



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ Τ.Ε

Μελέτη δικτύων και εφαρμογών για έξυπνες πόλεις (Smart Cities)



Πτυχιακή Εργασία
της
Δέσποινας Γκενέ
Α.Μ. 2011116

Σπάρτη, Δεκέμβριος 2018

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Θεόφιλος Χρυσικός

Περίληψη

Σε αυτή την εργασία θα γίνει μελέτη των εφαρμογών ψηφιακής πόλης και θα γίνει μια περιγραφή της λειτουργίας τους και της αρχιτεκτονικής τους. Θα εξετασθεί ο ορισμός, η τυποποίηση αντίστοιχων υπηρεσιών, η δομή, η διαδικασία υλοποίησης και τα πεδία εφαρμογής τους. Τέλος θα δούμε και ένα σενάριο εργασίας (case study) μιας από τις εφαρμογές που υλοποιούν κάποιοι Δήμοι και θα εξετασθούν οι απαιτήσεις φυσικού και δικτυακού επιπέδου για την ευρυζωνική παροχή της υποδειγματικής υπηρεσίας σε μεταβλητή πυκνότητα κινητών χρηστών για αστικό περιβάλλον.

Λέξεις κλειδιά: smart cities, apps, Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση

Abstract

In this thesis, smart/digital city application will be investigated and their function and architecture will be described. The definition, standardization, structure, implementation process and fields of application of respective services will be considered. Finally, a case study of one such application offered by some Municipalities will be presented, with a thorough examination of the physical and network layer requirements for broadband connectivity of mobile users of variable density on this service within a scope of an urban environment.

Key words: smart cities, apps, e government

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	2
Abstract.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Υποδομή ψηφιακών πόλεων	10
2.1 Εισαγωγή.....	10
2.2 Υποδομές έξυπνων πόλεων: τεχνολογικές απαιτήσεις.....	11
2.2.1 Ενσύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες.....	13
2.2.2 Ασύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες	18
2.3 Ποιότητα υπηρεσιών: αξιολόγηση και βελτιστοποίηση	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υπηρεσίες και εφαρμογές ψηφιακών πόλεων	23
3.1 Αρχιτεκτονική υπηρεσιών έξυπνης πόλης	24
3.1.1 Κρατικές υπηρεσίες και Υπηρεσίες του Δήμου	24
3.1.2 Δεδομένα	25
3.1.3 Στατιστικά Δεδομένα	25
3.1.4 Αισθητήρες.....	25
3.1.5 Εφαρμογές.....	29
3.1.6 Κεντρική διαχείριση.....	30
3.1.7 Μέσα Μαζικής Μεταφοράς.....	31
3.1.8 Πρόσβαση στο Διαδίκτυο.....	31
3.2 Εφαρμογές έξυπνης πόλης	32
3.2.1 Λειτουργία Δήμων	32
3.2.2 Αναλυτικά.....	32
3.2.3 Υπηρεσίες Σχεδίασης εμπειρίας χρήστη	34
3.2.4 Υπηρεσίες πρώτου και δευτέρου επιπέδου.....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Υποδείγματα έξυπνων πόλεων	36
4.1 Η Διεθνής πραγματικότητα.....	36
4.1.1 Άμστερνταμ: δημιουργία νέων εταιρικών σχέσεων.....	36
4.1.2 Σανταντέρ: ένα υπόδειγμα έξυπνης πόλης.....	40
4.1.3. Ταλίν: η πόλη-ηγέτης της ψηφιακής καινοτομίας	43
4.2 Η Ελληνική πραγματικότητα	46
4.2.1 Η τρέχουσα κατάσταση στους Δήμους της Ελλάδας.....	48
4.2.2 Τρίκαλα : Το ελληνικό παράδειγμα έξυπνης πόλης	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Σενάριο εργασίας (case study)	53
5.1 Εισαγωγή	53
5.2 Περίπτωση Χρήσης Clicknspot	53
5.2.1 Εισαγωγή	53
5.2.2 Η Υποδομή.....	54
5.2.3 Λειτουργία	54
5.2.4 Εφαρμογή Android Clicknspot.....	65
5.2.5 Συμπεράσματα	65
5.2.6. Μελλοντικές επεκτάσεις υπηρεσίας.....	66
5.3 Σενάριο ευρυζωνικής πρόσβασης σε αστικό περιβάλλον	67
5.3.1. Τοπολογία ενδιαφέροντος: αστικό περιβάλλον με σκίαση.....	67
5.3.2. Διάδοση ράδιο-σήματος σε αστικό περιβάλλον	68
5.3.3. Προσδιορισμός ευρυζωνικής συνδεσιμότητας για κινητό χρήστη που συνδέεται σε Δημοτικό κεραιοσύστημα έξυπνης πόλης	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
Ευρετήριο Εικόνων	79
Βιβλιογραφία.....	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

Οι ψηφιακές εφαρμογές πλέον αποτελούν μέρος της καθημερινότητάς μας. Η γιγάντωση και παγκόσμια παγίωση των ψηφιακών τηλεπικοινωνιακών δικτύων ανοίγει το δρόμο όχι μόνο για εξατομικευμένες προσωπικές επικοινωνίες αλλά και για εφαρμογές με συλλογική απεύθυνση σε ένα σύνολο χρηστών σε επίπεδο Δήμου, Περιφέρειας, Κράτους.

Η έννοια των έξυπνων πόλεων δεν είναι απλώς ένα buzzword ή μία ανερχόμενη τεχνολογική τάση αλλά μία γιγάντια αγορά με εκτιμώμενο τζίρο μονάχα για την Ευρωπαϊκή Ένωση στα 3 τρισεκατομμύρια ευρώ [1.1] μέχρι το τέλος του 2020, αλλά και μία νέα κοινωνική πραγματικότητα: Οι πολίτες δείχνουν όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τις ψηφιακές εφαρμογές που αφορούν στην συλλογική πραγματικότητα της κοινωνικής δημόσιας ζωής, ιδιαίτερα στα πλαίσια της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (e-government) και των δημοτικών υπηρεσιών (municipality services) [1.2].

Για παράδειγμα, οι πολίτες μπορούν να κάνουν αιτήσεις για πιστοποιητικά, χωρίς να μεταβούν στο Δήμο από το σπίτι τους. Μπορούν να πληρώσουν τα δημοτικά τέλη και να εξοφλήσουν ηλεκτρονικά χωρίς την ανάγκη μετακίνησης τους. Μπορούν να επωφεληθούν από ένα σύνολο υπηρεσιών, υποδομών και πλατφορμών που δύναται να παρέχει τόσο το κράτος κεντρικά όσο και οι διοικήσεις των Δήμων και των Περιφερειών.

Ψηφιακή ασφάλεια, ψηφιακές υπογραφές και άλλες υπηρεσίες είναι πλέον διαθέσιμες. Οι πολίτες συμμετέχουν σε μαθήματα μέσω του διαδικτύου ενώ μπορούν να εργάζονται μέσω ψηφιακών εφαρμογών.

Με τη χρήση εφαρμογών, οι πολίτες έχουν άμεση επαφή με την εκάστοτε κρατική, δημόσια, περιφερειακή ή δημοτική υπηρεσία στην οποία θέλουν να απευθυνθούν. Μέσω εφαρμογών, ο πολίτης δύναται να επικοινωνεί με το Δήμο και το αρμόδιο τμήμα για ό,τι πρόβλημα έχει.

Πέραν όμως των εξειδικευμένων εφαρμογών για συγκεκριμένες υπηρεσίες, οι εφαρμογές έξυπνων πόλεων ακουμπάνε και επηρεάζουν το σύνολο της καθημερινότητας των πολιτών:

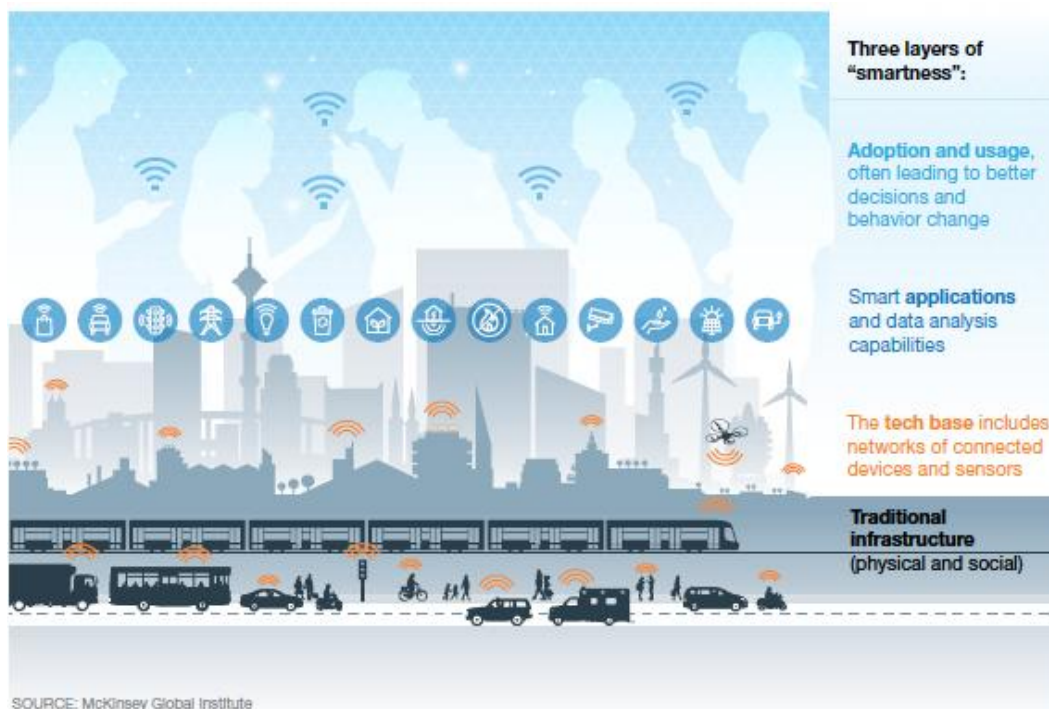
- ✓ Εφαρμογές ενημέρωσης κυκλοφορίας, σε πραγματικό χρόνο, για την κίνηση, τον καιρό, εργασίες ή έκτακτα προβλήματα (ατυχήματα) στο οδικό δίκτυο, και με πρόταση εναλλακτικής διαδρομής, για αστικά ή/και υπεραστικά δίκτυα.
- ✓ Εφαρμογές εύρεσης στάθμευσης με χρήση κινητού τηλεφώνου.
- ✓ Οι Δήμοι πλέον έχουν ενσωματώσει όλα τα σημεία ενδιαφέροντος της πόλης σε μια εφαρμογή και με τη βοήθεια της, εμφανίζονται, τα διάφορα σημεία σε χρήστες που αναζητούν μία βέλτιστη διαδρομή πολιτιστικού ή ψυχαγωγικού περιεχομένου, είτε πρόκειται για κάτοικους της πόλης είτε για τουρίστες-επισκέπτες.
- ✓ Μεγάλο ενδιαφέρον έχει η τεχνολογία μέσω ασύρματου δικτύου για ενημέρωση σχετικά με το σύνολο των δραστηριοτήτων σε μία πόλη. Όλα αυτά μέσω ενός Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος και μιας κινητής συσκευής, που έχουν πληροφορίες για τη πόλη.
- ✓ Αυξημένη/ενισχυμένη εμπειρία χρήστη (enhanced/augmented user experience): με τη χρήση εικόνων και video οι πολίτες αποκτούν ενδιαφέρον και κάνουν πιο ευχάριστη τη χρήση των υπηρεσιών και εφαρμογών.
- ✓ Ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας: Οι μαθητές πλέον μπορούν, σε απομακρυσμένες για παράδειγμα περιοχές, να εκπαιδεύονται από απόσταση. Οι γονείς συνδέονται μέσω εφαρμογών τηλεδιάσκεψης με τους καθηγητές και μαθαίνουν την πρόοδό τους.
- ✓ Κάθε ασθενής μέσω εφαρμογών μπορεί να επικοινωνήσει με το ιατρό του για το πρόβλημά του και να πάρει πληροφορίες. Οι εφαρμογές έξυπνης και κινητής υγείας αποτελούν έναν γοργά

αναπτυσσόμενο και από πολλές απόψεις αυτόνομο, σε σχέση με τις έξυπνες πόλεις, επιστημονικό και τεχνολογικό κλάδο, που μπορεί όμως να έχει σύμφυτη δράση με το ευρύτερο πλαίσιο, θεσμικό και τεχνολογικό, των έξυπνων πόλεων.

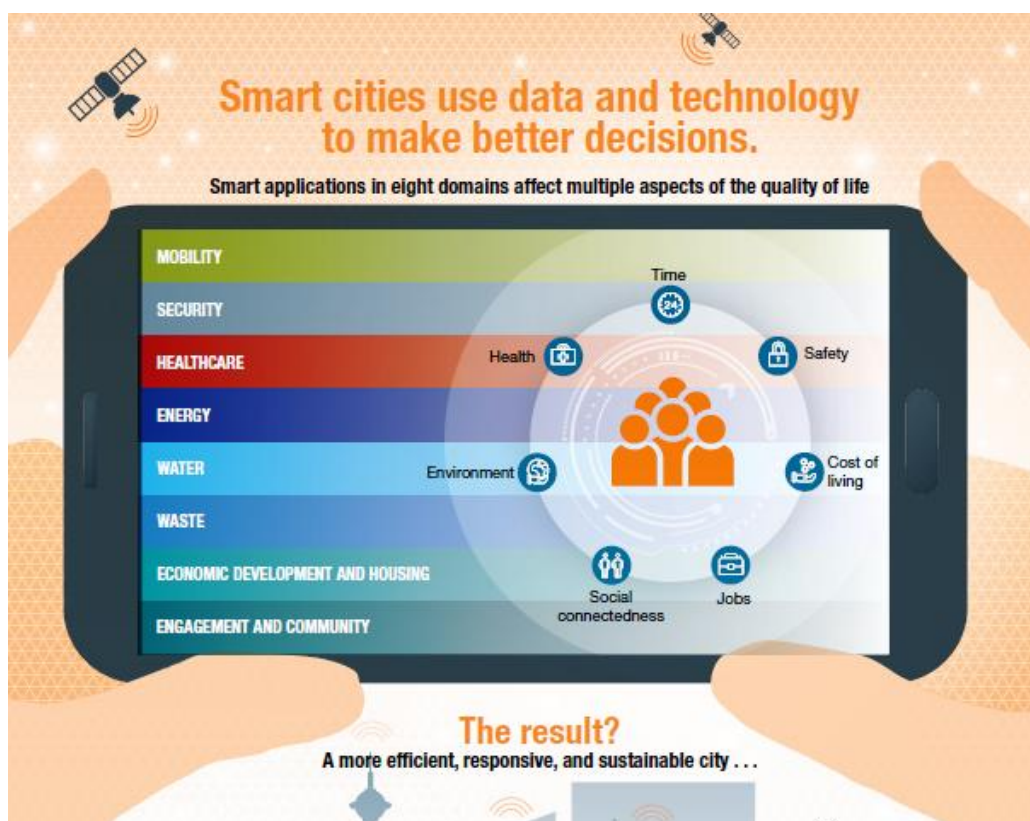
Η εξοικείωση των πολιτών με αυτές τις εφαρμογές είναι γεγονός. Ολοένα και περισσότερες εφαρμογές δημιουργούνται για να απλουστεύσουν την ζωή μας και να οδηγηθούμε σε έναν πιο βιώσιμο, ψηφιακό κόσμο [1.4].



Εικόνα 1 [1.3]



Εικόνα 2 [1.3]



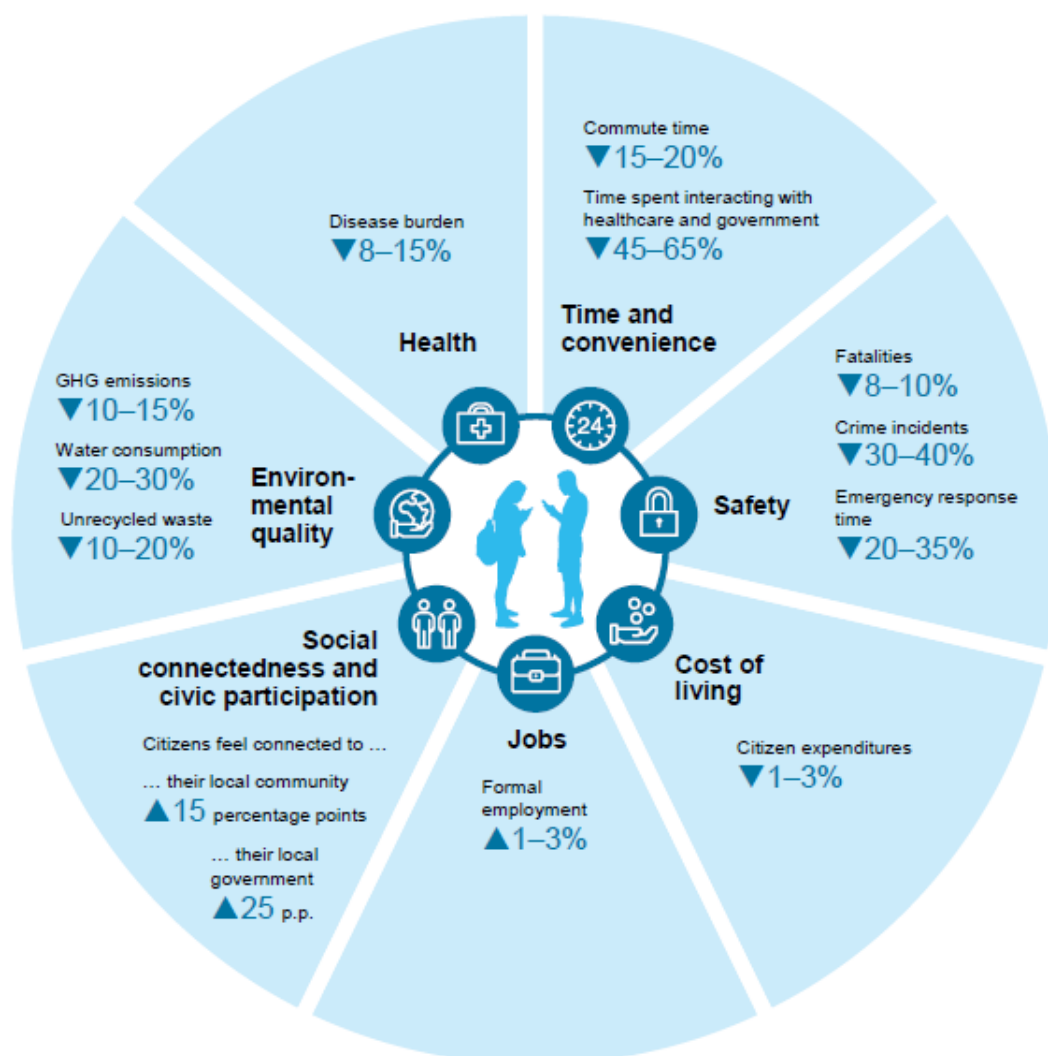
Εικόνα 3 [1.3]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Υποδομή ψηφιακών πόλεων

2.1 Εισαγωγή

Οι ψηφιακές εφαρμογές στους Δήμους δεν έχουν ως μόνο στόχο την, έστω μερική, διευκόλυνση των πολιτών. Με τις κατάλληλες υποδομές, μπορούν να αντικατασταθούν πλήρως σχεδόν όλες οι φυσικές δραστηριότητες οι οποίες αφορούν στην εξυπηρέτηση πολιτών, με αντίστοιχες ηλεκτρονικές-ψηφιακές.

Παράλληλα, η ψηφιοποίηση δίνει τη δυνατότητα να προστεθούν επιπλέον δραστηριότητες οι οποίες μέχρι στιγμής ήταν αδύνατον να συμπεριληφθούν στις λειτουργίες του.



Εικόνα 4 [1.3]

Σε επίπεδο Δήμων, οι ψηφιακές εφαρμογές έχουν ως στόχο [2.1]:

- Τη μείωση στις μετακινήσεις πολιτών
- Τη μείωση των επισκέψεων στο Δήμο
- Την αύξηση συμμετοχής των πολιτών
- Την παροχή Κοινωνικής Πρόνοιας χωρίς γεωγραφικό περιορισμό
- Την άμεση παρακολούθηση καθημερινών προβλημάτων
- Τη διαλειτουργικότητα (interoperability)

Στο σύνολό τους, για την υλοποίηση, την λειτουργικότητα, την συντήρηση και την διαχείρισή τους, οι υπηρεσίες που θα παρέχονται στα πλαίσια της έξυπνης πόλης έχουν συγκεκριμένες και πολλές φορές υψηλές απαιτήσεις σε επίπεδο τεχνολογίας, υποδομής και δικτύωσης.

