



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ :
«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ,
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»

"Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ 5G ΣΤΗΝ
ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ :
ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ - ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΕΣ"

Φωτούλα Σφήκα

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων
Γεώργιος Σταμούλης

Λαμία, 2020



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

INFORMATICS AND COMPUTATIONAL BIOMEDICINE

The effect of 5G networks on the citizens' everyday life :
smart cities - smart Regions

Fotoula Sfika

Master thesis

Supervisor
Georgios Stamoulis

Lamia, 2020

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο *«Η επίδραση των δικτύων 5G στην καθημερινότητα των πολιτών : Έξυπνες πόλεις - έξυπνες Περιφέρειες»* αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

Υπογραφή

"Η επίδραση των δικτύων 5G στην καθημερινότητα των πολιτών : έξυπνες πόλεις - έξυπνες Περιφέρειες"

Φωτούλα Σφήκα

Τριμελής Επιτροπή:

Γεώργιος Σταμούλης (επιβλέπων)

Όνοματεπώνυμο, ...Αντώνιος Δαδαλιάρης

Όνοματεπώνυμο, ...Μαρία Κοζύρη

Επιστημονικός Σύμβουλος:

Ιωάννης Κορίνθιος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Τελειώνοντας αυτό το συναρπαστικό ταξίδι, με την ολοκλήρωση του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με κατεύθυνση “Πληροφορική με εφαρμογές στην Ασφάλεια, Διαχείριση Μεγάλου Όγκου Δεδομένων και Προσομοίωση”, νιώθω την ανάγκη να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες :

Στους Καθηγητές μου, κ. Γεώργιο Σταμούλη και κ. Ιωάννη Κορίνθιο, για την εμπιστοσύνη, την πολύτιμη καθοδήγηση, τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις και την εξαιρετική συνεργασία καθ’ όλη την διάρκεια της εκπόνησης.

Σε όλους τους δικούς μου ανθρώπους, που είχα μαζί μου σ’ αυτή την προσπάθεια, τους γονείς μου, Δημήτρη και Χρυσούλα, που τους χρωστάω ότι είμαι και ότι έχω καταφέρει, τα αδέρφια μου, Μαρία, Νάσο και Μαρκέλλα γιατί είναι πάντα εκεί, τον σύντροφο μου Θανάση για τα μαθήματα επιμονής και κουράγιου τις στιγμές που κλονίστηκα και ιδιαίτερα τα παιδιά μου, Αλέξανδρο και Δημήτρη, για την υπομονή τους και γιατί αποτελούν την κινητήριου δύναμη μου.

Η εκπαίδευση είναι δύναμη που γιατρεύει την ψυχή, Πλάτωνας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διατριβή στοχεύει στην εξερεύνηση του ρόλου που μπορεί να διαδραματίσει η νέα τεχνολογία ασύρματης δικτύωσης 5ης γενιάς (5G), στο πλαίσιο του σύγχρονου «Εξυπνου» αστικού περιβάλλοντος, ως ένα ευέλικτο και αποτελεσματικό εργαλείο στην διάθεση της Δημόσιας Διοίκησης. Προκειμένου να αποδείξουμε την άποψη μας, εξετάσαμε επισταμένως την φύση και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας ασύρματης δικτύωσης 5G, εστιάζοντας στα συγκριτικά της πλεονεκτήματα σε σχέση με προγενέστερες εκδόσεις, την διερεύνηση τομέων εφαρμογής καθώς και τις μελλοντικές προοπτικές της. Φορέας της προσέγγισης που επιχειρούμε, αποτελεί η επίδραση της τεχνολογίας ασύρματης δικτύωσης 5ης γενιάς στην καθημερινή ζωή των πολιτών, μέσω των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT). Αφού οριοθετήσαμε την έννοια της «Εξυπνης» πόλης μέσα από τις υφιστάμενες εναλλακτικές οπτικές επικεντρωθήκαμε στις αστικές εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) για την επίλυση προβλημάτων και τον τρόπο με τον οποίο επιχειρείται τα δίκτυα 5G να τεθούν μέσω αυτών στην υπηρεσία του πολίτη. Τα στοιχεία αντλήθηκαν από την μελέτη της ευρωπαϊκής εμπειρίας (χρησιμοποιώντας το παράδειγμα του Λονδίνου, της Βαρκελώνης, του Άμστερνταμ και της Νάντης) στην εφαρμογή τέτοιων υλοποιήσεων αλλά και την σχετικά περιορισμένη και πειραματική εφαρμογή στον Ελλαδικό χώρο (Ηράκλειο Κρήτης, Δήμος Τρικκαίων, Δήμος Πυλαίας-Χορτιάτη, Λάρισα, Βέροια) Τέλος, επικεντρωθήκαμε στο παράδειγμα της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, ως διοικητική περιοχή αλλά και φορέας τοπικής αυτοδιοίκησης Β΄ βαθμού, χρησιμοποιώντας την ως μελέτη περίπτωσης για τον τρόπο με τον οποίο οι «Εξυπνες» εφαρμογές μπορούν να τεθούν στην υπηρεσία των πολιτών.

Με βάση όλα τα παραπάνω καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η διείσδυση των δικτύων 5ης γενιάς με τα χαρακτηριστικά που τα διακρίνουν (ταχύτητα, χωρητικότητα, αξιοπιστία) σε συνδυασμό με τις απαραίτητες για την λειτουργία μιας «Εξυπνης» πόλης, εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) αποτελούν ένα δίπολο που μπορεί να εξελιχθεί σε σημαντικό πλεονέκτημα για την Δημόσια Διοίκηση, διαδραματίζοντας κεντρικό ρόλο στην συστηματοποίηση και οργάνωση της δημόσιας ζωής και τυγχάνοντας εφαρμογής σε πλείστες όσες περιοχές της καθημερινότητας (μεταφορές, περιβαλλοντικά θέματα, οργάνωση της δημόσιας παροχής υγειονομικής περίθαλψης κλπ.) που επηρεάζουν την καθημερινότητα του πολίτη.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ : ασύρματα δίκτυα 5G, έξυπνες πόλεις, Internet of Things, τομείς εφαρμογών, αισθητήρες, εξυπηρέτηση του πολίτη, αποτελεσματικότητα, αξιοπιστία, Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας

ABSTRACT

The dissertation at hand aims at exploring the role of the new 5th generation wireless networking (5G) technology in the context of the so-called “smart” contemporary and future urban environments as an invaluable and versatile tool of public administration.

To prove our point, we have examined closely the nature and technical characteristics of 5G networking technology, focusing on its relative advantages in relation to former editions of networking and its future prospects, as well as exploring the range of its practical uses and potential domains of applicability. At the same time, we have tried to cast light into the impact of this newly-applied technology on the citizens’ everyday life, drawing both on the European experience and the experimental application of the project here, in Greece (as seen in the examples of Irakleion-Crete, Veroia, Trikala and Pylaia -Thessaloniki). We also focused on the relatively small-scale experience with “smart” applications in the administrative region of Central Greece, using it as a case-study of how technological breakthroughs can be placed in the service of the public convenience.

Based on solid theoretical grounds as well as on the existing evidence, we have reached the safe conclusion that not only can 5G networking evolve into a real asset for public administration on a regional and national level, but that it can also play a pivotal role in the systematization and organization of public life on the whole, being applicable on numberless domains, from transportation, to the tackling of pollution problems and the efficient organization of public health care.

KEYWORDS: 5G networking, versatility, “smart” cities, “Internet of things” public administration, domains of applicability

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πίνακας περιεχομένων.....	3
1. Εισαγωγή.....	6
2. Γενιές δικτύων κινητών επικοινωνιών.....	9
2.1 Ασύρματα δίκτυα 1ης γενιάς (1G).....	10
2.2 Ασύρματα δίκτυα 2ης γενιάς (2G).....	11
2.3 Ασύρματα δίκτυα 3ης γενιάς (3G).....	12
2.4 Ασύρματα δίκτυα 4ης γενιάς (4G).....	13
2.5 Ασύρματα δίκτυα 5ης γενιάς (5G).....	15
3. Δίκτυα 5G (χαρακτηριστικά - δυνατότητες).....	16
3.1 Περιγραφή του 5G.....	16
3.2 Χαρακτηριστικά του 5G.....	18
3.3 Προκλήσεις του 5G.....	19
3.4 Εφαρμογές του 5G.....	20
3.5 Υλικό και λογισμικό του 5G.....	22
3.5.1 Υλικό του 5G.....	22
3.5.2 Λογισμικό 5G.....	23
4. Έξυπνες πόλεις.....	24
4.1 Χαρακτηριστικά.....	24
4.1.1 Ορισμοί - Ορολογία.....	25
4.1.2 Χαρακτηριστικά - συσχέτιση ευφυών πόλεων με τα δίκτυα 5G.....	27
4.2 Τομείς δράσεων / κατηγορίες εφαρμογών (μεταφορές, υγειονομική περίθαλψη, επικοινωνία, διακυβέρνηση κλπ.).....	29
5. Έξυπνες πόλεις, μια πρώτη προσέγγιση, η ελληνική πραγματικότητα.....	31
5.1 Η περίπτωση του Ηρακλείου	31
5.2 Η περίπτωση του Δήμου Τρικκαίων.....	32
5.3 Η περίπτωση του Δήμου Πυλαίας-Χορτιάτη.....	38
5.4 Η Λάρισα.....	41
5.5 Η Βέροια.....	42
5.6 Συμπέρασμα.....	44
6. Έξυπνες πόλεις, το ευρωπαϊκό παράδειγμα.....	44
6.1 Λονδίνο.....	44
6.2 Βαρκελώνη.....	46
6.3 Άμστερνταμ.....	49

6.4 Νάντη.....	51
7. Internet of Things και η εφαρμογή του στην υπηρεσία των πολιτών.....	55
7.1 Τεχνολογίες IoT για έξυπνες πόλεις.....	55
7.1.1 Ταυτοποίηση ραδιοσυχνοτήτων (RFID).....	57
7.1.2 Πληροφορία κοντά στο πεδίο (NFC).....	58
7.1.3 Ασύρματα δίκτυα προσωπικών χώρων χαμηλής ταχύτητας (LWPAN).....	58
7.1.3.1 ZigBee.....	59
7.1.3.2 6LoWPAN.....	60
7.1.4 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs).....	61
7.1.5 Dash7.....	62
7.1.6 Μακροπρόθεσμη εξέλιξη (LTE Advanced).....	63
7.1.7 Διευθυνσιοδότηση.....	63
7.1.8 Middleware.....	64
7.2 Πραγματικές εφαρμογές IoT για έξυπνες πόλεις.....	64
7.2.1 Smart Homes.....	65
7.2.2 Έξυπνες θέσεις στάθμευσης.....	67
7.2.3 Υγειονομική περίθαλψη.....	68
7.2.4 Συστήματα διαχείρισης υδατικών πόρων.....	69
7.2.5 Οδική κυκλοφορία - μεταφορές.....	70
7.2.6 Ρύπανση του περιβάλλοντος.....	71
7.2.7 Συστήματα επιτήρησης.....	73
8. Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας : μια έξυπνη Περιφέρεια (έξυπνες εφαρμογές στην εξυπηρέτηση του πολίτη, στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας).....	75
8.1 Η περίπτωση της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας.....	75
8.2 Σχεδιασμός και υλοποίηση στρατηγικών καινοτομίας - νέο πλαίσιο προγραμματισμού.....	78
8.3 Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, ΤΠΕ και ανάπτυξη έξυπνων εφαρμογών.....	80
8.3.1. Διοίκηση - Εσωτερικό περιβάλλον του φορέα.....	82
8.3.2. Έξυπνη Περιφέρεια - Συμμετοχική διακυβέρνηση.....	82
8.3.3. Έξυπνη Περιφέρεια - Διαφάνεια	83
8.3.4. Έξυπνη Περιφέρεια - Στερεά για τον πολίτη.....	83
8.3.5. Έξυπνη Περιφέρεια - Μάθε τι αναπνέεις.....	84
8.3.6. Έξυπνη Περιφέρεια - πληροφοριακό σύστημα ενημέρωσης καιρικών συνθηκών στις Π.Ε. Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας	85

8.4 Συμπεράσματα.....	90
Λεξικό όρων - συντομογραφιών.....	92
Βιβλιογραφία - πηγές.....	95

1. Εισαγωγή

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, η οποία αποτελεί ταυτόχρονα αιτία και αποτέλεσμα από την μία πλευρά, και η αστικοποίηση από την άλλη, δηλαδή η δραματική αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού στα αστικά περιβάλλοντα, έχουν διαμορφώσει ένα εντελώς διαφορετικό μοντέλο ζωής για τα άτομα, στις μέρες μας. Το μοντέλο αυτό χαρακτηρίζεται από νέες ανάγκες που ξεπηδούν καθημερινά, νέα προβλήματα που χρήζουν διαχείρισης, νέα αιτούμενα που επιζητούν ικανοποίηση. Σε αυτόν τον κόσμο επίσης, ξεχωριστή θέση κατέχει η πληροφορία και η ανταλλαγή της, στο πλαίσιο της επικοινωνίας και στις μέρες μας, τούτο γίνεται μέσω του διαδικτύου. Λόγω της συγκέντρωσης των ατόμων, ο όγκος των πληροφοριών είναι τεράστιος, οπότε η συλλογή και η επεξεργασία τους για την καθημερινή διευθέτηση των δραστηριοτήτων και τον μακροπρόθεσμο αναπτυξιακό σχεδιασμό στα αστικά κέντρα, είναι ταυτόχρονα μία πρόκληση, η οποία μπορεί όμως και να αποτελέσει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο ανάπτυξης των πόλεων και βελτίωσης της ποιότητας της ζωής.

Για όλα τα παραπάνω απαιτούνται νέες υλοποιήσεις, εξελιγμένες συσκευές, και ολοένα και περισσότερες καινοτόμες εφαρμογές και υπηρεσίες, για την ικανοποίηση των διαρκώς αυξανόμενων αναγκών των πολιτών. Έτσι έχουμε οδηγηθεί σταδιακά, στην αξιοσημείωτη ανάπτυξη έξυπνων και μη, ψηφιακών συσκευών, όπως σταθερών ηλεκτρονικών υπολογιστών, φορητών υπολογιστών, Tablets, PDAs, αισθητήρων, ενεργοποιητών, smart-phones καθώς και των ανάλογων εφαρμογών, οι οποίες οδηγούν τις εξελίξεις του Ίντερνετ των Πραγμάτων (Internet of Things, IoT), διότι είναι δυνατή η διασύνδεση τους και η δημιουργία επικοινωνίας μεταξύ τους μέσω του διαδικτύου [1]. Στο παρελθόν, ήταν δύσκολο ή και αδύνατο να συνδυαστούν και να συλλειτουργήσουν αυτές οι ψηφιακές συσκευές. Την διασύνδεση αυτή την κατέστησε εφικτή, μεταξύ άλλων, η επέκταση, βελτίωση, αναβάθμιση και εξέλιξη των δικτύων στο πέρασμα του χρόνου.

Για παράδειγμα, είναι χρήσιμη για τον κάτοικο ενός αστικού κέντρου, η συνεχής και αδιάλειπτη συλλογή πληροφοριών σχετικών με τις δημόσιες μεταφορές, π.χ. θέση οχημάτων και χρήση σε πραγματικό χρόνο, την κατάληψη των χώρων στάθμευσης, εμπλοκές και άλλα δεδομένα, διότι μέσω της κατάλληλης επεξεργασίας μπορεί να του παρασχεθεί πληροφόρηση ώστε να εκμεταλλευθεί αποδοτικότερα τον χρόνο του, χωρίς καθυστερήσεις. Ανάλογα ισχύουν και για άλλες κατηγορίες πληροφοριών (δεδομένων) όπως οι καιρικές συνθήκες, η ατμοσφαιρική ρύπανση, η μόλυνση του νερού, η κατανάλωση ενέργειας κλπ.

Για το σκοπό αυτό, έχουν αναπτυχθεί διάφορες συσκευές και λογισμικά και εφαρμόστηκαν διαφορετικές τεχνολογίες για την αντιμετώπιση των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών κάθε εφαρμογής. Οι απαιτούμενες τεχνολογίες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα και στρώμα από το φυσικό επίπεδο έως τα δεδομένα και το επίπεδο εφαρμογής. Μία από αυτές τις τεχνολογίες, που προτάθηκε [2], αφορούσε ένα αμφίδρομο δίκτυο αναμετάδοσης με μια ορθογώνια διαίρεση συχνότητας πολλαπλής πρόσβασης (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access, OFDMA) [85], για την επίτευξη μεγαλύτερης απόδοσης στις επικοινωνίες έξυπνου δικτύου (5G).

Οι βασικές ιδιότητες των δικτύων 5G (ταχύτητα σύνδεσης, αξιοπιστία, και εύρος ζώνης ικανό να υποστηρίξει τεράστιο όγκο δεδομένων) [84] αποτελούν προϋπόθεση για το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things, IoT). Και μιλώντας για IoT, στην ουσία εννοούμε ένα σύνολο από έξυπνες συσκευές με αυτοδιαμορφωτικές δυνατότητες, οι οποίες συνδέονται επαρκώς με τις παγκόσμιες υποδομές δικτύου. Μπορεί τυπικά να οριστεί και ως πραγματικό αντικείμενο, σε μεγάλο βαθμό διασκορπισμένο, σε συσκευές με χαμηλές δυνατότητες αποθήκευσης και ικανότητα επεξεργασίας, με στόχο την αύξηση της αξιοπιστίας, των επιδόσεων και της ασφάλειας των έξυπνων πόλεων καθώς και της υποδομής τους [3]. Σε αυτή τη βάση, στην παρούσα εργασία διεξάγεται μια έρευνα των πληροφοριών για τις έξυπνες πόλεις που βασίζονται στο IoT.

Το IoT αποτελείται από τρία επίπεδα : το Επίπεδο Αντίληψης (Perception Layer), το Επίπεδο Δικτύου (Network Layer) και το Επίπεδο Εφαρμογής (Application Layer). [4]. Το επίπεδο αντίληψης περιλαμβάνει μια ομάδα συσκευών με δυνατότητα Internet που είναι σε θέση να αντιλαμβάνονται, να ανιχνεύουν αντικείμενα, να συλλέγουν πληροφορίες, και να ανταλλάσσουν πληροφορίες με άλλες συσκευές μέσω των δικτύων επικοινωνίας μέσω Διαδικτύου. Οι συσκευές Ραδιοσυχνικής Αναγνώρισης (Radio Frequency Identification, RFID), οι κάμερες, οι αισθητήρες, τα Συστήματα Παγκόσμιου Εντοπισμού Θέσης (Global Positioning System, GPS) είναι μερικά παραδείγματα συσκευών επιπέδου αντίληψης. Η προώθηση των συλλεχθέντων δεδομένων από το επίπεδο αντίληψης στο επίπεδο εφαρμογής, υπό από τους περιορισμούς των δυνατοτήτων των συσκευών, του δικτύου και των εφαρμογών είναι η εργασία του στρώματος δικτύου. Τα συστήματα IoT χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό τεχνολογιών επικοινωνίας μικρού εύρους όπως Bluetooth και ZigBee, που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των πληροφοριών από τις συσκευές αντίληψης σε μια κοντινή Πύλη (Gateway) με βάση τις δυνατότητες των επικοινωνούντων μερών [4]. Οι διάφορες δικτυακές

τεχνολογίες όπως WiFi, 2G, 3G, 4G και Power Line Communication (PLC) μεταφέρουν τις πληροφορίες ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής.

Η τρέχουσα επέκταση των ψηφιακών τεχνολογιών και η βελτίωση των υποδομών που καθορίζουν το στρώμα δικτύου, έχουν σαν αποτέλεσμα η έξυπνη πόλη, να εξελίσσεται συνεχώς. Οι έξυπνες πόλεις χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη διαφόρων ειδών ηλεκτρονικού εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται από εφαρμογές, όπως κάμερες σε ένα σύστημα παρακολούθησης, αισθητήρες σε ένα σύστημα μεταφοράς και ούτω καθεξής. Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψη το ετερογενές περιβάλλον, θα μελετηθούν διάφοροι όροι, όπως τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων, των συμμετεχόντων, των κινήτρων και των πολιτικών ασφάλειας [6]. Οι έξυπνοι πολίτες, η έξυπνη ενέργεια, τα έξυπνα κτίρια, η έξυπνη τεχνολογία, η έξυπνη υγειονομική περίθαλψη, οι έξυπνες υποδομές, η έξυπνη διακυβέρνηση και η εκπαίδευση και τέλος η έξυπνη ασφάλεια είναι όλα πτυχές των έξυπνων πόλεων.

Σε περιβάλλον IoT, οι συσκευές μπορούν να συγκεντρώνουν δεδομένα, τα οποία στην συνέχεια εκτιμώνται, εφαρμόζοντας κατάλληλα συστήματα ανάλυσης και μετατρέπονται σε αξιοποιήσιμη πληροφορία. Οι αισθητήρες, για παράδειγμα, συλλέγουν συγκεκριμένα δεδομένα και χρησιμοποιούνται σε ορισμένα projects σχετικά με την παρακολούθηση οχημάτων, χώρων στάθμευσης κ.ο.κ. Έχουν υπάρξει πολλές εφαρμογές αποστολής που χρησιμοποιούν μια υποδομή IoT για την απλούστευση των λειτουργιών ελέγχου ποιότητας του αέρα, στάθμης του θορύβου, κίνησης των αυτοκινήτων, καθώς και συστήματα επιτήρησης και εποπτείας.

Οι εξελίξεις στα δίκτυα γενικότερα και στο Διαδίκτυο ειδικότερα, παρέχουν την υποδομή που επιτρέπει σε πολλά άτομα και συσκευές (πράγματα) να αλληλοσυνδέονται. Η ακόλουθη εξέλιξη στο Διαδίκτυο μπορεί να καταστήσει εφαρμόσιμη για να οργανώσει την σωστή διασύνδεση και μεταξύ αντικειμένων. Το 2011, ο αριθμός διασυνδεδεμένων πραγμάτων ήταν πολύ μεγαλύτερος από τον πληθυσμό [7].

Σε ατομικό επίπεδο, στις προσωπικές και οικιακές εφαρμογές, μπορεί να προσφέρει όχι μόνο εικονική ψυχαγωγία και επικοινωνία, αλλά και ένα εντελώς νέο πλαίσιο διαβίωσης. Οι συσκευές ελέγχου όπως τα ψυγεία και τα πλυντήρια, μέσω του IoT κάνουν τα σπίτια να αυτόνομα, λειτουργικότερα, και προσφέρουν καλύτερη διαχείριση ενέργειας. Μέσα από την επέκταση των δικτύων στο σπίτι, είναι δυνατό να παρακολουθείται η κατάσταση υγείας των ηλικιωμένων στο σπίτι τους, γεγονός που μειώνει το κόστος θεραπείας. Οι εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης όπως το Facebook μπορούν να συγκεντρώσουν τους ανθρώπους μιας πόλης για μια εκδήλωση ή τελετή [7].

Σε συλλογικό επίπεδο, το IoT βελτιώνει τις πόλεις και επηρεάζει τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της ζωής των ατόμων που ζουν σε αυτές, δημιουργώντας αποτελεσματικές δημοτικές υπηρεσίες, μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση, και το κόστος σε απώλεια χρόνου, αλλά και την περιβαλλοντική επιβάρυνση, προάγοντας την ασφάλεια, την υγεία κλπ. Δεδομένου ότι η κυκλοφοριακή συμφόρηση μπορεί να προκαλέσει αξιοσημείωτα κόστη για μια πόλη, από πλευράς απώλειας χρόνου και από περιβαλλοντική άποψη, οι έξυπνες μεταφορές και εφοδιαστική μπορούν να συμβάλουν στην άμβλυνση των επιπτώσεων. Οι δυναμικές πληροφορίες κυκλοφορίας, η ηλεκτρονική παρακολούθηση των χρόνων μετακίνησης, η συμπεριφορά επιλογής διαδρομής μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω του IoT και των WSN μεγάλης κλίμακας. Μπορούν επίσης να αναπτυχθούν στοχαστικά μοντέλα για σχέδια μετριασμού και αλγόριθμοι σχεδιασμού για τον έλεγχο της κυκλοφορίας. Η παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ηχορύπανσης από αισθητήρες σε ένα πλαίσιο IoT, μπορεί να συμβάλει στη λήψη πιθανών μέτρων για τη μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Επιπλέον, η παροχή καλύτερης ποιότητας νερού και η διαχείριση των αποβλήτων μπορούν να επιτευχθούν με την παρακολούθηση των πηγών ύδρευσης και των συστημάτων διανομής νερού.

Επιπλέον, σε εθνικό επίπεδο, διαδραματίζει ζωτικό ρόλο όταν συνδέεται με τη χάραξη πολιτικών (π.χ. εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της ρύπανσης), ενισχύοντας το δημόσιο μετασχηματισμό με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, οικονομικότητα και εμπέδωση υψηλού επιπέδου αξιοπιστίας.

2. Γενιές δικτύων κινητών επικοινωνιών

Ένας από τους καθοριστικούς παράγοντες που έχουν συντελέσει στην διεύδυση των κινητών επικοινωνιών και των εφαρμογών τους στην καθημερινότητα των ατόμων, στις μέρες μας, είναι η ταχύτατη μετάβαση από τα ασύρματα δίκτυα 1ης γενιάς (1G), σε αυτά της 5ης γενιάς (5G), στην κινητή τεχνολογία. Η μετάβαση αυτή εδράζει στην απαίτηση ύπαρξης τεχνολογίας μεταφοράς που να επιτρέπει την παροχή νέων υπηρεσιών, καθώς και στην πολύ μεγάλη αύξηση του όγκου των πελατών των κινητών τηλεπικοινωνιών.

Την δεκαετία του 1980 ξεκίνησε η κινητή κυψελοειδής εποχή και από τότε, οι κινητές επικοινωνίες έχουν υποστεί σημαντικές αλλαγές και έχουν σημειώσει μαζική ανάπτυξη, την οποία θα επιχειρήσουμε συνοπτικά να καταγράψουμε παρακάτω.

2.1 Ασύρματα δίκτυα 1^{ης} γενιάς (1G)

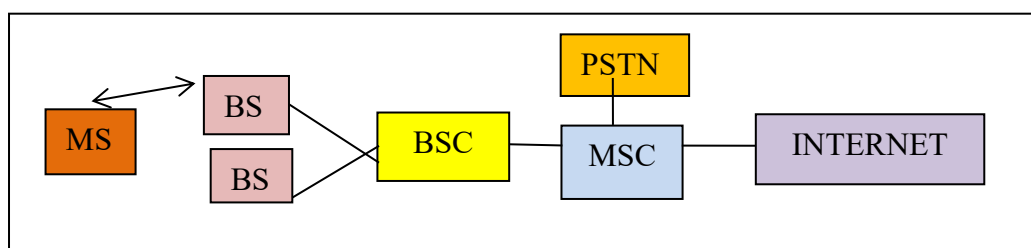
Αυτά τα δίκτυα κατά βάση περιλαμβάνουν τα πρώτα κινητά τηλέφωνα που χρησιμοποιήθηκαν ποτέ, η εισαγωγή των οποίων ξεκίνησε το 1982, παρότι ως ιδέα προϋπήρχε. Πρόκειται για αναλογικά συστήματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για φωνητικές υπηρεσίες και βασίστηκαν σε τεχνολογία που ονομάζεται Advanced Mobile Phone System (AMPS). Το σύστημα AMPS διαμορφώθηκε με συχνότητα και χρησιμοποίησε πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση συχνότητας (FDMA), με χωρητικότητα καναλιών 30 KHz και ζώνη συχνοτήτων 824- 894MHz. [8].

Τα βασικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζει είναι:

- ✓ Ταχύτητα - 2.4 kbps
- ✓ Επιτρέπει κλήσεις φωνής σε μία (1) χώρα
- ✓ Χρησιμοποιεί αναλογικό σήμα
- ✓ Δεν παρέχει ιδιαίτερα ικανοποιητική ποιότητα φωνής και διάρκεια ζωής της μπαταρίας
- ✓ Μεγάλο μέγεθος τηλεφώνου, που το καθιστά δύσχρηστο
- ✓ Περιορισμένη χωρητικότητα
- ✓ Έλλειψη τόσο αξιοπιστίας της μετάδοσης, όσο και ασφάλειας
- ✓ Πολύ χαμηλό επίπεδο αποδοτικότητας φάσματος

Εισήχθησαν κινητές τεχνολογίες όπως το κινητό τηλεφωνικό σύστημα (Mobile Telephone System - MTS), το προηγμένο σύστημα κινητού τηλεφώνου (AMTS), η βελτιωμένη υπηρεσία κινητής τηλεφωνίας (Improved Mobile Telephone System - IMTS) και η υπηρεσία push to talk (PTT).

Γενικά, από τα χαρακτηριστικά του ξεχωρίζουμε την χαμηλή χωρητικότητα, αναξιόπιστη μεταβίβαση, κακές φωνητικές συνδέσεις και καθόλου ασφάλεια, καθώς οι φωνητικές κλήσεις αναπαράχθηκαν σε πύργους ραδιοφώνου, καθιστώντας αυτές τις κλήσεις ευαίσθητες σε ανεπιθύμητη παρακολούθηση από τρίτους [9].



Εικόνα 1. Αρχιτεκτονική του προχωρημένου συστήματος κινητής τηλεφωνίας

2.2 Ασύρματα δίκτυα 2^{ης} γενιάς (2G)

Το 2G αναφέρεται στη δεύτερη γενιά ασύρματων δικτύων, και εμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Έχει στην βάση του το πρότυπο GSM (Groupe Speciale Mobile) το οποίο χρησιμοποιεί χρονική διαίρεση πολλαπλής πρόσβασης (TDMA) Εισάγει την χρήση ψηφιακού σήματος για την μετάδοση φωνής, με βασική εστίαση αυτής της τεχνολογίας, την παροχή υπηρεσιών για την παράδοση μηνυμάτων κειμένου και εικόνας με χαμηλή ταχύτητα (σε kbps). Χρησιμοποιεί το εύρος ζώνης 30 έως 200 KHz.

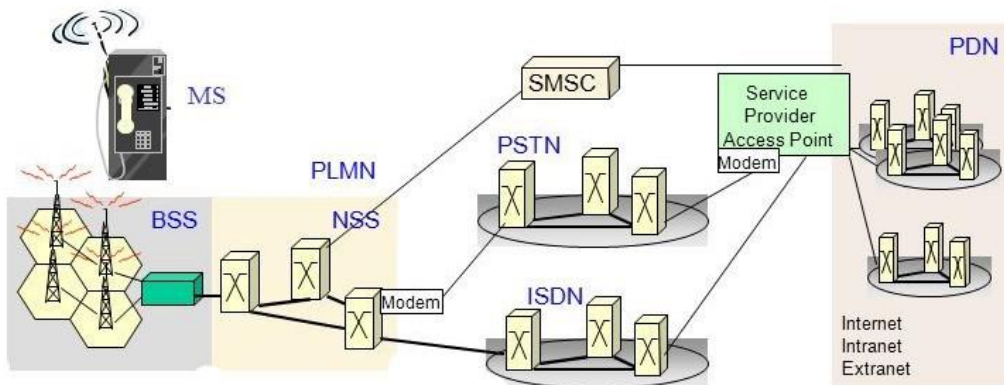
Τα κύρια χαρακτηριστικά του 2G είναι:

- ✓ Χρησιμοποιεί ψηφιακό σήμα το οποίο παρέχει δυνατότητα κρυπτογράφησης και ως εκ τούτου, μεγαλύτερη ασφάλεια και διαφύλαξη του απορρήτου
- ✓ Επιτρέπει υπηρεσίες όπως μηνύματα κειμένου, εικονομηνύματα και μηνύματα πολυμέσων (MMS)
- ✓ Παρέχει καλύτερη ποιότητα μετάδοσης και αποτελεσματικότερη χρήση του φάσματος ραδιοσυχνοτήτων.
- ✓ Ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων μέχρι 64kbps

2.5 G

Η ανάγκη βελτίωσης της τεχνολογίας GSM, ώστε να παρέχει καλύτερες υπηρεσίες, οδήγησε στην ανάπτυξη μιας ενδιάμεσης τεχνολογίας, μεταξύ του 2G και του 3G, την 2,5G, με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ✓ Ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 64-144 kbps
- ✓ Εκτός από τηλεφωνικές κλήσεις παρέχει την δυνατότητα αποστολής / λήψης μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail) καθώς και περιήγησης στο διαδίκτυο.
- ✓ Υποστηρίζει κινητά τηλέφωνα με κάμερα
- ✓ Για την πραγματοποίηση λήψης τραγουδιού MP3 τριών λεπτών απαιτούνται 6-9 λεπτά.



Εικόνα 2. Αρχιτεκτονική συστήματος GSM (πηγή:<https://slideplayer.gr/slide/5810549/>)

2.3 Ασύρματα δίκτυα 3^{ης} γενιάς (3G)

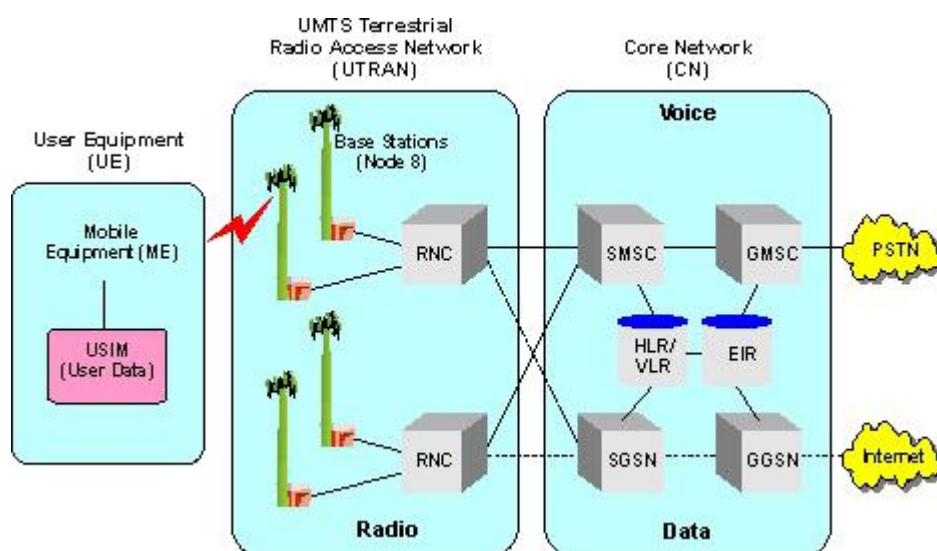
Η τρίτη γενιά ασύρματων δικτύων 3G γεννήθηκε από τις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών για παροχή υπηρεσιών στις κινητές επικοινωνίες στις αρχές του 2000. Στόχος αυτής της τεχνολογίας ήταν, να προσφέρει υψηλής ταχύτητας μεταφορά δεδομένων (μέχρι 14 Mbps και περισσότερα) με τη χρήση πακέτων. Χρησιμοποιεί ασύρματο δίκτυο ευρείας ζώνης και προσφέρει νέες υπηρεσίες όπως η Παγκόσμια Περιαγωγή. Λειτουργεί σε μια περιοχή 2100MHz και έχει εύρος ζώνης 15-20MHz, που χρησιμοποιείται για υπηρεσίες Internet υψηλής ταχύτητας [8].

Τα κύρια χαρακτηριστικά του 3G είναι:

- ✓ Ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 2 Mbps, ικανή να εξυπηρετήσει web εφαρμογές, και διακίνηση αρχείων ήχου & βίντεο
- ✓ Μεγάλο εύρος ζώνης
- ✓ Αυξημένη απόδοση εύρους ζώνης.
- ✓ Υποστηρίζει ασύρματη φωνητική τηλεφωνία, καθώς και σταθερή ασύρματη πρόσβαση στο Internet. Επίσης πρόσβαση στο κινητό Internet και βιντεοκλήσεις.
- ✓ Υψηλής ταχύτητας περιήγηση στον ιστό / περισσότερη ασφάλεια / τηλεδιάσκεψη / τρισδιάστατο gaming
- ✓ Ενδεικτικά, για την πραγματοποίηση λήψης τραγουδιού MP3 τριών λεπτών απαιτούνται μόνο 11 δευτερόλεπτα.
- ✓ Ακριβές χρεώσεις για υπηρεσίες αδειών 3G
- ✓ Χρήση τυπικώς αποκαλούμενων έξυπνων τηλεφώνων.

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) η οποία ασχολείται με θέματα προτυποποίησης των τηλεπικοινωνιών, σχεδίασε το IMT-2000 με τον φιλόδοξο σκοπό να ενοποιήσει όλους τους τύπους ασύρματων δικτύων υπό ένα ενιαίο πρότυπο και να διασφαλίσει την απρόσκοπτη μετάβαση από το 2G στο 3G.

Το 3G σύστημα επικοινωνιών τελικά τυποποιήθηκε ως UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) στην Ευρώπη, ενώ το CDMA2000 είναι το όνομα της αμερικανικής 3G παραλλαγής. Η χρησιμοποιούμενη από το UMTS τεχνολογία ραδιοεπικοινωνίας είναι η ευρυζωνική πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης κώδικα W - CDMA (Wideband Code - Division Multiple Access), η οποία παρέχει αυξημένη φασματική απόδοση και εύρος ζώνης σε φορείς κινητής τηλεφωνίας. Επίσης, το IMT 2000 έχει αποδεχθεί ένα νέο πρότυπο 3G από την Κίνα, το TD - SCDMA (Time Division Synchronous Code Division Multiple Access) [9].



