



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΔΙΚΤΥΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ

ΔΙΚΤΥΩΝ

Κινητά Δίκτυα 4G

ΜΠΟΥΓΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

A.M <5843>

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2016

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	I
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	III
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.....	1
1.1 <Β ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΠΟΛΕΜΟΣ & ΔΙΚΤΥΑ GSM>.....	1
1.2 <ΔΙΚΤΥΑ EDGE>	1
1.3 <ΔΙΚΤΥΑ 3G>	1
1.4<ΔΙΚΤΥΑ 3G+>	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ 4ΗΣ ΓΕΝΙΑΣ	1
2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΟ 3G.....	1
2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ	1
2.3 ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: LTE, WiMAX ΚΑΙ ΜΑΤΙΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ	1
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ LTE – ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	1
3.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ WiMAX – ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	1
3.3 ΔΙΚΤΥΑ 5ΗΣ ΓΕΝΙΑΣ	1

Βιβλιογραφία3

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

- GSM - Global System for Mobile communications
- GPRS - General Packet Radio Service
- 3GPP - 3rd Generation Partnership Project
- EDGE - Enhanced Data Rates for GSM Evolution
- UMTS - Universal Mobile Telecommunications System
- HSPA/HSPA+ - High Speed Packet Access
- HSDPA - High Speed Downlink Packet Access
- WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access
- ITU-R - International Telecommunication Union, Radiocommunication Sector
- LTE - 3GPP Long Term Evolution
- LTE-A - 3GPP Long Term Evolution – Advanced
- SMS – Short Message Service
- ADSL - Asymmetric Digital Subscriber Line
- (x)DSL - Digital Subscriber Line
- UMB – (Qualcomm's) Ultra Mobile Broadband
- DSLAM - Digital Subscriber Line Access Multiplexer
- VoLTE – Voice over LTE
- IPTV – Internet Protocol Television
- OFDMA - Orthogonal Frequency-Division Multiple Access
- SC-FDMA - Single-carrier FDMA

- FDMA - Frequency-division multiple access

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

1.1 Ιστορική Αναδρομή στα Δίκτυα Κινητής Τηλεφωνίας

1.1.1 Εισαγωγή στα Δίκτυα GSM

Η ιστορία της κινητής τηλεφωνίας ξεκίνησε στο τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, σε μία κοινή προσπάθεια των χωρών της Σκανδιναβίας και των ΗΠΑ. Η “ημερομηνία γέννησής” της θεωρείται η 3η Απριλίου 1973, αλλά το πρώτο ολοκληρωμένο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας λειτούργησε σχεδόν μία δεκαετία μετά, στις αρχές του 1980 στην Σκανδιναβία. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 80 τα κινητά τηλέφωνα ήταν ογκώδη κι έτσι ήταν εγκατεστημένα κυρίως σε αυτοκίνητα και φορτηγά. Το πρώτο κινητό ήταν μοντέλο της Μοτορόλα, με κωδικό μοντέλου dynaTAC8000X, με πρωτοφανή για τα σημερινά δεδομένα μέγεθος (25cm)!

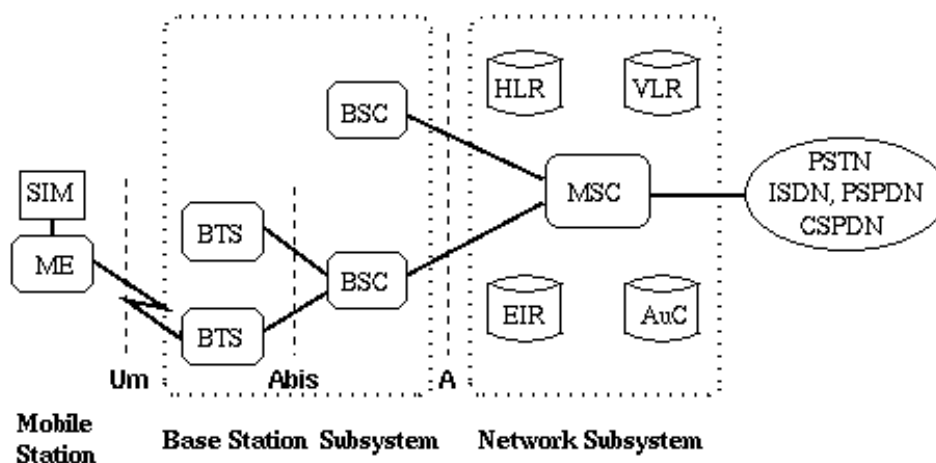


Το πρώτο εμπορικό κινητό, το Motorola dynaTAC8000X(via mashable.com)

Αυτά τα δίκτυα των Σκανδιναβών αποτέλεσαν την βάση για τα δίκτυα GSM, τα οποία εξέλιξαν τη υπάρχουσα τεχνολογία και επέτρεψαν στις κινητές συσκευές να στέλνουν και σύντομα μηνύματα, τα γνωστά πλέον από την καθημερινότητά μας, SMS. Πέρα από την δυνατότητα αποστολής μηνυμάτων, σημειώθηκε σημαντική βελτίωση στην ποιότητα της φωνητικής επικοινωνίας, αφού τα δίκτυα GSM είναι ψηφιακά. Η ψηφιακά κωδικοποιημένη φωνη δέχεται σαφώς λιγότερες παραμορφώσεις από άλλα σήματα σε σχέση με το αναλογικό σήμα, αλλά ταυτόχρονα επέτρεψε και την αποτελεσματική πολυπλεξία σημάτων, οδηγώντας σε δίκτυα μεγαλύτερης χωρητικότητας.

Τα δίκτυα GSM καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ραδιοσυχνοτήτων, με τα περισσότερα από αυτά λειτουργούν στα 900 MHz και στα 1800 MHz. Υπάρχουν σαφώς και εξαιρέσεις, όπως τα αντίστοιχα δίκτυα του Καναδά και των Ηνωμένων Πολιτειών που “τρέχουν” στα 1800 και 850 MHz αντίστοιχα.

Architecture of the GSM network



(via ietf.org)

Στην Ελλάδα τα πρώτα δίκτυα GSM εμφανίστηκαν το 1992 όταν η κυβέρνηση Μητσοτάκη αποφάσισε να δώσει άδεια σε δύο εταιρίες για την εκμετάλλευση των νέων τεχνολογιών. Οι πρώτες εταιρίες που

δραστηριοποιήθηκαν στο χώρο (και συνεχίζουν μέχρι σήμερα με διαφορετική επωνυμία) ήταν οι Panafon και Telestet, με τον ΟΤΕ να έχει αποκλειστεί από τον διαγωνισμό. Η τρίτη εταιρία που θα ασχοληθεί με την κινητή τηλεφωνία είναι η θυγατρική του ΟΤΕ, COSMOTE, αλλά όχι νωρίτερα από το 1998.

1.1.2 Δίκτυα EDGE

Τα δίκτυα EDGE δεν αποτελούν μία νέα γενιά δικτύων ή κάποια ολοκαίνουρια τεχνολογία, αλλά στην ουσία πρόκειται για την φυσική εξέλιξη των δικτύων GSM μέσα από νέες τεχνολογίες που έγιναν διαθέσιμες μέσα στην επόμενη δεκαετία. Συνοπτικά, EDGE είναι η τεχνολογία, που δίνει στα υπάρχοντα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας την απαιτούμενη χωρητικότητα και ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων αλλά και επιτρέπει να εξυπηρετηθούν τρεις φορές περισσότεροι συνδρομητές ανά περιοχή σε σχέση με τα GSM/GPRS δίκτυα.

Τα δίκτυα EDGE έκαναν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα από όλες τις εταιρίες, αλλά η τεχνολογία δεν διαφημίστηκε καθώς όλες είχαν στα άμεσα πλάνα τους το “λανσάρισμα” των WCDMA και την είσοδο στην τρίτη γενιά δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Η πρώτη εφαρμογή έγινε από την Q-Telecoms στις αρχές του 2004.