2.2 Υποδομές έξυπνων πόλεων: τεχνολογικές απαιτήσεις

Κάθε τηλεπικοινωνιακό σύστημα διαχειρίζεται έναν συγκεκριμένο όγκο δεδομένων που πρέπει να αποσταλεί, ληφθεί και επεξεργαστεί κατάλληλα για να μπορέσει να γίνει εκμεταλλεύσιμο από τους χρήστες της εκάστοτε υπηρεσίας. Στην σύγχρονη ψηφιακή εποχή, η λήψη και μετάδοση δεδομένων γίνεται με τεχνικές ψηφιακής διαμόρφωσης και κωδικοποίησης, και με ευρυζωνική υποδομή τεχνολογίας, είτε ασύρματη είτε ενσύρματη, για παροχή υπηρεσιών και στενής (narrow-band) αλλά και ευρείας (wide-band) ζώνης.

Όλες οι πληροφορίες οι οποίες καταγράφονται στα πλαίσια των εφαρμογών και υπηρεσιών έξυπνων πόλεων θα πρέπει να αποστέλλοντα και να επεξεργάζονται κεντρικά για τη βέλτιστη αξιοποίησή τους. Ταυτόχρονα, η καταγραφή και αποθήκευση των πληροφοριών θα πρέπει να γίνεται σε τοπικό επίπεδο και ανεξάρτητα η μία από την άλλη προς αποφυγή της συνολικής παύσης λειτουργίας όλων των εφαρμογών λόγω βλάβης ενός μέρους του συστήματος. Για παράδειγμα εάν σε μια συνοικία της πόλης παρουσιαστεί πρόβλημα πρόσβασης στο δίκτυο, οι αισθητήρες τοποθετημένοι σε μια άλλη συνοικία πρέπει να συνεχίσουν να στέλνουν τις πληροφορίες που συλλέγουν.

Αυτή η δυνατότητα αδιάλειπτης λειτουργίας επί μέρους τμημάτων των υποδομών έξυπνων πόλεων όταν βγει εκτός λειτουργίας ένα τμήμα της συνολικότερης κεντρικής υποδομής, αφορά και σε θέματα ασφάλειας και προστασίας δεδομένων αλλά και χρηστών, καθώς σε ανθρωπογενείς ή φυσικές καταστροφές μπορούμε έτσι να διασώσουμε ευαίσθητα δεδομένα από καταστροφή ή υποκλοπή.



Εικόνα 5 [2.2]

2.2.1 Ενσύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες

Περιγράφοντας συνολικά τις τεχνολογικές απαιτήσεις των υποδομών για τις έξυπνες πόλεις, σημειώνουμε ότι η επικοινωνία του κεντρικού συστήματος με τα επί μέρους συστήματα καταγραφής μπορεί να γίνει αξιοποιώντας τα ευρυζωνικά ενσύρματα δίκτυα (ADSL, VDSL και Fiber Optic), τα ευρυζωνικά ασύρματα δίκτυα (Wi-Fi) και τις κινητές επικοινωνίες (4G και 5G). Αυτό επιτρέπει τη χρήση των ήδη υπαρχόντων υποδομών και δίνει κίνητρο να τοποθετηθούν νέες (για παράδειγμα αναβάθμιση του δικτύου από ADSL σε δίκτυο οπτικών ινών Fiber Optic). Παράλληλα, υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας Hot Spot ελεύθερης πρόσβασης σε δημόσιους χώρους όπως πάρκα και δημόσια κτήρια.

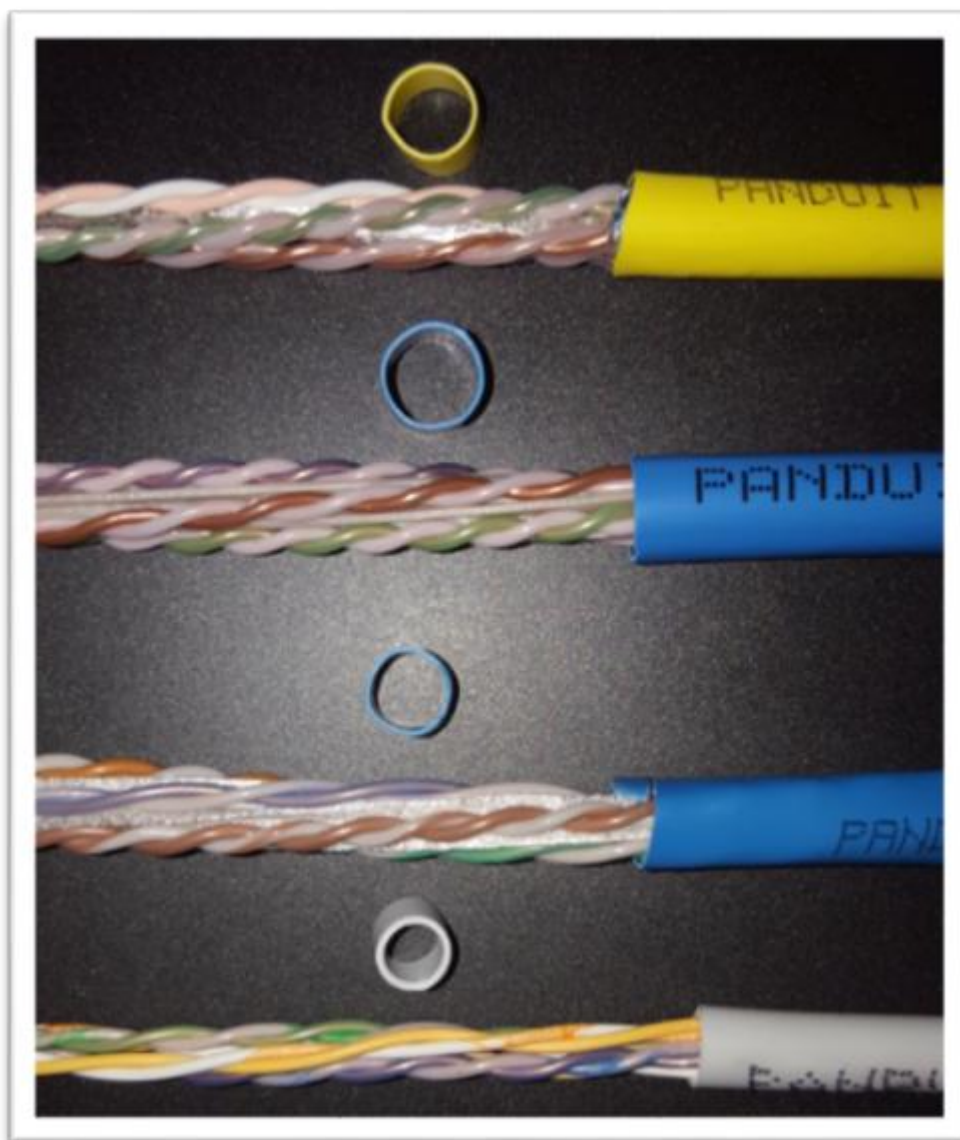
Στις ενσύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες κατατάσσονται τα συμβατικά ευρυζωνικά ενσύρματης μετάδοσης, όπως τα ομοαξονικά καλώδια και τα καλώδια στρεφόμενου ζεύγους, αλλά και οι οπτικές ίνες.

Μπορεί το μέλλον να βρίσκεται στην επένδυση εγκατάστασης και ενεργοποίησης των οπτικών καλωδίων, αλλά τα «συμβατικά» μέσα ηλεκτρομαγνητικής καλωδίωσης διαθέτουν ακόμα πολλές δυνατότητες για wide-band υπηρεσίες [2.2],[2.3].

Σχετικά με την χωρητικότητα συστήματος, στην αναλογική τεχνολογία, δεν χρειαζόμαστε λοιπές πληροφορίες πέραν του SNR και του εύρους ζώνης B . Ελλείψει ψηφιακών bits, το σήμα βασικής ζώνης διαμορφώνει απευθείας ένα αναλογικό υψίσυχνο σήμα (συνήθως αρμονικής/ημιτονοειδούς μορφής) και δημιουργεί τον διαμορφωμένο φορέα της πληροφορίας (modulated carrier signal) στην RF ζώνη συχνοτήτων (με χρήση μίας «ενδιάμεσης» βαθμίδας συχνότητας γνωστή ως Intermediate Frequency – IF).

Ο τύπος της χωρητικότητας συστήματος προκύπτει κατά τα γνωστά ως εξής:

$$C = B \times \log_2 \left(1 + \frac{S}{N_o \times B} \right) \quad (2.1)$$



Εικόνα 6 [2.3]

Στην περίπτωση των ψηφιακών συστημάτων, ο τύπος της χωρητικότητας συστήματος διαφοροποιείται, καθώς δεν δίνεται πια σε μονάδες εύρους ζώνης/συχνότητας (Hz ή MHz) αλλά σε μονάδες ρυθμού μετάδοσης (bps ή Mbps):

$$C = R_s = \left(\frac{S/N}{E_b/N_o} \right) \times B \quad (2.2)$$

Όπου E_b/N_o προκύπτει από την τεχνική ψηφιακής διαμόρφωσης που χρησιμοποιούμε.

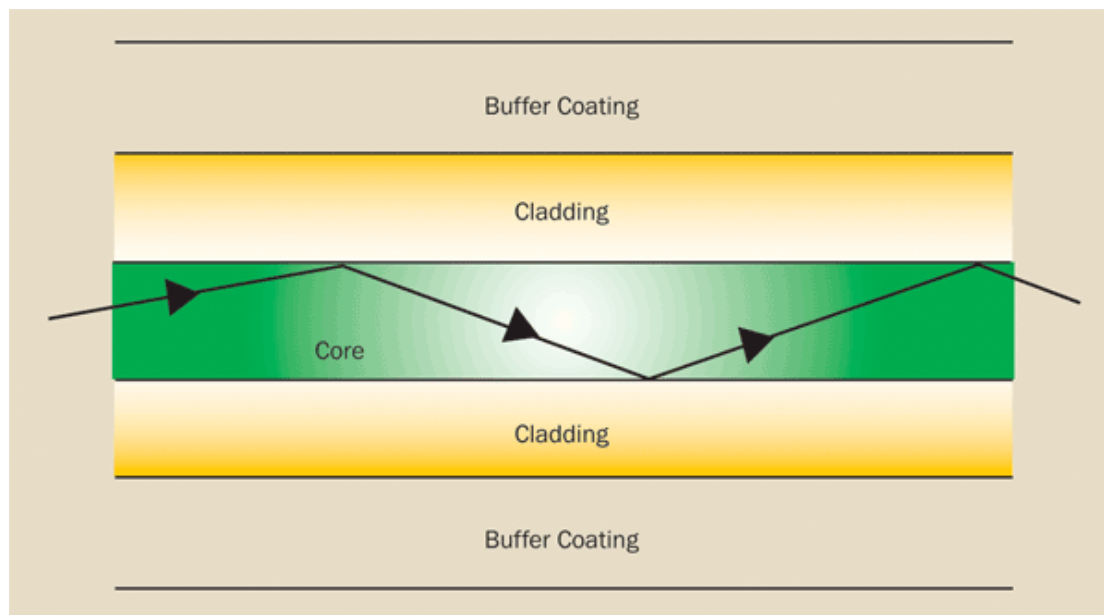
Στην κλασική ηλεκτρομαγνητική διάδοση μέσω κυματοδηγών όπως τα ομοαξονικά καλώδια και τα καλώδια στρεφόμενου ζεύγους, οι απώλειες κατά μήκος του καλωδίου μπορούν να συνοψιστούν στην τάξη των 0.2 dB/m, που είναι μία ιδιαίτερα χαμηλή τιμή, έτσι που να θεωρούμε ελάχιστες απώλειες πλάτους (και ισχύος) ενώ η πληροφορία μεταφέρεται μέσα από τα καλώδια.

Συνεπώς μέσα από την ηλεκτρομαγνητική καλωδίωση έχουμε ένα υψηλότατο λόγο σήματος προς θόρυβο που μας επιτρέπει να υλοποιήσουμε τον παρεχόμενο από τον κεντρική δικτυακή υποδομή ρυθμό μετάδοσης Rs και να μεταφέρουμε αυτήν την δυνατότητα ευρυζωνικής συνδεσιμότητας στα επιμέρους τμήματα των υποδομών έξυπνων πόλεων, ακόμα και σε απομακρυσμένα σημεία του αστικού ιστού.

Επειδή όμως η πραγματική κατάσταση πάντα παρουσιάζει αποκλίσεις, αστοχίες και απρόβλεπτα συμβάντα σε σχέση με τον θεωρητικό δικτυακό σχεδιασμό, και επειδή ο ολοένα και αυξανόμενος αλλά και μεταβλητός αριθμός κινητών χρηστών επιθυμεί υψηλούς ρυθμούς ατομικής ευρυζωνικότητας, και επειδή οι υπηρεσίες τείνουν να έχουν όλο και μεγαλύτερες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης και αδιάλειπτη (άνευ διακοπών) σύνδεση, οι οπτικές ίνες γίνονται η κυρίαρχη τάση και η τεχνολογία του μέλλοντος σε ό,τι αφορά στην ευρυζωνική καλωδίωση [2.4]-[2.6].



Εικόνα 7 [2.5]

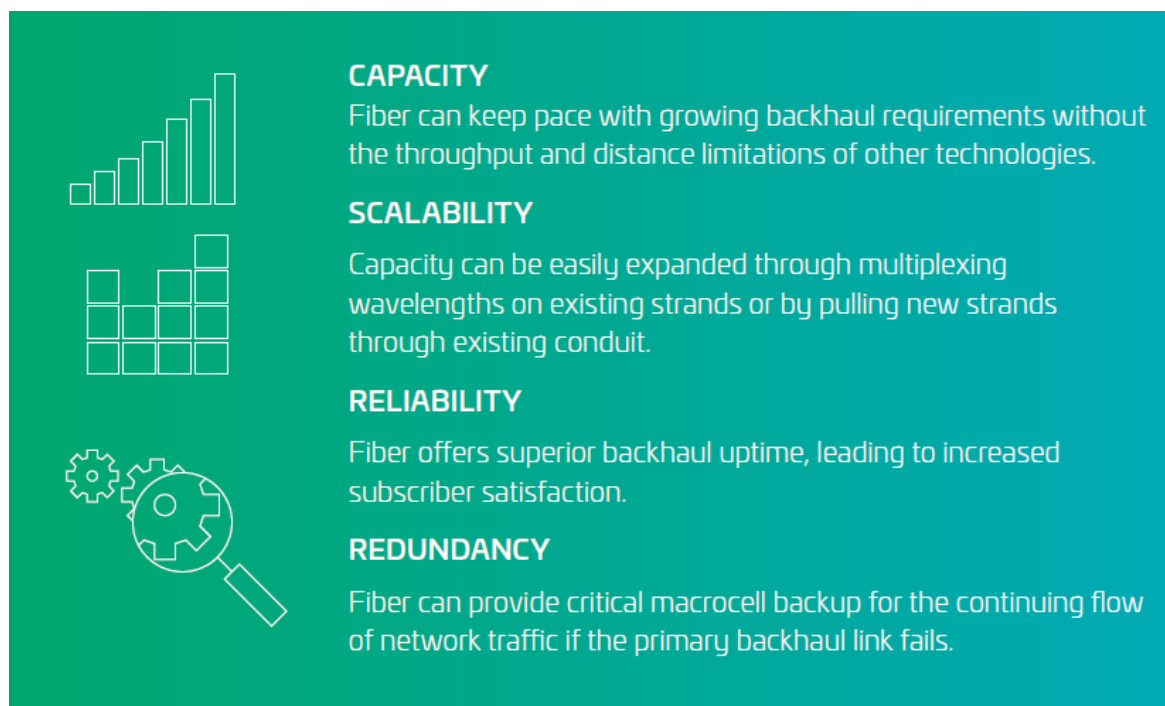


Εικόνα 8 [2.7]

Βασική αρχή της οπτικής μετάδοσης είναι η κυματοδήγηση της πληροφορίας με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο φάσμα του ορατού φωτός, δηλαδή στα 300 GHz. Το μήκος κύματος σε αυτές τις συχνότητες είναι της τάξης των nanometers, και ως αποτέλεσμα η οπτική μετάδοση της πληροφορίας πραγματοποιείται σε συγκεκριμένα «παράθυρα» του μήκους κύματος στα οποία διαμορφώνεται η πληροφορία ως προς το φως.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των οπτικών ινών είναι η πολύ χαμηλή εξασθένηση μέτρου του διανύσματος Poynting και ως αποτέλεσμα η μέση εξασθένηση ανά απόσταση δεν είναι μεγαλύτερη από 0.3 dB/km. Οι πολύ χαμηλές τιμές της εξασθένησης πλάτους συνεπάγονται και πολύ χαμηλή εξασθένηση ισχύος σε σχέση τόσο με τα ομοαξονικά καλώδια όσο και με την ευρυζωνική ασύρματη διάδοση.

Στα αστικά κέντρα με την αυξημένη κίνηση χρηστών και την συμφόρηση της τηλεπικοινωνιακής κίνησης, κάτι που αναμένεται να αποτελέσει πρόβλημα στην ευρυζωνική παροχή υπηρεσιών έξυπνης πόλης μεγάλης κλίμακας (large-scale smart city broadband services), οι οπτικές ίνες αποτελούν την βέλτιστη επιλογή για την παροχή επιπλέον χωρητικότητας και δυνατότητας διεκπεραίωσης (network capacity and throughput), μέσω του optical backhaul.



Εικόνα 9 [2.8]

Το οπτικό backhaul, βασισμένο στην τεχνική διαμόρφωσης μήκους κύματος, επιτρέπει την οδήγηση 16 έως 32 καναλιών μέσα από μία οπτική ίνα για παροχή ευρυζωνικού backhaul σε αστικά κέντρα με μεγάλη συμφόρηση κίνησης και πυκνότητα χρηστών με ασταθή χαρακτηριστικά μεταβολής. Προς το παρόν, η λύση αυτή προσφέρεται για αποσυμφόρηση του δικτύου κινητής τηλεφωνίας 4G, και αναμένεται να παίξει βασικό ρόλο και στην διαμόρφωση των προδιαγραφών του δικτύου 5G (optical fronthaul).

Στα πλαίσια της οικοδόμησης και εξάπλωσης των υποδομών ευρυζωνικότητας για τις έξυπνες πόλεις, όπως επίσης και με δεδομένη την συμβολή του επερχόμενου δικτύου 5G στα smart city applications, αναμένουμε τις οπτικές ίνες να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο και στις έξυπνες πόλεις.

Παρόλες τις δυνατότητές τους και το τεράστιο εύρος ζώνης που δύνανται να μεταφέρουν, οι οπτικές ίνες παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα τα οποία δεν επιτρέπουν πάντοτε την υιοθέτηση αυτής της ευρυζωνικής τεχνολογίας για την υλοποίηση και υποστήριξη εφαρμογών και υπηρεσιών:

1. Το μεγάλο κόστος επένδυσης στις οπτικές ίνες

2. Οι θεσμικές και νομικές γραφειοκρατικές δυσκολίες στην αδειοδότηση για σκάψιμο για εγκατάσταση οπτικών ινών.
3. Η ευαισθησία των οπτικών ινών ως η πλέον «μαλακή» καλωδίωση και η ανάγκη σωστής τοποθέτησής τους εντός οπτικών καλωδίων.
4. Τα φαινόμενα διασυμβολικής παρεμβολής (ISI) που δύνανται να εμφανιστούν στις οπτικές ίνες λόγω ανεπιθύμητης στροφής της μαλακής καλωδίωσης και που αφορούν στην παραμόρφωση φάσης και όχι στην εξασθένηση του πλάτους.

Πολλές φορές επίσης η γεωγραφική ιδιαιτερότητα της περιοχής προς κάλυψη καθώς και οι συνθήκες δόμησης μπορεί να μην καθιστούν ευνοϊκή την εγκατάσταση οπτικών καλωδίων.