Εικόνα 3. Διάγραμμα δικτύου WCDMA (πηγή <http://www.wirelessdictionary.com>)

2.4 Ασύρματα δίκτυα 4^{ης} γενιάς (4G)

Η ολοένα αυξανόμενη χρήση πολυμεσικών εφαρμογών από τους καταναλωτές και η ενσωμάτωση τους στην καθημερινή ζωή των ατόμων, επέβαλε ως αναγκαιότητα, ακόμη μεγαλύτερες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων. Έτσι περάσαμε από την τρίτη γενιά ευρυζωνικών κυψελοειδών δικτύων (3G), μετά το 2008, στην τέταρτη γενιά, γνωστή ως 4G, η οποία ανέβασε δραματικά την ταχύτητα λήψης δεδομένων πάνω από τα 100Mbps. Παρέχει αρκετά όμοια χαρακτηριστικά με το 3G, ενώ προσθέτει επιπλέον υπηρεσίες

όπως οι εφημερίδες Multi-Media, και μετάδοση τηλεοπτικού προγράμματος σε κινητές συσκευές [10].

Παράλληλα, εγκαταλείπεται η υπηρεσία τηλεφωνίας μέσω κυκλωμάτων μεταγωγής (circuit-switched) και υιοθετείται η παροχή τηλεφωνικών υπηρεσιών που βασίζεται στο πρωτόκολλο Internet IP (όπως το VoIP).

Το πρότυπο LTE (Long Term Evolution) που είχε στόχο την αύξηση της χωρητικότητας και της ταχύτητας του δικτύου, είναι ο διάδοχος των δικτύων GSM / UMTS και η αναβάθμιση του LTE Advanced θεωρείται τεχνολογία 4G. Το 4G αναπτύσσεται για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις βελτίωσης της ποιότητας παροχής υπηρεσιών - QoS και το ποσοστό ικανοποίησης καθορίζεται από την ασύρματη υπέρ - ευρυζωνική πρόσβαση, υπηρεσία πολυμέσων (MMS), συνομιλία μέσω βίντεο (video conferencing), κινητή τηλεόραση, περιεχόμενο HDTV, ψηφιακή μετάδοση βίντεο (DVB), cloud computing και άλλες υπηρεσίες που χρησιμοποιούν εύρος ζώνης [11].

Τα κύρια χαρακτηριστικά του 4G είναι:

- ✓ Ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 10Mbps-1Gbps
- ✓ Μεγαλύτερη ευρυζωνικότητα
- ✓ Υψηλή ασφάλεια
- ✓ Παροχή οποιουδήποτε είδους υπηρεσίας, ανά πάσα στιγμή, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των χρηστών, οπουδήποτε
- ✓ Διευρυμένες υπηρεσίες πολυμέσων - υψηλής ποιότητας βίντεο συνεχούς ροής
- ✓ Χαμηλό κόστος ανά bit
- ✓ Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι μεγαλύτερη

Γενιά (Generation)	Πρότυπο (Standard)	Max download speed	Max upload speed
2G	GSM	14,4 Kbps	14,4 Kbps
	GPRS	53,6 Kbps	26,8 Kbps
	EDGE	236,8 Kbps	59,2 Kbps
3G	UMTS	384 Kbps	384 Kbps
4G	LTE	100 Mbps	50 Mbps
	LTE-A (Advanced)	1 Gbps	500 Mbps

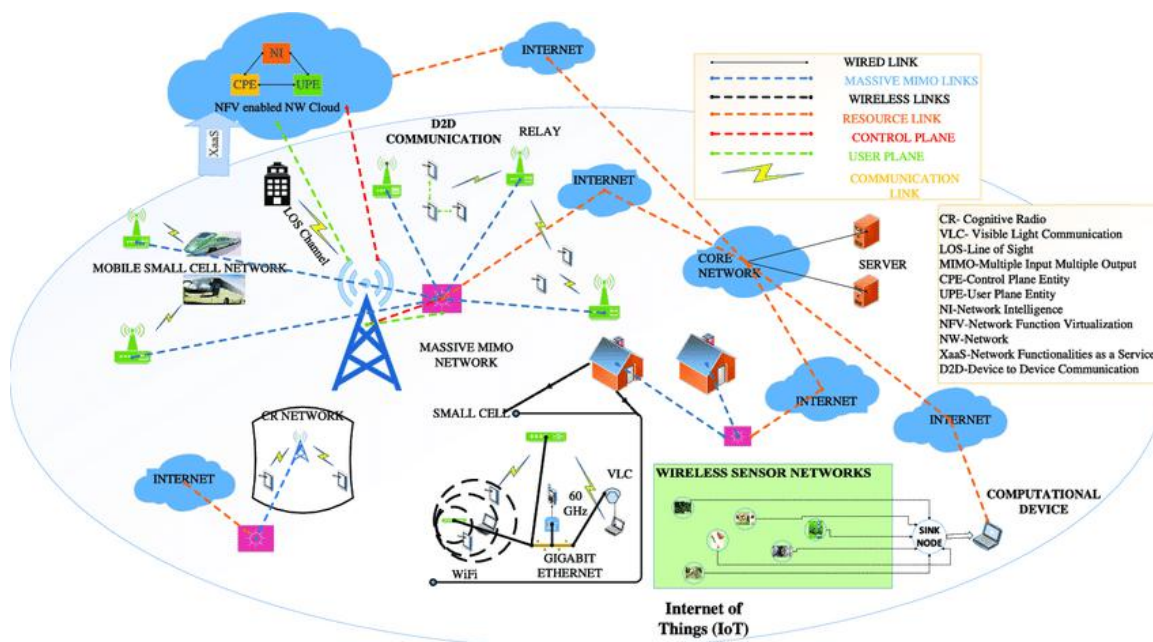
(στοιχεία από www.pcsteps.gr)

2.5 Ασύρματα δίκτυα 5^{ης} γενιάς (5G)

Ο όρος 5G αναφέρεται στην πέμπτη γενιά ασύρματων τηλεπικοινωνιακών δικτύων, που χρονικά τοποθετείται από τα τέλη του 2010 και εξελίσσεται μέχρι τις μέρες μας. Η αναφορά στα χαρακτηριστικά του, στο σημείο αυτό, είναι τελείως ενδεικτική, δεδομένου ότι θα ακολουθήσει αναλυτικότερη παρουσίαση στο επόμενο κεφάλαιο.

Η κύρια εστίαση του 5G θα είναι στον παγκόσμιο ασύρματο παγκόσμιο ιστό (WWW, Wireless World Wide Web) και ουσιαστικά πρόκειται για μια πλήρη ασύρματη επικοινωνία χωρίς περιορισμούς με κύρια χαρακτηριστικά :

- ✓ Είναι εξαιρετικά υποστηρικτικό στον ασύρματο παγκόσμιο ιστό.
- ✓ Παρέχει υψηλή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων, υψηλή χωρητικότητα (εξασφαλίζει μετάδοση μεγάλου όγκου δεδομένων σε Gbps) μεγιστοποιεί την αποτελεσματικότητα
- ✓ Μεγάλη μνήμη τηλεφώνου, ταχύτητα κλήσης, υψηλή ποιότητα σε ήχο / βίντεο
- ✓ Υποστηρίζει πληθώρα εφαρμογών και υλοποιήσεων που προϋποθέτουν υψηλή αξιοπιστία και σταθερότητα του δικτύου (διαδραστικά πολυμέσα φωνής, ροής βίντεο, διαδικτύου κλπ.)
- ✓ Είναι περισσότερο αποτελεσματικό στην χρήση και ελκυστικό στον καταναλωτή
- ✓ Αποτελεί το υπόστρωμα για το Internet of Things (IoT) και τις εφαρμογές του.



Εικόνα 5. Αρχιτεκτονική δικτύου 5G (πηγή: <https://www.researchgate.net>)

3. Δίκτυα 5G (χαρακτηριστικά - δυνατότητες)

3.1 Περιγραφή του 5G

Η τεχνολογία 5G αντιπροσωπεύει την 5η γενιά ασύρματων δικτύων κινητών επικοινωνιών. Η τεχνολογία 5G παρουσιάζει εξαιρετικές δυνατότητες μεταφοράς δεδομένων και την ικανότητα πραγματοποίησης τεράστιων όγκων κλήσεων και ανταλλαγής (εκπομπής και λήψης) δεδομένων. Ευελπιστεί να αποτελέσει όχι απλώς μία αναβάθμιση ή εξέλιξη της προηγούμενης γενιάς κινητών επικοινωνιών 4G, αλλά μια πλατφόρμα για κάτι εντελώς καινούργιο και επαναστατικό: μπορούμε να το φανταστούμε σαν ένα πλέγμα στο οποίο διασυνδέονται ταχύτερη και αξιόπιστη επικοινωνία, μέσα μαζικής μεταφοράς χωρίς οδηγούς, εφαρμογές ρομποτικής, τηλεϊατρική, “έξυπνες πόλεις” με την εξυπηρέτηση των καθημερινών αναγκών του πολίτη στον πυρήνα τους, συσκευές που επικοινωνούν μεταξύ τους, εικονική πραγματικότητα, ασφαλείς μετακινήσεις και πολλά άλλα, το οποίο πρόκειται να διαμορφώσει μια νέα πραγματικότητα για τα άτομα, σε πολλαπλά επίπεδα (ατομικό, επαγγελματικό, κοινωνικό, οικονομικό κλπ.). Με κυρίαρχα χαρακτηριστικά την τεράστια χωρητικότητα, την κάλυψη την εκρηκτική ταχύτητα, και την απόλυτη αξιοπιστία & σταθερότητα του δικτύου, θα προσφέρει ανεκτίμητες δυνατότητες στους χρήστες της.

Η τεχνολογία μεταγωγής και δρομολόγησης, που χρησιμοποιείται, χαρακτηρίζει ένα ασύρματο σύστημα με πακέτα, με κάλυψη ευρείας περιοχής και υψηλή απόδοση, το οποίο παρέχει υψηλή συνδεσιμότητα στους χρήστες. Θεωρείται ως το πραγματικό δίκτυο που είναι ικανό να υποστηρίξει τον ασύρματο παγκόσμιο ιστό (WWW - Wireless World Wide Web).

Το 5G χρησιμοποιεί ορθογωνική πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing - OFDM) και παρέχει σε ιδανικές συνθήκες ελάχιστη ταχύτητα αιχμής φόρτωσης (minimum peak download speed) της τάξης των 20 Gb/s έναντι του “φτωχού” 1 Gb/s του 4G. Ο προκάτοχος 4G, χρησιμοποιούσε συχνότητες κάτω των 6 GHz, ενώ το 5G λειτουργεί σε εύρος υπερυψηλών συχνοτήτων του ασύρματου φάσματος ακόμα και άνω των 30 GHz. [61]

Ας ξεκινήσουμε με την παραδοχή ότι για να αντικατασταθεί μια γενιά δικτύων από την επόμενη, πρέπει αυτή να παρουσιάζει θεμελιώδεις διαφορές. Γνωρίζουμε ότι το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα χωρίζεται σε ζώνες, καθεμία με τα δικά της μοναδικά χαρακτηριστικά, καθώς προχωράμε σε υψηλότερες συχνότητες.



Εικόνα 6. Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (πηγή: <https://el.wikipedia.org>)

Το βασικό πλεονέκτημα των υπερυψηλών συχνοτήτων στις οποίες προβλέπεται να λειτουργήσουν τα δίκτυα 5G είναι ότι λόγω της μεγάλης διαθεσιμότητας φάσματος μπορούν να υποστηρίξουν την γρήγορη μετάδοση τεραστίων όγκων δεδομένων. Κατά συνέπεια είναι η κατάλληλη ζώνη του φάσματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για ευρυζωνικότητα, η οποία με την σειρά της δημιουργείται από την διείσδυση του διαδικτύου και των εφαρμογών του, στην καθημερινότητα μας. Στις συχνότητες αυτές δεν προκαλούνται σημαντικές παρεμβολές κατά την μετάδοση, συνεπώς μπορεί να υπάρχει πυκνή χρήση συχνοτήτων. Επιπλέον, επειδή ενέχουν έντονο το στοιχείο της κατευθυντικότητας της μετάδοσης, είναι ενεργειακά αποτελεσματικότερα δίκτυα, ικανά να μεταδίδουν την πληροφορία πιο στοχευμένα. Λόγω του χαμηλότερου μήκους κύματος, οι κεραιές που χρησιμοποιούνται είναι μικρότερες σε μέγεθος, αλλά εξακολουθούν να παρέχουν κατευθυντικότητα. [61]

Όλα τα παραπάνω έχουν σαν αποτέλεσμα : ταχύτητα, χωρητικότητα και κινητικότητα.

Έχουν τεθεί μερικοί βασικοί στόχοι για τα Δίκτυα 5G [12]:

- Σημαντικά υψηλότερες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων: επί του παρόντος, τα δίκτυα 4G είναι ικανά να επιτύχουν μέγιστες ταχύτητες λήψης ενός gigabit ανά δευτερόλεπτο, αν και αυτό ισχύει περισσότερο στην θεωρία παρά στην πραγματικότητα. Με την μετάβαση στο 5G, αυτό αναμένεται να αυξηθεί στα 10Gbps.

- Εξάλειψη “καθυστερήσεων” : η "καθυστερήση" αναφέρεται στον χρόνο που χρειάζεται μια συσκευή για να στείλει ένα πακέτο δεδομένων σε μια άλλη συσκευή. Στο 4G, ο ρυθμός καθυστέρησης είναι περίπου 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου, (msec) αλλά το 5G θα το μειώσει σε περίπου ένα χιλιοστό του δευτερολέπτου (msec). Αυτό θα είναι πολύ σημαντικό για τις βιομηχανικές εφαρμογές και τα αυτοκίνητα χωρίς οδηγό.
- Ένας πιο "συνδεδεμένος κόσμος": Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (έξυπνες οικιακές συσκευές, συνδεδεμένα αυτοκίνητα κ.λπ.) αναμένεται να αυξηθεί εκθετικά τα επόμενα χρόνια και για τον λόγο αυτό θα χρειαστεί ένα δίκτυο που να μπορεί να εξυπηρετήσει δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές. Το 5G θα παρέχει χωρητικότητα και εύρος ζώνης σύμφωνα με τις ανάγκες των χρηστών.
- Η τεχνολογία αυτή τη στιγμή απέχει κάπως από το να υιοθετηθεί πλήρως και να βρει ευρεία εφαρμογή στην πραγματικότητα, παρά το χρονικό ορόσημο του 2020 που έχει τεθεί, καθώς βρίσκεται σε φάση ανάπτυξης και υιοθέτησης, αλλά αναμφίβολα έχει τη δυνατότητα να αλλάξει εντελώς τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούμε με συσκευές, από το smartphone στην τσέπη μας μέχρι το αυτοκίνητο που οδηγούμε.

3.2 Χαρακτηριστικά του 5G

Οι στόχοι που έχουν τεθεί για την τεχνολογία 5G, και αναφέραμε παραπάνω, προσδιορίζουν και τα χαρακτηριστικά της :

- Εξαιρετικά υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων 1Gb/s σε συγκεκριμένες συνθήκες.
- Ελαχιστοποίηση του χρόνου απόκρισης (low latency) που πιθανώς θα είναι κάτω του 1 χιλιοστού του δευτερολέπτου (msec)
- Χρήση νέων ραδιοσυχνοτήτων (υψηλής συχνότητας) που παρέχουν πρόσθετο εύρος ζώνης απαραίτητο για την μετάδοση δεδομένων σε ρυθμούς Gigabit/sec και ικανό να υποστηρίξει μεγάλο αριθμό ταυτόχρονων συνδέσεων. Αυτό ακριβώς το πρόσθετο εύρος ζώνης είναι που προσδίδει στο 5G το χαρακτηριστικό της αξιοπιστίας.
- Προσφέρει υψηλή ανάλυση για χρήστες κινητών συσκευών που θα προσδιορίσει εκ νέου την έννοια της εικόνας και του ήχου (4K video streaming, Augmented Reality - AR-, Virtual Reality -VR-).

- Βελτιωμένη και διαθέσιμη συνδεσιμότητα σε όλο τον κόσμο, με τα τερματικά να έχουν ταυτόχρονα πρόσβαση σε διαφορετικές ασύρματες τεχνολογίες και να μπορούν να συνδυάζουν διαφορετικές ροές από διαφορετικές τεχνολογίες.
- Κάθε δίκτυο θα είναι υπεύθυνο για το χειρισμό της κινητικότητας των χρηστών, ενώ το τερματικό θα κάνει την τελική επιλογή μεταξύ διαφορετικών παρόχων ασύρματου / κινητού δικτύου πρόσβασης για μια συγκεκριμένη υπηρεσία. Η επιλογή αυτή θα βασίζεται σε ανοιχτό ευφύες ενδιάμεσο λογισμικό στο κινητό τηλέφωνο.
- Ταχεία και ασφαλής πρόσβαση σε αποθηκευτικούς χώρους cloud και ενίσχυση του cloud computing

3.3 Προκλήσεις του 5G

A. Ενσωμάτωση διαφόρων προτύπων: Μία από τις μεγάλες προκλήσεις που αντιμετωπίζεται, είναι η τυποποίηση, δηλαδή η δημιουργία προτύπων που θα εξασφαλίσουν συλλειτουργικότητα και διαλειτουργικότητα μεταξύ πολλών και διαφορετικών τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως σήμερα, καθώς και συμβατότητα προς τα πίσω, με τις παλαιότερες υφιστάμενες τεχνολογίες (4G, 3G), διασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό το μέλλον των δικτύων 5G.

Φορείς όπως ο 3rd Generation Partnership Project (3GPP) ο οποίος ενώνει οργανισμούς ανάπτυξης τηλεπικοινωνιακών προτύπων (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC), λειτουργεί προς αυτή την κατεύθυνση [57].

B. Κατασκευή της απαιτούμενης υποδομής (και επιπρόσθετα συμπλήρωση & αναβάθμιση της υπάρχουσας τηλεπικοινωνιακής υποδομής) : Είναι ένα τεράστιο έργο, που αφορά κυρίως θέματα γύρω από το φάσμα και την εγκατάσταση νέων κεραιών. Επειδή η πληροφορία στα δίκτυα αυτά, μεταφέρεται σε κύματα υψηλών συχνοτήτων (τα οποία με την σειρά τους εξασφαλίζουν ταχύτητα και χωρητικότητα - εύρος ζώνης), δεν είναι δυνατόν να ταξιδέψει σε πολύ μεγάλες αποστάσεις, οπότε είναι απαραίτητες υποδομές με αυξημένη πυκνότητα για την βελτιστοποίηση της κάλυψης.

Γ. Εμπόδια: κτίρια, δέντρα, ακόμη και οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες μπορούν επίσης να προκαλέσουν παρεμβολές. Για να αντισταθμιστεί αυτό, οι Πάροχοι Κινητών Επικοινωνιών θα πρέπει να εγκαταστήσουν περισσότερους σταθμούς βάσης για να εξασφαλίσουν καλύτερη κάλυψη και να χρησιμοποιήσουν τεχνολογίες κεραιάς όπως το MIMO (Multiple Input Multiple Output).

Δ. Κοινή πλατφόρμα: Δεν υπάρχει κοινή αρχιτεκτονική για τη διασύνδεση των διαφόρων συστημάτων και η δημιουργία μιας κοινής πλατφόρμας από κάποιον φορέα διοίκησης ή οργανισμό, ο οποίος θα αναλάμβανε την πρωτοβουλία θα μπορούσε να ρυθμίσει ζητήματα διασύνδεσης καθώς και ανταλλαγής πληροφορίας [58].

Ε. Μια νέα αναδυόμενη αγορά: Υπάρχουν ήδη πολλές ομάδες από διάφορους χώρους όπως Πάροχοι Κινητών Επικοινωνιών (British Telecom, Deutsche Telecom, France Telecom/Orange, Telecom Italia, Telefonica, Portugal Telecom), εταιρείες κατασκευής εξοπλισμού και διαχείρισης δικτύων (Ericsson, Alcatel-Lucent, Nokia Siemens Networks, Thales Communications) αλλά και εταιρείες ανάπτυξης λογισμικού (SAP) και κατασκευαστές αυτοκινήτων (BMW, VOLVO) οι οποίες έχουν δεσμεύσει σημαντικούς πόρους στην προσπάθεια ανάπτυξης των ευρωπαϊκών δικτύων 5G. Επιπλέον η Ευρωπαϊκή Ένωση εξελίσσει ένα σύνολο από ερευνητικά προγράμματα για το 5G κάποια από τα οποία είναι π.χ. METIS, 5GNow, Interworking and JOINT Design of an Open Access and Backhaul Network Architecture for Small Cells based on Cloud Networks (iJOIN) , Mobile Cloud Networking, COvergence of fixed and Mobile BrOadband access/aggregation networks (Combo), και PHYsical LAYer Wireless Security (PhyLaws), γεγονός που καταδεικνύει το έντονο ενδιαφέρον που υπάρχει για τον τομέα αυτό. [60]

Στην άλλη πλευρά του Ατλαντικού, στις Η.Π.Α., οι κορυφαίοι πάροχοι τηλεπικοινωνιών – A T & T, Sprint, T-Mobile & Verizon – έχουν εκκινήσει την ανάπτυξη δικτύων 5G.

3.4 Εφαρμογές του 5G

Οι εφαρμογές του 5G είναι πέρα από τη φαντασία μας και αγγίζουν πολλαπλούς τομείς της καθημερινότητας δημιουργώντας προστιθέμενη αξία σε αυτό που αναφερόμαστε ως ποιότητα ζωής. Η τεχνολογία αυτή και οι εφαρμογές της έχουν την δύναμη να αναθεωρήσει το σύγχρονο μοντέλο ζωής του. Κάποιες από τις εφαρμογές του 5G (θα) είναι:

- Οι τεχνολογίες Virtual Reality (VR) & Augmented Reality (AR) χρησιμοποιούνται ήδη σε χώρες με μεγαλύτερη ψηφιακή διείσδυση, ενώ θα εκμεταλλευτούμε τις δυνατότητές τους πλήρως μόνο με την ευρεία υιοθέτηση του 5G. Η επαφή του χρήστη με το

Διαδίκτυο ξεφεύγει από τα όρια της δισδιάστατης οθόνης του και αυτό μπορεί να αλλάξει την ψυχαγωγία, τον τρόπο με τον οποίο εργαζόμαστε και καταναλώνουμε.

- Τηλεϊατρική, ρομποτική ιατρική και απομακρυσμένη συλλογή δεδομένων μέσω wearables. Έτσι, από το να μπορούμε να μετρήσουμε το επίπεδο σακχάρου στον οργανισμό μας με το κινητό, μέχρι την χρήση τηλεχειριζόμενων ρομπότ για την διεκπεραίωση μιας χειρουργικής επέμβασης (που είναι πια αξιόπιστη λόγω της χαμηλής απόκρισης του δικτύου), όλα αυτά έρχονται για να αλλάξουν τον χάρτη παροχής υπηρεσιών υγείας.
- Η επέκταση της χρήσης τηλεχειριζόμενων αυτοκινούμενων οχημάτων, η οποία επίσης γίνεται αξιόπιστη και αποτελεσματική λόγω του χαμηλού χρόνου απόκρισης του δικτύου, θα αλλάξει το νόημα της κινητικότητας, ειδικά για ομάδες ατόμων με κινητικά προβλήματα, ηλικιωμένους κλπ.
- Βιομηχανικές και εμπορικές εφαρμογές : οι επονομαζόμενες κάθετες αγορές (Business2Business Verticals) π.χ. η εφοδιαστική αλυσίδα (logistics) & οι μεταφορές, οι μονάδες βιομηχανικής παραγωγής, οι αυτοκινητοβιομηχανίες κλπ. ρέπουν περισσότερο στην υιοθέτηση έξυπνων διαδικασιών βιομηχανικής παραγωγής, με χρήση αυτοματισμών και ελέγχου των σταδίων παραγωγής από απόσταση, και στην ενσωμάτωση των δυνατοτήτων που παρέχει το 5G.
- Είναι παραπάνω από προφανής η ώθηση που θα δοθεί στο ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce), συνδέοντας αποτελεσματικότερα μέσω του διαδικτύου τα φυσικά καταστήματα με τις κινητές συσκευές που διαθέτουν τα άτομα και αναβαθμίζοντας την καταναλωτική εμπειρία.
- Πρόσβαση του ατόμου σε όλους τους ζωντικούς του χώρους μέσω κινητής συσκευής : στην κατοικία, στο (cloud based) γραφείο, στο όχημα μεταφοράς που μπορεί να διαθέτει, με αποτέλεσμα τον καλύτερο προγραμματισμό, την οικονομία χρόνου και την ευελιξία.
- Αποτελεί το έδαφος οικοδόμησης, το μόνο εύφορο έδαφος, για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things). Μέσω αυτού θα συνδέονται ένα πλήθος αντικειμένων, συσκευών, αισθητήρων και εφαρμογών, προς όφελος του ατόμου. Σε επόμενα κεφάλαια θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στο IoT.
- Η εισαγωγή αισθητήρων 5G (χαμηλής ισχύος & χαμηλού κόστους) σε βασικές υποδομές δημόσιων μεταφορών, όπως οι σιδηροδρομικές γραμμές, τα φανάρια στους αυτοκινητοδρόμους, θα διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, των ακυρώσεων και καθυστερήσεων σε δρομολόγια των μέσων μαζικής μεταφοράς, της απώλειας χρόνου.

Και οι πιθανές εφαρμογές πραγματικά δεν έχουν τέλος.

3.5 Υλικό και λογισμικό του 5G

3.5.1 Υλικό του 5G

Δίκτυα εξαιρετικά ευρείας ζώνης (Ultra Wide Band - UWB):

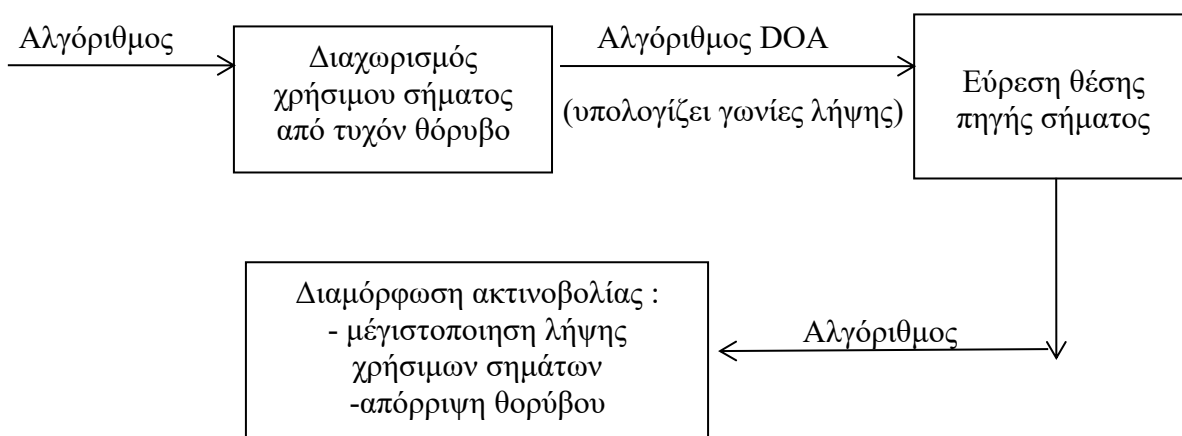
Η τεχνολογία αυτή, κατά βάση αφορά, ασύρματη ψηφιακή μετάδοση δεδομένων, με περιορισμένη κατανάλωση ενέργειας, χρησιμοποιώντας εξαιρετικά μεγάλο εύρος ζώνης.

Για παράδειγμα, ένα σήμα UWB με κέντρο τα 5 GHz, μπορεί τυπικά να εκτείνεται από 4 GHz - 6 GHz και η ευρύτητα αυτή του χρησιμοποιούμενου φάσματος συχνοτήτων (εύρος ζώνης) είναι που επιτρέπει στο UWB να υποστηρίζει υψηλό ρυθμό μετάδοσης ασύρματων δεδομένων (από 480 Mbps έως και 1,6 Gbps), σε πολύ περιορισμένες αποστάσεις (μέχρι μερικά μέτρα). Για μεγαλύτερες αποστάσεις, η ταχύτητα μετάδοσης μειώνεται σημαντικά.[61]

Έτσι, επιπρόσθετα στις γνωστές τεχνολογίες μετάδοσης Wi-Fi, Wi-Max και κυψελοειδούς ευρείας περιοχής (ραδιοφωνικές τεχνολογίες μεγάλης εμβέλειας), τα δίκτυα εξαιρετικά ευρείας ζώνης UWB εξυπηρετούν συστήματα όπως τα ασύρματα δίκτυα προσωπικού χώρου WPAN, τα οποία χρειάζονται ραδιοτεχνολογία μικρής εμβέλειας, με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά : επίπεδο υψηλότερου εύρους ζώνης (περίπου 4000 MHz), αλλά σε χαμηλά επίπεδα ενέργειας για τη μεταφορά δεδομένων από συσκευές υποδοχής σε συσκευές που βρίσκονται σε άμεση γειτνίαση, μέτρα περίπου. Αυτό το επίπεδο υψηλότερου εύρους ζώνης (4000 MHz) είναι σχεδόν 400 φορές ταχύτερο από τα σημερινά ασύρματα δίκτυα. Επιπλέον χρησιμοποιώντας το ευρύ φάσμα της ultraband, έχουμε σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχουν παρεμβολές σε άλλες μεταδόσεις, στην ίδια ζώνη συχνοτήτων. Κάθε δίκτυο είναι υπεύθυνο για το χειρισμό της κινητικότητας των χρηστών, ενώ το τερματικό χρήστη θα κάνει την τελική επιλογή μεταξύ διαφορετικών παρόχων ασύρματης / κινητής πρόσβασης για μια συγκεκριμένη υπηρεσία.

Έξυπνες κεραιές:

Οι κεραιές γενικά, έχουν σαν σκοπό την λήψη και μετάδοση σήματος με όσο πιο αποτελεσματικό τρόπο γίνεται. Σαν «έξυπνη κεραία» μπορούμε να θεωρήσουμε οποιαδήποτε συστοιχία κεραιών η οποία περιλαμβάνει έναν επιπλέον παράγοντα : έναν επεξεργαστή σήματος, ο οποίος με τη σειρά του δύναται να προσαρμόσει την ακτινοβολία της κεραιάς, ώστε να ενισχύσει το επιθυμητό σήμα (αυτό που μας ενδιαφέρει) και να εξαφανίσει τις παρεμβολές. Τούτο πραγματοποιείται με την χρήση κατάλληλων αλγορίθμων ως εξής:



Συνοπώς χαρακτηριστικά που διακρίνουν μια έξυπνη κεραία είναι η δυνατότητα προσαρμογής στο περιβάλλον, και η εισαγωγή της αξιοποίησης του χωρικού στοιχείου για την αποδοτικότερη χρήση του φάσματος. [62]

3.5.2 Λογισμικό 5G

Αναμένεται ως ένα μοναδικό ενοποιημένο πρότυπο IP για διαφορετικούς τύπους ασύρματων δικτύων που θα περιλαμβάνει το σύνολο των ευρυζωνικών συνδέσεων, ασύρματων τεχνολογιών, κλπ. όπως το IEEE802.11, LAN, WAN, PAN και WWW. και θα εξασφαλίζει την συλλειτουργικότητα όλων των δικτύων.

4. Έξυπνες πόλεις

4.1 Χαρακτηριστικά

Ως έξυπνη πόλη θεωρούμε μια αστική περιοχή που χρησιμοποιεί διάφορους τύπους αισθητήρων ηλεκτρονικού Διαδικτύου πραγμάτων (IoT), για τη συλλογή δεδομένων και στην συνέχεια την χρήση αυτών των δεδομένων για αποτελεσματική διαχείριση των πόρων της, δηλαδή διαθέτει τις βασικές υποδομές και χρησιμοποιεί έξυπνες λύσεις. Αυτό περιλαμβάνει, τα δεδομένα που συλλέγονται από τους πολίτες, συσκευές και περιουσιακά στοιχεία, τα οποία υπόκεινται σε επεξεργασία και ανάλυση, για λειτουργίες όπως η παρακολούθηση και διαχείριση συστημάτων κυκλοφορίας και μεταφοράς, σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, δικτύων ύδρευσης, διαχείρισης αποβλήτων, ανίχνευσης εγκλημάτων, συστημάτων πληροφοριών, σχολείων, βιβλιοθηκών, και άλλες κοινοτικές υπηρεσίες [14]. Ο κατάλογος εφαρμογών με την πάροδο του χρόνου, εμπλουτίζεται διαρκώς.

Η έννοια της έξυπνης πόλης ενσωματώνει την Τεχνολογία της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) και τις διάφορες φυσικές συσκευές που συνδέονται με το διαδίκτυο για να βελτιστοποιήσει την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών και των υπηρεσιών της πόλης και να συνδεθεί με τους πολίτες [15]. Η τεχνολογία έξυπνων πόλεων επιτρέπει στους επικεφαλής της πόλης να αλληλεπιδρούν άμεσα με την υποδομή τόσο της κοινότητας όσο και της πόλης και να παρακολουθούν τι συμβαίνει στην πόλη και πώς εξελίσσεται. Οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της ποιότητας, των επιδόσεων και της αλληλεπίδρασης των αστικών υπηρεσιών, τη μείωση του κόστους και της κατανάλωσης πόρων και την αύξηση της επαφής μεταξύ πολιτών και κυβερνήσεων. Οι έξυπνες εφαρμογές πόλης αναπτύσσονται για να διαχειρίζονται τις ροές στις αστικές περιοχές και να επιτρέπουν απαντήσεις - λύσεις σε πραγματικό χρόνο [16]. Μια έξυπνη πόλη μπορεί συνεπώς, να είναι πιο προετοιμασμένη να ανταποκριθεί στις προκλήσεις από μία πόλη με μια απλή «συναλλακτική» σχέση με τους πολίτες της [17, 18]. Ο όρος είναι ανοικτός σε πολλαπλές ερμηνείες [19].

Σημαντικές τεχνολογικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές έχουν προκαλέσει ενδιαφέρον για τις έξυπνες πόλεις, αλλαγές όπως η κλιματική αλλαγή, η αύξηση του αστικού πληθυσμού και η γήρανση του πληθυσμού γενικότερα, η οικονομική αναδιάρθρωση και οι πιέσεις στα δημόσια οικονομικά σε παγκόσμια κλίμακα, η μετάβαση στο online λιανικό εμπόριο και η μεταβολή του τρόπου ψυχαγωγίας [17].

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) καταβάλλει συνεχείς προσπάθειες για την εκπόνηση μιας στρατηγικής για την επίτευξη «έξυπνης» αστικής ανάπτυξης για τις μητροπολιτικές πόλεις - περιφέρειες της [20], αναπτύσσοντας μια σειρά προγραμμάτων στο πλαίσιο του «Ψηφιακού Θεματολογίου της Ευρώπης» (Digital Agenda For Europe) [21]. Το 2010, τόνισε την επικέντρωση της στην ενίσχυση της καινοτομίας και των επενδύσεων στις υπηρεσίες Τ.Π.Ε. με σκοπό τη βελτίωση των δημόσιων υπηρεσιών και της ποιότητας ζωής [20] και προσδιορίζοντας την παγκόσμια αγορά έξυπνων αστικών υπηρεσιών στα τετρακόσια (400) δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως έως το 2020 [17]. Παραδείγματα τεχνολογιών και προγραμμάτων Smart City έχουν υλοποιηθεί σε όλον τον κόσμο (Σιγκαπούρη, Ντουμπάι, Σαουθάμπτον, Άμστερνταμ, Βαρκελώνη, Μαδρίτη, Στοκχόλμη, Κίνα, Νέα Υόρκη κ.α.).

4.1.1 Ορισμοί - Ορολογία

Λόγω του μεγάλου εύρους των τεχνολογιών που έχουν συνδεθεί με την ετικέτα της έξυπνης πόλης, είναι δύσκολο να απομονωθεί ένας ακριβής ορισμός γι' αυτήν. Οι Deakin και Al Wear [22] απαριθμούν τέσσερις παράγοντες που συμβάλλουν στον προσδιορισμό μιας πόλης ως έξυπνης :

- Η εφαρμογή ευρέος φάσματος ηλεκτρονικών και ψηφιακών τεχνολογιών στις κοινότητες και τις πόλεις
- Η χρήση των ΤΠΕ για τη μετατροπή των συνθηκών ζωής και εργασίας στην περιοχή
- Η ενσωμάτωση τέτοιων ΤΠΕ στα κυβερνητικά συστήματα
- Η ομογενοποίηση των πρακτικών σε τοπικό επίπεδο που επιδρά τόσο στις ΤΠΕ όσο και στα άτομα, ώστε να ενισχυθεί η καινοτομία και η προσφερόμενη γνώση.

Ο Deakin [23] ορίζει την έξυπνη πόλη ως μία, που χρησιμοποιεί τις ΤΠΕ για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις της αγοράς (τους πολίτες) και ότι η συμμετοχή της κοινότητας στη διαδικασία είναι απαραίτητη. Μια έξυπνη πόλη θα ήταν έτσι, όχι απλά μια πόλη που διαθέτει τεχνολογία ΤΠΕ σε συγκεκριμένους τομείς, αλλά έχει επίσης εφαρμόσει αυτήν την τεχνολογία, με τρόπο που επηρεάζει θετικά την τοπική κοινότητα.

