

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ 5ΗΣ
ΓΕΝΙΑΣ



Όνοματεπώνυμο:

ΝΤΟΥΛΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ - ΤΑΤΣΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ

Επιβλέπων: Νικόλαος Γιαννακέας

Επίκουρος Καθηγητής

Άρτα, Φεβρουάριος 2023

**FUNDAMENTAL PRINCIPLES ON 5TH GENERATION
MOBILE COMMUNICATION NETWORKS**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Άρτα, Φεβρουάριος 2023

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής
Νικόλαος Γιαννακέας,
Επίκουρος Καθηγητής

2. Μέλος επιτροπής
Τζάλλας Αλέξανδρος,
Επίκουρος Καθηγητής

3. Μέλος επιτροπής
Δημόπουλος Δημήτριος,
Πανεπιστημιακός Υπότροφος

Ο Προϊστάμενος του Τμήματος

Ευριπίδης Γλαβάς,

Καθηγητής, Α' Βαθμίδα

Υπογραφή

© Ντούλας Χρήστος, Τατσήs Λάμπρος, 2023.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Ντούλας, Χρήστος

Τατσής Λάμπρος

Υπογραφή

Υπογραφή

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές ευχαριστίες μας σε όλα τα άτομα που πίστεψαν και πιστεύουν σε εμάς .Σε όλα αυτά τα άτομα που μας έκαναν να προσπαθούμε να γίνουμε καλύτεροι και μας στήριζαν. Αρχικά, όμως, αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερος τον κ.Γιαννακέα για την δυνατότητα και την τιμή που μας έδωσε να πραγματοποιήσουμε την πτυχιακή μας εργασία μαζί του καθώς για εμπιστοσύνη και την καθοδήγηση που μας έδειξε σε όλη αυτή τη πορεία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα δούμε την εξέλιξη περί ασύρματων δικτύων. Στην αρχή πραγματοποιείται ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη των ασύρματων δικτύων, τις τεχνολογίες και στα κύρια χαρακτηριστικά της κάθε γενιάς . Επιπρόσθετα στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει πλήρης ανάπτυξη των χαρακτηριστικών και των τεχνολογιών του 5G δικτύου. Συγκεκριμένα θα πραγματοποιηθεί αναλυτική παρουσίαση της αρχιτεκτονικής του δικτύου αυτού και θα αναλυθούν οι πιο κύριες τεχνολογίες του δικτύου αυτού , καθώς και τα πλεονεκτήματα και οι κίνδυνοι που κρύβει η συγκεκριμένη τεχνολογία. Στο επόμενο κεφάλαιο θα δούμε την τεχνολογία του δικτύου 5G στην Ευρώπη και σε άλλες χώρες. Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας θα διεξάγουμε μια έρευνα για το πόσο οι χρήστες είναι ενημερωμένοι γύρω από την τεχνολογία 5G .

Λέξεις-κλειδιά: Κινητά δίκτυα 5ης γενιάς, Αρχιτεκτονική δικτύου, Τεχνολογίες Δικτύων 5ης γενιάς και εφαρμογές, ITU, 3GPP.

ABSTRACT

In this thesis we will see the evolution of wireless networks. At the beginning there is a historical review of the evolution of wireless networks, the technologies and the main characteristics of each generation. In addition, the next chapter will fully develop the features and technologies of the 5G network.

Specifically, the architecture of this network will be presented in detail and the main technologies of this network will be analyzed, as well as the advantages and risks that this technology hides. In the next chapter we will see the 5G network technology in Europe and other countries. In the last chapter of the paper we will conduct a survey on how informed users are about 5G technology.

Keywords: 5G Mobile Networks, Network Architecture, 5G Network Technologies and Applications, ITU, 3GPP.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Δήλωση μη λογοκλοπής	5
Ευχαριστίες	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT.....	8
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	9
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	11
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
1. Ορισμός ασύρματου δικτύου	14
1.1 Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα.	15
1.2 Χαρακτηριστικά	15
1.2.1 Τρόποι διάδοσης	15
1.2.1 Τοπολογία.....	17
1.2.3 Μέθοδοι πολυπλεξίας	18
1.3 Ιστορική αναδρομή.....	19
1.3.1 Δίκτυα κινητής 1 ^{ης} γενιάς.....	20
1.3.2 Δίκτυα κινητής 2 ^{ης} γενιάς.....	20
1.3.3 Δίκτυα κινητής 3 ^{ης} γενιάς.....	21
1.3.4 Δίκτυα κινητής 4 ^{ης} γενιάς.....	21
1.3.5 Δίκτυα κινητής 5 ^{ης} γενιάς.....	23
2. ΔΙΚΤΥΑ 5 ΓΕΝΙΑΣ.....	24
2.1 Εισαγωγή στα δίκτυα 5 γενιάς	24
2.2 Αρχιτεκτονική δικτύων.....	26
2.2.1 Δίκτυο κορμού.....	29
2.2.2 Δίκτυο πρόσβασης.....	31

2.3 Υπηρεσίες 5 ^{ης} γενιάς.....	32
2.4 Πύλες 5G δικτύου.....	33
2.5 Πλεονεκτήματα.	35
2.6 Τρόποι διάδοσης 5G δικτύου.	38
2.7 Μειονεκτήματα.....	39
3. ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ 5ης ΓΕΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....	41
3.1 Η ανάπτυξη του δικτύου	41
3.2 Η ανάπτυξη προόδου στην Ε.Ε	42
3.3 Η ανάπτυξη προόδου στις Ηνωμένες Πολιτείες.....	44
3.4 Η ανάπτυξη προόδου στην Ασία	45
3.5 Η ανάπτυξη προόδου στην Ελλάδα	46
3.6 Η ανάπτυξη προόδου στην Ελβετία.....	47
3.7 Πόλεις με πιλοτικό δίκτυο 5G.....	48
4. ΕΡΕΥΝΑ.....	49
4.1 Σκοπός Ερευνάς.....	49
4.2 Το δείγμα της έρευνας.	49
4.3 Σχεδιασμός ερωτηματολογίου.....	49
4.4 Ερωτηματολόγιο.....	50
4.5 Απαντήσεις ερωτηθέντων.	53
4.6 Συμπεράσματα έρευνας	62
5. Συμπεράσματα	63
Πηγές Εικόνων.....	66

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Ασύρματο Δίκτυο	14
Εικόνα 2: Τοπολογία δικτύου	17
Εικόνα 3: Η εξέλιξη των δικτύων	19
Εικόνα 4: Δίκτυα 4G	22
Εικόνα 5: Δίκτυα 5G	23
Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική δικτύου 5ης γενιάς	27
Εικόνα 7: Σχεδιασμός δικτύου 5ης γενιάς.....	30
Εικόνα 8: Εξέλιξη δικτύου 5ης γενιάς	35
Εικόνα 9: Ανάπτυξη δικτύου 5ης γενιάς	41
Εικόνα 10: Δίκτυο 5ης γενιάς στην ΕΕ	43
Εικόνα 11: Δίκτυο 5G στην Ελλάδα	46

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία διερευνά τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 5ης γενιάς τα οποία χαρακτηρίζονται ως μια τεχνολογική επανάσταση του 21ου αιώνα, χαρακτηρίζοντας την ως μια νέα εποχή στον διαδικτυακό κόσμο. Η αφορμή ήταν η συνεχής αυξανόμενη διείσδυση του “internet of things” στην καθημερινότητα μας. Διότι οι ανάγκες για μεγαλύτερο εύρος ζώνης, η ασφάλεια στη μετάδοση και οι μεγαλύτερες ταχύτητες ανταλλαγής δεδομένων οι οποίες δεν μπορούσαν να υποστηριχτούν με τις υπάρχουσες υποδομές και τεχνολογίες του δικτύου επικοινωνιών. Το δίκτυο 5ης γενιάς σχεδιάστηκε για έναν κόσμο όπου θα συνέδεε ταυτοχρόνως , δεκάδες δισεκατομμύρια συσκευές με εξαιρετικά γρήγορες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων και εξαιρετικά χαμηλή απόκριση. Το συγκεκριμένο δίκτυο ήρθε στην Ελλάδα το 2020 βάζοντας την, σε μια νέα εποχή στην τεχνολογία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την γρήγορη ανάπτυξη των διαδικτυακών συσκευών που κατακλύζει ολοένα και περισσότερο την παγκόσμια αγορά έχει καταστεί σημαντική η ανάγκη για επέκταση των δικτύων τηλεπικοινωνιών. Όσο η χρήση των διαδικτυακών συσκευών αυξάνεται τόσο επεκτείνεται και η ανάγκη για επικοινωνία και πρόσβαση μέσω διαδικτύου. Σκοπός όμως είναι η αύξηση των δυνατοτήτων που διατίθενται μέσω των κινητών τερματικών και κατ' επέκταση στη βελτίωση των υπηρεσιών που παρέχονται στο τελικό χρήστη. Η εξέλιξη των δικτύων συνέβαλε στην παροχή επιπλέον υπηρεσιών όπως είναι η μεταφορά δεδομένων. Στο μέλλον είναι αναμενόμενο να χρειαστούν επιπλέον τεχνολογίες και αρχιτεκτονικές για να μπορούν να καλύψουν τις μελλοντικές απαιτήσεις των χρηστών.

Με την πάροδο του χρόνου οι χρήστες του διαδικτύου συνεχώς αυξάνονται διότι πλέον το διαδίκτυο χρησιμοποιείται παντού και από όλες τις γενιές. Είναι ένα μέσον που παρέχει οικονομικές λύσεις επικοινωνίας και εργασίας σε κάθε τομέα επαγγελματικής και ανθρώπινης δραστηριότητας. Το διαδίκτυο έχει εισβάλει στην καθημερινότητα όλων μας και χρησιμοποιείται για διάφορους λόγους. Καθημερινά το μεγαλύτερο ποσοστό των ανθρώπων δραστηριοποιείται γύρω από αυτό. Όπως μπορεί να αντιληφθεί κανείς όλα αυτά οδήγησαν τον επιστημονικό κλάδο για την μελέτη, την ανάπτυξη και της προώθηση του δικτύου 5ης γενιάς.

Κατά την χρήση του δικτύου 5ης γενιάς και των πρότυπων χρήσης του, αναμένεται η ανάπτυξη νέων περιπτώσεων χρήσης - εφαρμογών όπως της εικονικής πραγματικότητας, των υπηρεσιών ηλεκτρονικής υγείας, της απομακρυσμένης επικοινωνίας, της επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς ακόμη και της αυτοματοποιημένης οδήγησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

1. Ορισμός ασύρματου δικτύου

Ασύρματο δίκτυο χαρακτηρίζεται το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο όπου τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων για να φθάσουν στον παραλήπτη, με συχνότητα εξαρτώμενη από τον ρυθμό μετάδοσης κάθε φορά και τις απαιτήσεις τις οποίες υποστηρίζει το δίκτυο.

Το ασύρματο δίκτυο χρησιμοποιεί ραδιοκύματα ως φορείς πληροφορίας. Εντάσσονται στα ασύρματα δίκτυα τα εξής:

- Τα δίκτυα Κινητής τηλεφωνίας.
- Οι δορυφορικές επικοινωνίες.
- Τα ασύρματα δίκτυα ευρείας περιοχής (WWAN).
- Τα ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα (WMAN).
- Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN).
- Τα ασύρματα προσωπικά δίκτυα (WPAN).[3]



Εικόνα 1 Ασύρματο Δίκτυο

1.1 Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα.

Ως ορισμός τηλεπικοινωνιών χαρακτηρίζεται κάθε μορφή ενσύρματης ή ασύρματης επικοινωνίας που πραγματοποιείται ανεξαρτήτως απόστασης. Η διαδικασία περιέχει την αποστολή ηλεκτρικών σημάτων ή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων από κατάλληλες ηλεκτρονικές συσκευές. Τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα είναι συστήματα μέσω των οποίων πραγματοποιείτε η μετάδοση πληροφοριών από ένα σημείο σε ένα άλλο τα οποία βρίσκονται μεταξύ τους σε κάποια απόσταση.

Τα συστήματα αυτά εμφανίζονται από πολύ νωρίς στην ανθρώπινη ιστορία. Στην Αρχαία Ελλάδα η μετάδοση των μηνυμάτων γινόταν με την χρήση της φωτιάς. Η μέθοδος της φωτιάς ήταν ένα μέσο μετάδοσης το οποίο κράτησε μέχρι και τον 19ο αιώνα. Στην Αρχαία Κίνα χρησιμοποιούσαν για την μετάδοση μηνυμάτων κατάλληλα διαμορφωμένους χαρταετούς. Κοινό χαρακτηριστικό της μετάδοσης των πληροφοριών των αρχικών συστημάτων, είναι η μετάδοση και η λήψη της πληροφορίας η οποία δεν πραγματοποιούνταν με κάποιο υλικό μέσο αλλά στηριζότανε στην οπτική επαφή. Με σημαντικό μειονέκτημα ότι απαιτούνταν οπτική επαφή του πομπού και του δέκτη.

Με το πέρασμα των χρόνων και την ανάπτυξη των τεχνολογιών, εξελίχθηκαν και τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Οι τηλεπικοινωνίες σήμερα είναι εξαιρετικά διαδεδομένες στα περισσότερα μέρη του πλανήτη όπως οι συσκευές που υποβοηθούν τη διαδικασία αυτή, καθώς και το διαδίκτυο γενικότερα. Ο σύγχρονος τρόπος μετάδοσης της πληροφορίας βασίζεται στην κατάλληλη κωδικοποίηση της.[1][4]

1.2 Χαρακτηριστικά

1.2.1 Τρόποι διάδοσης

Όπως είδαμε η ασύρματη μετάδοση χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για την μετάδοση της πληροφορίας. Τα ραδιοκύματα είναι οι χαμηλότερες συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, οι οποίες καθορίζονται από τα 3 KHz έως και τα 300GHz. Κύριο χαρακτηριστικό των συχνοτήτων αυτών είναι ότι τα ραδιοκύματα εξασθενούν γενικά γρηγορότερα διότι μεταφέρουν λιγότερη ενέργεια αλλά

διαπερνούν κάθε φυσικό εμπόδιο. Σε αντίθεση με τα κύματα υψηλότερων συχνοτήτων τα οποία μεταφέρουν πληροφορίες μεγαλύτερων αποστάσεων αλλά ανακλώνται καλύτερα από εμπόδια τα οποία χαρακτηρίζονται ως φυσικά .

Για την διάδοση των κυμάτων μέσω των ασύρματων επικοινωνιών υπάρχουν τέσσερεις βασικοί τρόποι:

1. **Η διάδοση εδάφους :** οι οποίες είναι συχότητες έως 2Mz και ακολουθούν την κυρτή επιφάνεια της Γης.
2. **Ατμοσφαιρική διάδοση:** οι οποίες είναι υψηλές συχότητες και οι ισχύς τους δεν αποδυναμώνονται εύκολα, μεταδίδονται σε μεγάλες αποστάσεις και μεταδίδονται μέσω συνεχόμενων ανακλάσεων από την ιονόσφαιρα.
3. **Διάδοση γραμμής όρασης:** οι οποίες είναι πολύ υψηλές συχότητες και διαθλώνται από τις επιφάνειες της γης. Οι κεραίες βρίσκονται σε οπτική επαφή μεταξύ τους και το κύμα εκπέμπεται κατευθυνόμενο από την μία στην άλλη.
4. **Ανάκλαση εδάφους δύο ακτίνων:** από τον πομπό στο δέκτη η διάδοση γίνεται με δυο τρόπους:
 - Απευθείας μετάδοση μέσω οπτικής επαφής.
 - Έμμεση λήψη μετά από ανάκλαση στο έδαφος.

Στην ασύρματη μετάδοση της πληροφορίας εμπλέκονται πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την επικοινωνία. Κάποιοι από αυτούς είναι:

- Η κατάσταση της ατμόσφαιρας.
- Η διάθλαση.
- Η μεγάλη απόσταση που εξασθενεί το σήμα.

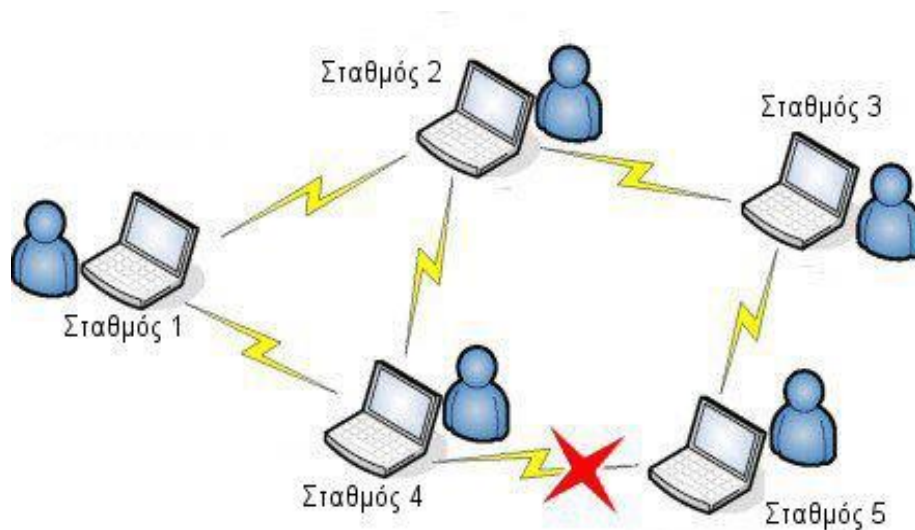
Στρέβλωση ονομάζεται το φαινόμενο όπου διάφοροι παράγοντες επιδρούν διαφορετικά στα σήματα διαφορετικών συχνοτήτων το οποίο πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψη στην μετάδοση των σημάτων διαφορετικών συχνοτήτων. Παράλληλα θόρυβος ονομάζεται ό,τι δεν ανήκει στην προς μεταδιδόμενη πληροφορία αλλά μεταφέρεται με αυτή. Ένα θόρυβος μπορεί να είναι θερμικός, ο οποίος εξαρτάται από την θερμοκρασία των κεραιών, είτε να είναι ένας θόρυβος ο οποίος εξαρτάται από άλλους εξωτερικούς παράγοντες. Ο θόρυβος μπορεί επίσης να

επιβαρυνθεί από επικαλυπτόμενες συχνότητες παρεμβολών άλλων εκπομπών. Σημαντική επιβάρυνση στην επικοινωνία με απώλειες ελεύθερου χώρου μπορεί να προκαλέσει ο θόρυβος.