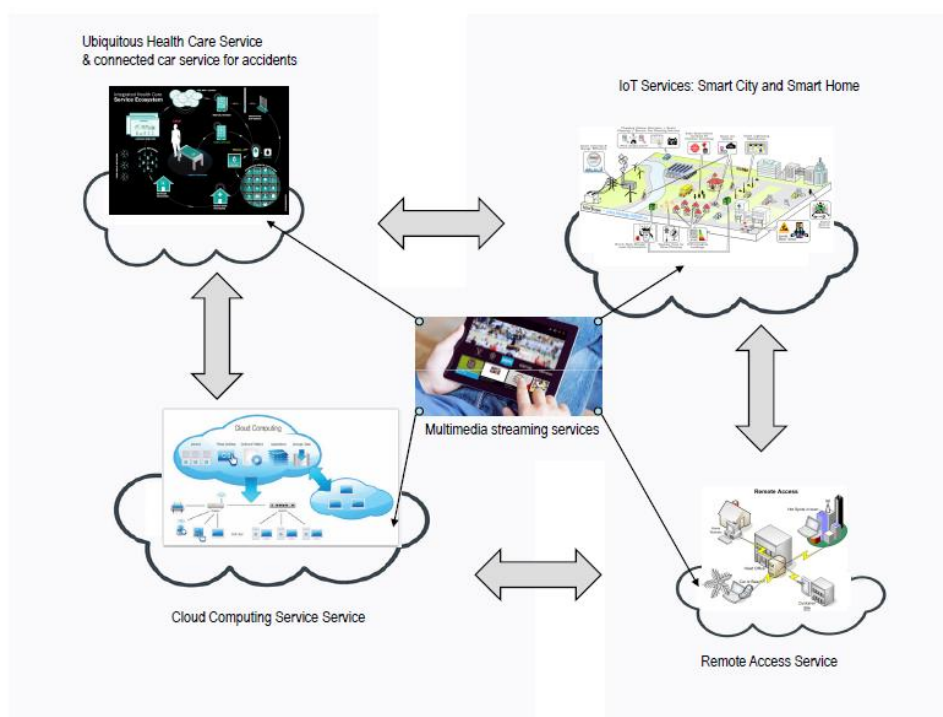
Για όλους αυτούς τους λόγους, αλλά και για τις διευκολύνσεις που φέρνει η ασύρματη δικτύωση γενικότερα, πολλές φορές προτιμούμε να αντιμετωπίζουμε τα ζητήματα αυξημένης ανάγκης για χωρητικότητα με τα ασύρματα ευρυζωνικά δίκτυα που μπορούν να αποτελούν, σε πολλές περιπτώσεις, την καλύτερη δυνατή υποδομή για τις πλατφόρμες των έξυπνων πόλεων.

2.2.2 Ασύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες

Οι βασικές ασύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες που αναμένεται να παίξουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των εφαρμογών και υποδομών έξυπνων πόλεων είναι το 5G και το WiFi (802.11n) [2.9].

Ο λόγος για τον οποίον δεν αναφέρουμε το LTE (4G) δίκτυο ή την τρέχουσα προέκτασή του (LTE-A, 4G+) είναι διότι το δίκτυο αυτό αναμένεται να αντικατασταθεί άμεσα από το 5G που ακόμα και στην πιο πρόωρη φάση της εξάπλωσής του στις μικροκυματικές συχνότητες, αναμένεται να αποτελέσει το βασικό δίκτυο (core network) κυψελωτής κινητής τηλεφωνίας και να

αποτελέσει την ετερογενή πλατφόρμα επικοινωνίας διαφορετικών μεταξύ τους υποδομών και δικτύων [2.10].



Εικόνα 10 [2.10]

Ως τεχνολογία, το 5G θα υποστηρίζει την δυνατότητα υλοποίησης, σε μαζική κλίμακα, του Διαδικτύου των Αντικειμένων (Internet of Things, IoT) καθώς και την επικοινωνία ανάμεσα σε μηχανήματα (Machine-to-Machine communications).

Το 5G αναμένεται να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο σε κάθε κλίμακα του λεγόμενου «έξυπνου σύμπαντος», από τα έξυπνα ενδοσωματικά δίκτυα (smart body area networks, m-health), μέχρι τις έξυπνες πόλεις και τις έξυπνες μεταφορές ανάμεσα σε πόλεις (inter-city smart transportation).

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του 5G στην διαφαινόμενη πρώτη φάση υλοποίησής του αφορούν στις μικροκυματικές συχνότητες και πιο συγκεκριμένα στα 3.5 GHz. Σε αυτό το πρώτο στάδιο που αναμένεται εντός

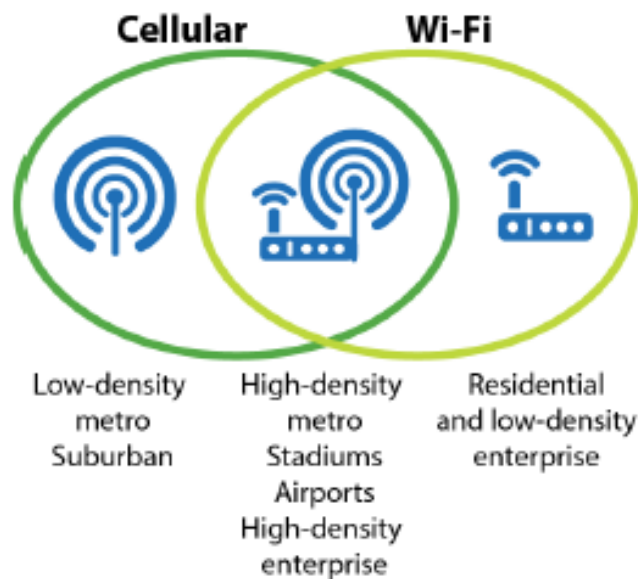
του 2020-2022 [2.10], το 5G θα υποστηρίξει ευρυζωνικότητα έως 500 – 700 Mbps, εύρος ζώνης για τις παρεχόμενες υπηρεσίες μέχρι 40 MHz και πολύ χαμηλή καθυστέρηση δικτύου (network latency).

Για την εκμετάλλευση των πύρων δυνατοτήτων του, θα πρέπει το 5G να περάσει στο ύστερο στάδιο της υλοποίησής του, και πιο συγκεκριμένα στις χιλιοστομετρικές συχνότητες (mm-wave), με επικρατούσες πιθανές φέρουσες συχνότητες τα 73 ή/και τα 80 GHz. Σε αυτήν την περιοχή συχνοτήτων, με τα υψηλά φαινόμενα απορροφήσεων αλλά και τις υψηλότερες προοπτικές για χωρητικότητα και ευρυζωνικότητα, το 5G αναμένεται να υποστηρίξει υπηρεσίες και εφαρμογές με εύρος ζώνης μέχρι και 25 φορές πάνω από το σημερινό μέγιστο των 40 MHz, και ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των 1.3 Gbps (average) και 10 Gbps (peak rates).

Οι κυψέλες του 5G σε αυτήν την περιοχή συχνοτήτων δεν θα ξεπερνούν τα 10-20 μέτρα (μέγιστη εμβέλεια) και οι διπολικές κεραίες που θα χρησιμοποιηθούν θα υπόκεινται σε υψηλή κατευθυντικότητα λόγω ιδιομορφιών των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων στο υφίσυχο αυτό φάσμα. Οι κατά πολύ μικρότερες αυτές κυψέλες σε σχέση με τα υφιστάμενα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας αναμένεται να δώσουν πολύ μεγαλύτερες δυνατότητες ως προς την εξυπηρέτηση χρηστών και την επίτευξη της μέγιστης ευρυζωνικότητας ανά χρήστη.

Πρόκειται όμως για μία επένδυση και τεχνολογική εξέλιξη μακράς πνοής αλλά και μακροπρόθεσμης υλοποίησης. Αναμένεται πως στο πρώτο στάδιο υλοποίησής του, το 5G θα αποτελεί μία βελτιωμένη έκδοση του 4G+ και δεν θα μπορεί να αντιμετωπίσει εξ ολοκλήρου τα ζητήματα χωρητικότητας, εξυπηρέτησης χρηστών και καθυστέρησης δικτύου που αναμένεται να παρουσιαστούν στις υπηρεσίες έξυπνων πόλεων.

Για αυτόν τον λόγο, καθίσταται σημαντική η παράλληλη-συμπληρωματική χρήση των ασύρματων τοπικών ευρυζωνικών δικτύων, γνωστότερων ως Wi-Fi, και πιο συγκεκριμένα του πλέον επιτυχούς και διαδεδομένου πρωτοκόλλου 802.11n, που υποστηρίζει ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των 40 Mbps (realistic downlink total rates), με πραγματική μέγιστη εμβέλεια πομπού-δέκτη τα 20-25 μέτρα σε κλειστό περιβάλλον και τα 40 μέτρα σε εξωτερικό χώρο.



Εικόνα 11

2.3 Ποιότητα υπηρεσιών: αξιολόγηση και βελτιστοποίηση

Η επιλογή της βέλτιστης ευρυζωνικής τεχνολογίας για την υλοποίηση των υποδομών των έξυπνων πόλεων συνδέεται άμεσα με την μεγιστοποίηση της χωρητικότητας του δικτύου, δηλαδή την βελτιστοποίηση της ποιότητας των παρεχομένων υπηρεσιών (Quality of Service).

Πέραν όμως από αυτόν τον «αντικειμενικό» παράγοντα προσδιορισμού της ποιότητας, υπάρχει και ο «υποκειμενικός» που φέρει την ονομασία Quality of Experience (QoE) και που έχει ιδιαίτερη σημασία για τις υπηρεσίες και τις εφαρμογές των έξυπνων πόλεων [2.11]

Οι κάτοικοι της πόλης και οι επισκέπτες της παίζουν σημαντικό ρόλο στη συγκέντρωση πληροφοριών και στατιστικών δεδομένων. Οι πολίτες μπορούν να σηματοδοτούν τόσο για προβλήματα (πλημμύρες, πυρκαγιές, μη ορθή λειτουργία του συστήματος), όσο και για θετικά γεγονότα (πολιτιστικές εκδηλώσεις).

Πέραν όμως της συμβολής των πολιτών στον εμπλουτισμό των βάσεων γνώσης των έξυπνων πόλεων με πρωτογενή δεδομένα (raw data), είναι απαραίτητο να υπάρχει μηχανισμός αξιολόγησης της ίδιας της έξυπνης πόλης

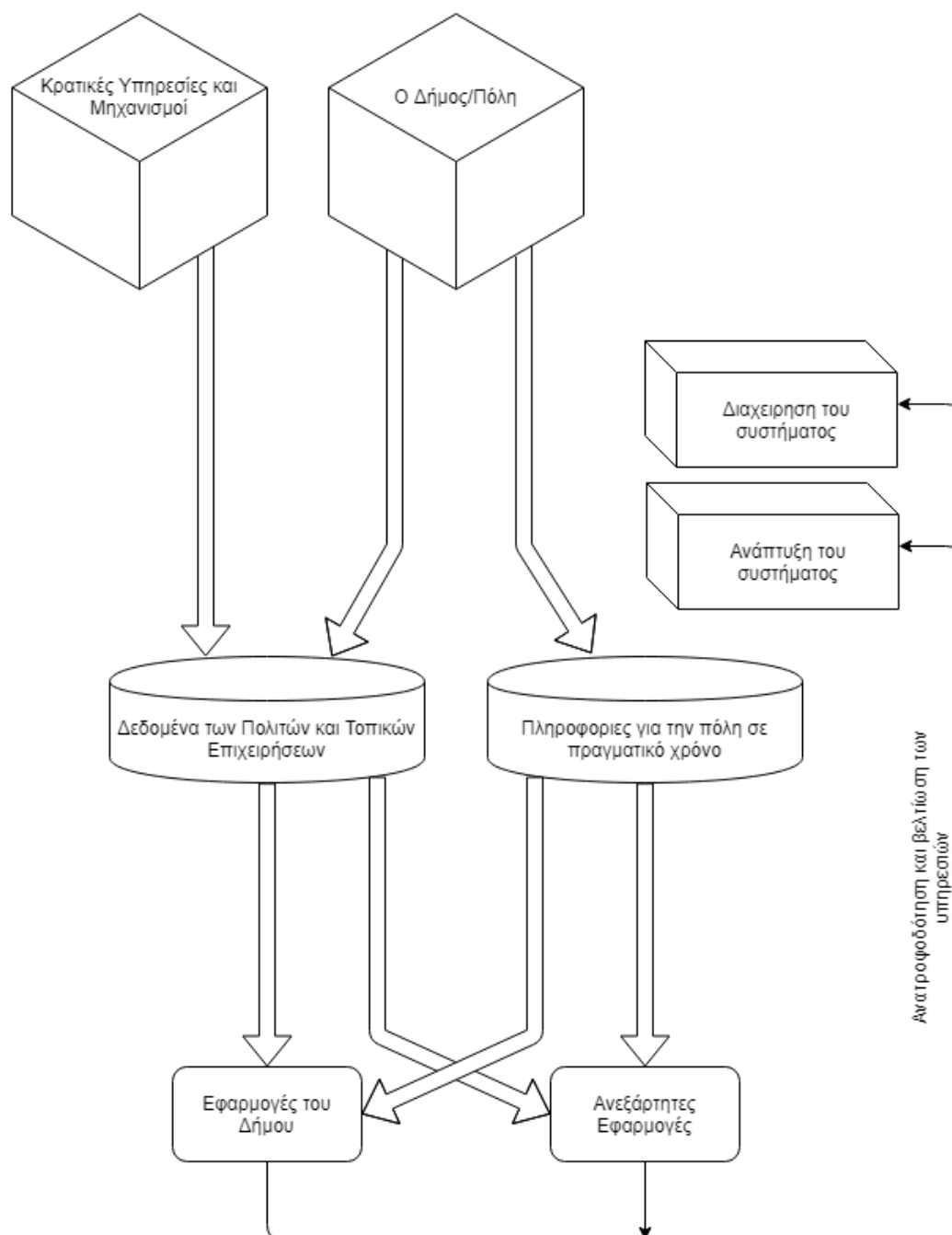
αλλά και των δραστηριοτήτων του δήμου. Αυτό μπορεί να γίνει με on-line ερωτηματολόγια που δεν θα έχουν απλώς διεκπεραιωτικό χαρακτήρα αλλά θα αποτελούν μία δυναμική ανατροφοδότηση για το τρέχον σύστημα πληροφοριών της έξυπνης πόλης [2.12].

Το σύστημα αυτό θα αναλαμβάνει τα παρακάτω:

- Αποθήκευση δεδομένων των πολιτών και τοπικών επιχειρήσεων (με τη κατάλληλη προστασία προσωπικών δεδομένων όπου χρειάζεται)
- Αυτόματη παρακολούθηση διαφόρων δεικτών όπως κίνηση στους δρόμους, ρύπανση, κτλ.
- Δυνατότητα ελεύθερης αξιοποίησης των δημόσιων πληροφοριών από ιδιώτες και επιχειρήσεις, ελεύθερα με στόχο την ανάπτυξη νέων, καλύτερων εφαρμογών.
- Δυνατότητα συγκέντρωσης και επεξεργασίας των στοιχείων των πολιτών και τοπικών επιχειρήσεων από άλλες δομές του κράτους με στόχο τη διευκόλυνση των πολιτών σε θέματα που δεν αφορούν απαραίτητα τον Δήμο
- Επίβλεψη της ομαλής λειτουργίας των συστημάτων και συντήρηση αυτών από εξειδικευμένο προσωπικό του Δήμου
- Δυνατότητα καταβολής φόρων και άλλων υποχρεώσεων ηλεκτρονικά
- Μηχανισμός ανατροφοδότησης και βελτίωσης των υπηρεσιών του δήμου έτσι ώστε να καλύπτουν στο μέγιστο τις ανάγκες των πολιτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υπηρεσίες και εφαρμογές ψηφιακών πόλεων

Στην Εικόνα 12 παρουσιάζεται σχηματικά η βασική αρχιτεκτονική του ψηφιακού συστήματος έξυπνης πόλης. Τα μέρη αυτού του συστήματος περιγράφονται αναλυτικά στις ενότητες που ακολουθούν [3.1].



Εικόνα 12

3.1 Αρχιτεκτονική υπηρεσιών έξυπνης πόλης

Μια εφαρμογή θα συγκεντρώνει τις αναφορές των πολιτών και θα τις καθιστά εύκολα προσβάσιμες στο Δήμο από οποιαδήποτε συσκευή. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα παροχής υπηρεσιών ψηφιακής πόλης.

Οι Πολίτες θα ενημερώνονται και θα ενημερώνουν για τα προβλήματα της πόλης/περιοχής τους (απορρίμματα, κίνηση, τροχαία, κλοπές, θέσεις παρκαρίσματος, πυρκαγιές, χιόνια, προβλήματα οδοστρώματος κ.α.), διευκολύνοντας στην χαρτογράφηση, εντοπισμό και γρηγορότερη επίλυση του προβλήματος, ενώ η εφαρμογή θα τους δίνει και πληθώρα άλλων δυνατοτήτων για πληροφορίες τουριστικού, επαγγελματικού ή άλλου ενδιαφέροντος, καθώς και δυνατότητα on-line αποστολής και απάντησης ερωτηματολογίων.

Η εφαρμογή θα πρέπει να παρέχει χάρτη για το προσδιορισμό της τοποθεσίας του προβλήματος ενώ θα γίνεται και αυτόματος εντοπισμός της θέσης του χρήστη.

Στην ενότητα αυτή εξετάζονται τα επιμέρους συστήματα τα οποία επιτρέπουν τη λειτουργία της έξυπνης πόλης και κάνουν δυνατή τη χρήση των ψηφιακών εφαρμογών (application).

3.1.1 Κρατικές υπηρεσίες και Υπηρεσίες του Δήμου

Ο Δήμος προσφέρει διάφορες υπηρεσίες όπως:

- Τοπική συγκοινωνία
- Καθαρισμός
- Συλλογή απορριμμάτων
- Αστυνόμευση
- Επισκευές και συντήρηση Δημόσιων Χώρων

Ο στόχος της υλοποίησης και εφαρμογής ενός συστήματος ψηφιακής πόλης είναι η βελτίωση των παραπάνω υπηρεσιών. Αυτό προϋποθέτει τη

ψηφιοποίηση των στοιχείων των πολιτών και την αυτοματοποίηση των διεργασιών του Δήμου.

3.1.2 Δεδομένα

Οι πληροφορίες που συλλέγει και αποθηκεύει το σύστημα χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: ατομικά και στατιστικά. Τα ατομικά δεδομένα περιλαμβάνουν:

- Όνομα, Επώνυμο, Ηλικία, Διεύθυνση
- Οικογενειακή Κατάσταση
- Εκπαίδευση και Πληροφορίες Απασχόλησης
- Φορολογική Κατάσταση

Οι ατομικές πληροφορίες είναι ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα για αυτό θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για τη προστασία τους.

3.1.3 Στατιστικά Δεδομένα

Τα στατιστικά δεδομένα περιλαμβάνουν:

- Την κίνηση στους δρόμους της πόλης
- Την κίνηση των πολιτών και των επισκεπτών της πόλης
- Την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και του νερού
- Τις καιρικές συνθήκες

Ο συνδυασμός των ατομικών και στατιστικών δεδομένων επιτρέπει στην έξυπνη πόλη να έχει μία ολοκληρωμένη εικόνα και κάνει δυνατή τη λειτουργία της. Επιπλέον προσφέρει στις τοπικές επιχειρήσεις ένα νέο εργαλείο, διασφαλίζοντας την ανάπτυξη τους και κατά συνέπεια την ανάπτυξη του Δήμου.

3.1.4 Αισθητήρες

Οι Αισθητήρες έχουν κεντρικό ρόλο στη λειτουργία της έξυπνης πόλης. Παρακολουθούνται δείκτες όπως:

- Φωτεινότητα στους δρόμους
- Ασφάλεια
- Κίνηση των οχημάτων στους δρόμους
- Κίνηση των πολιτών
- Ποιότητα του αέρα
- Ηχορύπανση
- Θέσεις στάθμευσης

Παρακάτω εξετάζονται αναλυτικά οι δείκτες αυτοί.



Εικόνα 13

Οι αισθητήρες της φωτεινότητας μπορούν να τοποθετηθούν στα σημεία όπου ο Δήμος έχει αναλάβει το φωτισμό της πόλης. Οι αισθητήρες αυτοί καταγράφουν τη φωτεινότητα και κάνουν αποδοτικότερη τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας απαραίτητη για το φωτισμό.

