εξελίχθηκε και προέκυψαν νέα πρότυπα που φέρουν και ένα γράμμα δίπλα από το σχετικό αριθμό.

Το πρότυπο 802.11b επικυρώθηκε από το IEEE τον Ιούλιο του 1999 και λειτουργεί στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων από 2.4 έως 2.497 GHz. Η μέθοδος διαμόρφωσης που έχει επιλεγεί για το 802.11b είναι η Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), η οποία χρησιμοποιεί τη συμπληρωματική διαμόρφωση κώδικα (Complementary code Keying - CCK), καθιστώντας έτσι δυνατή την επίτευξη ταχυτήτων έως 11 Mbps. Η προδιαγραφή 802.11a επικυρώθηκε επίσης τον

Ιούλιο του 1999, αλλά αντίστοιχα προϊόντα δεν διατέθηκαν στην αγορά μέχρι το 2001. Για το λόγο αυτό δεν είναι τόσο ευρέως ανεπτυγμένη όσο η 802.11b. Η 802.11a λειτουργεί στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων μεταξύ 5.15 και 5.875 GHz και χρησιμοποιεί τη μέθοδο διαμόρφωσης Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), καθιστώντας έτσι δυνατές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων έως 54 Mbps. Οι δύο προαναφερθείσες τεχνικές διαμόρφωσης (DSSS και OFDM) περιγράφονται αναλυτικά σε επόμενη παράγραφο. Το νεότερο πρότυπο της IEEE είναι το 802.11g, το οποίο επικυρώθηκε τον Ιούνιο του 2003. Ενώ το 802.11g λειτουργεί στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων μεταξύ 2.4 και 2.497 GHz (ίδια περιοχή με το 802.11b), χρησιμοποιεί διαμόρφωση OFDM που επιτρέπει ρυθμό μετάδοσης (bitrate) μέχρι 54 Mbps (παρόμοια με το πρότυπο 802.11a). Αυτός ο συνδυασμός απόδοσης και ραδιοσυχνότητας, επιτρέπει σε εκείνους που διαθέτουν ήδη την υποδομή για το πρότυπο 802.11b, να πραγματοποιήσουν μια γρηγορότερη και λιγότερο ακριβή μετάβαση σε μια ευρύτερη σύνδεση δικτύου. Υπενθυμίζεται ότι ο υπάρχων εγκατεστημένος εξοπλισμός προτύπου 802.11b απαιτεί αναβάθμιση, προκειμένου να γίνει συμβατός με τον αντίστοιχο του 802.11g.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα βασικά χαρακτηριστικά των προτύπων 802.11 a, b και g.

	802.11b	802.11g	802.11a
Συμβατότητα με	IEEE 802.11b. Wi-Fi CERTIFIED	IEEE 802.11b και 802.11g. Wi-Fi CERTIFIED	IEEE 802.11a. Wi-Fi CERTIFIED
Αριθμός καναλιών	3 μη επικαλυπτόμενα	3 μη επικαλυπτόμενα	8 μη επικαλυπτόμενα (4 σε μερικές χώρες)
Τυπική ακτίνα κάλυψης σε εσωτερικούς χώρους (οι ρυθμοί μετάδοσης είναι ανά κανάλι)	100 ft (30 m) @ 11 MBps; 300 ft (91 m) @ 1 Mbps	100 ft (30 m) @ 54 MBps; 300 ft (91 m) @ 1 Mbps	12 m @ 54 Mbps 91 m @ 6 Mbps
Τυπική ακτίνα κάλυψης (με οπτική επαφή) σε εξωτερικούς χώρους (οι ρυθμοί μετάδοσης είναι ανά κανάλι)	120 m @ 11 Mbps 460 m @ 1 Mbps	120 m @ 54 Mbps 460 m @ 1 Mbps	30m @ 54 Mbps 300m @ 6 Mbps
Ταχύτητα μετάδοσης	11, 5.5, 2 and 1 Mbps	54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, and 6 Mbps	54, 48, 36, 24, 18, 12, 8, and 6 Mbps
Διαμόρφωση	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), 2.4 GHz	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), 2.4 GHz	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), 5 GHz

Ακολουθούν τα συγκριτικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των τριών προτύπων IEEE 802.11:

802.11b



- + Χαμηλό κόστος, συχνότητα σήματος που παρεμποδίζεται δυσκολότερα από εξωτερικούς παράγοντες.
- Χαμηλότερη μέγιστη ταχύτητα, υποστήριξη μικρότερου αριθμού ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών.

802.11a

- + Υψηλότερη μέγιστη ταχύτητα, υποστήριξη μεγαλύτερου αριθμού ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών.
- Υψηλό κόστος, μικρότερη ακτίνα κάλυψης, συχνότητα σήματος που παρεμποδίζεται ευκολότερα από εξωτερικούς παράγοντες.

802.11g

- + Υψηλότερη μέγιστη ταχύτητα, υποστήριξη μεγαλύτερου αριθμού ταυτόχρονα συνδεδεμένων χρηστών, συχνότητα σήματος που παρεμποδίζεται πιο δύσκολα από εξωτερικούς παράγοντες.
- Υψηλό κόστος από το 802.11b, μικρότερη ακτίνα κάλυψης.

6. Κανάλια τοπικών ασυρμάτων δικτύων στην οικογένεια προτύπων 802.11

Ένα κανάλι αντιπροσωπεύει μια στενή ζώνη ραδιοσυχνοτήτων, στην οποία μεταδίδονται τα δεδομένα, με το κέντρο του καναλιού βρίσκεται στη φέρουσα συχνότητα. Το εύρος ζώνης του καναλιού είναι ανάλογο της ταχύτητας μετάδοσης των δεδομένων (υψηλότερος ρυθμός μετάδοσης συνεπάγεται μεγαλύτερο εύρος ζώνης). Είναι σημαντικό τα διαφορετικά κανάλια να μην αλληλοκαλύπτονται, ειδικά η ταχύτητα ελαττώνεται σημαντικά.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το πρότυπο 802.11a λειτουργεί σε ραδιοσυχνότητες μεταξύ 5.15 και 5.875 GHz, ενώ τα πρότυπα 802.11b και 802.11g μεταξύ 2.4 έως 2.497 GHz, μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι το 802.11a έχει ευρύτερη ζώνη συχνοτήτων, γεγονός που επιτρέπει την υποστήριξη περισσότερων καναλιών και μεγαλύτερου ρυθμού μετάδοσης. Το φάσμα συχνοτήτων και τα κανάλια μπορούν να ποικίλουν από χώρα σε χώρα.

Κάθε κανάλι έχει ένα μέγιστο ρυθμό μετάδοσης, σύμφωνα με τα πρότυπά του. Έτσι, τα πρότυπα 802.11b και 802.11g έχουν ένα μέγιστο αριθμό τριών μη-επικαλυπτομένων καναλιών, τα οποία εξασφαλίζουν ρυθμό μετάδοσης 11 και 54 Mbps ανά κανάλι αντίστοιχα, δηλαδή συνολικό ρυθμό μετάδοσης 33 και 162 Mbps αντίστοιχα. Τα πρότυπα 802.11a έχουν ένα μέγιστο αριθμό οκτώ μη-



επικαλυπτομένων καναλιών με ρυθμό μετάδοσης 54 Mbps το καθένα, δηλαδή συνολικό ρυθμό μετάδοσης 432 Mbps.

7. Κωδικοποίηση και διαμόρφωση σήματος στα ασύρματα τοπικά δίκτυα

Κωδικοποίηση διασποράς φάσματος (Spread Spectrum)

Η διασπορά φάσματος είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται κατά κανόνα για τη μετάδοση δεδομένων σε περισσότερες της μίας συχνοτήτων στα ασύρματα τοπικά δίκτυα, με την απαίτηση βέβαια ο δέκτης να γνωρίζει τη σωστή συχνότητα. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι τεχνολογιών διασποράς φάσματος για μετάδοση στα 2.4 GHz: Η Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) και η Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS).

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

Η DSSS είναι μια τεχνολογία μετάδοσης φάσματος ευρείας ζώνης, η οποία παράγει ένα επιπλέον bit pattern για κάθε bit που μεταδίδεται. Αυτό το bit pattern, το οποίο έχει μεγαλύτερο ρυθμό (bitrate) από αυτόν των δεδομένων, καλείται chip ή chipping code. Όσο μακρύτερο το chip, τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα του ανάκτησης των μεταδιδόμενων δεδομένων χωρίς σφάλμα. Η δυσμενής συνέπεια της χρησιμοποίησης μακρύτερων chip είναι το ευρύτερο φάσμα που απαιτείται για τη μετάδοση.

Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

Το FHSS χρησιμοποιεί ένα στενό φασματικό φέρον σήμα, το οποίο μεταβάλλει συνεχώς την κεντρική του συχνότητα σύμφωνα με ένα συγκεκριμένο πρότυπο. Το σήμα εξαπλώνεται, καθώς λειτουργεί σε μια συχνότητα για σύντομη χρονική διάρκεια και έπειτα μεταπηδά σε μια άλλη. Ο αλγόριθμος για τη μεταπήδηση (hopping) της συχνότητας είναι γνωστός και στον πομπό και στο δέκτη, και έτσι επιτυγχάνεται ο μεταξύ τους συγχρονισμός. Το FHSS, λόγω της τεχνικής μεταπήδησης συχνότητας, έχει μεγαλύτερη ανοχή στις παρεμβολές απ' ό,τι το DSSS, ενώ επίσης αποφεύγει την ταυτόχρονη δέσμευση μεγάλου μέρους του φάσματος. Τέλος, οι πομποί σημάτων FHSS απαιτούν μικρότερη ισχύ απ' ό,τι οι αντίστοιχοι DSSS. Το FHSS χρησιμοποιήθηκε στο αρχικό πρότυπο 802.11 για ρυθμούς μετάδοσης 1 ή 2 Mbps.

Ορθογώνια πολυπλεξία συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM)

Η κωδικοποίηση OFDM είναι μια μορφή διαμόρφωσης πολλών φερόντων σημάτων και διαφέρει από αυτήν της διασποράς φάσματος. Η τεχνική OFDM χωρίζει το σήμα σε πολλά μικρότερα υπο-



σήματα, τα οποία και εκπέμπει σε διαφορετικές συχνότητες. Αυτό μειώνει το cross-talk στις μεταδόσεις σημάτων, κάτι το οποίο καθιστά το OFDM πολύ χρήσιμο για τη μετάδοση υψίρρυθμων και ευρυζωνικών πληροφοριών. Επίσης, με τον τρόπο αυτό, η μετάδοση είναι πολύ ανθεκτική στις παρεμβολές. Η ΙΕΕΕ επέλεξε να χρησιμοποιήσει OFDM στο πρότυπο 802.11a με ταχύτητα μετάδοσης μέχρι 54 Mbps.

8. Ακτίνα κάλυψης και επιδόσεις ασύρματων τοπικών δικτύων

Η ταχύτητα ενός WLAN εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, από την αποδοτικότητα του ενσύρματου δικτύου που συνδέει τα σημεία πρόσβασης, μέχρι τη δομή του κτιρίου που έχει εγκατασταθεί και τον τύπο του WLAN που χρησιμοποιείται. Κατά γενικό κανόνα για όλα τα WLANs, η ταχύτητα μειώνεται με την αύξηση της απόστασης μεταξύ του σημείου πρόσβασης του ασύρματου δικτύου και των χρηστών.

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

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

9. Αριθμός χρηστών που μπορεί να εξυπηρετήσει ένα σημείο πρόσβασης

Ο αριθμός των χρηστών που μπορεί να εξυπηρετήσει ταυτόχρονα ένα σημείο πρόσβασης, εξαρτάται συνήθως από το πόσο υψηλή είναι η κυκλοφορία στο συγκεκριμένο σημείο εκείνη τη στιγμή. Σε ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο, το εύρος ζώνης μοιράζεται μεταξύ των χρηστών, όπως ακριβώς και σε ένα ενσύρματο δίκτυο. Η απόδοση του δικτύου, χρησιμοποιώντας ως μέτρο τον αριθμό των ταυτόχρονα εξυπηρετούμενων χρηστών, εξαρτάται από τη συγκεκριμένη υπολογιστική δραστηριότητα του κάθε χρήστη.

Για να αυξηθεί η χωρητικότητα, μπορούν να προστεθούν περισσότερα σημεία πρόσβασης, προσφέροντας έτσι στους χρήστες καλύτερες πιθανότητες να εξυπηρετηθούν από το δίκτυο. Τα δίκτυα βελτιστοποιούνται όταν τα σημεία πρόσβασης τίθενται σε διαφορετικά κανάλια (συχνότητες). Π.χ. μια επιχείρηση μπορεί να τοποθετήσει τρία σημεία πρόσβασης 802.11b (με



ακτίνα κάλυψης 100 μ το καθένα) σε τρία παρακείμενα γραφεία, με κάθε σημείο ρυθμισμένο σε διαφορετικό κανάλι. Στην περίπτωση αυτή, οι χρήστες θεωρητικά μπορούν να μοιραστούν μέχρι 33 Mbps συνολική χωρητικότητα, αλλά κανείς χρήστης δεν μπορεί να κάνει χρήση χωρητικότητας μεγαλύτερης από 11 Mbps (εφόσον υπάρχουν τρία διαφορετικά κανάλια). Στην πραγματικότητα, οι χρήστες συνδέονται με το σημείο πρόσβασης από το οποίο δέχονται το ισχυρότερο σήμα, εμποδίζοντας έτσι την ομοιόμορφη κατανομή του συνολικού εύρους ζώνης (33 Mbps) μεταξύ τους.

10. Ασφάλεια ασυρμάτων τοπικών δικτύων

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τις τεχνολογίες WLAN είναι αναμφίβολα πολλά, με σημαντικότερο, στις περισσότερες περιπτώσεις, την ευελιξία που αυτές παρέχουν. Παρ' όλα αυτά, ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η διακίνηση της πληροφορίας παρουσιάζει κάποιες αδυναμίες, κυρίως όσον αφορά στην ασφάλεια. Στο πρότυπο 802.11b τα δεδομένα εκπέμπονται, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, στην φασματική περιοχή των 2.4 GHz, σε συχνότητες που μπορούν εύκολα να διαπεράσουν κάποια τυπική τοιχοποιία και μεταλλική κατασκευή. Το γεγονός ότι τα δεδομένα που διακινούνται ανά πάσα στιγμή στο δίκτυο διαχέονται «ελεύθερα» στον περιβάλλοντα χώρο, είναι σίγουρα θέμα που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής.

Γενικά οι 'επιθέσεις' που είναι πιθανόν να δεχτεί ένα ασύρματο δίκτυο χωρίζονται σε δύο βασικούς τύπους. Ο πρώτος αποτελείται από επιθέσεις που έχουν βασικό σκοπό την υποκλοπή των πληροφοριών που διακινούνται. Στόχος των παραπάνω επιθέσεων είναι τις περισσότερες φορές τα εταιρικά δίκτυα στα οποία ανταλλάσσονται αρκετά «ευαίσθητες», τόσο για την εταιρεία όσο και τους ανταγωνιστές της, πληροφορίες. Ο δεύτερος τύπος περιλαμβάνει επιθέσεις με τις οποίες ένας «κακόβουλος» επισκέπτης προσπαθεί να αποκτήσει πρόσβαση σε ένα ασύρματο δίκτυο.

Basic Industry Standard Security

Δεδομένων των παραπάνω κινδύνων και έχοντας ως στόχο την αύξηση της ασφάλειας των ασύρματων δικτύων, το IEEE έχει ενσωματώσει στο πρότυπο 802.11 μεθόδους που συντελούν στην αύξηση της ασφάλειας του ασυρμάτου δικτύου (Basic Industry Standard Security). Οι μέθοδοι αυτοί παρατίθενται παρακάτω:

SSID

Το SSID (Secure Set Identifier) είναι το χαρακτηριστικό όνομα ενός ασύρματου δικτύου το οποίο χρησιμοποιείται για να διαφοροποιούνται τα δίκτυα που ενδεχομένως λειτουργούν στον ίδιο



χώρο. Γενικά όλες οι συσκευές ασύρματης σύνδεσης έχουν μια προκαθορισμένη τιμή του SSID, τυπική για κάθε μοντέλο. Για να διευκολυνθεί η διαδικασία σύνδεσης δύο συσκευών WLAN, κάθε συσκευή εκπέμπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα το SSID της. Έτσι, όταν δύο συσκευές βρεθούν μέσα στα όρια εμβέλειάς τους, αυτομάτως αναγνωρίζουν η μια την άλλη, και στη συνέχεια μπορούν, εφόσον έχουν το ίδιο SSID, να συνδεθούν.

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

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

Πιστοποίηση χρήστη

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

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

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



Κρυπτογράφηση δεδομένων

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

Διευθύνσεις MAC

Αρκετά Σημεία Πρόσβασης παρέχουν την δυνατότητα στο χρήστη να καθορίσει τις διευθύνσεις MAC των συσκευών ασύρματης σύνδεσης που μπορούν να συνδεθούν σε αυτά. Πρέπει να τονιστεί ότι σε κάθε συσκευή αντιστοιχεί μια μοναδική διεύθυνση MAC.

