

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε.



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μελέτη και αξιολόγηση των προτεινόμενων τεχνολογιών στα δίκτυα
5G**

Συγγραφέας:

Στέργιος Παναγιώτης Μάριος
ΑΜ: i1010

Υπεύθυνος Καθηγητής:

Ρίζος Γεώργιος

ΠΕΡΙΟΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	6
1. Εισαγωγή	7
2. Ασύρματη πρόσβαση στο δίκτυο	9
2.1 Τι είναι το Internet στα κινητά;	9
2.1.1 Τεχνολογίες κινητών τηλεφώνων	9
2.2 Σύνδεση στο Internet μέσω κινητού	11
2.2.1 Πρωτόκολλο Ασύρματων Εφαρμογών (WAP) για Κινητά Δίκτυα	12
2.2.2 3G Mobile Broadband	13
2.3 Wi-Fi	14
2.4 Ιστοσελίδες κινητών	15
2.4.1 Περιορισμοί	15
2.5 GSM Δίκτυα	16
3. Δυνατότητες 5G για τους καταναλωτές και τη βιομηχανία	17
3.1 Δύο ορισμοί του 5G	17
3.1.1 Απαιτήσεις της τεχνολογίας 5G	17
3.2 Εύρος Ζώνης και Λανθάνων Χρόνος	18
3.2.1 Κάτω από 1ms λανθάνων χρόνος και πάνω από 1Gbps bandwidth	20
3.2.2 99,999% διαθεσιμότητα και 100% γεωγραφική κάλυψη	22
3.2.3 Πυκνότητα σύνδεσης 1000x bandwidth ανά μονάδα επιφάνειας, 10-100x αριθμός συνδέσεων	23
3.3 Μείωση της ενέργειας χρήσης δικτύου και βελτίωσης διάρκειας ζωής της μπαταρίας	25
4. Πιθανές περιπτώσεις χρήσης 5G	25
4.1 Αυτόνομη οδήγηση	26
4.1.1 Ασύρματο cloud-based γραφείο	28
4.1.2 Machine to machine συνδεσιμότητα (M2M)	28
4.2 Μια αληθινή στροφή γενεών	29
4.3 Οι επιπτώσεις της 5G για φορείς εκμετάλλευσης κινητών	29
4.3.1 Ασύρματο Δίκτυο Πρόσβασης RAN	30
4.4 5G φάσμα και επιπτώσεις κάλυψης	30
5. Τι είναι το WiMax και τι προσφέρει;	31
5.1 Δίκτυα LTE	33
5.1.1 Εξέλιξη του LTE	34
5.1.2 Η πρόσκληση δημιουργίας εσόδων που παραμένει για το LTE	36

5.1.3	LTE διασύνδεση και θέματα περιαγωγής	37
5.2	OFDM	37
5.3	Εξέλιξη πέρα από το mobile internet	38
5.4	Μπορεί να επιτευχθεί 1 χιλιοστό του δευτερολέπτου λανθάνων χρόνος;	40
5.4.1	Συνεχίζοντας την ανάπτυξη των τεχνολογιών δικτύου: τι δεν είναι 5G	41
6.	NFV και SDN λειτουργίες	42
6.1	Ετερογενή δίκτυα HetNets	43
6.1.1	Βασικά χαρακτηριστικά HetNet	44
6.1.2	HetNet backhaul	45
6.2	Διεθνείς Ένωση Τηλεπικοινωνιών ITU	46
6.2.1	ITU Τηλεπικοινωνίες (ITU-R)	46
6.3	Τι είναι Machine to machine συνδεσιμότητα (M2M);	46
6.3.1	Προκλήσεις M2M τεχνολογίας	47
6.4	Τεχνολογίες πρόσβασης ραδιοδικτύου	48
6.4.1	Απαιτήσεις για ετερογενή δίκτυα	48
6.5	D2D τεχνολογία	48
6.5.1	Πιθανές εφαρμογές D2D	49
6.5.2	Βασικές τεχνικές 5G D2D	52
	Βιβλιογραφία	53

Κατάλογος Σχημάτων

- 1.- Σχήμα 1: Εξέλιξη της τεχνολογίας κινητών από το 1980.
- 2.1.1- Σχήμα 2: Ταχύτητες ανά τεχνολογία
- 2.2- Σχήμα 3: Πως λειτουργεί το Internet στα κινητά
- 2.2.1- Σχήμα 4: Δομή δικτύου με χρήση WAP
- 2.2.2 -Σχήμα 5: Επικοινωνία συσκευών με χρήση 3G
- 2.3- Σχήμα 6: Λειτουργία δικτύου με χρήση Wi-Fi
- 2.5- Σχήμα 7: Η δομή ενός GSM δικτύου
- 3.2- Σχήμα 8: Συνολικός λανθάνων χρόνος
- 3.2- Σχήμα 9: Το γράφημα παρουσιάζει το χρόνο που απαιτείται για τη μετακίνηση αντικειμένων διαφορετικού μεγέθους (1byte, 2KB, 1MB) μέσω δικτύων με RTT που κυμαίνεται από 1 έως 100 ms και ταχύτητες συνδέσμου είτε 1,5 είτε 10Mbps.
- 3.2.1- Σχήμα 10: Bandwidth και λανθάνων χρόνος
- 3.2.3-Σχήμα 11: Αύξηση κυκλοφορίας μέχρι το 2030
- 4.1.2- Σχήμα 12: Δομή δικτύου M2M
- 5.- Σχήμα 13: Δομή WiMax δικτύου
- 5.1- Σχήμα 14: Σύγκριση LTE με άλλες τεχνολογίες
- 5.1.1- Σχήμα 15: Εξέλιξη των τεχνολογιών ασύρματης πρόσβασης
- 5.2- Σχήμα 16: Δομή πομπού OFDM
- 5.3- Σχήμα 17: Βασικές απαιτήσεις για 5G
- 6.- Σχήμα 18: Αρχιτεκτονική SDN
- 6.1-Σχήμα 19: Αύξηση χωρητικότητας των cells για μεγαλύτερη κάλυψη
- 6.5- Σχήμα 20: Device 2 Device Communication
- 6.5.1- Σχήμα 21: Επικοινωνία με χρήση D2D

Περίληψη

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία, θα αναφερθούμε στην μελέτη και αξιολόγηση των προτεινόμενων τεχνολογιών στα δίκτυα 5G. Θα μιλήσουμε για την εξέλιξη των τεχνολογιών κινητής μέχρι να φτάσουμε στο 5G, θα αναφερθούμε στις υφιστάμενες τεχνολογίες και στην δυνατότητα εξέλιξης αυτών των τεχνολογιών.

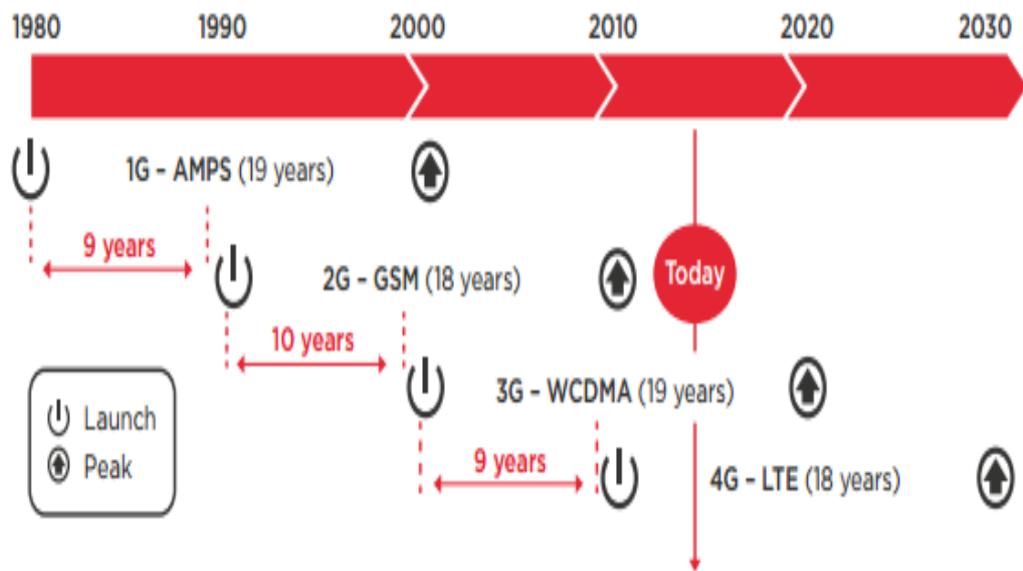
Στην συνέχεια θα μελετήσουμε τις απαιτήσεις που θα έχει ως στόχο το 5G και με ποιους τρόπους θα επιτευχθούν. Με τις τεχνολογίες NFV και SDN θα επιτυγχάνεται καλύτερη διαχείριση του δικτύου και καλύτερη διαχείριση των πόρων του cloud.

Η χρήση του Wi-Max σε συνδυασμό με το 5G θα υποστηρίζει ταχύτητες μετάδοσης ως 72 Mbps στον αέρα, είναι σχεδιασμένο ώστε να καλύπτει τεράστιες αποστάσεις αλλά και πολύ μικρό κόστος ανάπτυξης του δικτύου.

Με την εμφάνιση του 5G θα παρέχονται νέες υπηρεσίες που κάνουν πιο εύκολη και πιο ασφαλή την ζωή μας σε κάποιες περιπτώσεις. Οι νέες υπηρεσίες που θα είναι διαθέσιμες είναι οι εξής: αυτόνομη οδήγηση και ασύρματο cloud-based γραφείο.

1.Εισαγωγή

Το 5G θα προσφέρει ταχύτητες έως και 100gigabits ανά δευτερόλεπτο, το 5G θα είναι 1.000 φορές πιο γρήγορο από ότι το 4G, την τελευταία έκδοση της τεχνολογίας κινητής τηλεφωνίας δεδομένων. Το 3G δεν έχει την δυνατότητα να ικανοποιήσει τις σύγχρονες απαιτήσεις των κινητών. Οι εργαζόμενοι στα αστικά κέντρα συχνά αισθάνονται τις επιπτώσεις περισσότερο, με αργή σύνδεση και μερικές φορές ανύπαρκτη σύνδεση κινητής τηλεφωνίας σε ώρες αιχμής. Επειδή τα δίκτυα 4G έχουν υψηλότερες ταχύτητες κατά βάση βιώνουν λιγότερο αυτό το πρόβλημα σε ώρες αιχμής. Υπάρχει περισσότερο από αρκετή χωρητικότητα για να μοιραστούν για τις βασικές υπηρεσίες όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και την περιήγηση στο web. Το 4G παρέχει μια επιπλέον ώθηση ταχύτητας για όλο και πιο σημαντικές επιχειρηματικές υπηρεσίες, όπως η τηλεδιάσκεψη μέσω κινητού. Το 4G προσφέρει επίσης οικονομική και αποδοτική διαχείριση δεδομένων μέσα από σταθερές διεθνείς κλήσεις, όπως το Skype, ακόμη και σε ώρες αιχμής. Το 5G ωστόσο θα επικοινωνεί πολύ γρήγορα βάζοντας υπηρεσίες Internet μέσω κινητού στο ίδιο επίπεδο με τις υπηρεσίες γραφείου. Θα παρέχει μεγαλύτερη σταθερότητα του δικτύου για να εξασφαλίσει ότι επιχειρήσεις ζωτικής σημασίας από το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας δεν θα πάει offline και θα έχει την αναγκαία ταχύτητα προκειμένου να δώσει στους εργαζομένους ένα πλήρως εξοπλισμένο εικονικό γραφείο σχεδόν οπουδήποτε. Το 5G θα μπορούσε να αποδειχθεί μια οικονομική εναλλακτική λύση για τις υπηρεσίες σταθερής τηλεφωνίας σε δέκα χρόνια. Τα δεδομένα κινητής τηλεφωνίας θα μπορούσε να αποδειχθεί η απάντηση για τις επιχειρήσεις που λειτουργούν χωρίς να είναι προσιτά τα ευρυζωνικά δίκτυα ή υποφέρουν από αργή υπηρεσία σταθερής τηλεφωνίας. Επειδή το κόστος του να βάλει κεραίες κινητής για δεδομένα είναι πολύ χαμηλότερο από την εγκατάσταση καλωδίων οπτικών ινών, οι φορείς μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν τα 5G ως εναλλακτική λύση στις αγροτικές περιοχές για σταθερή γραμμή.



Σχήμα 1: Εξέλιξη της τεχνολογίας κινητών από το 1980

Μια εικόνα για το πόσο γρήγορο θα είναι το 5G, η Huawei εκτιμά ότι ο χρόνος λήψης για μια ταινία HD οκτώ gigabyte θα είναι μόλις έξι δευτερόλεπτα, σε σύγκριση με επτά λεπτά σε 4G και πάνω από μια ώρα σε 3G.

Το 5G θα παρέχει ασύρματη συνδεσιμότητα για ένα ευρύ φάσμα νέων εφαρμογών και περιπτώσεων χρήσης, συμπεριλαμβανομένων wearables, έξυπνα σπίτια, οδική ασφάλεια / έλεγχο, υψηλές ταχύτητες παράδοσης των μέσων ενημέρωσης. Ως εκ τούτου, θα επιταχύνει την ανάπτυξη του internet των πραγμάτων. Για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις αυτών των περιπτώσεων χρήσης, οι δυνατότητες του 5G πρέπει να εκτείνεται πολύ πέρα από τις προηγούμενες γενιές κινητών επικοινωνιών. Παραδείγματα αυτών των δυνατοτήτων περιλαμβάνουν πολύ υψηλές ταχύτητες δεδομένων, πολύ χαμηλή καθυστέρηση, υψηλή αξιοπιστία και ενεργειακή αυτονομία της συσκευής. Βασικά συστατικά της τεχνολογίας είναι η επέκταση σε υψηλότερες ζώνες συχνοτήτων, η πρόσβαση/ ένταξη backhaul, η συσκευή προς συσκευή επικοινωνία, ευελιξία ραδιοφάσματος, μετάδοση πολλαπλών κεραιών. Το δίκτυο 5G θα ενσωματώσει την LTE πρόσβαση μαζί με τις νέες διασυνδέσεις αέρα. Η προδιαγραφή του 5G θα περιλαμβάνει την ανάπτυξη μια νέας ευέλικτης διεπαφής αέρα η οποία θα απευθύνεται σε ακραίες ευρυζωνικές αναπτύξεις για το κινητό. Προκειμένου να υποστηριχθεί η αύξηση της κυκλοφορίας ικανότητας και να διευκολυνθούν το εύρος ζώνης μετάδοσης για πού απαιτούνται για να υποστηρίξουν πολύ υψηλές ταχύτητες δεδομένων 5G θα επεκτείνει το φάσμα των συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται για την κινητή επικοινωνία. Αυτό περιλαμβάνει νέο φάσμα κάτω από 6GHz καθώς και σε υψηλότερες ζώνες συχνοτήτων μέχρι 100GHz.

Η ανάπτυξη του 5G θα περιλαμβάνει μια εξέλιξη των τεχνολογιών ασύρματης πρόσβασης όπως είναι σήμερα μαζί με την προσθήκη νέων τεχνολογιών. Οι υψηλότερες συχνότητες έχουν μικρότερη εμβέλεια εκπομπής από τα ήδη υπάρχοντα κυψελοειδή δίκτυα και είναι επιρρεπείς σε εξασθένηση από καιρικές συνθήκες που σχετίζονται με παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση και την αξιοπιστία. Ωστόσο ο βασικός παράγοντας επιτυχίας σε 5G θα είναι όχι μόνο αξιοποιώντας αποτελεσματικά τις νέες αυτές ζώνες φάσματος, αλλά και τη διασφάλιση ότι το σύνολο είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των μερών του, όταν πρόκειται για συνδυασμό LTE με τις νέες τεχνολογίες ασύρματης πρόσβασης.

2. Ασύρματη πρόσβαση στο δίκτυο

2.1 Τι είναι το Internet στα κινητά;

Με απλά λόγια Mobile Internet είναι ένα μικρότερο internet για να χωράει τις διαστάσεις ενός web browser σε ένα κινητό τηλέφωνο. Ένα κυψελοειδές δίκτυο έχει ένα σύμπλεγμα από γεωγραφικές περιοχές γνωστές από κοινού ως κύτταρο που συνδέονται στο internet μέσω δορυφόρων. Κάθε κύτταρο έχει ένα πύργο μετάδοσης στο κέντρο του, μέσω του οποίου η πληροφορία περνά πέρα δώθε μέσω ψηφιακών ραδιοκυμάτων.

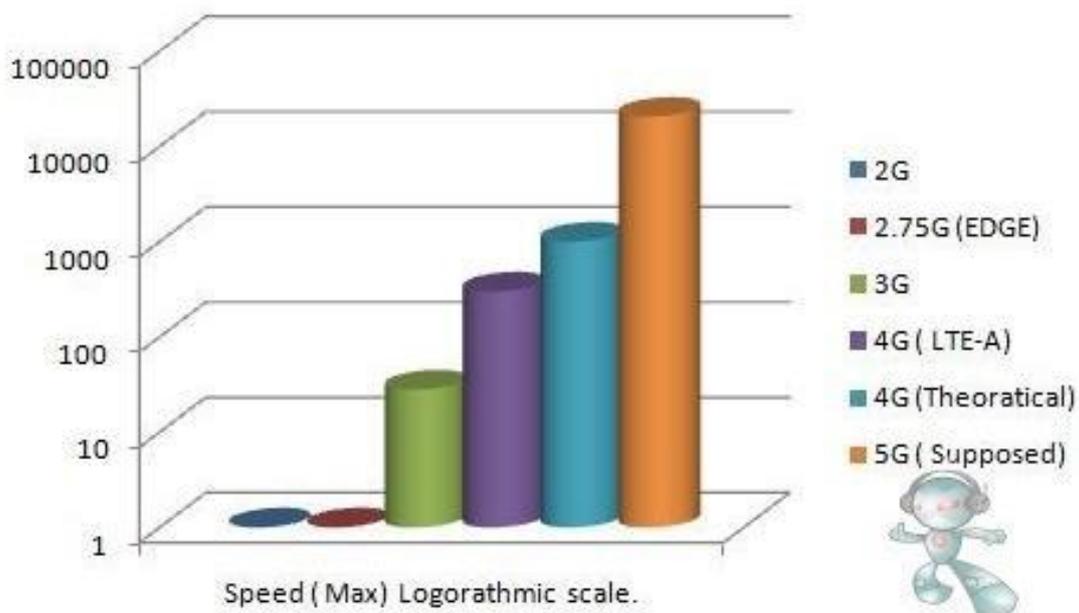
2.1.1 Τεχνολογίες κινητών τηλεφώνων

Η τεχνολογία των κινητής τηλεφωνίας βασίζεται στην χρήση σταθμών βάσης, οι οποίοι αποτελούν τμήμα ενός ασύρματου δικτύου. Η γεωγραφική περιοχή που εξυπηρετείται από την κεραία ενός σταθμού βάσης ονομάζεται κυψέλη (cell). Οι σταθμοί βάσης μπορούν είτε να εξυπηρετούν μόνο μια κυψέλη, είτε να χρησιμοποιούν πολλές κατευθυντικές κεραίες για να εξυπηρετούν πολλές κεραίες. Οι κυψέλες δεν έχουν ξεκάθαρα όρια και επικαλύπτονται μεταξύ τους. Στις περιοχές επικάλυψης το κινητό τηλέφωνο θα μπορούσε ενδεχομένως να επικοινωνήσει με πολλούς σταθμούς βάσης. Όταν το τηλέφωνο αρχίζει να εγκαταλείπει μια κυψέλη, μετακινείται σε μια περιοχή επικάλυψης με μία ή περισσότερες άλλες κυψέλες. Ο

τρέχων σταθμός βάσης ανιχνεύει την εξασθένηση του σήματος από το τηλέφωνο και μεταφέρει τον έλεγχο του τηλεφώνου σε όποιο σταθμό βάσης λαμβάνει το πιο δυνατό σήμα από αυτό. Αν το τηλέφωνο πραγματοποιεί κάποια κλήση τη συγκεκριμένη στιγμή, η κλήση πρέπει να μεταφερθεί στον καινούργιο σταθμό βάσης με μια διαδικασία που αποκαλείται μεταπομπή (handsoff).

Οι τεχνολογίες κατηγοριοποιούνται με την λέξη “γενιά”. Η πρώτη γενιά (1G) ήταν αναλογική. Το μεγαλύτερο μέρος της τεχνολογίας κινητής τηλεφωνίας είναι 2G η οποία είναι ψηφιακή όπως και οι τεχνολογίες μετά από την 2G. Η δεύτερη γενιά 2G έχει πάρει το όνομα GSM το οποίο χρησιμοποιείται σε πάνω από 200 χώρες. Ένα από τα πρότυπα δεδομένων κινητής τηλεφωνίας που υιοθετήθηκε ευρέως είναι η Γενική Υπηρεσία Ραδιομεταγωγής Πακέτων GPRS, η οποία αποτελεί μέρος του συνόλου προτύπων του GSM και αναφέρεται συχνά ως τεχνολογία 2,5G.