Εναλλακτικοί ορισμοί περιλαμβάνουν:

- Giffinger et al. [24]: "Περιφερειακή ανταγωνιστικότητα, οικονομία των μεταφορών και των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας, φυσικοί πόροι, ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο, ποιότητα ζωής και συμμετοχή των πολιτών στη διακυβέρνηση των πόλεων"
- Smart Cities Council: σύμφωνα με τον ορισμό που δίδει το Smart Cities Council (παγκόσμιο δίκτυο στο οποίο συμμετέχουν Επιχειρήσεις, Πανεπιστήμια, Εργαστήρια και Φορείς διαμόρφωσης προτύπων, με στόχο την προώθηση έξυπνων πρακτικών & στρατηγικών, την ανταλλαγή απόψεων και τεχνογνωσίας κλπ) : "Μια έξυπνη πόλη είναι αυτή που έχει ενσωματωμένη ψηφιακή τεχνολογία σε όλες τις λειτουργίες της πόλης." [90]
- Caragliu και Nijkamp [25]: "Μια πόλη μπορεί να οριστεί ως" έξυπνη "όταν οι επενδύσεις σε ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο, οι παραδοσιακές (μεταφορικές) υποδομές και η σύγχρονη υποδομή επικοινωνίας (ΤΠΕ) συμβάλλουν στην βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και στην υψηλή ποιότητα ζωής, διαχείρισης των φυσικών πόρων, μέσω συμμετοχικής δράσης και δέσμευσης. "
- Frost & Sullivan 2014: «Προσδιορίσαμε οκτώ βασικές πτυχές που ορίζουν μια έξυπνη πόλη: έξυπνη διακυβέρνηση, έξυπνη ενέργεια, έξυπνη κατασκευή, έξυπνη κινητικότητα, έξυπνη υποδομή, έξυπνη τεχνολογία, έξυπνη υγειονομική περίθαλψη και έξυπνο πολίτη»
- IEEE Smart Cities [26]: "Μια έξυπνη πόλη συνδυάζει την τεχνολογία, την κυβέρνηση και την κοινωνία για να δώσει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: έξυπνες πόλεις, έξυπνη οικονομία, έξυπνη κινητικότητα, έξυπνο περιβάλλον, έξυπνοι άνθρωποι, έξυπνη διαβίωση, έξυπνη διακυβέρνηση".
- Business Dictionary.com: "Μια αναπτυσσόμενη αστική περιοχή που δημιουργεί βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και υψηλή ποιότητα ζωής, ξεχωρίζοντας σε πολλούς βασικούς τομείς: οικονομία, κινητικότητα, περιβάλλον, άνθρωποι, διαβίωση και κυβέρνηση. κεφάλαιο, κοινωνικό κεφάλαιο ή / και υποδομή ΤΠΕ."
- Government of India 2015: "Η Smart City προσφέρει βιώσιμη οικονομία και ευκαιρίες απασχόλησης σε ένα ευρύ τμήμα των κατοίκων της, ανεξάρτητα από το επίπεδο εκπαίδευσης, δεξιοτήτων ή εισοδημάτων τους".
- UK Department for Business Innovation and Skills 2013: "Η έννοια δεν είναι στατική, δεν υπάρχει απόλυτος ορισμός μιας έξυπνης πόλης, δεν υπάρχει τελικό σημείο, αλλά μια διαδικασία ή μια σειρά βημάτων με τα οποία οι πόλεις γίνονται

πιο " ζωντανές" και ανθεκτικές και, ως εκ τούτου, σε θέση να ανταποκριθούν πιο γρήγορα σε νέες προκλήσεις. "

4.1.2 Χαρακτηριστικά - συσχέτιση ευφυών πόλεων με τα δίκτυα 5G

Έχει προταθεί ότι, οι έξυπνες πόλεις (επίσης κοινότητα, επιχειρηματικό σύμπλεγμα, αστικός οικισμός ή περιφέρεια) χρησιμοποιούν τεχνολογίες πληροφοριών για τους ακόλουθους σκοπούς:

- Να γίνει αποτελεσματικότερη χρήση της φυσικής υποδομής (δρόμοι, οικοδομημένο περιβάλλον και άλλα φυσικά περιουσιακά στοιχεία) μέσω τεχνητής νοημοσύνης και αναλύσεων δεδομένων για την υποστήριξη μιας ισχυρής και υγιούς οικονομικής, κοινωνικής και πολιτιστικής ανάπτυξης [27].
- Να ενεργοποιήσει αποτελεσματικά τον τοπικό πληθυσμό στην τοπική διακυβέρνηση και την λήψη αποφάσεων, με τη χρήση ανοιχτών διαδικασιών καινοτομίας και ηλεκτρονικής συμμετοχής, βελτιώνοντας τη συλλογική νοημοσύνη των θεσμών της πόλης, μέσω της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, με έμφαση στη συμμετοχή των πολιτών και τον συν-σχεδιασμό. [28-30].
- Να ωθεί τα άτομα να μαθαίνουν, να προσαρμόζονται και να καινοτομούν. Με τον τρόπο αυτό, ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα και ταχύτερα στις μεταβαλλόμενες συνθήκες βελτιώνοντας τη νοημοσύνη της πόλης. [30].

Το σύνολο των παραγόντων που απαρτίζουν την έξυπνη πόλη, εξελίσσεται προς μια ισχυρή ενσωμάτωση όλων των διαστάσεων της ανθρώπινης νοημοσύνης, της συλλογικής νοημοσύνης, αλλά και της τεχνητής νοημοσύνης, μέσα στην πόλη [16, 31]. Η νοημοσύνη των πόλεων "βρίσκεται στον ολοένα και πιο αποτελεσματικό συνδυασμό των ψηφιακών τηλεπικοινωνιακών δικτύων (τα νεύρα), της ευρύτατης ενσωματωμένης νοημοσύνης (εγκέφαλος), των αισθητήρων και των ετικετών (αισθητήρια όργανα) και του λογισμικού (της γνώσης και της γνωστικής ικανότητας) [32].

Πρακτικά τα παραπάνω συνοψίζονται στο ότι, κατά βάση, η ευφυής πόλη είναι μια πόλη που διαθέτει τις βασικές υποδομές και χρησιμοποιεί "έξυπνες" λύσεις για να διασφαλίσει ότι αυτές οι υποδομές και οι υπηρεσίες που παρέχει στους πολίτες, γίνονται ολοένα και καλύτερες. Το όραμα είναι να αναπτυχθούν οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμες αστικές οντότητες με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

ανταγωνιστικότητα, οικονομική πρόοδος, ασφάλεια, κοινωνική συνοχή και καινοτομία. Η υλοποίηση του οράματος θα επιτευχθεί μέσω συγκεκριμένων στόχων οικονομικής ανάπτυξης, βιωσιμότητας, καινοτομίας και δέσμευσης των αστικών εταιρών στην βελτίωση των συνθηκών για κατοίκους, επιχειρήσεις και επισκέπτες.

Η σύλληψη της ιδέας μιας πόλης με τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά, εμπεριέχει την διασύνδεση πολλαπλών ψηφιακών συσκευών χαμηλής ισχύος μεταξύ τους, για την αποτελεσματική λειτουργία κατοικιών, χώρων εργασίας και λοιπών χώρων, μέσω της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT). Τεράστιες ποσότητες δεδομένων πρέπει να συλλέγονται και να διατηρούνται προσωρινά και τούτο είναι εφικτό μόνο με την χρήση ασύρματης τεχνολογίας υψηλής ταχύτητας και χωρητικότητας δηλ. τεχνολογίας 5G. Διαφορετικές κατηγορίες δικτύων (δημόσια - αστικά, οικιακά κλπ.), τεχνολογιών (cloud, ασύρματη, IT κλπ.) θα πρέπει να συνεργαστούν, να αποτελέσουν μια ολότητα, και να επιτρέψουν στο IoT να διαχειριστεί τους πόρους της πόλης, οικονομικούς και μη, κατά τον πιο ενδεδειγμένο τρόπο.



Εικόνα 8. Έξυπνες πόλεις & 5G (πηγή: [https:// www.geospatialworld.net/](https://www.geospatialworld.net/))

4.2 Τομείς δράσεων / κατηγορίες εφαρμογών (μεταφορές, υγειονομική περίθαλψη, επικοινωνία, διακυβέρνηση κλπ.)

Τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά ευφυΐας των πόλεων, καταδεικνύονται με τρεις τρόπους:

1. **Orchestration Intelligence** (Ευφυΐα Ενορχήστρωσης) : Όταν οι πόλεις εγκαθιστούν ιδρύματα, λύσεις και συνεργασίες που εδράζουν στην έννοια της κοινότητας, όπως στο πάρκο Bletchley, ένα κτήριο στο χωριό Bletchley του Buckinghamshire όπου μια ομάδα με επικεφαλής τον Alan Turing κοινό όραμα αποκωδικοποίησε τον κώδικα των Ναζί. Αυτό έχει αναφερθεί ως το πρώτο παράδειγμα μιας έξυπνης πόλης ή μιας ευφυούς κοινότητας [33].
2. **Empowerment intelligence** (Ευφυΐα Ενδυνάμωσης) : Οι πόλεις παρέχουν ανοικτές πλατφόρμες, πειραματικές εγκαταστάσεις και κατάλληλες υποδομές, προκειμένου να συγκεντρώσουν την καινοτομία σε συγκεκριμένες περιοχές. Αυτό εμφανίζονται στην πόλη Kista Science City της Στοκχόλμης και στη ζώνη Cyberport στο Χονγκ Κονγκ. Παρόμοιες εγκαταστάσεις έχουν επίσης δημιουργηθεί στη Μελβούρνη [34].
3. **Instrumentation intelligence** (Ευφυΐα Υποδομής): Όταν η υποδομή των πόλεων γίνεται έξυπνη μέσω συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, με ανάλυση και πρόβλεψη μοντέλων σε όλες τις αστικές περιοχές. Αυτός είναι ένας τομέας που δημιουργεί αμφιβολίες, ιδίως όσον αφορά τα ζητήματα εποπτείας στις έξυπνες πόλεις. [33].

Αυτό (η ευφυΐα υποδομής) μπορεί να επιτευχθεί με την ύπαρξη :

1. Μιας κοινή υποδομής IP που είναι ανοικτή στους ερευνητές για την ανάπτυξη εφαρμογών.
2. Μετρητών ασύρματης επικοινωνίας και γενικά συσκευών που μεταδίδουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.
3. Ενός αριθμού κατοικιών που διαθέτουν έξυπνους μετρητές ενέργειας για να καταγράφουν την κατανάλωση ενέργειας με σκοπό να την περιορίσουν
4. Συλλεκτών απορριμμάτων που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια, σταθμών επαναφόρτισης αυτοκινήτων και λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας.
5. Την κατάλληλη υποδομή δικτύου, το οποίο να εξασφαλίζει υψηλές χωρητικότητες και ταχύτητα μετάδοσης για την διακίνηση μεγάλου όγκου δεδομένων (5G)

Κάποιοι από τους πιο σημαντικούς τομείς της έξυπνης πόλης παρουσιάζονται ενδεικτικά στον ακόλουθο πίνακα:

	Οικονομία καινοτομίας	Αστικές υποδομές	Διακυβέρνηση
1ο επίπεδο	Εισαγωγή καινοτομίας σε βιομηχανίες, ομάδες & συγκεκριμένες περιοχές μιας πόλης	Διαχείριση κυκλοφορίας Μεταφορές Έξυπνη στάθμευση Έξυπνος οδικός φωτισμός & συντήρηση οδικών υποδομών	Ηλεκτρονικές Υπηρεσίες διοίκησης προς τον πολίτη Ψηφιακά κιόσκια Έξυπνη εποπτεία Δωρεάν Wi - Fi
2ο επίπεδο	Εργατικό δυναμικό : Εκπαίδευση και απασχόληση Πλατφόρμες τηλεεκπαίδευσης	Παροχές : Διαχείριση ενέργειας, αποθεμάτων νερού, ποιότητας αέρα και απορριμμάτων	Συμμετοχική και άμεση δημοκρατία
3ο επίπεδο	Δημιουργία επιχειρήσεων έντασης γνώσης	Προστασία του περιβάλλοντος	Υπηρεσίες προς τον πολίτη: Ποιότητα ζωής, ασφάλεια

Κάθετα, παρουσιάζονται τρεις βασικοί τομείς (ή άξονες) δηλ. Οικονομία, Αστικές υποδομές και Διακυβέρνηση, ενώ οριζόντια, καθώς προχωρούμε σε ανώτερο επίπεδο βλέπουμε πως εξελίσσονται οι τομείς αυτοί προσεγγίζοντας σημαντικότερους στόχους.

Συγκεκριμένα, εισάγοντας καινοτόμα τεχνολογία σε βιομηχανίες και αστικούς θύλακες ή περιοχές μέσα σε μια πόλη (1ο επίπεδο), δημιουργείται η ανάγκη προσαρμογής του εργατικού δυναμικού στις συνθήκες αυτές μέσω της εκπαίδευσης (2ο επίπεδο) και της αναβάθμισης των ποιοτικών του χαρακτηριστικών. Τελικά, όσο περισσότερο εξελίσσονται τα δύο πρώτα επίπεδα, οδηγούμαστε σε επιχειρήσεις έντασης γνώσης, δηλ. επιχειρήσεις στις οποίες καθοριστικό ρόλο για την λειτουργία τους έχουν η έμφαση στην Καινοτομία (Innovation) και στην Έρευνα & Ανάπτυξη (Research and Development - R&D).

Σχετικά με τις αστικές υποδομές, με εκκίνηση καθημερινές ανάγκες των πολιτών (μεταφορές, στάθμευση, διαχείριση κυκλοφοριακού φόρτου, δημοτικός φωτισμός κλπ.) η ενσωμάτωση έξυπνης τεχνολογίας, οδηγεί σε δεύτερο επίπεδο, σε αποτελεσματική διαχείριση των πόρων της πόλης (ενέργεια, υδατικά αποθέματα κλπ.) και τελικά συμβάλλει στον μεγαλύτερο στόχο, που δεν είναι άλλος από την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος.

Στο επίπεδο της διακυβέρνησης δηλ. της σχέσης διοικούντων και διοικούμενων, απλές παροχές με την χρήση έξυπνης τεχνολογίας προς τον πολίτη, όπως ηλεκτρονικές υπηρεσίες για την διεκπεραίωση των υποθέσεων του, ή η δυνατότητα ηλεκτρονικής

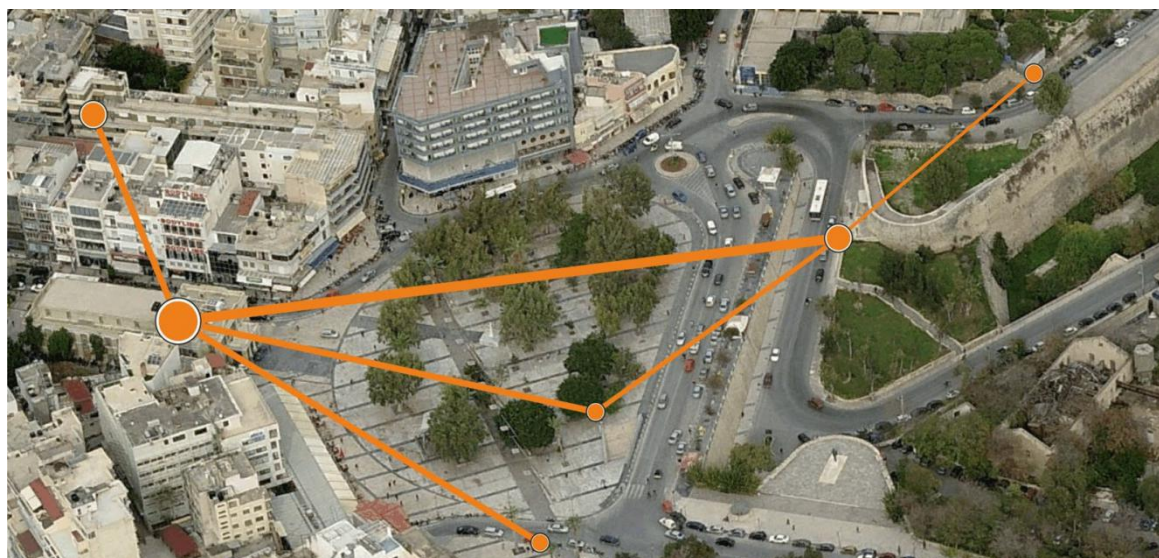
διαβούλευσης για θέματα που τον αφορούν κλπ., αυξάνουν την συμμετοχικότητα στους θεσμούς και ενδυναμώνουν την δημοκρατία, προάγοντας τελικά την ποιότητα ζωής που απολαμβάνει ο πολίτης.

Σε επόμενο κεφάλαιο θα αναφερθούμε αναλυτικά σε σημαντικές εφαρμογές IoT στις έξυπνες πόλεις.

5. Έξυπνες πόλεις, μια πρώτη προσέγγιση : η ελληνική πραγματικότητα

Αρκετοί Δήμοι της χώρας μας έχουν αρχίσει να αναλαμβάνουν ενδιαφέρουσες πρωτοβουλίες στην κατεύθυνση της εφαρμογής έξυπνων λύσεων με την χρήση ΤΠΕ, αν και αξίζει να επισημάνουμε ότι το επίπεδο διείσδυσης των συγκεκριμένων τεχνολογιών, καθώς και η υλοποίηση των δικτύων 5G δεν είναι ακόμη τέτοια, ώστε να μιλάμε για έξυπνες πόλεις. Παρακάτω θα δούμε μερικές περιπτώσεις.

5.1 Η περίπτωση του Ηρακλείου



Η διαδικτυακή δημοτική πύλη του Ηρακλείου της Κρήτης (<https://www.heraklion.gr/>), και ειδικότερα οι ηλεκτρονικές υπηρεσίες (e-services), παρέχουν στους πολίτες μία ευρεία γκάμα υπηρεσιών που διευκολύνουν τις καθημερινές συναλλαγές :

Παρέχεται η δυνατότητα ηλεκτρονικής υποβολής αιτημάτων, εναλλακτικά μέσω διαδικτύου, τηλεφώνου και κινητής συσκευής, μέσω της εφαρμογής ΔΗΜΟΤΗΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ (διαθέσιμη στο <https://play.google.com/store/apps/details?id=gr.noveltech.mitos.heraklion> και <https://itunes.apple.com/us/app/demotes-erakleiou/id1142945582?l=el&ls=1&mt=8>), ώστε να μην καθίσταται απαραίτητη η επίσκεψη των δημοτών στις υπηρεσίες του Δήμου, με όλα τα γνωστά συνεπακόλουθα (απώλεια χρόνου, ουρές, γραφειοκρατία κλπ.). Ο πολίτης μπορεί να εξυπηρετηθεί απομακρυσμένα, από την κατοικία του για την έκδοση βεβαιώσεων και πιστοποιητικών, να υποβάλλει παράπονα και επισημάνσεις (βλάβες, απομακρύνσεις κλπ.), ακόμη και να πληρώσει ηλεκτρονικά τις υποχρεώσεις των δημοτικών τελών. Η υπηρεσία αυτή έχει ενσωματώσει τριάντα έναν (31) τύπους αιτημάτων και καλύπτει τις βασικότερες υπηρεσίες του Δήμου : υπηρεσίες Δημοτολογίου, Ληξιαρχείου, Μητρώου Αρρένων, Καθαριότητας & Πρασίνου, Τεχνικών Υπηρεσιών, Ύδρευσης & Αποχέτευσης, Δημοτικού Κυνοκομείου, Πολεοδομίας, Οικονομικών Υπηρεσιών και ο δημότης στην συνέχεια, ενημερώνεται (feedback) για την πορεία της αίτησης του, μέσω e-mail ή sms.

Στο ίδιο πλαίσιο παρέχονται :

- Πρόσβαση σε δανειστική βιβλιοθήκη με ψηφιοποιημένο υλικό της Βικελαίας Δημοτικής Βιβλιοθήκης (<http://vikelaia-ebooks.heraklion.gr/>)
- Διαδικτυακή εφαρμογή GIS με δεδομένα πολεοδομικού ενδιαφέροντος (<https://www.heraklion.gr/e-services/gis/gis.html>)
- Δημοσιοποίηση στοιχείων Προϋπολογισμού του Δήμου (<http://ep.heraklion.gr/proypol/>) καθώς και ευρετήριο αποφάσεων Συλλογικών Οργάνων του Δήμου, όπως το Δημοτικό Συμβούλιο και η Οικονομική Επιτροπή (<https://www.heraklion.gr/syllogika/front/index.php>), τα οποία συμβάλλουν καθοριστικά στην διαφάνεια και την λογοδοσία.

5.2 Η περίπτωση του Δήμου Τρικκαίων

Η πόλη των Τρικάλων είναι πρωτοπόρος στον συγκεκριμένο τομέα και δικαιολογημένα διεκδικεί τον τίτλο της ευφύστερης πόλης στην χώρα μας, ή ότι πλησιέστερο υπάρχει, σύμφωνα με την διεθνή θεώρηση της έννοιας της έξυπνης πόλης,

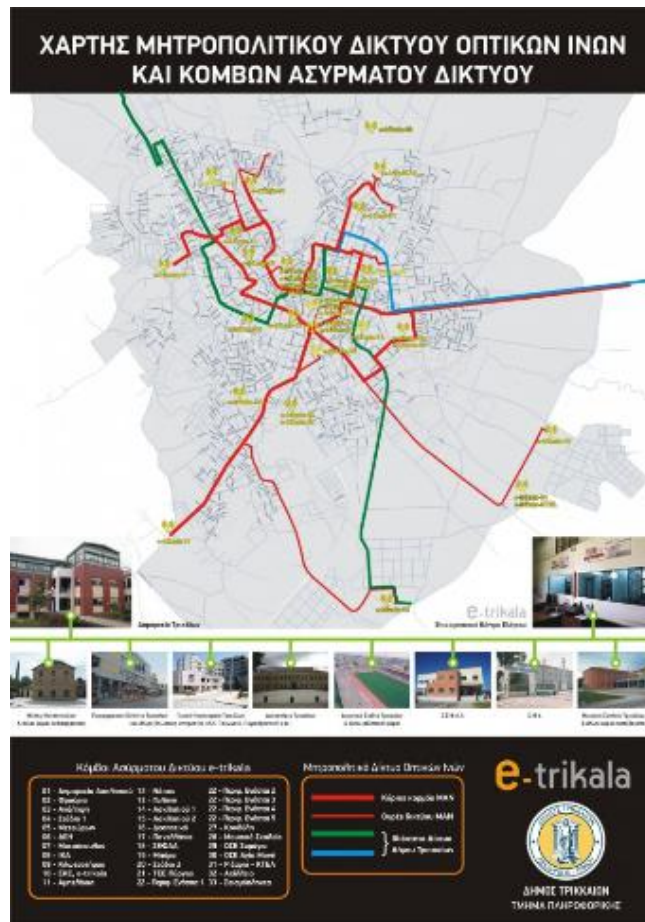
καθώς έχει εισάγει την χρήση νέων τεχνολογιών στην καθημερινότητα των πολιτών από το 2004.

Αξιίζει να σημειωθεί ότι, το 2004, ο τότε Υπουργός Οικονομίας ανακήρυξε τα Τρίκαλα «Πρώτη ψηφιακή πόλη της Ελλάδας» (<https://www.e-trikalala.gr/>). Η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών προς όφελος των δημοτών, ξεκίνησε με την επιτυχημένη υλοποίηση από μια οργανική μονάδα του Δήμου, το Γραφείο e-trikalala, Δημοτικών, Εθνικών αλλά και Ευρωπαϊκών έργων. Στη συνέχεια (8/4/2008) το όλο εγχείρημα μετεξελίχθηκε στην e-Trikala A.E., μία Αναπτυξιακή Ανώνυμη Εταιρεία Ο.Τ.Α., της οποίας το 99% του μετοχικού κεφαλαίου ανήκει στο Δήμο Τρικκαίων και το υπόλοιπο 1% στο Εμπορικό Επιμελητήριο Τρικάλων. Από τότε μέχρι σήμερα, η πόλη των Τρικάλων έχει διανύσει μία σημαντική απόσταση, οικοδομώντας υποδομές και παρέχοντας υπηρεσίες βασισμένες στις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ). Μπορούμε να εντοπίσουμε :

1. **e-ΚΕΠ** : ο δημότης χρησιμοποιώντας την Κάρτα του Δημότη αποκτά πρόσβαση σε έναν αριθμό εγγράφων, πιστοποιητικών και βεβαιώσεων που εκδίδονται από αυτοματοποιημένα μηχανήματα, οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας ή της νύχτας.
2. **Mobile Check App** : ο δημότης απευθύνει το αίτημα του στον Δήμο μέσω εφαρμογής κινητού (δωρεάν διαθέσιμη μέσω Google Play & App Store). Κάθε αίτημα δρομολογείται μέσω της εφαρμογής στην αρμόδια οργανική μονάδα του Δήμου και ο δημότης μπορεί να παρακολουθεί την πορεία της αίτησης του.
3. **e-Dialogos**: το e-dialogos είναι μια πρωτοποριακή ανοιχτή σελίδα διαλόγου η οποία επιτρέπει στους δημότες να συμμετέχουν στη διαδικασία σχεδιασμού και εφαρμογής πολιτικών και δράσεων της πόλης τους, χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως η ηλεκτρονική διαβούλευση και οι ηλεκτρονικές δημοσκοπήσεις. Με τον τρόπο αυτό η δημοτική διακυβέρνηση καθίσταται πιο συμμετοχική.
4. **Τηλεπρόνοια**: το έργο αυτό δημιούργησε ένα δίκτυο τηλε-πρόνοιας, χρησιμοποιώντας τηλεματική υποδομή που λειτουργεί στο Δήμο Τρικάλων, για να παρέχει υπηρεσίες υποστήριξης σε ευάλωτες κοινωνικές ομάδες (ηλικιωμένοι, άτομα με αναπηρίες, άτομα με χρόνιες ασθένειες κλπ.). Διαδικαστικά, ο δημότης, τοποθετεί στο σώμα του μια συσκευή φορητής τηλεμετρίας, απλή στην χρήση, η οποία μπορεί να καταγράφει βιολογικό σήμα του δημότη και με το πάτημα ενός πλήκτρου η πληροφορία που έχει καταγραφεί (π.χ. καρδιογράφημα, μέτρηση σακχάρου, σπιρομέτρηση, μέτρηση πίεσης κ.ο.κ.). να μεταφέρεται στο κέντρο τηλε-πρόνοιας ή σε οποιαδήποτε μονάδα φροντίδας υγείας επιλέξει ο δημότης (γιατρό, νοσοκομείο

κ.λπ.), είτε ενσύρματα είτε ασύρματα, χρησιμοποιώντας ένα “έξυπνο” κινητό τηλέφωνο. Η επικοινωνία της συσκευής με το κέντρο τηλε-πρόνοιας γίνεται με μια έξυπνη κάρτα σύνδεσης σε δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Αποτέλεσμα άμεσο και ορατό, είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής των κοινωνικών ομάδων που αφορά το πρόγραμμα, η αποφυγή άσκοπων μετακινήσεων σε μονάδες φροντίδας υγείας, η άμεση αντιμετώπιση εκτάκτων περιστατικών κλπ. Μέσα στο ίδιο πλαίσιο προσφέρονται τηλεσυνεδρίες ψυχολογικής υποστήριξης σε άτομα που φροντίζουν ασθενείς με άνοια & κατάθλιψη.

5. **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΗΜΟΣΘεΝΗΣ:** το ΔΗΜΟΣΘεΝΗΣ είναι ένα σύστημα εξυπηρέτησης πολιτών για τη διαχείριση παραπόνων σχετικά με τον Δήμο Τρικκαίων και τις υπηρεσίες του. Ενδεικτικά αναφέρουμε τα θέματα που αγγίζει ο Δημοσθένης : αντικατάσταση λαμπτήρων φωτισμού, αποκομιδή απορριμάτων, προβλήματα αποχέτευσης, συντηρήσεις δημοτικής οδοποιίας και πολλά άλλα. Το εξειδικευμένο προσωπικό λαμβάνει τα αιτήματα των πολιτών τηλεφωνικά στο 800 1117 800 δωρεάν, μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο dimosthenis@e-trikala.gr ή απλά με την επίσκεψη στα γραφεία του ΔΗΜΟΣΘεΝΗΣ.
6. **Ολοκληρωμένο σύστημα ευφών μεταφορών:** είναι ένα έργο, το οποίο έχει άμεση επίδραση στην καθημερινή ζωή των πολιτών της πόλης των Τρικάλων, το οποίο περιλαμβάνει διαχείριση των δεδομένων κυκλοφορίας της πόλης μέσω επαγωγικών βρόγχων, πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο, στις στάσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς, για την άφιξη & αναχώρηση τους, ενημέρωση σχετικά με κενές θέσεις στάθμευσης με χρήση δικτύου αισθητήρων σε συνδυασμό με μια εφαρμογή στάθμευσης (mobile app). Επίσης, το σύστημα παρακολουθεί το σύνολο των οχημάτων του Δήμου και το δίκτυο των αστικών λεωφορείων, με αποτέλεσμα άμεση ενημέρωση για τον κυκλοφοριακό φόρτο, οικονομία χρόνου και πόρων μέσω επιλογής βέλτιστων διαδρομών.
7. **Δωρεάν Ασύρματο Δίκτυο Τρικάλων:** πρόκειται για μια φιλόδοξη πρωτοβουλία του Δήμου Τρικκαίων σε συνεργασία με την e-Trikala A.E., με τελικό στόχο την παροχή δωρεάν πρόσβασης στο Διαδίκτυο σε όλους τους πολίτες. Έχει καλυφθεί με ασύρματο δίκτυο ολόκληρο το κέντρο της πόλης (απαραίτητη προϋπόθεση λειτουργίας των υφιστάμενων εφαρμογών), ενώ το συνολικό δίκτυο επεκτείνεται συνεχώς με υλοποιήσεις συνδυασμού δικτύων οπτικών ινών και εναλλακτικών (ασύρματων) τρόπων διασύνδεσης.



Εικόνα 9. Μητροπολιτικό δίκτυο οπτικών ινών & κόμβοι ασύρματου δικτύου Δήμου Τρικαίων
(πηγή: <http://www.e-trikala.gr/portfolio/wifi/?id=1012>)

8. **Smart Trikala - Ανοικτή Αγορά** : σε αυτό το πλαίσιο (Open Mall), συνδυάζονται φαινομενικά διαφορετικές πολιτικές, όπως η καταχώρηση από τις τοπικές επιχειρήσεις προσφορών ώστε να είναι στην διάθεση των χρηστών (προώθηση επιχειρηματικότητας → έξυπνη οικονομία), η γνωστοποίηση προγραμματισμένων πολιτιστικών εκδηλώσεων από τον Δήμο, ώστε οι πολίτες να μπορούν να συμμετάσχουν (έξυπνη διακυβέρνηση), αλλά και η ενεργοποίηση εθελοντών με ειδική εκπαίδευση στην καρδιοπνευμονική αναζωογόνηση - ΚΑΡΠΑ & στην χρήση απινιδωτών (έξυπνη υγεία). Το Open Mall του Δήμου Τρικαίων αποτελεί μία γέφυρα όπου συναντιέται η αυτοδιοίκηση με την ιδιωτική πρωτοβουλία σε όφελος του πολίτη.
9. **Έξυπνο Σύστημα Φωτισμού** : βασίζεται σε ένα ασύρματο διαχειριστικό εργαλείο που εντοπίζει αποκλίσεις από την βέλτιστη λειτουργία του δημοτικού φωτισμού, και προγραμματίζει επεμβάσεις δυναμικής προσαρμογής φωτισμού ώστε να

επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας και η καλύτερη δυνατή ποιότητα ορατότητας για τους κινούμενους στους δρόμους.

10. Smart and Connected Digital Platform (CDP) - Έξυπνη και Διασυνδεδεμένη Ψηφιακή Πλατφόρμα : αποτελεί ένα Ο.Π.Σ. που συγκεντρώνει, επεξεργάζεται, και αποθηκεύει, με μια λέξη διαχειρίζεται, όλα τα δεδομένα που αντλούνται από τις επιμέρους εφαρμογές IoT, ώστε να είναι προσβάσιμα στους ενδιαφερόμενους και κατά συνέπεια αξιοποιήσιμα.

Ο Δήμος επίσης, τρέχει ένα σύνολο από ευρωπαϊκά προγράμματα. Ενδεικτικά αναφέρουμε δύο από αυτά :

- **ΔΕΣΜΟΣ - Διασυνδεδεμένες Έξυπνες Υποδομές και Εφαρμογές για Προστασία και Ασφάλεια (<http://desmos-project.gr/>)** που αφορά στην δημιουργία μίας καινοτόμου πλατφόρμας συνδυάζοντας : α) έξυπνες υποδομές και β) χρήση κατάλληλων εφαρμογών κινητού τηλεφώνου & wearables (φορετός εξοπλισμός) για την δημιουργία ασφαλούς περιβάλλοντος για πολίτες, αλλά κυριότερα για επισκέπτες.
- **AVINT** : μελέτη και εγκατάσταση μίας (1) γραμμής μεταφοράς με αυτόματα λεωφορεία (χωρίς οδηγό), πλήρως ενσωματωμένη στον αστικό ιστό, η οποία θα συνδέει με ασφάλεια και συχνά δρομολόγια το κέντρο της πόλης με την Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού και το υπεραστικό ΚΤΕΛ Τρικάλων. Στον ίδιο άξονα κινείται και το πρόγραμμα City Mobil 2 (CM2)

Αναφορικά με την υιοθέτηση και διείσδυση της τεχνολογίας 5G στην πόλη, ισχύουν τα ακόλουθα : έχει υπογραφεί προγραμματική σύμβαση μεταξύ του Δήμου Τρικκαίων, του Υπουργείου Ψηφιακής Πολιτικής, Τηλεπικοινωνιών και Ενημέρωσης και της e-trikala ΑΕ., που αφορά στην μετατροπή της πόλης (σταδιακά) σε πρότυπη 5G-Ready πόλη. Το συγκεκριμένο project πρόκειται να υλοποιηθεί μέσα από μία μελέτη αρχικά και εν συνεχεία, ένα πιλοτικό έργο δωρεάν εγκατάστασης δικτύου 5G στην πόλη των Τρικάλων που θα αγκαλιάσει ένα σύνολο έξυπνων εφαρμογών όπως έξυπνη στάθμευση, έξυπνο φωτισμό, ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο, συλλογή και ανάλυση δεδομένων και τέλος, λύσεις εξυπηρέτησης του πολίτη και των επιχειρήσεων.

Ο Δήμαρχος Τρικκαίων, Δημήτρης Παπαστεργίου, τόνισε πως «αν το ίντερνετ των αντικειμένων είναι τα οχήματα για το μέλλον, η τεχνολογία 5G είναι οι λεωφόροι από τις οποίες θα περάσουν αυτά τα οχήματα» [63], θέση που δίνει το στίγμα της δημοτικής

αρχής απέναντι στην εγκατάσταση & λειτουργία των δικτύων 5G και αντανακλά την σημαντικότητα του έργου.

Τα επόμενα βήματα σε αυτό το πεδίο θα είναι η ολοκλήρωση του έργου, η θέση του σε παραγωγική λειτουργία και η σταδιακή χωρική επέκταση του, ώστε όλες οι έξυπνες εφαρμογές που αναλύσαμε παραπάνω να χρησιμοποιούνται στο 100% των προδιαγραφών τους, βελτιστοποιώντας τις παρεχόμενες υπηρεσίες και παρέχοντας και περαιτέρω υπηρεσίες υψηλής ποιότητας για τον δημότη Τρικκαίων (όπως η έξυπνη διαχείριση απορριμάτων και το smart farming ή έξυπνες καλλιέργειες) .



5.3 Η περίπτωση του Δήμου Πυλαίας-Χορτιάτη



Ο Δήμος Πυλαίας - Χορτιάτη ακολουθεί και αυτός την τάση υιοθέτησης Τ.Π.Ε. και την εφαρμογή “έξυπνων” λύσεων, ιδίως στα παρακάτω πεδία :

- **Περιβάλλον :** το βασικό έργο που υλοποιείται στο πλαίσιο του προγράμματος HORIZON 2020, είναι ένα ερευνητικό έργο, το «GREENSOUL - Eco-aware Persuasive Networked Data Devices for User Engagement in Energy» το οποίο χρηματοδοτείται εξολοκλήρου από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. [64] Σκοπός του είναι, η ενεργειακή αποδοτικότητα των δημοσίων κτιρίων
- **Παροχές προς τους Πολίτες :** χρησιμοποιώντας το μοντέλο της εξ’ αποστάσεως μάθησης, δημιουργήθηκε η πλατφόρμα elearning.pilea-hortiatis.gr, η οποία βασίζεται σε δωρεάν λογισμικό ανοιχτού κώδικα και επιτρέπει στους πολίτες να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους στις Τ.Π.Ε. μέσω διαδραστικών ψηφιακών μαθημάτων, χωρίς οικονομική επιβάρυνση.
- **Κοινωνική Φροντίδα:** βασίζεται σε δύο άξονες (πilotικά προγράμματα)

A) Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα VICINITY - Horizon 2020 [65] που επιχειρεί να γεφυρώσει στην πράξη, την παροχή υπηρεσιών υγείας και πρόνοιας, απομακρυσμένα, και τα διάφορα εργαλεία που προσφέρει το Internet-of-Things (“έξυπνες” ηλεκτρικές συσκευές, αισθητήρες που ανιχνεύουν πτώση, συσκευές εντοπισμού της θέσης, κουμπιά πανικού κλπ.) με στόχο να διευκολυνθεί και να απλουστευθεί η διαβίωση ευπαθών ομάδων (ηλικιωμένοι, ασθενείς κλπ.), ώστε να μπορούν να είναι σε επαφή 24 ώρες το 24ωρο με εξειδικευμένο προσωπικό για περιπτώσεις ανάγκης, ή να είναι δυνατή η ανίχνευση μη κανονικών συμπεριφορών και η αυτόματη ενεργοποίηση συναγερμού. Επιπλέον, περιλαμβάνει αξιολόγηση της κατάστασης της υγείας του ωφελούμενου, μέσω ειδικών καταγραφικών που φοριούνται (wearables) και άλλων έξυπνων (IoT) συσκευών όπως ζυγαριές, πιεσόμετρα κλπ. τα οποία συλλέγουν δεδομένα που αποστέλλονται σε ειδικευμένο ιατρικό προσωπικό, για την πρόληψη προβλημάτων υγείας.

