



ΤΕΙ Πειραιά, Τμήμα Αυτοματισμού
Π. Ράλλη & Θηβών 250, 12244 Αιγάλεω
Καθ. Ι. Δ. Αγγελόπουλος, jaggel@teipir.gr
Τηλ.: +210 5381338, +69 77740050

Πτυχιακή Εργασία του Σπουδαστή: Λάγια Γιουλιάν

Με Θέμα:

Συγκριση δικτυων 3G-4G. Αναλυση τεχνικων Wi- Max,LTE

Περίληψη:

Στη πτυχιακη εργασια θα γινει αναλυση των ασυρματων δικτυων , το πώς δημιουργηθηκαν - αναπτυχθηκαν μεχρι και σημερα , ιστορικη προσεγγιση,ειδη και εφαρμογες , η παρουσα κατασταση των δικτυων σε παγκοσμια κλιμακα και συγκεκριμενα στην Ελλάδα.

Εισαγωγή και αναλυση ασυρματων δικτυων 3G-4G , ποιες είναι οι εφαρμογες τους τη σημερον εποχη ,η δομη τους , πλεονεκτηματα μειονεκτηματα.

Επισης θα παρουσιαστει το θεμα της πολύ σημαντικης πλεον τεχνολογιας ασυρματων δικτυων 4G, τα ασυρματα δικτυα Wi-Max, LTE,τι είναι,που χρησιμοποιουνται ,ποτε αναπτυχθηκαν , και ποσο σημαντικη είναι η χρηση τους,ποια είναι τα πλεονεκτηματα και τα μειονεκτηματα τους.

Ο επιβλέπων

Ι. Δ. Αγγελόπουλος, MSc., PhD.
Καθ. ΤΕΙ Πειραιά

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΓΕΝΙΚΑ	6
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.....	6
1.2 ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	6
1.3 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	12
1.4 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ 3G	21
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	21
2.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ 3G ΔΙΚΤΥΩΝ.....	22
2.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ 3G ΣΧΕΣΗ ΜΕ 4G	23
2.3.1. Πλεονεκτήματα 3G	25
2.3.2.Μειονεκτήματα 3G.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ 4G	27
3.1 ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ 4G ΔΙΚΤΥΩΝ	27
3.2 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	28
3.2.1 ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ	28
3.2.2 ΔΙΚΤΥΑ	29
3.3 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	29
3.4.Πλεονεκτήματα 4G.....	30
3.5.Μειονεκτήματα 4G	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ LTE.....	33
4.1 LONG TERM EVOLUTION (LTE).....	33
4.2 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ 4G ΣΧΕΣΗ ΜΕ LTE	36
4.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ LTE/SAE	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ WIMAX.....	40

5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ WIMAX.....	40
5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ WIMAX	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	46
6.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	46
6.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 4G ΜΕ ΤΑ 3G	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	49
7.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΡΓΑΣΙΑΣ	50
7.2.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ	53
7.3.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΔΙΑΣΚΕΨΗΣ.....	57
7.4.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	57
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	61

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2-1: MC-CDMA	24
Σχήμα 3-1: 4G.....	27
Σχήμα 3-2	28
Σχήμα 4-1:Αρχιτεκτονική δικτύου.....	34
Σχήμα 4-2: Τοπογραφία δικτύου LTE	35
Σχήμα 4-3:Η Εξέλιξη των κυψελωτών συστημάτων	37

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4-1: Βασικές απαιτήσεις του LTE	38
Πίνακας 5-1:WIMAX για τη παραγωγή προϊόντος	44
Πίνακας 5-2: WIMAX.....	44
Πίνακας 5-3: Τέσσερις τύποι υπηρεσιών στη τεχνολογία Wimax	45
Πίνακας 5-4: Εφαρμογές WiMAX.....	46

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι να συγκρίνει τις τεχνολογίες 3G και 4G, να αναλύσει την LTE και τη WIMAX. Η μεθοδολογία της εργασίας στηρίζεται στη συλλογή δευτερογενών δεδομένων, τα οποία συλλέχθηκαν μέσα από βιβλία άρθρα σε περιοδικά αλλά και μέσα από επίσημους διαδικτυακούς τόπους.

Το πρώτο κεφάλαιο επιχειρεί μια σύντομη εισαγωγή στα δίκτυα, κάνοντας μια ιστορική προσέγγιση, παρουσιάζοντας τα είδη και τις εφαρμογές τους, αλλά και την κατάσταση των δικτύων στην Ελλάδα.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στα ασύρματα δίκτυα 3G και συγκεκριμένα κάνει μια ιστορική αναδρομή στα συγκεκριμένα δίκτυα, αποσαφηνίζει την έννοια και τη χρήση τους και τέλος παραθέτει τις εφαρμογές τους.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στα ασύρματα δίκτυα 4G, αποσαφηνίζοντας την έννοια και τη χρήση τους, παρουσιάζοντας τη δομή και τον τρόπο λειτουργίας τους και τέλος τις σύγχρονες εφαρμογές τους.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στα δίκτυα LTE και στις απαιτήσεις τους και το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται στο WIMAX και τις εφαρμογές του. Το έκτο και τελευταίο κεφάλαιο συγκρίνει τα παραπάνω δίκτυα και παραθέτει τα πλεονεκτήματά τους.

Στο τέλος της εργασίας συνοψίζονται τα τελικά μας συμπεράσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΓΕΝΙΚΑ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Αρχικά η έννοια του δικτύου στις τηλεπικοινωνίες ήταν συνυφασμένη με τα δίκτυα της τηλεφωνίας. Με το πέρασμα των χρόνων, η εμφάνιση των υπολογιστών και η διασύνδεση τους άρχισαν να αναπτύσσονται και σε δίκτυα για τη μετάδοση δεδομένων.

Δίκτυο είναι ένα σύνολο υπολογιστών και συσκευών που διαθέτουν κατάλληλο υλικό εξοπλισμό και λογισμικό, ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους με στόχο το διαμοιρασμό των κοινών πόρων (π.χ. των εκτυπωτών, των δίσκων, των σαρωτών κ.λπ.), την κοινή εκμετάλλευση πληροφοριών μεταξύ των χρηστών. Η δικτύωση των υπολογιστών προσφέρει την δυνατότητα ανάμειξης της πληροφορίας, των επικοινωνιών και της διασκέδασης.

1.2 ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι χρήστες των προσωπικών Η/Υ μπορούν να αντλούν στοιχεία από άλλους υπολογιστές, να εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες τους, να επικοινωνούν με άλλους χρήστες ανά πάσα στιγμή, οι οποίοι μπορεί να βρίσκονται και στο ίδιο κτίριο, στον ίδιο όροφο, στην ίδια πόλη, σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη και όλα αυτά με τη σημαντική βοήθεια των δικτύων.

Κύριες ιδιότητες ενός δικτύου είναι να επιτρέπει σε πολλούς χρήστες να μοιράζονται ή να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να καρπώνονται την επεξεργαστική ικανότητα άλλων Η/Υ, να έχουν πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων και άλλα.

Όμως, ακριβώς αυτή η προσφερόμενη δυνατότητα όπου ο καθένας με μια φθηνή τερματική συσκευή (π.χ. PC) μπορεί να επικοινωνεί με άλλους υπολογιστές δημιουργεί και τα μεγάλα προβλήματα. Θέλει μεγάλη προσοχή, σαφείς κανόνες, μεγάλη αυστηρότητα και συνεπώς μεγάλη πολυπλοκότητα για να

εξασφαλισθεί η με σαφείς όρους συμμετοχή του καθενός σε ένα τέτοιο δίκτυο.

Έστω ότι σε κάθε υποκατάστημα υπάρχει υπολογιστής για την τήρηση των στοιχείων της αποθήκης, για την παρακολούθηση των λογαριασμών των πελατών, για την εξαγωγή της μισθοδοσίας του προσωπικού και άλλα. Αν οι υπολογιστές της εταιρείας δουλεύουν μεμονωμένα (δεν είναι συνδεδεμένοι σε δίκτυο), τότε τα κεντρικά γραφεία δεν λαμβάνουν έγκαιρα την πραγματική εικόνα της αποθήκης και των οικονομικών των πελατών του υποκαταστήματος, κάτι το οποίο μπορεί να δημιουργήσει σημαντικά και με οικονομικό αντίκτυπο προβλήματα.

Για παράδειγμα, δεν είναι δυνατή η άμεση γνώση των ελλείψεων που μπορεί να παρουσιάζονται στις κατά τόπους αποθήκες, ώστε να μπορέσει να γίνει η άμεση και μαζική παραγγελία στους προμηθευτές. Έχοντας γνώση οι ανάλογοι αρμόδιοι κάνοντας την μαζική παραγγελία θα έχει σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος. Άρα, από την δικτύωση η εταιρεία θα κέρδιζε άμεση ενημέρωση για κεντρική λήψη αποφάσεων, χαμηλότερο κόστος προμηθειών και λειτουργίας και σωστή κατανομή του ανθρώπινου δυναμικού.

Στην περίπτωση όμως που οι υπολογιστές της εταιρίας είναι συνδεδεμένοι σε ένα δίκτυο είναι δυνατό να χρησιμοποιούν όλοι το ίδιο πρόγραμμα (με μικρή σχετικά επιβάρυνση για δικτυακή χρήση) τους ίδιους εκτυπωτές και τον ίδιο δικτυακό εξοπλισμό για τη σύνδεση τους στο Internet και τα άλλα δίκτυα. Άρα, από τη δικτύωση η επιχείρηση θα πετύχαινε καλύτερη αξιοποίηση και εκμετάλλευση των πόρων από την κοινή χρήση εξοπλισμού και προγραμμάτων.

Εκτός όμως από τα οικονομικά οφέλη και την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση προσωπικού και πόρων, η οργάνωση των υπολογιστών σε δίκτυο αυξάνει την αξιοπιστία του όλου συστήματος.

Στα πρώτα μοντέλα υπολογιστικών συστημάτων, που

χρησιμοποιήθηκαν από επιχειρήσεις ο καθένας από τους υπολογιστές αυτούς μπορούσε να αξιοποιείται ξεχωριστά από τους υπόλοιπους, όπως αναφέραμε. Με την πάροδο των χρόνων και την αλματώδη ανάπτυξη τόσο της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, οι επιχειρήσεις και οι άλλοτε μικρομεσαίες εταιρίες άρχισαν να αποκτούν άμεση πρόσβαση στη πληροφορία.

Η διοίκηση των επιχειρήσεων αυτών ήταν εκείνη που αποφάσισε την διασύνδεση όλων των υπολογιστών με στόχο να καταστούν ελεύθερα όλα τα προγράμματα, ο εξοπλισμός και προπάντων τα δεδομένα σε οποιοδήποτε στο δίκτυο ανεξαρτήτου φυσικής θέσεως του πόρου και του χρήστη, αλλά και για την απόκτηση δυνατότητας εξαγωγής και συσχέτισης πληροφοριών που αφορούν ολόκληρη την επιχείρηση.

Ένα σημαντικό στοιχείο για τη λειτουργία μιας επιχείρησης που ανακύπτει από την χρήση των δικτύων υπολογιστών, είναι και η υψηλή αξιοπιστία που παρέχει ένα δίκτυο όσων αφορά την ασφάλεια διατήρησης των δεδομένων. Αυτό πραγματοποιείται μέσα από εναλλακτικές πηγές τροφοδοσίας και έχει σαν αποτέλεσμα ακόμη και στην περίπτωση που κάποια μονάδα επεξεργασίας βγει εκτός λειτουργίας, οι άλλες να είναι σε θέση να αναλάβουν την αντικατάστασή της και την άμεση τέλεση της εργασίας της.

Πρέπει να τονιστεί ότι πολύ σημαντικός παράγοντας είναι αυτός της εξοικονόμησης χρημάτων τόσο για τις ιδιωτικές επιχειρήσεις όσο και για έναν οργανισμό ή μια δημόσια υπηρεσία μεγάλο αριθμό υπολογιστικών μονάδων.

Είναι αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι οι μικροί υπολογιστές, δηλαδή οι υπολογιστές γραφείου, οι οποίοι έχουν χαμηλό κόστος και σχετικά καλή επίδοση. Σε αντίθεση όμως οι μεγάλοι υπολογιστές είναι κατά πολύ ταχύτεροι από τους προσωπικούς υπολογιστές αλλά το κόστος τους είναι πολύ μεγαλύτερο.

Οι ανάγκες που επέβαλαν τη χρησιμοποίηση τοπικών δικτύων

ήταν από την ανάγκη να διαμοιραστεί η χρήση εξοπλισμού (π.χ. ειδικοί υπολογιστές). Επίσης από την ανάγκη για προσπέλαση από απόσταση σε υπολογιστικά συστήματα (π.χ. βάσεις δεδομένων, κοινές βιβλιοθήκες προγραμμάτων), από την ανάγκη για αυτοματισμό και συγχρονισμό ορισμένων μηχανημάτων παραγωγής που πρέπει να ανταλλάξουν πληροφορίες σε στιγμιαίο χρόνο (real-time) και τέλος για την ανάγκη για αυτόματο έλεγχο ενός εργαστηρίου, ενός τμήματος παραγωγής εργοστασίου κ.τ.λ.

Τα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως μέσα στις επιχειρήσεις σαν ένα κατ' εξοχήν μέσον επικοινωνίας μεταξύ διαφόρων εφαρμογών, υπηρεσιών ή ατόμων. Στην αρχή δεν επεκτεινόταν πέρα από το χώρο ενός γραφείου αλλά σιγά, σιγά εξαπλώθηκαν σε όλα τα επίπεδα του βιομηχανικού τομέα και σήμερα υπάρχουν τοπικά δίκτυα που καλύπτουν αποστάσεις μέχρι 200χλμ (περίπτωση δικτύων FDDI) τα οποία τα κατατάσσουμε σε τρεις κατηγορίες:

- Τα τηλεφωνικά τοπικά δίκτυα που εξυπηρετούνται με τους PABX (Private automatic branch exchange)
- Τα τοπικά δίκτυα base band
- Τα τοπικά δίκτυα ευρείας μετάδοσης (broadband)

Όπως καταλαβαίνουμε υπάρχει μια ανισσοροπία και γι' αυτό το λόγο αναγκάστηκαν οι σχεδιαστές συστημάτων να δημιουργήσουν συστήματα τα οποία θα αποτελούνται από προσωπικούς υπολογιστές, έναν ανά χρήστη, με τα δεδομένα να κρατούνται σε έναν ή περισσότερους εξυπηρετητές.

Αυτό που αναφέραμε είναι η αρχιτεκτονική πελάτη /εξυπηρετητή, δηλαδή γίνεται ανταλλαγή μηνυμάτων αίτησης από τον πελάτη στον εξυπηρετητή, οι οποίοι παρέχουν κεντρικές υπηρεσίες προς τους πελάτες (clients).

Ο εξυπηρετητής διεκπεραιώνει την εργασία και στέλνει πίσω

την απάντηση. Οι εξυπηρετητές που χρησιμοποιούνται στα τοπικά δίκτυα πελάτη/εξυπηρετητή μπορεί να είναι¹:

- Εξυπηρετητής αρχείων (file server). Κύρια λειτουργία του είναι η κεντρική αποθήκευση και διαχείριση των αρχείων, τα οποία μοιράζονται από κοινού οι σταθμοί πελάτες.
- Εξυπηρετητής εκτυπώσεων (print server). Κύρια λειτουργία του είναι η διαχείριση των εκτυπωτών και των εκτυπώσεων που ζητούνται από τους υπολογιστές του δικτύου.
- Εξυπηρετητής της βάσης δεδομένων (database server). Κύρια λειτουργία του είναι η εκτέλεση εφαρμογών διαχείρισης βάσεων δεδομένων και η διαχείριση των αρχείων των βάσεων δεδομένων.
- Εξυπηρετητής επικοινωνιών (communication server). Κύρια λειτουργία του είναι η διαχείριση των επικοινωνιών. Διακρίνονται σε:
 - Εξυπηρετητές ταχυδρομείου (mail servers), που αναλαμβάνουν την υπηρεσία του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μεταξύ των χρηστών.
 - Εξυπηρετητές modem (modem servers), που αναλαμβάνουν το διαμοιρασμό των modem μεταξύ των χρηστών.
 - Εξυπηρετητές fax (fax servers), που αναλαμβάνουν τη λήψη και την αποστολή fax και τη διανομή τους στους παραλήπτες.
 - Πύλες (gateway servers), που αναλαμβάνουν την επικοινωνία των χρηστών με μεγάλους κεντρικούς υπολογιστές (mainframes), μίνι υπολογιστές, αλλά τοπικά

¹ Ρόκκος Κ., (2008), Ολοκληρωμένη ανάπτυξη σε ορεινές περιοχές, Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας

δίκτυα και το Internet.