Τα δίκτυα GSM χρησιμοποιούν μια τεχνική πολυπλεξίας που ονομάζεται πολλαπλή πρόσβαση χρονικής διαίρεσης TDMA. Υπάρχει ακόμη μια κατηγορία κινητών τηλεφώνων που δεν είναι κυψελωτά, αλλά δορυφορικά τηλέφωνα. Τα δορυφορικά τηλέφωνα χρησιμοποιούν δορυφόρους επικοινωνίας ως σταθμούς βάσης και επικοινωνούν σε ζώνες συχνοτήτων που έχουν δεσμευτεί διεθνώς για δορυφορική χρήση. Με αυτό τον τρόπο η υπηρεσία είναι διαθέσιμη και στις περιοχές που δεν υπάρχουν σταθμοί βάσης κινητής τηλεφωνίας. Οι δορυφορικές επικοινωνίες χρησιμοποιούνται πολύ περισσότερο στις τηλεοπτικές και ραδιοφωνικές εκπομπές, και εκμεταλλεύονται το γεγονός ότι το σήμα είναι ευρείας εκπομπής και όχι από σημείο σε σημείο. Η υπηρεσία δεδομένων υψηλού εύρους



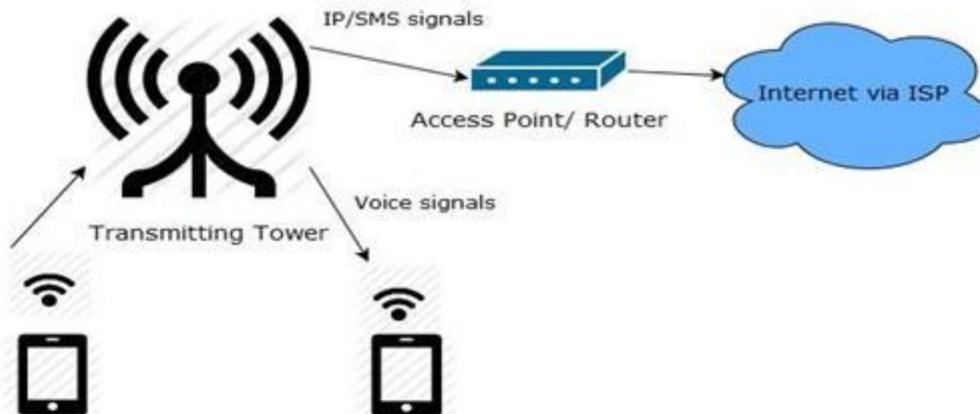
Source: <http://wccfttech.com/the-next-generation-of-mobile-networking-5g/>

ζώνης μέσω δορυφόρων είναι εμπορικά διαθέσιμη, όμως η υψηλή τιμή της την καθιστά απαγορευτική στις περισσότερες των περιπτώσεων, εκτός από περιοχές όπου δεν υπάρχει διαθέσιμη εναλλακτική λύση.

2.2 Σύνδεση στο internet μέσω κινητού

Υπάρχουν συνήθως δύο τρόποι για να συνδεθείτε στο Internet μέσω του κινητού σας τηλεφώνου. Μέσω ενός παρόχου κινητής τηλεφωνίας ή χρησιμοποιώντας Wi-Fi hotspots, το οποίο είναι χρήσιμο όταν η σύνδεση δικτύου δεν είναι τόσο ισχυρή. Μέσω ενός παρόχου κινητής τηλεφωνίας το τηλέφωνο συνδέεται στο internet μέσω μεταφοράς δεδομένων με τον ίδιο τρόπο που λειτουργεί και ένα υπολογιστής, αλλά με ασύρματη σύνδεση. Μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στις ίδιες εφαρμογές Web όπως ακριβώς και στους υπολογιστές μας, αν χρησιμοποιείται ένα ασύρματο πρωτόκολλο WAP , ενεργοποιημένο στο κινητό. Το WAP είναι το παγκόσμιο πρότυπο για ασύρματες επικοινωνίες και εφαρμογές.

Για τη λειτουργία των δικτύων κινητής τηλεφωνίας , Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών (GSM) και ο CDMA είναι τα πιο ισχυρά που έχουν αναπτυχθεί. Το GSM και το CDMA χρησιμοποιούν διαφορετικούς αλγόριθμους που επιτρέπουν σε πολλούς χρήστες κινητών τηλεφώνων να μοιράζονται την ίδια ραδιοφωνική συχνότητα χωρίς να προκαλεί παρεμβολές για τον άλλον. Τα κινητά τηλέφωνα έχουν μια ενσωματωμένη κεραία που χρησιμοποιείται για την αποστολή πακέτων των ψηφιακών πληροφοριών εμπρός και πίσω από τα κινητά στους πύργους μέσω ραδιοκυμάτων. Τα κινητά τηλέφωνα συνδέονται μέσα σε ένα κελί του πύργου στη περιοχή, και αντί της σύνδεσης με ένα άλλο τηλέφωνο συνδέεται στο internet και μπορεί αποκτήσει δεδομένα.



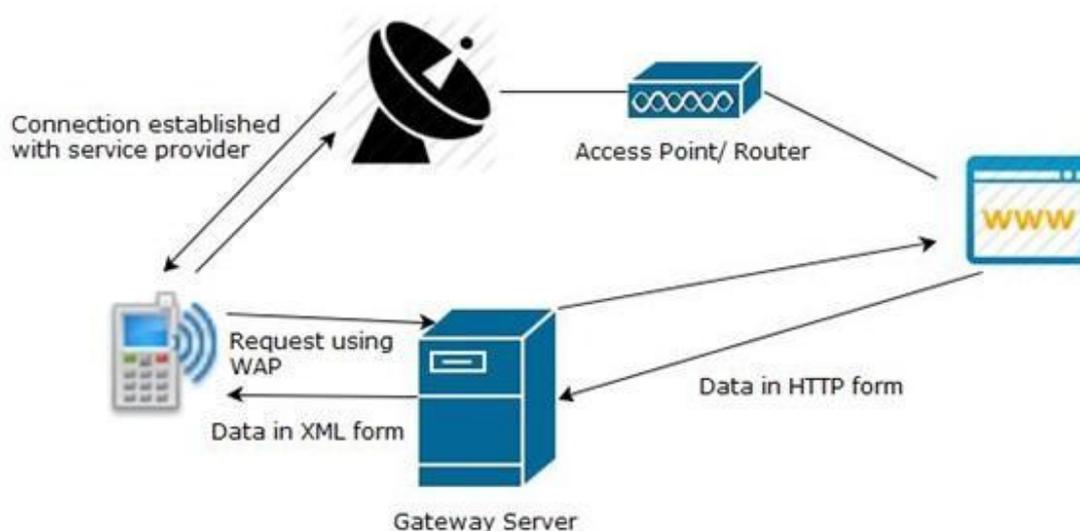
Σχήμα 3: Πως λειτουργεί το Internet στα κινητά

Τα κανάλια φωνής και δεδομένων των κινητών τηλεφώνων χωρίζονται για μέγιστη απόδοση σε Mobile Voice όπου πηγαίνει στο ένα κανάλι και IP ή SMS μέσω Mobile Internet σε ένα άλλο. Το General Packet Radio Service (GPRS), το δίκτυο παρέχει μια πύλη στο διαδίκτυο μέσω διαφόρων συχνοτήτων για το φόρτωμα και το κατέβασμα. Τώρα ας δούμε τι συμβαίνει πίσω από τη μεταφορά δεδομένων ανάμεσα σε μια ασύρματη συσκευή και το Internet. Το κύριο συστατικό είναι η ενέργεια των ραδιοσυχνοτήτων (RF) η οποία μπορεί να μεταδοθεί σε ολόκληρο κτίριο καθώς διέρχεται μέσα από τοίχους και αντικείμενα. Αυτή η ενέργεια RF μεταδίδεται για να μεταφέρει τις πληροφορίες μεταξύ του τηλεφώνου σας και του internet. Ένα μόντεμ λαμβάνει πληροφορίες προς και από τον φορέα RF με διαμόρφωση και αποδιαμόρφωση. Οι πληροφορίες μέσω RF αποστέλλεται σε πακέτα που έχουν διεύθυνση προέλευσης και προορισμού, παρόμοια με την υπηρεσία παράδοσης. Ένας δρομολογητής κατευθύνει κάθε πακέτο στο προορισμό του και παρέχει επίσης ένα ασύρματο σημείο πρόσβασης στο Internet. Ένα ασύρματο σημείο πρόσβασης επιτρέπει την κοινή χρήση μιας σύνδεσης στο Internet, αφήνοντας περισσότερους από έναν υπολογιστές να μοιράζονται την ασύρματη πρόσβαση στο Internet μέσω μιας μόνο σύνδεσης. Η υπηρεσία παροχής Internet διαχειρίζεται ένα σημείο πρόσβασης, για παράδειγμα, ένα κινητό ραδιοφωνικό πύργο το οποίο μπορεί να είναι προσβάσιμο σε μεγάλες αποστάσεις.

2.2.1 Πρωτόκολλο Ασύρματων Εφαρμογών (WAP) για Κινητά Δίκτυα

Τα διαφορετικά δίκτυα υπολογιστών που συνδέονται μέσω ενός κοινού πρωτοκόλλου Internet που τους επιτρέπει να μιλούν την ίδια γλώσσα, για να επιτευχθεί το ίδιο και για τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας που χρησιμοποιούν WAP. Η ανάγκη για WAP προέρχεται από χαμηλά ποσοστά μεταφοράς δεδομένων των κινητών τηλεφώνων, κατώτερη ανάλυση οθόνης του κινητού τηλεφώνου, καθώς και τα θέματα λειτουργικότητας. Το mobile Internet χρησιμοποιεί κυρίως σελίδες

μικρού κώδικα γραμμένες σε XHTML ή σε WML για να παραδώσει το περιεχόμενο σε κινητές συσκευές. Μια γλώσσα που χρησιμοποιείται για να προσθέσετε προκαθορισμένες ετικέτες ή πληροφορίες για το περιεχόμενο που ενημερώνει τη συσκευή όταν λαμβάνει το περιεχόμενο τι να κάνει με αυτό. Το WAP επιτρέπει επίσης τη χρήση του προτύπου Internet πρωτοκόλλου για την ομαλή λειτουργία του Διαδικτύου σε διάφορες πλατφόρμες.



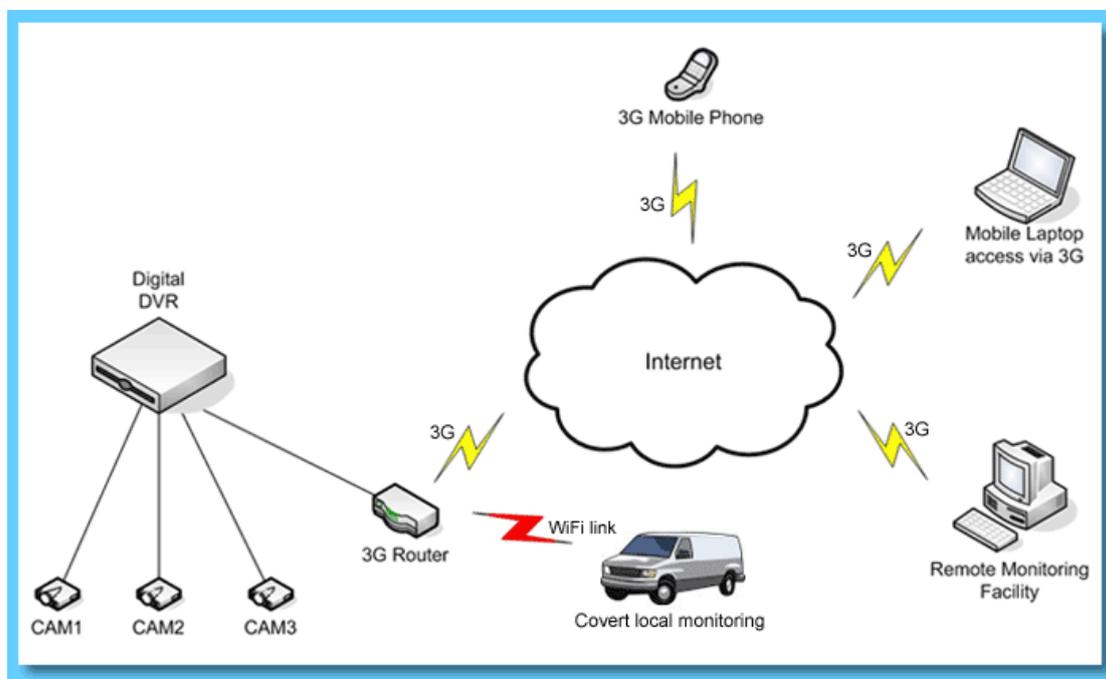
Σχήμα 4: Δομή δικτύου με χρήση WAP

Όταν χρησιμοποιείται μια συσκευή με δυνατότητα WAP για πρόσβαση στο Internet, η συσκευή στέλνει ραδιοκύματα που ψάχνουν για μια σύνδεση με τον πάροχο υπηρεσιών. Μόλις η σύνδεση γίνει, το αίτημα αποστέλλεται στην πύλη του διακομιστή χρησιμοποιώντας WAP. Αυτός ο διακομιστής ανακτά της απαιτούμενες πληροφορίες από την ιστοσελίδα HTTP. Ο διακομιστής πύλης μετατρέπει τα δεδομένα από HTTP σε WML, καθώς είναι συμβατό με το κινητό σε web μορφή. Ξ μετατροπή των δεδομένων WML στη συνέχεια αποστέλλεται στον πελάτη WAP στη συσκευή με την κινητή έκδοση Internet της απαιτούμενης ιστοσελίδας. Στη συνέχεια πέρασε στο web browser, που ενεργεί ως διεπαφή μεταξύ του κινητού διαδικτύου και του χρήστη. [1]

2.2.2 3G Mobile Broadband

Με την τεχνολογική πρόοδο τρίτης γενιάς (3G) κινητής τηλεφωνίας, επίσης γνωστή ως Mobile Broadband έχει εξελιχθεί. Φέρνει μαζί του κοντά σε ευρυζωνικές ταχύτητες δεδομένων, με video conferencing και συνδεσιμότητα GPS. Ένα δίκτυο 3G είναι ένα από τα ταχύτερα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας που διατίθενται για την

πρόσβαση στο ευρυζωνικό δίκτυο λειτουργεί με τη χρήση των προτύπων 3G, όπως EDGE, CDMA, EV-DO, κλπ. Η κάρτα SIM τροφοδοτείται από ένα μόντεμ USB και αναζητήσεις για το κινητό σήμα. Το λογισμικό διαχείρισης σύνδεσης βοηθά να δημιουργήσει μια σύνδεση μεταξύ του μόντεμ και ενός πύργου μετάδοσης. Μετά



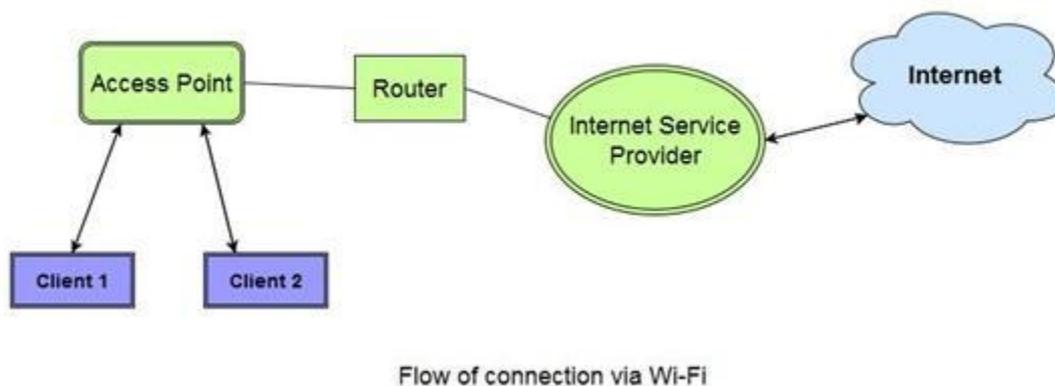
Σχήμα 5: Επικοινωνία συσκευών με χρήση 3G

είναι εγκαταστημένος ο συγχρονισμός, τα δεδομένα ταξιδεύουν μέσω των κινητών σημάτων σε κρυπτογραφημένη μορφή και φτάνει στον πύργο. Από τον πύργο κυττάρων φτάνει στο σύννεφο Διαδικτύου και λαμβάνει δεδομένα. Το Mobile Broadband είναι ένα από τους εξασφαλισμένους τρόπους μετάδοσης δεδομένων καθώς λειτουργεί χρησιμοποιώντας μια ενιαία διεύθυνση IP . [2]

2.3 Wi-Fi

Σήμερα δωρεάν Wi-Fi είναι συνήθως διαθέσιμα σε πολλούς δημόσιους χώρους, όπως αεροδρόμια, καφετέριες χώρους πανεπιστημίου κ.λ.π. Wi-Fi συσκευές με δυνατότητα να συνδεθούν στο Internet μέσω ενσύρματης Access Point το οποίο απαιτεί τηλεφωνικές γραμμές καλώδια ή Internet για να φτάσει στους δρομολογητές διαδικτύου. Το σημείο access point είναι σημείο για πρόσβαση μέσω Wi-Fi για να έχουν πρόσβαση στο Internet. Ένας χρήστης έχει περισσότερο έλεγχο μέσω Wi-Fi, όπως επέκταση πρόσβασης ενός ασύρματου τοπικού δικτύου (LAN). Το LAN συνήθως λειτουργεί πάνω σε μια μικρή απόσταση και μπορεί να έχουν ένα καλώδιο ραδιοζεύξης για να συνδέει το σημείο πρόσβασης σε ένα ISP μέσω

δρομολογητών. Το Wi-Fi λειτουργεί σε διαφορετική συχνότητα από 3G και είναι λιγότερο δαπανηρή. [3]



Σχήμα 6: Λειτουργία δικτύου με χρήση Wi-Fi

2.4 Ιστοσελίδες κινητών

Λόγω της αυξανόμενης κινητής τεχνολογίας του Διαδικτύου, οι ιστοσελίδες που χτίστηκαν ειδικά για κινητά τηλέφωνα βρίσκονται σε άνοδο. Εκτός από την πραγματική ιστοσελίδα, οι προγραμματιστές έχουν πλέον επικεντρωθεί επίσης στη δημιουργία φιλικών ιστοσελίδων για το κινητό. Μια κινητή έκδοση της ιστοσελίδας έχει ως στόχο να έχουν το ίδιο περιεχόμενο με αυτό της πλήρους σελίδας, αλλά το μεταφέρει σε μια έκδοση κειμένου και σε μειωμένα γραφικά κατάλληλη για την οθόνη LCD ενός κινητού τηλεφώνου. Το τηλέφωνο σας συνήθως ανακατευθύνει στην ιστοσελίδα που είναι φτιαγμένη για κινητά εάν είναι διαθέσιμη, όταν πρόκειται να μπούμε από κινητό.

2.4.1 Περιορισμοί

Όπως όλες οι αναπτυσσόμενες τεχνολογίες, ακόμα και η κινητή τεχνολογία του Διαδικτύου έχει τα όρια της, τα οποία οι πάροχοι υπηρεσιών προσπαθούν να ξεπεράσουν. Οι πιο κοινές από αυτές είναι οι παρακάτω:

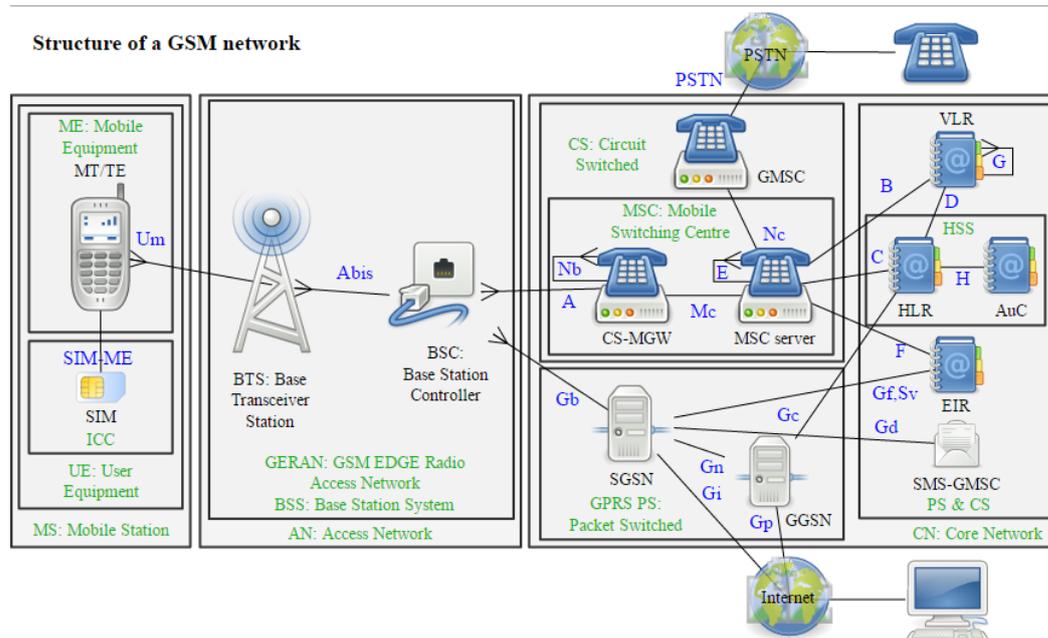
1. Περιορισμένη πλοήγηση- Για τις ιστοσελίδες που δεν είναι κατάλληλες για κινητά τηλέφωνα, η πλοήγηση στη σελίδα σε μικρότερη οθόνη μπορεί να αποδειχθεί περίπλοκη.
2. Ταχύτητα- χαμηλές ταχύτητες σύνδεσης από τους φορείς παροχής υπηρεσιών, καθώς και θέματα κάλυψης.
3. Μέγεθος- το μικρότερο φυσικό μέγεθος κινητών συσκευών μπορούν να έχουν όρια για ανάλυση και γραφικά.
4. Προσβασιμότητα- πολλές ιστοσελίδες δεν έχουν εκδόσεις για κινητά, μερικά κινητά δεν έχουν πρόσβαση σε ασφαλής σελίδες. Ιστοσελίδες που

αποθηκεύουν τα cookies μπορούν επίσης να εμποδίσουν την πρόσβαση σε κάποιο χρήστη.

