



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΑΣΜΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ: 1715



ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡΟΣΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	
1.1 Εισαγωγή	5
1.2 Ιστορική αναδρομή	6
1.3 Κατηγορίες Ασύρματων Δικτύων	8
1.4 Χρήσεις / Εφαρμογές Ασύρματων Δικτύων	12
1.5 Εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου	15
1.6 Πλεονεκτήματα Ασύρματων Δικτύων	24
1.7 Μειονεκτήματα Ασύρματων Δικτύων	26
1.8 Ασφάλεια στα Ασύρματα Δίκτυα	27
1.9 Επιθέσεις σε ασύρματα δίκτυα	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΚΑΙ WIFI	
2.1 Το πρότυπο IEEE 802.11	33
2.2 Το πρότυπο WiFi	38
2.3 Σύγκριση WiFi με Ethernet	39
2.4 Το νέο πρότυπο WiFi 6	40
2.5 Mobile Internet	42
2.6 Bluetooth	42
2.7 Το νέο Bluetooth 5	45
2.8 Η τεχνολογία ZigBee	48
2.9 Τα Ad Hoc δίκτυα	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 1^{ΗΣ} - 3^{ΗΣ} ΓΕΝΙΑΣ	
3.1 Τεχνολογία 1 ^{ης} Γενιάς	51
3.2 Τεχνολογία 2 ^{ης} Γενιάς	52
3.3 Η τεχνολογία 2.5 ^{ης} και 2.7 ^{ης} γενιάς	54
3.4 Τεχνολογία 3 ^{ης} Γενιάς	56
3.5 Η τεχνολογία 3.5G και 3.75G	58
3.6 Συμπεράσματα	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 4^{ΗΣ} ΓΕΝΙΑΣ	
4.1 Εισαγωγή	61
4.2 Το δίκτυο 4G στην Ελλάδα	61
4.3 Χαρακτηριστικά	62
4.4 Εφαρμογές	64
4.5 Σύγκριση 3G με 4G	66
4.6 Το πρότυπο Wimax	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 5^{ΗΣ} ΓΕΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ	
5.1 Τεχνολογία 5G	69
5.2 Το Li-Fi	70
5.3 Συμπεράσματα για το μέλλον	72
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιαστούν τα στάδια της εξέλιξης της ασύρματης τεχνολογίας στο πέρασμα του χρόνου.

Η ασύρματη τεχνολογία διαχωρίζεται σε γενιές από τους επιστήμονες. Ειδικότερα, η πρώτη γενιά ξεκινάει κάπου στα τέλη της δεκαετίας του 1970 με την πρώτη εμφάνιση ασύρματων δικτύων επικοινωνιών στις Η.Π.Α. και την Ιαπωνία. Ως δεύτερη γενιά θεωρείται από το 1980 μέχρι το 1999, όπου το 1990 εμφανίστηκε η τρίτη γενιά.

Σήμερα, χρησιμοποιούμε κινητά τηλέφωνα και ασύρματα δίκτυα τέταρτης γενιάς ήδη από την δεκαετία του 2000 και μετά με πάρα πολύ υψηλές ταχύτητες έναντι των προκατόχων της.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ιστορία της ασύρματης τεχνολογίας από την δημιουργία της μέχρι την τρίτη γενιά, ενώ στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια εκτεταμένη περιγραφή της τέταρτης γενιάς που βρισκόμαστε μέχρι και σήμερα.

Φυσικά, μπορούμε να πούμε πως βρισκόμαστε στο μεταίχμιο μιας νέας εποχής στην ασύρματη τεχνολογία, καθώς, ήδη από το 2014, οι επιστήμονες μελετάνε και προμηνύουν το τι θα μπορούσε να μας προσφέρει η πέμπτη γενιά στον κόσμο της αναπτυσσόμενης τεχνολογικής εξέλιξης. Όλα όσα έχουν ήδη διερευνηθεί μέχρι τώρα θα μελετήσουμε στο τρίτο κεφάλαιο.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση του παρελθόντος και μια προσωπική πρόβλεψη του μέλλοντος μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

1.1 Εισαγωγή

Ασύρματο δίκτυο ορίζεται ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα ως φορείς πληροφορίας. Συνήθως είναι ένα δίκτυο υπολογιστών ή τηλεφωνικό δίκτυο.

Δίκτυο υπολογιστών είναι ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα από αυτόνομους ή μη αυτόνομους υπολογιστές που είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Οι υπολογιστές θεωρούνται διασυνδεδεμένοι όταν είναι σε θέση να ανταλλάξουν πληροφορίες μεταξύ τους και αυτόνομοι όταν δεν είναι δυνατό κάποιος υπολογιστής να ελέγξει τη λειτουργία (π.χ. εκκίνηση ή τερματισμό) κάποιου άλλου.



Τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με συχνότητα η οποία εξαρτάται κάθε φορά από τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που απαιτείται και υποστηρίζει το δίκτυο. Τα ασύρματα δίκτυα δεν χρησιμοποιούν κάποια καλώδια όπως συμβαίνει με την ενσύρματη επικοινωνία. Από αυτό προκύπτει και η αγγλική ορολογία «wireless network» που ουσιαστικά σημαίνει «χωρίς καλώδιο». Τα παλαιότερα χρόνια όλα τα δίκτυα τηλεφώνου ήταν αναλογικά σε σχέση με την σημερινή εποχή που είναι ψηφιακά και επομένως μπορούμε να τα ορίσουμε όλα ως δίκτυα υπολογιστών.

Τα ασύρματα δίκτυα περιλαμβάνουν τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, τα ασύρματα δίκτυα ευρείας περιοχής (WWAN), τα ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα (WMAN), τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN), τα ασύρματα προσωπικά δίκτυα (WPAN), ακόμα και οι δορυφορικές επικοινωνίες. Τις κατηγορίες των ασύρματων δικτύων θα τις αναλύσουμε περισσότερο παρακάτω. Η τηλεόραση και το ραδιόφωνο είναι ασύρματα, μα δεν εντάσσονται στα ασύρματα δίκτυα, διότι η μετάδοση γίνεται προς πάσα κατεύθυνση δίχως να υπάρχει κάποιο δομημένο δίκτυο τηλεπικοινωνιακών κόμβων (συσκευών) με τη συνήθη έννοια. Επίσης, τα δεδομένα που μεταφέρονται

είναι συνήθως αναλογικά κι έτσι δεν μπορούν να θεωρηθούν ως δίκτυα υπολογιστών. Ακόμα και οι σημερινές ψηφιακές τηλεοράσεις DTTV μεταδίδουν σήματα στις ραδιοσυχνότητες που είναι παρόμοιες με την τυπική αναλογική τηλεόραση, με την κύρια διαφορά να είναι η πολυπλεξία του σήματος στον πομπό, κάτι που επιτρέπει τη λήψη πολλαπλάσιων καναλιών σε ένα ενιαίο φάσμα συχνότητας (όπως ένα κανάλι UHF ή VHF).

Φυσικά, η ασύρματη δικτύωση δεν είναι απαραίτητα καλύτερη από την ενσύρματη, καθώς αλληλοσυμπληρώνονται. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης απαιτεί αρκετά μεγάλο ρυθμό μετάδοσης, αυτό δεν μπορεί να καλυφθεί από το ασύρματο δίκτυο.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι έβρισκαν τρόπους να επικοινωνούν από απόσταση. Η πρώτη εμφάνιση μεταφοράς προφορικών και γραπτών μηνυμάτων έγινε με τους αγγελιοφόρους, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν τα σήματα καπνού από φωτιά πάνω σε κορυφές βουνών. Έπειτα, μεταφερόμαστε στον πρώτο τηλεγράφο, τα ταχυδρομικά περιστέρια και φτάνουμε τελικά στον πρώτο ασύρματο τρόπο επικοινωνίας με τα δεδομένα του σήμερα. Ήταν ο ασύρματος του Μαρκόνι ο οποίος άρχισε να πειραματίζεται με τον ηλεκτρομαγνητισμό το 1894 και πέτυχε την πρώτη μετάδοση μηνύματος χωρίς την χρήση συρμάτων. Αυτή του η εφεύρεση χρησιμοποιήθηκε στα πλοία. Ως κώδικα ο Μαρκόνι χρησιμοποίησε το κώδικα μορς (οι τελείες και οι παύλες είναι άλλωστε δυαδικό σύστημα). Τα σύγχρονα ψηφιακά ασύρματα έχουν βέβαια πολύ καλύτερη απόδοση, αλλά η βασική ιδέα είναι η ίδια.

Τα πρώτα ασύρματα δίκτυα ήταν τα Data, δηλαδή ραδιοδίκτυα δεδομένων τεχνολογίας TCP/IP, το οποίο προκύπτει από την αγγλική ορολογία «Transmission Control Protocol / Internet Protocol» και σημαίνει «Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης / Πρωτόκολλο Διαδικτύου». Πρόκειται για μια συλλογή πρωτοκόλλων επικοινωνίας στα οποία βασίζεται το Διαδίκτυο, αλλά και μεγάλο ποσοστό των εμπορικών δικτύων.

Οι πρώτες τεχνικές μεταγωγής πακέτων αναπτύχθηκαν γύρω στο 1964, ενώ ο όρος "Packet" προτάθηκε από τον D. W. Davies του National Physical Laboratory της Μεγ. Βρετανίας. Οι έρευνες του εργαστηρίου αυτού οδήγησαν στο σημερινό διεθνές δημόσιο δίκτυο μεταγωγής πακέτων X.25, ενώ το ίδιο έτος ο οργανισμός ARPA (Advanced Research Projects Agency) των Η.Π.Α. άρχισε να χρηματοδοτεί τα προγράμματα που οδήγησαν στη δημιουργία του ARPAnet (πυρήνα του σημερινού Internet) το 1969.

Η τεχνολογία των ασυρμάτων δικτύων μετάδοσης πακέτων άρχισε να αναπτύσσεται στην δεκαετία 1970-1980, αν και η μεγάλη ανάπτυξή της συμπίπτει με την διάδοση των μικροϋπολογιστών στην δεκαετία 1980-1990. Εδώ αξίζει να αναφέρουμε ότι το πρώτο ολοκληρωμένο ασύρματο LAN κατασκευάστηκε στο πανεπιστήμιο της Χαβάης στα πλαίσια ενός project που λέγονταν ALOHANET. Λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του μέσου μετάδοσεως τα ασύρματα δίκτυα χρησιμοποιούν εξειδικευμένα πρωτόκολλα για το υποεπίπεδο πρόσβασης μέσου (Medium Access Control) και το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (Data Link Layer) και συχνά και για ανώτερα επίπεδα (π.χ. δρομολόγηση πακέτων).

Τον προηγούμενο αιώνα είδαμε ένα πολύ μεγάλο άλμα στις τηλεπικοινωνίες. Κι αυτό έγινε με τη χρήση δορυφόρων που επέτρεψε την εύκολη διασύνδεση απομακρυσμένων περιοχών της υδρόγειου και κατάργησε την ανάγκη χρήσης συρμάτινων αγωγών τεράστιου μήκους, ακόμα και την χρήση πολλών και ισχυρών επίγειων αναμεταδοτών. Ο πρώτος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος εκτοξεύτηκε από τη Nasa στις 12 Αυγούστου 1960.

Η ασύρματη επικοινωνία χρησιμοποιεί τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία μεταδίδονται στη γήινη ατμόσφαιρα ή στο διάστημα. Έτσι, για παράδειγμα, τα ραδιοκύματα (με συχνότητες από 3KHz μέχρι 300MHz), χρησιμοποιούνται στα ασύρματα τηλέφωνα, στην κινητή τηλεφωνία, στη ραδιοεπικοινωνία, τη ραδιοφωνική και τηλεοπτική μετάδοση. Τα μικροκύματα (με συχνότητες από 300MHz μέχρι 300GHz)) χρησιμοποιούνται στη ραδιοφωνική και τηλεοπτική μετάδοση και σε διάφορες μικροκυματικές ζεύξεις. Ακόμα και η υπέρυθη ακτινοβολία χρησιμοποιείται για ψηφιακή επικοινωνία σε δίκτυα περιορισμένης γεωγραφικής εμβέλειας.

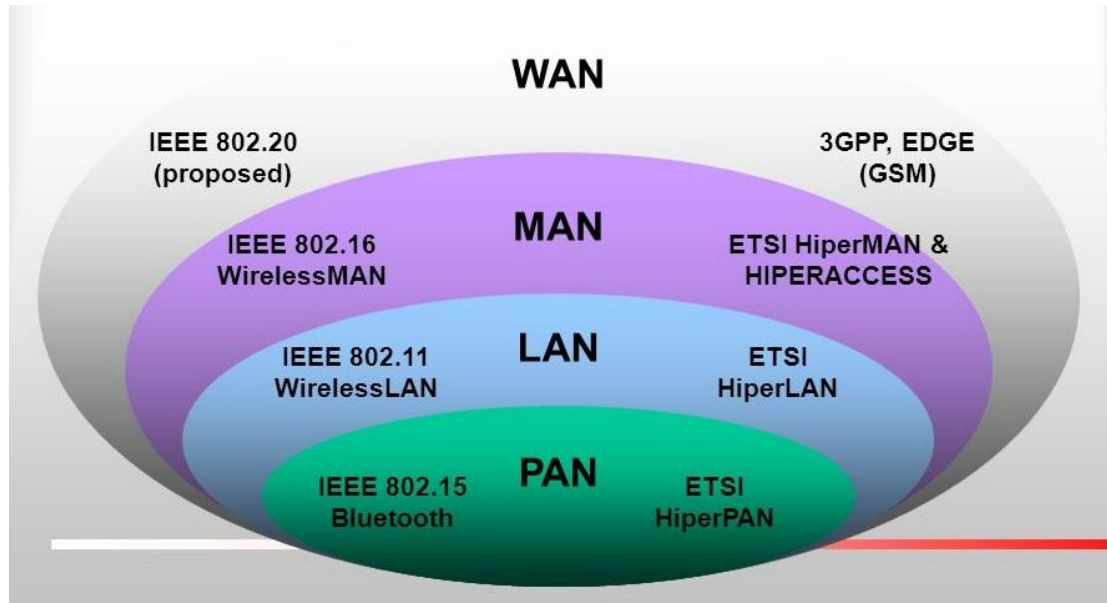
Με την δημιουργία των πρώτων δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών, παράλληλα με τις μεθόδους που αναπτύχθηκαν για ενσύρματη σύνδεση των κόμβων, είχαμε και την προσπάθεια δημιουργίας ασύρματων τοπικών δικτύων που θα αποδέσμευε την επικοινωνία από τα ενσύρματα μέσα.

Σήμερα, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα υπολογιστών υλοποιούνται βασισμένα στις προδιαγραφές που ορίζει η οικογένεια πρωτόκολλων του **IEEE 802.11** και που στην ουσία έχουν βάση τα πρότυπα ethernet και csma/ca. Ενδεικτικά αναφέρουμε το 802.11b που είναι τεχνολογία ασύρματης μετάδοσης που επιτρέπει ταχύτητες μέχρι 11Mbps και το 802.11g που είναι τεχνολογία ασύρματης μετάδοσης που επιτρέπει ταχύτητες μέχρι 54Mbps. Η κάρτα δικτύου που χρησιμοποιείται στην υλοποίηση, κάνοντας χρήση της ασύρματης τεχνολογίας, επιτυγχάνει την ίδια δικτύωση με μια κλασική κάρτα δικτύου, αλλά χωρίς καλώδια. Μια ειδική περίπτωση που μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα, είναι το **hotspot**, το οποίο είναι το ασύρματο δίκτυο στο οποίο ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στο **internet**.

Σήμερα είναι διαθέσιμος ένας αριθμός από καινούργιες συσκευές και προϊόντα ασύρματης επικοινωνίας που βασίζονται σε νέες τεχνολογίες και νέα πρότυπα. Τα τελευταία χρόνια οι κινητοί υπολογιστές (notebook, laptop, palmtop) είναι διαθέσιμοι και ελκυστικοί για το ευρύ κοινό, αφού έχουν πλέον συγκρίσιμο κόστος, υπολογιστική ισχύ και ποιότητα υπηρεσιών με τους σταθερούς υπολογιστές. Όλα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα την έρευνα για την ανάπτυξη προτύπων για την υποστήριξη των ασύρματων επικοινωνιών.

Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα αποτελεί η εξάπλωση του internet, του μεγαλύτερου δικτύου του κόσμου. Αιτία αυτής της εξάπλωσης είναι η διαρκής ανάγκη για γρηγορότερη και πιο αποτελεσματική διακίνηση της πληροφορίας. Έχει υπολογιστεί ότι η ποσότητα της πληροφορίας που διακινείται παγκόσμια διπλασιάζεται κάθε 6 με 7 χρόνια. Η χρήση των υπολογιστών και η νέα τεχνολογία δικτύων είναι απαραίτητη για την ταχύτερη επεξεργασία, οργάνωση και αποστολή αυτού του όγκου πληροφορίας. Επιπλέον, η εδραίωση των δικτύων, έχει επιφέρει δραστικές αλλαγές και στις υπηρεσίες που προσφέρονται, με αποτέλεσμα να έχουν εμφανιστεί πληθώρα από δικτυακές εφαρμογές και καινούργιες υπηρεσίες.

1.3 Κατηγορίες Ασύρματων Δικτύων

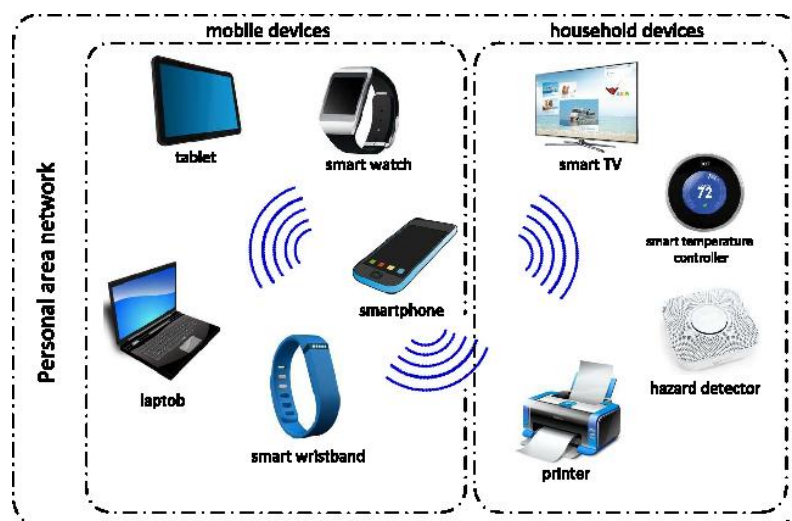


Κατηγορίες ασύρματων δικτύων

Τα ασύρματα δίκτυα μπορούν ανάλογα με την γεωγραφική κάλυψη του δικτύου να χαρακτηριστούν ως «τοπικά» (WLAN), «μητροπολιτικά» (WMAN), «ευρείας κάλυψης» (WWAN) και «προσωπικά» (WPAN). Το πρόσθετο W ανταποκρίνεται στον ασύρματο (Wireless) τρόπο σύνδεσης.

1) Pan (Personal Area Networks)

Το Ασύρματο Δίκτυο Προσωπικής περιοχής / κάλυψης (WPAN) διασυνδέει συσκευές σε μια σχετικά μικρή περιοχή, συνήθως σε ανθρώπινη πρόσβαση.



Δίκτυο προσωπικής περιοχής

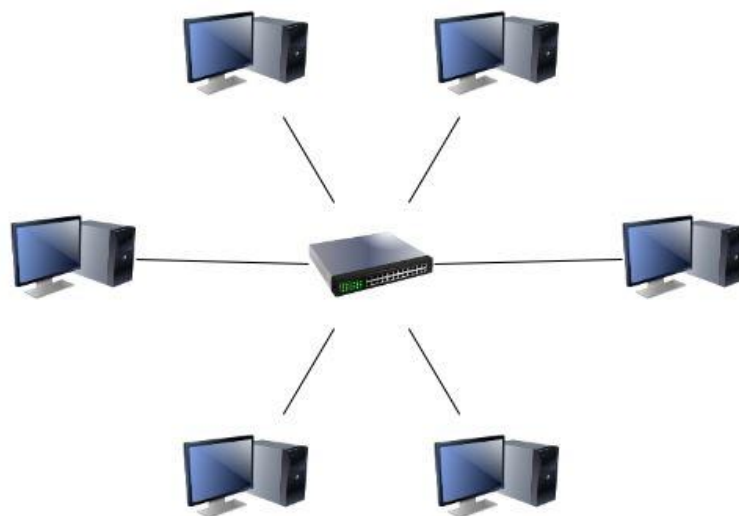
Για παράδειγμα, αν ένας χρήστης δυσκολεύεται να συνδέσει καλώδια στο γραφείο του, μπορεί εύκολα να χρησιμοποιήσει ένα ασύρματο ποντίκι ή πληκτρολόγιο για τη

δουλειά του. Αρκεί οι συσκευές να έχουν οπτική επαφή μεταξύ τους. Η πιο σημαντική τεχνολογία που χρησιμοποιείται πλέον σε αυτού του τύπου τα συστήματα είναι το Bluetooth, το οποίο δεν απαιτεί οπτική επαφή. Παλαιότερα χρησιμοποιούσαμε τις υπέρυθρες (IrDA).

2) LAN

Το Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο (WLAN) συνδέει δύο ή περισσότερες συσκευές χρησιμοποιώντας μια μέθοδο ασύρματης κατανομής, παρέχοντας μια σύνδεση μέσω ενός σημείου πρόσβασης (Access Point) στο ευρύτερο ίντερνετ. Η χρήση των τεχνολογιών spread-spectrum ή OFDM δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να κινούνται γύρω από μια τοπική περιοχή κάλυψης, και να παραμένουν συνδεδεμένοι στο δίκτυο.

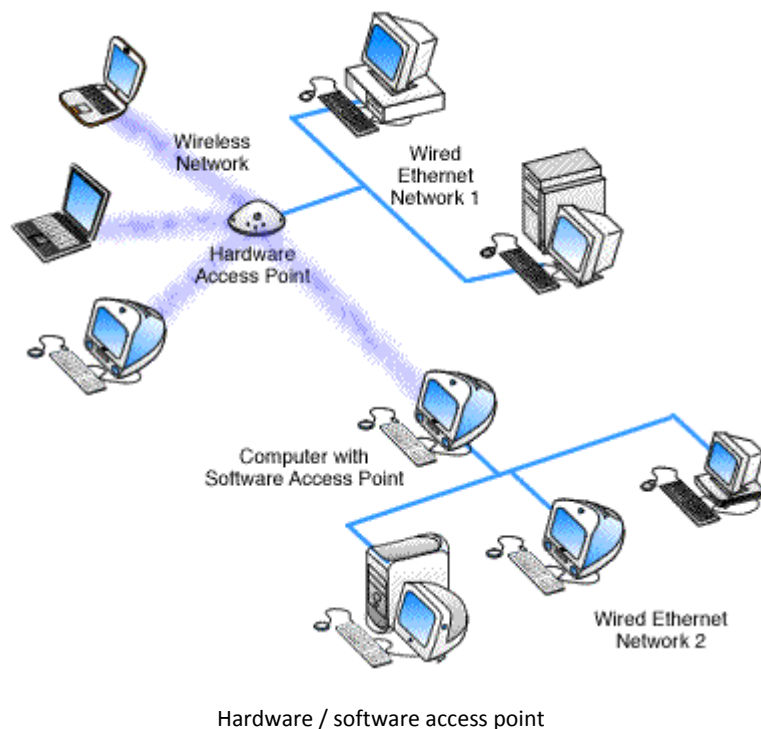
Τοπικό μπορεί να είναι ένα δίκτυο ενός ή περισσότερων δωματίων, ενός κτηρίου ή ακόμα και κοντινών κτηρίων. Χρησιμοποιείται ευρύτατα για να συνδέσει προσωπικούς υπολογιστές και σταθμούς εργασίας σε επιχειρήσεις, με σκοπό την κοινή χρήση των μέσων (π.χ. των εκτυπωτών) και την ανταλλαγή πληροφοριών. Για παράδειγμα, το δίκτυο μιας εταιρείας που έχει αποθήκες, τμήμα παραγγελιών, λογιστήριο και άλλες υπηρεσίες στο ίδιο κτήριο αποτελεί ένα τοπικό δίκτυο.



Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο

Αυτά είναι συστήματα στα οποία κάθε υπολογιστής έχει ένα ασύρματο μόντεμ και μια κεραία μέσω των οποίων μπορεί να επικοινωνεί με άλλα συστήματα. Έπειτα, το ασύρματο LAN μπορεί να συνδεθεί σε ένα ενσύρματο LAN ή να αποτελέσει βάση για ένα καινούργιο δίκτυο. Η βασική δομική μονάδα (building block) του WLAN είναι το κελί (cell). Το κελί είναι ουσιαστικά η περιοχή όπου η ασύρματη επικοινωνία λαμβάνει χώρα. Η περιοχή που καλύπτει ένα κελί εξαρτάται από την ισχύ διάδοσης του κύματος και από κάποια φυσικά χαρακτηριστικά, όπως οι τοίχοι σε ένα δωμάτιο, που υπάρχουν στην περιοχή του δικτύου. Η περιοχή που καλύπτει το κελί είναι

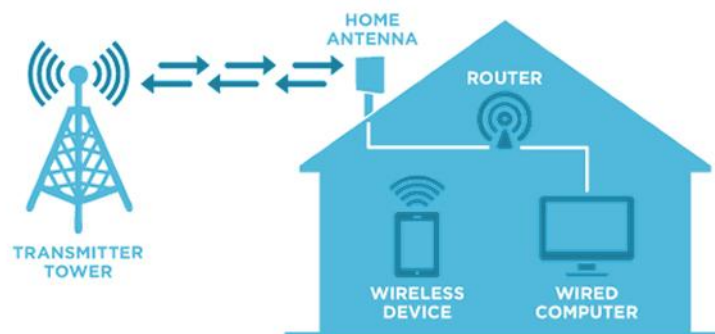
κυκλική. Οι σταθμοί του δικτύου, δηλαδή κάθε προσωπικός υπολογιστής, μπορούν να μετακινούνται στο κελί χωρίς να χάνουν την επαφή με το δίκτυο. Η επικοινωνία μεταξύ των σταθμών μέσα στο κελί του ασύρματου δικτύου συντονίζονται από το σημείο πρόσβασης (access point) που αναφέραμε και παραπάνω. Το access point μπορεί να συνδέσει πολλά κελιά ενός WLAN μεταξύ τους, καθώς και με ένα ενσύρματο LAN μέσω καλωδίου σε μια έξοδο του. Επίσης, το access point μπορεί να είναι hardware ή κάποιο PC με κατάλληλο λογισμικό.



Το "**Wi-Fi**" είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ασύρματα τοπικά δίκτυα που χρησιμοποιούν το πρότυπο 802.11, αν και τεχνικά είναι ένα δηλωμένο πρότυπο αλληλεπιδραστικότητας ανάμεσα σε συσκευές 802.11.

Fixed Wireless Data: Αυτό εφαρμόζει συνδέσεις σημείο προς σημείο (Point to point) ανάμεσα σε υπολογιστές ή δίκτυα σε δύο απομακρυσμένες περιοχές συχνά χρησιμοποιώντας αφοσιωμένα μικροκύματα ή κωδικοποιημένες (modulated) δέσμες φωτός laser σε γραμμές μονοπατιών (sight path). Χρησιμοποιείται συχνά για να συνδέσει δίκτυα σε δύο ή περισσότερα κτήρια χωρίς την εγκατάσταση ενσύρματης σύνδεσης.

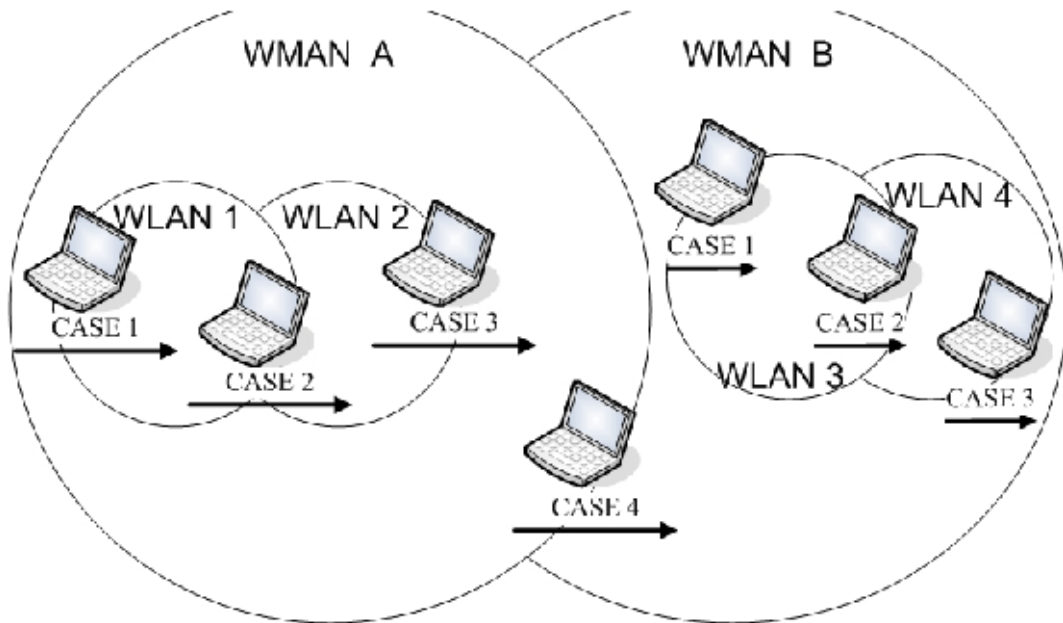
High Speed Fixed Wireless Internet



3) Man

Τα Ασύρματα Μητροπολιτικά Δίκτυα (Wireless Metropolitan Area Networks) είναι ένας τύπος από ασύρματα δίκτυα που συνδέουν διάφορα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) μεταξύ τους.