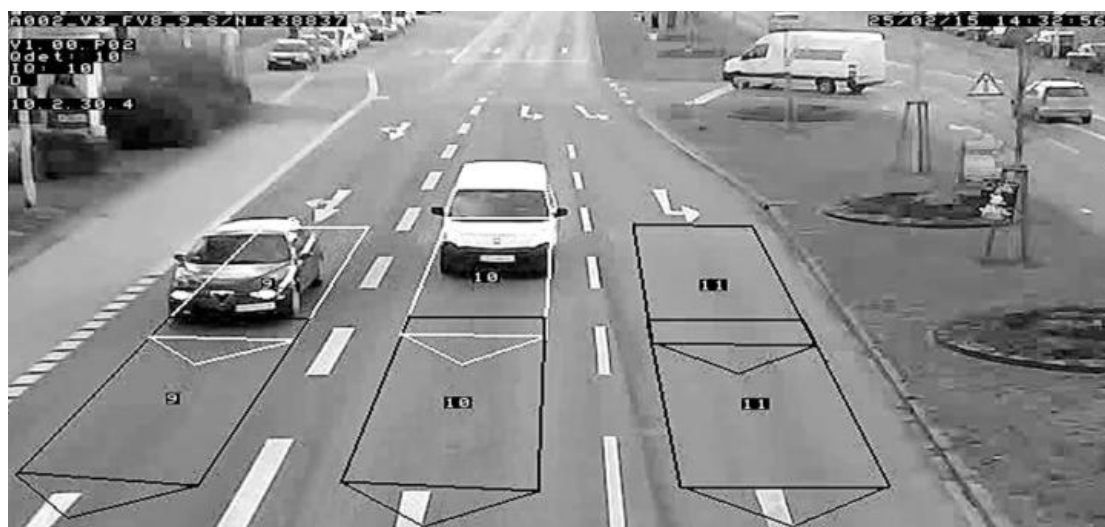
Οι αισθητήρες επιτρέπουν στις λάμπες νέας τεχνολογίας (τύπου LED) να μεταβάλλουν τη φωτεινότητά τους ανάλογα την ώρα της ημέρας, τον καιρό (τη φυσική φωτεινότητα) και την κίνηση των πολιτών και των οχημάτων (βλ. Εικόνα 13).



Εικόνα 14

Η ασφάλεια των πολιτών διασφαλίζεται με τη χρήση ειδικά τοποθετημένων καμερών (βλ. Εικόνα 14).

Η κίνηση των οχημάτων στους δρόμους παρακολουθείται (βλ. Εικόνα 15) από ειδικά τοποθετημένες κάμερες. Οι κάμερες αυτές δίνουν τη δυνατότητα στο κέντρο παρακολούθησης να έχει πλήρη εικόνα της κυκλοφορίας της πόλης. Επιπλέον στην έξυπνη πόλη η ρύθμιση της κυκλοφορίας δεν είναι σταθερή αλλά μεταβαλλόμενη, ανάλογα την κίνηση στους δρόμους.



Εικόνα 15

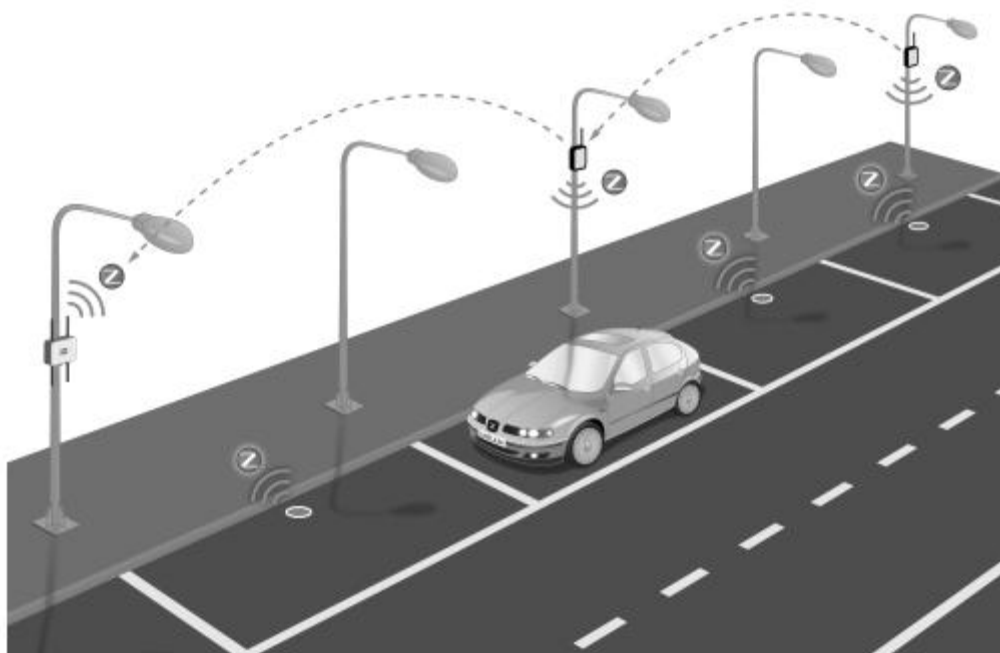
Η ποιότητα του αέρα είναι σημαντικός παράγοντας στην υγεία των πολιτών μιας πόλης. Η παρακολούθησή της από αισθητήρες (βλ. Εικόνα 16 - δεξιά) είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης τόσο σε ατομικό επίπεδο όσο και σε τοπικό. Με τον αναλυτικό χάρτη ατμοσφαιρικής ρύπανσης ο Δήμος μπορεί να λάβει πιο στοχευμένα και αποτελεσματικά μέτρα.

Η ρύπανση δεν είναι μόνο ατμοσφαιρική αλλά και ηχητική. Για αυτό παρακολουθούνται και τα επίπεδα θορύβου σε διάφορα σημεία της πόλης με τον κατάλληλο εξοπλισμό (βλ. Εικόνα 16 – αριστερά).



Εικόνα 16

Στην Εικόνα 17 οι αισθητήρες στάθμευσης είναι τοποθετημένοι κάτω από το οδόστρωμα. Σε κοντινή απόσταση βρίσκονται Wi-Fi router τα οποία αναλαμβάνουν την επικοινωνία των αισθητήρων με το κεντρικό σύστημα. Ανά πάσα στιγμή το κεντρικό σύστημα γνωρίζει πόσες και που είναι οι διαθέσιμες θέσεις παρκινγκ. Το σύστημα ενημερώνει τους ψηφιακούς πίνακες και κάνει τις πληροφορίες αυτές ελεύθερα προσβάσιμες από τις υπόλοιπες ψηφιακές εφαρμογές.



Εικόνα 17

Αντίστοιχους ηλεκτρονικούς πινάκες που δείχνουν πόσες διαθέσιμες θέσεις υπάρχουν, μπορούμε να δούμε σε λειτουργία στην πόλη Σανταντέρ της Ισπανίας (βλ. Επόμενο κεφάλαιο).

3.1.5 Εφαρμογές

Οι ψηφιακές εφαρμογές (applications) προσφέρονται δωρεάν από τον Δήμο αλλά και από επιχειρήσεις και ιδιώτες. Οι εφαρμογές του Δήμου για παράδειγμα, μπορούν να δίνουν στους πολίτες στοιχεία για τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, τους Δημοτικούς χώρους στάθμευσης και τον καιρό. Επιπλέον, δίνουν τη δυνατότητα στους πολίτες να εξοφλούν τις υποχρεώσεις τους προς τον Δήμο και το κράτος (βλ. Εικόνα 18).

Η πλατφόρμα της έξυπνης πόλης δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης ψηφιακών εφαρμογών και λύσεων από τρίτους.

Για παράδειγμα μια τοπική επιχείρηση που διαθέτει εφαρμογή μπορεί να κάνει χρήση των πληροφοριών μέσω API (application programming interface) για να αναβαθμίσει την εμπειρία των πελατών της.



Εικόνα 18

3.1.6 Κεντρική διαχείριση

Η κεντρική διαχείριση της ψηφιακής πόλης χωρίζεται σε τρία διακριτά τμήματα:

- Τμήμα Ανάπτυξης και Καινοτομίας
- Τμήμα Παρακολούθησης
- Τμήμα Συντήρησης

Το Τμήμα Ανάπτυξης και Καινοτομίας υλοποιεί καινοτόμες ιδέες στον τομέα της έξυπνης πόλης. Στόχος του είναι η βελτίωση των υπηρεσιών που προσφέρει η έξυπνη πόλη και η δημιουργία νέων εφαρμογών. Το τμήμα αυτό προσελκύει νέους ανθρώπους με όραμα για την πόλη τους και ταλέντο στην επιστήμη της Πληροφορικής.

Το Τμήμα Παρακολούθησης επιβλέπει την αδιάκοπη λειτουργία του συστήματος και αποκρίνεται σε έκτακτες καταστάσεις. Το τμήμα αυτό χρειάζεται να λειτουργεί ασταμάτητα όλο το εικοσιτετράωρο.

Το Τμήμα Συντήρησης αναλαμβάνει τη τοποθέτηση των ηλεκτρονικών συσκευών και τη γρήγορη αντιμετώπιση βλαβών του υπάρχοντος συστήματος.

3.1.7 Μέσα Μαζικής Μεταφοράς

Η έξυπνη ψηφιακή πόλη μπορεί να αναλάβει εξ ολοκλήρου τη διαχείριση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (MMM).

Σε πρώτο στάδιο, τα οχήματα των MMM παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο (real time). Η θέση τους καταγράφεται. Το σύστημα υπολογίζει τους χρόνους αναμονής και ενημερώνει τους ψηφιακούς πινάκες, τοποθετημένους στις στάσεις. Ακόμα, οι πληροφορίες αυτές είναι διαθέσιμες και στις εφαρμογές τρίτων. Τα καταγεγραμμένα στατιστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για αλλαγές στα δρομολόγια των MMM, ανάλογες με τη ζήτησή τους.

Σε δεύτερο στάδιο, αναπτύσσονται αυτόνομα οχήματα (πχ. αυτόνομα λεωφορεία), όπως στην πόλη των Τρικάλων (βλ. Επόμενο κεφάλαιο).

3.1.8 Πρόσβαση στο Διαδίκτυο

Στη σημερινή εποχή η πρόσβαση των πολιτών στο διαδίκτυο είναι απαραίτητη. Για να είναι αποτελεσματική μια ψηφιακή πόλη, η πρόσβαση αυτή πρέπει να είναι αδιάκοπη και ελεύθερη. Οι υποδομές που επιτρέπουν τη λειτουργία της ψηφιακής έξυπνης πόλης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τη διασύνδεση των πολιτών στο διαδίκτυο.

Η εγκατάσταση ασύρματων δικτύων (Wi-Fi) σε δημόσιους χώρους όπως πάρκα, στάσεις λεωφορείων, Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, λιμάνια και δημόσια κτήρια αναβαθμίζει την ψηφιακή εμπειρία των πολιτών και των επισκεπτών της πόλης.

3.2 Εφαρμογές έξυπνης πόλης

3.2.1 Λειτουργία Δήμων

Οι Δήμοι έχουν μια βάση δεδομένων που συνεργάζεται με το την ιστοσελίδα ή τις εφαρμογές και στην οποία αποθηκεύονται όλα τα δεδομένα [3.2].

Το περιεχόμενο διαθέτει :

- Υποστήριξη κειμένου, φωτογραφιών, ήχου, Video, Google Maps κ.α.
- Δυνατότητα χρήσης ετικετών
- Δυνατότητα ελεγχόμενου άρθρων, φωτογραφιών, videos
- Χρήση ερωτηματολογίων.
- Κώδικας Google Analytics
- Δυνατότητα ημερολογίου εκδηλώσεων.
- Χρήση των διεθνών προτύπων (Web Standards) με βάσει τις οδηγίες του W3C για την υλοποίηση των ιστοσελίδων (XHTML, CSS).
- Επικύρωση με τον W3C Validator.
- Δυνατότητα επέκτασης των λειτουργιών με τη ανάπτυξη ανοιχτού λογισμικού όπως διασύνδεση με Διαύγεια για αυτοματοποιημένη λήψη στοιχείων.

3.2.2 Αναλυτικά

Οι εφαρμογές απαιτούν ειδικές απλό και ενιαίο σχεδιασμό. Κάθε εφαρμογή πρέπει να μπορεί να διαχειρίζεται όλες τις πληροφορίες και να προσφέρει υπηρεσίες που εξυπηρετούν τους πολίτες.

Τα πλεονεκτήματα και τα χαρακτηριστικά των νέων εφαρμογών είναι:.

- Γρήγορη ενημέρωση του περιεχομένου
- Ταυτόχρονη ενημέρωση χρηστών

- Να μην απαιτούνται ειδικές γνώσεις από το προσωπικό.
- Δυνατότητα αναζήτησης
- Ασφάλεια
- Αλλαγή σχεδιασμού ή τρόπου πλοήγησης
- Μικρότερος φόρτος στον εξυπηρετητή
- Όλο το περιεχόμενο καταχωρείται στη βάση δεδομένων
- Μικρές σχετικά απαιτήσεις σε πόρους του συστήματος
- Αυτόματοι μηχανισμοί σύνδεσης με Διαύγεια για αποφάσεις Δημάρχου, Επιτροπών κ.λπ.

Η κάθε εφαρμογή υποστηρίζει ανοιχτά πρότυπα για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας και της μελλοντικής επέκτασής της ενώ υποστηρίζεται ο δυναμικός εμπλουτισμός του περιεχομένου της από τους αντίστοιχους εξουσιοδοτημένους χρήστες.

Το σύστημα θα πρέπει να υποστηρίζει όλα τα δημοφιλή Web2 εργαλεία όπως Blogs, Forums, δημοσκοπήσεις, Social Media Sharing, Social Media Networking, κλπ) Επίσης θα πρέπει να υποστηρίζονται :

- Υποστήριξη αναθεωρήσεων
- Δημιουργία, διαχείριση, και να εναλλαγή μεταξύ χώρων εργασίας που έχουν διαφορετικές εκδόσεις
- Ανάκτηση περιεχομένου μετά από διαγραφή
- Εγγενή υποστήριξη κινητών τηλεφώνων και συσκευών όπως tablets

Το ζητούμενο σύστημα θα πρέπει να είναι συμβατό με τα πρότυπα της E.E και να προσφέρει:

- Διασυνδεσιμότητα
- Φορητότητα

- Πρόσβαση
- Ανοικτός κώδικας
- Υλοποίηση και για κινητά τηλέφωνα με χρήση responsive interface και ξεχωριστού application.

3.2.3 Υπηρεσίες Σχεδίασης εμπειρίας χρήστη

Ο σχεδιασμός γίνεται με γνώμονα τον πολίτη, τον επαγγελματία και τον επισκέπτη. Αυτοί είναι οι τρεις βασικοί πυλώνες της αρχιτεκτονικής.

Σκοπός είναι να δημιουργηθεί ένας δείκτης ποιοτικής διαβίωσης για τους δημότες που θα αποτελείται από επιλεγμένα θέματα όπως πεζοδρομήσεις, χώρους πρασίνου, φωτισμό κτλ τα οποία θα ενδιαφέρουν τους πολίτες και όχι μόνο.

3.2.4 Υπηρεσίες πρώτου και δευτέρου επιπέδου

Οι εφαρμογές έξυπνης πόλης θα πρέπει τουλάχιστον να πραγματοποιούν:

- Παρουσίαση του Δήμου και της τοπικής κοινωνίας
- Εξειδικευμένη πληροφόρηση ανά κατηγορίες
- Πληροφόρηση
- Ανακοινώσεις, Νέα, Δελτία Τύπου
- Προκηρύξεις – Διαγωνισμοί
- Ανοιχτά Δεδομένα

Πιο αναλυτικά θα πρέπει να απευθύνεται σ' επισκέπτες που θέλουν να ενημερωθούν για:

- Τον δήμο και τις περιοχές του

- Συλλόγους - Φορείς. Παρουσίαση, φωτογραφίες, για: π.χ. Εργατικό Κέντρο,
- Νοσοκομεία, Κοινωνικούς συλλόγους, Προσκόπους, Εκκλησίες κ.α.
- Την οργάνωση του δήμου (όργανα, υπηρεσίες, δημοτικοί οργανισμοί, σχολικές επιτροπές, Κέντρο Υγείας)
- Νέα - ανακοινώσεις (επικαιρότητα - ειδήσεις).
- ΚΤΕΛ δημοτικής συγκοινωνίας.
- Χρήσιμες πληροφορίες (Εφημερεύοντα φαρμακεία, Δημαρχείο, ΚΕΠ αστυνομικό τμήμα, ΕΛΤΑ, ΟΤΕ, ταξί, ΚΑΠΗ, κολυμβητήριο, δημοτικό ωδείο κλειστό γυμναστήριο, ΚΤΕΛ, παιδικοί σταθμοί, πνευματικό κέντρο , πυροφυλακή, φιλαρμονική δήμου , βιβλιοθήκη, συμβουλευτικός σταθμός ,δημοτικός κινηματογράφος, νοσοκομεία, ιατρεία, ΙΚΑ, νηπιαγωγεία σχολεία τράπεζες, καφετέριες, delivery, εκκλησίες)
- Parking
- Οι πολίτες θα μπορούν να δουν ή να αναζητήσουν αποφάσεις που σχετίζονται με επιτροπές και διοικητικά συμβούλια. Για το παραπάνω μπορεί να δημιουργηθεί ειδικός αυτοματοποιημένος μηχανισμός διασύνδεσης με Διαύγεια για ευκολότερη και γρηγορότερη διαχείριση των δεδομένων από το φορέα μειώνοντας το φόρτο εργασίας του.
- Κοινωνικές και πολιτισμικές δράσεις
- Κοινωνικό Παντοπωλείο, Κοινωνικό Ιατρείο κ.α. και πολιτιστικό ημερολόγιο
- Διαγωνισμούς και συμβάσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Υποδείγματα έξυπνων πόλεων

4.1 Η Διεθνής πραγματικότητα

4.1.1 Άμστερνταμ: δημιουργία νέων εταιρικών σχέσεων

Ο στόχος της πλατφόρμας Άμστερνταμ Smart City είναι να φέρει σε επαφή τους ενδιαφερόμενους φορείς που ασχολούνται με την ηλεκτρονική διακυβέρνηση με στόχο την ανάπτυξη εφαρμογών που θα διευκολύνουν τις υπηρεσίες του Δήμου και θα ανεβάσουν ακόμα πιο ψηλά την Πόλη σε επίπεδο ψηφιακής τεχνολογίας [4.1].

Η πόλη του Άμστερνταμ έχει αναγνωριστεί ως ένας σημαντικός παράγοντας με δράσεις κατά της υπερθέρμανσης του πλανήτη και την υλοποίηση εφαρμογών υπέρ της ψηφιακής οικονομίας [4.2].

Η πλατφόρμα ξεκίνησε το 2009. Η πρωτοβουλία αποσκοπούσε στην υλοποίηση εφαρμογών στη περιοχή του Άμστερνταμ, με στόχο τη δημιουργία νέων συμβάσεων μεταξύ ιδιωτικών επιχειρήσεων, δημόσιων οργανισμών και κατοίκων.

Η πόλη αποτελεί ένα εργαστήριο ανάπτυξης, όπου οι νέες χρηματοδοτήσεις και οι τεχνολογίες, θα συμβάλουν στην εφαρμογή καλύτερης ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, καθώς και σε μια αλλαγή νοοτροπίας.

Η συνεργασία μεταξύ των δημοσίων και ιδιωτικών φορέων, είναι απαραίτητη.

Ένας από τους κύριους παράγοντες που οδήγησαν στην επιτυχία είναι η πολιτική που εφαρμόστηκε και η ενεργός συμμετοχή εταιρειών.

Το έργο χρηματοδοτήθηκε κατά 20% από δημόσιους πόρους, 40% από τον ιδιωτικό τομέα και 40% από ευρωπαϊκά κονδύλια.