Επίσης στην ασύρματη μετάδοση ένα ακόμη φαινόμενο που παρατηρείτε είναι η επιβάρυνση της επικοινωνίας η οποία οφείλεται στην διάθλαση, ανάκλαση και σκέδαση του σήματος [2].

1.2.1 Τοπολογία

Με την τοπολογία ενός δικτύου χαρακτηρίζεται η διάταξη των διαφόρων στοιχείων των τηλεπικοινωνιακών δικτύων. Με άλλα λόγια φυσικά ή λογικά μπορεί να απεικονιστεί η τυπολογική αναπαράσταση ενός δικτύου. Μέσω της φυσικής τοπολογίας απεικονίζονται οι θέσεις των στοιχείων του δικτύου όπως είναι τα καλώδια, οι συσκευές, κ.α στο χώρο, ενώ η ροή των δεδομένων μέσα στο δίκτυο παρουσιάζεται μέσω της λογικής τοπολογίας.



Εικόνα 2: Τοπολογία δικτύου

Η μορφή ενός δικτύου καθορίζεται ανάλογα με τον τρόπο που είναι επιθυμητό να λειτουργήσει ένα δίκτυο, δηλαδή τη διάταξη την οποία θα έχουν τα στοιχεία που ανήκουν στο δίκτυο. Οι τοπολογίες των δικτύων είναι οι εξής:

Διαύλου: με αυτή την τοπολογία είναι συνδεδεμένοι όλοι οι κόμβοι του δικτύου σε ένα κεντρικό κανάλι επικοινωνίας μέσω του οποίου αποστέλλονται

τα δεδομένα. Τα δεδομένα αποστέλλονται στους κόμβους τα οποία ελέγχονται από τον κάθε κόμβο και εάν η διεύθυνση του πακέτου ταιριάζει με το συγκεκριμένο κόμβο το αποδέχεται αλλιώς το απορρίπτει.

- **Αστέρα:** στην τοπολογία αυτή τα δεδομένα κατευθύνονται προς όλους τους κόμβους διότι είναι συνδεδεμένα πάνω σε ένα κεντρικό κόμβο και θα παραληφθεί το πακέτο από αυτόν που έχει την διεύθυνση του παραλήπτη πάνω ενώ οι άλλοι απλά θα το απορρίψουν.
- **Δισημειακή:** στην τοπολογία αυτή οι κόμβοι είναι μόνιμα συνδεδεμένοι μεταξύ τους
- **Δακτυλίου:** είναι μια τοπολογία στην οποία τα δεδομένα διατρέχουν τον δακτύλιο μέχρι να φτάσουν στο κόμβο που προορίζονται.
- **Κατανεμημένη:** είναι μια τοπολογία η οποία συνδέει όλους τους κόμβους μεταξύ τους μερικά ή στο σύνολο τους [2][8].

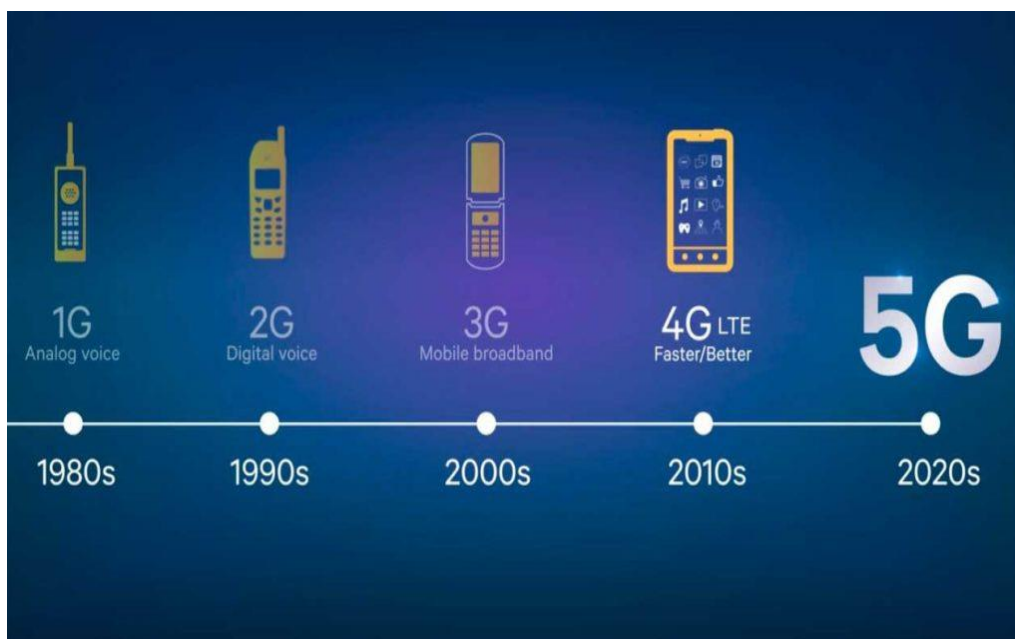
1.2.3 Μέθοδοι πολυπλεξίας

Στα δίκτυα υπολογιστών και γενικότερα στις τηλεπικοινωνίες η πολυπλεξία είναι μια μέθοδος που επιτρέπει στα αναλογικά ή ψηφιακά σήματα να διέλθουν μέσα από το ίδιο μέσο μετάδοσης. Η πολυπλεξία είναι η μέθοδος που διαιρείτε σε λογικά κανάλια με βάση την χωρητικότητα του τηλεπικοινωνιακού καναλιού για κάθε μεταδιδόμενο πακέτο ή σήμα αντίστοιχα. Όταν το πακέτο παραληφθεί από τον παραλήπτη ακολουθεί την αντίθετη διαδικασία η οποία ονομάζεται αποπολυπλεξία. Η πολυπλεξία χωρίζεται σε τρεις τύπους:

1. **Πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας:** συμβάλει στην μετάδοση των αναλογικών σημάτων. Τα κανάλια είναι η διαίρεση του εύρους ζώνης του επικοινωνιακού καναλιού σε ζώνες συχνοτήτων. Η μετάδοση των σημάτων γίνεται ταυτόχρονα σε καθορισμένα κανάλια .
2. **Πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου:** είναι μια μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται στην επικοινωνία ηλεκτρολογικών υπολογιστών για την ψηφιακή μετάδοση σημάτων.
3. **Στατική πολυπλεξία:** είναι μια μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται στα δίκτυα υπολογιστών με μια μορφή πολυπλεξίας διαίρεσης χρόνου [8]

1.3 Ιστορική αναδρομή

Όπως έχουμε είδη αναφέρει ο γρήγορος ρυθμός ανάπτυξης των τεχνολογιών έχει συντελέσει θετικά σε όλους τους τομείς της ανθρωπότητας όπως για παράδειγμα στην οικονομία, στην επιστήμη, στον πολιτισμό καθώς και στην εργασία. Η ώθηση της ψηφιακής τεχνολογίας είναι μεγάλη και οι εφαρμογές εξελίσσονται ραγδαία.



Εικόνα 3: Η εξέλιξη των δικτύων

Η εξέλιξη όλων αυτών έχει επηρεάσει σημαντικά και τις τηλεπικοινωνίες που καλούνται να προσαρμοστούν με τις περισσότερες τεχνολογικές υποδομές και να πρωτοπορούν στον ανταγωνισμό που συνεχώς αναπτύσσεται. Στις σύγχρονες τηλεπικοινωνίες οι υποδομές αποτελούνται από πληθώρα τηλεπικοινωνιακών δικτύων όπως είναι:

- Κινητής τηλεφωνίας .
- Υπολογιστών.
- Επίγεια δίκτυα .

Κατά την εξέλιξη αυτή και την αύξηση της χρήσης των υπηρεσιών της κινητής τηλεφωνίας κατέστη σημαντική και η ανάπτυξη των δικτύων, με αποτέλεσμα να έχουμε φτάσει στα δίκτυα 5G. Στην συνέχεια των κεφαλαίων θα δούμε την εξέλιξη των δικτύων και πως μεταβήκαμε από την μια γενιά στην άλλη [1][6].

1.3.1 Δίκτυα κινητής 1^{ης} γενιάς

Της πρώτης γενιάς δίκτυα ή αλλιώς δίκτυα 1G εμφανίστηκαν στις δεκαετία του 1980. Τα δίκτυα 1G τα οποία αποτέλεσαν την βάση για την ανάπτυξη όλων των επομένων γενεών δικτύων κινητής τηλεφωνίας τα οποία υλοποιήθηκαν για εμπορική χρήση. Τα πρώτα κινητά τηλέφωνα που ανήκαν στην γενιά αυτή, ήταν μεγάλες συσκευές οι οποίες επικοινωνούσαν μέσω point-to-point και έδιναν την δυνατότητα τους χρήστες να πραγματοποιούν κλήσεις φωνής. Ο καθένας χρήστης για να μπορούσε να συνδεθεί θα έπρεπε να διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό. Η συσκευή όταν ενεργοποιούνταν διάθετε κάλυψη από μία κυψέλη και μόνο όταν συνδεόταν με την κυψέλη θα μπορούσε να έχει σύνδεση με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Το Κέντρο Μεταγωγής Κινητής Τηλεφωνίας και το Κέντρο Μεταγωγής Κινητών αποτελούσε τον κεντρικό εξοπλισμό του δικτύου όπου συνδέονταν όλοι οι σταθμοί μεταξύ τους για την δημιουργία του συνολικού δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Τα δίκτυα αυτά χαρακτηριζόταν από την χαμηλή μετάδοση ποιότητας φωνής και τα πολλά προβλήματα σύνδεσης. Σημαντικό επίσης μειονέκτημα ήταν το επίπεδο ασφάλειας το οποίο διαθέτανε. Τα δίκτυα 1ης γενιάς χρησιμοποιούνταν κυρίως από τα ραδιοταξί και τα περιπολικά. Το πρώτο κινητό τηλέφωνο που πήρε την έγκριση χρήσης του δικτύου ήταν το Motorola DynaTAC8000X [1][6].

1.3.2 Δίκτυα κινητής 2^{ης} γενιάς

Η ψηφιακή εξέλιξη των τεχνολογιών δικτύωσης πρώτης γενιάς αποτέλεσαν την ανάπτυξη των δικτύων 2G, τα οποία διέθεταν ευκολίες χρήσης όπως την λήψη φωτογραφιών, την αποστολή μηνυμάτων σε αντίθεση με τα δίκτυα πρώτης γενιάς. Παράλληλα έγινε και η πρώτη απόπειρα σύνδεσης στο Internet με την εμφάνιση του WAP όμως οι χαμηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων και η ανυπαρξία των συσκευών οδήγησαν σε αποτυχία. Χρησιμοποιήθηκαν βασικές τεχνολογίες οι οποίες αναπτύχθηκαν για την πραγματοποίηση του συγκεκριμένου δικτύου, κάθε μια από τις τεχνολογίες όριζε και ένα ομώνυμο δίκτυο. Οι τεχνολογίες αυτές ήταν το GSM, το CDMA, το PDC και οι D-AMPS.

Αυτοί που όριζαν το δίκτυο κάλυψης ήταν οι σταθμοί βάσης των συνδρομητών, οι οποίοι όριζαν την κυψέλη κάλυψης με μέγιστη ακτίνα τα 35km. Ψηφιοποιώντας τις

τεχνολογίες των δικτύων 2G κινητής τηλεφωνίας έγινε εφικτό η χρήση ψηφιακών μεθόδων κωδικοποίησης καναλιού καθώς και η χρήση ψηφιακών διαμορφώσεων του σήματος . Η αξιοπιστία της μετάδοσης των δεδομένων βελτιώνονταν , με την χρήση κυκλικού κώδικα σε συνδυασμό με συνελκτικούς κώδικες , για την κωδικοποίηση του καναλιού . [1][6]

1.3.3 Δίκτυα κινητής 3^{ης} γενιάς

Τα 3G δίκτυα προσδίδουν πολύ υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων. Στα 3G δίκτυα ενσωματώνονται τα δίκτυα GSM και WCDMA με τα τελευταία να μετατρέπουν τα κινητά τηλέφωνα σε μια ασύρματη συσκευή πολυμέσων. Ο λόγος ανάπτυξης του συγκεκριμένου δικτύου ήταν η αύξηση των χρηστών που θα έπρεπε να υποστηρίξει το δίκτυο καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας των προσφερόμενων υπηρεσιών.

Η προσπάθεια ενός παγκόσμιου δικτύου κινητής τηλεφωνίας εντατικοποιήθηκε για την ανάπτυξη των 3G δικτύων με αποτέλεσμα σε παγκόσμιο επίπεδο όλα τα δίκτυα που υλοποιούνται να έχουν βασικά χαρακτηριστικά προσφέροντας έτσι στους χρήστες να μπορούν να συνδεθούν σε οποιοδήποτε δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Την ανάπτυξη του δικτύου αυτού ανέλαβε η ITU και τα πρότυπα των δικτύων 3ης γενιάς οι οποίες κατηγοριοποιήθηκαν σε μια οικογένεια προτύπων με το όνομα IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000). Στα συγκεκριμένα πρότυπα περιγράφονται όλα εκείνα τα γνωρίσματα τα οποία απαιτείται να έχει μια τεχνολογία έτσι ώστε να μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα 3G δίκτυο καθώς επίσης και όλα εκείνα τα γνωρίσματα που επιβάλλεται να έχει το δίκτυο έτσι ώστε να χαρακτηριστεί ως δίκτυο 3G. Τα κύρια χαρακτηριστικά είναι η χρήση της μεταγωγής, η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών καθώς και ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων.[1][6]

1.3.4 Δίκτυα κινητής 4^{ης} γενιάς

Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 4ης γενιάς και η ανάπτυξη τους εμφανίστηκαν για την κάλυψη των κενών των προηγούμενων γενιών δικτύων. Η γενιά αυτή προσφέρει στους χρήστες υπερυρυζωνική πρόσβαση στο διαδίκτυο σε φορητές συσκευές,

τηλεοράσεις κ.α. Τα 4G δίκτυα στηρίζονται στη δημιουργία και την εγκατάσταση μιας IP υποδομής η οποία θα μπορεί να λειτουργεί ως συνδετικός κρίκος όλων των υπόλοιπων ασύρματων δικτύων. Έτσι για την ανάπτυξη αναπτύχθηκαν τα πρότυπα IMT-Advanced (International Mobile Telecommunications Advanced) στα οποία αναγράφονται οι βασικές δυνατότητες και τα κύρια χαρακτηριστικά που απαιτείται να έχει ένα δίκτυο ώστε να μπορεί να χαρακτηριστεί ως 4G δίκτυο.

Symbol	Generation	Standard	Max Download Speed	Max Upload Speed
2G	2G	GSM	14.4 Kbps	14.4 Kbps
G		GPRS	53.6 Kbps	26.8 Kbps
E		EDGE	236.8 Kbps	59.2 Kbps
3G	3G	UMTS	384 Kbps	384 Kbps
H		HSPA	14.4 Mbps	5.76 Mbps
H+		HSPA+	168 Mbps	22 Mbps
4G	4G	LTE	100 Mbps	50 Mbps
4G		LTE-A	1 Gbps	500 Mbps

Εικόνα 4: Δίκτυα 4G

Τα δίκτυα 4ης γενιάς επιτυγχάνουν πολύ υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης καθώς και την ευχέρεια των χρηστών να μπορούν να το χρησιμοποιήσουν από οπουδήποτε και εάν βρίσκονται. Επίσης παρέχουν εικονική πλοήγηση ,εφαρμογές στην τηλεϊατρική, εκπαίδευση, και κινητά δίκτυα υπολογιστών. Το κύριο πλεονέκτημα είναι η διευκόλυνση των οικονομικών συναλλαγών, καθώς και η επιστημονική συνεργασία από απόσταση και τέλος η παροχή εικονικής πλοήγησης με την χρήση του GPs.

Σημαντική επίσης εξέλιξη των δικτύων αυτών είναι η εξέλιξη των τεχνικών κωδικοποίησης στα οποία χρησιμοποιούνται turbo κώδικες οι οποίοι είναι μια κατηγορία κωδικών που με την χρήση τους μπορεί να υποστηριχθούν υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων παρέχοντας παράλληλα βελτιωμένη δυνατότητα ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων που εμφανίζονται κατά την μετάδοση των δεδομένων. Το αποτέλεσμα όλων αυτών είναι και η ασφάλεια των 4G η οποία μελετάται υπό το δικό της φάσμα.

Η αρχιτεκτονική του συγκεκριμένου δικτύου αποτελείται από ένα υποσύνολο πολυμέσων IP ανεξάρτητο των επί μέρους τεχνολογιών που συμμετέχουν στο δίκτυο. Οι διεπαφές που χρησιμοποιούνται είναι ευάλωτες σε επιθέσεις και έτσι εισάγονται πύλες ασφάλειας που καθαρίζουν τα επίπεδα ασφάλειας μεταξύ των διεπαφών.

Όπως μπορεί να αντιληφθεί κανείς τα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου δικτύου κινητής τηλεφωνίας είναι αρκετά. Επίσης και η αναγκαιότητα για ανάπτυξη είναι αρκετά μεγάλη διότι αποτελεί ένα αξιόπιστο δίκτυο με υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης των σημάτων [6][15].

1.3.5 Δίκτυα κινητής 5^{ης} γενιάς

Το δίκτυο 5G ή αλλιώς δίκτυο 5ης γενιάς είναι η σπουδαία ανάπτυξη των δικτύων 4G LT, το οποίο στα αρχικά στάδια λειτουργεί σε συνδυασμό με το ήδη υπάρχοντα δίκτυο 4G. Το συγκεκριμένο δίκτυο σχεδιάστηκε για να ανταποκρίνεται στην αυξημένη συνδεσιμότητα και χρήση δεδομένων της σημερινής σύγχρονης κοινωνίας..