	GPRS	EDGE
Διαμόρφωση	GMSK	8-PSK/GMSK
Symbol Rate	270 ksym/s	270 ksym/s
Modulation Bit Rate	270 kb/s	810 kb/s
Radio data rate per time slot	22,8 kb/s	69,2 kb/s
User data rate per time slot	20 kb/s (CS4)	59,2 kb/s (MCS9)
User data rate (8 time slots)	160 kb/s	473,6 kb/s

8PSK: 8 Phase shift keying, GMSK: Gaussian minimum shift keying

Σχεδιάγραμμα 1 Πηγή: Ericsson.com, Πίνακας: myPhone.gr

1.1.3 Δίκτυα 3G

Ως δίκτυα 1ης γενιάς ορίσαμε τα πρώτα αναλογικά δίκτυα κινητής που εμφανίστηκαν μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, ως 2η γενιά τα δίκτυα GSM, και έτσι ως 3η γενιά θεωρούμε την εξέλιξη των δικτύων προκειμένου να προσφέρουν multimedia υπηρεσίες και υψηλές ταχύτητες. Έτσι έχουμε τα δίκτυα 3G, το όνομα των οποίων προκύπτει από τα αρχικά των λέξεων **3rd Generation**. Μεταξύ των τεχνολογιών αυτών είναι οι WCDMA, CDMA2000 και UMTS, με την πρώτη να χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά πλέον. Συγκεκριμένα, UMTS δίκτυα πλέον συναντώνται μόνο στην Κίνα, κι αυτά βρίσκονται στην διαδικασία της αντικατάστασής τους από πιο σύγχρονες τεχνολογίες (LTE-Advanced, για το οποίο θα ασχοληθούμε στην συνέχεια).

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες τεχνολογίες που βασίζονται σε μετάδοση δεδομένων μέσω απευθείας σύνδεση των δύο δεκτών (circuit-switched), οι τεχνολογίες που ανήκουν στην ομάδα τρίτης γενιάς βασίζονται σε υψηλής ταχύτητας μετάδοση δεδομένων μοιρασμένων σε πακέτα (packet-switched), επιτρέποντας θεωρητικές ταχύτητες μέχρι και 2mbps.

Οι πρώτες εφαρμογές των WCDMA δικτύων στην Ελλάδα ξεκίνησαν στα τέλη του 2004, στα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας με βασικό στόχο την πλήρη κάλυψη της Ελλάδας μέχρι τα τέλη του 2007. Μέχρι το 2017, σχεδόν ολόκληρη η ηπειρωτική και νησιωτική Ελλάδα διαθέτει πρόσβαση σε δίκτυα τρίτης γενιάς από τους τρεις μεγάλους παρόχους που δραστηριοποιούνται στην χώρα μας, επιτρέποντας πρόσβαση στο διαδίκτυο ακόμη και σε απομακρυσμένες ή ακριτικές περιοχές

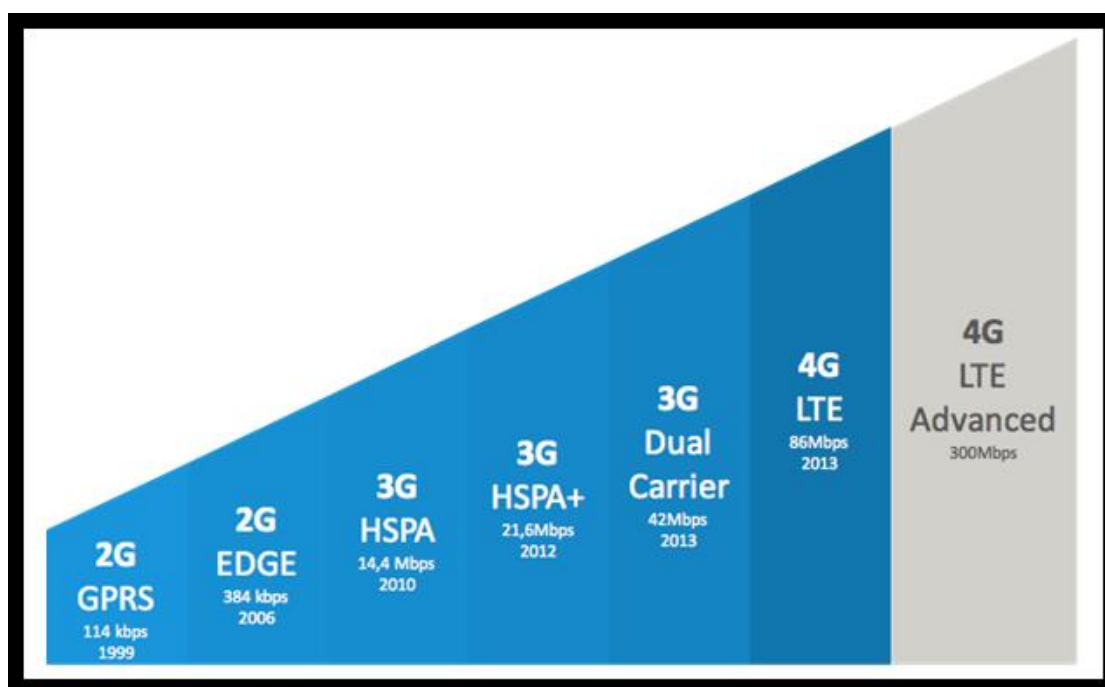
1.1.4 Δίκτυα 3G+

Με την εισαγωγή των 3G δικτύων και την εκτόξευση των υπηρεσιών από τις εταιρίες κινητής, έγινε γρήγορα κοινώς αποδεκτό πως οι χρήστες

θέλουν μεγαλύτερη ταχύτητα και πιο αξιόπιστα δίκτυα για την μεταφόρτωση πολυμέσων.

Η ανάγκη αυτή βρήκε αντίκρισμα στην τεχνολογία HSDPA που επιτρέπει τη σημαντική αύξηση του ρυθμού μεταφοράς των δεδομένων, καθώς και τη βελτιστοποίηση της χωρητικότητας σε δίκτυα WCDMA. Εμπορικά και για λόγους συντομίας μπορεί να βρεθεί και ως “3G+”, ενώ δεν αποτελεί μία εντελώς νέα τεχνολογία αλλά εξέλιξη της υπάρχουσας. Ουσιαστικά, όπως το EDGE αναβάθμισε τα GSM δίκτυα, έτσι και τα HSDPA ήρθαν να καλύψουν το κενό μέχρι τα δίκτυα 4ης Γενιάς. Λόγω και του μεγάλου ρυθμού μετάδοσης δεδομένων, η τεχνολογία αυτή από πολλούς θεωρήθηκε και ως την ασύρματη έκδοση των γραμμών ADSL, αφού οι ταχύτητές τους είναι παραπλήσιες.

Η ολοένα αυξανόμενη κατανάλωση multimedia υπηρεσιών από τους χρήστες έδωσαν κίνητρο στην 3GPP να ασχοληθούν με την περαιτέρω αναβάθμιση των κινητών δικτύων, φτάνοντας στα δίκτυα 4ης γενιάς που θα ασχοληθούμε και στην συνέχεια.