Με τον τρόπο αυτό μπορεί να προστεθεί ακόμα ένα επίπεδο ασφάλειας, το οποίο όμως έχει και αυτό τις αδυναμίες του. Είναι σχετικά εύκολο για έναν «εισβολέα» να υποκλέψει, χρησιμοποιώντας κατάλληλο εξοπλισμό τις διευθύνσεις MAC από τα πακέτα που διακινούνται στο δίκτυο, ακόμα και όταν αυτά είναι κρυπτογραφημένα. Το μόνο που χρειάζεται να κάνει για να αποκτήσει πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο είναι να αλλάξει τη διεύθυνση MAC που στέλνει η συσκευή του, με κάποια από αυτές που έχει υποκλέψει.

Advanced Industry Standard Security

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

- **IEEE 802.1X** - Πρότυπο ασφάλειας που επιβάλλει ένα πλαίσιο επικύρωσης, καθώς και τη δυναμική διανομή των κλειδιών συνόδου για την κρυπτογράφηση WEP. Απαιτείται να υπάρχει server RADIUS.
- **IEEE 802.11i** - Ανερχόμενο πρότυπο ασφαλείας που αναπτύσσεται από το IEEE και το οποίο εμπεριέχει την προστασία επικύρωσης του IEEE 802.1X. Επιπλέον, προσθέτει εξελιγμένα πρότυπα ασφαλείας (Advanced Encryption Standards – AES) για προστασία της κρυπτογράφησης, μαζί με άλλα χαρακτηριστικά.



- **WPA** – Το Wi-Fi Protected Access είναι ένα πρότυπο ασφαλείας που επιλύει τα προβλήματα κρυπτογράφησης του WEP, υιοθετώντας το Πρωτόκολλο Ακεραιότητας του Προσωρινού Κλειδιού (Temporal key integrity protocol – TKIP). Επίσης, το WPA συμπεριλαμβάνει τα πλεονεκτήματα επικύρωσης του 802.1X.
- **EAP** – Το Extensible authentication protocol (EAP) είναι ένα πρωτόκολλο σημείου προς σημείο το οποίο υποστηρίζει πολλαπλές μεθόδους επικύρωσης. Η υποστήριξη τύπων EAP εξαρτάται από το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιείται.

11. Διαλειτουργικότητα ασυρμάτων τοπικών δικτύων

Η διαλειτουργικότητα με την υποδομή του ενσύρματου δικτύου δεν αποτελεί γενικά ζήτημα, καθώς τα περισσότερα συστήματα WLAN παρέχουν τυποποιημένη διασύνδεση με Ethernet (IEEE 802.3) και με Token Ring (IEEE 802.5). Οι κόμβοι WLAN υποστηρίζονται από τα λειτουργικά συστήματα των δικτύων με τον ίδιο τρόπο που υποστηρίζεται οποιοσδήποτε άλλος κόμβος του τοπικού δικτύου, μέσω των οδηγών συσκευών δικτύων. Εντούτοις, η διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστημάτων WLAN είναι πιο σύνθετη επειδή υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογίες και κατασκευαστές. Η 'συμμαχία' Wi-Fi (Wi-Fi Alliance) προσφέρει ένα επικυρωμένο λογότυπο Wi-Fi (Wi-Fi Certified) στα προϊόντα για να δείξει ότι έχουν εξεταστεί επιτυχώς ως διαλειτουργικά, ανεξάρτητα από τον προμηθευτή. Εάν επιλεγούν προϊόντα που δεν ανταποκρίνονται σε αυτές τις πιστοποιήσεις και πρότυπα, δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η διαλειτουργικότητά τους και υπάρχει κίνδυνος για απροσδόκητες μελλοντικές δαπάνες. Είναι επίσης σημαντικό να εξεταστεί η διαλειτουργικότητα των προϊόντων στην ίδια συχνότητα. Παρόλο που τα προϊόντα των προτύπων 802.11b και 802.11g λειτουργούν στα 2.4 GHz, λόγω χρήσης διαφορετικών τεχνικών διαμόρφωσης, πρέπει να είναι σχεδιασμένα ή να έχουν δυνατότητα αναβάθμισης, προκειμένου να εξασφαλίζουν τη διαλειτουργικότητα.

12. WLAN και WiMAX, LMDS, HiperLan

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα χαρακτηριστικά των ασυρμάτων τεχνολογιών WiMAX, LMDS και HiperLan, καθώς και του WLAN για σύγκριση.

Τεχνολογία	Πρότυπο	Χρήση	Ταχύτητα	Ακτίνα κάλυψης	Συχνότητα
Wi-Fi	IEEE, 802.11a	WLAN	Έως 54 Mbps	Έως 1 km	5 GHz
Wi-Fi	IEEE, 802.11b	WLAN	Έως 11 Mbps	Έως 1 km	2.4 GHz
Wi-Fi	IEEE, 802.11g	WLAN	Έως 54 Mbps	Έως 1 km	2.4 GHz
WiMAX	IEEE, 802.16d	WMAN	Έως 75 Mbps (20 MHz BW)	Τυπικά 6-9 km	Sub 11 GHz
WiMAX	IEEE, 802.16e	Mobile WMAN	Έως 30 Mbps	Τυπικά 1.5-5 km	2-6 GHz



			(10 MHz BW)		
LMDS		WMAN	1,5 - 2 Gbps (τυπικά 38 Mbps downstream)	Τυπικά 3-5 km	>25 GHz, ανάλογα με τη χώρα (Ελλάδα 25 GHz)
WLL @ 3.6 GHz		WMAN ή WWAN		10 km	3.6 GHz
HiperLAN/1	ETSI HiperLAN/1	WLAN	Έως 20 Mbps	Έως 50m	5 GHz
HiperLAN/2	ETSI HiperLAN/2	WLAN	Έως 54 Mbps	Έως 50m	5 GHz

WiMAX

Το WiMAX είναι μια νέα τεχνολογία που θα πραγματοποιήσει την ευρυζωνική πρόσβαση του τελευταίου μιλίου σε μια μεγαλύτερη γεωγραφική περιοχή από ότι το WLAN, παρέχοντας στους επιχειρησιακούς πελάτες ευρυζωνικές υπηρεσίες τύπου T1 (1.544 Mbps), ενώ στους απλούς χρήστες πρόσβαση ανάλογη του DSL. Με ακτίνα κάλυψης από 1.5 έως 9 km (ανάλογα με τις τιμές διαφόρων παραμέτρων), το WiMAX θα επιτρέψει μεγαλύτερη κινητικότητα στις εφαρμογές δεδομένων υψηλών ταχυτήτων. Με τέτοια χαρακτηριστικά, το WiMAX είναι σε θέση να προσφέρει backhaul για την υποδομή παρόχων, τις μεγάλες επιχειρήσεις και τα WLAN hotspots. Τα δίκτυα WiMAX προβλέπεται να αναπτυχθούν σε τρεις φάσεις. Σε πρώτη φάση, η τεχνολογία WiMAX, χρησιμοποιώντας το πρότυπο IEEE 802.16d, θα επεκταθεί μέσω υπαίθριων κεραιών που στοχεύουν γνωστούς συνδρομητές σε μια σταθερή θέση. Σε δεύτερη φάση, θα χρησιμοποιήσει εσωτερικές κεραιές, οι οποίες θα δίνουν στους παρόχους τη δυνατότητα εύκολης εγκατάστασης στους χώρους των χρηστών. Σε τρίτη φάση, θα προωθήσει την IEEE 802.16e προδιαγραφή, στην οποία το WiMAX επικυρωμένο υλικό (WiMAX certified) θα είναι διαθέσιμο στις φορητές λύσεις για τους χρήστες, οι οποίοι θέλουν να κινούνται μέσα σε περιοχές υπηρεσιών, δυνατότητα που παρέχει το WLAN σήμερα.

LMDS και WLL στα 3.6 GHz

Το Local Multipoint Distribution System (LMDS) είναι η ευρυζωνική ασύρματη τεχνολογία που χρησιμοποιείται για να μεταδώσει φωνή, δεδομένα, υπηρεσίες διαδικτύου και τηλεοπτικές υπηρεσίες στην περιοχή των 25 GHz καθώς και σε υψηλότερες συχνότητες (ανάλογα με τη χορήγηση αδειών σε κάθε χώρα, στην Ελλάδα ισχύουν τα 25 GHz). Ως αποτέλεσμα των χαρακτηριστικών διάδοσης του σήματος σε αυτό το φάσμα συχνότητας, το LMDS χρησιμοποιεί μια κυψελοειδή δικτυακή αρχιτεκτονική, αν και οι παρεχόμενες υπηρεσίες είναι σταθερές και όχι κινητές. Παρόμοιες δικτυακές αρχιτεκτονικές ισχύουν και για την ασύρματη πρόσβαση στα 3.6 GHz. Οι δύο αυτές ζώνες (3.6 και 25 GHz) αποτελούν τις αδειοδοτημένες περιοχές συχνοτήτων για τη σταθερή ασύρματη πρόσβαση στην Ελλάδα.