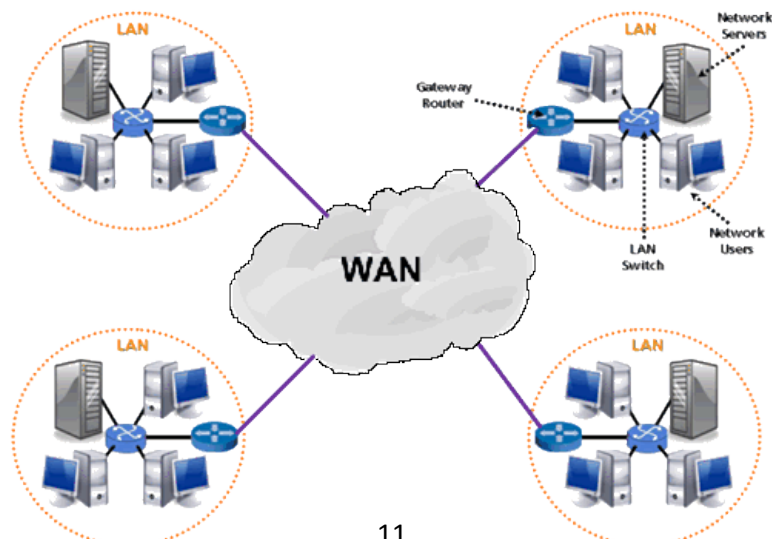
Το WiMAX είναι ένας τύπος από Ασύρματα Μητροπολιτικά Δίκτυα (WMAN) και περιγράφεται από το πρότυπο 802.16 της IEEE.



Δύο ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα

4) Wan

Το Ασύρματο Δίκτυο Ευρείας Περιοχής είναι μία μορφή ασύρματου δικτύου. Η μεγαλύτερη εμβέλεια ενός δικτύου ευρείας περιοχής συγκρινόμενου με ενός τοπικού δικτύου (LAN), απαιτεί διαφορετική τεχνολογία. Όλα τα ασύρματα δίκτυα μεταφέρουν δεδομένα υπό μορφή τηλεφωνικών κλήσεων, ιστοσελίδων και βίντεο.



Το δίκτυο ραδιοκυμάτων που χρησιμοποιείται στα κυψελωτά (cellular) κινητά τηλέφωνα είναι παράδειγμα ασύρματου συστήματος με χαμηλό εύρος ζώνης. Κατά κάποιον τρόπο τα κυψελωτά ασύρματα δίκτυα είναι παρόμοια με τα WLAN με τη διαφορά ότι οι αποστάσεις είναι πολύ μεγαλύτερες και ο ρυθμός μετάδοσης των bit πολύ χαμηλότερος. Τα WLAN λειτουργούν σε ταχύτητες μέχρι περίπου 50 Mbps για αποστάσεις μερικών δεκάδων μέτρων. Τα κυψελωτά συστήματα λειτουργούν σε ταχύτητες κάτω από 1 Mbps αλλά η απόσταση μεταξύ του σταθμού βάσης (access point) και του υπολογιστή ή του τηλεφώνου μετριέται σε χιλιόμετρα αντί σε μέτρα.

1.4 Χρήσεις / Εφαρμογές Ασύρματων Δικτύων

Η ασύρματη τεχνολογία έχει πάρα πολλές εφαρμογές στη σύγχρονη ζωή, χωρίς να έχει κάποιον περιορισμό λόγω μεγάλου εύρους μετάδοσης και της ικανότητας του χρήστη να κινείται ελεύθερα. Αναλυτικότερα:

α) Οικιακό δίκτυο



Μέσα σε ένα οικιακό δίκτυο υπάρχουν πάρα πολλές συσκευές και εφαρμογές της ασύρματης τεχνολογίας. Πρόσβαση στο διαδίκτυο, τηλέφωνο, τηλεόραση και άλλα μέσα ψυχαγωγίας είναι μόνο τα βασικά μας εργαλεία μέσα σε ένα σπίτι που η αγορά αναπτύσσει με ταχύτατους ρυθμούς και προσφέρει ανταγωνιστικά πακέτα.

Από εκεί πηγάζει και η ιδέα για τη δημιουργία ενός «έξυπνου σπιτιού», καθώς όλα αυτά μπορούν να ελέγχονται από τον χρήστη μέσω ενός υψηλών επιδόσεων ασύρματο δίκτυο.

β) Εργασιακό περιβάλλον

Το σημερινό περιβάλλον εργασίας χαρακτηρίζεται από ολοένα και μεγαλύτερη ανάγκη για κινητικότητα των χρηστών. Έτσι, οι υπάλληλοι δουλεύουν σε φορητούς

υπολογιστές και λειτουργούν σε ομάδες. Οι χρήστες έχουν πλέον ανάγκη πρόσβασης στο δίκτυο από σημεία μακριά από το γραφείο τους. Γι' αυτό τον λόγο, εγκαθίστανται ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) με αποτέλεσμα να έχουν πρόσβαση στην πληροφορία από οπουδήποτε μέσα στο εταιρικό περιβάλλον, από μία αίθουσα συνεδριάσεων, ένα απομακρυσμένο εταιρικό γραφείο, ακόμα κι από ένα καφέ.

γ) Hot spots

Σημεία όπου συγκεντρώνεται κόσμος και υπάρχει ανάγκη για μετάδοση δεδομένων. Τέτοια σημεία μπορεί να είναι ένα εμπορικό κέντρο, όπου στη συσκευή του χρήστη θα περνάνε διάφορες πληροφορίες και διαφημιστικά μηνύματα, ένα αεροδρόμιο όπου ο χρήστης με το Laptop, το PDA ή το κινητό με λειτουργικότητα WiFi θα ενημερώνεται ή θα έχει πρόσβαση στο internet. Μπορεί επίσης να είναι σε μία καφετέρια όπου θα έχει τη δυνατότητα να έχει πρόσβαση σε διάφορες υπηρεσίες ψυχαγωγίας και ενημέρωσης.

δ) Χώροι ψυχαγωγίας

Ειδικά στους χώρους ψυχαγωγίας όπως μια καφετέρια, ένας συναυλιακός χώρος, ή σινεμά, ο κόσμος χρειάζεται πάρα πολύ την δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο μέσω ενός WiFi για να ενημερώνεται. Ακόμα και από την πλευρά των χώρων αυτών, υπάρχει όφελος καθώς μπορούν να τους στέλνουν διαφημιστικά μηνύματα, ενημερωτικά νέα ή προσφορές.

ε) Μέσα μαζικής μεταφοράς

Στα μέσα μαζικής μεταφοράς, όπως ένα αεροπλάνο ή ένα πλοίο, το ασύρματο δίκτυο παρέχει στους επιβάτες την δυνατότητα να επικοινωνούν ή να ασχοληθούν με κάποια ψυχαγωγική υπηρεσία. Γενικά, η ελεύθερη πρόσβαση στο διαδίκτυο ακόμα και στους χώρους ενός αεροδρομίου ή στους χώρους αναμονής των πλοίων και λεωφορείων προσφέρει στους ταξιδιώτες ενημέρωση, ψυχαγωγία αλλά και άνεση, μιας και μπορούν να κινηθούν ελεύθερα στο χώρο. Επίσης, είναι πιο εύκολος ο έλεγχος και η κράτηση εισιτηρίων από τους υπαλλήλους έχοντας ασύρματες συσκευές.

στ) Νοσοκομεία και κέντρα υγείας

Ο γιατρός μπορεί άμεσα και εύκολα να έχει πρόσβαση στο ιατρικό ιστορικό των ασθενών του. Μπορεί να δει όλες τις εξετάσεις του και να τις επεξεργαστεί, να προσθέσει αποτελέσματα, καθώς και να τυπώσει ό,τι χρειάζεται σε κεντρικό εκτυπωτή σε άλλο χώρο του κέντρου υγείας. Επίσης, σε κάποιες κρίσιμες ώρες όπως είναι μια εγχείριση, η ασύρματη επικοινωνία μπορεί να λύσει πολλά θέματα της στιγμής. Ακόμη και διάφορες χρήσιμες συσκευές τηλεμέτρησης επικοινωνούν με το ασύρματο κεντρικό δίκτυο.

ζ) Ξενοδοχεία

Μια ακόμα πολύ σημαντική εφαρμογή της ασύρματης δικτύωσης είναι στα ξενοδοχεία. Πολύ σημαντικό, καθώς οι επισκέπτες μπορούν εύκολα και γρήγορα να πλοηγηθούν στο internet σε μια εποχή που χρήζει απαραίτητης σημασίας. Ένα ξενοδοχείο χωρίς ελεύθερη πρόσβαση στο διαδίκτυο μπορεί να μην αποτελέσει επιλογή ενός υποψήφιου πελάτη. Επίσης, οι ξενοδοχειακές μονάδες μπορούν να επωφεληθούν από αυτό προσθέτοντας κάποια επιπλέον χρέωση για την χρήση του WiFi.

η) Εκπαιδευτικά κέντρα, πανεπιστήμια και βιβλιοθήκες

Οι μαθητές και οι φοιτητές μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση στο ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό, όπως σημειώσεις, διδακτέα ύλη, ακόμα και ολόκληρα βιβλία. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ασύρματο δίκτυο για πιο εύκολη διδασκαλία μέσα σε ένα εργαστήριο ή αίθουσα μέσω διαφανειών με προβολέα και άλλων σύγχρονων μέσων. Αυτό είναι εφικτό άμεσα και εύκολα χωρίς την εγκατάσταση καλωδίων.

Στις δημόσιες βιβλιοθήκες κρίνεται απαραίτητη η πρόσβαση στο διαδίκτυο για την πιο εύκολη αναζήτηση βιβλίων από όποιο σημείο κι αν βρίσκεται ο επισκέπτης.

θ) Άλλες εφαρμογές

Άλλη εφαρμογή του ασύρματου δικτύου είναι η δημιουργία ενός ασύρματου ευρυζωνικού δικτύου, μέσα από το οποίο γίνεται εύκολη και άμεση η προσφορά της επικοινωνίας, της ενημέρωσης, της ψυχαγωγίας και άλλων υπηρεσιών. Αυτό είναι και το ασύρματο μητροπολιτικό δίκτυο της Αθήνας (AWMN – Athens Wireless Metropolitan Network), αλλά και το αντίστοιχο της Πάτρας (PWMN – Patras Wireless Metropolitan Network) όπου αποτελεί δίκτυο Κοινωνικής Αλληλεγγύης και Συνεργατικής Οικονομίας στην Πάτρα. Το PWMN είναι μια κοινότητα από άτομα που συνθέτουν ένα δίκτυο από ασύρματους κόμβους συνδεδεμένους μεταξύ τους. Με άλλα λόγια είναι μια μικρογραφία του Internet όπου ο χρήστης μπορεί να απολαμβάνει τις ίδιες υπηρεσίες σε πολύ υψηλές ταχύτητες. Υλοποιείται με τεχνολογία IEEE 802.11a/b/n, με δυναμικά πρωτόκολλα δρομολόγησης και εξοπλισμό από διάφορους κατασκευαστές δίνοντας όμως έμφαση στις ιδιοκατασκευές. Για την υλοποίηση των υπηρεσιών, χρησιμοποιεί ένα πλήθος από λειτουργικά συστήματα, με προτίμηση στο ελεύθερο λογισμικό το οποίο βοηθά να επιτευχθεί η επιθυμητή σταθερότητα και ευελιξία. Είναι ένα από τα πρώτα ασύρματα δίκτυα στην Ελλάδα και απαριθμεί περισσότερα από 100 μέλη. Πλέον έχει εξαπλωθεί στην ευρύτερη περιοχή όχι μόνο της Πάτρας αλλά ολόκληρης Αχαΐας. Άτομα από τη Ναύπακτο, την Ακράτα, την Αμαλιάδα και το Αγρίνιο μπορούν να επικοινωνούν ασύρματα με το δίκτυο του PWMN. Πρόσφατα έγινε ένα μεγάλο βήμα στην εξάπλωσή του και συνδέθηκε ασύρματα με το δίκτυο της Μεσσηνίας και της Κεφαλονιάς.



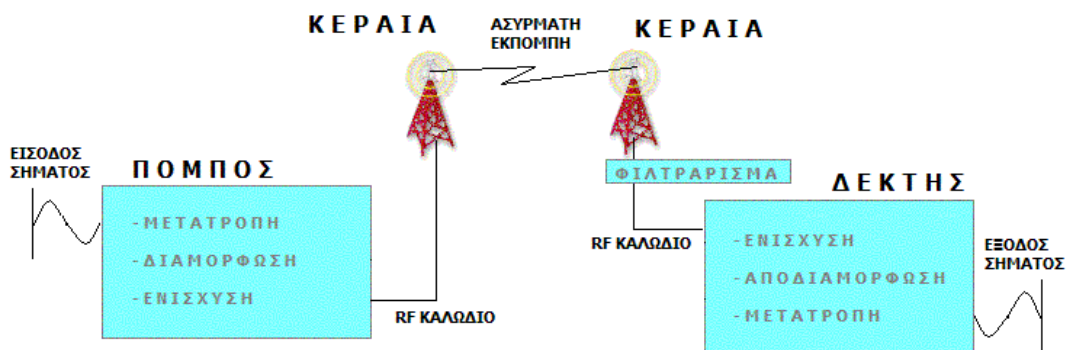
Επίσης, ασύρματοι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε στρατιωτικές εφαρμογές, όπως κάποια συστήματα διαταγών, ελέγχου, επικοινωνιών, υπολογισμού, ευφυΐας, παρακολούθησης, αναγνώρισεων και στόχευσης. Ακόμα και στην γεωργία μπορεί να γίνει παρακολούθηση του νερού ποτίσματος και έλεγχος από μακρινή απόσταση.

1.5 Εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου

Για την εγκατάσταση ενός νέου ασύρματου δικτύου είναι απαραίτητη η σωστή επιλογή ειδικού εξοπλισμού. Ο εξοπλισμός πρέπει να είναι κατάλληλος και σύμφωνος με τον νομικό κανονισμό και να τηρεί συγκεκριμένες προδιαγραφές. Φυσικά, θα πρέπει να έχει και ένα λογικό κόστος.

Τα βασικά στοιχεία είναι η ασύρματη συσκευή και η κεραία. Βέβαια, υπάρχουν διάφορα μεγέθη και τύποι συσκευών και κεραιών με διάφορες προδιαγραφές, ποιότητα κατασκευής και κόστος. Το θέμα είναι να μπορεί ο τεχνικός να επιλέξει ανάμεσά τους ανάλογα την χρήση γνωρίζοντας τα χαρακτηριστικά τους.

Παρακάτω βλέπουμε το διάγραμμα ενός τέτοιου ασύρματου δικτύου:



Διάγραμμα ασύρματου δικτύου

Αρχικά, η αριστερή κεραία δίνει στην δεξιά κεραία το ηλεκτρομαγνητικό κύμα, όπου το μετατρέπει σε ηλεκτρικό και μέσω του καλωδίου το μεταφέρει στον δέκτη. Εκεί το σήμα ενισχύεται, φιλτράρετε για να απορριφθούν τα γειτονικά κανάλια που έχουν ληφθεί και αποδιαμορφώνεται. Το ανακτώμενο ψηφιακό σήμα οδηγείται μετά μέσω κατάλληλης διεπαφής στον υπολογιστή μας.

Στην κατεύθυνση της εκπομπής το σήμα πληροφορίας μεταφέρεται στην ασύρματη συσκευή, όπου διαμορφώνεται στο κατάλληλο RF σήμα. Αυτό οδηγείται στην κεραία όπου και εκπέμπεται με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο χώρο.

1.Κεραία

Στη ραδιοηλεκτρολογία, κεραία είναι μια διάταξη, που χρησιμοποιείται για να εκπέμπει ή να δέχεται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Πιο απλά, είναι μια συσκευή που εκπέμπει και λαμβάνει σήματα. Ακριβέστερα, η κεραία μετατρέπει ένα σήμα σε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που οδεύει σε μια γραμμή μεταφοράς ή ένα κυματοδηγό σε ηλεκτρομαγνητικό κύμα στο χώρο. (Ο κυματοδηγός είναι διάταξη μετάδοσης κυμάτων). Το σχήμα και το μέγεθος της κεραίας έχουν να κάνουν σε μεγάλο ποσοστό, με τη συχνότητα του σήματος που λαμβάνει. Όμως, η κεραία δεν δίνει στον εκπομπό μεγαλύτερη ενέργεια. Ουσιαστικά η κεραία είναι μια κατευθυντική συσκευή, η οποία δίνει το σχήμα κατεύθυνσης (directional pattern) για το σήμα που παράγει ο εκπομπός. Έτσι, γνωρίζοντας το σχήμα κατεύθυνσης, μπορεί να λάβει και ένα πολύ καλύτερο σήμα από κάποιον άλλο εκπομπό.

Η κεραία αποτελείται από τρεις τομείς:

Κατευθυντήρας: Δουλειά του είναι να ενισχύει το σήμα που δέχεται ή εκπέμπει.

Ανακλαστήρας: Ανακλά το σήμα που ενισχύθηκε από τον κατευθυντήρα και αποτρέπει παρεμβολές από την αντίθετη πλευρά της κεραίας.

Δίπολο: Είναι ο συντονιστής της ταλάντωσης για την λήψη ή την εκπομπή.

Τύποι κεραιών:

Υπάρχουν πολλοί τύποι κεραιών, αλλά σε γενικές γραμμές χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες σε σχέση με τον τρόπο που ακτινοβολούν το σήμα μετάδοσης. Ο τύπος της κεραίας καθορίζει την μορφή ακτινοβολίας. Οι κεραίες διακρίνονται σε **μη κατευθυντικές** που είναι κατάλληλες για την κάλυψη των μεγάλων περιοχών, **δικατευθυντικές** που είναι κατάλληλες για την κάλυψη των διαδρόμων και **μονοκατευθυντικές**, που ενδείκνυνται για την σύνδεση μεταξύ κτηρίων (point-to-point).

Αναλυτικότερα:

Μη κατευθυντικές κεραίες (omnidirectional)

Οι μη κατευθυντικές κεραίες ακτινοβολούν κυκλικά (360 μοίρες) στον οριζόντιο άξονα και ενισχύουν το σήμα μειώνοντας την εκπομπή στον κάθετο άξονα. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε τοπικά ασύρματα δίκτυα και σε τοπολογίες point-to-multipoint όπου υπάρχει η ανάγκη για την κάλυψη ενός μεγάλου χώρου (π.χ ενός ορόφου). Παραδείγματα τέτοιων κεραιών είναι οι κάθετες κεραίες. Οι κεραίες αυτές αποτελούν συνήθως και τις πιο οικονομικές λύσεις.

Κεραίες διπλής κατεύθυνσης ή δικατευθυντικές (bidirectional)

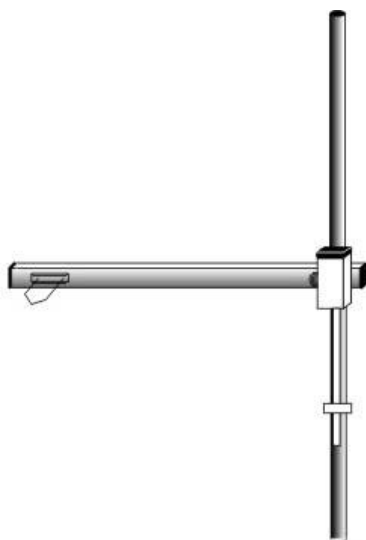
Οι κεραίες διπλής κατεύθυνσης ακτινοβολούν προς δύο αντίθετες κατευθύνσεις στον οριζόντιο άξονα και σε γωνίες 60 έως 120 μοίρες σε κάθε κατεύθυνση. Χρησιμοποιούνται κυρίως για να καλύψουν την επικοινωνία κατά μήκος ενός δρόμου ή ενός διαδρόμου. Οι κεραίες αυτές έχουν συνήθως κάλυψη και στον κάθετο άξονα καθώς και μεγαλύτερη ενίσχυση του σήματος σε σχέση με τις μη-κατευθυντικές, γεγονός που τις καθιστά και πιο ακριβές.

Κατευθυντικές κεραιές ή μονοκατευθυντικές (directional)

Οι κατευθυντικές κεραιές εκπέμπουν προς μόνο μία κατεύθυνση και συνήθως σε μικρή γωνία εκπομπής συγκεντρώνοντας την ισχύ του σήματος προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση. Είναι οι πιο ισχυρές από τους διαθέσιμους τύπους κεραιών και παρέχουν κάλυψη σε πολύ μεγάλες αποστάσεις αλλά με μικρή γωνία κάλυψης. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών τους χρησιμοποιούνται κυρίως για την δημιουργία συνδέσεων point-to-point μεταξύ απομακρυσμένων σημείων όπως κτήρια ή ακόμα και μεταξύ πόλεων. Παραδείγματα τέτοιων κεραιών είναι τα παραβολικά «πίατα» και οι κεραιές πλέγματος, που θα αναλύσουμε παρακάτω.

Συγκεκριμένα υπάρχουν:

1. **Δίπολα** (dipole) και παραλλαγές αυτών.
Πρόκειται για την μεγαλύτερη κατηγορία, ευρύτατα χρησιμοποιούμενη από 2 MHz έως 4 GHz. Χρησιμοποιείται για να καλύψει ένα διάδρομο, μία μεγάλη ή και μικρή περιοχή.



Διπολική κεραία

2. **Κατακόρυφες** (vertical) κεραιές Marconi.
Χρησιμοποιούνται από τις πολύ χαμηλές συχνότητες μέχρι τα 5 GHz. Δεν είναι αυτόνομες αλλά συνεργάζονται με κάποιο «έδαφος» που μπορεί να είναι το φυσικό έδαφος, μια αγωγίμη μεταλλική επιφάνεια ή μεταλλικοί αγωγοί. Έχει κέρδος από 3-10 dBi (αναλύεται παρακάτω). Είναι μη κατευθυντική σε οριζόντια κατεύθυνση. Είναι μεγαλύτερη από κάθε άλλη κεραία καθώς επίσης και ακριβότερη. Την χρησιμοποιούμε για να καλύψουμε μια περιοχή στην οποία υπάρχουν αρκετά κτίρια που θέλουμε να συνδεθούν ασύρματα.
3. Κεραιές **βρόχου** (loop)
4. Διάφορες απεριοδικές κεραιές, όπως ρομβικές, V, discone και ελικοειδείς.
5. **Χοανοειδείς** κεραιές (horn)

συνεργάζονται καλύτερα με κυματοδηγούς και χρησιμοποιούνται σε συχνότητες άνω του 1 GHz.

6. Yagi

δηλαδή με κατεύθυνση προς τον πομπό με ένα εύρος λαμβάνουσας λήψης 20 μοιρών. Οριζόντια κατασκευή. Αυτή η κεραία μας επιτρέπει να δεχτούμε λήψη από μακριά. Ουσιαστικά είναι μια υψηλούς κέρδους (12-18dBi) μονοκατευθυντική κεραία.

7. Παραβολικές (parabolic) κεραίες

Έχουν πολύ υψηλό κέρδος μέχρι και 24 dBi. Χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που θέλουμε να συνδέσουμε δύο κτήρια μεταξύ τους. Μια τέτοια κεραία έχει εμβέλεια μέχρι και 32 χιλιόμετρα. Και οι δύο πλευρές αυτής της ασύρματης σύνδεσης έχουν την ίδια κεραία, οι οποίες πρέπει και να σημαδεύονται σωστά. Παραβολική είναι και η κεραία τύπου **grid** (πλέγμα).



Κατακόρυφη κεραία



Yagi κεραία



Παραβολική κεραία πλέγματος



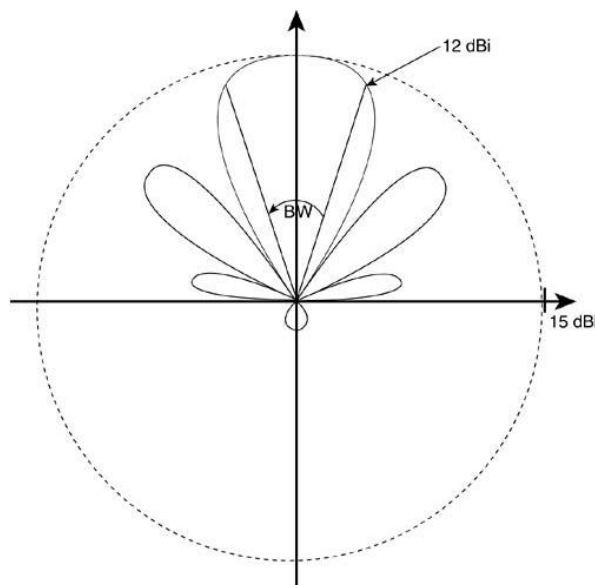
Χοανοειδής κεραία

Ενίσχυση σήματος (Gain)

Η ενίσχυση σήματος είναι το χαρακτηριστικό της κεραίας το οποίο δηλώνει τον βαθμό στον οποίο η κεραία ενισχύει το σήμα προς την προτιμώμενη κατεύθυνση. Μετράται σε μονάδες dBi που υποδηλώνουν τα decibel σε σχέση με μια θεωρητική έννοια που ονομάζεται isotropic radiator. Ουσιαστικά πρόκειται για μια θεωρητική κεραία η οποία ακτινοβολεί το ίδιο προς όλες τις κατευθύνσεις, η οποία φυσικά δεν υπάρχει στην πραγματικότητα. Τυπικές τιμές για την ενίσχυση του σήματος σε απλές εξωτερικές κεραίες είναι από 3 έως 7 dBi, ενώ οι κατευθυντικές κεραίες μπορεί να έχουν τιμές για την ενίσχυση σήματος της τάξης των 24 dBi.

Εύρος ακτινοβολίας (half-power beamwidth)

Το εύρος ακτινοβολίας μιας κεραίας είναι τυπικά το εύρος (γωνία) στο μοτίβο ακτινοβολίας της κεραίας, εκτός του οποίου η ακτινοβολία της κεραίας μειώνεται στο μισό της μέγιστης τιμής της. Η τιμή αυτή είναι πολύ σημαντική για να κατανοήσει κανείς το δραστικό πεδίο κάλυψης μιας κεραίας. Για παράδειγμα μια κατευθυντική κεραία μπορεί να έχει ένα εύρος ακτινοβολίας λίγων μοιρών. Εκτός αυτής της γωνίας το σήμα εκπομπής μειώνεται δραστικά αν και αυτό εξαρτάται από το σχεδιασμό της κεραίας.



Μοτίβο ακτινοβολίας και εύρος ακτινοβολίας σε κατευθυντική κεραία

2.Κάρτα δικτύου - NIC (Network Interface Card)

Η κάρτα δικτύου ή ελεγκτής διασύνδεσης δικτύου (network interface controller (NIC)) αποτελεί ένα στοιχείο του υλικού που συνδέει έναν υπολογιστή σε ένα δίκτυο υπολογιστών. Αν και αρχικά οι κάρτες δικτύου υλοποιούνταν σαν κάρτες επέκτασης που τοποθετούνταν σε κάποια κενή θέση του δίαυλου ενός υπολογιστή, λόγω της διάδοσης και του χαμηλού κόστους του προτύπου Ethernet, οι περισσότεροι υπολογιστές σήμερα περιλαμβάνουν μια κάρτα δικτύου στη μητρική κάρτα τους

Η κάρτα δικτύου επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών μέσω ενός δικτύου υπολογιστών. Η κάρτα υλοποιεί τα ηλεκτρονικά κυκλώματα που χρειάζονται για την επικοινωνία μέσω ενός συγκεκριμένου φυσικού στρώματος ή στρώματος σύνδεσης δεδομένων, όπως το Ethernet ή ο δακτύλιος σκυτάλης. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται η βάση για μια πλήρη στοιβή πρωτοκόλλων δικτύου, επιτρέποντας την επικοινωνία μεταξύ μικρών ομάδων στο ίδιο τοπικό δίκτυο υπολογιστών (LAN) και την επικοινωνία σε μεγάλες κλίμακες δικτύων με τη χρήση πρωτοκόλλων που δρομολογούνται, όπως το η διεύθυνση IP.



Κάρτα δικτύου

3. Ομοαξονικό καλώδιο RF

Πρόκειται για το ένα από τα δύο καλώδια που απαιτούνται. Όταν η απόσταση της κεραίας από την κάρτα δικτύου είναι μεγαλύτερη από 50cm χρειάζεται ένα καλώδιο κεραίας που να συνδέει την υποδοχή της κεραίας με το pigtail καλώδιο.

Το ομοαξονικό (coaxial cable) καλώδιο, ουσιαστικά είναι ένα είδος ηλεκτρικού καλωδίου που έχει έναν εσωτερικό αγωγό, περιβαλλόμενο από ένα εύκαμπτο, σωληνοειδές μονωτικό στρώμα πλαστικού, το οποίο με την σειρά του περιβάλλεται από ένα σωληνωτό συρμάτινο πλέγμα. Η όλη διάταξη καλύπτεται από ένα εξωτερικό μονωτικό περίβλημα ή μανδύα, το οποίο είναι ένα πλαστικό κυλινδρικό φύλλο.



Καλώδιο RF

4. Pigtail καλώδιο

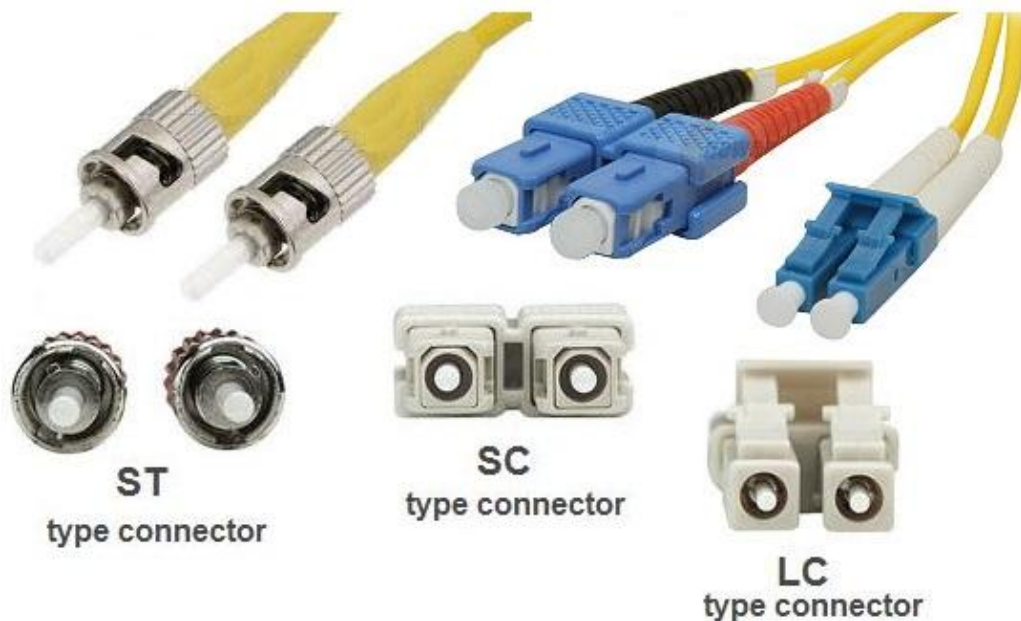
Το καλώδιο Pigtail είναι απλά ένα μικρό κομμάτι καλώδιο με connectors προσαρμογής για την ένωση του αποκλειστικού connector της κάρτας Wi-Fi με το καλώδιο της εξωτερικής κεραίας.