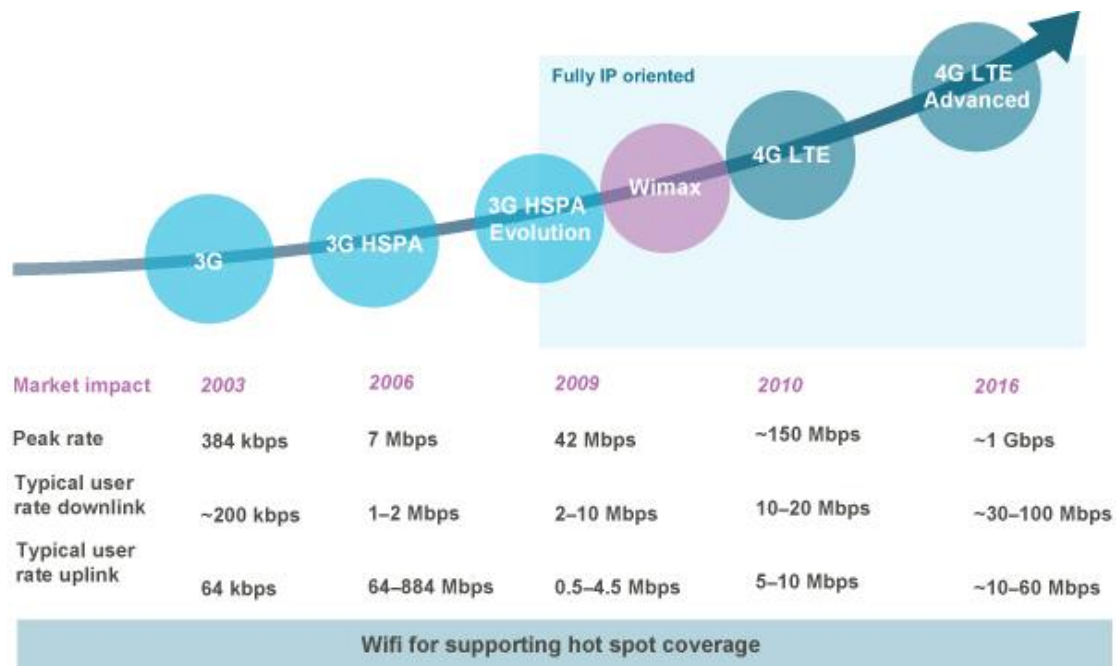
Via myphone.gr

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ 4ΗΣ ΓΕΝΙΑΣ

1.2 Δίκτυα 4ης Γενιάς

1.2.1 Πλεονεκτήματα 4G – Σύγκριση με δίκτυα 3G

Η φυσική εξέλιξη των πραγμάτων, σε συνδυασμό με την ολοένα και αυξανόμενη κατανάλωση των χρηστών σε χρήσεις πολυμέσων έφεραν τα δίκτυα 4G, τα οποία έχουν μπει για τα καλά στην ελληνική καθημερινότητα κατά τα τελευταία χρόνια.



Via ijritcc.org

Σε αντίθεση με την εναλλαγή από τα δίκτυα GSM στα δίκτυα 3ης γενιάς, που ήταν μία χρονοβόρα διαδικασία και με υπερμεγέθη κόστη για τις εταιρίες κινητής αφού χρειάστηκε στις περισσότερες περιπτώσεις η αλλαγή ολόκληρης της υποδομής και την αλλαγή των ραδιοσυχνοτήτων εκπομπής, η μετάβαση στα δίκτυα 4G ήταν πιο γρήγορη και άμεση. Η

Qualcomm είχε αρχικά ως στόχο την ανάπτυξη ενός διαδόχου 4G του cdma2000, με την ονομασία Ultra Mobile Broadband (UMB), το οποίο όμως απορρίφθηκε άμεσα από την ITU – R και τις εταιρίες κινητής (αφού καμία παγκοσμίως δεν επιχείρησε να υιοθετήσει την τεχνολογία της Qualcomm), αφήνοντας την “μαχη” σε δύο πρότυπα, το LTE και το WiMAX. Από αυτές, το LTE έχει μακράν τη μεγαλύτερη υποστήριξη μεταξύ των εταιριών κινητής και των κατασκευαστών εξοπλισμού και είναι εν τέλει επικράτησε έναντι του WiMax

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 latencies. Παράλληλα, υποστηρίζονται τα νέα πρωτόκολα internet, IPv6, ενώ και 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 κινητός δέκτης (χρήστης) βρίσκεται εν κινήσει.



Via









4gamericas.org

1.2.2 Εφαρμογές του 4G

Το 4G δεν φέρνει κάποια νέα και πρωτοποριακή τεχνολογία μαζί του, οπότε εφαρμογές που να λειτουργούν αποκλειστικά μέσω των δικτύων τέταρτη γενιάς στην παρούσα φάση δεν υπάρχουν. Ωστόσο, το 4G κατάφερε να αυξήσει σε μεγάλο βαθμό τις ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων, διευκολύνοντας πολλούς τομείς της καθημερινότητας αλλά και δίνοντας ένα νέο εργαλείο στα χέρια της επιστήμης.

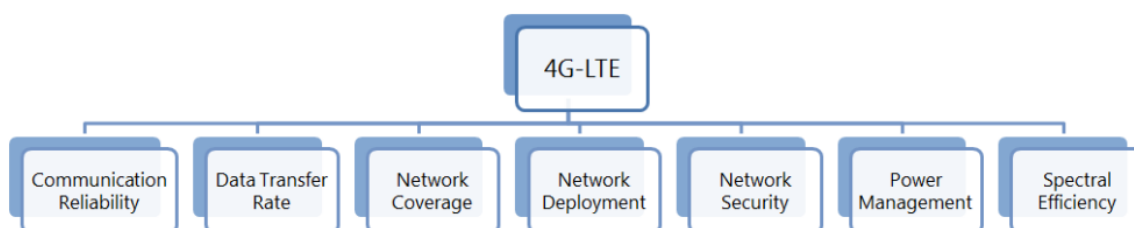
Με το 4G, η μετάδοση δεδομένων δεν γίνεται μόνο πολύ γρήγορα, αλλά και με μικρές καθυστερήσεις (latencies). Με αυτόν τον τρόπο, και λόγω της ασύματης φύσης τους έχει βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό την λειτουργικότητα της τηλειατρικής. Έτσι, κάτοικοι σε απομακρυσμένες περιοχές όπως οι νησιωτικές, μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση σε ποιοτικές υπηρεσίες υγείας ακόμη κι αν η περιοχή δεν έχει επαρκή ιατροφαρμακευτική περίθαλψη. Μάλιστα, δεν είναι πρωτόγνωρο το φαινόμενο της τηλεχειρουργικής, η δυνατότητα δηλαδή που έχει ένας γιατρός να εκτελεί μια εγχείρηση σε έναν ασθενή ακόμα και αν δε βρίσκονται σωματικά στο ίδιο μέρος. Αποτελεί μία από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες του άμεσου μέλλοντος, η οποία δεν θα μπορούσε να εφαρμοσθεί σε μεγάλο μέρος του πληθυσμού της γης χωρίς την ύπαρξη συνδέσεων δεδομένων υψηλής ταχύτητας όπως τα δίκτυα τετάρτης γενιάς.

Mobile communications: from 1G to 4G

People	Generation	Device	Specifications	Generation	Device	Specifications		
	1G			1G Year: early 80s Standards: AMPS, STCS Technology: Analog Bandwidth: - Data rates: -	3G			3G Year: 2001 Standards: UMS / HSPA Technology: digital Bandwidth: Broad Band Data rates: up to 2 Mbit/s
	2G			2G Year: 1991 Standards: GSM, GPRS, EDGE Technology: Digital Bandwidth: Narrow Band Data rates: < 80 - 100 Kbit/s	4G			4G Year: 2010 Standards: LTE, LTE Advanced Technology: digital Bandwidth: Mobile Broad Band Data rates: >100 Mbit/s experience 1 to 100 Mbit/s in 4 minutes

Via qualcomm.com

Επιπλέον, υπάρχουν ακόμη και σήμερα πολλές ακριτικές και παραμεθόριες περιοχές της χώρας, αλλά και του πλανήτη γενικότερα, που δεν έχουν εγκατεστημένη υποδομή για οικιακές συνδέσεις internet, με αποτέλεσμα ένα ποσοστό του πληθυσμού να μην έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Η εγκατάσταση οπτικών ινών και DSLAM σε τέτοιες περιοχές έχει συχνά πολύ μεγάλο κόστος και δεδομένης της μικρής τους αγοράς κρίνεται ασύμφορη η επένδυση. Αντίθετα, η κάλυψη 4G μπορεί να επιτευχθεί χωρίς μεγάλα κόστη και αλλαγές εξοπλισμού. Ένας πύργος εκπομπής κινητής τηλεφωνίας μπορεί να καλύψει μία ευρεία περιοχή και να ικανοποιήσει τις ανάγκες των χρηστών μιας και υποστηρίζει μεγαλύτερο bandwidth. Οι χρήστες που μέχρι πρόσφατα δεν είχαν πρόσβαση σε ευρυζωνικές υπηρεσίες αποκτούν πλήρη πρόσβαση εφάμιλλη των δικτύων υψηλής ταχύτητας οικιακού τύπου.