Εικόνα 5: Δίκτυα 5G

Σκοπός των δικτύων 5ης γενιάς είναι η δημιουργία ενός παγκόσμιου δικτύου στο οποίο θα δίνεται η δυνατότητα ενοποίησης όλων των υπάρχουσών τεχνολογιών δικτύωσης θα ενοποιείs. Για τον λόγο αυτό το συγκεκριμένο δίκτυο θα απαρτίζεται από πολλές διαφορετικές τεχνολογίες δικτύωσης ονομάζοντας το ως Ετερογενές Δίκτυο (HetNey (Heterogeneous Network). Το 5G δίκτυο θα παρέχει χαμηλό λανθάνοντα χρόνο και συνδεσιμότητα, υψηλή ταχύτητα, ώστε να μπορεί να προσφέρει μια νέα γενιά επιχειρηματικών ευκαιριών , υπηρεσιών και εφαρμογών, τις οποίες μη έχοντας ξανά δει [1][15][16] .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

2. ΔΙΚΤΥΑ 5 ΓΕΝΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή στα δίκτυα 5 γενιάς

Έχουμε ήδη οδηγηθεί στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας 5ης γενιάς ή αλλιώς 5G, το οποίο θεωρείται ένα δίκτυο το οποίο αγγίζει την τελειότητα της ασύρματης επικοινωνίας στην κινητή τεχνολογία. Η βιομηχανία της τεχνολογίας έχει ήδη προαναγγείλει την μετάβαση σε αυτό το δίκτυο το οποίο βρίσκεται ακόμα σε υπό εξέλιξη στάδιο και η εξέλιξη του θα πραγματοποιείται με αρκετά αργούς ρυθμούς. Το δίκτυο 5G είναι ένα δίκτυο που εγγυάται να εξελίξει τις εφαρμογές και τις υπηρεσίες που προσφέρονται από αυτό. Πρόκειται δηλαδή για ένα δίκτυο με αρκετά βελτιωμένες τεχνολογίες το οποίο θα επιφέρει απίστευτα μεγάλες ταχύτητες. Οι ειδικοί μιλούν για μια νέα επανάσταση στο χώρο των τηλεπικοινωνιών καθώς το συγκεκριμένο δίκτυο περιλαμβάνει ένα φάσμα διαφορετικών συχνοτήτων, τεχνολογιών και προσεγγίσεων τα οποία απαιτούν δραστικές αλλαγές στον είδη υπάρχοντα εξοπλισμό. Η υλοποίηση των δικτύων αυτών ξεκίνησε το 2020. Η πρώτη εταιρεία που είχε δημιουργήσει έρευνα πάνω στο συγκεκριμένο δίκτυο ήταν η Ericsson η οποία δοκίμασε στα εργαστήρια της Στοκχόλμης με την χρήση του πρωτοποριακού περιβάλλοντος της διεπαφής των συχνοτήτων και την προηγμένη τεχνολογία MIMO.

Στόχος είναι στο δίκτυο πέμπτης γενιάς να αυξηθεί η διαδικτυακή ταχύτητα σύνδεση κατά 10 φορές σε σχέση με το δίκτυο 4ης γενιάς. Σε κάθε χρήστη θα παρέχεται η δυνατότητα παρακολούθησης βίντεο με πολύ καλή ποιότητα και ανάλυση παράλληλα θα παρέχεται η δυνατότητα λήψη ταινιών σε πολύ μικρό διάστημα που δεν θα μπορούσε ποτέ ο ίδιος να είχε φανταστεί. Σε αντίθεση με τα δίκτυα 4ης γενιάς η τεχνολογία 5ης γενιάς κάνει ακόμη πιο προσβάσιμα και έντονα όλα αυτά τα οποία παρέχει η 4η γενιά έως τώρα.

Το τεράστιο εύρος ζώνης που παρέχεται δίνει την δυνατότητα στους χρήστες όχι μόνο να παρακολουθούν περιεχόμενο HD TV, αλλά 4K και 8K σε πραγματικό χρόνο, ακόμη και σε κάποιες περιπτώσεις, να απεικονίζει και το ολόγραμμά του. Σύμφωνα με τους ειδικούς, η τεχνολογία 5G σε κάθε ένα τετραγωνικό χιλιόμετρο μπορεί να υποστηρίξει μέχρι ένα εκατομμύριο συσκευές τηλεφωνίας (συνολικά 132 δισ. συσκευές σε όλη την Ελλάδα), που θα υποστηρίζουν ταχύτητες έως 10 Gbps η καθεμία. Η ταχύτητα είναι περίπου 20 φορές ταχύτερη και 50 φορές μεγαλύτερη από τις σημερινές ταχύτητες δικτύων 4ης γενιάς. Επίσης, το δίκτυο 5G αντιδρά σε ένα χιλιοστό του δευτερολέπτου (1 ms) έναντι 50 χιλιοστών του δευτερολέπτου (50 ms) που είναι σήμερα. Σήμερα αυτό που έχουμε εν γνώσει είναι ότι δίκτυο 5G, λειτουργεί σε μια μπάνα υψηλής συχνότητας του ασύρματου φάσματος, κάπου μεταξύ 30-300 GHz. Η μεταφορά των δεδομένων σε αυτά τα κύματα υλοποιείται σε ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες και βρίσκει ιδιαίτερα δύσκολο να μπορεί να παρακάμψει εμπόδια όπως τοίχους και κτίρια.

Στα δίκτυα 4G, μπορεί οι κεραιές να είναι απομακρυσμένες ή μία από την άλλη και τα εμπόδια να μην αποτελούν σοβαρό πονοκέφαλο όμως στο δίκτυο 5G είναι ένα σοβαρό πρόβλημα. Οι πάροχοι θα είναι αναγκασμένοι, για να χτίσουν ένα δίκτυο, να πολλαπλασιάσουν σημαντικά τις κεραιές τους ώστε να έχουν την ίδια κάλυψη με το δίκτυο 4G. Κάτι που για αρκετούς δεν είναι αρεστό είναι το γεγονός ότι το τοπίο θα γεμίσει παντού με μίνι κεραιές.

Η μετάβαση της κινητής τηλεφωνίας στα δίκτυα 5ης γενιάς θα αλλάξει, εκτός της καθημερινότητας των ανθρώπων και την επιχειρηματική δραστηριότητα. Φαίνεται ότι θα δημιουργηθούν νέα επαγγέλματα ενώ κάποια άλλα θα εξαφανισθούν. Το μοντέλο παροχής τηλεπικοινωνιακής πρόσβαση θα μετασχηματιστεί πρώτα από ότι φαίνεται από τους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους. Οι οποίοι θα προβούν στην προσφορά υπηρεσιών περιεχομένου. Για την επίτευξη αυτού, θα πρέπει να υπάρξει συνεργασία αρμονικά με φορείς όπως είναι οι ομάδες, τα στάδια και τα κανάλια, ώστε να παρέχουν στον χρήστη ένα άλλο επίπεδο εμπειρίας θέασης, με σκοπό την αύξηση των εσόδων τους.

Η εντατική υιοθέτηση συσκευών που αναμένεται από τους αναλυτές και οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η τεχνολογία 5G, σε συνδυασμό με τα πιο ελκυστικά μοντέλα τιμολόγησης, θα τονώσουν τη χρήση του 5G στους καταναλωτές. Επιστημάνουν

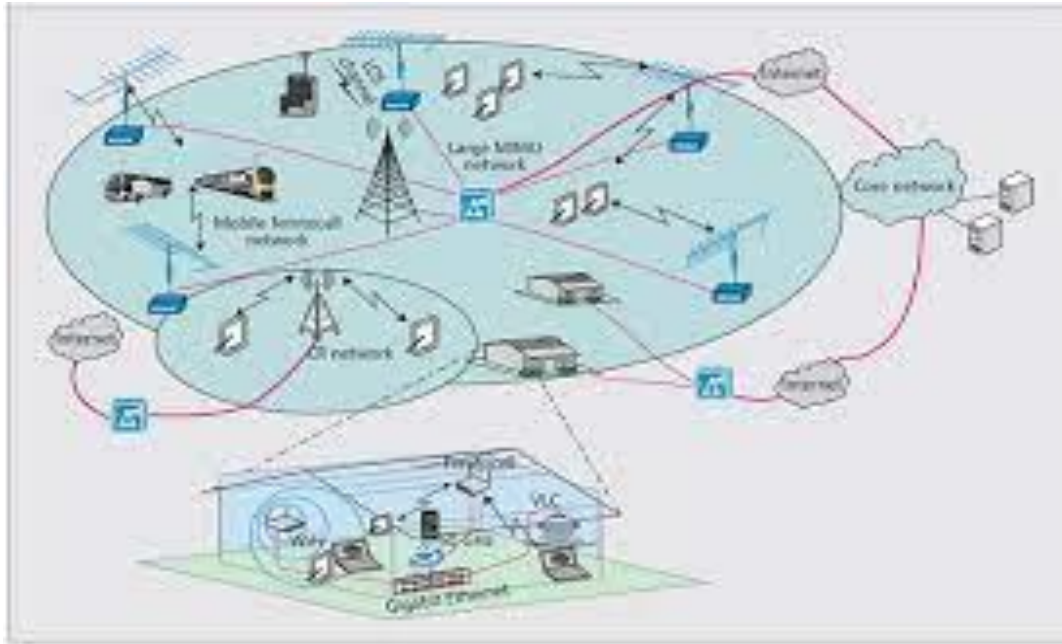
επίσης πως η ευρύτερη υιοθέτηση των υπηρεσιών 5G από τους καταναλωτές σε συνδυασμό με την περαιτέρω διείσδυση του Internet of Things (IoT) θα τροφοδοτήσει τα έσοδα από υπηρεσίες 5ης γενιάς κινητών επικοινωνιών, προτρέποντας τους παρόχους να αξιοποιήσουν τα δίκτυα 5G, και να αναπτύξουν νέες υπηρεσίες [13].

2.2 Αρχιτεκτονική δικτύων

Η αρχιτεκτονική 5G δικτύου είναι μια πολύ προχωρημένη αρχιτεκτονική, διότι τα στοιχεία του δικτύου καθώς και τα ποικίλα τερματικά είναι πλήρη αναβαθμισμένα ώστε να μπορούν να αντιμετωπίσουν οποιαδήποτε κατάσταση. Η συγκεκριμένη αναβάθμιση οφείλεται στις τεχνολογίες της ραδιοπρόσβασης η οποία περιλαμβάνει αρκετά σημαντικά χαρακτηριστικά. Το συγκεκριμένο δίκτυο είναι κατάλληλο σχεδιασμένο τόσο για ασύρματα δίκτυα όσο και για κινητά δίκτυα, αφού είναι βασισμένο στο IP μοντέλο.

Γενικά το δίκτυο αποτελείται από ένα βασικό τερματικό, το οποίο έχει το βασικό ρόλο για την νέα αυτή αρχιτεκτονική και άλλο ένα σύνολο από ανεξάρτητες και αυτόματες τεχνολογίες ασύρματης πρόσβασης. Η κάθε μια ασύρματη πρόσβαση που υπάρχει για το διαδικτυακό κόσμο θεωρείται σαν ένα IP link. Η λειτουργία της IP τεχνολογίας είναι να επιβεβαιώνει τον επαρκή έλεγχο των δεδομένων για την κατάλληλη δρομολόγηση των IP πακέτων σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

Επιπρόσθετα το 5G δίκτυο είναι ένα σύστημα το οποίο υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Μέσω του 3D-sMIMO θα ενσωματώνεται σε ένα BS για μεγαλύτερη χωρητικότητα και βελτίωση των ρυθμών δεδομένων. Η 3D-sMIMO είναι μια πρόσφατη τεχνολογία για να παρέχει επιπλέον χωρητικότητα σε hot spots. Πιο συγκεκριμένα η τρισδιάστατη ανάπτυξη μικρών κυψελών SCs με εξοπλισμένες κεραιές 3D-sMIMO αντιμετωπίζει τις τεχνικές προκλήσεις για την αξιολόγηση απόδοσης, την έλλειψη κατανόησης των ορίων και την βέλτιστη ανάπτυξη του δικτύου. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η καλύτερη απόδοση του συστήματος από την πλευρά της κάλυψης, της χωρητικότητας και την ενίσχυση των hosts spots με σταθμούς μετάδοσης, WiFi και υπερσύγχρονες εγκαταστάσεις μικρών κυψελών.



Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική δικτύου 5ης γενιάς

Οι χρήστες κινητών συσκευών θα έχουν την δυνατότητα δημιουργίας μιας εικονικής ομάδας πόρων που μπορεί να χρησιμοποιεί το δίκτυο. Με την χρήση του cloud θα μειώνεται η προσέγγιση των εφαρμογών στο τελικό χρήστη. Τα ήδη υπάρχοντα δίκτυα GSM, LTE, HSPA, WiFi θα υποστηρίζονται πλήρως από το 5G σε ζώνες mmWave. Η mmWave είναι μια τεχνολογία που θα φέρει επανάσταση στη βιομηχανία της κινητής τηλεφωνίας. Η τεχνολογία αυτή θα υποστηρίζει υπερ-ευρυζωνικές συνδέσεις backhaul για μεταφορά της κίνησης από και προς τα μικρά BS επιτρέποντας μεγαλύτερη ευελιξία ανάπτυξης σε σύγκριση με την ενσύρματη.

Από την άλλη πλευρά η ανάπτυξη των μικρών κυψελίδων Hyperdense έρχεται να αντιμετωπίσει την πρόκληση δυναμικότητας 1000x, διότι μέσω των μικρών κελιών δίνεται η δυνατότητα να παρέχουν μαζική και ελαχιστοποιημένη φυσική απόσταση μεταξύ BS για την επίτευξη της απαιτούμενης ενίσχυσης EE για 5G.

Παράλληλα χρησιμοποιηθούν παραδοσιακές ζώνες υπο-3GHz ενώ οι ζώνες υψηλότερων συχνοτήτων θα χρησιμοποιηθούν για μικρά κύτταρα και για την παραγωγή ενός φασματικού και ενεργειακού αποδοτικού επιπέδου δεδομένων με τη βοήθεια ενός επιπέδου ελέγχου που εξυπηρετείται από μακρο-BS.

Η ανάπτυξη των RAT και των Hyperdense θα συνεχίσουν να εξελίσσονται υπόσχοντας πολλά στο μέλλον. Θα δούμε ότι το φυσικό επίπεδο και οι τεχνικές

MAC θα πρέπει να επανεξεταστούν για ευαισθητα πακέτα σε καθυστέρηση MTC και την μεταφορά βραχέων.

Στο 5G δίκτυο σημαντικό ρόλο θα παίζει η εικονικοποίηση η οποία σκοπό θα έχει τη βέλτιστη χρήση των πόρων στα κυψελοειδή συστήματα μέσω των δικτύων πολλαπλών μισθωτών όπου ο κινητός φορέας εκμετάλλευσης δεν θα απαιτείται να παρέχει ειδικό εξοπλισμό κάλυψης.

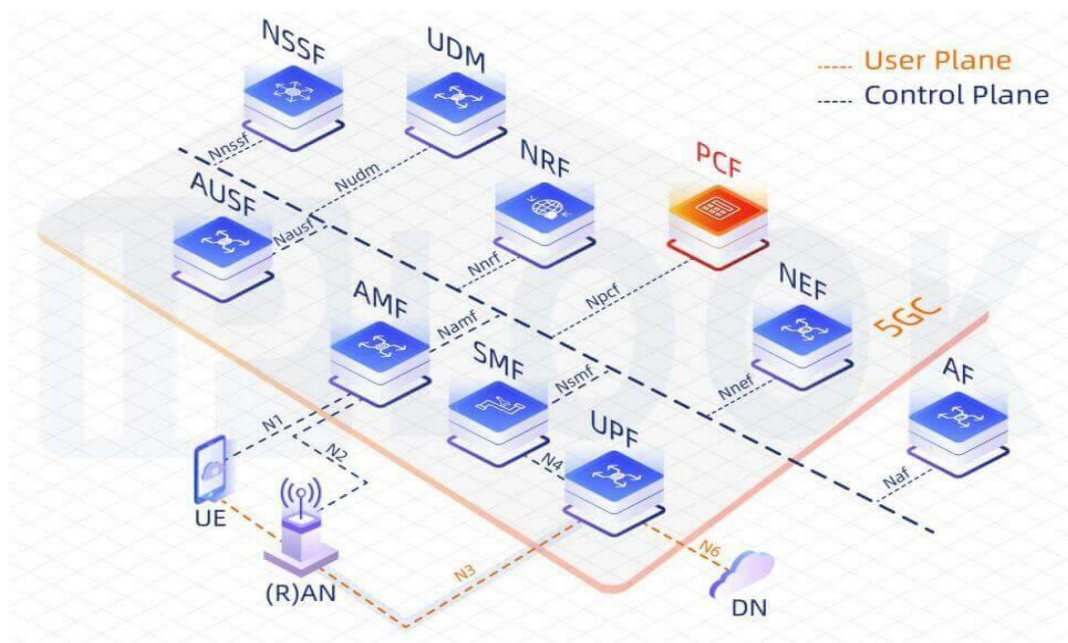
Γενικά η αρχιτεκτονική δικτύου πέμπτης γενιάς που απεικονίζεται στο 5G και στο 4G να συνεργάζεται, με κεντρικούς και τοπικούς διακομιστές που παρέχουν εφαρμογές χαμηλής καθυστέρησης και ταχύτερο περιεχόμενο στους χρήστες. Δυο κύρια στοιχεία που έχει ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας είναι το «Δίκτυο πρόσβασης ραδιοφώνου» και το «πυρηνικό δίκτυο». Το Δίκτυο Πρόσβασης Ραδιοφώνου - αποτελείται από διάφορους τύπους εγκαταστάσεων, συμπεριλαμβανομένων πύργων, μικρών κυψελών, ιστών και αποκλειστικών συστημάτων εντός του κτιρίου και στο σπίτι συνδέοντας ασύρματες συσκευές και χρήστες κινητών στο κύριο βασικό δίκτυο. Οι μικρές κυψέλες θα αποτελέσει ένα σημαντικό γνώρισμα των 5G δικτύων , ιδιαίτερα στις νέες συχνότητες κυμάτων χιλιοστού (mmWave) όπου το εύρος σύνδεσης είναι πολύ μικρό. Τα μικρά κελιά θα κατανέμονται σε συμπλέγματα ανάλογα με το που χρειάζονται οι χρήστες σύνδεση , για την παροχή συνεχούς σύνδεσης, η οποία θα συμπληρώνει το δίκτυο μακροεντολών που παρέχει κάλυψη ευρείας περιοχής. Τα 5G Macro Cells θα κάνουν χρήση κεραιών MIMO (πολλαπλής εισόδου, πολλαπλής εξόδου) που θα παρέχουν πολλαπλά στοιχεία ή συνδέσεις για την λήψη και αποστολή περισσότερων δεδομένων ταυτόχρονα. Το κέρδος για τους χρήστες είναι η διατήρηση της υψηλής απόδοσης και η ταυτόχρονη σύνδεση όλων και περισσότερων ανθρώπων στο δίκτυο. Όπου οι κεραιές MIMO χρησιμοποιούν υψηλό αριθμό στοιχείων κεραιάς, συχνά ονομάζονται ως «μαζικές MIMO», ωστόσο, οι υπάρχουσες κεραιές σταθμών βάσης 3G και 4G έχουν παρόμοιο φυσικό μέγεθος. Το βασικό δίκτυο - είναι το δίκτυο δεδομένων κινητής τηλεφωνίας και ανταλλαγής που διαχειρίζεται όλες τις συνδέσεις δεδομένων, φωνής και διαδικτύου για κινητά. Για το 5G, το «πυρηνικό δίκτυο» επανασχεδιάζεται για την βέλτιστη ενσωμάτωση με το διαδίκτυο και τις υπηρεσίες που βασίζονται στο cloud και περιλαμβάνει επίσης κατανομημένους διακομιστές σε όλο το δίκτυο βελτιώνοντας τους χρόνους απόκρισης (μειώνοντας την καθυστέρηση). Πολλά από τα προηγμένα χαρακτηριστικά του 5G, συμπεριλαμβανομένης του διαχωρισμού δικτύου για διαφορετικές εφαρμογές και

υπηρεσίες και της εικονικοποίησης λειτουργιών δικτύου , θα διαχειρίζονται στον πυρήνα. Παράδειγμα ενός τοπικού διακομιστή σε δίκτυο 5G που παρέχει ταχύτερη σύνδεση και χαμηλότερους χρόνους απόκρισης:

- **Network Slicing:** το οποίο παρέχει έναν αποδοτικό τρόπο επιμερισμού του δικτύου σε τμήματα για έναν συγκεκριμένο κλάδο, επιχείρηση ή εφαρμογή. Ως παράδειγμα, την λειτουργία των υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης σε ένα τμήμα δικτύου ανεξάρτητα από άλλους χρήστες.
- **Εικονικοποίηση Λειτουργίας Δικτύου (NFV):** είναι η δυνατότητα δημιουργίας λειτουργιών δικτύου σε πραγματικό χρόνο σε οποιαδήποτε επιθυμητή τοποθεσία εντός της πλατφόρμας cloud του χειριστή. Οι λειτουργίες δικτύου που εκτελούνταν σε αποκλειστικό υλικό, για παράδειγμα και τείχος προστασίας , έχουν την δυνατότητα τώρα να λειτουργούν σε λογισμικό σε εικονική μηχανή. Το NFV είναι κρίσιμης σημασίας για την ευελιξία και την αποτελεσματικότητα της ταχύτητας και για την υποστήριξη νέων επιχειρηματικών εφαρμογών και είναι μια σπουδαία τεχνολογία για έναν πυρήνα έτοιμο για 5G [17].