Στα μικρά δίκτυα ένας υπολογιστής μπορεί να παίζει το ρόλο περισσότερων του ενός εξυπηρετητή. Δηλαδή ένας υπολογιστής μπορεί να είναι και εξυπηρετητής αρχείων και εξυπηρετητής εκτυπώσεων. Οι υπολογιστές που παίζουν το ρόλο του πελάτη είναι γνωστοί και ως σταθμοί εργασίας.

Ομότιμοι σταθμοί (peer- to -peer): σε ένα δίκτυο ομότιμων σταθμών δεν υπάρχουν κεντρικοί εξυπηρετητές. Κάθε σταθμός εργασίας παρέχει υπηρεσίες τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιούν οι άλλοι σταθμοί του δικτύου. Οι διάφορες υπηρεσίες που παρέχουν οι εξυπηρετητές σε ένα δίκτυο πελάτη – εξυπηρετητή, παρέχονται από κάθε υπολογιστή του δικτύου, αρκεί φυσικά να διαθέτει τους αντίστοιχους πόρους.

Για παράδειγμα, αν κάποιος χρήστης, θέλει να εκτυπώσει σε ένα δίκτυο ομότιμων σταθμών, μπορεί να δρομολογήσει την εκτύπωση του σε οποιοδήποτε υπολογιστή του δικτύου που έχει εκτυπωτή².

Με μια απλή πρόσθεση περισσότερων επεξεργασιών πάνω στη δικτύωση έχουμε αυτόματα βαθμιαία αύξηση της επίδοσης του συστήματος. Ένα μειονέκτημα που υπάρχει όμως στους μεγάλους υπολογιστές είναι ότι σε περίπτωση που το σύστημα έχει εξαντλήσει τις “δυνάμεις” του, αναγκαστικά θα πρέπει να γίνει αντικατάσταση με αποτέλεσμα την ενόχληση των χρηστών και το σημαντικότερο το μεγάλο κόστος που θα επιβαρύνει την επιχείρηση.

Τέλος, ένα ακόμη πλεονέκτημα που έχει μια επιχείρηση είτε αυτή είναι ιδιωτική ή δημόσια ή και οργανισμός, από την εγκατάσταση επιχειρησιακών δικτύων είναι ότι οι εργαζόμενοι βρίσκονται στην πλεονεκτική θέση στο να επικοινωνούν μεταξύ τους άμεσα και ταχύτατα ενώ βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις να

² Ρόκκος Κ., (2008), Ολοκληρωμένη ανάπτυξη σε ορεινές περιοχές, Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας

εκτελούν και να φέρνουν εις πέρας εργασίες που απαιτούν ομαδική συμβολή για την επίτευξη των στόχων της επιχείρησης³.

1.3 Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Με τη πάροδο των χρόνων τα δίκτυα υπολογιστών έγιναν δημοφιλή μόνο όταν τα δίκτυα προσωπικών υπολογιστών άρχισαν να προσφέρουν μεγαλύτερο πλεονέκτημα προς επίδοση, σε σχέση με τους μεγάλους υπολογιστές. Ωστόσο είναι ένα ευέλικτο εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγάλο εύρος εφαρμογών.

Οι πιο πολλοί πλέον ολοκληρώνουν τραπεζικές συναλλαγές, αγορές μέσω ηλεκτρονικού εμπορίου, οι λίστες των προϊόντων και των υπηρεσιών που προσφέρει το διαδίκτυο ανά κοντινά διαστήματα, ίσως καθημερινά ενημερώνονται και προκαλούν το ενδιαφέρον των χρηστών⁴.

Σταδιακά, η πρόσβαση στην πληροφόρηση και την ενημέρωση έγινε πολύ πιο εύκολη, δεν χρειάζεται πλέον να ανατρέξει κανείς σε ένα βιβλιοπωλείο ή μια βιβλιοθήκη για να βρει κάποιο βιβλίο ή κάποια πληροφορία ή ακόμα και να διαβάσει τα νέα της ημέρας, το μόνο που χρειάζεται να κάνει είναι να δώσει σε μια μηχανή αναζήτησης ένα τίτλο ή μια λέξη και αυτόματα έχει μπροστά του ο χρήστης αμέτρητες πληροφορίες για να διαλέξει.

Στην δεύτερη κατηγορία αναφέραμε τις υπηρεσίες διασκέδασης με αλληλεπίδραση. Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να εκτελέσει άπειρες εφαρμογές μέσα από τον υπολογιστή του. Το πιο απλό παράδειγμα είναι να ακούσει κάποιο τραγούδι ή και να το εγκαταστήσει, να δει κάποια ταινία που επιθυμεί ή να παίξει κάποιο παιχνίδι, όλα αυτά βέβαια μπορούν να βρεθούν στο προσωπικό

³ Stefania S.I., and Toufik-Matthew B., (2011), LTE The UMTS Long Term Evolution, from theory to practice, LTE

⁴ Santhi, K. R., Srivastava, V.K., SenthilKumaran, G., and Butare, A., (2011) "Goals of true broad band's wireless next wave (4G-5G)," Vehicular Technology

υπολογιστή οποιουδήποτε χρήστη δωρεάν ή καταβάλλοντας κάποιο χαμηλό χρηματικό ποσό. Ωστόσο, στην περίπτωση των απλών παιχνιδιών ή παιχνιδιών με διάφορες απαιτήσεις (π.χ. γραφικά, ήχος), τότε η εγκατάσταση δικτύου υπολογιστών απογειώνει την ευχαρίστηση των φανατικών του είδους. Είναι σημαντικό να προσθέσουμε ότι πρόκειται ίσως για την πιο ταχέως αναπτυσσόμενη βιομηχανία⁵.

Τελευταία κατηγορία είναι η επικοινωνία πρόσωπο με πρόσωπο και μάλιστα η πιο ευρέως διαδεδομένη για τη χρήση των δικτύων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας αποτελεί το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο το οποίο είναι ισοδύναμο της υπηρεσίας του παραδοσιακού ταχυδρομείου. Χρησιμοποιείται από εκατομμύρια ανθρώπους και επιτρέπει εκτός από τη μεταφορά κειμένων αλλά τώρα πια και τη μεταφορά ήχου και εικόνας.

Έτσι, μπορούν οι χρήστες να πραγματοποιήσουν τηλεδιασκέψεις και να επικοινωνούν άμεσα ακόμα και από μακριά.

Επίσης, μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μπορούν να πραγματοποιηθούν εφαρμογές κοινωνικού χαρακτήρα όπως οι ιατρικές διαγνώσεις από ειδικούς σε απομακρυσμένες περιοχές⁶.

Το καλό και ταυτόχρονα κακό χαρακτηριστικό του e-mail είναι η δυνατότητα του να αποστέλλει μηνύματα προς μεγάλες ομάδες αποδεκτών με την ίδια ευκολία που αποστέλλει προς ένα και μοναδικό δέκτη, με αποτέλεσμα μερικές φορές τον αθέλητο βομβαρδισμό ενός χρήστη με ηλεκτρονική αλληλογραφία.

Τέλος, θα αναφέρουμε τα forum, τα οποία είναι “δωμάτια”

⁵ David T. Wong, Peng-Yong Kong, (2009), Wireless Broadband Networks, John Wiley and Sons Ltd.

⁶ Behrouz A., (2003), Data Communications and Networking, McGraw-Hill Education – Europe.

συζητήσεων στα οποία μπορεί ο οποιοσδήποτε να συμμετάσχει ανταλλάσσοντας απόψεις πάνω σε θέματα που τον αφορούν. Πρέπει να σημειωθεί ότι η θεματολογία των χωρών αυτών είναι πολύ μεγάλη και συνεχώς περιλαμβάνει καινούρια θέματα.

Η έννοια δίκτυα, αφορά μια γενικευμένη έννοια, που πολλές φορές δημιουργούνται ακόμα και παρεξηγήσεις για την ερμηνεία της.

Στην περιοχή της τηλεπληροφορικής αναφέρονται τα δημόσια δίκτυα δεδομένων (π.χ. Hellas Pac, Hellas COM), το παγκόσμιο Διαδίκτυο (Internet), τα ιδιωτικά δίκτυα (όπως τα τραπεζικά), το ISDN και άλλα.

Δίκτυο τηλεπληροφορικής είναι ένα σύστημα επικοινωνιών, το οποίο αποτελείται από συσκευές τηλεπικοινωνιών, κόμβους, καθώς και φυσικά μέσα διέλευσης των πληροφοριών⁷.

Επίσης γενικότερα η έννοια περιλαμβάνει και τις τερματικές συσκευές, όπως είναι οι Η/Υ και τα τερματικά κάθε είδους και δομή η οποία επιτυγχάνεται η όποια επιθυμητή μεταξύ τους επικοινωνία. Στα δίκτυα τηλεπληροφορικής συναντάμε αυστηρούς κανόνες που διέπουν το τηλεπικοινωνιακά δίκτυα καθώς επίσης και κανόνες συνομιλίας μεταξύ των υπολογιστών

Πολλές φορές στην προσπάθεια των εταιριών υπολογιστών να καλύψουν τα θέματα των τηλεπικοινωνιών, σημειώνεται το φαινόμενο τα σύνορα μεταξύ της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών να γίνονται δυσδιάκριτα. Άλλωστε ένα μεγάλο μέρος του λογισμικού των επικοινωνιών αλλά και των πρωτοκόλλων φιλοξενείται στους υπολογιστές είτε ενσωματωμένο στο λειτουργικό σύστημα, είτε σαν ανεξάρτητα προγράμματα. Γι' αυτό θα δούμε πολλές φορές να μην είναι εύκολος και σαφής ο προσδιορισμός δικτύων.

⁷ Anritsu, G., (2010), *Future technologies and testing for Fixed Mobile Convergence, SAE and LTE in cellular mobile communications*, White paper

Η διάδοση των δικτύων κάνει πιο επιτακτική την ανάγκη για ταξινόμηση τους με βάση τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά. Κάθε δίκτυο δεδομένων σχεδιάζεται έτσι ώστε να εξυπηρετεί τις εκάστοτε λειτουργικές απαιτήσεις των εφαρμογών.

Γι' αυτό σε κάθε δίκτυο υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι προσπέλασης της πληροφορίας, διαφορετικά πρωτόκολλα, διασυνδέσεις, με λίγα λόγια δηλαδή διαφορετικοί όροι παιχνιδιού⁸.

Αυτό το φαινόμενο με το πέρασμα των χρόνων μειώνεται, καθώς γίνονται συνεχείς προσπάθειες για τυποποίηση όλων των στοιχείων που απαρτίζουν ένα δίκτυο δεδομένων. Τα δίκτυα διαιρούνται σε κατηγορίες που προσδιορίζονται ανάλογα με την οπτική γωνία από την οποία τα βλέπουμε και όπως φαίνεται υπάρχουν πολλές τέτοιες γωνίες.

Γενικά δεν υπάρχει μια αποδεκτή ταξινόμηση στην οποία να ταιριάζουν όλα τα δίκτυα, αλλά δυο χαρακτηριστικά των δικτύων που ξεχωρίζουν είναι η τεχνολογία μετάδοσης (δίκτυα μεταγωγής) και η κλίμακα. Τα δίκτυα μεταγωγής αποτελούνται από κόμβους συνδεδεμένους μεταξύ τους, οι οποίοι αναλαμβάνουν τη δρομολόγηση της εκπεμπόμενης από τον εκάστοτε αποστολέα πληροφορίας και προσφέρονται από τους οργανισμούς τηλεπικοινωνιών. Data που εισέρχονται στο δίκτυο από κάποιο τερματικό σταθμό, δρομολογούνται από κόμβο σε κόμβο μέχρι τον προκαθορισμένο δέκτη.

Μερικοί κόμβοι δεν έχουν συνδεδεμένους τερματικούς σταθμούς, απλά παίζουν το ρόλο του διεκπαιρωτή της πληροφορίας. Για λόγους αύξησης της αξιοπιστίας οι συνδέσεις των κόμβων γίνονται με τέτοιο τρόπο προκειμένου να υπάρχει εναλλακτική οδός μεταξύ των τερματικών σημείων. Οι μέθοδοι αποκατάστασης σύνδεσης δυο τερματικών σταθμών στα δίκτυα

⁸ Evans B.G., and Baughan, K., (2009) "Visions of 4G," *Electronics & Communication Engineering Journal*, Vol. 12, No. 6, pp. 293–303, Dec

μεταγωγής, διαχωρίζονται σε αυτή της μεταγωγής κυκλώματος, μηνυμάτων και πακέτων

1.4 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύμφωνα με τον Μπούρα Ι.Χ το 2009, η Ευρυζωνικότητα ορίζεται ως εξής: «Η ευρυζωνικότητα αποτελεί με την ευρεία έννοια, το προηγμένο, εφικτό και καινοτόμο από πολιτική, κοινωνική, οικονομική και τεχνολογική άποψη περιβάλλον»⁹.

Σύμφωνα με τον Χιώτη Τ. το 2008, η Ευρυζωνικότητα ορίζεται ως: «Ένα προηγμένο και καινοτόμο περιβάλλον, από κοινωνική και τεχνολογική άποψη, το οποίο αποτελείται από γρήγορες συνδέσεις με το Διαδίκτυο και κατάλληλες δικτυακές υποδομές για την ανάπτυξη νέων ευρυζωνικών εφαρμογών και υπηρεσιών»¹⁰. Σύμφωνα με την Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων η Ευρυζωνικότητα ορίζεται ως: «Το προηγμένο, εφικτό και καινοτόμο από πολιτική, κοινωνική, οικονομική και τεχνολογική άποψη περιβάλλον»¹¹. Συγκεκριμένα αποτελείται από τα ακόλουθα¹²:

1. Την παροχή γρήγορων συνδέσεων στο διαδίκτυο σε μεγάλο πληθυσμιακό εύρος, με ανταγωνιστικές τιμές, χωρίς περιορισμούς στα συστήματα μετάδοσης και τον τερματικό εξοπλισμό των επικοινωνούντων άκρων –
2. Την κατάλληλη δικτυακή υποδομή που: α) επιτρέπει την κατανεμημένη ανάπτυξη δικτυακών εφαρμογών και πληροφοριακών υπηρεσιών, β) δίνει τη δυνατότητα συνεχής σύνδεσης των χρηστών σε αυτές γ) ικανοποιεί τις εκάστοτε

⁹ Μπούρας Ι.,(2009), Τα Ευρυζωνικά Δίκτυα στην Ελλάδα, Λευκή Βίβλος.

¹⁰ Χιώτη Τ.,(2008), Κείμενο Στρατηγικής για την Ευρυζωνική Πρόσβαση, Λευκή Βίβλος.

¹¹ Επιτροπή των ευρωπαϊκών κοινοτήτων. ανακοίνωση της επιτροπής προς το συμβούλιο, το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, την ευρωπαϊκή οικονομική και κοινωνική επιτροπή και την επιτροπή των περιφερειών. Κανονιστικές ρυθμίσεις και αγορές ηλεκτρονικών επικοινωνιών στην Ευρώπη κατά το 2004. [SEC(2004)1535]

¹² Επιτροπή των ευρωπαϊκών κοινοτήτων. ανακοίνωση της επιτροπής προς το συμβούλιο, το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, την ευρωπαϊκή οικονομική και κοινωνική επιτροπή και την επιτροπή των περιφερειών. Κανονιστικές ρυθμίσεις και αγορές ηλεκτρονικών επικοινωνιών στην Ευρώπη κατά το 2004. [SEC(2004)1535]

ανάγκες των εφαρμογών σε εύρος ζώνης, αναδραστικότητα και διαθεσιμότητα, και δ) είναι ικανή να αναβαθμίζεται συνεχώς με μικρό επιπλέον κόστος ώστε να συνεχίζει να ικανοποιεί τις ανάγκες των πολιτών.