Pigtail καλώδιο

5.Connectors

Οι connectors είναι το υλικό που απαιτείται για την διασύνδεση αλλά και την προσαρμογή των επαφών (ακροδεκτών) της κάρτας δικτύου με το σύστημα καλωδίωσης. Στην περίπτωση μάλιστα εξωτερικής χρήσης οι connectors, πρέπει να είναι σωστά τοποθετημένοι, έτσι ώστε τα καλώδια να είναι απόλυτα στεγνά και προστατευμένα.



Τύποι connectors

Οι **fiber optic network connectors**, όπως είναι η αγγλική τους ορολογία, χωρίζονται σε τρεις τύπους: ST, SC και LC.

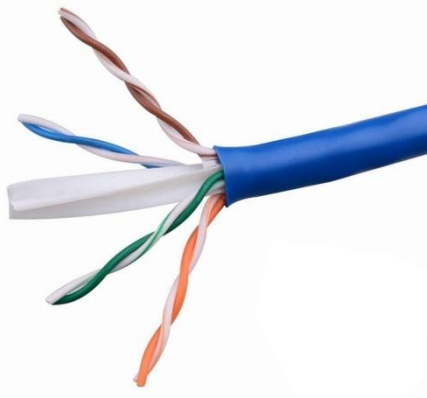
6. Καλώδιο UTP

Το καλώδιο UTP (Unshielded Twisted Pair) είναι ουσιαστικά **καλώδιο κατηγορίας 5**, γνωστά απλά και ως CAT 5, όπου είναι ένας τύπος καλωδίου συνεστραμμένου (σύστροφου) ζεύγους που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση σήματος υψηλής πιστότητας μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών και συσκευών τηλεπικοινωνίας. Κατασκευάζεται με ή χωρίς θωράκιση.

Το UTP δεν έχει θωράκιση ούτε γύρω από τα ζεύγη ούτε και γύρω από τη δέσμη. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως για την καλωδίωση δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών και είναι κατάλληλο μέχρι 1 GB στην περίπτωση του CAT 5e, αλλά δεν θα είναι κατάλληλο για τα μελλοντικά δίκτυα 10 GB, τουλάχιστον όχι σε περίπτωση μεγάλων αποστάσεων.



Εξωτερικό ενός UTP καλωδίου



Εσωτερικό ενός UTP καλωδίου

7. Γέφυρα δικτύου

Μια γέφυρα δικτύου (network bridge), μπορούμε να πούμε ότι είναι μια συσκευή που συνδέει πολλαπλά τμήματα του δικτύου (network segments) μέσω του επιπέδου συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων (data link layer). Όταν μιλάμε για network segments, μιλάμε για κομμάτια του δικτύου τα οποία χωρίζονται μεταξύ τους από κάποια δικτυακή συσκευή όπως hubs, switches, routers κ.α.

Όταν πρωτοεμφανίστηκαν συνδέαν μόνο ομοειδή δίκτυα, ενώ αργότερα εμφανίστηκαν γέφυρες με δυνατότητα σύνδεσης και μεταξύ ετερογενών δικτύων. Οι σημερινές γέφυρες έχουν επιπλέον χαρακτηριστικά, όπως δυνατότητα φιλτραρίσματος και υψηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων μεταξύ των δικτύων που συνδέουν. Με το πέρασμα των χρόνων η δυνατότητα γεφύρωσης ενσωματώθηκε στους δρομολογητές (routers).



Γέφυρα δικτύου μάρκας Landis-Gyr

8. Δρομολογητής (Router)

Στην επιστήμη υπολογιστών, δρομολογητής (router) είναι μια ηλεκτρονική συσκευή η οποία αναλαμβάνει την αποστολή και λήψη πακέτων δεδομένων μεταξύ ενός ή περισσοτέρων διακομιστών, άλλων δρομολογητών και πελατών, κατά μήκος πολλαπλών δικτύων (δρομολόγηση). Η δρομολόγηση, δηλαδή η διαδικασία μεταφοράς δεδομένων από ένα σημείο σε ένα άλλο αποτελεί κεντρική λειτουργία του επιπέδου δικτύου, γίνεται με βάση διάφορα κριτήρια και τελικώς επιλέγεται μία ανάμεσα σε διάφορες πιθανές διαδρομές.

Οι δρομολογητές είναι συσκευές που μπορούν να ανιχνεύσουν εάν μέρος του δικτύου δεν λειτουργεί ή βρίσκεται σε συμφόρηση και να επανακατευθύνουν την πληροφορία.

Επίσης οι routers επιτρέπουν την διασύνδεση δικτύων με διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Ο router είναι η μόνη συσκευή που ουσιαστικά βλέπει κάθε μήνυμα που αποστέλλεται και από τις δύο πλευρές του δικτύου. Έτσι μπορεί να διασφαλίσει ότι η πληροφορία θα φτάσει στον προορισμό της και απαγορεύει την πρόσβαση από το ένα δίκτυο στο άλλο, απαγορεύοντας μια όχι αναγκαία πληροφορία να μεταφέρεται από δίκτυο σε δίκτυο. Οι routers συνδέουν πολλαπλά δίκτυα LAN και έχουν πρόσβαση στις διευθύνσεις IP.



Router

Επίσης, υπάρχουν τα ονομαζόμενα TP link τα οποία είναι άλλου τύπου routers που προσφέρουν επέκταση σε ένα ασύρματο δίκτυο.

1.6 Πλεονεκτήματα Ασύρματων Δικτύων

Τα βασικά πλεονεκτήματα που παρέχει ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο προέρχονται από την φύση της ασύρματης τεχνολογίας η οποία προσφέρει πολλές ευκολίες. Έτσι, τα βασικότερα πλεονεκτήματα αυτών των δικτύων είναι:

1) Δυνατότητα κίνησης

Ένα ασύρματο δίκτυο προσφέρει στους χρήστες την δυνατότητα να είναι συνδεδεμένοι στο διαδίκτυο όπου κι αν βρίσκονται μέσα στον χώρο εργασίας, από το κινητό τους τηλέφωνο ή τον φορητό υπολογιστή. Έτσι, έχουν πρόσβαση πραγματικού χρόνου στα δεδομένα τους, στο email και ό,τι άλλο χρειάζονται χωρίς να πρέπει να συνδεθούν μέσω καλωδίου. Ο χώρος μπορεί να είναι η εργασία, μια καφετέρια, ακόμα και το ίδιο μας το σπίτι. Η ευκολία στην κίνηση, δηλαδή που μας παρέχει το ασύρματο δίκτυο ξεπερνάει κάθε εμπόδιο που θα μπορούσε να δημιουργηθεί και μας παρέχει άνεση μέσα στον χώρο.

2) Απλή και γρήγορη εγκατάσταση / τοποθέτηση

Η εγκατάσταση ενός τοπικού δικτύου WLAN μπορεί να γίνει εύκολα και γρήγορα χωρίς τα προβλήματα της καλωδίωσης που έχουν τα ενσύρματα δίκτυα. Εάν οι απαιτήσεις σε bandwidth δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές μια ασύρματη συσκευή μπορεί να παρέχει δικτυακή διασύνδεση σε αρκετούς χρήστες χωρίς το χρόνο και τα έξοδα που χρειάζεται η καλωδίωση για να παρέχει τα ίδια σε κάθε χρήστη. Με την ασύρματη τεχνολογία η πρόσβαση στο δίκτυο μιας απομακρυσμένης περιοχής μπορεί να υλοποιηθεί σε ώρες αντί για μέρες.

*Το Bandwidth (εύρος ζώνης) είναι η χωρητικότητα που έχει ένα δίκτυο ή μια σύνδεση για τη μεταφορά των δεδομένων.

3) Χαμηλότερο κόστος

Ενώ το αρχικό κόστος για τον εξοπλισμό που θα υποστηρίξει ένα ασύρματο δίκτυο είναι μεγαλύτερο από αυτό ενός ενσύρματου δικτύου, τα συνολικά έξοδα εγκατάστασης, καθώς και το κόστος χρήσης, είναι σημαντικά μικρότερα. Μακροπρόθεσμα, τα οφέλη είναι ακόμη μεγαλύτερα για περιπτώσεις δυναμικών χώρων εργασίας, όπου απαιτούν συχνές μετακινήσεις και αλλαγές.

Επίσης, τα ασύρματα δίκτυα επιτρέπουν την γρήγορη, εύκολη και με μικρό κόστος επέκταση δικτύων σε περιοχές που είτε η καλωδίωση είναι πολύ δύσκολη να υλοποιηθεί, είτε η υπάρχουσα είναι πολύ δύσκολο να επεκταθεί.

4) Εύκολη προσαρμογή

Η ασύρματη τεχνολογία επιτρέπει τη χρήση του δικτύου σε χώρους που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ή να εγκατασταθούν καλώδια (π.χ. παλιά διατηρητέα κτήρια).

5) Δυνατότητα επέκτασης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα ασύρματα δίκτυα μπορούν με ευκολία (σε σχέση με τα ενσύρματα) να επεκταθούν σε πολλές άλλες τοπολογίες. Οι τοπολογίες αυτές μπορούν εύκολα να αλλάξουν και περιλαμβάνουν από απλά ισότιμα δίκτυα κατάλληλα για μικρό αριθμό χρηστών, έως πλήρως εκτεταμένα δίκτυα με δυνατότητες περιαγωγής που μπορούν να υποστηρίξουν χιλιάδες χρήστες σε μεγάλες αποστάσεις.

*Περιαγωγή είναι η δυνατότητα ενός συστήματος ασύρματης σύνδεσης σε ένα δίκτυο (π.χ. τηλεπικοινωνιών) να λειτουργήσει, ακόμα κι όταν βγούμε έξω από την εμβέλειά του, συνδεδεμένοι σ' ένα διαφορετικό σύστημα.

6) Συμβατότητα

Με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού μπορούμε να συνδέσουμε ένα ασύρματο με ένα ενσύρματο τοπικό δίκτυο. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα του συνδυασμού των πλεονεκτημάτων και των δύο τύπων στις διάφορες μελλοντικές εφαρμογές.

7) Λειτουργικότητα

Η χρήση των ασύρματων τοπικών δικτύων αποτελεί μία πολύ εύκολη και λειτουργική επιλογή, κυρίως στους επιχειρησιακούς χώρους, καθώς με ένα ενσύρματο δίκτυο θα έπρεπε να υπάρχει πλήθος από συνδεδεμένα και εγκατεστημένα καλώδια παντού μέσα στον χώρο.

8) Δεν υπάρχει κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται είναι εντελώς ακίνδυνος για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η ακτινοβολία είναι μη ιονίζουσα και τα επίπεδα ακτινοβολίας είναι πολύ πιο χαμηλά από τα επιτρεπτά όρια για τον άνθρωπο. Αρκεί να αναφέρουμε ότι μια ασύρματη κάρτα δικτύου ακτινοβολεί ισχύ 50 - 100 mwatt, ενώ ένα κινητό τηλέφωνο φτάνει και τα 2000 mwatt.

1.7 Μειονεκτήματα Ασύρματων Δικτύων

Φυσικά, κάθε τεχνολογία έχει και τα μειονεκτήματά της. Έτσι και η ασύρματη δικτύωση, πολλές από τις ευκολίες που μας προσφέρει έχουν σαν συνέπεια κάποιες αδυναμίες. Τα βασικότερα είναι:

1) Απασχόληση του δικτύου

Το μέσο στην ασύρματη μετάδοση είναι κοινόχρηστο. Τα σημερινά ασύρματα τοπικά δίκτυα λειτουργούν παρόμοια με τα παλιά δίκτυα τεχνολογίας Ethernet. Μόνο ένας σταθμός εργασίας μπορεί να μεταδίδει κάθε στιγμή δεδομένα. Το γεγονός αυτό καθιστά το δίκτυο ευάλωτο σε ένα φαινόμενο γνωστό ως «slamming», δηλαδή την απασχόληση του δικτύου για πολλή ώρα από έναν μόνο σταθμό. Εάν, για παράδειγμα, αυτός ο σταθμός μεταφέρει ένα πολύ μεγάλο αρχείο, τότε δεν σου παρέχεται η δυνατότητα σύνδεσής σου. Τα ασύρματα δίκτυα τύπου Dual-Band περιορίζουν αυτό το πρόβλημα επιτρέποντας σε δεδομένα τύπου «streaming» και δεδομένα τύπου μεταφοράς αρχείων να διαχωρίζονται σε διαφορετικές συχνότητες.

2) Χαμηλότερο bandwidth

Ένα ασύρματο δίκτυο έχει σημαντικά χαμηλότερο bandwidth από τα σημερινά δίκτυα καλωδίων. Οι πιο πολλές εταιρείες και ακαδημαϊκά ιδρύματα έχουν εγκαταστήσει δίκτυα μεταγωγής ταχυτήτων 100mbps στους σταθμούς εργασίας και 100mbps ή 1000mbps στον κορμό του δικτύου και στους εξυπηρετητές. Το να υπερφορτώσει κανείς τέτοια δίκτυα (ειδικά μόνο ένας υπολογιστής) είναι εξαιρετικά δύσκολο. Ένα ασύρματο δίκτυο τεχνολογίας 802.11b μπορεί να εξασφαλίσει ταχύτητα 11mbps σε έναν μόνο σταθμό εργασίας κάθε φορά. Το αντίστοιχο σε ασύρματα δίκτυα τεχνολογίας 802.11a ή 802.11g είναι 54mbps (σε έναν μόνο σταθμό εργασίας κάθε φορά).

Για τα πρότυπα 802.11 θα επεκταθούμε στο επόμενο κεφάλαιο.

3) Ευάλωτα σε παρεμβολές

Τα ασύρματα δίκτυα είναι ευάλωτα σε παρεμβολές. Εάν ένας ισχυρός αναμεταδότης, που λειτουργεί στην ίδια ραδιοσυχνότητα με ένα ασύρματο δίκτυο, βρίσκεται κοντά στην εμβέλεια του δικτύου τότε το δίκτυο μπορεί να καταστεί άχρηστο. Αυτό φυσικά μπορεί να γίνει και με κακόβουλη πρόθεση από κάποιον ο οποίος θέλει να «ρίξει» το δίκτυο.

4) Ευάλωτα σε επιθέσεις

Τα ασύρματα δίκτυα είναι ευάλωτα σε επιθέσεις. Από τη στιγμή που το ασύρματο μέσο είναι κοινόχρηστο, όλοι οι ασύρματοι σταθμοί εργασίας μπορούν να «δουν» όλη την κίνηση που διασχίζει το μέσο ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που ισχύει στους διασυνδεδεμένους με καλώδιο σε ένα hub σταθμούς εργασίας σε ένα Ethernet δίκτυο. Εάν δεν ληφθούν κάποια μέτρα για την προστασία των δεδομένων που μεταδίδονται στο μέσο τότε αυτά μπορούν να διαβαστούν από εξωτερικούς ή εσωτερικούς

κακόβουλους χρήστες. Μια πολιτική ασφαλείας είναι απαραίτητη σε κάθε εγκατάσταση ασύρματου δικτύου.

5) Χρειάζονται ασφάλεια

Τα ασύρματα δίκτυα δεν είναι ασφαλή εξ' ορισμού. Πρέπει να ληφθεί υπόψη η ασφάλιση του δικτύου σε πολλά επίπεδα συμπεριλαμβανομένων του ποιος έχει πρόσβαση στο μέσο καθώς και της παράνομης υποκλοπής δεδομένων. Τεχνολογίες όπως το WPA έχουν μειώσει σημαντικά τους κινδύνους τέτοιων δικτύων.

6) Ασυμβατότητα συστημάτων

Για την εγκατάσταση ενός WLAN θα πρέπει να λάβουμε υπόψη και την ασυμβατότητα μεταξύ προϊόντων διαφορετικών κατασκευαστών.

1.8 Ασφάλεια στα Ασύρματα Δίκτυα

Κάθε δικτυακό σύστημα έχει τρία βασικά στοιχεία τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη σχετικά με την ασφάλεια του δικτύου: την **εμπιστευτικότητα**, την **ακεραιότητα** και τον **έλεγχο πρόσβασης**. Στην περίπτωση ενός ασύρματου δικτύου η ικανοποίηση και των τριών αυτών αναγκών δεν είναι απλή υπόθεση καθώς το ασύρματο μέσο όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως δεν είναι ασφαλές από τη φύση του. Τα στοιχεία γενικά που θα πρέπει να ικανοποιούνται είναι:

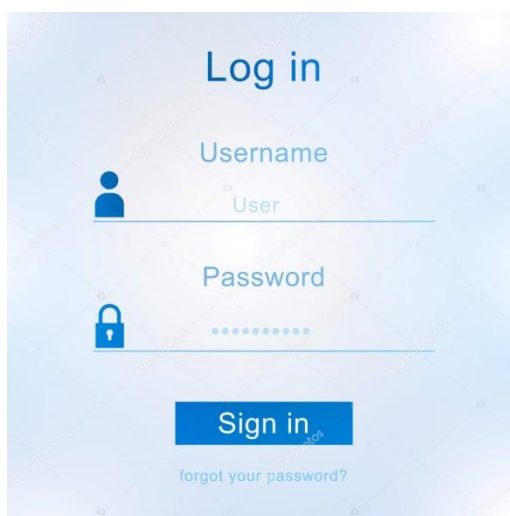
- 1) **Εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας** σε φυσικό επίπεδο με χρήση **κρυπτογράφησης**. Ακόμα και αν κάποιος υποκλέψει δεδομένα δεν θα πρέπει να είναι σε θέση να τα διαβάσει.
- 2) **Προστασία του δικτύου από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση – Πιστοποίηση**. Κάθε άτομο που χρησιμοποιεί το δίκτυο θα πρέπει να είναι πιστοποιημένο μέσω κατάλληλων ασφαλών μηχανισμών.
- 3) **Εξασφάλιση της ακεραιότητας των δεδομένων** και αποφυγής παραχάραξης τους με κατάλληλους μηχανισμούς.

Βασικά μέτρα βελτίωσης ασφαλείας:

1. Αλλαγή κωδικού πρόσβασης

Στα περισσότερα ασύρματα δίκτυα το δίκτυο βασίζεται σε ένα σημείο πρόσβασης. Για να οργανώσουν αυτά τα κομμάτια του εξοπλισμού οι κατασκευαστές παρέχουν ιστοσελίδες που επιτρέπουν στους χρήστες να εισάγουν τις πληροφορίες των διευθύνσεων με το **username** και το **password** τους, έτσι αυτά προστατεύονται από διάφορους πιθανούς χρήστες με κακή πρόθεση. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να εισάγει μόνο ο ιδιοκτήτης. Βέβαια, οι κάποιοι χάκερς μπορούν να «σπάσουν» τους κωδικούς,

για αυτό οι χρήστες του ασυρμάτου δικτύου πρέπει να αλλάζουν συχνά τις ρυθμίσεις που τους δίνουν οι κατασκευαστές έτσι ώστε να διασφαλίζεται η μη είσοδος των χάκερς.



Login screen κάποιας ιστοσελίδας

2. Ενεργοποίηση Κρυπτογράφησης WPA / WEP

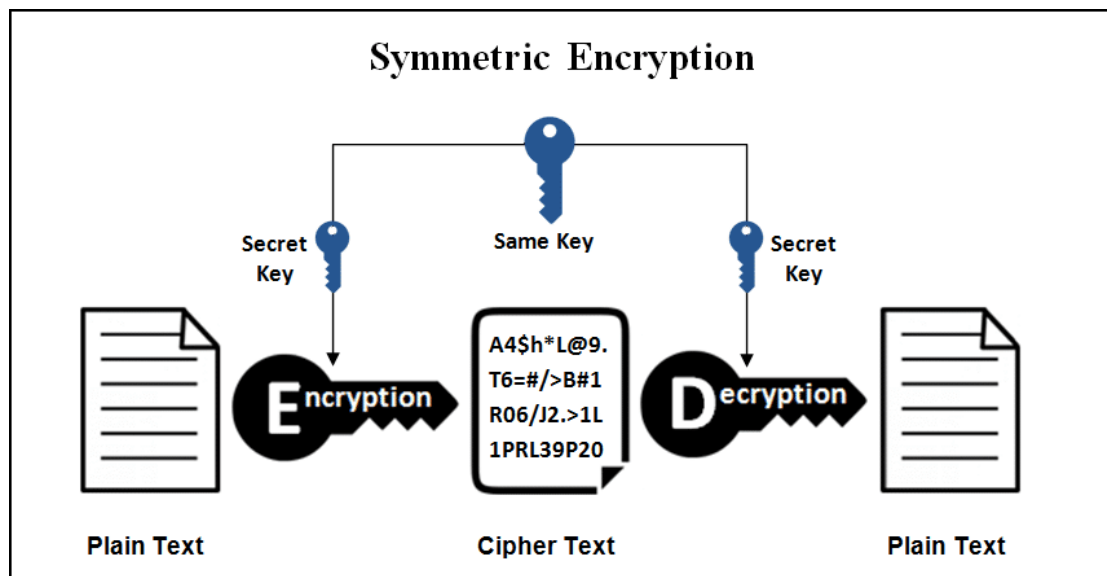
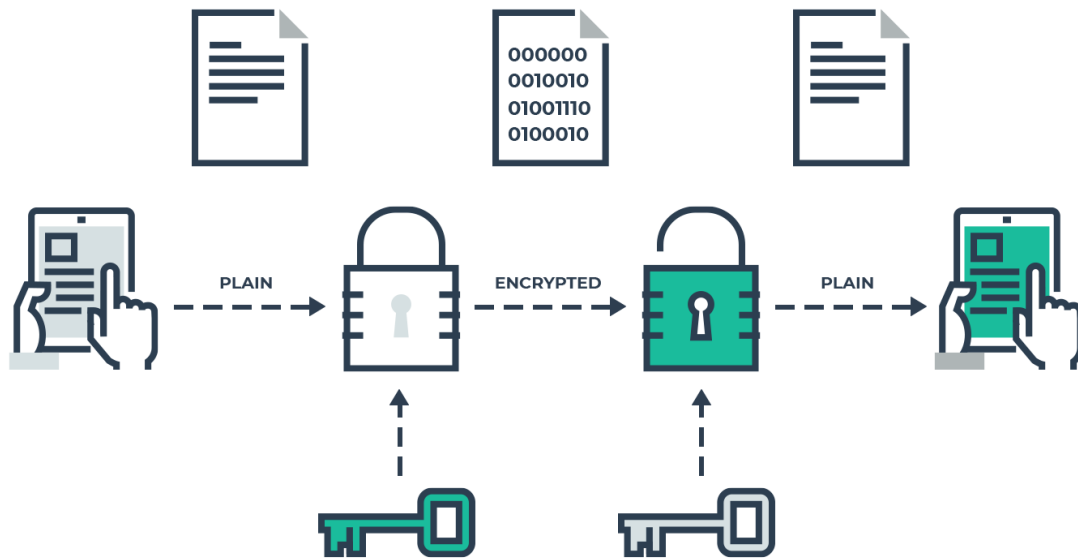
Η τεχνολογία κρυπτογράφησης διασπάει τα μηνύματα που στέλνονται σε πακέτα έτσι ώστε να μην μπορούν να διαβαστούν εύκολα από τρίτους, εκτός βεβαίως αν παραδοθούν όλα στον πραγματικό παραλήπτη. Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες κρυπτογράφησης, με τις κυριότερες τεχνολογίες να είναι οι **WPA** και **WEP**. Οι περισσότερες σύγχρονες συσκευές υποστηρίζουν αυτές τις τεχνολογίες, ενώ σε αρκετές παλαιότερες υπάρχει η δυνατότητα της αναβάθμισης του λογισμικού τους. Η κρυπτογράφηση αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση για την ταυτοποίηση του χρήστη στο σημείο πρόσβασης και στο δίκτυο χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα όπως το EAP (Extensible Authentication Protocol), το LEAP και το PEAP (Protected EAP) για την αυθεντικοποίηση και πρωτόκολλα όπως τα TTLS (Transport Layer Security), SSL για την κρυπτογράφηση των δεδομένων.

Με τον όρο **κρυπτογράφηση** ονομάζουμε την διαδικασία κατά την οποία τα δεδομένα αλλάζουν μορφή ώστε να μεταδοθούν με ασφάλεια οι πληροφορίες (encryption). Πριν από την κρυπτογράφηση τα δεδομένα ονομάζονται plaintext και μετά την κρυπτογράφηση αποτελούν το cipher text, ενώ η αντίστροφη διαδικασία ονομάζεται αποκρυπτογράφηση (decryption). Ο αλγόριθμος κρυπτογράφησης ή cipher είναι μία μαθηματική ακολουθία που χρησιμοποιείται για την «μεταμφίεση» και αποκάλυψη των δεδομένων. Συνήθως οι αλγόριθμοι κρυπτογράφησης περιέχουν ακολουθίες κλειδιών για να τροποποιήσουν τα εξαγόμενα τους.

Με την επιλογή του **WEP**, ένα κοινό κλειδί μοιράζεται ανάμεσα στο σημείο πρόσβασης και στους ασύρματους πελάτες του. Εάν επιθυμούμε εμπιστευτικότητα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την επιλογή του WEP και να κρυπτογραφήσουμε τα δεδομένα πριν αυτά σταλούν. Το WEP χειρίζεται ταυτόχρονα τόσο την προστασία

αλλά και την ακεραιότητα των δεδομένων. Με τη βοήθεια ενός συμμετρικού αλγόριθμου κρυπτογράφησης, επιτυγχάνεται η εμπιστευτικότητα των πληροφοριών που μεταφέρονται μέσω του δικτύου.

Το **WPA** παρέχει ένα μηχανισμό προ-μοιρασμένου κλειδιού τον PSK (Pre-Shared Key). Για να χρησιμοποιήσει κάποιος την PSK θα πρέπει να εισάγει μια λέξη κωδικό και στο σημείο πρόσβασης και στο σταθμό, ώστε η λέξη αυτή να αποτελεί τον κωδικό για την επικύρωση οποιοδήποτε σταθμού προσπαθεί να συνδεθεί στο συγκεκριμένο δίκτυο.



Διαδικασία κρυπτογράφησης

3. Αλλαγή σημείων πρόσβασης και δρομολογητών προεπιλογής SSID

Το Service Set Identifier (SSID) είναι το προσδιοριστικό που ταυτοποιεί μία κυψέλη οριζόμενη από ένα σημείο πρόσβασης. Είναι μέρος της επικεφαλίδας του κάθε πακέτου που στέλνεται μέσω ενός ασυρμάτου δικτύου (WLAN). Οι κατασκευαστές στέλνουν κανονικά τα προϊόντα τους με τις ίδιες ρυθμίσεις SSID. Για παράδειγμα, αν το SSID για τις συσκευές Linksys είναι κανονικά “Linksys” το SSID δεν επιτρέπει στο καθένα να σπάσει το δίκτυο. Ένα αρκετά σημαντικό είναι όταν κάποιος βρίσκει προεπιλεγμένο το SSID αυτό πάει να πει ότι είναι κακός διαμορφωμένο το δίκτυο έτσι θα είναι πιο εκτεθειμένο στις επιθέσεις. Θα πρέπει οπωσδήποτε να αλλαχτούν οι προεπιλεγμένες ρυθμίσεις για να αποτρέψουμε τον κίνδυνο.

4. Φιλτράρισμα διευθύνσεων

Κάθε κομμάτι του WI-FI κατέχει ένα μοναδικό προσδιοριστικό αποκαλούμενο τη «φυσική διεύθυνση» ή «διεύθυνση MAC». Οι δρομολογητές έχουν πρόσβαση στα σημεία και παρακολουθούν τις διευθύνσεις της MAC (Medium Access Control) όλων των συσκευών που συνδέονται με το δίκτυο. Πολλά τέτοια προϊόντα προσφέρουν στον ιδιοκτήτη την επιλογή να κλειδώσουν τον εγχώριο εξοπλισμό τους στη MAC διεύθυνση, έτσι το δίκτυο περιορίζεται και επιτρέπει συνδέσεις μόνο από εκείνες τις συσκευές. Δηλαδή το **φιλτράρισμα διευθύνσεων της MAC** παρέχει πρόσβαση μόνο σε εξουσιοδοτημένες από εσάς ασύρματες κάρτες.

Αυτό δυσκολεύει ακόμη περισσότερο έναν χάκερ που προσπαθεί να εισέλθει στο δίκτυό σας με μια τυχαία διεύθυνση MAC. Βέβαια, τα προγράμματα λογισμικού των χάκερς μπορούν να επινοήσουν τις διευθύνσεις της MAC εύκολα.

5. Εκτός λειτουργίας η Ραδιοφωνική Μετάδοση SSID

Στη δικτύωση WI-FI, το σημείο πρόσβασης ή ο δρομολογητής μεταδίδει ραδιοφωνικά χαρακτηριστικά το όνομα δικτύων (SSID) μέσω ραδιοκυμάτων σε τακτά χρονικά διαστήματα. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα σχεδιάστηκε για τις επιχειρήσεις και τις κινητές δυναμικές ζώνες όπου οι πελάτες Wi-Fi δεν έχουν σταθερό σημείο πρόσβασης. Στο σπίτι, αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι περιττό και αυξάνει την πιθανότητα ένας ανεπιθύμητος γείτονας ή ο χάκερ να προσπαθήσει να συνδεθεί στο εγχώριο δίκτυό σας. Ευτυχώς, τα περισσότερα σημεία πρόσβασης Wi-Fi επιτρέπουν στο χαρακτηριστικό γνώρισμα ραδιοφωνικής μετάδοσης SSID να τεθεί εκτός λειτουργίας από τον διαχειριστή δικτύου.

6. Μη Αυτόματη σύνδεση σε ένα WI-FI

Το να συνδεθείτε με ένα ανοικτό δίκτυο WI-FI είναι σαν το router του γείτονά σας να εκθέτει τον υπολογιστή σας σε κινδύνους ασφαλείας. Αν και επιτρέπονται κανονικά, οι περισσότεροι υπολογιστές έχουν μια ρύθμιση διαθέσιμη επιτρέποντας σε αυτές τις συνδέσεις να γίνονται αυτόματα χωρίς να υπάρξει προειδοποίηση στο χρήστη. Αυτή η ρύθμιση δεν πρέπει να γίνει επιτρεπτή εκτός από προσωρινές καταστάσεις.