Via adslgr.com

Συνεχίζοντας με τις γρήγορες ταχύτητες δεδομένων, με τα δίκτυα τέταρτης γενιάς, δίνεται η δυνατότητα εκπαίδευσης εξ αποστάσεως, ακόμα κι εν κινήσει. Αν για οποιονδήποτε λόγω κάποιος που παρακολουθεί ένα πρόγραμμα σπουδών ή ένα σεμινάριο δεν μπορεί να παρευρεθεί στον χώρο της εκδήλωσης, με το 4G μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση σε οπτικοακουστικό υλικό αλλά και σε διαδραστικές εφαρμογές όπου κι αν βρίσκεται, ακόμη και στις περιπτώσεις που ο εκπαιδευόμενος δεν βρίσκεται στον χώρο της κατοικίας του.

Αντίστοιχα, η αποστολή και παραλαβή εργασιών, υλικού και παρατηρήσεων μεταξύ διδάσκοντα και διδασκόμενου μπορεί να γίνει άμεσα χωρίς την ανάγκη προσωπικής επαφής ή ανάγκη ύπαρξης οικιακού δικτύου.

Παρόμοια εφαρμογή των 4G δικτύων μπορεί να υπάρξει και στον εργασιακό τομέα, όπου ο εργαζόμενος μπορεί να αποστέλλει χωρίς καθυστερήσεις σε πραγματικό χρόνο αναφορές, παρουσιάσεις και ανταποκρίσεις από διάφορες εργασίες που του έχουν ανατεθεί εκτός του χώρου εργασίας του. Για παράδειγμα, η ζωντανή κάλυψη ενός event απαιτούσε στο παρελθόν δορυφορικές συνδέσεις, ενώ πλέον επιτυγχάνεται μέσω των δικτύων κινητής τέταρτης γενιάς.

Επιστρέφοντας στις καθημερινές ευκολίες του 4G, η νέα τεχνολογία προσφέρει επιπλέον διευκολύνσεις της ζωής μας. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι η Voice over IP (VoIP) και η IPTV, για τις οποίες η ποιότητα της σύνδεσης είναι κύριο χαρακτηριστικό και καθορίζει, το ποσοστό των δεδομένων που μεταφέρονται και το αν η μεταφορά θα είναι επιτυχής, συνεχής και δε θα διακόπτεται. Ιδιαίτερα οι τεχνολογίες IPTV που γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλείς κυρίως στο εξωτερικό, είναι ρητά συνδυασμένες με την ποιότητα εικόνας και ήχου, άρα και με τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.

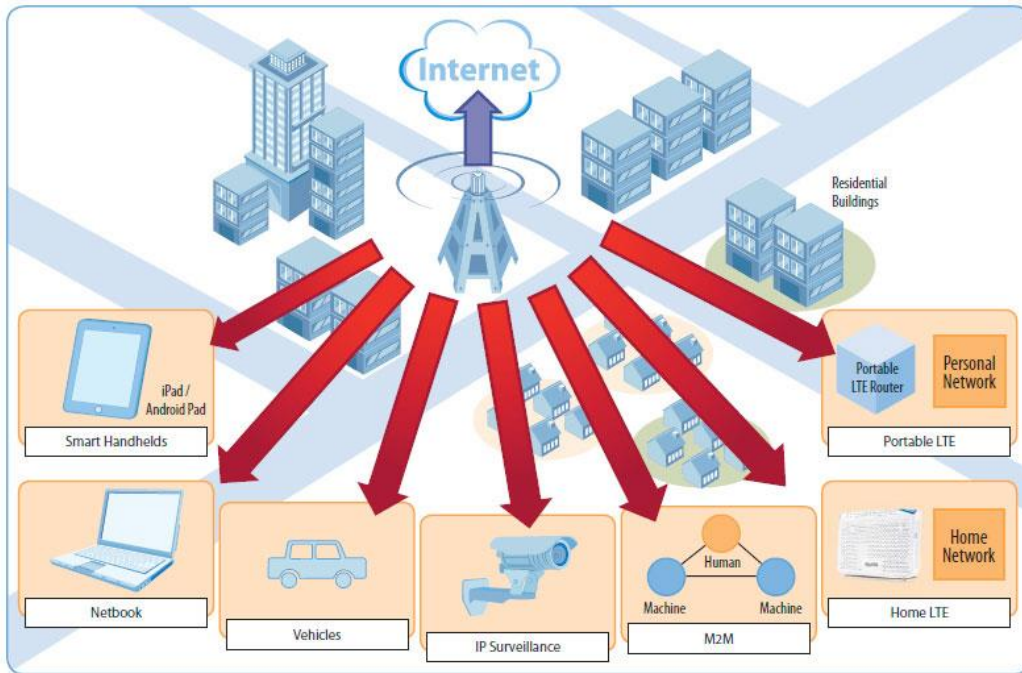


Με τα 4G δίκτυα η IPTV γίνεται προσβάσιμη ακόμη κι εν κινήσει (via mashable.com)

Μία ακόμη, ολοένα και αναπτυσσόμενη βιομηχανία, που επωφελείται άμεσα από την εξέλιξη των ασυρμάτων δικτύων, είναι αυτή των ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Μέχρι σήμερα, κάθε προσπάθεια κάποιας εταιρίας για διαδικτυακό gaming ήταν αναγκαστικά προσκολλημένη στα πλαίσια του σπιτιού ή κάποιου ασύρματου WiFi hotspot, ακόμη κι αν

μιλάμε για φορητές πλατφόρμες παιχνιδιού. Η κατάσταση ωστόσο με την επόμενη γενιά φορητών παιχνιδικονσόλων αναμένεται να αλλάξει σημαντικά. Η αρχή έχει γίνει ήδη με τα κινητά και τα 4G tablets που επιτρέπουν συνεχή σύνδεση στο διαδίκτυο μέσω των δικτύων κινητής, και αυτό το ρεύμα σίγουρα αναμένεται να επηρεάσει την gaming βιομηχανία. Η συνεχή διασύνδεση μίας φορητής συσκευής στο διαδίκτυο μπορεί να απελευθερώσει τα χέρια των δημιουργών περιεχομένου και να αναπτύξουν διασυνδεδεμένες εμπειρίες που δεν θα απαιτούν την διακοπή της ροής του παιχνιδιού όταν ο χρήστης βρίσκεται εκτός σπιτιού ή εν κινήσει.

Κλείνοντας με τα οφέλη του 4G, κρίνεται σκόπιμη η αναφορά στις υπηρεσίες που βασίζονται στη γεωγραφική θέση (Location-based services), δηλαδή την native ικανότητα του δικτύου να εντοπίζει τους συνδρομητές. Μάλιστα η ικανότητα αυτή των 4G δικτύων είναι ιδιαίτερα εξελιγμένη με αποτέλεσμα να επιτρέπει τον “εντοπισμό” του χρήστη ακόμη και αν βρίσκεται σε εσωτερικούς χώρους. Με δεδομένη αυτήν την υπηρεσία, μέσω των δικτύων τέταρτης γενιάς γίνεται άμεση η πλοήγηση σε χάρτες, αναζήτηση κοντινών τοποθεσιών αλλά και έχουμε και σημαντική εξέλιξη στις εφαρμογές έκτακτης ανάγκης, όπου για παράδειγμα άτομο το οποίο βρίσκεται σε κίνδυνο αλλά δε μπορεί για κάποιο λόγο να επικοινωνήσει και να αναφέρει τη θέση του μπορεί να λάβει βοήθεια αν χρησιμοποιήσει τη συσκευή του έτσι ώστε να στείλει αυτή την πληροφορία αυτόματα στις αντίστοιχες υπηρεσίες βοήθειας και άμεσης δράσης.