Το LMDS είναι ένα σύστημα απευθείας μικροκυματικής μετάδοσης από μια τοπική κεραία στο σπίτι ή την επιχείρηση εντός της ακτίνας οπτικής επαφής, αποτελώντας έτσι μια λύση στο αποκαλούμενο "πρόβλημα του τελευταίου μιλίου", προσφέροντας οικονομικές υπηρεσίες ευρείας ζώνης στους τελικούς χρήστες. Το LMDS είναι μια εναλλακτική λύση από την εγκατάσταση οπτικής ίνας μέχρι το χρήστη ή την προσαρμογή της καλωδιακής τηλεόρασης για προσφορά ευρυζωνικών υπηρεσιών (η δυνατότητα αυτή δεν υφίσταται σήμερα στην Ελλάδα). Ανάλογα με την εφαρμογή, το LMDS παρέχει ταχύτητα μέχρι 1.5 Gbps προς τον χρήστη (downstream) και 200 Mbps από το χρήστη προς το δίκτυο (upstream), αν και ένας πιο ρεαλιστικός αριθμός είναι τα 38 Mbps downstream. Μερικές υπηρεσίες προσφέρουν συμμετρική υπηρεσία από και προς το χρήστη, ενώ άλλες προσφέρουν μόνο downstream με το upstream να επιτελείται μέσω ασύρματων συνδέσεων (ασύμμετρη υπηρεσία).

Το κόστος του LMDS θεωρείται πολύ χαμηλότερο από αυτό της εγκατάστασης οπτικών ινών ή της αναβάθμισης των συστημάτων καλωδιακής τηλεόρασης. Οι πρώτες εφαρμογές για την εκμετάλλευση του LMDS θεωρούνται οι:

- Μετάδοση μεγάλου όγκου δεδομένων για τις επιχειρήσεις
- Διαλογική (interactive) τηλεόραση και ροή πολυμέσων από το Διαδίκτυο
- Υπηρεσία φωνής (συνήθως ως συμπλήρωμα σε άλλες υπηρεσίες)

Επειδή το LMDS απαιτεί έναν ακριβότερο και ενδεχομένως μεγαλύτερο πομποδέκτη από κάποιον που θα μπορούσε με ευκολία να συσκευαστεί σε μια φορητή συσκευή, το LMDS δεν αντιμετωπίζεται ως αντικαταστάτης ή ως εναλλακτική λύση των κινητών ασύρματων τεχνολογιών, όπως η 3G και το GSM. Αφ' ετέρου, το LMDS προσφέρει πολύ υψηλότερο εύρος ζώνης για δεδομένα. Γενικά, το LMDS είναι για σταθερές θέσεις και προσφέρει πολύ υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης. Οι τεχνολογίες όπως το GSM είναι για τους κινητούς χρήστες, με χαμηλότερες ταχύτητες, οι οποίες όμως αυξάνονται με τεχνολογίες που καταλήγουν στο 3G.

HiperLAN/1 και /2

Το HiperLAN (High PErformance Radio LAN) αναπτύχθηκε στις ευρωπαϊκές χώρες ως πρότυπο υψηλής ταχύτητας WLAN και είναι παρόμοιο με το αμερικάνικο πρότυπο IEEE 802.11. Υπάρχουν δύο τύποι προδιαγραφών, το HiperLAN/1 και το HiperLAN/2. Και τα δύο πρότυπα έχουν υιοθετηθεί από το ETSI. Το HiperLAN/1 αναπτύχθηκε το 1996 και προσφέρει ταχύτητες δεδομένων μέχρι 20 Mbps στη ζώνη των 5 GHz του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων, κυρίως σε ad-hoc δίκτυα και χωρίς να εγγυάται την ποιότητα υπηρεσιών (QoS). Το HiperLAN/2 προσφέρει ταχύτητες δεδομένων μέχρι 54 Mbps στην ίδια ζώνη ραδιοσυχνοτήτων, καθώς και καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών. Το φυσικό μέσο μετάδοσης είναι το ίδιο με αυτό του 802.11a και το ETSI συνεργάστηκε με το IEEE για την ανάπτυξή του. Δεδομένου ότι ο χαμηλότερος ρυθμός



μετάδοσης του 802.11a περιορίζει τη χρήση του, ειδικά στις εφαρμογές πολυμέσων, η υψηλότερη ταχύτητα του HiperLAN, αν και είναι πιθανόν να κοστίζει περισσότερο, αποτελεί μια αποτελεσματική εναλλακτική τεχνολογία για ορισμένες εφαρμογές WLAN, ιδιαίτερα αυτές που περιλαμβάνουν μετάδοση τηλεοπτικών εικόνων. Το HiperLAN είναι βασισμένο στην τεχνολογία ασύγχρονης μεταφοράς (ATM), και προσφέρει καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών από τις αντίστοιχες του 802.11.

13. Σύγκριση τεχνολογιών ασυρμάτων δικτύων

Γενική σύγκριση

Κάθε τεχνολογία είναι σημαντική για διαφορετικούς λόγους. Ενώ το WLAN είναι ιδανικό για τις απομονωμένες περιοχές, το WiMAX προσφέρει ασύρματη κάλυψη σε μεγάλες αποστάσεις. Τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του WiMAX το καθιστούν ιδανικό για κινητούς υπολογιστικές πλατφόρμες, όπως π.χ. οι φορητοί υπολογιστές. Το LMDS από την άλλη πλευρά, προσφέρει πολύ υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης, αλλά κυρίως σε σταθερούς προορισμούς, λόγω του σχετικά ογκώδους απαιτούμενου εξοπλισμού.

Δεδομένου ότι η πληροφορική και οι επικοινωνίες συγκλίνουν σε ευρυζωνικές ασύρματες πλατφόρμες και τεχνολογίες, η ανάγκη για αληθινή κινητικότητα θα γίνει επιτακτική. Όταν αυτό συμβεί, οι τεχνολογίες, η υποδομή, οι συσκευές και οι υπηρεσίες που θα επιτρέπουν στους χρήστες να μένουν συνδεδεμένοι ακόμη και όταν αυτοί κινούνται σε οποιονδήποτε χώρο, θα πρέπει να είναι έτοιμες να λειτουργήσουν.

Απώτερος σκοπός είναι να η «πάντα καλύτερη δυνατή σύνδεση» του χρήστη (best connected), χρησιμοποιώντας τις προαναφερθείσες συμπληρωματικές ευρυζωνικές τεχνολογίες. Στην πραγματικότητα, η κινητικότητα που επιτρέπεται από την ασύρματη τεχνολογία απαιτεί τη συμπληρωματικότητα των δικτύων και τη συνύπαρξη των τεχνολογιών – είτε αυτές είναι ενσύρματες είτε ασύρματες.

Η βιομηχανία αναμένει ότι η ευρυζωνική πρόσβαση θα φτάσει τον ύψιστο στόχο του «πάντα και παντού» μέσω του ακόλουθου σεναρίου:

Ασύρματα δίκτυα όλων των ειδών θα αναπτυχθούν ανά τον κόσμο.

- Τα WLAN hotspots θα πολλαπλασιαστούν στις δημόσια θέσεις, τις επιχειρήσεις και τα σπίτια.
- Οι τεχνολογίες WiMAX πρώτης γενιάς και LMDS θα επεκταθούν ευρέως για να παρέχουν ευρυζωνική συνδεσιμότητα σε μεγάλες αποστάσεις για τα WLAN hotspots, καθώς επίσης και κυψελοειδές και επιχειρηματικό backhaul.



- Αργότερα, η τεχνολογία 802.16e WiMAX θα προστεθεί στις πυκνά κατοικημένες περιοχές για να παρέχει ασύρματη ευρυζωνική πρόσβαση δεδομένων σε κινητούς χρήστες φορητών υπολογιστών.
- Οι καινοτομίες στις τεχνολογίες 3G θα προσθέσουν τις ικανότητες παροχής ευρυζωνικής πρόσβασης στο κινητό τηλέφωνο και στα PDAs.

Το σενάριο "πάντα καλύτερης σύνδεσης" (always best-connected) προβλέπει ότι οι χρήστες θα αναμείξουν και θα ταιριάξουν τις κινητές πλατφόρμες και τις ασύρματες τεχνολογίες για να καλύψουν τις εξατομικευμένες απαιτήσεις τους, έτσι ώστε να μένουν συνδεδεμένοι ουσιαστικά οποτεδήποτε και οπουδήποτε. Κάποιες εταιρίες ίσως ενσωματώσουν περισσότερες της μίας ασύρματης τεχνολογίας στις κινητές πλατφόρμες τους για να μεγιστοποιήσουν τη δυνατότητα των χρηστών να μένουν συνδεδεμένοι.