2.2.1 Δίκτυο κορμού

Το δίκτυο 5G ή δίκτυο πέμπτης γενιάς βασίζεται στην προσφερόμενη υπηρεσία και στο σημείο αναφοράς. Οι υπηρεσίες δικτύου βασίζονται στις λεγόμενες υπηρεσίες δικτύου (NF-Network Functions). Βασικό στοιχείο της σύνδεσης αυτής είναι ότι εκτελείται μέσω των διεπαφών και των πρωτοκόλλων μεταφοράς. Επίσης υπάρχει ένας διαχωρισμός στο επίπεδο χρήστη και στο επίπεδο ελέγχου που αποτελεί τον θεμελιώδη ορο για το σχεδιασμό του δικτύου 5G.



Εικόνα 7: Σχεδιασμός δικτύου 5ης γενιάς

Σε ένα δίκτυο 5G οι λειτουργίες δικτύου NF που προσφέρονται επικοινωνούν μεταξύ τους και παρέχουν άλλες υπηρεσίες NF μέσω μιας διεπαφής βασιζόμενης στις υπηρεσίες SBI (Service-based interface) που βασίζεται και το πρωτόκολλο μεταφοράς HTTP. Σε ένα δίκτυο κορμού 5^{ης} γενιάς περιέχονται τα εξής κύρια στοιχεία :

- **UPF (User Plane Function):** το οποίο υποστηρίζει όλες τις λειτουργίες οι οποίες αναφέρονται στην λειτουργία επιπέδου χρηστών και διευκολύνουν την λειτουργία του. Επίσης είναι αρμοδια για την προώθηση και δρομολόγηση των πακέτων, για την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων και τέλος την σύνδεση μεταξύ του δικτύου δεδομένων.
- **SFM (Session Management Function):** Αποτελεί μια από τις βασικές λειτουργίες του δικτύου κορμού καθώς μπορεί να επικοινωνεί , μέσω της διεπαφής N4 , με το UPF . Η λειτουργία αυτή περιλαμβάνει λειτουργίες χειρισμού όπως την εγκατάσταση, την τροποποίηση και τον τερματισμό μια συνόδου.
- **DN (Data Network):** είναι αποτελούμενο των υπηρεσιών δεδομένων οι οποίες αναγνωρίζονται σε ένα δίκτυο, το οποίο απαιτείται είτε σε οποιαδήποτε υπηρεσία δεδομένων είτε σε μια σύνδεση στο δίκτυο .

- **NEF (Network Exposure Function):** αξιοποιεί με ασφάλεια υπηρεσίες οι οποίες παρέχονται από τις λειτουργίες 3GPP δικτύων .
- **NRF (NF Repository Function):** αποτελεί ένα σύστημα εντοπισμού το οποίο προσφέρει πληροφορίες μέσα στο δίκτυο σχετικά με τις ανάγκες για Network Functions την τρέχουσα στιγμή.
- **AMF (Core Access and Mobility Management):** η λειτουργία αυτή διαχειρίζεται την κινητικότητα και τη σύνδεση του δικτύου και σχετίζεται των λειτουργιών ασφάλειας.
- **PCF (Policy Control Function):** είναι το νομοθετικό πλαίσιο της πολιτικής προστασίας και παρέχονται οι κανονισμοί οι οποίοι επιβάλλεται να τηρούνται για τη ορθή συμπεριφορά και έλεγχο των λειτουργιών στο επίπεδο ελέγχου του δικτύου.
- **AUSF (Authentication Server Function):** είναι οι διαδικασίες ασφάλειας για το 5G δίκτυο.
- **UDM (Unified Data Management):** είναι η λειτουργία που αποθηκεύει την μακροπρόθεσμη υπογραφή ασφάλειας και πληροφοριών των χρηστών που χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίηση των συνδρομητών-χρηστών [11][14].

2.2.2 Δίκτυο πρόσβασης

Στο νέο δίκτυο 5G έχουν προστεθεί νέοι κόμβοι οι όποιοι είναι οι κόμβοι gNB οι οποίοι συνδέονται μέσω διαφόρων διεπαφών και οι επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω μια διεπαφής η οποία είναι μια διεπαφή που υπάρχει και στο 4G δίκτυο. Οι παλιοί κόμβοι έχουν αναβαθμιστεί πλήρως για να είναι εφικτό η λειτουργία του 5G δικτύου πληρώντας τις προϋποθέσεις . Οι προτυποποιήσεις βρίσκονται στο πέρας του Release 16 της 3GPP και απομένουν οι ολοκληρωτικές διαδικασίες που θα επιφέρουν τη λειτουργική και πρακτική εφαρμογή των δικτύων πέμπτης γενιάς.

Οι προτυποποιήσεις γίνονται και θα συνεχίσουν να γίνονται αλλά πρακτικά έχουμε διαφορετικές και πολλές λειτουργίες του δικτύου 5ης γενιάς, που από την μια πλευρά θα έχουν τα gNBs τη δυνατότητα επικοινωνίας μέσω του δικτύου κορμού για το σύνολο των λειτουργιών και από την άλλη πλευρά θα έχουμε και αυτή της κεντρικής ανάπτυξης του δικτύου. Η εκτέλεση των λειτουργιών των ανώτερων στρωμάτων θα πραγματοποιείτε είτε από το gNB είτε κάτω από την κεντρική διαχείριση 5GC . Με

άλλα λόγια θα υπάρχουν οι εναλλακτικές μέθοδοι ανάπτυξης του 5G δικτύου, αυτό της μη κεντρικής ανάπτυξης (non-Centralized) και αυτό της κεντρικής ανάπτυξης (Centralized)). Εκτός από τις δύο αυτές μεθόδους έχουμε και την επιλογή της μη αυτόνομης (Non- Standalone) και αυτόνομης (Standalone) σύνδεσης .

Στη αυτόνομη σύνδεση υπάρχει άμεση σύνδεση του gNB με τον κορμό 5G μέσω των αντίστοιχων διεπαφών ενώ στη μη αυτόνομη σύνδεση υπάρχει έμμεση σύνδεση του gNB γιατί συνδέεται πρώτα με το eLTE eNB και στη συνέχεια στο εκάστοτε EPC η κορμό δικτύου 5G.[11][13]

2.3 Υπηρεσίες 5^{ης} γενιάς

Η γρήγορη ανάπτυξη των τεχνολογιών και των επικοινωνιών σε συνδυασμό με αλληλεπίδραση τους έχει ανοίξει δρόμο για νέα επιχειρηματικά μοντέλα, τεχνολογική καινοτομία και χιλιάδες εφαρμογές σε όλες τις βιομηχανικές περιοχές που βασίζονται σε υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής. Η ολοένα αυξανόμενη χρήση των κινητών τηλεφώνων και γενικότερα των συσκευών έχει διεισδύσει σε μεγάλο μέρος της καθημερινότητας πολλών ανθρώπων με αποτέλεσμα να καθιστά τους χρήστες ακόμα πιο απαιτητικούς σε ότι αφορά τις τηλεπικοινωνίες , τις ταχύτητες αλλά και τη μεταφορά υψηλού όγκου δεδομένων ακόμη και την ευρύτερη κάλυψη του δικτύου.

Σύμφωνα με όλα αυτά που έχουμε δει μέχρι σήμερα οι πιο απαραίτητες υπηρεσίες που αναμένεται να παραχθούν και να ικανοποιήσουν τους όλο και αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών είναι:

- Ελάττωση της ενέργειας ανά bit χρήσης, δηλαδή να μπορεί να μειωθεί η διάρκεια ζωής της μπαταρίας.
- Αύξηση της χωρητικότητας ώστε να μπορεί να υποστηρίξει αρκετά δισεκατομμύρια εφαρμογές και εκατοντάδες δισεκατομμύρια μηχανές.
- Διασφάλιση της σταθερής και απρόσκοπτης παροχής υπηρεσιών, δηλαδή η μηδενική δευτερεύουσα μεταγωγή με μέγιστο χρόνο ενεργοποίησης στα δέκα χιλιοστά του δευτερολέπτου, μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών ασύρματης πρόσβασης.
- Υποστήριξη σε πραγματικό χρόνο.
- Μηδενικές καθυστερήσεις και χρόνοι απόκρισης.

- Σηματοδότηση φορτίων από λιγότερο από 1% έως σχεδόν 100%.
- Δυνατότητα σύνδεσης όλων των σε ένα κινητό.
- Κύκλοι λειτουργίας από ελάχιστα χιλιοστά του δευτερολέπτου έως ολόκληρες ημέρες.
- Αύξηση των ταχυτήτων σε τουλάχιστον 1Gbps ή ακόμα μεγαλύτερες.
- Ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων 10 Gbps για υποστήριξη cloud υπηρεσιών.
- Υποστήριξη υπερυψηλής ποιότητας βίντεο και σημαντικές εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας.[12]

2.4 Πύλες 5G δικτύου.

Τα 10 βασικά δομικά στοιχεία για το 5G είναι :

- **Η εξέλιξη υφιστάμενων RAT (Evolution of Existing RATs):**ο σκοπός της εξέλιξης των RAT ήτανε ότι πλέον στο δίκτυο 5G δεν αποτελείται από ένα RAT αλλά από μια συλλογή. Επίσης το LTE θα πρέπει να εξελιχθεί ώστε να έχει την δυνατότητα υποστηρίξει μαζικά 3D MIMO. Ακόμη το Wifi επιαβαλλετα και εκείνο να αναπτυχθεί εκμετάλλευοντας βέλτιστα το διαθέσιμο φάσμα. Τέλος θα παρέχεται η δυνατότητα ταυτόχρονης μετάδοσης ,με την χρήση της τεχνικής MIMO ,μέχρι τεσσάρων ροών .
- **Η ανάπτυξη μικρού κυττάρου Hyperdense:** μέσα από την δυνατότητα ανάπτυξης των μικρών κυψελίδων Hyperdense θα παρέχεται κάλυψη χωρητικότητας 1000x προσθέτοντας επιπλέον ΕΕ στο σύστημα. Η λύση αυτή ονομάζεται HetNet και συμβάλει στη βελτίωση της φασματικής απόδοσης με δύο τρόπους. Ο ένας τρόπος είναι με την επικάλυψη με μικρά κελιά διαφορετικών τεχνολογιών και ο άλλος είναι η επικάλυψη του κυτταρικού συστήματος με μικρά κελιά της ίδιας τεχνολογίας .
- **Το δίκτυο αυτο-οργάνωσης:** δίνεται η δυνατότητα αυτό-οργανωμένου δικτύου (SON). Το SON κερδίζει μεγαλύτερη δυναμική προς τον πληθυσμό των αυξήσεων των μικρών κυττάρων, .
- **Η επικοινωνία τύπου μηχανής:** μια μηχανή MTC ονομαζεται μια εφαρμογή οπού είτε ένας είτε περισσότεροι χρήστες της επικοινωνίας αφορούν μηχανές. Η MTC επιβάλλει των εξαιρετικά μεγάλων αριθμών συσκευών που πρέπει να συνδεθούν και την αυξανομενη ζήτηση για πραγματικό χρόνο και

τηλεχειρισμό των κινητών συσκευών μέσω του δικτύου. Το οποίο καθιστεί αναγκαστικά εξαιρετικά χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση λιγότερο από ένα χιλιοστό του δευτερολέπτου και λέγεται *tractile Internet*.

- **Η ανάπτυξη RAT χιλιοστομετρητή:** Τα 5G δίκτυα αποτελούνται από μια συλλογή και όχι από ένα RAT . Η πιο οικονομική λύση για την αντιμετώπιση είναι η βελτίωση των RAT και η μείωση της χωρητικότητας κατά 1000 φορές . η εξέλιξη του LTE είναι αναγκαία για την υποστήριξη μαζικών 3D MIMO . Από την άλλη πλευρά για την καλύτερη εκμετάλλευση του διαθέσιμου φάσματος , χωρίς άδεια, το WiFi πρέπει να εξελιχθεί . Το 802.11ac, το οποίο αποτελεί εξέλιξη της τεχνολογίας WiFi έχει την δυνατότητα παροχής ευρυζωνικών ασύρματων υπηρεσιών με ρυθμούς δεδομένων αρκετών Gbps.
- **Ο επανασχεδιασμός συνδέσμων Backhaul:** Ο επανασχεδιασμός των συνδέσμων backhaul είναι το επόμενο σημαντικό θέμα του 5G. Παράλληλα με τη βελτίωση της RAN, οι backhaul συνδέσεις πρέπει να ανασχεδιαστούν . Διαφορετικά, οι σύνδεσμοι backhaul σύντομα θα γίνουν εμπόδια, απειλώντας την ορθή λειτουργία ολόκληρου του συστήματος. Το πρόβλημα αποκτά μεγαλύτερη δυναμική όσο ο πληθυσμός των μικρών κυττάρων αυξάνεται. Διαφορετικά μέσα επικοινωνίας μπορούν να ληφθούν υπόψη, συμπεριλαμβανομένων των οπτικών ινών, μικροκυμάτων και mmWave.
- **Η ενεργειακή απόδοση:** Η EE θα παραμείνει ένα βασικό ζήτημα σχεδίου και ανάπτυξης 5G. Σήμερα, η επικοινωνιακή τεχνολογία (TPE) και οι πληροφορίες καταναλώνουν έως και 5% της ηλεκτρικής ενέργειας που παραγεται σε όλο τον κόσμο και ευθύνεται για το 2% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σχεδόν ισοδύναμη με τις εκπομπές που δημιουργούνται από τον κλάδο των αερομεταφορών.
- **Η κατανομή Νέου Φάσματος για 5G:** είναι η κατανομή του νέου φάσματος για την τροφοδότηση των ασύρματων επικοινωνιών στην επόμενη δεκαετία. Οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών όπως είναι η Qualcomm πιστεύουν ότι εκτός από τις τεχνολογικές καινοτομίες απαιτείται και 10 φορές περισσότερο φάσμα .
- **Η κοινή χρήση φάσματος :** η ρυθμιστική διαδικασία για την νέα κατανομή φάσματος είναι χρονοβόρα διαδικασία επομένως η χρήση του διαθέσιμου φάσματος αποδοτικά είναι πάντα μια διαδικασία εξέχουσας σημασίας

- **Η εικονικοποίηση RANQ:** δεν είναι τόσο σημαντικός παράγοντας αλλά επιτρέπει την κοινή χρήση της ασύρματης υποδομής μεταξύ πολλών φορέων. Θα πρέπει να προωθηθεί η εικονικοποίηση του δικτύου από το ενσύρματο δίκτυο πυρήνα προς τον RAN . Η οποία προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στον ασύρματο τομέα συμπεριλαμβανομένου και την εξοικονόμηση Orex μέσω της χρήσης πολλαπλών μισθωτών δικτύων και εξοπλισμού, των κεφαλαιουχικών δαπανών, βελτιωμένη ΕΕ, καθώς και εύκολη συντήρηση και γρήγορη αντιμετώπιση προβλημάτων μέσω της αυξημένης διαφάνειας του δικτύου.[7][8][15]

2.5 Πλεονεκτήματα.

Όπως έχουμε είδη αναφέρει η εξέλιξη του δικτύου 5ης γενιάς θα φέρει μια νέα εποχή στην εποχή στο χώρο των τηλεπικοινωνιών και του δικτύου. Τα δίκτυα 5G αποτελούν την επομένη γενιά σύνδεσης κινητών συσκευών στο δίκτυο προσφέροντας γρήγορες ταχύτητες αλλά και πιο αξιόπιστες συνδέσεις.

Τα πλεονεκτήματα των δικτύων αυτών όπως μπορεί να αντιληφθεί κανείς είναι πολυάριθμα και σημαντικά, με τον τρόπο τους θα συμβάλουν σημαντικά στην καθημερινότητα των ανθρώπων τόσο σε προσωπικό όσο και σε επαγγελματικό επίπεδο. Στην συνέχεια θα αναφέρουμε κάποια από αυτά.