5. Τα κινητά προγράμματα περιήγησης Web μπορεί να μην είναι συμβατό με τα κινητά λειτουργικά συστήματα, καθώς και τα διαθέσιμα δεδομένα.

2.5 GSM Δίκτυα

Το 1982 το GSM αποτέλεσε την Ευρωπαϊκή πρόταση για την μετάβαση από τα αναλογικά δίκτυα κινητών επικοινωνιών 1^{ης} γενιάς(1G) σε ένα ψηφιακό δίκτυο 2^{ης} γενιάς(2G), το οποίο θα παρείχε τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες ανάλογες των ISDN/PSTN δικτύων. Συνεπώς, το GSM σύστημα δημιουργήθηκε για να προσφέρει υπηρεσίες φωνής και χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων και εύλογα υιοθέτησε την λογική μεταγωγής κυκλώματος (circuit switching). Η προσφορά υπηρεσιών μεταφοράς δεδομένων με υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης προϋποθέτει μια προσέγγιση μεταγωγής πακέτου (packet switching), η οποία δεν υιοθετήθηκε από το GSM και αυτό αποτέλεσε την αφετηρία των αλλαγών που αργότερα οδήγησαν στα δίκτυα 3^{ης} γενιάς, όπως UMTS.



Σχήμα 7: Η δομή ενός GSM δικτύου

Στην αρχική του εκδοχή (GSM 900) λειτούργησε στα 890-915 MHz (uplink) και στα 935-960 MHz (downlink). Στην συνέχεια επεκτάθηκε: α) με μια προσθήκη 10 MHz στο GSM900 η οποία συμβολικά ονομάζεται EGSM, β) στα 1800 MHz (DCS 1800: 1710-1785/uplink και 1805-1880/downlink) ενώ μια εκδοχή του στα 1900 MHz λειτούργησε κυρίως στις ΗΠΑ.

Αυτή τη στιγμή το GSM αποτελεί πλέον δημοφιλές δίκτυο κινητών επικοινωνιών και μάλιστα η εισαγωγή των μεταγενέστερων δικτύων κινητών επικοινωνιών 2.5G-GPRS/3G-UMTS στηρίζεται εν πολλή στην υποδομή και τη φιλοσοφία του. Υπό αυτή την έννοια η κατανόηση των αρχών λειτουργίας των GSM έχει μια ιδιαίτερη αξία διότι αφενός θα συνεχίζουν να είναι λειτουργικά δίκτυα για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα και αφετέρου διότι η εισαγωγή των 3G αναβαθμίζει αλλά δεν αναιρεί σημαντικές πτυχές του τρόπου λειτουργίας των GSM δικτύων. [4]

3. Δυνατότητες 5G για τους καταναλωτές και τη βιομηχανία

Καθώς και η προοπτική του να είναι σημαντικά ταχύτερη από τις υπάρχουσες τεχνολογίες, το 5G κρατά την υπόσχεση των εφαρμογών με υψηλή και οικονομική αξία, που οδηγεί σε μια <<υπερσυνδεδεμένη κοινωνία>> στην οποία το κινητό θα διαδραματίσει ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στην ζωή των ανθρώπων.

Η GSMA θα εργαστεί με μέλη της και τους εταίρους της για να διαμορφώσει το 5G

Δεδομένου ότι η ένωση που εκπροσωπεί τον κλάδο της κινητής, η GSMA θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της στρατηγικής, ρύθμιση και ανάπτυξη του συστήματος 5G. Αυτό θα περιλαμβάνει τομείς όπως ο ορισμός της περιαγωγής και διασύνδεσης σε 5G, για τον εντοπισμό και την ευθυγράμμιση του ραδιοφάσματος. Μόλις επιτευχθεί ένας σταθερός ορισμός της 5G η GSMA θα συνεργαστεί με τα μέλη της για δημιουργήσουν εμπορικά βιώσιμες εφαρμογές 5G.

3.1 Δύο ορισμοί του 5G

Συζήτηση γύρω από το 5G εμπίπτει γενικά σε δύο σκέψεις : μια σκέψη είναι ότι το 5G θα κάνει μια ενοποίηση των 2G, 3G, 4G και Wi-Fi και άλλες καινοτομίες που παρέχουν πολύ μεγαλύτερη κάλυψη και ακόμη μεγαλύτερη αξιοπιστία. Μια δεύτερη άποψη οδηγείται από μια σημαντική αλλαγή στα δεδομένα στην ταχύτητα και μια μείωση καθυστέρησης από άκρο σε άκρο.

3.1.1 Απαιτήσεις της τεχνολογίας 5G

Ως αποτέλεσμα αυτής της ανάμειξης των απαιτήσεων πολλές από τις πρωτοβουλίες της βιομηχανίας που έχουν προχωρήσει με τις εργασίες για 5G προσδιορίζει ένα σύνολο από οκτώ προϋποθέσεις:

- Συνδέσεις 1-10Gbps στις συσκευές (όχι θεωρητική αλλά μέγιστη ταχύτητα)
- 1 millisecond καθυστέρηση από συσκευή σε συσκευή
- 1000x bandwidth ανά μονάδα επιφάνειας

- 10-100x αριθμός συνδεδεμένων συσκευών
- 99,999% διαθεσιμότητα
- 100% γεωγραφική κάλυψη
- Μείωση κατά 90% στη χρήση των ενεργειακών δικτύων
- Πάνω από 10 χρόνια διάρκεια μπαταρίας για χαμηλής ισχύος συσκευές

Επειδή οι απαιτήσεις αυτές καθορίζονται από διαφορετικές οπτικές γωνίες , θα είναι δύσκολο να φανταστούμε μια τεχνολογία που θα μπορούσε να ανταποκριθεί σε όλες αυτές τις προϋποθέσεις ταυτόχρονα.

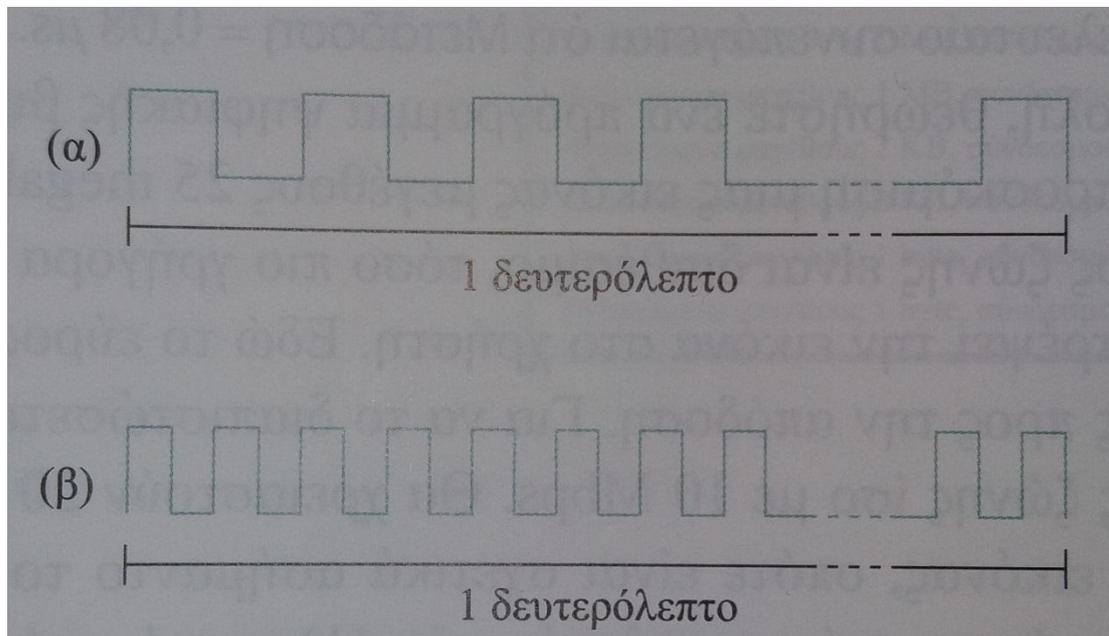
Αυτές οι απαιτήσεις παρουσιάζονται συχνά ως μια λίστα απαιτήσεων ποτέ σαν χρήση από κάποιον, από υπηρεσία ή κάποια εφαρμογή που απαιτεί αυτά τα οκτώ χαρακτηριστικά απόδοσης σε ένα ολόκληρο δίκτυο ταυτόχρονα.

3.2 Εύρος Ζώνης και λανθάνων χρόνος

Η απόδοση των δικτύων μετριέται με δύο θεμελιώδεις τρόπους: το εύρος ζώνης (bandwidth) που ονομάζεται και διεκπεραιωτική ικανότητα (throughput) και το λανθάνοντα χρόνο (delay). Το εύρος ζώνης ενός δικτύου προσδιορίζεται από τον αριθμό των bit που μπορούν να μεταδοθούν μέσω του δικτύου σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Για παράδειγμα ένα δίκτυο θα μπορούσε να έχει εύρος ζώνης 10 megabit ανά δευτερόλεπτο (megabit per second, Mbps), το οποίο σημαίνει ότι είναι σε θέση να παραδώσει 10 εκατομμύρια bit κάθε δευτερόλεπτο. Μερικές φορές είναι χρήσιμο να θεωρούμε το εύρος ζώνης αναφορικά με το χρόνο που χρειάζεται για μετάδοση κάθε bit δεδομένων. Για παράδειγμα σε ένα δίκτυο 10 Mbps χρειάζονται 0,1 μικροδευτερόλεπτα (microseconds, μs) για τη μετάδοση κάθε bit.

Ο λανθάνων χρόνος μετριέται αυστηρά σε αντιστοιχία με τον χρόνο. Ένα δίκτυο θα μπορούσε να έχει λανθάνοντα χρόνο ίσο με 24 χιλιοστά του δευτερολέπτου δηλαδή ένα μήνυμα χρειάζεται 24ms για να ταξιδέψει από την μία άκρη της Βόρειας Αμερικής στην άλλη. Υπάρχουν πολλές καταστάσεις στις οποίες είναι πιο σημαντικό να γνωρίζεις κανείς το χρόνο που χρειάζεται για την αποστολή ενός μηνύματος από την μία άκρη ενός δικτύου στην άλλη και την επιστροφή του, παρά τον λανθάνοντα χρόνο της απλής κατεύθυνσης. Αυτό ονομάζεται χρόνος μετάβασης και επιστροφής του δικτύου. Συχνά θεωρούμε ότι ο λανθάνων χρόνος έχει τρία συστατικά μέρη. Πρώτον υπάρχει η καθυστέρηση διάδοσης της ταχύτητας του φωτός. Αυτή η καθυστέρηση συμβαίνει επειδή τίποτα συμπεριλαμβανομένου και ενός bit σε ένα καλώδιο δεν μπορεί να ταξιδέψει γρηγορότερα από την ταχύτητα του φωτός.

Δεύτερον υπάρχει το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη μετάδοση της μονάδας δεδομένων. Τρίτον ενδέχεται να υπάρξουν καθυστερήσεις ουράς μέσα στο δίκτυο αφού οι μεταγωγείς πακέτων επιβάλλεται γενικά να αποθηκεύουν πακέτα για κάποιο χρονικό διάστημα προτού τα προωθήσουν σε έναν εξερχόμενο σύνδεσμο.

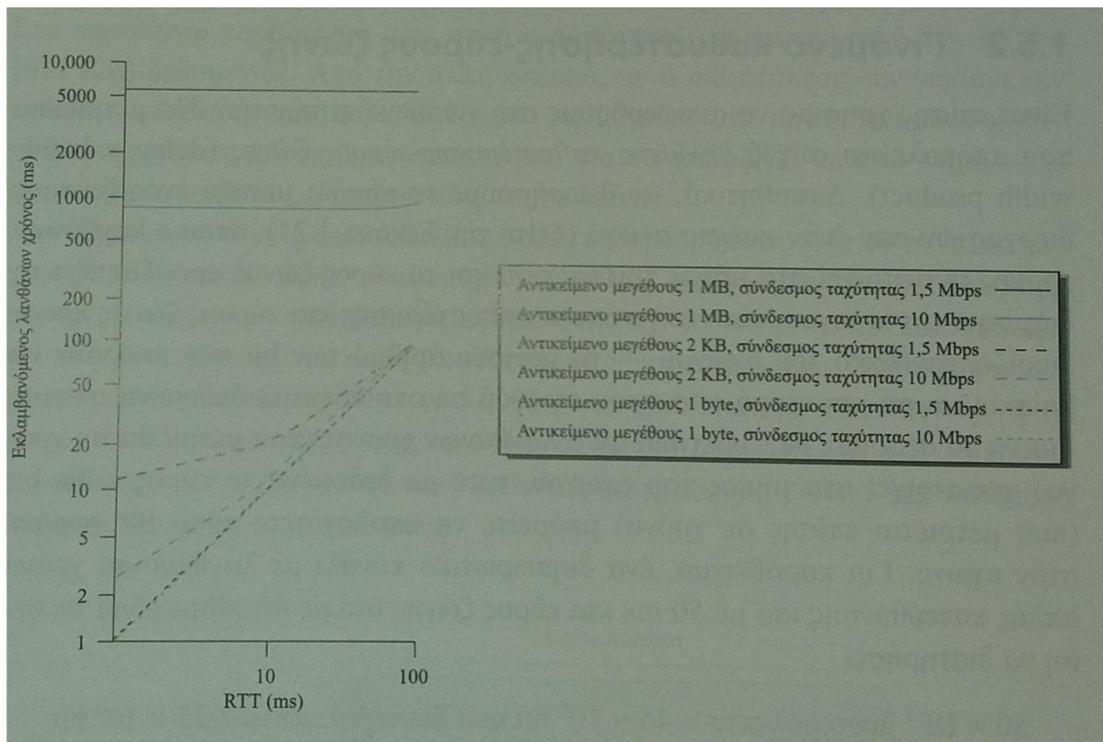


Σχήμα 8: Συνολικός λανθάνων χρόνος

Τα bit που μεταδίδονται σε ένα συγκεκριμένο εύρος ζώνης μπορούν να θεωρηθούν ότι έχουν κάποιο εύρος: α) bit που μεταδίδονται με ταχύτητα 1 Mbps (κάθε bit έχει εύρος 1 μ s) β) bit που μεταδίδονται με ταχύτητα 2 Mbps (κάθε bit έχει εύρος 0,5 μ s).

Το εύρος ζώνης και ο λανθάνων χρόνος συνδυάζονται για να ορίσουν τα χαρακτηριστικά της απόδοσης ενός δεδομένου συνδέσμου ή καναλιού. Ωστόσο, η σχετική σημασία τους εξαρτάται από την εφαρμογή. Για κάποιες εφαρμογές ο λανθάνων χρόνος επικρατεί έναντι του εύρους ζώνης. Για παράδειγμα σε έναν πελάτη που στέλνει ένα μήνυμα ενός (1) byte σε ένα διακομιστή και λαμβάνει ένα μήνυμα ενός (1) byte ως απάντηση το κύριο όριο είναι ο λανθάνων χρόνος. Αν θεωρήσουμε ότι δεν περιλαμβάνεται κανένας σοβαρός υπολογισμός στην προετοιμασία της απάντησης, η εφαρμογή θα αποδώσει πολύ διαφορετικά σε ένα διηπειρωτικό κανάλι με RTT ίσο με 100 ms απ' ότι σε ένα κανάλι που συνδέει υπολογιστές σε ένα δωμάτιο με RTT ίσο με 1 ms. Από την άλλη πλευρά, το αν το κανάλι λειτουργεί στο 1 Mbps ή στα 100 Mbps είναι σχετικά ασήμαντο, από τη στιγμή που το πρώτο συνεπάγεται ότι ο χρόνος μετάδοσης ενός byte είναι 8 μ s και το τελευταίο συνεπάγεται ότι Μετάδοση = 0,08 μ s. Σε αντιδιαστολή θεωρήστε ένα πρόγραμμα ψηφιακής βιβλιοθήκης από το οποίο

ζητείται η προσκόμιση μια εικόνας μεγέθους 25 megabyte (MB) όσο περισσότερο εύρος ζώνης είναι διαθέσιμο, τόσο πιο γρήγορα το πρόγραμμα θα μπορέσει να επιστρέψει την εικόνα στον χρήστη. Εδώ το εύρος ζώνης του καναλιού κυριαρχεί ως προς την απόδοση. Για να το καταλάβουμε, υποθέτουμε πως ένα κανάλι έχει εύρος ζώνης ίσο με 10 Mbps. Θα χρειαστούν 20 δευτερόλεπτα για τη μετάδοση της εικόνας, οπότε είναι σχετικά ασήμαντο τα αν η εικόνα βρίσκεται στην άλλη άκρη ενός καναλιού (1) ms ή ενός καναλιού (100) ms, η διαφορά ανάμεσα σε χρόνο απόκρισης ίσο με 20,001 δευτερόλεπτα και ένα χρόνο απόκρισης ίσο με 20,1 δευτερόλεπτα είναι αμελητέα. [5]



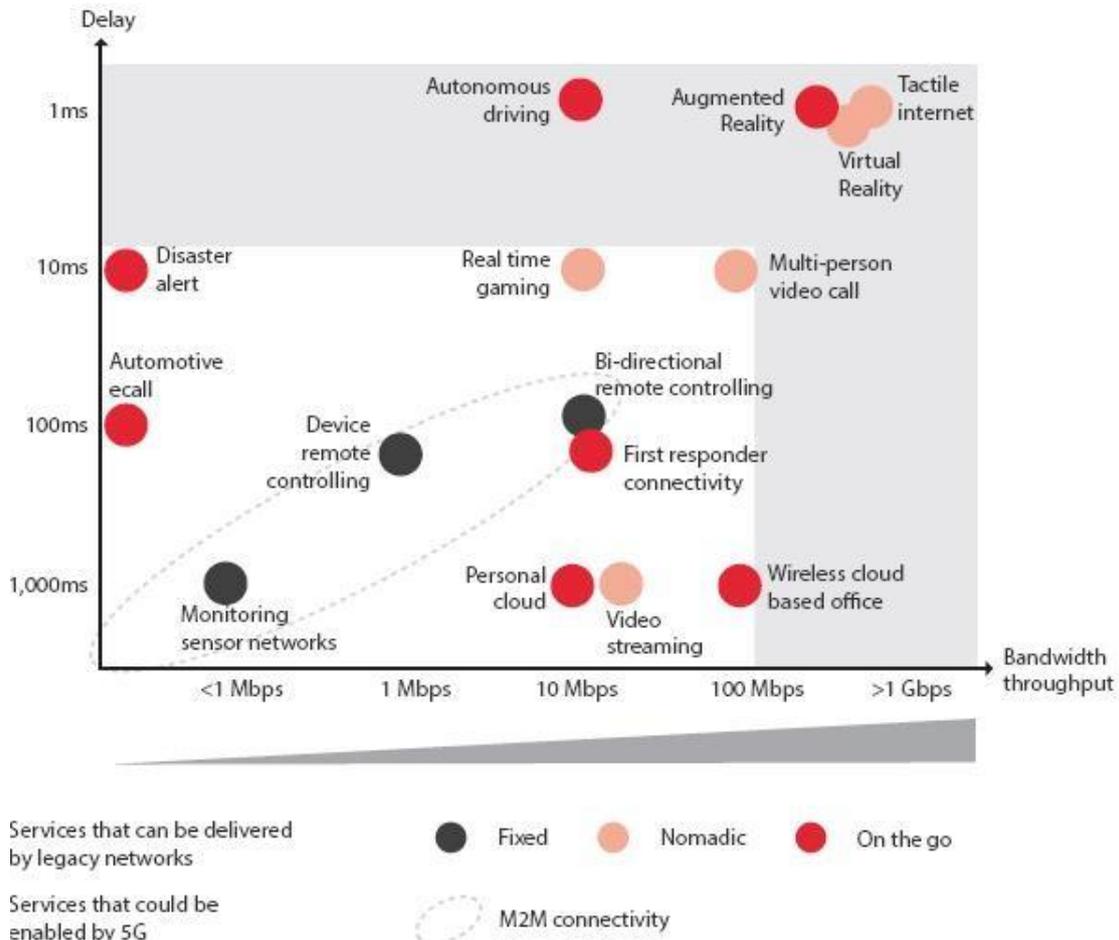
Σχήμα 9: Το γράφημα παρουσιάζει το χρόνο που απαιτείται για τη μετακίνηση αντικειμένων διαφορετικού μεγέθους (1 byte, 2 KB, 1 MB) μέσω δικτύων με RTT που κυμαίνεται από 1 έως 100 ms και ταχύτητες συνδέσμου είτε 1,5 είτε 10 Mbps.

3.2.1 Κάτω από 1ms λανθάνων χρόνος και πάνω από 1Gbps bandwidth

Ορισμένες από τις απαιτήσεις που προσδιορίζονται για το 5G μπορούν να ενεργοποιηθούν από το 4G ή από άλλα δίκτυα. Οι τεχνικές απαιτήσεις που

απαιτούν υποστήριξη από το δίκτυο είναι η καθυστέρηση 1ms και η ταχύτητα πάνω από 1Gbps , αυτές οι υπηρεσίες θα παρέχονται βάσει τους δύο ορισμούς για τα δίκτυα 5G.