7. Τοποθέτηση του σημείου πρόσβασης και του router

Η τοποθέτηση του σημείου πρόσβασης καθώς και του δρομολογητή (router) είναι πολύ σημαντική. Πρέπει να τοποθετηθούν με αρκετή προσοχή σε κεντρικά σημεία έτσι ώστε να έχουμε όσο το δυνατό μικρότερη διαρροή (για τυχόν υποκλοπή από γειτονικά σπίτια). Όσο πιο μεγάλη είναι η διαρροή σήματος τόσο πιο εύκολο είναι για τους άλλους χρήστες που ανιχνεύουν και που εκμεταλλεύονται τα Wi-Fi σήματα να υποκλέψουν δικά σας προσωπικά αρχεία. Κατά την εγκατάσταση ενός ασύρματου τοπικού δικτύου, η θέση που πρέπει να έχει το σημείο πρόσβασης ή ο δρομολογητής πρέπει να είναι κοντά στο κέντρο του σπιτιού, έτσι ώστε η εμβέλεια του σήματος να καλύπτει όσο το δυνατόν την επέκταση του σπιτιού σας, με αποτέλεσμα την μείωση της πιθανής διαρροής.

8. Κλείσιμο του δικτύου κατά τη διάρκεια των περιόδων μη χρήσης

Το τελευταίο από τα μέτρα ασφάλειας είναι η διακοπή του δικτύου (η απενεργοποίηση του router) που αποτρέπει τις ενδεχόμενες απειλές εισόδου από άλλους χρήστες. Η συσκευή πρέπει να κλείνει συχνά ή τουλάχιστο κατά την διάρκεια εκτεταμένων περιόδων μη χρήσης.

Νομικά θέματα ασφάλειας:

Η ραγδαία εξάπλωση των νέων τεχνολογιών σε όλους τους τομείς της κοινωνικής και οικονομικής ζωής, δημιουργεί ειδικές χωριστές ανάγκες για την προστασία των προσωπικών δεδομένων ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του κάθε τομέα. Η εξέλιξη των τεχνολογιών πληροφορίας και τηλεπικοινωνιών, καθιστά ολοένα και δυσκολότερο τον έλεγχο της επεξεργασίας των προσωπικών δεδομένων με «παραδοσιακούς τρόπους» καθώς η ποσότητα των δεδομένων που γίνονται αντικείμενο επεξεργασίας, ο συνολικός αριθμός των χρηστών τέτοιων δεδομένων και η ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων μέσω τηλεπικοινωνιών δικτύων αυξάνονται καθημερινά.

Η λύση του προβλήματος αυτού βρίσκεται σε μεγάλο βαθμό στην ίδια την τεχνολογία. Είναι τεχνικά δυνατό στο σχεδιασμό του λογισμικού που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων, για παράδειγμα για σκοπούς εργασιακούς, ιατρικής περίθαλψης, κοινωνικών ασφαλίσεων, εμπορικών συναλλαγών, στατιστικής ή έρευνας αγοράς, να περιλαμβάνονται κανόνες για την αποτελεσματική προστασία των προσωπικών δεδομένων, που θα επιτρέπουν δηλαδή επεξεργασία προσωπικών δεδομένων στο βαθμό που είναι απολύτως αναγκαίος για τους συγκεκριμένους σκοπούς, που θα «σβήσουν» ή «παγώνουν» τα δεδομένα όταν δεν απαιτούνται πλέον για τους σκοπούς αυτούς, που θα επιτρέπουν την πρόσβαση μόνο σε εξουσιοδοτημένα άτομα και που θα διευκολύνουν την παρακολούθηση της πορείας των δεδομένων προς τους διάφορους χρήστες.

1.9 Επιθέσεις σε ασύρματα δίκτυα

Οι επιθέσεις στα ασύρματα δίκτυα μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: **παθητικές** και **ενεργητικές**.

Οι προθέσεις και οι στόχοι κάθε επίθεσης μπορεί να διαφέρουν από χρήστη σε χρήστη.

Ως παθητικές ορίζονται οι επιθέσεις που δεν συμπεριλαμβάνουν συμμετοχή του επιτιθέμενου στο δίκτυο και τέτοιου τύπου επίθεση αποτελεί η Λήψη Πληροφοριών (Snooping/Footprinting).

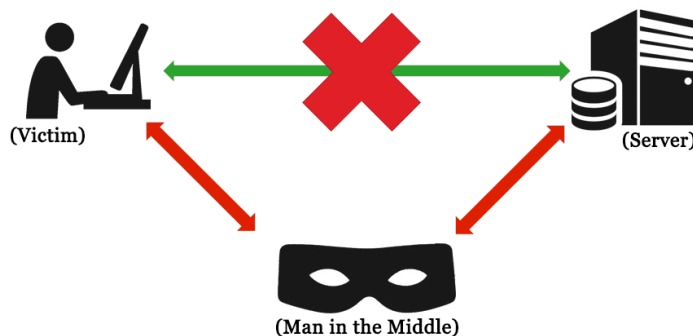
Οι ενεργητικές επιθέσεις προϋποθέτουν ότι ο επιτιθέμενος αναλαμβάνει ενεργή συμμετοχή στο δίκτυο και χωρίζονται, σύμφωνα με το σκοπό που έχουν οι επιτιθέμενοι, σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

1. Ανάκτηση κωδικού WEP (WEP Cracking)

Ο χάκερ μπορεί να βρει τον κωδικό προστασίας WEP.

2. Τροποποίηση Δεδομένων (Man in the Middle Attack)

Σε αυτό το είδος της επίθεσης, ο επιτιθέμενος βρίσκεται στη μέση της συνομιλίας δυο συμμετεχόντων στο δίκτυο και μπορεί να στέλνει μηνύματα υποδυόμενος κάποιον από τους δύο χρήστες. Συνήθως τέτοιου είδους επιθέσεις χρησιμοποιούνται για την τροποποίηση μηνυμάτων κατά τη μεταφορά χωρίς να υπάρχει περίπτωση να ανιχνευθούν.



3. Μεταμφίεση (Spoofing)

Σε αυτού του είδους τις επιθέσεις, ο επιτιθέμενος, υποκρίνεται κάποιον νόμιμο χρήστη του δικτύου ώστε να αποκτήσει τα δικαιώματα πρόσβασης σε υπηρεσίες που επιθυμεί. Στην ουσία χρησιμοποιούνται στοιχεία πρόσβασης ενός νόμιμου χρήστη.

4. Άρνηση Υπηρεσιών (Denial of Service)

Σκοπός μιας τέτοιας επίθεσης είναι η ολική αχρήστευση του ασύρματου δικτύου για ένα χρονικό διάστημα. Ουσιαστικά αφαιρούνται τα δικαιώματα από όλους τους νόμιμους και μη νόμιμους χρήστες του δικτύου και στόχος είναι η διαταραχή της ομαλής λειτουργίας του δικτύου. Μια τέτοια επίθεση μπορεί να πραγματοποιηθεί με δυο τρόπους. Η πρώτη μέθοδος απλά κατακλύζει το στόχο υπολογιστή ή τη συσκευή υλικού με πληροφορίες ώστε να μπλοκάρει. Σύμφωνα με τη δεύτερη μέθοδος στέλνονται καλά διατυπωμένες εντολές ή λάθος δεδομένα με στόχο να κολλήσει το σύστημα. Οι επιθέσεις αυτού του είδους είναι οι πιο επικίνδυνες διότι υπάρχει μικρότερο περιθώριο προστασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΚΑΙ WIFI

Το πρωτόκολλο είναι ένα σύνολο μηνυμάτων που ανταλλάσσονται μεταξύ δύο υπολογιστών καθώς επίσης και ένα σύνολο από κανόνες με βάση τους οποίους γίνεται η ανταλλαγή των μηνυμάτων. Με λίγα λόγια, όταν υπάρχουν κομμάτια λογισμικού (software) που πρέπει να συνεργαστούν και βρίσκονται στον ίδιο υπολογιστή, το Λειτουργικό Σύστημα του υπολογιστή αναλαμβάνει τη συνεργασία τους. Στην περίπτωση ενός ασύρματου δικτύου, όπου οι δύο διαδικασίες τρέχουν σε διαφορετικά συστήματα, ο συντονισμός τους γίνεται με μηνύματα που ανταλλάσσουν. Έτσι, πρέπει να υπάρχει ένα σύνολο κανόνων που καθορίζουν ποια μηνύματα πρέπει κάθε στιγμή να σταλούν και τότε, δηλαδή πρέπει να υπάρχει ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας. Επομένως, τα πρωτόκολλα είναι υπεύθυνα για την συμβατότητα δύο συσκευών.

2.1 Το πρότυπο IEEE 802.11

Το πρότυπο 802.11 είναι μια οικογένεια προτύπων που περιγράφουν τη λειτουργία ασύρματων τοπικών δικτύων (WLAN, Wireless Local Access Network). Είχαν ως σκοπό να επεκτείνουν το 802.3 (Ethernet, το συνηθέστερο πρωτόκολλο ενσύρματης δικτύωσης υπολογιστών) στην ασύρματη περιοχή.

Περιγράφονται τα δύο πρώτα επίπεδα του OSI, δηλαδή το φυσικό επίπεδο (PHY, Physical Layer) και το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (MAC, Medium Access Control). Τα πρωτόκολλα αυτά δημοσιεύονται από την IEEE (Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών), γεγονός που είναι σημαντικό για την διαλειτουργικότητα, δηλαδή την ικανότητα συνεργασίας των συσκευών που το ακολουθούν. Το IEEE 802.11 περιγράφει μόνο τα δύο κατώτερα επίπεδα του OSI, επιτρέποντας έτσι σε οποιαδήποτε εφαρμογή να εργάζεται πάνω σε συσκευή 802.11 όπως ακριβώς θα εργαζόταν πάνω από Ethernet. Οι συσκευές 802.11 δηλαδή μεταφέρουν την πληροφορία από τα πιο πάνω επίπεδα του OSI.

Το μοντέλο αναφοράς Ανοικτής Διασύνδεσης Συστημάτων ή μοντέλο αναφοράς OSI (OSI reference model) είναι μια διαστρωματωμένη, αφηρημένη περιγραφή για τη σχεδίαση τηλεπικοινωνιακών και δικτυακών πρωτοκόλλων η οποία καθορίστηκε από την πρωτοβουλία «Ανοικτή Διασύνδεση Συστημάτων – OSI». Είναι γνωστό και ως μοντέλο των επτά επιπέδων.

Επίπεδο 7: Εφαρμογών, 6: Παρουσίασης, 5: Συνόδου, 4:Μεταφοράς, 3: Δικτύου, 2: Ζεύξης Δεδομένων, 1: Φυσικό

Το 1997, μετά από επτά χρόνια μελέτης, η IEEE δημοσίευσε το πρότυπο IEEE 802.11, το πρώτο πρότυπο για ασύρματη δικτύωση. Το πρότυπο αυτό προβλέπει ρυθμούς μετάδοσης 1 και 2 Mbps. Η μετάδοση γίνεται με ασύρματο τρόπο με χρήση διαμόρφωσης FHSS ή DSSS σε ζώνες συχνοτήτων 915MHz, 2.4GHz, 5.2GHz ή

υπέρυθρη μετάδοση στα 850nm ως 900nm. Υποστηρίζει δυνατότητες όπως προτεραιοποίηση της κίνησης, υποστήριξη εφαρμογών πραγματικού χρόνου και διαχείριση ισχύος συσκευής. Το πρότυπο γνώρισε περιορισμένη επιτυχία λόγω των πολύ χαμηλών ρυθμών μετάδοσης.

Συνήθεις εφαρμογές του είναι η παροχή ασύρματων δυνατοτήτων πρόσβασης στο Internet, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών όπως τηλεοράσεις, ψηφιακές κάμερες, DVD Players και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές το 802.11 βρίσκει εφαρμογές ασύρματης μετάδοσης, όπως για παράδειγμα στη μεταφορά φωτογραφιών από ψηφιακές κάμερες σε υπολογιστές για περαιτέρω επεξεργασία και εκτύπωση, αν και σε αυτόν τον τομέα χρησιμοποιείται πλέον το πρωτόκολλο Bluetooth για τα πολύ μικρότερης εμβέλειας ασύρματα προσωπικά δίκτυα.

Όλα τα πρότυπα που περιλαμβάνει το 802.11, χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο ethernet και μέθοδο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος και αποφυγή συγκρούσεων, το carrier sense multiple access with collision avoidance (csma/ca). Η μέθοδος διαμόρφωσης που χρησιμοποιήθηκε αρχικά ήταν το κλείδωμα μεταλλαγής φάσης ή διαμόρφωση διακριτής φάσης, phase-shift keying (psk). Σε νεότερες προδιαγραφές όμως, χρησιμοποιούνται και άλλα σχήματα ψηφιακής διαμόρφωσης, όπως το complementary code keying (cck). Οι νεότερες μέθοδοι διαμόρφωσης παρέχουν μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων.

IEEE 802.11a

Πρόκειται για μια επέκταση του 802.11 που εμφανίστηκε το 1999 και εφαρμόζεται σε ασύρματα τοπικά δίκτυα και παρέχει ρυθμούς μετάδοσης έως 54Mbps στη μπάντα των 5GHz. Συνήθως όμως οι επικοινωνίες πραγματοποιούνται στα 6Mbps, 12Mbps ή στα 24Mbps και χρησιμοποιείται πολυπλεξία επιμερισμού συχνότητας. Χρησιμοποιείται σε ασύρματα δίκτυα ATM. Η επέκταση αυτή αποσκοπούσε να καλύψει την ανάγκη για μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης.

IEEE 802.11b

Είναι αυτό που λέμε wi-fi και είναι συμβατό με το πρότυπο 802.11. Αναπτύχθηκε κι αυτό το 1999 και αποτελεί επέκταση του 802.11. Η μέθοδος διαμόρφωσης που χρησιμοποιήθηκε στο 802.11 ήταν το κλείδωμα μεταλλαγής φάσης ή διαμόρφωση διακριτής φάσης (phase-shift keying (psk)). Η μέθοδος διαμόρφωσης που επιλέχθηκε για το 802.11b είναι γνωστή ως complementary code keying (cck) (συμπληρωματική κωδικοποίηση κώδικα) και παρέχει μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων. Η μετάδοση γίνεται στη ζώνη συχνοτήτων των 2.4GHz. Είναι το πιο δημοφιλές από όλα τα πρότυπα και το πρότυπο με τη μεγαλύτερη διαλειτουργικότητα, όντας ένα στιβαρό, αποτελεσματικό και δοκιμασμένο πρότυπο. Οι προσθήκες της 802.11b σε σχέση με την 802.11 αφορούν μόνο τον τρόπο μετάδοσης, ενώ ο τρόπος πρόσβασης των συσκευών και οι τρόποι λειτουργίας μένουν οι ίδιοι. Μία συσκευή που εργάζεται ακολουθώντας το 802.11b, υλοποιεί και τους τρόπους μετάδοσης του 802.11 και έτσι είναι συμβατή με αυτό. Αυτή η ιδιότητα ονομάζεται συμβατότητα προς τα πίσω,

δηλαδή ότι οι καινούργιες συσκευές θα μπορούν να συνεργαστούν και με παλιότερες, προκειμένου να μην αναγκαστεί ο καταναλωτής να αλλάξει εξ ολοκλήρου τον εξοπλισμό του.

IEEE 802.11g

Το 802.11g αποτελεί μια επέκταση στο 802.11b ώστε να υποστηρίζει μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης. Έτσι εκτός από τους ρυθμούς μετάδοσης του 802.11b, με CCK διαμόρφωση, υποστηρίζει και ρυθμούς μέχρι 54Mbps χρησιμοποιώντας OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing) διαμόρφωση. Οι αντίστοιχες συσκευές εργάζονται στη ζώνη συχνοτήτων των 2.4GHz, διατηρώντας την συμβατότητα προς τα πίσω με το 802.11b.

	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

Πίνακας πληροφοριών των 802.11 προτύπων

Συμπληρωματικά Πρότυπα:

Πέρα των βασικών πρωτοκόλλων η οικογένεια προτύπων 802.11 περιλαμβάνει έναν αριθμό συμπληρωματικών προτύπων που προσθέτουν επιπλέον λειτουργικότητα στα ασύρματα δίκτυα:

IEEE 802.11c

Λειτουργία γεφύρωσης (bridging) πλαισίων 802.11

IEEE 802.11d

Επεκτάσεις στο αρχικό πρότυπο ώστε να λειτουργεί σε επιπλέον ρυθμιστικά πλαίσια (άλλες ζώνες συχνοτήτων)

IEEE 802.11e

Υποστήριξη QoS στο MAC επίπεδο (EDCF, Enhanced DCF και HCF, Hybrid Coordination Function). Αυτό το πρότυπο προσπαθεί να διασφαλίσει ποιότητα υπηρεσιών για εφαρμογές πραγματικού χρόνου που εκτελούνται πάνω σε ένα WLAN ελαχιστοποιώντας ή μεγιστοποιώντας ένα από τα παρακάτω κριτήρια: μέση καθυστέρηση από άκρο σε άκρο, μέση μεταβολή της καθυστέρησης ή μέσο ποσοστό επιτυχούς παράδοσης πλαισίων.

IEEE 802.11f

το οποίο επιτρέπει άμεση επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών access point ώστε να εξαιρεθεί η απώλεια πλαισίων κατά τη μεταγωγή. Ο σχετικός μηχανισμός ενεργοποιείται από ένα αίτημα επανασυσχέτισης.

IEEE 802.11h

Διαχείριση φάσματος στο 802.11a (DCS, Dynamic Channel Selection και TPC, Transmit Power Control).

IEEE 802.11i

Επεκτάσεις στο MAC επίπεδο για ενισχυμένη ασφάλεια.

Έκδοση	Ημερομηνία	Ζώνη συχνοτήτων	Συνήθης ρυθμός μετάδοσης	Ονομαστικός ρυθμός μετάδοσης	Μέθοδοι μετάδοσης	Εμβέλεια εσωτερικών χώρων	Σχόλιο
802.11	1997	2.4 GHz	0.9 Mbit/s	2 Mbit/s	IR / FHSS / DSSS	~20 m	Το κλασικό πρότυπο, τώρα σε αχρηστία
802.11b	1999	2.4 GHz	4.3 Mbit/s	11 Mbit/s	DSSS	~38 m	Το πλέον επιτυχές εμπορικά, καθιέρωσε αρχικά τον όρο WiFi
802.11a	1999	5 GHz	23 Mbit/s	54 Mbit/s	OFDM	~35 m	Άγνωστη εμπορική πορεία λόγω ασυμβατότητας με το 802.11b
802.11g	2003	2.4 GHz	19 Mbit/s	54 Mbit/s	OFDM	~38 m	Αντικαταστάτης του 802.11b με μεγάλη εμπορική επιτυχία

IEEE 802.11ac

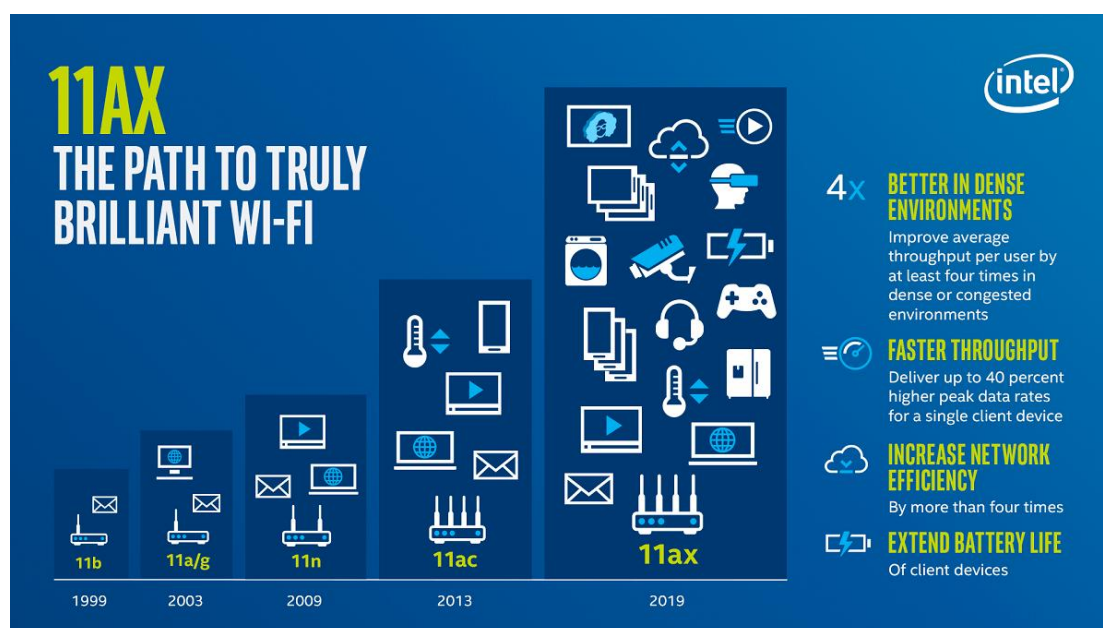
Παρέχει υψηλής απόδοσης ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) στη ζώνη των 5 GHz. Χαρακτηριστικό της είναι οι υψηλές ασύρματες ταχύτητες, που ξεπερνούν το 1Gbps. Τα παραπάνω επιτυγχάνονται με την επέκταση των εννοιών διεπαφής αέρα που εισήγαγε το 802.11n το 2009.

IEEE 802.11ax

Το νέο standard αυξάνει την ταχύτητα στα 10.53Gbps στην μπάντα των 5GHz. Μαζί με το νέο standard έρχονται και τα νέα ακρωνύμια, όπως το MIMOOFDA, όπου το γνωστό MIMO (multiple in multiple out) επιτρέπει την χρήση πολλαπλών κεραιών για αποστολή δεδομένων σε μια ή περισσότερες συσκευές. Το OFDA (orthogonal frequency division multiplexing) είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην 4G επικοινωνία και σε προηγούμενα WiFi standards.

Το πρωτόκολλο αυτό, που αναμένεται να εμφανιστεί στις αρχές αυτού του έτους δείχνει να είναι η επανάσταση στην ασύρματη δικτύωση, αφού οι επιδόσεις και οι ιδιότητές του ξεπερνούν κατά πολύ την τελευταία υπάρχουσα σύνδεση 802.11ac. Η βασική του διαφορά με τις προηγούμενες εκδόσεις είναι εκτός φυσικά από την ταχύτητα, η ικανότητά του να αντιπαρέρχεται των προβλημάτων που δημιουργούνται από κυκλοφοριακή συμφόρηση, όταν δηλαδή στον ίδιο χώρο και στο ίδιο router, δικτυώνονται πολλές συσκευές.

Οπότε, σήμερα που σε κάθε σπίτι, γραφείο ή χώρο δουλειάς υπάρχουν από πολλές έως πάμπολλες συσκευές που συνδέονται καθημερινά σε κάποιο δίκτυο ασύρματα, το νέο πρωτόκολλο, ασύρματης σύνδεσης Wi-Fi 802.11ax φαίνεται να λύνει όλα τα προβλήματα που αφορούν κυρίως καθυστερήσεις στην εξυπηρέτηση των αιτημάτων.



Η εξέλιξη της τεχνολογίας του 802.11 προτύπου

Dual-band

Ο όρος **Dual-band** αναφέρεται σε συσκευές που υποστηρίζουν ταυτόχρονα τα πρότυπα 802.11a και 802.11b. Συσκευές που υποστηρίζουν ταυτόχρονα τα 802.11g και b δεν αναφέρονται σαν Dual-band, λόγω της προς τα πίσω συμβατότητας. Η εγκατάσταση τέτοιων συσκευών είναι μια εξαιρετική μέθοδος για να αυξήσει κανείς την πυκνότητα των κυψελών και να αυξήσει το bandwidth χωρίς να θυσιάσει την συμβατότητα. Αφού τα 802.11a και τα 802.11g/b χρησιμοποιούν διαφορετικές ραδιοσυχνότητες, οι παρεμβολές δεν είναι θέμα. Οι υψηλής προτεραιότητας σταθμοί μπορούν να τοποθετηθούν στο δίκτυο 802.11a για μεγαλύτερες ταχύτητες, ενώ οι χαμηλότερης προτεραιότητας στο 802.11g/b δίκτυο.

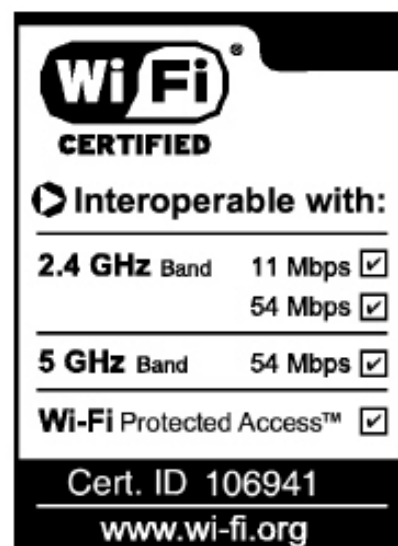
2.2 Το πρότυπο WiFi

Το WiFi (Wireless Fidelity) ή WLAN (Wireless Local Area Network) είναι ένα σύστημα ασύρματης επικοινωνίας. Πρόκειται για μια περιορισμένη μορφή κυψελωτού δικτύου κεραίων των διαφόρων εταιρειών κινητής τηλεφωνίας (μικρότερης ισχύος ανά κεραία 50-100 mW). Με το WiFi δίνεται η δυνατότητα διασύνδεσης φορητών ηλεκτρονικών υπολογιστών, κινητών τηλεφώνων και άλλων συσκευών με το Διαδίκτυο. Γίνεται τηλεφωνική επικοινωνία μέσω διαδικτύου, διασύνδεση ηλεκτρονικών συσκευών με τηλεοράσεις, ηχεία, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, εκτυπωτές. Βρίσκει εφαρμογές σε σπίτια, ξενοδοχεία, εστιατόρια, φοιτητικές εστίες, αθλητικές εγκαταστάσεις, αεροδρόμια, λιμάνια, σταθμούς τρένων ή λεωφορείων, εκπαιδευτικά κέντρα, βιβλιοθήκες, μουσεία, πολυκαταστήματα, τράπεζες, νοσοκομεία και δικαστήρια.

Τα πρότυπα 802.11 είναι ευρύτερα γνωστά ως «WiFi» επειδή η WiFi Alliance, ένας οργανισμός ανεξάρτητος της IEEE, παρέχει την πιστοποίηση για τα προϊόντα που εμπίπτουν στις προδιαγραφές του 802.11. Αυτή η οικογένεια πρωτοκόλλων αποτελεί το καθιερωμένο πρότυπο της βιομηχανίας στο χώρο των ασύρματων τοπικών δικτύων.

Η ονομασία **WiFi** χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις συσκευές WLAN που βασίζονται στην προδιαγραφή IEEE 802.11 b/g/n και εκπέμπουν σε συχνότητες 2.4GHz. Ωστόσο το WiFi έχει επικρατήσει και ως όρος αναφερόμενος συνολικά στα ασύρματα τοπικά δίκτυα.

Οι συσκευές οι οποίες περνούσαν με επιτυχία τις δοκιμές αποκτούσαν το λογότυπο Wi-Fi (δεξιά). Το λογότυπο αυτό αποτελεί κατά συνέπεια μία πιστοποίηση για τον υποψήφιο αγοραστή μιας συσκευής και μία εγγύηση για την επένδυση του. Ο καταναλωτής αγοράζοντας μία συσκευή με το λογότυπο αυτό, έχει την εγγύηση ότι η συσκευή θα συνεργαστεί με οποιαδήποτε άλλη συσκευή φέρει επίσης το λογότυπο.



Εκδόσεις WiFi

Επιγραμματικά όλες οι εκδόσεις του WiFi που έχουν κυκλοφορήσει:

1. Wi-Fi 1 (802.11a) 1999
2. Wi-Fi 2 (802.11b) επίσης 1999
3. Wi-Fi 3 (802.11g) 2003
4. Wi-Fi 4 (802.11n) 2009
5. Wi-Fi 5 (802.11ac) 2014
6. Wi-Fi 6 (802.11ax) Είναι δρομολογημένη να λειτουργήσει το 2019

2.3 Σύγκριση WiFi με Ethernet

Με το WiFi να κερδίζει διαρκώς έδαφος, γεννιέται ένα σημαντικό ερώτημα που αφορά το μέλλον του Ethernet: αν οι τάσεις πλέον οδηγούν με γοργούς ρυθμούς προς μια ασύρματη πραγματικότητα, υπάρχει μέλλον για το κλασικό, παραδοσιακό, ενσύρματο δίκτυο;

Παρά το γεγονός πως το WiFi προσφέρει απεριόριστη ελευθερία χάρη στην παντελή απουσία καλωδίων, το Ethernet έχει κι αυτό τα πλεονεκτήματά του.

Ασφάλεια

Ξεκινάμε από το βασικότερο χαρακτηριστικό: την **ασφάλεια**. Για να συνδεθεί κανείς σε ένα ενσύρματο δίκτυο, θα πρέπει να τραβήξει καλώδιο στο router/modem/hub, γεγονός που το καθιστά πολύ δύσκολο. Ενώ, στα ασύρματα δίκτυα ο καθένας είναι σε θέση να σκανάρει ή να εντοπίσει το δίκτυό μας και να παρεμβληθεί σε αυτό, «σπάζοντας» δικλείδες ασφαλείας και εισβάλλοντας σε αυτό. Βέβαια σε κάθε δίκτυο WiFi τα δεδομένα κωδικοποιούνται όμως ακόμα κι έτσι, αν κάποιος χάκερ θέλει να τα υποκλέψει, θα το κάνει.

Ταχύτητα

Ανέκαθεν το ενσύρματο δίκτυο επικρατούσε του ασύρματου σε θέματα ταχύτητας. Το πρώτο ήταν σε θέση να πιάσει από πολύ νωρίς ταχύτητες που άγγιζαν τα 100 Mbps και εν συνεχεία τα **1000 Mbps**. Εν αντιθέσει, το ασύρματο δίκτυο έφτασε στο σημερινό πρότυπο (το 802.11ac) το οποίο θεωρητικά επιτυγχάνει ταχύτητες που αγγίζουν και τα **3200 Mbps**. Βέβαια απαραίτητη προϋπόθεση είναι να τις υποστηρίξει ο εξοπλισμός σας (τόσο η εκάστοτε συσκευή, όσο και το modem / router).

