



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

" 5G ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ"

ΛΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΤΖΗΜΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ 28/11/2021

ΠΑΤΡΑ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή Πάτρα, Ημερομηνία

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Ονοματεπώνυμο, Υπογραφή
2. Ονοματεπώνυμο, Υπογραφή
3. Ονοματεπώνυμο, Υπογραφή

### **Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή**

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τη συγκεκριμένη εργασία.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Λιανόπουλου Απόστολου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιοδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών κύριο Τζήμα Ιωάννη για την εμπιστοσύνη και την δυνατότητα να αναλύσω και να ανακαλύψω τις δυνατότητες του 5G το οποίο σύμφωνα με τους ερευνητές θα είναι καθοριστικό στην καθημερινότητα των ανθρώπων.

Δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω όλους του καθηγητές που είχα όλα αυτά τα χρόνια της μέχρι στιγμής ακαδημαϊκής μου ζωής, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν. Ιδιαίτερα οφείλω ένα ευχαριστώ στους καθηγητές της κατεύθυνσης μου ‘ Μηχανικών Δικτύων ’, διότι καθόλι την διάρκεια παρακολούθησης των μαθημάτων της κατεύθυνσης ήταν πάντα πρόθυμοι και πλήρως επεξηγηματικοί.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια μου και σε όσους μου στάθηκαν όλα αυτά τα χρόνια και δεν με άφησαν να παρατήσω τα όνειρα μου.

Αποστόλης Λιανόπουλος  
Πάτρα, 2021

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγγραφής της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η γνωριμία με το 5G και με το Internet of things. Αρχικά εξηγώ τι είναι τα ασύρματα δίκτυα Παρόλο που το 5G έχει μπει για τα καλά στην ζωή μας πολλοί είναι αυτοί που δεν γνωρίζουν την ιστορία του και την τεράστια δύναμη που μας δίνει. Έτσι παρουσιάζω την ιστορική αναδρομή του 5G από την πρώτη γενιά έως και σήμερα, καθώς και σύγκριση των δικτύων μεταξύ τους.

Στην συνέχεια αναφέρω την αρχιτεκτονική των 5G δικτύων και τον τεμαχισμό του, και αναλύω πλήρως ένα μέρος των περιπτώσεων χρήσης του 5G στην καθημερινή ζωή.

Στο κεφάλαιο 3 έχω εστιάσει μόνο στα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα του 5G δικτύου

Στο κεφάλαιο 4 εμφανίζεται το Internet of things. Έχουμε τον ορισμό του ιστορική αναδρομή καθώς και την αρχιτεκτονική. Τέλος παρουσιάζω τους τομείς εφαρμογής του IoT στην ζωή μας όπως στην υγεία, λιανεμπόριο κ.α

Κλείνοντας στο κεφάλαιο 5 έχουμε διάφορα μοντέλα επικοινωνίας καθώς και αρκετά από τα πιο γνωστά πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως TCP, IP κ.α.

## **ABSTRACT**

The purpose of writing this dissertation is to become familiar with 5G and the Internet of things. First I explain what wireless networks are. Although 5G has entered our lives for good, many are unaware of its history and the enormous power it gives us. This is how I present the historical background of 5G from the first generation until today, as well as a comparison of the networks between them.

Then I mention the architecture of 5G networks and its fragmentation, and I fully analyze a part of the cases of using 5G in everyday life.

In Chapter 3 I have focused only on the disadvantages and advantages of 5G network

Chapter 4 shows the Internet of things. We have the definition of historical background as well as architecture. Finally, I present the areas of application of the IoT in our lives such as health, retail, etc.

Closing in chapter 5 we have various communication models as well as several of the most well-known communication protocols such as TCP, IP etc.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	10
ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ	
1.1 Ορισμός WSN.....	10
1.2 Κατηγορίες δικτύων.....	11
1.2.1 Είδη δικτύων ανάλογα με την γεωγραφική κατανομή.....	11
1.2.2 Είδη δικτύων ανάλογα με τον τηλεπικοινωνιακό φορέα .....	13
1.3 1G Generation.....	14
1.4 2G Generation.....	15
1.5 3G Generation.....	15
1.6 4G Generation.....	16
1.6.1 LTE.....	16
1.6.2 LTE+ (ADVANCED).....	17
1.7 5G Generation.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	21
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΧΡΗΣΗΣ	
2.1 Αρχιτεκτονική δικτύων.....	21
2.2 Αρχιτεκτονική 5G 3GPP.....	21
2.3 MEC.....	22
2.4 NFV και 5G.....	22
2.5 Τεμαχισμός δικτύου 5G.....	23
2.6 Εισαγωγή στις περιπτώσεις χρήσης των 5G.....	23
2.6.1 Έξυπνες πόλεις.....	23
2.6.2 Αυτόνομα οχήματα.....	25
2.6.3 Ψυχαγωγία.....	25
2.6.4 Υγεία.....	25
2.6.5 Λιανεμπόριο.....	27
2.6.6 Γεωργία.....	27
2.6.7 Βιομηχανία.....	28
2.6.8 Εκπαίδευση.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	32
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ 5G	
3.1 Πλεονεκτήματα του 5G.....	32
3.1.1 Μεγαλύτερη ταχύτητα στις μεταδόσεις.....	32
3.1.2 Χαμηλότερη καθυστέρηση.....	33
3.1.3 Μεγαλύτερος αριθμός συνδεδεμένων συσκευών.....	33
3.1.4 Τεμαχισμός δικτύου.....	33
3.2 Μειονεκτήματα του 5G.....	34
3.2.1 Περιορισμένη Παγκόσμια Κάλυψη.....	34
3.2.2 Μειωμένη απόσταση μετάδοσης.....	35
3.2.3 Ταχύτητες μεταφόρτωσης.....	35

3.2.4	Εξασθενημένες μπαταρίες συσκευής.....	35
3.2.5	Κυβερνασφάλεια.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....		38
INTERNET OF THINGS		
4.1	Εισαγωγή.....	38
4.2	Ιστορία του Ιot.....	38
4.3	Αρχιτεκτονική του Ιot.....	39
4.4	Τομείς εφαρμογής του Ιot.....	41
4.4.1	Wearables.....	42
4.4.2	Υγεία.....	42
4.4.3	Φιλοξενία.....	43
4.4.4	Έξυπνο δίκτυο και εξοικονόμηση ενέργειας.....	44
4.4.5	Παρακολούθηση κυκλοφορίας.....	45
4.4.6	Λιαν εμπόριο.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5		
ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ.....		49
Εισαγωγή.....		49
5.1	Μοντέλο Device to Device.....	49
5.2	Μοντέλο device to Cloud.....	50
5.3	Μοντέλο Device to Gateway.....	51
5.4	Μοντέλο Backend Data Sharing.....	52
5.5	Μοντέλο ARM.....	53
5.6	Πρωτόκολλα επικοινωνίας.....	53
5.6.1	TCP, UDP και IP.....	54
5.6.2	HTTP.....	55
5.6.3	URIs.....	55
5.6.4	XML.....	56
5.6.5	MQTT.....	56
5.7	Κίνδυνοι του ΙoT.....	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		58





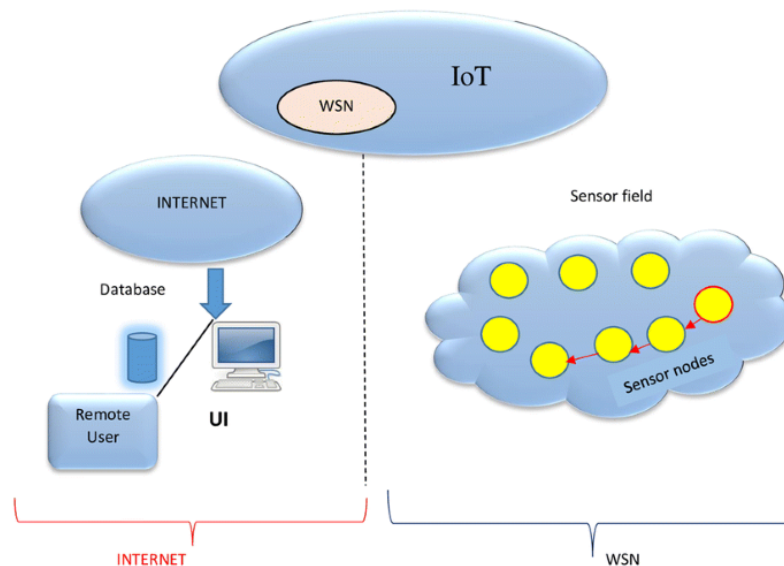
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

# ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.

## 1.1 Ορισμός WSN

Ως ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (wireless sensor network – WSN) ορίζεται ένα δίκτυο το οποίο αποτελείται από πολλούς ενεργειακά αυτόνομους κόμβους, οι οποίοι αισθάνονται και παρατηρούν διάφορα φυσικά μεγέθη (ήχο, κίνηση, εικόνα, θερμοκρασία, υγρασία, πίεση κ.α). και μεταδίδουν την επεξεργασμένη ή και όχι μέτρηση με κατεύθυνση έναν σταθμό βάσης (base station). Η επικοινωνία των κόμβων είναι αμφίδρομη, δηλαδή μεταδίδεται πληροφορία στον σταθμό βάσης αλλά μπορεί να δεχτούν πληροφορίες και από αυτόν.

Ένα WSN αποτελείται από κόμβους (από μερικές έως εκατοντάδες ή χιλιάδες), όπου κάθε κόμβος συνδέεται με άλλους αισθητήρες. Κάθε τέτοιος κόμβος αποτελείται από πολλά μέρη: έναν πομποδέκτη ραδιοφώνου με εσωτερική κεραία ή σύνδεση με εξωτερική κεραία, έναν μικροελεγκτή, ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα για διασύνδεση με τους αισθητήρες και μια πηγή ενέργειας, συνήθως μια μπαταρία ή μια ενσωματωμένη μορφή συλλογής ενέργειας. Ένας κόμβος αισθητήρα μπορεί να έχει διαφορετικά μεγέθη αν και οι μικροσκοπικές διαστάσεις δεν έχουν ακόμη κατανοηθεί. Το κόστος του κόμβου αισθητήρα είναι μεταβλητό και κυμαίνεται από λίγα έως εκατοντάδες δολάρια, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του κόμβου. Το μέγεθος και το κόστος είναι οι βασικοί παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για τον περιορισμό πόρων όπως ενέργεια, μνήμη, υπολογιστική ταχύτητα και εύρος ζώνης επικοινωνιών. Η τοπολογία ενός WSN μπορεί να ποικίλλει από ένα απλό δίκτυο αστεριών έως ένα προηγμένο ασύρματο δίκτυο πλέγματος πολλαπλών βημάτων.



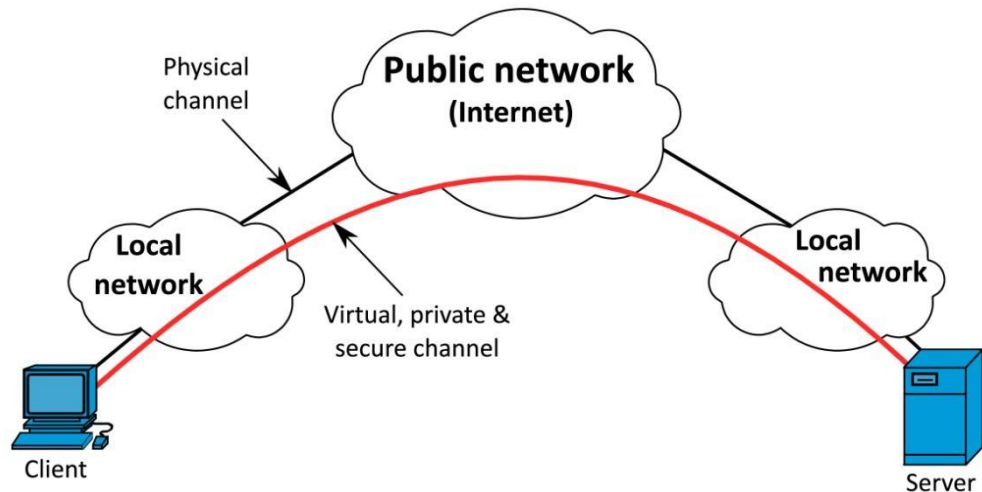
Εικόνα 1.1 Απεικόνιση ενός WSN

## 1.2 Κατηγορίες δικτύων

Οι κατηγορίες των δικτύων διαμορφώνονται από διάφορους παράγοντες όπως είναι τα δίκτυα με βάση την γεωγραφική κατανομή ή με βάση τον τηλεπικοινωνιακό φορέα.

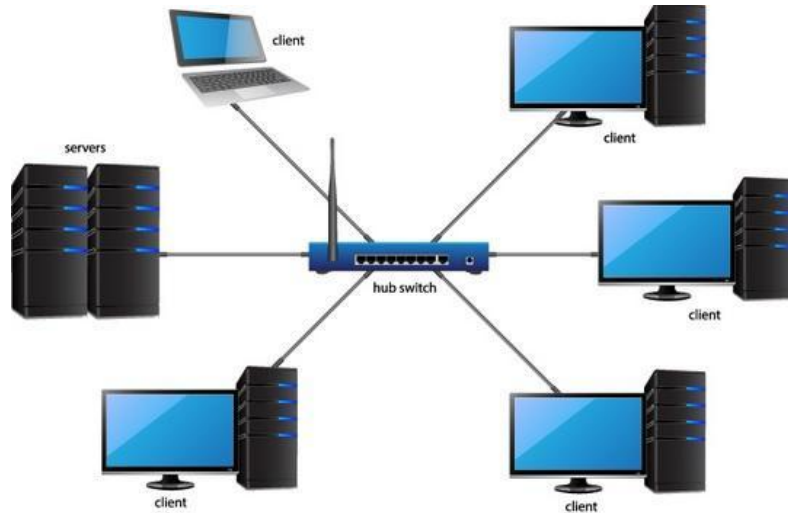
### 1.2.1 Είδη δικτύων ανάλογα με την γεωγραφική κατανομή

- Δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN): Έχουν μεγάλο εύρος και καλύπτουν μεγάλες αποστάσεις. Η απόσταση μπορεί να ξεκινήσει από τα 200 km και να καλύψει όλο τον κόσμο. Σε αυτή την κατηγορία μπορούν να συνδεθούν παρά πολλοί χρήστες



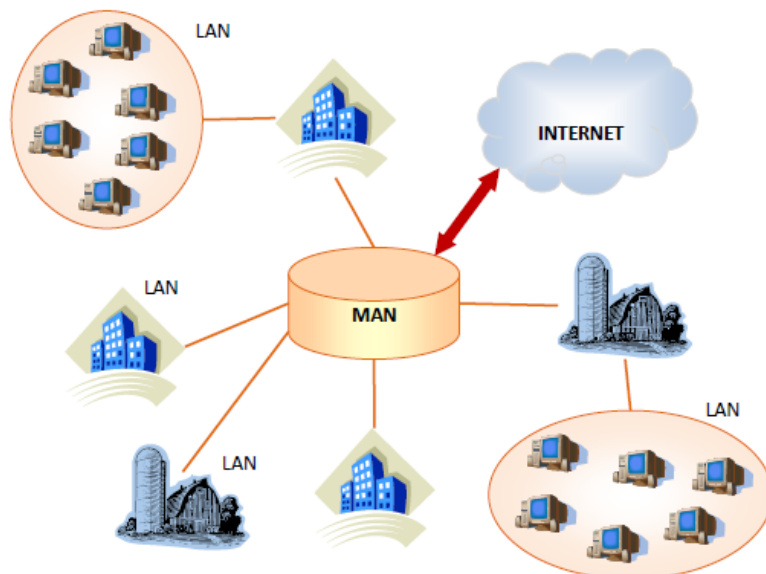
Εικόνα 1.2.1 Δίκτυα WAN

Τοπικά δίκτυα (LAN): Τα δίκτυα αυτά έχουν μικρότερο εύρος και καλύπτουν αποστάσεις μέχρι περίπου 100 χιλιόμετρα. Αυτά τα δίκτυα χρησιμοποιούνται συνήθως από εταιρίες ή σε γειτονικά κτίρια.



Εικόνα 1.2.1 Δίκτυο LAN

Αστικά δίκτυα (MAN): Τα δίκτυα αυτά καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις από τα LAN δίκτυα και μπορούν να φτάσουν τα σύνορα μιας πόλης. Σαφώς είναι πολύ πιο αποδοτικά ασφαλή και γρήγορα δίκτυα.

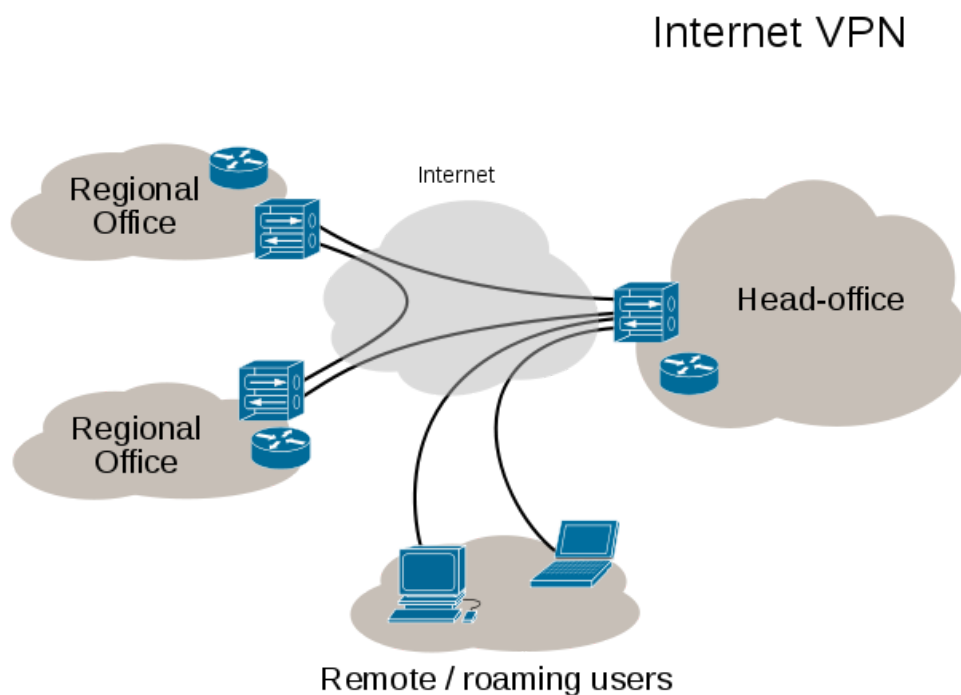


Εικόνα 1.2.1 Δίκτυο MAN

## 1.2.2 Είδη δικτύων ανάλογα με τον τηλεπικοινωνιακό φορέα

Τα είδη δικτύων ανάλογα με τον τηλεπικοινωνιακό φορέα διακρίνονται σε ιδιωτικά και δημόσια.

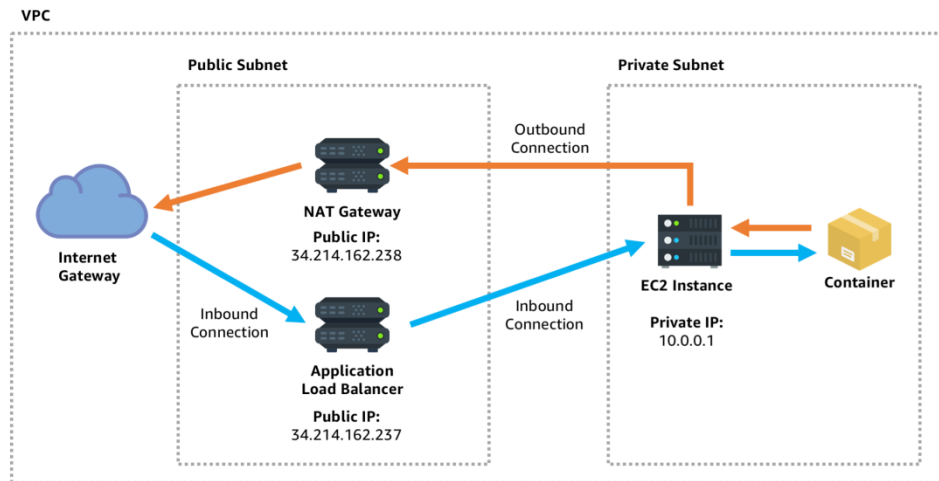
**Ιδιωτικά δίκτυα:** Ένα ιδιωτικό δίκτυο είναι ένα δίκτυο υπολογιστών που χρησιμοποιεί έναν ιδιωτικό χώρο διευθύνσεων IP. Οι διευθύνσεις αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως σε γραφεία, σπίτια δηλαδή για τοπικά δίκτυα. Οι IP των ιδιωτικών δικτύων μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς έγκριση καθώς δεν ανήκουν σε κάποιον συγκεκριμένο οργανισμό. Τέλος τα πακέτα IP που προέρχονται από ιδιωτικά δίκτυα δεν μπορούν να δρομολογηθούν μέσω του δημοσίου δικτύου.