3. Τη δυνατότητα του πολίτη να επιλέγει α) ανάμεσα σε εναλλακτικές προσφορές σύνδεσης, β) μεταξύ διαφόρων δικτυακών εφαρμογών και γ) μεταξύ διαφόρων υπηρεσιών πληροφόρησης και ψυχαγωγίας και με συμμετοχή του ίδιου του πολίτη στην παροχή περιεχομένου, εφαρμογών και υπηρεσιών
4. Το κατάλληλο ρυθμιστικό πλαίσιο αποτελούμενο από πολιτικές, μέτρα, πρωτοβουλίες, άμεσες και έμμεσες παρεμβάσεις, αναγκαίες για την ενδυνάμωση της καινοτομίας, την προστασία του ανταγωνισμού και την εγγύηση σοβαρής ισορροπημένης οικονομικής ανάπτυξης ικανής να προέλθει από τη γενικευμένη συμμετοχή στην Ευρυζωνικότητα και την Κοινωνία της Πληροφορίας

Η ευρυζωνικότητα εστιάζει στην παροχή γρήγορων συνδέσεων στο Διαδίκτυο στο μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, σ' ανταγωνιστικές τιμές, χωρίς εγγενείς περιορισμούς στα συστήματα μετάδοσης και τον τερματικό εξοπλισμό των επικοινωνούντων άκρων¹³. Η κατάλληλη δικτυακή υποδομή για την ανάπτυξη¹⁴:

1. Επιτρέπει την ανάπτυξη υπαρχόντων και μελλοντικών δικτυακών εφαρμογών και πληροφοριακών υπηρεσιών.
2. Δίνει τη δυνατότητα σύνδεσης των χρηστών σε αυτές.
3. Ικανοποιεί τις ανάγκες των εφαρμογών σε εύρος ζώνης, όπως την αναδραστικότητα και τη διαθεσιμότητα,

¹³ Λευκή Βίβλος - Η Ελλάδα στην Κοινωνία της Πληροφορίας: Στρατηγική και Δράσεις- Η Ελλάδα στην Κοινωνία της Πληροφορίας: Στρατηγική και Δράσεις Στρατηγική για την ευρυζωνική πρόσβαση.

¹⁴ Τρύφων Χ.,(2009), Στρατηγική των Ευρυζωνικών Δικτύων, Ανάκτησης στις 2-5-2011 από <http://www.broad-band.gr/orismos.php?language=el>

4. Είναι ικανή να αναβαθμίζεται με μικρό κόστος ώστε να εξακολουθεί να ικανοποιεί τις ανάγκες όπως αυτές αυξάνουν και μετεξελίσσονται με ρυθμό και κόστος που επιτάσσονται από την πρόοδο της πληροφορικής.

Σήμερα η ευρυζωνικότητα δίνει τη δυνατότητα στον πολίτη να επιλέγει ανάμεσα σε εναλλακτικές προσφορές σύνδεσης, μεταξύ διαφόρων δικτυακών εφαρμογών και μεταξύ διαφόρων υπηρεσιών πληροφόρησης¹⁵. Η ευρυζωνικότητα δίνει τη δυνατότητα συμμετοχής του πολίτη στην παροχή εφαρμογών και υπηρεσιών, συγχρόνως αναπτύσσει το κατάλληλο ρυθμιστικό πλαίσιο αποτελούμενο από πολιτικές, παρεμβάσεις, αναγκαίες για την ενδυνάμωση της καινοτομίας, τη προστασία του ανταγωνισμού. Συγχρόνως προάγει μια ισορροπημένη οικονομική ανάπτυξης ικανής να προέλθει από τη γενικευμένη συμμετοχή στην Ευρυζωνικότητα και την Κοινωνία της Πληροφορίας¹⁶.

Σε διεθνές επίπεδο η σημασία των ευρυζωνικών εγκαταστάσεων και υποδομών, αποτελεί απόρροια της ενεργού δράσης στο τομέα αυτό αναπτυγμένων χωρών, οι οποίες επιδιώκουν από τη μια την ενίσχυση της οικονομίας τους και από την άλλη την αντιμετώπιση του αποκλεισμού των πολιτών. Πρωταγωνιστικό ρόλο στις δράσεις αυτές, έχει πάντα το κράτος.

Σήμερα η εξέλιξη στα ευρυζωνικά δίκτυα αποτελεί απόρροια από τη μια των υποδομών, οι οποίες αναπτύσσονται από τους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς και παρόχους και από άλλη από την απήχηση που θα έχουν οι νέες υπηρεσίες και οι εφαρμογές στους πολίτες. Η αναμενόμενη ανάπτυξη συντελείτε όμως με αργούς ρυθμούς, δεδομένου ότι οι τεχνολογικές εξελίξεις επιφέρουν δομικές

¹⁵ Ομάδα Εργασίας Ευρυζωνικότητα.,(2003), Ευρυζωνική Πρόσβαση, Ανάκτηση στις 4-5-2011 από http://www.broadband.gr/content/modules/downloads/broadband_content_vfc.doc

¹⁶ Σπύρου Σ.,(2008), Ορισμός Ευρυζωνικότητας, Ανάκτηση στις 2-5-2011 από <http://el.science.wikia.com/wiki/%CE%95%CF%85%CF%81%CF%85%CE%B6%CF%89%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1>

αλλαγές σε όλους όσους εμπλέκονται στην τηλεπικοινωνιακή αγορά¹⁷.

Σήμερα η ανάπτυξη ευρυζωνικών υπηρεσιών στη δημόσια διοίκηση, στη παιδεία και την υγείας, αποδεικνύονται μείζονος σημασίας για την εξάπλωση της ευρυζωνικότητας εξαιτίας της δυνατότητας που παρέχουν σε κάποιο φορέα να είναι σε θέση να αποτελέσει κύριο μοχλό ανάπτυξης προωθώντας τη χρήση τόσο στους πολίτες όσο και στις επιχειρήσεις. Η πολιτεία ως χρήστης τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, μπορεί στην προσπάθεια κάλυψης των αναγκών της να λειτουργεί ως καταλύτης σημαντικών αλλαγών στην εξέλιξη της τηλεπικοινωνιακής αγοράς¹⁸.

Ο σημαντικός ρόλος των ευρυζωνικών δικτύων στην ανάπτυξη μιας χώρας μπορεί να επιβεβαιωθεί και από την έντονη δραστηριοποίηση πολλών κρατών, τα οποία αναπτύσσουν έργα υλοποίησης υποδομών ως βασικό στρατηγικό τους στόχο.

Η ανάπτυξη τέτοιων δικτύων έχει υιοθετηθεί από την κοινή Ευρωπαϊκή πολιτική για την υλοποίηση της Κοινωνίας της Πληροφορίας καθώς επίσης και από μεγάλους οργανισμούς όπως είναι ο μεγάλος οικονομικός αναπτυξιακός οργανισμός ΟΟΣΑ. Το σχέδιο δράσης eEurope 2005 θέτει την ευρυζωνική πρόσβαση σημαντική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης¹⁹.

Η έννοια της ευρυζωνικής πρόσβασης, έχει σαν στόχους την τόνωση της ανάπτυξης υπηρεσιών, εφαρμογών και περιεχομένου με παράλληλη επιτάχυνση της παροχής ασφαλούς ευρυζωνικής πρόσβασης στο Internet, σύγχρονες δικτυακές δημόσιες υπηρεσίες, ηλεκτρονική διακυβέρνηση, ηλεκτρονικές υπηρεσίες μάθησης, ηλεκτρονικές υπηρεσίες υγείας, δυναμικό περιβάλλον για το

¹⁷ Αγγελική Α.,(2009), Ευρυζωνικότητα, Ανάκτηση στις 2-5-2011 από http://dtps.unipi.gr/files/notes/2010-2011/eksamino_7/eyryzwnika_diktya/broadbandnetworks_1_intro.pdf

¹⁸ Behrouz A.,(2003), Data Communications and Networking, McGraw-Hill Education – Europe.

¹⁹ David T. Wong, Peng-Yong Kong.,(2009), Wireless Broadband Networks, John Wiley and Sons Ltd.

ηλεκτρονικό επιχειρείν, ασφαλή υποδομή πληροφοριών, μαζική διάθεση ευρυζωνικής πρόσβασης σε ανταγωνιστικές τιμές και συγκριτική αξιολόγηση της προόδου και διάδοση ορθών πρακτικών²⁰.

Κρατικοί φορείς διεθνώς οδηγήθηκαν στο να αναπτύξουν ένα κατάλληλο

πλαίσιο που θα αντιμετωπίζει όλες τις κοινωνικό - οικονομικές παραμέτρους τη γεωγραφική κατανομή, τις ιδιαιτερότητες περιοχών, τέλος λαμβάνει υπόψη του την τρέχουσα τεχνολογική υποδομή και εξέλιξη.

Τα δύο τελευταία χρόνια σε αρκετές χώρες δημιουργήθηκαν Ομάδες Εργασίας Ευρυζωνικών Υπηρεσιών και Υποδομών. Ο ρόλος τους είναι κατά βάση καθοδηγητικός, συντονιστικός και ευαισθητοποίησης.

Οι εισηγήσεις τους για κίνητρα, χρηματοδοτήσεις με ταυτόχρονη ενθάρρυνση της ζήτησης ευρυζωνικών υπηρεσιών από τους τελικούς χρήστες, αποσκοπούν στην προτροπή πολιτείας και αγοράς προκειμένου να επιταχυνθούν οι ενέργειες ανάπτυξης ευρυζωνικών υποδομών και υπηρεσιών. Με τις ενέργειες αυτές εκτιμάται ότι πέρα από την οικονομική αναβάθμιση της αγοράς, που επιφέρει τη χρήση ευρυζωνικών υπηρεσιών, διασφαλίζει και τη παροχή τους στις απομακρυσμένες ανεπτυγμένες περιοχές²¹.

²⁰ David T. Wong, Peng-Yong Kong.,(2009), Wireless Broadband Networks, John Wiley and Sons Ltd

²¹ Russell T.,(2001), Τηλεπικοινωνιακά πρωτόκολλα, Τζιόλα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ 3G

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η ευρυζωνικότητα στη κινητή τηλεφωνία αποτελεί σήμερα μια δεδομένη κατάσταση, αφού η παροχή διαδικτυακών υπηρεσιών μέσω της κατοχής ευρυζωνικής πρόσβασης παρέχεται σε όλους τους καταναλωτές, δίνοντας τους τη δυνατότητα να την απολαμβάνουν στη καθημερινότητά τους, είτε στο σπίτι είτε στη δουλειά.

Σήμερα κατ' εκτίμηση υπάρχουν περίπου 1.8 δισεκατομμύρια άνθρωποι οι οποίοι έχουν ευρυζωνική πρόσβαση τα δυο τρίτα από αυτούς εξυπηρετούνται μέσω των κινητών τηλεφώνων τους, η πλειοψηφία εξυπηρετείται από το σύστημα HSPA (High-Speed Packet Access Plus), το οποίο αποτελεί ένα πακέτο υψηλών ταχυτήτων και από τα δίκτυα και από τα δίκτυα LTE (Long Time Evolution), τα οποία αποτελούν δίκτυο μακροπρόθεσμης εξέλιξης^{22,23}.

Σήμερα οι άνθρωποι μπορούν να ψάξουν όπου και να βρίσκονται στο διαδίκτυο ή να στείλουν e-mail, χρησιμοποιώντας τα HSPA-σημειωματάρια μπορούν ακόμα να αντικαταστήσουν τα σταθερά modem DSL με τα modem HSPA ή USB, τέλος μπορούν κάνοντας χρήση της ίδιας τεχνολογίας να στείλουν ή να λάβουν βίντεο ή μουσικά σύνολα χρησιμοποιώντας 3G τηλέφωνα

Τα δίκτυα LTE, δίνουν καλύτερη πρόσβαση στο χρήστη

²² Στεφανίδης, Β. και Τσιλιγκίρη, Α.(2010) HSPA+: High-Speed Packet Access Plus Release 7 for Enhanced Mobile Broadband, Ανάκτηση στις 18-12-2012 από <http://www.meducator3.net/melinaplus/sites/.../HSPA%20ver%203.ppt>

²³ Farooq, K.(2011), LTE for 4G Mobile Broadband, Air interface technologies and performance, LTE

παρέχοντας του περισσότερες υπηρεσίες. Συγκεκριμένα ενισχύουν περισσότερο διάφορες εφαρμογές όπως είναι η αναλογική τηλεόραση, το βίντεο, τα προηγμένα παιχνίδια αλλά και λοιπές επαγγελματικές υπηρεσίες. Το δίκτυο LTE προσφέρει διάφορα σημαντικά οφέλη για τους καταναλωτές και τους χειριστές κυρίως σε επίπεδο απόδοσης. Μια από τις απαιτήσεις σε LTE είναι να παρασχεθούν τα μέγιστα ποσοστά συνδέσεων τουλάχιστον 100Mbit/s²⁴.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία επιτρέπει ταχύτητες της τάξεως των 200Mbit/s ενώ ήδη η εταιρία Ericsson έχει καταδείξει τα μέγιστα ποσοστά LTE περίπου 150Mbit/s. Επιπλέον, το RAN(Radio Access Network) η λεγόμενη μετ' επιστροφής χρόνος θα είναι λιγότερο από 10ms. Στην πραγματικότητα, αυτό σημαίνει ότι το LTE — περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία — ήδη καλύπτει τις βασικές 4G απαιτήσεις.

2.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ 3G ΔΙΚΤΥΩΝ

Οι 3G τηλεπικοινωνίες, αποτελεί μια παραγωγή των προτύπων για τα κινητά τηλέφωνα αλλά και τις κινητές τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες που εκπληρώνουν το διεθνές κινητό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο 2000 (imt-2000) που αναπτύσσεται από τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών²⁵.

Οι υπηρεσίες εφαρμογής περιλαμβάνουν το ασύρματο τηλέφωνο φωνής εκτενών ζωνών, την κινητή πρόσβαση Διαδικτύου, τις τηλεοπτικές κλίσεις, την κινητή τηλεόραση, οι οποίες όλες αυτές λειτουργούν σε ένα κινητό περιβάλλον. Τα ακόλουθα πρότυπα

²⁴ Stefania S.I., and Toufik-Matthew B.(2011),LTE The UMTS Long Term Evolution, from theory to practice, LTE

²⁵ Kumaravel, K.(2011), "Comparative Study of 3G and 4G in Mobile Technology", *IJCSI/ International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, No 3,pp.256-263

θεωρούνται ως χαρακτηριστικά των 3G²⁶:

- ◆ Το σύστημα UMTS, διοχετεύτηκε αρχικά στην αγορά το 2001, τυποποιημένο από 3GPP, που είχε πρώτιστα χρησιμοποιηθεί στην Ευρώπη, Ιαπωνία, Κίνα (με μια διαφορετική μορφή) αλλά και σε άλλες περιοχές οι οποίες λόγω της συγκεκριμένης εφαρμογής υπερίσχυσαν από την υποδομή συστημάτων GSM 2G άλλων χωρών. Τα κινητά τηλέφωνα είναι χαρακτηριστικά υβρίδια UMTS και GSM.
- ◆ Διάφορες ραδιοδιεπαφές προσφέρονται αν μοιραστούν στην ίδια υποδομή:
- ◆ Η πρωτότυπη και πιο διαδεδομένη ραδιο διεπαφή ονομάζεται W-CDMA.
- ◆ Η διεπαφή TD-SCDMAradio, εμπορευματοποιήθηκε το 2009 και προσφέρεται μόνο στην Κίνα.
- ◆ Η πιο πρόσφατη απελευθέρωση UMTS, HSPA+, μπορεί να παρέχει ως μέγιστα ποσοστά στοιχείων τα 56 MBIT/s και minimum τα 28 MBIT/s στις υπάρχουσες υπηρεσίες και 22 MBIT/s στη ανερχόμενη ζεύξη.

2.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ 3G ΣΧΕΣΗ ΜΕ 4G

Οι 3G τεχνικές πρόσβασης είναι ευρέως βασισμένες σε CDMA και WCDMA, αλλά οι 4G απαιτούν μια καλύτερη πολλαπλάσια τεχνική πρόσβασης για τη MAI (Multiple Access Interference) και ISI (Inter Symbol Interference) βελτιώνοντας έτσι την απόδοση.