Σταθερότητα

Στα ασύρματα δίκτυα αρκετές φορές δεν υπάρχει σταθερότητα ως προς την ταχύτητα, φαινόμενο που δημιουργεί σημαντικά προβλήματα ως προς την παραγωγικότητα αφού δεν μπορεί να είναι βέβαιος κανείς για την ταχύτητα της σύνδεσής του ανά

πάσα στιγμή. Εδώ λοιπόν **κερδίζει το ενσύρματο δίκτυο**, μιας που το καλώδιο αποτελεί ακόμα την πιο σίγουρη λύση για την πρόσβαση του υπολογιστή σας, σταθερού ή φορητού, σε τοπικό δίκτυο ή/και μέσω αυτού, στο διαδίκτυο. Αντίθετα, στο WiFi επηρεάζεται το σήματα του από την απόσταση από την πηγή καθώς επίσης από φυσικά εμπόδια και τυχόν παρεμβολές.

Συμπέρασμα

Αν έχουμε σταθερές συνδεδεμένες στο δίκτυο συσκευές, τότε το Ethernet είναι μια καλή λύση, ιδίως αν σκοπεύετε να διακινείτε σημαντικά δεδομένα και δεν ενδιαφέρεστε να χρησιμοποιήσετε φορητές συσκευές. Από την άλλη, ένα τυπικό δίκτυο για οικιακή ή λίγο πιο επαγγελματική χρήση, βρίσκει το WiFi ως την ευκολότερη λύση αρκεί να αποφευχθούν τα διάφορα θέματα ασφαλείας (κωδικοποίηση, ορατότητα, προσβασιμότητα, διαμοιρασμός IP, κωδικοί κλπ).



2.4 Το νέο πρότυπο WiFi 6

Το νέο πρότυπο Wi-Fi Certified 6 για την ασύρματη σύνδεση Wi-Fi 802.11ax που αναφέρεται στο πρωτόκολλο IEEE 802.11ax, υπόσχεται κατά 40% **γρηγορότερη μεταφορά δεδομένων**. Εκτός της ταχύτητας όμως, εξίσου σημαντικά είναι και τα άλλα του χαρακτηριστικά, όπως η **μεγαλύτερη ευστάθεια σύνδεσης**, η ικανότητά του να εξυπηρετεί **πολλές συνδεδεμένες συσκευές ταυτόχρονα**, χωρίς αισθητή μείωση της ταχύτητας, καθώς και η ικανότητα λήψης και αποστολής δεδομένων **σε μεγαλύτερη απόσταση**, ξεπερνώντας ακόμα και φυσικά εμπόδια, όπως πολυπλοκότητα χώρου, τοίχοι και λοιπά.



Με μια ματιά, τα νέα χαρακτηριστικά του **Certified 6** είναι τα εξής:

- Μεγαλύτερο εύρος ζώνης, (αυξημένη χωρητικότητα δεδομένων, για κάθε χρήστη/συσκευή, για μεταφορά δεδομένων).
- Υψηλότερος ρυθμός μετάδοσης δεδομένων
- Βελτιωμένη ισχύς με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας
- Καλύτερη λειτουργία (σε σχέση με το παρελθόν) σε περιβάλλον με πολλές συνδεδεμένες συσκευές.

Αφού το υλικό δεν έχει υποστεί μεταβολές, θα αναρωτηθεί κανείς πως επιτυγχάνονται όλες αυτές οι βελτιώσεις; **Τη διαφορά λοιπόν την κάνει το λογισμικό**, δηλαδή η πλατφόρμα πάνω στην οποία λειτουργεί το σύστημα και πιο συγκεκριμένα **ένα νέο πρωτόκολλο συμπίεσης δεδομένων**. Τίποτα άλλο δεν έχει αλλάξει ουσιαστικά. Αυτή η αλλαγή του τρόπου συμπίεσης κατορθώνει το εξής: **Μειώνει τον όγκο των δεδομένων**, οπότε το σύστημα στην πραγματικότητα, αν και τα δεδομένα παραμένουν ίδια, ο όγκος τους είναι κατά πολύ μικρότερος, με αποτέλεσμα **μέσα στον ίδιο χώρο να χωράνε περισσότερες πληροφορίες**.

Όμως για να επιτύχουμε μια τέτοια σύνδεση θα πρέπει όλες οι συσκευές μας να έχουν αυτή τη δυνατότητα. Αν κάποιος διαθέτει Router WI-FI 6 και το κινητό ή το laptop του διαθέτει τεχνολογία WI-FI 4 ή 5, τότε δεν θα πετύχει αυτή τη σύνδεση. Όμως, η συμβατότητα θα είναι απόλυτη, δηλαδή θα συνεχίσει να συνδέεται χωρίς κανένα πρόβλημα με το κατώτερο πρότυπο, που είχε και πριν. Αυτό που θα πρέπει να προσέχουμε από εδώ και πέρα στις αγορές μας σε wi-fi συσκευές (αν θέλουμε να έχουμε τα οφέλη της νέας σύνδεσης), είναι να υποστηρίζουν το πρότυπο WI-FI 6, οπότε σταδιακά να μπούμε στη νέα εποχή δικτύωσης του προτύπου WI-FI 6. Στην Ελλάδα οι πρώτες συσκευές αναμένονται στο τέλος του 2019.

Συγκρίνοντας τα δύο συστήματα

Όλες οι προηγούμενες εκδόσεις του WiFi λειτουργούν στη συχνότητα των 2.4Ghz, το νέο WiFi 6 θα εκπέμπει στα 5Ghz (θα επεκταθούμε περισσότερο στο κεφάλαιο 5).

Το 6 μπορεί και εξυπηρετεί πολλές περισσότερες συσκευές και στη συχνότητα 2.4Ghz, αλλά και στη συχνότητα των 5Ghz, η οποία θεωρείται και η πιο «καθαρή», λόγω έλλειψης παρεμβολών, από άλλες συσκευές (φούρνοι μικροκυμάτων, Bluetooth κλπ). Το 6 χρησιμοποιώντας τη νέα συμπίεση και στα δύο φάσματα συχνοτήτων, μπορεί και δημιουργεί για το χρήστη περισσότερα διαθέσιμα κανάλια. Επίσης, υποστηρίζει ταχύτητες 10 GB/s που σημαίνει έως και 10 φορές μεγαλύτερη ταχύτητα από το σημερινό πρότυπο WI-FI 5. Τέλος, το μεγαλύτερο προσόν του νέου προτύπου είναι κατά τη γνώμη μου, η δυνατότητά του να εξυπηρετεί με μεγάλη αποτελεσματικότητα πολλές συσκευές ταυτόχρονα. Αυτό θεωρώ πως είναι πολύ σημαντικό γιατί σήμερα σχεδόν σε κάθε σπίτι ή γραφείο είναι πολύ πιθανόν να υπάρχουν 2 με 3 υπολογιστές, μια τηλεόραση smart, μερικά smartphones, κάποια συσκευή bluetooth και άλλα, οπότε αυτή η νέα δυνατότητα κάνει πραγματικά τη διαφορά.

Στα επόμενα κεφάλαια θα αναλύσουμε περισσότερο τις γενιές της τεχνολογίας, από την 1^η μέχρι και την μελλοντική 5^η γενιά WiFi.

2.5 Mobile Internet

Το **Mobile internet** αναφέρεται σε υπηρεσίες διαδικτύου που βασίζονται σε προγράμματα περιήγησης που έχουν πρόσβαση από φορητές συσκευές κινητής τηλεφωνίας, όπως smartphones, κινητά τηλέφωνα, tablets ή άλλου ασύρματου δικτύου. Παραδοσιακά, ο Παγκόσμιος Ιστός έχει πρόσβαση μέσω υπηρεσιών σταθερής τηλεφωνίας σε φορητούς και επιτραπέζιους υπολογιστές. Πλέον, οι ιστότοποι έχουν επανασχεδιαστεί για οθόνες κινητής τηλεφωνίας.

Το mobile internet αναφέρεται στην πρόσβαση στο διαδίκτυο μέσω πάροχου κινητής τηλεφωνίας. Είναι ασύρματη πρόσβαση που το σήμα έρχεται από τις κεραιές κινητής τηλεφωνίας. Το WiFi και άλλες καλύτερες μέθοδοι είναι συνήθως διαθέσιμες για τους χρήστες που δεν είναι εν κινήσει. Οι κυψελοειδείς σταθμοί βάσης είναι ακριβότεροι από έναν ασύρματο σταθμό βάσης που συνδέεται απευθείας με έναν πάροχο υπηρεσιών διαδικτύου, παρά μέσω του τηλεφωνικού συστήματος. Ένα κινητό τηλέφωνο, όπως ένα smartphone, που συνδέεται με δεδομένα ή φωνητικές υπηρεσίες χωρίς να περάσει από τον κινητό σταθμό βάσης δεν είναι συνδεδεμένο στο Internet. Ένα laptop με ευρυζωνικό μόντεμ και μια συνδρομή κινητής τηλεφωνίας, που ταξιδεύει με λεωφορείο μέσω της πόλης, βρίσκεται στο κινητό διαδίκτυο. Ένα μόντεμ κινητής ευρυζωνικής σύνδεσης συνδέει το smartphone με έναν ή περισσότερους υπολογιστές ή άλλες συσκευές τελικού χρήστη για να παρέχει πρόσβαση στο Internet μέσω των πρωτοκόλλων που μπορούν να προσφέρουν οι πάροχοι κινητής τηλεφωνίας.

2.6 Bluetooth

Το Bluetooth είναι μια τεχνολογία η οποία καθιστά δυνατή τη μικρού εύρους (short range) ασύρματη σύνδεση μεταξύ συσκευών. Η συχνότητα του Bluetooth είναι 2.4GHz καθώς το εύρος ζώνης είναι στο 1 MHz. Επίσης, η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι μέχρι 1Mbps ενώ είναι δυνατή και η ταυτόχρονη μεταφορά ήχου.

Το Bluetooth, ουσιαστικά είναι ένα βιομηχανικό πρότυπο για ασύρματα προσωπικά δίκτυα υπολογιστών (Wireless Personal Area Networks, WPAN). Πρόκειται για μια ασύρματη τηλεπικοινωνιακή τεχνολογία μικρών αποστάσεων, η οποία μπορεί να μεταδώσει σήματα μέσω μικροκυμάτων σε ψηφιακές συσκευές. Επομένως το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο παρέχει προτυποποιημένη ασύρματη επικοινωνία ανάμεσα σε PDA, κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές, εκτυπωτές, καθώς και ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές ή ψηφιακές κάμερες, μέσω μιας ασφαλούς, φθηνής και παγκοσμίως διαθέσιμης χωρίς ειδική άδεια ραδιοσυχνότητας μικρής εμβέλειας. Από τεχνικής άποψης το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης δικτύωσης σε φυσικό επίπεδο και υποεπίπεδο MAC.



Λογότυπο Bluetooth

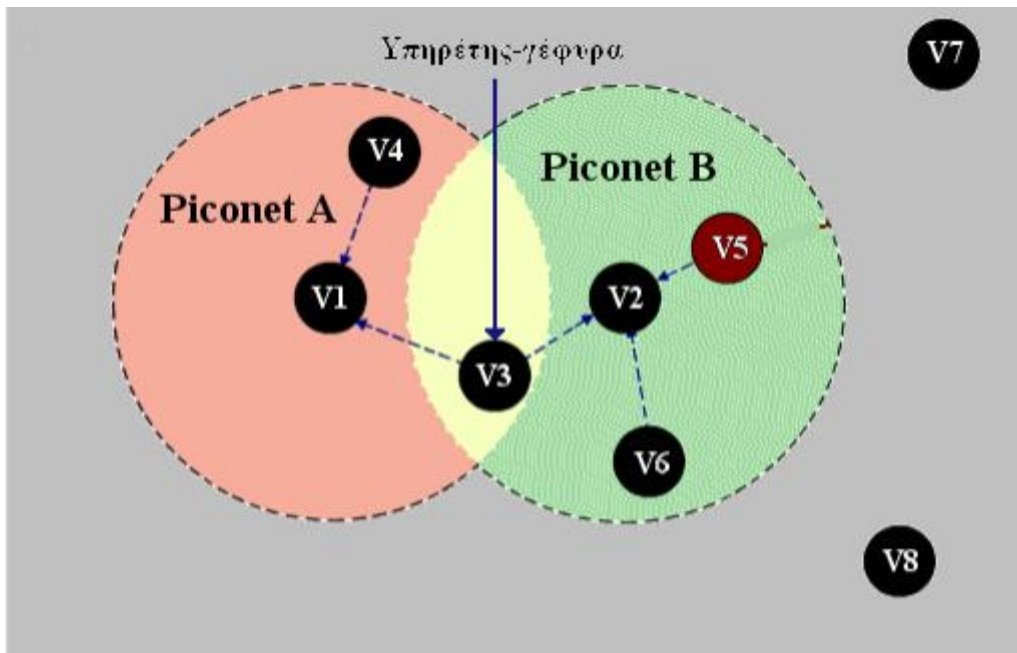
Ιστορικά στοιχεία

Ως τα τέλη της δεκαετίας του 1990 δεν υπήρχε κάποιο ευρέως αποδεκτό πρότυπο WPAN, ούτε φυσικά ανάλογες εμπορικές εφαρμογές / πομποδέκτες. Όμως τότε η Ericsson έθεσε τις βάσεις για την ανάπτυξη μίας τεχνολογίας η οποία θα επέτρεπε τον σχηματισμό τοπικών δικτύων πολύ μικρής εμβέλειας με σκοπό την ασύρματη και ad hoc δικτύωση ετερογενών φορητών συσκευών. Το πρότυπο που προέκυψε υιοθετήθηκε στη συνέχεια από την IEEE ως το πρότυπο 802.15 για WPAN. Οι σχεδιαστές του κλήθηκαν να επιλέξουν το όνομα με το οποίο αυτή η τεχνολογία θα γινόταν αργότερα γνωστή σε όλο τον κόσμο. Οι Σουηδοί εμπνευστές του 802.15 ήταν βέβαιοι ότι το νέο πρότυπο θα επικρατούσε και θα έφερνε ακόμη πιο κοντά τους ανθρώπους και τις συσκευές τους. Οι Σκανδιναβοί μάλιστα είπαν ότι κάτι ανάλογο έκανε και ο Δανός Βασιλιάς Χάραλντ ο Κυανόδου, ο οποίος έζησε στα τέλη του 10ου αιώνα μ.Χ. και κατέλαβε με τα στρατεύματά του πολλές χώρες, ενώ λέγεται ότι κατάφερε να ενώσει τη Δανία με τη Νορβηγία. Από αυτόν τον βασιλιά τελικά πήρε την ονομασία Bluetooth.

Η αρχική ιδέα ήταν να δημιουργηθεί μια τεχνολογία και να απαλλαγούμε από τα καλώδια ανάμεσα στις συσκευές. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η Hewlett-Packard παρουσίασε πριν από μερικά χρόνια ένα υπέρυθρο δίκτυο για σύνδεση περιφερειακών υπολογιστών χωρίς καλώδια, αλλά δε γνώρισε την ανάλογη επιτυχία των Bluetooth. Οι συσκευές έπρεπε να «κοιτάνε» η μία την άλλη και αν κάποια απέκλινε της εμβέλειας της άλλης, το σήμα χανόταν, με αποτέλεσμα να χάνονταν και τα δεδομένα που μεταφέρονταν.

Αρχιτεκτονική / δομή του Bluetooth

Η βασική δομική μονάδα ενός δικτύου Bluetooth είναι το **piconet**, στο οποίο όλοι οι κόμβοι που μετέχουν (μέχρι 7 συσκευές Slaves όπως λέγονται) μοιράζονται τον ίδιο κώδικα διασποράς και υπόκεινται στον έλεγχο ενός κοινού Master. Το Master διαμοιράζει στους σταθμούς Slaves την πρόσβαση στο κοινό μέσο (τον ελεύθερο χώρο) με τη μέθοδο TDMA/TDD, όπου ο χρόνος διαμερίζεται σε αυστηρές χρονοθυρίδες. Κάθε κόμβος που θέλει να εκπέμψει λαμβάνει περιοδικά από τον Master το δικαίωμα μετάδοσης σε 1, 3 ή 5 συνεχόμενες χρονοθυρίδες και κατά τη διάρκεια εκπομπής ενός πλαισίου δεν γίνεται εναλλαγή συχνότητας. Τα τερματικά μεταδίδουν μόνο στον Master, ο οποίος αποστέλλει στη συνέχεια τα πλαίσιά τους προς τον τελικό παραλήπτη και διακρίνονται από μία μοναδική παγκόσμια 48-bit διεύθυνση. Δύο ή περισσότερα piconet μπορούν να βρίσκονται στον ίδιο χώρο, με τους κόμβους να μπορούν να συμμετέχουν σε παραπάνω από ένα ταυτόχρονα, και να επικοινωνούν μεταξύ τους δημιουργώντας ένα μεγαλύτερης κλίμακας **scatternet**.



Scatternet

Υπάρχουν δύο τύποι συνδέσεων:

1) Σύγχρονες ή SCO

Επιτρέπουν τη διέλευση χρονικά κρίσιμων πληροφοριών (συνήθως φωνής), κάθε κόμβος μπορεί να δεσμεύσει μόνο μέχρι μία χρονοθυρίδα, έχουν ρυθμό μετάδοσης δεδομένων 64 kbps, υλοποιούν συνδεσμολογία επικοινωνία αυστηρά από σημείο σε σημείο, χρησιμοποιούν αλγορίθμους ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων (FEC), ενώ δεν υπάρχουν επανεκπομπές ή επιβεβαιώσεις.

2) Ασύγχρονες ή ACL

Τυπικά χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση δεδομένων, κάθε κόμβος μπορεί να δεσμεύσει 1, 3 ή 5 χρονοθυρίδες για την εκπομπή ενός πλαισίου, είναι ασυνδεσμικές με έλεγχο ροής, έλεγχο σφαλμάτων (με αριθμούς ακολουθίας 1bit και θετικές/αρνητικές επιβεβαιώσεις) και δυνατότητα πολυδιανομής, ενώ ο ρυθμός μετάδοσης μπορεί να ανέβει ως τα 724 kbps.

Εφαρμογές Bluetooth

Το Bluetooth επιτρέπει την κατάργηση όλων των καλωδίων τα οποία παλαιότερα ήταν απαραίτητα για τη «διασύνδεση» μεταξύ υπολογιστών, φορητών υπολογιστών χειρός, κινητών τηλεφώνων και άλλων ψηφιακών συσκευών, όπως ψηφιακές κάμερες, σαρωτές, εκτυπωτές, μικρόφωνα, ακουστικά και ραδιόφωνα. Το Bluetooth επιτρέπει την σύνδεση του κινητού με τον υπολογιστή, τη μεταφορά δεδομένων, όπως εικόνες, επαφές και σημειώσεις από κινητό προς κινητό, καθώς και τη σύνδεση στο Internet. Όλα αυτά χωρίς καλώδια και πολύπλοκες ρυθμίσεις.

Οι εφαρμογές του, λοιπόν, είναι πολλές. Παρακάτω υπάρχουν αρκετές:

1. Ασύρματη δικτύωση μεταξύ επιτραπέζιου και φορητού υπολογιστή, σε έναν περιορισμένο χώρο με ελάχιστο διαθέσιμο εύρος ζώνης.
2. Ασύρματα περιφερειακά, όπως εκτυπωτές, ποντίκια και πληκτρολόγια, τα οποία επικοινωνούν με κάποιον επιτραπέζιο ή φορητό υπολογιστή.
3. Ασύρματη μεταφορά ψηφιακών αρχείων (εικόνες, mp3) ανάμεσα σε κινητά τηλέφωνα και PDA.
4. Ασύρματα ακουστικά για κινητά τηλέφωνα και Smartphone.
5. Ιατρικές εφαρμογές – δοκιμάζονται συσκευές από εταιρίες που παρέχουν ηλεκτρονικές συσκευές προχωρημένης ιατρικής.
6. Ορισμένοι δέκτες GPS μεταφέρουν πληροφορίες NMEA μέσω Bluetooth.
7. Ασύρματη τηλεφωνία στο αυτοκίνητο: Το Bluetooth δίνει τη δυνατότητα σε χρήστες καταλλήλως εξοπλισμένων κινητών τηλεφώνων να χρησιμοποιούν κάποιες βασικές λειτουργίες τους με ασύρματα ακουστικά. Ανάλογο σύστημα υπάρχει ενσωματωμένο και σε κράνη οδηγών μοτοσικλέτας, επιτρέποντας τη συνομιλία κατά την οδήγηση.
8. Απομακρυσμένος έλεγχος συσκευών, όπου έως την εμφάνιση του Bluetooth χρησιμοποιούνταν τεχνολογία υπέρυθρων ακτίνων.

2.7 Το νέο Bluetooth 5



Σε αντίθεση με τις υπέρυθρες που εξαφανίστηκαν πριν χρόνια, το Bluetooth 5 είναι η νέα ανανεωμένη έκδοση που θα βελτιώσει κάθε ασύρματη τεχνολογία που επρόκειτο να κυκλοφορήσει στο σύντομο μέλλον. Η τεχνολογία του Bluetooth βρίσκεται στον τεχνολογικό χώρο για πάνω από δύο δεκαετίες τώρα και συνεχίζει μέχρι και σήμερα να είναι ο κύριος τρόπος με τον οποίο διαχειρίζονται τις κοντινές μεταφορές δεδομένων οι περισσότερες εταιρείες.

Το **Bluetooth 5** υπόσχεται γρηγορότερες μεταφορές δεδομένων, μεγαλύτερη κάλυψη απόστασης, υποστήριξη μεταξύ άλλων ασύρματων υπηρεσιών και πολλά ακόμα.

1. Είναι έως και δύο φορές πιο γρήγορο

Η τωρινή έκδοση του Bluetooth, το Bluetooth 4.2, έχει μια θεωρητική ταχύτητα η οποία μπορεί να φτάσει τα 1Mbps. Η τελευταία έκδοση παρόλα αυτά, το Bluetooth 5,

υπόσχεται πως όχι απλά θα φτάσει την διπλάσια ταχύτητα, αλλά θα ξεπερνάει τα 2Mbps. Αυτό σημαίνει πως θα έχουμε μεγάλες ταχύτητες μεταφορών δεδομένων μεταξύ δύο συσκευών που υποστηρίζουν την τελευταία έκδοση του Bluetooth 5. Φυσικά, αξίζει να σημειωθεί πως αυτές οι ταχύτητες είναι θεωρητικές και έτσι, η πραγματική ταχύτητα θα είναι λίγο μικρότερη.

2. Παρέχει έως και τέσσερις φορές μεγαλύτερη απόσταση

Το Bluetooth 5 θα επεκτείνει επίσης την απόσταση που απαιτείται για να ξεκινήσει και ολοκληρωθεί μια μεταφορά δεδομένων έως και τέσσερις φορές περισσότερο. Η θεωρητική απόσταση αναμένεται να φτάνει μέχρι και τα 120 μέτρα. Για να επιτευχθεί αυτή η ευρύτερη απόσταση, το εύρος ζώνης (bandwidth) μπορεί να μειωθεί διατηρώντας παρόμοιες απαιτήσεις ισχύος. Σύμφωνα με το Bluetooth SIG, αυτή η απόσταση είναι ιδανική για κατόχους ασύρματων συσκευών που θέλουν να διαχειρίζονται τα πάντα σε οποιοδήποτε σημείο του σπιτιού τους κι αν βρίσκονται. Αλλά και πάλι, αυτή η απόσταση είναι θεωρητική και η πραγματική απόσταση που θα καλύπτει το Bluetooth 5 θα είναι ελάχιστα μικρότερη.

3. Έχει 8x δυνατότητα ανταλλαγής μηνυμάτων

Τα Bluetooth beacons είναι Bluetooth συσκευές που μεταδίδουν συνεχώς σήματα τα οποία άλλες «κανονικές» Bluetooth συσκευές (όπως το κινητό μας) μπορούν να λάβουν. Επομένως, θα έχουμε 8 φορές μεγαλύτερη ταχύτητα ανταλλαγής μηνυμάτων. Η προηγούμενη έκδοση, αυτή που χρησιμοποιούμε σήμερα (το Bluetooth 4) περιόρισε αρκετά τη δυνατότητα των Bluetooth beacons τοποθετώντας ένα «κάλυμμα» 31-bytes για τα data packets. Έτσι, το Bluetooth 5, μπορεί να υποστηρίξει μεγαλύτερα data packets με 255-bytes. Αυτό βελτιώνει σημαντικά τη λειτουργικότητα των Bluetooth data packets, διατηρώντας παράλληλα τη συμβατότητα με τα παλαιότερα Bluetooth beacons.

4. Έχει καλύτερη πρόληψη παρεμβολών

Η Bluetooth SIG διόρθωσε όλα τα προβλήματα παρεμβολών που εμφανίζονταν όταν το Bluetooth ερχόταν αντιμέτωπο με άλλες ασύρματες συσκευές και τεχνολογίες. Για να διορθώσει αυτό το πρόβλημα, η εταιρεία έχει καταβάλει πρόσθετες προσπάθειες για να αποτρέψει παρεμβολές σε 2.4 GHz και LTE συσκευές και τεχνολογίες που βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις. Χρησιμοποιώντας μια μάσκα διαθεσιμότητας υποδοχών, το Bluetooth 5 ανιχνεύει κάθε παρεμβολή και την διορθώνει αυτόματα.

5. Καταναλώνει λιγότερη ενέργεια

Όταν το Bluetooth 4 ανακοινώθηκε το 2010, ήρθε με τρεις διαφορετικές μορφές: το κλασικό Bluetooth, το ταχύτατο Bluetooth και το χαμηλής ενέργειας Bluetooth. Το χαμηλής ενέργειας, γνωστό και ως BLE, σχεδιάστηκε για να κάνει εξοικονόμηση ενέργειας σε συσκευές που ήταν συνεχώς συνδεδεμένες.

Ξεκινώντας με το Bluetooth 5, η Bluetooth SIG αφαιρεί όλες τις διαφορετικές μορφές και έχει σχεδιάσει το Bluetooth 5 να είναι πάντα ως χαμηλής ενέργειας. Αυτό σημαίνει πως όλες οι συσκευές που είναι συνδεδεμένες με αυτό θα καταναλώνουν πολύ λιγότερη ενέργεια.



Δυστυχώς, μόνο οι καινούργιες συσκευές θα έρχονται με τις δυνατότητες που παρέχει το Bluetooth 5 και οι παλαιότερες συσκευές δεν θα έχουν τη δυνατότητα να ενημερωθούν στην τελευταία έκδοση της ασύρματης τεχνολογίας. Παρόλα αυτά, το Bluetooth 5 δεν θα αντικαταστήσει τελείως το Bluetooth 4, καθώς μια συσκευή με το νέο πρότυπο θα μπορεί να μεταφέρει δεδομένα σε μια παλαιότερη συσκευή. Βέβαια, για να επωφεληθεί ένας χρήστης από τις νέες δυνατότητες και τις μεγάλες ταχύτητες και αποστάσεις, θα χρειαστεί και οι δύο συσκευές να υποστηρίζουν την πέμπτη γενιά του Bluetooth.

Το μέλλον του Bluetooth

Αν και η τελευταία έκδοση του Bluetooth έρχεται με αρκετές βελτιώσεις, αυτό δεν σημαίνει πως η εταιρεία πρόσθεσε σε αυτή την έκδοση όλες τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά που έχει κατασκευάσει. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν νέα χαρακτηριστικά που θα προστεθούν στις επόμενες εκδόσεις, όπως η δυνατότητα του audio streaming μέσω Bluetooth, μια τεχνολογία γνωστή ως Advanced Audio Distribution Profile (A2DP). Το A2DP υποστηρίζει ορισμένα codecs από προεπιλογή που αυξάνουν τις δυνατότητες στους αλγόριθμους όπως το aptX της Qualcomm. Μιας και αυτή η δυνατότητα δεν ήρθε στα Bluetooth 5, οι εταιρείες τρίτων θα συνεχίζουν να παρέχουν τα δικά τους codecs.

Ένα άλλο μεγάλο χαρακτηριστικό που δεν ήρθε στο Bluetooth 5 είναι η δικτύωση δικτύων, ή αλλιώς και mesh networking. Το Mesh Networking είναι μια πολύπλοκη τεχνολογία η οποία, για τους λάτρεις τουλάχιστον της τεχνολογίας, είναι μια συσκευή που σε συνδυασμό με μια άλλη συσκευή που βρίσκεται σε Bluetooth mesh network μπορούν να επεκτείνουν την εμβέλεια και των δύο συσκευών.

2.8 Η τεχνολογία ZigBee

Το **ZigBee** είναι μία από τις πιο νέες τεχνολογίες στο χώρο των ασύρματων δικτύων προσωπικού χώρου (WPAN). Προήλθε από τη συνεργασία της εταιρίας ZigBee Alliance με την επιτροπή IEEE 802.15.4 και παρέχει τη δυνατότητα για συνδέσεις συσκευών με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης, χαμηλό κόστος και χαμηλή κατανάλωσης ισχύος.



Συγκεκριμένα το ZigBee είναι το όνομα μιας προδιαγραφής για μια ακολουθία υψηλού επιπέδου πρωτοκόλλων επικοινωνίας που χρησιμοποιούν οι μικροί, χαμηλής ισχύος ψηφιακοί δεκτές βασισμένοι στο 802.15.4 πρότυπο της IEEE για τα ασύρματα προσωπικά τοπικά δίκτυα (WPAN), όπως για παράδειγμα τα ασύρματα ακουστικά που συνδέονται με τα κινητά τηλέφωνα.

Η τεχνολογία είναι απλούστερη και φτηνότερη από άλλα ασύρματα προσωπικά, τοπικά δίκτυα (WPAN), όπως το Bluetooth.

Το ZigBee στοχεύει στις εφαρμογές ραδιοσυχνότητας (RF) που απαιτούν ένα χαμηλό ρυθμό μεταφοράς δεδομένων, μεγάλη ζωή μπαταριών, και εξασφαλισμένη δικτύωση. Τα πρότυπα εκμεταλλεύονται πλήρως το 802.15.4 πρότυπο της IEEE και λειτουργούν στις χωρίς άδεια ζώνες παγκοσμίως στις ακόλουθες συχνότητες: 2.400-2.484 GHz, 902-928 MHz και 868.0-868.6 MHz.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του πρωτοκόλλου ZigBee:

1. Χαμηλός κύκλος καθηκόντων - παρέχει μακριά ζωή μπαταριών
2. Χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση
3. Υποστηρίζει πολλές τοπολογίες δικτύων: Στατικός, δυναμικός, αστέρι και πλέγμα (Static, dynamic, star and mesh)
4. Άμεσο απλωμένο φάσμα ακολουθίας (DSSS) Direct Sequence Spread Spectrum
5. Μέχρι 65.000 κόμβοι σε ένα δίκτυο
6. 128-bit AES (encryption) κρυπτογράφηση - παρέχει ασφαλείς συνδέσεις μεταξύ των συσκευών
7. Αποφυγή συγκρούσεων
8. Ποιοτική ένδειξη συνδέσεων
9. Σαφής αξιολόγηση των καναλιών

Από την άλλη, όμως, δεν είναι τόσο ασφαλές όσο άλλα συστήματα (όπως το Wi-Fi), καθώς επίσης οι τοίχοι και άλλα εμπόδια μπορούν να μειώσουν σημαντικά την ισχύ μετάδοσης.