Εικόνα 1.2.2 Ιδιωτικό δίκτυο

**Δημόσια δίκτυα:** Η χρήση τους γίνεται όταν έχουμε μεγάλες αποστάσεις και είναι αδύνατον να επιτευχθεί λόγω υψηλού κόστους για μια εταιρία η οργανισμό. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται με άλλους το μέσο μετάδοσης και του επικοινωνιακού εξοπλισμού που έχει δημιουργηθεί από έναν ή περισσότερους εξειδικευμένοι φορείς. Στα δημόσια δίκτυα είναι αναγκαίο να χρησιμοποιείται κάποιου

είδους κρυπτογράφηση για την μεταφορά των ευαίσθητων δεδομένων καθώς υπάρχει κίνδυνος κλοπής.



Εικόνα 1.2.2 Δημόσιο δίκτυο

### 1.3 1G Generation

Το 1G αναφέρεται στην πρώτη γενιά ασύρματης κυψελοειδούς τεχνολογίας. Αυτά είναι τα πρότυπα αναλογικών τηλεπικοινωνιών που εισήχθησαν το 1980 και συνεχίστηκαν μέχρι να αντικατασταθούν από τις ψηφιακές τηλεπικοινωνίες 2G. Η βασική διαφορά μεταξύ πρώτης και δεύτερης γενιάς είναι ότι οι μεταδόσεις ήχου των δικτύων 1G ήταν αναλογικές, ενώ τα δίκτυα 2G ήταν εξ ολοκλήρου ψηφιακά.

Παρόλο που και τα δύο συστήματα χρησιμοποιούν ψηφιακή σηματοδότηση για να συνδέσουν τους πύργους ραδιοφώνου (που ακούν τα ακουστικά) με το υπόλοιπο τηλεφωνικό σύστημα, η ίδια η φωνή κατά τη διάρκεια μιας κλήσης κωδικοποιείται σε ψηφιακά σήματα στο 2G ενώ το 1G διαμορφώνεται μόνο σε υψηλότερη συχνότητα, συνήθως 150 MHz και πάνω. Το κύριο πλεονέκτημα της ψηφιακής τεχνολογίας έναντι αυτής της αναλογικής σήμαιναν ότι τα δίκτυα 2G τα αντικατέστησαν τελικά παντού.

Το 1979, η Nippon Telegraph and Telephone Company ξεκίνησε την πρώτη γενιά κινητών δικτύων στο Τόκιο. Μέχρι το 1984, η NTT εισήγαγε το 1G που κάλυπτε ολόκληρη την Ιαπωνία. Το 1983, οι Ηνωμένες Πολιτείες ενέκριναν την πρώτη λειτουργία 1G και η Motorola κυκλοφόρησε από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα κινητά τηλέφωνα στην πολιτεία. Λίγα χρόνια αργότερα, άλλες χώρες όπως ο Καναδάς και το Ηνωμένο Βασίλειο δημιούργησαν τα δικά τους δίκτυα 1G.

Ωστόσο, η τεχνολογία 1G είχε διάφορα μειονεκτήματα. Αρχικά, η κάλυψη ήταν κακή και η ποιότητα του ήχου ήταν χαμηλή. Δεν υπήρχε συμβατότητα μεταξύ των συστημάτων καθώς τα διαφορετικά συστήματα λειτουργούσαν σε διαφορετικές συχνότητες. Το χειρότερο από όλα ήταν ότι οι κλήσεις δεν ήταν κρυπτογραφημένες, οπότε όποιος είχε σαρωτή ραδιοφώνου θα μπορούσε να πραγματοποιήσει μια κλήση.

## 1.4 2G Generation

Το 2G δίκτυο είναι συντομογραφία για το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς. Τα κυψελωτά δίκτυα 2G κυκλοφόρησαν εμπορικά με το πρότυπο GSM στη Φινλανδία από την Radiolinja.

Τα 3 βασικά πλεονεκτήματα των 2G δικτύων έναντι των ήδη υπαρχών ήταν:

Οι τηλεφωνικές συνομιλίες ήταν ψηφιακά κρυπτογραφημένες μεταξύ του κινητού τηλεφώνου και του σταθμού βάσης κινητής τηλεφωνίας, αλλά όχι απαραίτητα στο υπόλοιπο δίκτυο. Οι ψηφιακές φωνητικές κλήσεις ήταν σαφώς πιο “καθαρές” χωρίς τόσες παρεμβολές.

Το εύρος των ραδιοσυχνοτήτων έγινε πιο αποτελεσματικό με αποτέλεσμα να μπορεί να έχει περισσότερους χρήστες σε κάθε ζώνη συχνοτήτων.

Περισσότερες υπηρεσίες για τα κινητά τηλέφωνα. Έγινε η εμφάνιση των SMS μηνυμάτων.

Οι τεχνολογίες 2G προσέφεραν υπηρεσίες όπως μηνύματα κειμένου, εικονομηνύματα και MMS (μηνύματα πολυμέσων) που πιο πριν δεν υπήρχαν. Αφού έκανε την εμφάνιση του το 2G, η προγενέστερη κινητή τηλεφωνία ονομάστηκε αναδρομικά 1G. Αν και οι ταχύτητες μεταφοράς της 2G ήταν αρχικά μόνο περίπου 9,6 kbit/s, οι χειριστές έπρεπε να επενδύσουν σε νέες υποδομές, όπως πύργους κινητής τηλεφωνίας. Μέχρι το τέλος της εποχής, οι ταχύτητες των 40 kbit/s ήταν εφικτές και οι συνδέσεις EDGE προσέφεραν ταχύτητες έως και 500 kbit/s. Παρόλο που το 2G ήταν αργό έφερε επανάσταση στο επιχειρηματικό τοπίο και οδήγησε σε ραγδαίες αλλαγές μελλοντικά.

## 1.5 3G Generation

Το 3G είναι η τρίτη γενιά ασύρματων κινητών τηλεπικοινωνιών. Είναι η αναβάθμιση των δικτύων 2.5G GPRS και 2.75G EDGE, για ταχύτερη μεταφορά δεδομένων. Το 3G αποτελείται από ένα άθροισμα προτύπων που χρησιμοποιούνται για κινητές συσκευές και υπηρεσίες και δίκτυα χρήσης κινητών τηλεπικοινωνιών που ακολουθούν με το International Mobile Telecommunications 2000 προδιαγραφές της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών. Το 3G έχει εφαρμογή στην ασύρματη φωνητική τηλεφωνία, στην κινητή πρόσβαση στο Διαδίκτυο, στη σταθερή ασύρματη πρόσβαση στο Διαδίκτυο, στις βιντεοκλήσεις και στην κινητή τηλεόραση.

Τα πρώτα εμπορικά 3G δίκτυα εισήχθησαν στα μέσα του 2001. Από τότε που εμφανίστηκε η πρώτη γενιά περίπου κάθε 10 χρόνια μια νέα γενιά κυψελοειδών προτύπων εμφανίζεται. Κάθε γενιά που εμφανίζεται χαρακτηρίζεται από νέες ζώνες συχνοτήτων, υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων και τεχνολογία μετάδοσης μη συμβατή με το παρελθόν.

## 1.6 4G Generation

Το 4G είναι η τέταρτη γενιά τεχνολογίας ευρυζωνικών κυψελοειδών δικτύων, που αντικαθιστά το 3G. Οι πιθανές και τρέχουσες εφαρμογές περιλαμβάνουν τροποποιημένη πρόσβαση στο διαδίκτυο για φορητές συσκευές, τηλεφωνία IP, υπηρεσίες παιχνιδιών, κινητή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας, τηλεδιάσκεψη και τηλεόραση 3D.

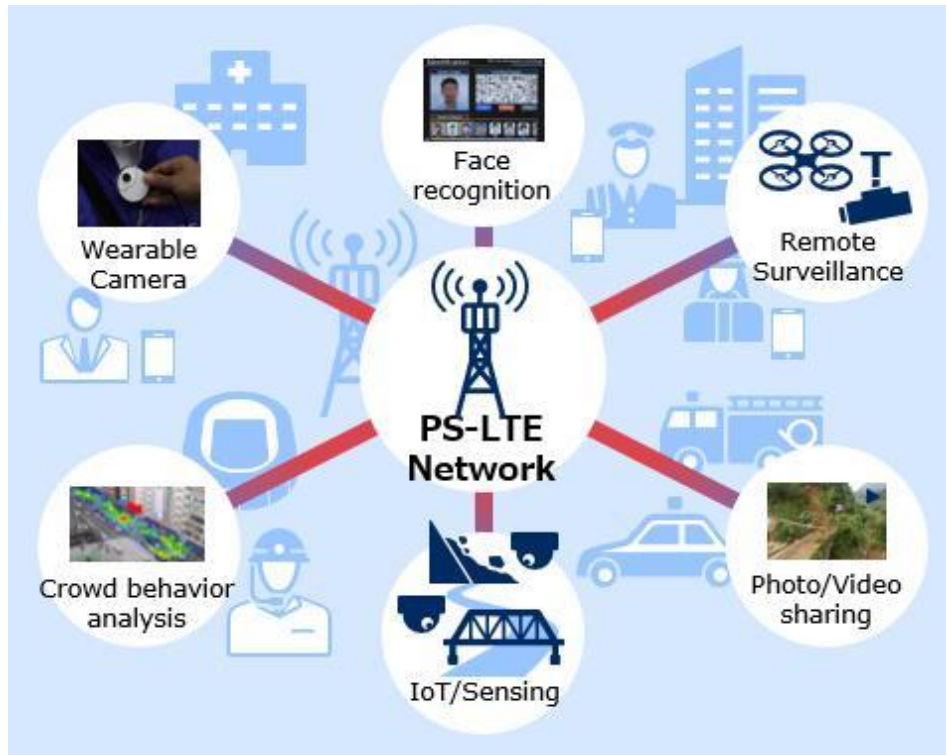
Με την εμφάνιση των 4G αναπτύχθηκε και πρώτη φορά το πρότυπο Wimax το 2006 στην Κορέα και από τότε έλαβε χώρα και σε αρκετά μέρη του κόσμου. Το Wimax είναι μια τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης που έχει παρόμοιο τρόπο λειτουργίας όπως το ασύρματο δίκτυο. Το πλεονέκτημα του Wimax είναι ότι έχει εμβέλεια μέχρι 35 χιλιόμετρα ενώ το Wifi μόνο 100 μέτρα.

Τα δίκτυα 4ης γενιάς ήρθαν ώστε να δημιουργήσουν ένα παγκόσμιο τηλεπικοινωνιακό σύστημα που ο καθένας θα μπορεί να έχει πρόσβαση με το τηλέφωνο του, το τάμπλετ του, τον υπολογιστή του. Οι συνεχείς ανάγκες των ανθρώπων και χάρη στην τεχνολογική εξέλιξη της εποχής μας οδηγεί στην δημιουργία της 5ης γενιάς. Μέχρι την ανακάλυψη της έχουμε εστιάσει στην “αναβάθμιση” της 4G τεχνολογίας. Κάθε γενιά ασύρματης κυψελοειδούς τεχνολογίας έχει εισαγάγει αυξημένες ταχύτητες εύρους ζώνης και χωρητικότητα δικτύου. Οι χρήστες 4G έχουν ταχύτητες έως και 100 Mbps, ενώ το 3G υπόσχεται ταχύτητα μόνο 14 Mbps.

### 1.6.1 LTE

Λόγο των συνεχών αυξανόμενων αναγκών ήρθε και δημιουργήθηκε το LTE. Το LTE είναι μια τεχνολογία για ασύρματη επικοινωνία που μπορεί να υποστηρίξει μεγάλες ταχύτητες. Έκανε την εμφάνιση του στα τέλη του 2009 στην Στοκχόλμη και στο Όσλο και έκτοτε επεκτάθηκε ραγδαία στον υπόλοιπο κόσμο και έκανε τη ροή βίντεο υψηλής ποιότητας πραγματικότητα για εκατομμύρια καταναλωτές. Το 4G προσφέρει γρήγορη πρόσβαση στο διαδίκτυο για κινητές συσκευές (έως 150 Mbps ανά δευτερόλεπτο για σταθερούς χρήστες) και αυτό διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την αναπαραγωγή βίντεο υψηλής ευκρίνειας, τις υπηρεσίες παιχνιδιών καθώς και τις τηλεδιασκέψεις.

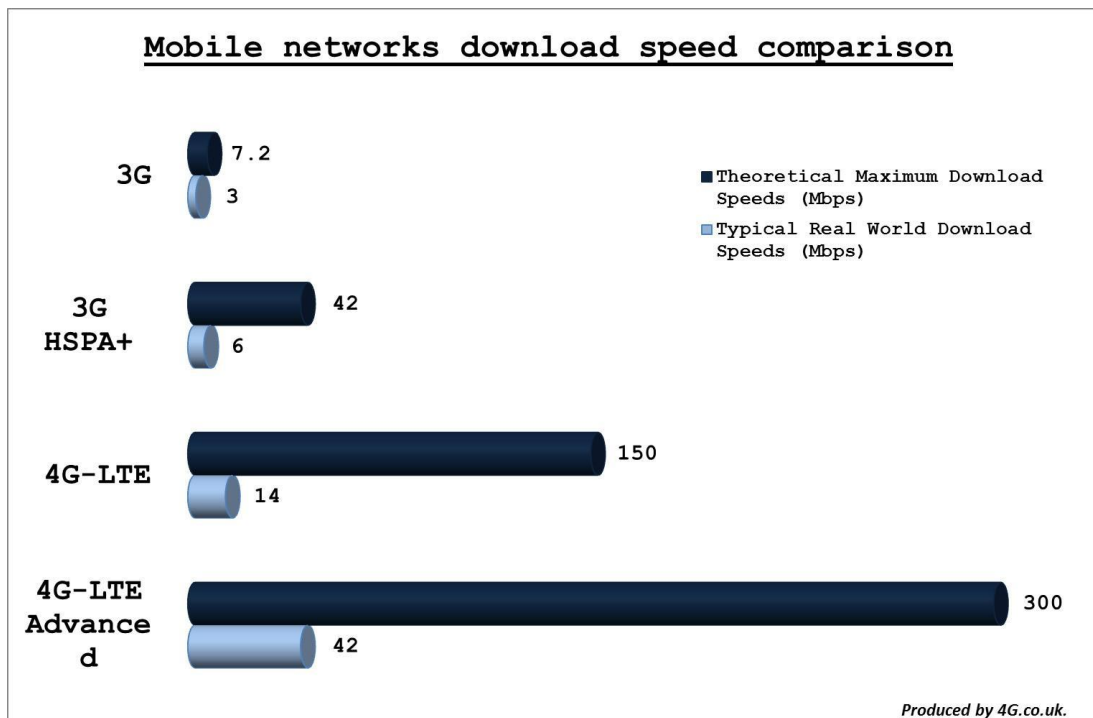




Εικόνα 1.5.1 Δυνατότητες του LTE δικτύου.

### 1.6.2 LTE+ (ADVANCED)

Το 4G LTE+ είναι ακριβώς αυτό που ακούγεται, μία καλύτερη έκδοση του 4G, ουσιαστικά είναι ένα βήμα μεταξύ του μεταξύ του 4G και του 5G. Οι ταχύτητες που προσέφερε είναι στα 300 Mbps και μας φέρνει πιο κοντά στην επίτευξη του 1 gigabit ανά δευτερόλεπτο. Το LTE+ προσφέρει ταχύτερες λήψεις, κλήσεων, κειμένων και φωνής. Με άλλα λόγια, μπορεί να διαπιστώσετε ότι η πραγματική ταχύτητα λήψης ενός τυπικού 4G συνήθως δεν υπερβαίνει τα 15Mbps, επειδή άλλοι παράγοντες (όπως η συσκευή που χρησιμοποιείτε, η απόστασή σας από το δίκτυο 4G και ο αριθμός των άλλων ατόμων στο δίκτυο) μπορούν να επηρεάζουν την ταχύτητα. Ομοίως, το LTE-A είναι απίθανο να έχει σταθερή ταχύτητα 300Mbps, αλλά μπορεί να παρέχει σταθερή πραγματική ταχύτητα μεγαλύτερη από 42Mbps και έως 90Mbps, καθιστώντας το τουλάχιστον 3 φορές γρηγορότερο από την τυπική ταχύτητα 4G LTE.



### 1.5.2 Σύγκριση ταχυτήτων LTE και LTE+

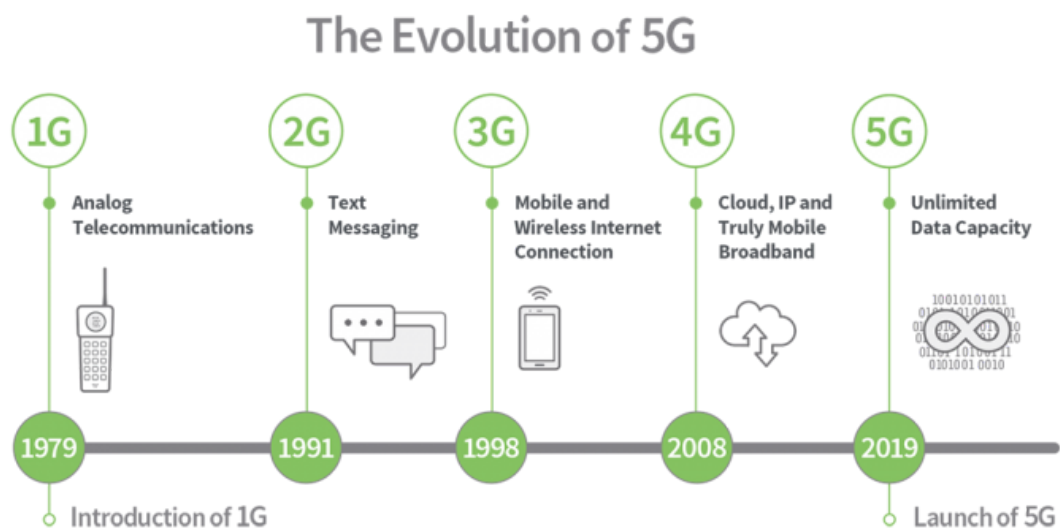
## 1.7 5G Generation

Το 5G είναι το πρότυπο τεχνολογίας πέμπτης γενιάς για ευρυζωνικά κυψελωτά δίκτυα, το οποίο οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας ξεκίνησαν να αναπτύσσουν παγκοσμίως το 2019 και είναι ο προγραμματισμένος διάδοχος των δικτύων 4G που παρέχουν συνδεσιμότητα στα περισσότερα τρέχοντα κινητά τηλέφωνα. Τα δίκτυα 5G προβλέπεται να έχουν περισσότερους από 1,7 δισεκατομμύρια συνδρομητές παγκοσμίως έως το 2025, σύμφωνα με την Ένωση GSM. Τα δίκτυα 5G όπως και οι προηγούμενες γενιές, είναι δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, στα οποία η περιοχή εξυπηρέτησης χωρίζεται σε μικρές γεωγραφικές περιοχές που ονομάζονται κυψέλες, για αυτό και λέγονται κυψελωτά δίκτυα. Η σύνδεση των συσκευών στην κυψέλη γίνεται με τη χρήση του Ιντερντ και του τηλεφωνικού δικτύου μέσω ραδιοκυμάτων μέσω μιας τοπικής κεραίας στην κυψέλη.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των νέων δικτύων είναι ότι έχουν μεγαλύτερο εύρος ζώνης, δίνοντας υψηλότερες ταχύτητες λήψης, τελικά έως και 20 gigabits ανά δευτερόλεπτο. Λόγω αυτού αναμένεται ότι τα δίκτυα θα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ως γενικοί πάροχοι υπηρεσιών Διαδικτύου για φορητούς και επιτραπέζιους υπολογιστές, ανταγωνιζόμενοι τους υπάρχοντες ISP όπως το καλωδιακό διαδίκτυο, και επίσης θα καταστήσουν δυνατές νέες εφαρμογές στο διαδίκτυο των πραγμάτων. Τα κινητά τηλέφωνα 4G δεν έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν τα νέα δίκτυα καθώς απαιτούν 5G.