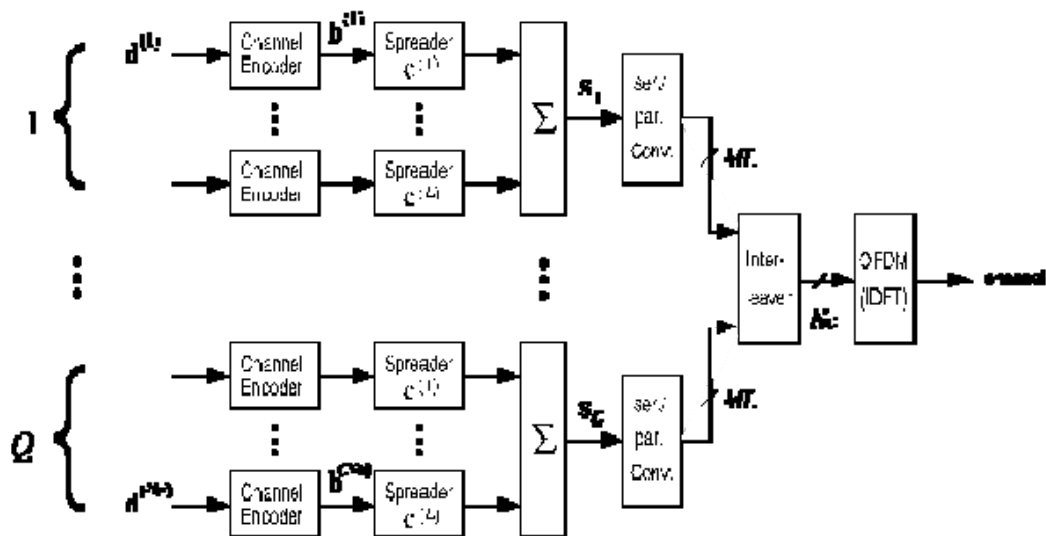
Η MC-CDMA είναι το καλύτερο μέσο αφού ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις 4G των ασύρματων συστημάτων. Επιπλέον οι προσαρμοστικές τεχνικές διαμόρφωσης έχουν προταθεί για 4G, όπου το σχέδιο διαμόρφωσης αλλάζει δυναμικά βασισμένο στις

²⁶ Evans B.G., and Baughan, K.(2009) "Visions of 4G," *Electronics & Communication Engineering Journal*, Vol. 12, No. 6, pp. 293–303, Dec

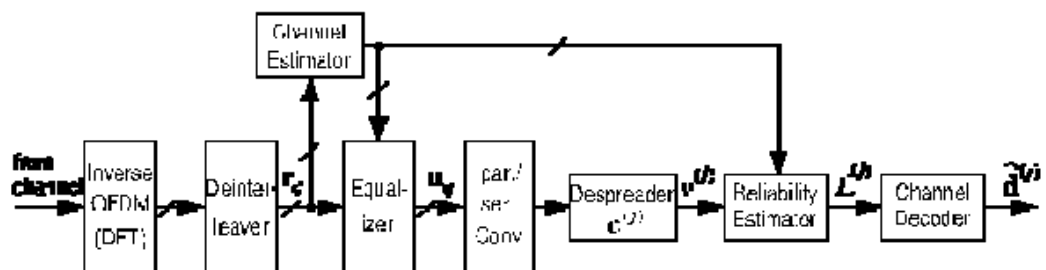
τρέχουσες εκτιμήσεις καναλιών. Η MCCDMA είναι ο υβριδικός συνδυασμός του OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) και του CDMA (Code division multiple access)²⁷.

Το MC-CDMA (Multi-Carrier- Code division multiple access) με βάση τις αρχές που το διέπουν ικανοποιεί τις απαιτήσεις 4G σχετικά με το υψηλό ποσοστό στοιχείων με ένα χαμηλότερο ποσοστό λαθών.

a) MC-CDMA Transmitter (Base Station)



b) MC-CDMA Receiver (Mobile Station)



Σχήμα 2-1: MC-CDMA

Πηγή: <http://www.google.gr/search?q=MC-CDMA&hl=el&tbo=u&noj=>

²⁷ Chatterjee S., Fernando, M W. A. C., and Vasantha, K.(2003) "Adaptive modulation based MC-CDMA systems for 4G wireless consumer applications," *Consumer Electronics, IEEE Transactions on* , Volume: 49 , Issue:4, Nov.2003, pp:995 – 1003

1&tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=cNjSUJKYE4Lf4QT_tIDoAg&ved=0CEMQsAQ&biw=1280&bih=823

Το OFDM έχει την ικανότητα να ακυρώσει τις πολλαπλές διαδρομές διαστρέβλωσης κατά τρόπο ιδιαίτερα αποδοτικό. Η γρήγορη παραλλαγή στα χαρακτηριστικά καναλιών προκαλείται από τις πολλαπλές διαδρομές και τα Doppler που διαδίδονται (λόγω των διαφορετικών ταχυτήτων κινητού). Μερικές φορές αυτά τα χρονικά ποικίλα κανάλια χαρακτηρίζονται από πολύ καλό SNR (αναλογία σήματος/διαταραχή), αλλά χειρότερο SNR σε άλλους χρόνους²⁸.

2.3.1. Πλεονεκτήματα 3G

Η νέα τεχνολογία G, η οποία έχει να κάνει κυρίως με κινητά 3ης γενιάς τηλεφωνικής επικοινωνίας αναβαθμίζει την αποτελεσματικότητα των δεδομένων και των στοιχείων βοηθώντας στη μεταφορά μεγάλου όγκου αρχείων μέσω του κινητού τηλεφώνου με ταχύτητα έως και 2 Megabits ανά δευτερόλεπτο. Εκτός αυτού, η εν λόγω τεχνολογία έχει συμβατικές υπηρεσίες φωνής, fax και data, αλλά και υπηρεσίες υψηλής ευκρίνειας βίντεο και των πολυμέσων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και εν κινήσει. Περιλαμβάνει υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας γραφείου, εικονικές τράπεζες video conferencing, και άμεση πρόσβαση στο Internet.

Αυτές οι τεχνολογίες της κινητής τηλεφωνίας βελτιώνουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι επικοινωνούν, αναπτύσσοντας νέες χρήσεις για τα κινητά τηλέφωνα. Σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης αυτής της τεχνολογίας, είναι η ικανότητα του τηλεφώνου να προβάλλει τηλεοπτικές εκπομπές, και να επιτρέπει βίντεο με άλλα άτομα που επίσης χρησιμοποιούν την ίδια τεχνολογία 3G.

²⁸ Kumaravel, K.(2011), "Comparative Study of 3G and 4G in Mobile Technology", *IJCSI/ International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, No 3,pp.256-263

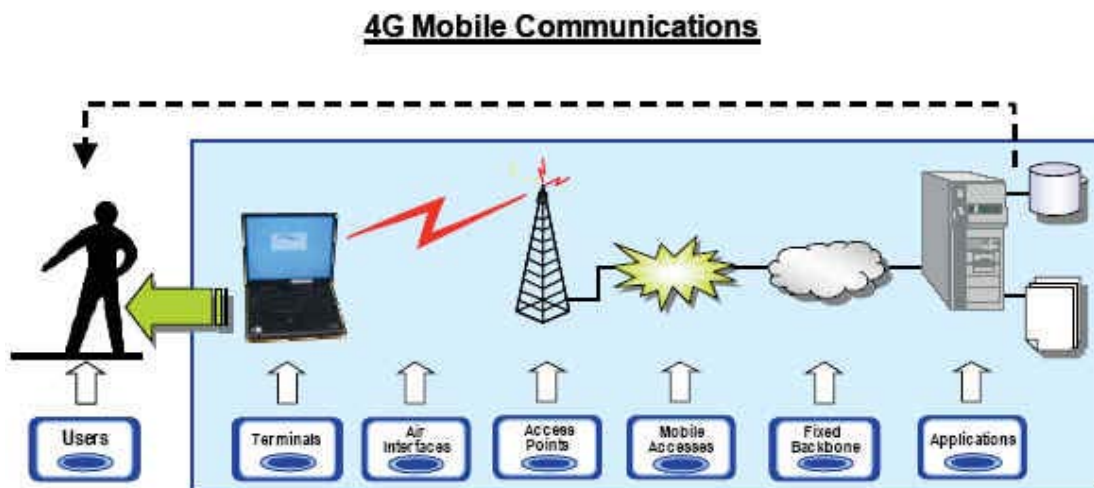
2.3.2.Μειονεκτήματα 3G

Η τεχνολογία 3 G, θεωρείται σχετικά μικρή για την τρίτη γενιά τεχνολογίας συστημάτων επικοινωνίας στα κινητά τηλέφωνα. Αν και η εν λόγω τεχνολογία προσφέρει πολλές νέες εξελίξεις παρόλα αυτά θεωρείται ως ασύμφορη λόγω του υψηλού κόστους των τηλεφώνων με τις συγκεκριμένες λειτουργίες έναντι άλλων που δεν προσφέρουν ίδια τεχνολογία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ 4G

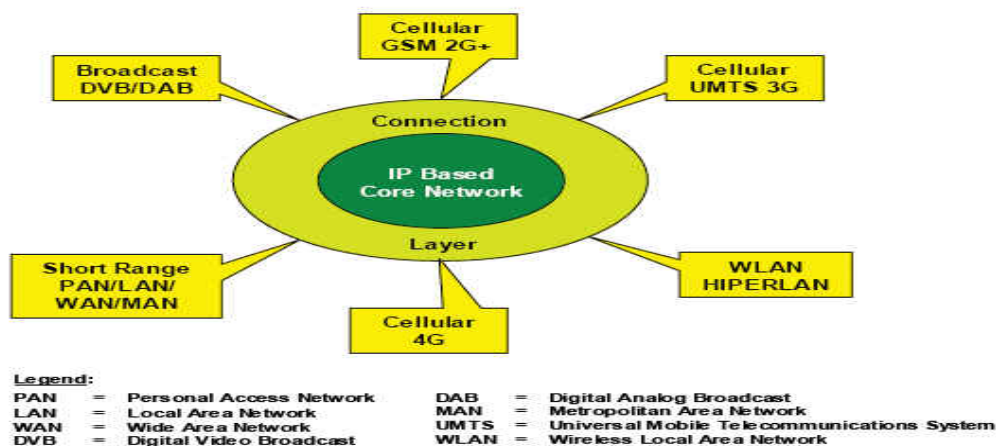
3.1 ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ 4G ΔΙΚΤΥΩΝ

Η 4G είναι μια σειρά νέων υπηρεσιών και προτύπων. Αυτές οι υπηρεσίες και πρότυπα πρέπει να εξεταστούν περαιτέρω για τη διεπαφή τους με το σχέδιο 4G των συστημάτων. Τα σχήματα 2.1 και 2.2 καταδεικνύουν τα στοιχεία κλειδιά και τη συνδετικότητα των δικτύων.



Σχήμα 3-1: 4G

Πηγή: Kumaravel, K.(2011), “Comparative Study of 3G and 4G in Mobile Technology”, *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, No 3,pp.256-263



Σχήμα 3-2

Πηγή: Kumaravel, K.(2011), “Comparative Study of 3G and 4G in Mobile Technology”, *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, No 3,pp.256-263

3.2 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

3.2.1 ΤΕΡΜΑΤΙΚΑ

Μέχρι πρόσφατα το «τερματικό» για την πρόσβαση των κινητών υπηρεσιών ήταν το κινητό τηλέφωνο. Με βάση τις προηγμένες τεχνολογίες 3G και 4G, η έννοια του «τερματικού» έχει διευρυνθεί, περιλαμβάνοντας μια ποικιλία: από το παραδοσιακό πληκτρολόγιο, την επίδειξη, και την ταμπλέτα, μέχρι τις νέες διεπαφές βασισμένες στην ομιλία, το όραμα, την αφή, τα μαλακά κουμπιά, κ.λπ.

Αυτές αποτελούν γενικής χρήσης συσκευές υπολογισμού και επικοινωνίας, και συσκευές με πιο συγκεκριμένους σκοπούς για να εξυπηρετήσουν τα ιδιαίτερα τμήματα δεικτών. Υπάρχουν επίσης αναγνωρίσιμα κινητά τηλέφωνα, αλλά πολλά από αυτά έχουν μεγαλύτερες οθόνες για να επιδείξουν τις σελίδες Διαδικτύου ή το πρόσωπο της ομιλίας. Υπάρχουν μικρότερα «έξυπνα-τηλέφωνα» με τις περιορισμένες ικανότητες ξεφυλλίσματος Ιστού και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Η προσθήκη των ικανοτήτων κινητής επικοινωνίας

στο lap-top και palmtop των υπολογιστών έχει επιταχυνθεί²⁹.

Σήμερα υπάρχουν πληροφοριοδότες, palmtop υπολογιστές, και ραδιο κάρτες modem για τους φορητούς υπολογιστές. Οι νέες καινοτομίες βασισμένες στη φωνή, επιτρέπουν στους ανθρώπους να ελέγχουν τις κινητές υπηρεσίες επικοινωνίας τους με εντολές φωνής.

3.2.2 ΔΙΚΤΥΑ

Το παγκόσμιο άνοιγμα των δικτύων 3G καθυστέρησε σε μερικές χώρες λόγω των τεράστιων δαπανών που απαιτούνταν. Σε πολλά μέρη του κόσμου τα 3G δίκτυα δεν χρησιμοποιούσαν τις ίδιες ραδιοσυχνότητες με τα 2G, απαιτώντας από τους χειριστές κινητής τηλεφωνίας να χτίσουν εξ ολοκλήρου τα νέα δίκτυα και τις νέες συχνότητες αδειών³⁰.

Διάφορες αποφάσεις κατανομής φάσματος, αποφάσεις τυποποίησης φάσματος, αποφάσεις διαθεσιμότητας φάσματος, καινοτομίες τεχνολογίας, η συστατική ανάπτυξη, οι αυξήσεις επεξεργασίας σήματος και μετατροπής και η συνεργασία διά-προμηθευτών πραγματοποιήθηκαν πριν από το όραμα της υλοποίησης των 4G τεχνολογιών.

3.3 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Το 4G παρέχει τις υπηρεσίες του στους χρήστες ανά πάσα στιγμή, ακόμα κι αν ο χρήστης είναι εκτός δικτύου. Κάποιες από τις εφαρμογές του είναι οι ακόλουθες:

1. Εικονική οδήγηση: Το 4G παρέχει στους χρήστες την εικονική οδήγηση μέσω της οποίας ένας χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση

²⁹ Kumaravel, K.(2011), "Comparative Study of 3G and 4G in Mobile Technology", *IJCSI/ International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, No 3,pp.256-263

³⁰ Santhi, K. R., Srivastava, V.K., SenthilKumaran, G., and Butare, A.(2011) "Goals of true broad band's wireless next wave (4G-5G)," *Vehicular Technology*

σε μια βάση δεδομένων των διαδρομών, των κτηρίων κ.λπ. των μεγαλουπόλεων.

2. Tele-geoprocessing εφαρμογές: Αποτελεί έναν καινοτόμο συνδυασμό του GIS (γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών) και του GPS (σύστημα παγκόσμιας πλοήγησης), στο οποίο ένας χρήστης μπορεί να βρει τη θέση με αναζήτηση.

3. Διαχείριση κρίσης: Οι φυσικές καταστροφές μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στα συστήματα επικοινωνιών. Στο σημερινό κόσμο μπορεί να πάρει μέρες ή εβδομάδες για να αποκατασταθεί το σύστημα. Το 4G έχει τη δυνατότητα να αποκαθιστά τέτοια ζητήματα κρίσης σε μερικές ώρες.

4. Εκπαίδευση: Για τους ανθρώπους που ενδιαφέρονται για την διαβίου εκπαίδευση, το 4G παρέχει μια καλή ευκαιρία. Οι άνθρωποι οπουδήποτε στον κόσμο μπορούν να συνεχίσουν την εκπαίδευσή τους μέσω διαδικτύου με έναν τρόπο οικονομικό και αποδοτικό.

3.4.Πλεονεκτήματα 4G

Το κυριότερο πλεονέκτημα των δικτύων 4G, είναι οι πολύ γρήγορες ταχύτητες που παρέχουν στο downloading (κατέβασμα από το διαδίκτυο) και uploading (ανέβασμα από το δίκτυο) δεδομένων. Η τεχνολογία 4G κυρίως θα ενισχύσει την εμπειρία χρήσης που παρέχεται μέσω της 3G. Η βελτίωση αυτή θα καταστήσει πιο ευχάριστο το video-streaming, που θα είναι απαλλαγμένο από υψηλή συμπίεση, καθώς και άλλες υπηρεσίες, λιγότερο δημοφιλείς, όπως η βιντεο-κλήση.