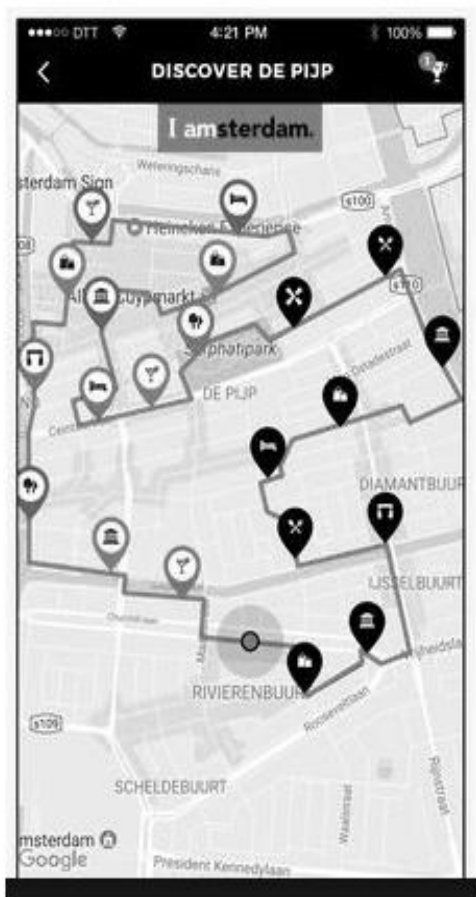
Τα περισσότερα έργα χρηματοδοτήθηκαν μέσω δημόσιου-ιδιωτικού τομέα, ενώ ορισμένα έργα, με λιγότερα κεφάλαια, η χρηματοδότηση έγινε άμεσα από ίδιους πόρους [4.2].

Το Άμστερνταμ, αποτελεί μια πόλη συνεργασίας, και μια πόλη ευέλικτη και ανοικτή για ανάπτυξη. Η πλατφόρμα έχει αναδείξει την πόλη διεθνώς και

επιτρέπει την ανάπτυξη, προσελκύει νέες εταιρείες με νέες ιδέες. Τέλος, η πλατφόρμα είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για επέκταση.

Κύριο χαρακτηριστικό της πλατφόρμας είναι η βάση δεδομένων της. Μεγάλο μέρος των πληροφοριών που ανανεώνονται και αποθηκεύονται σε αυτήν είναι διαθέσιμο ελεύθερα στους πολίτες του Άμστερνταμ, στις τοπικές επιχειρήσεις και στους επισκέπτες της πόλης. Η πλατφόρμα επιτρέπει τη καλύτερη και αποδοτικότερη αξιοποίηση των πόρων και των υπηρεσιών της πόλης και συμβάλει θετικά στην ανάπτυξή της.

Παρακάτω δίνονται μερικά παραδείγματα της εφαρμογής αυτής της πλατφόρμας και της «ανοιχτής» βάσης δεδομένων της.



Εικόνα 19



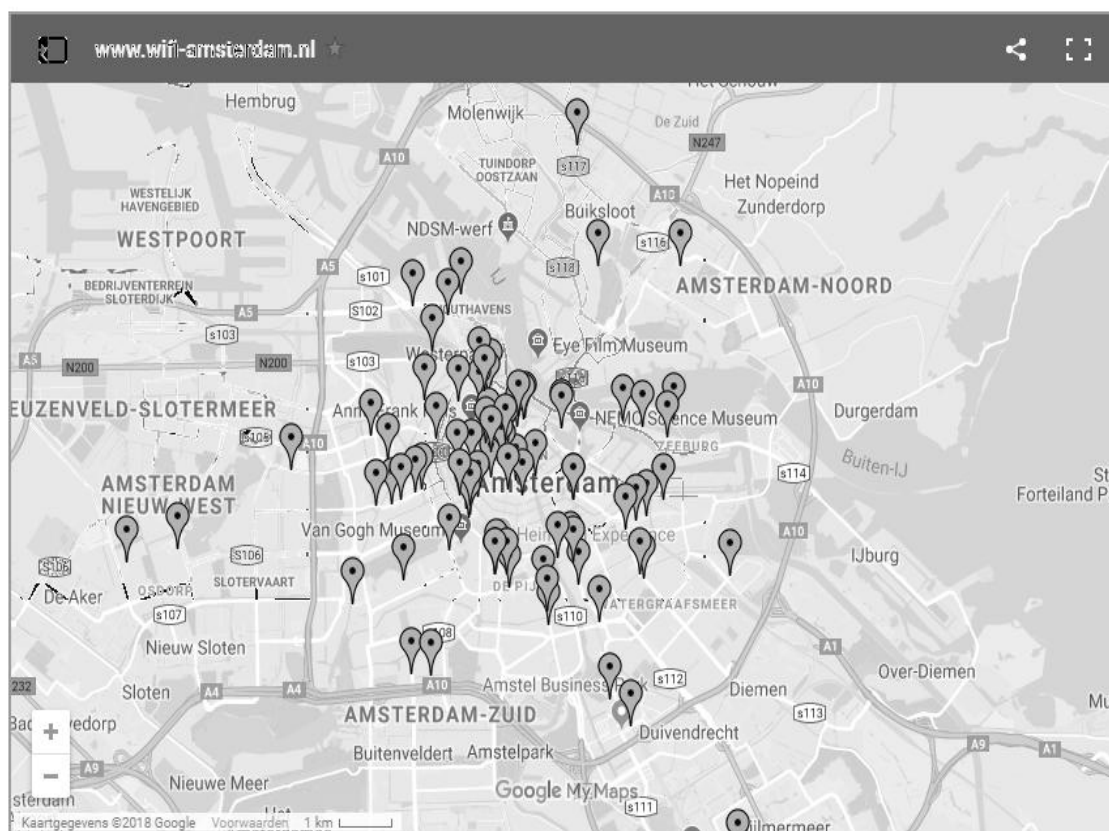
Εικόνα 20

Τα «ανοιχτά» δεδομένα του Άμστερνταμ είναι προσβάσιμα από τους επίσημους ιστότοπους (π.χ. <https://data.amsterdam.nl/>) αλλά και από άλλους ιστότοπους και εφαρμογές τρίτων με τη βοήθεια των API (Application Programming Interface) που υποστηρίζουν. Παραδείγματα τέτοιων «ανοιχτών» πληροφοριών είναι: η ανάπτυξη γης, το εμπορικό μητρώο, οι ταχυδρομικοί κώδικες ανά περιοχή, τα μνημεία, οι χώροι στάθμευσης.

Στις Εικόνες 19 και 20 βλέπουμε τις εφαρμογές «I Amsterdam Maps & Routes» και «VaarWater».

Η εφαρμογή «I Amsterdam Maps & Routes» προτείνει στους χρήστες της διαδρομές μέσα στη πόλη του Άμστερνταμ, οι οποίες είναι ειδικά σχεδιασμένες να αναδείξουν διάφορα αξιοθέατα και κέντρα αναψυχής, συνδυάζοντας το περπάτημα με τη διασκέδαση.

Η εφαρμογή «VaarWater» επιτρέπει στους χρήστες της να χρησιμοποιήσουν με ασφάλεια τα κανάλια της πόλης, προφέροντας τους κατάλληλους χάρτες και τη πρόγνωση του καιρού.

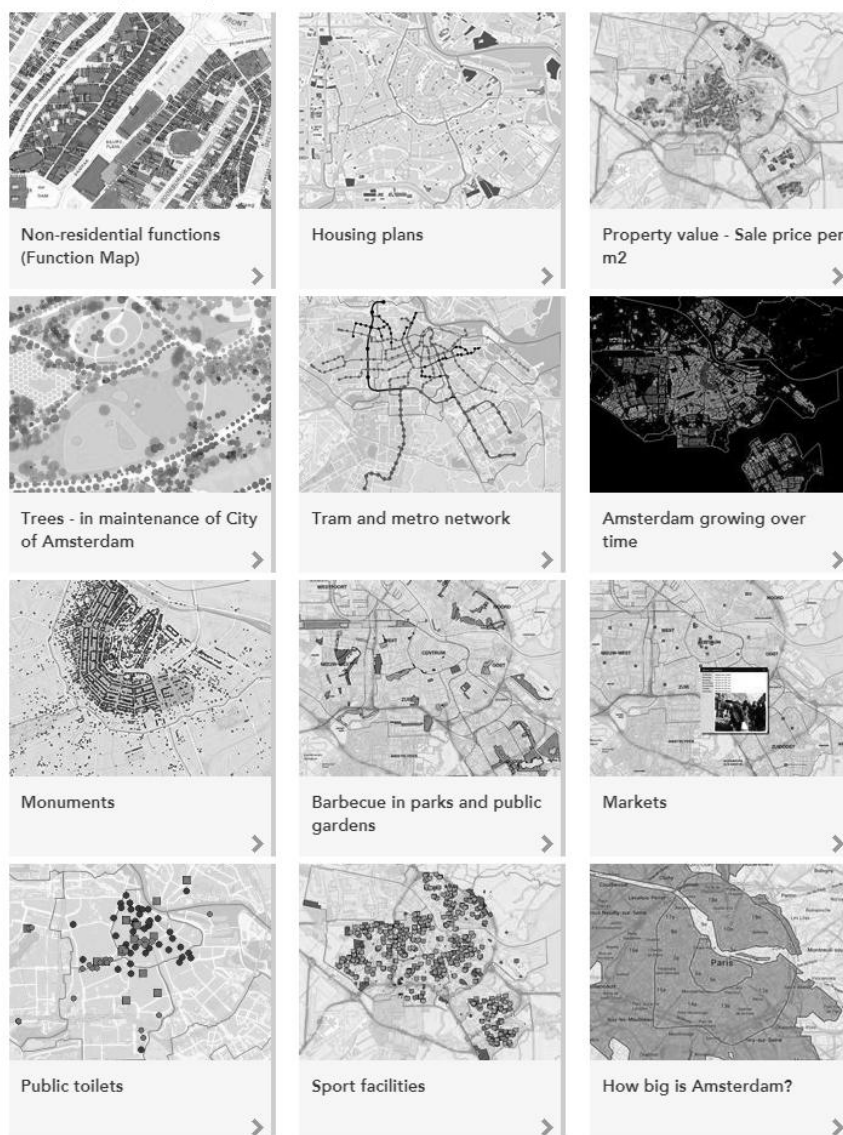


Εικόνα 21

Στην Εικόνα 21 απεικονίζονται τα σημεία ελεύθερης πρόσβασης στο διαδίκτυο (Wi-Fi Hotspots). Τα σημεία αυτά χρησιμοποιούνται τόσο από τους πολίτες απευθείας όσο και από εφαρμογές τρίτων οι οποίες τα συλλέγουν και προτείνουν τις δικές τους λύσεις. Ένα παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής είναι το «Wiman».

Ο ισότοπος <https://maps.amsterdam.nl/> προσφέρει ανοιχτούς προς το κοινό, διαδραστικούς χάρτες οι οποίοι προσφέρουν πληροφορίες διαφόρων ειδών όπως: αξίες ακινήτων, αγορές, ανάπτυξη της πόλης στο χρόνο, γραμμές μέσων μαζικής μεταφοράς, πάρκα, δημόσιους χώρους αναψυχής και άλλα.

Interesting for city visitors



Εικόνα 22

4.1.2 Σανταντέρ: ένα υπόδειγμα έξυπνης πόλης

Άλλη μια τέτοια εφαρμογή αναπτύσσεται στην πόλη Σανταντέρ της Ισπανίας, όπου ηγείται μια προσπάθεια άλλων τριών ευρωπαϊκών πόλεων, όπως του Γκίλφορντ του Ηνωμένου Βασιλείου, του Βελιγραδίου της Σερβίας και του Λούμπεκ της Γερμανίας.

Το εγχείρημα αυτό ξεκίνησε το 2010 με απώτερο σκοπό να τοποθετηθούν και στις τέσσερις αυτές πόλεις είκοσι χιλιάδες αισθητήρες, διαφόρων κατηγοριών συνολικά, και στην πόλη του Σανταντέρ δώδεκα χιλιάδες εξ αυτών.

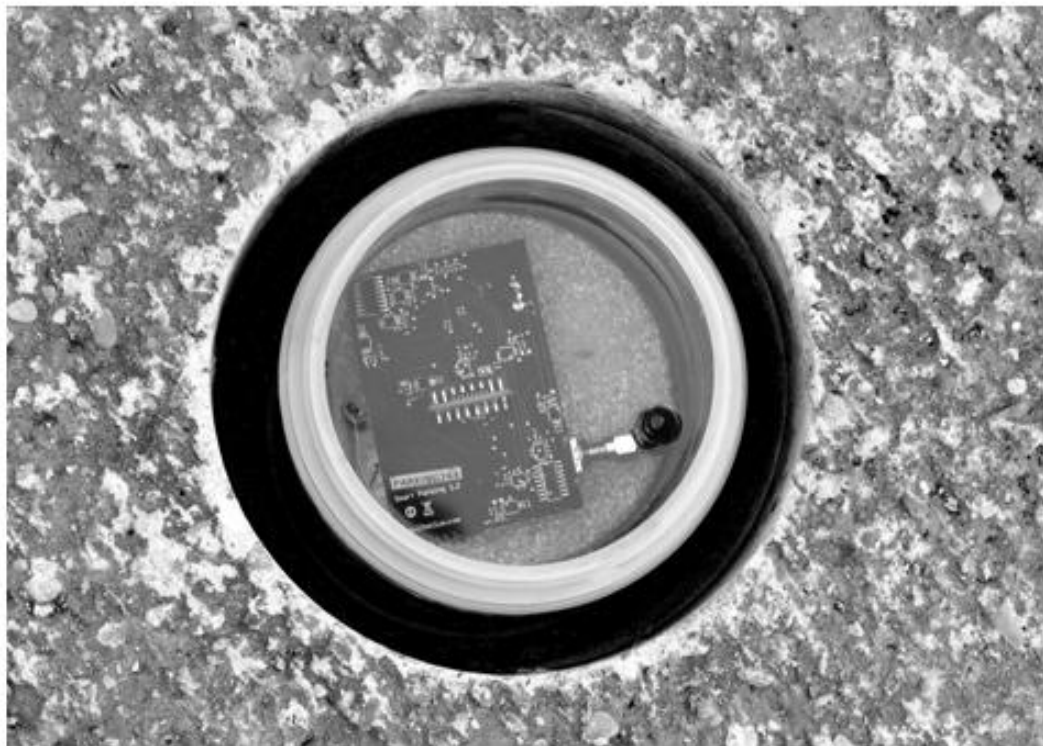
Σκοπός της εφαρμογής Smart Santander είναι η συλλογή δεδομένων από όλους αυτούς τους αισθητήρες όπως περιβαλλοντικοί παράγοντες και άλλων παραγόντων για την διευκόλυνση των κατοίκων στην καθημερινότητα τους [4.3].



Εικόνα 23

Η εφαρμογή Smart Santander καλύπτει, μεταξύ άλλων, τους τρόπους μετακίνησης με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, όπως και τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης εκείνη τη στιγμή στη πόλη.

Η παρακολούθηση των θέσεων στάθμευσης γίνεται με τοποθέτηση αισθητήρων κάτω από το οδόστρωμα (βλ. Εικόνα 24), οι οποίοι ανιχνεύουν τη παρουσία σταθμευμένων αυτοκινήτων.



Εικόνα 24



Εικόνα 25

Κάθε στιγμή η τρέχουσα κατάσταση αποθηκεύεται από το κεντρικό σύστημα και στη συνέχεια οι πληροφορίες αυτές αξιοποιούνται από τη mobile εφαρμογή αλλά και από τους ηλεκτρονικούς πίνακες (βλ. Εικόνα 25) οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία της πόλης.

Το μέτρο αυτό έχει διευκολύνει τους κατοίκους της πόλης, μειώνοντας το χρόνο εύρεσης άδειας θέσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης υγρών καυσίμων και έχει κάνει τη πόλη φιλικότερη προς το περιβάλλον.

Άλλοι αισθητήρες παρακολουθούν τους κάδους απορριμμάτων (βλ. Εικόνα 26) και τα οχήματα αποκομιδής απορριμμάτων. Το κεντρικό σύστημα κάνει αποδοτικότερη διαχείριση της συλλογής τους, προσαρμόζοντας τις διαδρομές των οχημάτων ανάλογα τις ανάγκες σε πραγματικό χρόνο.

Σε κεντρικά σημεία της πόλης είναι τοποθετημένα κοινόχρηστα ποδήλατα (βλ. Εικόνα 27). Η χρήση τους συμβάλει στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και διευκολύνει τη μετακίνηση των πολιτών.

Συνολικά, η πόλη του Σαντατέρ διαθέτει μία πλειάδα υπηρεσιών και εφαρμογών που συμβάλλουν θετικά και αποφασιστικά στην άνοδο της ποιότητας ζωής κατοίκων και επισκεπτών.



Εικόνα 26



Εικόνα 27

4.1.3. Ταλίν: η πόλη-ηγέτης της ψηφιακής καινοτομίας

Η μικρότερη των χωρών της Βαλτικής, η Εσθονία, και συγκεκριμένα η πρωτεύουσά της – το Ταλίν είναι παγκόσμιος ηγέτης στην ψηφιακή καινοτομία. Η Εσθονία είναι το πρώτο έθνος που δηλώνει ότι η πρόσβαση στο διαδίκτυο είναι βασικό ανθρώπινο δικαίωμα. Επιπλέον, δέχεται ψηφιακές υπογραφές για τις περισσότερες συναλλαγές, έχει καθιερώσει την ηλεκτρονική ψηφοφορία και ήταν από τις πρώτες χώρες με δυνατότητες δικτύου 5G [4.4].

Το Ταλίν έχει «ξεπεράσει» τον κοινό ορισμό της «έξυπνης πόλης». Για πολλές άλλες πόλεις «έξυπνο» σημαίνει χρήση της τελευταίας τεχνολογίας, εγκατάσταση Wi-Fi δικτύων, παροχή ηλεκτρονικών υπηρεσιών, «ανοιχτά» δεδομένα κλπ.

Το Ταλίν έχει ολοκληρώσει αυτό το στάδιο και φιλοδοξεί προς την κατεύθυνση της άμεσης συμμετοχής των ανθρώπων στη διαδικασία της διακυβέρνησης της πόλης και γενικότερα στη χάραξη του μέλλοντος που οι πολίτες επιθυμούν.



Εικόνα 28. Αστυνομική ταυτότητα με ενσωματωμένο μικροσίπ [4.5]

Οι πιο δημοφιλείς ηλεκτρονικές υπηρεσίες, μερικές από τις οποίες είναι διαθέσιμες και σε κινητές συσκευές, είναι [4.5]:

1. Η εφαρμογή των δημόσιων ΜΜΜ (χρονοδιαγράμματα, παρακολούθηση σε απευθείας σύνδεση, προγραμματισμός ταξιδιού, χάρτης της πόλης). Η εφαρμογή είναι ακριβής και εύκολη στη χρήση και παρέχει ενημερωμένες (με μέγιστη καθυστέρηση 30 δευτερολέπτων) πληροφορίες σχετικά με τις γραμμές μαζικής μεταφοράς στο Ταλίν. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να δει τη ζωντανή πρόοδο λεωφορείων, τραμ και τρόλεϊ στο χάρτη του διαδικτύου.
2. Η εφαρμογή των καμερών κυκλοφορίας οι οποίες καλύπτουν όλες τις σημαντικότερες διασταυρώσεις στο Ταλίν. Η εφαρμογή παρέχει τις πληροφορίες σχετικά με τη κυκλοφορία.
3. Ο επίσημος διαδικτυακός χάρτης του Ταλίν, ο οποίος παρέχει τις πιο λεπτομερείς και ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με τις εξελίξεις στον χώρο της πόλης.

Το Estonian Smart City Cluster είναι ένα σύμπλεγμα οργανισμών το οποίο έχει σχεδιαστεί να υποστηρίζει την ανάπτυξη λύσεων έξυπνων πόλεων με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας ζωής στις πόλεις και την επιτάχυνση της ανάπτυξης των επιχειρήσεων.

Η συνέργια αυτή επικεντρώνεται κυρίως στις δυνατότητες των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών, των νέων τεχνολογιών στις διάφορες διαδικασίες των πόλεων και στην ανάπτυξη λύσεων εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς και στην ανάπτυξη της υγειονομικής περίθαλψης και της κοινωνικής πρόνοιας με αποτελεσματικό και οικονομικά αποδοτικό τρόπο [4.6].

Από τις αρχές του 2013 οι μεταφορές με τα MMM του Ταλίν είναι δωρεάν για τους κατοίκους της. Για πολλούς ιδιοκτήτες αυτοκινήτων αυτό αποτελεί σημαντικό κίνητρο για τη μετάβαση στις δημόσιες συγκοινωνίες, μειώνοντας έτσι τη ρύπανση και τον θόρυβο, γεγονός που μακροπρόθεσμα βελτιώνει το βιοτικό επίπεδο για όλους τους πολίτες. Ακόμα, η πρωτοβουλία αυτή παρέχει ίσες ευκαιρίες κινητικότητας σε όλες τις κοινωνικές ομάδες [4.7].