Το 5G υπόσχεται επίσης χαμηλότερη καθυστέρηση, η οποία μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των επιχειρηματικών εφαρμογών καθώς και άλλων ψηφιακών εμπειριών (όπως διαδικτυακά παιχνίδια, βιντεοδιάσκεψη και αυτοκινούμενα αυτοκίνητα).

Τον Μάρτιο του 2020 κυκλοφόρησε το πρώτο κινητό 5G από την Samsung και μετέπειτα η Apple κυκλοφόρησε και αυτή λίγους μήνες μετά το πρώτο της μοντέλο.



## 1.6 Εξέλιξη του 5G



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΧΡΗΣΗΣ

#### 2.1 Αρχιτεκτονική δικτύων

Πολλοί υπολογιστές συνδέονται μεταξύ τους ενσύρματα ή ασύρματα. Οι μέθοδοι που πραγματοποιείται αυτή η σύνδεση αποτελεί την αρχιτεκτονική δικτύου. Οι απαιτήσεις σήμερα ολοένα και αυξάνονται από μεριάς των χρηστών και για αυτό το λόγο πρέπει κατά τον σχεδιασμό των δικτύων να λαμβάνονται υπόψη. Θα πρέπει να παρέχει αξιοπιστία, να είναι γρήγορο και οικονομικό ώστε να κερδίσει τον χρήστη.

Ο κύριος στόχος των προηγούμενων γενιών ήταν να προσφέρουν γρήγορες ταχύτητες και αξιοπιστία κατά την χρήση των υπηρεσιών. Το 5G έχει βελτιώσει αυτά τα ζητήματα ώστε να προσφέρει ένα μεγάλο φάσμα ασύρματων υπηρεσιών στους χρήστες μέσω πλατφορμών πολλαπλής πρόσβασης και δίκτυα πολλαπλών επιπέδων.

Το 5G είναι ουσιαστικά ένα δυναμικό, συνεκτικό και ευέλικτο πλαίσιο πολλαπλών προηγμένων τεχνολογιών που υποστηρίζουν μια ποικιλία εφαρμογών. Το 5G χρησιμοποιεί μια πιο έξυπνη αρχιτεκτονική, με τα Δίκτυα Πρόσβασης Ραδιοφώνου (RAN) να μην περιορίζονται πλέον από την εγγύτητα του σταθμού βάσης ή την πολύπλοκη υποδομή. Το 5G οδηγεί τον δρόμο προς το διαχωρισμένο, ευέλικτο και εικονικό RAN με νέες διεπαφές που δημιουργούν πρόσθετα σημεία πρόσβασης δεδομένων.

#### 2.2 Αρχιτεκτονική 5G 3GPP

Το 3GPP καλύπτει τεχνολογίες τηλεπικοινωνιών, όπως του RAN, των βασικών δικτύων μεταφορών και των δυνατοτήτων εξυπηρέτησης. Το 3GPP έχει φτιάξει ολοκληρωμένες προδιαγραφές για την αρχιτεκτονική δικτύου 5G, η οποία είναι πολύ πιο αξιόπιστη και σωστή από τις προηγούμενες γενιές. Το 3GPP παρέχει μέσω ενός κοινού πλαισίου σε λειτουργίες δικτύου που επιτρέπεται να κάνουν χρήση αυτών των υπηρεσιών. Η σωστή χρήση, η επαναχρησιμοποίηση και ο αυτοσυγκράτηση των λειτουργιών του δικτύου είναι πρόσθετα ζητήματα σχεδιασμού για μια αρχιτεκτονική δικτύου 5G που περιγράφεται από τις προδιαγραφές 3GPP.

#### 2.3 MEC

Το MEC είναι μια εξέλιξη στο cloud computing και είναι ένα σημαντικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής των 5G δικτύων. Στην πραγματικότητα φέρνει σε επαφή τους τελικούς χρήστες και τις συσκευές τους με τις εφαρμογές. Αυτό δημιουργεί μια πιο γρήγορη επικοινωνία του χρήστη με τον υπολογιστή καθώς στο παρελθόν αυτή η μεγάλη διαδρομή δικτύου δημιουργούσε προβλήματα.

Αυτή η τεχνολογία λειτουργεί συνδυαστικά για το 5G αλλά σίγουρα βοηθάει στην αποτελεσματικότητά του. Τα χαρακτηριστικά του MEC είναι ότι έχουν μικρότερη καθυστέρηση, έχουν υψηλό εύρος ζώνης και πρόσβαση σε πραγματικό χρόνο στις πληροφορίες RAN που διαφοροποιούν την αρχιτεκτονική 5G από τις προηγούμενες γενιές. Αυτή η σύγκλιση των δικτύων RAN και πυρήνων θα απαιτήσει από τους χειριστές να αξιοποιήσουν νέες προσεγγίσεις για τη δοκιμή και την επικύρωση δικτύου.

Τα δίκτυα 5G που βασίζονται στις προδιαγραφές 3GPP 5G είναι ένα ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη MEC. Οι προδιαγραφές 5G καθορίζουν τις δυνατότητες για υπολογιστές αιχμής, επιτρέποντας στο MEC και το 5G να δρομολογούν από κοινού την κυκλοφορία. Εκτός από τα οφέλη του λανθάνοντος χρόνου και του εύρους ζώνης της αρχιτεκτονικής MEC, η κατανομή της υπολογιστικής ισχύος θα επιτρέψει καλύτερα τον μεγάλο όγκο συνδεδεμένων συσκευών που είναι εγγενείς στην ανάπτυξη 5G και την άνοδο του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

## 2.4 NFV και 5G

Η εικονικοποίηση λειτουργιών δικτύου (NFV) αποσυνδέει το λογισμικό από το υλικό αντικαθιστώντας διάφορες λειτουργίες δικτύου όπως τείχη προστασίας, εξισορροπητές φορτίου και δρομολογητές με εικονικοποιημένες παρουσίες που εκτελούνται ως λογισμικό. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη επένδυσης σε πολλά ακριβά στοιχεία υλικού και μπορεί επίσης να επιταχύνει τους χρόνους εγκατάστασης, παρέχοντας έτσι υπηρεσίες που παράγουν έσοδα στον πελάτη πιο γρήγορα.

Το NFV ενεργοποιεί την υποδομή 5G μέσω εικονικοποίησης συσκευών εντός του δικτύου 5G. Αυτό περιλαμβάνει την τεχνολογία κοπής δικτύου που επιτρέπει την ταυτόχρονη εκτέλεση πολλαπλών εικονικών δικτύων. Το NFV μπορεί να αντιμετωπίσει άλλες προκλήσεις 5G μέσω εικονικών υπολογιστών, αποθήκευσης και πόρων δικτύου που προσαρμόζονται με βάση τις εφαρμογές και τα τμήματα πελατών.

Το NFV επιτρέπει το slicing (τεμαχισμός δικτύου) όπου είναι μια αρχιτεκτονική δικτύου που επιτρέπει την πολυπλεξία εικονικών και ανεξάρτητων λογικών δικτύων στην ίδια φυσική υποδομή δικτύου. Η μέθοδος αυτή αναλύεται παρακάτω.

## 2.5 Τεμαχισμός δικτύου 5G

Ο τεμαχισμός δικτύου 5G είναι μια αρχιτεκτονική δικτύου που επιτρέπει την πολυπλεξία εικονικών και ανεξάρτητων λογικών δικτύων στην ίδια φυσική υποδομή δικτύου. Κάθε τμήμα δικτύου είναι ένα απομονωμένο δίκτυο από άκρο σε άκρο προσαρμοσμένο για να δέχεται τις διαφορετικές απαιτήσεις που ζητούνται από μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Για το λόγο αυτό, αυτή η τεχνολογία αναλαμβάνει κεντρικό ρόλο για την υποστήριξη δικτύων κινητής τηλεφωνίας 5G που έχουν σχεδιαστεί για να αγκαλιάζουν αποτελεσματικά μια πληθώρα υπηρεσιών με πολύ διαφορετικές απαιτήσεις επιπέδου υπηρεσιών. Αυτή η τεχνολογία προσθέτει μια επιπλέον διάσταση στον τομέα NFV επιτρέποντας σε πολλαπλά λογικά δίκτυα να εκτελούνται ταυτόχρονα πάνω από μια κοινή φυσική υποδομή δικτύου.

Ο τεμαχισμός δικτύου γίνεται εξαιρετικά χρήσιμος για εφαρμογές όπως το IoT όπου ο αριθμός των χρηστών μπορεί να είναι εξαιρετικά υψηλός, αλλά η συνολική ζήτηση εύρους ζώνης είναι χαμηλή. Κάθε κλάδος 5G θα έχει τις δικές του απαιτήσεις, επομένως ο διαχωρισμός του δικτύου γίνεται σημαντικός παράγοντας σχεδιασμού για την αρχιτεκτονική του δικτύου 5G. Το κόστος, η διαχείριση πόρων και η ευελιξία των διαμορφώσεων δικτύου μπορούν να βελτιωθούν με την χρήση αυτού του επιπέδου. Επιπλέον, ο τεμαχισμός δικτύου επιτρέπει γρήγορες δοκιμές για πιθανές νέες υπηρεσίες 5G και ταχύτερο χρόνο διάθεσης στην αγορά.

## **2.6 Εισαγωγή στις περιπτώσεις χρήσης των 5G**

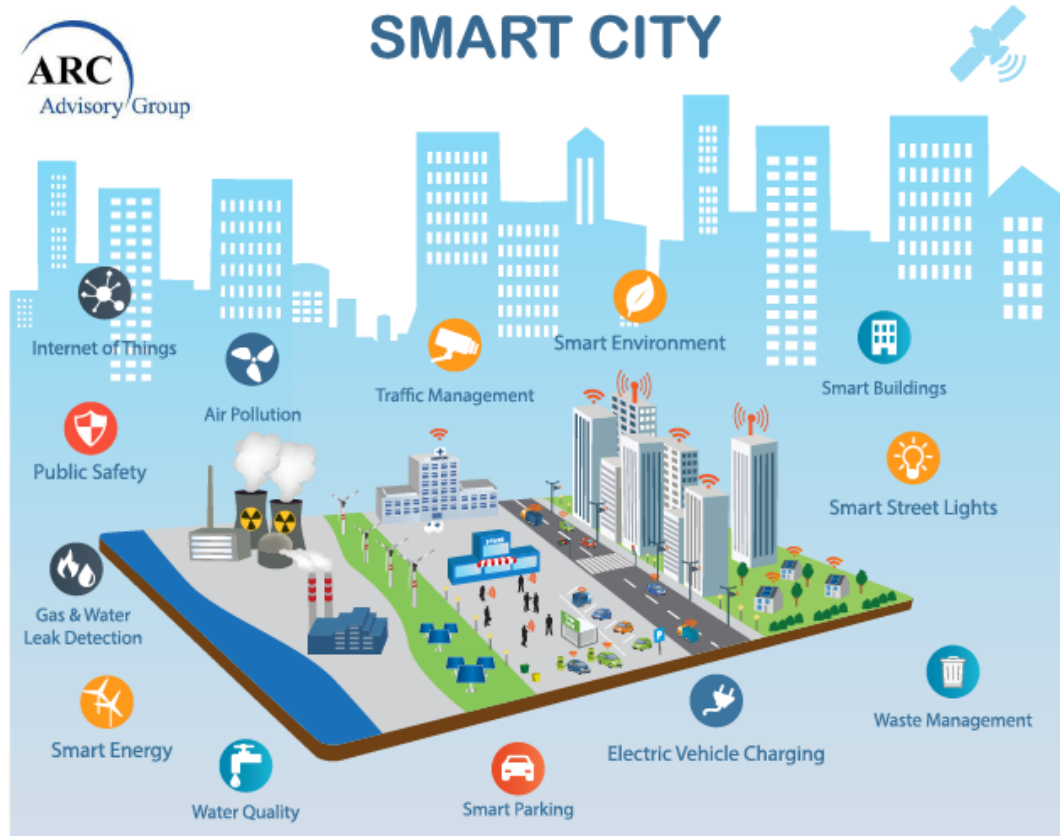
Υπάρχουν ήδη μερικές εκπληκτικές περιπτώσεις χρήσης 5G εκεί έξω. Αυτός είναι ο σκοπός αυτής της δυνατότητας, να μπορεί ο κάθε χρήστης να χρησιμοποιεί από όλο τον κόσμο στο μέγιστο τις δυνατότητες του 5G. Επειδή τα δίκτυα 5G εξακολουθούν να αναπτύσσονται, πολλές από αυτές τις περιπτώσεις χρήσης βρίσκονται στην πραγματικότητα στη φάση δοκιμής χρησιμοποιώντας πρωτότυπα δίκτυα, συσκευές ή άλλη τεχνολογία. Αλλά το σημαντικό είναι να δείξουμε τις τεράστιες μελλοντικές δυνατότητες της τεχνολογίας 5G.

### **2.6.1 Έξυπνες πόλεις**

Η διαχείριση των πόρων και των λειτουργιών τόσων μεγάλων πόλεων μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτική μόνο εάν είναι αυτοματοποιημένες και συνδεδεμένες. Αυτή είναι και η βασική προϋπόθεση ώστε να υπάρχουν έξυπνες πόλεις. Η δημιουργία ομαλότερης και ασφαλέστερης διαβίωσης μέσω ενός σταδιακού ψηφιακού μετασχηματισμού ξεκινά ήδη σε ορισμένες πόλεις του κόσμου, αλλά δεν τελειώνει εκεί. Οι δρόμοι, τα κτίρια, οι δημόσιες και προσωπικές συσκευές πρέπει να διασυνδέονται.

Οι αισθητήρες πρέπει να τοποθετούνται παντού για τη συλλογή δεδομένων. Ο τεράστιος όγκος δεδομένων που δημιουργείται από αυτούς τους αισθητήρες πρέπει στη συνέχεια να κοινοποιηθεί, να αναλυθεί και να ανατροφοδοτηθεί στην υποδομή για να επηρεάσει τις αλλαγές στη λειτουργία των έξυπνων πόλεων. Οι έξυπνες πόλεις χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) για τη συλλογή δεδομένων ώστε να δρουν πιο γρήγορα και με χαμηλό κόστος. Αναλυτικά για το IoT θα μιλήσουμε στα επόμενα κεφάλαια. Το IoT στην ουσία αναφέρεται σε έξυπνες συσκευές που μπορούν να συνδεθούν μέσω Ίντερνετ και είναι αρκετά

πιο αξιόπιστες οι λειτουργίες τους από άλλες συσκευές όπως smartphone, tablet ή υπολογιστές. Παραδείγματα συσκευών IoT περιλαμβάνουν συνδεδεμένους θερμοστάτες, κάμερες ασφαλείας, κλειδαριές θυρών και ακόμη και συνδεδεμένες συσκευές κουζίνας.



Εικόνα 2.6.1 Έξυπνη πόλη με την χρήση 5G

Οι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων αναζητούν ήδη να επιδείξουν τι μπορεί να επιτευχθεί με την τεχνολογία 5G και μια τέτοια περίπτωση χρήσης 5G είναι το Alba Iulia, το οποίο έχει αναπτυχθεί σε συνδυασμό με την Orange και έχει δει παρακολούθηση συμφόρησης, αισθητήρες στάθμευσης και έξυπνη διαχείριση απορριμμάτων εισήχθη στη ρουμανική πόλη. Τα έξυπνα εργοστάσια θα ενεργοποιηθούν επίσης από το 5G, συμπεριλαμβανομένων περισσότερων ρομπότ στις γραμμές παραγωγής και drones στο τελευταίο μίλι παράδοσης. Θα επιτρέψει επίσης την επικοινωνία αυτοκινήτου με αυτοκίνητο γύρω από κινδύνους και συμβάντα, καθώς και πλήρως αυτοματοποιημένα αυτοκίνητα.

## 2.6.2 Αυτόνομα οχήματα

Στο Λονδίνο η O2 ανακοίνωσε τώρα ένα έργο για τη δοκιμή αυτοκινήτων χωρίς οδηγό χρησιμοποιώντας το δίκτυο της 5G. Το δεύτερο μεγαλύτερο τηλεφωνικό δίκτυο του Ηνωμένου Βασιλείου συνεργάστηκε με το Smart Mobility Living Lab - έναν ερευνητικό



οργανισμό που αποτελείται από ειδικούς από το Transport Research Laboratory (TRL), τη DG Cities, τη Cisco και το Loughborough University - για να αναπτύξει αυτό που ισχυρίζεται ότι είναι το «πιο προηγμένη κλίνη δοκιμών χωρίς οδηγό στον κόσμο». Η οργάνωση εδρεύει στο Γκρίνουιτς καθώς και στο Ολυμπιακό Πάρκο της Βασίλισσας Ελισάβετ. Στόχος είναι να αναπτυχθεί ένα σύστημα διαχείρισης οδών με επίκεντρο τη μείωση κατά 10% του χρόνου που περνούν οι αυτοκινητιστές στην κυκλοφορία. Άλλα στοιχεία περιλαμβάνουν ένα θετικό όφελος για την οικονομία ύψους 880 εκατομμυρίων λιρών ετησίως από τη βελτιωμένη παραγωγικότητα καθώς και τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι η Huawei, σε συνεργασία με την Thailand National Broadcasting and Telecommunication Communication (NBTC) και το Siriraj Hospital, ξεκίνησε ένα νέο έργο για τη χρήση αυτοοδηγούμενων οχημάτων με τροφοδοσία 5G για την παράδοση ιατρικών προμηθειών.

### 2.6.3 Ψυχαγωγία

Η συνδεσιμότητα είναι ολοένα και πιο σημαντική στα αθλητικά γεγονότα για αυτό κατά μέσο όρο σε έναν αγώνα συγκεντρώνονται 43.000 θεατές, οι οποίοι καταναλώνουν κατά περίπου 500gb, αριθμός που έχει αυξηθεί κατά 50% τους τελευταίους 12 μήνες. Εξαιτίας αυτού, ορισμένοι αθλητικοί οργανισμοί φοβούνται ότι οι θεατές θα μείνουν στο σπίτι εάν δεν μπορούν να παραμείνουν συνδεδεμένοι.

Ωστόσο, τα υπάρχοντα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας και Wi-Fi δεν διαθέτουν την ικανότητα για τέτοια πυκνοκατοικημένα περιβάλλοντα, γι' αυτό οι χώροι και οι φορείς εκμετάλλευσης είναι τόσο ενθουσιασμένοι με το 5G. Έρευνα από την Amdocs και την Ovum δείχνει ότι το 91 τοις εκατό των κορυφαίων παρόχων κινητής τηλεφωνίας στον κόσμο σχεδιάζει να πραγματοποιήσει δοκιμές αθλητικών εμπειριών 5G σε στάδια. Αυτό όχι μόνο θα αυξήσει την ικανοποίηση των θαυμαστών, αλλά θα επιτρέψει και νέες εμπειρίες. Η γερμανική FA σχεδιάζει να επιτρέψει στους θαυμαστές να βλέπουν πληροφορίες δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, όπως το πόσο γρήγορα ένας παίκτης σπριντ χρησιμοποιώντας την Επαυξημένη Πραγματικότητα.

### 2.6.4 Υγεία

Το 5G υπόσχεται να παρέχει βασικά επίπεδα συνδεσιμότητας για να ενεργοποιήσει ένα νέο οικοσύστημα υγείας, ένα οικοσύστημα που μπορεί να καλύψει τις ανάγκες ασθενών και παρόχων με ακρίβεια, αποτελεσματικότητα, βολική, οικονομικά αποδοτική και σε σημαντική κλίμακα. Ωστόσο, για να γίνει αντιληπτό το πλήρες δυναμικό των δικτύων 5G στις ρυθμίσεις υγειονομικής περίθαλψης, η ασφάλεια του δικτύου και το απόρρητο των δεδομένων είναι πρωταρχικής σημασίας.