Επίσης, τον Δεκέμβριο του 2009, η TeliaSonera ξεκίνησε πρώτη την εμπορική διάθεση υπηρεσιών 4G στην Στοκχόλμη και στο Όσλο, αν και διέθετε μόνο USB modems και όχι συσκευές κινητής

τηλεφωνίας. Αρκετοί ακόμη πάροχοι έχουν δηλώσει την αφοσίωσή τους στην 4G τεχνολογία, μεταξύ των οποίων και οι: France Telecom, Vodafone και TIM. Η πρώτη εταιρεία που ξεκίνησε ήδη την παροχή υπηρεσιών 4G είναι η Sprint Nextel Corp έχοντας ήδη υιοθετήσει την Wi-Max τεχνολογία και τη συσκευή, EVO της HTC.³¹

3.5.Μειονεκτήματα 4G

Πρακτικά δεν προβλέπεται- άμεσα- να έχουμε όφελος από παροχές 4G, μιας και ήδη υπάρχουν όλες οι παροχές και από άλλα αντίστοιχα δίκτυα. Προκειμένου να προοδεύσουν οι υπηρεσίες 4G είναι απαραίτητη η εμπορική τους διάθεση σε περιοχές με υψηλή ζήτηση, πράγμα που σημαίνει ότι η υποδομή ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας πρέπει να ενισχυθεί σε αυτές τις περιοχές κάτι το οποίο είναι και δαπανηρό και ανέφικτο ή έστω δύσκολο σε κάποιες περιπτώσεις.

Άλλωστε, σημασία για τον τελικό χρήστη έχει η αδιάλειπτη παροχή υπηρεσιών, καθώς και η επίτευξη ταχυτήτων όσο το δυνατόν κοντινότερων προς τις μέγιστες θεωρητικές. Φυσικά, είναι αυτονόητη η διεύρυνση της κάλυψης, παράλληλα με την ενδυνάμωση των υποδομών.

Παρά τις προσδοκίες για τις υπηρεσίες που πρόκειται να προσφέρει η τεχνολογία 4 G, δεν αναμένεται να υπάρξει ευρεία διάδοση στο άμεσο μέλλον, ενώ σαν δίκτυα δεν θεωρούνται γρηγορότερα από τα δίκτυα HSPA+, όσον αφορά το κατέβασμα διαφόρων αρχείων μέσω του Ίντερνετ. Είναι μια νέα τεχνολογία που ενώ διαφημίζεται πάρα πολύ, το κοινό δεν είναι έτοιμο να την υποδεχτεί, για πρακτικούς λόγους.

³¹ Santhi, K. R., Srivastava, V.K., SenthilKumaran, G., and Butare, A.(2011) "Goals of true broad band's wireless next wave (4G-5G)," Vehicular Technology

"Χαρακτηριστική είναι άλλωστε η δήλωση του κ. *Bill Davidson*, αντιπροέδρου *marketing* και επενδυτικών σχέσεων του τομέα ασύρματης τεχνολογίας της *Qualcomm*, ο οποίος αναφέρει πως «το 4G οπωσδήποτε χρειάζεται. Αλλά κατά τη γνώμη μου έχει υπερβεί εαυτόν, από άποψης προσδοκιών για τους καταναλωτές.»³²

³² Santhi, K. R., Srivastava, V.K., SenthilKumaran, G., and Butare, A.(2011) "Goals of true broad band's wireless next wave (4G-5G)," Vehicular Technology

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^Ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ LTE

4.1 LONG TERM EVOLUTION (LTE)

Η ανάπτυξη στη κινητή τηλεφωνία σε συνδυασμό με την εμφάνιση νέων εφαρμογών όπως είναι οι MMOG (Multimedia Online Gaming), mobile TV ,Web 2.0, περιεχόμενα streaming παρακίνησαν το 3rd Generation Partnership Project να εστιάσει στο Long Term Evolution(LTE).

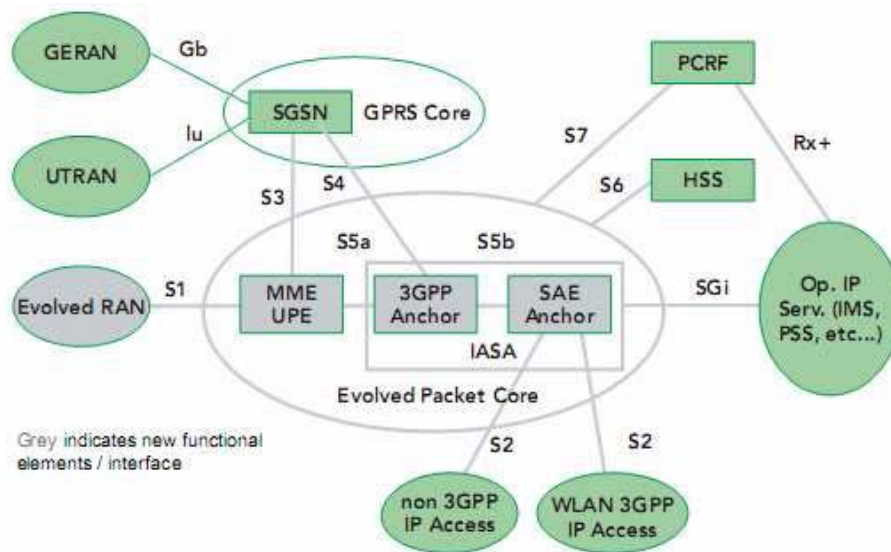
Το Long Term Evolution του UMTS αποτελεί μια σύγχρονη τεχνολογία σε σχέση με τη προώθηση κινητών συστημάτων στις τηλεπικοινωνίες. Το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε να χρησιμοποιείται το 2004 και είχε ως στόχο του να καθορίσει τη μακροπρόθεσμη εξέλιξη του Universal Mobile Telephone System του 3GPP.

Το UMTS αποτελεί επίσης ένα 3GPP πρόγραμμα που εστίασε σε διάφορες υποψήφιες τεχνολογίες πριν επιλεγεί το Wideband Code Division Multiple Access (W-CDMA) για το Radio Access Network (RAN). Σήμερα τα δεδομένα UMTS και WCDMA είναι συμβατοί παρόλο που δεν ήταν στο παρελθόν πριν την ανάπτυξη της συγκεκριμένης εφαρμογής.

Το LTE συνδέεται με την υποκειμενική τεχνολογία η οποία αναπτύσσεται ως εξέλιξη του UMTS παρόλο που το LTE και το UMTS έχουν πολύ λίγα κοινά. Το UMTS RAN έχει δύο κυρίως στοιχεία³³:

1. Το UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA) , το οποίο είναι το air interface και το οποίο εμπεριέχει τον εξοπλισμό του χρήστη (UE) ή κινητό τηλέφωνο.
2. Το UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN) το οποίο εμπεριέχει το Radio Network Controller (RNC) και τον σταθμό βάσης που είναι γνωστό ως Node B (NB).

³³ Anritsu, G.(2010), *Future technologies and testing for Fixed Mobile Convergence, SAE and LTE in cellular mobile communications*, White paper



Σχήμα 4-1: Αρχιτεκτονική δικτύου

Πηγή: Anritsu, G.(2010), *Future technologies and testing for Fixed Mobile Convergence, SAE and LTE in cellular mobile communications*, White paper

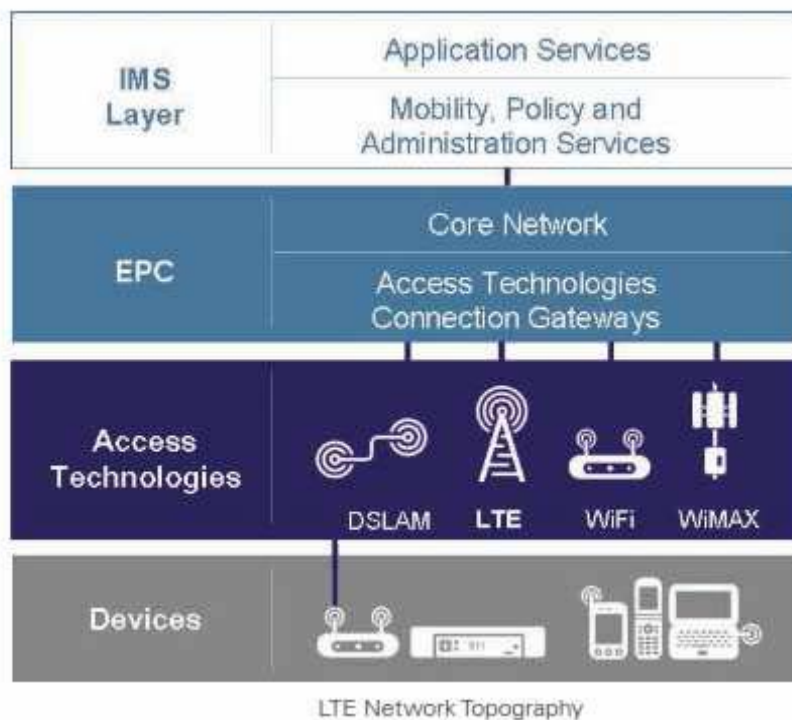
Το LTE, αποτελεί την εξέλιξη του UMTS, αποτελούμενο από το Evolved UTRA (E-UTRA) και Evolved UTRAN (E-UTRAN). Τα συγκεκριμένα εστιάζουν στη περιγραφή του RAN, ενώ αναμένονται να βελτιώσουν την απόδοση του από τη μια στη χωρητικότητα και από την άλλη στη μείωση των καθυστερήσεων σε σχέση με το χρήστη, με αποτέλεσμα να υπάρξει βελτίωση στους χρήστες με πλήρη κινητικότητα³⁴.

Το συγκεκριμένο σύστημα αποτελεί κάτι πολύ περισσότερο από ένα RAN (Radio Access Network), μια και λειτουργεί παράλληλα με ένα 3GPP πρόγραμμα το οποίο ονομάζεται System Architecture Evolution (SAE), το οποίο εστιάζει σε όλα τα νέα IP πακέτα του Core Network (CN) γνωστό ως Evolved Packet Core (EPC). Το μέσο που συνδέει το EPC και το evolved RAN (E-UTRA, E-UTRAN) είναι το

³⁴ Motorola Technical white paper, Long Term Evolution (LTE):A Technical Overview

Evolved Packet System (EPS)³⁵.

Το LTE λειτουργεί με βάση απαιτήσεις απόδοσης που στηρίζονται σε τεχνολογίες φυσικού επιπέδου όπως την ορθογώνια πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)) και τα συστήματα πολλαπλής εισόδου-πολλαπλής όπως τις έξυπνες κεραιές.



Σχήμα 4-2: Τοπογραφία δικτύου LTE

Πηγή: Motorola Technical white paper, Long Term Evolution (LTE):A Technical Overview

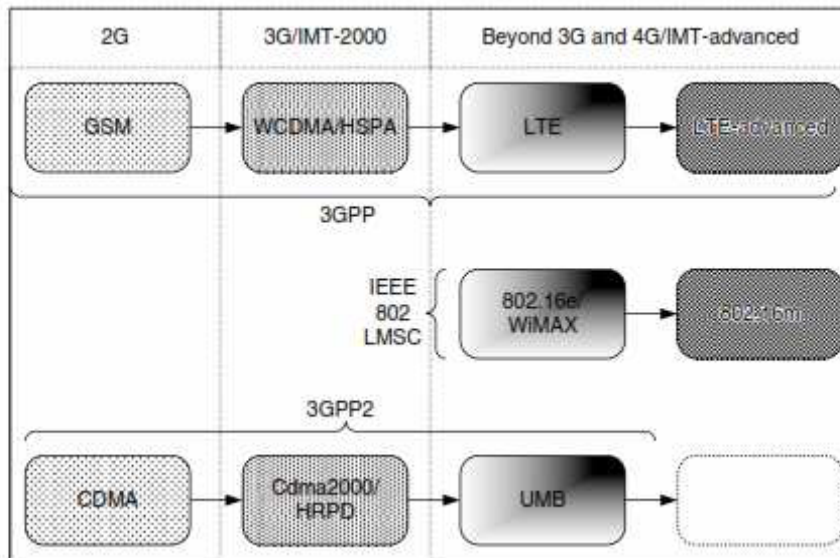
Για τη χρήση του LTE είναι απαραίτητες οι κατάλληλες τερματικές συσκευές, όπως Modem LTE, USB Stick καθώς και φορητοί ή υπερφορητοί υπολογιστές με ενσωματωμένα στοιχεία LTE, οι οποίες κατασκευάζονται ήδη από ορισμένες εταιρείες, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

³⁵ Anritsu, G.(2010), *Future technologies and testing for Fixed Mobile Convergence, SAE and LTE in cellular mobile communications*, White paper

1. Η Samsung παράγει από το Δεκέμβριο του 2009 τα πρώτα LTE USB Stick.
2. Η κινεζική κατασκευάστρια εταιρεία Huawei παρουσίασε στις αρχές του 2010 ένα μόντεμ LTE τριπλής λειτουργίας για LTE, UMTS και GSM. Θεωρείται το πρώτο μόντεμ LTE τριπλής λειτουργίας στον κόσμο και συνδέεται και αυτό μέσω διεπαφής USB στον υπολογιστή.
3. Η LG Electronics παρουσίασε το Smartphone LG GW990, το οποίο ακόμα βρίσκεται στη φάση ανάπτυξης και θα υποστηρίζει τη χρήση σε δίκτυα LTE.

4.2 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ 4G ΣΧΕΣΗ ΜΕ LTE

Οι δράσεις των ραδιοεπαφών σε σχέση με τα κινητά WiMax και UMB είναι παρόμοιες με εκείνους του LTE που δίνονται στον πίνακα 2. Και τα τρία συστήματα υποστηρίζουν ευρείες ζώνες, FDD/TDD duplexing, OFDMA και σχήματα MIMO. Εντοπίζονται βέβαια κάποιες μικρές διαφορές σε σχέση με τη σύνδεση του LTE που είναι βασισμένη στο SC-FDMA έναντι του OFDMA στα κινητά WiMax και UMB. Η απόδοση των τριών συστημάτων είναι παρόμοια με μικρές διαφορές.



Σχήμα 4-3: Η Εξέλιξη των κυψελωτών συστημάτων

Πηγή: Motorola Technical white paper, Long Term Evolution (LTE): A Technical Overview

4.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ LTE/SAE

Το πρόγραμμα E-ULTRA, θα υποστηρίξει διάφορους τύπους υπηρεσιών συμπεριλαμβανομένων και των web browsing, FTP, video streaming, VoIP, online gaming, real time video, push-to-talk και push-to-view. Το LTE είναι σχεδιασμένο για ένα υψηλό ρυθμό εισερχόμενων δεδομένων και χαμηλής λειτουργίας ενός συστήματος όπως στο πίνακα 3.1. Η ικανότητα του εύρους ζώνης ενός UE θ να είναι 20MHz για μετάδοση και λήψη.

Ο πάροχος έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει τις κυψέλες με οποιοδήποτε από τα εύρη ζώνης που απαριθμούνται στον πίνακα. Αυτό προσφέρει ευελιξία στους παρόχους υπηρεσιών για να προσαρμόσουν την προσφορά εξαρτώμενη από το ποσό του διαθέσιμου φάσματος ή να δοθεί η δυνατότητα έναρξης με περιορισμένο φάσμα για χαμηλότερο άμεσο κόστος και αύξηση για πρόσθετη χωρητικότητα.

Πίνακας 4-1: Βασικές απαιτήσεις του LTE

Metric	Requirement
Peak data rate	DL: 100Mbps UL: 50Mbps (for 20MHz spectrum)
Mobility support	Up to 500kmph but optimized for low speeds from 0 to 15kmph
Control plane latency (Transition time to active state)	<100ms (for idle to active)
User plane latency	<5ms
Control plane capacity	>200 users per cell (for 5MHz spectrum)
Coverage (Cell sizes)	5-100km with slight degradation after 30km
Spectrum flexibility	1.25, 2.5, 5, 10, 15, and 20MHz

Πηγή: Motorola Technical white paper, Long Term Evolution (LTE):A Technical Overview

Το LTE στοχεύει στην ελαχιστοποίηση του κόστους και της κατανάλωσης ισχύος εξασφαλίζοντας την αντίστροφη συμβατότητα και οικονομικώς αποδοτική μετακίνηση από τα συστήματα UMTS.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ WiMAX

5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ WiMAX

Το WiMAX ορίζεται στο πρότυπο IEEE 802.16 και είναι πρότυπο για επικοινωνία σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Το WiMAX (World Interoperability for Microwave Access, Παγκόσμια Διαλειτουργικότητα για Μικροκυματική Πρόσβαση) είναι μια οικογένεια προτύπων IEEE 802.16, που στοχεύουν να παραδίδουν δεδομένα σ' ένα μεγάλο αριθμό χρηστών με μια μεγάλη ποικιλία ρυθμών, που ανταγωνίζονται τους ρυθμούς των δικτύων καλωδιακών μόντεμ και ADSL.