Εικόνα 8: Εξέλιξη δικτύου 5ης γενιάς

- Τεράστιες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων άνω των 10 Gbps και εκτέλεση πολλών ταυτόχρονων υπηρεσιών δεδομένων, , downloading , uploading , GPS και ομιλίας χωρίς καμία καθυστέρηση.
- Αύξηση του εύρους ζώνης για όλους τους χρήστες καθώς ο κάθε χρήστηs θα μπορεί να κατεβάσει αρχεία , να προβάλει ιστοσελίδες και ότι άλλο ο ίδιος επιθυμεί. Ακόμη ο χρήστηs θα έχει πλέον την δυνατότητα να πραγματοποιεί εργασίες από το κινητό του τηλέφωνο που στο παρελθόν δεν του παρεχόταν.
- Πλέον οι συσκευές θα λειτουργούν με ταχύτητες που θα πολύ πιο αυξημένες από ότι αυτές στο 4G. Αναμένεται ότι θα αυξηθούν τα ποσοστά δεδομένων πέρα του 1GB και θα προσφέρει μεγαλύτερη ευρυζωνική πυκνότητα στους χρήστεs.
- Με την χρήση του δικτύου 5G θα μειωθεί η χρήση της ενέργειας του δικτύου κατά 90% και θα παρατηρηθεί αύξηση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας εως και 10 χρόνια .
- Το 5G δίκτυο θα βοηθάει στη καλύτερευση της ανταλλαγής δεδομένων υψηλής ασφάλειας που έχουν την απαίτηση βελτιωμένης ανάλυσης. Θα προσφέρει την ευκαιρία ένωσης πολλών δικτύων και υπηρεσιών σε μία ενιαία πλατφόρμα. Λόγω αυτήs της ενιαίας πλατφόρμαs θα προσφερθεί στους κλάδους των smart συσκευών σπιτιού , της υγείας και των αυτοκινήτων νέους ορίζοντες ανάπτυξης.
- Στιs τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης και της εικονικής πραγματικότητας θα υπάρξει επίσης μεγάλη ανάπτυξη εκμεταλλευόμενες την τεχνολογία της ενιαίας πλατφόρμαs και τα νέα πρότυπα ταχύτητας καθώς και την εξέλιξη των κινητών τηλεφώνων.
- Θα συμβαλλει κάνοντας ενα μεγάλο άλμα στην εξέλιξη της τεχνολογία VR και AR .
- Πλέον μια απλή διαδικασία ρουτίνας θα είναι η επεξεργασία και μεταφορά του μεγάλου όγκου δεδομένων
- Θα δούμε ότι μέσω του δικτύου 5G να δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου μειώνοντας έτσι σε σημαντικό βαθμό ακόμη και την εγκληματικότητα.

- Θα παρέχει την δυνατότητα προηγμένων λειτουργιών καθώς οι ζώνες συχνοτήτων θα είναι πολύ πιο υψηλές σε σύγκριση με το 4G δίκτυο καθώς το δίκτυο 5G θα ακολουθήσει τα πρότυπα CDMA και BDMA.
- Το 5G προσφέρει σχεδόν μηδενικούς χρόνους απόκρισης, αφού η λανθάνουσα περίοδος στη μεταφορά δεδομένων είναι εξαιρετικά μικρή. Με αυτά τα χαρακτηριστικά τα δίκτυα 5G μπορούν να αντικαταστήσουν τα υπάρχοντα δίκτυα DSL και οπτικών ινών και να αποτελέσουν τη βάση του νέου διαδικτύου.

Το 5G πιο συγκεκριμένα θα παρέχει την ταχύτητα, τη χαμηλή καθυστέρηση και τη συνδεσιμότητα για να δώσει την δυνατότητα μιας νέας γενιάς υπηρεσιών, εφαρμογών και επιχειρηματικών ευκαιριών που δεν θα έχουμε ξαναδεί. Υπάρχουν τρεις κύριες κατηγορίες περιπτώσεων χρήσης για το 5G:

- **Τεράστιες επικοινωνίες από μηχανή σε μηχανή:** περιλαμβάνει τη σύνδεση δισεκατομμυρίων συσκευών χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση ονομάζεται επίσης και Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) , σε μια κλίμακα που δεν έχουμε ξαναδεί. Αυτό έχει επιτρέψει να φέρουν την επανάσταση στις σύγχρονες βιομηχανικές εφαρμογές και διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένων των επιχειρηματικών επικοινωνιών της μεταποίησης και της γεωργίας .
- **Εξαιρετικά αξιόπιστες επικοινωνίες χαμηλού λανθάνοντος χρόνου :** κρίσιμη αποστολή, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου συσκευών σε πραγματικό χρόνο, των επικοινωνιών και των συστημάτων ασφαλείας από όχημα με όχημα , της βιομηχανικής ρομποτικής, , της αυτόνομης οδήγησης και των ασφαλέστερων δικτύων μεταφοράς. Ένας νέος κόσμος ανοίγεται στις επικοινωνίες χαμηλού λανθάνοντος χρόνου , όπου οι διαδικασίες, οι θεραπείες , η απομακρυσμένη ιατρική περίθαλψη θα είναι πλέον σαν ένα μικρό παιχνίδι.
- **Βελτιωμένη ευρυζωνική σύνδεση για κινητά :** παρέχοντας σημαντικά μεγαλύτερη χωρητικότητα και μεγαλύτερες ταχύτητες δεδομένων διατηρώντας τον κόσμο συνδεδεμένο. Οι νέες εφαρμογές θα περιλαμβάνουν εφαρμογές εξωτερικής μετάδοσης χωρίς την ανάγκη μεταφοράς φορητών , μεγαλύτερη συνδεσιμότητα για άτομα εν κινήσει και σταθερή ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο. [10][12][13].

2.6 Τρόποι διάδοσης 5G δικτύου.

Από τον Νοέμβριο του 2021, η Far Eastone Telecommunications (FET) και η Ericsson πραγματοποίησαν τον πρώτο τεμαχισμό πολλαπλών δικτύων 5G E2E σε πολλές εμπορικές συσκευές Android, με βάση το αυτόνομο σύστημα 5G (SA) που τροφοδοτείται. Σκοπός της δοκιμής αυτής ήταν να παρουσιάσει μέρος της λειτουργικότητας της πρόσφατα ανακοινωθείσας λύσης Ericsson Dynamic Network Slice Selection, σηματοδοτώντας μια σημαντική ανακάλυψη στις δυνατότητες κοπής δικτύου σε ένα δίκτυο 5G SA.

Το FET ανοίγει νέες επιχειρηματικές και καταναλωτικές ευκαιρίες, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας εσόδων από το τμήμα των καταναλωτών πέρα από την παραδοσιακή ευρυζωνική σύνδεση για κινητά. Θα επιτρέψει στα μελλοντικά smartphone να υποστηρίζουν διαφορετικά προσωπικά προφίλ και το κόστος της διακίνησης δεδομένων προς τις εφαρμογές να αντιμετωπίζεται με νέους πιο προηγμένους τρόπους, οδηγώντας έτσι σε νέες καινοτόμους συνεργασίες με συνεργάτες οικοσυστήματος για μια προοδευτική τεχνολογία.

Αναγνωρισμένο πλέον ως το καλύτερο δίκτυο στον κόσμο 5G, το FET και η Ericsson συνεχίζουν να ξεπερνούν τα όρια του 5G. Η FET εντόπισε ορισμένα βασικά βήματα που πρέπει να ακολουθήσουν για την επιτυχία του 5G. Τα τρία βασικά συστατικά για την επιτυχία του 5G είναι:

- **Εμπιστοσύνη** - Η FET και η Ericsson συνεργάζονται για περισσότερες από δύο δεκαετίες, ενισχύοντας τους τρόπους συνεργασίας τους και στερεώνοντας ισχυρούς δεσμούς εμπιστοσύνης.
- **Υλικό και λογισμικό υψηλής ποιότητας** - Η Ericsson έφερε στο τραπέζι το αυτόνομο δίκτυο 5G από άκρο σε άκρο, συμπεριλαμβανομένων λύσεων από τα χαρτοφυλάκια RAN και Core.
- **Συμβατές και ικανές συσκευές** - Πολλαπλές εμπορικά διαθέσιμες συσκευές Pixel 6 με Android 12 και το λειτουργικό.

2.7 Μειονεκτήματα.

Μέχρι τώρα είδαμε ότι το δίκτυο 5G έχει αρχίσει να εισέρχεται στην καθημερινότητα των χρηστών του δικτύου και των τηλεπικοινωνιών με σκοπό την βελτιώσει της καθημερινότητας τους. Έχουμε δει όμως μόνο την θετική πλευρά τους. Καμία εξέλιξη όμως δεν κρύβει μόνο πλεονέκτημα και θετικά στοιχεία στο κοινό που απευθύνεται. , έτσι θα δούμε και την αρνητική πλευρά που καλείται να διαχειριστεί η εξέλιξη αυτή. Τα μειονέκτημα του 5G είναι:

- Ενδέχεται να υπάρξει ασυμβατοτητα των παλιών συσκευων με το δίκτυο 5G με αποτέλεσμα την αναγκαία αντικατάσταση τους, με υποστηριζόμενες συσκευές κάτι που απαιτεί κόστος δηλαδή χρήμα.
- Επίσης σημαντικό είναι και το κόστος για την ανάπτυξη των υποδομών διότι το 5G δίκτυο έχει θέματα προστασίας και ασφάλειας της ιδιωτικής ζωής.
- Η ανάγκη εξειδικευμένων μηχανικών για τη συντήρηση είναι ένας ακόμα παράγοντας που θα επηρεάσει τη σωστή λειτουργία τους και το κόστος των δικτύων 5G .
- Έχει ήδη υπολογιστεί ότι το μεγάλο κόστος ανάπτυξης της νέας αυτής τεχνολογίας θα οδηγήσει εκτός απροόπτου σε αυξήσεις των τιμών , άνω των 100 δισεκατομμύρια δολαρίων.
- Ένα ζήτημα ακόμη της ασφάλειας των δικτύων 5G είναι η χρήση νέων προτύπων και επιβάλλεται να εξεταστεί ξανά.
- Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι η πιθανή μικρότερη κάλυψη που παρέχουν τα δίκτυα 5G σε σχέση με τα 4G. Λόγω της φύσης της τεχνολογίας θα χρειαστούν ακόμα περισσότερες κεραιές για να μπορέσουν να υποστηρίξουν το μεγαλύτερο bandwidth των 5G δικτύων.
- Η απόσταση κάλυψης θα είναι έως 2 μέτρα σε εσωτερικούς χώρους και 300 μέτρα σε υπαίθρους.
- Θα χρειαστεί η τοποθέτηση περισσότερων κεραιών (αν και μικρότερες σε μέγεθος από τις υπάρχουσες). Αυτό θα δημιουργήσει σίγουρα αντιδράσεις στο ζήτημα της αισθητικής αλλοίωσης του αστικού και όχι μόνο περιβάλλοντος.

- Πολλά μέρη του κόσμου μπορεί να μην επιτρέπουν μεγάλη αύξηση της ταχύτητας και να υπάρχουν προβλήματα ραδιοσήματος[13][16].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

3. ΤΑ ΔΙΚΤΥΑ 5ης ΓΕΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

3.1 Η ανάπτυξη του δικτύου

Τα δίκτυα 5G έχουν εισέλθει δυναμικά και από ότι φαίνεται ως το τέλος της δεκαετίας θα αντικαταστήσει το 4G παρέχοντας νέες δυνατότητες επικοινωνίας σε επιχειρήσεις και καταναλωτές. Στη γρήγορη επιτυχία του δικτύου θα συντελέσει η ανάπτυξη προϊόντων και υπηρεσιών που μέχρι σήμερα είναι στα αρχικά στάδια ανάπτυξης. Το ζήτημα όμως είναι πόσο γρήγορα οι πάροχοι θα αναπτύξουν τα δίκτυα 5G ώστε να έχουν πληθυσμιακή κάλυψη και το πόσο άμεσα θα μουν στο παιχνίδι, προσφέροντας νέες υπηρεσίες σε δημόσιες επιχειρήσεις, μεγάλες εταιρείες ακόμη και στους δήμους.



Εικόνα 9: Ανάπτυξη δικτύου 5ης γενιάς

Σκοπός του δικτύου 5G σε όλο το πλανήτη είναι να αναπτύσσεται στοχεύοντας στην δημιουργία επιχειρηματικών εφαρμογών, διότι μέσα από αυτό σημειώνεται ότι

υπάρχει ανάγκη για ανάπτυξη υπηρεσιών και προϊόντων που θα έχουν εφαρμογή στα δίκτυα νέας γενιάς. Την δημιουργία νέων τεχνολογιών σχεδιάζουν να δημιουργήσουν εταιρείες τηλεπικοινωνιών με δικές τους εφαρμογές και μοναδικές πλατφόρμες οι οποίες θα μπορούν να εκμεταλλευτούν τις δυνατότητες των δικτύων πέμπτης γενιάς. Με άλλα λόγια την δημιουργία ενός ψηφιακού κόσμου όπου οι χρήστες θα μπορούν να αλληλοεπιδράσουν σε ένα περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας σχεδιάζουν οι τηλεπικοινωνιακοί κολοσσοί παγκοσμίως.

Όπως μπορεί να αντιληφθεί κανείς το δίκτυο 5G ήρθε για να επαναπροσδιορίσει την τεχνολογία και να ξεκλειδώσει της πραγματικές ανάγκες των ραδιο-δικτύων. Το 5G δίκτυο είναι το δίκτυο πέμπτης γενιάς ασύρματης κυψελοειδούς τεχνολογίας που έρχεται να κατακλύσει τον κόσμο με τις απίστευτες δυνατότητές του.

Από την άλλη πλευρά όμως οι ειδικοί ανησυχούν για τις ενισχυμένες απειλές που μπορεί να επιφέρει το συγκεκριμένο δίκτυο στην ασφάλεια, οι οποίοι εργάζονται σκληρά για να προβλέψουν το μέλλον της στον χώρο του κυβερνοχώρου και της φυσικής ασφάλειας στην εποχή του 5G. Οι ειδικοί ισχυρίζονται ότι με την αυξημένη ταχύτητα και την καλύτερη δια συνδεσιμότητα θα έρθει και η αυξημένη απειλή χειραγώγησης και πιθανών παραβιάσεων. Και το ερώτημα που τίθεται είναι εάν καταφέρει το δίκτυο 5G να σπάσει τα εμπόδια και να γεφυρώσει τα κενά μεταξύ φυσικής και ψηφιακής ασφάλειας; Η απάντηση σε όλα αυτά εξαρτάται από τον χρόνο και την πορεία εξέλιξης.

3.2 Η ανάπτυξη προόδου στην Ε.Ε

Το δίκτυο 5G είναι ένα δίκτυο καίριας σημασίας με ένα ευρύτερο φάσμα εφαρμογών οι οποίες είναι σημαντικές για όλους τους τομείς της οικονομίας της ΕΕ και γενικότερα της καθημερινότητας των πολιτών. Είδαμε ότι το συγκεκριμένο δίκτυο προσφέρει ευκαιρίες ανάπτυξης αλλά ενέχει και πολλούς κινδύνους όπως είναι η μεγάλη αύξηση της εξάρτησης με βάση το περιορισμένο αριθμό των προμηθευτών οι οποίοι είναι σε θέση να εκμεταλλεύονται και να κατασκευάζουν τα δίκτυα πέμπτης γενιάς καθώς και οι κίνδυνοι οι οποίοι συσχετίζονται με την παρέμβαση εχθρικών παραγόντων.



Εικόνα 10: Δίκτυο 5ης γενιάς στην ΕΕ

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέχρι το 2025 όλο το φάσμα των αστικών περιοχών όσο και των μειζόνων διαδρομών μεταφορών θα χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο δίκτυο. Πλέον όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ με εξαίρεση κάποιες χώρες όπως είναι η Κύπρος, η Μάλτα έχουν πετύχει τον ενδιάμεσο στόχο για πρόσβαση στο δίκτυο 5G σε περισσότερες από μία πόλη. Θεωρεί επίσης ότι δεκαέξι χώρες αυτής, έχουν πιθανότητα να επιτύχουν τον στόχο έως το 2025. Γενικά την βέλτιστη περίπτωση ανάπτυξης του δικτύου έχουν η Εσθονία, η Γερμανία, η Τσεχική Δημοκρατία, η Αυστρία, η Ιρλανδία, οι Κάτω Χώρες, η Πολωνία, η Πορτογαλία και η Σλοβενία η Λιθουανία, η Μάλτα,. Ενώ οι χώρες όπως η Βουλγαρία, το Βέλγιο, η Κύπρος, η Κροατία, και η Ελλάδα δεν έχουν γρήγορη ανάπτυξη του δικτύου 5G. Σύμφωνα με την οδηγία της ΕΕ και το εθνικό δίκαιο που, μεταξύ άλλων δράσεων, ορίζει τις προθεσμίες για την εκχώρηση πρωτοπόρων ζωνών 5G αποδείχτηκε ότι 23 κράτη μέλη δεν είχαν ακόμη μεταφέρει σε αυτό, έως τον Νοέμβριο του 2021.

Σύμφωνα με την ΕΕ όλοι οι προμηθευτές οι οποίοι έχουν έδρα σε χώρες της ΕΕ είναι υποχρεωμένοι να ακολουθούν τις νομικές απαιτήσεις της και τα πρότυπα της, διότι η εξέλιξη του δικτύου 5G είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με ζητήματα ασφάλειας. Σε περίπτωση που τα κέντρα εδρεύουν εκτός ΕΕ οι ελεγκτές εκδηλώνουν την ανησυχία ότι υπάρχει το ενδεχόμενο οι χρήστες της να υπόκεινται στη νομοθεσία τρίτης χώρας. Τον Ιανουάριο του 2020 η επιτροπή έπραξε άμεσα ότι η ασφάλεια του 5G κατέστη μείζον ζήτημα σε επίπεδο ΕΕ, εγκρίνοντας την εργαλειοθήκη της για την

κυβερνοασφάλεια των δικτύων πέμπτης γενιάς. Εντούτοις, κατά την επιλογή των προμηθευτών ήταν πολύ αργά για ορισμένους φορείς η εκμετάλλευση κινητών δικτύων που είχαν ήδη εγκριθεί. Σύμφωνα με τους ελεγκτές οι οποίοι εκφράζουν τις ανησυχίες σε αφορά την ασφάλεια του 5G δικτύου οι οποία έχει διασυννοριακό χαρακτήρα. Πληροφορίες οι οποίες είναι διαθέσιμες δημόσια σχετικά με το πώς προσεγγίζουν οι χώρες της ΕΕ τα ζητήματα ασφάλειας, είναι περιορισμένες σε ότι αφορά ζητήματα ασφάλειας των προμηθευτών υψηλού κινδύνου. Περιορίζοντας επίσης την ικανότητα της Επιτροπής να προωθήσει βελτιώσεις σχετικά με την ασφάλεια των δικτύων 5G, το γεγονός αυτό, δυσχεραίνει την υιοθέτηση συντονισμένης προσέγγισης από τα κράτη μέλη. Τα κράτη μέλη εφαρμόζουν αποκλίνουσες προσεγγίσεις όσον αφορά τη χρήση εξοπλισμού από συγκεκριμένους προμηθευτές ή το πεδίο εφαρμογής των περιορισμών που επιβάλλονται σε προμηθευτές υψηλού κινδύνου διαπιστώθηκε από ελεγκτές δεδομένου ότι τα μέτρα της εργαλειοθήκης δεν έχουν δεσμευτική ισχύ.