Οι περιπτώσεις χρήσης υγειονομικής περίθαλψης 5G θα επιτρέψουν στους γιατρούς και τους ασθενείς να παραμείνουν πιο συνδεδεμένοι από ποτέ. Οι φορητές συσκευές θα μπορούσαν να ειδοποιήσουν τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης όταν ένας ασθενής εμφανίζει συμπτώματα όπως ένας εσωτερικός απινιδωτής που ειδοποιεί αυτόματα μια ομάδα καρδιολόγων ER να είναι έτοιμη για έναν εισερχόμενο ασθενή, με πλήρες αρχείο δεδομένων που συλλέγονται από τη συσκευή.



Εικόνα 2.6.4 Χρήση του 5G στην υγειονομική περίθαλψη

Για τους ανθρώπους που ζουν σε επαρχία η επαφή με τους γιατρούς και η μεταφορά τους εκεί μπορεί να είναι δύσκολη ή να χρειάζεται αρκετό χρόνο. Όμως, με την έλευση των συστημάτων τηλευγείας και απομακρυσμένης παρακολούθησης στο σπίτι, θα μπορούσαμε να λάβουμε φροντίδα από την άνεση του σπιτιού μας. Οι γιατροί με μία απλή βιντεοκλήση θα μπορούσαν να δώσουν οδηγίες ακόμα και την κατάλληλη θεραπεία με φάρμακα. Παρόλα αυτά, αυτή η απομακρυσμένη παρακολούθηση σε συνδυασμό με τα συστήματα που χρησιμοποιούν οι γιατροί για να εξηγήσουν στον ασθενή τι έχει θα επιβαρύνει το δίκτυο. Αυτό είναι πρόβλημα καθώς δημιουργούνται καθυστερήσεις η και διακοπές στην σύνδεση

Η καθυστέρηση αυτή πέρα το ότι είναι κουραστική για όσους το χρησιμοποιούν μπορεί να καθυστερήσει την διάγνωση του γιατρού και να βλάψει τον ασθενή ακόμα και μακροπρόθεσμα. Και επειδή η χρήση των τεχνολογιών Internet of Things συνεχίζει να αυξάνεται, ο όγκος των δεδομένων στα δίκτυα αναμένεται να αυξηθεί περισσότερο.

### 2.6.5 Λιανεμπόριο

Για εφαρμογές λιανικής 5G, η εμπειρία του πελάτη θα είναι το παν. Τα καταστήματα του αύριο μπορεί να μην μοιάζουν πλέον με τους σημερινούς διαδρόμους με τα ράφια. Φανταστείτε ένα κατάστημα που μοιάζει περισσότερο με εκθεσιακό χώρο - ένα κατάστημα που σας επιτρέπει να προσθέτετε αντικείμενα σε ένα εικονικό καλάθι αντί να ψωνίζετε με ένα φυσικό.

Τα καταστήματα μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν 5G για τη διαχείριση του αποθέματος και των αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο. Οι καταναλωτές θα μπορούσαν ακόμη και να δουν

αλλαγές όπως καταστήματα χωρίς ταμείο που απλώς παρακολουθούν τι βάζετε στο καλάθι σας αντί της παραδοσιακής γραμμής ταμείου.

Οι περισσότερες στρατηγικές ψηφιακής λιανικής σήμερα βασίζονται σε συνδυασμό τεχνολογιών συνδεσιμότητας όπως 4G, Wi-Fi, αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων, επικοινωνία κοντινού πεδίου (NFC) και Bluetooth. Όμως, καθώς πολλοί έμποροι λιανικής εργάζονται για να διαφοροποιηθούν με πιο εξατομικευμένες, βολικές εμπειρίες και υπηρεσίες, η ανάγκη για ταχύτερη, πιο αξιόπιστη και χωρίς αποκλεισμούς συσκευή συνδεσιμότητα έχει αυξηθεί.

## 2.6.6 Γεωργία

Τα αγροκτήματα του μέλλοντος θα χρησιμοποιούν περισσότερα δεδομένα και λιγότερα χημικά. Λαμβάνοντας δεδομένα από αισθητήρες που βρίσκονται απευθείας στα χωράφια, οι αγρότες μπορούν να προσδιορίσουν με ακριβή ακρίβεια ποιες περιοχές χρειάζονται νερό, έχουν ασθένεια ή απαιτούν διαχείριση παρασίτων.

Καθώς τα wearables γίνονται λιγότερο ακριβά και το 5G διευκολύνει την κλιμάκωση δικτύων που περιέχουν μεγάλο αριθμό συσκευών IoT, μπορεί επίσης να προκύψει η παρακολούθηση της υγείας για τα ζώα. Με πιο ακριβή δεδομένα για την υγεία, οι αγρότες μπορούν να μειώσουν τη χρήση αντιβιοτικών.

οι φάρμες χρησιμοποιούν λύσεις IoT για να παρακολουθούν πολλούς οδηγούς που επηρεάζουν την απόδοση τους, όπως:

- Θερμοκρασία

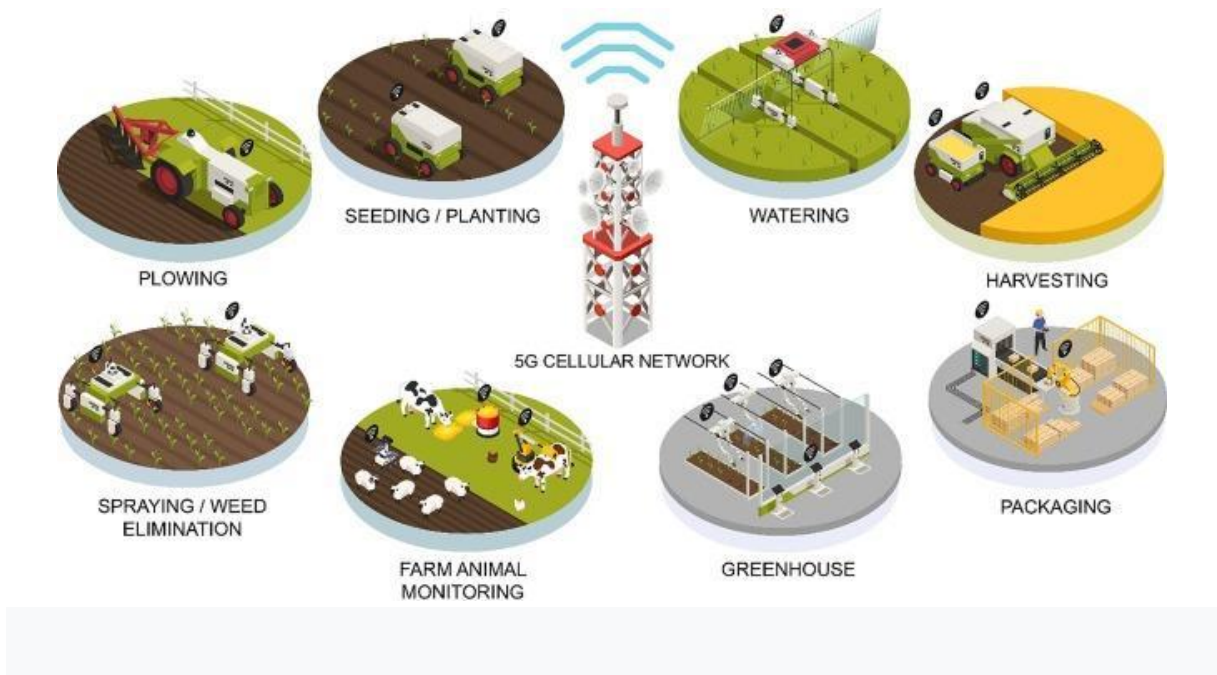
- Συνθήκες εδάφους

- Μολυσματικούς παράγοντες

- Ποιότητα νερού

Σήμερα, ορισμένα έξυπνα τελικά σημεία γεωργίας εξαρτώνται από ασύρματες τεχνολογίες μικρής εμβέλειας, όπως το Wi-Fi και το Bluetooth. Άλλοι χρησιμοποιούν κινητό λόγω αποστάσεων και αναγκών κάλυψης ραδιοσυχνοτήτων.

Το 5G θα επιτρέψει νέες εφαρμογές και θα αυξήσει ή θα αντικαταστήσει αυτές μικρής εμβέλειας. Ένα παράδειγμα είναι η χρήση drones εξοπλισμένων με βίντεο για την παρακολούθηση των συνθηκών των καλλιεργειών και της υγείας των ζώων.



Εικόνα 2.6.6 Χρήση του 5G στην γεωργία

## 2.6.7 Βιομηχανία

Το 5G θα επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο με τον οποίο οι κατασκευαστές ή τα «έξυπνα εργοστάσια», παράγουν και διανέμουν αγαθά. Οι εταιρείες θα μπορούν να χρησιμοποιούν δίκτυα 5G για καινοτόμες τεχνολογίες όπως η αυτοματοποίηση διαδικασιών, η απομακρυσμένη παρακολούθηση και τα συνεργατικά ρομπότ.

### □ Αυτοματοποίηση διεργασιών

Βασικό πλεονεκτήμα του έξυπνου εργοστασίου είναι η ικανότητά του να αυτοματοποιεί επαναλαμβανόμενες, εντάσεως εργασίας και δυνητικά επικίνδυνες εργασίες. Αυτό όχι μόνο θα μειώσει το ανθρώπινο λάθος και τον κίνδυνο ατυχημάτων, αλλά θα δώσει επίσης στους ανθρώπους περισσότερες ευκαιρίες να αναλάβουν πιο περίπλοκους ρόλους.

### □ Εξ αποστάσεως παρακολούθηση των περιουσιακών στοιχείων παραγωγής

Ένα άλλο πλεονέκτημα των έξυπνων εργοστασίων είναι η δυνατότητα παρακολούθησης και ελέγχου των περιουσιακών στοιχείων παραγωγής από απόσταση. Οι χειριστές δεν χρειάζεται να βρίσκονται στο εργοστάσιο, αλλά μπορούν να παρακολουθούν τις λειτουργίες σε πραγματικό χρόνο μέσω συστημάτων λογισμικού. Αυτό σημαίνει ότι οι χειριστές μπορούν εύκολα να εντοπίζουν και να διαχειρίζονται περιουσιακά στοιχεία, να αποκτούν χρήσιμες

πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και να διαμορφώνουν το μηχάνημα για βελτιστοποίηση της ασφάλειας, της αποτελεσματικότητας και της ποιότητας.

#### □ Συνεργατική ρομποτική

Οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν μια ποικιλία ρομπότ για βιομηχανικές εργασίες<sup>11</sup>. Υπάρχουν ρομπότ που μπορούν να μεταφέρουν προϊόντα από τη μια τοποθεσία στην άλλη και ρομπότ που έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν δίπλα σε ανθρώπους στην αποθήκη. Τα περισσότερα από αυτά τα βιομηχανικά ρομπότ συνδέονται χρησιμοποιώντας ένα ενσύρματο σύστημα, καθώς τα δεδομένα που απαιτούνται για την τροφοδοσία μιας αποθήκης ρομπότ δεν μπορούν να υποστηριχθούν από τις τρέχουσες ασύρματες ταχύτητες.

Η εμφάνιση του 5G θα κάνει τη χρήση του ρομπότ στην κατασκευή ταχύτερη και πιο αποτελεσματική χωρίς το βάρος ή τον περιορισμό των καλωδίων. Τα ρομπότ κατασκευής αναμένεται να δουν σημαντική ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια.

#### □ Δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων

Η εμφάνιση του 5G ανοίγει επίσης νέα επιχειρηματικά μοντέλα στον κατασκευαστικό τομέα. Η δυνατότητα ελέγχου διαφόρων συσκευών μέσω ενός δικτύου κινητής τηλεφωνίας επιτρέπει στους χειριστές να επεκτείνουν τη δημιουργικότητά τους στα όριά της. Τα drones, για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο σε έξυπνα εργοστάσια για ένα εύρος εργασιών, από τη μεταφορά υλικών στο δάπεδο του εργοστασίου έως τη διενέργεια εναέριων ελέγχων του χώρου. Τα drones απαιτούν δίκτυα δεδομένων για να πετάξουν σε μεγάλες αποστάσεις. Ωστόσο στον αέρα μπορεί να υπάρχουν παρεμβολές γεγονός που καθιστά δύσκολη την παρακολούθηση και τον έλεγχο των drones. Τα δίκτυα 5G θα πρέπει να μπορούν να επιλύουν αυτά τα ζητήματα και να παρέχουν στα drones τη συνδεσιμότητα που απαιτείται για χρήση εκτός του εργοστασίου.

### 2.6.8 Εκπαίδευση

Στην εκπαίδευση το 5G είναι βασικός παράγοντας και έχει προσφέρει μόνο θετικά σε εκπαιδευτικούς και μαθητές. Μερικά οφέλη του 5G στην εκπαίδευση είναι τα εξής:

#### □ Βελτιωμένη αλληλεπίδραση μεταξύ δασκάλων και μαθητών και συνεργασία μεταξύ συνομηλίκων.

Όταν συνδέεστε στο Zoom, υπάρχει μεγάλη τάση για καθυστέρηση και διακοπές στη συνδεσιμότητα, γεγονός που επηρεάζει αρνητικά την εκπαιδευτική παράδοση. Με το 5G, οι πλατφόρμες τηλεδιάσκεψης θα βελτιωθούν σε ποιότητα και αξιοπιστία σε όλο τον κόσμο. Επομένως, αντί να περιμένουμε τη φόρτωση των προγραμμάτων, ο χρόνος θα δαπανηθεί καλύτερα για τη σύνδεση των δασκάλων με τους μαθητές. Οι δάσκαλοι θα εξοικονομήσουν χρόνο με το να μην χρειάζεται να αντιμετωπίσουν καθυστερήσεις στη συνδεσιμότητα ή διακοπές στις συνδέσεις ήχου και βίντεο και αντ' αυτού να εστιάσουν στον εκπαιδευόμενο. Οι μαθητές θα μπορούν να κατεβάζουν βίντεο και εκπαιδευτικό υλικό πιο γρήγορα. Επίσης, δεδομένου ότι το 5G επιτρέπει τη μεταφορά περισσότερων δεδομένων, η επικοινωνία μεταξύ

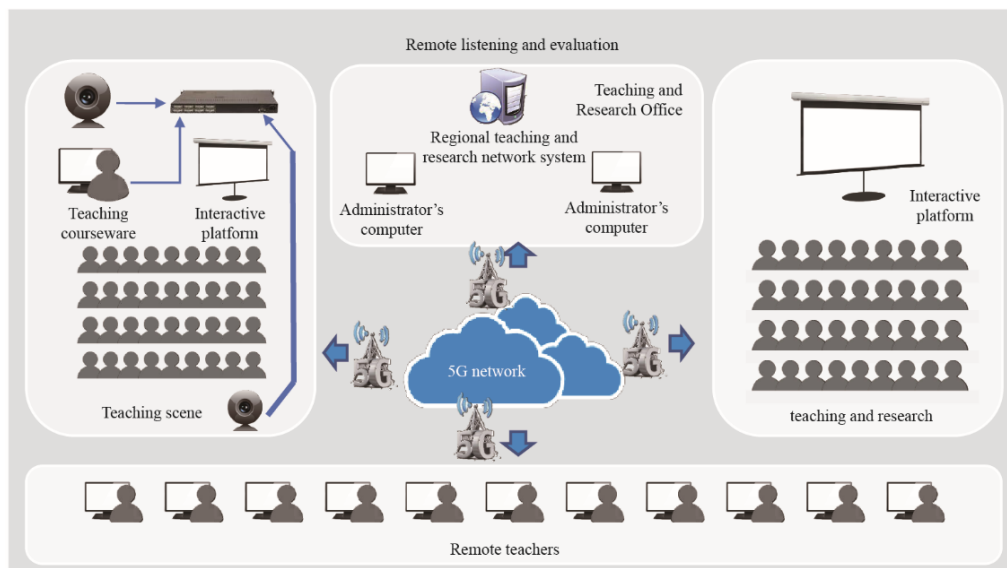
συνομηλίκων για ομαδικά έργα θα γίνεται πιο γρήγορα και με λιγότερη καθυστέρηση - σχεδόν σαν να κάθονται άνθρωποι σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές στο ίδιο δωμάτιο.

### □ Εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες

Η εκπαίδευση γενικά ακολουθεί μια προσέγγιση που ταιριάζει σε όλους που πολλοί λένε ότι θα μπορούσε να εμποδίσει την ανάπτυξη. Το 5G έχει τη δυνατότητα να το αλλάξει αυτό! Θα βελτιώσει την εξατομίκευση δημιουργώντας έξυπνα συστήματα για την κατανόηση των μοναδικών αναγκών κάθε μαθητή και τη δημιουργία στοχευόμενων μαθησιακών ταξιδιών. Για παράδειγμα, οι εικονικοί βοηθοί διδασκαλίας θα μπορούσαν να έχουν πρόσβαση σε διαφορετικά σύνολα μαθημάτων και αξιολογήσεων ανάλογα με το προφίλ και τις προτιμήσεις των μαθητών. Αυτό έχει συνέπειες στην απόκτηση δεξιοτήτων και την αναβάθμιση των δεξιοτήτων καθώς και την τεχνική και επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση.

### □ Ενισχυμένη μάθηση εν κινήσει

Καθώς το 5G επεκτείνεται για να προσεγγίσει περισσότερες πτυχές της καθημερινής ζωής, θα διευκολύνει την εκμάθηση εν κινήσει, παρέχοντας μεγαλύτερη ανταπόκριση και ταχύτητα σε όλες τις συσκευές, ειδικά στις κινητές συσκευές. Φανταστείτε την αυξημένη ευελιξία που δίνεται σε πολυσχολους μαθητές και επαγγελματίες που θέλουν (και πρέπει) να μάθουν έξω από την τάξη.



Εικόνα 2.6.8 Χρήση του 5G στην εκπαίδευση



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ 5G**

#### **3.1 Πλεονεκτήματα του 5G**

Η τεχνολογία 5ης γενιάς προσφέρει ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών, που είναι ωφέλιμα για όλες τις ομάδες ανθρώπων, συμπεριλαμβανομένων των φοιτητών, των επαγγελματιών (γιατρών, μηχανικών, δασκάλων, διοικητικών οργάνων, διοικητικών οργάνων κ.λπ.) ακόμα και για έναν απλό άνθρωπο.

Τα κύρια πλεονεκτήματα του 5G είναι:

Μεγαλύτερη ταχύτητα στις μεταδόσεις,

Χαμηλότερη καθυστέρηση και επομένως μεγαλύτερη ικανότητα απομακρυσμένης εκτέλεσης.

Μεγαλύτερος αριθμός συνδεδεμένων συσκευών

Δυνατότητα υλοποίησης εικονικών δικτύων (network slicing), παρέχοντας πιο προσαρμοσμένη συνδεσιμότητα σε συγκεκριμένες ανάγκες .

##### **3.1.1 Μεγαλύτερη ταχύτητα στις μεταδόσεις**

Η ταχύτητα στις μεταδόσεις μπορεί να προσεγγίσει τα 15 ή 20 Gbps. Με τη δυνατότητα να απολαμβάνουμε υψηλότερη ταχύτητα, μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε αρχεία, προγράμματα και απομακρυσμένες εφαρμογές εντελώς απευθείας και χωρίς αναμονή. Με την εντατικοποίηση της χρήσης του cloud, όλες οι συσκευές (κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές κ.λπ.) θα εξαρτώνται λιγότερο από την εσωτερική μνήμη και τη συσσώρευση δεδομένων και δεν θα είναι απαραίτητο να εγκαταστήσετε μεγάλο αριθμό επεξεργαστών σε ορισμένα αντικείμενα, επειδή ο υπολογισμός μπορεί να γίνει στο Cloud.

Για παράδειγμα, η δυνατότητα ενεργοποίησης λογισμικού από απόσταση σαν να εκτελούνταν σε προσωπικές συσκευές, θα επιτρέψει να μην έχετε εγκαταστήσει τις εφαρμογές για φορητές συσκευές (APP) στο τερματικό και να τις εκτελείτε απευθείας από το cloud. Όπως δεν θα χρειάζεται πλέον η αποθήκευση των πληροφοριών στη μνήμη της συσκευής (φωτογραφίες, βίντεο κ.λπ.).



### 3.1.2 Χαμηλότερη καθυστέρηση

Ως καθυστέρηση ορίζεται ο χρόνος που μεσολαβεί από τότε που δίνουμε παραγγελία στη συσκευή μας μέχρι να πραγματοποιηθεί η ενέργεια. Στο 5G η καθυστέρηση θα είναι δέκα φορές μικρότερη από ό,τι στο 4G, έχοντας τη δυνατότητα να εκτελεί απομακρυσμένες ενέργειες σε πραγματικό χρόνο.