Εντούτοις, πρέπει να σημειωθεί, ότι πάντα καλύτερα συνδεδεμένος δε σημαίνει ότι οι ενσύρματες προσβάσεις θα εξαφανιστούν. Στην πραγματικότητα, οι ενσύρματες τεχνολογίες θα συνεχίσουν να είναι σημαντικές, δεδομένου ότι θα ήταν δύσκολο να φανταστεί κανείς την υπολογιστική δομή ολόκληρου του κόσμου να λειτουργεί π.χ. χωρίς xDSL ή Gigabit Ethernet. Το Ethernet και οι άλλες ενσύρματες τεχνολογίες, όπως οι οπτικές ίνες, διαδραματίζουν έναν ζωτικής σημασίας ρόλο "πίσω από τη σκηνή", κάνοντας εφικτή την ασύρματη συνδεσιμότητα.

WLAN vs (LMDS και WLL στα 3.6 GHz)

Τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των δύο αυτών τεχνολογιών διαφέρουν κατά πολύ και τις καθιστούν μάλλον συμπληρωματικές, παρά ανταγωνιστικές. Έτσι, το WLAN εξυπηρετεί κατά βάση χρήστες σε μικρότερες αποστάσεις και σε χαμηλότερες ταχύτητες απ' ό,τι το LMDS. Επίσης ο εξοπλισμός του LMDS είναι πολύ ακριβότερος του αντίστοιχου του WLAN, πράγμα που καθιστά τις δύο τεχνολογίες να στοχεύουν σε διαφορετικά είδη πελατών, η πρώτη κυρίως σε μεγάλες εταιρίες, ενώ η δεύτερη κυρίως σε απλούς χρήστες. Η συμπληρωματικότητά τους έγκειται στο ότι τα WLANs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παροχή πρόσβασης σε απομακρυσμένες περιοχές, ενώ τα δίκτυα LMDS σε αστικές περιοχές και κυρίως σε εταιρίες με ανάγκες υψηλού εύρους ζώνης. Επιπλέον, τα WLANs σχεδιάζονται αρχικά ως απλή αντικατάσταση / προέκταση της ήδη υπάρχουσας καλωδιακής δικτυακής υποδομής.

Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα που αντιμετωπίζουν οι δυνητικοί πάροχοι WLAN, είναι η αβεβαιότητα και η δυσπιστία με την οποία δέχονται οι χρήστες την τεχνολογία WLAN, λόγω του ότι για την παροχή δημοσίων υπηρεσιών γίνεται χρήση ελεύθερης ζώνης, χωρίς προστασία από παρεμβολές και με περιορισμένο βαθμό παρεχόμενης ασφάλειας επικοινωνίας. Από την άλλη πλευρά, το LMDS έχει δεσμευμένο συγκεκριμένο φάσμα ραδιοσυχνοτήτων σε αδειοδοτημένη



ζώνη, γεγονός που του επιτρέπει να προσφέρει ασφαλείς συνδέσεις χωρίς παρεμβολές και με εγγυημένη ποιότητα.

14. Ερωτήσεις

- E1. Θεωρείτε ότι οι τεχνολογίες WiFi και LMDS είναι ανταγωνιστικές ή συμπληρωματικές; Τεκμηριώστε την άποψή σας.
- E2. Δεδομένων των περιορισμών της τεχνολογίας των WiFi (προβλήματα παρεμβολών κλπ), θεωρείτε ότι η παρεχόμενη ποιότητα είναι ικανοποιητική για την παροχή υπηρεσιών στο κοινό; Ποιος μπορεί να είναι ο εγγυημένος ρυθμός μετάδοσης;

15. Υφιστάμενο κανονιστικό καθεστώς για WLAN στην Ευρώπη

Σύνοψη αποφάσεων ERC

Τρεις φασματικές περιοχές έχουν δεσμευτεί για συστήματα ασυρμάτων τοπικών δικτύων (WLANs) από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ραδιοεπικοινωνιών, μέσω δύο ευρωπαϊκών αποφάσεων (ERC Decisions):

Φασματική ζώνη	ERC Decisions
2.400 - 2.483 GHz	ERC Decision 01/07
5.150 - 5.350 GHz	ERC Decision 99/23
5.470 - 5.725 GHz	

Περιοχή 2.4 GHz - Ευρωπαϊκή Απόφαση ERC 01/07 – πρότυπο ETSI, EN 300 328

Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με την απόφαση ERC 01/07, από την 12^η Μαρτίου 2001, ισχύουν τα παρακάτω:

- Ορίζεται η ζώνη συχνότητας 2400 – 2483.5 MHz για χρήση από ασύρματα τοπικά δίκτυα, τα οποία συμμορφώνονται με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Φασματική ζώνη	Εκπεμπόμενη Ισχύς	Κεραία	Απόσταση καναλιών	Κύκλος Καθήκοντος (Duty Cycle) %
2400-2483.5 MHz	100 mW e.i.r.p. (Effective Isotropic Radiated Power)	Ενσωματωμένη (χωρίς βύσμα για εξωτερική)	Δεν καθορίζεται απόσταση καναλιών –	Δεν υπάρχει περιορισμός για τον κύκλο



	<p>Για διαμόρφωση DSSS (direct sequence spread spectrum), η μέγιστη ισχύς πυκνότητας φάσματος (spectrum power density) περιορίζεται στα -20 dBW/1 MHz.</p> <p>Για διαμόρφωση FHSS (frequency hopping spread spectrum), η μέγιστη ισχύς πυκνότητας φάσματος περιορίζεται στα -10dBW/100 kHz.</p>	κεραία) ή αποκλειστικού προορισμού (dedicated).	χρησιμοποιείται ολόκληρη η ορισμένη ζώνη συχνότητας. Ο ελάχιστος ρυθμός μετάδοσης είναι 250 Kbps.	καθήκοντος.
--	---	---	---	-------------

- Δεν υφίσταται ανάγκη για μεμονωμένη χορήγηση αδειών για συσκευές με περιορισμένη εμβέλεια, οι οποίες χρησιμοποιούνται για ασύρματα δίκτυα τοπικής περιοχής που συμμορφώνονται με την απόφαση της παραγράφου αυτής.
- Σύμφωνα με το πρότυπο του ETSI EN 300 328 V1.6.1 (2004-07), τα 100 mW που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα αποτελούν την επιτρεπόμενη **συνολικά εκπεμπόμενη ισχύς (e.i.r.p.)** από μια συσκευή WLAN. Το συγκεκριμένο πρότυπο (και σε συμφωνία με τις ευρωπαϊκές αποφάσεις) ορίζει τις μέγιστες πυκνότητες φασματικών ισχύων. Σημειώνεται, ότι ο όρος e.i.r.p. (effective isotropical radiated power) δεν αναφέρεται στην ισχύ εξόδου του πομπού, αλλά στη συνολική ισχύ εκπομπής, συμπεριλαμβανομένου του μέγιστου κέρδους της κεραίας, η οποία μπορεί να είναι ενσωματωμένη στη συσκευή ή μόνιμα συνδεδεμένη σε αυτή. Η πιστοποίηση ότι μια συσκευή είναι σύμφωνη με το πρότυπο γίνεται για συγκεκριμένους τύπους κεραιών και στάθμες ισχύος, έτσι ώστε η συνολική ισχύς e.i.r.p. να μην υπερβαίνει σε καμία περίπτωση τα 100mW (20dBm). Για το λόγο αυτό η προσάρτηση στις συσκευές αυθαίρετα άλλων τύπων κεραιών με σκοπό την αύξηση της εμβέλειας εκπομπής καταργούν αυτόματα τη πιστοποίηση της συσκευής και καθιστούν τη χρήση στη συγκεκριμένη ζώνη μη νόμιμη.

Περιοχή 5 GHz - Ευρωπαϊκή Απόφαση ERC 99/23

Όσον αφορά τη ζώνη των 5 GHz, η Ευρωπαϊκή Απόφαση ERC 99/23, η οποία έχει τεθεί σε ισχύ από την 31^η Ιανουαρίου 2000, συστήνει να ισχύουν τα παρακάτω:

- Καταρχάς, για το σκοπό της απόφασης αυτής, ο όρος "High Performance Radio Local Area Networks (HIPERLANs τύπων 1 και 2)" χρησιμοποιείται με την έννοια του σχετικού εξοπλισμού, που συμμορφώνεται με τα σχετικά ευρωπαϊκά πρότυπα τηλεπικοινωνιών.