Η αρχιτεκτονική 802.16 βασίζεται στην ιδέα ενός σταθμού βάσης, που εξυπηρετεί κεντρικά ένα πιθανώς μεγάλο αριθμό πελατών, οι οποίοι σχετίζονται με αυτόν τον σταθμό βάσης. Κατ' αυτήν την έννοια, το WiMAX μοιάζει με το WiFi σε τρόπο λειτουργίας υποδομής και με τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας. Ο σταθμός βάσης συντονίζει την μετάδοση πακέτων επιπέδου ζεύξης τόσο συρρευματικά, όσο και αντιρρευματικά, σύμφωνα με τη δομή πλαισίου TDM. Το WiMAX λοιπόν λειτουργεί με πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (time-division multiplexing, TDM) ,αν και οι χρόνοι πλαισίωσης είναι μεταβλητοί³⁶.

Στην αρχή του πλαισίου, ο σταθμός βάσης στέλνει πρώτα μια λίστα συρρευματικών μηνυμάτων MAP (media access protocol, πρωτόκολλο πρόσβασης μέσου), που πληροφορεί τους σταθμούς συνδρομητές για τις ιδιότητες φυσικού επιπέδου, που θα χρησιμοποιηθούν για μετάδοση των επόμενων ριπών πακέτων μέσα στο πλαίσιο. Το πρότυπο WiMAX δεν επιβάλλει ένα συγκεκριμένο σύνολο παραμέτρων φυσικού επιπέδου, που πρέπει να χρησιμοποιούνται σε μια δεδομένη κατάσταση. Αυτή η απόφαση αφήνεται στον προμηθευτή της συσκευής WiMAX και στον χειριστή

³⁶ <http://networking-basics.wikispaces.com/WiMAX>

του δικτύου.

Ένας σταθμός βάσης WiMAX ρυθμίζει επίσης την πρόσβαση του σταθμού συνδρομητή προς το αντιρρευματικό κανάλι μέσω της χρήσης μηνυμάτων UL – MAP. Αυτά τα μηνύματα ελέγχουν το χρονικό διάστημα που κάθε σταθμός συνδρομητής έχει πρόσβαση στο κανάλι μέσα στο επόμενο αντιρρευματικό υποπλαίσιο. Πάλι, το πρότυπο WiMAX δεν επιβάλλει συγκεκριμένες πολιτικές για κατανομή χρόνου αντιρρευματικού καναλιού σε ένα πελάτη, δηλαδή η απόφαση αφήνεται στον χειριστή του δικτύου. Αντί αυτού, το WiMAX παρέχει τους μηχανισμούς, για υλοποίηση μιας πολιτικής, που μπορούν να δώσουν διαφορετικές χρονικές διάρκειες πρόσβασης καναλιού σε διαφορετικούς σταθμούς συνδρομητές. Τα αρχικά τμήματα του αντιρρευματικού πλαισίου χρησιμοποιούνται για μετάδοση μηνυμάτων ελέγχου ραδιοζεύξης, μηνυμάτων για αίτηση άδειας εισόδου και αυθεντικοποίησης στο δίκτυο WiMAX και μηνυμάτων πρωτοκόλλου υψηλού επιπέδου, που σχετίζονται με τη διαχείριση, όπως είναι το DHCP και το SNMP³⁷.

Το WiMAX είναι μια συνδεσμική αρχιτεκτονική, που επιτρέπει σε κάθε σύνδεση να έχει σχετικές προς ποιότητα υπηρεσίας (QoS), παραμέτρους κίνησης και άλλες πληροφορίες. Το πώς παρέχεται αυτή η ποιότητα υπηρεσίας επαφίεται στον χειριστή του δικτύου. Το WiMAX παρέχει τους μηχανισμούς χαμηλού επιπέδου (πεδία εκτίμησης καναλιού και αίτησης άδειας εισόδου στην σύνδεση για μεταφορά πληροφοριών ανάμεσα στον σταθμό βάσης και στον υπολογιστή), αλλά δεν προσφέρει τη συνολική προσέγγιση, ούτε τις πολιτικές για παροχή ποιότητας υπηρεσίας. Αν και κάθε σταθμός συνδρομητής θα έχει συνήθως μια διεύθυνση MAC 48 bits, αυτή η διεύθυνση MAC πρέπει να θεωρηθεί σωστότερα ως ένα αναγνωριστικό εξοπλισμού στο WiMAX, εφόσον η επικοινωνία ανάμεσα στα τερματικά σημεία τελικά αντιστοιχίζεται σε ένα

³⁷ <http://networking-basics.wikispaces.com/WiMAX>

αναγνωριστικό σύνδεσης (και όχι στις διευθύνσεις των άκρων αποστολής και λήψης της σύνδεσης).

Αναφορικά με τη σύγκριση του WiMax με το WI-Fi, είναι εύκολο να δει κανείς ότι το WiMax είναι μόνο μια πιο ενισχυμένη έκδοση του WI-Fi. Πράγματι είναι και οι δύο ασύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες, αλλά διαφέρουν στην τεχνική εκτέλεση και έχουν πολύ διαφορετικές εφαρμογές στις επιχειρήσεις³⁸.

Εκτός από τις τεχνικές διαφορές που υπάρχουν, ο εξοπλισμός είναι ανύπαρκτος σε σχέση με τη χρήση και ανάπτυξη του WiMax. Το συγκεκριμένο συνδέεται με ένα περιβάλλον το οποίο παρέχει πολλές παροχές και κοστολογείτε σε υψηλές τιμές³⁹.

Το WiMax παραμένει πολύ ακριβότερο από το WI-Fi. Το WiMax υιοθετήθηκε πρώτιστα από τις επιχειρήσεις για να αντικαταστήσει ή να μετατοπίσει το DSL και από γραφεία που ήθελαν να εξυπηρετήσουν πιο άμεσα και αποδοτικά τους πελάτες τους. Δύο χρόνια πήραν για να μειώσει το WiMax σημαντικά το κόστος του⁴⁰.

Το WiMax δεν μετατοπίζει την WI-Fi επειδή η WI-Fi προωθείται από την άποψη της ταχύτητας και της τεχνολογίας. Κάθε χρόνο φέρνει μια νέα παραλλαγή στην περιοχή 802.11 με τις διάφορες βελτιώσεις. Επιπλέον, για την εμπορική επέκταση, η κατανομή συχνότητας είναι ένα ζήτημα. Με τους τρεις κυρίαρχους φορείς επικοινωνιών που ελέγχουν τις καλύτερες συχνότητες, είναι δύσκολο να αποκτηθεί ο απαιτούμενος τύπος έλξης με τις υπόλοιπες επιχειρήσεις που αναπτύσσουν δραστηριότητες στις διαθέσιμες συχνότητες.

³⁸ Casal, C. R., Schoute, F., and Prasald, R.(2009) "A novel concept for fourth generation mobile multimedia communication," in 50th Proc. *IEEE Vehicular Technology Conference*, Amsterdam, Netherlands, Vol. 1, pp. 381–385

³⁹ Kumaravel, K.(2011), "Comparative Study of 3G and 4G in Mobile Technology", *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, No 3,pp.256-263

⁴⁰ Casal, C. R., Schoute, F., and Prasald, R.(2009) "A novel concept for fourth generation mobile multimedia communication," in 50th Proc. *IEEE Vehicular Technology Conference*, Amsterdam, Netherlands, Vol. 1, pp. 381–385

Το WiMax βασισμένο στον αριθμό δημόσιων δυναμικών ζωνών που επεκτάθηκαν ήδη, δεν επιλέχθη για να αντικαταστήσει τις δυναμικές ζώνες, δεδομένου ότι είναι επαρκώς σε υπηρεσία και το προσωπικό είναι σχετικό και καταλαβαίνει πώς να εργαστεί με την τεχνολογία. Η επιχειρησιακή περίπτωση δεν υπάρχει στο επίπεδο δυναμικής ζώνης. Εκεί που μπορεί να υπάρξει είναι για τις ευρύτερες ελεύθερες επεκτάσεις χρήσης όπως οι επεκτάσεις πόλεων.

Εάν συμβεί αυτό έπειτα είναι μόνο η WI-Fi που θα μετατοπιστεί, αλλά και το καλώδιο και το DSL θα χάσουν επίσης ένα ποσοστό της βάσης των συνδρομητών τους. Αυτό που θα προκαλέσει τη μετατόπιση είναι η καταναλωτική επιθυμία για μια συσσωρευμένη συσκευασία.

5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ WIMAX

Μερικές από τις υπηρεσίες που παρέχει η τεχνολογία Wimax αφορούν τις ενότητες 2. 5 UGS, 2. 6 Εκχώρηση εύρους ζώνης και μηχανισμοί αίτησης και 2. 7 Ποιότητα υπηρεσιών (QoS). Κάποιες επιπλέον εφαρμογές που εξυπηρετούν στη καθημερινότητά είναι οι ακόλουθες⁴¹: Η παρακάτω εικόνα δείχνει, σε χρονολογική σειρά, τις εργασίες του Wimax Forum για παραγωγή προϊόντων.

⁴¹ Wimax.(2011), Εφαρμογές Ανάκτηση στις 20-12-2012 από <http://mm.aueb.gr>

Πίνακας 5-1: WIMAX για τη παραγωγή προϊόντος

	2005	2006	2007
802.16-2004 lab opens	✓		
Air protocol certification- Outdoor	✓		
Service certification- Outdoor		✓	
Indoor certification		✓ ✓	
802-16e lab opens			
802.16e first certification			✓

Πηγή: Wimax.(2011), Εφαρμογές Ανάκτηση στις 20-12-2012 από <http://mm.aueb.gr>

Η παρακάτω εικόνα εστιάζει στην εκτίμηση της εμπορικής διαθεσιμότητας προϊόντων εξοπλισμού για τη χρήση του WiMax

Πίνακας 5-2: WIMAX

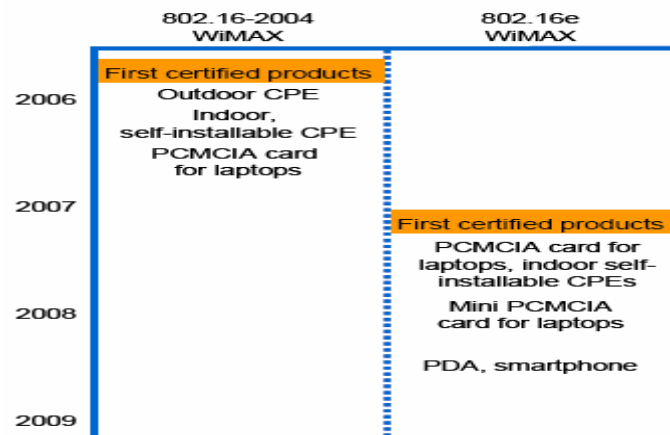


Figure 4. Expected commercial availability of WiMAX user device equipment

Πηγή: Wimax.(2011), Εφαρμογές Ανάκτηση στις 20-12-2012 από <http://mm.aueb.gr>

Υπάρχουν τέσσερις τύποι υπηρεσιών στη τεχνολογία Wimax: η UGS (Unsolicited Grant Service), η rtPS (real-time Polling Service), η nrtPS (non-real-time Polling Service) και η BE (Best Effort). Αυτές οι κατηγορίες αναφέρονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 5-3: Τέσσερις τύποι υπηρεσιών στη τεχνολογία Wimax

Table 1 WIMAX Service Types	
Service Type	Description
Unsolicited Grant Service (UGS)	UGS is designed to support real-time data streams consisting of fixed-size data packets issued at periodic intervals, such as T1/E1 and Voice over IP.
Real-Time Polling Service (rtPS)	rtPS is designed to support real-time data streams consisting of variable-sized data packets that are issued at periodic intervals, such as MPEG video.
Non-Real-Time Polling Service (nrtPS)	nrtPS is designed to support delay-tolerant data streams consisting of variable-sized data packets for which a minimum data rate is required, such as FTP.
Best Effort (BE)	BE service is designed to support data streams for which no minimum service level is required and which can be handled on a space-available basis.

Πηγή: Wimax.(2011), Εφαρμογές Ανάκτηση στις 20-12-2012 από <http://mm.aueb.gr>

Τέλος, ενδεικτικά δίνονται στο παρακάτω πίνακα καθημερινές εφαρμογές στις οποίες η τεχνολογία WiMAX μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά

Πίνακας 5-4: Εφαρμογές WiMAX

Table 3 WiMAX Usage Scenarios												
	Flexible Architecture	High Security	WiMAX QoS	Quick Deployment	Multi-Level Service	Interoperability	Portability	Mobility	Cost-Effective	Wider Coverage	NLOS	High-Capacity
Cellular Backhaul				x					x			x
WSP Backhaul				x					x			x
Banking Networks	x	x	x						x		x	
Education Networks	x		x						x	x		
Public Safety	x	x	x	x			x	x			x	
Offshore Communications	x		x				x	x		x	x	
Campus Connectivity	x	x	x									x
Temporary Construction			x	x			x				x	
Theme Parks	x		x				x	x			x	
WSP Access Network		x	x		x	x			x		x	x
Rural Connectivity			x			x			x	x		
Military Battlefield	x	x		x			x	x				

Πηγή: Wimax.(2011), Εφαρμογές Ανάκτηση στις 20-12-2012 από <http://mm.aueb.gr>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

6.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Τα πλεονεκτήματα της πρόσβασης των προγραμμάτων γίνονται αντιληπτά αν αξιολογηθούν οι τομείς στους οποίους βρίσκουν εφαρμογή. Η ανάπτυξη των παραπάνω υπηρεσιών στη δημόσια διοίκηση, την παιδεία και την υγεία, αποδεικνύονται μείζονος σημασίας για τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής των πολιτών. Στη παρούσα ενότητα παραθέτονται κάποια στοιχεία σε σχέση με τις νέες τεχνολογίες, σε τομείς που αναφέρθηκαν και πιο περιληπτικά παραπάνω.

Τα παιχνίδια ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι μια πολύ διαδεδομένη ενασχόληση σε όλους τους χρήστες των υπολογιστών, μικρούς και μεγάλους. Μάλιστα μπορούμε να πούμε ότι μεγάλο

μέρος των χρηστών υπολογιστών ασχολείται σχεδόν αποκλειστικά τις ώρες που χρησιμοποιεί τον υπολογιστή με τα παιχνίδια.

Τα τελευταία χρόνια, με την εξάπλωση των δικτύων και του Internet αναπτύχθηκαν πάρα πολύ τα online παιχνίδια, είτε σε επίπεδο δικτύου, είτε σε επίπεδο Internet. Τα παιδιά των ορεινών περιοχών, βρίσκουν στη συγκεκριμένη ασχολία ένα μέσο διασκέδασης και επικοινωνίας. Υπάρχουν ειδικά στη χώρα μας πολλά προβλήματα σε σχέση με τη ταχύτητα σύνδεσης αλλά και την ασφάλεια.

Η χρήση ευρυζωνικών δικτύων στο μέλλον θα βοηθούσε πολύ τους χρήστες αυτών των κατηγοριών παιχνιδιών. Επίσης, θα επέτρεπε τη δημιουργία προχωρημένων παιχνιδιών που θα κατεβάζει ο χρήστης από κάποιο δικτυακό τόπο, σε αντίθεση με σήμερα όπου οι ταχύτητες δεν επιτρέπουν το downloading ειδικά στις ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές.

Το Internet χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια ως ένα φθηνό μέσο επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων ειδικά αυτών που κατοικούν σε ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές. Σε αυτά τα προγράμματα υποστηρίζονται χαρακτηριστικά που επιτρέπουν τη μετάδοση φωνής για την επικοινωνία μεταξύ δύο ή περισσότερων ανθρώπων (Voice over IP) ή μετάδοση κινούμενης εικόνας (videoconferencing) μαζί με τον ήχο.

Παράλληλα, σήμερα βρίσκουμε ακόμα περισσότερα χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα η διαμοίραση αρχείων, κ.ά. Αυτά τα προγράμματα όμως δεν έχουν ακόμα την απήχηση που θα περίμενε κανείς πριν από μερικά χρόνια, αφού αντιμετωπίζουν ένα σημαντικό πρόβλημα: το περιορισμένο εύρος ζώνης που προσφέρεται στο ευρύ κοινό. Αν και επιτρέπουν μορφές επικοινωνίας με σχεδόν μηδενικό κόστος, που με χρήση των κλασικών τηλεφωνικών δικτύων είναι πολύ ακριβές, η ποιότητα των υπηρεσιών αυτών είναι πολύ χαμηλή.