Παρακάτω βλέπουμε ένα συνοπτικό συγκριτικό πίνακα μεταξύ του ZigBee, του GPRS/GSM που χρησιμοποιούν τα κινητά, του Wi-Fi, καθώς και του Bluetooth:

Market Name	ZigBee™	GPRS/GSM	Wi-Fi™	Bluetooth™
Standard	802.15.4	1xRTT/CDMA	802.11b	802.15.1
Application Focus	Monitoring & Control	Wide Area Voice & Data	Web, Email, Video	Cable Replacement
System Resources	4KB - 32KB	16MB+	1MB+	250KB+
Battery Life (days)	100 - 1,000+	1-7	.5 - 5	1 - 7
Network Size	Unlimited (2 ⁶⁴)	1	32	7
Bandwidth (K _b /s)	20 - 250	64 - 128+	11,000+	720
Transmission Range (meters)	1 - 100+	1,000+	1 - 100	1 - 10+
Success Metrics	Reliability, Power, Cost	Reach, Quality	Speed, Flexibility	Cost, Convenience

Ενδεικτικά να αναφερθεί ότι υπάρχει και το **Z-Wave** το οποίο είναι ένα ασύρματο επικοινωνιακό πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στα έξυπνα σπίτια. Η τεχνολογία αυτή, ενοποιεί όλες τις ηλεκτρονικές συσκευές σε ένα ασύρματο δίκτυο χωρίς την εγκατάσταση καλωδίων και περίπλοκο προγραμματισμό.

Το Zigbee και το Z-Wave είναι και τα δύο καλά εδραιωμένα προϊόντα με δικά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το Z-Wave συχνά επικρίνεται επειδή είναι ένα κλειστό σύστημα. Ωστόσο, ένα από τα πλεονεκτήματα αυτού είναι ο έλεγχος που δίνει στους ιδιοκτήτες σπιτιού. Η Z-Wave Alliance εγγυάται ότι κάθε συσκευή που δεν είναι της Z-Wave μπορεί να «φορέσει» ένα πρόσθετο και όλες μαζί οι συσκευές να συμμορφώνονται με ένα αυστηρό σύνολο προτύπων. Αντιθέτως, αν και είναι ανοιχτή πηγή, το Zigbee μερικές φορές παραβιάζεται για την αντιληπτή έλλειψη διαλειτουργικότητάς του.



2.9 Τα Ad Hoc δίκτυα

Ένα **ασύρματο Ad Hoc δίκτυο** είναι ένας αποκεντρωμένος τύπος ασύρματου δικτύου. Το δίκτυο δεν βασίζεται σε κάποια προϋπάρχουσα υποδομή, όπως οι δρομολογητές στα ενσύρματα δίκτυα ή τα access points στα διαχειριζόμενα ασύρματα δίκτυα. Αντίθετα, κάθε κόμβος λαμβάνει μέρος στη δρομολόγηση προωθώντας τα δεδομένα προς τους άλλους κόμβους, κι έτσι ο καθορισμός του ποιοι κόμβοι προωθούν δεδομένα γίνεται δυναμικά με βάση τη συνδεσιμότητα του δικτύου. Στον ad hoc (αδόμητο) ρυθμό λειτουργίας του IEEE 802.11, χωρίς σημείο πρόσβασης, δύο κόμβοι οι οποίοι επιθυμούν να επικοινωνήσουν πρέπει οπωσδήποτε να είναι ο ένας στην εμβέλεια του άλλου. Το ίδιο συμβαίνει και στο Bluetooth, αλλά καθώς έτσι κι αλλιώς στα WPAN η κινητικότητα των σταθμών συνήθως είναι πολύ μικρή, δεν προκαλείται πρόβλημα από αυτόν τον περιορισμό.

Ο αποκεντρωμένος χαρακτήρας των ασύρματων ad hoc δικτύων τα καθιστά κατάλληλα για ποικίλες εφαρμογές οι οποίες δεν μπορούν να βασίζονται σε κεντρικούς κόμβους, και μπορούν να βελτιώσουν την ευελιξία τους σε σχέση με τα διαχειριζόμενα ασύρματα δίκτυα. Ωστόσο, έχουν εντοπιστεί θεωρητικοί και πρακτικοί περιορισμοί στις δυνατότητες των δικτύων αυτών.

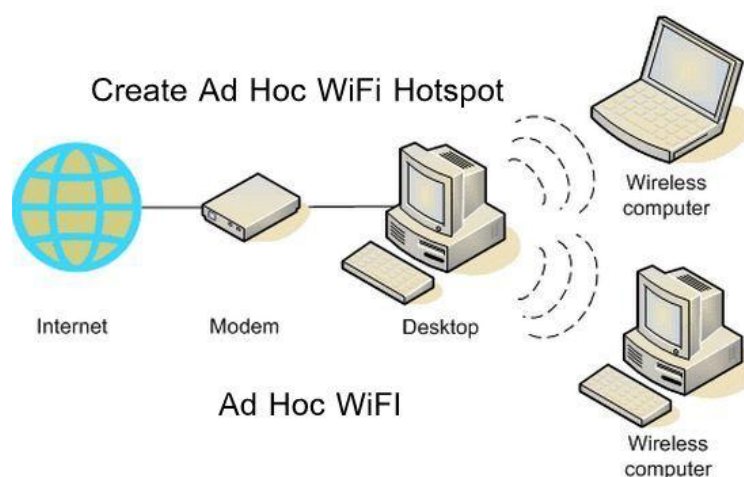
Η γρήγορη εγκατάσταση και η ελάχιστη απαιτούμενη διαμόρφωση καθιστά τα ασύρματα ad hoc δίκτυα κατάλληλα για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, όπως φυσικές καταστροφές ή πολεμικές συρράξεις. Η παρουσία δυναμικών και προσαρμοστικών πρωτοκόλλων επιτρέπει στα ad hoc δίκτυα να σχηματίζονται γρήγορα.

Πλεονεκτήματα ad hoc δικτύων:

1. Ευκολία ανάπτυξης
2. Ταχύτητα ανάπτυξης
3. Μειωμένη εξάρτηση από σταθερή υποδομή

Εφαρμογές:

1. Στρατιωτικό περιβάλλον (στρατιώτες, άρματα μάχης, αεροπλάνα)
2. Πολιτικό περιβάλλον (δίκτυο ταξί, στάδια, πλοία, μικρά αεροσκάφη)
3. Επείγουσες επιχειρήσεις (αναζήτηση και διάσωση, αστυνόμευση και πυρόσβεση)



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 1^{ΗΣ} - 3^{ΗΣ} ΓΕΝΙΑΣ

3.1 Τεχνολογία 1^{ης} Γενιάς

Τα **1ης γενιάς δίκτυα (1G)** είναι τα πρώτα αναλογικά κυψελωτά συστήματα που ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980 και χρησιμοποιούνταν από αρκετές χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής. Βέβαια, η πρώτη εμφάνιση ασύρματων δικτύων έγινε στην Ιαπωνία και τις ΗΠΑ ήδη στα τέλη της δεκαετίας του 1970. Χαρακτηριστικό αυτής της τεχνολογίας ήταν η αναλογική και χαμηλή ποιότητα μετάδοσης της φωνής με πολλά προβλήματα σύνδεσης και με χαμηλό επίπεδο ασφάλειας. Μέχρι τότε, η μόνη έννοια της ασύρματης επικοινωνίας αφορούσε μόνο την κινητή τηλεφωνία και φυσικά δεν κάλυπτε τις προδιαγραφές που ορίζει σήμερα ένα ασύρματο δίκτυο.

Με τα **δίκτυα 1G** επήλθε η επανάσταση στην τεχνολογία λόγω του ότι η περιοχή κάλυψης διαιρείται σε μικρά κελιά ή κυψέλες με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται οι ίδιες συχνότητες πολλές φορές μέσα στο ίδιο δίκτυο χωρίς αρκετές παρεμβολές. Αυτήν την τακτική χρησιμοποιούν και τα δίκτυα μέχρι σήμερα, ορίζοντας τα γεωγραφικά όρια που οι χρήστες μπορούν να βρίσκονται συνδεδεμένοι. Η ακτίνα της γεωγραφικής κάλυψης εξαρτάται από τον αριθμό των χρηστών, αλλά και από την ίδια την μορφολογία της περιοχής. Επίσης, υπάρχει μια βάση μέσα σε κάθε κελί / κυψέλη που δίνει ένα σμα για την υλοποίηση και την δρομολόγηση κάθε κλήσης. Το μειονέκτημα εδώ ήταν ότι η κλήση τερματιζόταν εάν ο χρήστης έβγαινε από το όριο της κυψέλης, διότι δεν μπορούσε να μεταφερθεί η κλήση σε άλλη κυψέλη. Επίσης, τα δίκτυα δεν είχαν μεγάλη χωρητικότητα, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να συνδεθούν ταυτόχρονα πολλοί χρήστες.

Αναλυτικότερα, υπήρχαν διάφορες τεχνολογίες, όπως το AMPS (Advanced Mobile Phone System). Πρόκειται για μια τεχνολογία που αναπτύχθηκε στην Αμερική από τα εργαστήρια της Bell στα μέσα του 1970 λειτουργώντας σε συχνότητες των 800MHz (824-894MHz) βασισμένο στην τεχνολογία FDMA. Στο AMPS ήταν δυνατή η ανάθεση καναλιών με βάση την ισχύ του σήματος, επιτρέποντας έτσι την επαναχρησιμοποίηση της συχνότητας χωρίς παρεμβολές. Αργότερα, το NAMPS (Narrowband AMPS) αποτέλεσε μια πιο εξελιγμένη έκδοση του AMPS, το οποίο μπορούσε να αυξήσει τη χωρητικότητά του έως και 3 φορές περισσότερο από το αρχικό. Το NAMPS μπορεί να έκανε χρήση ψηφιακής τεχνολογίας, αλλά κατά βάση ήταν και αυτό αναλογικό. Επιπλέον, το TACS (Total Access Communication System) ήταν μια αντίστοιχη τεχνολογία του AMPS που αναπτύχθηκε στην Ευρώπη την δεκαετία του 1980. Λειτουργούσε σε συχνότητες των 900MHz και υποστήριζε διάφορες υπηρεσίες, όπως πληροφορίες χρέωσης.

3.2 Τεχνολογία 2^{ης} Γενιάς

Τα 2ης γενιάς δίκτυα (2G) είναι τα πρώτα ψηφιακά κυψελωτά συστήματα που πρωτοεμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Στα συστήματα αυτά σημειώθηκε σημαντική βελτίωση στην ποιότητα φωνής, καθώς η ψηφιακά κωδικοποιημένη πληροφορία υπόκειται σε μικρότερη παραμόρφωση σε σχέση με την αναλογική πληροφορία, ενώ παράλληλα έγινε δυνατή η χρήση πολυπλεξίας με περισσότερο αποτελεσματικό τρόπο, με αποτέλεσμα την αύξηση της χωρητικότητας.

Η πιο βασική τεχνολογία που αναπτύχθηκε είναι:

Το **Global System for Mobile communications** (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών) ή **GSM** είναι ένα κοινό Ευρωπαϊκό ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο (European Telecommunications Standards Institute) το 1982 άρχισε την μελέτη για την δημιουργία ενός κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G). Αυτό το σύστημα ονομάστηκε αρχικά Group Special Mobile (GSM). Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G), το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά σήματα και την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων. Το 1989 η ευθύνη του GSM ανατέθηκε στο Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Ινστιτούτο Προτύπων (ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκαν επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM. Το 1991 άρχισε η εμπορική του διάθεση στην Ευρώπη, ενώ στην Ελλάδα το σύστημα χρησιμοποιήθηκε το 1993 από την WIND Hellas (πρώην TIM, TELESTET, STET HELLAS). Το πρότυπο GSM δεν είναι μόνο Ευρωπαϊκό πρότυπο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλλευόμενο διάφορες ζώνες συχνοτήτων.



Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι:

1. Υψηλή λεκτική ποιότητα
2. Χαμηλό κόστος τερματικών και υπηρεσιών
3. Υποστήριξη της διεθνούς περιαγωγής
4. Δυνατότητα να υποστηριχθούν φορητά τερματικά
5. Υποστήριξη μιας νέας σειράς υπηρεσιών και εγκαταστάσεων

6. Φασματική αποδοτικότητα
7. Συμβατότητα με το σύστημα ISDN

Το GSM διαφέρει σημαντικά από τους προκάτοχούς του, κυρίως επειδή τα κανάλια σηματοδότησης και ομιλίας που χρησιμοποιεί είναι ψηφιακά.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε συνοπτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας GSM:

GSM Specification

Frequency Band	Uplink: 890 MHz – 915 MHz / 1710 MHz – 1785 MHz Downlink: 935 MHz – 960 MHz / 1805 MHz – 1880 MHz
Duplex distance	45MHz / 95MHz
Carrier Separation	200 kHz
Modulation	Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK)
Transmission rate	270 kbit/s
Access Method	Time Division Multiple Access (TDMA) (narrow band)
Speech coder	Regular Pulse Excitation - Long Term Prediction (RPE-LPC) 13kbit/s
Diversity	Channel coding, Interleaving, Frequency hopping, Adaptive equalization

Χαρακτηριστικά GSM

Ζώνες Συχνοτήτων

- **GSM 900**

Το 1990 άρχισαν να λειτουργούν τα πρώτα δίκτυα GSM στη ζώνη συχνοτήτων των 900 MHz. Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) παραχώρησε ένα ζεύγος συχνοτήτων, από τα 890 έως τα 915 MHz και από τα 935 έως τα 960 MHz. Η πρώτη περιοχή χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του κινητού με τον σταθμό βάσης (Up link), ενώ η δεύτερη για την επικοινωνία του σταθμού βάσης με το κινητό (down link). Οι περιοχές (ζώνες) των 25MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 124+ (1 ελεύθερο) κανάλια συχνότητας και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200 KHz. Όλο αυτό το σύστημα ονομάστηκε GSM 900 ή Standard GSM.

- **GSM 1800**

Στη συνέχεια, το 1991, αναπτύχθηκε το σύστημα DCS 1800, στο οποίο διατηρείται η δομή ενός GSM 900 δικτύου αλλά χρησιμοποιούνται διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων, από τα 1710 έως τα 1785 MHz Up link και από τα 1805 έως τα 1880 MHz Down

link. Οι περιοχές των 75MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 374+ (1 ελεύθερο) κανάλια και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200 KHz. Αυτή η αλλαγή στην ζώνη συχνοτήτων έγινε διότι οι ζώνες του GSM 900 στην Ευρώπη ήταν πιασμένες από άλλους πάροχους κινητής τηλεφωνίας. Σήμερα, όλες οι εταιρίες κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν και τα δύο συστήματα (GSM 900/GSM 1800) στα δίκτυα τους αυξάνοντας αισθητά τη χωρητικότητά στα δίκτυα τους. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 η GSM World Association αποφάσισε να μετονομάσει το DCS 1800 σε GSM 1800 για να φανεί η δυναμικότητα και η παγκόσμια απήχηση του GSM.

- **GSM 1900**

Το GSM 1900 χρησιμοποιείται σε αρκετές χώρες της Αμερικής. Διατηρείται και πάλι η δομή ενός GSM 900 δικτύου, αλλά χρησιμοποιούνται και εδώ διαφορετικά ζεύγη συχνοτήτων: Από τα 1850 έως τα 1910 MHz για Up link και από τα 1930 έως τα 1990 MHz για Down link. Οι περιοχές των 60MHz υποδιαιρούνται η καθεμία σε 299+ (1 ελεύθερο) κανάλια συχνότητας και κάθε κανάλι έχει εύρος ζώνης 200KHz. Στα τέλη δεκαετίας του 1990 η GSM World Association αποφάσισε να μετονομάσει και το PCS 1900 όπως λεγότανε παλιότερα σε GSM 1900 και εδώ για τον ίδιο λόγο.

- **E-GSM / Extended-GSM 900 - Εκτεταμένη ζώνη GSM**

Το E-GSM καθορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ράδιο Επικοινωνιών στα τέλη της δεκαετίας του 1990 για να «αντικαταστήσει» το κλασικό GSM 900 διατηρώντας βέβαια την δομή του, αυξάνοντας όμως τις περιοχές συχνοτήτων από 880 έως 915 MHz για Up link και 925 έως 960 MHz Down link. Έτσι επέτρεψε στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας να αυξήσουν τη χωρητικότητά τους και να καλύψουν τις ανάγκες από την αυξημένη κίνηση των πελατών τους.

- Εδώ, να σημειωθεί πως με την δεύτερη γενιά των ασύρματων δικτύων ο κόσμος γνώρισε δύο από τις πιο διαδεδομένες υπηρεσίες μέχρι σήμερα: **Την πρόσβαση στο διαδίκτυο** και την **αποστολή σύντομων γραπτών μηνυμάτων (SMS)**, καθώς και **εικόνας (MMS)**.

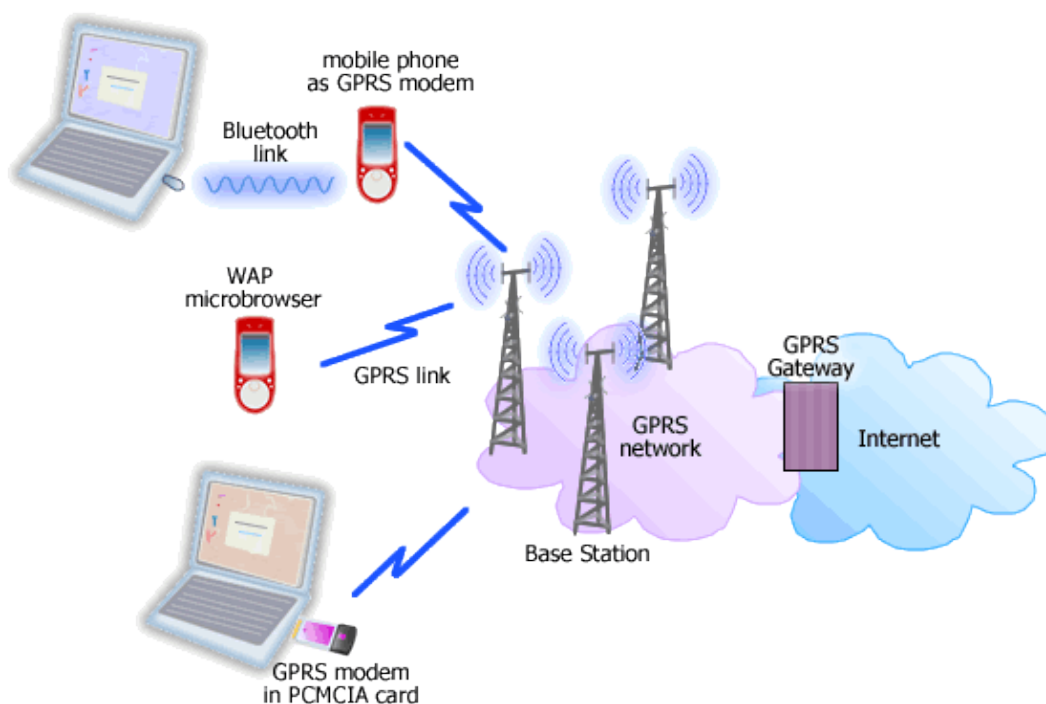
3.3 Η τεχνολογία 2.5^{ης} και 2.7^{ης} γενιάς

Η 2.5G είναι η μεταβατική διαδικασία αναβάθμισης των υπαρχόντων δικτύων GSM 2G με σκοπό την αύξηση χωρητικότητας του δικτύου προσφέροντας και την προσφορά περισσότερων και ποιοτικότερων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Για την ανάπτυξη των δικτύων GSM αναπτύχθηκαν 2 τεχνολογίες:

- **Τεχνολογία GPRS** - (General Packet Radio Service)
- **Τεχνολογία EDGE** - (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

Τεχνολογία GPRS

Το **GPRS (General Packet Radio Service)** γενικά είναι το τεχνολογικό πρότυπο που επιτρέπει την ταχύτερη αποστολή και λήψη δεδομένων μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας GSM μέσω της τεχνολογίας μεταγωγής πακέτων. Στο GPRS επιτρέπεται η ταυτόχρονη χρήση περισσότερων του ενός χρονοθυρίδων. Έτσι η μεταφορά δεδομένων μπορεί να φτάσει θεωρητικά ως και τα $153.6 = 16 \times 9.6$ kbps για 16 χρονοθυρίδες ή $21.4 \times 8 = 171.2$ kbps για 8 χρονοθυρίδες. Οι πόροι του δικτύου χρησιμοποιούνται πιο αποδοτικά γιατί οι χρονοθυρίδες δεσμεύονται μόνο κατά την ώρα μετάδοσης και αποδεσμεύονται όταν τελειώνει η μετάδοση σε αντίθεση με την τεχνολογία CSD. Στην πράξη όμως το GPRS χρησιμοποιεί 3 με 4 χρονοθυρίδες για κατέβαση και μια χρονοθυρίδα για ανέβαση (μη συμμετρική σύνδεση).



Τεχνολογία EDGE

Το **EDGE** είναι μια ενδιάμεση μεταβατική τεχνολογία πριν το 3G και αυτό είναι τεχνολογικό πρότυπο που επιτρέπει στα δίκτυα 2G να έχουν τριπλάσια χωρητικότητα δικτύου με πολύ υψηλές ταχύτητες μετάδοσης για την παροχή υπηρεσιών 3G, όπως video streaming, πραγματικό Internet browsing και άλλα. Χαρακτηρίζεται ως η 2.7^η γενιά των ασύρματων δικτύων. Το EDGE είναι μια αναβάθμιση του GPRS αλλά δεν μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα, ενώ η αναβάθμιση και η εγκατάσταση του EDGE δεν απαιτεί την χρήση νέου εξοπλισμού από τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας παρά την βελτίωση του ήδη υπάρχοντος. Βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας EDGE σε σχέση με το ήδη υπάρχον GSM δίκτυο, είναι η χρήση μίας διαφορετικής μεθόδου διαμόρφωσης των δεδομένων. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται 8PSK (8 Phase Shift Keying modulation) επιτρέποντας τη μεταφορά 3 bit δεδομένων σε κάθε μοναδικό παλμό του δικτύου. Η τεχνολογία που παρέχουν τα απλά δίκτυα GSM με υποστήριξη υπηρεσιών GPRS, χρησιμοποιεί τη μέθοδο GMSK (Gaussian pre-filtered Minimum

Shift Keying) η οποία βασίζεται στη μέθοδο Gauss για την εκθετική μείωση των πιθανοτήτων λάθους κατά τη μεταφορά των δεδομένων, αλλά επιτρέπει τη μεταφορά μόνο ενός bit δεδομένων σε κάθε μοναδικό παλμό του δικτύου. Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται είναι 384Kbps ή και 768kbps με στόχο όμως να φτάσει τα 2Mbps. Επίσης, το EDGE έχει την ικανότητα αναμετάδοσης ενός πακέτου πληροφοριών, που δεν κωδικοποιήθηκε σωστά, με ένα περισσότερο ισχυρό σχήμα κωδικοποίησης, ενώ στο GPRS τα πακέτα θα έπρεπε να αποστέλλονται με το ίδιο σχήμα κωδικοποίησης ακόμη και αν το περιβάλλον μεταβάλλεται με αποτέλεσμα τις αποσυνδέσεις και τα προβλήματα, ιδιαίτερα σε περιοχές με αυξημένη ζήτηση.

Comparison between GPRS & EDGE

	GPRS	EDGE
Modulation	GMSK	GMSK & 8-PSK
Symbol rate	270 ksym/s	270 ksym/s
Modulation bit rate	270kbps	810kbps
Radio Data rate/time slot	22.8 kbps	69.2 kbps
User data rate/time slot	20kbps (CS-4)	59.2kbps (MCS-9)
User data rate(8 time slots)	160kbps	473.6kbps

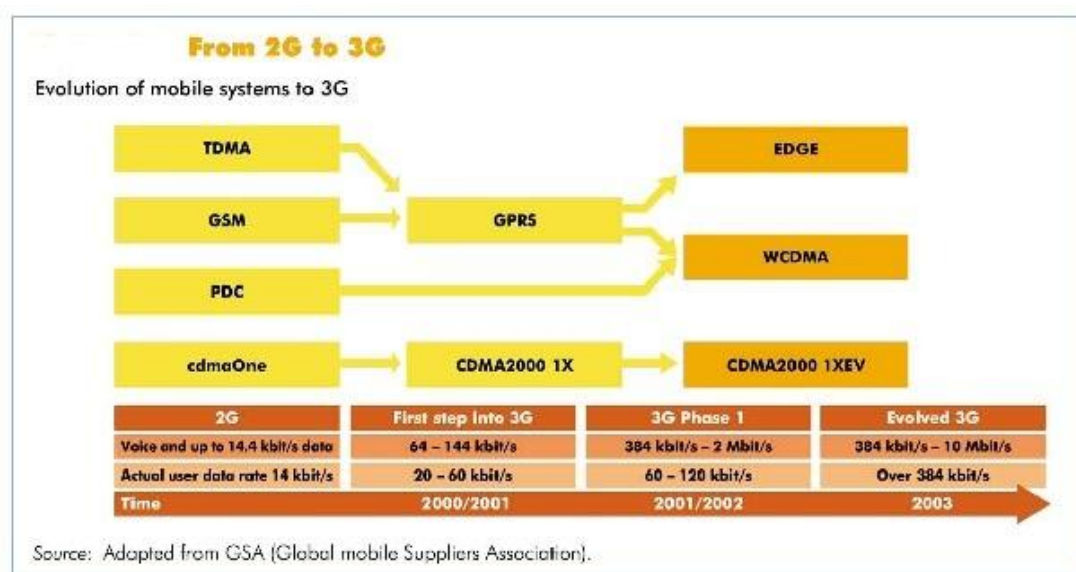
Συγκριτικός πίνακας μεταξύ GPRS και EDGE τεχνολογίας

3.4 Τεχνολογία 3^{ης} Γενιάς

Με την **τεχνολογία 3G** οι χρήστες είχαν πρόσβαση στο διαδίκτυο με υψηλές ταχύτητες, καθώς και σε ένα πλήθος πολλών εφαρμογών που δεν υπήρχαν μέχρι τότε. Ουσιαστικά πρόκειται για την εξέλιξη της δεύτερης γενιάς και συνυπάρχουν ακόμα και οι δύο τεχνολογίες. Με τα 3G δίκτυα, οι χρήστες άρχισαν να κατεβάζουν μουσικά κομμάτια και ολόκληρες ταινίες με ταχύτητες επιπέδου Megabit.

Με τα δίκτυα τρίτης γενιάς ήθελαν να αποφευχθεί το πρόβλημα με το γεωγραφικό όριο, έχοντας έτσι ελευθερία κίνησης των χρηστών, ακόμα κι αν η συγκεκριμένη περιοχή δεν είχε κάλυψη 3G.

Η εξέλιξη των δικτύων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Η εξέλιξη των τεχνολογιών από το 2G μέχρι το 3G

Τα πιο σημαντικά 3G δίκτυα είναι:

- UMTS (Universal Mobile Telecommunications Service) στην Ευρώπη
- CDMA2000 στην Βόρεια Αμερική
- TD-SCDMA (Time Division Synchronous Code Division Multiple Access) στην Κίνα

UMTS

Το **UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)** προτάθηκε το 1996 ως μια αναβάθμιση του GSM και με ουσιαστικά ήταν μια διαφοροποίηση του CDMA. Τελικά, έπειτα από διορθώσεις παρουσιάστηκε με το όνομα **WCDMA** (wideband code division access). Είναι συμβατό με τα παλαιότερης γενιάς GSM, GPRS και EDGE, όμως ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων μπορεί να φτάσει τα 16Mchip/sec ή και παραπάνω. Χρησιμοποιεί σαν τεχνική λειτουργίας το spread spectrum και το ελάχιστο εύρος ζώνης που απαιτεί είναι τα 5Mhz. Η αρχιτεκτονική του βασίζεται στο GPRS, με την διαφορά ότι παρέχει καλύτερο έλεγχο στην εκάστοτε υπηρεσία.

3.5 Η τεχνολογία 3.5G και 3.75G

Οι μελλοντικές εφαρμογές απαιτούν υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης και το UMTS δεν μπορεί να καλύψει τις αυξανόμενες ανάγκες για μεγαλύτερο εύρος ζώνης. Έτσι, δημιουργήθηκε το HSDPA που επρόκειτο για μια βελτίωση του UMTS ώστε να μπορέσει να καλύψει τις ανάγκες για υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης.

Το HSDPA είναι η τεχνολογία, που επιτρέπει τη σημαντική αύξηση του ρυθμού μεταφοράς των δεδομένων, καθώς και τη βελτιστοποίηση της χωρητικότητας σε δίκτυα WCDMA. Μπορεί να αναφερθεί και ως **τεχνολογία 3.5G**, αφού αναβαθμίζει τις υπηρεσίες τρίτης γενιάς, παρέχοντας στους χρήστες αρκετά πιο γρήγορα πληροφορίες. Η ταχύτητα λήψης των πληροφοριών με την χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι έως και τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτήν που παρέχουν τα δίκτυα 3G. Υπολογίζεται ότι ο μέσος ρυθμός λήψης δεδομένων με την τεχνολογία HSDPA κυμαίνεται μεταξύ 550kbps και 1100kbps, όταν πρακτικά η τεχνολογία WCDMA προσέφερε ταχύτητες της τάξης των 384kbps. Αξιοποιώντας τις ικανότητες του HSDPA, οι πάροχοι έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν στους πελάτες τους «απαιτητικές» υπηρεσίες όπως on-demand streaming video, ταινίες, μουσικά κομμάτια, multi-player παιχνίδια, καθώς και instant messaging (chatting). Όλοι οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν την ασύρματη «σύνδεσή» τους με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας για γρήγορη πλοήγηση στις ιστοσελίδες του διαδικτύου και λήψη multimedia περιεχομένου.