- Ορίζονται οι ζώνες συχνότητας 5150 – 5350 MHz και 5470 – 5725 MHz για τη χρήση από HIPERLANs.
- Περιορίζεται η χρήση HIPERLANs στη ζώνη 5150 – 5350 MHz μόνο σε εσωτερικούς χώρους και με μέγιστο μέσο e.i.r.p. 200 mW.
- Περιορίζεται η εσωτερική και υπαίθρια χρήση HIPERLANs στη ζώνη 5470-5725 MHz να έχει μέγιστο μέσο e.i.r.p. 1 W.
- Επιπλέον των δύο προηγούμενων περιορισμών, η χρήση HIPERLANs επιτρέπεται μόνο όταν τηρούνται τα ακόλουθα:
 - α) έλεγχος της ισχύος των πομπών, προκειμένου να εξασφαλίζεται παράγοντας μετριασμού (mitigation factor) τουλάχιστον ίσος με 3 dB.
 - β) εφαρμογή της δυναμικής επιλογής συχνότητας (Dynamic Frequency Selection), συνδεδεμένης με το μηχανισμό επιλογής καναλιών, προκειμένου να αποφεύγονται τα κατειλημμένα κανάλια και να παρέχεται ομοιόμορφη κατανομή του φορτίου του HIPERLAN σε φασματικό εύρος τουλάχιστον 330 MHz, ή 255 MHz στην περίπτωση της ζώνης 5470 – 5725 MHz.
- Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα (α) και (β) της προηγούμενης παραγράφου δεν είναι υποχρεωτικά για εξοπλισμό HIPERLAN τύπου 1, που χρησιμοποιείται στη ζώνη 5150 - 5250 MHz. Αυτές οι εξαιρέσεις πρέπει να αναθεωρηθούν λαμβάνοντας υπόψη την ανάπτυξη της αγοράς HIPERLANs.

Ευρωπαϊκή σύσταση υπ' αριθμόν 2003/203/EC

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή αυτή σύσταση, η οποία ισχύει από τις 20 Μαρτίου 2003, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αποφάσισε, σχετικά με την παροχή δημόσιας πρόσβασης για τα WLANs (ή ισοδύναμα RLANs):

- Για τα συστήματα WLAN είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί όλο ή μέρος είτε της ζώνης συχνοτήτων 2400.0 – 2483.5 MHz («ζώνη 2.4 GHz»), είτε των ζωνών συχνοτήτων 5150 – 5350 MHz και 5470 – 5725 MHz («ζώνες 5 GHz»).
- Είναι αποδεκτός από τα εμπλεκόμενα μέρη ο κίνδυνος παρεμβολών στη ζώνη των 2.4 GHz μεταξύ διαφόρων χρηστών που ενδεχομένως χρησιμοποιούν αυτές τις ζώνες, καθώς και μεταξύ συνυπαρχόντων συστημάτων WLAN. Εφόσον οι χρήστες WLAN δε δημιουργούν επιβλαβείς παρεμβολές με τυχόν προστατευόμενους χρήστες των ιδίων ζωνών, η χρήση των ζωνών 2.4 και 5 GHz πρέπει να μην υπόκειται στη χορήγηση ατομικών δικαιωμάτων χρήσης. Εξάλλου, η απελευθέρωση της ζώνης 5 GHz για δημόσια πρόσβαση υπηρεσιών WLAN θα περιορίζει την πίεση που υφίσταται η ζώνη 2.4 GHz.



Με βάση τα παραπάνω, συνίσταται ότι:

- (1) Τα κράτη μέλη πρέπει να επιτρέπουν την παροχή δημόσιας πρόσβασης WLAN σε δημόσια δίκτυα και υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών στις διαθέσιμες ζώνες 2.4 GHz και 5 GHz χωρίς αδειοδότηση, όπου είναι δυνατόν, ή μόνον κατόπιν γενικής αδειοδότησης.
- (2) Τα κράτη μέλη πρέπει να μην απαιτούν τη χορήγηση ατομικών δικαιωμάτων χρήσης διαθέσιμων ζωνών 2.4 GHz ή 5 GHz για τη λειτουργία συστημάτων WLAN.
- (3) Τα κράτη μέλη πρέπει να μην περιορίζουν την επιλογή του εξοπλισμού WLAN που θα χρησιμοποιείται από παρόχους υπηρεσιών, εφόσον ο εξοπλισμός αυτός συμμορφώνεται με την οδηγία 1999/5/EK.

16. Υφιστάμενο καθεστώς για WLAN στην Ελλάδα

Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση

Ως Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση (ΣΑΠ) ορίζεται η εφαρμογή της ασύρματης πρόσβασης, στην οποία η τοποθεσία του τερματισμού του χρήστη και του σημείου πρόσβασης του δημόσιου τηλεπικοινωνιακού δικτύου, στο οποίο συνδέεται ο χρήστης, είναι σταθερά, με χρήση αποκλειστικά και μόνο ραδιοσυχνοτήτων που έχουν εκχωρηθεί για το σκοπό αυτό. Δεδομένου του καθορισμού των ζωνών Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης με Υπουργική Απόφαση στα 3.6 και 26 GHz, και της χορήγησης των σχετικών αδειών με τη διαδικασία της δημοπρασίας το Δεκέμβριο του 2000, δεν έχει επιτραπεί μέχρι σήμερα η χρήση των 2.4 GHz για την παροχή υπηρεσιών ΣΑΠ.

Περιοχή 2.4 GHz

Ίδια χρήση

Δεν απαιτείται Εκχώρηση Ραδιοσυχνότητας για τη λειτουργία Σταθμών Ραδιοεπικοινωνιών οι οποίοι πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις (απόφαση ΕΕΤΤ 254/72, ΦΕΚ 895/Β/16-7-2002/άρθρο 5):

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

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



Παροχή υπηρεσιών

Χρειάζεται ειδική άδεια για παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών με τη χρήση αυτής της συχνότητας σε τρίτους, και πληρουμένων συγκεκριμένων συνθηκών.

Στον Κάτοχο της Άδειας δίδεται το δικαίωμα παροχής Δημόσιων Κινητών Τηλεπικοινωνιακών Υπηρεσιών Ασύρματων Τοπικών Δικτύων σε δημόσιους χώρους (hot-spots), με χρήση ραδιοεξοπλισμού συμβατού με το πρότυπο EN 300 328 του ETSI που χρησιμοποιεί ραδιοσυχνότητες που βρίσκονται στην ζώνη 2400 - 2483,5 MHz. Για την χρήση των ως άνω ραδιοσυχνοτήτων δεν απαιτείται προηγούμενη εκχώρηση από την ΕΕΤΤ, αλλά μόνο η συμπλήρωση και αποστολή στην ΕΕΤΤ σχετικής δήλωσης. Από την υποχρέωση αυτή εξαιρούνται οι σταθμοί που λειτουργούν εντός περικλειστων ιδιωτικών εγκαταστάσεων.

Ο Κάτοχος της Άδειας αποδέχεται ότι στους σταθμούς ραδιοεπικοινωνιών που εγκαθίστανται και οι οποίοι λειτουργούν στην ζώνη 2400 - 2483,5 MHz για την παροχή Δημόσιων Κινητών Τηλεπικοινωνιακών Υπηρεσιών Ασύρματων Τοπικών Δικτύων, δεν παρέχεται προστασία από τυχόν παρεμβολές, ούτε επιτρέπεται οι σταθμοί αυτοί να προκαλούν επιζήμιες παρεμβολές σε άλλους σταθμούς ραδιοεπικοινωνίας.

Τέλος, ο Κάτοχος της Άδειας δεν επιτρέπεται να παρέχει υπηρεσίες Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης (δεν επιτρέπεται η ζεύξη σημείου προς σημείο) και δεν επιτρέπεται να αναπτύξει Δημόσιο Τηλεπικοινωνιακό Δίκτυο Κορμού κάνοντας χρήση ραδιοσυχνοτήτων που βρίσκονται στην ζώνη 2400 - 2483,5 MHz.

Περιοχή 5 GHz

Γενικά, για τις περιοχές 5150-5250, 5250-5350, 5470-5725 MHz και 17.1 - 17.3 GHz, (ΦΕΚ 979/Β/16-7-2003/παρ. 3/ιδ) επιτρέπεται χωρίς άδεια η λειτουργία συσκευών μικρής εμβέλειας, οι οποίες είναι σύμφωνες με το Προεδρικό Διάταγμα 44/2002, τη Σύσταση ERC/REC 70-03 και τα Πρότυπα EN 300836-1, 2, 3 και 4, για την υλοποίηση τοπικών ασύρματων δικτύων με πρωτόκολλο HIPERLAN σε εσωτερικούς μόνο χώρους. Η δημιουργία τέτοιων δικτύων σε εξωτερικούς χώρους (δυσνητικά για παροχή υπηρεσιών) επιτρέπεται μόνο μετά από άδεια της ΕΕΤΤ, η οποία χορηγείται ύστερα από σύμφωνη γνώμη του ΓΕΕΘΑ. Παρομοίως με την περιοχή των 2.4 GHz, δεν επιτρέπονται ζεύξεις σημείου προς σημείο. Δοθέντος του γεγονότος ότι η εγκατάσταση δικτύων σε εξωτερικούς χώρους απαιτεί την σύμφωνη γνώμη του ΓΕΕΘΑ, καθίσταται πολύ δύσκολη έως αδύνατη η χορήγηση αδειών για παροχή υπηρεσιών στο κοινό, λόγω του ότι θα πρέπει οι πάροχοι να καθορίζουν εκ των προτέρων και με την αίτησή τους, τους χώρους στους οποίους επιθυμούν να εγκαταστήσουν δίκτυα για την παροχή υπηρεσιών.



17. Παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα

Οι κύριες εφαρμογές των WLAN στις μέρες μας αφορούν τα εξής:

- α. Τη δημιουργία hot-spots και επομένως την εξυπηρέτηση κινούμενων χρηστών εντός μικρών και συγκεκριμένων περιοχών.
- β. Τη δημιουργία ζεύξεων σημείου προς σημείο με συγκεκριμένη χρήση.
- γ. Την αντικατάσταση του ενσύρματου δικτύου στο οικιακό ή το επιχειρηματικό περιβάλλον.

Στην Ελλάδα οι επίσημοι κόμβοι WiFi έχουν πλέον αυξηθεί κατά πολύ (κυρίως στα αστικά κέντρα), ενώ πληθαίνουν τα hot-spots σε ξενοδοχεία, info-καφετέριες και κάθε είδους επιχειρήσεις.

Το Ασύρματο Μητροπολιτικό Δίκτυο Αθηνών AWMN είναι ένας μη κερδοσκοπικός σύλλογος που καλύπτει τις περισσότερες περιοχές της Αθήνας (σύμφωνα με το αντίστοιχο site, 2257 κόμβοι τον Ιούλιο 2004) και συνεχώς επεκτείνεται. Είναι αξιοσημείωτη η ανάπτυξη ενός τέτοιου ασύρματου δικτύου σε τόσο μεγάλη γεωγραφική κλίμακα. Αντίστοιχα δίκτυα (community networks) έχουν δημιουργηθεί και σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας (Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Χανιά, Ξάνθη, Σέρρες, Λάρισα, Γιάννενα), ενώ υπάρχει ενδιαφέρον από πολλές άλλες. Όλοι οι συμμετέχοντες στα δίκτυα αυτά επικοινωνούν μεταξύ τους, είναι οι ίδιοι ενεργοί χρήστες και παροχείς διαφόρων υπηρεσιών, όπως υπηρεσιών επικοινωνιών (voip, εικονοτηλεφωνία, instant messengers), ανταλλαγής αρχείων (ftp, peer to peer), παρουσίασης ιστοσελίδων, ηλεκτρονικού ταχυδρομείου καθώς και οποιασδήποτε άλλης υπηρεσίας που μπορεί να υπάρχει πάνω σε ένα δίκτυο υπολογιστών ή στο Διαδίκτυο.

Το ακαδημαϊκό, ασύρματο δίκτυο Ηρακλείου είναι άλλο ένα community network, που έχει δημιουργηθεί εξολοκλήρου από την ακαδημαϊκή κοινότητα του Πανεπιστημίου Ηρακλείου.

Στο Βόλο, το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας έχει υλοποιήσει ένα ασύρματο δίκτυο, το οποίο συνδέει ευρυζωνικά όλα τα σχολεία της περιοχής, στα πλαίσια του Πανελλήνιου Σχολικού Δικτύου.

Με βάση το ισχύον κανονιστικό πλαίσιο τα community networks εντάσσονται στο καθεστώς ίδιας χρήσης, υπό την προϋπόθεση ότι δεν παρέχουν εμπορικές υπηρεσίες σε τρίτους, δεν κάνουν δηλαδή εμπορική εκμετάλλευση του δικτύου, αλλά χρήση μόνο από τα μέλη τους. Επισημαίνεται όμως ότι πολλοί από τους χρήστες ίδιας χρήσης δεν συμμορφώνονται με τις υποχρεώσεις τους βάσει της υπ' αριθμ. 254/72 Απόφασης της ΕΕΤΤ (ΦΕΚ 895/16-7-2002) (δεν αποστέλλουν τις σχετικές κοινοποιήσεις στην ΕΕΤΤ) με αποτέλεσμα να μη νομιμοποιείται η λειτουργία τους. Τονίζεται ότι όλοι οι χρήστες θα πρέπει να αντιμετωπίσουν με ιδιαίτερη προσοχή τις υποχρεώσεις τους με βάση το ισχύον πλαίσιο, ώστε αφενός μεν να μην υπάρχουν προβλήματα από τη



λειτουργία τους, αφετέρου δε, εάν παρουσιασθούν, να είναι εύκολο να προσδιορισθούν και να αντιμετωπισθούν.

Με την υπ. αριθμ. 12197/344/25.02.2004 Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Οικονομίας & Οικονομικών και Μεταφορών & Επικοινωνιών προκηρύχθηκε το Πρόγραμμα «Χρηματοδότηση Επιχειρήσεων για τη δημιουργία Σημείων Ασύρματης Ευρυζωνικής Πρόσβασης (WIRELESS HOTSPOTS)» στα πλαίσια του Μέτρου 4.2 «Ανάπτυξη Υποδομών Δικτύων Τοπικής Πρόσβασης» του Επιχειρησιακού Προγράμματος Κοινωνία της Πληροφορίας. Στο πρόγραμμα μπορούν να συμμετάσχουν επιχειρήσεις που επιθυμούν να αξιοποιήσουν τις τεχνολογίες των ασύρματων δικτύων με σκοπό την παροχή δικτυακών ή διαδικτυακών υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας σε χρήστες που κινούνται στο χώρο κάλυψής τους - επισκέπτες, φιλοξενούμενους και εργαζόμενους.

Από τηλεφωνικές και έγγραφες επικοινωνίες με καταναλωτές έχει διαπιστωθεί μία ανάγκη της αγοράς για επίλυση του θέματος και απελευθέρωση των 2.4 και 5 GHz. Μάλιστα πολλοί πιεστικά απαιτούν εναρμόνιση με την οδηγία της ΕΕ, δηλαδή να ανοίξει η ζώνη των 2.4 GHz και να επιτραπούν οι ζεύξεις σημείου προς σημείο.

18. Παρατηρήσεις – Προτάσεις

Οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ορίζουν να ενισχυθούν οι πλατφόρμες πολλαπλής ευρυζωνικής πρόσβασης στην κοινωνία της πληροφορίας και επισημαίνουν την ανάγκη να ολοκληρωθεί η εσωτερική αγορά για υπηρεσίες ηλεκτρονικών επικοινωνιών. Εκτιμάται ότι η διάδοση των WLANs θα οδηγήσει σε πολύ μεγαλύτερη διείσδυση των υπηρεσιών Διαδικτύου στην Ελλάδα. Αυτό ισχύει διότι θεωρητικά, ο συνδρομητής ενός σωστά δομημένου δικτύου WLAN μπορεί να απολαμβάνει αναβαθμισμένες υπηρεσίες σε σχέση με εκείνες των συνδρομητών dialup και άλλων narrowband services, αφού η τεχνολογία WLAN παρέχει τη δυνατότητα ευρυζωνικής πρόσβασης με ταχύτητες πολύ υψηλότερες των συμβατικών (dialup) συνδρομητών. Επίσης, αναφορικά με τις εταιρίες που έχουν λάβει ειδική άδεια, τους έχει γνωστοποιηθεί ότι δεν υπάρχει προστασία από παρεμβολές.

Η ΕΕΤΤ πιστεύει ότι η χρήση της ζώνης των 2.4 GHz και για την παροχή υπηρεσιών Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης, θα συμβάλει στην προώθηση της ευρυζωνικότητας, στην αύξηση των χρηστών του Διαδικτύου, καθώς και σε εναλλακτικούς τρόπους παροχής φθηνότερων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών ιδιαίτερα στις παραμεθόριες, νησιωτικές και ορεινές περιοχές που καταλαμβάνουν σημαντικό ποσοστό έκτασης της Ελληνικής επικράτειας και που χρήζουν ιδιαίτερης μέριμνας.

Βέβαια, για να πραγματοποιηθούν τα παραπάνω, θα πρέπει οι πάροχοι της περιοχής των 2.4 GHz να λαμβάνουν ειδικά μέτρα και να ενημερώνουν επαρκώς τους καταναλωτές αναφορικά με:



- Τη διασφάλιση του απορρήτου
- Τα πιθανά προβλήματα παρεμβολών και
- Την εγγυημένη παρεχόμενη ποιότητα υπηρεσιών, κυρίως λόγω και του ότι οι ρυθμοί μετάδοσης πληροφορίας είναι συνάρτηση της απόστασης μεταξύ των κόμβων αλλά και του γεγονότος ότι η παροχή υπηρεσιών γίνεται με χρήση ραδιοσυχνοτήτων σε ζώνη κοινής χρήσης, χωρίς να υπάρχει προστασία από παρεμβολές.