Η χρήση των δικτύων μεγάλου εύρους ζώνης θα μπορούσε να επεκταθεί και στην υποστήριξη της αμφίδρομης διαδραστικής τηλεόρασης. Οι πλατφόρμες διαδραστικής τηλεόρασης δεν έχουν ακόμα μεγάλη ανάπτυξη στις ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές, λόγω προβλημάτων κάλυψης δικτύου. Η ανάπτυξή τους θα δώσει νέες δυνατότητας ενημέρωσης και επικοινωνίας για τους κατοίκους των περιοχών αυτών.

6.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ 4G ΜΕ ΤΑ 3G

Το 3G αποτελεί σήμερα μια μέθοδο παγκόσμιας σύνδεσης το οποίο έχει να κάνει με τα κινητά τηλέφωνα και ειδικά με τα ασύρματο Διαδίκτυο. Το 3G αναφέρεται στη 3η γενεά εξελικτικής πορείας της κινητής τηλεφωνικής βιομηχανίας, ενώ το 4G σημαίνει 4η γενιά.

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, EV-Do, και HSPA⁴².

Αν και πολλές εταιρείες κινητής τηλεφωνίας κινήθηκαν γρήγορα στο να μετατρέψουν τις τεχνολογικές τους εφαρμογές σε 4G, όπως την LTE, τη WiMax, και τη UMB, καμία από αυτές δεν ταιριάζει πραγματικά στις προδιαγραφές που αναφέρονται στα 4G πρότυπα⁴³.

⁴² Agilent Technologies.(2008), 3G,http://www.agilent.com/cm/wireless/pdf/3G-Seminar2001_02.pdf

⁴³ Kelly, C.(2003), *4G Wireless Systems*, Kluwer Academic Publishers

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι τεχνολογίες αυτές αναφέρονται συχνά ως προ-4G ή 3.9G. Οι 4G υπερβαίνουν τις 3G. Οι τρέχουσες 3G ταχύτητες μπορούν να έχουν ως χαμηλότερη σύνδεση τα 5.8Mbps και ως μέγιστη τα 14Mbps. Για να είναι σε θέση να είναι κατάλληλες ως 4G τεχνολογίες, οι ταχύτητες θα πρέπει να τείνουν τα 100Mbps και συγχρόνως πρέπει να δίνουν το δικαίωμα σε έναν χρήστη που κινείται αλλά και στάσιμο να έχει πρόσβαση με ταχύτητες που θα φτάνουν το 1Gbps. Μέχρι στιγμής, αυτές οι ταχύτητες είναι μόνο εφικτές με συνδεδεμένο καλώδιο LANs⁴⁴.

Μια άλλη βασική αλλαγή 4G είναι η εγκατάλειψη της μετατροπής κυκλωμάτων. Η 3G τεχνολογία χρησιμοποιεί ένα υβρίδιο της μετατροπής και της μεταγωγής πακέτων κυκλωμάτων. Η μετατροπή κυκλωμάτων είναι μια πολύ παλαιά τεχνολογία που έχει χρησιμοποιηθεί στα τηλεφωνικά συστήματα για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.

Το μειονέκτημα σε αυτήν την τεχνολογία είναι ότι μπλοκάρει τον πόρο για όσο χρονικό διάστημα διατηρείται η σύνδεση. Η μεταγωγή πακέτων είναι μια τεχνολογία που είναι πολύ επικρατούσα στα δίκτυα υπολογιστών αλλά έχει εμφανιστεί από τότε στα κινητά τηλέφωνα.

Με τη μεταγωγή πακέτων, οι πόροι χρησιμοποιούνται μόνο όταν υπάρχουν πληροφορίες που διοχετεύονται μέσα από το δίκτυο. Η αποδοτικότητα της μεταγωγής πακέτων επιτρέπει στην εταιρία κινητής τηλεφωνίας να συμπιέσει περισσότερες συνομιλίες στο ίδιο εύρος ζώνης. Η 4G τεχνολογία δεν χρησιμοποιεί πλέον τη μετατροπή κυκλωμάτων ακόμη και για τις φωνητικές κλήσεις και τις τηλεοπτικές κλήσεις. Όλες οι πληροφορίες που περνούν από αυτήν είναι πακέτο - που μεταστρέφεται για να ενισχύσει την αποδοτικότητα.

⁴⁴ Jiangzhou, W.(2003),*Broadband Wireless Communications: 3G, 4G and Wireless LAN*. Boston: Kluwer Academic Publishers

Οι βασικές διαφορές είναι οι ακόλουθες⁴⁵:

1. Το 3G αντιπροσωπεύει τη 3η γενεά ενώ το 4G την 4η.
2. Οι 4G ταχύτητες είναι πολύ πιο γρήγορες συγκρινόμενες με τις 3G.
3. Το 3G είναι ένα μίγμα του δικτύου κυκλωμάτων και μεταγωγής πακέτων ενώ το 4G είναι μόνο ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων.

7.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ένα άλλο εργαλείο της ευρυζωνικότητας είναι η τηλεργασία. Το βασικότερο χαρακτηριστικό της είναι ότι αυτή δεν εξαρτάται από το χώρο εργασίας. Πλέον μας ενδιαφέρουν η ποιότητα του έργου και ο τρόπος εργασίας και όχι ο χώρος. Το χαρακτηριστικό αυτό δίνει ιδιαίτερη ευελιξία στην εργασία και εξυπηρετεί όχι μόνο τον τηλεεργαζόμενο με την στενή έννοια του υπαλλήλου αλλά και τον ελεύθερο επαγγελματία, τον πελάτη, τον προμηθευτή, τον εργοδότη κ.ά.

Η ανεξαρτησία όμως της τοποθεσίας ως προς την εργασία βοηθά και στην ενεργοποίηση περιθωριοποιημένων και κοινωνικά αποκλεισμένων ομάδων, όπως κατοίκων ορεινών και απομακρυσμένων περιοχών.

Επιπλέον, ενδυναμώνει έμμεσα τις κατά τόπους ευάλωτες οικονομικά τις ορεινές περιοχές και συνεισφέρει στην προστασία του περιβάλλοντος λόγω μείωσης των αναγκών μετακίνησης ειδικά στις εξεταζόμενες περιοχές, που είναι πλούσιες σε φυσικό κάλλος⁴⁶.

Παρόλα τα έμμεσα και άμεσα ευεργετήματα του χαρακτηριστικού αυτού της τηλεργασίας, υπάρχει και ένα αρνητικό

⁴⁵ Kumaravel, K.(2011), "Comparative Study of 3G and 4G in Mobile Technology", *IJCSI/ International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, No 3, pp.256-263

⁴⁶ Nelson, P.,(2004), Home workers miss out on training and development., "Personnel Today, pp. 10, March 2003

σημείο που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Η δυναμική φύση της ανεξαρτησίας του χώρου μπορεί να οδηγήσει στην απομόνωση, αυτό βέβαια ισχύει ειδικά τους χειμερινούς μήνες για άτομα που κατοικούν σε περιοχές που λόγω των καιρικών συνθηκών αποκλείονται για μήνες, η τηλεργασία τα βοηθά να είναι ενεργά ανεξαρτήτου συνθηκών.

Εξίσου σημαντικό και απαραίτητο χαρακτηριστικό της τηλεργασίας είναι η χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας (ΤΠΕ). Μία από τις αναγκαιότητες της εποχής είναι η γνώση και η χρήση των ηλεκτρονικών μέσων⁴⁷.

Η τηλεργασία καλύπτει αυτή την ανάγκη. Τα αποτελέσματα αυτής της συνέπειας είναι πολύ θετικά. Η πληροφόρηση ειδικά στις ορεινές περιοχές, πράγμα πολύ σημαντικό γι' αυτές, είναι άμεση και κινείται προς όλα τα επίπεδα και τις κατευθύνσεις.

Με άλλα λόγια, οι τηλεεργαζόμενοι των ορεινών περιοχών χρησιμοποιούν στο έπακρο τη σύγχρονη τεχνολογία και απολαμβάνουν έτσι τους καρπούς της. Επίσης, η χρήση τέτοιων μέσων επικοινωνίας βοηθά στην καταπολέμηση και του φαινομένου της απομόνωσης και του κοινωνικού αποκλεισμού.

Η προσωπική διαχείριση του χρόνου εργασίας δίνει στην τηλεργασία ένα πιο ευέλικτο σχήμα. Ο τηλεεργαζόμενος γενικότερα απολαμβάνει την ευχέρεια να ορίσει πιο ευέλικτα από μόνος του το εργασιακό του ωράριο και κατ' αυτόν τον τρόπο να διευθετήσει και άλλες υποθέσεις, για παράδειγμα οικογενειακές και κοινωνικές.

Με βάση τις έρευνες Eirobserver, «Social Partners sign teleworking accord», Ecat - IST Programme Key ActionII, SIBIS General Population surveys, 2002 EMERGENCE 2007-2008, οι οποίες έλαβαν χώρα το 2008, Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η Ολλανδία και οι Σκανδιναβικές χώρες είναι οι χώρες που προηγούνται στην Ευρώπη. Η Μεγάλη Βρετανία βρίσκεται πάνω από τον

⁴⁷ Garvey C.,(2002), Teleworking HR,HRMagazine, vol. 46, pp. 56

μέσο όρο και ακολουθούν η Γαλλία, η Ιταλία και η Ισπανία, ενώ η Γερμανία βρίσκεται πολύ κοντά στο μέσο όρο. Αναλυτικά στοιχεία παραθέτονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 7-1: Στοιχεία τηλεργασίας

Χώρες	Κατ' οίκον Τηλεργαζόμενοι (διαρκώς/εναλλασσόμενα)	Κατ' οίκον Τηλεργαζόμενοι (συμπληρωματική εργασία)	Σύνολο κατ' οίκον (τηλεργαζόμενοι)
Αυστρία	(2.0)	(4.7)	6.7
Βέλγιο	2.2	5.3	7.5
Δανία	2.6	15.1	17.7
Φιλανδία	4.7	11.0	15.7
Γαλλία	(2.2)	(2.3)	4.4
Γερμανία	1.6	6.3	7.9
Ελλάδα	(2.1)	(3.9)	6.0
Ιρλανδία	(0.2)	(5.5)	6.0
Ιταλία	(0.8)	(1.7)	2.5
Λουξεμβούργο	(0.9)	2.4	3.3
Ολλανδία	9.0	11.6	20.6
Πορτογαλία	(0.5)	(1.1)	1.6
Ισπανία	(0.3)	(2.0)	2.3
Σουηδία	(5.3)	(9.5)	14.9
Μ. Βρετανία	2.4	8.5	10.9
Μέσος όρος Ε.Ε.	2.1	5.3	7.4

Πηγή: Garvey C., (2002), Teleworking HR, HR Magazine, vol. 46, pp. 56

Η τηλεργασία χρησιμοποιείται ως μέσο αύξησης της ευελιξίας και ως μέσο ευθυγράμμισης με τις σύγχρονες επιχειρηματικές απαιτήσεις στις ορεινές περιοχές. Οι χώρες της Βόρειας Ευρώπης (Σκανδιναβία, Μεγάλη Βρετανία, Ολλανδία) θεωρούνται πρωτοπόρες, ενώ υστέρηση παρουσιάζουν οι χώρες του Ευρωπαϊκού νότου. Η τεχνολογία προσφέρει καθημερινά νέες δυνατότητες, τα κόστη εξοπλισμού μειώνονται, οι επιχειρήσεις αποζητούν την ευελιξία και οι εργαζόμενοι δείχνουν να προτιμούν να εργάζονται μακριά από τα παραδοσιακά γραφεία.

7.2.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ

Το 4G υποστηρίζει τον μακροπρόθεσμο έλεγχο υγείας των ασθενών. Ένας χρήστης δεν χρειάζεται να πάει στο νοσοκομείο. Αντ' αυτού μπορεί να πάρει βοήθεια μέσω τηλεδιάσκεψης από έναν γιατρό οποιαδήποτε στιγμή και οπουδήποτε

Οι εφαρμογές e-health βοηθούν σήμερα κυρίως στην αντιμετώπιση προβλημάτων στις ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές. Σήμερα ευρείας κλίμακας εφαρμογές τηλε-ιατρικής σχεδιάζονται και αναπτύσσονται σε διάφορες χώρες⁴⁸.

Σήμερα σε διάφορες απομακρυσμένες περιοχές για την υλοποίηση σεναρίων παρακολούθησης απομακρυσμένων ομάδων πληθυσμού, εφοδιάζεται ένα τοπικό σημείο (όπως Κέντρο Υγείας, δημοτικό ιατρείο, κ.ά.) με σετ συσκευής καταγραφής βιολογικών σημάτων και μέσο διαδικτυακής πρόσβασης.

Το νοσηλευτικό προσωπικό ή ο ιατρός στο τοπικό σημείο δημιουργεί ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο στο μέσο διαδικτυακής πρόσβασης για τους ασθενείς. Κάθε ασθενής εφοδιάζεται με ηλεκτρονική κάρτα υγείας με τον μοναδικό σειριακό αριθμό που

⁴⁸ Σπύρου Π.,(2010), E-health σε ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές, Ανάκτηση στις 20-8-2010 από <http://www.opengov.gr/ypoiian/wp-content/uploads/Vidavo-data-e-subscription.pdf>.

αποτελεί και το αναγνωριστικό του.

Η ανάγνωση της κάρτας γίνεται από εξωτερικό αναγνώστη που επικοινωνεί με το μέσο διαδικτυακής πρόσβασης και επιτρέπει την ανάκτηση και προβολή του ιατρικού φακέλου του ασθενούς σε φορητή συσκευή.

Αντίστοιχα, μέσω τεχνολογιών ;έξυπνων καρτών ταυτοποιούνται όλοι οι χρήστες του συστήματος προκειμένου να έχουν εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στο κέντρο επικοινωνίας. Υποστηρίζονται κάρτες επαφής και ασύρματες κάρτες. Ομάδες πελατών – χρηστών της υπηρεσίας:

1. Ασθενείς χρόνιων παθήσεων.
2. Εγκυμονούσες με παρόμοιο τόπο κατοικίας
3. Επαγγελματίες της υγείας που διατηρούν ιατρείο σε απομακρυσμένες και δύσβατες περιοχές και επιδιώκουν την τηλεσυνεργασία με εξειδικευμένους συναδέλφους τους.

Για την παροχή e-health υπηρεσιών ένας κεντρικός σταθμός εξυπηρέτησης από όπου συντονίζονται όλες οι υπηρεσίες εγκαθίσταται σε επιλεγμένη Μονάδα (π.χ. Νοσοκομείο), ενώ απομακρυσμένα σημεία (π.χ. ιατρεία, νοσηλευτικό προσωπικό «εν κινήσει») εφοδιάζονται με τις κατάλληλες συσκευές μέτρησης ζωτικών σημάτων⁴⁹.

Στα απομακρυσμένα σημεία το νοσηλευτικό/ιατρικό προσωπικό καταγράφει τις μετρήσεις ασθενών/πολιτών στην κατάλληλη συσκευή (π.χ. σπιρόμετρο Bluetooth) και εν συνεχεία οι μετρήσεις αποστέλλονται μέσω τηλεπικοινωνιακών συστημάτων (συσκευή διαδικτυακής πρόσβασης όπως Η/Υ, PDA, κινητό τηλέφωνο) στον κεντρικό σταθμό εξυπηρέτησης, όπου το εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό μελετά τις καταγραφές και τις

⁴⁹ Σπύρου Π.,(2010), E-health σε ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές, Ανάκτηση στις 20-8-2010 από <http://www.opengov.gr/ypoiian/wp-content/uploads/Vidavo-data-e-subscription.pdf>.