Η επίτευξη του 1ms λανθάνων χρόνος θα είναι μια πρόκληση που θα καθορίσει το 5G



Σχήμα 10: Bandwidth και λανθάνων χρόνος

Το να παρέχουν 1ms καθυστέρηση σε ένα δίκτυο μεγάλης κλίμακας θα είναι δύσκολο. Αν αυτό γινόταν, ορισμένες από τις υπηρεσίες του 5G που προσδιορίζονται εφικτές δεν θα είναι πλέον εφικτές και έτσι ο δεύτερος ορισμός για το 5G δεν θα είναι τόσο σαφής. Εξετάζονται μερικές από τις προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν για να επιτευχθεί η καθυστέρηση 1ms.

Για να επιτευχθούν αυτές οι καθυστερήσεις θα πρέπει να γίνουν μια σειρά από τροποποιήσεις στο LTE:

- Μειωμένα χρονικά διαστήματα μετάδοσης , πχ κάτω από 100ms και μικρότερης διάρκειας σύμβολα OFDM επιτρέποντας τη γρήγορη και αποτελεσματική μετάδοση δεδομένων.

- Επανασχεδιασμός φυσικών καναλιών όπου θα επιτρέπουν την έγκαιρη εκτίμηση του καναλιού
- Χρήση συνλεκτικού κώδικα (κώδικας διόρθωσης σφαλμάτων) πχ για τα κανάλια δεδομένων και κώδικα μπλοκ, πχ για κανάλια ελέγχου παρέχει γρήγορη και αξιόπιστη αποκωδικοποίηση
- Εφαρμογή των υψηλών επιπέδων ποικιλότητας για βελτίωση αξιοπιστίας των σημάτων ανίχνευσης και αποδικοποίησης, καθώς επίσης και τη διαθεσιμότητα

Προκειμένου να υποστηριχθεί η αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας και να διευκολυνθεί το εύρος μετάδοσης που απαιτείται για να υποστηρίξει πολύ υψηλές ταχύτητες δεδομένων, το 5G πρέπει να επεκτείνει το φάσμα των συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται για υψηλότερες ζώνες συχνοτήτων. Ως εκ τούτου το εύρος ζώνης για το 5G κυμαίνεται κάτω από 1GHz έως περίπου 100 GHz. Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι οι υψηλές συχνότητες ειδικά εκείνες πάνω από 10GHz, μπορεί μόνο να χρησιμεύσει ως συμπλήρωμα στις χαμηλές συχνότητες, κυρίως για να παρέχουν πρόσθετη χωρητικότητα και ευρύ φάσμα μετάδοσης για ακραίες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων σε πυκνές αναπτύξεις. Οι κατανομές του φάσματος στις χαμηλές μπάντες παραμένει η ραχοκοκαλιά για την κινητή επικοινωνία στην εποχή του 5G, παρέχοντας πανταχού συνδεσιμότητα σε κάθε περιοχή. Η βιομηχανία κινητής θα προσπαθήσει να αποκτήσει πρόσβαση στα 6GHz από τα 20GHz, αλλά οι κατευθύνσεις της πολιτικής που ακολουθούν από τις ρυθμιστικές αρχές φαίνεται να επικεντρώνεται στις ζώνες συχνοτήτων πάνω από 30GHz. [6]

3.2.2 99,999% διαθεσιμότητα και 100% γεωγραφική κάλυψη

Υψηλή διαθεσιμότητα είναι ένα χαρακτηριστικό ενός συστήματος το οποίο έχει ως στόχο να εξασφαλίσει ένα συμφωνημένο επίπεδο επιχειρησιακής απόδοσης για μεγαλύτερη από την κανονική περίοδο. Υπάρχουν τρεις αρχές του για το σχεδιασμό του συστήματος σε υψηλή μηχανική διαθεσιμότητα.

1. Εξάλειψη ενιαίων σημείων αποτυχίας. Αυτό σημαίνει ότι η βλάβη ενός στοιχείου δεν σημαίνει αποτυχία όλου του συστήματος.
2. Αξιοπιστία crossover. Σε εφεδρικά συστήματα, το ίδιο σημείο διασταύρωσης τείνει να γίνει ένα ενιαίο σημείο της αποτυχίας. Υψηλή διαθεσιμότητα μηχανικής πρέπει να προβλέπει αξιόπιστο crossover.
3. Ανίχνευση των αποτυχιών όπως αυτά συμβαίνουν. Εάν παρατηρηθούν οι δύο παραπάνω αρχές τότε ο χρήστης δεν μπορεί να δει μια αποτυχία. Ο εξυγρονισμός έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη εξάρτηση από αυτά τα συστήματα.

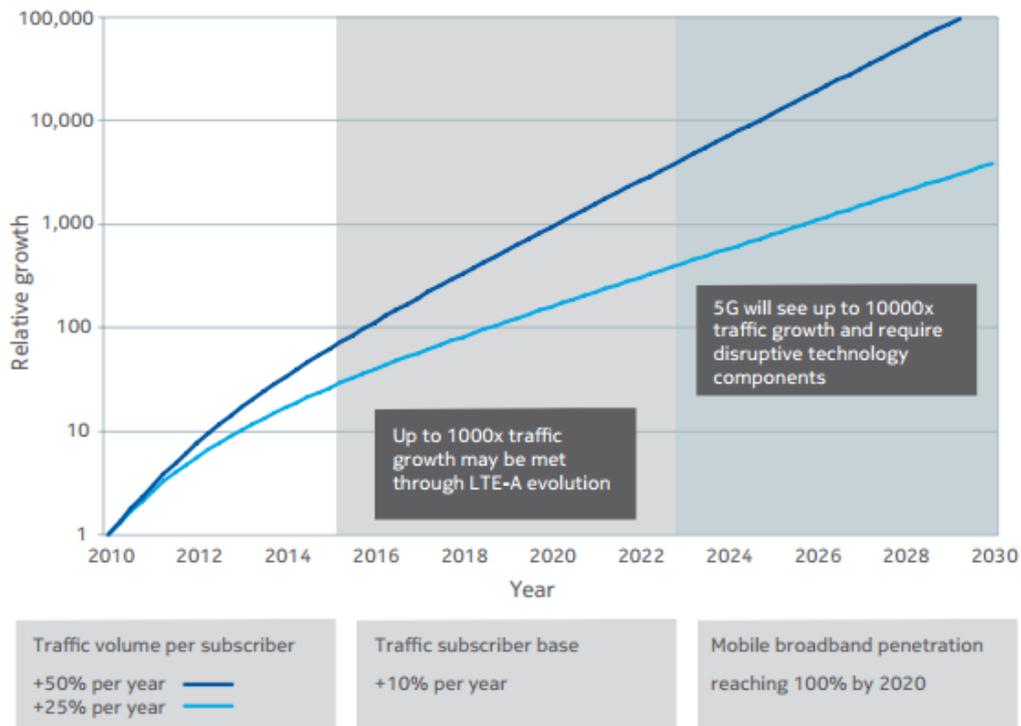
Ο εξυγχιτισμός έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη εξάρτηση από αυτά τα συστήματα. Για παράδειγμα τα νοσοκομεία και τα κέντρα δεδομένων απαιτούν υψηλή διαθεσιμότητα των συστημάτων τους να εκτελέσουν συνήθεις καθημερινές δραστηριότητες. Διαθεσιμότητα αναφέρεται στην ικανότητα της κοινότητας των χρηστών για να αποκτήσουν μια υπηρεσία ή ένα αγαθό όπου έχουν πρόσβαση στο σύστημα, είτε για να υποβάλουν νέα εργασία, να ενημερώσουν ή να τροποποιήσουν υπάρχουσες εργασίες ή να συλλέξουν αποτελέσματα των προηγούμενων εργασιών.

Αυτά δεν χρησιμοποιούν drivers, ούτε τεχνικά θέματα, 99,999% διαθεσιμότητα και κάλυψη 100% είναι εφικτό χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε υπάρχουσα τεχνολογία, και θα μπορούσε να επιτευχθεί με οποιονδήποτε φορέα εκμετάλλευσης του δικτύου. Οι φορείς αποφασίζουν που πρέπει να τοποθετήσουν τα κελιά με βάση το κόστος για την προετοιμασία του site για να δημιουργήσει ένα κελί για να καλύψει μια συγκεκριμένη περιοχή, σταθμίζεται έναντι του οφέλους του κυττάρου που παρέχει κάλυψη για μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Αυτό με τη σειρά του κάνει ορισμένες περιοχές των κυττάρων και περιοχές κάλυψης, όπως στις αγροτικές περιοχές.

Ενώ η γενιά της τεχνολογίας του δικτύου κινητής τηλεφωνίας ενδέχεται να μετατοπίσει τις αξίες που πηγαίνουν στο επιχειρηματικό μοντέλο που καθορίζει τη βιωσιμότητα των κυττάρων, επιτυγχάνοντας 100% κάλυψη και 99,999% διαθεσιμότητα, έτσι θα παραμείνει μια επιχειρηματική απόφαση και όχι ένας τεχνικός στόχος.

3.2.3 Πυκνότητα σύνδεσης 1000x bandwidth ανά μονάδα επιφάνειας , 10-100x αριθμός συνδέσεων

Αυτά ισοδυναμούν με απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται από δίκτυα που περιλαμβάνουν 5G στοιχειώδους τεχνολογίας αλλά και απαιτούν συνεχή υποστήριξη από προϋπάρχοντες γενεές τεχνολογίας του δικτύου. Η στήριξη του 10-100 φορές τον αριθμό των συνδέσεων εξαρτάται από μια σειρά από τεχνολογίες που εργάζονται μαζί, συμπεριλαμβανομένων 2G, 3G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth και άλλες συμπληρωματικές τεχνολογίες. Η προσθήκη του 5G στην κορυφή αυτού του οικοσυστήματος δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ως μια τελευταία λύση αλλά μόνο ως ένα πρόσθετο κομμάτι μια ευρύτερης εξέλιξης για να ενεργοποιήσετε τη σύνδεση των μηχανών. Το Internet έχει ήδη αρχίσει να είναι από μόνο του δυναμικό ανεξαρτήτως από την άφιξη του 5G.



Σχήμα 11: Αύξηση κυκλοφορίας μέχρι το 2030

Ομοίως η απαίτηση για 1.000 φορές το εύρος ζώνης ανά μονάδα επιφάνειας δεν εξαρτάται από το 5G, αλλά το σωρευτικό αποτέλεσμα των περισσότερων συσκευών σε σύνδεση με υψηλότερο εύρος ζώνης για μεγαλύτερη διάρκεια. Η εγκατάσταση του LTE έχει ήδη μια μετασχηματιστική επίδραση στην ποσότητα και το εύρος ζώνης που καταναλώνεται σε οποιαδήποτε συγκεκριμένη περιοχή, και αυτό θα αυξηθεί μέχρι την έλευση του 5G. Η επέκταση του Wi-Fi και η ολοκλήρωση των δικτύων Wi-Fi με κυτταρικό θα είναι το επίσης το κλειδί για την υποστήριξη μεγαλύτερων ρυθμών πυκνότητας δεδομένων. Πολύ υψηλή πυκνότητα σημαίνει 1000x υψηλότερη από την πυκνότητα του ρεύματος (χρήστες ανά τετραγωνικό μέτρο). Η ετερογένεια περιλαμβάνει πολλαπλές διαστάσεις, από την ακτίνα κάλυψης έως τις τεχνολογίες (4G/ LTE εναντίον Wi-Fi). Η αύξηση του αριθμού των ταυτόχρονα συνδεδεμένων συσκευών, η υψηλότερη φασματική απόδοση του σήματος (ο όγκος δεδομένων ανά μονάδα επιφάνειας), συνεπάγεται χαμηλότερη κατανάλωση μπαταρίας, μικρότερη πιθανότητα διακοπής (καλύτερη κάλυψη), υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης σε μεγαλύτερο μέρος της περιοχής κάλυψης, μεγαλύτερο αριθμό υποστηριζόμενων συσκευών, χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης της υποδομής, υψηλότερη ευελιξία και επεκτασιμότητα, ή υψηλότερη αξιοπιστία της επικοινωνίας. [7]

3.3 Μείωση της ενέργειας χρήσης δικτύου και βελτίωση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από τα δίκτυα και συσκευές είναι θεμελιώδους σημασίας στην οικονομική και οικολογική βιωσιμότητα του κλάδου. Μια γενική αρχή της βιομηχανίας για την ελαχιστοποίηση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας στον εξοπλισμό δικτύου και του τερματικού θα πρέπει να περάσει από όλες τις τεχνολογίες, αυτός αναγνωρίζεται ως ένας οικολογικός στόχος καθώς επίσης θα έχει σημαντικές επιπτώσεις για τη λειτουργία ενός δικτύου. Προς το παρόν, δεν είναι σαφές πως μια νέα γενιά τεχνολογίας με υψηλότερο εύρος ζώνης που έχουν αναπτυχθεί ως συμπληρωματικό δίκτυο (και όχι αντικατάσταση) στην κορυφή του υπάρχοντος υλικού δικτύου θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια καθαρή μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Υπάρχουν επίσης απαιτήσεις για υψηλή ενεργειακή απόδοση, οι φορείς αναφέρουν ρητά τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας δικτύου 50% παρά την αναμενόμενη αύξηση της κυκλοφορίας. Στόχος του 5G είναι να πετύχει πολύ υψηλότερες ταχύτητες δεδομένων παντού. Οι υψηλοί ρυθμοί δεδομένων παρέχουν δυνατότητες για τη μετάδοση ή ακόμη και περισσότερες πληροφορίες σε συντομότερο χρονικό διάστημα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα περισσότερο χρόνο χωρίς μετάδοση όταν ο εξοπλισμός μπορεί να περιέλθει στις διάφορες καταστάσεις εξοικονόμησης ενέργειας ή κατάστασης ύπνου. Ανάπτυξη του 5G σε απομακρυσμένες περιοχές απαιτεί πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, επιτρέποντας ιδανικού μεγέθους ηλιακούς συλλέκτες ή άλλες οικονομικές και αποδοτικές ενεργειακές τεχνολογίες. Το 5G θα πρέπει να επίσης να επιτρέπει την εγκατάσταση στο ρεύμα του δικτύου της σε απομακρυσμένες περιοχές όπως, όπως για αυξημένα ποσοστά δεδομένων και κοινή χρήση του δικτύου, κατά περίπτωση μπορεί να μειώσει την ανάγκη για παράλληλη υποδομή του δικτύου. [8]

4. Πιθανές περιπτώσεις χρήσης 5G

Ας φανταστούμε τις υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας της επόμενης δεκαετίας

Όπως και κάθε προηγούμενη γενιά το ποσοστό έγκρισης των 5G και την ικανότητα των φορέων για να αποκομίσουν κέρδη θα είναι άμεση συνάρτηση των νέων μοναδικών περιπτώσεων χρήσης. Έτσι τα βασικά ερωτήματα γύρω από το 5G για τους φορείς εκμετάλλευσης είναι κυρίως:

1. Τι θα μπορούσε να κάνει τους χρήστες σε ένα δίκτυο το οποίο πληροί τις προϋποθέσεις που αναφέρονται παραπάνω ότι σήμερα δεν είναι δυνατή σε ένα υπάρχον δίκτυο;
2. Πως θα μπορούσαν αυτές οι δυνητικές υπηρεσίες να είναι κερδοφόρες;

Οι τεχνολογίες αυτές έχουν έναν αριθμό πιθανών χρήσης τόσο της ψυχαγωγίας (π.χ. gaming) και επίσης πιο πρακτικά σενάρια, όπως η κατασκευή ή φάρμακα, και θα μπορούσε να επεκταθεί σε πολλές wearable τεχνολογίες. Για παράδειγμα, μια λειτουργία θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με ένα ρομπότ που ελέγχεται εξ αποστάσεως από το χειρουργό από την άλλη πλευρά του κόσμου. Αυτός ο τύπος της αίτησης θα απαιτούσε τόσο υψηλό εύρος ζώνης και χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση πέρα από τις δυνατότητες της LTE, και ως εκ τούτου έχει τη δυνατότητα να έχει ένα βασικό επιχειρηματικό μοντέλο για δίκτυα 5G.

Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι τα συστήματα VR/AR είναι σε πολύ πρώιμο στάδιο και η ανάπτυξη τους θα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την πρόοδο σε ένα πλήθος άλλων τεχνολογιών όπως αισθητήρες κίνησης και heads-up οθόνη(HUD). Μένει να δούμε αν αυτές οι εφαρμογές θα μπορούσαν να γίνουν κερδοφόρες επιχειρήσεις για τις επιχειρήσεις στο μέλλον.

4.1 Αυτόνομη οδήγηση

Το να ενεργοποιήσουν στα οχήματα να επικοινωνούν με τον έξω κόσμο θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντικά αποτελεσματικότερη και ασφαλέστερη χρήση των υφισταμένων οδικών υποδομών. Αν όλα τα οχήματα στον δρόμο ήταν συνδεδεμένοι με ένα δίκτυο που ενσωματώνει ένα σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας που θα μπορούσε δυνητικά να ταξιδεύουν σε πολύ υψηλότερες ταχύτητες και με μεγαλύτερη ασφάλεια χωρίς κίνδυνο ατυχήματος, με πλήρως αυτόνομα αυτοκίνητα μειώνοντας περαιτέρω την πιθανότητα ανθρώπινου λάθους.

Ενώ τέτοια συστήματα δεν θα απαιτούν υψηλό εύρος ζώνης, παρέχοντας δεδομένα με χρόνο απόκρισης κοντά στο μηδέν, θα είναι ζωτικής σημασίας για την ασφαλή λειτουργία τους, και συνεπώς οι εφαρμογές που απαιτούν χρόνο καθυστέρησης 1 χιλιοστό του δευτερολέπτου που προβλέπεται στις προδιαγραφές του 5G. Επιπλέον ένα αυτοκίνητο χωρίς οδηγό, θα πρέπει να είναι σε όλες τις γεωγραφικές περιοχές χωρίς οδηγό, και ως εκ τούτου θα απαιτούσε την πλήρη κάλυψη του οδικού δικτύου με 100% αξιοπιστία να είναι μια βιώσιμη πρόταση.

Η τεχνολογία V2X αρχίζοντας από με το πρωτόκολλο 802.11p μπορεί να βοηθήσει ώστε να φέρει πιο ασφαλείς δρόμους, πιο αποτελεσματικό ταξίδι, μείωση της ρύπανσης του αέρα και καλύτερη εμπειρία οδήγησης. Το V2X θα χρησιμεύει ως βάση για ασφάλεια, τα αυτοκίνητα του μέλλοντος θα συνδέονται μεταξύ τους δίνοντας στα οχήματα τη δυνατότητα να μιλήσει ο ένας στον άλλο. Το V2X είναι μια

βασική τεχνολογία για τη διευκόλυνση οδήγησης με πλήρως αυτόνομες υποδομές μεταφορών. Οι εξελίξεις στο ραντάρ, LiDAR και τα συστήματα με κάμερες ενθαρρύνουν να έρθει η αυτόνομη οδήγηση ένα βήμα πιο κοντά στην πραγματικότητα, πρέπει όμως να γίνει γνωστό ότι αυτοί οι αισθητήρες περιορίζονται από την γραμμή της όρασης. Έτσι το V2X συμπληρώνει τις δυνατότητες αυτών αισθητήρων, παρέχοντας 360 μοίρες θέαση, όπου εκτείνει τις ικανότητες ενός οχήματος να βλέπει περαιτέρω, κάτω από το δρόμο ακόμη και σε δρόμους που δεν βλέπεις διασταυρώσεις ή σε κακές καιρικές συνθήκες.

Δύο τρόποι μετάδοσης του C-V2X θα είναι:

- Το πρώτο θα επιτρέπει την άμεση επικοινωνία μεταξύ οχημάτων και μεταξύ άλλων, του πεζούς και τις οδικές υποδομές. Διαμορφώνοντας το LTE για απευθείας επικοινωνία συσκευή προς συσκευή, εξελίσσεται η τεχνολογία με καινοτομίες για την ανταλλαγή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των οχημάτων που κινούνται με μεγάλες ταχύτητες, σε κυκλοφορία υψηλής πυκνότητας και ακόμη και εκτός των περιοχών κάλυψης του δικτύου των κινητών.
- Ο δεύτερος τρόπος μετάδοσης χρησιμοποιεί των πανταχού παρούσα κάλυψη των υφισταμένων δικτύων LTE, έτσι ώστε να μπορεί να ειδοποιηθεί για ένα ατύχημα λίγα χιλιόμετρα μπροστά, ότι οδηγείται σε ένα ανοιχτό χώρο στάθμευσης και πολλά άλλα. Για να λειτουργήσει αυτή η λειτουργία γίνεται βελτιστοποίηση του LTE Broadcast τεχνολογίας για τις οδικές επικοινωνίες.

Το C-V2X θα παρέχει μια ενοποιημένη πλατφόρμα συνδεσιμότητας για ασφαλέστερα οχήματα του αύριο. Με βάση το C-V2X και το 5G θα φέρει ακόμα περισσότερες δυνατότητες για τα συνδεδεμένα οχήματα. Η μεγάλη απόδοση, χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση και η ενίσχυση της αξιοπιστίας της 5G θα επιτρέπουν στα οχήματα να μοιραστούν τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο υποστηρίζοντας πλήρως αυτόνομη εμπειρία οδήγησης.