Φορητές - και μη - συσκευές μένουν μόνιμα συνδεδεμένες χάρη στα ασύρματα δίκτυα (via alukah.net)

Παράλληλα, βοηθάει την χρήση των cloud υπηρεσιών αποφορτίζοντας τις φορητές και μη συσκευές από πολλά αρχεία αποθηκευμένα στον δικό τους χώρο αποθήκευσης και την δυνατότητα συγχρονισμό αρχείων και εγγράφων μεταξύ συσκευών σε πραγματικό χρόνο. Τέλος, οι M2M (Machine-to-Machine ή αλλιώς επικοινωνία από μηχανή σε μηχανή) επικοινωνία έρχεται ακόμη πιο κοντά στην πραγματικότητα αφού πλέον ακόμα και φορητές συσκευές (κινητά, tablet, φορητοί υπολογιστές ακόμη και αυτοκίνητα ή Μέσα Μαζικής Μεταφοράς) μπορούν να είναι μόνιμα συνδεδεμένα στο διαδίκτυο και να λαμβάνουν ή να αποστέλουν πληροφορίες σε άλλα αυτοματοποιημένα συστήματα. Παράδειγμα μίας τέτοιας εφαρμογής είναι η χρήση των ζωντανών πινάκων που ενημερώνουν το κοινό σε πόση ώρα αναμένεται να περάσει το επόμενο δρομολόγιο ή οι ζωντανές υπηρεσίες σε ορισμένες περιοχές που ενημερώνουν όταν αδειάζει κάποια θέση στάθμευσης του οδηγούς που θέλουν να παρκάρουν σε μία ορισμένη περιοχή.

1.2.3 Μειονεκτήματα της τεχνολογίας

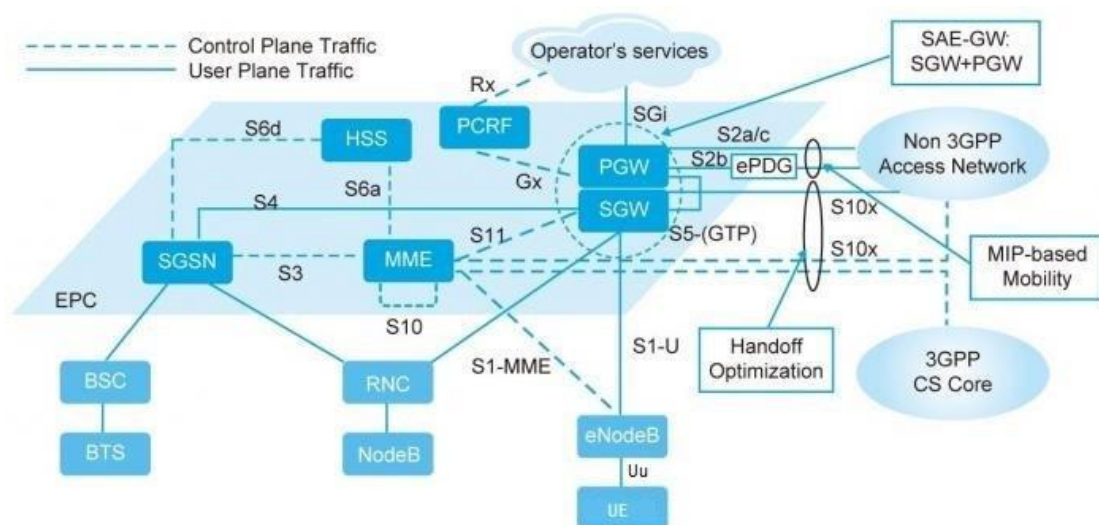
Το βασικό πλεονέκτημα των δικτύων 4G, ασχέτως του τύπου του δικτύου (για παράδειγμα LTE), είναι οι εξαιρετικά γρήγορες ταχύτητες που θα παρέχουν στο downloading και uploading δεδομένων. Από πρακτικής άποψης, δεν πρόκειται -στην παρούσα φάση- να επωφεληθεί ο μέσος χρήστης παροχών τις οποίες δεν απολαμβάνουμε με τα υπάρχοντα δίκτυα τρίτης γενιάς (HSPA και ειδικά HSPA+ που μικραίνουν ακόμη περισσότερο το χάσμα) που λειτουργούν στην χώρα μας εδώ και πολλά χρόνια. Παρ' όλα αυτά, υπηρεσίες όπως τηλεφωνία IP (VoIP) και υπηρεσίες IPTV αλλά και online gaming αναμένεται να επωφεληθούν αυτών των δικτύων εξαιρετικά υψηλής ταχύτητας.

Ωστόσο, η τεχνολογία 4G κυρίως θα ενισχύσει την εμπειρία χρήσης που παρέχεται μέσω της 3G, δεν θα την αλλάξει ή θα αποτελέσει μία τεχνολογία που θα δυσκολέψει κάποιον να επιστρέψει στα δίκτυα τρίτης γενιάς. Δηλαδή η μετάβαση από τα GSM δίκτυα στα 3G δεν είναι σε καμία περίπτωση αντάξια των προσδοκιών που έφερε το πολυδιαφημισμένο 4G. Η βελτίωση αυτή θα καταστήσει πιο ευχάριστο το video-streaming, που θα είναι απαλλαγμένο από είδωλα, κολλήματα, καθυστερήσεις, καθώς και άλλες -λιγότερο δημοφιλείς- υπηρεσίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: LTE, WIMAX & ΜΑΤΙΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

3.1 Εισαγωγή στο LTE

Η τεχνολογία LTE – Long Term Evolution αναπτύχθηκε από τον διεθνή οργανισμό 3GPP και προτάθηκε για πρώτη φορά στην Ιαπωνία περισσότερο από μία δεκαετία πριν, το 2004, όταν και δηλαδή άρχισαν να κάνουν την εμπορική τους εμφάνιση τα δίκτυα τρίτης γενιάς στην Ευρώπη.. Είναι μια νέα τεχνολογία η οποία βασίζεται στα προϋπάρχοντα δίκτυα GSM/EDGE και HSPA όμως προσφέρει μεγαλύτερες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων, καλύτερες τεχνικές διαμόρφωσης, αυξημένη χωρητικότητα και εύρος ζώνης καθώς και πληθώρα άλλων υπηρεσιών. Όπως προαναφέραμε οι απαιτήσεις των χρηστών για ολοένα και μεγαλύτερο bandwidth και η αυξημένη ζήτηση για multimedia υπηρεσίες ήταν αυτές που οδήγησαν στην δημιουργία αυτής της νέας τεχνολογίας.