Σημαντικός λόγος στην παγκόσμια βιομηχανία κινητής τηλεφωνίας για τη πορεία της τεχνολογίας 5G είναι η εξασφάλιση ηγετικής θέσης στην Ευρώπη. Πρωταρχικής σημασίας για την Ευρώπη έχει η έγκαιρη ανάπτυξη της τεχνολογίας 5G με σκοπό να βοηθήσει στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της βιομηχανίας και να δημιουργήσει νέες ευκαιρίες απασχόλησης ακόμη και να ενισχύσει θετικά στην οικονομία.

3.3 Η ανάπτυξη προόδου στις Ηνωμένες Πολιτείες

Σύμφωνα με τους πίνακες της παγκόσμιας κατάταξης αποκαλύπτουν ότι η Κίνα και οι ΗΠΑ είναι οι πρωτοπόροι με βάση την ετοιμότητα που δείχνουν για τον ερχομό του 5G δίκτυο, με την Ευρώπη να μένει σχετικά πίσω και να μην μπορεί ακόμα να συμβαδίσει στους γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης. Έναντι των άλλων χωρών η αμερικανική βιομηχανία πρωτοπορεί και στέκεται αρωγός στην προσπάθεια της έλευσης του 5G με αποτέλεσμα να εκτιμάται ότι είναι ένα από τα σημεία στα οποία υπερτερεί. Η Κίνα έχει το πλεονέκτημα της δημιουργίας των κατάλληλων υποδομών για την προσφορά υπηρεσιών 5G στην τοπική αγορά με τους περισσότερους αναλυτές να συμφωνούν σε αυτό. Στις Ηνωμένες Πολιτείες ή τον Καναδά σε αντίθεση με την Ευρώπη, δεν υπάρχει συντονισμός δημόσιας χρηματοδότησης για

ερευνητικές προσπάθειες. Οι δημόσιοι τομείς όπως το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF) και η Υπηρεσία Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων Άμυνας (DARPA) χρηματοδοτεί την έρευνα στα πανεπιστήμια στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Ένα πρόβλημα που προέκυψε στις ΗΠΑ κατά την υλοποίηση του 5G δικτύου είναι ότι οι πάροχοι υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας στις ΗΠΑ, όπως είναι η AT&T αποφάσισαν να καθυστερήσουν τις υλοποιήσεις υποδομών και την τοποθέτηση κεραιών 5G κοντά σε αεροδρόμια, προκειμένου να συζητηθεί περαιτέρω το ζήτημα διότι φαινόταν είχε προκύψει από τις αναφορές της Ομοσπονδιακής Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας στις ΗΠΑ, περί προβλημάτων που θα προέκυπταν από την τοποθέτηση κεραιών 5G κοντά στα αεροδρόμια. Μάλιστα, οι αεροπορικές εταιρείες είχαν σπύσει να προειδοποιήσουν και για την οικονομική ζημιά που θα προέκυπτε από τις ματαιώσεις πτήσεων λόγω των παρεμβολών του 5G. Οι επικεφαλής μεγάλων αεροπορικών εταιρειών, όπως η Delta, η United και άλλοι είχαν τονίσει ότι οι συνέπειες από τις παρεμβολές του 5G στις προσεγγίσεις αεροδρομίων θα μπορούσε να έχει έως και καταστροφικές συνέπειες, όπως αναφέρουν χαρακτηριστικά..Από την άλλη μεριά, τόνισαν, ελαφρώς αιχμηρά, ότι οι αμερικανικές ρυθμιστικές Αρχές είχαν στη διάθεσή του περίοδο 2 ετών περίπου για να προετοιμαστούν για την έλευση του δικτύου 5G.

3.4 Η ανάπτυξη προόδου στην Ασία

Οι φορείς εκμετάλλευσης κινητής τηλεφωνίας στην Ασία θα επενδύσουν τα επόμενα χρόνια σχεδόν 200 δις για την αναβάθμιση και επέκταση των δικτύων 4G και την έναρξη λειτουργίας των δικτύων 5G, προκειμένου να επιταχυνθεί η ανάπτυξη των ψηφιακών οικονομιών και κοινωνιών της περιοχής. Ενώ πλησιάζει η εποχή της εμπορικής διάθεσης του 5G, η τεχνολογία 4G συνεχίζει να αναπτύσσεται ταχύτατα. Σήμερα, στην περιοχή Ασίας και του Ειρηνικού όπου είναι η έδρα για τις δύο μεγαλύτερες αγορές κινητής τηλεφωνίας, ζουν περισσότεροι από τους μισούς συνδρομητές κινητής τηλεφωνίας, παγκοσμίως, την Κίνα και την Ίνδια.. Στα τέλη του περασμένου έτους, περίπου το 67% του πληθυσμού της Ασίας δηλαδή το 2,7 δις αποτελούνταν από μοναδικούς συνδρομητές κινητής τηλεφωνίας. Σύμφωνα με την τελευταία έκθεση της GSMA, περισσότερο από το ήμισυ του συνολικού αριθμού συνδέσεων της επόμενης γενιάς, που θα υπάρχουν εκείνη την περίοδο αναμένεται να

μεταφραστούν τον επόμενο χρόνο για την περιοχή της Ασίας, δηλαδή 675 εκατ. συνδέσεις 5G έως το 2025. Ενδεικτική της αυξανόμενης αξίας του mobile οικοσυστήματος στην οικονομία και σε υπερσύγχρονα ευρυζωνικά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας είναι η πρωτοπορία της Ασίας .

3.5 Η ανάπτυξη προόδου στην Ελλάδα

Το 5G δίκτυο ξεκίνησε στην Ελλάδα με κάθε επισημότητα με ολοκλήρωση της δημοπρασίας και την έναρξη της εμπορικής διάθεσης του δικτύου 5G σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη και άλλες πόλεις στην Ελλάδα. Τα δίκτυα πέμπτης γενιάς προσφέροντας πιο γρήγορες ταχύτητες από ποτέ, αλλά και πιο αξιόπιστες συνδέσεις σε smartphones και άλλες συσκευές αποτελούν την επόμενη γενιά συνδέσεων κινητών συσκευών στο διαδίκτυο. Η Ελλάδα αποσκοπεί ότι θα καταφέρει να κρατήσει τη θέση της ως μία από τις ευρωπαϊκές χώρες με τη μεγαλύτερη πληθυσμιακή κάλυψη καθώς οι τρεις πάροχοι της θέτουν υψηλούς στόχους για τα επόμενα χρόνια όσον αφορά τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 5^{ης} γενιάς.



Εικόνα 11: Δίκτυο 5G στην Ελλάδα

Στόχος για το τέλος του 2023 είναι το 90% με την τωρινή κάλυψη να ανέρχεται στο 70% του πληθυσμού της χώρας με σκοπό να φθάσει στο 80% μέχρι το τέλος της φετινής χρονιάς. Όμως κανένας πάροχος δεν αποσκοπεί να παραμείνει πίσω. Όσον

αφορά το ποσοστό της πληθυσμιακής κάλυψης, όπως ανέφερε στο πλαίσιο του 5G Southeastern Europe σημειώνεται ότι η Ελλάδα βρίσκεται, αυτή τη στιγμή, στην 6η θέση μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών.

Χαρακτηριστικά όπως είναι η ταυτόχρονη λειτουργία εκατοντάδων χιλιάδων συσκευών σε μία μόνο περιοχή, η δυνατότητα για «κατάτμηση» του δικτύου (network slicing) και η εξαιρετικά χαμηλή απόκριση (latency) θα επιτρέψει την υλοποίηση μίας νέας γενιάς εφαρμογών που θα αξιοποιούν μεταξύ άλλων το 5G & SA δίκτυο. Η σχεδίαση του 5G έχει βασιστεί στην σύνδεση όχι μόνο κινητών τηλεφώνων, αλλά πολλών περισσότερων συσκευών στο διαδίκτυο. Τα 5G σημειώνουν ταχύτητες σύνδεσης πολλαπλάσιες των σημερινών δικτύων 4G, ταχύτητες που την δεδομένη στιγμή αναγραφείς του άρθρου φτάνουν να ξεπερνούν τα 1.000Mbps (1Gbps). Με σκοπό την σημαντική αύξηση της στο μέλλον. Η πολύ χαμηλή απόκριση (latency) είναι το σημαντικό όφελος από τα 5G δίκτυα. Η απόκριση αυτή φτάνει σε τιμές ακόμα και στο 1ms ή 2 ms (milliseconds). Συγκριτικά υπολογίστε ότι στο δίκτυο 4G η απόκριση βρίσκεται περίπου στα 50 ms.

3.6 Η ανάπτυξη προόδου στην Ελβετία.

Υπό την αιγίδα της Swisscom τέθηκε σε λειτουργία στις 17 Απριλίου 2019 το πρώτο 5G δίκτυο στην Ελβετία. Το δίκτυο κάλυπτε 54 πόλεις με τη Βέρνη, τη Ζυρίχη, τη Γενεύη, τη Λωζάννη, το Νταβός, και τη Βασιλεία να είναι κάποιες από αυτές. Ιθύνοντες της ελβετικής εταιρείας δηλώνουν πως “πάνω από το 90% του πληθυσμού θα καλύπτεται ως το τέλος του 2019.”

Η Swisscom προς το παρόν προσφέρει στους συνδρομητές της το Samsung Galaxy το OPPO Reno 5G, S10 5G, και το LG V50 ThinQ 5G αλλά προσβλέπει και συνεργασίες με άλλες εταιρείες, όπως η Huawei, αργότερα μέσα στο 2019. Οποδήποτε υπάρχουν 5G υπηρεσίες της Swisscom θα λειτουργούν οι συγκεκριμένες συσκευές.

Η Sunrise, εργάζεται για τη διάθεση του δικού της 5G δικτύου ως τον δεύτερο μεγαλύτερο τηλεπικοινωνιακό πάροχο της χώρας. Η κάλυψη σε ορισμένες περιοχές της Ελβετίας φτάνει το 80-98% και ήδη καλύπτονται 200 πόλεις και κωμοπόλεις, το Στο 5G δίκτυο της Sunrise τέσσερα smartphones είναι συμβατά με : Xiaomi Mi MIX

3 5G, Samsung Galaxy Note10+ 5G και Samsung Galaxy S10 5G. Επίσης η εταιρεία προσφέρει και το HTC 5G Hub. Σε συνεργασία με τη Huawei, Sunrise ανακοίνωσε την επιτυχή διεξαγωγή δοκιμαστικού 5G με τη υψηλότερη ταχύτητα στο κόσμο (3.28 Gbps) στις 2 Δεκεμβρίου 2017. Έπειτα το πρώτο της προτυποποιημένο 5G δίκτυο στο χειμερινό θέρετρο του Laax στα 2252 μέτρα υψόμετρο τέθηκε σε λειτουργία τον Νοέμβριο του 2018,

Πέρισσι 2.000 κεραιές 5G να έχουν τοποθετηθεί στην Ελβετία η οποία βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της εγκατάστασης. Η εφαρμογή του όμως έχει τώρα επιβραδυνθεί. Λόγω των ανησυχιών που υπάρχουν για την υγεία μερικές περιοχές το έχουν σταματήσει εντελώς

3.7 Πόλεις με πιλοτικό δίκτυο 5G.

Στο Συμβούλιο της ΕΕ εγκρίθηκε τον Δεκέμβριο του 2017 το Σχέδιο Δράσης για το 5G το οποίο είχε προετοιμαστεί τον Σεπτέμβριο του 2016. Αρχικά σε πιλοτικό επίπεδο στόχος είναι μέχρι το 2020 η εμπορική διάθεση 5G υπηρεσιών σε μία πόλη κάθε κράτους μέλους. Η ονομασία που δόθηκε στο εγχείρημα είναι “5G Trials Cities”. Καταρτήθηκε μία μη-εξαντλητική λίστα με 35 πόλεις που περιελάμβανε το Αβέιρο, το Άμστερνταμ, , το Μπάρι, το Βερολίνο, το Μπρίστολ, τη Λ’Ακουίλα, το Έσπου, το Λονδίνο, τη Γάνδη, τη Μαδρίτη, η Ντουαί, τη Μάλαγα, το Ταλίν, το Μιλάνο, τη Ματέρα, τη Πάτρα, το Ούλου, τη Βαρκελώνη, το Τορίνο, το Πράτο, και εννέα μεγάλες πόλεις της Γαλλίας όπως η Γκρενόμπλ η Λαννιόν, η Μασσαλία, η Μπελφόρ, τη Στοκχόλμη, η Σοφία-Αντίπολις, το Μπορντό, , η Λυών, η Ναντ, και η Τουλούζη μέχρι το τέλος του Αυγούστου 2018. Το Παρίσι και 10 πόλεις στα προάστια του αναμένεται να περιλαμβάνει μια μελλοντική επέκταση της λίστας. Σε σύγκριση με τον ιδιωτικό τομέα οι πόλεις, ως δημόσιοι φορείς, έχουν διαφορετικά ενδιαφέροντα ακόμα και σε παρόμοιες χρήσεις,. Επικεντρώνονται περισσότερο σε τομείς όπως η ενέργεια, οι μεταφορές, η Ηλεκτρονική Υγεία και τα έξυπνα κτήρια. Τον παράγοντα της αξιοποίησης των δικτύων θα πρέπει να συνυπολογίσουν σε πραγματικό περιβάλλον χρήση αυτά τα δοκιμαστικά. Οι βασικές προτεραιότητες είναι κατά το δυνατόν μέγιστη συμμετοχή των τοπικών οικοσυστημάτων και των κατοίκων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

4. ΕΡΕΥΝΑ

4.1 Σκοπός Ερευνάς

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι πραγματοποιηθεί μελέτη και παρουσίαση των στοιχείων τα οποία συλλέχτηκαν σε αυτή όσο αφορά την γνώση και την χρήση καθώς και τα πλεονεκτήματα του δικτύου 5G.

4.2 Το δείγμα της έρευνας.

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του google ερωτηματολογίου μέσω του site κοινωνικής δικτύωσης facebook. . Οι απαντήσεις ήταν κλειστού τύπου πολλαπλής επιλογής. Το ερωτηματολόγιο κατασκευάστηκε για την διαπίστωση εαν ερωτηθέντες γνωρίζουν τον ερχομό του 5G δικτύου και των δυνατοτήτων του. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας του Τμήματος Πληροφορικής& Τηλεπικοινωνιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

4.3 Σχεδιασμός ερωτηματολογίου.

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας αποτελείται από 18 σύντομες ερωτήσεις. Κάθε έρευνα θα έχει αποκλίσεις από την πραγματικότητα, άλλες μικρότερες και άλλες μεγαλύτερες. Οι αποκλίσεις αυτές εξαρτώνται από τις συνθήκες σύμφωνα με τις οποίες απαντήθηκαν τα ερωτηματολόγια. Αυτό σημαίνει ότι τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν μπορούν να γενικευτούν. Είναι όμως ενδεικτικά της κατάστασης που επικρατεί. Στα παρακάτω γραφήματα συνοψίζεται το δείγμα το οποίο συγκεντρώθηκε από τα 50 άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα.

4.4 Ερωτηματολόγιο

1. Φύλο

- Άνδρας.
- Γυναίκα.

2. Ηλικία

- 12-32.
- 33-42.
- 43-53.
- 54 και άνω.

3. Μορφωτικό επίπεδο.

- Πρωτοβάθμια εκπαίδευση.
- Δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- Τριτοβάθμια εκπαίδευση.
- Κάτοχος μεταπτυχιακού/ διδακτορικού.

4. Γνωρίζετε τι είναι δίκτυο;

- ΝΑΙ.
- ΟΧΙ

5. Γνωρίζετε τι είναι τα ασύρματα δίκτυα;

- ΝΑΙ.
- ΟΧΙ.

6. Γνωρίζεται της γενιές δικτύων;

- ΝΑΙ.
- ΟΧΙ.

7. Ποιες από τις παρακάτω γενιές δικτύων γνωρίζεται;

- 1G.
- 2G.
- 3G.
- 4G.

- 5G.

8. Έχετε ενημερωθεί για το δίκτυο 5^{ης} γενιάς ή αλλιώς 5G δίκτυο;

- Ναι.
- Όχι.

9. Γνωρίζετε εάν το δίκτυο 5^{ης} γενιάς είναι διαθέσιμο σήμερα;

- Ναι.
- Όχι.

10. Για λειτουργία του 5G δικτύου χρειάζεται νέο εξοπλισμό;

- Ναι.
- Όχι.

11. Σε ποιους τομείς συνδεσιμότητας χρησιμοποιείται;

- Των βελτιωμένων κινητών ευρυζωνικών συνδέσεων.
- Των κρίσιμων επικοινωνιών.
- Του τεράστιου ΙοΤ.
- Όλων των παραπάνω.

12. Ποια δυνατότητα της τεχνολογίας 5G θεωρείτε πιο σημαντική;

- Το υψηλό εύρος ζώνης.
- Την παρακολούθηση από οπουδήποτε.
- Τη χωρητικότητα.
- Την πολλαπλή πρόσβαση σε ταυτόχρονες συσκευές.
- Τις προηγμένες λειτουργίες.
- Όλες τις παραπάνω.

13. Ποιο είναι το μεγαλύτερο μειονέκτημα της τεχνολογίας;

- Η τεχνολογία είναι υπό εξέλιξη.
- Η απουσία ασφάλειας.
- Η απουσία συμβατότητα με ορισμένες συσκευές.
- Το κόστος.

- Όλα τα παραπάνω.

14. Έχετε προφυλάξεις και ενδυσασμούς όσον αφορά την ασφάλεια για το 5G;

- Ναι.
- Όχι.