Υποστηρίζοντας πλήρως αυτόνομη εμπειρία οδήγησης για παράδειγμα:

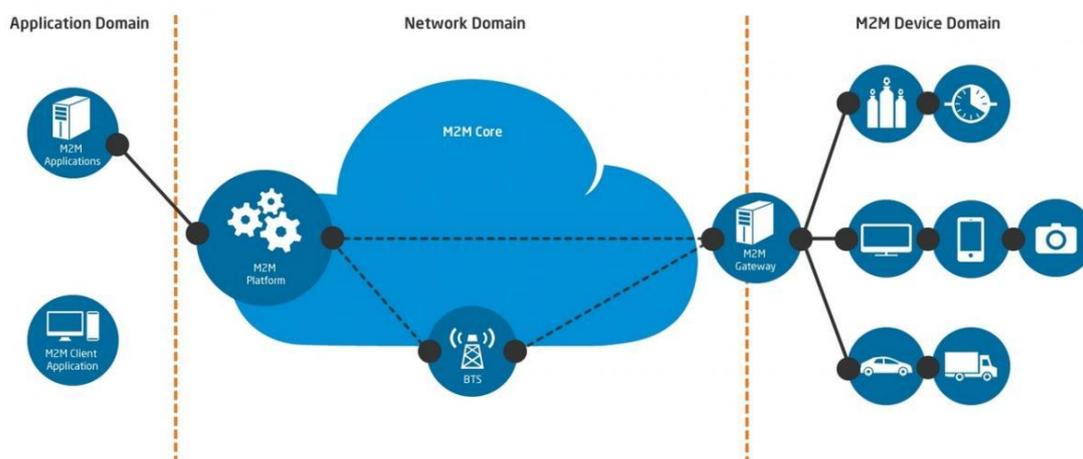
- Αποφυγή σύγκρουσης: για αυτόνομη οδήγηση οχημάτων αν γίνουν μεμονωμένες ενέργειες από ένα όχημα μπορεί να δημιουργήσει επικίνδυνες συνθήκες οδήγησης για τα άλλα οχήματα. Συνεταιριστική αποφυγή σύγκρουσης επιτρέπει σε όλα τα εμπλεκόμενα οχήματα να συντονίσουν τις ενέργειες τους για να αποφύγουν τις συγκρούσεις σε ένα συνεργατικό τρόπο. [9]

4.1.1 Ασύρματο cloud-based γραφείο

Δίκτυα δεδομένων με υψηλότερο εύρος ζώνης έχουν την δυνατότητα να κάνουν την ιδέα ενός ασύρματου cloud γραφείου πραγματικότητα, με τεράστιες ποσότητες χωρητικότητας αποθήκευσης δεδομένων επαρκεί για να καταστήσει τέτοια συστήματα πανταχού παρόντα. Ωστόσο, αυτές οι εφαρμογές βρίσκονται ήδη σε λειτουργία και οι απαιτήσεις τους ικανοποιούνται από τα υπάρχοντα δίκτυα 4G. Ενώ η ζήτηση για υπηρεσίες cloud θα αυξηθεί μόνο, όπως και τώρα δεν θα απαιτεί ιδιαίτερα χαμηλές λανθάνουσες και ως εκ τούτου μπορεί να συνεχίζουν να παρέχονται από τις τρέχουσες τεχνολογίες ή εκείνα που έχουν ήδη σε εξέλιξη. Μια άλλη πιθανή εφαρμογή των επιχειρήσεων, οι βίντεο κλήσεις έχει μια απαίτηση για χαμηλότερη λανθάνουσα κατάσταση, αυτό μπορεί πιθανόν να καλυφθούν από την υπάρχουσα τεχνολογία 4G.

4.1.2 Machine to machine συνδεσιμότητα (M2M)

M2M έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, αλλά οι δυνατότητες για χρήση του είναι σχεδόν ατελείωτες, και οι προβλέψεις μας λένε ότι ο αριθμός των συνδέσεων κινητής τηλεφωνίας M2M σε όλο τον κόσμο θα αυξηθεί από 250 εκατομμύρια φέτος μεταξύ 1 δις και 2 δισεκατομμύρια μέχρι το 2020, εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο η βιομηχανία και οι ρυθμιστικές αρχές του είναι σε θέση να αποδείξει τα απαραίτητα πλαίσια για να επωφεληθούν πλήρως από την ευκαιρία M2M.



Σχήμα 12: Δομή δικτύου M2M

Τυπικές εφαρμογές M2M μπορεί να βρεθεί στα συστήματα που συνδέονται στο σπίτι (π.χ. ευφυείς μετρητές, έξυπνοι θερμοστάτες, ανιχνευτές καπνού) συστήματα τηλεμετρίας του οχήματος (ένα πεδίο που επικαλύπτει με συνδεδεμένα αυτοκίνητα), ηλεκτρικά είδη ευρείας κατανάλωσης και την παρακολούθηση υγείας. Πολλά σήμερα λειτουργούν σε δίκτυα 2G ή μπορεί να ενσωματωθεί με το IP Multimedia Subsystem (IMS), έτσι προς το παρόν η περίπτωση των επιχειρήσεων για M2M που μπορεί να συνδέονται με 5G δεν είναι ακόμη άμεσα προφανής.

4.2 Μια αληθινή στροφή γενεών

Έτσι, πολλές από τις υπηρεσίες που έχουν προταθεί ως πιθανές για 5G δεν απαιτούν κάποια νέα τεχνολογία και θα μπορούσε να παρέχεται μέσω των υφισταμένων τεχνολογιών δικτύου. Μόνο οι απαιτήσεις που απαιτούν τουλάχιστον ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του 5G, η καθυστέρηση 1ms και η ταχύτητα πάνω από 1Gbps στο κατέβασμα μπορεί να θεωρηθεί αλήθεια η επόμενη γενιά επιχειρηματικών υποθέσεων.

Από τις δύο προϋποθέσεις, η μείωση της καθυστέρησης σε επίπεδα 1ms μπορεί να παρέχει μεγαλύτερη τεχνική πρόκληση. Όπως συζητείται οι φορείς έχουν ήδη κάνει σημαντική πρόοδο όσον αφορά την αύξηση της ταχύτητας δεδομένων των υφισταμένων δικτύων τους, υιοθετώντας τεχνολογίες LTE-A. Ενώ είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αν και πολλές από τις περιπτώσεις και τις υπηρεσίες χρήστη θα μπορούσαν να προσφέρουν μια βελτιωμένη εμπειρία χρήστη στο 5G δίκτυο.

4.3 Οι επιπτώσεις της 5G για φορείς εκμετάλλευσης κινητών

Η πρόοδος από τα αρχικά δίκτυα 3G σε ευρυζωνική τεχνολογία κινητής τηλεφωνίας έχει μεταμορφώσει την βιομηχανία και την κοινωνία, επιτρέποντας ένα άνευ προηγουμένου επίπεδο καινοτομίας. Αν το 5G γίνει μια στροφή στην τεχνολογία των δικτύων, μπορούμε να περιμένουμε ακόμη μεγαλύτερο επίπεδο του μετασχηματισμού. Υπάρχουν ποικίλες επιπτώσεις της παροχής ενός αυξημένου επιπέδου σύνδεσης ή την ανάπτυξη ενός δικτύου νέας ασύρματης πρόσβασης (RAN) για να παραδώσει μια σημαντική αλλαγή στην ανά είδοση σύνδεση, ή με συνδυασμό των δύο. Αυτό σημαίνει ότι το τελικό σχέδιο ενός δικτύου 5G θα

μπορούσε να είναι οποιοδήποτε από μια σειρά με διαφορετικές ραδιοφωνικές διεπαφές, τοπολογίες δικτύων και επιχειρηματικών ικανοτήτων.

4.3.1 Ασύρματο Δίκτυο Πρόσβασης RAN

Το RAN προσφέρει συνεχή συνδεσιμότητα στις ασύρματες συσκευές. Το πρόβλημα που επικρατούσε πάντα για το RAN είναι ο αποδοτικός διαμοιρασμός του περιορισμένου διαθέσιμου φάσματος, προκειμένου να επιτευχθεί συνδεσιμότητα. Όταν τοποθετούμε δικτυακούς κόμβους με μεγάλη πυκνότητα σε μια περιοχή και δεδομένου του περιορισμένου φάσματος, γίνεται δύσκολος ο διαμοιρασμός των πόρων ασύρματης πρόσβασης, η διαχείριση των handover, η αντιμετώπιση των παρεμβολών και η εξισορρόπηση του δικτύου μεταξύ cells. Λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου φάσματος οι γειτονικοί σταθμοί βάσεις σε Ultra Dense Deployments θα πρέπει να λειτουργούν στο ίδιο κανάλι συχνοτήτων. [10]

4.4 5G φάσμα και επιπτώσεις κάλυψης

Ενώ υπάρχει ένας αριθμός των ζωνών του φάσματος που θα μπορούσε ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με ορισμένες από τις απαιτήσεις του 5G, αυτή τη στιγμή υπάρχει μια σημαντική εστίαση για το υψηλότερο φάσμα ραδιοφωνικών συχνοτήτων. Οι επιχειρηματίες, οι πωλητές από τις ακαδημαϊκές κοινότητες συνδυάζουν τις προσπάθειες για τη διερεύνηση τεχνικών λύσεων για το 5G που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε συχνότητες από 6GHz μέχρι και 300GHz. Ωστόσο, οι υψηλότερες συχνότητες προσφέρουν μικρότερη ακτίνα κάλυψης και έτσι την επίτευξη ευρείας κάλυψης χρησιμοποιώντας ένα παραδοσιακό μοντέλο τοπολογίας του δικτύου θα είναι δύσκολο.

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η εστίαση της ασύρματης διεπαφής σε μια δέσμη η οποία θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγαλύτερες αποστάσεις, είναι σημαντικό μέρος του κάθε ραδιοδικτύου που θα χρησιμοποιήσει 6GHz ή υψηλότερες ζώνες φάσματος. Αυτό όμως σημαίνει ότι η δέσμη πρέπει να κατευθύνεται προς τη συσκευή του τελικού χρήστη που είναι συνδεδεμένος. Αφού η υπηρεσία που προσφέρεται εξακολουθεί να διαφοροποιείται από τις συνδέσεις σταθερής τηλεφωνίας με βάση την κινητικότητα η ίδια η δέσμη θα πρέπει να παρακολουθείτε από τη συσκευή. Αυτή είναι η καινοτομία που θα μπορούσε να κάνει το 5G μια ακριβή τεχνολογία για την ανάπτυξη σε μεγάλη κλίμακα. Δεδομένου ότι κάθε κύτταρο μπορεί να χρειαστεί να υποστηρίξει εκατοντάδες επιμέρους δέσμες ανά πάσα στιγμή και να παρακολουθεί τους τελικούς χρήστες ότι συνδέονται μέσω αυτών των δεσμών στον τρισδιάστατο χώρο.

Υψηλής τάξης MIMO (Multi-Input, Multi-Output) είναι μια άλλη μέθοδος για την αύξηση του εύρους ζώνης. Αυτό είναι όπου μια συστοιχία κεραιών είναι εγκατεστημένο σε μια συσκευή και οι πολλαπλές ράδιο συνδέσεις μεταξύ μια συσκευής και ενός κυττάρου. Για MIMO μπορεί να έχουν προβλήματα με τις ραδιοφωνικές παρεμβολές, έτσι ώστε η τεχνολογία που απαιτείται για να βοηθήσει στην εξάλειψη αυτού του προβλήματος. Αυτό τείνει να επικεντρωθεί στην ανάγκη για το ραδιοφωνικό δίκτυο για την προσαρμογή της δέσμης, και να λάβει υπόψη το ειδικό προσανατολισμό της κεραίας σε κάθε δεδομένη στιγμή.

Όλα αυτά απαιτούν στοιχειώδη έρευνα και ανάπτυξη πέρα και πάνω από ότι επί του παρόντος πραγματοποιήθηκε για 4G. Η χρήση των ζωνών πάνω από 6GHz πιθανότητα θα απαιτούν από τους φορείς να επενδύσουν σε ένα εντελώς νέο RAN, δεδομένου ότι θα έχει ριζικά διαφορετικές απαιτήσεις. Λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο των υποδομών που απαιτούνται για να επιτευχθεί η επιθυμητή τοπολογία του δικτύου, οι φορείς μπορεί να αναγκαστούν να επανεξετάσουν τα υφιστάμενα επιχειρηματικά μοντέλα. Η νέα τεχνολογία είναι σπάνια μια φθηνή επιλογή, και η φύση της νέας τεχνολογίας που απαιτείται στις μάρκες ραδιοδικτύου πολύ δυνατής έντασης, ως εκ τούτου, σε αντίθεση με την δεδηλωμένη απαίτηση για σημαντική μείωση στη συνολική κατανάλωση ενέργειας του δικτύου.

Οι πωλητές ερευνούν τρόπους για να συμπεριλάβουν το σχηματισμό δέσμης και την τεχνολογία MIMO σε κινητές συσκευές. Ως αποτέλεσμα, η διαδικασία αναγνώρισης διεθνώς γύρω από κοινές ζώνες για 5G θα έχουν μια σαφή εξάρτηση από την τεχνολογία που μπορεί να προσδιορίζεται για να ξεπεραστεί η χρήση ζώνης στις υψηλές συχνότητες για την ευρεία κάλυψη περιοχής.

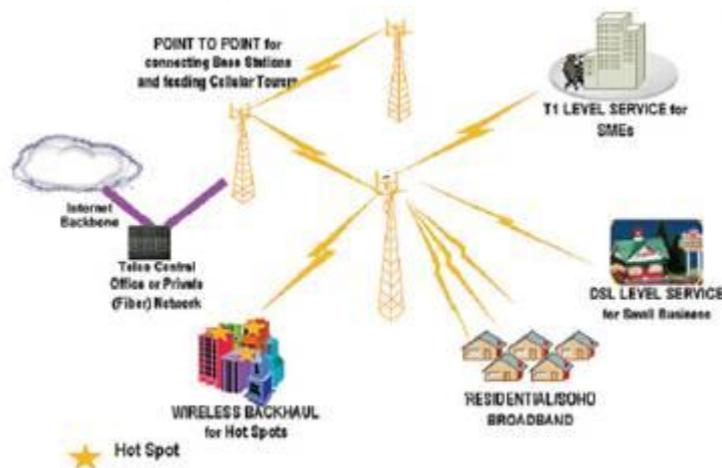
5.Τι είναι το WiMax και τι προσφέρει;

Το πρότυπο αυτό σχεδιάστηκε ώστε να λειτουργεί σε μια ευρεία μπάνα συχνοτήτων η οποία εκτείνεται από 2 ως 66 GHz. Υποστηρίζει ταχύτητες μετάδοσης ως 72Mbps στο αέρα ενώ η πραγματική ταχύτητα στο Ethernet υπολογίζεται στα 50 Mbps. Οι αποστάσεις που μπορεί να καλυφθούν ξεπερνούν τα 50 χιλιόμετρα σε συνθήκες οπτικής επαφής. Μια σημαντική διαφορά του προτύπου IEEE 802.16 σε σχέση με το IEEE 802.11 είναι ότι το πρώτο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συνθήκες μη οπτικής επαφής, φυσικά με ρυθμούς μετάδοσης πολύ χαμηλότερους των 50 Mbps.

Το WiMax σχεδιάστηκε κατά βάση ώστε να καλύπτει κυρίως Point-to-Multipoint (PTM) συνδέσεις χωρίς ωστόσο να αποκλείεται και η χρήση του για Point to Point συνδέσεις. Η διαμόρφωση η οποία χρησιμοποιείται ονομάζεται OFDM. Πρόκειται για μια πολύ ανθεκτική διαμόρφωση σε ότι αφορά το φαινόμενο της πολυδιάθρυσης ειδικότερα στις συχνότητες πάνω των 2 GHz όπου το πρότυπο χρησιμοποιεί.

Λόγω των μεγάλων αποστάσεων που καλύπτει και ταυτόχρονα τους υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης μπορεί να παρέχει:

- Δίκτυο κορμού στα κυψελωτά συστήματα κινητής τηλεφωνίας. Η εισαγωγή του προτύπου αυτού αναμένεται να μειώσει σημαντικά το κόστος εξάπλωσης των δικτύων κινητής τηλεφωνίας μια και αποτελεί μια οικονομικότερη πρόταση, αν συγκριθεί με την οπτική ίνα, για τις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας. Εξασφαλίζει ταυτόχρονα αξιοπιστία και υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης που απαιτούν τα δίκτυα κορμού των κινητών δικτύων επικοινωνιών.
- Broadband on Demand. Παρέχει υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης κάνοντας εφικτή τη χρήση της τεχνολογίας για εφαρμογές πραγματικού χρόνου κάτι που με το πρότυπο IEEE 802.11 σε μεγάλες αποστάσεις δεν ήταν εφικτό.
- Παρέχει κάλυψη σε περιοχές που είναι αδύνατο να καλυφθούν με χρήση χαλκού ή οπτικής ίνας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν συμπλήρωμα δικτύων οπτικών ινών σε τμήματα του εδάφους στα οποία το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης δικτύων οπτικών ινών είναι απαγορευτικό.



Σχήμα 13: Δομή WiMax δικτύου

Πλεονεκτήματα:

- Οι εταιρείες θα έχουν τη δυνατότητα ανεξάρτητα ασύρματα δίκτυα τηλεπικοινωνιών και υπηρεσιών internet, με μεγάλη ευκολία, καθώς δεν απαιτείται η εγκατάσταση καλωδίων σε κάθε σημείο της χώρας.

- Ο συνδρομητής θα μπορεί να χρησιμοποιήσει τη σύνδεση του από οπουδήποτε ακόμη και εν κινήσει μέσα στην πόλη ή ακόμη και ολόκληρη τη χώρα. Κάτι που δεν είναι εφικτό με τις σημερινές συνδέσεις ADSL, ούτε και με την τεχνολογία Wi-Fi, λόγω της περιορισμένης εμβέλειας.
- Ένα δίκτυο που θα καλύπτει μια μεγαλόπολη μπορεί να εγκατασταθεί σε λίγες μέρες, σε αντίθεση με ένα αντίστοιχο ενσύρματο δίκτυο που θα χρειαζόταν πολλούς μήνες ή και χρόνια.
- Λόγω των υψηλών ταχυτήτων μετάδοσης δεδομένων, το WiMax θα επιτρέπει επίσης την πραγματοποίηση τηλεφωνικών κλήσεων ή ακόμη και βιντεοκλήσεων. [11]

5.1 Δίκτυα LTE

Το LTE δημιουργήθηκε καθώς υπήρχε η ανάγκη για γρηγορότερη πρόσβαση στο διαδίκτυο μέσω του κινητού και για καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών (Quality Of Service). Το LTE έδινε την δυνατότητα στους χρήστες να περιηγηθούν με ταχύτητες έως 300 Mb/s για downlink και 75 Mb/s για uplink. Το LTE χρησιμοποιεί μια τεχνική πολυπλεξίας διαίρεσης συχνότητας OFDM. Η ιδέα του ήταν η διαίρεση ενός κύριου υψηλού ρυθμού σε πολλούς μικρότερους ρυθμούς και η χρήση αυτών για την αποστολή των δεδομένων ταυτόχρονα. Τα αργά κανάλια πολυπλέκονται σε ένα γρήγορο κανάλι και μεταδίδονται. Με αυτό τον τρόπο γίνεται καλύτερη και αποτελεσματικότερη χρήση του εύρους ζώνης ώστε να διαχωριστούν τα κανάλια μεταξύ τους. Τα 200 MHz διαιρούνται σε οκτώ κανάλια 20 MHz το κάθε ένα (τα πρόσθετα 40 MHz χρησιμοποιούνται για το χωρισμό καναλιών). Βασικά χαρακτηριστικά του LTE:

- Χαμηλές καθυστερήσεις κατά την μεταφορά δεδομένων (καθυστέρηση IP πακέτων κάτω από 5ms)
- Βελτιωμένη υποστήριξη για κινητές συσκευές ακόμη και αν αυτές κινούνται με ταχύτητες μέχρι και 500 χλμ/ώρα ανάλογα και με τη συχνότητα που χρησιμοποιείται.
- Χρησιμοποίηση διαμόρφωσης OFDMA για τη καθοδική ζεύξη και SC-FDMA για την ανοδική.
- Υποστήριξη διπλεξίας τόσο στο χρόνο όσο και στη συχνότητα όπως επίσης και ημιαμφίδρομη FDD με την ίδια τεχνολογία πρόσβασης.
- Βελτιωμένη φασματική ευελιξία: προτυποποίηση καναλιών στα 1.4 MHz, 3 MHz, 5MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz.
- Υποστήριξη κυψελών μεταβλητού μεγέθους από μερικές δεκάδες μέτρα έως και 100 χλμ. Το ιδανικό μέγεθος κυψέλης στις αγροτικές περιοχές (στις οποίες χρησιμοποιούνται χαμηλότερες συχνότητες) είναι στα 5χλμ, με μέγεθος 30 χλμ. η απόδοση είναι αρκετά καλή ενώ με μέγεθος 100 χλμ η απόδοση του είναι ικανοποιητική. Σε αστικά περιβάλλοντα και γενικότερα σε

περιβάλλοντα πόλεων χρησιμοποιούνται υψηλές συχνότητες έτσι ώστε να υποστηρίζονται υψηλές ευρυζωνικές ταχύτητες πρόσβασης. Σε αυτή τη περίπτωση κάθε κυψέλη του δικτύου έχει μέγεθος το πολύ 1 χλμ.