Via rcrwireless.com

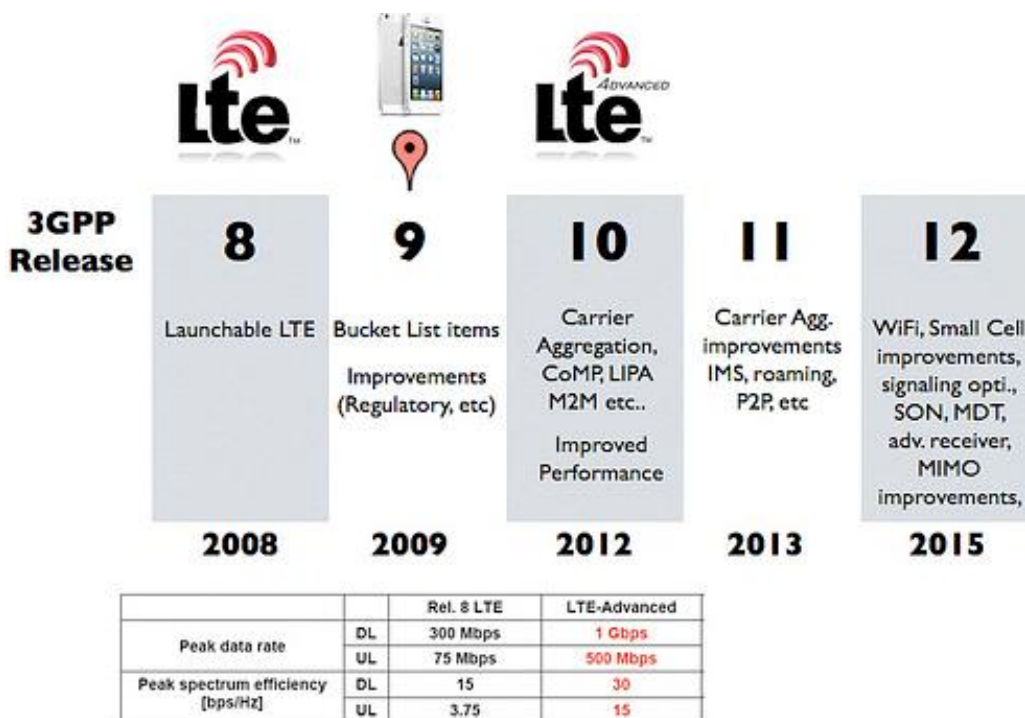
Το πρώτο δίκτυο LTE που εγκαταστάθηκε ήταν στο Όσλο και στη Στοκχόλμη από την εταιρία TeliaSonera λίγο πριν τα τέλη του 2008. Η πρώτη έκδοση που εισήχθηκε ήταν η 8 (Release 8 του οργανισμού 3GPP) όμως ακολούθησαν αργότερα και άλλες. Οι προδιαγραφές του LTE αρχικά ήταν να παρέχει ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων της τάξης των 100Mbps σε download ενώ άγγιζαν τα 50Mbps στην αποστολή δεδομένων. Η απαίτηση αυτή ξεπεράστηκε το οποίο πλέον παρέχει ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων της τάξης των 300Mbps και 75Mbps αντίστοιχα. Ωστόσο, παρά τις εξωπραγματικές του ταχύτητες, το LTE δεν συμβάδιζε με τις προδιαγραφές που είχε ορίσει ο διεθνής οργανισμός ITU – R (International Telecommunication Union – Radiocommunication Sector) προκειμένου να θεωρείται και τυπικά δίκτυο τέταρτης γενιάς και έτσι οδηγηθήκαμε στην εξέλιξη της τεχνολογίας, με όνομα LTE Advanced. Αξίζει να τονιστεί ότι αυτές οι μέγιστες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων, μπορούν να επιτευχθούν μόνο σε ιδανικές συνθήκες, και είναι εντελώς ανέφικτο με οποιοδήποτε ρεαλιστικό σενάριο στην καθημερινή χρήση των δικτύων αυτών. Σε θεωρητικό επίπεδο ο ITU – R έθεσε ως κατώτατο όριο τα 600Mbps Downlink και τα 270Mbps Uplink για ένα δίκτυο προκειμένου να χαρακτηριστεί και τυπικά ως δίκτυο 4ης γενιάς.



Δέκτη
ς για

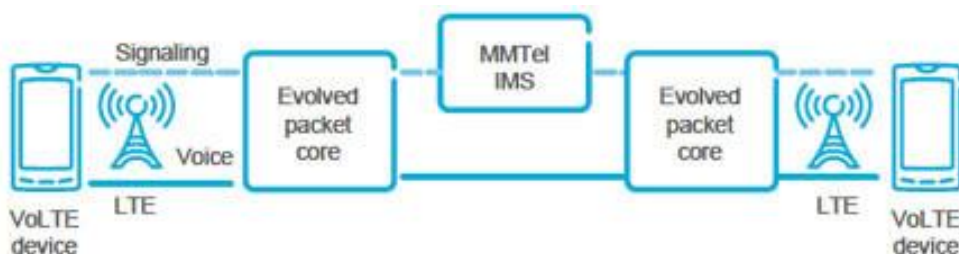
την σύνδεση υπολογιστών σε LTE δίκτυα(via samsung.com)

Έτσι, ο 3GPP βασισμένη και οδηγούμενη από τις απαιτήσεις της ITU για τα δίκτυα τέταρτης γενιάς, ο οργανισμός άρχισε να μελετά πώς να ενισχύσει τις δυνατότητες του LTE. Η κύρια παραγωγή από τη μελέτη ήταν μια προδιαγραφή για ένα σύστημα, γνωστό ως LTE-Advanced [12], στο οποίο οι κύριες απαιτήσεις είχαν ως εξής. Το LTE-Advanced ήταν σχεδιασμένο να παραδώσει ένα μέγιστο ρυθμό δεδομένων 1000 Mbps στην κάτω ζεύξη, και 500 Mbps στην άνω ζεύξη. Να σημειώσουμε, όπως και πριν, ότι τα στοιχεία αυτά είναι ακατόρθωτα σε οποιοδήποτε ρεαλιστικό σενάριο, με τις τελικές ταχύτητες που θα φτάσουν εν τέλει στα χέρια του χρήστη να είναι σαφώς και πολύ μικρότερες από τις θεωρητικές μέγιστες. Τέλος, το LTE-Advanced σχεδιάστηκε να είναι συμβατό με το LTE, με την έννοια ότι ένα κινητό LTE μπορεί να επικοινωνήσει με ένα σταθμό βάσης που λειτουργεί LTE-Advanced και αντίστροφα, ενώ προφανώς και είναι backwards compatible με δίκτυα 3G και GSM/EDGE.



Οι εξελίξεις του προτύπου LTE που οδήγησε στο LTE-A (via wikipedia.org)

Πέρα από το μεγάλο εύρος ταχυτήτων, αξίζει να αναφέρουμε ότι με τα LTE και LTE-Advanced δίκτυα ο χρήστης επωφελείται από καλύτερη ποιότητα κλήσεων. Συγκεκριμένα, με την τεχνολογία VoLTE, η οποία θα ξεκινήσει να εφαρμόζεται και στην Ελλάδα τους προσεχείς μήνες, οι χρήστες μπορούν να επικοινωνούν χωρίς καθυστερήσεις, διακοπές αλλά και να απολαμβάνουν καλύτερη ποιότητα ήχου με τον συνομιλητή τους. Συνοπτικά η τεχνολογία της μετάδοσης φωνής μέσω LTE (Voice over LTE) βασίζεται στην ιδιαιτερότητα των LTE δικτύων να είναι all-IP και να μην απαιτούν circuit-switched κυκλώματα για την επικοινωνία δύο χρηστών.



Via myphone.gr

Η όλη μετάδοση δεδομένων γίνεται μέσω πακέτων. Για να επωφεληθεί ένας χρήστης από την παρούσα τεχνολογία απαιτείται φυσικά κάλυψη LTE αλλά και την υποστήριξη VoLTE από το κινητό δίκτυο και την συσκευή του. Σήμερα, όλα τα μεγάλα αστικά κέντρα έχουν πρόσβαση σε LTE δίκτυα από τους μεγάλους παρόχους κινητής, με την Comsote να είναι η πρώτη που ενεργοποιεί το VoLTE για τους χρήστες κινητής της.

3.1 Εισαγωγή στο WiMAX

Παρ' όλο που στην αγορά το LTE έχει κερδίσει την εμπιστοσύνη των εταιριών με αποτέλεσμα στην συντριπτική τους πλειοψηφία τα δίκτυα τέταρτης γενιάς σε Ευρώπη, Ασία και Αμερική να βασίζονται στα πρότυπα του LTE και LTE-Advanced, το WiMAX, κρίνεται σκόπιμη η αναφορά στην εν λόγω τεχνολογία που παρ' όλο που δεν είναι ευρέως διαδεδομένη, δεν είναι νεκρή όπως πιστεύεται.