Χάρη σε αυτή τη χαμηλή καθυστέρηση και την αύξηση των αισθητήρων, είναι δυνατός ο έλεγχος των μηχανημάτων μιας βιομηχανικής εγκατάστασης, ο έλεγχος της εφοδιαστικής ή η απομακρυσμένη μεταφορά, οι χειρουργικές επεμβάσεις στις οποίες ο γιατρός μπορεί να παρέμβει σε έναν ασθενή που βρίσκεται σε άλλη άκρη του κόσμου με βοήθεια οργάνων ακριβείας που διαχειρίζονται εξ αποστάσεως ή πλήρης έλεγχος συστημάτων απομακρυσμένων μεταφορών, αυτοματοποιημένων και χωρίς οδηγό

### 3.1.3 Μεγαλύτερος αριθμός συνδεδεμένων συσκευών

Με το 5G το πλήθος των συσκευών που μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο αυξάνεται πολύ, θα φτάσει σε κλίμακα εκατομμυριούχων ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο.

Όλες οι συνδεδεμένες συσκευές θα έχουν πρόσβαση σε άμεσες συνδέσεις στο διαδίκτυο, οι οποίες σε πραγματικό χρόνο θα ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους. Αυτό θα ευνοήσει το IOT. Αναμένεται ότι ένα κοινό σπίτι θα έχει εκατό συνδεδεμένες συσκευές που στέλνουν και λαμβάνουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Αν σκεφτούμε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, θα μιλούσαμε για χιλιάδες συνδεδεμένες συσκευές.

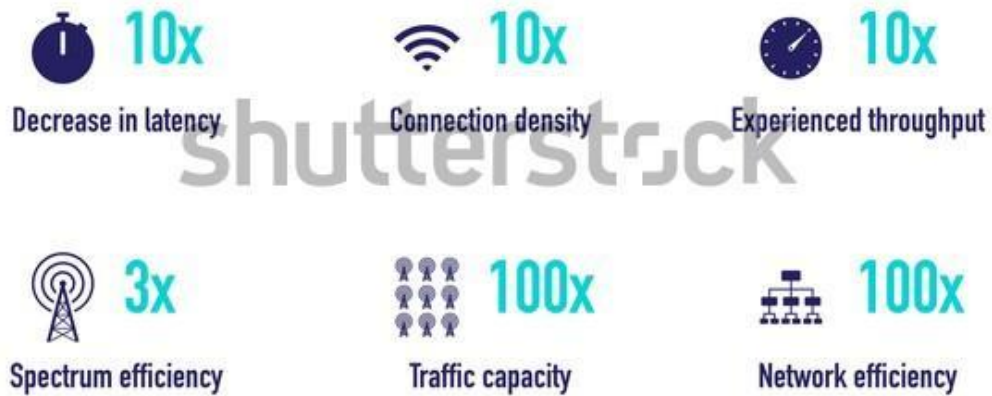
Για παράδειγμα, με την τοποθέτηση αισθητήρων σε διαφορετικά σημεία και αντικείμενα της πόλης, μπορεί να παρακολουθηθεί ένα μεγάλο μέρος της. Αν μοιράζετε τις πληροφορίες των αισθητήρων των αυτοκινήτων και της πόλης, και αυτά ανταλλάσσουν δεδομένα, μπορείτε να βελτιώσετε την ποιότητα ζωής των πόλεων, να διευκολύνετε την πλοήγηση του αυτόνομου αυτοκινήτου (επιλέξτε καλύτερες διαδρομές, μειώστε τον αριθμό των ατυχημάτων, βρείτε διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης κ.λπ.)

### 3.1.4 Τεμαχισμός δικτύου

Το 5G επιτρέπει επίσης την υλοποίηση εικονικών δικτύων (network slicing), τη δημιουργία υποδικτύων, προκειμένου να παρέχεται συνδεσιμότητα πιο προσαρμοσμένη στις συγκεκριμένες ανάγκες.

Η δημιουργία υποδικτύων θα δώσει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σε ένα τμήμα του δικτύου, ως προγραμματιζόμενο δίκτυο και θα επιτρέψει την ιεράρχηση των συνδέσεων, όπως θα μπορούσαν να είναι οι καταστάσεις έκτακτης ανάγκης μπροστά σε άλλους χρήστες, εφαρμόζοντας για παράδειγμα διαφορετικούς λανθάνοντες χρόνους ή δίνοντάς τους προτεραιότητα στη σύνδεση με το δίκτυο, ώστε να μην μπορούν να επηρεαστούν από πιθανές υπερφορτώσεις του δικτύου κινητής τηλεφωνίας.

# The advantages of 5G



Εικόνα 3.1 Πλεονεκτήματα του 5G

## 3.2 Μειονεκτήματα του 5G

Παρά τα πολλά οφέλη του 5G υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως:

- Περιορισμένη Παγκόσμια Κάλυψη
- Μειωμένη απόσταση μετάδοσης
- Ταχύτητες μεταφόρτωσης
- Εξασθενημένες μπαταρίες συσκευής
- Κυβερνασφάλεια

### 3.2.1 Περιορισμένη Παγκόσμια Κάλυψη

Ένα από τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα του 5G είναι ότι αυτή τη στιγμή προσφέρει περιορισμένη/άνιση κάλυψη και είναι διαθέσιμο μόνο σε συγκεκριμένες τοποθεσίες. Με τις

πολυκατοικημένες περιοχές να είναι το βασικό επίκεντρο για την ανάπτυξη, είναι πιθανό οι μεγάλες πόλεις να είναι οι πρώτες που θα επωφεληθούν από το 5G, ενώ οι απομακρυσμένες περιοχές μπορεί να μην το δουν για άλλα 5 χρόνια. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, ορισμένοι από τους μεγάλους παρόχους κινητής τηλεφωνίας, δίνουν τη δυνατότητα να παρακολουθείτε την κάλυψη.

### 3.2.2 Μειωμένη απόσταση μετάδοσης

Δεν είναι μόνο η συχνότητα του 5G που κάνει το δίκτυο τόσο γρήγορο, είναι ένας συνδυασμός συχνότητας και της νέας τεχνολογίας στους ιστούς. Ωστόσο, το 5G δεν θα ταξιδέψει τόσο μακριά από τους ιστούς όσο το 4G και αντικείμενα όπως ψηλά κτίρια και δέντρα θα εμποδίσουν την υψηλή συχνότητά του. Επομένως, προκειμένου να παραδοθεί η ταχύτητα και η αναμενόμενη υπηρεσία, πρέπει να εγκατασταθούν πολυάριθμοι πύργοι 5G για ομοιόμορφη κάλυψη, κάτι που είναι και δαπανηρό και χρονοβόρο. Η μεγαλύτερη αντίσταση από τους κοντινούς κατοίκους έχει καθυστερήσει την εγκατάσταση ορισμένων ιστών και μέχρι να επιλυθεί αυτό, είναι πιθανό να αντιμετωπίσουμε μια ανεπαρκή κάλυψη 5G για κάποιο χρονικό διάστημα.

### 3.2.3 Ταχύτητες μεταφόρτωσης

Οι ταχύτητες λήψης της τεχνολογίας 5G είναι απίστευτα υψηλές, όπως αναφέρθηκε στα πλεονεκτήματά μας παραπάνω. Ωστόσο, οι ταχύτητες μεταφόρτωσης συχνά δεν υπερβαίνουν τα 100 Mbps. Ωστόσο, σε σχέση με την υπάρχουσα συνδεσιμότητα κινητής τηλεφωνίας, οι ταχύτητες μεταφόρτωσης είναι υψηλότερες από την υπάρχουσα τεχνολογία, όπως το 4G LTE.

### 3.2.4 Εξασθενημένες μπαταρίες συσκευής

Όσον αφορά τις έξυπνες συσκευές μας, πάντα θέλουμε περισσότερα. Θέλουμε να λειτουργούν πιο γρήγορα και η μπαταρία να διαρκεί περισσότερο. Το 5G θα είναι ένα δίκτυο που απαιτεί μπαταρίες. Ως εκ τούτου, οι κατασκευαστές θα πρέπει να επενδύσουν σε νέα τεχνολογία μπαταριών διασφαλίζοντας ότι οι φορητές συσκευές μπορούν να λειτουργούν για σημαντικό χρονικό διάστημα με μία μόνο φόρτιση. Ορισμένοι χρήστες έχουν αναφέρει ότι το 5G όχι μόνο εξαντλεί τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας, αλλά κάνει και τις συσκευές ζεστές.

### 3.2.5 Κυβερνασφάλεια

Η ταχεία επέκταση του 5G θα απαιτήσει μια νέα προσέγγιση στην ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. Όπως συμβαίνει με κάθε πρωτοποριακή τεχνολογία, οι χάκερ θα βρουν τρόπους να εκμεταλλευτούν τα τρωτά σημεία. Πολλοί ανησυχούν ότι με την αυξημένη συνδεσιμότητα και ταχύτητα διευκολύνουμε τους εγκληματίες του κυβερνοχώρου να αποκτήσουν πρόσβαση στα δεδομένα και τα συστήματά μας.

Μερικά ζητήματα ασφάλειας που πρέπει να λάβετε υπόψη είναι τα εξής:

Το δίκτυο 5G διαχειρίζεται λογισμικό που το καθιστά ευάλωτο. Εάν ένας χάκερ μπορεί να έχει πρόσβαση στο λογισμικό, ουσιαστικά ελέγχει το δίκτυο.

Η επέκταση του εύρους ζώνης δημιουργεί πρόσθετους δρόμους επίθεσης για τους εγκληματίες.

Με περισσότερες συσκευές συνδεδεμένες μέσω IoT (χάρη στο 5G), παρουσιάζει μια πολύ μεγαλύτερη επιφάνεια επίθεσης για τους εγκληματίες του κυβερνοχώρου.

## PROS & CONS OF 5G TECHNOLOGY

PROS		CONS	
1.	Greater Transmission Speed.	1.	Cost of Establishment.
2.	Lower Latency.	2.	Lack of Information.
3.	Increased Connectivity.	3.	Limited Coverage.
4.	Energy Efficiency Plans.	4.	Overcrowded Radio Frequency.
5.	Efficient Business Processes.	5.	Security and Privacy Issue.

HONESTPROSCONS.COM

Εικόνα 3.2 Θετικά και αρνητικά του 5G δικτύου.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 INTERNET OF THINGS

### 4.1 Εισαγωγή

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) είναι ένα σύστημα αλληλένδετων υπολογιστικών συσκευών, μηχανικών και ψηφιακών μηχανών, αντικειμένων, ζώων ή ανθρώπων που παρέχονται με μοναδικά αναγνωριστικά και τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω ενός δικτύου χωρίς να απαιτείται από άνθρωπο σε άνθρωπο.

Η σύνδεση όλων αυτών μεταξύ τους με τη χρήση αισθητήρων κάνει τις συσκευές έξυπνες καθώς υπό άλλες συνθήκες α θεωρούνταν άχρηστες η λιγότερο χρηστικές. Με την χρήση των τσιπ έχουμε καταφέρει να μετατρέψουμε ένα μικρό αντικείμενο σε κάτι τεράστιο με την χρήση του IoT.

### 4.2 Ιστορία του IoT

Η ιδέα της προσθήκης αισθητήρων σε βασικά-καθημερινά αντικείμενα συζητήθηκε από το 1980 έως το 1990 αλλά εκτός από μερικά έργα όπως ενός μηχανήματος αυτόματης πώλησης που ήταν συνδεδεμένο με το Ιντερνετ δεν έχουμε άλλη πρόοδο καθώς δεν είχαν γίνει οι απαραίτητες μελέτες. Τα τσιπ ήταν πολύ μεγάλα και ογκώδη και δεν υπήρχε τρόπος για τα αντικείμενα να επικοινωνούν αποτελεσματικά.

Για να γίνουν όλα αυτά χρειάζονταν επεξεργαστές που να ήταν φθηνοί και να χρησιμοποιούνταν παραπάνω από μία φορά, προτού τελικά γίνει οικονομικά αποδοτική η σύνδεση δισεκατομμυρίων συσκευών. Η εμφάνιση τσιπ χαμηλής κατανάλωσης που έχουν την δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας γνωστά και ως RFID έλυσε μέρος αυτού του ζητήματος, μαζί με την αυξανόμενη διαθεσιμότητα ευρυζωνικού διαδικτύου και δικτύωσης κινητής και ασύρματης σύνδεσης. Η υιοθέτηση του IPv6 το οποίο παρέχει μεγάλο όγκο IP διευθύνσεων βοήθησε σημαντικά στην υλοποίηση του IoT καθώς υπήρχαν πολλές διευθύνσεις για όλο τον κόσμο. Το 1999 ο Kevin Ashton επινόησε τη φράση Internet of Things αλλά χρειάστηκε ακόμα μια δεκαετία και παραπάνω μέχρι να ολοκληρώσει το όραμα του.

Η προσθήκη των RFID σε ακριβά κομμάτια εξοπλισμού για την παρακολούθηση της τοποθεσίας τους ήταν μια από τις πρώτες εφαρμογές IoT. Αλλά από τότε, το κόστος της προσθήκης αισθητήρων και σύνδεσης στο Διαδίκτυο σε αντικείμενα συνέχισε να μειώνεται και οι ειδικοί προβλέπουν ότι αυτή η βασική λειτουργία θα μπορούσε κάποτε να κοστίζει μόλις 10 σεντς, καθιστώντας δυνατή τη σύνδεση σχεδόν των πάντων στο Διαδίκτυο.

### 4.3 Αρχιτεκτονική του IoT

Η αρχιτεκτονική του συστήματος IoT περιγράφεται συχνά ως μια διαδικασία τεσσάρων σταδίων κατά την οποία τα δεδομένα ρέουν από αισθητήρες συνδεδεμένους σε «πράγματα» μέσω ενός δικτύου και τελικά σε ένα εταιρικό κέντρο δεδομένων ή στο cloud για επεξεργασία, ανάλυση και αποθήκευση.

Στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων, ένα «πράγμα» θα μπορούσε να είναι μια μηχανή, ένα κτίριο ή ακόμα και ένα άτομο. Οι διεργασίες στην αρχιτεκτονική του IoT στέλνουν επίσης δεδομένα προς την άλλη κατεύθυνση με τη μορφή οδηγιών ή εντολών που λένε σε έναν ενεργοποιητή ή σε άλλη φυσικά συνδεδεμένη συσκευή να προβεί σε κάποια ενέργεια για τον έλεγχο μιας φυσικής διαδικασίας. Ένας ενεργοποιητής θα μπορούσε να κάνει κάτι τόσο απλό, όπως το να ανάψει ένα φως ή το ίδιο επακόλουθο όπως να κλείσει μια γραμμή συναρμολόγησης εάν εντοπιστεί επικείμενη βλάβη.

Ας εξετάσουμε αυτήν την αρχιτεκτονική IoT στα 4 στάδια της:

#### □ Στάδιο 1: Αισθητήρες και ενεργοποιητές

Η διαδικασία ξεκινά με αισθητήρες και ενεργοποιητές, τις συνδεδεμένες συσκευές που παρακολουθούν (στην περίπτωση των αισθητήρων) ή ελέγχουν (στην περίπτωση των ενεργοποιητών) κάποιο «πράγμα» ή φυσική διαδικασία. Οι αισθητήρες καταγράφουν δεδομένα σχετικά με την κατάσταση μιας διεργασίας ή μιας περιβαλλοντικής συνθήκης, όπως θερμοκρασία, υγρασία, χημική σύνθεση, επίπεδα υγρών σε μια δεξαμενή, ροή υγρού σε σωλήνα ή ταχύτητα γραμμής συναρμολόγησης καθώς και πολλά άλλα.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ένας αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύσει μια κατάσταση ή ένα γεγονός που απαιτεί σχεδόν άμεση απόκριση, έτσι ώστε ένας ενεργοποιητής να μπορεί να εκτελέσει ενέργειες αποκατάστασης σε πραγματικό χρόνο, για παράδειγμα, να ρυθμίσει τον ρυθμό ροής ενός ρευστού ή τις κινήσεις ενός βιομηχανικού ρομπότ. Σε αυτές τις περιπτώσεις, απαιτείται πολύ χαμηλή καθυστέρηση μεταξύ του αισθητήρα και του ενεργοποιητή ανάλυσης/ενεργοποίησης. Για να αποφευχθεί η καθυστέρηση μιας επιστροφής δεδομένων στον διακομιστή, η ανάλυση δεδομένων για τον προσδιορισμό της αποτυχίας και η αποστολή του ελέγχου στο «πράγμα», αυτή η κρίσιμη επεξεργασία εκτελείται σε κοντινή απόσταση από τη διαδικασία που παρακολουθείται ή ελέγχεται.

#### Στάδιο 2: Πύλες Διαδικτύου και Συστήματα Απόκτησης Δεδομένων

Ένα σύστημα απόκτησης δεδομένων (DAS) συλλέγει ακατέργαστα δεδομένα από τους αισθητήρες και τα μετατρέπει από αναλογική σε ψηφιακή μορφή. Στη συνέχεια, το DAS συγκεντρώνει και μορφοποιεί τα δεδομένα πριν τα στείλει μέσω μιας πύλης Διαδικτύου μέσω ασύρματων WAN (όπως Wi-Fi ή Cellular) ή ενσύρματων WAN για το επόμενο στάδιο επεξεργασίας.

Σε αυτό το σημείο, ο όγκος των δεδομένων είναι στο μέγιστο. Οι ποσότητες μπορεί να είναι τεράστιες, ειδικά, για παράδειγμα, σε ένα εργοστασιακό περιβάλλον όπου εκατοντάδες

αισθητήρες μπορεί να συλλέγουν δεδομένα ταυτόχρονα. Για το λόγο αυτό, τα δεδομένα φιλτράρονται και συμπιέζονται στο βέλτιστο μέγεθος για μετάδοση.