Στην αγορά υπάρχουν πολλές κάρτες για φορητούς Η/Υ που επιτρέπουν την πρόσβαση σε υπηρεσίες HSDPA. Στην Ελλάδα η Cosmote είναι το πρώτο δίκτυο που ξεκίνησε την εμπορική διάθεση των υπηρεσιών HSDPA στις 26 Ιουνίου του 2006. Από τις αρχές του Ιουλίου του 2007, οι υπηρεσίες τρίτης γενιάς και η τεχνολογία HSDPA της εταιρείας παρέχονται σε όλα τα γεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας. Η Vodafone ξεκίνησε επισήμως την εμπορική διάθεση των υπηρεσιών HSDPA την 1η Νοεμβρίου 2006, ενώ η πρόσβαση στις υπηρεσίες HSDPA ήταν εφικτή σε περιοχές κάλυψης 3G σε Αθήνα και Θεσσαλονίκη. Η ελληνική Wind ανακοίνωσε στις 15 Νοεμβρίου 2006 την παροχή υπηρεσιών βασισμένες στην τεχνολογία HSDPA.

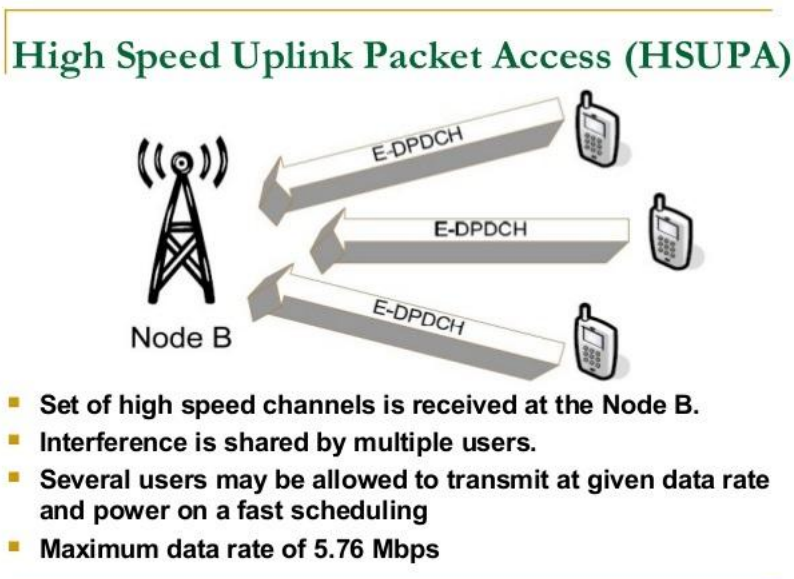
Βέβαια, απαιτείται αναβάθμιση του ήδη υπάρχοντος λογισμικού και εγκατάσταση νέου εξοπλισμού για να μπορέσουμε να πετύχουμε τις ταχύτητες του HSDPA.

HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access)

Το HSUPA είναι η τεχνολογία που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων από το τερματικό προς το σταθμό βάσης με ταχύτητες που θεωρητικά φθάνουν τα 5.76 Mbps. Ουσιαστικά, ενώ το HSDPA επιτρέπει στον τελικό χρήστη να λαμβάνει δεδομένα σε υψηλές ταχύτητες, το HSUPA επιτρέπει ακριβώς το αντίθετο, δηλαδή, την αποστολή δεδομένων σε υψηλές ταχύτητες. Το HSUPA αναφέρεται και ως **τεχνολογία 3.75G**, αφού αποτελεί το επόμενο βήμα της εξέλιξης των δικτύων τρίτης γενιάς, μετά την υλοποίηση του HSDPA (3.5G). Η χρήση του HSUPA επιτρέπει την πρόσβαση σε «συμμετρικές» εφαρμογές υψηλής ταχύτητας, όπως υπηρεσίες Voice over Internet Protocol (VoIP) και interactive multimedia, παρέχοντας υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων.

Οι δύο τεχνολογίες μαζί επιτρέπουν την πλήρη αξιοποίηση των υποδομών τρίτης γενιάς των δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Τα χαρακτηριστικά του HSUPA έχουν περιγράψει από τον οργανισμό 3GPP. Ο οργανισμός καθόρισε ως μέγιστη θεωρητική ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων κατά την ανοδική ζεύξη (up link) τα 5.76 Mbps.

Στα πλεονεκτήματα του HSUPA συμπεριλαμβάνεται και η μείωση του χρόνου που απαιτείται για την επίτευξη σύνδεσης και της αποστολής πληροφοριών μέσω σήματος, καθώς και το ότι στο δίκτυο μπορούν να συνδεθούν πάρα πολλοί χρήστες ταυτόχρονα.



3.6 Συμπεράσματα

Αρχικά, με την πρώτη γενιά είχαμε την δυνατότητα μόνο για ανταλλαγή φωνητικών σημάτων με συσκευές που λειτουργούσαν με αναλογικό τρόπο. Έπειτα, το **2G** κατέφθασε το 1991 και έφερε επαναστατικές αλλαγές σε σύγκριση με το **1G**, τόσο στον τρόπο μεταφοράς των δεδομένων, που έγινε από αναλογικός σε ψηφιακό, όσο και σε νέες υπηρεσίες δεδομένων. Τα **SMS** και τα **MMS** αποτελούν δύο από τις πιο γνωστές υπηρεσίες του 2G, που έγιναν αρκετά δημοφιλείς από τα πρώτα κιόλας χρόνια της κυκλοφορίας τους. Όσον αφορά τις ταχύτητες, το 2G με το πρότυπο **GSM** φτάνει τα 14.4 Kbps, ταχύτητα που στις μέρες μας θεωρείται ξεπερασμένη. Για την ακρίβεια, σε πολλές περιοχές της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής, το πρότυπο 2G έχει καταργηθεί.

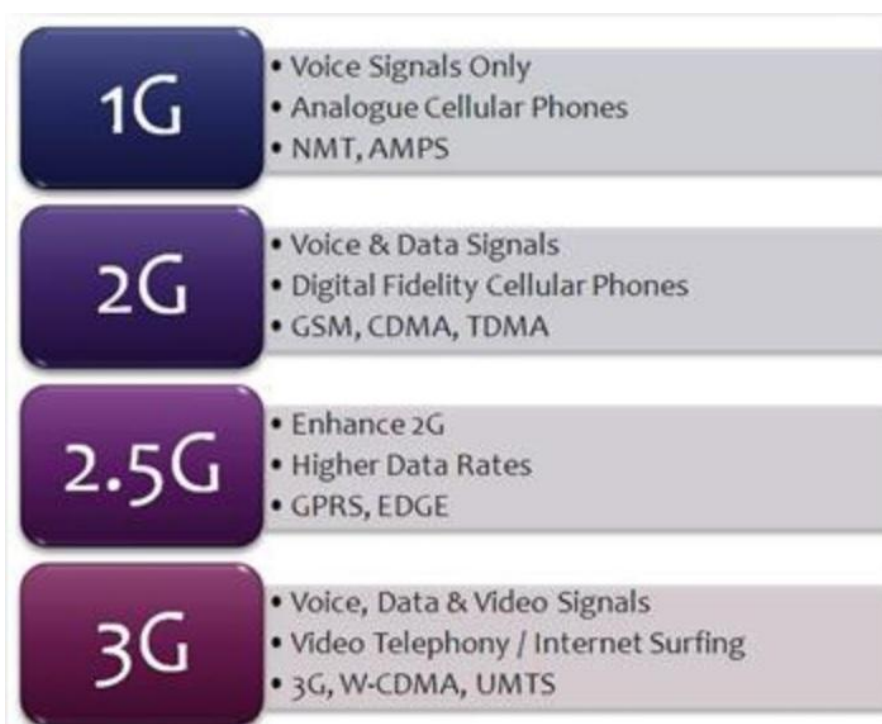
Το **GPRS** έγινε ευρέως γνωστό το 2000, ενώ θεωρείται ότι βρίσκεται στο μέσον της δεύτερης και τρίτης γενιάς των τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Γι' αυτόν τον λόγο, κέρδισε επάξια το προσωνύμιο «**2.5G**». Στο κινητό μας τηλέφωνο εμφανίζεται με ένα "G" κατά την πλοήγηση στο διαδίκτυο. Το GPRS αποτέλεσε σημαντικό βήμα για την εξέλιξη των κινητών δικτύων, και άνοιξε τον δρόμο για την ανάπτυξη του 3G. Η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να πιάσει είναι τα 54 Kbps, και είναι ακόμα και σήμερα διαθέσιμο για χρήση. Στην πραγματικότητα, είναι ίσως η ελάχιστη ταχύτητα που συναντάμε στις μέρες μας, ακόμα και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές.

Τρία χρόνια μετά, και συγκεκριμένα το 2003, αναπτύχθηκε το **EDGE** και έφερε πολλές βελτιώσεις στην ταχύτητα του ίντερνετ. Πρόκειται για μία βελτιωμένη έκδοση του GPRS, που επιτρέπει καλύτερη και γρηγορότερη μεταφορά δεδομένων. Η περιήγηση σε δίκτυο EDGE είναι έως και τρεις φορές γρηγορότερη σε σχέση με τον προκάτοχό του. Έτσι, δεδομένου ότι βρίσκεται λίγο πριν την τρίτη γενιά, το EDGE ονομάστηκε «**2.75G**». Οι μέγιστες ταχύτητες εδώ φτάνουν τα 236 Kbps και το δίκτυο σηματοδοτείται από το γράμμα «E» στις φορητές συσκευές μας.

Έπειτα, φτάνουμε στην τρίτη γενιά. Το πρώτο δίκτυο **3G** έκανε την εμφάνισή του το 1998, αν και για να διαδοθεί χρειάστηκε να περάσουν τρία χρόνια. Με μέγιστη ταχύτητα τα 384 Kbps, η περιήγηση στο διαδίκτυο έγινε λίγο πιο γρήγορη, αλλά και πάλι το streaming μουσικής και βίντεο δεν ήταν τόσο λειτουργικό.

Κι έτσι φτάσαμε στο **3.5G**, με το δίκτυο HSPA (High Speed Packet Access), που φέρει το σήμα «H» όταν το σήμα μας και η κάλυψή μας το επιτρέπουν. Το HSPA αποτελεί μέρος δύο άλλων πρωτοκόλλων, των HSDPA και HSUPA, και στην ουσία επέκτεινε την απόδοση των υπαρκτών δικτύων 3G. Αυτό πρακτικά μεταφράζεται σε ταχύτητες των 14.4 Mbps, που αποτελεί τεράστιο άλμα απ' τις ταχύτητες του 3G. Με ταχύτητες HSPA, όχι μόνο σερφάρουμε με άνεση στο ίντερνετ, αλλά μπορούμε επιτέλους να δούμε streaming video χωρίς προβλήματα.

Παρακάτω υπάρχει ένας συνοπτικός πίνακας με όλα τα χαρακτηριστικά των γενεών μέχρι το 3G:



Συνοπτικός πίνακας χαρακτηριστικών γενεών μέχρι το 3G

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 4^{ης} ΓΕΝΙΑΣ

4.1 Εισαγωγή

Το **4G** είναι η τέταρτη γενιά της τεχνολογίας ευρυζωνικών κυψελοειδών δικτύων, που διαδέχθηκε το 3G και είναι αυτή που ζούμε ακόμα και σήμερα. Εμφανίστηκε το 2009, αλλά έδειξε τις πραγματικές του δυνατότητες κάπου στο 2012. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες γενιές, το δίκτυο 4G υποστηρίζει πλήρως πρωτόκολλα τηλεπικοινωνιών IP, όπως το VoIP. Με το δίκτυο 4G το άλμα στις ταχύτητες είναι ακόμα μεγαλύτερο, χάρη στις νέες τεχνολογίες που χρησιμοποιεί. Τα πρότυπα για το δίκτυο αυτό εξακολουθούν να εξελίσσονται, ενώ η μέγιστη ταχύτητα 4G μπορεί να φτάσει το **1 Gbps** με το πρότυπο LTE-Advanced (LTE-A), παρέχοντας ασφάλεια και αξεπέραστη ποιότητα.

Σημαντικό είναι πως το 4G δίκτυο μπορεί να δώσει την ίδια ή και μεγαλύτερη ταχύτητα από το Wi-Fi δίκτυο.



4.2 Το δίκτυο 4G στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, πρώτη η Cosmote ξεκίνησε την ανάπτυξη κινητού ευρυζωνικού δικτύου 4G τεχνολογίας LTE (Long Term Evolution) το **2012**. Η εταιρεία προχώρησε στη σταδιακή ανάπτυξη του νέου δικτύου 4G με την εγκατάσταση του νέου εξοπλισμού αρχικά σε επιλεγμένα σημεία της χώρας. Το δίκτυο 4G επιτρέπει πολλαπλάσιες ταχύτητες πρόσβασης στο διαδίκτυο, χρήση προηγμένων multimedia εφαρμογών όπως **HD Streaming** και **HD Video-Conferencing**, αλλά και αποστολή και λήψη μεγάλων αρχείων, βελτιώνοντας σημαντικά την εμπειρία των χρηστών. Χαρακτηριστικό είναι πως, κατά μέσο όρο, οι χρήστες μπορούν να κατεβάσουν μια ταινία HD σε μόλις 2 με 3 λεπτά.

Η Cosmote, ήταν η πρώτη εταιρεία τηλεπικοινωνιών στην Ελλάδα, που είχε υλοποιήσει πιλοτικό δίκτυο 4G τεχνολογίας LTE σε αστικό περιβάλλον με τις σχετικές δοκιμές σε εργαστηριακό επίπεδο. Κατά τις δοκιμές αυτές είχαν επιτευχθεί ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων άνω των **100 Mbps** στη λήψη και **45 Mbps** στην

αποστολή. Παράλληλα, αξιολογήθηκε η επίδοση του δικτύου 4G σε πραγματικές συνθήκες και η συνύπαρξη (διαλειτουργικότητα) με τα υφιστάμενα δίκτυα κινητών επικοινωνιών 2G και 3G, αξιολογώντας την αναβαθμισμένη εμπειρία στις υπηρεσίες που απολαμβάνει ο τελικός χρήστης.

Αφού από τον Νοέμβριο του 2012, η Cosmote, άρχισε την διάθεση του 4G δικτύου αρχικά στην Αθήνα και την Θεσσαλονίκη, ακολούθησε και η Vodafone σε κάποιες επιλεγμένες περιοχές της Αθήνας. Πλέον, από το 2018, καλύπτεται όλη η Ελλάδα με το σύγχρονο δίκτυο.

4.3 Χαρακτηριστικά

Όταν εμφανίστηκαν τα 3G δίκτυα, αντικατέστησαν το 2G, ένα πρωτόκολλο που μόλις επέτρεπε τις βασικές λειτουργίες δικτύωσης των κινητών. Τα περισσότερα 2G δίκτυα έκαναν τηλεφωνικές κλήσεις, έστελναν μηνύματα και έκαναν μετάδοση μικρών ποσών δεδομένων μέσω ενός πρωτοκόλλου που ήταν γνωστό σαν MMS.

Με την εμφάνιση του 3G, μεγαλύτερα ποσά δεδομένων μπορούσαν πια να μεταδοθούν και έγινε δυνατή η χρήση του Internet με τη θέαση ιστοσελίδων, αποστολή e-mail, μετάδοση μουσικής και βίντεο. Οι ταχύτητες εξακολουθούσαν να είναι χαμηλές και επέτρεπαν περισσότερο την πλοήγηση σε σελίδες ειδικά σχεδιασμένες για κινητά δίκτυα. Σε σχέση με το 2G, το νέο πρωτόκολλο ήταν ταχύ, αλλά και πάλι δεν ήταν κάτι που επέτρεπε τη σοβαρή εργασία στο διαδίκτυο με τη χρήση του.

Τα δίκτυα 4G δεν προσφέρουν κάτι πρακτικό που αλλάζει τις τηλεπικοινωνίες ή τον τρόπο που μιλάμε. Το βασικό πλεονέκτημα των δικτύων τέταρτης γενιάς είναι οι πολύ υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων που προσφέρουν, ξεπερνώντας κατά πολύ τις αντίστοιχες των δικτύων 3G. Έτσι επιτρέπει υπηρεσίες που ήταν προσβάσιμες στο παρελθόν, αλλά τις προσφέρει με μεγαλύτερη ποιότητα, αξιοπιστία και με σημαντικό περιορισμό των καθυστερήσεων (latencies). Παράλληλα, υποστηρίζονται τα νέα πρωτόκολλα internet, IPv6, ενώ παρέχει μεγαλύτερη πληρότητα κάλυψης. Αξίζει να τονιστεί ότι το LTE έχει βελτιστοποιηθεί για μεγέθη κυψελών μέχρι 5 km, λειτουργεί με μειωμένη απόδοση έως και 30 km και υποστηρίζει μεγέθη κυψελών έως 100 χιλιόμετρα. Παράλληλα έχει δεχθεί ποικίλες βελτιώσεις που του επιτρέπουν να έχει μέγιστη απόδοση ακόμη κι αν ο χρήστης βρίσκεται εν κινήσει. Χαρακτηριστικά της είναι το υψηλό εύρος ζώνης (bandwidth) και η μικρή καθυστέρηση.

LTE (Long Term Evolution)

LTE ονομάζεται η τεχνολογία αιχμής που χρησιμοποιείται για την ασύρματη επικοινωνία και δικτύωση των κινητών συσκευών, με υψηλές ταχύτητες. Βασίζεται στα προϋπάρχοντα δίκτυα GSM/EDGE και UMTS/HSPA, αυξάνοντας τη χωρητικότητα και τη ταχύτητα του δικτύου χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές διαμόρφωσης.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του, μεταξύ άλλων είναι: Ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων στη καθοδική ζεύξη έως και 299.6 Mbps και στην ανοδική έως και 75.4 Mbps, ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει ο εξοπλισμός του χρήστη. Χαμηλές καθυστερήσεις κατά τη μεταφορά δεδομένων. Βελτιωμένη υποστήριξη για κινητές συσκευές ακόμη και αν αυτές κινούνται με ταχύτητες μέχρι και 500 km/ώρα ανάλογα και με τη συχνότητα που χρησιμοποιείται. Απλούστερη αρχιτεκτονική δικτύου. Υποστήριξη τουλάχιστον 200 ενεργών συνδέσεων δεδομένων σε κάθε κανάλι, συχνότητας 5 MHz.

Παρ' όλο που αναφέρεται ως σύστημα 4ης γενιάς κινητής τηλεφωνίας (4G), αυτό δεν ισχύει, καθώς δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις που έχει ορίσει ο διεθνής οργανισμός ITU-R. Γι' αυτό το λόγο, το LTE αναβαθμίστηκε σε **LTE Advanced (LTE-A)** για να πληροί τις προϋποθέσεις και να θεωρείται σύστημα 4G. Είναι ταχύτερο και σταθερότερο από το απλό LTE και χρησιμοποιεί τις τεχνολογίες MIMO και OFDM. Είναι επίσης συμβατό προς τα πίσω και λειτουργεί με το συνδυασμό καναλιών, με αποτέλεσμα αντί να συνδέεται στο κανάλι με το δυνατότερο σήμα, συνδυάζει πολλαπλά κανάλια ταυτόχρονα για να δώσει μεγαλύτερες ταχύτητες συνολικά.



Τα παλαιότερα δίκτυα χρησιμοποιούν τεχνολογία «circuit-switching», κατά την οποία η σύνδεση επιτυγχάνεται με απευθείας πρόσβαση στο δίκτυο-στόχο καθ' όλη τη διάρκεια της σύνδεσης, είτε πρόκειται για τηλεφωνική κλήση, είτε για μεταφορά αρχείων. Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι οι καλοί χρόνοι απόκρισης και οι μικρές σχετικά πιθανότητες απόρριψης κατά τη διάρκεια της σύνδεσης. Τα νεότερα δίκτυα χρησιμοποιούν την τεχνολογία «packet-switching», που εκμεταλλεύεται το μεγάλο πλήθος κόμβων που υπάρχουν σε όλη τη γη. Με αυτό το σύστημα, τα δεδομένα κόβονται σε μικρά πακέτα που αποστέλλονται στον προορισμό τους από οποιαδήποτε διαθέσιμη οδό και εκεί ανασυντίθενται.

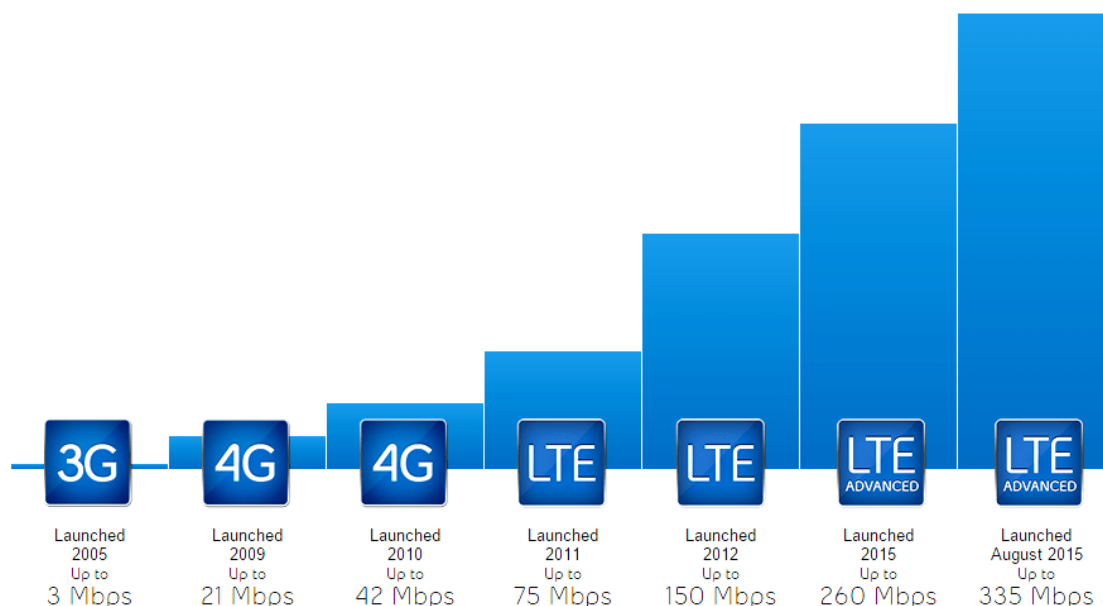
Στην περίπτωση που η σύνδεση χαθεί στο σύστημα circuit-switching, τα δεδομένα χάνονται και πρέπει να ξεκινήσει η σύνδεση και αποστολή από την αρχή. Με το packet-switching όμως, αν ένα πακέτο μπλοκάρει σε ένα σημείο, θα ψάξει να βρει την αμέσως επόμενη καλύτερη λύση για να φτάσει στον προορισμό του, χωρίς να χρειάζονται επανασυνδέσεις.

Το μεγαλύτερο τμήμα της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται για τη 4G δικτύωση δεν έχει καμία σχέση με τη μετάδοση φωνής. Επειδή τα δίκτυα φωνητικής επικοινωνίας χρησιμοποιούν το παλιότερο circuit-switching, έπρεπε να βρεθεί ένα συμβιβασμός μεταξύ των νεότερων και παλαιότερων δομών. Κάποιες τεχνολογίες εμφανίστηκαν

και τελικά οι πάροχοι έχουν δύο επιλογές προκειμένου να ελέγχουν το χρόνο που χρησιμοποιείται για τις επικοινωνίες των χρηστών. Είτε χρησιμοποιούν τη χρήση circuit-switching όταν γίνονται τηλεφωνικές κλήσεις και επιστρέφουν σε packet-switching για χρήση δεδομένων, είτε χρησιμοποιούν και τις δύο τεχνολογίες ταυτοχρόνως και όχι με εναλλαγές ανάλογα τη χρήση.

Υπάρχει και η τρίτη επιλογή να αντιμετωπιστεί η φωνητική επικοινωνία ως δεδομένα και να χρησιμοποιείται εξ' ολοκλήρου το σύστημα packet-switching από το δίκτυο του παρόχου. Αυτό όμως δεν συμφέρει τους πάροχους κινητής τηλεφωνίας γιατί έτσι δεν θα μπορούσαν να χρεώσουν τους χρήστες για φωνητικές κλήσεις. Το «Voice over LTE» είναι ουσιαστικά αυτό που χρησιμοποιούμε όταν κάνουμε μια κλήση μέσω Skype, Facebook και άλλων παρόμοιων υπηρεσιών. Το επιπλέον πλεονέκτημα εδώ είναι η υψηλότερη ποιότητα, η δυνατότητα βίντεο-κλήσεων και οι μεγαλύτερες ταχύτητες.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε την εξέλιξη στις ταχύτητες από το 3G μέχρι το σημερινό LTE Advanced:



Παρατηρούμε μια τρομερή εξέλιξη στο 4G δίκτυο από το 2009 μέχρι το τέλος του 2015, από 21 Mbps στα 335 Mbps.

4.4 Εφαρμογές

Οι εφαρμογές του 4G στηρίζονται στις υπάρχουσες που είχαμε με τα 3G δίκτυα, με την διαφορά της αξεπέραστης πλέον ταχύτητας και των λιγότερων καθυστερήσεων σε σχέση με τις παλαιότερες τεχνολογίες.

Πιο συγκεκριμένα:

1. Εικονική πλοήγηση

Με το πρόγραμμα αυτό οι χρήστες μπορούν να επιλέγουν δρόμους με την μικρότερη συμφόρηση, ή ακόμα και σε περίπτωση ατυχήματος να επιλέγουν εναλλακτική διαδρομή. Οι οδηγοί μπορούν να λαμβάνουν ένα μεγάλο αριθμό αρχείων ή πολυμέσων από το δίκτυο κατά τη διάρκεια της οδήγησης. Παροχή πληροφοριών σχετικά με εργασίες στον αυτοκινητόδρομο, ενημέρωση σχετικά με κάποιο ατύχημα, πρόγνωση καιρού, καθώς επίσης εντοπίζουν αξιοθέατα, ξενοδοχεία και διάφορα καταστήματα. Αυτό μας το προσφέρει κυρίως η Google, με το Google Maps.

2. Τηλεϊατρική

Πλέον, η ιατρική έχει φτάσει σε ένα ακόμη μεγάλο βήμα: Οι γιατροί μπορούν να κάνουν εξετάσεις, αλλά ακόμα και δύσκολες εγχειρήσεις μέσω ασύρματου δικτύου χωρίς να βρίσκονται στον ιατρικό χώρο.

3. Εφαρμογές διαχείρισης κρίσεων

Οι εφαρμογές αυτές είναι κρίσιμες σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών, όπου ο τηλεπικοινωνιακός κορμός θα έχει «πέσει» και η επικοινωνία θα είναι αδύνατη. Η αυξανόμενη χωρητικότητα των ασύρματων συστημάτων 4G που περιλαμβάνουν υπηρεσίες Internet και Video, μπορούν να βοηθήσουν ώστε η αποκατάσταση να γίνεται σε μόλις λίγες ώρες.

4. Εκπαίδευση μέσω Internet

Η ενσύρματη πρόσβαση ευρείας ζώνης είναι ασύμφορη οικονομικά σε περιοχές αραιοκατοικημένες ή απομακρυσμένες. Έτσι, με την σημερινή ασύρματη επικοινωνία ευρείας ζώνης μπορεί να λυθεί το πρόβλημα αυτό.

5. Τηλεδιάσκεψη

Σήμερα, με το 4G δίκτυο πετυχαίνουμε πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες και οι βιντεοκλήσεις είναι ακόμα πιο άνετες και εύκολες.

6. Ασφάλεια

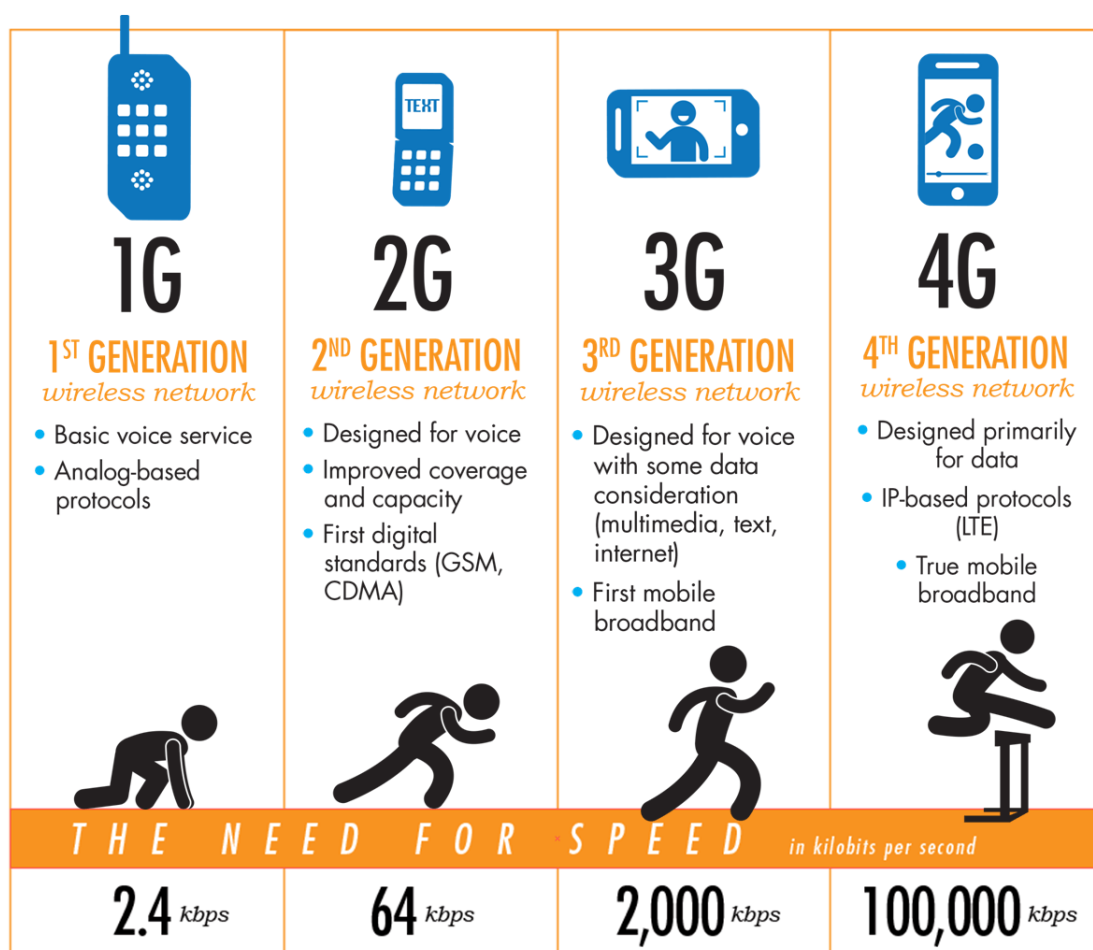
Πλέον, η ασφάλεια στην πλοήγηση του διαδικτύου και των εφαρμογών είναι σαφώς χαρακτηριστικό γνώρισμα των σημερινών και μελλοντικών δικτύων.