B) Το έργο "ACTIVAGE - Ενεργοποιώντας Καινοτόμα IoT Έξυπνα Περιβάλλοντα Διαβίωσης για Καλή Γήρανση" [66] είναι ουσιαστικά ένας Ευρωπαϊκός πιλότος / πρότυπο μεγάλης κλίμακας σχετικά με περιβάλλοντα έξυπνης διαβίωσης, με κυρίαρχο στόχο την δόμηση ενός ενιαίου οικοσυστήματος, περιλαμβάνον εννέα τοποθεσίες ανάπτυξης (deployment sites) σε επτά Ευρωπαϊκά κράτη (Μεγάλη Βρετανία, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία Ισπανία, Ελλάδα, Φιλανδία), το οποίο να ενσωματώνει ένα σύνολο ιδιωτικών και δημόσιων πλατφορμών, τεχνολογίας και εφαρμογών IoT και να παρέχει διαλειτουργικότητα σε αυτά τα ετερογενή στοιχεία, ώστε : α) οι τελικοί αποδέκτες (ηλικιωμένοι δημότες) να απολαμβάνουν υπηρεσίες οι οποίες να εξασφαλίζουν την διαβίωση τους σε συνθήκες υγείας και ανεξαρτησίας και β) οι φροντιστές τους, οι Πάροχοι υπηρεσιών και οι κρατικοί φορείς να διευκολύνονται κατά στην συνδρομή τους. Αναλυτικότερα το συγκεκριμένο project αφορά :

- ✓ τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικών υγείας και κοινωνικής πρόνοιας ώστε να δρομολογήσουν επενδύσεις, δημόσιες και ιδιωτικές, για την αύξηση τέτοιου είδους υπηρεσιών για ολόκληρο τον πληθυσμό που τις χρειάζεται.
- ✓ τους φορείς παροχής υπηρεσιών ώστε να υιοθετήσουν νέα, αποδοτικότερα επιχειρηματικά μοντέλα που βελτιώνουν την σχέση κόστους / οφέλους, καθιστώντας

τα παγκόσμια συστήματα υγείας και κοινωνικής μέριμνας περισσότερο βιώσιμα, ενώ διευρύνουν την βάση των χρηστών.

- ✓ τους ηλικιωμένους ωφελούμενους και τους οικείους τους, ώστε να συμμετέχουν στη συν-δημιουργία, υιοθέτηση και απαίτηση νέων υπηρεσιών που καθιστούν τη ζωή τους καλύτερη, ασφαλέστερη και περισσότερο αυτόνομη.
- ✓ την βιομηχανία της τεχνολογίας, ώστε να κατευθύνει πόρους προς την καινοτομία των φορητών έξυπνων συσκευών και αισθητήρων, να υποστηρίξει τα πρότυπα διαλειτουργικότητας, να προωθήσει την παγκόσμια ανάπτυξη των υπηρεσιών υγείας.
- ✓ ιδιωτικές και δημόσιες υπηρεσίες χρηματοπιστωτικής και επιχειρηματικής ανάπτυξης, ώστε να χρηματοδοτηθούν οικοσυστήματα καινοτομίας γύρω από τα σημεία ανάπτυξης της ACTIVAGE και αλλού.

Αρχικά εφαρμόζεται σε ένα δείγμα εκατόν πενήντα (150) ωφελουμένων υπερηλίκων δημοτών.

- **Διακυβέρνηση:** μέσω εγγραφής στην διαδραστική πλατφόρμα ενημέρωσης <https://mycityservices.pilea-hortiatis.gr/> και εν συνεχεία φυσικής ταυτοποίησης, κάθε δημότης μπορεί : α) να υποβάλλει ηλεκτρονικά τα αιτήματα του στην εφαρμογή του e-Kallikratis 15195 για την καθημερινή εξυπηρέτηση των πολιτών (π.χ. καθαρισμός) μέσω κινητού τηλεφώνου ή tablet (χρησιμοποιώντας εφαρμογές GPS, φωτογραφία και ασύρματο Wi-Fi), β) να ενημερώνεται για τα τεκταινόμενα στον Δήμο μέσω sms, e-mail, newsletter, έντυπου περιοδικού ή και με όλους τους παραπάνω τρόπους, επιλέγοντας τους επιθυμητούς, γ) να υποβάλλει με ηλεκτρονικό τρόπο, να παρακολουθεί την εξέλιξη και τελικά να λάβει ένα σύνολο από πιστοποιητικά και βεβαιώσεις, ή να διεκπεραιώσει υποθέσεις του που αφορούν τις Υπηρεσίες Δημοτολογίου, Ληξιαρχείου, Μητρώου Αρρένων και Κοιμητηρίων με την ειδική πύλη για τις διοικητικές διαδικασίες (→ ενημέρωση του κοινού σχετικά με τις αρμόδιες υπηρεσίες, τις προθεσμίες και τη διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί.)
- **Επικοινωνία :** μέσα από συνεργαζόμενες εφαρμογές κοινής χρήσης περιεχομένου web 2.0 όπως οι πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης Facebook & Twitter, τροφοδοσίες RSS / ενημερωτικό δελτίο, άμεση εφαρμογή της αίτησης για λήψη ειδήσεων από το Δήμο (ως μήνυμα στο κινητό τηλέφωνο του δημότη), καθώς και το ηλεκτρονικό περιοδικό “Έχουμε Νέα”.

5.4 Η Λάρισα

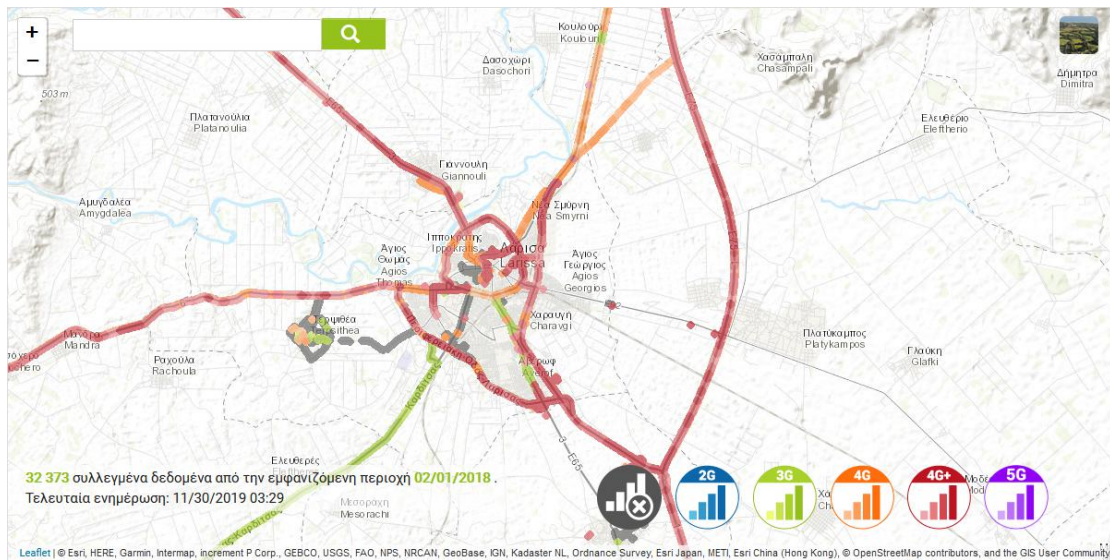
Η Λάρισα είναι η δεύτερη πόλη της Θεσσαλίας, μετά τα Τρίκαλα, που κάνει τα πρώτα της “έξυπνα” βήματα. Μέσα από την ιστοσελίδα της (<http://larissa-dimos.gr/el/>), και συγκεκριμένα από τις e-υπηρεσίες της, παρέχεται στον δημότη ένα ευρύτατο σύνολο ηλεκτρονικών διαδικασιών διεκπεραίωσης υποθέσεων, χορήγησης βεβαιώσεων και πιστοποιητικών με χρήση ηλεκτρονικών μέσων, πρόσβαση στα δεδομένα πολεοδομικού σχεδιασμού, ενώ η συλλογή της Δημοτικής Πινακοθήκης ψηφιοποιείται. Επίσης στην υπηρεσία του δημότη λειτουργεί μια πληρέστατη ψηφιακή πολιτιστική πύλη (<http://culture.larissa-dimos.gr/index.php>).

Η πόλη διαθέτει επίσης εγκαταστάσεις τηλεϊατρικής και επικοινωνίας με άτομα που πάσχουν από κατάθλιψη ή από ασθένεια Alzheimer ενώ συμμετέχει ως εταίρος στο ACTIVAGE PROJECT - Activating Innovative IoT Smart living environments for ageing well, όπως έχει περιγραφεί παραπάνω και για τον Δήμο Πυλαίας - Χορτιάτη.

Μαζί με τα Τρίκαλα, υποδομές γρήγορου Internet έχουν αρχίσει να εισβάλλουν πιλοτικά και στη Λάρισα. Εγκαταστάθηκε δωρεάν Wi-Fi σε τρία κεντρικά σημεία της πόλης, Κεντρική Πλατεία (Δημαρχείου), Πάρκο Αλκαζάρ, Πάρκο Αγίου Αντωνίου. Συγκεκριμένα κάθε WiFi hotspot τροφοδοτείται απευθείας με οπτική ίνα ταχύτητας 200 Mbps. Το δίκτυο Wi-Fi διαχειρίζεται και εποπτεύεται με κεντρικό διαχειριστικό σύστημα έτσι ώστε να διασφαλίζεται η σωστή και αδιάλειπτη λειτουργία του.

Από την άλλη πλευρά, 5G δεν είναι ακόμη διαθέσιμο, όμως υπάρχει αρκετά επαρκής κάλυψη 4G+ στο μεγαλύτερο τμήμα του κέντρου της πόλης. Και έπεται συνέχεια.





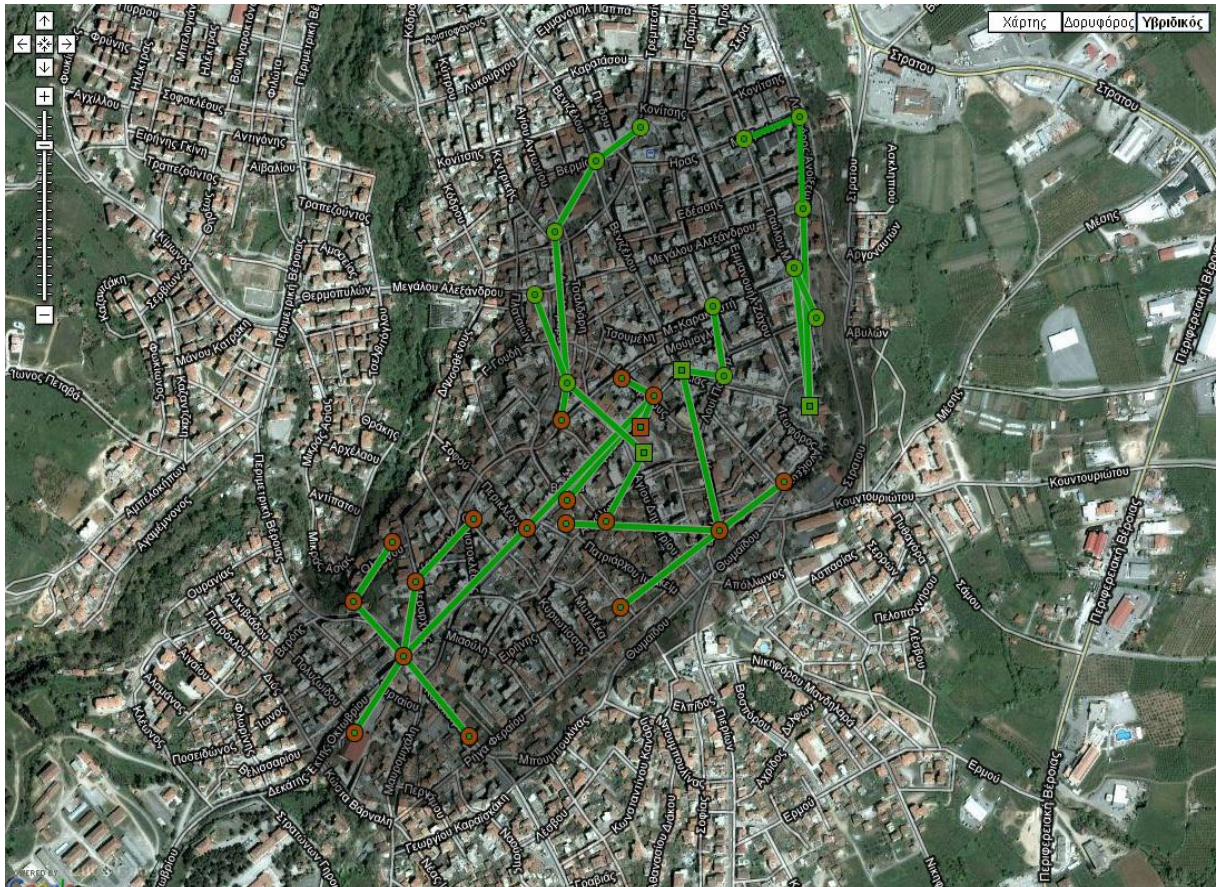
Εικόνα 10 : Κάλυψη δικτύου 3G, 4G, 5G, για την πόλη της Λάρισας
 (πηγή: <https://www.nperf.com/el/map/GR/258576.Larisa/7814.Cosmote/signal/>)

5.5 Η Βέροια

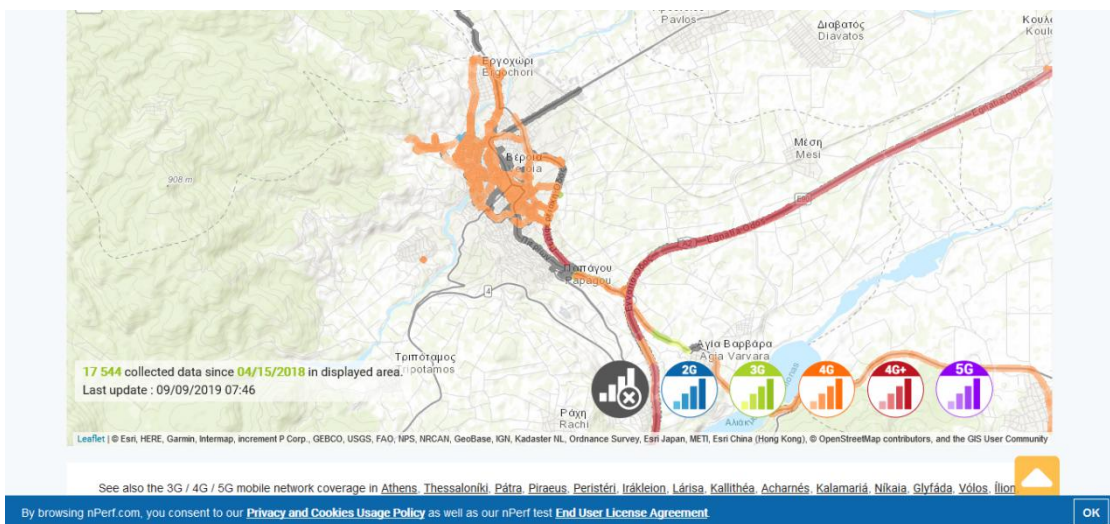
Το στοιχείο που δημιουργεί την ειδοποιό διαφορά και κατατάσει την Βέροια στις ελληνικές πόλεις με την ένδειξη “ευφυής” είναι το Veria – WiFi, το οποίο υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του «Εξυπνου Οικισμού στο κέντρο της Βέροιας», ένα έργο του Γ’ Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, μία δεκαετία πριν.

Ξεφεύγοντας από την λογική της απλής παροχής ηλεκτρονικών υπηρεσιών υπηρεσιών, σχεδιάστηκε ένα πλάνο με ορίζοντα ολοκλήρωσης δεκαετίας, που προσφέρει στους πολίτες, επισκέπτες και επιχειρήσεις του δήμου ένα προηγμένο περιβάλλον διαβίωσης και εργασίας. Χρειάστηκε ένα δίκτυο τύπου mesh με τριάντα έξι (36) αναμεταδότες διασκορπισμένους σε διάφορα σημεία στο κέντρο της πόλης, καλύπτοντας έκταση περίπου 500 στρεμμάτων και εξυπηρετώντας προσεγγιστικά έναν πληθυσμό 10.000 κατοίκων [67].

Πάνω σε αυτή την υποδομή, η οποία παρέχεται στους δημότες χωρίς αντίτιμο, καθώς και στις μελλοντικές της επεκτάσεις, θα πατήσει ένα σύνολο από εφαρμογές, που προϋποθέτουν την ασύρματη ευρυζωνικότητα για να λειτουργήσουν, ώστε να προχωρήσει ο μετασχηματισμός της Βέροιας σε “έξυπνη” πόλη



Εικόνα 11. Έξυπνος Οικισμός στο κέντρο της Βέροιας
 (πηγή: <http://www.veria.gr/new/index.php/everia/veria-wifi>)



Εικόνα 12. Κάλυψη δικτύου 3G, 4G, 5G, για την πόλη της Βέροιας
 (<https://www.nperf.com/en/map/GR/733905.Veroia/7814.Cosmote-Mobile/signal/>)

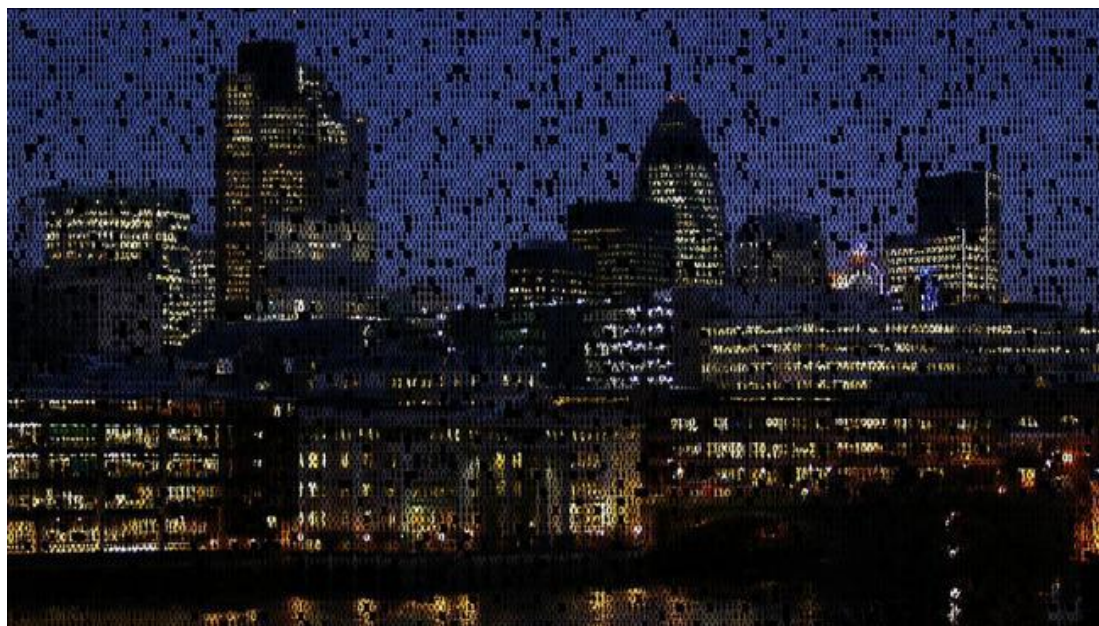
Σχετικά με την κάλυψη δικτύων 3G, 4G, 5G για την πόλη της Βέροιας, διαπιστώνουμε ότι το 5G δεν έχει κάνει ακόμη την εμφάνιση του, ενώ η πόλη καλύπτεται από 4G (με κύριους Τηλεπικοινωνιακούς Πάροχους την Cosmote Mobile και την Vodafone Mobile) και 4G+ κατά μήκος της γειτονικής Εγνατίας Οδού.

5.6 Συμπέρασμα

Από την μελέτη των παραπάνω περιπτώσεων, συνοψίζοντας για τον ελλαδικό χώρο, μπορούμε να πούμε ότι δεν μπορούμε να μιλάμε για smart cities με την ολοκληρωμένη έννοια του όρου που επικρατεί στην διεθνή agenda, αλλά μπορούμε σίγουρα να εντοπίσουμε μια δυναμική στην υιοθέτηση τεχνολογιών ΤΠΕ στην διαχείριση των πραγμάτων από πλευρά δημοτικών αρχών, καθώς και έξυπνων εφαρμογών και αυτοματοποιημένων υπηρεσιών, με στόχο την πάταξη της γραφειοκρατίας και την καλύτερη εξυπηρέτηση του πολίτη. Οι αμιγώς έξυπνες εφαρμογές βρίσκονται σε εμβρυικό στάδιο, εφαρμοζόμενες δοκιμαστικά σε περιορισμένες ομάδες ατόμων και ως απόρροια χρηματοδοτήσεων ευρωπαϊκών προγραμμάτων κυρίως. Ομοίως στα σπάργανα βρίσκονται και οι υλοποιήσεις δικτύων 5G, με ορισμένες πόλεις να προπορεύονται ενώ το μέλλον διαγράφεται ελπιδοφόρο.

6. Έξυπνες πόλεις το ευρωπαϊκό παράδειγμα

6.1 Λονδίνο



Το αρχικό Smart London Plan του 2013, αναθεωρήθηκε το 2016, οπότε ο δήμαρχος της πόλης Sadiq Khan, ξεκίνησε το Smart London 2.0, μια νέα έξυπνη στρατηγική που

επικεντρώνεται στην ψηφιακή ένταξη (με την συνεργασία του Smart Board, εμπειρογνομόνων του κλάδου και τον νέο επικεφαλής ψηφιακό υπεύθυνο Theo Blackwell, να παρέχουν την απαραίτητη στρατηγική υποστήριξη).

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός της πόλης του Λονδίνου στην ευφυέστερη εκδοχή της, περιλαμβάνει τους ακόλουθους άξονες [68]:

- ✓ Υιοθέτηση υπηρεσιών και εφαρμογών σχεδιασμένων από τους χρήστες - σύνδεση των καθημερινών αναγκών και μεγαλύτερη εμπλοκή των Λονδρέζων και των κοινοτήτων στον γενικότερο σχεδιασμό
- ✓ Νέος τρόπος διαχείρισης των δεδομένων της πόλης : έναρξη του προγράμματος LODA (London Office for Data Analytics) με στόχο την αύξηση της ανταλλαγής δεδομένων και της συνεργασίας, προς όφελος των Λονδρέζων
- ✓ Παγκόσμιας κλάσης συνδεσιμότητα και ευφυέστεροι δρόμοι : το πρόγραμμα Connected London στοχεύει στον συντονισμό των 5G υλοποιήσεων, ώστε να αυξηθεί η συνδεσιμότητα ενώ η ενίσχυση του δημόσιου wifi σε δρόμους και δημόσια κτίρια θα διευκολύνει όσους ζουν, εργάζονται και επισκέπτονται το Λονδίνο. Ο Δήμος υποστηρίζει τις έξυπνες υποδομές νέας γενιάς, με σημαντικές, συνδυασμένες, προμήθειες και μέσω της προώθησης χρήσης κοινών προτύπων για μεγιστοποίηση των οφελών.
- ✓ Ενίσχυση ψηφιακών δεξιοτήτων: άνοιγμα των δημοσίων υπηρεσιών στην καινοτομία και ανάπτυξη ψηφιακών ικανοτήτων για το σύνολο του εργατικού δυναμικού
- ✓ Βελτίωση συνεργασίας σε όλη την πόλη : μέσω της δημιουργίας ενός Γραφείου Τεχνολογίας & Καινοτομίας - London Office of Technology & Innovation (LOTI) για την υποστήριξη της καινοτομίας και συνεργασία με άλλες πόλεις στο Ηνωμένο Βασίλειο και σε παγκόσμιο επίπεδο, για υιοθέτηση των καλών πρακτικών.

Μέσα στον Μάιο του 2019 το Λονδίνο απέκτησε δίκτυο 5G σε περιορισμένα κεντρικά σημεία, μαζί με άλλες πόλεις του Ηνωμένου Βασιλείου όπως το Εδιμβούργο, το Κάρντιφ, το Μπέλφαστ, το Μπέρμιγχαμ και το Μάντσεστερ. Η αρχική κάλυψη έχει επικεντρωθεί σε δημοφιλείς τουριστικούς προορισμούς σε ολόκληρο το Λονδίνο, συμπεριλαμβανομένων περιοχών όπως το St Paul's, το Covent Garden, το Soho, το The Strand, το Tower Bridge και το London Bridge. Σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν, ο

μέσος όρος για το δίκτυο 5G ήταν περίπου 200 Mbps, σε σχέση με περίπου 25 Mbps για το δίκτυο 4G στο ίδιο σημείο, δηλαδή προσεγγιστικά δεκαπλάσια ταχύτητα, ενώ η βέλτιστη ταχύτητα που καταγράφηκε σε ώρα αιχμής ήταν περίπου 510 Mbps, κοντά στην περιοχή Covent Garden.[69]

6.2 Βαρκελώνη



Η Βαρκελώνη έχει επενδύσει σε μεγάλο βαθμό στην υποδομή Wi-Fi και στο Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) για να γίνει μία από τις πιο συνδεδεμένες πόλεις του κόσμου. Ο μετασχηματισμός της στηρίζεται στους ακόλουθους άξονες:

- Χώροι στάθμευσης : έχει εγκατασταθεί ένα σύστημα αισθητήρων, ενσωματωμένων στο οδόστρωμα, που καθοδηγούν τους οδηγούς σε διαθέσιμα σημεία στάθμευσης. Το παραπάνω πρόγραμμα έχει συνεισφέρει στην ευημερία της πόλης με διπλό όφελος δηλ. την μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων από τα αυτοκίνητα και την μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Επιπλέον, υφίσταται πρόβλεψη για πληρωμή τέλους στάθμευσης online. Κατά το πρώτο έτος εφαρμογής, η πόλη χορήγησε 4000 άδειες στάθμευσης ανά ημέρα.
- Δημοτικός φωτισμός : βασίζεται στον συνδυασμό εκτεταμένης εγκατάστασης φωτισμού smart-led και ενός δικτύου αισθητήρων σε όλη την καταλανική πρωτεύουσα. Αυτό το σύστημα φωτισμού είναι πιο ενεργειακά αποδοτικό και

μειώνει τη θερμότητα που παράγεται από τους παλαιούς λαμπτήρες, οδηγώντας έτσι σε εξοικονόμηση κόστους για την πόλη. Οι αισθητήρες καταγράφουν περιβαλλοντικά και λοιπά δεδομένα (λ.χ. ρύπανση, υγρασία, θερμοκρασία, παρουσία ανθρώπων, θόρυβος) και μέσω μιας κεντρικής μονάδας που υπάρχει στον δρόμο, προσαρμόζεται ανάλογα και ο φωτισμός. Με τον τρόπο αυτό μεγιστοποιείται η αποτελεσματικότητα καθώς επιτυγχάνεται οικονομία αλλά δίνεται η δυνατότητα για στοχευμένες παρεμβάσεις, όπου αυτό χρειάζεται.

- Διαχείριση απορριμμάτων : η διάθεση των οικιακών απορριμμάτων γίνεται σε “έξυπνους” κάδους που χρησιμοποιούν κενό αέρος για να τα προωθήσουν σε χώρους υπόγειας αποθήκευσης. Πολλαπλά οφέλη προκύπτουν όπως μείωση των δυσάρεστων οσμών, και της στάθμης του θορύβου από τα οχήματα περισυλλογής. Επίσης δίνεται η δυνατότητα στην αρμόδια δημοτική υπηρεσία να ανιχνεύει το επίπεδο των απορριμμάτων κατά πηγή προέλευσης ώστε να βελτιστοποιείται η αποκομιδή τους. Μετά την αποκομιδή, ακολουθεί αποτέφρωση που χρησιμεύει στην παραγωγή ενέργειας διαθέσιμης για θέρμανση.
- Μέτρηση επιπέδου θορύβου στην πόλη: ως παγκόσμιος τουριστικός προορισμός η Βαρκελώνη, δεν θα μπορούσε να μην έρθει αντιμέτωπη με το πρόβλημα της ηχορύπανσης, ιδιαίτερα στο περισσότερο τουριστικά της σημεία, όπως η Plaza del Sol. Προς αντιμετώπιση του προβλήματος, επιστρατεύθηκαν αισθητήρες, εύχρηστοι και χαμηλού κόστους, για να υπάρχει αυτόματος έλεγχος του επιπέδου θορύβου και να λαμβάνονται απαραίτητα μέτρα.
- Transports Metropolitans de Barcelona (TMB) : [70] το σύστημα μεταφορών της πόλης, συνδυάζει μετρό και λεωφορεία σε ένα δίκτυο με τελικό στόχο την διασύνδεση δύο οποιωνδήποτε σημείων με μία μόνο μεταφορά. Η υιοθέτηση υβριδικών λεωφορείων μειώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση και οι έξυπνοι σταθμοί λεωφορείων χρησιμοποιούν ηλιακούς συλλέκτες για να παρέχουν στα οχήματα αυτονομίας κίνησης. Στην εξυπηρέτηση των μετακινούμενων έχουν τεθεί εφαρμογές, όπως οθόνες που ενημερώνουν σε πραγματικό χρόνο για την αναμονή και δυνατότητα on-line έκδοσης ηλεκτρονικών εισιτηρίων.

Ενδεικτικά της “έξυπνης κουλτούρας” που καλλιεργείται στην πόλη είναι η ανάδειξη της ως Mobile World Capital από το 2012 μέχρι το 2018 [71], ενώ το Global System Mobile Association επέλεξε τη Βαρκελώνη ως πόλη υποδοχής για την ετήσια εμπορική έκθεση για τον κινητό τομέα, γνωστή ως Mobile World Congress. Στο πλαίσιο του συνεδρίου αυτού, τον Φεβρουάριο του 2019 πραγματοποιήθηκε η πρώτη χειρουργική επέμβαση με την χρήση των νέων δικτύων ψηφιακών επικοινωνιών 5G στον κόσμο, ρομποτικά και χωρίς φυσική παρουσία ιατρού, σε νοσοκομείο της Βαρκελώνης. Η καταλανική πρωτεύουσα φιλοξενεί επίσης το Διεθνές Συνέδριο Smart Cities Expo, το κορυφαίο παγκόσμιο γεγονός για έξυπνες πόλεις (από 19 μέχρι 21 Νοεμβρίου 2019).

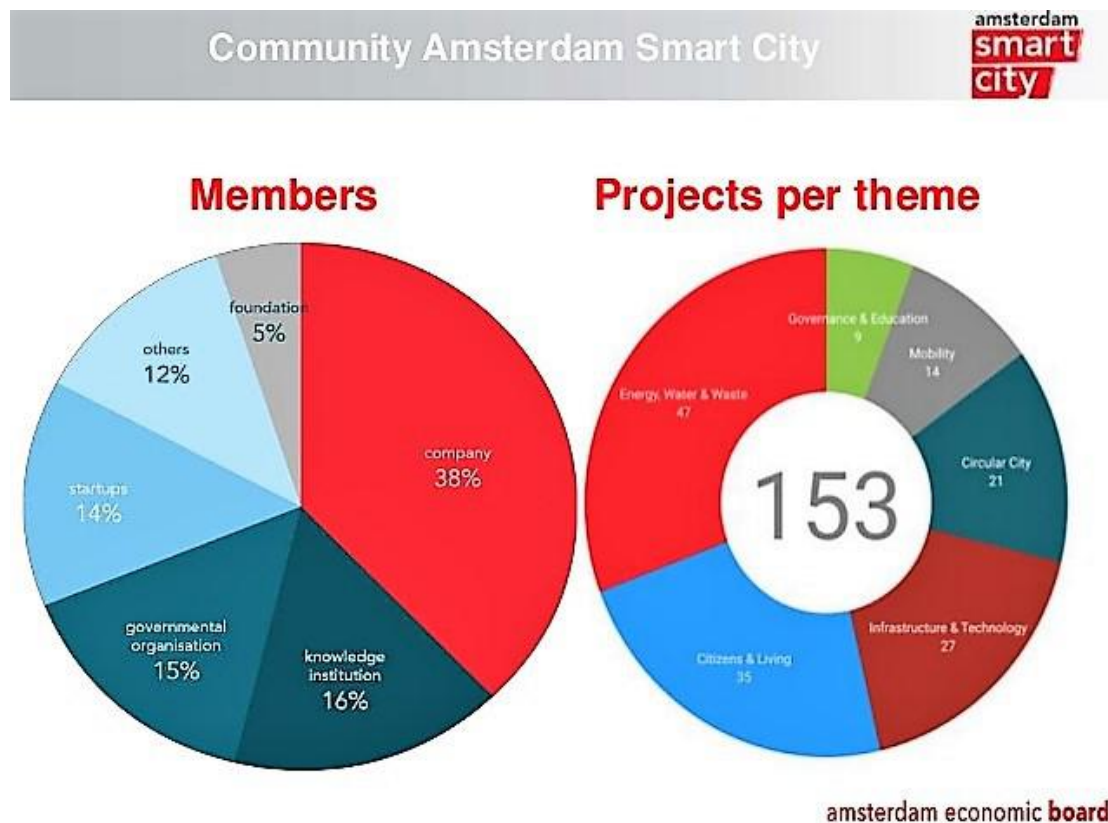
Πρωτοπόρα και απόλυτα φιλική στα δίκτυα 5G μπορεί να θεωρείται η Βαρκελώνη, καθώς από το καλοκαίρι του 2019, μέσω μίας συμφωνίας συνεργασίας στην οποία συμμετέχουν ως εταίροι, η εταιρία τηλεπικοινωνιών Orange, το Ίδρυμα i2CAT, το Πολυτεχνείο της Καταλονίας (BarcelonaTech - UPC) & το Mobile World Capital Βαρκελώνη (MWCcapital Barcelona), ως μέρος της συμμαχίας 5G Barcelona, αποφασίστηκε η πόλη να μετατραπεί σε ένα μοναδικό ανοιχτό περιβάλλον πειραματισμού σε τεχνολογία του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) με εξοπλισμό 5G NR, για υπηρεσίες και εφαρμογές σε ερευνητικό στάδιο ή σε στάδιο προ-εμπορίας, σε πραγματικές συνθήκες, με στόχο την μείωση του χρόνου ανάπτυξης των έργων. Κάθε εταίρος θα έχει ένα πεδίο αρμοδιότητας : το Ίδρυμα i2CAT θα έχει τον τεχνικό συντονισμό, το MWCcapital θα καθοδηγήσει τον συντονισμό της ζήτησης και των πιλοτικών δοκιμών, ενώ το Πολυτεχνείο της Καταλονίας UPC θα παρέχει εργαστήρια, εξειδικευμένη γνώση, ερευνητικές ομάδες και γενικά το κατάλληλο περιβάλλον για τις δοκιμές. Η Orange θα επενδύσει πάνω από 2,5 εκατομμύρια ευρώ στο εγχείρημα (κάλυψη LTE-M και 5G) και η τοπική Κυβέρνηση θα συνδράμει με την ανάπτυξη του δικτύου οπτικών ινών.

Με όλη αυτή την δραστηριότητα σε εξέλιξη, η διάθεση δικτύου 5G για το ευρύ κοινό είναι προ των πυλών.



Εικόνα 13.
(Πηγή προέλευσης: <https://5gbarcelona.org/>)

6.3 Αμστερνταμ



Εικόνα 14.
(Πηγή προέλευσης: <https://amsterdamsmartcity.com/>)

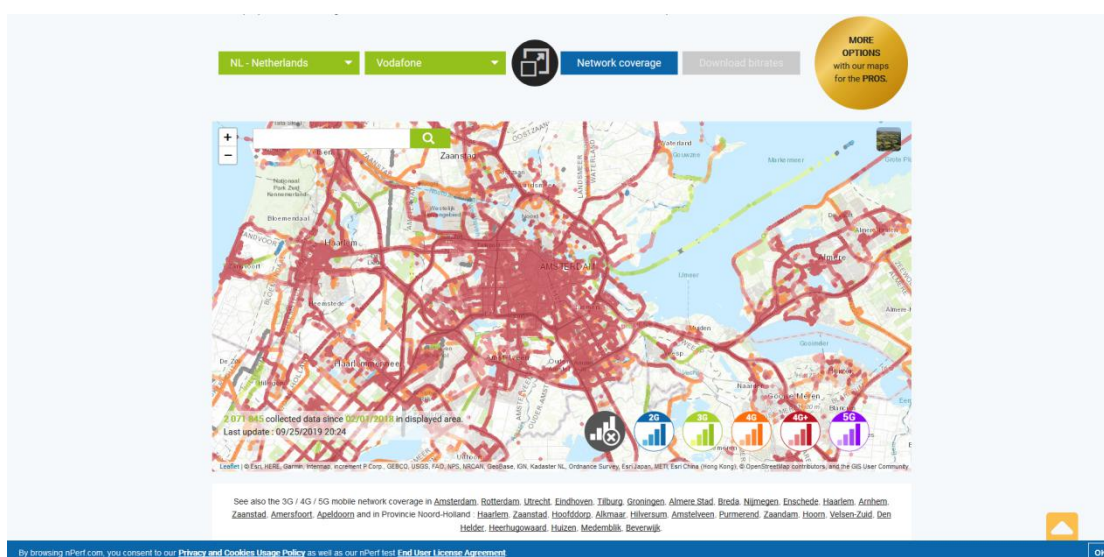
Το Άμστερνταμ έχει κερδίσει την διεθνή αναγνώριση για το Amsterdam Smart City (ASC), μια σύμπραξη δημόσιου και ιδιωτικού τομέα που συγκεντρώνει δημόσιες αρχές, κυβερνητικούς οργανισμούς, επιχειρήσεις νεοφυείς και μη, πανεπιστήμια, ιδρύματα και πολίτες για την ανάπτυξη ψηφιακών λύσεων για κοινωνικά, οικονομικά και κυρίως οικολογικά προβλήματα.[73]

Η εταιρική σχέση έχει υποστηρίξει περισσότερα από 153 διαφορετικά έργα, σε μια ευρεία γκάμα θεματικών ενοτήτων όπως διαχείριση νερού, απορριμάτων και ενέργειας, κινητικότητα, υποδομές και τεχνολογία, διακυβέρνηση και εκπαίδευση, πολίτες και καθημερινή ζωή.