- Απλούστερη αρχιτεκτονική δικτύου.
- Υποστήριξη τουλάχιστον 200 ενεργών συνδέσεων δεδομένων σε κάθε κανάλι, συχνότητας 5 MHz.
- Οι χρήστες θα μπορούν να πραγματοποιούν μια τηλεφωνική συνομιλία ή σύνδεση δεδομένων σε μια περιοχή με κάλυψη LTE και θα μπορούν να συνεχίσουν τη σύνδεση τους χωρίς πρόβλημα ακόμα και σε περιοχές χωρίς κάλυψη LTE, χρησιμοποιώντας το υφιστάμενο δίκτυο GSM/GPRS ή W-CDMA ή CDMA200.

COMPARISON OF LTE-A WITH OTHER CELLULAR TECHNOLOGIES					
	WCDMA (UMTS)	HSPA HSDPA / HSUPA	HSPA+	LTE	LTE ADVANCED (4G ADVANCED)
Max downlink speed bps	384 k	14 M	28 M	100M	1G
Max uplink speed bps	128 k	5.7 M	11 M	50 M	500 M
Latency round trip time approx	150 ms	100 ms	50ms (max)	~10 ms	less than 5 ms
3GPP releases	Rel 99/4	Rel 5 / 6	Rel 7	Rel 8	Rel 10
Approx years of initial roll out	2003 / 4	2005 / 6 HSDPA 2007 / 8 HSUPA	2008 / 9	2009 / 10	2014 / 15
Access methodology	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA / SC-FDMA	OFDMA / SC-FDMA

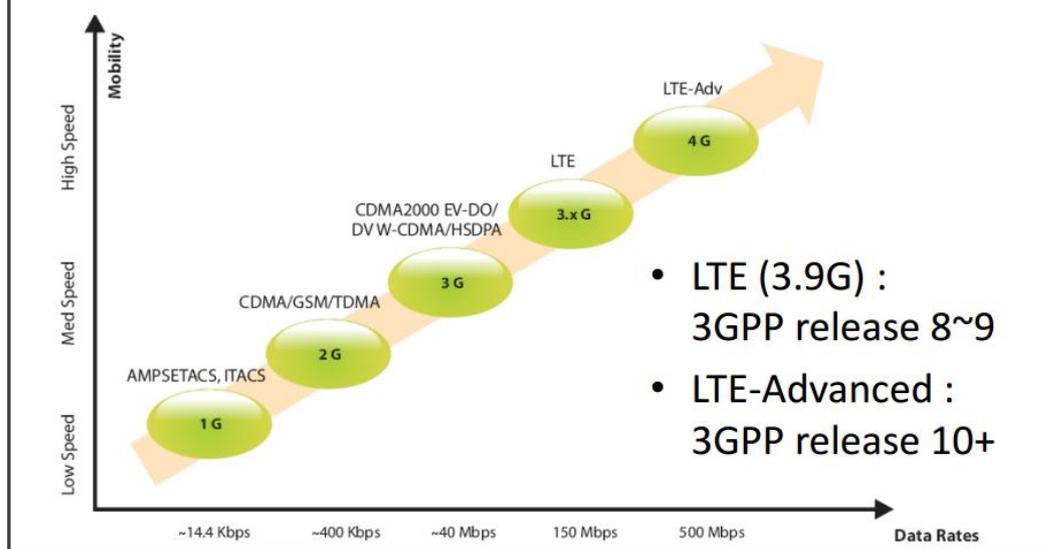
Σχήμα 14: Σύγκριση LTE με άλλες τεχνολογίες

Αργότερα έκανε την εμφάνιση της στον χώρο μια νέα τεχνολογία LTE-Advanced η οποία προσέφερε αρκετές αλλαγές στα εκάστοτε ραδιοδίκτυα. Το LTE-Advanced στο downlink ξεπερνούσε το 1 Gbit/s, σε χρήστες με υψηλή κινητικότητα η ταχύτητα περιοριζόταν στα 100 Mbit/s ενώ στο uplink η ταχύτητα ξεπερνούσε τα 500 Mbps. Η μέγιστη ταχύτητα χρήστη που υποστηρίζεται φτάνει τα 350 km/h. Σε ιδανικές συνθήκες το σύστημα υποστηρίζει ταχύτητες 30 bps/Hz στο downlink, και 15 bps/Hz στο uplink. [12]

5.1.1 Εξέλιξη του LTE

Εξακολουθεί να υπάρχει σημαντικό δυναμικό για τη μελλοντική ανάπτυξη του LTE, η οποία εξακολουθεί να αντιπροσωπεύει μόνο το 5% των συνδέσεων κινητής τηλεφωνίας στον κόσμο. Η τεχνολογία LTE θα συνεχίσει επίσης να αναπτύσσεται, με τις επιχειρήσεις να έχουν κάνει ένα σημαντικό βήμα προόδου στην αύξηση της ταχύτητας των δεδομένων των υφιστάμενων δικτύων τους με την υιοθέτηση πολλαπλών φορέων τεχνολογίας LTE-A.

Evolution of Radio Access Technologies



Σχήμα 15: Εξέλιξη των τεχνολογιών ασύρματης πρόσβασης

Το 5G είναι μια ευκαιρία να αναπτύξουν ένα πιο βιώσιμο μοντέλο επενδύσεων, αν οι προηγούμενες γενιές τεχνολογίας μας έχουν διδάξει κάτι, αυτό είναι ότι, όπως και με κάθε προηγούμενη γενιά το 5G θα ξεκλειδώσει την αξία του με τρόπους που κανείς δεν θα μπορεί να προβλέψει. Υπηρεσίες που αρχικά αναμενόταν να έχουν αμελητέα επίδραση έγιναν εξαιρετικά δημοφιλή (π.χ. SMS), αυτό που αναμενόταν να είναι το δημοφιλές (κλήσεις βίντεο), άργησε να κερδίσει την έλξη που περίμεναν. Μερικές από τις περιπτώσεις των επιχειρήσεων που έχουν λειτουργήσει καλά για τις τεχνολογίες 3G και 4G μπορεί να μην είναι οι σωστές για 5G. Με συνεχή σύλληψη και διερεύνηση υποθέσεων των επιχειρήσεων 5G σε προγενέστερο στάδιο, οι φορείς θα έχουν μεγαλύτερη δυνατότητα να διαμορφώσουν το νέο πρότυπο.

Ανάλογα με ποια μορφή θα πάρει τελικά το 5G, η GSMA όπως η ένωση που εκπροσωπεί η βιομηχανία κινητού, προβλέπει να συμβάλει στην ανάπτυξη ενός οικοσυστήματος 5G. Η επικέντρωση του GSMA είναι για:

- Συνεργασία με τα μέλη του φορέα για τον εντοπισμό και την ανάπτυξη εμπορικά βιώσιμων εφαρμογών 5G
- Συνεργασία στο έργο που έχει αναλάβει στον τομέα της έρευνας, της ανάπτυξης των τεχνολογιών 5G από ομάδες του κλάδου, όπως 3GPP, NGPP, NGMN και ITU-R, και συμβάλλοντας στις διάφορες ομάδες εργασίας σε αυτούς τους τομείς

- Τον προσδιορισμό των απαιτήσεων γύρω από την περιαγωγή και τη διασύνδεση
- Οδηγούν στην ανάπτυξη του κανονιστικού πλαισίου για 5G με τον εντοπισμό κατάλληλων φασμάτων για τη λειτουργία του, και σε συνεργασία με τις κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο για να εξασφαλισθεί η διεθνής εναρμόνιση σε αυτές τις ζώνες
- Τη δημιουργία ενός φόρουμ για να μπορούν να συζητήσουν για το 5G

Η επιτυχής μετάβαση σε δίκτυα επόμενης γενιάς μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω συνεργασίας όλης της βιομηχανίας.

Η Ericsson , Huawei, NSN και η Samsung ξεκίνησα τις έρευνες για την εξέλιξη του 5G από το 2013, έχουν αρχίσει επίσης τις ανακοινώσεις για τις δικές τους εργαστηριακές δοκιμές 5G.

5.1.2 Η πρόκληση δημιουργίας εσόδων που παραμένει για το LTE

Η ταχεία μετάβαση προς το LTE σε πιο προηγμένες αγορές κινητής τηλεφωνίας στον κόσμο, έχουν οδηγήσει ένα κύμα στη χρήση δεδομένων, με τους χρήστες 4G συνήθως να καταναλώνουν διπλάσια ποσότητα δεδομένων ανά μήνα από τους υπόλοιπους χρήστες. Ωστόσο, ενώ η εισαγωγή του LTE έχει οδηγήσει σε μια ανάταση στο ARPU σε ορισμένες περιπτώσεις , οι επιπτώσεις επί των εσόδων ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με την αγορά. Σε περιοχές όπως η Ευρώπη, η μετανάστευση προς το LTE έχει έρθει νωρίτερα και ενώ έχουν αναφερθεί παρόμοιες τάσεις όσον αφορά την κατανάλωση δεδομένων, κινητά και φορείς σε αυτές τις περιοχές δεν έχουν ακόμη δει την ίδια θετική επίδραση στα έσοδα από το LTE στις αγορές, όπως η Νότια Κορέα, τις ΗΠΑ και την Ιαπωνία. Σε πολλές περιπτώσεις, οι ευρωπαϊκές επιχειρήσεις στην τιμολόγηση έχουν στην ίδια τιμή το 4G όπως και το 3G από την αρχή. Η πιο σημαντική πρόκληση γύρω από το LTE για πολλούς φορείς εκμετάλλευσης παραμένει η νομισματοποίηση των δικτύων που έχουν επενδύσει σε μεγάλο βαθμό σε αυτό. Οι φορείς εκμετάλλευσης πρέπει να επιδιώξουν να διαχειριστούν την αλλαγή στα πρότυπα χρήσης και τιμολόγησης για την ελαχιστοποίηση οποιουδήποτε κανιβαλισμού των εσόδων φωνής και SMS και να διασφαλίσει ότι τα περιθώρια προστατεύονται και μελλοντικές επενδύσεις σε LTE και άλλες τεχνολογίες δικτύων ώστε να παραμένει βιώσιμη.

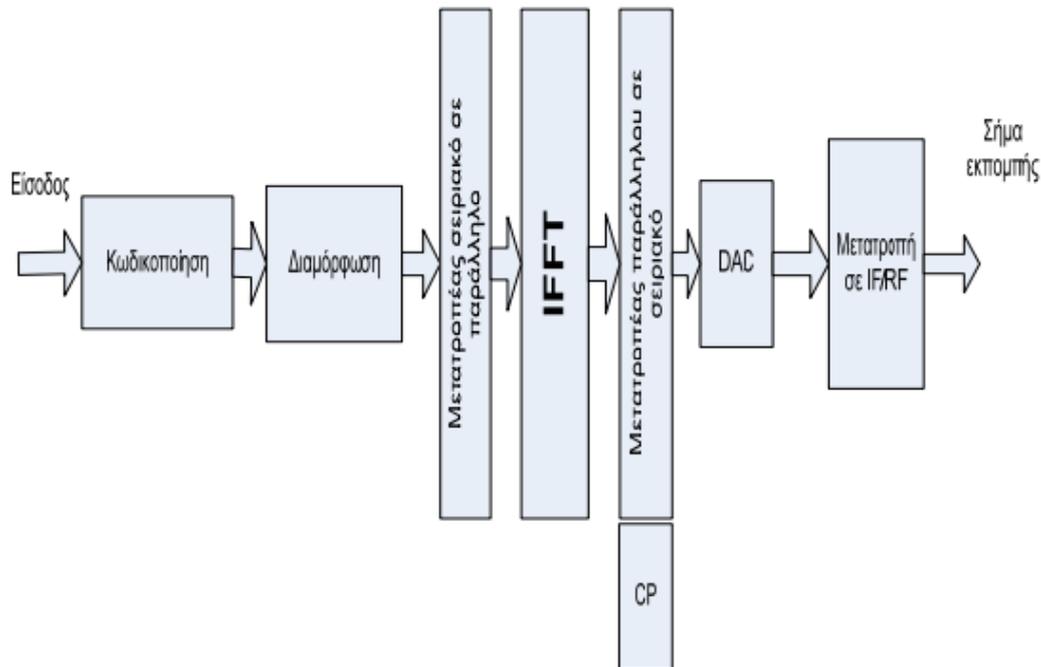
5.1.3 LTE διασύνδεση και θέματα περιαγωγής

Interconnect είναι ένας άλλος τομέας όπου το LTE εξακολουθεί να έχει σημαντικές προκλήσεις για να ξεπεραστούν. Η GSMA έχει σημειώσει πρόοδο σε αυτόν τον τομέα, μέσω του ορισμού της IP eXchange (IPX), μια τεχνολογία με έναν πυρήνα all-IP που μπορεί να παρέχει μια βελτιωμένη διασύνδεση που ενισχύει τον πλούτο και την ποιότητα των υπηρεσιών περιαγωγής δεδομένων LTE. IPX επιτρέπει την περιαγωγή δεδομένων και να διαχειρίζεται από άκρο σε άκρο και χειρισμό σε πραγματικό χρόνο, το οποίο είναι χρήσιμο για την παροχή υπηρεσιών που απαιτούν ιδιαίτερες ιδιότητες, π.χ. υψηλό εύρος ζώνης, χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση. Ωστόσο, η ευρύτερη υιοθέτηση της φωνής μέσω LTE (VoLTE) έχει περιοριστεί εφόσον δεν υπάρχει τυποποιημένη τεχνολογία διασύνδεσης IP-based για φωνή, οι φορείς ανησυχούν για την αδυναμία να διαχειριστούν αποτελεσματικά το VoLTE με τον ίδιο τρόπο ως τις παραδοσιακές φωνητικές κλήσεις. Το να φτάσουν σε ένα τεχνικό πρότυπο για VoLTE είναι ζωτικής σημασίας, όπως οι φωνητικές υπηρεσίες πρέπει να παρέχουν μια συνεπή εμπειρία για τους πελάτες πάνω από οποιοδήποτε δίκτυο, οπουδήποτε σε όλο τον κόσμο. Εξ ου και η GSMA θα συνεχίσει να εργάζεται προς την κατεύθυνση του στόχου της παροχής διασύνδεσης με το VoLTE και υπηρεσίες περιαγωγής για τους καταναλωτές, και για την προστασία των εμπορικών συμφερόντων των επιχειρηματιών.

5.2 OFDM

Η ορθογωνική πολύπλεξη με διαίρεση συχνότητας. Η μέθοδος αυτή διαιρεί μια ευρεία ζώνη φάσματος σε πολλά στενά κομμάτια στα οποία μπορούν να σταλούν παράλληλα τα διάφορα bit. Κατά την αποστολή ψηφιακών δεδομένων, μπορούμε να διαιρέσουμε με αποδοτικό τρόπο το φάσμα χωρίς να χρησιμοποιήσουμε ζώνες προστασίας. Στη μέθοδο Ορθογωνικής Πολύπλεξης με Διαίρεση Συχνότητας ή OFDM το εύρος ζώνης του καναλιού διαιρείται σε πολλούς υπο-φορείς οι οποίοι στέλνουν ανεξάρτητα δεδομένα. Έτσι τα σήματα από τον καθένα από αυτούς εκτείνονται στους γειτονικούς υπο-φορείς. Η συχνοτική απόκριση του κάθε υποφορέα είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να είναι μηδενική στο κέντρο των γειτονικών υποφερών. Για να δουλέψει αυτό απαιτείται ένας χρόνος προστασίας

για την επανάληψη ενός τμήματος των σημάτων συμβόλων στο χρόνο έτσι ώστε να έχουν την επιθυμητή συχνοτική απόκριση.



Σχήμα 16: Δομή πομπού OFDM

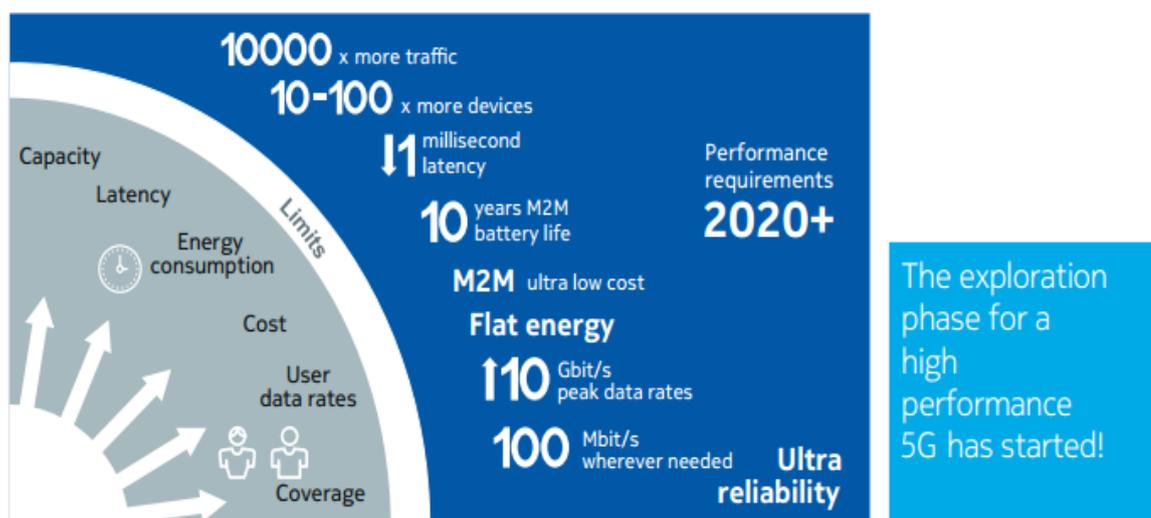
Η ιδέα της μεθόδου OFDM υπήρχε εδώ και χρόνια αλλά άρχισε να χρησιμοποιείται όταν ανακάλυψαν ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά με ένα μετασχηματισμό Fourier των ψηφιακών δεδομένων προς όλους τους υπο-φορείς αντί για μετασχηματισμό των υπο-φορέων ένα ένα. Ένα ρεύμα ψηφιακών πληροφοριών υψηλής ταχύτητας χωρίζεται σε πολλά ρεύματα χαμηλής ταχύτητας που μεταδίδονται παράλληλα στους υπο-φορείς, έτσι γίνεται καλύτερη του υπο-φορέα. [13]

5.3 Εξέλιξη πέρα από το mobile internet

Από την αναλογική έως LTE κάθε γενιά κινητής τεχνολογίας έχει κίνητρο από την ανάγκη να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις που εντοπίζονται μεταξύ τεχνολογίας και του προκατόχου της. Για παράδειγμα η μετάβαση από το 2G σε 3G αναμενόταν να επιτρέψει internet στις συσκευές των καταναλωτών, αλλά ενώ το έκανε πρόσθεσε συνδεσιμότητα δεδομένων, ήταν ένα γιγαντιαίο άλμα όσον αφορά την εμπειρία των καταναλωτών, καθώς ο συνδυασμός των κινητών ευρυζωνικά δίκτυα και smartphones επέφερε σημαντικά ενισχυμένη εμπειρία στο διαδίκτυο που έχει τελικά οδηγήσει στο app-centric interface που βλέπουμε σήμερα.

Από το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, μέσα από τη μουσική και βίντεο συνεχούς ροής για τον έλεγχο του σπιτιού σας μέσω συσκευών από οποιοδήποτε μέρος στον κόσμο. Η κινητή έχει φέρει τεράστια οφέλη και έχει αλλάξει ριζικά τις ζωές πολλών ανθρώπων μέσα από υπηρεσίες που παρέχονται από τους φορείς εκμετάλλευσης.

Η μετάβαση από 3.5G στις υπηρεσίες 4G έχει προσφέρει στους χρήστες πρόσβαση σε σημαντικά μεγαλύτερες ταχύτητες δεδομένων και χαμηλότερα ποσοστά λανθάνουσα κατάσταση, και ως εκ τούτου ο τρόπος που οι άνθρωποι έχουν πρόσβαση και να χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για κινητές συσκευές συνεχίζει να αλλάζει δραματικά. Σε όλο τον κόσμο οι πάροχοι αναφέρουν ότι πελάτες 4G καταναλώνουν περίπου διπλάσια από το μηνιαίο ποσό των δεδομένων από τους χρήστες που δεν έχουν 4G και ορισμένες περιπτώσεις τρεις φορές περισσότερα. Ένα αυξημένο επίπεδο των video streaming από τους πελάτες σχετικά με τα δίκτυα 4G αναφέρεται συχνά από τους φορείς εκμετάλλευσης ως ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλει σε αυτό. Το Ίντερντετ των πραγμάτων έχει επίσης συζητηθεί ως βασικός παράγοντας διαφοροποίησης για το 4G, αλλά σε πραγματικότητα την πρόκληση της παροχής χαμηλής ισχύος, χαμηλής συχνότητας δίκτυα για να καλύψουν τη ζήτηση για την ευρεία διάδοση M2M δεν είναι ειδικά για 4G ή ακόμη 5G.