4.5 Σύγκριση 3G με 4G

Στην πραγματικότητα, σήμερα εξακολουθούμε να έχουμε ασύρματα δίκτυα 3G σε πάρα πολλές περιοχές αποτελώντας μια μέθοδο παγκόσμιας σύνδεσης η οποία έχει να κάνει με τα κινητά τηλέφωνα και ειδικά με το ασύρματο διαδίκτυο. Το 4G αποτελεί ένα σύνολο προτύπων που αναπτύχθηκε ως μελλοντικός διάδοχος του 3G.

Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των δύο είναι στην ύπαρξη συγκεκριμένων τεχνολογιών υποστήριξης. Συγχρόνως υπάρχει μια δέσμη τεχνολογιών που είναι υποδεέστερες από το 3G, συμπεριλαμβανομένων μεταξύ άλλων των WCDMA, EVDo, και HSPA42. Αν και πολλές εταιρείες κινητής τηλεφωνίας κινήθηκαν γρήγορα στο να μετατρέψουν τις εφαρμογές και συσκευές τους σε 4G, όπως την LTE ή την WiMax (που θα δούμε παρακάτω), καμία από αυτές δεν ταιριάζει πραγματικά στις προδιαγραφές που αναφέρονται στα 4G πρότυπα, τουλάχιστον τα πρώτα χρόνια. Από το τέλος του 2018 μπορούμε να μιλάμε πραγματικά για 4G ταχύτητες.

Παρακάτω βλέπουμε έναν συνοπτικό πίνακα με τα βασικά χαρακτηριστικά κάθε γενιάς:



Μια άλλη διαφορά είναι στο όριο δεδομένων (data bandwidth). Η 3G τεχνολογία πρόσφερε από 2Mbps μέχρι 21Mbps, ενώ με το 4G έχουμε μέχρι και 1Gbps.

Επίσης, στο ανέβασμα αρχείων και κατέβασμα είχαμε το όριο των 5Mbps και 21Mbps, ενώ πλέον μπορούμε μέχρι 500Mbps και 1Gbps αντίστοιχα.

Τέλος, μια βασική διαφορά είναι ότι η παλιότερη γενιά έκπεμπε στα 1.8 με 2.5 Ghz, ενώ πλέον εκπέμπει στα 2 με 8 Ghz.

4.6 Το πρότυπο Wimax

WiMAX (Worldwide Interoperability Microwave Access) αποκαλείται η τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης η οποία λειτουργεί με παρεμφερή τρόπο με το Wi-Fi, ωστόσο με πολύ μεγαλύτερη εμβέλεια. Συγκεκριμένα, ενώ το Wi-Fi εξασφαλίζει εμβέλεια επικοινωνίας μέχρι 100 μέτρα, το WiMax φθάνει τα 35 χιλιόμετρα ή και παραπάνω.

Το 2003 η IEEE υιοθέτησε το πρότυπο 802.16 γνωστό και σαν WiMAX, ώστε να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις για ασύρματη πρόσβαση (με σταθερούς ρυθμούς) ευρείας ζώνης. Όπως συμβαίνει με τα πρότυπα της σειράς 802 για ασύρματα τοπικά δίκτυα, έτσι και το 802.16 καθορίζει μια οικογένεια προτύπων με επιλογές για συγκεκριμένες ρυθμίσεις. Το πρότυπο αυτό σχεδιάστηκε ώστε να λειτουργεί σε μια ευρεία μπάνα συχνοτήτων η οποία εκτείνεται από 2 ως 66 GHz.



Μέχρι σήμερα το Wi-Fi επέτρεπε την πρόσβαση στο διαδίκτυο σε πολύ μικρή εμβέλεια γύρω από τα σημεία πρόσβασης (hotspots), όπως σε αεροδρόμια, συνεδριακούς χώρους ή ξενοδοχεία. Το WiMAX είναι σε θέση να κάνει το ίδιο σε εμβέλεια ολόκληρης πόλης, τα κτήρια της οποίας θα καλύπτουν με το σήμα τους οι εταιρείες παροχής ίντερνετ (ISP).

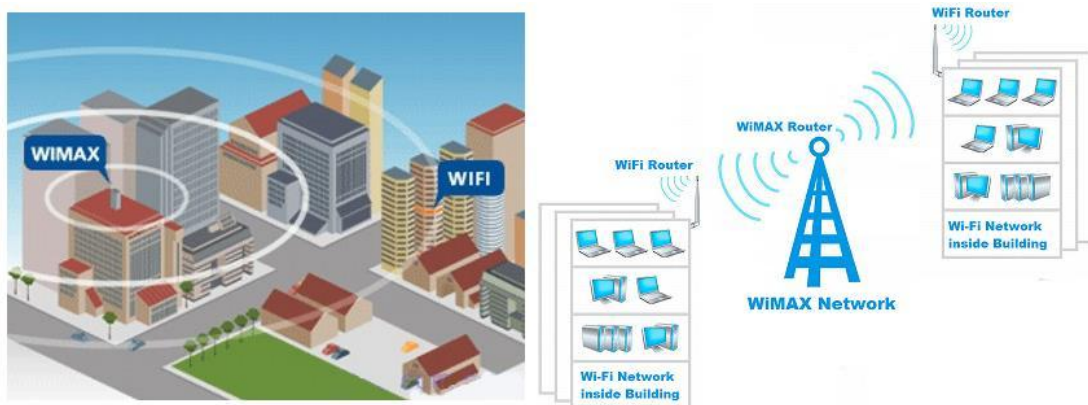
Το WiMAX χρησιμοποιείται για την παροχή υπηρεσιών ευρυζωνικής πρόσβασης στο διαδίκτυο στους χρήστες, με εξοπλισμό ιδιαίτερα εύκολο στην εγκατάσταση. Με τον ίδιο τρόπο που σήμερα εγκαθιστά κανείς στον υπολογιστή του μια κάρτα δικτύωσης Wi-Fi, μελλοντικά θα εγκαθιστά μια κάρτα WiMAX η οποία θα του επιτρέπει να χρησιμοποιήσει από τον οικιακό του χώρο (και όχι μόνο) τις ασύρματες υπηρεσίες που παρέχουν οι ISP.

Το WiMAX έχει σημαντικά **πλεονεκτήματα** έναντι των σημερινών ασύρματων και ενσύρματων συνδέσεων:

1. Ιδιωτικές εταιρείες θα έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν ανεξάρτητα ασύρματα δίκτυα τηλεπικοινωνιών και υπηρεσιών Internet, με πολύ μεγάλη

- ευκολία, καθώς δεν απαιτείται η εγκατάσταση καλωδίων σε κάθε σημείο της χώρας, αυξάνοντας τον ανταγωνισμό.
2. Ο συνδρομητής θα μπορεί να χρησιμοποιήσει τη σύνδεσή του από οπουδήποτε ακόμη και εν κινήσει μέσα στην πόλη ή και ολόκληρη τη χώρα. Κάτι που δεν είναι εφικτό με τις σημερινές συνδέσεις ADSL, ούτε και με την τεχνολογία Wi-Fi, λόγω της περιορισμένης της εμβέλειας.
 3. Ένα δίκτυο WiMAX που θα καλύπτει μια μεγαλούπολη μπορεί να εγκατασταθεί σε λίγες μέρες, σε αντίθεση με ένα αντίστοιχο ενσύρματο δίκτυο που θα χρειαζόταν πολλούς μήνες ή και χρόνια.
 4. Μετακομίζοντας σε άλλη περιοχή, ο συνδρομητής δεν θα χρειαστεί να κάνει ενεργοποίηση ευρυζωνικής σύνδεσης στον νέο του χώρο, όπως ισχύει για τις γραμμές ADSL, αφού θα καλύπτεται από το ασύρματο σήμα του παρόχου υπηρεσιών WiMAX, μπορεί να αρχίσει άμεσα να χρησιμοποιεί τη σύνδεσή του.
 5. Λόγω των υψηλών ταχυτήτων μετάδοσης δεδομένων, το WiMAX θα επιτρέπει επίσης την πραγματοποίηση τηλεφωνικών κλήσεων και βιντεοκλήσεων που φυσικά ήδη έχουμε.

Το WiMax μπορούμε να το φανταστούμε σαν ένα θεωρητικά τεράστιο WiFi. Όπως, προαναφέραμε, πρόκειται για μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας με εμβέλεια 35 χιλιομέτρων αντί των 100 μέτρων του WiFi και με ταχύτητες που συγκρίνονται μόνο με αυτές των καλωδιακών συνδέσεων (έως 70 Mbps). Η τεχνολογία WiMAX χρησιμοποιεί συχνότητες από 2-11 GHz (802.16a) και από 10-16 GHz. Στην Ελλάδα οι άδειες που έχουν δοθεί αφορούν δοκιμές στην ζώνη των 3.5 GHz Αυτό σημαίνει ότι με λίγες κεραιές WiMAX μπορεί να καλυφθεί με ασύρματο τρόπο μία ολόκληρη πόλη. Στην Ελλάδα, λοιπόν, λειτουργούν πιλοτικά δίκτυα WiMAX όπως αυτό του ΟΤΕ στο Άγιο Όρος, αλλά και αυτό του Εργαστηρίου Έρευνας και Ανάπτυξης Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων στην Κρήτη που καλύπτει την πόλη του Ηρακλείου.



Σχηματική αναπαράσταση της εμβέλειας του Wimax

Σημαντικό είναι πως αυτό το πρότυπο δεν τέθηκε ποτέ σε πραγματική λειτουργία, παρόλο που προμήνυε ως το απόλυτο ασύρματο δίκτυο.

Όπως έχει ορίσει η συνεργασία Next Generation Mobile Networks, μία οργάνωση από πολλούς παρόχους κινητής τηλεφωνίας, κατασκευαστές φορητών συσκευών και κινητών τηλεφώνων, αλλά και διαφόρων φορέων, έχουν ορίσει ήδη τα χαρακτηριστικά ενός δικτύου προκειμένου να μπορέσει να θεωρηθεί δίκτυο **5ης γενιάς**. Τα πιο βασικά είναι:

1. Μετάδοση δεδομένων δεκάδων megabits ανά δευτερόλεπτο για δεκάδες χιλιάδες χρήστες ταυτόχρονα
2. Μετάδοση δεδομένων της τάξης των 100 Mbps σε αστικές περιοχές
3. Εύρος ζώνης 1 Gbps ταυτόχρονα για πολλούς εργαζόμενους στον ίδιο όροφο εργασίας
4. Μερικές εκατοντάδες χιλιάδες ταυτόχρονων χρηστών για ένα σημείο εκπομπής
5. Μεγαλύτερη και πληρέστερη κάλυψη από ένα αντίστοιχο 4G δίκτυο
6. Πιο αποδοτική χρήση σε συνθήκες χαμηλού σήματος
7. 1 έως 10 miliseconds καθυστέρηση (περιορίζεται από την ταχύτητα του φωτός)
8. Μικρότερες καθυστερήσεις μετάδοσης πακέτων δεδομένων έναντι του LTE Advanced δικτύου

Στην Ελλάδα, το 5G λειτουργεί ήδη πιλοτικά στα Τρίκαλα από τον Μάρτιο του 2018 και ανάλογη προσφορά είχε δεχτεί και η Πάτρα που όμως παραμένει ακόμα «παγωμένο» το σχέδιο, διότι τέθηκαν **θέματα υγείας**. Επίσης, η Cyta θα φέρει μέσα στο 2019 το πιλοτικό 5G στην Κύπρο.

Η αλήθεια είναι πως τα νέα δίκτυα θα εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα πολύ υψηλής συχνότητας (μέχρι 30 GHz), τα οποία επηρεάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό από τα φυσικά εμπόδια, γεγονός που θα αυξήσει σημαντικά τον αριθμό κεραιών κινητής τηλεφωνίας. Νέας γενιάς κινητά τηλέφωνα και εκατομμύρια νέες κεραιές έξω από τις κατοικίες, αλλά και μέσα στα κτήρια θα είναι απαραίτητα για την λειτουργία του δικτύου 5G. Επομένως, εδώ έρχονται οι αντιφάσεις, διότι καλή η τεχνολογία αλλά πρέπει να σκεφτούμε και την ανθρώπινη υγεία.

Σύμφωνα πάντως με ανάλυση του Global System for Mobile Association (GSMA), έως το 2025, περίπου μία στις τρεις συνδέσεις κινητής τηλεφωνίας εκτιμάται ότι θα χρησιμοποιεί δίκτυα επόμενης γενιάς. Συγκεκριμένα, η διείσδυση της τεχνολογίας 5G στην Ευρώπη υπολογίζεται σε 31% το 2025, που μεταφράζεται σε 217 εκατομμύρια συνδέσεις.

5.2 Το Li-Fi

Το **Li-Fi** είναι η τεχνολογία μετάδοσης δεδομένων που λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με το **Wi-Fi**, αλλά αντί για **ηλεκτρομαγνητικούς παλμούς**, χρησιμοποιεί **φως**.

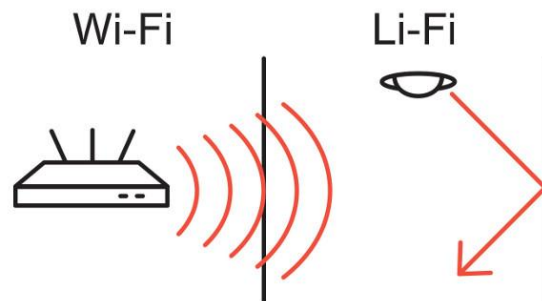
Η πρώτη αναφορά στο συγκεκριμένο πρότυπο έγινε το 2011.

Η μετάδοση των δεδομένων με το Li-Fi είναι **100 φορές ταχύτερη** από ό,τι συμβαίνει με το Wi-Fi. Στα πειράματα που έχουν γίνει η τεχνολογία επιτυγχάνει

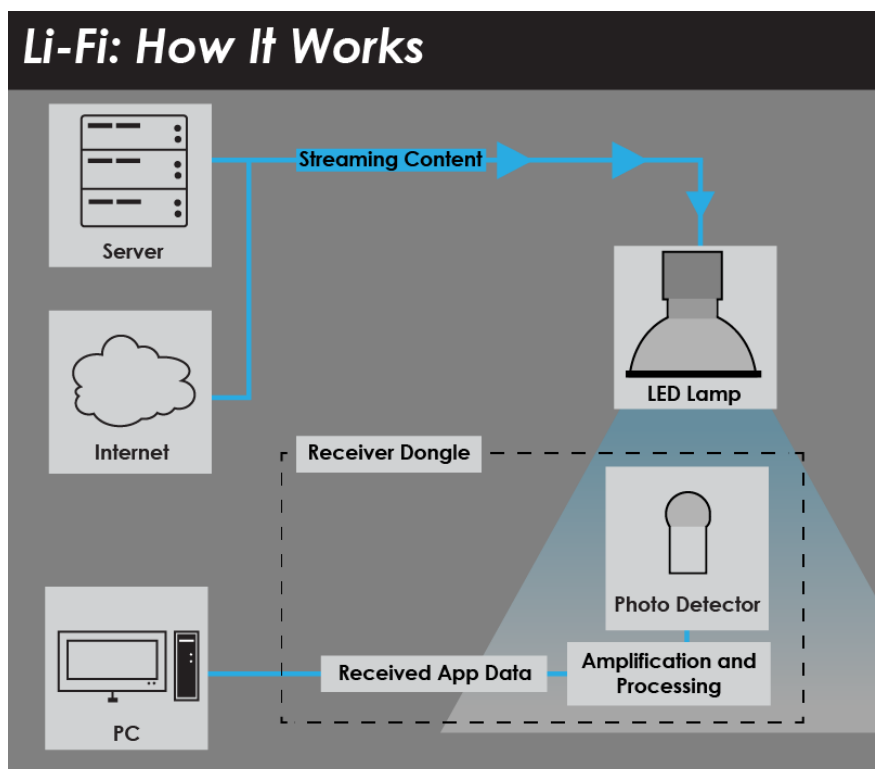
ταχύτητες της τάξης των **224Gbs**. Πιο πρόσφατα δεδομένα από πειράματα, κάνουν λόγο για ταχύτητες της τάξης του **1GBs** για το Li-Fi.

Ακόμη πιο ενδιαφέρουσα γίνεται η τεχνολογία καθώς παίρνει το δρόμο της εμπορικής της διάθεσης. Η pureLiFi, εταιρεία που ειδικεύεται στην τεχνολογία Li-Fi, ανακοίνωσε τη συνεργασία της με τη γαλλική εταιρεία Lucibel που ειδικεύεται στον **φωτισμό με LED**. Οι δύο εταιρείες θα αναπτύξουν εμπορικά προϊόντα βασισμένα στην τεχνολογία Li-Fi.

Η τεχνολογία Li-Fi, εκτός από πιο γρήγορη είναι και **πιο ασφαλής από το Wi-Fi**, καθώς το φως δεν διέρχεται μέσα από τοίχους και έτσι ο administrator του δικτύου μπορεί να θέσει συγκεκριμένα όρια για το ποιοι και πού θα έχουν πρόσβαση σε ένα δίκτυο. (παρακάτω εικόνα)



Παρακάτω βλέπουμε πως λειτουργεί:

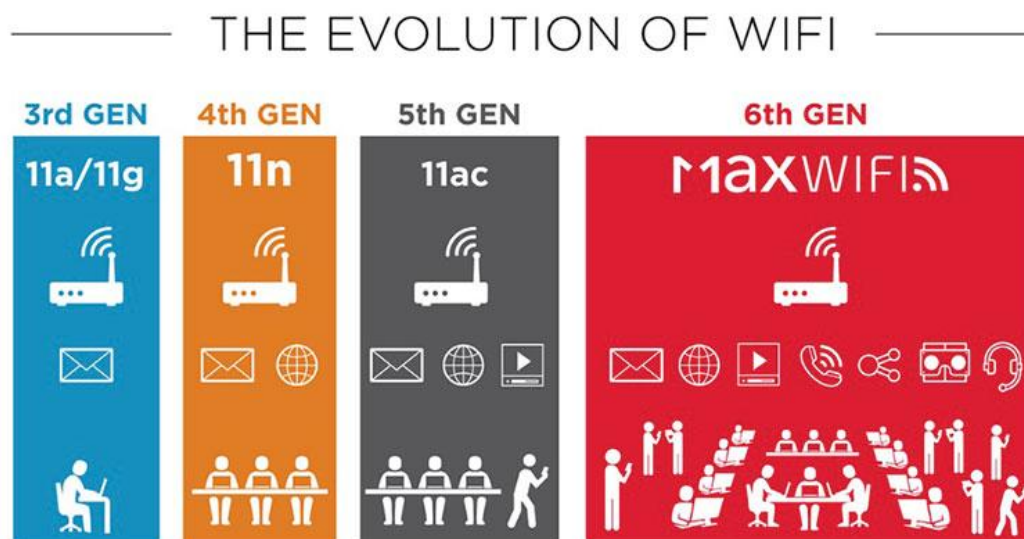


5.3 Συμπεράσματα για το μέλλον

Το 5G βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης φέρνοντας μια νέα εποχή στον κόσμο του διαδικτύου. Αυτό που όλοι υποστηρίζουν είναι ότι οι απίστευτα υψηλές ταχύτητές του πρόκειται να αλλάξουν οριστικά και αμετάκλητα τις ζωές μας προς το καλύτερο. Οι αναλυτές υποστηρίζουν ότι το 4G δεν θα καταργηθεί, αλλά θα συνεχίσει να υπάρχει παράλληλα με το 5G και αυτό για δυο λόγους, πρώτον γιατί δε θα μπορούν όλες οι συσκευές να υποστηρίξουν αυτές τις ταχύτητες και δεύτερον γιατί το 5G δεν θα καλύπτεται γεωγραφικά από όλες τις περιοχές. Οι πάροχοι είναι αναγκασμένοι, για να χτίσουν ένα τέτοιο δίκτυο, να πολλαπλασιάσουν σημαντικά τις κεραίες τους. Γεγονός που θέτει πάρα πολλά ερωτήματα όσον αφορά την δημόσια υγεία, ειδικά σε μια εποχή που δεν έχει ακόμα ελεγχθεί το κατά πόσο είναι αθώα η ακτινοβολία σε τόσο υψηλές συχνότητες, δεδομένου ότι ο άνθρωπος θα δέχεται ραδιοκύματα και από τις παλιές κεραίες του 2G και 3G.

Επιπλέον, έχουν γίνει ήδη αναφορές για το 6G. Η Κίνα έχει αρχίσει την ανάλυσή του σκεπτόμενη του τι θα μπορούσε να προσφέρει παραπάνω από το 5G. Το 6G, όπως εξηγούν οι ερευνητές, θα δώσει λύσεις σε όσα ζητήματα αδυνατεί να απαντήσει το 5G, ειδικά αν σκεφτεί κανείς ότι θα έχει ακόμα μικρότερη «καθυστέρηση» στη μεταφορά των δεδομένων (latency). Εξαιτίας αυτού μάλιστα αναμένονται και σημαντικές αλλαγές στο μοντέλο λειτουργίας των υποδομών πληροφορικής, με καινούργια υλικά και μεθόδους κατασκευής ακόμα και για τα smartphones.

Τέλος, νομίζω πως πρέπει να αρχίσουμε να σκεφτόμαστε το θέμα των μπαταριών, διότι ήδη με το 4G οι ταχύτητες πλοήγησης στο διαδίκτυο μέσω των κινητών τηλεφώνων είναι πολύ ικανοποιητικές για τον μέσο χρήστη, ενώ τα smartphones μας χρειάζονται συνέχεια φόρτιση. Οπότε, ας δούμε και την τεχνολογική εξέλιξη σε κάτι ανώτερο ίσως από τις κοινές μπαταρίες λιθίου.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία:

Ασύρματες επικοινωνίες. Κανάτας Αθανάσιος, Πάντος Γεώργιος
εκδόσεις: Παπασωτηρίου

Τηλεπικοινωνίες και δίκτυα υπολογιστών. Αλεξόπουλος Αριστείδης, Λαγογιάννης Γεώργιος
εκδόσεις: Γιαλός

Βασικές αρχές WiMAX. Συλλογικό έργο
εκδόσεις: Παπασωτηρίου

Οι υπολογιστές στο παρόν και το μέλλον. Hillis Daniel
εκδόσεις: Κάτοπτρο

Δίκτυα ευρείας ζώνης. Βενιέρης Ιάκωβος Σ.
εκδόσεις: Τζιόλα

Ασύρματες επικοινωνίες και δίκτυα. Stallings William
εκδόσεις: Τζιόλα

Ιστοσελίδες:

<http://cgi.di.uoa.gr/~std03134/telcomhist/telcomhist.htm>

<https://www.glavas.gr/pages.asp?pid=28&subid=32>

<http://users.sch.gr/pepoudi/site/pages/page12.html>

<http://www.teltechpc.gr/%CE%B1%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%B1.html>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%86%CE%AC%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CE%B1_%CE%91%CF%83%CF%8D%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%BD_%CE%94%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%89%CE%BD

https://el.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11

<https://el.ihowto.tips/did-you-know/ce-reprezinta-standardele-wi-fi-ieeee-802-11a-802-11b-g-n-si-802-11ac-ale-unui-router-wireless.html>

https://voipshop.gr/el/blog/26_the-new-ieeee802-11ac-wireless-networking-stan.html

https://el.wikipedia.org/wiki/Mobile_Internet

<https://el.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

https://el.wikipedia.org/wiki/Ad_hoc_%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF

<https://el.wikipedia.org/wiki/WiMAX>

<https://gr.pcmag.com/networking/19049/li-fi-100-phores-pio-gregoro-apo-to-wi-fi>

<https://www.home-biology.gr/5g>

<https://www.newsbeast.gr/technology/internet/arthro/2596719/ti-ine-to-diktio-5g-ke-pote-anamenete-na-kikloforisi>

https://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/Antennas_EMR/health/BaseStationRdt/GRNetworks/

<https://www.noesis.edu.gr/D-1945-1953/>

<https://www.insider.gr/epiheiriseis/tehnologia/107999/akoma-den-eidame-5g-kai-kapoi-i-proetoimazoyn-6g>

<https://7gnetwork.net/>

<https://whatsag.com/>

<https://techdifferences.com/difference-between-3g-and-4g-technology.html>

<http://blog.dlink.com/what-is-tri-band-wi-fi/>

<http://www.differencebetween.net/miscellaneous/difference-between-umts-and-wcdma-network-technologies/>

<https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-EDGE-and-GPRS>

https://el.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications

Εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο:

<https://www.emerson.com/resource/blob/ind-as-rmt-en-wireless-network-pn4-c028-data-1272618.jpg>

<http://www.ethekwinibs.co.za/data/imagegallery/3c42edc4-4274-4ec9-d485-4efad0eed958/51302a61-8bb1-41bc-0330-e9a8b83334eb.gif>

<https://www.getprovider.com/images/high-speed.jpg>

<https://ai2-s2-public.s3.amazonaws.com/figures/2017-08-08/0c1658ca95958f78b17d8663b4b48cac34bf1d9f/3-Figure2-1.png>

<https://www.netprivateer.com/images/lanwan.gif>

https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/0*fVMu9shh6A10kW5W.png

http://www.enallaktikos.gr/img4683_d3bfa1c70fceed2cd21f4f63d9e95986_270x200c.jpg

<https://www.rfmania.gr/wp-content/uploads/2018/10/GmDp1-1.jpg>

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Groundplane-antenne.jpg>

https://pimages.solidsignal.com/PLC1666_zoom.jpg

<https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/41RDcQGKp2L.jpg>

<http://www.schwarzbeck.de/images/ANT/Horn/BBHX9120LF/resizedimages/Schwarzbeck%20BBHX%209120%20LF%20dual%20polarized%20horn%20antenna.jpg>

<https://www.e-shop.gr/images/PER/BIG/PER.612378.jpg>

<https://e-damianakis.gr/images/thumbnails/500/500/detailed/15/51110@2x.jpg>

http://www.mikra.gr/images/products/1391541894_30062.jpg

<https://cablesandconnectors.com/PIX/fiberoptic.jpg>

https://images.homedepot-static.com/productImages/25586a2b-0c21-4727-b552-a75167c45043/svn/voice-data-cable-cat5511000b-64_1000.jpg

<https://www.landisgyr.com/webfoo/wp-content/uploads/2019/01/Landis-Gyr-Network-Bridge.jpg>

<https://external.webstorage.gr/ProductImages/0879649/tp-link-archer-c7-ac1750-dual-band-router-black-400-0877949.jpg>

https://st3.depositphotos.com/1767687/19224/v/1600/depositphotos_192241196-stock-illustration-login-screen-interface-username-and.jpg

<https://cdn.pixelprivacy.com/wp-content/uploads/2018/04/end-to-end-encryption-1.png>

<https://blockgeeks.com/wp-content/uploads/2017/09/image1.png>

<https://www.free-wifi-hotspot.com/file/Man-in-the-Middle-Attack.png>

https://simplecore.intel.com/itpeernetwork/wp-content/uploads/sites/38/2017/11/14160-1_wifi_evolution_v3.png

https://netduma.com/assets/uploads/Wired_VS_Wireless-300x136.png

<https://pocketnow.com/wp-content/uploads/2019/02/wifi-6.jpg>

<http://pcpas.com/wp-content/uploads/2019/02/3-WIFI-6.jpg>

<https://www.rigado.com/wp-content/uploads/2017/03/Bluetooth-Logo.png>

<http://www.summitdata.com/blog/wp-content/uploads/2017/12/Evolution-of-Bluetooth-Webinar-Thumbnail.png>

https://cdn2.expertreviews.co.uk/sites/expertreviews/files/2019/02/what_is_zigbee.jpg

<https://1.bp.blogspot.com/YNOHOF7GKUA/WxtMPrSUYqI/AAAAAAAAAYQE/NroBXABRQY8VC-cV6RsvR3T-RVdKkuh-ACLcBGAs/s1600/zigbee-comparison1.gif>

<https://getvectorlogo.com/wp-content/uploads/2019/01/z-wave-vector-logo.png>

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5d/GSMLogo.svg/1200px-GSMLogo.svg.png>

https://images.slideplayer.com/27/9032824/slides/slide_23.jpg

http://dhonconstantine.files.wordpress.com/2010/04/access_gprs1.gif?w=614

<https://www.itu.int/itu-news/issue/2003/06/fig-2.jpg>

<https://image.slidesharecdn.com/digitalnetwork-lecturer6-160527085604/95/digital-network-lecturer6-28-638.jpg?cb=1464339421>

https://blog.chinavasion.com/wp-content/uploads/2013/12/wireless_technology.png

<https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-cbe66d223a6a4b2b907d1c72b8a259bf>

<https://fossbytes.com/wp-content/uploads/2015/04/create-ad-hoc-wifi-network.jpg>

<https://www.qualcomm.com/sites/ember/files/component-item/flexible-block/thumb/4g-icon.png>

<https://image.slidesharecdn.com/engineeringpresentationlongtermevolutionontechnologies3g4g-170708172437/95/long-term-evolution-technologies-3g-4g-19-638.jpg?cb=1499534786>

<https://blog.commscopetraining.com/wp-content/uploads/2015/06/Mobile-Evolution-1G-2G-3G-4G.png>

<https://i1.wp.com/osworld.org/wp-content/uploads/2017/04/network-type-comparison2.png?fit=877%2C475>

<https://www.speedtest.pl/wiadomosci/wp-content/uploads/2016/03/LTE-Advanced-700x325.jpg>

<http://www.vizocom.com/blog/wp-content/uploads/2016/06/3.jpg>

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/75/WiMAX_Forum_logo.svg/1200px-WiMAX_Forum_logo.svg.png

<https://www.mononews.gr/wp-content/uploads/2019/02/5G-connectivity.jpg>

<https://images.angelpub.com/2017/06/42217/lifi-3.jpg>

<https://www.versatek.com/wp-content/uploads/2014/11/Li-Fi-01.png>