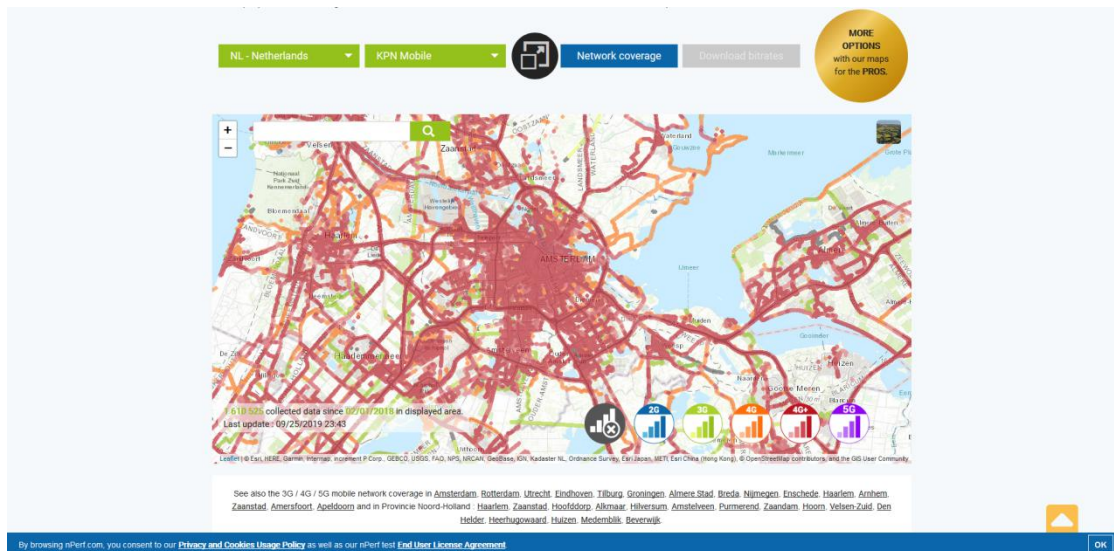
Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε έναν εικονικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής που συγκεντρώνει την παραγωγή και την κατανάλωση ηλιακής ενέργειας και αποθηκεύει το πλεόνασμα σε τοπικό επίπεδο, και την τεχνολογία Vehicle to Grid που επιτρέπει στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να λειτουργούν ως προσωρινές μπαταρίες για να τροφοδοτούν τα νοικοκυριά κατά τη διάρκεια διακοπών.

Η ASC έχει επίσης συνεργαστεί με το Πανεπιστήμιο Εφαρμοσμένων Επιστημών του Άμστερνταμ για τη δημιουργία της Ακαδημίας Smart City στο πλαίσιο της οποίας καθηγητές και οι σπουδαστές συνεργάζονται για την ανάπτυξη έργων ευφυών πόλεων.

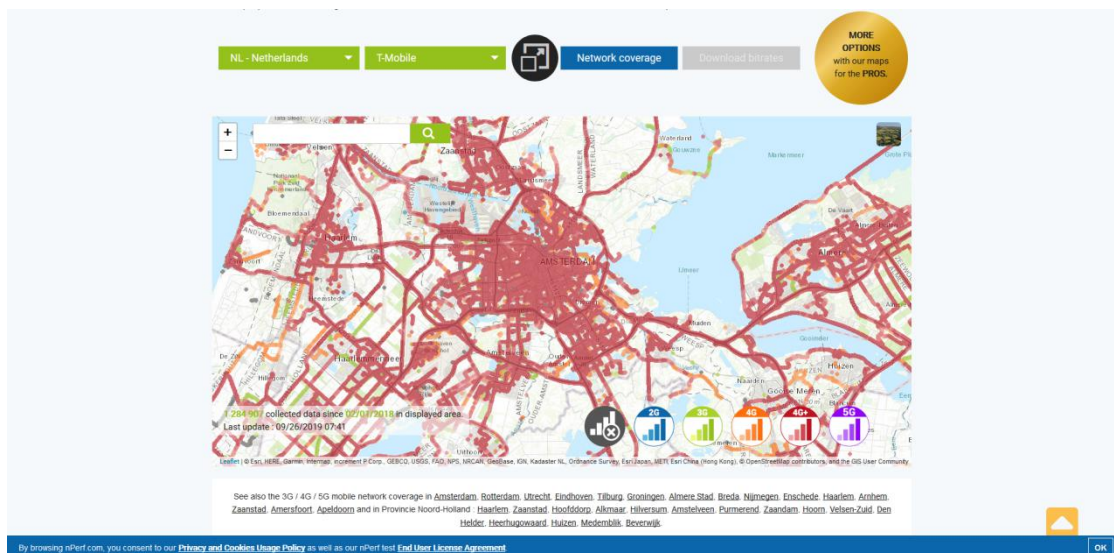
Όλοι οι τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι που δραστηριοποιούνται στην πόλη (KPN-mobile, T-mobile, Vodafone NL) παρέχουν δίκτυο 4G+ [74]



Vodafone NL



KPN-mobile



T-mobile

Εικόνες 15, 16, 17
(Πηγή προέλευσης: <https://www.nperf.com/en/map>)

6.4 Νάντη

Το όραμα της Ναντ έχει επικεντρωθεί στην βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας και στην λήψη αποφάσεων.

Μέσω του ερευνητικού έργου MySMARTlife 2020 επιχειρούνται ποικίλες παρεμβάσεις και από αυτές, μερικές εμβληματικές δράσεις είναι οι ακόλουθες [76] :

- Ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων (στο Ile de Nantes) : μέσω της διαδικτυακής πλατφόρμας monprojetrenon [75] οι κάτοικοι μπορούν να έχουν πρόσβαση σε οποιαδήποτε πληροφορία σχετική με ενεργειακό έλεγχο της κατοικίας τους, ώστε να προσδιοριστούν οι απαραίτητες παρεμβάσεις, θέματα κόστους, τεχνικά θέματα κλπ. Συμπληρωματικά σε αυτό, μια καινοτόμα προσέγγιση για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων περιλαμβάνει, την εγκατάσταση “έξυπνων” θερμοστατών συνδυασμένων με υβριδικά ηλιακά συστήματα για την εξοικονόμηση ενέργειας. Το project αυτό δοκιμάζεται σε περιορισμένο αριθμό μονοκατοικιών , με σκοπό την περαιτέρω αναπαραγωγή.
- Παραγωγή και διαχείριση “πράσινης” ενέργειας : Το “Parking des Machines”, από συμβατικός χώρος στάθμευσης οχημάτων θα μετατραπεί σε κέντρο παραγωγής ηλιακής ενέργειας. Το project περιλαμβάνει, την κάλυψη του χώρου από έναν φωτοβολταϊκό θόλο, την εγκατάσταση ενός “έξυπνου” συστήματος διαχείρισης & ενός καινοτόμου συστήματος αποθήκευσης της ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια θα παρέχεται συνεχώς και θα αποθηκεύεται σε συσσωρευτές με τέτοιο τρόπο, ώστε να προσαρμόζεται στην ζήτηση, μεγιστοποιώντας την εξοικονόμηση.
- Αστικές υποδομές (φωτισμός & έξυπνοι μετρητές): στην συγκεκριμένη περιοχή (Ile de Nantes), η οποία συγκεντρώνει κτίρια κατοικιών αλλά και αποτελεί κοιτίδα της τοπικής πολιτιστικής ζωής, η γαλλικών συμφερόντων πολυεθνική ENGIE, σε συνεργασία με τις τοπικές αρχές, έχει εγκαταστήσει ένα σύστημα απομακρυσμένης διαχείρισης φωτισμού. Η ένταση του φωτισμού προσαρμόζεται βάσει των αναγκών και ελέγχεται απομακρυσμένα, ενώ οι βλάβες στο σύστημα ανιχνεύονται αυτόματα, οδηγώντας σε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 60%. Έξυπνοι ηλεκτρικοί μετρητές που φέρουν την ονομασία "Linky", παρέχουν στους δημότες αυτοματοποιημένες μετρήσεις για τις πληρωμές των λογαριασμών και έναν πιο γρήγορο τρόπο αλλαγής της σύμβασης ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι υπάρχει α) για κάθε νοικοκυριό, μια οπτικοποίηση της κατανάλωσης για ανάλογη τροποποίηση της καταναλωτικής συμπεριφοράς και, β) για τον επίσημο γαλλικό διανομέα ηλεκτρικής ενέργειας (ENEDIS), στοιχεία κατανάλωσης για να παρακολουθεί το ηλεκτρικό δίκτυο και να διευκολύνει την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την εξάπλωση νέων χρήσεων όπως τα ηλεκτρικά οχήματα.

- Κινητικότητα : Ηλεκτρικά λεωφορεία, ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ηλεκτρικά ποδήλατα συνδυάζονται, μεταμορφώνοντας την πόλη στο επίπεδο των μετακινήσεων κατοίκων και τουριστών. Στόχος είναι, μέχρι το τέλος του 2019, να έχει αντικατασταθεί ολόκληρος ο στόλος της γραμμής Busway (BHLS) με 22 ηλεκτρικά λεωφορεία, δημιουργώντας μια γραμμή ταχείας διέλευσης των λεωφορείων με υψηλή συχνότητα (ένα λεωφορείο κάθε 2,5 λεπτά στις ώρες αιχμής). Για την λειτουργικότητα του συστήματος θα εγκατασταθούν δώδεκα σταθμοί φόρτισης, σε συγκεκριμένα σημεία κατά μήκος της γραμμής. Η μεταφορά ενέργειας στο όχημα από τον σταθμό φόρτισης, θα γίνεται με έναν αρθρωτό βραχίονα στην οροφή του λεωφορείου και με ένα “έξυπνο” σύστημα διαχείρισης ενέργειας (TOSA) που θα επιτρέπει στο λεωφορείο να επαναφορτίζεται γρήγορα, στον χρόνο επιβίβασης των μετακινούμενων (2 δευτερόλεπτα για σύνδεση, περίπου 20 δευτερόλεπτα για φόρτιση).

Επιπλέον, για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, μέχρι το τέλος του 2020, αναμένεται να δημιουργηθούν ενενήντα (90) νέοι σταθμοί φόρτισης οι οποίοι θα συνδεθούν με το portal της πόλης και θα παρέχουν πληροφορίες που θα συλλέγονται με κατάλληλους αισθητήρες, σχετικά με την διαθεσιμότητα και την τοποθεσία στους χρήστες. Ανάλογες δράσεις θα υιοθετηθούν και για τα ηλεκτρικά ποδήλατα, ο αριθμός των οποίων αναμένεται να φτάσει στα 1.500 διαθέσιμα για μακροχρόνια μίσθωση, ενώ διακόσιες παροχές φόρτισης θα εγκατασταθούν σε ερμάρια φύλαξης και πάρκινγκ ποδηλάτων.

Οι υλοποιήσεις που περιγράφονται παραπάνω, απαιτούν ένα αξιόπιστο τηλεπικοινωνιακό δίκτυο για να υποστηρίξει την μεταφορά του όγκου των δεδομένων και οι τηλεπικοινωνιακοί Πάροχοι που δραστηριοποιούνται (Bouygues Telecom, SFR Mobile) ήδη παρέχουν δίκτυο 4G+, ενώ έχουν δεσμευθεί για δοκιμές στο 5G. Η εταιρεία Orange Mobile λειτουργεί πιλοτικά 5G σε συγκεκριμένα σημεία [77]



Bouygues Telecom



Orange Mobile



7. Internet of Things και η εφαρμογή του στην υπηρεσία των πολιτών

7.1 Τεχνολογίες IoT για έξυπνες πόλεις

Στο σημείο αυτό, θεωρούμε σκόπιμο να προσεγγίσουμε μερικά στοιχεία σχετικά με τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται από το διαδίκτυο των πραγμάτων, ως φορέας ευφυΐας στις έξυπνες πόλεις.

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) είναι ένα ευρυζωνικό υπερ - δίκτυο το οποίο χρησιμοποιεί πρότυπα πρωτόκολλα επικοινωνίας [36], ενώ το Διαδίκτυο είναι το σημείο σύγκλισης και η βάση ανάπτυξης. Περιλαμβάνει ένα εκτεταμένο σύνολο διασυνδεδεμένων “πραγμάτων” και πρωτίστως μια ισχυρή υποδομή επικοινωνίας μέσω διαδικτύου, ώστε τα παραπάνω να μπορούν να συλλέγουν δεδομένα και να τα ανταλλάζουν. Τα “Πράγματα (Things)” στο Διαδίκτυο περιλαμβάνουν πολλές και διαφορετικές κατηγορίες όπως φυσικά αντικείμενα, κινητό εξοπλισμό & συσκευές, οχήματα, κτίρια, εγκαταστάσεις και πολλά άλλα [37] αλλά και ενσωματωμένους σένσορες, εμφυτεύματα, βιοτσίπ κλπ. που μπορούν να συνεργαστούν για την επίτευξη κοινού στόχου. Το κύριο χαρακτηριστικό του IoT είναι η επίδρασή του στη ζωή των ατόμων και η ύπαρξη δικτύων αισθητήρων. Επιπλέον, δεδομένου ότι η καλωδίωση

κοστίζει όταν πρόκειται για εκατομμύρια αισθητήρες και κάποιες φορές είναι ανέφικτη, η επικοινωνία μεταξύ των αισθητήρων είναι σαφές πρέπει να γίνεται ασύρματα. Η επικοινωνία χαμηλής κατανάλωσης είναι η πλέον κατάλληλη για τη διασύνδεση μεταξύ πολλών συσκευών.

Ανάλογα με την γεωγραφική κάλυψη θέσης και απόστασης, στο IoT, ορισμένα δίκτυα εισάγονται ως εξής:

1. - Τα Οικιακά Δίκτυα (Home Area Networks - HAN), ένας τύπος δικτύου που διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ συσκευών που βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση, συνήθως στα όρια ενός σπιτιού. Οι συσκευές που μπορούν να ενταχθούν σε ένα τέτοιο δίκτυο μπορεί να είναι προσωπικοί υπολογιστές (φορητοί ή όχι), έξυπνα κινητά τηλέφωνα, tablets, έξυπνες οικιακές συσκευές, κονσόλες παιχνιδιών, συστήματα ελέγχου φωτισμού, ανιχνευτές καπνού, συστήματα συναγερμού, συστήματα παρακολούθησης κλπ. Και βέβαια ο τελικός στόχος είναι η βελτίωση της ποιότητας της καθημερινής ζωής στο σπίτι, με διάφορους τρόπους, όπως η αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών, η αύξηση της προσωπικής παραγωγικότητας, η βελτιωμένη ασφάλεια στο σπίτι και η ευκολότερη πρόσβαση στην ψυχαγωγία. Χρησιμοποιούν συνήθως πρότυπα μικρής εμβέλειας, όπως ZigBee [88], Dash7 [89] και Wi-Fi [87].

2. - Τα δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Networks - WAN) τα οποία παρέχουν επικοινωνία μεταξύ στοιχείων που μπορεί γεωγραφικά να καλύπτει ευρύτατες περιοχές, χώρες ή ακόμα και τον κόσμο, αλλά εκτός των μεγάλων αποστάσεων μπορεί να παρέχουν επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών τοπικών δικτύων LAN, MAN κλπ. Για τις υλοποιήσεις αυτές, λόγω του όγκου των δεδομένων που διακινούνται, χρειάζεται καλώδιο οπτικών ινών (ενσύρματα) ή ευρυζωνικό ασύρματο όπως 3G και LTE.

Στο IoT εκτελούνται δύο εργασίες, ανίχνευση και επεξεργασία των δεδομένων, οι οποίες δεν ενοποιούνται απαραίτητα. Ενοποιημένες λύσεις μπορούν να παρέχονται από υπηρεσίες πλατφορμών IoT, όπως για παράδειγμα το ThingSpeak το οποίο είναι μια υπηρεσία πλατφόρμας analytics IoT, που επιτρέπει την συλλογή, ανάλυση & οπτικοποίηση ζωντανών ροών δεδομένων στο cloud και τέλος την ανάληψη δράσης (αποστολή εντολών σε συσκευές). Αξίζει να σημειωθεί ότι το σύννεφο (cloud) είναι πολύ σημαντικό στις έξυπνες πόλεις για την αποθήκευση και επεξεργασία τεραστίων ποσοτήτων δεδομένων.

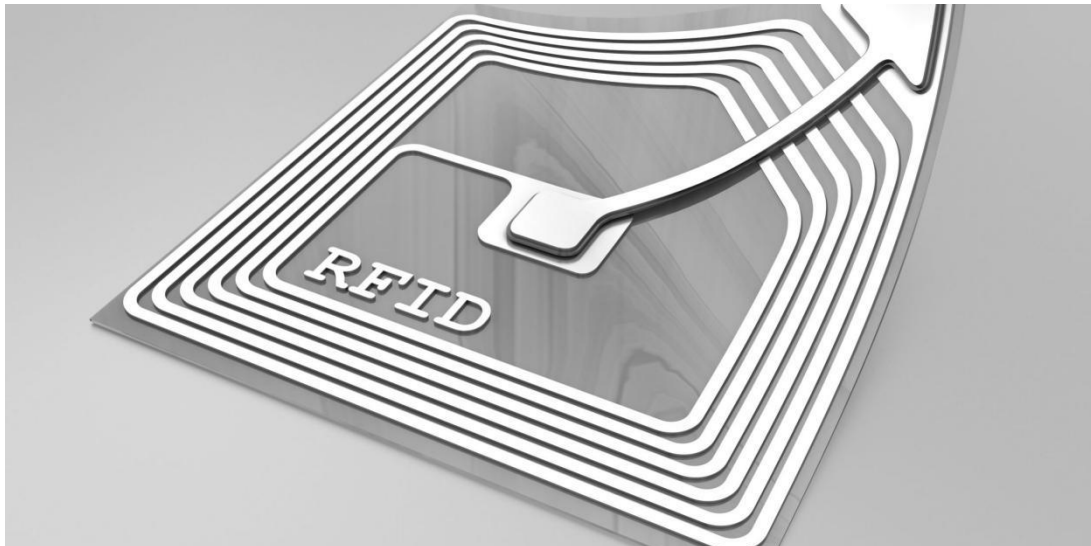
7.1.1 Ταυτοποίηση ραδιοσυχνοτήτων (Radio - Frequency Identification - RFID)

Τα συστήματα RFID μπορούμε τα προσεγγίσουμε ως έναν αυτοματοποιημένο τρόπο αναγνώρισης & συλλογής δεδομένων και έχουν ζωτική αποστολή στο πλαίσιο του IoT.

Η λειτουργία βασίζεται στην αμφίδρομη επικοινωνία δύο στοιχείων[86] :

- Πομποδέκτες (transponders) ή ετικέτες (RFID tags), δηλ. ελαχίστου μεγέθους ολοκληρωμένα κυκλώματα, που διαθέτουν μνήμη για να αποθηκεύουν, επεξεργάζονται δεδομένα, & να διαμορφώνουν και αποδιαμορφώνουν σήματα ραδιοσυχνοτήτων. Επίσης διαθέτουν, ένα μέσο συλλογής ρεύματος (και διαχωρίζονται σε ενεργητικούς ή παθητικούς, ανάλογα με το αν διαθέτουν μια μικρή πηγή ενέργειας) και κεραία για λήψη και μετάδοση του σήματος. Αυτοί είναι προσαρτημένοι σε αντικείμενα που θέλουμε να ταυτοποιούνται .
- Αναγνώστες ή αισθητήρες (RFID readers), οι οποίοι ανακτούν τα δεδομένα από τις ετικέτες RFID. Οι αναγνώστες ενσωματώνουν μια κεραία και μια μονάδα ελέγχου που επικοινωνεί με τις ετικέτες αλλά στέλνει πληροφορίες και στο πληροφοριακό σύστημα.

Η διαδικασία περιγράφεται απλουστευμένα ως ακολούθως : όταν το RFID tag βρίσκεται στην εμβέλεια της κεραίας του RFID reader, η μονάδα ελέγχου επικοινωνεί μέσω ραδιοκυμάτων, με την κεραία των ετικετών. Οι ετικέτες ενεργοποιούνται και απαντούν στους αναγνώστες με στοιχεία ταυτοποίησης και άλλες πληροφορίες των οποίων έχουμε προσδιορίσει το είδος, ανάλογα με την ανάγκη της εφαρμογής. Τελικά μεταφέρει τις πληροφορίες στο χρησιμοποιούμενο πληροφοριακό σύστημα. Κατά τον τρόπο αυτό, είναι δυνατή η πραγματοποίηση της αυτόματης αναγνώρισης και η αφιέρωση μοναδικής ψηφιακής ταυτότητας σε οποιοδήποτε από τα πράγματα, ώστε να συμπεριληφθεί το δίκτυο που συνδέεται με τις ψηφιακές πληροφορίες και υπηρεσίες [38]. Το σύστημα RFID βρίσκει εφαρμογή σε έξυπνα δίκτυα, συμπεριλαμβανομένης της παρακολούθησης και εντοπισμού αντικειμένων, εφαρμογών υγειονομικής περίθαλψης, διαχείρισης χώρων στάθμευσης κλπ. λόγω των πλεονεκτημάτων που συγκεντρώνει (αναγνώριση και δυνατότητα προγραμματισμού εξ αποστάσεως, δυνατότητα αποθήκευσης μεγαλύτερου όγκου δεδομένων από έναν απλό αριθμό κ.α.)



Εικόνα 21.

(Πηγή προέλευσης: <https://www.rfidhy.com/adhesives-for-rfid-bonding/>)

7.1.2 Πληροφορία κοντά στο πεδίο (Near Field Communication - NFC)

Η επικοινωνία κοντά στο πεδίο (NFC) χρησιμοποιείται για την αμφίδρομη επικοινωνία μικρών αποστάσεων, ειδικά στα έξυπνα τηλέφωνα. Αυτή συνήθως περιλαμβάνει ένα εύρος μερικών εκατοστών και βασίζεται στην επαφή της συσκευής που έχει το chip NFC με κάποια άλλη που έχει τον κατάλληλο αισθητήρα. Η βασική εφαρμογή του NFC σε smartphones, και τα χαρακτηριστικά της (γρήγορη ανάγνωση και μεταφορά πληροφοριών) καθιστά πολύ ελκυστική την χρήση του και στις έξυπνες πόλεις. Μία από τις εφαρμογές της περιλαμβάνει τη χρήση smartphones εφοδιασμένων με το NFC, ως πορτοφόλι, το οποίο μας επιτρέπει να το χρησιμοποιούμε σε πολλαπλές χρήσεις : ως προσωπικές κάρτες όπως τραπεζικές κάρτες, κάρτες ταυτότητας, κάρτες δημόσιων μεταφορών, κάρτες ελέγχου πρόσβασης, κάρτες παρκαρίσματος κλπ. Επιπλέον, επειδή το NFC είναι αμφίδρομο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κοινή χρήση δεδομένων, πολυμέσων και εγγράφων, μεταξύ συσκευών. Τοποθετώντας το NFC σε στρατηγική θέση στο σπίτι και παρέχοντας μια διασύνδεση με τον κεντρικό ελεγκτή, είναι δυνατό να ελέγχουμε την κατάσταση των αντικειμένων [38].

7.1.3 Ασύρματα δίκτυα προσωπικών δικτύων χαμηλής ταχύτητας (LWPAN)

Το LWPAN ανήκει στην τεχνολογία ραδιοεπικοινωνιών μικρής εμβέλειας, με εξαιρετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Σύμφωνα με το πρότυπο IEEE 802.15.4,

παρέχει επικοινωνία χαμηλού κόστους και χαμηλού ρυθμού κυρίως εκμεταλλεύσιμη σε δίκτυα αισθητήρων. Διαθέτει τα χαμηλότερα επίπεδα πρωτοκόλλων, συμπεριλαμβανομένου του φυσικού επιπέδου και επιπέδου πρόσβασης μέσου και ενδεχομένως τα πρωτόκολλα των ανώτερων στρωμάτων, για παράδειγμα τα 6LoWPAN και ZigBee [39].

7.1.3.1 ZigBee

Η συγκεκριμένη τεχνολογία εφαρμόζεται ως τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας χαμηλής κατανάλωσης ισχύος, χαμηλού κόστους εγκατάστασης & χρήσης και χαμηλών ταχυτήτων μεταφοράς δεδομένων, δηλαδή, είναι σχεδιασμένη τον έλεγχο σχετικά “απλών” συσκευών (κυρίως αυτοματισμούς έξυπνου οικιακού εξοπλισμού όπως συστημάτων φωτισμού LED, θερμοστατών κλπ.)

Είναι ένα πρωτόκολλο δικτύου το οποίο βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.15.4, έχει σχεδιαστεί & διαχειρίζεται από την Zigbee Alliance και είναι κατάλληλο για τη δημιουργία ασύρματων προσωπικών δικτύων (WPAN), με εμβέλεια μέχρι 100 μ. Το κυριότερο πλεονέκτημα του είναι η διαλειτουργικότητα και είναι προσανατολισμένο κατά κύριο λόγο στα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων.

Ορισμένες από τις εφαρμογές του, στο IoT περιλαμβάνουν, ρύθμιση οικιακού φωτισμού, ασύρματους διακόπτες, ηλεκτρικούς μετρητές, ασύρματος τηλεχειρισμός, εφαρμογές ασφάλειας και συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας. [82] Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που μπορεί να αναφερθεί, είναι η παρακολούθηση ασθενών από απόσταση : ο ασθενής εφοδιάζεται και φέρει μια συσκευή τεχνολογίας ZigBee, η οποία λαμβάνει σε τακτά χρονικά διαστήματα δεδομένα του ασθενή π.χ. πίεση. Αυτά διοχετεύονται ασύρματα σε έναν τοπικό σέρβερ (λ.χ. ένα PC) το οποίο με την σειρά του, αφού κάνει μια αρχική ανάλυση τα μεταβιβάζει στον γιατρό του ασθενούς για περαιτέρω δράση. Το ZigBee διαθέτει ευελιξία και επεκτασιμότητα και μπορεί να υποστηρίξει τεράστιο πλήθος συσκευών, καθώς αυτό μεταφράζεται σε εκατοντάδες κόμβους ανά δίκτυο και πολλούς συντονιστές δικτύου διασυνδεδεμένους ώστε τελικά να υποστηρίζονται εξαιρετικά μεγάλα δίκτυα. Στο ZigBee IP, καθορίζεται ένας μηχανισμός μετάδοσης πακέτων IPv6 και αντιμετωπίζονται θέματα ασφάλειας. Για την εφαρμογή

του ZigBee απαιτείται συνήθως πρόσθετος εξοπλισμός που περιλαμβάνει συντονιστή, δρομολογητή καθώς και τελικές συσκευές ZigBee [39].

7.1.3.2 Low -Power Wireless Personal Area Networks - 6LoWPAN

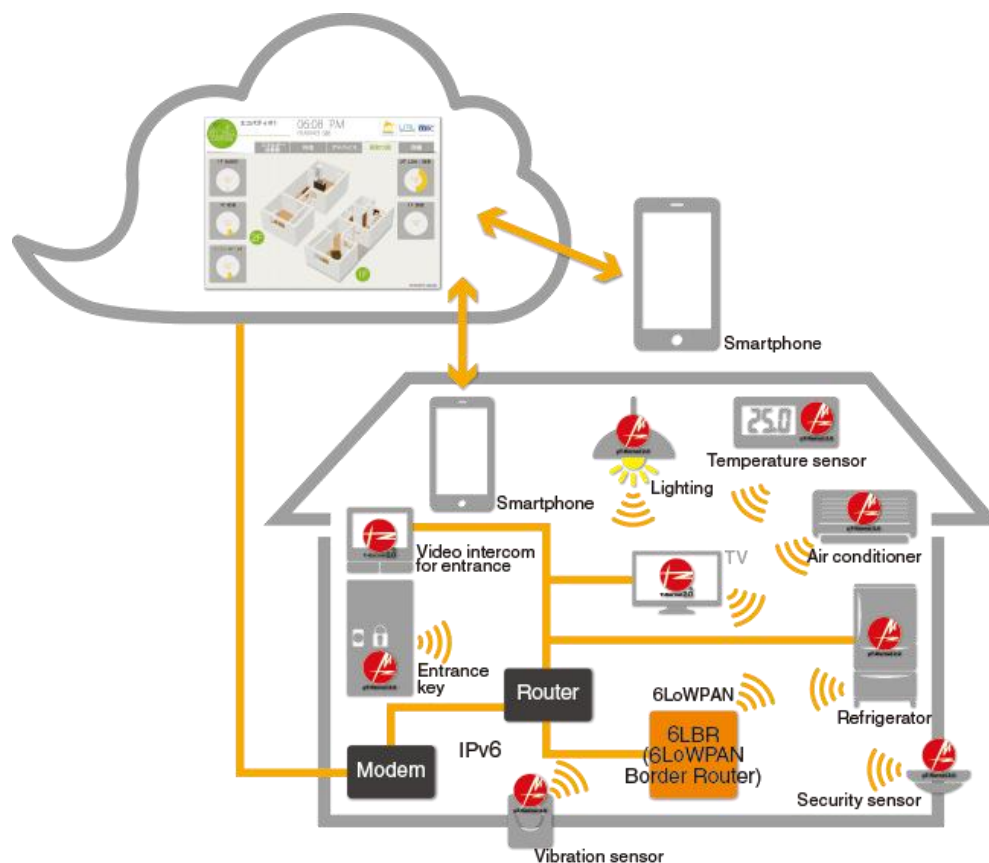
Το 6LoWPAN είναι επίσης ένα πρότυπο ασύρματων προσωπικών δικτύων χαμηλής κατανάλωσης, το οποίο έχει καθοριστεί από το I.E.T.F. (Internet Engineering Task Force), έναν οργανισμό υπεύθυνο για πολλά από τα ανοικτά πρότυπα που χρησιμοποιούνται στο Διαδίκτυο (HTTP, TCP, UDP κ.α.). Έχει και αυτό στη βάση του το πρότυπο IEEE 802.15.4 και λειτουργεί με την χρήση της τελευταίας έκδοσης πρωτοκόλλου IPv6 για την μεταφορά δεδομένων, οπότε επιτρέπει ακόμη και στις μικρότερες συσκευές που διαθέτουν την πιο περιορισμένη δυνατότητα επεξεργασίας να μεταδίδουν ασύρματα δεδομένα, χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα διαδικτύου. Πίσω από την δημιουργία του κρύβεται η βούληση να μην αποκλειστούν οι συσκευές με μικρές δυνατότητες από το IoT. Το 6LoWPAN μπορεί να επικοινωνεί τόσο με συσκευές 802.15.4 καθώς και με άλλους τύπους συσκευών σε σύνδεση δικτύου IP, όπως το WiFi.

Με την πάροδο του χρόνου, το IPv4, το οποίο αποτελεί την επικρατούσα τεχνολογία διαδικτύου, αντικαθίσταται από το IPv6, εξαιτίας της εξάντλησης των μπλοκ διευθύνσεων και της αδυναμίας να διευθυνσιοδοτηθούν χωριστά δισεκατομμύρια κόμβοι, χαρακτηριστικό των δικτύων IoT. Το IPv6 παρέχοντας διευθύνσεις 128-bit λύνει την έλλειψη επαρκών διευθύνσεων για δίκτυα IoT. Επίσης, το 6LoWPAN χρησιμοποιεί την συμπύεση πακέτων και άλλους μηχανισμούς βελτιστοποίησης, ώστε τα πακέτα IPv6 να μεταδίδονται ικανοποιητικά σε τέτοια περιορισμένα δίκτυα, όπως τα δίκτυα χαμηλής κατανάλωσης [40].

Πληθώρα εφαρμογών παρατηρούμε και εδώ : α) αυτοματισμοί για το σπίτι, που αποτελούν μία τεράστια αγορά για το IoT, β) έξυπνα δίκτυα (Smart Grids) τα οποία επιτρέπουν σε έξυπνους μετρητές και λοιπές συσκευές, να δημιουργούν ένα δίκτυο Mesh (Πλέγμα) και να στέλνουν τα δεδομένα στον φορέα εκμετάλλευσης δικτύου χρησιμοποιώντας το IPv6.

Μπορούμε να εστιάσουμε, π.χ. στις έξυπνες κατοικίες (βλ. ακόλουθο σχήμα): προκειμένου να έχουμε τον καλύτερο δυνατό έλεγχο ενός έξυπνου σπιτιού, είναι απαραίτητο το σύστημα ελέγχου να συλλέγει πληροφορίες από διαφορετικούς τύπους αισθητήρων, να προσδιορίζει τις συνθήκες του πραγματικού περιβάλλοντος

συγκεντρώνοντας τις πληροφορίες και να εκτελεί τη βέλτιστη ανατροφοδότηση μέσω Ενεργοποιητών (Actuators) χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που προκύπτουν από τα δεδομένα. Για τέτοιου είδους υλοποιήσεις με χρηστικότητα και χαμηλό κόστος συντήρησης, η απαιτούμενη επεξεργασία των δεδομένων μπορεί να αντιμετωπιστεί σε υποδομή cloud server.



Εικόνα 22.

Πηγή : <https://www.uctec.com/en/6lowpan/6lowpan-w/>

7.1.4 Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs)

Μπορούμε να θεωρήσουμε ως ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (Wireless Sensor Network) σύνολο χωρικά κατανεμημένων αισθητήρων, με ενεργειακή αυτονομία, οι οποίοι δύνανται να ανιχνεύουν και συγκεντρώνουν δεδομένα είτε περιβαλλοντικών μεγεθών (θερμοκρασία, υγρασία, κατακρημνίσεις κλπ.), είτε θέσεως ατόμων & αντικειμένων, κίνησης κ.α. και να τα προωθούν σε συγκεκριμένους διαδικτυακούς τόπους ώστε να είναι αξιοποιήσιμα.

Τα WSNs απαρτίζονται από κόμβους, πάνω στους οποίους συνδέεται ένας αριθμός αισθητήρων. Ο κόμβος με την σειρά του, ο οποίος μπορεί να έχει ποικίλο μέγεθος και κόστος, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του, έχει τα ακόλουθα συστατικά στοιχεία [37].:

- Ραδιο - πομποδέκτη (τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω μιας ασύρματης διασύνδεσης)
- Μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό σήμα (ADC, Analog to Digital Converter)
- Μνήμη ενσωματωμένη σε μονάδα επεξεργασίας (περιορισμένης ισχύος)
- Τροφοδοτικό (ως πηγή ενέργειας για να υπάρχει αυτονομία)
- Αισθητήρες

Και εδώ παρατηρούμε μια ευρεία γκάμα εφαρμογών:

- i. Παρακολούθηση περιβαλλοντικών φαινομένων
- ii. Παρακολούθηση μιας περιοχής
- iii. Παρακολούθηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- iv. Παρακολούθηση ποιότητας υδάτων
- v. Παρακολούθηση έξυπνου σπιτιού
- vi. Παρακολούθηση απορριμμάτων, αποβλήτων κλπ.
- vii. Παρακολούθηση της κατάστασης των υποδομών & εντοπισμός προβλημάτων
- viii. Ανίχνευση σεισμικής δραστηριότητας, κατολισθήσεων, πυρκαγιών κλπ.
- ix. Εφαρμογές γεωργίας, διαχείριση άρδευσης κλπ.
- x. Εφαρμογές στην υγεία

Το WSN έχει σοβαρούς περιορισμούς στην πηγή, όπως η εξάρτηση από την κατανάλωση ενέργειας δηλ. η διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Με μεγάλο αριθμό κόμβων αισθητήρων (sensors) σε έξυπνες πόλεις, η αντικατάσταση ή επαναφόρτιση των μπαταριών δεν είναι εφικτή, για τον λόγο αυτό κερδίζουν έδαφος οι ηλιακοί συλλέκτες ως πηγή τροφοδότησης ενέργειας.

7.1.5 Dash7

Το πρωτόκολλο DASH7 (D7A) είναι ένα πολλά υποσχόμενο πρότυπο για τα WSNs και αποτελεί ένα ανοιχτό πρότυπο για την αμφίδρομη ασύρματη επικοινωνία μεσαίου εύρους ζώνης (sub-GHz), προσαρμοσμένο σε εφαρμογές εξαιρετικά χαμηλής ισχύος αισθητήρων - ενεργοποιητών που χρησιμοποιούν ιδιωτικά δίκτυα. [83]. Έχει αναπτυχθεί από την DASH7 Alliance ακολουθώντας το ISO 18000-7 για ενεργά RFID, οι προδιαγραφές του είναι ελεύθερες για χρήση, χωρίς απαιτήσεις άδειας, και μπορούν να

ληφθούν δωρεάν από την οικεία ιστοσελίδα.

Οι αισθητήρες αναφέρουν με ασφάλεια τα γεγονότα και οι ενεργοποιητές μπορούν να λαμβάνουν εντολές με τυπική καθυστέρηση 1 δευτερολέπτου, ενώ η κατανάλωση ενέργειας είναι μόνο 30 uA κατά μέσο όρο. Τα χαρακτηριστικά του και κυρίως αυτό της έξυπνης διευθυνσιοδότησης επιτρέπει την αναβάθμιση χιλιάδων αισθητήρων ταυτόχρονα, μειώνοντας δραστικά τον χρόνο αναβάθμισης.

Το D7A καλύπτει το χάσμα μεταξύ των δικτύων μικρών και μεγάλων περιοχών και είναι ιδανικό κυρίως για εγκαταστάσεις αστικών και βιομηχανικών δικτύων που συνδέουν ενεργοποιητές και αισθητήρες, συναγερμούς κ.λ.π. σε απόσταση μέχρι 500 μ.

7.1.6 Μακροπρόθεσμη εξέλιξη (LTE Advanced)

Καθώς τα όρια ανάμεσα στις γενιές δικτύων κινητών επικοινωνιών δεν είναι πάντοτε ευκρινή και απόλυτα, όπως είδαμε και στο σχετικό κεφάλαιο, το πρότυπο LTE Advanced (Long Term Evolution Advanced) το οποίο στόχευε στην αύξηση της χωρητικότητας και της ταχύτητας του δικτύου, είναι ο διάδοχος των δικτύων GSM / UMTS και είναι τεχνολογία 4G.

Καθώς η ασύρματη επικοινωνία αναπτύσσεται & επεκτείνεται συνεχώς, το LTE Advanced και τα δίκτυα 4G καθίστανται διαθέσιμα παντού. Οι τεχνολογίες αυτές, αφορούν ευρυζωνική σύνδεση και δεν έχει σχεδιαστεί για εφαρμογές μικρής εμβέλειας, ως εκ τούτου, εφαρμόζεται σε WANs που εξυπηρετούν μεγαλύτερες αποστάσεις. Τα χαρακτηριστικά τους είναι οι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης και οι χαμηλές καθυστερήσεις που υπηρετούν κατά ένα μέρος την φιλοσοφία των IoT εφαρμογών. Παρ'όλα αυτά, υπάρχουν ορισμένα εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπιστούν, όπως το υψηλό κόστος δεδομένων που οφείλεται στην παροχή αυτής της υπηρεσίας από παρόχους υπηρεσιών.