Το WiMAX, όπως κανείς μπορεί να καταλάβει και από το όνομά του, λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο με τα ασύρματα δίκτυα WiFi που υπάρχουν πλέον διαθέσιμα σε κάθε γωνιά των αναπτυγμένων χωρών, με βασική διαφορά την πολύ μεγαλύτερη εμβέλεια εκπομπής τους. Ενώ ένα δίκτυο WiFi μπορεί να δώσει ικανοποιητική πρόσβαση μέχρι μερικές εκατοντάδες μέτρα (σε ιδανικές συνθήκες), ένα δίκτυο βασισμένο στην τεχνολογία WiMAX μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες του δέκτη μέχρι και 35 χιλιόμετρα από το σημείο εκπομπής. Η τεχνολογία αυτή μπορεί στο μέλλον να τροφοδοτήσει με ευρυζωνικές υπηρεσίες ολόκληρες πόλεις, αλλά ωστόσο κρίθηκε ακατάλληλη για την υιοθέτησή της από τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας για ποικίλους λόγους.



Αρχικά, το WiMAX δεν είναι συμβατό με δίκτυα παλαιότερης τεχνολογίας, όπως τα GSM/EDGE και τα δίκτυα τρίτης γενιάς, ένα

σημαντικό μειονέκτημα σε σχέση με την ανταγωνιστική τεχνολογία που ο 3GPP παρουσίασε, το LTE. Για την υιοθέτηση του WiMAX από κάποιον μεγάλο πάροχο κινητής τηλεφωνίας θα απαιτούσε ριζική αναδιοργάνωση των εγκαταστάσεων εκπομπής αφού οι χρήστες με συμβατή συσκευή WiMAX δεν θα είχαν πρόσβαση σε legacy δίκτυα που πιθανώς να υπήρχαν ήδη εγκατεστημένα στην περιοχή.

Επιπλέον, το WiMAX έχει σαφώς μικρότερη ταχύτητα αποστολής δεδομένων, ενώ από τα βασικά του μειονεκτήματα έναντι του LTE είναι ότι υποστηρίζει πολύ μικρότερες ταχύτητες κίνησης του δέκτη. Συγκεκριμένα, ενώ το LTE μπορεί να έχει μέγιστη απόδοση, όπως προαναφέραμε σε προηγούμενη ενότητα, σε ταχύτητες μέχρι και 450 χιλιόμετρα την ώρα. Αντίθετα, το πλαίσιο μέγιστης απόδοσης του WiMAX είναι σημαντικά μικρότερο, μη ξεπερνώντας τα 120 χιλιόμετρα την ώρα, ταχύτητα που θα μπορούσε εύκολα να υπερβεί ένα συμβατικό αυτοκίνητο ένα ένας σύγχρονος συρμός μιας σιδηροδρομικής γραμμής.

Κλείνοντας με τα βασικούς λόγους που οδήγησε τους φορείς κινητής στην επιλογή του LTE για την παροχή των υπηρεσιών του, η τεχνολογία του WiMAX χρησιμοποιεί τον ίδιο τρόπο διαμόρφωσης για downlink και uplink (SOFDMA), ενώ το LTE διαφορετική για τα δύο κανάλια: για downlink το OFDMA και για uplink το SC-FDMA. Σημαντική διαφορά στις προαναφερθείσες τεχνολογίες είναι η σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας που προσφέρει το SC-FDMA, επεκτείνοντας την διάρκεια ζωής της μπαταρίας των συνδεδεμένων συσκευών στα LTE και LTE-Advanced δίκτυα.

Ωστόσο, η τεχνολογία του WiMAX δεν βρίσκεται στο πάνθεον της ιστορίας όπως πιθανώς να πιστεύεται. Η εγκατάσταση και συντήρηση των εγκαταστάσεων του WiMAX είναι σημαντικά μικρότερη από τις αντίστοιχες των άλλων ασυρμάτων δικτύων, το οποίο το καθιστά ιδανικό για ασύρματη συνδεσιμότητα σε υποανάπτυκτες ή αναπτυσσόμενες χώρες.

Μάλιστα, σε χώρες της Αφρικής τα δίκτυα WiMAX είναι όχι απλώς συχνό φαινόμενο, αλλά σε πολλές περιπτώσεις η μοναδική λύση για ευρυζωνικές υπηρεσίες από την στιγμή που στα περισσότερα έθνη δεν υπάρχει υποδομή για DSL συνδέσεις. Τα κόστη εγκατάστασης και συντήρησης των δικτύων WiMAX είναι πολύ μικρότερα από τα αντίστοιχα για εγκατάστασης καλωδίωσης και DSLAM προκειμένου να συνδεθούν οι κάτοικοι αυτών των χωρών με ευρυζωνικά μέσα. Παράλληλα, σύμφωνα με έρευνες, το ποσοστό κατοχής υπολογιστών και άλλων συσκευών που διαθέτουν πρόσβαση στο διαδίκτυο σε χώρες της Αφρικής ήταν μόλις στο 3.6% στα τέλη της περασμένης δεκαετίας, οπότε είναι φυσιολογικό κανένας φορέας να μην έκρινε σκόπιμη την επένδυση για εγκαταστάσεις DSL γραμμών και οπτικών ινών.



Εγκατεστημένα WiMAX MIMOs μέχρι το 2008 στην Αφρική

Παράλληλα, παρόλο που το WiMAX δεν υιοθετήθηκε ως πρότυπο μετάδοσης για δίκτυο κινητής τηλεφωνίας, έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ως εναλλακτική του WiFi, ειδικά σε περιπτώσεις μεγάλων εταιριών ή πόλεων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της πόλης της Marquette

στην πολιτεία του Michigan που καλύπτει όλη την πόλη. Αποτελεί πρωτοβουλία του ομώνυμου πανεπιστημίου, ενώ αντίστοιχες κινήσεις έχουν γίνει σε Main, New Hampshire, Vermont και Watertown.

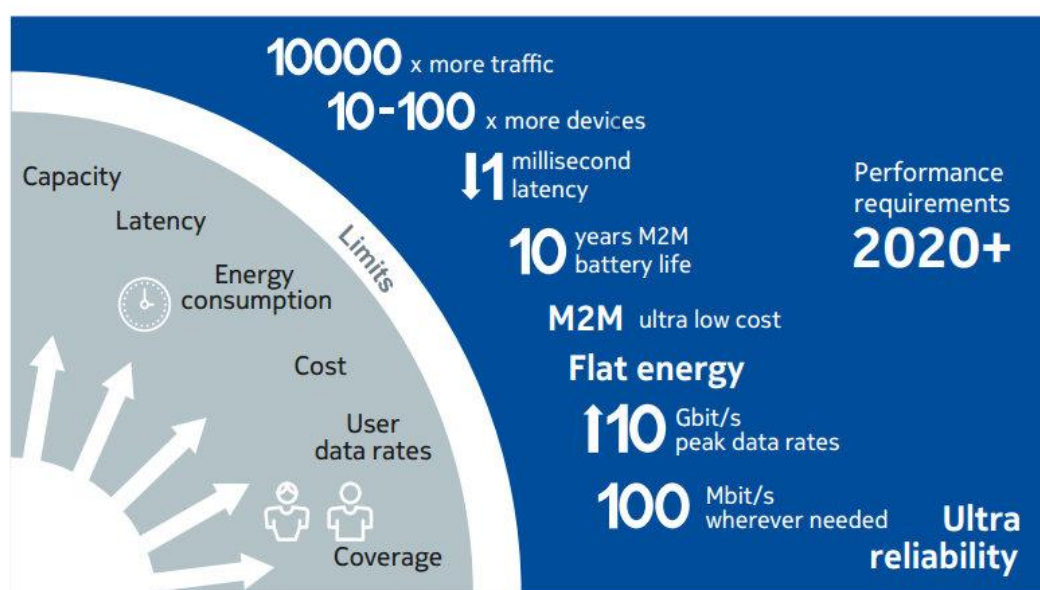
Και στην χώρα μας ωστόσο έχουμε υποστήριξη του WiMAX, σε διαφορετική κατηγορία φυσικά από την κινητή επικοινωνία. Πιλοτικά το 2008 ο ΟΤΕ ξεκίνησε την υποστήριξη της τεχνολογίας στο Άγιο Όρος, στη συνέχεια στο Ηράκλειο της Κρήτης, ενώ σήμερα παρέχει πρόσβαση σε όλο τον Δήμο Αθηνών, την Θεσσαλονίκη αλλά και την Πάτρα, ως μία εναλλακτική του ADSL για επιχειρήσεις. Συγκεκριμένα, από την Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων, 19 εταιρίες έχουν πάρει άδεια για την δοκιμή της τεχνολογίας του WiMAX και συγκεκριμένα οι 3Net (για το Δήμο Αθηναίων), Altec (Καλλιθέα), Arx.Net (Θεσσαλονίκη), Cosmoline (Γλυφάδα), Cosmote (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο), Forthnet (Καλλιθέα), Hellas On Line (Μαρούσι) (Σ.Σ: Νυν Vodafone), Intrastet (Λάρισα), Lannet (Περιστέρι, Καβάλα, Κομοτηνή), Metanet (Βόλος), Sparknet (Θεσσαλονίκη), Syned (Κάντζα), Telepassport (Θεσσαλονίκη), Tellas (Μαρούσι), Vivodi (Χαλάνδρι), Vodafone (Παιανία), Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών (Σπάτα), Teledata (Θεσσαλονίκη), ΜΑΡΑΚ (Πέραμα). Σήμερα, μόνο ο ΟΤΕ προσφέρει εμπορικά υπηρεσίες WiMAX, ενώ έχει γνωστοποιήσει πως όλες οι επικοινωνίες στο Άγιο Όρος πραγματοποιούνται μέσω της τεχνολογίας αυτής και συντηρείται μόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