Σχήμα 17: Βασικές απαιτήσεις για 5G

Υπάρχουν δύο απόψεις της 5G σήμερα:

Άποψη 1 – Το όραμα υπερ- σύνδεση : Σε αυτήν την άποψη του 5G, φορείς εκμετάλλευσης κινητής θα μπορούσε να δημιουργήσει ένα μείγμα από προ-υπάρχουσες τεχνολογίες που καλύπτουν 2G, 3G, 4G, Wi-Fi και άλλους να επιτρέψει υψηλότερο κάλυψη και διαθεσιμότητα, και υψηλότερη πυκνότητα του δικτύου από την άποψη των κυττάρων και συσκευών, με το κλειδί διαφοροποίησης είναι

μεγαλύτερη συνδεσιμότητα ως καταλύτη για Machine-to-Machine (M2M) υπηρεσίες και το Διαδίκτυο των πραγμάτων. Η εκδοχή αυτή μπορεί να περιλαμβάνει μία νέα ραδιοφωνική τεχνολογία χαμηλής ισχύος, συσκευές χαμηλής απόδοσης με μεγάλο κύκλο ζωής 10 χρόνια ή περισσότερο.

Εκδοχή 2 - τεχνολογία ασύρματης πρόσβασης επόμενης γενιάς: Αυτή είναι μια άποψη με συγκεκριμένους στόχους για ποσοστά των δεδομένων και την καθυστέρηση που έχει προσδιοριστεί, όπως ότι οι νέες ραδιοφωνικές διεπαφές μπορούν να αξιολογηθούν με βάση τα κριτήρια αυτά. Αυτό με τη σειρά του καθιστά για μια σαφή οριοθέτηση μεταξύ μιας τεχνολογίας που ικανοποιεί τα κριτήρια για 5G, και ένα άλλο που δεν το κάνει.

Και οι δύο αυτές προσεγγίσεις είναι σημαντικές για την πρόοδο της βιομηχανίας, αλλά είναι διακριτά σύνολα των απαιτήσεων που σχετίζονται με συγκεκριμένες υπηρεσίες. Ωστόσο, οι δύο απόψεις που περιγράφονται λαμβάνονται τακτικά ως ένα ενιαίο σύνολο και ως εκ τούτου τις απαιτήσεις τόσο από το υπερ-συνδεδεμένα όσο και από την επόμενη γενιά ραδιοφωνικής τεχνολογίας πρόσβαση ομαδοποιούνται μαζί. Το πρόβλημα αυτό επιδεινώνεται όταν περιλαμβάνονται επίσης πρόσθετες απαιτήσεις που είναι ανεξάρτητα από την γενιά τεχνολογίας.

5.4 Μπορεί να επιτευχθεί 1 χιλιοστό του δευτερολέπτου λανθάνων χρόνος;

Η επίτευξη για καθυστέρησης κάτω από 1ms που προσδιορίζεται ως τεχνική απαίτηση για 5G απαιτεί έρευνα για το πώς θα είναι δομημένα τα δίκτυα, και κατά πάσα πιθανότητα θα αποδειχθούν μια σημαντική επιχείρηση από άποψη της τεχνολογικής ανάπτυξης και των επενδύσεων στην υποδομή.

Παρά τις αναπόφευκτες προόδους στην ταχύτητα του επεξεργαστή και την καθυστέρηση του δικτύου από τώρα ως και το 2020, οι ταχύτητες με τις οποίες τα σήματα μπορούν να ταξιδεύουν μέσω του αέρα και το φως μπορεί να ταξιδεύει μέσα από μια ίνα διέπονται από θεμελιώδεις νόμους της φυσικής. Υπηρεσίες στη συνέχεια που απαιτούν χρόνο καθυστέρησης λιγότερο του 1ms, εξυπηρετούνται από μία φυσική θέση πολύ κοντά στη συσκευή χρήστη. Εκτιμήσεις του κλάδου δείχνουν ότι η απόσταση αυτή μπορεί να είναι μικρότερη από 1 χιλιόμετρο, πράγμα που σημαίνει ότι κάθε υπηρεσία που απαιτεί μια τέτοια χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση θα πρέπει να εξυπηρετούνται με τη χρήση περιεχομένου που βρίσκεται πολύ κοντά στον πελάτη, πιθανώς κατά τη βάση του κάθε κυττάρου, συμπεριλαμβανομένων πολλών μικρών κυττάρων που προβλέπεται ότι είναι θεμελιώδους σημασίας για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες που απαιτούνται.

Εάν οποιαδήποτε υπηρεσία απαιτεί την 1ms καθυστέρηση έχει επίσης μια ανάγκη για διασύνδεση μεταξύ ένα φορέα και ένα άλλο, αυτή η διασύνδεση των συστημάτων πρέπει να συμβεί σε απόσταση εντός 1 χιλιομέτρου από τους πελάτες. Αυτό θα μπορούσε κάλλιστα να είναι η περίπτωση σε μια υπηρεσία όπως το περιεχόμενο της κοινωνικής δικτύωσης όπου αυξάνετε καθημερινώς. Σήμερα, μεταξύ φορέων εκμετάλλευσης και σημείων διασύνδεσης είναι σχετικά αραιά, αλλά πρέπει να στηρίξει μια υπηρεσία 5G με καθυστέρηση 1 χιλιοστό του δευτερολέπτου, υπάρχει πιθανότητα να χρειάζεται διασύνδεση σε κάθε σταθμό βάσης, επηρεάζοντας έτσι την τοπολογική δομή του πυρήνα στο δίκτυο. Οι πελάτες περιαγωγής θα πρέπει να έχουν επισκεφτεί το δίκτυο περιαγωγής, και να έχουν περιεχόμενο σχετικό με τις αιτήσεις τους απευθείας από το δίκτυο επίσκεψης, θέτοντας προκλήσεις για το υφιστάμενο μοντέλο περιαγωγής.

Στην πιο ακραία περίπτωση, θα ήταν λογικό για μια ενιαία υποδομή του δικτύου να εφαρμοστεί, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από άλλου φορείς. Αυτό θα σήμαινε ότι όλοι οι πελάτες θα μπορούσαν να εξυπηρετηθούν από μια μόνη πηγή περιεχομένου. Αυτό θα μπορούσε επίσης να σημαίνει ότι ένα ραδιοφωνικό δίκτυο θα κατασκευαστεί και στη συνέχεια από κοινού με όλους τους φορείς.

5.4.1 Συνεχίζοντας την ανάπτυξη των τεχνολογιών δικτύου: Τι δεν είναι 5G

Ενισχύοντας περαιτέρω την εμπειρία την εμπειρία κινητής ευρυζωνικότητας για τους πελάτες, οι φορείς εκμετάλλευσης συνεχίζουν να αναπτύσσουν τα δίκτυα τους μέσω της τεχνολογίας LTE. Πολλοί επίσης αναβαθμίζουν τα δίκτυα μέσω τεχνολογιών όπως NFV, μέσω λογισμικού (SDN), ετερογενή δίκτυα (HetNets) και χαμηλής απόδοσης δίκτυα (LPTL). Αυτά επιτρέπουν την αναβάθμιση διαφορετικών δικτύων και την επέκταση της κάλυψης μέσω της ενσωμάτωσης της ευρύτερης ασύρματης τεχνολογίας, καθώς έχει και μια θετική επίδραση στο συνολικό κόστος της ιδιοκτησίας του δικτύου.

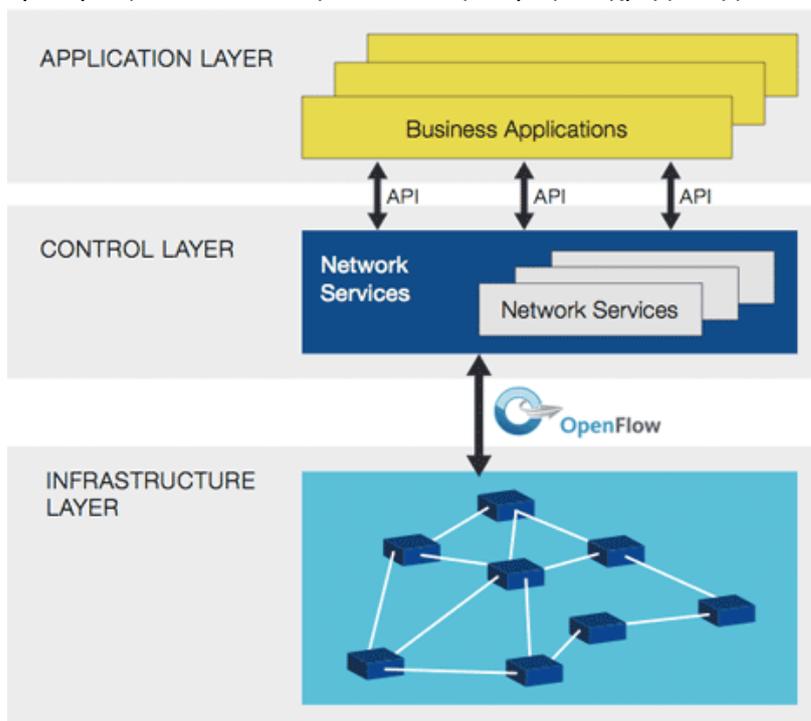
Ο όρος 5G χρησιμοποιείται για να ενσωματώσει αυτές τις τεχνολογίες. Ωστόσο, είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι αυτές οι τεχνολογικές εξελίξεις συνεχίζονται

ανεξάρτητα από το 5G. Ενώ αυτοί οι τομείς που θα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην βιομηχανία της κινητής τηλεφωνίας τα επόμενα χρόνια.

6. NFV και SDN λειτουργίες

Η τεχνολογία NFV, αποσκοπεί στην μεταφορά δικτυακών ή τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών, που σήμερα συνήθως λειτουργούν σε αποκλειστικές και εξειδικευμένες πλατφόρμες, σε εικονικές υποδομές cloud.NFV είναι μια αρχιτεκτονική έννοια δικτύου που επιτρέπει το διαχωρισμό του υλικού από το λογισμικό, και έχει γίνει πραγματικότητα για τη βιομηχανία της κινητής τηλεφωνίας λόγω της αυξημένης απόδοσης των COTS. Η τεχνολογία SDN αποσκοπεί στην αύξηση της ικανότητας του δικτύου να προσαρμόζεται δυναμικά στις ανάγκες των εφαρμογών και υπηρεσιών που εξυπηρετεί.

SDN είναι μια επέκταση της NFV όπου το λογισμικό μπορεί να εκτελέσει δυναμική αναδιαμόρφωση των τοπολογιών του δικτύου του φορέα εκμετάλλευσης να προσαρμοστεί για να αυξήσει τη ζήτηση, π.χ. κατευθύνοντας πρόσθετη χωρητικότητα του δικτύου όπου απαιτούνται για διατηρηθεί η ποιότητα της εμπειρίας του πελάτη κατά τις ώρες αιχμής της κατανάλωσης δεδομένων.



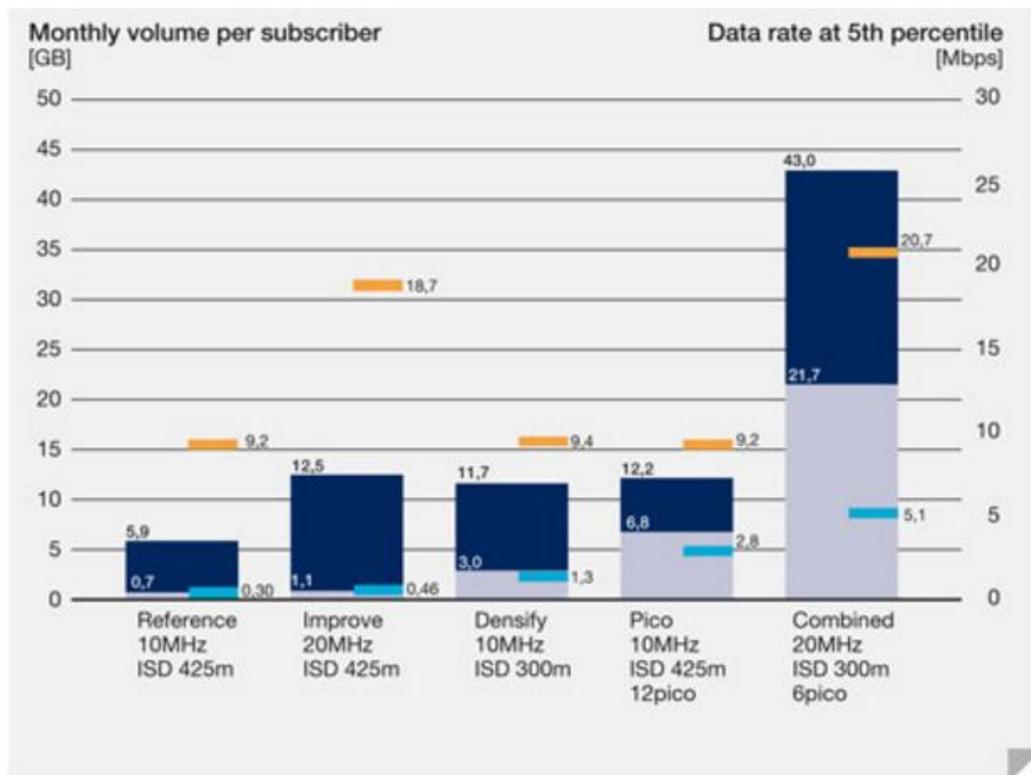
Σχήμα 18: Αρχιτεκτονική SDN

Μια σειρά από φορείς που έχουν κατασκευαστεί είτε θεμελιώνουν μέρος ή σύνολο των δικτύων LTE χρησιμοποιούν τους NFV και SDN ως βάση. Επιπλέον θα παρέχονται νέες λύσεις, διαχείριση των πόρων του cloud για

υποστήριξη των αναγκών των εφαρμογών. Πλήρης αυτοματοποίηση της δικτυακής διασύνδεσης στο κέντρο δεδομένων όσο και στο WAN. APIs που επιτρέπουν στους καταναλωτές να δημιουργούν και να διαχειρίζονται δικά τους εικονικά δίκτυα μέσω διαδικασιών ανεξάρτητων της τεχνολογίας της δικτυακής υποδομής.[14]

6.1 Ετερογενή δίκτυα HetNets

Το HetNet αναφέρεται στην παροχή ενός κυψελοειδούς δικτύου μέσω ενός συνδυασμού των διαφορετικών κυτταρικών τύπων (π.χ. macro ή pico ή femto) και τεχνολογίες διαφορετικής πρόσβασης (δηλαδή 2G, 3G, 4G, Wi-Fi). Με την ενσωμάτωση ενός αριθμού διαφορετικών τεχνολογιών ανάλογα με την τοπολογία και την περιοχή κάλυψης , οι φορείς μπορούν δυνητικά να προσφέρουν μια πιο συνεπή εμπειρία του πελάτη σε σύγκριση με ότι θα μπορούσε να επιτευχθεί με ομοιογενή δίκτυο.



Σχήμα 19: Αύξηση χωρητικότητας των cells για μεγαλύτερη κάλυψη

Οι μικρές αναπτύξεις κυττάρων είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό της προσέγγισης HetNet καθώς επιτρέπουν σημαντική ευελιξία ως προς το που είναι τοποθετημένες, ωστόσο, η χρήση των περισσότερων κυττάρων φέρνει επιπτώσεις όσον αφορά την

παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, ειδικά όταν βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές. Το Wi-Fi μπορεί να παίξει επίσης σημαντικό ρόλο στην HetNets, τόσο από την άποψη των δεδομένων και της περιαγωγής. Η τεχνολογία HetNet έχει αναπτυχθεί σε σχέση με την δικτύωση δεδομένων, αλλά πρόσφατα η φωνή έχει χρησιμοποιηθεί στο πεδίο εφαρμογής, καθώς αν μη τι άλλο λόγω υποστήριξης του της κλήσης μέσω Wi-Fi είναι διαθέσιμη στο iPhone της Apple 6, το οποίο κυκλοφόρησε το Σεπτέμβριο του 2014.

Όπως αναφέραμε νωρίτερα, σήμερα υπάρχουν δύο διαφορετικές απόψεις για το τι είναι το 5G. Η πρώτη προβολή της καθιστά την εφαρμογή της κάπως άυλα. Η δεύτερη προσέγγιση είναι πιο συγκεκριμένη καθώς έχει μια συγκεκριμένη σειρά από τεχνικούς στόχους, πράγμα που σημαίνει ότι όταν έχει ξεκινήσει μια υπηρεσία που πληροί τους στόχους αυτό θα σημαίνει την έλευση του 5G.

Δεδομένου ότι οι απαιτήσεις που προσδιορίζονται για το 5G είναι ένας συνδυασμός των δύο οραμάτων σε ορισμένες περιπτώσεις. Δεν θα ήταν δυνατό να έχουμε ένα νέο RAN και να πληρούν και την απαίτηση για μείωση ισχύος, επειδή οι δέσμες χρησιμοποιούν πολύ περισσότερη ενέργεια από ότι τα σημερινά RAN.

Η υπόθεση για μια νέα RAN πρέπει να βασίζεται στις δυνατότητες της να βελτιώσει τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας.

Η κύρια πρόκληση στην προδιαγραφή του 5G είναι η απαίτηση για 1ms καθυστέρηση, η οποία διέπεται από θεμελιώδους νόμους της φυσικής. Εάν η πρόκληση για 1ms καθυστέρηση αποδειχθεί ακατόρθωτη και αφαιρεθεί από τις απαιτήσεις, θα αμφισβητηθεί και ανάγκη για μια νέα RAN.

6.1.1 Βασικά χαρακτηριστικά HetNet

Η ανάπτυξη των δεδομένων μέσω των κυψελοειδών δικτύων αυξάνεται με εκθετικό ρυθμό, καθώς οι χρήστες κατεβάζουν περισσότερα βίντεο, μεταφέρουν περισσότερα δεδομένα και χρησιμοποιούν τα smartphone και tablet ως κύριο σημείο πρόσβασης για τις κινητές επικοινωνίες. Υπάρχουν μια σειρά από παράγοντες που έχουν οδηγήσει τους φορείς εκμετάλλευσης να αναζητούν νέους τρόπους για να μεταφέρουν δεδομένα. Αν η κάλυψη των κυττάρων μειώνεται, τότε η ικανότητα των κυττάρων μοιράζεται μεταξύ λιγότερων χρηστών. Αυτό οδηγεί σε υψηλότερα επίπεδα ικανότητας και γρηγορότερες ταχύτητες δεδομένων. Εκτός από

αυτό πολλές επιχειρήσεις έχουν δει σημαντικές ευκαιρίες για την εκφόρτωση των δεδομένων σε τοπικά δίκτυα Wi-Fi, καθώς και τη χρήση στο σπίτι ή το γραφείο με βάση κυψελών. Η φυσική εξέλιξη της μείωσης μεγέθους των κυττάρων, ξεφορτώνει τα δεδομένα από το κεντρικό δίκτυο backhaul και άλλες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένης της καλύτερης χρήσης του δαδιοφάσματος, έτσι αυτό έχει ονομαστεί HetNet.

Το HetNets έχει πολλές πτυχές:

- Η χρήση πολλαπλών τεχνολογιών ασύρματης πρόσβασης: Παρά το γεγονός ότι η τεχνολογία HetNet συζητείται σε συνδυασμό με το LTE, μία από τις βασικές έννοιες των ετερογενών. Το HetNet θα είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει μια ποικιλία δικτύων ασύρματης πρόσβασης συμπεριλαμβανομένων LTE, HSPA και επίσης Wi-Fi και CDMA2000.
- Λειτουργία πολλαπλών τεχνολογιών μεγεθών και προσεγγίσεις κυττάρων: Για να διατηρηθεί η ευέλικτη λειτουργία των δικτύων διαφορετικών μεγεθών και προσεγγίσεις κυττάρων που χρησιμοποιούνται, τα διαφορετικά μεγέθη των κυττάρων και είδη είναι σε θέση να εκπληρώσουν διαφορετικές εφαρμογές και να παρέχει ένα διαφορετικό τύπο για καλύτερη εξυπηρέτηση.
- Backhaul: Οι φορείς χρειάζεται να φέρουν συνέχεια μια ολοένα αυξανόμενη ποσότητα των δεδομένων και θα πρέπει να είναι δημιουργικοί σχετικά με τους τρόπους μεταφοράς πίσω στο δίκτυο.

Μπορεί να δει κανείς από αυτό ότι η βασική έννοια του ετερογενούς δικτύου, HetNet είναι να έχουμε ένα βασικό μακροοικονομικό ασύρματο δίκτυο το οποίο συνεργάζεται άψογα με τα μικρά δίκτυα κυττάρων για να βελτιώσουν την κάλυψη και την συνολική χωρητικότητα του δικτύου. Αυτά τα κύτταρα συνήθως με την μορφή femtocells ή Wi-Fi hotspots μπορεί να αναπτυχθούν μέσα σε κτίρια – σπίτια γραφεία κλπ, και χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της κάλυψης και να παραδώσει την ικανότητα στο εσωτερικό κτιρίων, καθώς και την εκφόρτωση backhaul από το κύριο δίκτυο. [15]

6.1.2 HetNet backhaul

Με μια ποικιλία των μορφών του σταθμού βάσης, ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για τα ετερογενή κυψελοειδή δίκτυα είναι η τεχνολογία backhaul. Εισαγωγή νέων μορφών σταθμού βάσης με τη μορφή picocell ή femtocell θα βοηθήσει να ανακουφίσει το ραδιοδίκτυο από συμφόρηση του δικτύου πρόσβασης, αλλά στη συνέχεια το δίκτυο backhaul μπορεί γίνει συμφόρηση. Επίσης η συμφόρηση μπορεί να αρχίσει να κινείται περαιτέρω μέσα στον πυρήνα του δικτύου. Εκτός από αυτό υπάρχει κάποια ανακοίνωση που απαιτείται για την οργάνωση και διαμόρφωση στο δίκτυο και ως αποτέλεσμα πρέπει να είναι η

επικοινωνία μεταξύ του πυρήνα και της περιφέρειας για ορισμένες πτυχές της λειτουργίας. Ένα από τα βασικά στοιχεία ενός ετερογενούς δικτύου είναι η ενσωμάτωση των διαφόρων στοιχείων στο δίκτυο.