### □ **Στάδιο 3: Προεπεξεργασία. Analytics στο Edge**

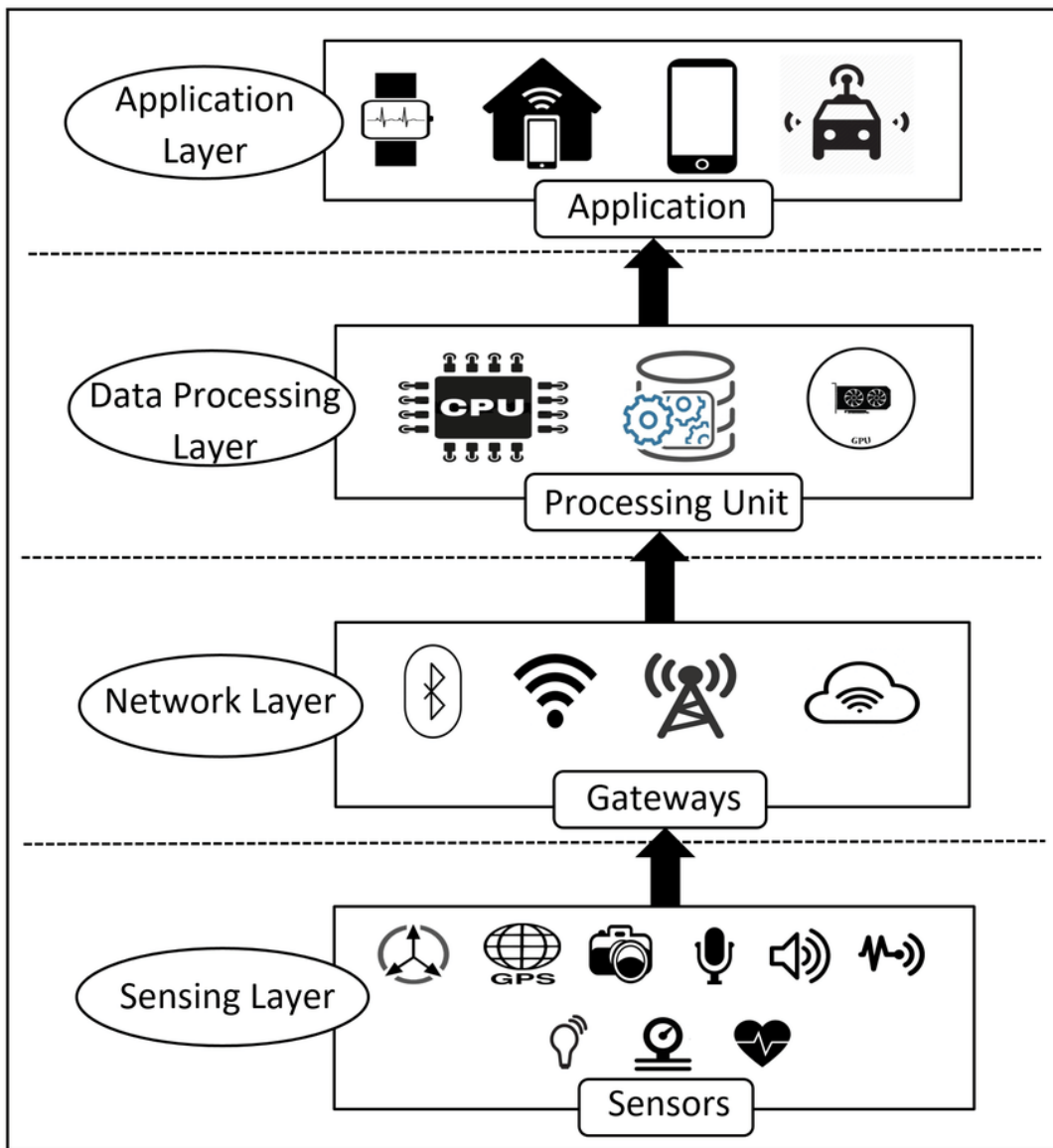
Μόλις ψηφιοποιηθούν και συγκεντρωθούν τα δεδομένα IoT, θα χρειαστεί επεξεργασία για περαιτέρω μείωση του όγκου των δεδομένων προτού μεταφερθούν στο κέντρο δεδομένων ή στο cloud. Η συσκευή άκρων μπορεί να εκτελέσει ορισμένες αναλύσεις ως μέρος της προεπεξεργασίας. Η μηχανική εκμάθηση μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη σε αυτό το στάδιο για την παροχή ανατροφοδότησης στο σύστημα και τη βελτίωση της διαδικασίας σε συνεχή βάση, χωρίς να περιμένετε να επιστρέψουν οδηγίες από το εταιρικό κέντρο δεδομένων ή το cloud. Η επεξεργασία αυτού του τύπου θα πραγματοποιείται γενικά σε μια συσκευή σε μια τοποθεσία κοντά στο σημείο όπου βρίσκονται οι αισθητήρες, όπως σε μια επιτόπια ντουλάπα καλωδίωσης.

### □ **Στάδιο 4: Σε βάθος ανάλυση στο Cloud ή στο Κέντρο δεδομένων**

Στο Στάδιο 4 της διαδικασίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ισχυρά συστήματα πληροφορικής για την ανάλυση, τη διαχείριση και την ασφαλή αποθήκευση των δεδομένων. Αυτό λαμβάνει χώρα συνήθως στο εταιρικό κέντρο δεδομένων ή στο cloud, όπου τα δεδομένα από πολλαπλούς ιστοτόπους/αισθητήρες πεδίου μπορούν να συνδυαστούν για να παρέχουν μια ευρύτερη εικόνα του συνολικού συστήματος IoT και να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες τόσο στους διευθυντές IT όσο και στους διαχειριστές επιχειρήσεων. Μια εταιρεία μπορεί να έχει δραστηριότητες σε διαφορετικές γεωγραφίες και τα δεδομένα του IoT μπορούν να αναλυθούν για τον εντοπισμό βασικών τάσεων και προτύπων ή για τον εντοπισμό ανωμαλιών.

Σε αυτό το επίπεδο, εφαρμογές που αφορούν τον κλάδο ή/και την εταιρεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση εις βάθος ανάλυσης και την εφαρμογή επιχειρηματικών κανόνων για να καθοριστεί εάν χρειάζεται να ληφθούν μέτρα. Τα εισερχόμενα δεδομένα ενδέχεται να υποδεικνύουν επιθυμητές αλλαγές στις ρυθμίσεις της συσκευής ή άλλους τρόπους βελτιστοποίησης της διαδικασίας, σχηματίζοντας έναν βρόχο που διευκολύνει τη συνεχή βελτίωση. Το στάδιο 4 περιλαμβάνει επίσης αποθήκευση σε μια αποθήκη δεδομένων, τόσο για τήρηση αρχείων όσο και για περαιτέρω ανάλυση.





Εικόνα 4.3 Αρχιτεκτονική του Ιοt

#### 4.4 Τομείς εφαρμογής του ΙοT

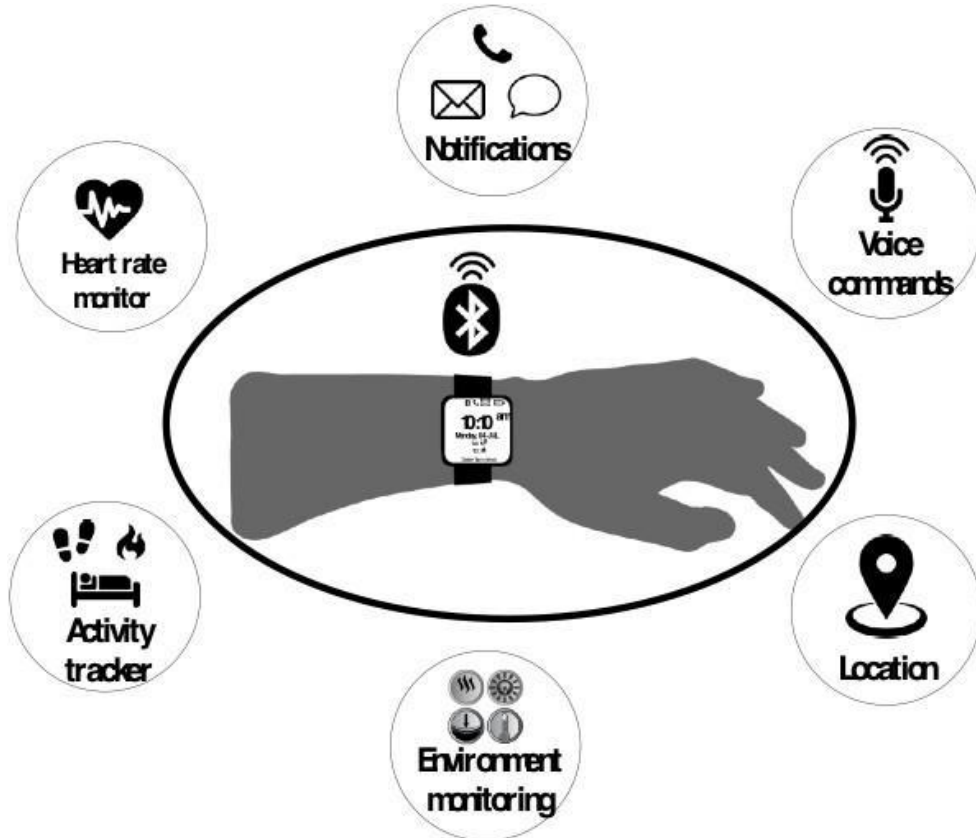
Οι εφαρμογές του ΙοT είναι πάρα πολλές, καθώς έχει καταφέρει να προσαρμοστεί σε σχεδόν κάθε τεχνολογία που είναι ικανή να παρέχει σχετικές πληροφορίες για τη δική της λειτουργία, για την απόδοση μιας δραστηριότητας ακόμα και για τις περιβαλλοντικές συνθήκες που πρέπει να παρακολουθούμε και να ελέγχουμε εξ αποστάσεως. .

Σε πολλούς τομείς έχει υιοθετηθεί το ΙοT στις μέρες μας για να απλοποιήσουν, να βελτιώσουν, να αυτοματοποιήσουν και να ελέγξουν διαφορετικές διαδικασίες. Παρακάτω αναφέρω πρακτικές εφαρμογές του ΙοT.

#### 4.4.1 Wearables

Το IoT έχει μεγάλη εφαρμογή στα wearables. Μερικά από τα πιο γνωστά wearables είναι ρολόγια για την παρακολούθηση καρδιακών παλμών μετρήσεις οξυγόνου, βημάτων κ.α , εικονικά γυαλιά, GPS που χρησιμοποιούμε όλοι πλέον και πολλά άλλα. Σε αυτά έχουν αναλάβει εταιρίες όπως η Apple, Xiaomi, Google να δημιουργήσουν αξιόπιστα wearable που να ταιριάζουν στις ανάγκες του καθενός.

Τα wearables είναι μικρές συσκευές που αποτελούνται από πολλούς αισθητήρες και δίνουν τις απαραίτητες μετρήσεις, συλλέγουν δεδομένα και τα οργανώνουν ώστε να διατίθενται άμεσα στον χρήστη.



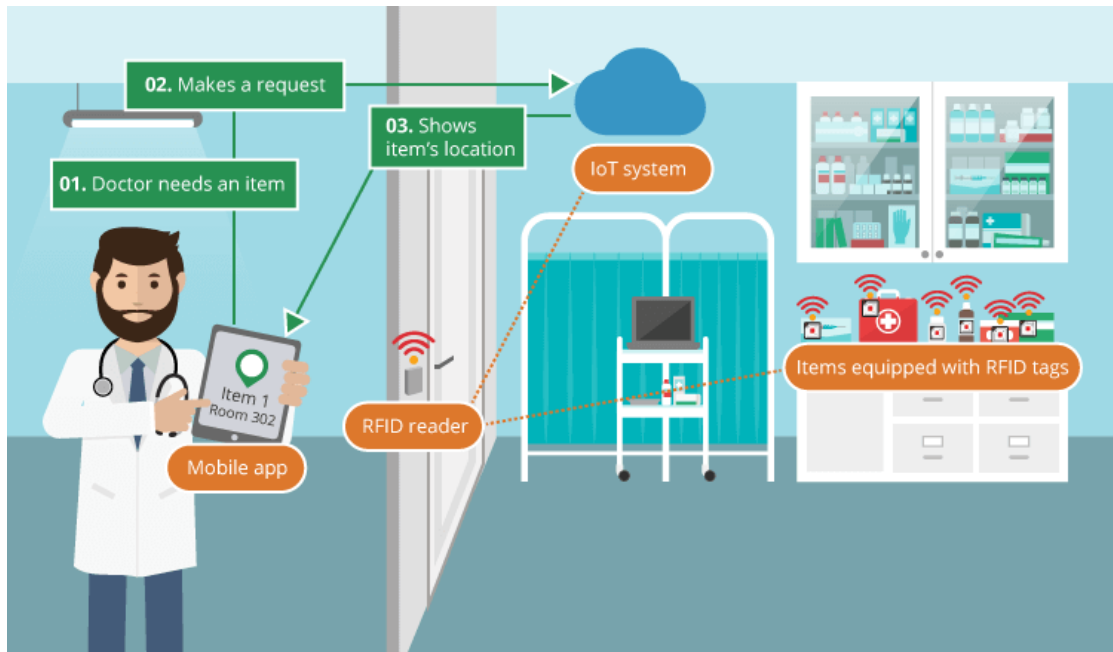
Εικόνα 4.4.1 Εφαρμογή του Iot με Wearables

#### 4.4.2 Υγεία

Πριν από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, οι αλληλεπιδράσεις των ασθενών με τους γιατρούς περιορίζονταν σε επισκέψεις και επικοινωνίες μέσω τηλεφώνου και κειμένου. Δεν υπήρχε περίπτωση οι γιατροί ή τα νοσοκομεία να παρακολουθούν συνεχώς την υγεία των ασθενών και να κάνουν συστάσεις ανάλογα. Οι συσκευές με δυνατότητα Internet of Things κατέστησαν δυνατή την απομακρυσμένη παρακολούθηση στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, απελευθερώνοντας τη δυνατότητα να διατηρούνται οι ασθενείς ασφαλείς και

υγιείς και δίνοντας τη δυνατότητα στους γιατρούς να παρέχουν εξαιρετική φροντίδα. Επιπλέον, η εξ αποστάσεως παρακολούθηση της υγείας του ασθενούς βοηθά στη μείωση της διάρκειας παραμονής στο νοσοκομείο και αποτρέπει τις επανεισαγωγές. Το IoT έχει επίσης σημαντικό αντίκτυπο στη σημαντική μείωση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης και στη βελτίωση των αποτελεσμάτων της θεραπείας.

Μια άλλη χρήση είναι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας IoT σε νοσοκομειακά κρεβάτια, δίνοντας τη θέση τους σε έξυπνα κρεβάτια, εξοπλισμένα με ειδικούς αισθητήρες για την παρατήρηση ζωτικών σημείων, την αρτηριακή πίεση, το οξύμετρο και τη θερμοκρασία του σώματος, μεταξύ άλλων.



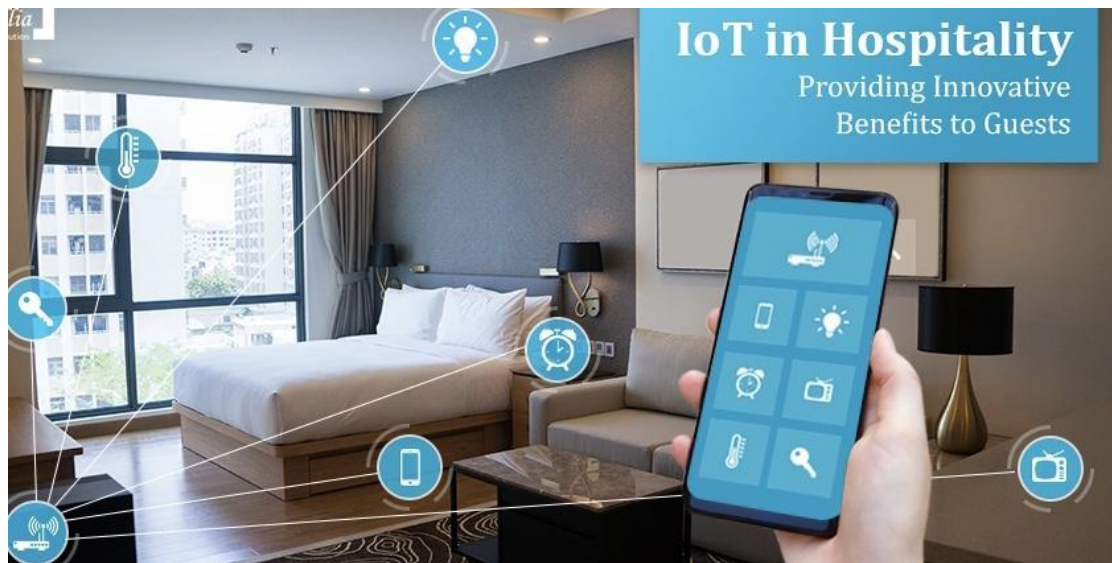
Εικόνα 4.4.2 Εφαρμογή του Iot στην υγεία

### 4.4.3 Φιλοξενία

Το IoT στα ξενοδοχεία και γενικά στην φιλοξενία έχει δώσει πολλές υπηρεσίες τους πελάτες. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των έξυπνων δωματίων ξενοδοχείου είναι η ευκαιρία να επηρεάσουν θετικά την άνεση των επισκεπτών. Όταν οι επισκέπτες συναντούν εφαρμογές IoT σε ένα τυπικό δωμάτιο ξενοδοχείου, η συνολική εμπειρία τους βελτιώνεται. Οι προσαρμοσμένες λύσεις IoT για ξενοδοχεία περιλαμβάνουν συσκευές όπως έξυπνο φωτισμό που μπορούν να ελέγχουν οι επισκέπτες με μια εφαρμογή στο τηλέφωνό τους ή έναν έξυπνο θερμοστάτη που μπορούν να προγραμματίσουν οι επισκέπτες για μέγιστη άνεση κατά τη

διάρκεια της νύχτας ή της ημέρας. Οι αυτοματοποιημένες έξυπνες κλειδαριές θυρών είναι ένα εξαιρετικό χαρακτηριστικό ασφαλείας που είναι δυνατό με ένα δωμάτιο ξενοδοχείου IoT. Αντί να χρησιμοποιούν ένα κλειδί που θα μπορούσε να χαθεί ή να κλαπεί, οι επισκέπτες που διαμένουν σε έξυπνα δωμάτια με κλειδαριές πόρτας με δυνατότητα IoT μπορούν να

χρησιμοποιήσουν μια ασφαλή εφαρμογή στο τηλέφωνό τους για να ξεκλειδώσουν την πόρτα του δωματίου τους.

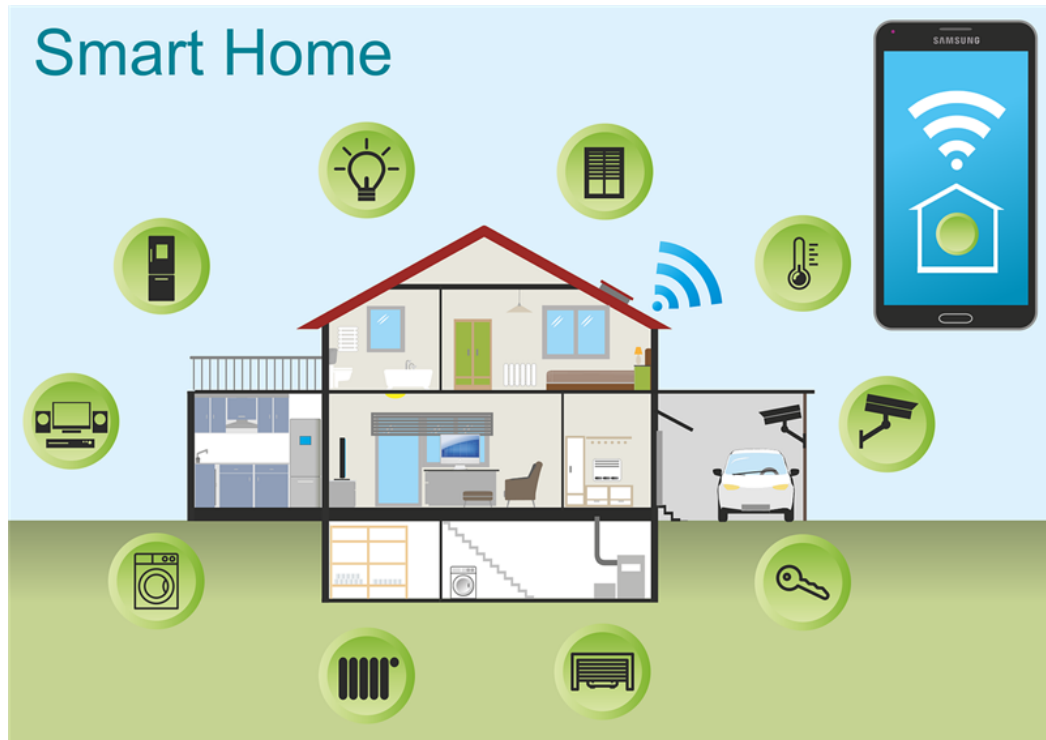


Εικόνα 4.4.3 Εφαρμογή του Iot στην φιλοξενία

#### 4.4.4 Έξυπνο δίκτυο και εξοικονόμηση ενέργειας

Η προοδευτική χρήση ευφών μετρητών ενέργειας ή μετρητών εξοπλισμένων με αισθητήρες και η εγκατάσταση αισθητήρων σε διαφορετικά στρατηγικά σημεία που πηγαίνουν από τις μονάδες παραγωγής στα διαφορετικά σημεία διανομής, επιτρέπει την καλύτερη παρακολούθηση και έλεγχο του ηλεκτρικού δικτύου.

Εφαρμόζοντας επικοινωνία μεταξύ του χρήστη και της εταιρίας μπορούν να αποφευχθούν τεράστια λάθη. Ο έγκαιρος εντοπισμός του προβλήματος βοηθηθεί στο να παρθούν άμεσα λύσεις και να μειωθεί και το κόστος επισκευής. Τέλος παρέχει σημαντικές πληροφορίες στον χρήστη για την κατανάλωση που έχει και το πώς μπορεί να μειώσει αυτή την δαπάνη.