3.1 Δίκτυα 5ης Γενιάς

Τα δίκτυα τέταρτης γενιάς έχουν μπει για τα καλά στην καθημερινότητα εδώ και αρκετά χρόνια, οπότε είναι λογικό όλες οι μεγάλες εταιρίες να αναζητούνε τους τρόπους να κάνουν τις ήδη μεγάλες ταχύτητες που προσφέρουν τα δίκτυα κινητής, μεγαλύτερες. Οι πρώτες προσπάθειες

από Samsung και Nokia (σε πειραματική φάση, αφού η εμπορική διάθεση θα αργήσει αρκετά χρόνια.

Οι πρώτες αναφορές κάνουν λόγο για ταχύτητες που αγγίζουν τα 10Gbps, με ελάχιστες καθυστερήσεις μεταξύ την μετάδοση πακέτων από συσκευή σε συσκευή. Σύμφωνα με την Σουηδική εταιρία, μία ταινία υψηλής ευκρίνειας (High Definition με ανάλυση 1280x720) θα μπορούσε να “κατέβει” σε μία συσκευή μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα, ενώ μία Ultra HD ανάλυσης σε μόλις μερικά λεπτά.



Via nokia.com

Ωστόσο η μεγαλύτερη ταχύτητα απαιτεί και μεγαλύτερη συχνότητα μετάδοσης των ραδιοκυμμάτων. Υψηλότερες ταχύτητες σημαίνει υψηλότερες συχνότητες και εδώ έρχονται οι ανυπέβλητοι νόμοι της φυσικής. Όσο υψηλότερη η συχνότητα μετάδοσης ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος, τόσο μικρότερη η απόσταση που ταξιδεύει το σήμα και τόσο μειώνεται η “ανοχή” αυτού σε εμπόδια όπως τείχους ή φυσικό περιβάλλον. Έτσι, η πιθανή ημερομηνία που έχει ορίσει η Nokia για την πρώτη εμπορική διάθεση του πρώτου δικτύου 5ης γενιάς μέσα στο 2020, καλείται να ξεπεράσει ένα ακόμη πρόβλημα, πέρα από τις νέες αρχιτεκτονικές και τεχνολογίες που έχουν αρχίσει αναπτύσσονται.

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. Μερικά εξ αυτών είναι:

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

Η Next Generation Mobile Networks είναι πεπεισμένη ότι μέχρι το 2020 τα πρώτα δίκτυο Πέμπτης Γενιάς θα είναι εμπορικά διαθέσιμα προκειμένου να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις επιχειρήσεων και αγοραστικού κοινού, αλλά και του λεγόμενου Internet of Things, των χιλιάδων διασυνδεδεμένων συσκευών να επικοινωνούν και να ενημερώνουν σε πραγματικό χρόνο η μία την άλλη.

Η Ομοσπονδιακή Κομοσιόν Τηλεπικοινωνιών των ΗΠΑ (Federal Communications Commission) έχει ήδη ορίσει το εύρος συχνοτήτων για τα δίκτυα πέμπτης γενιάς, οι οποίες περιλαμβάνουν

τις συχνότητες των 28, 37 και 39 Gigahertz. Όπως προκύπτει εύκολα από τους αριθμούς, τα δίκτυα 5ης γενιάς όχι μόνο θα εκπέμπουν σε μεγαλύτερες συχνότητες από τα εμπορικά 4G δίκτυα (αναφορικά, ένα LTE δίκτυο εκπέμπει στα 800, 1800 ή 2600Mhz), αλλά σε συχνότητες πολυπλάσιες αυτών!

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δημοσιεύσεις:

http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2007/MOBILE%20NETWORK%20TELECOMMUNICATION%20SYSTEM%20IN%20GREECE.pdf

<https://www.itu.int/en/ITU-R/Documents/ITU-R-FAQ-IMT.pdf>

https://www.ucl.ac.uk/sts/staff/agar/documents/agar_constanttouch

URLs:

<http://www.rfwireless-world.com/Terminology/GSM-versus-GPRS.html>

<http://www.networkworld.com/article/2291061/wireless/133811-The-road-to-5G-wireless-A-brief-history-of-mobile-networks.html>

<http://www.brighthub.com/mobile/emerging-platforms/articles/30965.aspx>

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_mobile_phones

<http://www.myphone.gr/forum/showthread.php?t=274860>

<http://www.myphone.gr/library/article-27.html>

<http://www.myphone.gr/library/article-33.html>

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

<http://www.iphonehellas.gr/forum/topic/57908-hsdpa-3g-gsm-gprs-%E2%80%A6-%CF%84%CE%B9-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CF%8C-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%8C%CE%BB%E2%80%99-%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%AC/>

https://en.wikipedia.org/wiki/High_Speed_Packet_Access

<http://www.3ptechies.com/differences-between-gprs-edge-3g-hsdpa-hspa4g-lte.html>

<http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>

<http://www.pcworld.com/article/2083981/faq-how-is-lte-advanced-different-from-regular-lte.html>

<http://www.rfwireless-world.com/Terminology/LTE-vs-LTE-Advanced.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/LTE_Advanced

<http://www.pcadvisor.co.uk/feature/mobile-phone/whats-difference-between-4g-lte-3605656/>

https://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2012/02.aspx

<http://www.extremetech.com/mobile/114953-itu-designates-lte-advanced-as-true-4g>

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

<https://www.cosmote.gr/fixed/business/products-services/ote-business-solutions/ote-special-solutions/ote-wimax-services>

<https://www.thelab.gr/forums/topic/1873-to-%CF%80%CF%81%CF%89%CF%84%CE%BF-wimax-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B4%CE%B1/>

<http://www.zougla.gr/technology/article/wimax-sto-agion-oros>

https://www.ics.forth.gr/tnl/index_main.php?l=e&c=277

<http://thebestwirelessinternet.com/wimax-vs-lte.html>

<http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2403490,00.asp>

<http://www.androidauthority.com/4g-vs-lte-274882/>

<http://www.slideshare.net/CiscoSP360/comparison-of-lte-and-wimax>

<http://technical.ly/brooklyn/2015/04/10/wireless-industry-5g-goals/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Next_Generation_Mobile_Networks

<https://en.wikipedia.org/wiki/3GPP>

<https://en.wikipedia.org/wiki/5G>

<https://networks.nokia.com/innovation/5g>