Επίσης, θα πρέπει να γίνει αντιληπτό τόσο από τους χρήστες υπό καθεστώς ίδιας χρήσης, όσο και από τις εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες ότι σε περιπτώσεις παραβάσεων του υφιστάμενου κανονιστικού πλαισίου και ιδίως:

- μη τήρησης των ορίων ισχύος των κεραιών και
- μη γνωστοποίησης των σημεία που υπάρχουν εξωτερικές κεραιές,

θα επιβάλλονται οι εκάστοτε οριζόμενες από την κείμενη νομοθεσία κυρώσεις, οι οποίες μπορεί να είναι από χρηματικά πρόστιμα μέχρι και ανακλήσεις των αδειών.

19. Ερωτήσεις

- E3. Συμφωνείτε με την απελευθέρωση της ζώνης των 2.4 GHz για την παροχή υπηρεσιών ΣΑΠ; Ποια κατά την γνώμη σας είναι τα αναμενόμενα οφέλη για την ελληνική αγορά από ενδεχόμενη απελευθέρωση της ζώνης των 2.4 GHz για την παροχή υπηρεσιών ΣΑΠ;
- E4. Αν κρίνετε ότι η ζώνη των 2.4 GHz πρέπει να ανοίξει και για την παροχή υπηρεσιών ΣΑΠ στο κοινό, θεωρείτε ότι πρέπει να απελευθερωθεί για όλη την Ελλάδα, για όλη την Ελλάδα εκτός Αττικής και Κεντρικής Μακεδονίας ή για κάποιο άλλο σύνολο περιοχών;
- E5. Επιθυμείτε να παρέχετε δημόσιες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες α) στη ζώνη 2.4GHz b) στη ζώνη 5GHz;
- E6. Σε περίπτωση καταφατικής απάντησης στη προηγούμενη ερώτηση, τι είδους υπηρεσίες θα θέλατε κυρίως να παρέχετε (πρόσβαση στο Διαδίκτυο/υπηρεσίες φωνής/δεδομένων/άλλες) και ποια πιστεύετε ότι θα είναι ανταπόκριση της αγοράς στην παροχή αυτών των υπηρεσιών;
- E7. Επιθυμείτε να χρησιμοποιήσετε για ίδια χρήση δίκτυα α) στη ζώνη 2.4GHz b) στη ζώνη 5GHz;
- E8. Σε περίπτωση καταφατικής απάντησης στη προηγούμενη ερώτηση για ποιο σκοπό θα χρησιμοποιηθεί κυρίως το δίκτυο:
- Πρόσβαση στο Διαδίκτυο



- Δημιουργία εταιρικού δικτύου
 - Άλλοι λόγοι
- E9. Θεωρείτε ότι το γεγονός ότι η ζώνη είναι ελεύθερης χρήσης (που σημαίνει ότι δεν υπάρχει εγγύηση για τη προστασία από παρεμβολές) μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξη των δικτύων αυτών;
- E10. Πιστεύετε ότι παρά την εξαιρετικά μικρή εμβέλεια των δικτύων αυτών μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστο και βιώσιμο τρόπο κάλυψης τηλεπικοινωνιακών αναγκών;
- E11. Πιστεύετε ότι η ελεύθερη χρήση των ζωνών του WLAN με τους όρους και τις προϋποθέσεις που αναφέρονται ανωτέρω, θα οδηγήσει σε συνωστισμό χρηστών με αποτέλεσμα σε μικρό χρονικό διάστημα να μην είναι δυνατή η χρήση των ζωνών αυτών χωρίς παρεμβολές;
- E12. Θεωρείτε ότι η ανάπτυξη δικτύων για παροχή υπηρεσιών προς το κοινό θα δημιουργήσει εντονότερο πρόβλημα συνωστισμού χρηστών στις ζώνες του WLAN; Πιστεύετε ότι το ίδιο πρόβλημα δε θα υπάρξει με την ίδια χρήση;
- E13. Πιστεύετε ότι θα μπορούσε να διασφαλιστεί η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών στο χρήστη από τις παρεμβολές και με ποιο τρόπο;
- E14. Με ποιο τρόπο πιστεύετε ότι θα πρέπει να ενημερώνεται ο χρήστης για την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, λαμβάνοντας υπόψη και το γεγονός ότι η παροχή των υπηρεσιών βασίζεται στην χρήση φάσματος ελεύθερης χρήσης;
- E15. Έχετε να προσθέσετε κάτι άλλο που θεωρείτε σημαντικό και δεν έχει αναφερθεί παραπάνω;



20. Παράρτημα Α - Συγκεντρωτικός κατάλογος ερωτήσεων

- E1. Θεωρείτε ότι οι τεχνολογίες WiFi και LMDS είναι ανταγωνιστικές ή συμπληρωματικές; Τεκμηριώστε την άποψή σας.
- E2. Δεδομένων των περιορισμών της τεχνολογίας των WiFi (προβλήματα παρεμβολών κλπ), θεωρείτε ότι η παρεχόμενη ποιότητα είναι ικανοποιητική για την παροχή υπηρεσιών στο κοινό; Ποιος μπορεί να είναι ο εγγυημένος ρυθμός μετάδοσης;
- E3. Συμφωνείτε με την απελευθέρωση της ζώνης των 2.4 GHz για την παροχή υπηρεσιών ΣΑΠ; Ποια κατά την γνώμη σας είναι τα αναμενόμενα οφέλη για την ελληνική αγορά από αυτή την ενδεχόμενη απελευθέρωση;
- E4. Αν κρίνετε ότι η ζώνη των 2.4 GHz πρέπει να ανοίξει και για την παροχή υπηρεσιών ΣΑΠ στο κοινό, θεωρείτε ότι πρέπει να απελευθερωθεί για όλη την Ελλάδα, για όλη την Ελλάδα εκτός Αττικής και Κεντρικής Μακεδονίας ή για κάποιο άλλο σύνολο περιοχών;
- E5. Επιθυμείτε να παρέχετε δημόσιες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες α) στη ζώνη 2.4GHz β) στη ζώνη 5GHz;
- E6. Σε περίπτωση καταφατικής απάντησης στη προηγούμενη ερώτηση, τι είδους υπηρεσίες θα θέλατε κυρίως να παρέχετε (πρόσβαση στο Διαδίκτυο/υπηρεσίες φωνής/δεδομένων/άλλες) και ποια πιστεύετε ότι θα είναι ανταπόκριση της αγοράς στην παροχή αυτών των υπηρεσιών;
- E7. Επιθυμείτε να χρησιμοποιήσετε για ίδια χρήση δίκτυα α) στη ζώνη 2.4GHz β) στη ζώνη 5GHz;
- E8. Σε περίπτωση καταφατικής απάντησης στη προηγούμενη ερώτηση για ποιο σκοπό θα χρησιμοποιηθεί κυρίως το δίκτυο:
- Πρόσβαση στο Διαδίκτυο
 - Δημιουργία εταιρικού δικτύου
 - Άλλοι λόγοι
- E9. E10. Θεωρείτε ότι το γεγονός ότι η ζώνη είναι ελεύθερης χρήσης (που σημαίνει ότι δεν υπάρχει εγγύηση για τη προστασία από παρεμβολές) μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξη των δικτύων αυτών;
- E10. Πιστεύετε ότι παρά την εξαιρετικά μικρή εμβέλεια των δικτύων αυτών μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστο και βιώσιμο τρόπο κάλυψης τηλεπικοινωνιακών αναγκών;
- E11. Πιστεύετε ότι η ελεύθερη χρήση των ζωνών του WLAN με τους όρους και τις προϋποθέσεις που αναφέρονται ανωτέρω, θα οδηγήσει σε συνωστισμό χρηστών με αποτέλεσμα σε μικρό χρονικό διάστημα να μην είναι δυνατή η χρήση των ζωνών αυτών χωρίς παρεμβολές;



- E12. Θεωρείτε ότι η ανάπτυξη δικτύων για παροχή υπηρεσιών προς το κοινό θα δημιουργήσει εντονότερο πρόβλημα συνωστισμού χρηστών στις ζώνες του WLAN; Πιστεύετε ότι το ίδιο πρόβλημα δε θα υπάρξει με την ίδια χρήση;
- E13. Πιστεύετε ότι θα μπορούσε να διασφαλιστεί η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών στο χρήστη από τις παρεμβολές και με ποιο τρόπο;
- E14. Με ποιο τρόπο πιστεύετε ότι θα πρέπει να ενημερώνεται ο χρήστης για την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, λαμβάνοντας υπόψη και το γεγονός ότι η παροχή των υπηρεσιών βασίζεται στην χρήση φάσματος ελεύθερης χρήσης;
- E15. Έχετε να προσθέσετε κάτι άλλο που θεωρείτε σημαντικό και δεν έχει αναφερθεί παραπάνω;