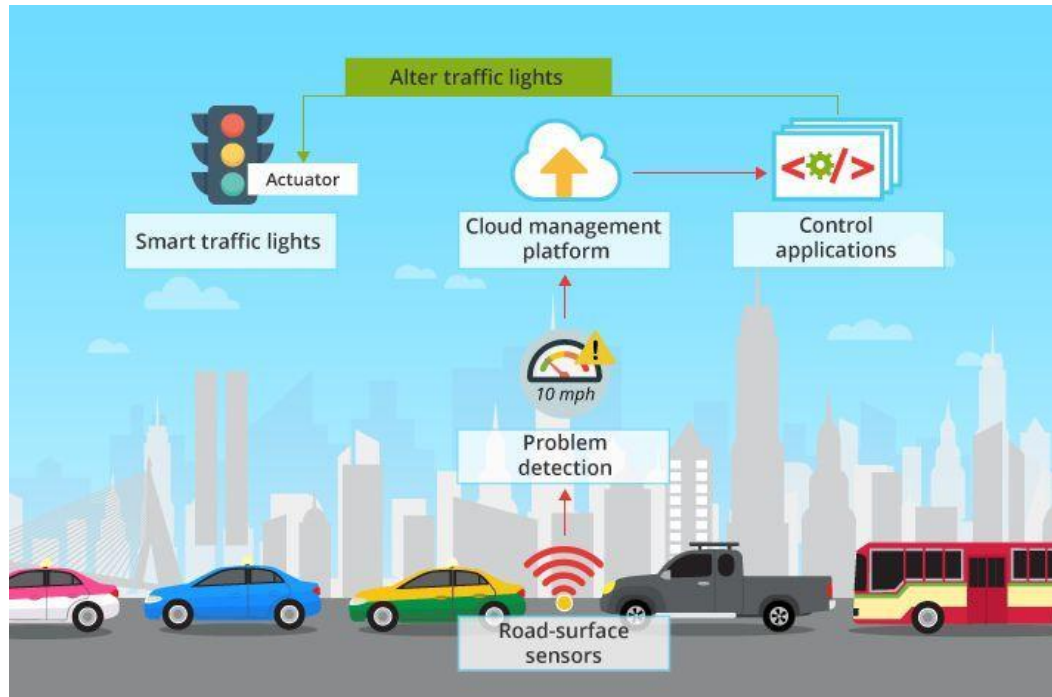


Εικόνα 4.4.4 Εφαρμογή του Ιοt για εξοικονόμηση ενέργειας

#### 4.4.5 Παρακολούθηση κυκλοφορίας

Το ΙοT είναι εξίσου σημαντικό για την διαχείριση της κυκλοφοριακής συμφόρησης στο κέντρο της πόλης.

Όταν χρησιμοποιούμε τα κινητά μας τηλέφωνα ως αισθητήρες, οι οποίοι συλλέγουν και μοιράζονται δεδομένα από τα οχήματά μας μέσω εφαρμογών όπως το Waze ή το Google Maps, χρησιμοποιούμε το Διαδίκτυο των Πραγμάτων για να μας ενημερώσει και ταυτόχρονα να συμβάλει στην παρακολούθηση της κυκλοφορίας, δείχνοντας τις συνθήκες τις διαφορετικές διαδρομές, και τροφοδοσία και βελτίωση των πληροφοριών για τις διαφορετικές διαδρομές προς τον ίδιο προορισμό, απόσταση, εκτιμώμενη ώρα άφιξης.

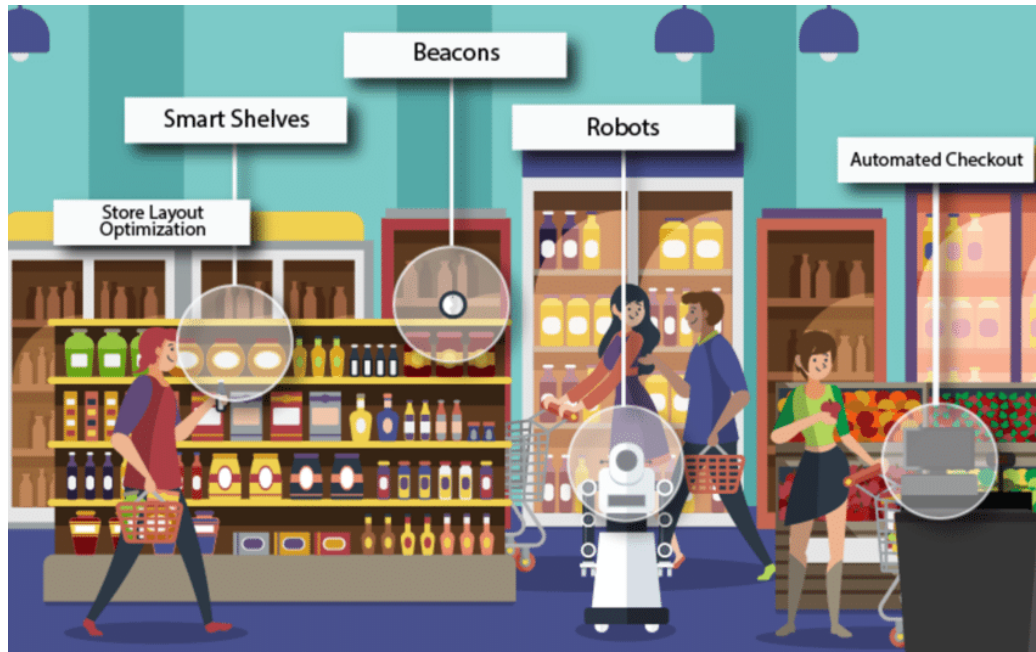


Εικόνα 4.4.5 Εφαρμογή του Ιοt για την παρακολούθηση της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

#### 4.4.6 Λιανεμπόριο

Στο λιανεμπόριο και στον πελάτη είναι απαραίτητο το ΙοT. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων αποτελεί μια καλή περίπτωση για τη βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ ενός πελάτη και μιας επωνυμίας. Οι αισθητήρες ΙοT μπορούν να εντοπίσουν τις συνήθειες ενός πελάτη και να μοιραστούν πληροφορίες με την ομάδα μάρκετινγκ. Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται από το ΙοT επιτρέπουν στις επωνυμίες να βελτιώσουν το προϊόν τους. Μια εταιρεία μπορεί να τροποποιήσει τις ρυθμίσεις και να κάνει τις απαραίτητες ενημερώσεις σε ένα προϊόν καθώς ο πελάτης το χρησιμοποιεί στο σπίτι.

Ακόμα ένα σημαντικό όφελος της τεχνολογίας ΙοT στο λιανικό εμπόριο την εποχή της πανδημίας. Οι μεγάλες ουρές στα ταμεία αυξάνουν τους κινδύνους που σχετίζονται με τον COVID-19 και μειώνουν τα ποσοστά διατήρησης πελατών. Δεν είναι μόνο η αναμονή που αφήνει τον πελάτη τόσο απογοητευμένο ώστε να μην μπορεί να προβλέψει τον χρόνο που θα ξοδέψει περιμένοντας. Το Διαδίκτυο των πραγμάτων είναι χρήσιμο, καθώς επιτρέπει στις επωνυμίες να διαχειρίζονται τους χρόνους αναμονής στα καταστήματα. Η τεχνολογία μπορεί να παρέχει στους υπαλλήλους ενός καταστήματος δεδομένα για το πόσο καιρό περιμένει ένας χρήστης, να προτείνει περισπασμούς ή να προσφέρει ένα πιο ήσυχο μέρος ή χρήσιμες δραστηριότητες για να κάνει τον χρόνο στη σειρά πιο ανεκτό.



Εικόνα 4.4.4 Εφαρμογή του Ιοτ στο λιανεμπόριο





# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

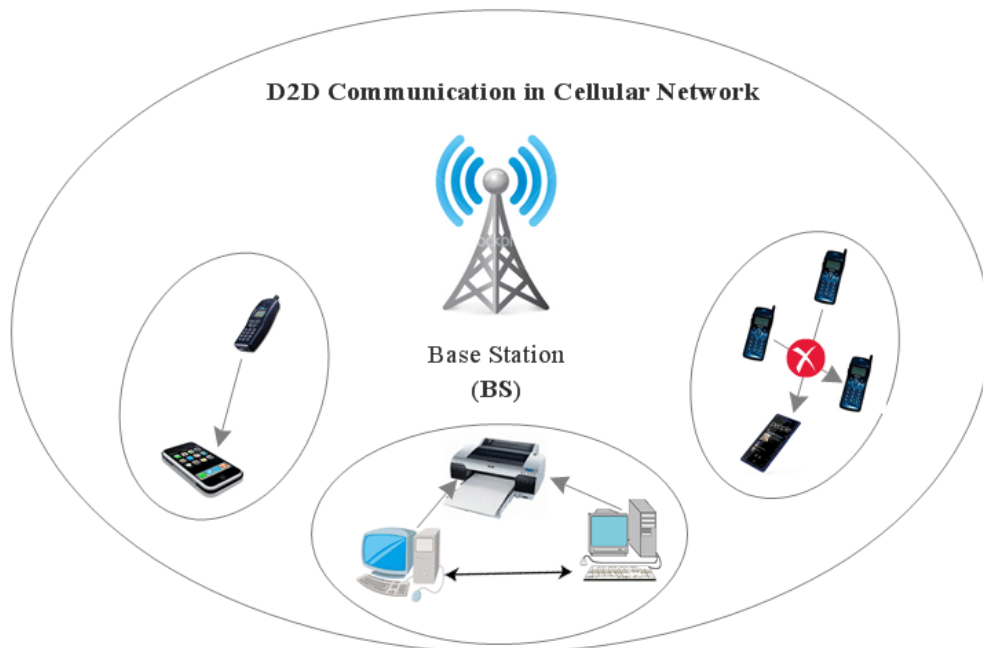
## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι συσκευές IoT βρίσκονται παντού και θα επιτρέψουν την κυκλοφοριακή ευφυΐα στο μέλλον. Για λειτουργική αντίληψη, είναι σημαντικό και χρήσιμο να κατανοήσουμε πώς επικοινωνούν διάφορες συσκευές IoT μεταξύ τους. Τα μοντέλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται στο IoT έχουν μεγάλη αξία. Τα μοντέλα επιτρέπουν στους ανθρώπους και τα πράγματα να συνδέονται ανά πάσα στιγμή, σε οποιοδήποτε χώρο, με οτιδήποτε και οποιονδήποτε, χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε δίκτυο και οποιαδήποτε υπηρεσία.

### 5.1 Μοντέλο Device to Device

Η επικοινωνία συσκευής με συσκευή (D2D) αναφέρεται συχνά στην τεχνολογία που επιτρέπει στον εξοπλισμό χρήστη (UE) να επικοινωνεί μεταξύ τους με ή χωρίς τη συμμετοχή υποδομών δικτύου όπως ένα σημείο πρόσβασης ή σταθμοί βάσης. Το D2D είναι πολλά υποσχόμενο καθώς χρησιμοποιείται για να κάνει δυνατή την επικοινωνία εξαιρετικά χαμηλής καθυστέρησης.

Το D2D αναφέρεται στην επικοινωνία μεταξύ συσκευών, οι οποίες μπορεί να είναι κινητά τηλέφωνα ή οχήματα. Αυτή η τεχνική ανοίγει νέα επικοινωνία με επίκεντρο τις συσκευές που συχνά δεν απαιτεί άμεση επικοινωνία με την υποδομή δικτύου, επομένως αναμένεται να λύσει μέρος του ζητήματος χωρητικότητας δικτύου καθώς το 5G υπόσχεται περισσότερες συσκευές να συνδέονται σε ταχύτερα και πιο αξιόπιστα δίκτυα.



Εικόνα 5.1 Μοντέλο Device to Device

Η επικοινωνία συσκευής με συσκευή επιτρέπει σε συσκευές που ακολουθούν ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας καθώς και να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν μηνύματα μεταξύ τους. Βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε εφαρμογές που στέλνονται μικρά πακέτα δεδομένων πληροφορίας μεταξύ των συσκευών, όπως σε συστήματα οικιακών αυτοματισμών (π.χ. οικιακές IoT συσκευές όπως λάμπες, διακόπτες, θερμοστάτες που επικοινωνούν μεταξύ τους).

## 5.2 Μοντέλο device to Cloud

Το μοντέλο device to cloud έχει μια συσκευή IoT που συνδέεται απευθείας σε μια υπηρεσία cloud Internet όπως ένας πάροχος υπηρεσιών εφαρμογής. Αυτή η σύνδεση γίνεται με σκοπό την ανταλλαγή δεδομένων και τον έλεγχο της κυκλοφορίας μηνυμάτων. Η σύνδεση γίνεται ενσύρματα με καλώδιο Ethernet ή με το Wifi.

Καθώς ο χρήστης συνδέεται με το cloud του δίνεται η δυνατότητα να έχει απομακρυσμένη πρόσβαση σε μια συσκευή. Επιπλέον, υποστηρίζει ενδεχομένως την προώθηση ενημερώσεων λογισμικού στη συσκευή.

Μια περίπτωση χρήσης για το Device-to-Cloud που βασίζεται σε κινητά θα ήταν μια έξυπνη ετικέτα που παρακολουθεί το σκυλί σας ενώ δεν βρίσκεστε κοντά, κάτι που θα χρειαζόταν κυψελοειδές επικοινωνία ευρείας περιοχής επειδή δεν θα ξέρετε πού μπορεί να βρίσκεται ο σκύλος.



Εικόνα 5.2 Μοντέλο Device to Cloud

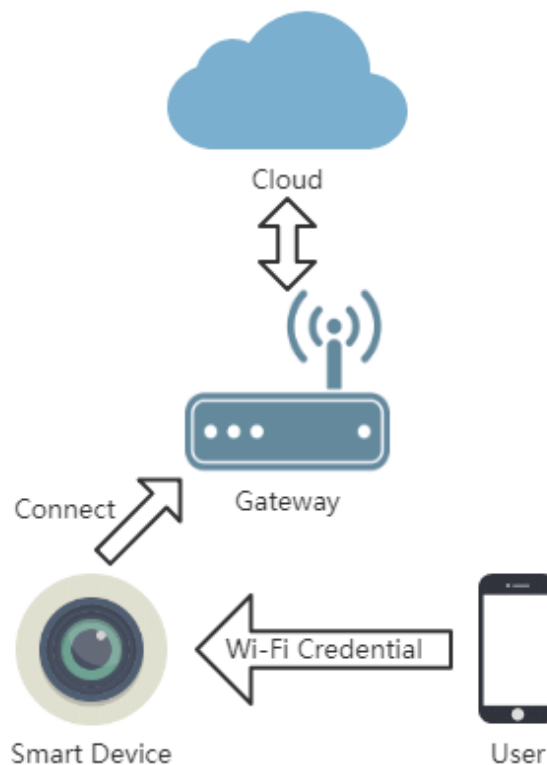
Από την άποψη της ασφάλειας, αυτό γίνεται πιο περίπλοκο από το Device to Device επειδή περιλαμβάνει δύο διαφορετικούς τύπους ασφάλειας. Πρώτα χρειάζεται την ασφάλεια για πρόσβαση στο δίκτυο και στην συνέχεια ασφάλεια για πρόσβαση στο cloud.

## 5.3 Μοντέλο Device to Gateway

Στο μοντέλο Device to Gateway, οι συσκευές IoT συνδέονται ουσιαστικά σε μια ενδιάμεση συσκευή για πρόσβαση σε μια υπηρεσία cloud. Το μοντέλο Device to Gateway συχνά περιλαμβάνει λογισμικό εφαρμογών που λειτουργεί σε μια τοπική συσκευή πύλης (όπως ένα smartphone ή ένα "hub") που λειτουργεί ως ενδιάμεσος μεταξύ μιας συσκευής IoT και μιας υπηρεσίας cloud.

Αυτή η πύλη θα μπορούσε να παρέχει ασφάλεια και άλλες λειτουργίες, όπως μετάφραση δεδομένων ή πρωτοκόλλου. Εάν η πύλη είναι ένα smartphone, αυτό το λογισμικό εφαρμογής μπορεί να έχει τη μορφή εφαρμογής που συνδέεται με τη συσκευή IoT και επικοινωνεί με μια υπηρεσία cloud.

Αυτή μπορεί να είναι μια συσκευή γυμναστικής που συνδέεται στο cloud μέσω μιας εφαρμογής smartphone όπως το Nike+ ή εφαρμογές οικιακού αυτοματισμού που περιλαμβάνουν συσκευές που συνδέονται σε έναν κόμβο όπως το οικοσύστημα SmartThings της Samsung.

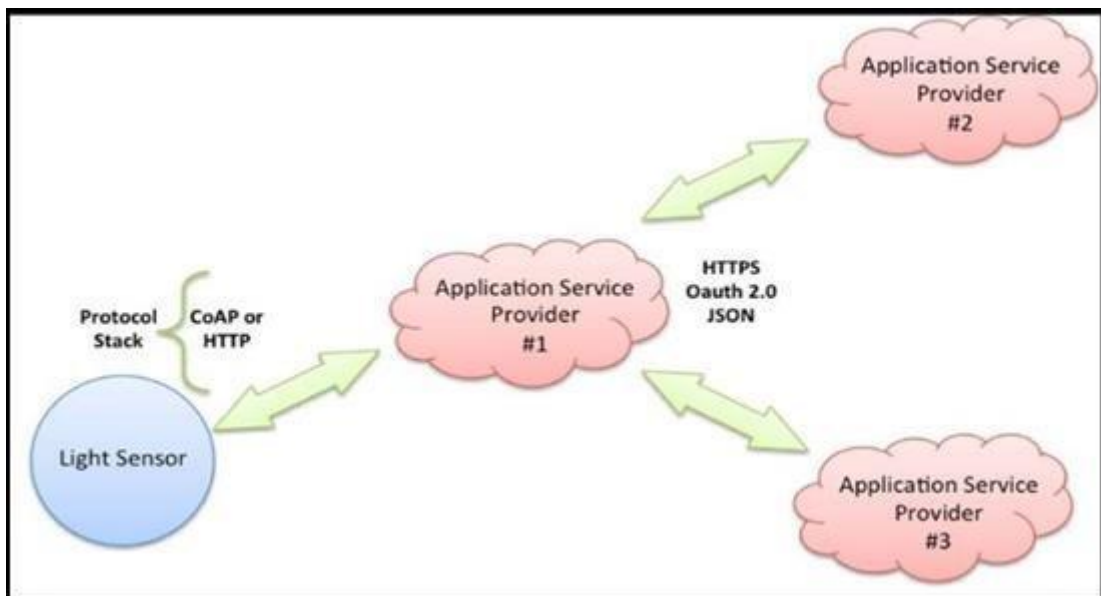


Εικόνα 5.3 Μοντέλο Device to Gateway

#### 5.4 Μοντέλο Back-end Data Sharing

Το Back-End Data Sharing είναι ένα μοντέλο επικοινωνίας μεμονωμένης συσκευής σε cloud, έτσι ώστε οι συσκευές IoT και τα δεδομένα αισθητήρων να είναι προσβάσιμα από εξουσιοδοτημένα τρίτα μέρη. Σύμφωνα με το Back-End Data Sharing οι χρήστες μπορούν να αντλούν δεδομένα και να τα αναλύουν. Η μελέτη των δεδομένων αυτών γίνεται από μια υπηρεσία cloud και καταλήγουν σε άλλες υπηρεσίες για να τα αναλύσουν.

Το back-end data sharing μοντέλο αναφέρεται στην αρχιτεκτονική που επιτρέπει στους χρήστες να εξάγουν και να αναλύσουν τα δεδομένα που προέρχονται από smart objects από μια cloud υπηρεσία σε συνδυασμό με δεδομένα από άλλες πηγές. Η προσέγγιση αυτή αποτελεί μια προέκταση του μοντέλου επικοινωνίας device-to-cloud, στο οποίο οι IoT συσκευές ανεβάζουν τα δεδομένα μόνο σε έναν πάροχο υπηρεσιών. Το μοντέλο back-end data-sharing υποδηλώνει ότι χρειάζονται cloud APIs και μια πιο συνολική προσέγγιση των cloud υπηρεσιών για την επίτευξη της αμοιβαίας χρήσης των δεδομένων των smart devices που φιλοξενούνται στο cloud.