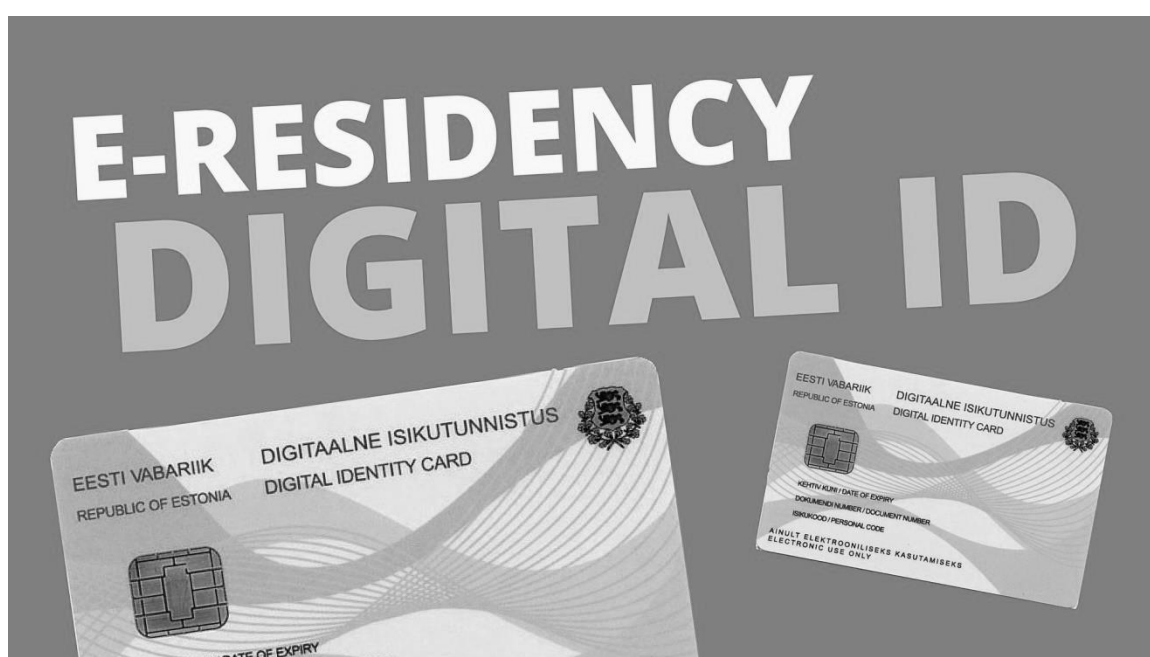


Εικόνα 29. Μηχάνημα επικύρωσης ηλεκτρονικών εισιτηρίων[4.7]

Το 2014 η κυβέρνηση της Εσθονίας εισήγαγε το πρόγραμμα e-Residency το οποίο επιτρέπει σε οποιονδήποτε από όλο τον κόσμο να γίνει εικονικός πολίτης της χώρας και να ξεκινήσει μια επιχείρηση από την Εσθονία.

Η υποβολή αίτησης για e-Residency είναι απλώς θέμα συμπλήρωσης μιας ηλεκτρονικής φόρμας, η οποία αποστέλλει αντίγραφο διαβατηρίου και φωτογραφίας και καταβάλλει ένα μικρό τέλος. Αφού εγκριθεί η αίτηση, ο πολίτης συλλέξει μια έξυπνη κάρτα που είναι φορτωμένη με ένα ψηφιακό πιστοποιητικό που αντιπροσωπεύει την ψηφιακή ταυτότητα του e-Resident (βλ. Εικόνα 30).

Ένα από τα οφέλη της ίδρυσης μιας εταιρείας στην Εσθονία είναι ότι δεν υπάρχει εταιρικός φόρος επί των χρημάτων που απομένει εντός της εταιρείας.



Εικόνα 30 [4.8]

4.2 Η Ελληνική πραγματικότητα

Θα προσπαθήσουμε να εξετάσουμε τι γίνεται με τις εφαρμογές έξυπνων πόλεων στην Ελλάδα, να δούμε κάποιες εφαρμογές και να δείξουμε με ποιο τρόπο μπορούν να προσαρμοστούν οι δήμοι και να κάνουν χρήση τέτοιων εφαρμογών.

Η Ευρωπαϊκή Σύμπραξη Καινοτομίας στοχεύει στην αξιοποίηση των πόρων για την ανάπτυξη σε τομείς τεχνολογιών της πληροφορικής.

Οι Έξυπνες πόλεις είναι ένας νέος τρόπος ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, με τον οποίο, οι ψηφιακές εφαρμογές πλέον παίζουν σημαντικό ρόλο στη σχέση πολίτη και κυβέρνησης [4.9].

Κύριος στόχος είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων για την ΤΠΕ (Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας), μέσω συμβάσεων και συνεργασιών μεταξύ δήμων και ιδιωτών» [4.9].

Στο Τομεακό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Υποδομές Μεταφορών, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» υπάρχει ο Πολυενομοκός και Αστικός Σχεδιασμός για την ανάπτυξη έξυπνων Εφαρμογών . Στη δράση αυτή προβλέπεται η προετοιμασία πλάνων και σχεδίων για την ανάπτυξη έξυπνων εφαρμογών για όλους τους Δήμους με καινοτόμες εφαρμογές σε όλους τους τομείς όπως περιβάλλον, ενέργεια, τουρισμό κ.λπ.

Στο πλαίσιο της ΠΣΕΕ (Περιφερειακή Στρατηγική Έξυπνης Εξειδίκευσης), δημιουργούνται εφαρμογές όπως έξυπνα συστήματα μετακίνησης, διαβίωσης και τοπικής διοίκησης [4.9].

Η ενίσχυση των εταιρειών και η ανάγκη ανάπτυξης τέτοιων εφαρμογών επικεντρώνεται στην βελτίωση του πολίτη, της καθημερινότητάς του αλλά και στην βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών των Δήμων καθώς θα παρέχει εργαλεία που μέσω αυτών θα επιτυγχάνεται γρηγορότερη εξυπηρέτηση.

Επιπλέον, η ενίσχυση της επιχειρηματικότητας και η στήριξη νέων εταιρειών που δραστηριοποιούνται στο χώρο αποτελεί βασική ανάγκη για ανάπτυξη της οικονομίας και εισχώρηση νέων κεφαλαίων[4.9].

Παράλληλα, θέτει ως στόχο την ανάπτυξη στο τουρισμό, στο πολιτισμό, στο εμπόριο, στην ενέργεια και σε πολλούς άλλους τομείς μέσω αυτών των εφαρμογών και εξασφαλίζουν μια καλύτερη ποιότητα ζωής και διασφάλιση της κοινωνικής αλληλεγγύης [4.9].

Επομένως, οι Δήμοι πρέπει να ενδιαφερθούν και να αναπτύξουν δράσεις που θα σηματοδοτήσουν μια νέα εποχή , μια εποχή ψηφιακής ανάπτυξης , με νέες τεχνολογίες που θα αυξήσουν την βιωσιμότητα τους και θα επιτύχουν ανάπτυξη οικονομική και κοινωνική.

4.2.1 Η τρέχουσα κατάσταση στους Δήμους της Ελλάδας

Μία ομάδα καθηγητών, ερευνητών, μεταπτυχιακών και προπτυχιακών φοιτητών στο Παν. Αιγαίου, πραγματοποιούν έρευνα στο τομέα αυτό και κάνανε πρόσφατα μια έρευνα για την τρέχουσα κατάσταση στην Ελλάδα [4.10].

Οι εφαρμογές έξυπνης πόλης ενσωματώνουν τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, τη μείωση του κόστους και ταχύτερη εξυπηρέτηση μειώνοντας το φόρτο εργασίας των υπαλλήλων, ενώ παράλληλα πολίτες και Δήμος έρχονται σε επαφή. Οι εφαρμογές μπορούν να καταταχθούν στις παρακάτω κατηγορίες [4.10]:

1. Υποδομές
2. Περιβάλλον
3. Μεταφορές -Μετακινήσεις
4. Υγεία
5. Διαχείριση Αποβλήτων & Υδάτινων Πόρων
6. Ενέργεια
7. Τουρισμός
8. Πολιτισμός
9. Οικονομία – Ανάπτυξη
10. Ασφάλεια
11. Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση

Σκοπός της έρευνάς τους είναι η αποτύπωση της κατάστασης υλοποιημένων εφαρμογών στους Δήμους. Η έρευνα βασίστηκε σε απαντήσεις σε ερωτηματολόγια που εστάλησαν σε 325 Δήμους μέσω E-Mail (πηγή ΥΠΕΣ) με το ερωτηματολόγιο που είχε μια δομή 3 ενοτήτων με 1η την ταυτότητα του δήμου και ιδιότητα του συμμετέχοντα, η 2η με τα έργα που έχουν υλοποιηθεί ή υλοποιούνται και η 3η με έργα προς υλοποίηση στο μέλλον.

Οι συνολικές απαντήσεις ήταν 68.

Αρκετοί Δήμοι έχουν δώσει βάση στην υλοποίηση ασύρματου δικτύου σε κοινόχρηστους χώρους και δημοτικά κτίρια.

Άλλοι Δήμοι αναβάθμισαν hardware και software στις υπηρεσίες του δήμου με στόχο ένα καλύτερο εσωτερικό δίκτυο.

Στο τομέα των εφαρμογών πραγματοποίησαν αγορά ή υλοποίηση εφαρμογών για αναφορά προβλημάτων πολιτών. Άλλοι Δήμοι απλά πραγματοποίησαν αντικατάσταση λαμπτήρων με νέου τύπου LED, με υλοποίηση τηλεδιαχείρισης.

Υπάρχουν Δήμοι που υλοποίησαν εφαρμογές GIS για πολεοδομικές εφαρμογές ενώ ελάχιστοι πιο προοδευτικοί προχώρησαν και σε υλοποίηση δικτύου οπτικών ινών (MAN).

Στα εσωτερικά πλαίσια του Δήμου αρκετοί Δήμοι υλοποίησαν την ηλεκτρονική παρακολούθηση εγγράφων στις υπηρεσίες του δήμου.

Σε άλλες περιπτώσεις είδαμε να έχουν εγκαταστήσει αισθητήρες μέτρησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ενώ άλλοι προχώρησαν και σε δημιουργία ηλεκτρονικού τοπικού τουριστικού οδηγού. Αρκετοί Δήμοι σε συνδυασμό με τηλεματική εφάρμοσαν παρακολούθηση του στόλου οχημάτων τους.

Η έρευνα πρέπει να συνεχιστεί αλλά και να επαναληφθεί σε πολλές περιπτώσεις και στους υπόλοιπους Δήμους με σκοπό την δημιουργία μιας πιο σφαιρικής εικόνας με το τι έχει υλοποιηθεί και τι πρέπει να υλοποιηθεί.

4.2.2 Τρίκαλα : Το ελληνικό παράδειγμα έξυπνης πόλης

Οι έξυπνες πόλεις συνήθως ορίζονται ως αυτές που χρησιμοποιούν τεχνολογία για τη βελτίωση των υπηρεσιών, την αύξηση της διαφάνειας και την αποτελεσματικότητά τους, πολλαπλασιάζονται σε όλο τον κόσμο.

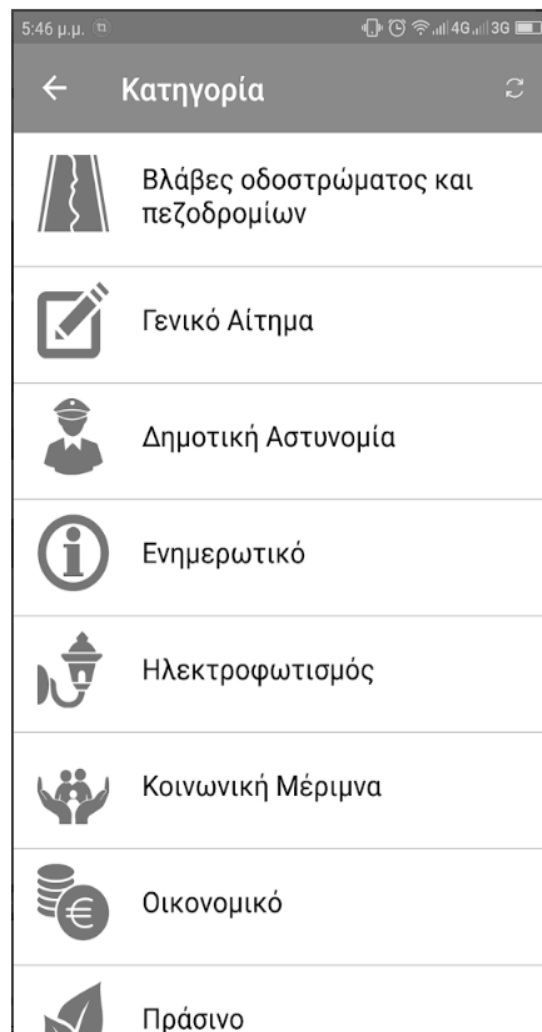
Στα Τρίκαλα, την αγροτική καρδιά της Ελλάδας, που αποτελούν μία από τις έξυπνες πόλεις της Ευρώπης έχουν υλοποιηθεί οι παρακάτω εφαρμογές.

Αρχικά, με τη χρήση ειδικών συσκευών περιβαλλοντικών μετρήσεων μπορεί να εκτιμηθεί η ποιότητα της ατμόσφαιρας. Επίσης, απεικονίζονται σε πραγματικό χρόνο δείκτες ποιότητας του περιβάλλοντος που επιτρέπουν συγκριτική αξιολόγηση, επισημάνσεις και την αναγνώριση τάσεων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στη λήψη μέτρων.

Στη συνέχεια, υλοποιήθηκε Σύστημα Έξυπνης Διαχείρισης Στάθμευσης, με το οποίο επιτυγχάνεται η εύρεση, η απεικόνιση και ο έλεγχος οριοθετημένων θέσεων στάθμευσης στο κέντρο της πόλης. Επιπλέον οι πολίτες ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο για τη διαθεσιμότητα θέσεων στην επιλεγμένη περιοχή.



Εικόνα 31



Εικόνα 32

Στις εικόνες 31 και 32 παρουσιάζεται δύο στιγμιότυπα από την εφαρμογή «Trikala Check App». Η εφαρμογή αυτή δίνει τη δυνατότητα στους πολίτες να εξυπηρετηθούν γρηγορότερα και ευκολότερα κάποιες από τις ανάγκες τους.

Η εφαρμογή επιτρέπει την υποβολή αιτημάτων προς τον Δήμο και σηματοδότηση προβλημάτων.

Στην Εικόνα 33 παρουσιάζεται το κεντρικό μέρος ελέγχου της έξυπνης πόλης των Τρικάλων.

Στις οθόνες παρουσιάζονται τα δεδομένα που συγκεντρώνονται σε πραγματικό χρόνο.

Εξειδικευμένο προσωπικό επιβλέπει την ομαλή λειτουργία του συστήματος και παρακολουθεί για έκτακτα συμβάντα.

Το 2016 στα Τρίκαλα έγινε πιλοτική χρήση αυτόνομων λεωφορείων (χωρίς οδηγό, βλ Εικόνα 34) με επιτυχία.



Εικόνα 33



Εικόνα 34

Στην Εικόνα 35 παρουσιάζεται το Αυτοματοποιημένο Κέντρο Εξυπηρέτησης Πολιτών e-ΚΕΠ. Τα ειδικά μηχανήματα τύπου ΑΤΜ παρέχουν νυχθημερόν τη δυνατότητα στους πολίτες να ζητούν και να εκτυπώνουν δημοτική ενημερότητα, πιστοποιητικά δημοτολογίου και άλλα σχετικά έγγραφα, άμεσα, με εύκολο και απλό τρόπο. Η πιστοποίηση του πολίτη πραγματοποιείται με τη χρήση Κάρτας Δημότη.



Εικόνα 35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Σενάριο εργασίας (case study)

5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα εξεταστεί ένα συγκεκριμένο σενάριο εργασίας στα πλαίσια των εφαρμογών για έξυπνες πόλεις. Ειδικότερα, θα παρουσιαστεί η εφαρμογή click n spot [5.1] που είναι διαθέσιμη για πλειάδα ψηφιακών τεχνολογικών πλατφορμών και εν συνεχεία θα αναπτυχθεί ένα σενάριο single-variate ανάλυσης για να εξεταστεί η δυνατότητα ευρυζωνικής πρόσβασης στην εφαρμογή από κινητούς χρήστες στο κέντρο ενός αστικού περιβάλλοντος με δόμηση, εμπόδια και συνεπακόλουθα φαινόμενα απωλειών οδεύσεως και σκίασης, θεωρώντας ότι η Δήμος διαθέτει συγκεκριμένα κεραιοσυστήματα που επιτρέπουν την πρόσβαση στην εν λόγω εφαρμογή.

5.2 Περίπτωση Χρήσης Clicknspot

5.2.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή προσφέρει τη δυνατότητα:

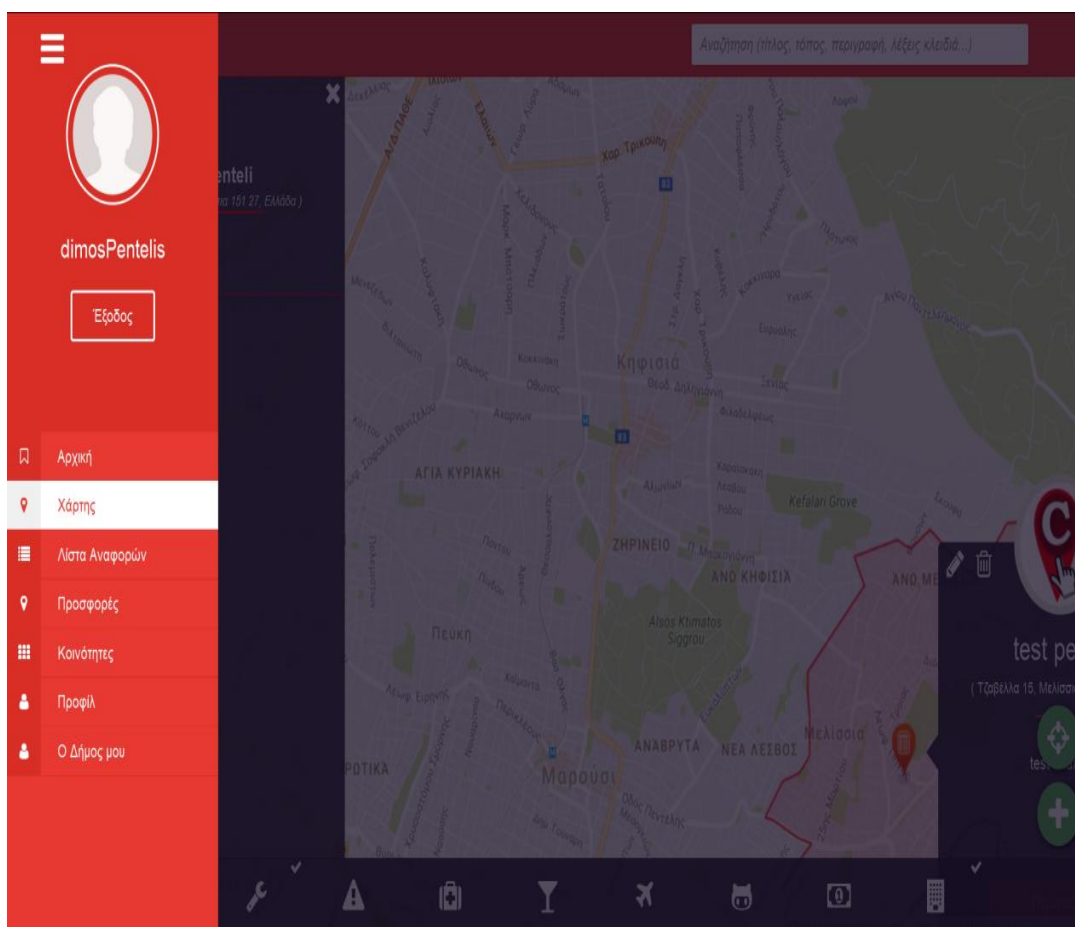
- α. Δημιουργίας και αποστολής on-line ερωτηματολογίων
- β. Γεωχωρικής απεικόνισης όλων των σημείων ενδιαφέροντος, γεγονότων, που επιθυμεί ο δήμος να κοινοποιήσει στους δημότες.
- γ. Υποβολής αιτημάτων μέσω του κινητού
- δ. Ενημέρωσης μέσω της εφαρμογής του για τις εκδηλώσεις και δράσεις του Δήμου.
- ε. ο Δήμος μπορεί να αναρτήσει όλα τα ανοιχτά δεδομένα του
- στ. Διαχείρισης έργων με πληροφορίες, όπως π.χ. στοιχεία Αναδόχου (Μελετητή, Εργολάβου), προϋπολογισμός, διάρκεια, υπερσύνδεσμος προς τη Διαύγεια, κατάσταση (προγραμματισμένο, σε εξέλιξη, υλοποιημένο).
- ζ. Ενημέρωση για τις προϋποθέσεις και τα δικαιολογητικά που απαιτούνται.