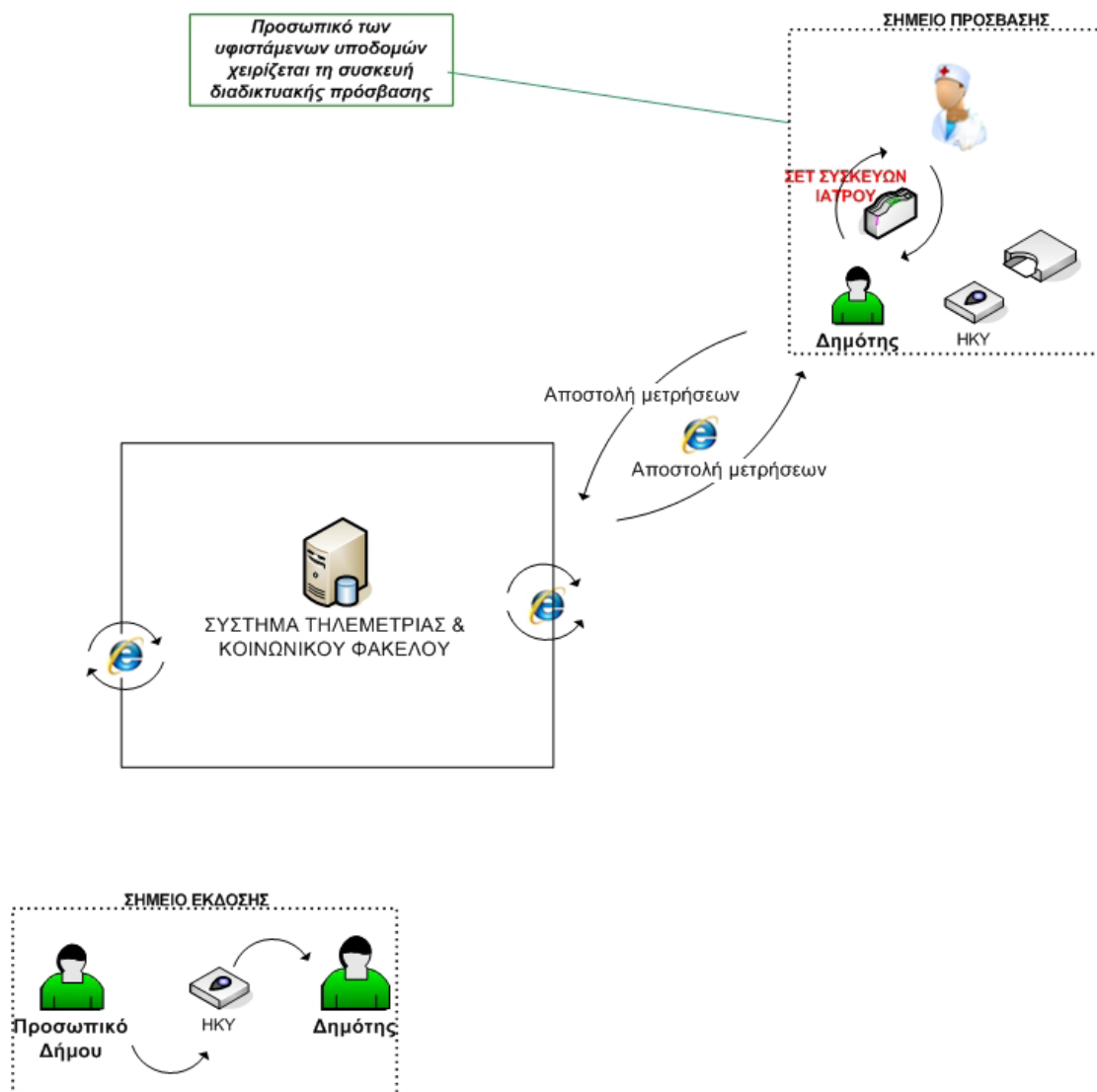
αξιολογεί⁵⁰.

Μέσω αυτόματης ταυτοποίησης, οι μετρήσεις αποθηκεύονται αυτόματα στον προσωπικό ηλεκτρονικό ιατρικό φάκελο του κάθε πολίτη. Εάν πρόκειται για περίπτωση χρόνιας ασθένειας και όχι έκτακτο περιστατικό διάγνωσης από

απόσταση, για παράδειγμα λόγω κάποιας ενόχλησης που ένιωσε ο ασθενής, το προσωπικό του σημείου λήψης σε συνεργασία με τον ασθενή θα θεσπίσει πλάνο παρακολούθησης της υγείας του, δηλαδή τα τακτά χρονικά διαστήματα στα οποία ο ασθενής θα πρέπει να επισκέπτεται το σημείο λήψης για να τη μέτρηση των φυσιολογικών του παραμέτρων.

Η συνολική λειτουργία του συστήματος και η ροή της ιατρικής πληροφορίας, όχι μόνο από την πλευρά του τελικού χρήστη (ασθενή) αποτυπώνεται στο εξής διάγραμμα:

⁵⁰ Johnson .,(2008), e-health in urban areas, Vol.2, No4, p.24



Σχήμα 6-2: Λειτουργία συστήματος τηλεμετρίας

Υλοποίηση δικτύου τηλεμετρίας για την αποτελεσματική παρακολούθηση της υγείας κατοίκων ορεινών και απομακρυσμένων περιοχών. Το σύστημα επιτρέπει τη συνεχή επικοινωνία του ιατρού της τοπικής μονάδας υγείας (Κέντρο Υγείας, Περιφερειακό Ιατρείο, Δημοτικό Ιατρείο) με τους εξειδικευμένους ιατρούς του Νοσοκομείου (καρδιολόγο, πνευμονολόγο κ.λπ.).

7.3.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΔΙΑΣΚΕΨΗΣ

Η τηλεδιάσκεψη είναι ένας νέος σύγχρονος τρόπος επικοινωνίας μεταξύ γεωγραφικά απομακρυσμένων συνομιλητών μέσω video, ήχου, δεδομένων. Μπορούμε να ακούμε, να βλέπουμε και να ανταλλάσσουμε πληροφορίες με οποιονδήποτε από το γραφείο ή το σπίτι, αρκεί να υπάρχει κατάλληλος εξοπλισμός⁵¹.

Η επικοινωνία μεταξύ των συνομιλητών πραγματοποιείται μέσω του διαδικτύου. Οι απαιτήσεις της υπηρεσίας αυτής είναι σημαντικές με αποτέλεσμα η λειτουργία της να είναι εφικτή μόνο με την χρήση ευρυζωνικών δικτύων επικοινωνίας. Η τεχνολογία αυτή αποτελεί ιδανικό τρόπο επικοινωνίας ιδιαίτερα στην περιοχή της Ελλάδας λόγω της γεωγραφικής της μορφολογίας όπου οι μεταβάσεις είναι δύσκολες και χρονοβόρες.

7.4.ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Αρχικά θα μελετηθεί η τηλεκπαίδευση. Σύμφωνα με το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σε μελέτη που έκανε το 2009 σε σχέση με την ηλεκτρονική μάθηση, αναφέρεται ότι: «Ο όρος *τηλεκπαίδευση*, δηλαδή *εκπαίδευση από απόσταση*, δε δηλώνει επ' ακριβώς τον όρο *e-learning*, ποιο σωστά θα έπρεπε να δηλώνετε με τον όρο *ηλεκτρονική μάθηση*»⁵².

Σύμφωνα με τον ίδιο φορέα η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση ορίζεται μέσα από τρεις διαφορετικές μορφές. Συγκεκριμένα⁵³:

1. Η τηλεκπαίδευση σε εξατομικευμένο ρυθμό. Στη μορφή αυτή δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να έρθει σε επαφή με το

⁵¹ Ρόκκος Κ.,(2008), Ολοκληρωμένη ανάπτυξη σε ορεινές περιοχές, Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας

⁵² Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.,(2009), Ηλεκτρονική Μάθηση, Οικονομικό Πανεπιστήμιο

⁵³ Μπουρλετίδης Κ.,(2009), E-Learning στη Μαθησιακή Διαδικασία, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

συνδυασμό εκπαιδευτικών υλικών (βιβλία, αναφορές στο δίκτυο, μαγνητοσκοπημένα μαθήματα, σημειώσεις, προγράμματα εκμάθησης βασισμένα σε υπολογιστή κ.τ.λ), συνήθως χωρισμένα σε ενότητες, τα οποία χρησιμοποιεί με το δικό του ρυθμό, αποφασίζει δηλαδή ο ίδιος πότε και που θα τα χρησιμοποιήσει.

2. Η Ασύγχρονη τηλεεκπαίδευση. Εδώ παρέχεται στους συμμετέχοντες η δυνατότητα να εργαστούν με το υλικό προς διδασκαλία οπουδήποτε και οποτεδήποτε έχοντας όμως παράλληλα δυνατότητα ασύγχρονης επικοινωνίας με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες και με τον εκπαιδευτή. Το υλικό διδασκαλίας δεν είναι απαραίτητο να έχει δοθεί όλο από την έναρξη του μαθήματος αλλά μπορεί να προσφέρεται τους εκπαιδευόμενους σταδιακά. Ο ρυθμός διεξαγωγής καθορίζεται από τον εκπαιδευτή σε συνεργασία πάντα με τους εκπαιδευόμενους.

3. Η σύγχρονη τηλεεκπαίδευση. Σε αυτή την περίπτωση το μάθημα γίνεται κανονικά αλλά οι μαθητές και ο καθηγητής μπορούν να βρίσκονται σε διαφορετικό τόπο ο καθένας και χρησιμοποιώντας τεχνολογίες τηλεδιάσκεψης να βρίσκονται όλοι σε μία εικονική αίθουσα διδασκαλίας.

Το βασικό ανεξάρτητα από τις παραπάνω μορφές είναι ότι η εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να λαμβάνει χώρα από μεγάλη απόσταση. Ο δάσκαλος με το μαθητή του μπορεί να καλύπτει τις μαθησιακές ανάγκες του δεύτερου, μέσα από τη χρήση της νέας τεχνολογίας, μέσα από τη χρήση video, ηλεκτρονικού υπολογιστή, εκτυπωτή κ.λπ.).

Η απόσταση αυτή δεν αποτελεί μειονέκτημα, ουσιαστικά αυτός είναι ο λόγος ύπαρξης του προκειμένου να δώσει τη δυνατότητα στη μάθηση σ' ανθρώπους απομακρυσμένων περιοχών ή ανθρώπων που αντιμετωπίζουν άλλα προβλήματα. Στο παρόν κεφάλαιο θα μελετήσουμε τη χρήση του στις απομακρυσμένες ορεινές περιοχές της Ελλάδος, τις προοπτικές αλλά και τα πλεονεκτήματα που

προσδίδει.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η 4G φαίνεται να είναι μια πολύ ελπιδοφόρος παραγωγή της ασύρματης επικοινωνίας που θα αλλάξει τη ζωή των ανθρώπων στον ασύρματο κόσμο. Υπάρχουν πολλά εντυπωσιακά ελκυστικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα που προτείνονται για 4G που εξασφαλίζουν ένα πολύ υψηλό ποσοστό στοιχείων, μία σφαιρική περιπλάνηση κ.λπ. Οι νέες ιδέες εισάγονται από τους ερευνητές σε όλο τον κόσμο, αλλά οι νέες ιδέες εισάγουν νέες προκλήσεις.

Υπάρχουν διάφορα ζητήματα ακόμα που λύνονται όπως η ενσωμάτωση του κινητού κόσμου στο βασισμένο στη IP κεντρικό δίκτυο, αποδοτικό σύστημα τιμολόγησης, το ομαλό χέρι από τους μηχανισμούς κ.λπ. Το 4G αναμένεται να προωθηθεί ως το 2010 και ο κόσμος κοιτάζει μπροστά για την ευφυέστερη τεχνολογία που θα συνδέσει ολόκληρη τη σφαίρα. Τα 4G δίκτυα μπόρεσαν να αντικαταστήσουν όλη την ύπαρξη των 2.5G και 3G δικτύων, ίσως ακόμη και πριν από μια πλήρη επέκταση των 3G, πολλαπλάσια 3G πρότυπα και οι αναπηδήσεις προς τα πάνω κατέστησαν δύσκολο τις 3G συσκευές να είναι αληθινά σφαιρικές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agilent Technologies., (2008), 3G,http://www.agilent.com/cm/wireless/pdf/3G-Seminar2001_02.pdf
- Anritsu, G., (2010), *Future technologies and testing for Fixed Mobile Convergence, SAE and LTE in cellular mobile communications*, White paper
- Behrouz A., (2003), *Data Communications and Networking*, McGraw-Hill Education – Europe.
- Casal, C. R., Schoute, F., and Prasald, R., (2009) “A novel concept for fourth generation mobile multimedia communication,” in 50th Proc. *IEEE Vehicular Technology Conference*, Amsterdam, Netherlands, Vol. 1, pp. 381–385
- Chatterjee S., Fernando, M W. A. C., and Vasantha, K., (2003) “Adaptive modulation based MC-CDMA systems for 4G wireless consumer applications,” *Consumer Electronics, IEEE Transactions on*, Volume: 49, Issue:4, Nov.2003, pp:995 – 1003
- David T. Wong, Peng-Yong Kong, (2009), *Wireless Broadband Networks*, John Wiley and Sons Ltd.
- Evans B.G., and Baughan, K., (2009) “Visions of 4G,” *Electronics & Communication Engineering Journal*, Vol. 12, No. 6, pp. 293–303, Dec
- Farooq, K., (2011), *LTE for 4G Mobile Broadband, Air interface technologies and performance*, LTE
- Garvey C., (2002), *Teleworking HR*, HRMagazine, vol. 46, pp. 56
- Jiangzhou, W., (2003), *Broadband Wireless Communications: 3G, 4G and Wireless LAN*. Boston: Kluwer Academic Publishers
- Johnson, (2008), *e-health in urban areas*, Vol.2, No4, p.24
- Kelly, C., (2003), *4G Wireless Systems*, Kluwer Academic Publishers
- Kumaravel, K., (2011), “Comparative Study of 3G and 4G in Mobile

Technology”, *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 8, Issue 5, No 3, pp.256-263

Motorola Technical white paper, Long Term Evolution (LTE): A Technical Overview.

Nelson, P., (2004), Home workers miss out on training and development.,” *Personnel Today*, pp. 10, March 2003.

Russell T., (2001), Τηλεπικοινωνιακά πρωτόκολλα, Τζιόλα.

Santhi, K. R., Srivastava, V.K., SenthilKumaran, G., and Butare, A., (2011) “Goals of true broad band's wireless next wave (4G-5G),” *Vehicular Technology*

Stefania S.I., and Toufik-Matthew B., (2011), LTE The UMTS Long Term Evolution, from theory to practice, LTE

Αγγελική Α., (2009), Ευρυζωνικότητα, Ανάκτηση στις 2-5-2011 από http://dtps.unipi.gr/files/notes/2010-2011/eksamino_7/eyryzwnika_diktya/broadbandnetworks_1_intr o.pdf

Επιτροπή των ευρωπαϊκών κοινοτήτων. ανακοίνωση της επιτροπής προς το συμβούλιο, το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, την ευρωπαϊκή οικονομική και κοινωνική επιτροπή και την επιτροπή των περιφερειών. Κανονιστικές ρυθμίσεις και αγορές ηλεκτρονικών επικοινωνιών στην Ευρώπη κατά το 2004. [SEC (2004)1535]

Λευκή Βίβλος - Η Ελλάδα στην Κοινωνία της Πληροφορίας: Στρατηγική και Δράσεις- Η Ελλάδα στην Κοινωνία της Πληροφορίας: Στρατηγική και Δράσεις Στρατηγική για την ευρυζωνική πρόσβαση.

Μπούρας Ι., (2009), Τα Ευρυζωνικά Δίκτυα στην Ελλάδα, Λευκή Βίβλος.

Μπουρλετίδης Κ., (2009), E-Learning στη Μαθησιακή Διαδικασία, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, (2009), Ηλεκτρονική Μάθηση, Οικονομικό Πανεπιστήμιο
- Ομάδα Εργασίας Ευρυζωνικότητα., (2003), Ευρυζωνική Πρόσβαση, Ανάκτηση στις 4-5-2011 από http://www.broad-band.gr/content/modules/downloads/broadband_content_vfc.doc
- Ρόκκος Κ., (2008), Ολοκληρωμένη ανάπτυξη σε ορεινές περιοχές, Μετσόβιο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας
- Σπύρου Π., (2010), E-health σε ορεινές και απομακρυσμένες περιοχές, Ανάκτηση στις 20-8-2010 από <http://www.opengov.gr/yroian/wp-content/uploads/Vidavo-data-e-subscription.pdf>.
- Σπύρου Σ., (2008), Ορισμός Ευρυζωνικότητας, Ανάκτηση στις 2-5-2011 από <http://el.science.wikia.com/wiki/%CE%95%CF%85%CF%81%CF%85%CE%B6%CF%89%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1>
- Στεφανίδης, Β. και Τσιλιγκίρη, Α., (2010) HSPA+: High-Speed Packet Access Plus Release 7 for Enhanced Mobile Broadband, Ανάκτηση στις 18-12-2012 από <http://www.meducator3.net/melinaplus/sites/.../HSPA%20ver%203.ppt>
- Τρύφων Χ., (2009), Στρατηγική των Ευρυζωνικών Δικτύων, Ανάκτησης στις 2-5-2011 από <http://www.broad-band.gr/orismos.php?language=el>
- Χίωτη Τ., (2008), Κείμενο Στρατηγικής για την Ευρυζωνική Πρόσβαση, Λευκή Βίβλος.