7.1.7 Διευθυνσιοδότηση

Το Διαδίκτυο εισήγαγε μια σημαντική διασύνδεση μεταξύ προσώπων σε επίπεδο επικοινωνίας και παρομοίως, η σύγχρονη τάση στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων δημιουργεί μια διασύνδεση των πραγμάτων και των υλικών, για την παροχή έξυπνων περιβαλλόντων. Για το σκοπό αυτό, η ικανότητα αποκλειστικής αναγνώρισης συσκευών και αντικειμένων και η απόδοση κάποιου είδους μοναδικού ταυτοποιητικού στοιχείου σε καθένα από αυτά, είναι απαραίτητη για το IoT.

Ο λόγος πίσω από αυτό είναι το γεγονός ότι, η αποκλειστική αντιμετώπιση του τεράστιου πλήθους των πραγμάτων, είναι ζωτικής σημασίας, για τον εντοπισμό τους, προκειμένου να επιτελέσουν την λειτουργία για την οποία έχουν σχεδιαστεί. Η εκπεφρασμένη ιδέα της αποκλειστικότητας, ότι δηλ. κάθε αντικείμενο στον κόσμο του IoT πρέπει να είναι αναγνωρίσιμο και διακριτό, βάσει μιας μοναδικής διεύθυνσης, αλλά και η αξιοπιστία, η επεκτασιμότητα και η ισχύς, υποδεικνύουν τις κύριες ανάγκες να δημιουργηθεί μια βελτιωμένη μοναδική δομή διευθύνσεων. Και επειδή από την μία, η υπάρχουσα δομή απόδοσης διευθύνσεων τείνει να κορεστεί, ενώ από την άλλη ο αριθμός των πραγμάτων θα συνεχίσει να αυξάνεται στο μέλλον, είναι απαραίτητο να ληφθεί μέριμνα γι' αυτό. Η μέριμνα είναι το IPv6 [91]

7.1.8 Middleware

Το IoT middleware είναι ενδιάμεσο λογισμικό που λειτουργεί ως διεπαφή ανάμεσα στα ετερογενή στοιχεία του διαδικτύου των πραγμάτων και καθιστά εφικτή την μεταξύ τους επικοινωνία. Διασυνδέοντας διαφορετικά και πολλές φορές σύνθετα προγράμματα που δεν έχουν σχεδιαστεί να συλλειτουργούν, το ενδιάμεσο λογισμικό (Middleware) έχει ένα ζωτικό καθήκον στη διασύνδεση των πραγμάτων, με τα επίπεδα των εφαρμογών. Ο βασικός στόχος του middleware είναι να συγκεντρώσει τις δυνατότητες λειτουργικότητας και επικοινωνίας όλων των συσκευών που περιλαμβάνονται.

7.2 Πραγματικές εφαρμογές IoT για έξυπνες πόλεις

Έχοντας ήδη αναφερθεί : α) σε παραδείγματα “έξυπνων” λύσεων που αναπτύσσονται ή λειτουργούν πιλοτικά, σε πόλεις της Ελλάδας και της Ευρώπης, και β) σε ορισμένα τεχνολογικά σημεία του IoT, διαπιστώνουμε ότι, εν γένει, η τεχνολογία IoT χρησιμοποιεί το Διαδίκτυο ως μέσο για να συγχωνεύσει διάφορα ετερογενή στοιχεία και να τα αξιοποιήσει, παράγοντας κάποιου είδους υπεραξία, είτε αναφερόμαστε στην διευκόλυνση της καθημερινής ζωής των ατόμων, την καλύτερη οργάνωση κατοικιών και πόλεων, την εξοικονόμηση χρόνου, είτε στην μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας και τον περιορισμό της κατασπατάλησης πόρων, την προστασία του περιβάλλοντος, κλπ. λειτουργώντας προσθετικά σε ότι συμπεριλαμβάνει η έννοια ποιότητα ζωής.

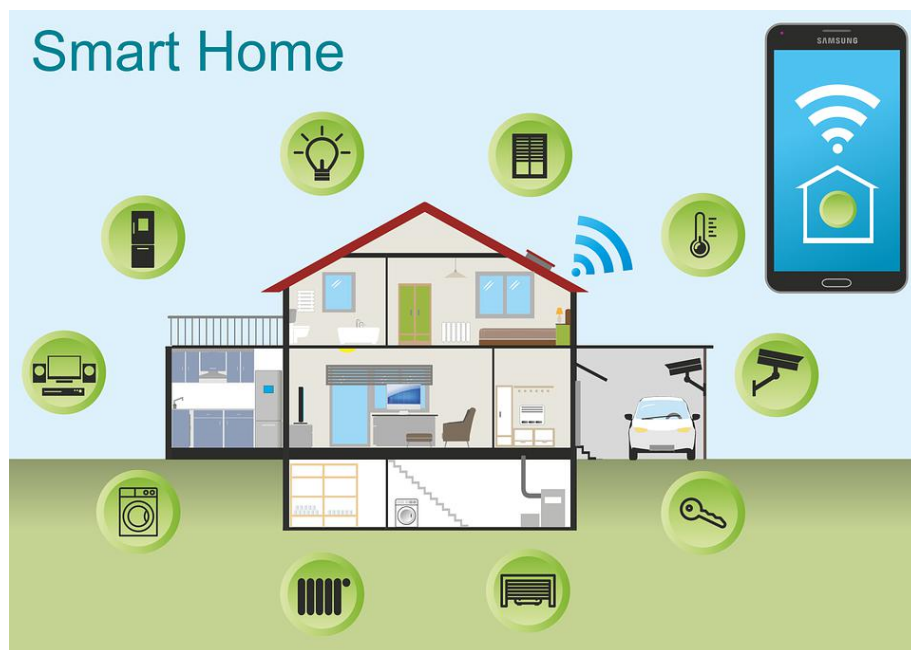
Κάνοντας μία γενική παραδοχή ότι οι εφαρμογές των έξυπνων πόλεων καταλαμβάνουν οκτώ βασικές κατηγορίες [79], όπως σχηματικά απεικονίζεται παρακάτω θα διαπιστώσουμε ότι, οι εφαρμογές αυτές, συχνά, έχουν θετική επίδραση δημιουργώντας οικονομίες κλίμακας, σε περισσότερες από μία κατηγορία της αστικής διαβίωσης. Ας δούμε μερικές από τις πιο βασικές, προσπαθώντας να αντιληφθούμε πως λειτουργούν.

 <p>Περιβάλλον</p>	 <p>Μεταφορές</p>	 <p>Ασφάλεια</p>	 <p>Παροχές Κοινής Ωφέλειας</p>
 <p>Υγεία</p>	 <p>Κοινότητα</p>	 <p>Τουρισμός & Ψυχαγωγία</p>	 <p>Εμπόριο</p>

7.2.1 Smart Homes (Περιβάλλον - Ασφάλεια - Κοινότητα)

Το όραμα της έξυπνης κατοικίας βασίζεται στο τρίπτυχο αποδοτικότητα - απομακρυσμένος έλεγχος - αυτονομία και υπεισέρχεται από την φάση, ακόμη, της κατασκευής. Έτσι αρχιτεκτονικά - τεχνικά γραφεία, εξειδικευμένο τεχνολογικά κατασκευαστικό προσωπικό, εταιρείες τεχνολογίας, τηλεπικοινωνιακοί πάροχοι και πολλοί άλλοι οφείλουν να συνεργαστούν στο θέμα αυτό. Τα έξυπνα σπίτια δημιουργούνται χρησιμοποιώντας δεδομένα τα οποία συλλέγονται από αισθητήρες διαφόρων ειδών [43]. Στην πραγματικότητα, η τεχνολογία IoT οδηγεί στην κατασκευή έξυπνων κατοικιών μέσα από έξυπνες συσκευές καθημερινής χρήσης, όπως τηλεοράσεις,

ψυγεία, κουζίνες, πλυντήρια, συστήματα ελέγχου του οικιακού φωτισμού, ανίχνευσης πυρκαγιάς και παρακολούθησης της θερμοκρασίας, αλλά και οικιακής ασφάλειας. Οι αισθητήρες αυτών των συσκευών, παρακολουθούν τις συνθήκες και το περιβάλλον και αποστέλλουν δεδομένα επιτήρησης σε έναν κεντρικό ελεγκτή στο σπίτι, ο οποίος επιτρέπει στον ιδιοκτήτη να παρακολουθεί, με τη σειρά του συνεχώς και να ελέγχει το σπίτι, από απόσταση, ακόμη και από το εξωτερικό και να λαμβάνει την καλύτερη απόφαση κάτω από κάθε περίπτωση [44]. Έτσι καθίστανται δυνατές παρεμβάσεις και ρυθμίσεις των λειτουργιών προς το αποτελεσματικότερο και το οικονομικότερο, σε όρους κόστους και χρόνου για τους κατοίκους. Περαιτέρω, αυτά τα δεδομένα επιτήρησης, μπορούν να συμβάλλουν στην πρόβλεψη μελλοντικών καταστάσεων και να βοηθήσουν στον κατάλληλο προγραμματισμό, με αποτέλεσμα την οικονομία πόρων, την διαφύλαξη της άνεσης, της ασφάλειας και του υψηλού επιπέδου διαβίωσης. Επιπλέον, τα έξυπνα σπίτια σε μια γειτονιά, μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους μέσω του Δικτύου Γειτονιάς (Neighborhood Area Network - NAN) για να σχηματίσουν μια έξυπνη κοινότητα [45]. Σε αυτή την περίπτωση, τα σπίτια είναι σε θέση να μοιραστούν συγκεκριμένα δεδομένα παρακολούθησης, λ.χ. η εξωτερική κάμερα, για να εντοπιστεί ένα ατύχημα ή να αναφερθούν γεγονότα σε έναν αστυνομικό σταθμό.



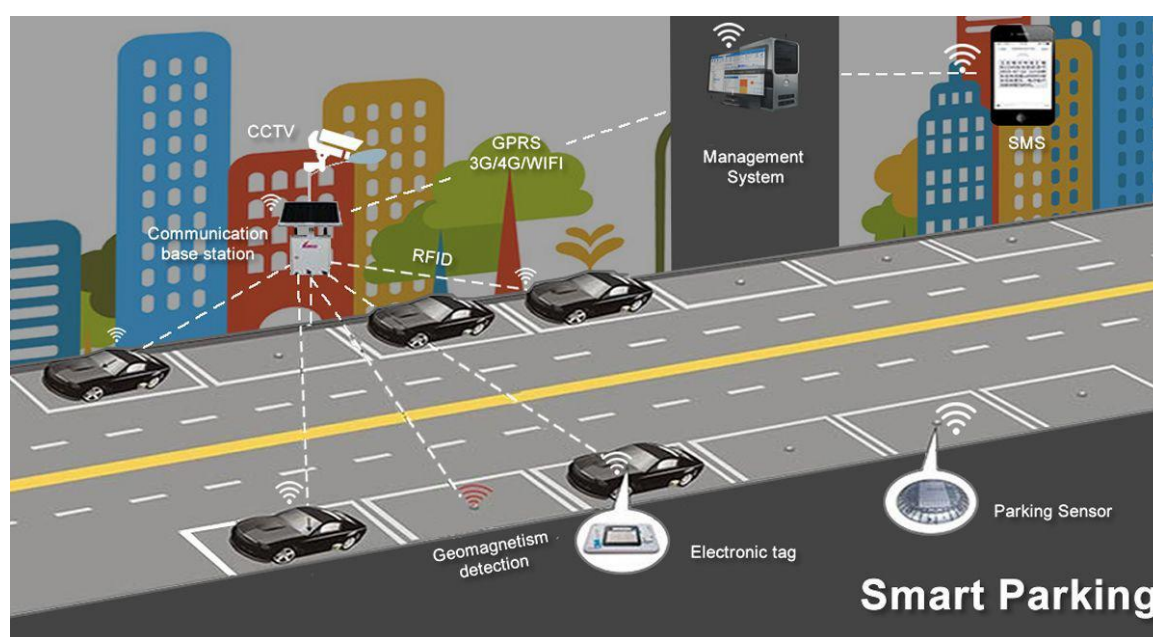
Εικόνα 23.

(Πηγή προέλευσης: <https://pixabay.com/el/>)

7.2.2 Έξυπνες θέσεις στάθμευσης (Περιβάλλον - Μεταφορές)

Συγκαταλέγονται στις αστικές IoT υποδομές και λειτουργούν ως ακολούθως : η υπηρεσία αυτή βασίζεται σε οδικούς αισθητήρες, πιθανώς ενσωματωμένους στον οδικό άξονα και έξυπνες οθόνες, οι οποίες καθοδηγούν τους οδηγούς στο βέλτιστο μονοπάτι προς κενές θέσεις στάθμευσης, σε πόλεις οι οποίες αντιμετωπίζουν πρόβλημα στο θέμα αυτό [48]. Οι αισθητήρες τροφοδοτούν, σε πραγματικό χρόνο, το σύστημα με στοιχεία, ούτως ώστε, κάθε οδηγός να έχει στην διάθεση του μέσω της έξυπνης τηλεφωνικής συσκευής του, μια ξεκάθαρη εικόνα για την διαθεσιμότητα χώρων παρκαρίσματος στην περιοχή που κινείται. Επιπλέον, μέσω τεχνολογιών επικοινωνίας μικρής εμβέλειας, όπως η RFID και η NFC, είναι δυνατή η πραγματοποίηση ηλεκτρονικής επαλήθευσης των αδειών χρήσης των χώρων.

Με την ενεργοποίηση έξυπνων χώρων στάθμευσης, είναι εφικτό να εντοπίζονται οι ώρες άφιξης και αναχώρησης αυτοκινήτων σε όλη την πόλη. Έτσι, οι χώροι στάθμευσης μπορούν να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο που να λαμβάνεται υπόψη ο κυκλοφοριακός φόρτος και οι ανάγκες στάθμευσης ανά περιοχή, ώστε να δημιουργηθούν νέοι χώροι στάθμευσης όπου υπάρχει μεγαλύτερο ενδιαφέρον [46, 47]. Εκτός από τα προφανή οφέλη της μείωσης της οδικής συμφόρησης και των εκπεμπόμενων αερίων ρύπων, υπάρχει η οικονομία χρόνου και χρήματος για τους οδηγούς, αλλά και η διευκόλυνση του έργου ελέγχου της στάθμευσης από τα αρμόδια δημοτικά όργανα, η τόνωση της εμπορικής κίνησης σε ολόκληρες περιοχές και η διευκόλυνση των καταναλωτών που μεταβαίνουν σε αυτές.



Εικόνα 24.

7.2.3 Υγειονομική περίθαλψη (Υγεία)

Στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, οι τεχνολογίες διαδικτύου έχουν να επιδείξουν πολλά πλεονεκτήματα στις έξυπνες πόλεις, τόσο σε επίπεδο πρόληψης όσο και σε επίπεδο αντιμετώπισης με τον καλύτερο τρόπο, ιατρικών θεμάτων. Ορισμένες από αυτές δίνουν την δυνατότητα εντοπισμού ατόμων και αντικειμένων, όπως ασθενείς, ιατρικό προσωπικό και ασθενοφόρα, ταυτοποίηση ατόμων, αυτόματη ανίχνευση & συλλογή δεδομένων. Μέσω μιας ενός κέντρου ελέγχου που θα επιτελεί δυναμική δρομολόγηση των ιατρικών περιστατικών στα νοσοκομεία μιας πόλης, με βάση την διαθεσιμότητα κλινών, μπορεί να προσαυξάνεται η δυνατότητα εξυπηρέτησης ασθενών. Επίσης άλλα στοιχεία όπως η θέση των ασθενοφόρων κάθε στιγμή, η επάρκεια των προϊόντων αίματος και η διαθεσιμότητα οργάνων για μεταμοσχεύσεις μπορεί να παρακολουθείται και να ελέγχεται on-line. Όσον αφορά τους νοσηλευόμενους εντός του νοσοκομείου, έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές ιατρικής παρακολούθησης που τροφοδοτούνται αυτοματοποιημένα με data προκειμένου να υπάρξει καλύτερη και ταχύτερη ροή εργασίας στο νοσοκομείο. Γενικότερα η ανίχνευση και η συλλογή δεδομένων, βοηθάει στην εξοικονόμηση χρόνου για την επεξεργασία δεδομένων και την πρόληψη ανθρώπινων λαθών. Μέσω κατάλληλων συσκευών (wearables) & αισθητήρων, η διάγνωση των συνθηκών του ασθενή, η παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο, σχετικά με τους δείκτες υγείας του και η συμμόρφωση με τις ιατρικές επιταγές από τον ασθενή, εφαρμόζονται. Περαιτέρω με την χρήση παρακολούθησης βιο-σήματος, η κατάσταση του ασθενούς διερευνάται μέσω ετερογενών μεθόδων που βασίζονται στην ασύρματη πρόσβαση και επιτρέπουν τη συγκέντρωση των ιατρικών δεδομένων & ιστορικού του ασθενούς, οπουδήποτε.

Όσον αφορά την αναγνώριση των ατόμων, μέσα από μια βάση δεδομένων, και παρά τις σχετικές ενστάσεις, όταν οι ασθενείς αναγνωρίζονται και ταυτοποιούνται, μειώνεται ο κίνδυνος χρήσης λανθασμένων φαρμάκων, δόσεων και διαδικασιών [49]. Ο έλεγχος ταυτότητας του προσωπικού στοχεύει στη βελτίωση της συμπεριφοράς του εργαζομένου απέναντι στους ασθενείς.

Σε επίπεδο πρόληψης, η συνεχής ενημέρωση, σε πραγματικό χρόνο, μέσω κινητών συσκευών της ποιότητας του αέρα και του επιπέδου των αιωρούμενων ατμοσφαιρικών

σωματιδίων, μπορεί να βοηθήσει ιδιαίτερα ασθενείς με χρόνια αναπνευστικά προβλήματα, όπως άσθμα και ΧΑΠ

7.2.4 Συστήματα διαχείρισης υδατικών πόρων (Περιβάλλον - Παροχές Κοινής Ωφέλειας)

Το νερό αποτελεί ένα φυσικό αγαθό το οποίο, λόγω της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων αυτής, γίνεται ολοένα και σπανιότερο σε κάποιες περιοχές του πλανήτη, ενώ η υπερβολική συγκέντρωση του, προκαλεί τεράστια προβλήματα σε κάποιες άλλες. Η σωστή διαχείριση των υδατικών πόρων και η αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργούν και οι δύο παραπάνω εκδοχές μπορούν να ενισχύσουν καίρια την αποτελεσματικότητα μιας έξυπνης πόλης.

Δεδομένου ότι, το σύστημα διανομής νερού αποτελεί ουσιώδες τμήμα των παροχών κοινής ωφέλειας κάθε πόλης και οι συμβατικές μέθοδοι διανομής νερού από την πηγή ύδατος στις εγκαταστάσεις του πελάτη, δεν είναι πάντοτε αποτελεσματικές, ειδικά ως προς την διάγνωση τυχόν διαρροών στους αγωγούς ή σε άλλα μέρη του συστήματος, ως εκ τούτου, με την εγκατάσταση αισθητήρων σε κατάλληλες θέσεις του συστήματος διανομής, καθίσταται εφικτή η έξυπνη ανίχνευση κάθε είδους βλαβών ή άλλων δυσλειτουργιών. Τα συστήματα διανομής νερού αποτελούνται από τρία βασικά μέρη, δηλ. μια πηγή (λ.χ. μια λίμνη ή ένα ποτάμι), εγκαταστάσεις αποθήκευσης (όπως δεξαμενές) και δίκτυο διανομής (όπως υπόγειους αγωγούς). Ανίχνευση ελαττωμάτων όπως μια διαρροή, στο επίπεδο του νερού της δεξαμενής μπορεί να συντελεστεί με την τοποθέτηση αισθητήρων σε περιβάλλον που βασίζεται στο IoT, μετρώντας την στάθμη του νερού αλλά και την ποιότητα του.

Το αντίθετο πρόβλημα, σχετιζόμενο με την υπερβολική απόθεση υδάτων, αποτελεί η περίπτωση διαχείρισης του μεγάλου όγκου ομβρίων υδάτων που προκύπτει από εξωγενείς αιτίες, όπως καταιγίδες κλπ. Με την βοήθεια εργαλείων τεχνολογίας IoT, δηλ. μέσω συστημάτων που παρακολουθούν τον καιρό και άλλων, που ελέγχουν την αποθήκευση των ομβρίων υδάτων, οι πόλεις είναι σε θέση να συλλέγουν δεδομένα χρησιμοποιώντας ένα σύστημα αισθητήρων, σχετικά με τη στάθμη των υδάτων σε υπόγειες πηγές, ποταμούς και άλλους φυσικούς ταμιευτήρες, και να προβλέπουν περιστατικά πλημμύρας. Αυτοί οι αισθητήρες συστήματος βασίζονται σε ανιχνευτές υπερήχων και τοποθετούνται πάνω από τις τοπικές πλωτές οδούς για να μετρήσουν τις μεταβολές της στάθμης των υδάτων και να προβλέψουν τους κινδύνους πλημμύρας [79].

Διαπιστώνουμε ότι, ενώ στο παρελθόν οι τοπικές αρχές και η και οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας δεν είχαν τα μέσα για να εξοικονομήσουν στοχευμένα νερό και να προστατεύσουν τους δημότες από πλημμύρες αλλά και την υπερχειλίση των αποχετεύσεων, σήμερα με την βοήθεια της τεχνολογίας, μπορούν να αναπτύξουν τον σχεδιασμό τους, για την συνολική διαχείριση του υδατικού ισοζυγίου. Μια τέτοια διαχείριση μπορεί να περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων :

- ❖ τον έγκαιρο εντοπισμό προβλημάτων, ώστε να δημιουργείται το χρονικό περιθώριο για την αντιμετώπιση τους
- ❖ αυτοματοποιημένες αποστολές σε πραγματικό χρόνο των μετρήσεων κατανάλωσης νερού στις αρμόδιες υπηρεσίες για την λήψη μέτρων,
- ❖ ανάλογες αποστολές μετρήσεων κατανάλωσης στους δημότες για την τροποποίηση της καταναλωτικής τους συμπεριφοράς,
- ❖ την αυτόματη εκτροπή του πλεονάζοντος ύδατος στο σύστημα άρδευσης της πόλης για την αποφυγή πλημμυρικών φαινομένων και την εξοικονόμηση του νερού με το οποίο ποτίζονται οι χώροι πρασίνου και πολλά άλλα.

7.2.5 Οδική κυκλοφορία - μεταφορές (Μεταφορές)

Καθώς οι πόλεις συνεχίζουν να αναπτύσσονται και να αποτελούν το κέντρο της οικονομικής, πολιτικής, κοινωνικής και πολιτιστικής ζωής μιας ευρύτερης περιοχής, τα άτομα και τα προϊόντα που χρειάζεται να μετακινηθούν προς αυτές (για εργασία, εφοδιασμό κλπ.) αυξάνονται ολοένα και περισσότερο. Οι συνθήκες αυτές δημιουργούν πίεση στις μεταφορικές υποδομές των πόλεων, είτε πρόκειται για οδική κυκλοφορία (κυκλοφοριακή συμφόρηση σε ώρες αιχμής), είτε για χρήση μέσων συγκοινωνίας (καθυστερήσεις, απώλεια ωφέλιμου χρόνου). Εισάγοντας την τεχνολογία IoT & 5G στον σχεδιασμό και τις υποδομές του δικτύου μεταφορών, διασφαλίζουμε ότι θα ανταποκρίνεται αποτελεσματικότερα στην αυξημένη ζήτηση. Λόγου χάρι εισάγοντας αισθητήρες χαμηλής ισχύος & χαμηλού κόστους στις βασικές υποδομές δημόσιων μεταφορών, όπως αυτοκινητόδρομοι, σιδηροδρομικές γραμμές και φώτα ρύθμισης οδικής κυκλοφορίας, θα λαμβάνουμε δεδομένα, τα οποία με την κατάλληλη ανάλυση θα βοηθήσουν στην μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Οι κάτοικοι / μετακινούμενοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες κυκλοφορίας οχημάτων για να καθορίσουν τους χρόνους άφιξης στους προορισμούς τους [43] γλιτώνοντας χρόνο και με την βοήθεια ειδικών εφαρμογών κινητών συσκευών

(mobile journey planning apps) να προγραμματίζουν καλύτερα τις μετακινήσεις τους. Ωστόσο, τα συστήματα παρακολούθησης της κυκλοφορίας που βασίζονται σε κάμερες είναι ήδη διαθέσιμα σε πολλές πόλεις και απαιτούν πιο ισχυρή υποδομή επικοινωνίας για να παρέχουν πληροφορίες για περισσότερα θέματα.

Μελλοντικά, με την εξάπλωση της συνδεσιμότητας 5G σε σταθμούς, στάσεις λεωφορείων & τρένων κλπ. οι μετακινήσεις με μέσα μαζικής μεταφοράς θα εξελιχθούν περαιτέρω, καθώς ο εξυπηρετούμενος θα αγοράζει ηλεκτρονικά εισιτήρια, θα τα επικυρώνει on-line, θα έχει στη διάθεση του ανά πάσα στιγμή, κάθε πληροφορία που μπορεί να επηρεάσει την μετακίνηση του (πχ. έκτακτα γεγονότα, πορείες κλπ.) και θα μπορεί να επανασχεδιάσει την δική του μετακίνηση χρησιμοποιώντας διαδραστικούς χάρτες ή ακόμη και μεταδίδοντας δεδομένα προς το μέσο μετακίνησης, ώστε ο οδηγός του μέσου να γνωρίζει πόσα άτομα περιμένουν.

Σε μεγαλύτερη κλίμακα, συγκεντρωτικά δεδομένα είναι εκμεταλλεύσιμα για τον προσδιορισμό του ευρύτερου μοντέλου μεταφοράς, την κατανόηση των τάσεων στις μετακινήσεις και την ανάλογη προσαρμογή του σχεδιασμού συστημάτων μεταφοράς και δρομολογίων (δυνατότητες πρόβλεψης).

7.2.6 Ρύπανση του περιβάλλοντος (Περιβάλλον)

Μια πόλη δεν μπορεί να θεωρηθεί έξυπνη, εάν οι κάτοικοι της δεν είναι υγιείς και οι περιβαλλοντικές συνθήκες μέσα σε αυτή κατάλληλες για την διαβίωση τους. Τα υψηλά κτίρια, ο κυκλοφοριακός φόρτος στους δρόμους, οι βιομηχανικές και βιοτεχνικές ζώνες σε κοντινή απόσταση, η έλλειψη πρασίνου, και η συγκέντρωση απορριμάτων ως επακόλουθο της κατανάλωσης των κατοίκων, είναι μόνο μερικοί από τους παράγοντες υποβάθμισης του αστικού περιβάλλοντος. Το πιο άμεσο μέτρο αντίδρασης & ελέγχου είναι η παρακολούθηση της περιβαλλοντικής ρύπανσης από τους μηχανισμούς της έξυπνης πόλης και η ενημέρωση των κατοίκων για τα δεδομένα αυτά.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευθεί για τη μείωση των επιδράσεων από την κλιματική αλλαγή, με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο στόχος είναι η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20% έως το 2020 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και της αύξησης της χρήσης ανανεώσιμης ενέργειας. Για το

σκοπό αυτό, μπορεί να εφαρμοστεί ένας αστικός IoT σχεδιασμός για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, προσαρμοσμένος στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε πόλης, με την χρήση εξωτερικών αισθητήρων σε διάφορες περιοχές. Τα δεδομένα που προκύπτουν και αναλόγως με τα ευρήματα, μπορούν να παράγουν από ενημερωτικά reports προς τους κατοίκους για προστασία ευπαθών ομάδων, μέχρι παρεμβάσεις σε βραχυ - μεσοπρόθεσμες πολιτικές για την μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Επιπλέον της αξιολόγησης της ποιότητας του αέρα, μπορεί να αξιολογείται η ποιότητα του νερού και άλλες παράμετροι όπως η υγρασία & η θερμοκρασία, ώστε να διασφαλίζεται ότι η ρύπανση είναι σε αποδεκτά επίπεδα.

Υπόγειοι κάδοι απόθεσης απορριμμάτων, διασυνδεδεμένοι και εξοπλισμένοι με αισθητήρες, οι οποίοι θα ειδοποιούν αυτόματα όταν πλησιάζουν σε ένα ορισμένο επίπεδο πληρότητας, με την δυνατότητα ακόμη και να τροποποιούν απευθείας τα δρομολόγια των απορριμματοφόρων, λειτουργούν ήδη σε πιλοτικό στάδιο, όπως αναφέραμε παραπάνω και η επέκταση χρήσης τους μπορεί να συμβάλλει αποφασιστικά στην αποτελεσματική διαχείριση των σκουπιδιών. Στην ίδια κατηγορία, ανήκει και η εγκατάσταση υπογείου συστήματος διάθεσης & διαχωρισμού προς ανακύκλωση απορριμμάτων, με την χρήση κενού αέρος [58]

Η αντικατάσταση του παραδοσιακού δημοτικού φωτισμού, με τον έξυπνο οδικό φωτισμό δηλ. χρήση διασυνδεδεμένων φώτων LED που θα προσαρμόζουν την λειτουργία τους ανάλογα με τις συνθήκες φωτεινότητας στους εξωτερικούς χώρους αλλά και την κυκλοφορία των πολιτών, μπορεί να περιορίσει δραστικά την φωτορύπανση, ενώ η ηχητική ρύπανση, η οποία αντιμετωπίζεται συνήθως με μέτρα καταστολής, ελέγχους κλπ., μπορεί να παρακολουθείται από ένα δίκτυο ανιχνευτών ήχου & μέτρησης της έντασης του και να παρέχονται στις αρμόδιες υπηρεσίες του Δήμου δεδομένα αναφορικά με την ποσότητα του θορύβου, σε πραγματικό χρόνο, ώστε να παρεμβαίνει με τα κατάλληλα μέτρα για τη μείωσή του και την επίτευξη ενός αποδεκτού επιπέδου.

Επίδραση στα επίπεδα της περιβαλλοντικής ρύπανσης, τέλος, έχουν και αρκετές από τις εφαρμογές που έχουμε ήδη περιγράψει, σε άλλες κατηγορίες, καθώς είναι σχεδόν αδύνατον να απομονωθούν τα οφέλη και να αποδοθούν αποκλειστικά σε μία : έξυπνοι χώροι στάθμευσης που περιορίζουν τις άσκοπες μετακινήσεις και άρα την εκπομπή καυσαερίων, έξυπνη διαχείριση υδατικών πόρων που προφυλάσσει την κατασπατάληση του νερού, αισθητήρες κατανάλωσης ενέργειας στις κατοικίες που εξοικονομούν ενέργεια κλπ. έχουν το δικό τους μερίδιο συνεισφοράς στην προστασία του περιβάλλοντος

7.2.7 Συστήματα επιτήρησης (Ασφάλεια - Μεταφορές - Κοινότητα)

Η ασφάλεια και η εμπέδωση αυτού του αισθήματος είναι το πιο σημαντικό στοιχείο των έξυπνων πόλεων, από την πλευρά των πολιτών. Στην βάση των έξυπνων συστημάτων επιτήρησης βρίσκεται η ανάγκη ολόκληρη η έξυπνη πόλη να παρακολουθείται συνεχώς, σαν ένας ζωντανός οργανισμός που είναι, ενώ από την άλλη πλευρά, η αξιολόγηση των πληροφοριών που προκύπτουν και η πρόληψη εγκληματικών πράξεων είναι μια εξαιρετικά σύνθετη και δύσκολη διαδικασία. Τα συμβατικά συστήματα κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης (Closed Circuit Television - CCTV) παρέχουν την βασική υποδομή για έξυπνα συστήματα επιτήρησης. Εντούτοις, καθώς είναι συνδεδεμένα συνήθως με ένα βίντεο εγγραφής, δεν διαθέτουν την δυνατότητα ευφυούς επεξεργασίας. Επιπλέον, οι χειριστές μπορεί να χάσουν κάποια σκηνή και να προκληθεί σφάλμα. Ένα πλήθος έξυπνων αισθητήρων διαφόρων τύπων, το οποίο διαμοιράζεται σε διάφορα σημεία προσεκτικά επιλεγμένα, μέσα στην πόλη, γίνεται “τα μάτια” του εφυούς συστήματος. Όταν συνεργάζονται με εκτεταμένα συστήματα διαφόρων τύπων καμερών, GPS, ανιχνευτές κίνησης, κατάλληλα προγράμματα, μπορούν να τροφοδοτούν αδιάκοπα με δεδομένα, ψηφιακές πλατφόρμες κυβερνητικού ή τοπικού ενδιαφέροντος. Και τα δεδομένα αυτά έχουν πολλαπλές εφαρμογές και χρήσεις.

Με την έξυπνη παρακολούθηση, είναι δυνατό να παρακολουθεί κανείς τις ενέργειες των ανθρώπων που κινούνται στους δημόσιους χώρους της πόλης για να εντοπίσει οποιαδήποτε βίαιη πράξη και ακόμη να ανακαλύψει τους εμπλεκόμενους. Μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη αντικοινωνικών συμπεριφορών και στην τήρηση του Κ.Ο.Κ. Τα έξυπνα συστήματα παρακολούθησης μπορούν να ειδοποιήσουν σε περίπτωση εμφάνισης οποιουδήποτε γεγονότος ενδιαφέροντος. Η μεγάλη ανάλυση δεδομένων που προκύπτει μπορεί να χρησιμεύσει ως εργαλείο για τον μελλοντικό αστικό σχεδιασμό π.χ. των πεζόδρομων ή των συγκοινωνιών, μέσω της παρακολούθησης των ροών των ανθρώπων και του ρυθμού κυκλοφορίας των πεζών. Σε περιπτώσεις τεραστίων συναθροίσεων π.χ. μια συναυλία ή σε έναν πολυσύχναστο δημόσιο χώρο όπως τα αεροδρόμια, όπου υπάρχει ένας τεράστιος αριθμός ανθρώπων, είναι απαραίτητο ένα πρόγραμμα ελέγχου πλήθους για την παρακολούθηση του πλήθους πεζών και το σύστημα διαχείρισης έκτακτης ανάγκης. Για την ανίχνευση και την παρακολούθηση ατόμων τη νύχτα, χρησιμοποιούνται οι υπέρυθρες κάμερες γιατί λειτουργούν με βάση τη

θερμοκρασία [52]. Μια άλλη πτυχή εκμετάλλευσης ενός τέτοιου συστήματος, είναι να ανιχνεύσει τι είδους αντικείμενα μεταφέρουν οι άνθρωποι, προκειμένου να βρουν οποιοδήποτε παράνομο ή απαγορευμένο αντικείμενο. Για το σκοπό αυτό εφαρμόζονται πλαίσια βίντεο [53], τα οποία επικεντρώνονται στην εξέταση οποιωνδήποτε ανωμαλιών στη σιλουέτα των ανθρώπων. Αυτό γίνεται με τη σύγκριση ενός προτύπου φυσιολογικού ατόμου με τα πόδια στην ίδια κατεύθυνση και στην περίπτωση τυχόν προεξοχών και απόκλισης, που θεωρούνται πιθανά εικονοστοιχεία για τη μεταφορά αντικειμένων. Υπάρχουν συστήματα επιτήρησης κάμερας που ανιχνεύουν μη φυσιολογικές καταστάσεις περιλαμβάνοντας τους πεζούς που διασχίζουν τον δρόμο εκτός διάβασης και τα οχήματα που κινούνται προς λάθος κατεύθυνση, τρέχοντας αλγόριθμους ανίχνευσης κίνησης για να εξαγάγουν πληροφορίες βίντεο και να το μορφοποιήσουν σε XML, συγκεντρώνοντας διάφορα πλαίσια για την ανίχνευση διαδρομής. Τέλος, μια ενότητα ταξινομεί εύλογα δεδομένα και τα μεταφράζει για να βρει τυχόν ανωμαλίες [54]. Το σύστημα αυτό μπορεί να αναπτυχθεί για διαφορετικούς στόχους, απλώς προσαρμόζοντάς το στους κανόνες αυτού του συγκεκριμένου περιβάλλοντος.

Στον αντίποδα, έχει εγκαινιαστεί μία ολόκληρη ρητορική περί παραβίασης της ιδιωτικότητας και των προσωπικών δεδομένων των πολιτών, υπέρ της προστασίας της ιδιωτικής ζωής και της αστικής ανωνυμίας, που θέτει στο κέντρο τον φόβο πιθανής εμπορευματοποίησης των πληροφοριών που προκύπτουν από τα data που συλλέγονται. Αυτό μπορεί να αποδοθεί κυρίως, στο γεγονός ότι ο όγκος των συλλεγόμενων πληροφοριών είναι τεράστιος, μπορεί να αποτυπώνει καταναλωτικές προτιμήσεις και συνήθειες και συνεπώς να προκαλεί το ενδιαφέρον σε διάφορες εταιρείες προς εκμετάλλευση για εμπορικούς σκοπούς, ειδικά αν δεν διασφαλίζεται εμπιστευτικότητα στον τρόπο διαχείρισης των δεδομένων αυτών. Επιπλέον οτιδήποτε συνδέει την ταυτοποίηση ατόμων σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, προσκρούει στην προσωπική αντίληψη της ελευθερίας κάθε ατόμου και εγείρει αυτόματα αντιδράσεις. Όλα τα παραπάνω καθιστούν την συγκεκριμένη κατηγορία εφαρμογών για έξυπνες πόλεις, την περισσότερο αμφιλεγόμενη κατά την προσωπική μου άποψη.

8. Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας : μια έξυπνη Περιφέρεια (έξυπνες εφαρμογές στην εξυπηρέτηση του πολίτη, στην Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας)

8.1 Η περίπτωση της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας

Στο σημείο αυτό θεωρούμε χρήσιμο να παραθέσουμε μερικά στοιχεία για την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας. Είναι η δεύτερη μεγαλύτερη ελληνική περιφέρεια με έκταση 15.549 km², στην οποία κατοικούν 547.390 κάτοικοι (σύμφωνα τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ με βάση την απογραφή πληθυσμού του 2011). Σύμφωνα με την διοικητική διαίρεση του Ν. 3852/2010 (Καλλικράτης), αποτελείται από πέντε (5) Περιφερειακές Ενότητες, οι οποίες συμπίπτουν με τα γεωγραφικά όρια των Νομών :

- ❖ Π.Ε. Βοιωτίας
- ❖ Π.Ε. Εύβοιας
- ❖ Π.Ε. Ευρυτανίας
- ❖ Π.Ε. Φθιώτιδας
- ❖ Π.Ε. Φωκίδας

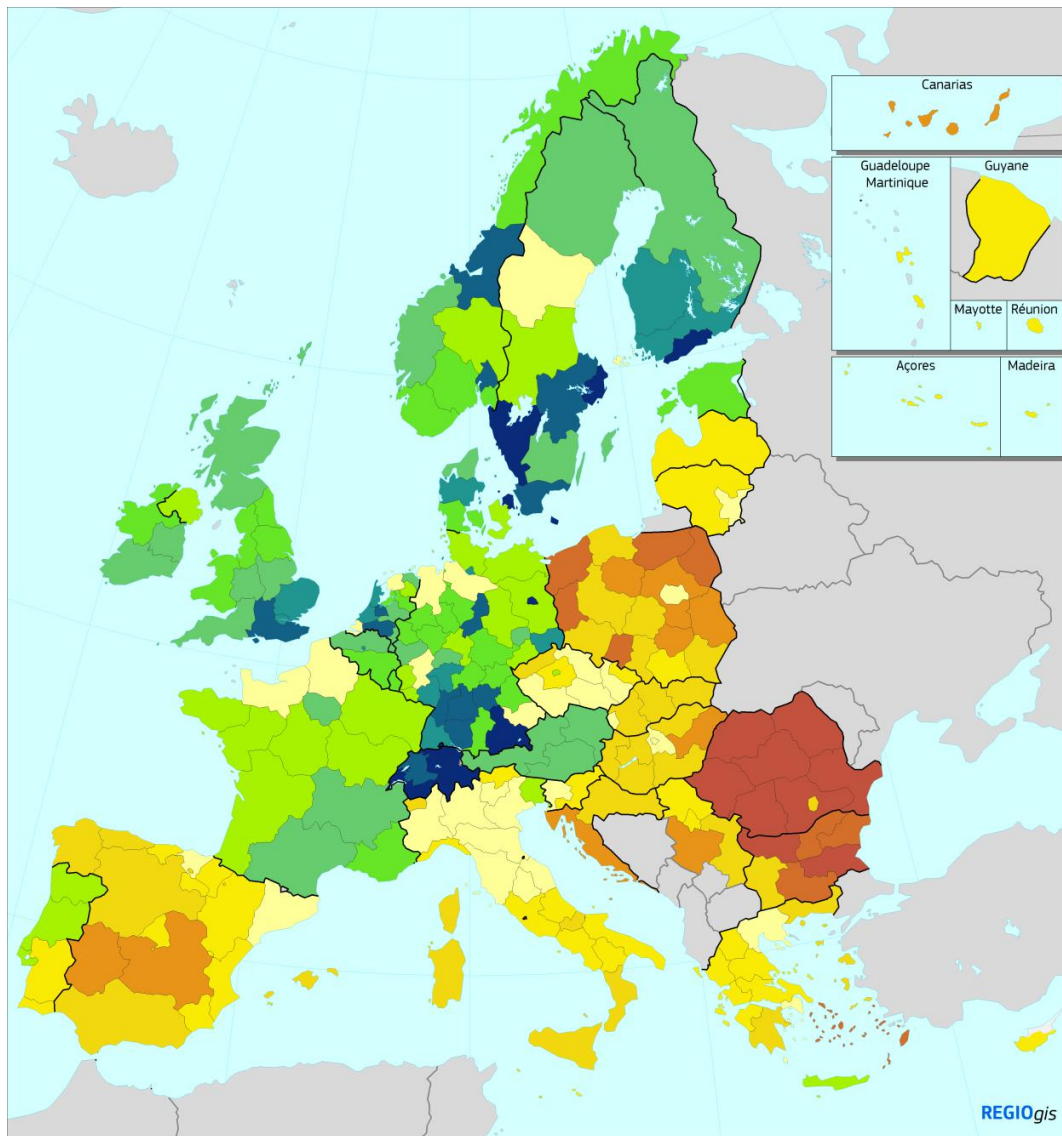
Το προφίλ της οικονομίας της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, έχει συνοπτικά ως εξής: αυτή η ιδιαίτερα ορεινή περιοχή είναι πλούσια σε ορυκτούς πόρους, η εξόρυξη των οποίων έχει ενισχύσει την ανάπτυξη μεγάλου αριθμού επιχειρήσεων στην παραγωγή βασικών μετάλλων και μεταποιημένων μεταλλικών προϊόντων. Η Π.Ε. Βοιωτίας φιλοξενεί μερικές από τις μεγαλύτερες παραγωγικές μονάδες της χώρας σε κατασκευαστικούς τομείς, όπως ηλεκτρικά μηχανήματα, βασικά μέταλλα, μη μεταλλικά ορυκτά προϊόντα, καουτσούκ, πλαστικό, προϊόντα από ξύλο & φελλό και έχει γίνει ένα hotspot κατασκευής, λόγω της ανάπτυξης βιομηχανικών ζωνών στην Π.Ε. Βοιωτίας που συνορεύει με την Αττική. Οι μεταποιητικές δραστηριότητες έχουν δημιουργήσει οικονομικές διακυμάνσεις, αλλά και σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα (γενικά κοντά στα εθνικά δίκτυα μεταφορών), ειδικά για πόρους ύδατος και εδάφους [55]. Οι πεδινές περιοχές αποτελούν σημαντική γεωργική ζώνη, ενώ στην υπόλοιπη περιοχή, η παροχή υπηρεσιών, το εμπόριο και ο τουρισμός είναι οι σημαντικότερες δραστηριότητες. Ο τομέας των μεταφορών είναι επίσης σημαντικός για την ανάπτυξη της περιοχής, λόγω της θέσης και της σχετικά υψηλής έντασης των εξαγωγών. Η δομή της περιφερειακής οικονομίας έχει αρνητικό αντίκτυπο στη ζήτηση και κατανάλωση ενέργειας, δημιουργώντας σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται κυρίως με τη

διαχείριση των αποβλήτων και υποπροϊόντα του μεταποιητικού τομέα και, σε μικρότερο βαθμό, με τον πρωτογενή τομέα. Σύμφωνα με τις πρόσφατες εξελίξεις, παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον για επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (κυρίως αιολική, αλλά και ηλιακή).



Εικόνα 25.
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας
(Πηγή προέλευσης <https://el.m.wikipedia.org/wiki/>)

Αναφορικά με τις επιδόσεις της Περιφέρειας στον τομέα της καινοτομίας, ο οποίος συνδέεται άρρηκτα με τον “δείκτη ευφυίας” μιας περιοχής, τις έξυπνες υλοποιήσεις και εφαρμογές, ο ευρωπαϊκός πίνακας αποτελεσμάτων για την περιφερειακή καινοτομία (Regional Innovation Scoreboard - RIS 2019) κατατάσσει την Στερεά Ελλάδα ως μετρίων - μεσαίων επιδόσεων (moderate). Είναι η δεύτερη χαμηλότερη από τις τέσσερις βασικές κατηγορίες επιδόσεων που είναι οι ακόλουθες: modest (περιορισμένων επιδόσεων καινοτομίας) - moderate (μετρίων - μεσαίων επιδόσεων καινοτομίας) - strong (ισχυρών επιδόσεων καινοτομίας) - leader (πρωτοπόρες στην καινοτομία) και βρίσκεται στην κατηγορία αυτή μαζί με ορισμένες άλλες ελληνικές περιφέρειες (Περιφέρεια Θεσσαλίας, Περιφέρεια Ηπείρου, Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας).



Regional performance groups



Source: European Commission - Regional Innovation Scoreboard 2019

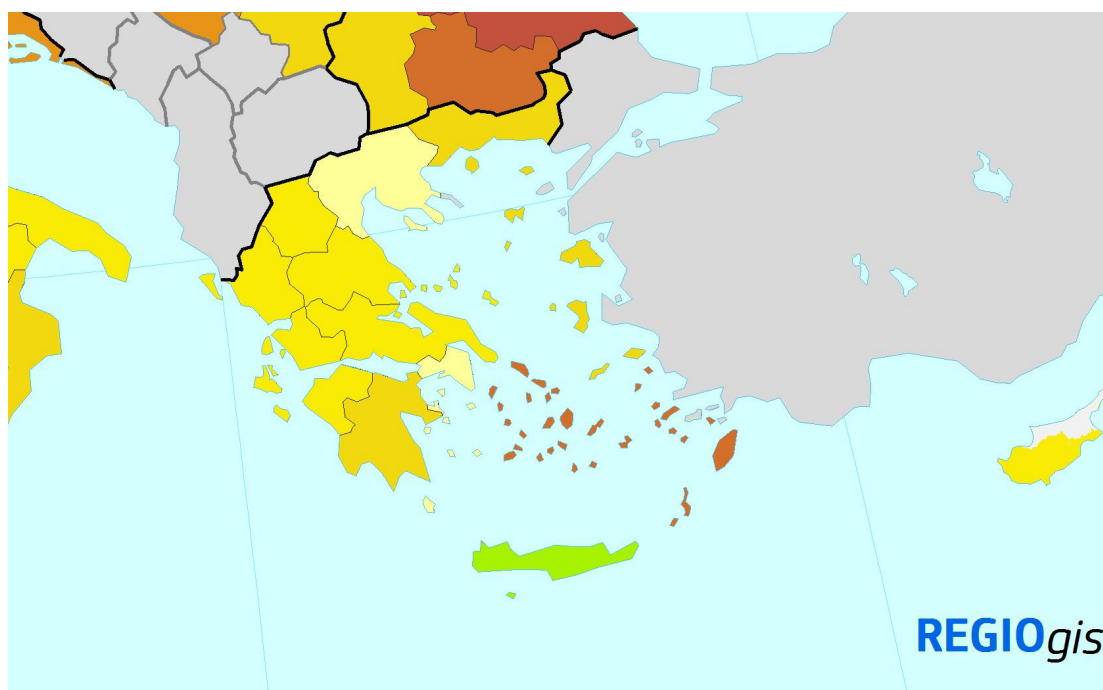
0 500 km

© EuroGeographics Association for the administrative boundaries

Εικόνα 26.
Ευρωπαϊκός Χάρτης περιφερειακής καινοτομίας
 (Πηγή προέλευσης https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/regional_en)

Σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές περιφέρειες, μπορεί να συγκριθεί με κάποιες της Νότιας Ιταλίας και της Ιβηρικής χερσονήσου κυρίως, ενώ για τα ελληνικά δεδομένα μπορούμε να πούμε ότι βρίσκεται κοντά στον μέσο όρο εξαιρουμένων των Περιφερειών

Αττικής, Κεντρικής Μακεδονίας και Περιφέρειας Κρήτης, οι οποίες έχουν σαφώς ανώτερη αξιολόγηση.



Εικόνα 27.
Ελληνικός Χάρτης περιφερειακής καινοτομίας
(Πηγή προέλευσης https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/regional_en)

8.2 Σχεδιασμός και υλοποίηση στρατηγικών καινοτομίας / νέο πλαίσιο προγραμματισμού

Η Στερεά Ελλάδα αντιμετωπίζει σημαντικές αντιφάσεις, καθώς είναι μία από τις πιο ανεπτυγμένες ελληνικές περιοχές με υψηλή συγκέντρωση κατασκευής, όμως αυτή η παραγωγική βάση ολοκληρώνεται ουσιαστικά με την Αττική. Παρά τις προσπάθειες έχουν καταβληθεί στο παρελθόν για την ανάπτυξη περιφερειακών στρατηγικών καινοτομίας (RIS, RIS +, RISE), η περιοχή εξακολουθεί να διαθέτει ένα αδύναμο σύστημα καινοτομίας, έλλειψη μεσαζόντων οργανισμών για την υποστήριξη της επιχειρηματικής καινοτομίας και ένα μικρό μερίδιο εξειδικευμένων ανθρώπινων πόρων. Η εγγύτητά της με την Αττική έχει αποτρέψει την ανάπτυξη ενδογενών τεχνολογικών δυνατοτήτων [57].

Κατά την περίοδο 2007-2013, ο σχεδιασμός και η εφαρμογή των πολιτικών RDTI (Research - Development - Technology - Innovation) ήταν εξαιρετικά συγκεντρωτικός

και κεντρικά κατευθυνόμενος. Η επόμενη προγραμματική περίοδος 2014-2021, την οποία διανύουμε, στιγματίστηκε από το δυσμενές μακροοικονομικό περιβάλλον που βιώνουμε μέχρι και σήμερα, με όλες τις επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης, γεγονός που κατεύθυνε το ενδιαφέρον και τον σχεδιασμό σε στόχους όπως ενίσχυση απασχόλησης & κοινωνικής συνοχής, ολοκλήρωση υποδομών και δικτύων κλπ.

Ωστόσο, για την επερχόμενη περίοδο προγραμματισμού (2021-2027), οι περιφερειακές αρχές διαφαίνεται ότι σκοπεύουν να εκπληρώσουν τον ρόλο τους, σύμφωνα με το μεταρρυθμιστικό πλαίσιο του Καλλικράτη (Ν.3852/2010), και να επεξεργαστούν μια αναπτυξιακή στρατηγική με τοπική (περιφερειακή) διάσταση. Σε αυτό βοηθά η διαφαινόμενη αναστροφή του κλίματος και των μακροοικονομικών συνθηκών και ως εκ τούτου, η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας θα πρέπει να αντιμετωπίσει μια διπλή πρόκληση : η περιφερειακή αρχή θα πρέπει να ενισχύσει την ικανότητά της να σχεδιάζει και να εφαρμόζει μια έξυπνη στρατηγική εξειδίκευσης και ταυτόχρονα να συντονίζει τη συμμετοχή και τη συμβολή των ενδιαφερομένων μερών στην ανάπτυξη αυτής της στρατηγικής.

Συγκεκριμένα και σύμφωνα με το νέο πλαίσιο προγραμματισμού 2021-2027, στους πέντε στόχους πολιτικής περιλαμβάνονται :

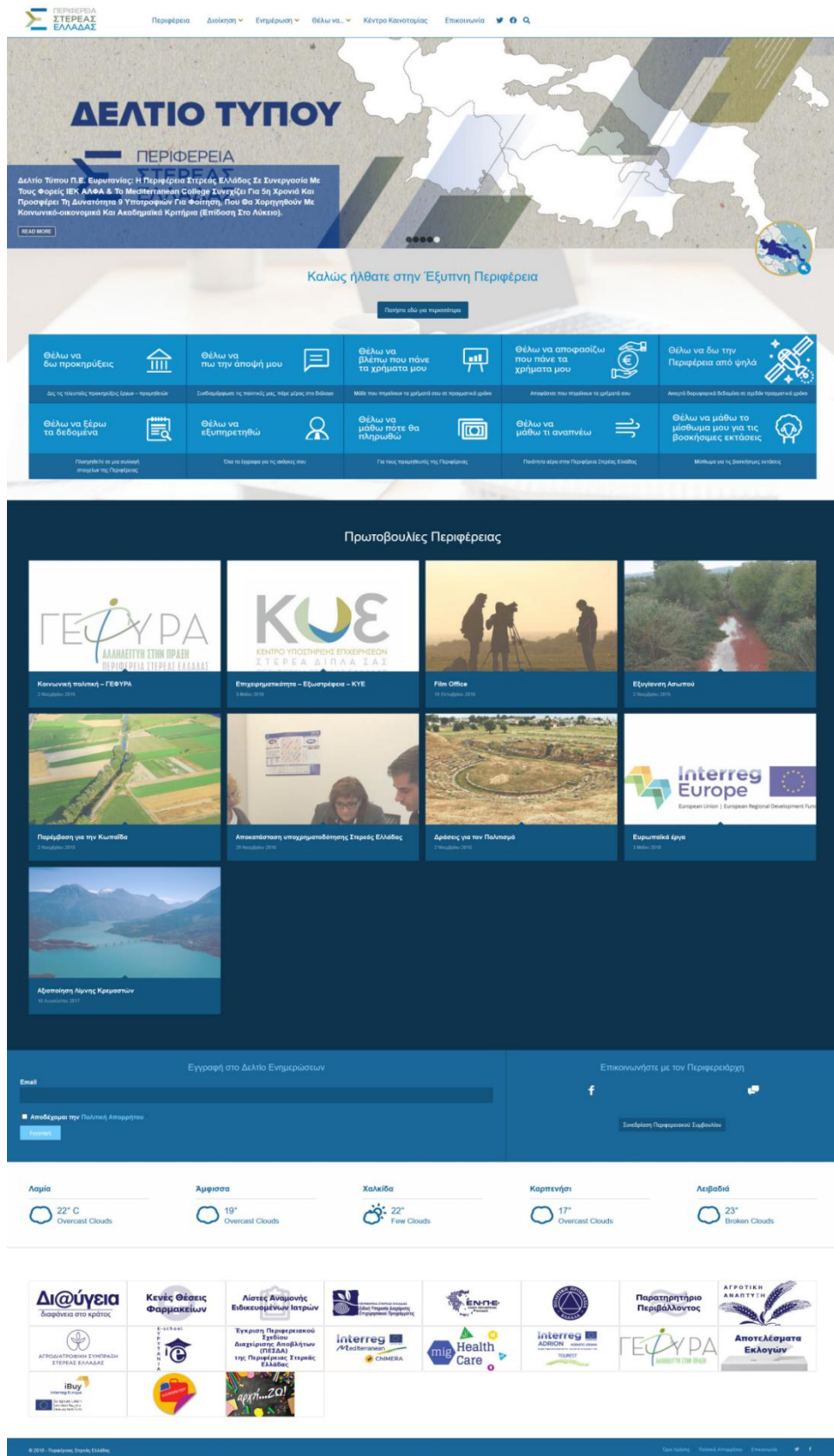
- Μια εξυπνότερη Ευρώπη → προώθηση καινοτόμου & έξυπνου οικονομικού μετασχηματισμού (χρηματοδότηση από Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης)
- Μια πιο πράσινη Ευρώπη → προώθηση καθαρών μορφών ενέργειας - πράσινων επενδύσεων - προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή (χρηματοδότηση από Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης + Ταμείο Συνοχής)
- Μια περισσότερο διασυνδεδεμένη Ευρώπη → ενίσχυση της κινητικότητας & περιφερειακών διασυνδέσεων (χρηματοδότηση από Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης + Ταμείο Συνοχής)
- Μια πιο κοινωνική Ευρώπη → ανάπτυξη κοινωνικής καινοτομίας - εξάλειψη αποκλεισμών - εξασφάλιση ισότιμης πρόσβασης σε υπηρεσίες υγείας - βελτίωση πρόσβασης στην απασχόληση όλων των κοινωνικών ομάδων (χρηματοδότηση από Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης)
- Μια Ευρώπη φιλικότερη για τους πολίτες → προώθηση ολοκληρωμένης ανάπτυξης αστικών αγροτικών & παράκτιων περιοχών μέσω υποστήριξης τοπικών πρωτοβουλιών (χρηματοδότηση από Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης)

[81]

8.3 Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, ΤΠΕ και ανάπτυξη “έξυπνων” εφαρμογών

Η ζήτηση για προϊόντα και υπηρεσίες ΤΠΕ στην Στερεά Ελλάδα μπορεί να χαρακτηριστεί γενικά ως αναιμική, λόγω του χαμηλού εισοδήματος και της έλλειψης «ψηφιακών» δεξιοτήτων σε μεγάλο μέρος των πολιτών. Κατά συνέπεια τα πιο αξιοσημείωτα έργα ΤΠΕ που εφαρμόστηκαν τα τελευταία χρόνια αφορούσαν στην υλοποίηση μητροπολιτικών οπτικών δικτύων (MAN) και δημοτικών ασύρματων hotspots, μεμονωμένων εφαρμογών που σχετίζονται με τον τουρισμό, την ανάπτυξη περιεχομένου για τα άτομα με ειδικές ανάγκες, την ψηφιοποίηση πολιτιστικών αρχείων, το σύστημα διαχείρισης φυσικών καταστροφών και τη δικτύωση των ιδρυμάτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και των σχολικών μονάδων στο εθνικό δίκτυο έρευνας και εκπαίδευσης και στο Διαδίκτυο.

Η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, ως φορέας αυτοδιοίκησης, στην προσπάθεια εναρμόνισης με τους ευρωπαϊκούς στόχους και τις σύγχρονες απαιτήσεις, δείχνοντας καλά αντανακλαστικά στις προκλήσεις των καιρών, χαράσσει την δική της πορεία στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων της, με υλοποιήσεις, έργα και σχεδιασμό, τα οποία ακόμη και αν δεν μπορούν να της προσδώσουν τον χαρακτηρισμό “έξυπνη”, σίγουρα την κινούν προς την κατεύθυνση αυτή. Η ηλεκτρονική διακυβέρνηση οδηγεί σταδιακά σε μια «έξυπνη» Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας. Αναλυτικότερα:



Εικόνα 28. Αρχική σελίδα ιστότοπου Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας (<https://pste.gov.gr/>)

8.3.1 Διοίκηση - εσωτερικό περιβάλλον του φορέα

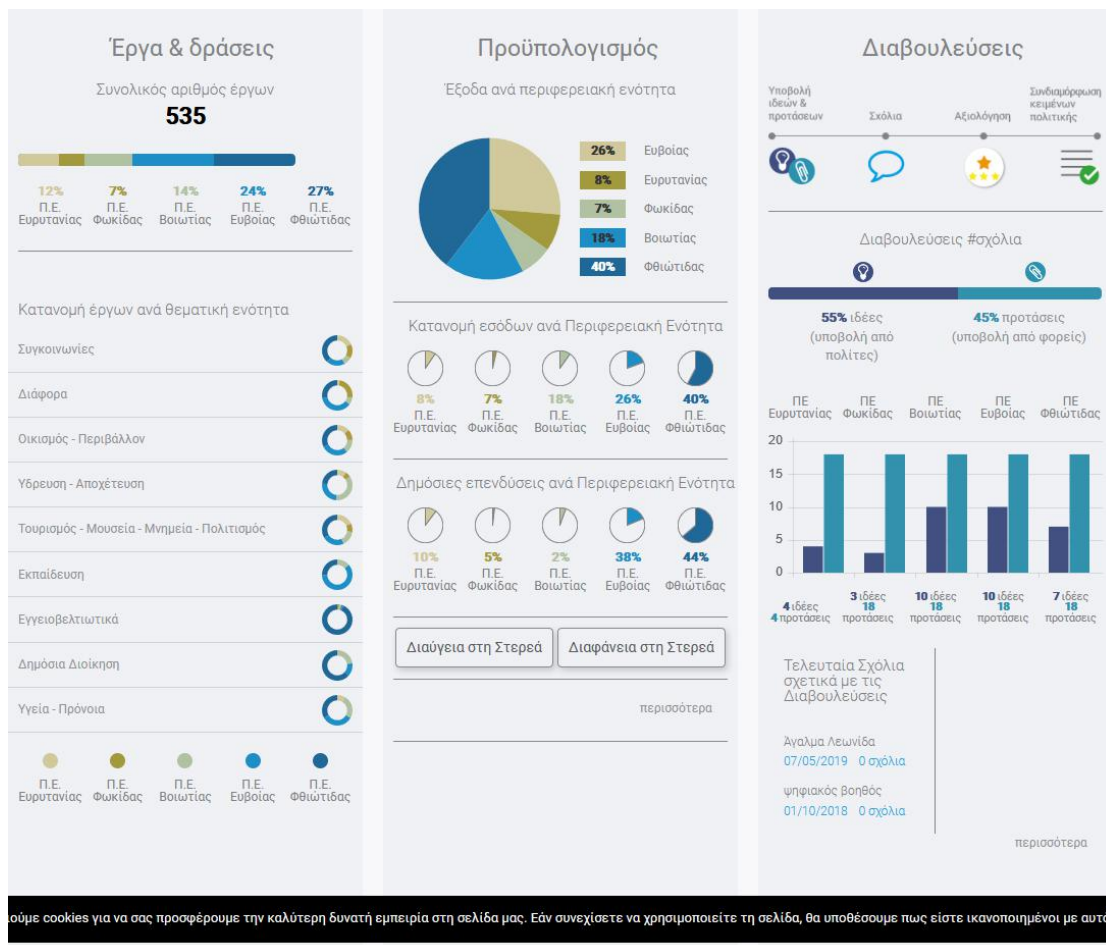
Η προσπάθεια για αύξηση της αποτελεσματικότητας & της αποδοτικότητας, για εξοικονόμηση πόρων, ενίσχυση της διαφάνειας και βελτίωση της παρεχόμενης υπηρεσίας προς τον πολίτη, διέρχεται μέσα από την υιοθέτηση της χρήσης ψηφιακής υπογραφής (με την χρήση usb-token και την πιστοποίηση των υπαλλήλων στην διαδικτυακή πύλη ΕΡΜΗΣ <http://www.ermis.gov.gr/portal/page/portal/ermis/>) και της ηλεκτρονικής διακίνησης εγγράφων, στο σύνολο των υπηρεσιών της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, από το 2016. Αποτέλεσμα η ευελιξία, η ταχύτητα διεκπεραίωσης των θεμάτων, η αμεσότητα στην γραπτή επικοινωνία, η αύξηση της ασφάλειας και η εξάλειψη κάθε είδους λειτουργικού κόστους που σχετίζεται με τη διακίνηση εγγράφων.

Επίσης διέρχεται μέσα από ένα σύνολο διασυνδεδεμένων εφαρμογών ΤΠΕ όπως εφαρμογή διαχείρισης ανθρώπινου δυναμικού, εφαρμογή οικονομικής διαχείρισης, εφαρμογή διαχείρισης τεχνικών έργων, οι οποίες καλύπτουν με τον καλύτερο τρόπο το σύνολο των υπηρεσιακών - λειτουργικών αναγκών του φορέα.

Η προσαρμογή δεν ήταν εύκολη για αιρετούς και εργαζομένους, μετά από μια μακρά πορεία ετών που χαρακτηριζόταν από την χρήση φυσικής υπογραφής εφαρμογών που δεν διαλειτουργούσαν, ακόμη και χειρόγραφων βιβλίων πρωτοκόλλου.

8.3.2 Έξυπνη Περιφέρεια - συμμετοχική διακυβέρνηση

Η ανοιχτή διακυβέρνηση επιτυγχάνεται μέσω της όσο το δυνατόν μαζικότερης συμμετοχής των πολιτών στην διαδικασία λήψης αποφάσεων. Μέσα από το open dashboard, το οποίο λειτουργεί πιλοτικά (http://hello.crowdapps.net/_opendashboard-sterea-ellada/), τόσο οι πολίτες όσο και οι φορείς, μπορούν να αντλήσουν πληροφορίες σχετικά με τα τεχνικά έργα και κάθε είδους δράση, τον προγραμματισμό, να παρακολουθήσουν σε πραγματικό χρόνο την εκτέλεση του Προϋπολογισμού της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας (έσοδα, έξοδα, πρόγραμμα δημοσίων επενδύσεων ανά Π.Ε.) αλλά και να καταθέσουν τις προτάσεις τους σε δημόσια διαβούλευση, ώστε το όραμα τους να έχει την δυνατότητα να μετουσιωθεί σε πολιτική - μέσω της ανοιχτής δημόσιας διαβούλευσης (<https://hello.crowdapps.net/perifereia-stereas-diavouleusi/>)



Εικόνα 29.

Open dashboard (<http://hello.crowdapps.net/ opendashboard-sterea-ellada/>)

8.3.3 Έξυπνη Περιφέρεια - Διαφάνεια

Στο portal www.diafaneia.sterea.gr υπάρχουν όλες οι προκηρύξεις διαγωνισμών & προσκλήσεις εκδήλωσης ενδιαφέροντος για κάθε προμήθεια, έργο και παροχή υπηρεσίας που υλοποιείται, ώστε να είναι εφικτό, σε πραγματικό χρόνο, οι επιχειρήσεις και οι επαγγελματίες να συμμετέχουν στην διαδικασία που τους ενδιαφέρει. Μία σειρά κριτηρίων όπως ο προϋπολογισμός, ο τόπος, το είδος κλπ. διευκολύνουν την πλοήγηση και αναζήτηση.

Η διαφάνεια ενισχύεται περαιτέρω μέσω την συμμετοχής της Περιφέρειας στο 3ο Εθνικό Σχέδιο Δράσης OGP (open government partnership).

8.3.4 Έξυπνη Περιφέρεια - Στερεά για τον πολίτη

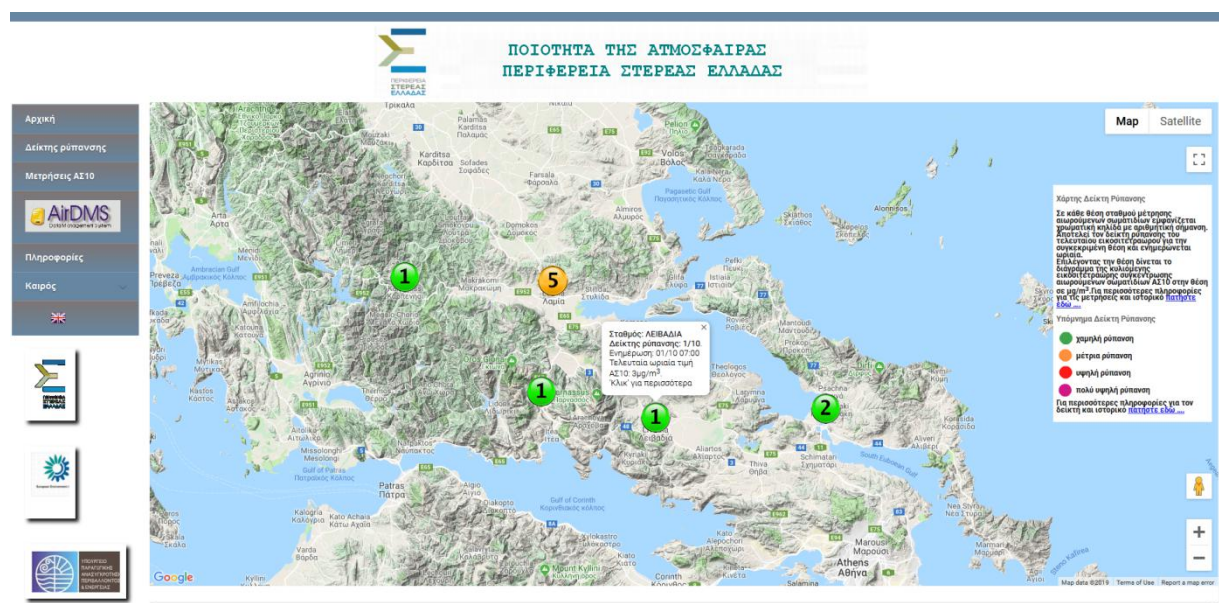
Όλες οι διαδικασίες που μπορεί να ενδιαφέρουν τον πολίτη, σε επίπεδο αλληλεπίδρασης με τον φορέα λ.χ. διαδικασίες, αδειοδοτήσεις κάθε είδους,

δικαιολογητικά, χορήγηση επιδομάτων κλπ. υπάρχουν συγκεντρωμένα στην πλατφόρμα <http://www.sterea4people.gr/>, όπου μπορεί κάθε πολίτης να ενημερωθεί αλλά και να λάβει τις απαραίτητες αιτήσεις, εξοικονομώντας χρόνο και κόπο.

8.3.5 Έξυπνη Περιφέρεια - μάθε τι αναπνέεις

Η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, προχώρησε στην προμήθεια και εγκατάσταση στην έδρα και στις πρωτεύουσες των Περιφερειακών Ενοτήτων, κατάλληλου εξοπλισμού μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης & αιωρούμενων σωματιδίων ΑΣ 10

- Λαμία
- Άμφισσα
- Καρπενήσι
- Λειβαδιά
- Χαλκίδα

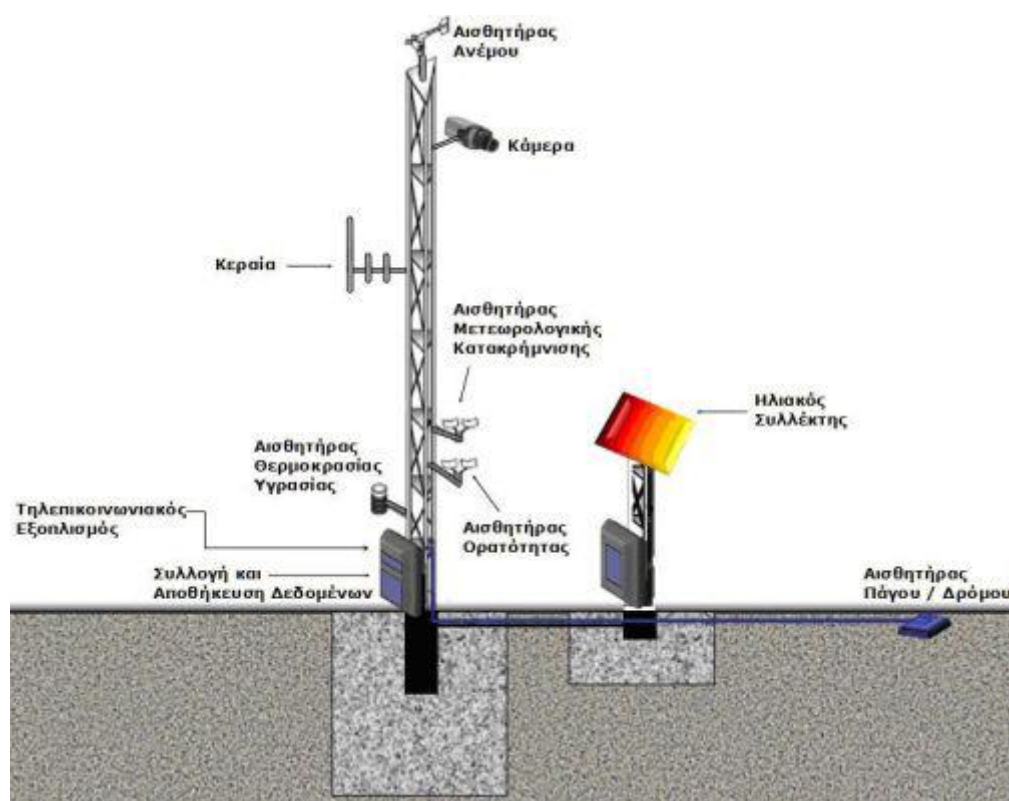


Εικόνα 30.
Σταθμοί μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης Π.Σ.Τ.Ε.

Ο εξοπλισμός των σταθμών ελέγχου ατμοσφαιρικής ρύπανσης, συνίσταται σε εγκατεστημένους κλωβούς που περιέχουν αναλυτές τύπου MP101M της εταιρείας ENVIRONNEMENT S.A., με αντικείμενο την ανάλυση των χαρακτηριστικών του αέρα, την αξιολόγηση τους και την διαμόρφωση του δείκτη ρύπανση για κάθε ένα από τα πέντε αστικά κέντρα, σε πραγματικό χρόνο.

Τα δεδομένα που προκύπτουν αξιοποιούνται πολλαπλώς : για την έκδοση reports, την ενημέρωση των πολιτών, την εφαρμογή των κοινών υπουργικών αποφάσεων για την αιθαλομίχλη, την λήψη εκτάκτων μέτρων όταν υπάρχει υπέρβαση του ορίου ασφαλείας αλλά και αξιοποίηση των δεδομένων μέσω της εφαρμογής AIRDMS που μπορεί να παρέχει διαβαθμισμένη πρόσβαση σε αυτά, ανάλογα με τα δικαιώματα που έχουν καθοριστεί για τους χρήστες.

8.3.6 Έξυπνη Περιφέρεια - πληροφοριακό σύστημα ενημέρωσης καιρικών συνθηκών στις Π.Ε. Ευρυτανίας, Φθιώτιδας και Φωκίδας



Εικόνα 31.
Σταθμοί ενημέρωσης καιρικών συνθηκών Π.Σ.Τ.Ε.

Στις τρεις Περιφερειακές Ενότητες υπάρχει το πιο ορεινό τμήμα του οδικού δικτύου, το οποίο αντιμετωπίζει τα σοβαρότερα προβλήματα από πλευράς καιρικών συνθηκών. Στις περιοχές αυτές λειτουργεί πιλοτικά ένα σύστημα ενημέρωσης καιρικών συνθηκών του δευτερεύοντος εθνικού οδικού δικτύου. Έχουν εγκατασταθεί σταθμοί (στις εικόνες εμφανίζονται στους σχετικούς χάρτες με κόκκινη ένδειξη) στην Π.Ε. Ευρυτανίας (στις θέσεις Μπαγασάκι, Ράχη Τυμφορηστού, 58ο & 61ο χλμ ΕΟ Λαμίας Καρπενησίου), στην Π.Ε. Φθιώτιδας (στο Ελευθεροχώρι, Καλαμάκι & Ομβριακή) και στην Π.Ε. Φωκίδας

(Καλοσκοπή, 51ο χλμ Λαμίας - Άμφισσας, 20ο χλμ Άμφισσας - Λιδωρικίου, Μεσοπόταμος)

Πληροφοριακό Σύστημα Ενημέρωσης Καιρικών Συνθηκών του Δευτερεύοντος Εθνικού Οδικού Δικτύου της Π.Ε. Ευρυτανίας Στην Π.Στερέα Ελλάδα

Σταθμός 58ο χλμ Ε.Ο. Λαμίας-Καρπενησίου
Από Τρίτη 29 Νοεμβρίου 2016 11:04:25

Μέτρηση	Τιμή	Μονάδα
Θερμοκρασία αέρα	2.8	Celcius
Υγρασία	100	%
Ταχύτητα ανέμου	1.3	m/sec
Διεύθυνση ανέμου	A (85)	degrees
Ατμοσφαιρική πίεση	915.0	mbar
Ορατότητα	20.000	m

ΠΜΜ Κόμβος Καρπενησίου-Αγίου Νικολάου
Από Σάββατο 23 Φεβρουαρίου 2019 21:30:51

Αρχική | Παρουσίαση Έργου | Οφέλη | Πληροφορίες Σταθμών | Πινακίδες μνημάτων | Πληροφοριακό σύστημα | Νέα | Επικοινωνία

Αρχική

▣ 11/01/2010 ▣ Πλήρης Λειτουργία ▣ 30/10/2009 ▣ Νέα εμφάνιση ▣ 25/02/2010 ▣ Τηλεφωνική Ενημέρωση για τις συνθήκες του οδικού δικτύου Π.Ε. Ευρυτανίας στην Περιφέρεια της Στερέας Ελλάδας ▣ 01/12/2016 ▣ Εκτός Λειτουργίας ▣

Αρχική
Αρχική σελίδα Διαβάστε το...