Εικόνα 5.4 Μοντέλο Backend Data Sharing

## 5.5 Μοντέλο ARM

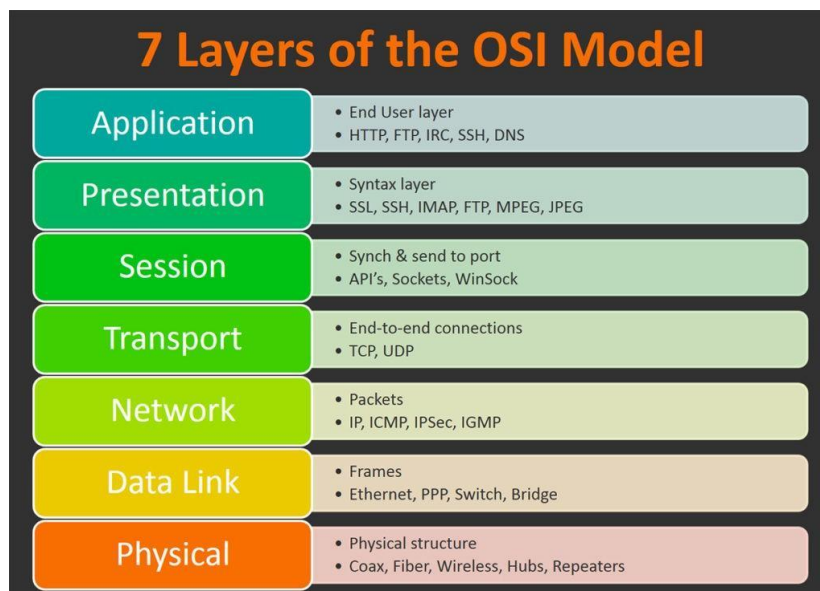
Το IoT-ARM σχεδιάστηκε ως ένα αφηρημένο και ανεξάρτητο από εφαρμογές πλαίσιο αναφοράς προκειμένου να υποστηρίξει τη διαδικασία δημιουργίας αρχιτεκτονικών IoT σε οποιονδήποτε τομέα IoT. Έτσι, το IoT-ARM ορίζει έννοιες υψηλού επιπέδου, σημασιολογία και λειτουργίες που είναι κοινές σε οποιαδήποτε πλατφόρμα IoT.

Αποτελείται από δύο κύρια μπλοκ: το μοντέλο αναφοράς IoT και την αρχιτεκτονική αναφοράς IoT. Το πρώτο αποτελεί ένα γενικό μοντέλο πληροφοριών για το IoT το οποίο οι αρχιτέκτονες μπορούν να χρησιμοποιήσουν ως βάση για το μοντέλο πληροφοριών τους για συγκεκριμένη εφαρμογή. Το τελευταίο χρησιμεύει ως βάση και καθοδήγηση για το σχεδιασμό και την εξαγωγή συγκεκριμένων αρχιτεκτονικών IoT. Το σκεπτικό πίσω από το IoT-ARM είναι η ανάπτυξη πλατφορμών IoT που ικανοποιούν τις ανησυχίες των ενδιαφερομένων σχετικά με πτυχές ποιότητας. Για το σκοπό αυτό, οι αρχιτεκτονικές του IoT διαμορφώνονται από αρχιτεκτονικές απόψεις που έχουν σχεδιαστεί για να εκπληρώνουν καλά καθορισμένες ποιοτικές απαιτήσεις.

Το IoT-ARM βασίζεται σε προοπτικές που αντιπροσωπεύουν ποιοτικές φιλοδοξίες σχετικά με (α) την εξέλιξη και τη διαλειτουργικότητα, (β) τη διαθεσιμότητα και την ανθεκτικότητα, (γ) την εμπιστοσύνη, την ασφάλεια και το απόρρητο και (δ) την απόδοση και την επεκτασιμότητα.

## 5.6 Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Από τα παραπάνω έγινε εμφανές πως το IoT σχετίζεται με πληθώρα πρωτοκόλλων επικοινωνίας, τα οποία κατηγοριοποιούνται συνήθως με βάση το μοντέλο αναφοράς OSI.



Εικόνα 5.6 OSI Model

Το μοντέλο OSI (Open Systems Interconnection Model) είναι ένα εννοιολογικό πλαίσιο που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις λειτουργίες ενός συστήματος δικτύωσης. Το μοντέλο OSI χαρακτηρίζει τις υπολογιστικές συναρτήσεις σε ένα καθολικό σύνολο κανόνων και

απαιτήσεων προκειμένου να υποστηρίζεται η διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών προϊόντων και λογισμικού. Στο μοντέλο αναφοράς OSI, οι επικοινωνίες μεταξύ ενός υπολογιστικού συστήματος χωρίζονται σε επτά διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης: Φυσικό, Σύνδεσμος Δεδομένων, Δίκτυο, Μεταφορά, Συνεδρία, Παρουσίαση και Εφαρμογή.

### 5.6.1 TCP, UDP και IP

#### □ TCP

Το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (TCP) είναι ένα πρωτόκολλο μεταφοράς που χρησιμοποιείται πάνω από το IP για να διασφαλίσει αξιόπιστη μετάδοση πακέτων. Το TCP περιλαμβάνει μηχανισμούς για την επίλυση πολλών από τα προβλήματα που προκύπτουν από τα μηνύματα που βασίζονται σε πακέτα, όπως χαμένα πακέτα, πακέτα εκτός παραγγελίας, διπλά πακέτα και κατεστραμμένα πακέτα.

Το TCP προσφέρει αξιοπιστία των δεδομένων κατά την μετάδοση τους. Δεδομένου ότι το TCP είναι το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται πιο συχνά πάνω από το IP, η στοίβα πρωτοκόλλου Διαδικτύου αναφέρεται μερικές φορές ως TCP/IP.

#### □ UDP

Το User Datagram Protocol (UDP) είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται κυρίως για τη δημιουργία συνδέσεων χαμηλής καθυστέρησης και ανοχής απωλειών μεταξύ εφαρμογών στο διαδίκτυο.

Το UDP επιταχύνει τις μεταδόσεις επιτρέποντας τη μεταφορά δεδομένων πριν από τη σύναψη συμφωνίας από τον παραλήπτη. Ως αποτέλεσμα, το UDP είναι επωφελές σε επικοινωνίες ευαίσθητες στον χρόνο, συμπεριλαμβανομένης της φωνής μέσω IP (VoIP), της αναζήτησης συστήματος ονομάτων τομέα (DNS) και της αναπαραγωγής βίντεο ή ήχου.

Το UDP είναι μια εναλλακτική λύση στο Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης (TCP). Τόσο το UDP όσο και το TCP τρέχουν πάνω από το IP και μερικές φορές αναφέρονται ως UDP/IP ή TCP/IP. Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο. Για παράδειγμα, το UDP επιτρέπει την επικοινωνία διεργασίας σε διεργασία, ενώ το TCP υποστηρίζει επικοινωνία κεντρικού υπολογιστή σε κεντρικό υπολογιστή.

#### □ IP

Το Πρωτόκολλο Διαδικτύου (IP) είναι ένα πρωτόκολλο ή σύνολο κανόνων για τη δρομολόγηση και τη διευθυνσιοδότηση πακέτων δεδομένων, έτσι ώστε να μπορούν να ταξιδεύουν σε δίκτυα και να φτάσουν στον σωστό προορισμό. Τα δεδομένα που διασχίζουν το Διαδίκτυο χωρίζονται σε μικρότερα κομμάτια, που ονομάζονται πακέτα. Οι πληροφορίες IP είναι συνδεδεμένες σε κάθε πακέτο και αυτές οι πληροφορίες βοηθούν τους δρομολογητές να στέλνουν πακέτα στο σωστό μέρος. Σε κάθε συσκευή ή τομέα που συνδέεται στο Διαδίκτυο εκχωρείται μια διεύθυνση IP και καθώς τα πακέτα κατευθύνονται στη διεύθυνση IP που είναι συνδεδεμένη σε αυτά, τα δεδομένα φτάνουν όπου χρειάζονται.

Μόλις τα πακέτα φτάσουν στον προορισμό τους, ο χειρισμός τους γίνεται διαφορετικά ανάλογα με το πρωτόκολλο μεταφοράς που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το IP. Τα πιο κοινά πρωτόκολλα μεταφοράς που χρησιμοποιούμε είναι το TCP και το UDP.

## 5.6.2 HTTP

Το Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένου (HyperText Transfer Protocol, HTTP) είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας. Αποτελεί το κύριο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στους φυλλομετρητές του Παγκοσμίου Ιστού για να μεταφέρει δεδομένα ανάμεσα σε έναν διακομιστή (server) και έναν πελάτη (client).

## 5.6.3 URIs

Τα URIs είναι μια μοναδική ακολουθία χαρακτήρων που προσδιορίζει έναν λογικό ή φυσικό πόρο που χρησιμοποιείται από τεχνολογίες Ιστού. Τα URI μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό οτιδήποτε, συμπεριλαμβανομένων αντικειμένων του πραγματικού κόσμου, όπως άτομα και μέρη, έννοιες ή πηγές πληροφοριών, όπως ιστοσελίδες και βιβλία. Ορισμένα URI παρέχουν ένα μέσο εντοπισμού και ανάκτησης πόρων πληροφοριών σε ένα δίκτυο (είτε στο Διαδίκτυο είτε σε άλλο ιδιωτικό δίκτυο). Μια διεύθυνση URL παρέχει τη θέση του πόρου. Ένα URI προσδιορίζει τον πόρο με το όνομα στην καθορισμένη τοποθεσία ή διεύθυνση URL.

Άλλα URI παρέχουν μόνο ένα μοναδικό όνομα, χωρίς μέσο εντοπισμού ή ανάκτησης του πόρου ή πληροφοριών σχετικά με αυτόν, αυτά είναι Uniform Resource Names (URNs). Οι τεχνολογίες Ιστού που χρησιμοποιούν URI δεν περιορίζονται σε προγράμματα περιήγησης ιστού. Τα URI χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό οτιδήποτε περιγράφεται χρησιμοποιώντας το Πλαίσιο Περιγραφής Πόρων (RDF), για παράδειγμα, έννοιες που αποτελούν μέρος μιας οντολογίας που ορίζεται χρησιμοποιώντας τη Γλώσσα Οντολογίας Ιστού (OWL) και τα άτομα που περιγράφονται χρησιμοποιώντας το λεξιλόγιο του φίλου έχουν ατομικό URI.

## 5.6.4 XML

Η επεκτάσιμη γλώσσα σήμανσης (XML) είναι μια απλή μορφή κειμένου για την αναπαράσταση δομημένων πληροφοριών: έγγραφα, δεδομένα, διαμόρφωση, βιβλία, συναλλαγές, τιμολόγια και πολλά άλλα. Προήλθε από μια παλαιότερη τυπική μορφή που ονομάζεται SGML (ISO 8879), προκειμένου να είναι πιο κατάλληλη για χρήση στο Web.

### 5.6.5 MQTT

Το MQTT (Message Queue Telemetry Transport) είναι ένα απλό και ελαφρύ (lightweight) πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων. Από το πρώτο κιόλας έτος δημιουργίας του άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως σε ποικίλες βιομηχανικές εφαρμογές. Είναι βασισμένο στην τεχνική publish-subscribe, η οποία διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό το σχεδιασμό IoT εφαρμογών. Οι αρχές σχεδίασης που ακολουθεί το πρωτόκολλο είναι η ελαχιστοποίηση του εύρους ζώνης του δικτύου, καθώς και των απαιτούμενων πόρων (ενέργειας, μνήμης). Παράδειγμα τέτοιου πρωτοκόλλου αποτελεί το Facebook messenger.

## 5.7 Κίνδυνοι του IoT

Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να προοδεύει και όλο και περισσότερος κόσμος μαθαίνει και χρησιμοποιεί καθημερινά το IoT είναι σημαντικό να γνωρίζει και τους κινδύνους που επιφυλάσσει. Οι οργανισμοί που σκέφτονται να ξεκινήσουν μια κατασκευαστική ή βιομηχανική πρωτοβουλία IoT ή να συνδέσουν υπάρχουσα τεχνολογία για αυτοματοποιημένη και απομακρυσμένη παρακολούθηση ή πρόσβαση, θα πρέπει να εξετάσουν όλους τους πιθανούς κινδύνους και τους φορείς επίθεσης που σχετίζονται με αυτές τις αποφάσεις. Οι βασικοί κίνδυνοι είναι

- Αεροπειρατεία συσκευής

- Παραβιάσεις δεδομένων

- Κλοπή συσκευής

### □ Αεροπειρατεία συσκευής

Η αεροπειρατεία συσκευής συμβαίνει όταν ένας κακόβουλος παράγοντας αναλαμβάνει τον έλεγχο μιας συσκευής ή αισθητήρα τελικού σημείου IoT, συχνά χωρίς ο ιδιοκτήτης να γνωρίζει ότι έχει σημειωθεί παραβίαση.

Ανάλογα με το πόσο «έξυπνες» είναι οι συσκευές τελικού σημείου που διαθέτετε, η πειρατεία συσκευής μπορεί να διαφέρει ως προς τον κίνδυνο ή την ανησυχία που ενέχει.

Εάν ένας αισθητήρας τελικού σημείου έχει παραβιαστεί από κακόβουλο λογισμικό ένας κακός παράγοντας μπορεί να είναι σε θέση να ελέγξει τη δραστηριότητα της ίδιας της



συσκευής τελικού σημείου. Η χρήση μιας λύσης VPN που βασίζεται σε υλικό είναι συχνά ο μόνος τρόπος παροχής ασφάλειας τόσο στην ίδια τη συσκευή IoT όσο και στα δεδομένα ή τις πληροφορίες που μεταδίδει, η οποία είναι επίσης συμβατή με παλαιότερη ή παλαιού τύπου τεχνολογία.

## □ Παραβιάσεις δεδομένων

Αυτός ο κίνδυνος περιλαμβάνει έναν εισβολέα που χρησιμοποιεί μια βιομηχανική συσκευή IoT ως πόρτα στο κεντρικό δίκτυο όπου αποθηκεύονται σημαντικά και ευαίσθητα δεδομένα. Οι εισβολείς μπορούν απλώς να τα χρησιμοποιήσουν ως τρόπο για να αποκτήσουν πρόσβαση στο εταιρικό σας δίκτυο και να αποκτήσουν πρόσβαση σε δεδομένα που θέλετε να διατηρήσετε προστατευμένα, όπως:

- Δεδομένα πελάτη ή συνεργάτη
- Προσωπικά δεδομένα
- Πνευματική Ιδιοκτησία ή Εμπορικά μυστικά
- Οικονομικά δεδομένα
- Δεδομένα υγείας

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο καλύτερος τρόπος για να προστατέψετε τις βιομηχανικές συσκευές IoT από το να γίνουν σημείο εισόδου είναι να ασφαλίσετε σωστά τις ίδιες τις συσκευές. Η χρήση μιας λύσης VPN που βασίζεται σε υλικό είναι συχνά ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί αυτό .

## □ Κλοπή συσκευής

Μια άλλη κοινή ανησυχία, ιδιαίτερα με συσκευές που κυκλοφορούν στο πεδίο, είναι η κλοπή των ιδίων των φυσικών συσκευών. Αυτός ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος όταν οι συσκευές τελικού σημείου αποθηκεύουν σημαντικές πληροφορίες που μπορεί να προκαλέσουν ανησυχία εάν αυτές οι πληροφορίες πέσουν σε λάθος χέρια.

Συχνά, οι αναπτύξεις IoT προστατεύουν από αυτόν τον κίνδυνο αποφεύγοντας την αποθήκευση τυχόν ευαίσθητων δεδομένων στις ίδιες τις συσκευές τελικού σημείου και βασιζόμενοι στο δίκτυο ή την υποδομή που βασίζεται σε σύννεφο με την οποία συνδέονται για τη διατήρηση αυτών των πληροφοριών.



## *BIBΛIOΓPAΦIA*

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless\\_sensor\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network)
2. [https://www.google.com/search?q=WSN&sxsrf=AOaemvLPAN-YgF1Guc\\_Coi4mOORxsSeLGg:1635398994603&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiMm46BsOzzAhVJtKQKHTxgBBkQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=568&dpr=1#imgrc=ePEaNhA1VuMIEM](https://www.google.com/search?q=WSN&sxsrf=AOaemvLPAN-YgF1Guc_Coi4mOORxsSeLGg:1635398994603&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiMm46BsOzzAhVJtKQKHTxgBBkQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=568&dpr=1#imgrc=ePEaNhA1VuMIEM)
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/1G>
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/2G>
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/3G>
6. <https://en.wikipedia.org/wiki/4G>
7. <https://el.wikipedia.org/wiki/LTE>
8. [https://www.google.com/search?q=LTE&tbm=isch&ved=2ahUKEwiU0c7huuzzAhU00xoKHa3-AJQQ2-cCegQIABAA&oq=LTE&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQ6BAgAEAM6CAgAEIAEELEDOgsIABCABBCCxAxC DAToECAAQHjoGCAAQBRAeOgQIABAYOgYIABAKEBg6CggjEO8DEOoCECdQ185qWMboamC26mpoA3AAeACAAaABiAHvBZIBAzMuNJgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nsAEKwAEB&sclient=img&ei=mUB6YdSgFI6ma639g6AJ&bih=568&biw=1366#imgrc=da13A58a1shKfM&imgdii=HJ0x3LzKd67nJM](https://www.google.com/search?q=LTE&tbm=isch&ved=2ahUKEwiU0c7huuzzAhU00xoKHa3-AJQQ2-cCegQIABAA&oq=LTE&gs_lcp=CgNpbWcQAzIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQyBQgAEIAEMgUIABCABDIFCAAQgAQ6BAgAEAM6CAgAEIAEELEDOgsIABCABBCCxAxC DAToECAAQHjoGCAAQBRAeOgQIABAYOgYIABAKEBg6CggjEO8DEOoCECdQ185qWMboamC26mpoA3AAeACAAaABiAHvBZIBAzMuNJgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nsAEKwAEB&sclient=img&ei=mUB6YdSgFI6ma639g6AJ&bih=568&biw=1366#imgrc=da13A58a1shKfM&imgdii=HJ0x3LzKd67nJM)
9. <https://www.wilsonamplifiers.com/blog/what-is-the-difference-between-lte-and-lte-advanced/>
10. [https://www.google.com/search?q=LTEVS+LTE%2B&tbm=isch&ved=2ahUKEwjbsZnTw-zzAhWFjqQKHWDPAygQ2-cCegQIABAA&oq=LTEVS+LTE%2B&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoHCCMQ7wMQJzoGCAAQBxAeOgYIABAIEB5QmjdYmjlgYj5oAHAAeACA AW-IAa8CkgEDMS4ymAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=60l6YZuQAYWdkgXgno\\_AAg&bih=568&biw=1366#imgrc=SOXtZkBhLijKyM](https://www.google.com/search?q=LTEVS+LTE%2B&tbm=isch&ved=2ahUKEwjbsZnTw-zzAhWFjqQKHWDPAygQ2-cCegQIABAA&oq=LTEVS+LTE%2B&gs_lcp=CgNpbWcQAzoHCCMQ7wMQJzoGCAAQBxAeOgYIABAIEB5QmjdYmjlgYj5oAHAAeACA AW-IAa8CkgEDMS4ymAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=60l6YZuQAYWdkgXgno_AAg&bih=568&biw=1366#imgrc=SOXtZkBhLijKyM)
11. <https://en.wikipedia.org/wiki/5G>
12. <https://sites.google.com/site/eisagogestadiktyaypologiston1/home/eide-diktyon>
13. <https://www.viavisolutions.com/en-us/5g-architecture>
14. <https://www.reply.com/en/industries/telco-and-media/5g-smart-cities>
15. <https://www.business.att.com/learn/updates/how-5g-will-transform-the-healthcare-industry.html>

16. <https://www.telit.com/blog/5g-smart-farming-agriculture-use-cases/>
17. <https://blogs.worldbank.org/digital-development/how-can-5g-make-difference-education>
18. <https://www.intel.com/content/www/us/en/wireless-network/5g-benefits-features.html>
19. <https://www.bbva.ch/en/news/advantages-and-disadvantages-of-5g-technology/>
20. <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
21. <https://www.geeksforgeeks.org/architecture-of-internet-of-things-iot/>
22. <https://www.forcepoint.com/cyber-edu/osi-model>
23. [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%BF\\_%CE%95%CE%BB%CE%AD%CE%B3%CF%87%CE%BF%CF%85\\_%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AC%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%BF_%CE%95%CE%BB%CE%AD%CE%B3%CF%87%CE%BF%CF%85_%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AC%CF%82)
24. <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/UDP-User-Datagram-Protocol>
25. [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/XML/XML\\_introduction](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/XML/XML_introduction)
26. <https://en.wikipedia.org/wiki/MQTT>
27. <https://securityscorecard.com/blog/internet-of-things-threats-and-risks>