15. Με τον ερχομό του 5G η χρησιμοποίηση των τεχνολογιών του AR/VR θα αυξηθεί. Η ένταξη αυτών των τεχνολογιών σε πολλούς κλάδους, όπως η ιατρική, πιστεύετε ότι θα παρέχει πλεονεκτήματα ή θα προκαλέσει προβλήματα;

- Θα παρέχουν πλεονεκτήματα.
- Θα προκαλέσουν προβλήματα.

16. Το 5G θα βελτιώσει και θα αυξήσει την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση/εργασία. Προτιμάτε την απομακρυσμένη ή δια ζώσης εκπαίδευση/εργασία;

- Εξ' αποστάσεως.
- Δια ζώσης.

17. Σε ποιους τομείς πιστεύετε ότι η τεχνολογία 5G θα βοηθήσει;

- Εκπαίδευση.
- Εργασία.
- Υγεία.
- Βιομηχανία.
- Κανέναν.
- Όλους.

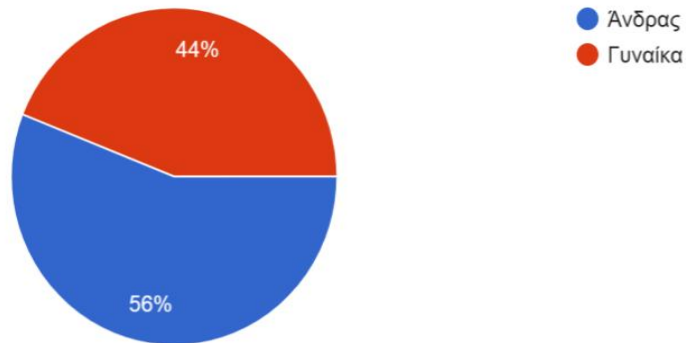
18. Πως βαθμολογείτε την έρευνα.

- Αδιάφορη.
- Μέτρια.
- Καλή.
- Άριστη.

4.5 Απαντήσεις ερωτηθέντων.

1. Φύλο

50 απαντήσεις

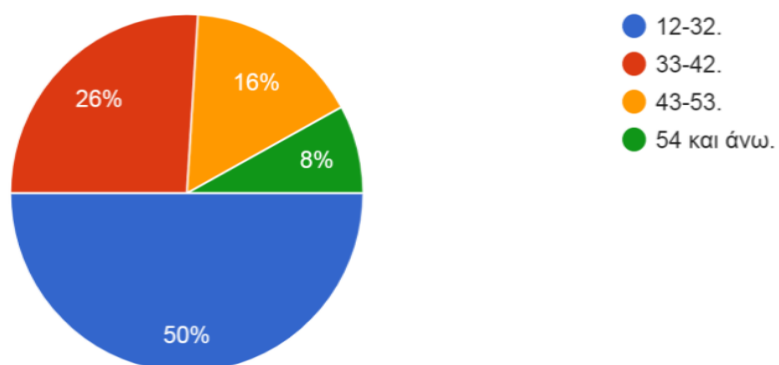


Γράφημα 1: Φύλο

Στην έρευνα μας από τα 50 άτομα που απάντησαν στις ερωτήσεις μας ήταν άντρες με ποσοστό 56%, ενώ το ποσοστό των γυναικών ήταν πιο μικρό και πιο συγκεκριμένα 44%(Γράφημα 1)

2. Ηλικία

50 απαντήσεις



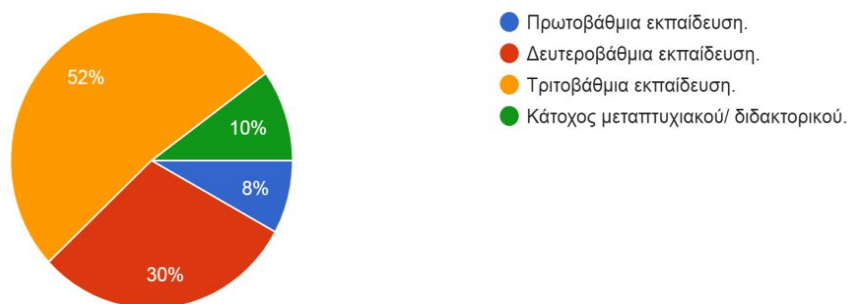
Γράφημα 2: Ηλικία

Όσο αφορά την ηλικία το 50% ήταν άτομα ηλικία μεταξύ 12-32. Τα άτομα ηλικίας 33-42 συμμετείχαν με ποσοστό 26% ενώ τα άτομα 43-53 με ποσοστό 16%. Τέλος

μικρό ήταν το ποσοστό των ατόμων από 54 και άνω αφού συγκέντρωσε ποσοστό 8%.(Γράφημα 2)

3. Μορφωτικό επίπεδο.

50 απαντήσεις

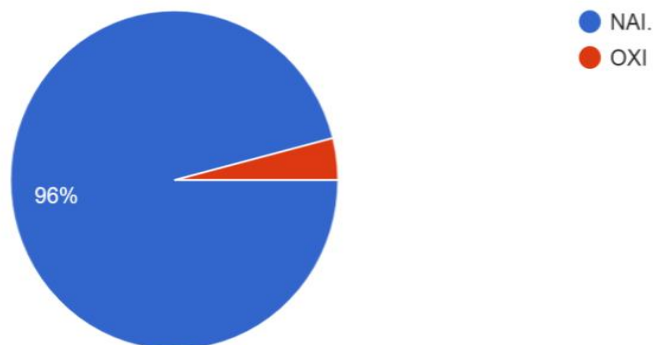


Γράφημα 3 :Μορφωτικό επίπεδο.

Όσο αφορά το μορφωτικό επίπεδο των ερωτηθέντων βλέπουμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν άτομα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης αφού συμπλήρωσε ποσοστό 52%, έπειτα έρχεται η δευτεροβάθμια εκπαίδευση με ποσοστό 30. Ακόμη ένα ποσοστό 10% ήτανε κάτοχοι μεταπτυχιακού ή διδακτορικού και τέλος ένα ποσοστό 8% είχαν ολοκλήρωση μόνο την πρωτοβάθμια εκπαίδευση.(Γράφημα 3)

4. Γνωρίζετε τι είναι δίκτυο;

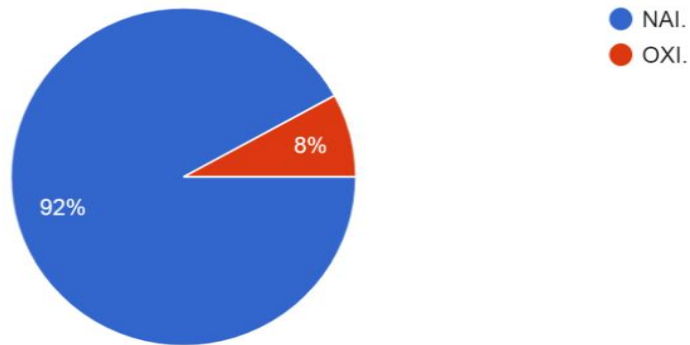
50 απαντήσεις



Γράφημα 4:Γνώριζετε το δίκτυο.

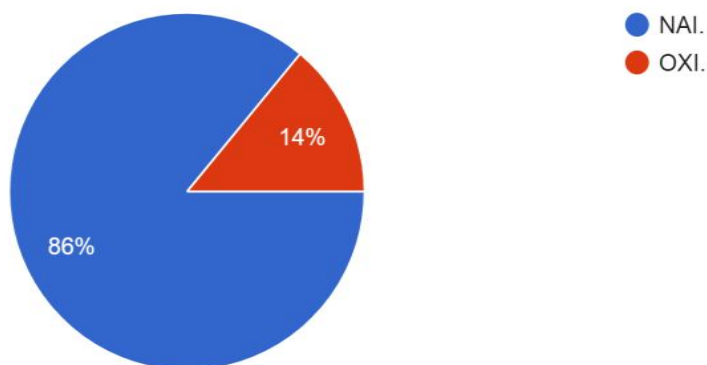
Σχετικά με το δίκτυο το συντριπτικό ποσοστό του 96% δηλώνει ότι οι ερωτηθέντες είναι ενήμεροι για το δίκτυο και μόνο το 4% δεν το γνωρίζει.(Γράφημα 4)

5.Γνωρίζετε τι είναι τα ασύρματα δίκτυα;
50 απαντήσεις

**Γράφημα 5:Ασύρματα δίκτυα.**

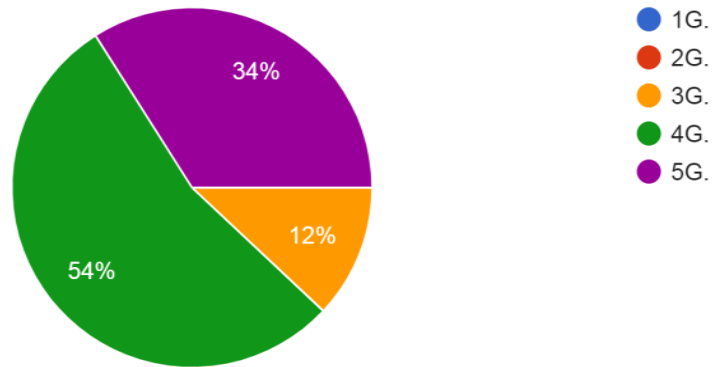
Όσο αφορά τα ασύρματα δίκτυα το 92% των συμμετεχόντων γνωρίζουν τα ασύρματα δίκτυα και μόνο το 8% αυτών δεν τα γνώριζαν.(Γράφημα 5)

6.Γνωρίζεται της γενιές δικτύων;
50 απαντήσεις

**Γράφημα 6:Γενιές δικτύων**

Σχετική εντύπωση μας έκανε ότι το 86% των συμμετεχόντων γνωρίζουν τις γενιές δικτύων ενώ μόνο το 14% αυτών δεν γνώριζε.(Γράφημα 6)

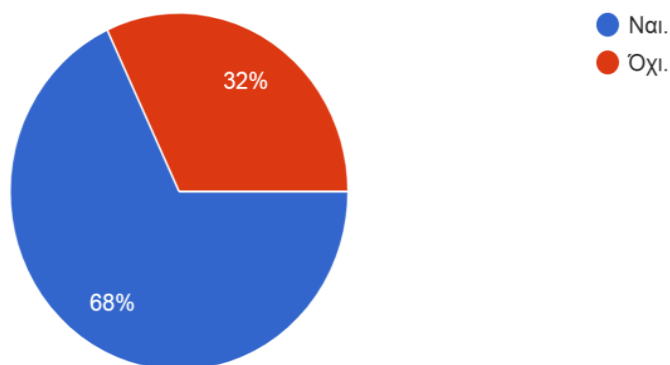
7. ποιες από τις παρακάτω γενιές δικτύων γνωρίζεται;
50 απαντήσεις



Γράφημα 7: Γνώση γενιών δικτύων

Όσο αφορά την γνώση στις γενιές δικτύων το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων γνώριζε το 4G με ποσοστό 54%, ακολουθεί το 5G με ποσοστό 34% και τέλος το 3G με ποσοστό 12%.(Γράφημα 7)

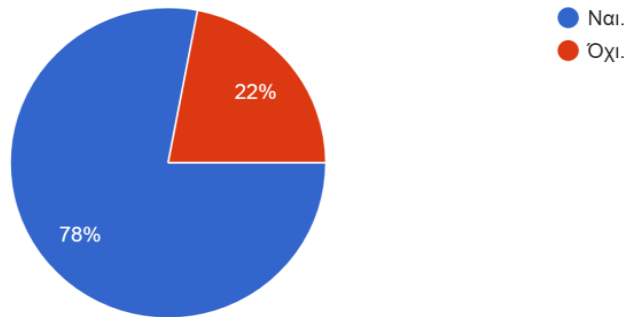
8. Έχετε ενημερωθεί για το δίκτυο 5ης γενιάς ή αλλιώς 5G δίκτυο;
50 απαντήσεις



Γράφημα 8: Δίκτυο 5G

Όσο αφορά την τεχνολογία 5G ένα μεγάλο ποσοστό των συμμετεχόντων γνώριζε το δίκτυο 5^{ης} γενιάς με ποσοστό 68% ενώ ένα ποσοστό 32% δεν είχε ενημερωθεί.(Γράφημα 8)

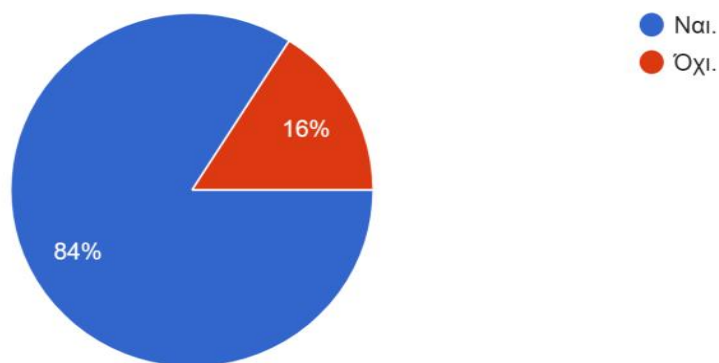
9. Γνωρίζετε εάν το δίκτυο 5ης γενιάς είναι διαθέσιμο σήμερα;
50 απαντήσεις



Γράφημα 9: Διαθέσιμο δίκτυο 5^{ης} γενιάς

Σχετικά με το εάν είναι διαθέσιμο το δίκτυο 5^{ης} γενιάς σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό με 78% απάντησε ναι σε αντίθεση με το 22% που απάντησε όχι. (Γράφημα 9)

10. Για λειτουργία του 5G δικτύου χρειάζεται νέο εξοπλισμό;
50 απαντήσεις

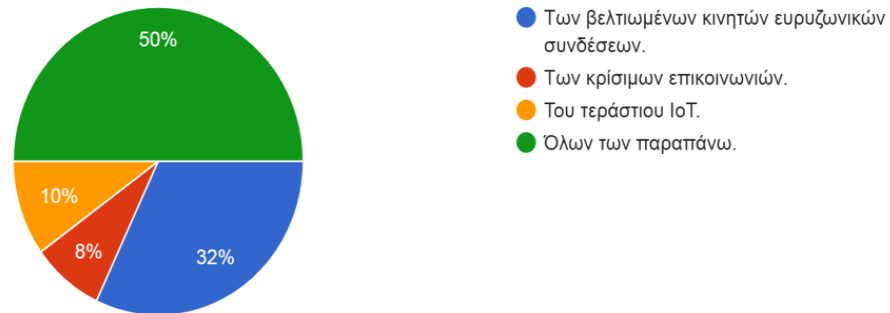


Γράφημα 10: Εξοπλισμός δικτύου 5^{ης} γενιάς

Σχετικά με τον εξοπλισμό που απαιτείται το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων απάντησε ότι απαιτείται νέος εξοπλισμός αφού συγκέντρωσε

ποσοστό 84% και μόνο το 16% θεωρεί ότι δεν απαιτεί αλλαγή του εξοπλισμού.
(Γράφημα 10)

11. Σε ποιους τομείς συνδεσιμότητας χρησιμοποιείται;
50 απαντήσεις



Γράφημα 11: Τομείς συνδεσιμότητας

Σχετικά με τους τομείς συνδεσιμότητας είδαμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων γνωρίζουν όλους τους τομείς συνδεσιμότητας αφού το ποσοστό ήταν 50%, έπειτα έρχεται η απάντηση των βελτιωμένων κινητών ευρυζωνικών συνδέσεων με ποσοστό 32%, ενώ του τεράστιου IoT το γνώριζαν το 10% των συμμετεχόντων και μόνο το 8% γνώριζαν την συνδεσιμότητα των κρίσιμων επικοινωνιών. (Γράφημα 11)

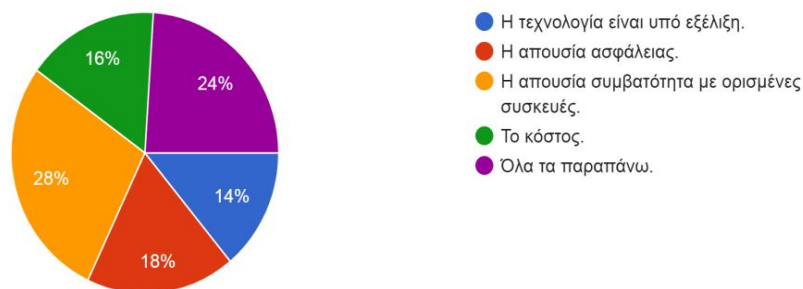
12. Ποια δυνατότητα της τεχνολογίας 5G θεωρείτε πιο σημαντική;
50 απαντήσεις



Γράφημα 12: Δυνατότητες 5G

Όσο αφορά τις δυνατότητες που παρέχει η τεχνολογία 5G οι απαντήσεις που δόθηκαν είναι το 40% γνωρίζουν όλες τις δυνατότητες ενώ ένα 20% γνωρίζουν τις προηγμένες λειτουργίες και άλλο ένα 20% το υψηλό εύρος ζώνης. Αντίθετα το 10% γνωρίζουν την δυνατότητα πολλαπλής πρόσβασης σε ταυτόχρονες συσκευές ενώ την δυνατότητα παρακολούθησης από οπουδήποτε την γνωρίζουν το 6% ενώ τη χωρητικότητα την γνώριζαν μόνο το 4%.(Γράφημα 12)

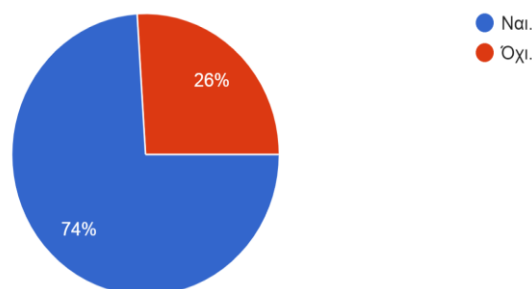
13. Ποιο είναι το μεγαλύτερο μειονέκτημα της τεχνολογίας;
50 απαντήσεις



Γράφημα 13: Μειονέκτηματα 5G

Όσο αφορά το μεγαλύτερο μειονέκτημα της τεχνολογίας 5G το 28% θεωρεί πως απουσία συμβατότητας με ορισμένες συσκευές, το 24% θεωρεί πως όλες οι απαντήσεις είναι μειονεκτήματα, ένα ποσοστό 18% θεωρεί την απουσία ασφάλειας το 16% το κόστος. Τέλος το 14% των συμμετεχόντων θεωρεί ότι το μειονέκτημα είναι ότι η τεχνολογία είναι ακόμη υπό εξέλιξη.(Γράφημα 13)