Εκτός Λειτουργίας
Η Ιστοσελίδα του Πληροφοριακού Συστήματος προσωρινά δεν θα ενημερώνεται, λόγω συντήρησης των μετεωρολογικών σταθμών. Διαβάστε το...

Χρήσιμα

- Ε.Μ.Υ.
- ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΟΣΕΙΔΩΝ - Ε.Κ.Θ.Ε.
- METEO - Καρπενήσι
- Δικτυακή Πύλη Δ. Καρπενησίου

Ψηφοφορία

Χρησιμοποιείτε την ιστοσελίδα για

- Καιρικά φαινόμενα στην ευρύτερη περιοχή
- Ενημέρωση και περιήγηση
- Εξαγωγή Περιβαλλοντικών δεδομένων

Ψηφίστε:

Newsletter

Εγγραφείτε στην λίστα ενημέρωσης για να λαμβάνετε άμεσα τα νέα του Π.Σ. στο e-mail σας. Πατήστε εδώ για να εγγραφείτε.

Χρηματοδότηση

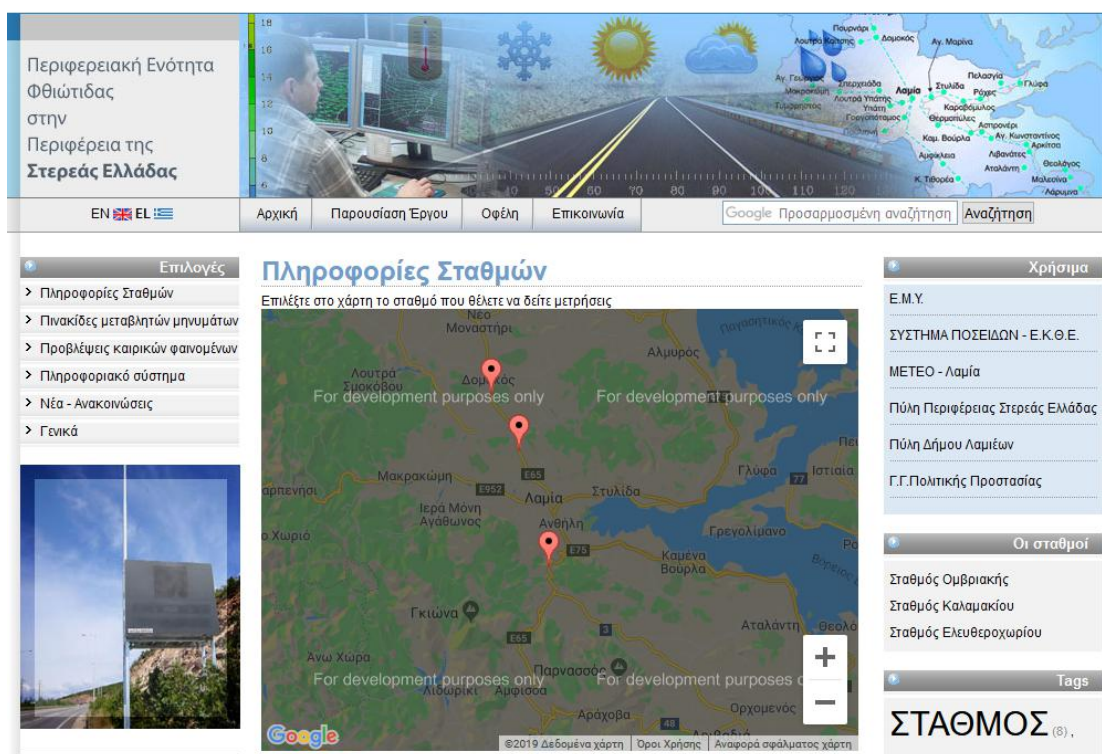
Όλο το πτυχίο χρηματοδοτήθηκε από το Ε.Π. Κοινωνία της Πληροφορίας

©2019 Δεδομένα χάρτη | Όροι Χρήσης | Αναφορά σφάλματος χάρτη

Εικόνα 32.

Σταθμός ενημέρωσης καιρικών συνθηκών δευτερεύοντος εθνικού οδικού δικτύου Π.Ε. Ευρυτανίας

(<http://evrytania.stereahellas.gr/el>)



Εικόνα 33.

Σταθμός ενημέρωσης καιρικών συνθηκών δευτερεύοντος εθνικού οδικού δικτύου Π.Ε. Φθιώτιδας

(<http://fthiotida.stereahellas.gr/el/data>)

Κάθε σταθμός αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

- **Ιστός στήριξης** δηλ. ένας μεταλλικός ιστός (6m σταθεροποιημένος με κατάλληλες αντηρίδες) πάνω στο οποίο έχουν τοποθετηθεί αισθητήρες, η μονάδα συλλογής δεδομένων, το GSM Modem και το κουτί φιλοξενίας τους.
- **Κουτί στέγασης:** κιβώτιο εξωτερικού χώρου μέσα στο οποίο έχουν τοποθετηθεί για λόγους προστασίας η μονάδα/μονάδες συλλογής δεδομένων, το GSM / GPRS Modem και όλος τον απαραίτητο λοιπό εξοπλισμό και καλωδιώσεις, συνδεδεμένες και αντάπτορες.
- **Μονάδα συλλογής δεδομένων :** τοποθετημένη μέσα στο κουτί στέγασης, είναι μια μονάδα επεξεργασίας δεδομένων, συνδεδεμένη με κεντρικό υπολογιστή, η οποία διαθέτει μικροεπεξεργαστή και μνήμη προκειμένου να καταγράφει τις μετρήσεις των αισθητήρων, να ελέγχει και να μεταδίδει καιρικά δεδομένα. Επίσης, μπορεί να αποθηκεύει τα δεδομένα των μετρήσεων για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και να τα διαγράφει, ύστερα από επιβεβαίωση του κεντρικού υπολογιστή. Μπορεί να λειτουργεί online ή offline, και να ελέγχει τους αισθητήρες (polling) σε πραγματικό χρόνο, με συχνότητα 0.1sec, κυκλικά, ή εναλλακτικά με δυνατότητα του χειριστή

του Κέντρου Ελέγχου να επιλέγει αυτόν που τον ενδιαφέρει κάθε φορά. Τέλος η μονάδα μπορεί να αυτοελέγχεται και να ενημερώνει για την λειτουργία της ίδιας & των αισθητήρων.

- **GSM/GPRS Modem:** συνδέεται μέσω σειριακής θύρας με την μονάδα συλλογής δεδομένων, μέσω Ethernet θύρας με την IP κάμερα και μέσω GPRS με το Κέντρο Ελέγχου μέσω ενός Gateway.
- **Σταθμός αισθητήρων :** μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασίας της ατμόσφαιρας αλλά και του υποστρώματος εδάφους, καταγραφής έντασης και κατεύθυνσης του ανέμου, ορατότητας, μέτρησης κατακρημνίσεων, μέτρησης βαρομετρικής πίεσης.
- **Κάμερες IP**
- **(υβριδικό) Σύστημα Φωτοβολταϊκών Στοιχείων:** καλύπτει τις ανάγκες του σταθμού αισθητήρων (αισθητήρες, IP κάμερες και μόντεμ) σε ενέργεια, ενώ υπάρχει σύνδεση και με το δίκτυο ηλεκτρισμού όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι κατάλληλες από πλευράς ηλιοφάνειας

Σύμφωνα με τον υπάρχοντα προγραμματισμό, μόλις το σύστημα περάσει σε παραγωγική λειτουργία, θα είναι δυνατή η ενημέρωση των πολιτών μέσα από συγκεκριμένο διαδικτυακό τόπο, αλλά και των διερχομένων το οδικό δίκτυο, από ενημερωτικές πινακίδες (Variable Message Signs, VMS) που θα τοποθετηθούν σε κατάλληλα σημεία, αναφορικά με την κατάσταση του οδοστρώματος και τις συνθήκες οδήγησης.

Επιπλέον, η Δ/ση Πολιτικής Προστασίας και οι Δ/σεις Τεχνικών Έργων της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, θα έχουν στην διάθεση τους ένα πολύτιμο εργαλείο για την οργάνωση τους κατά την αντιμετώπιση εκτάκτων δυσμενών καιρικών φαινομένων (αποχιονισμούς, πλημμύρες κλπ.)

Πληροφοριακό Σύστημα
 ενημέρωσης Καιρικών Συνθηκών
 του Δευτερεύοντος
 Εθνικού Οδικού Δικτύου
 της Π.Ε.Φωκίδας
 της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας

Αρχική Παρουσίαση Έργου Οφέλη Επικοινωνία Αναζήτηση EN EL

Επιλογές

- Πληροφορίες Σταθμών
- Πινακίδες μνημάτων
- Προβλέψεις καιρικών φαινομένων
- Πληροφοριακό σύστημα
- Νέα - Ανακοινώσεις
- Γενικά

Χρήσιμα

Ε.Μ.Υ.
 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΟΣΕΙΔΩΝ - Ε.Κ.Θ.Ε.
 Δικτυακή Πύλη Π.Ε. Φωκίδας
 Π.Στερεάς Ελλάδας
 ΜΕΤΕΟ Άμφισσας
 Δικτυακή Πύλη Δ. Άμφισσας
 ΜΕΤΕΟ Δελφοί

Οι σταθμοί

Σταθμός 51ο χ/μ Ε.Ο. Λαμίας-
 Άμφισσας
 Σταθμός Μεσοπτάμου
 Σταθμός 20ο χ/μ Άμφισσας -
 Λιδορικίου
 Σταθμός Καλοσκοπής

Πληροφορίες Σταθμών

Επιλέξτε στο χάρτη το σταθμό που θέλετε να δείτε μετρήσεις

Νέα - Ανακοινώσεις

Εικόνα 34.
 Σταθμός ενημέρωσης καιρικών συνθηκών δευτερεύοντος εθνικού οδικού δικτύου
 Π.Ε. Φωκίδας
 (<http://fokida.stereahellas.gr/el/data>)



Εικόνα 35.
 Σταθμός μέτρησης καιρικών φαινομένων Ελευθεροχωρίου Π.Ε. Φθιώτιδας
 (http://fthiotida.stereahellas.gr/el/slxPages/show/page_id/17)

8.4 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία επικεντρωθήκαμε σε δύο έννοιες που μονοπωλούν το ενδιαφέρον στον τομέα των τεχνολογιών αιχμής και επηρεάζουν καταλυτικά τις μελλοντικές εξελίξεις : την πέμπτη γενιά ασύρματων τεχνολογιών (5G) και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) και τις εφαρμογές του. Με την παραδοχή ότι, σήμερα περισσότερο από ποτέ, ο κόσμος μας είναι σε κίνηση και συνεπακόλουθα οι κινητές επικοινωνίες γνωρίζουν εκρηκτική ανάπτυξη, καθώς επίσης και ότι η δικτύωση και η διασύνδεση είναι απαραίτητα στοιχεία του σύγχρονου τρόπου ζωής σε όλους τους τομείς, το 5G και το IoT θα συνεχίσουν να γιγαντώνονται, να εξελίσσονται και να βελτιώνονται.

Η σύνδεση των δύο προκύπτει από τις ιδιότητες αφενός του 5G, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT). Τα δίκτυα 5G όπως έχουμε ήδη αναφέρει, προσφέρουν ταχύτητα, αξιοπιστία, αποδοτικότητα, ασφάλεια, χωρητικότητα και ελαχιστοποίηση του χρόνου απόκρισης, χαρακτηριστικά μοναδικά σε σχέση με οτιδήποτε είχε προηγηθεί στις ασύρματες επικοινωνίες. Από την άλλη πλευρά, η υιοθέτηση και λειτουργία των εφαρμογών του IoT, με όλα τα προφανή για το άτομο οφέλη, θέτει ως ζητούμενα ή προϋποθέσεις τα πλεονεκτήματα των δικτύων 5G. Είναι άμπολλα τα παραδείγματα που στηρίζουν αυτή την θέση : χωρίς την ελαχιστοποίηση του χρόνου απόκρισης και την αξιοπιστία που παρέχει το ασύρματο δίκτυο 5G, η δυναμική δρομολόγηση των ιατρικών περιστατικών στα νοσοκομεία μιας πόλης, με βάση την διαθεσιμότητα κλινών θα ήταν αδύνατη, η πρόληψη πλημμυρικών φαινομένων δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί. Χωρίς την τεράστια χωρητικότητα και την εκρηκτική ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων που εξασφαλίζει το 5G, ο σημαντικός όγκος πληροφοριών που συλλέγεται από αισθητήρες οι οποίοι αποτελούν βάση για αρκετές υλοποιήσεις της τεχνολογίας του IoT, δεν θα ήταν καν διαχειρίσιμος κλπ.

Μπορούμε να πούμε λοιπόν ότι τα ασύρματα δίκτυα 5ης γενιάς παρέχουν ένα ιδανικό τηλεπικοινωνιακό πλαίσιο για την εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων των εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) το οποίο αποτελεί τον εταίρο του 5G στην δημιουργία ενός πιο διασυνδεδεμένου κόσμου.

Στην πράξη και από τις περιπτώσεις που διερευνήσαμε, προκύπτει ότι, ο ψηφιακός μετασχηματισμός που σηματοδοτούν οι δύο αυτές έννοιες, προχωράει με πιο βραδύ ρυθμό από το αναμενόμενο, καθώς οι υλοποιήσεις ασυρμάτων δικτύων 5ης γενιάς βρίσκονται κυρίως σε στάδιο δοκιμαστικής λειτουργίας, σημειακά και μεμονωμένα και

όχι γενικά και εκτεταμένα. Αυτό δημιουργεί πρόσκομμα στην διείσδυση των εφαρμογών του IoT, καθώς είναι ο συνδυασμός των δύο τεχνολογιών, όταν υλοποιούνται ταυτόχρονα το στοιχείο εκείνο που μεγιστοποιεί τις ωφέλειες και δημιουργεί προστιθέμενη αξία, με την ευρεία έννοια του όρου, σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο.

Λεξικό Όρων και Συντομογραφιών

	Όρος στα Αγγλικά	Συντομογραφία	Όρος στα Ελληνικά
1	Internet of Things	IoT	Διαδίκτυο των Πραγμάτων
2	Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access	OFDMA	Πολλαπλή Πρόσβαση Ορθογώνιας Διαίρεσης Συχνότητας
3	Radio Frequency Identification	RFID	Ραδιοσυχνική Αναγνώριση
4	Global Positioning System	GPS	Σύστημα Παγκόσμιου Εντοπισμού Θέσης
5	Gateway		Πύλη
6	1 st GENERATION	1G	Δίκτυο πρώτης γενιάς
7	2 nd GENERATION	2G	Δίκτυο δεύτερης γενιάς
8	3 rd GENERATION	3G	Δίκτυο τρίτης γενιάς
9	4 th GENERATION	4G	Δίκτυο τέταρτης γενιάς
10	5 th GENERATION	5G	Δίκτυο πέμπτης γενιάς
11	Advanced Mobile Phone System	AMPS	
12	Frequency Division Multiplexing Access	FDMA	
13	Megahertz	MHz	
14		kbps	
15	Mobile Telephone System	MTS	
16	Advanced Mobile Telephone System	AMTS	
17	Improved Mobile Telephone System	IMTS	
18	Push To Talk	PTT	
19	Global System for Mobile communications	GSM	Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών
20	Time Division Multiple Access	TDMA	Πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης χρόνου
21	Multimedia Messaging Service	MMS	Μηνύματα πολυμέσων
22		e-mail	Μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
23		MP3	
24	International Telecommunication Union	ITU	Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών
25	International Mobile Telecommunication - 2000	IMT-2000	
26	Universal Mobile Telecommunication System	UMTS	
27	Code Division Multiple Access	CDMA2000	Πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης κώδικα
28	Wideband Code Division Multiple Access	W-CDMA	Ευρυζωνική πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης κώδικα
29	Time Division Synchronous Code Division Multiple Access	TD - SCDMA	Πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης χρόνου με ταυτόχρονη διαίρεση κώδικα
30	Internet Protocol	IP	Πρωτόκολλο διαδικτύου
31	Voice over IP	VoIP	Τηλεφωνία μέσω διαδικτύου
32	Long Term Evolution	LTE	Μακροπρόθεσμη εξέλιξη
33	Long Term Evolution Advanced	LTE Advanced	
34	Quality Of Service	QoS	Ποιότητα Υπηρεσιών
35	Video Conferencing	VC	Συνομιλία μέσω βίντεο
36	High Definition Television	HDTV	Τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας
37	Digital Video Broadcasting	DVB	Ψηφιακή μετάδοση βίντεο
38	Wireless World Wide Web	WWW	Ασύρματος παγκόσμιος ιστός
39	Orthogonal Frequency Division	OFDM	Ορθογωνική Πολυπλεξία Διαίρεσης

	Multiplexing		Συχνότητας
40	Augmented Reality	AR	Επαυξημένη πραγματικότητα
41	Virtual Reality	VR	Εικονική πραγματικότητα
42	3 rd Generation Partnership Project	3GPP	
43	Association of Radio Industries and Businesses	ARIB	
44	Automatic Terminal Information Service	ATIS	
45	China Communications Standards Association	CCSA	
46	European Telecommunications Standards Institute	ETSI	Ευρωπαϊκός Οργανισμός Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων
47	Telecommunications Standards Development Society India	TSDSI	
48	Telecommunications Technology Association	TTA	
49	Multiple Input Multiple Output	MIMO	Πολλαπλή εισροή πολλαπλή εκροή
50	Business to Business Verticals	B2B Verticals	Κάθετες αγορές
51	Logistics		Εφοδιαστική αλυσίδα
52	E-commerce		Ηλεκτρονικό εμπόριο
53	Ultra Wide Band	UWB	Δίκτυα εξαιρετικά ευρείας ζώνης
54	Wireless Personal Area Network	WPAN	Ασύρματο δίκτυο προσωπικού χώρου
55	Institute of Electrical and Electronics Engineers	IEEE	Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών
56	Local Area Network	LAN	Τοπικό δίκτυο
57	Wide Area Network	WAN	Δίκτυο Ευρείας Περιοχής
58	Personal Area Network	PAN	Δίκτυο Προσωπικής Περιοχής
59	Metropolitan Area Network	MAN	Μητροπολιτικό Δίκτυο
60	Research and Development	R & D	Έρευνα και ανάπτυξη
61	Global Positioning System	GPS	Παγκόσμιο σύστημα στιγματοθέτησης
62	Rich Site Summary	RSS	Σύνοψη Πλούσιας Σελίδας
63	London Office of Data Analytics	LODA	Γραφείο Ανάλυσης Δεδομένων της της πόλης του Λονδίνου
64	London Office of Technology & Innovation	LOTI	Γραφείο Τεχνολογίας & Καινοτομίας της πόλης του Λονδίνου
65	Global System Mobile Association	GSMA	
66	Buses with a High Level of Service	BHLS	
67	Trolleybus Optimisation Système Alimentation	TOSA	
68	Radio Frequency Identification	RFID	Ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων
69	Radio Frequency Identification tag	RFID tag	Ετικέτα
70	Transponder		Πομποδέκτης
71	Radio Frequency Identification reader	RFID reader	Αναγνώστης ή αισθητήρας
72	Near Field Communication	NFC	Επικοινωνία κοντά στο πεδίο
73	Low - Power Wireless Personal Area Networks	LoWPAN	Ασύρματα προσωπικά δίκτυα χαμηλής κατανάλωσης
74	Internet Engineering Task Force	I.E.T.F.	
75	Hypertext Transfer Protocol	HTTP	Πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου

76	Transmission Control Protocol	TCP	Πρωτόκολλο ελέγχου μεταφοράς
77	User Datagram Protocol	UDP	
78	Internet Protocol version 6	IPv6	
79	Smart Grid		Έξυπνο δίκτυο
80	Mesh		Πλέγμα
81	Actuator		Ενεργοποιητής
82	Wireless Sensor Network	WSN	Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων
83	Analog to Digital Converter	ADC	Μετατροπέας αναλογικού σε ψηφιακό σήμα
84	Sensor		Αισθητήρας
85	Middleware		Ενδιάμεσο λογισμικό
86	Neighborhood Area Network	NAN	Δίκτυο Γειτονιάς
87	Wearable		Φερόμενη συσκευή
88		ΧΑΠ	Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια
89	Light Emitting Diode	LED	Δίοδος Εκπομπής Φωτός
90	Closed Circuit Television	CCTV	Κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης
91	Regional Innovation Scoreboard	RIS	Ευρωπαϊκός πίνακας αποτελεσμάτων για την περιφερειακή καινοτομία
92	Modest		Περιορισμένων επιδόσεων καινοτομίας
93	Moderate		Μετρίων - μεσαίων επιδόσεων καινοτομίας
94	Strong		Ισχυρών επιδόσεων καινοτομίας
95	Leader		Πρωτοπόρες στην καινοτομία
96	Research - Development - Technology - Innovation	RDTI	Έρευνα - Ανάπτυξη - Τεχνολογία - Καινοτομία
97	Open government partnership	OGP	Συνεργασία ανοιχτής διακυβέρνησης
98		ΑΣ10	Αιωρούμενα σωματίδια 10
99	Variable Message Signs,	VMS	Ενημερωτικές πινακίδες
100	General Packet Radio Service	GPRS	Γενικές υπηρεσίες μεταγωγής πακέτων

Βιβλιογραφία

- [1] Rathore, M.M.; Ahmad, A.; Paul, A.; Rho, S. Urban planning and building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics. *Comput. Netw.* **2016**, *101*, 63–80.
- [2] Zhu, C.; Leung, V.C.M.; Shu, L.; Ngai, E.C.H. Green Internet of Things for Smart World. *IEEE Access* **2015**, *3*, 2151–2162.
- [3] Botta, A.; de Donato, W.; Persico, V.; Pescapé, A. Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. *Future Gener. Comput. Syst.* **2016**, *56*, 684–700.
- [4] Jaradat, M.; Jarrah, M.; Bousselham, A.; Jararweh, Y.; Al-Ayyoub, M. The Internet of Energy: Smart Sensor Networks and Big Data Management for Smart Grid. *Procedia Comput. Sci.* **2015**, *56*, 592–597.
- [5] Hancke, G.; Silva, B.; Hancke, G., Jr. The Role of Advanced Sensing in Smart Cities. *Sensors* **2012**, *13*, 393–425.
- [6] Kyriazis, D.; Varvarigou, T.; White, D.; Rossi, A.; Cooper, J. Sustainable smart city IoT applications: Heat and electricity management amp; Eco-conscious cruise control for public transportation. In *Proceedings of the 2013 IEEE 14th International Symposium on "A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks" (WoWMoM)*, Madrid, Spain, 4–7 June 2013; pp. 1–5.
- [7] Gubbi, J.; Buyya, R.; Marusic, S.; Palaniswami, M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Gener. Comput. Syst.* **2013**, *29*, 1645–1660.
- [8] Akhilesh Kumar Pachauri 1 and Ompal Singh ,“5G Technology – Redefining wireless Communication in upcoming years” , *International Journal of Computer Science and Management Research* ,Vol 1 Issue 1,Aug 2012
- [9] Anju Uttam Gawas, *An Overview on Evolution of Mobile Wireless Communication Networks: 1G-6G*, JRITCC, VOLUME 3 ISSUE 5, MAY2015
- [10] Ms. Reshma S ,5G Mobile Technology JARCET,Volume 2, Issue 2, February 2013
- [11] Meenal G. Kachhavay et al, *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, Vol.3 Issue.3, March- 2014
- [12] Neha Dumbre, *5G WIRELESS TECHNOLOGIES-Still 4G auction not over, but time to start talking 5G* *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)* Volume 2, Issue 2, February 2013
- [13] Singh, Sapana, Pratap Singh, "Key Concepts and Network Architecture for 5G Mobile Technology.", *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology*,1.5,2012
- [14] McLaren, D.; Agyeman, J. (2015). *Sharing Cities: A Case for Truly Smart and Sustainable Cities*. MIT Press. ISBN 9780262029728.
- [15] Peris-Ortiz, M.; Bennett, D. R.; Yábar, D. P.-B. (2016). *Sustainable Smart Cities: Creating Spaces for Technological, Social and Business Development*. Springer. ISBN 9783319408958.
- [16] Komninos, N. (2013). "What makes cities intelligent?". In Deakin, Mark (ed.). *Smart Cities: Governing, Modelling and Analysing the Transition*. Taylor and Francis. p. 77. ISBN 978-1135124144.
- [17] Dept Business (2013), p. 7 "As consumers of private goods and services we have been empowered by the Web and, as citizens, we expect the same quality from our public services. In turn, public authorities are seeking to reduce costs and raise performance by adopting similar approaches in the delivery of public services. However, the concept of a Smart City goes way beyond the transactional relationships between citizen and service provider. It is essentially enabling and encouraging the citizen to become a more active and participative member of the community"

- [18] Chan, K. (2017). "What Is A 'Smart City'?". Expatriate Lifestyle. Retrieved 23 January 2018.
- [19] Hunt, D.; Rogers, C.; Cavada, M. (2014). "Smart Cities: Contradicting Definitions and Unclear Measures". MDPI Sciforum – The platform for open scholarly exchange. sciforum.net. pp. f004. doi:10.3390/wsf-4-f004. Retrieved 16 March 2016.
- [20] Paskaleva, K (25 January 2009). "Enabling the smart city: The progress of e-city governance in Europe". *International Journal of Innovation and Regional Development*. 1 (4): 405–422(18). doi:10.1504/ijird.2009.022730.
- [21] European Commission. "Digital Agenda for Europe". 2015.
- [22] Deakin, M.; Al Waer, H. (2011). "From Intelligent to Smart Cities". *Journal of Intelligent Buildings International: From Intelligent Cities to Smart Cities*. 3 (3): 140–152. doi:10.1080/17508975.2011.586671.
- [23] Deakin, M. (2013). "From intelligent to smart cities". In Deakin, Mark (ed.). *Smart Cities: Governing, Modelling and Analysing the Transition*. Taylor and Francis. p. 15. ISBN 978-1135124144.
- [24] Giffinger, Rudolf; Christian Fertner; Hans Kramar; Robert Kalasek; Nataša Pichler-Milanovic; Evert Meijers (2007). "Smart cities – Ranking of European medium-sized cities" (PDF). *Smart Cities*. Vienna: Centre of Regional Science.
- [25] Caragliu, A; Del Bo, C.; Nijkamp, P (2009). "Smart cities in Europe". *Serie Research Memoranda* 0048.
- [26] IEEE-SA—IEEE Get 802 Program—802.15: Wireless PANs. Available online: <https://standards.ieee.org/about/get/802/802.15.html>.
- [27] Hollands (2008), pp. 303–320.
- [28] Deakin, M (2007). "From city of bits to e-topia: taking the thesis on digitally-inclusive regeneration full circle". *Journal of Urban Technology*. 14 (3): 131–143.
- [29] Deakin, M; Allwinkle, S (2007). "Urban regeneration and sustainable communities: the role of networks, innovation and creativity in building successful partnerships". *Journal of Urban Technology*. 14 (1): 77–91. doi:10.1080/10630730701260118.
- [30] Gooch, D.; Wolff, A.; Kortuem, G.; Brown, R. (2015). *Reimagining the Role of Citizens in Smart City Projects* (PDF). *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*. UbiComp '15. New York, NY, US: ACM. pp. 1587–1594. doi:10.1145/2800835.2801622. ISBN 978-1-4503-3575-1.
- [31] Atlee, T. & Pór, G. (2006). *Evolutionary Nexus: connecting communities for emergence*.
- [32] Mitchell, W. (2007). "Intelligent cities". *e-Journal on the Knowledge Society*.
- [33] Komninos, N. (2011). "Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence.". In Deakin, Mark; Al Waer, Husam (eds.). *From Intelligent to Smart Cities*. *Journal of Intelligent Buildings International: From Intelligent Cities to Smart Cities*. 3. pp. 140–152. doi:10.1080/17508975.2011.586671.
- [34] Department of Sustainability and Environment (2005). "Melbourne 2030". State Government of Victoria. Archived from the original on 30 May 2015. Retrieved 30 May 2015.
- [35] Riley, K (2017). "America needs smart grid investments pronto, stakeholders say at NARUC event". *Daily Energy Insider*. Retrieved 11 December 2017.
- [36] Atzori, L.; Iera, A.; Morabito, G. *The Internet of Things: A survey*. *Comput. Netw.* **2010**, 54, 2787–2805.
- [37] Alamri, A.; Ansari, W.S.; Hassan, M.M.; Hossain, M.S.; Alelaiwi, A.; Hossain, M.A. *A Survey on Sensor-Cloud: Architecture, Applications, and Approaches*. *Int. J. Distrib. Sens. Netw.* **2013**, 9, 917923.

- [38] Kosmatos, E.A.; Tselikas, N.D.; Boucouvalas, A.C. Integrating RFIDs and Smart Objects into a Unified Internet of Things Architecture. *Adv. Internet Things* **2011**, *1*, 5.
- [39] Rawat, P.; Singh, K.D.; Chaouchi, H.; Bonnin, J.M. Wireless sensor networks: A survey on recent developments and potential synergies. *J. Supercomput.* **2014**, *68*, 1–48.
- [40] Zanella, A.; Bui, N.; Castellani, A.; Vangelista, L.; Zorzi, M. Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet Things J.* **2014**, *1*, 22–32.
- [41] Medagliani, P.; Leguay, J.; Duda, A.; Rousseau, F.; Duquennoy, S.; Raza, S.; Ferrari, G.; Gonizzi, P.; Cirani, S.; Veltri, L.; et al. Internet of Things Applications—From Research and Innovation to Market Deployment. In *Bringing IP to Low-Power Smart Objects: The Smart Parking Case in the CALIPSO Project*; The River Publisher Series in Communication: Delft, The Netherlands, 2014; pp. 287–313.
- [42] Elmangoush, A.; Alhazmi, A.; Magedanz, T.; Schuch, W.; Estevez, C.; Ehijo, A.; Wu, J.; Nguyen, T.; Ventura, N.; Mwangama, J.; et al. Towards Unified Smart City Communication Platforms. In *Proceedings of the Workshop on Research in Information Systems and Technologies*, Chillán, Chile, 16 October 2015.
- [43] Shafie-Khah, M.; Heydarian-Forushani, E.; Golshan, M.E.H.; Siano, P.; Moghaddam, M.P.; Sheikh-El-Eslami, M.K.; Catalão, J.P.S. Optimal trading of plug-in electric vehicle aggregation agents in a market environment for sustainability. *Appl. Energy* **2016**, *162*, 601–612.
- [44] Li, X.; Lu, R.; Liang, X.; Shen, X.; Chen, J.; Lin, X. Smart community: An internet of things application. *IEEE Commun. Mag.* **2011**, *49*, 68–75.
- [45] Stratigea, A. The concept of “smart cities”. Towards community development? *Netcom. Réseaux Commun. Territ.* **2012**, *26-3/4*, 375–388.
- [46] Neyestani, N.; Damavandi, M.Y.; Shafie-khah, M.; Catalão, J.P.S. Modeling the PEV traffic pattern in an urban environment with parking lots and charging stations. In *Proceedings of the 2015 IEEE Eindhoven PowerTech*, Eindhoven, The Netherlands, 29 June–2 July 2015; pp. 1–6.
- [47] Yazdani-Damavandi, M.; Moghaddam, M.P.; Haghifam, M.R.; Shafie-khah, M.; Catalão, J.P.S. Modeling Operational Behavior of Plug-in Electric Vehicles’ Parking Lot in Multienergy Systems. *IEEE Trans. Smart Grid* **2016**, *7*, 124–135.
- [48] Lee, S.; Yoon, D.; Ghosh, A. Intelligent parking lot application using wireless sensor networks. In *Proceedings of the 2008 International Symposium on Collaborative Technologies and Systems*, Irvine, CA, USA, 19–23 May 2008; pp. 48–57.
- [49] Niyato, D.; Hossain, E.; Camorlinga, S. Remote patient monitoring service using heterogeneous wireless access networks: Architecture and optimization. *IEEE J. Sel. Areas Commun.* **2009**, *27*, 412–423.
- [50] Li, X.; Shu, W.; Li, M.; Huang, H.Y.; Luo, P.E.; Wu, M.Y. Performance Evaluation of Vehicle-Based Mobile Sensor Networks for Traffic Monitoring. *IEEE Trans. Veh. Technol.* **2009**, *58*, 1647–1653.
- [51] Maisonneuve, N.; Stevens, M.; Niessen, M.E.; Hanappe, P.; Steels, L. Citizen Noise Pollution Monitoring. In *Proceedings of the 10th Annual International Conference on Digital Government Research: Social Networks: Making Connections between Citizens, Data and Government*, Puebla, Mexico, 17–21 May 2009; pp. 96–103.
- [52] Wang, J.; Chen, D.; Chen, H.; Yang, J. On pedestrian detection and tracking in infrared videos. *Pattern Recognit. Lett.* **2012**, *33*, 775–785.
- [53] Damen, D.; Hogg, D. Detecting Carried Objects from Sequences of Walking Pedestrians. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* **2012**, *34*, 1056–1067.
- [54] Calavia, L.; Baladrón, C.; Aguiar, J.M.; Carro, B.; Sánchez-Esguevillas, A. A semantic autonomous video surveillance system for dense camera networks in Smart Cities. *Sensors* **2012**, *12*, 10407–10429.

- [55] ADE (2011), Study on the relevance and the effectiveness of ERDF and Cohesion Fund support to Regions with Specific Geographical Features – Islands, Mountainous and Sparsely Populated areas, Second Intermediate Report for the European Commission, June 2011
- [56] Nioras A. (2012), Regional Innovation Report (Sterea Ellada), within the project Regional Innovation Monitor, European Commission, Enterprise and Industry Directorate-General, Directorate D – Industrial Innovation and Mobility Industries
- [57] ΓΓΕΤ (2012) Πρόταση ΓΓΕΤ για τη Διαμόρφωση Κατευθύνσεων Αναπτυξιακής Στρατηγικής 2014-2020 (Proposal of GSRT for Defining Directions of Development Strategy 2014-2020)
- [58] <https://www.gsma.com/publicpolicy/resources/the-making-of-a-digital-city-pathways-to-success>
- [57] <https://www.3gpp.org/>
- [58] <http://www.scribd.com/doc/22050811/5g-Wireless-Architecture-v-1>
- [59] <https://iguru.gr/>
- [60] <http://5gnow.eu/>, <http://mobile-cloud-networking.eu/site/>
<http://www.ict-combo.eu/>
- [61] <http://lifewire.com/>
- [62] <https://electronicsforu.com/resources/learn-electronics/smart-antennas>
- [63] <https://www.kathimerini.gr/954024/article/tecnologia/diadiktyo/trikala-h-prwth-polh-ths-elladas-me-tecnologia-5g>
- [64] <http://www.greensoul-h2020.eu/>
- [65] <http://www.vicinity2020.eu/>
- [66] www.activageproject.eu
- [67] <http://www.veria.gr/new/index.php/everia/veria-wifi>
- [68] <http://www.london.gov.uk/smart-london>
- [69] <https://www.theverge.com/2019/5/30/18645665/5g-ee-uk-london-hands-on-test-impressions-speed>
- [70] <https://www.tmb.cat/en/home>
- [71] <https://mobileworldcapital.com/>
- [72] <https://www.i2cat.net/#home>
- [73] <https://amsterdamsmartcity.com/>
- [74] <https://www.nperf.com/en/map/NL/2759794.Amsterdam/5701.T-Mobile/signal/>
- [75] <https://monprojetrenov.nantesmetropole.fr/>
- [76] <https://www.mysmartlife.eu/interventions/>
- [77] <https://www.nperf.com/en/map/FR/2990969.Nantes/-/signal/>
- [78] The making of a digital city - GSMA February 2019
- [79] <https://datasmart.ash.harvard.edu/news/article/the-urban-internet-of-things-727>
- [80] https://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/regional_en
- [81] <http://stereaellada.gr/%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82-2021-2027>
- [82] <https://zigbee.org/zigbee-for-developers/zigbee-3-0/>
- [83] <https://dash7-alliance.org/>
- [84] <https://en.wikipedia.org/wiki/5G>
- [85] https://en.wikipedia.org/wiki/Orthogonal_frequency-division_multiplexing
- [86] https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification

- [87] https://standards.ieee.org/content/ieee-standards/en/standard/802_11-2016.html
- [88] https://standards.ieee.org/project/802_15_4.html
- [89] https://www.researchgate.net/profile/Maarten_Weyn/publication/283278341_DASH_H7_Alliance_Protocol_10_Low-Power_Mid-Range_Sensor_and_Actuator_Communication/links/565d87a408ae1ef92982b708/DASH-7-Alliance-Protocol-10-Low-Power-Mid-Range-Sensor-and-Actuator-Communication.pdf
- [90] <https://smartcitiescouncil.com/>
- [91] <https://en.wikipedia.org/wiki/IPv6>