5.2.2 Η Υποδομή

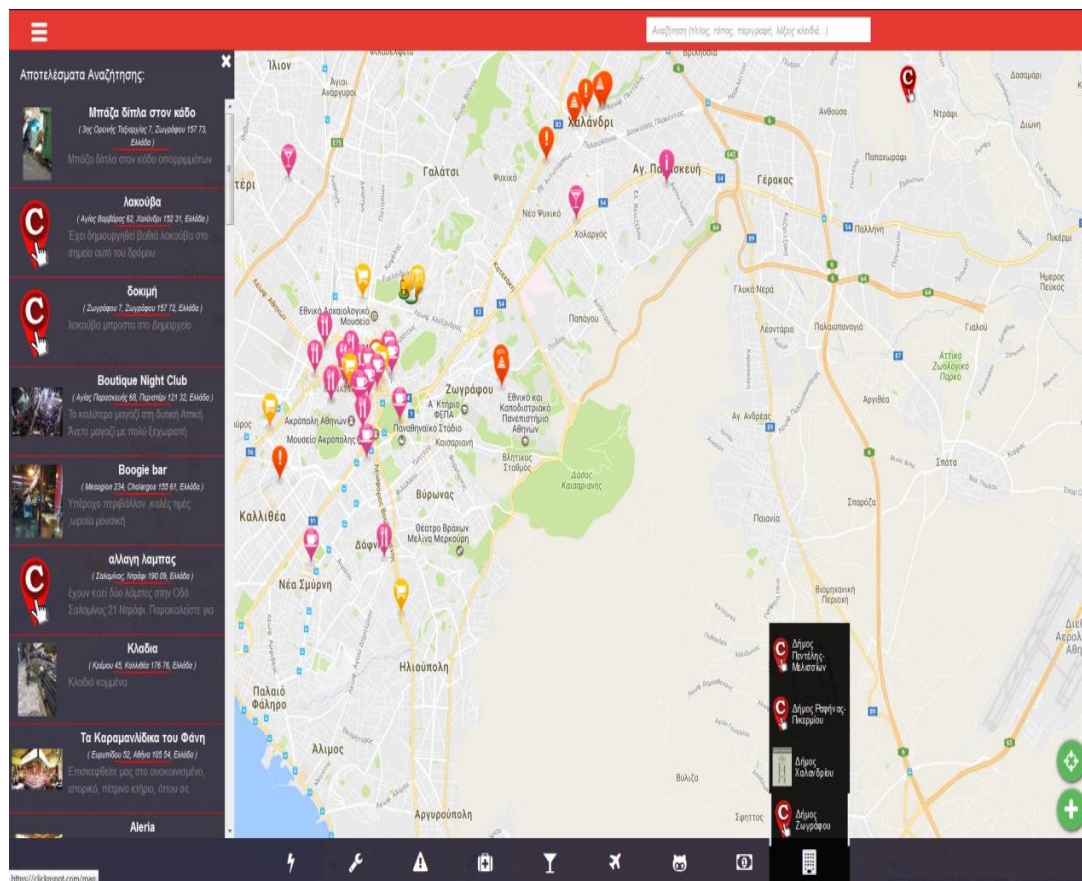
Οι πολίτες δύνανται να ενημερώνουν ηλεκτρονικά το Δήμο και να ενημερώνονται για το αίτημά τους και σε τι κατάσταση βρίσκεται, ενώ μέσω του Διαχειριστικού μπορούν να επεξεργαστούν τις αναφορές και τα στοιχεία τους. Το αίτημα πλέον θα αποκτά χωρική υπόσταση διευκολύνοντας όλους τους εμπλεκόμενους φορείς στην αντιμετώπιση του προβλήματος και την ενημέρωση του πολίτη.

5.2.3 Λειτουργία

Επιλέγοντας το υπομενού χάρτη το σύστημα μας μεταφέρει στο χάρτη. Ανάλογα με τις κοινότητες που έχετε εγγραφεί θα βλέπετε και τα αντίστοιχα marker πάνω στο χάρτη με τις πληροφορίες στα δεξιά. Ο χάρτης στην συνέχεια εμφανίζει πληροφορίες σύμφωνα με τις επιλογές που κάνουμε από το μενού στο κάτω μέρος (με δυνατότητα πολλαπλών επιλογών) και από την αναζήτηση.



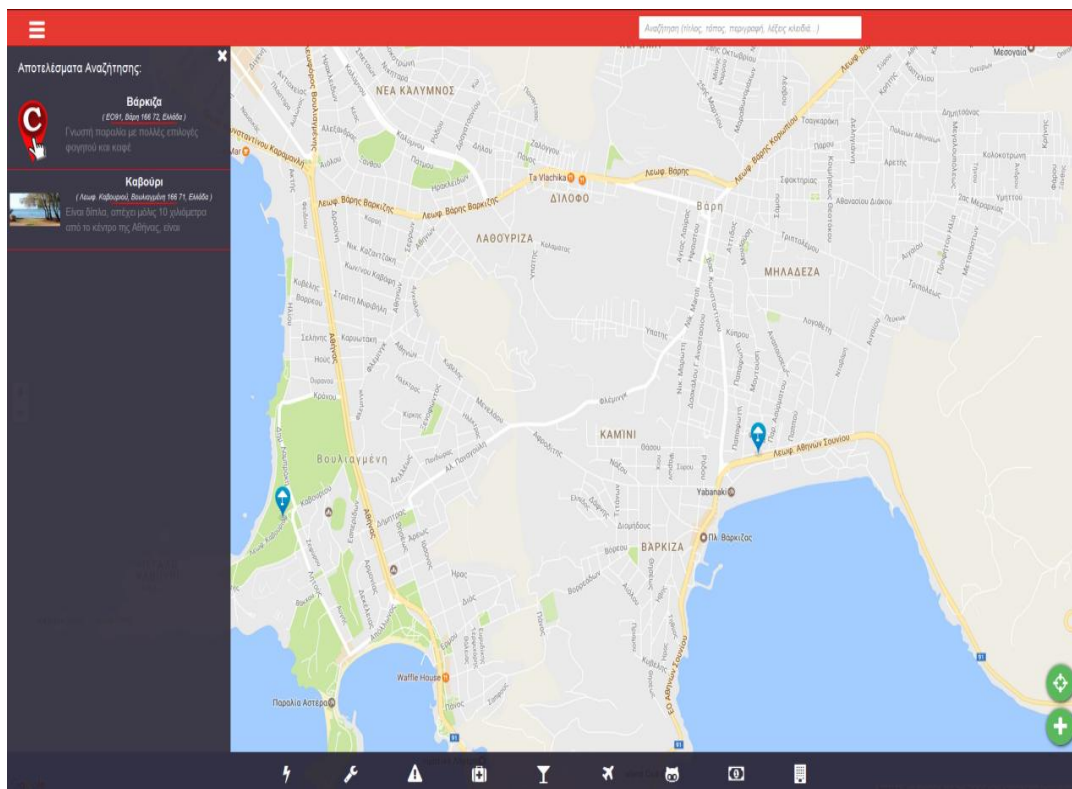
Εικόνα 36



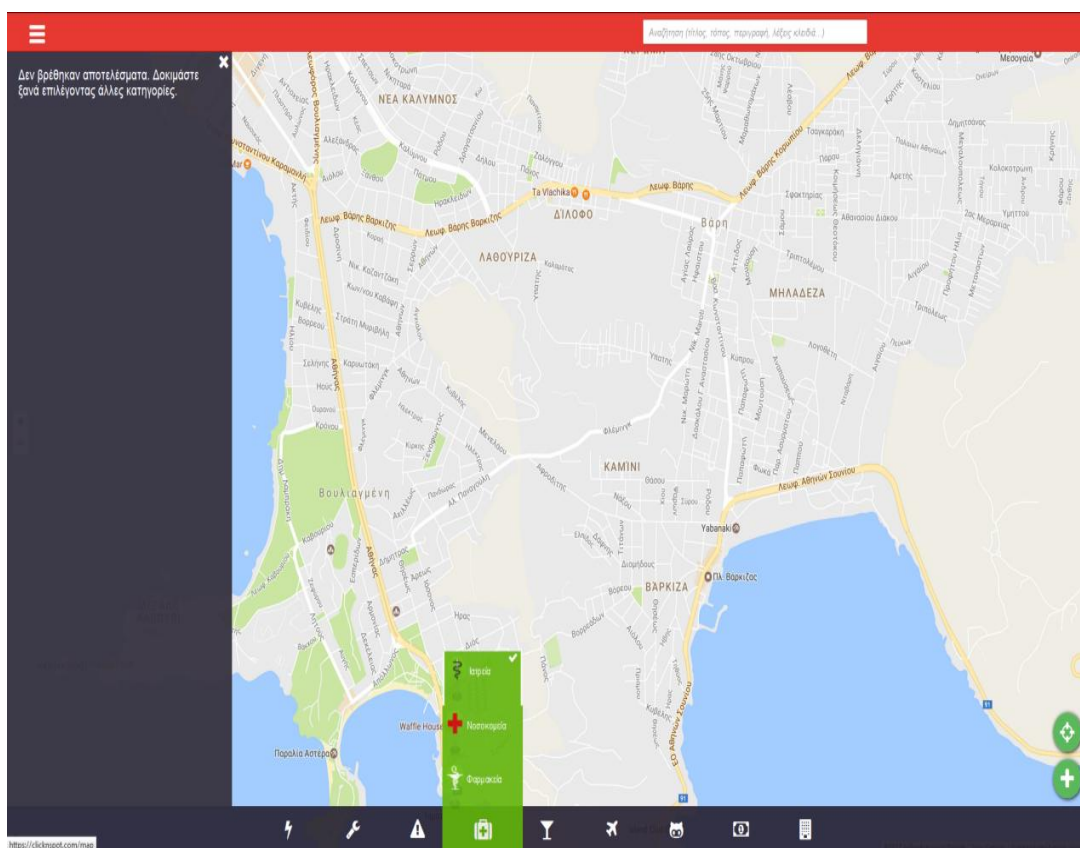
Εικόνα 37

Επισημαίνεται ότι τα αποτελέσματα ενημερώνονται δυναμικά καθώς μετακινούμε το χάρτη ή εκτελώντας zoom In και out σε συγκεκριμένη περιοχή, χωρίς ο χρήστης να επιλέξει κατηγορίες από το μενού ή να αναζητήσει κάποια πληροφορία.

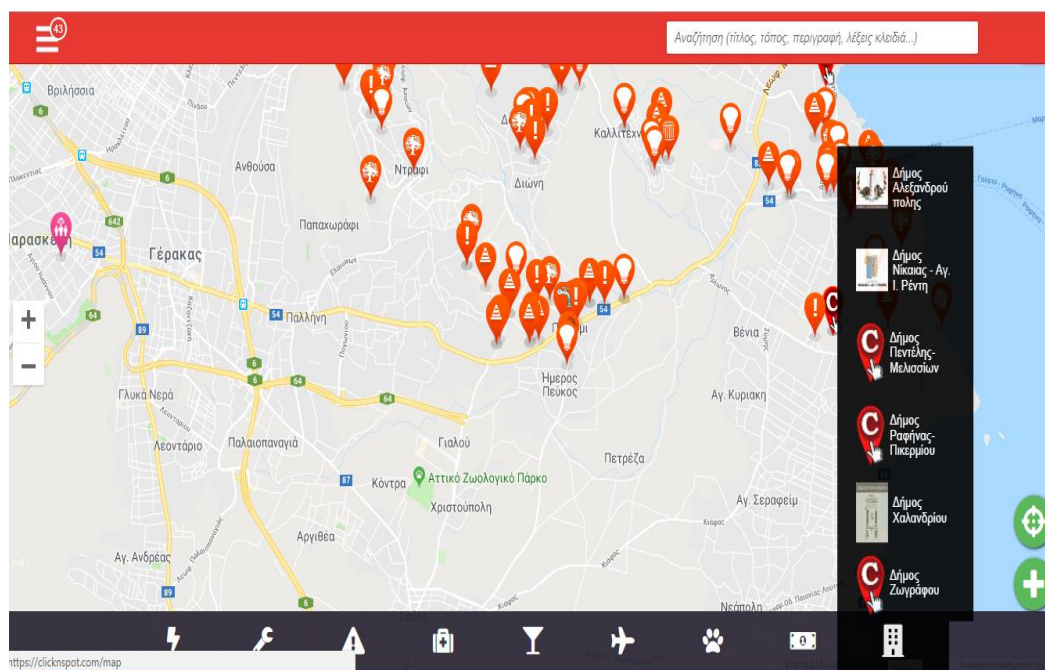
Στην περίπτωση που ο χρήστης κάνει χρήση την μπάρα αναζήτησης ή του μενού με τις κατηγορίες από τις επιλογές που κάνει θα εμφανίζονται (Εικόνα 38) στο χάρτη οι πληροφορίες μόνο αν υπάρχουν στον απεικονιζόμενο χάρτη. Σε διαφορετική περίπτωση δεν θα φέρνει αποτελέσματα (Εικόνα 39).



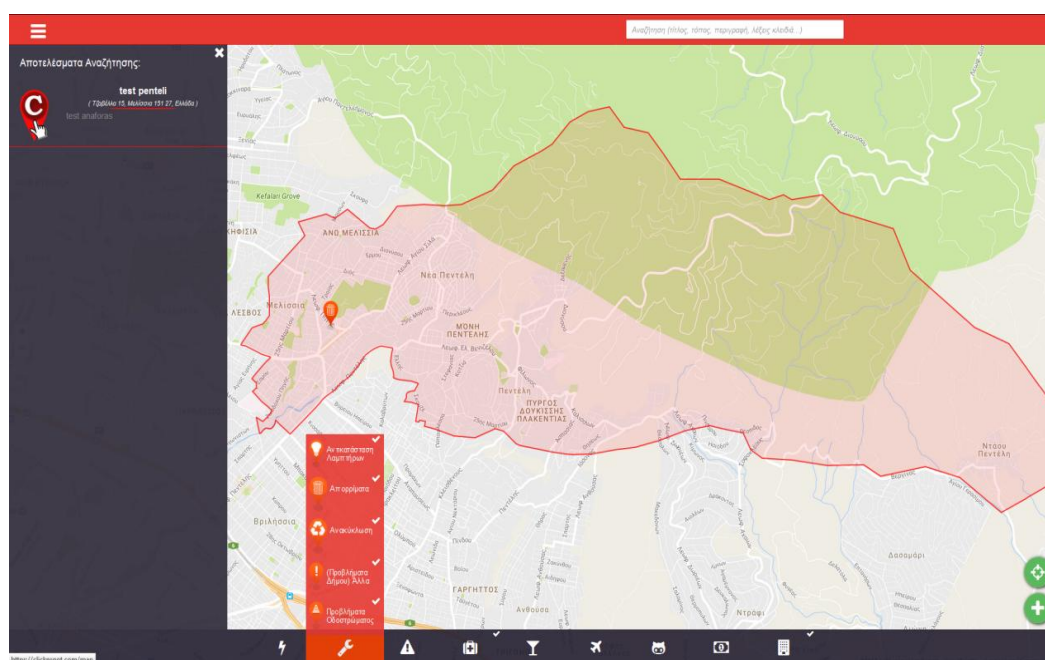
Εικόνα 38



Εικόνα 39

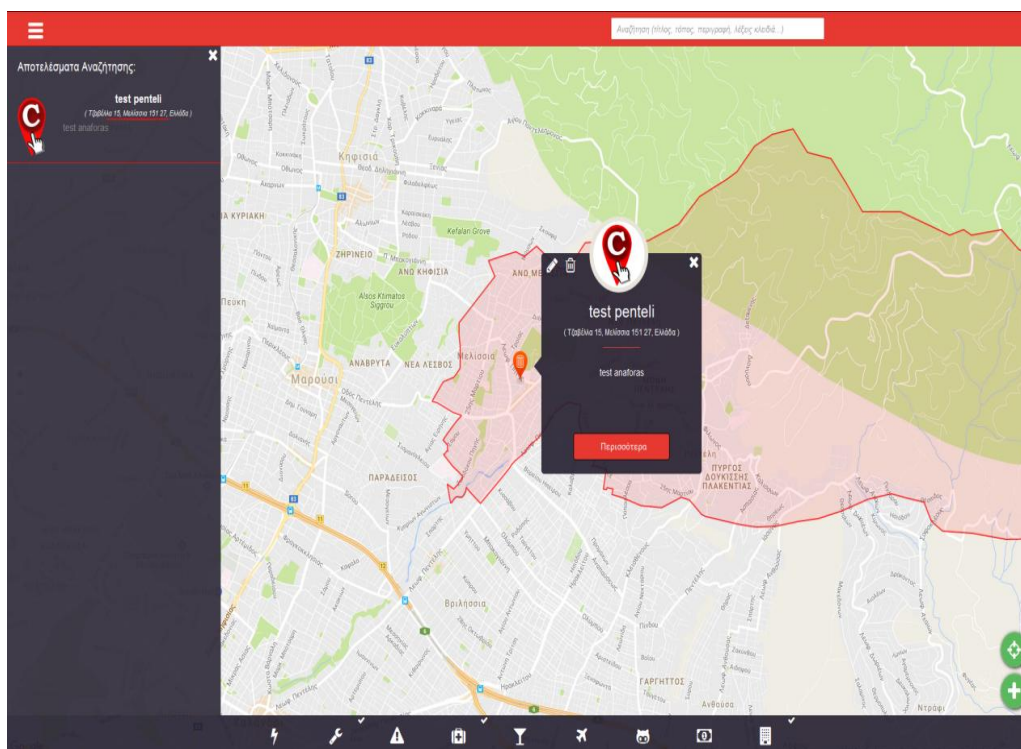


Εικόνα 40

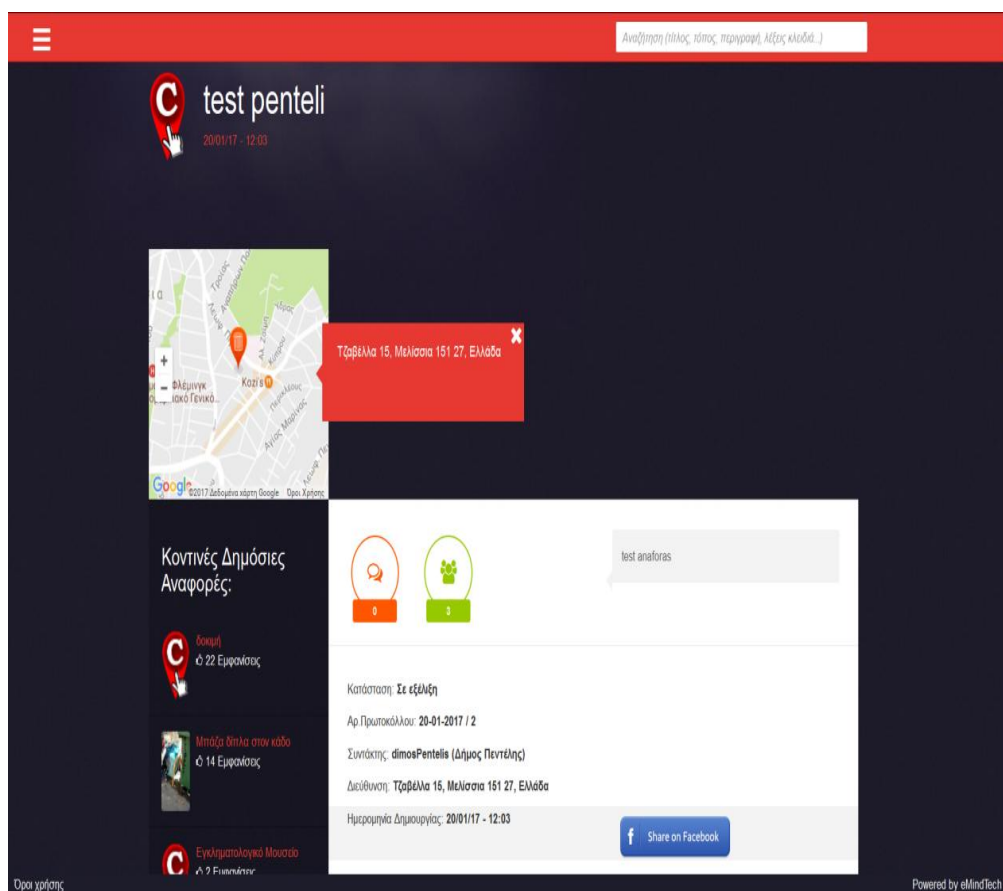


Εικόνα 41

Το μενού είναι δυναμικό και μπορεί να επιλέξει πολλαπλές κατηγορίες για εμφάνιση ενώ για τους Δήμους υπάρχει συγκεκριμένο μενού τέρμα δεξιά (Εικόνα 40). Προκειμένου να δείτε τα προβλήματα του Δήμου επιλέξτε την κατηγορία με το “κλειδάκι” από το μενού (Εικόνα 41) και θα εμφανιστούν όλα τα αιτήματα Δήμου που έχουν δημιουργήσει οι πολίτες.