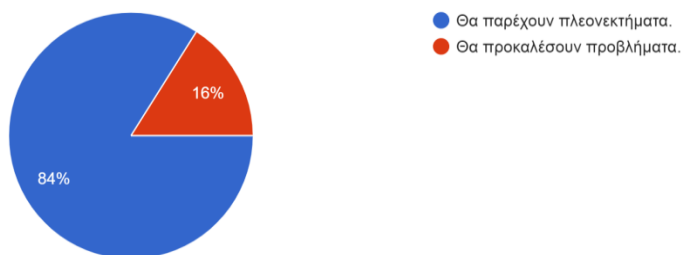
14. Έχετε προφυλάξεις και ενδυσασμούς όσον αφορά την ασφάλεια για το 5G;
50 απαντήσεις



Γράφημα 14: Προφυλάξεις και ενδιασμούς

Σχετικά με τον εάν οι συμμετάσχοντες έχουν ενδιασμούς και προφυλάξεις με την χρήση του δικτύου το μεγαλύτερο ποσοστό με 74% απάντησαν ναι ενώ μόνο το 26% απάντησαν όχι.(Γράφημα 14)

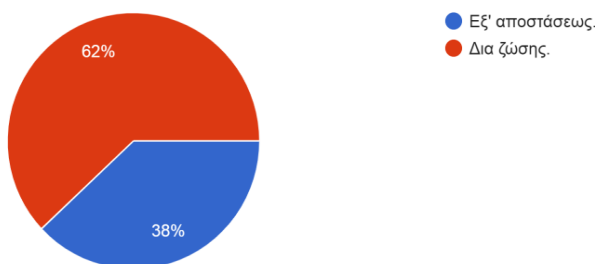
15. Με τον ερχομό του 5G η χρησιμοποίηση των τεχνολογιών του AR/VR θα αυξηθεί. Η ένταξη αυτών των τεχνολογιών σε πολλούς κλάδους, όπ...πλεονεκτήματα ή θα προκαλέσει προβλήματα;
50 απαντήσεις



Γράφημα 15: Τεχνολογία AR/VR

Σχετικά με το εάν οι τεχνολογία AR/VR θα προκαλέσει προβλήματα η θα παρέχει πλεονεκτήματα το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων θεωρεί ότι θα παρέχει πλεονεκτήματα αφού συμπλήρωσε 84% και μόνο το 16% απάντησε ότι θα προκαλέσει προβλήματα.(Γράφημα 15)

16. Το 5G θα βελτιώσει και θα αυξήσει την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση/εργασία. Προτιμάτε την απομακρυσμένη ή δια ζώσης εκπαίδευση/εργασία;
50 απαντήσεις

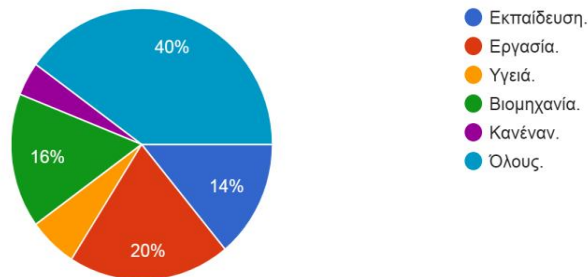


Γράφημα 16: Βελτίωση Εκπαίδευση/Εργασία

Σχετικά με την ερώτηση εάν το δίκτυο 5G θα βοηθήσει την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση και εργασία το μεγαλύτερο ποσοστό θεωρεί ότι η δια ζώσης βοηθάει

περισσότερο διότι συμπλήρωσε ποσοστό 62% και μόνο το 38% πιστεύει ότι η εξ' αποστάσεως βοηθάει.(Γράφημα 16)

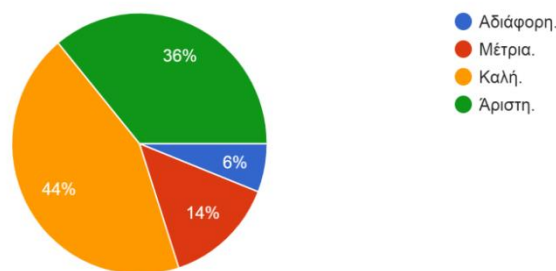
17. Σε ποιους τομείς πιστεύετε ότι η τεχνολογία 5G θα βοηθήσει;
50 απαντήσεις



Γράφημα 17: Επωφελείς τομείς

Σχετικά με τους τομείς που επωφελή το 5G δίκτυο θεωρεί το 40% όλους τους τομείς της ερώτησης, το 20% την εργασία, το 16% την βιομηχανία, το 14% την εκπαίδευση, το 6% την υγεία και τέλος το 4% θεωρεί ότι δεν επωφελή κανέναν τομή.(Γράφημα 17)

18. Πως βαθμολογείτε την έρευνα.
50 απαντήσεις



Γράφημα 18: Βαθμολόγηση έρευνας

Σχετικά με το πώς θεωρούν την έρευνα οι συμμετέχοντες το 44% θεωρεί την έρευνα καλή, το 36% άριστη, το 14% μέτρια και μόλις 6% θεωρούν αυτή την έρευνα αδιάφορη.(Γράφημα 18)

4.6 Συμπεράσματα έρευνας

Στην έρευνα μας για την ολοκλήρωση της πτυχιακή μας άσκησης συμμετείχαν συνολικά 50 άτομα εκ των οποίων το μεγαλύτερο ποσοστό ήταν άντρες ηλικίας 12 έως 32. Το μορφωτικό επίπεδο τους επίπεδο ήταν η τριτοβάθμια εκπαίδευση αφού συμπλήρωσε το μεγαλύτερο ποσοστό. Είδαμε ότι οι συμμετέχοντες γνωρίζουν τι είναι δίκτυο και τι ασύρματο δίκτυο. Σχετικά με την ερώτηση εάν γνωρίζουν τις γενιές των δικτύων το μεγαλύτερο ποσοστό συμπλήρωσε το 4G, 5G, 3G ενώ κανένας δεν γνώριζε το 1G και 2G. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός παρόλο ότι το 5G δεν έχει χρησιμοποιηθεί πλήρως οι περισσότεροι πλέον το γνωρίζουν. Και πέρα του γεγονός ότι δεν έχει εξαπλωθεί πλήρως οι συμμετέχοντες γνωρίζουν και την θετική και αρνητική πλευρά του. Αυτό φαίνεται επίσης και από την ερώτηση εάν έχουν ενδιασμούς και προφυλάξεις αφού το μεγαλύτερο ποσοστό απάντησε θετικά στην ερώτηση. Επίσης ενθουσιασμό προκαλεί το γεγονός ότι προτιμούν την δια ζώσης εκπαίδευση και εργασία αλλά αντίθετα θεωρούν ότι θα βοηθήσει στους περισσότερους τομείς της κοινωνίας. Τέλος το ερωτηματολόγιο σε πολύ υψηλό ποσοστό θεωρείτε καλό έως άριστο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

5. Συμπεράσματα

Ο λόγος πραγματοποίησης της συγκεκριμένης πτυχιακής ήτανε η γνωριμία με τα ασύρματα δίκτυα και πιο συγκεκριμένα με το δίκτυο τελευταίας γενιάς το 5G. Στην αρχή της εκπόνησης της εργασίας είδαμε γενικότερα το δίκτυο πως με την πάροδο τον χρόνων οι κατηγορίες αλλάζανε σύμφωνα με τις ανάγκες των χρηστών.

Στο επόμενο κεφάλαιο ασχοληθήκαμε με το δίκτυο 5^{ης} γενιάς ή αλλιώς 5G. Πιο συγκεκριμένα είδαμε την αρχιτεκτονική του δικτύου, την εξέλιξη υφιστάμενων RAT , την ανάπτυξη μικρού κυττάρου Hyperdense, το δίκτυο αυτο-οργάνωσης, την επικοινωνία τύπου μηχανής, την ανάπτυξη RAT χιλιοστομετρητή, το επανασχεδιασμός συνδέσμων Backhaul, την ενεργειακή απόδοση, την κατανομή Νέου Φάσματος για 5G, την κοινή χρήση φάσματος και την εικονικοποίηση RAN. Στην συνέχεια αναφερθήκαμε στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του δικτύου καθώς και τα συστατικά για την διάδοση του.

Στο επόμενο κεφάλαιο είδαμε πως οι διάφορες χώρες αντιμετωπίζουν την διάδοση του δικτύου.

Στο τελευταίο διεξήγαμε αποτελέσματα από την έρευνα που πραγματοποιήσαμε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. "Technologies for Network 2030", ITU-T, 2018.
2. Τοπολογία δικτύου [Online] Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.tnuda.org.il/en/physics-radiation/radio-frequency-rf-radiation/cellular-communication-network-technologies>
3. Παπαϊωάννου Ε. Κινητά και ασύρματα δίκτυα.(χ.χ). Εισαγωγικά στοιχεία.[Πανεπιστημιακές Σημειώσεις] Πάτρα. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο:<https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/CULTURE160/s tmwn-section-2.pdf>
4. Herbert Taub – Donald L. Schilling, Αποδοση: Γ.Κ.Τσιρης- Σ.Σ.Κουκουρλης, Μεταφραση:Σ.Σ.Κουκουρλης (2003) “Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα”, Εκδόσεις Α. Τζιόλα Ε. Θεσσαλονικη
5. Η Ιστορία των Τηλεπικοινωνιών. [Online] Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <http://cgi.di.uoa.gr/~std03134/telcomhist/telcomhist.htm>
6. A. U. Gawas, (2015). “An Overview on Evolution of Mobile Wireless Communication Networks: 1G-6G,” International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, Vol.3, Issue.5.
7. Jonathan Rodriguez. (2015).Fundamentals of 5G Mobile Networks .
8. Stallings W. - Beard C. Εκδόσεις Τζιόλα & υιοί Α.Ε., 2016. Ασύρματες Επικοινωνίες, Δίκτυα και Συστήματα.
9. <http://www.emfexplained.info/?ID=25916>
10. Λυδία Κωστικίδου, Αβραμόπουλος Ηρακλής, Τεχνολογίες Radio-Over-Fiber για συστήματα 5G, 2016
11. Δημόπουλος Δημήτριος, Φαμέλης Παναγιώτης, Βενιέρης Ιάκωβος, Μελέτη της Ομιχλώδους Επεξεργασίας (Fog Computing) - Σχεδίαση και Ανάπτυξη Εφαρμογής, 2018.
12. 5G Vision -The 5G Infrastructure Public Private Partnership: the next generation of communication networks and services [Online]. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf>
13. Jen-Yuan Hsu [2017], “5G Network MIMO Technology”, Information and Communication Laboratories (ICL), ITRI [Online] Διαθέσιμο στο σύνδεσμο:

https://www.b2match.eu/system/eu-taiwan-2017/files/S3.3_Steven_Hsu_EU-TW_5G_network_MIMO_technology-

14. D2D Evolution Towards 5G [Online] Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <http://d2d-4-5g.gforge.inria.fr/>
15. Annabel Z. Dodd (2012) “The Essential Guide to Telecommunications - Fifth Edition”, Prentice Hall, United States.
16. Rodriguez (2015) “Fundamentals of 5G Mobile Networks”, John Wiley & Sons, Ltd.
17. John G. Proakis – Masound Salehi, Μετάφραση-Επιμέλεια: Κ.Καρούμπαλος-Ε.Ζέρβας-Σ.Καραμπογιάς-Ε.Σαγκριώτης (2002) “Συστήματα Τηλεπικοινωνιών”, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Πηγές Εικόνων

Εικόνα εξωφύλλου:5G Δίκτυ.

Πηγή: <https://www.9volto.gr/blog/ti-einai-to-5g/>

Εικόνα 1:Ασύρματο Δίκτυο

Πηγή:https://www.google.com/search?q=%CE%B1%CF%83%CF%85%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF&tbm=isch&ved=2ahUKEwih-6jthfT6AhX5Y6QEHWKADpIQ2-cCegQIABAA&oq=%CE%B1%CF%83%CF%85%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF&gs_lcp=CgNpbWcQAzIFCAAQgAQyBwgAEIAEEBgyBwgAEIAEEBgyBwgAEIAEEBhQAFgAYMwGaABwAHgAgAGjAYgBowGSAQMwLjGYAQCqAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&scient=img&ei=8v1TY6G6EfnHkdUP4oC6kAk&bih=657&biw=1366#imgrc=QdG9QB3NGsn6IM&imgdii=5ZQY6ws9Svm9uM

Εικόνα 2:Τοπολογία δικτύου

Πηγή:https://www.google.com/search?q=%CE%B1%CF%83%CF%85%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF&tbm=isch&ved=2ahUKEwih-6jthfT6AhX5Y6QEHWKADpIQ2-cCegQIABAA&oq=%CE%B1%CF%83%CF%85%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF&gs_lcp=CgNpbWcQAzIFCAAQgAQyBwgAEIAEEBgyBwgAEIAEEBgyBwgAEIAEEBhQAFgAYMwGaABwAHgAgAGjAYgBowGSAQMwLjGYAQCqAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&scient=img&ei=8v1TY6G6EfnHkdUP4oC6kAk&bih=657&biw=1366#imgrc=3zkWNamGp_7GdM

Εικόνα 3: Η εξέλιξη των δικτύων

Πηγή:https://www.google.com/search?q=1g+diktyo&tbm=isch&ved=2ahUKEwjo_Mm-hPT6AhUoZaQEHDxmB00Q2-cCegQIABAA&oq=1g+diktyo&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECCMQJ1AAWABgmXloAHAAeACAAZE BiAGRAZIBAzAuMZgBAKoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scient=img&ei=g_xTY6ivMqjKkdUP3M2d6AQ&bih=633&biw=743#imgrc=rPT_idqflegdCM

Εικόνα 4: Δίκτυα 4G

Πηγή:https://www.google.com/search?q=4g+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%B1&tbm=isch&ved=2ahUKEwj6g6LGjvT6AhUBTqQEHQ6A6A88Q2-cCegQIABAA&oq=4g+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%B1&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzoHCCMQ6gIQJzoICAAQgAQOQsQM6BQgAEIAEOgcIABCABBADOGcIABCA BBAYUMoKWLZmYL9raARwAHgAgAGkAYgB9AuSAQQwLjExmAEOAEBqgELZ3dzLXdpei1

[pbWewAQrAAQE&scient=img&ei=EAdUY_q7EoGckdUPgPSM-Aw&bih=657&biw=1366#imgrc=zcvyoFtz5AKiM](https://www.google.com/search?q=%CE%94%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%B1+%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%82+5%CE%B7%CF%82+%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%AC%CF%82&biw=1366&bih=657&tbm=isch&sxsrf=ALiCzsazvugTOBctxSpThY8B82o7eJ2Tag:1666451214935&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwjAks7FjvT6AhU7XvEDHcUOCTcQ_AUoA3oECAMQBO#imgrc=LoI5CY6Ab_S2M)

Εικόνα 5: Δίκτυα 5G

Πηγή:https://www.google.com/search?q=%CE%94%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%B1+%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%82+5%CE%B7%CF%82+%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%AC%CF%82&biw=1366&bih=657&tbm=isch&sxsrf=ALiCzsazvugTOBctxSpThY8B82o7eJ2Tag:1666451214935&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwjAks7FjvT6AhU7XvEDHcUOCTcQ_AUoA3oECAMQBO#imgrc=LoI5CY6Ab_S2M

Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική δικτύου 5^{ης} γενιάς

Πηγή:https://www.google.com/search?q=%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%89%CE%BD.5%CE%B7%CF%82+%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%AC%CF%82&tbm=isch&ved=2ahUKEwj6g6LGjvT6AhUBTqQEHQA6A88Q2-cCegQIABAA&oq=%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%89%CE%BD.5%CE%B7%CF%82+%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%AC%CF%82&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJ1DLD1jLD2DKG2gBcAB4AIABd4gBd5IBAzAuMZgBAKAB_AaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scient=img&ei=EAdUY_q7EoGckdUPgPSM-Aw&bih=657&biw=1366#imgrc=HyGz1JSYyn7zEM&imgdii=ebWxsIcKFhNYHM

Εικόνα 7: Σχεδιασμός δικτύου 5^{ης} γενιάς

Πηγή:[https://www.google.com/search?q=%E2%80%A2+PCF+\(Policy+Control+Function&sxsrf=ALiCzsZ09ilybU2B94VveSt8oIhXK2CQw:1666452375906&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKewjulJrvkvT6AhU3QfEDHZNtAI0Q_AUoAnoECAIQBA&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgrc=PIJLNvA603JXLM](https://www.google.com/search?q=%E2%80%A2+PCF+(Policy+Control+Function&sxsrf=ALiCzsZ09ilybU2B94VveSt8oIhXK2CQw:1666452375906&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKewjulJrvkvT6AhU3QfEDHZNtAI0Q_AUoAnoECAIQBA&biw=1366&bih=657&dpr=1#imgrc=PIJLNvA603JXLM)

Εικόνα 8: Εξέλιξη δικτύου 5^{ης} γενιάς

Πηγή:<http://www.emfexplained.info/?ID=25916>

Εικόνα 9: Ανάπτυξη δικτύου 5^{ης} γενιάς

Πηγή:<https://www.fortunegreece.com/article/mnimonio-gia-tin-anaptixi-pilotikou-diktiou-5g-stin-kalamata-me-ti-stirixi-tis-wind/>

Εικόνα 10: Δίκτυο 5^{ης} γενιάς στην ΕΕ

Πηγή:https://www.google.com/search?q=%CE%97+%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%8D%CE%BF%CF%85.+5%CE%B3&tbm=isch&chips=q:%CE%B7+%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%8D%CE%BF%CF%85+5%CE%B3,online_chips:%CE%BA%CE

https://www.google.com/search?q=%CE%97+%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%8D%CE%BF%CF%85.&sxsrf=ALiCzsaqFYJPLMxzmB3r_B4d1gbCwGrTXA:1668009638393&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiYsOmPvKH7AhWJSfEDHaZQDK4Q_AUoAnoECAEQBA&biw=743&bih=633&dpr=1#imgrc=1FFYn5TulVCMcM

Εικόνα 11: Δίκτυο 5G στην Ελλάδα

Πηγή: https://www.google.com/search?q=%CE%97+%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%8D%CE%BF%CF%85.&sxsrf=ALiCzsaqFYJPLMxzmB3r_B4d1gbCwGrTXA:1668009638393&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiYsOmPvKH7AhWJSfEDHaZQDK4Q_AUoAnoECAEQBA&biw=743&bih=633&dpr=1#imgrc=1FFYn5TulVCMcM