6.2 Διεθνείς Ένωση Τηλεπικοινωνιών ITU

Η δουλειά της ένωσης αυτής ήταν η τυποποίηση των διεθνών τηλεπικοινωνιών, οι οποίες τότε σήμαιναν την τηλεγραφία. Όταν τα τηλέφωνα άρχισαν να λειτουργούν σε διεθνή βάση, η ITU ανέλαβε και τη δουλειά της τηλεφωνίας. Η ITU έχει ως μέλη περίπου διακόσιες κυβερνήσεις, που περιλαμβάνουν σχεδόν όλα τα μέλη των Ηνωμένων Εθνών. Η ITU έχει τρεις κύριους τομείς. Η ITU-R ο τομέας Ραδιοεπικοινωνιών, ασχολείται με την παγκόσμια κατανομή ραδιοσυχνοτήτων στους ανταγωνιζόμενους ενδιαφερόμενους φορείς. Ο άλλος κύριος τομέας είναι η ITU-D δηλαδή ο τομέας ανάπτυξης, και ο ITU-T ο τομέας Τυποποίησης Τηλεπικοινωνιών. [16]

6.2.1 ITU Τηλεπικοινωνίες (ITU-R)

Η ITU-R παίζει βασικό ρόλο στην παγκόσμια διαχείριση του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων και δορυφορικών τροχιών, καθώς είναι το όργανο που όρισε τα κριτήρια για την προηγούμενη γενιά της τεχνολογίας το IMT-2000, οικογένεια τεχνολογιών που σχετίζεται άμεσα με το 3G, ενώ η πρόθεση ήταν ότι το MPT-Advanced θα είναι 4G. Ωστόσο, για 4G η σχέση μεταξύ των ορισμών ITU-R IMT και ειδικών G έγινε σπασμένα. Η IMT-Advanced αναγνωρίζει μόνο δύο τεχνολογίες που πληρούν κριτήρια όπου ορίζονται από την ITU-R για 4G- LTE-A και WiMAX2. Στις αρχές του 2012 η ITU-R ξεκίνησε ένα πρόγραμμα για την ανάπτυξη <<IMT-2020>> θέτοντας τις βάσεις για τις ερευνητικές δραστηριότητες 5G που έχουν εμφανιστεί σε όλο τον κόσμο.

6.3 Τι είναι Machine to machine συνδεσιμότητα (M2M) ;

Η τεχνολογία M2M είναι η τεχνολογία που επιτρέπει σε συσκευές ιδίων δυνατοτήτων να επικοινωνούν και άρα να ανταλλάζουν πληροφορίες μεταξύ τους είτε ενσύρματα είτε ασύρματα. Προκειμένου να γίνει αυτό η μια μηχανή στο ένα άκρο είναι εξοπλισμένη με κάποιον αισθητήρα ή μετρητή και συλλέγει δεδομένα ή πληροφορίες για κάποιο γεγονός, στη συνέχεια μέσω κάποιου δικτύου που είναι

συνδεδεμένη μεταφέρει αυτές τις πληροφορίες σε ένα άλλο υπολογιστή ή μηχανήμα το οποίο είναι εξοπλισμένο με κάποιο συγκεκριμένο λογισμικό και αυτό με τη σειρά του αναλύει τα δεδομένα ή τις πληροφορίες και προβαίνει σε διάφορες ενέργειες. Αυτή η επικοινωνία επιτυγχάνεται με τη χρήση της τηλεμετρίας που είναι ο τρόπος με τον οποίο επικοινωνούν οι μηχανές μεταξύ τους. Ουσιαστικά τα δίκτυα M2M είναι παρόμοια με τα δίκτυα Lan ή Wan, αλλά χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για να επιτρέψουν σε μηχανές, αισθητήρες να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Μερικές εφαρμογές που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είναι:

- Η κατασκευή- κάθε κατασκευαστικό περιβάλλον είτε πρόκειται για επεξεργασία τροφίμων ή γενικά για κατασκευή προϊόντων, βασίζεται σε αυτή την τεχνολογία για να εξασφαλίσει τη σωστή διαχείριση των εξόδων της.
- Οικιακές συσκευές- για παράδειγμα ένα πλυντήριο θα μπορούσε να στείλει ειδοποιήσεις σε έξυπνες συσκευές των ιδιοκτητών μόλις τελειώσει το πλύσιμο.
- Υγεία- μια από τις μεγαλύτερες ευκαιρίες είναι στην φροντίδα υγείας. Τα νοσοκομεία μπορούν να αυτοματοποιήσουν τις διαδικασίες για εξασφαλίσουν τα υψηλότερα επίπεδα της θεραπείας. Χρησιμοποιώντας συσκευές μπορούν αν αντιδρούν ταχύτερα από έναν άνθρωπο επαγγελματία υγείας σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης.
- Ενέργεια- οι εταιρείες ενέργειας θα συγκεντρώνουν αυτόματα τα δεδομένα της κατανάλωσης ενέργειας, ώστε να μπορούν να τιμολογούν με ακρίβεια τους πελάτες. [17]

6.3.1 Προκλήσεις M2M τεχνολογίας

Όπως κάθε νέα τεχνολογία έτσι και η επικοινωνία μηχανής με μηχανή αντιμετωπίζει τις δικές της προκλήσεις. Οι μεγαλύτερες προκλήσεις είναι στο επίπεδο του δικτύου, σε τομείς όπως η αξιοπιστία του δικτύου, η καθυστέρηση που μπορεί να υπάρχει στο δίκτυο (Latency), η ασφάλεια του δικτύου, η μεταφορά των δεδομένων, η ετερογένεια και το υψηλό κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας, συντήρησης του δικτύου αλλά και το ενεργειακό κόστος. Η ασφάλεια των δεδομένων που μεταφέρονται μέσω ενός δικτύου είναι πάντοτε το σημαντικότερο ζήτημα που αντιμετωπίζουν οι σχεδιαστές των δικτύων που χρησιμοποιούν οι εφαρμογές M2M καθώς τα δεδομένα που μεταφέρονται μπορεί να είναι σημαντικά

και απόρρητα και είναι απαραίτητο να μην μπορούν να υποκλαπούν με ευκολία. Διαφορετικοί τύποι δικτύων παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά ασφαλείας και για τον λόγο αυτό γίνεται προσπάθεια από τους ερευνητές να ενσωματώσουν την κρυπτογράφηση και άλλες μεθόδους προστασίας στα ενδιάμεσα στρώματα (Middleware) των εφαρμογών M2M.

6.4 Τεχνολογίες πρόσβασης ραδιοδικτύου

Παρά το γεγονός ότι το LTE είναι πλέον μια σημαντική εστίαση για τους παρόχους κινητής, εξακολουθούν να υπάρχουν πάρα πολλές άλλες τεχνολογίες ασύρματης πρόσβασης που είναι διαθέσιμες. Υπάρχουν οι υπηρεσίες 3G συμπεριλαμβανομένων των UMTS, HSPA και CDMA2000 τα οποία μπορεί να προσφέρουν σημαντικότερη χωρητικότητα δεδομένων, και ισχύουν για πολλές υπηρεσίες. Εκτός από αυτό θα υπάρξουν στιγμές όταν τα δεδομένα μπορεί να πραγματοποιηθούν μέσω ενός σημείου πρόσβασης Wi-Fi.

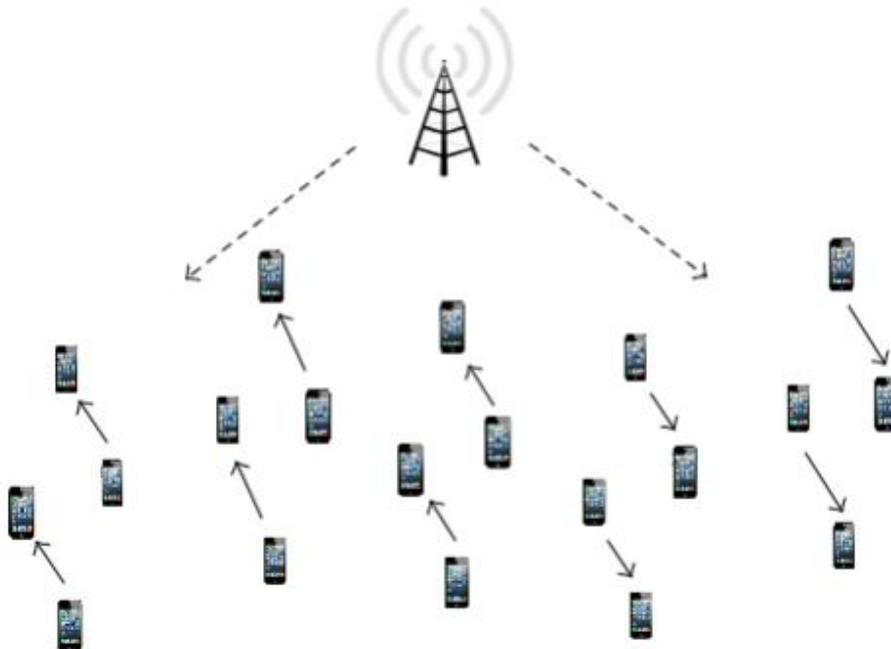
6.4.1 Απαιτήσεις για ετερογενή δίκτυα

Τα ετερογενή δίκτυα που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς. Η κινητή τηλεφωνία είναι ένα από τα πιο υψηλού επιπέδου προφίλ, αλλά χρησιμοποιούνται επίσης σε πολλούς άλλους τομείς, ιδιαίτερα όταν έχουν αναπτυχθεί δίκτυα ad-hoc. Να παρέχει όχι μόνο την κάλυψη αλλά και το δικαίωμα μορφής κάλυψης όσον αφορά τα μικρά και macro κύτταρα, οι φορείς εκμετάλλευσης πρέπει να αναπτύξουν μια ποικιλία από μορφές του σταθμού βάσης και επίσης να εφαρμόσουν μια ετερογενή μορφή για το backhaul.

6.5 D2D τεχνολογία

Device To Device ονομάζεται η τεχνολογία η οποία, τα δεδομένα του χρήστη μπορούν να διαβιβάζονται απευθείας μεταξύ τερματικών συσκευών χωρίς τη δρομολόγηση eNodeBs και του κεντρικού δικτύου. Στις εφαρμογές του D2D τα δομένα του χρήστη μεταφέρονται απευθείας μέσω των τερματικών συσκευών

χωρίς δρομολόγηση μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας με αποτέλεσμα να έχουμε αύξηση των hops. Οι πόροι μεταξύ των δικτύων D2D και των δικτύων κινητής τηλεφωνίας μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν έτσι αυτό οδηγεί σε αύξηση των πόρων. Συνεπώς μια αύξηση στον αριθμό των hop και αύξηση μέσω της επαναχρησιμοποίησης των πόρων σημαίνουν ασύρματη φασματική αποδοτικότητα και μεγαλύτερη απόδοση του δικτύου. Η επικοινωνία D2D καθιστά δυνατή την επικοινωνία για κυψελοειδή τερματικά δίνοντας την ευκαιρία δημιουργίας ad hoc δικτύων. Εάν η ασύρματη σύνδεση έχει χαθεί ή οι τερματικές συσκευές δεν καλύπτονται από την ασύρματη σύνδεση τότε το multi-hop D2D μπορεί να χρησιμοποιηθεί για peer-to-peer επικοινωνία ή ακόμη για πρόσβαση σε δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, έτσι ο αριθμός των ασύρματων εφαρμογών μπορεί να επεκταθεί. [18]



Σχήμα 20: Device 2 Device Communication

6.5.1 Πιθανές εφαρμογές D2D

Τοπική υπηρεσία: Στην τοπική υπηρεσία τα δεδομένα μεταδίδονται απευθείας μεταξύ των τερματικών συσκευών. Με την D2D ο χρήστης μπορεί να βρει άλλους κοντινούς χρήστες και να επικοινωνεί μαζί τους ώστε να ανταλλάξουν δεδομένα ή να παίζουν παιχνίδια μαζί. Η τοπική μετάδοση δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αύξηση των εσόδων καθώς για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να διαφημίζει προϊόντα, δηλαδή ένα εμπορικό κέντρο μπορεί να στείλει τις εκπτώσεις και τις προσφορές για τους ανθρώπους που περπατούν

μέσα ή γύρω από το εμπορικό κέντρο, και ένα σινεμά μπορεί να ωθήσει τις πληροφορίες ταινιών και ώρες προβολής αυτών για όσους βρίσκονται κοντά. Μία άλλη εφαρμογή της τοπικής υπηρεσία θα μπορούσε να είναι όταν σε περιοχές που χρησιμοποιούν hotspot οι επιχειρηματίες ή οι πάροχοι μπορούν να αναπτύξουν διακομιστές οι οποίοι θα αποθηκεύουν δημοφιλείς υπηρεσίες ενημέρωσης, στην συνέχεια με χρήση D2D όταν κάποιος ζητήσει μία από αυτές τις υπηρεσίες ενημέρωσης θα λάβει τις πληροφορίες από κάποιον κοντινό χρήστη που είχε συνδεθεί προηγουμένως στην ίδια υπηρεσία ενημέρωσης. Με αυτόν τον τρόπο τα δίκτυα μπορούν να λειτουργήσουν αποδοτικότερα.

Επείγουσα ανακοίνωση: Όταν συμβαίνουν φυσικές καταστροφές όπως σεισμού οι υποδομές του δικτύου μπορούν να καταστραφούν και το δίκτυο να καταρρεύσει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δυσκολεύει τις τυχόν προσπάθειες διάσωσης. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με την χρήση της τεχνολογίας D2D. Παρά το γεγονός ότι το δίκτυο επικοινωνίας μπορεί να είναι κατεστραμμένο μπορεί να δημιουργηθεί ένα δίκτυο μεταξύ των τερματικών συσκευών. Αυτό σημαίνει ότι ένα δίκτυο ad hoc μπορεί να καθοριστεί με βάση multi-hop D2D ώστε να εξασφαλιστεί η ομαλή ασύρματη επικοινωνία μεταξύ των τερματικών.

IoT ενίσχυση : Αν συνδυαστούν το D2D με το IoT θα δημιουργηθεί ένα πραγματικά διασυνδεδεμένο δίκτυο. Αυτό θα μπορούσε να χρησιμεύσει σε έναν αυτοκινητόδρομο για παράδειγμα αν ένα αυτοκίνητο πηγαίνει πολύ γρήγορα το σύστημα αυτό θα ενημερώνει τους υπόλοιπους οδηγούς σε περίπτωση επιβράδυνσης ή απότομης αλλαγής λωρίδας. Αυτή τεχνολογία μπορεί να φανεί χρήσιμη στον εντοπισμό κινδύνου όταν για παράδειγμα ένα όχημα περάσει με κόκκινο φανάρι. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα να κινούμαστε με μεγαλύτερη

ασφάλεια στους δρόμους και συνεπώς λιγότερα ατυχήματα.

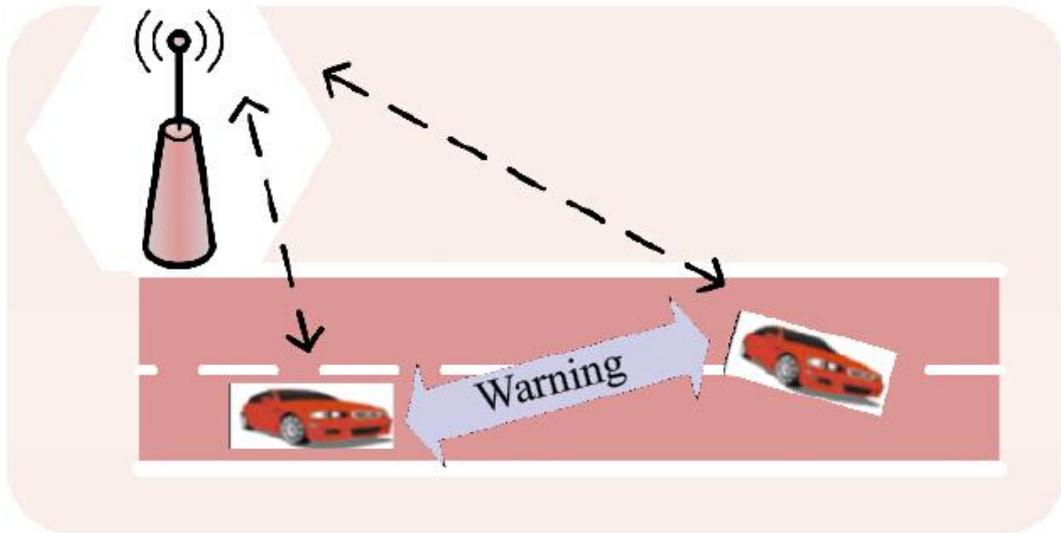


Figure 2. D2D-based IoV application.

Σχήμα 21: Επικοινωνία με χρήση D2D

Επειδή υπάρχουν πολλά τερματικά IoT σε ένα δίκτυο 5G το φορτίο πρόσβασης θα έχει πρόβλημα. Ωστόσο με D2D πρόσβαση αναμένεται να λυθεί το πρόβλημα, μπορούν επιπλέον να υπάρχουν πολλά τερματικά μικρού κόστους έτσι μπορεί να έχουν πρόσβαση σε κοντινή απόσταση αντί να συνδέονται άμεσα με τους σταθμούς βάσης. Με αυτόν τον τρόπο βελτιώνεται η αποτελεσματικότητα του φάσματος, επιπλέον η τεχνολογία D2D είναι πιο ευέλικτη και κοστίζει και λιγότερο.

Άλλες εφαρμογές: Το 5G μπορεί επίσης να εφαρμοστεί και σε άλλα πιθανά σενάρια όπως ενίσχυση χρηστών μέσω MIMO. Σε συνδυασμό με το D2D οι χρήστες μπορούν να ανταλλάσουν άμεσα πληροφορίες για την κατάσταση του καναλιού. Έτσι τα τερματικά μπορούν να στέλνουν πληροφορίες για την κατάσταση του καναλιού σε σταθμούς βάσης και τη βελτίωση της απόδοσης MIMO multi-user. Όταν τοποθετούνται εσωτερικά οι τερματικοί σταθμοί δεν μπορούν να αποκτήσουν δορυφορικά σήματα.

6.5.2 Βασικές τεχνικές 5G D2D

- D2D ανακάλυψη: αυτό περιλαμβάνει την ανίχνευση και τον εντοπισμό τερματικών D2D σε κοντινή απόσταση, η τεχνική αυτή θα πρέπει να εξεταστεί σε συνδυασμό με την δρομολόγηση για να καλύψει τις ανάγκες των ειδικών σεναρίων 5G.
- Διαχείριση ασύρματων πόρων. Η επικοινωνία με χρήση D2D μπορεί να γίνεται με εκπομπή multicast και unicast. Ωστόσο ο προγραμματισμός ενός δικτύου 5G είναι πιο περίπλοκος από ότι στα υπόλοιπα δίκτυα.
- Έλεγχος για παρεμβολές
- Επικοινωνία αλλαγής λειτουργίας. Περιλαμβάνει την εναλλαγή μεταξύ D2D και κυτταρικών λειτουργιών.

Βιβλιογραφία

1. <http://www.uky.edu/~jclark/mas355/WAP.PDF>
2. <http://www.expert-hellas.gr/content/smartphone-3g-%CE%AE-4g-%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B1-%CE%B7-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AC>
3. ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΜΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΚΟΠΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ. LARRY L. PETERSON ΚΑΙ BRUE S. DAVIE, 2007.
4. Δίκτυα Υπολογιστών. ANDREW S. TANENBAUM, 2003.
5. LARRY L. PETERSON ΚΑΙ BRUSE S. DAVIE. Δίκτυα Υπολογιστών, Μια προσέγγιση των συστημάτων, 2007.
6. <http://5gnews.org/latency-5g-legacy-4g/>
7. <http://www.wireless-mag.com/Features/32153/the-hunt-for-the-next-generation-mobile-technology.aspx>
8. https://www.ericsson.com/news/150407-5g-energy-performance_244069646_c
9. <https://www.qualcomm.com/news/onq/2016/06/07/path-5g-paving-road-tomorrows-autonomous-vehicles>
10. http://ru6.cti.gr/ru6/system/files/bouras_site/ergasies/diplwmatikes/ntarzanos_5g.pdf?language=el
11. ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ. TANENBAUM, WETHERALL, 2011.
12. ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ. TANENBAUM, WETHERALL, 2011.
13. <http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/ofdm/ofdm-basics-tutorial.php>
14. <http://www.infocom.gr/wp-content/uploads/2015/10/nfv-2-10-15-sent.pdf>
15. <http://www.radio-electronics.com/info/cellularcomms/heterogeneous-networks-hetnet/basics-tutorial.php>
16. Δίκτυα Υπολογιστών. ANDREW . TANENBAUM, 2003.
17. [http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2012/Foulidis%20Anestis%20\(ERGASIA\).pdf](http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2012/Foulidis%20Anestis%20(ERGASIA).pdf)
18. <https://wncg.org/research/briefs/device-device-d2d-communication-fundamentals-applications-lte>