Εικόνα 42

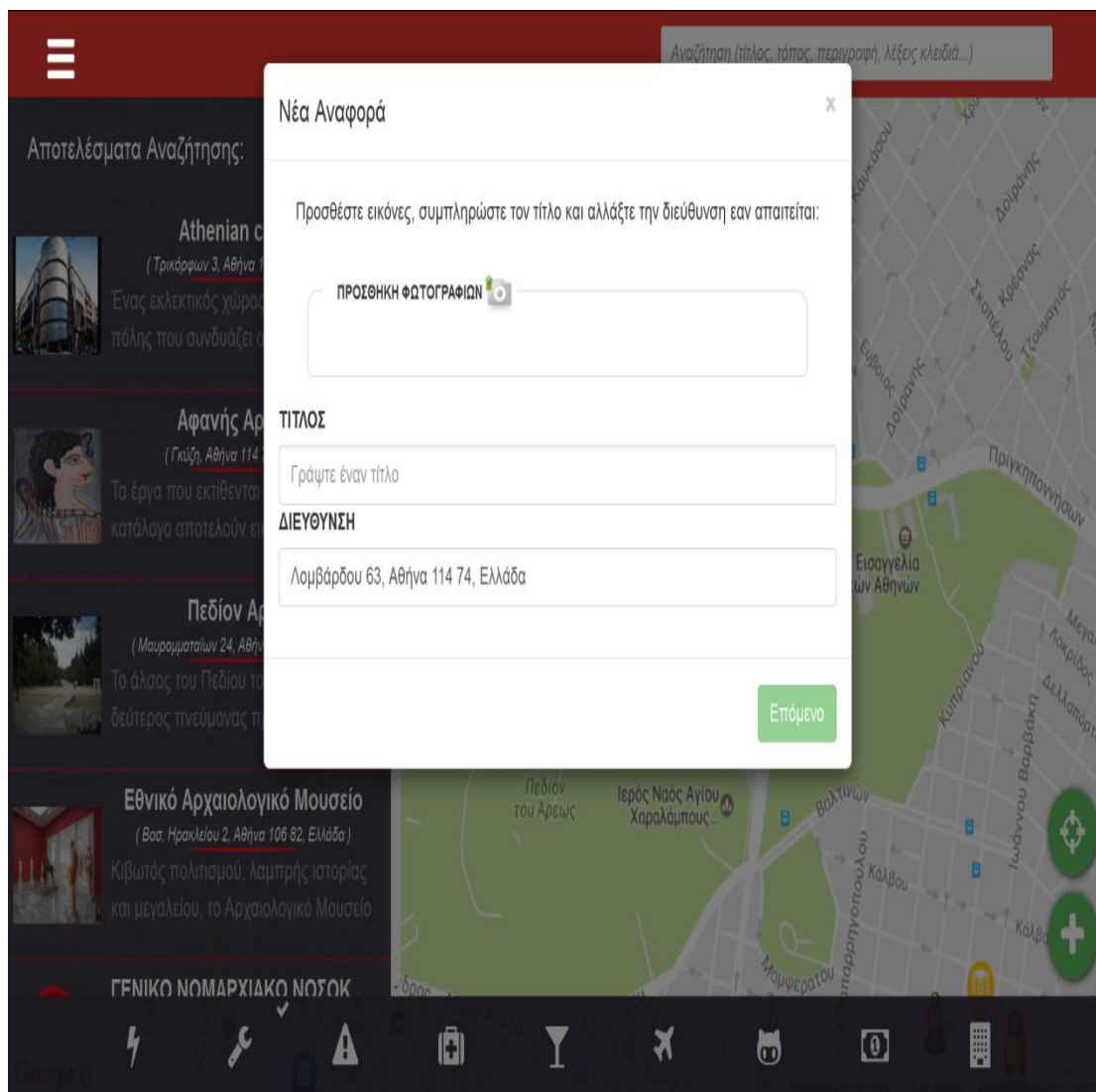


Εικόνα 43

Επιλέγοντας είτε από το αριστερή μπάρα εμφάνισης αποτελεσμάτων ή με απευθείας επιλογή του marker πάνω στο χάρτη εμφανίζονται οι πληροφορίες πάνω στο marker (Εικόνα 42).

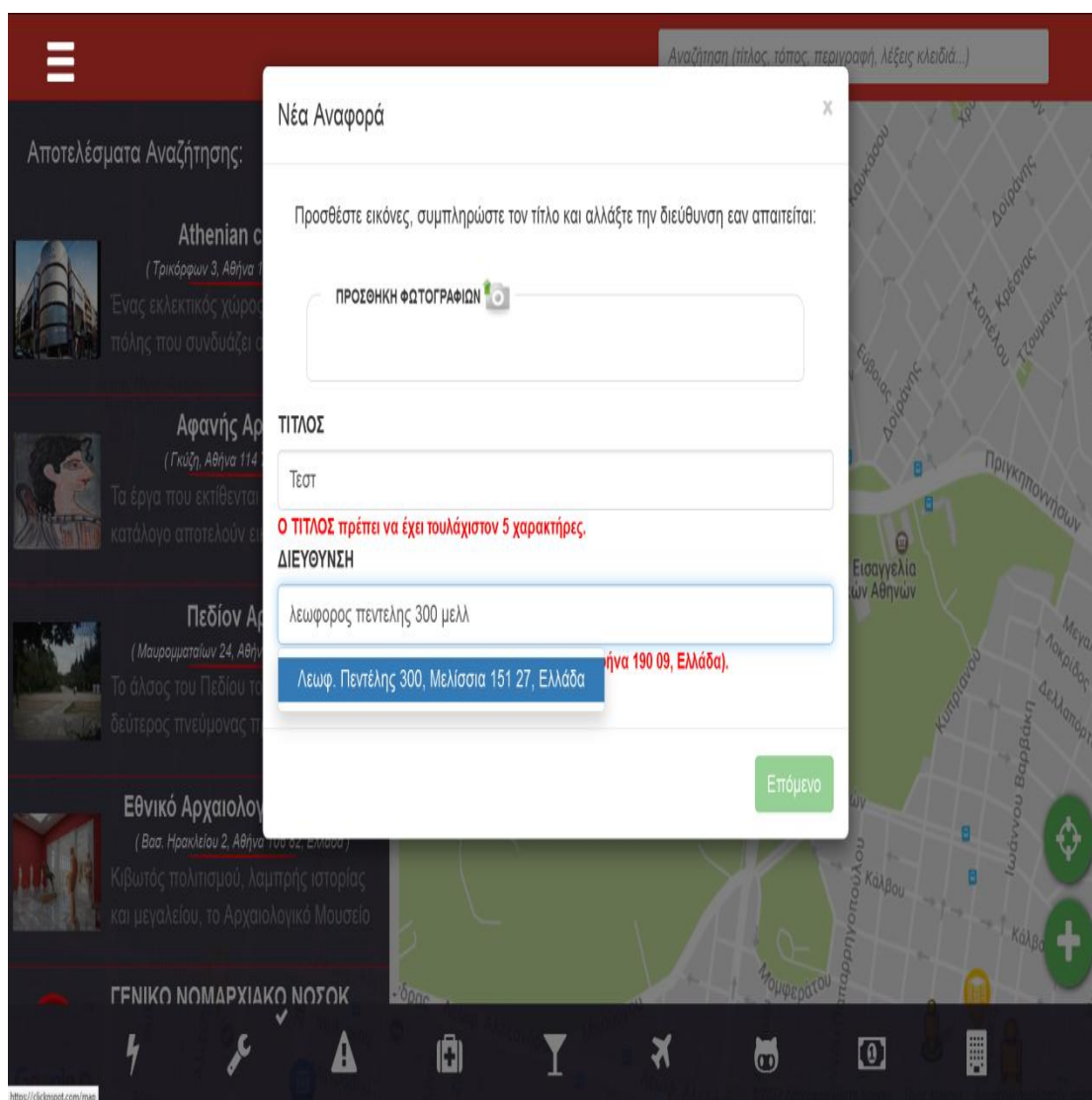
Για περισσότερες πληροφορίες επί του προβλήματος επιλέγουμε περισσότερα από το αναδυόμενο μενού στο marker και μεταβαίνουμε στην σελίδα του προβλήματος με τις παρακάτω διαθέσιμες πληροφορίες (Εικόνα 43).

Από το χάρτη επιλέγουμε στη κάτω δεξιά πλευρά του χάρτη το κουμπί με το σύμβολο + πάνω και μας εμφανίζει τον οδηγό δημιουργίας αναφοράς (Εικόνα 44).



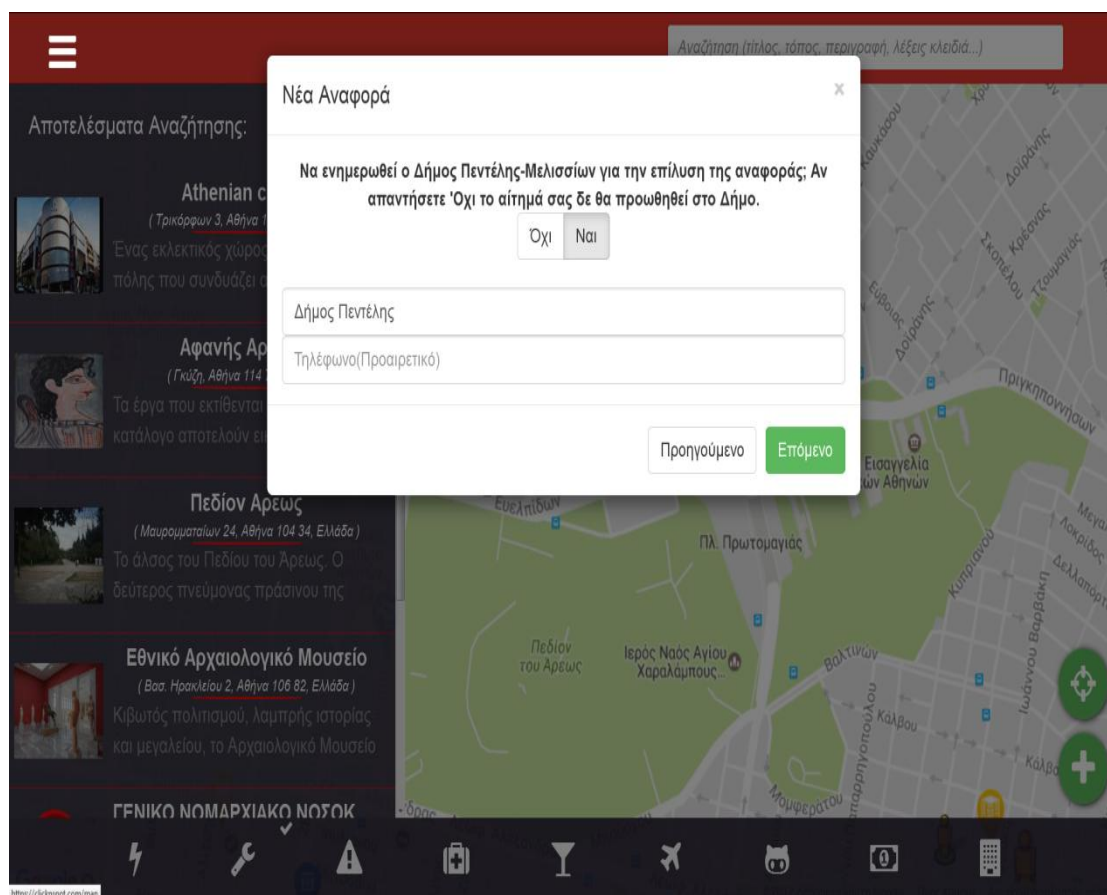
Εικόνα 44

Στο πρώτο βήμα μπορούμε να προσθέσουμε φωτογραφίες του προβλήματος (προαιρετικά), έναν τίτλο του προβλήματος (υποχρεωτικό) και τη διεύθυνση του προβλήματος (υποχρεωτικό). Κατά την πληκτρολόγηση της διεύθυνσης θα εμφανίζονται από κάτω προτεινόμενες επιλογές και ο χρήστης θα πρέπει να επιλέξει την διεύθυνση από το μενού προκειμένου να καταχωρηθεί σωστά (Εικόνα 45).



Εικόνα 45

Στο επόμενο βήμα ζητείται στον χρήστη αν επιθυμεί να ενημερωθεί ο Δήμος για το αντίστοιχο πρόβλημα. Σε τυχόν θετική απάντηση θα ζητηθεί η καταχώρηση του ονόματος και προαιρετικά το τηλέφωνο του χρήστη για επικοινωνία του Δήμου (Εικόνα 46).



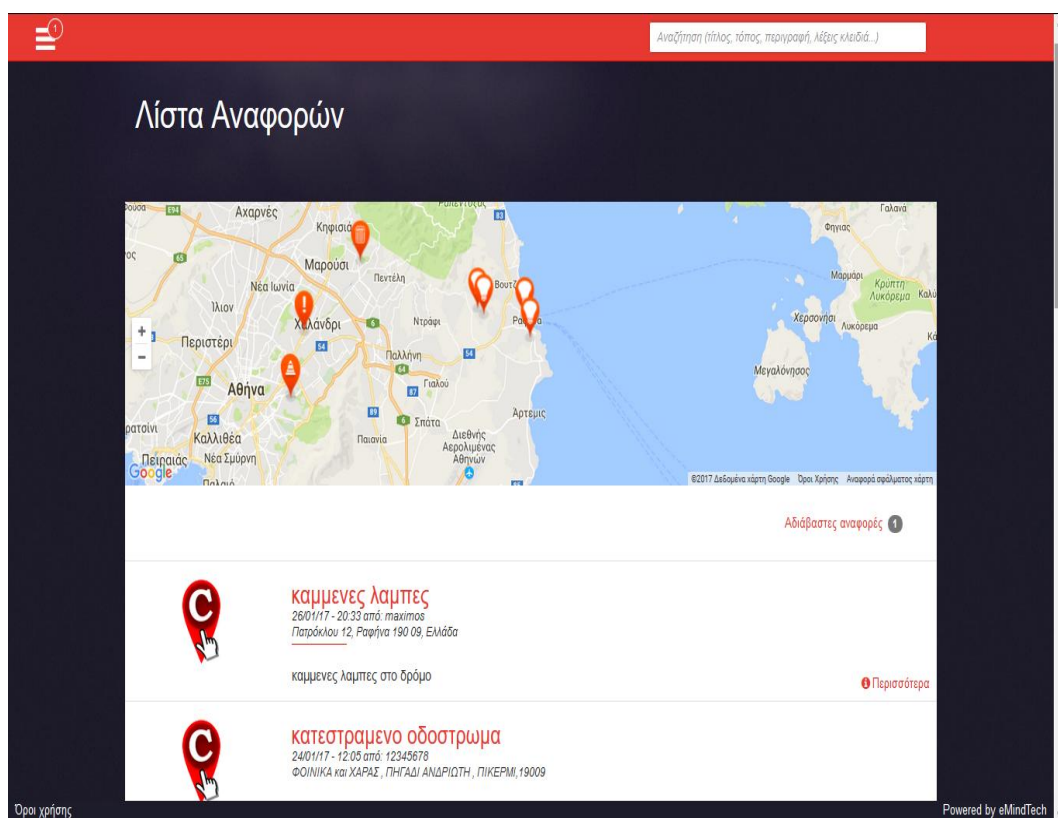
Εικόνα 46

Υπομενού Λίστας Αναφορών

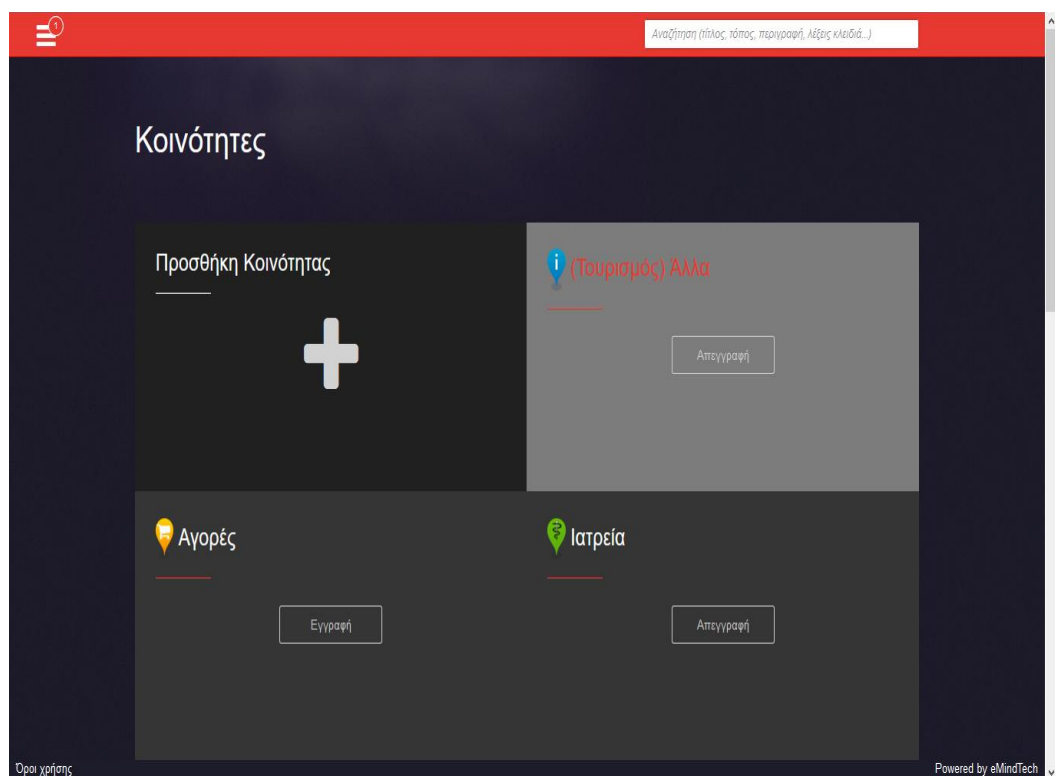
Στο μενού λίστα αναφορών ο χρήστης έχει την δυνατότητα παρακολούθησης σε live streaming τις αναφορές που δημιουργούνται από πολίτες στις κοινότητες που σας ενδιαφέρει. Σε περίπτωση μιας νέας αναφοράς υπάρχει αντίστοιχη ειδοποίηση στο μενού πάνω αριστερά και ο χρήστης βλέπει στη λίστα αναφορών να εμφανίζεται μια αδιάβαστη αναφορά. Πατώντας πάνω στο κουμπί αδιάβαστες αναφορές η εικόνα εναλλάσσεται με τις αδιάβαστες αναφορές και πατώντας ξανά επιστρέφεται στις διαβασμένες (Εικόνα 47).

Υπομενού Κοινοτήτων

Στο μενού κοινότητες έχετε την δυνατότητα να δείτε όλες τις διαθέσιμες κοινότητες του clickspot και επιπλέον μπορείτε να εγγραφείτε ή να απεγράφητε από όποια κοινότητα επιθυμείτε να λαμβάνεται ενημέρωση ή όχι αντίστοιχα (Εικόνα 48).



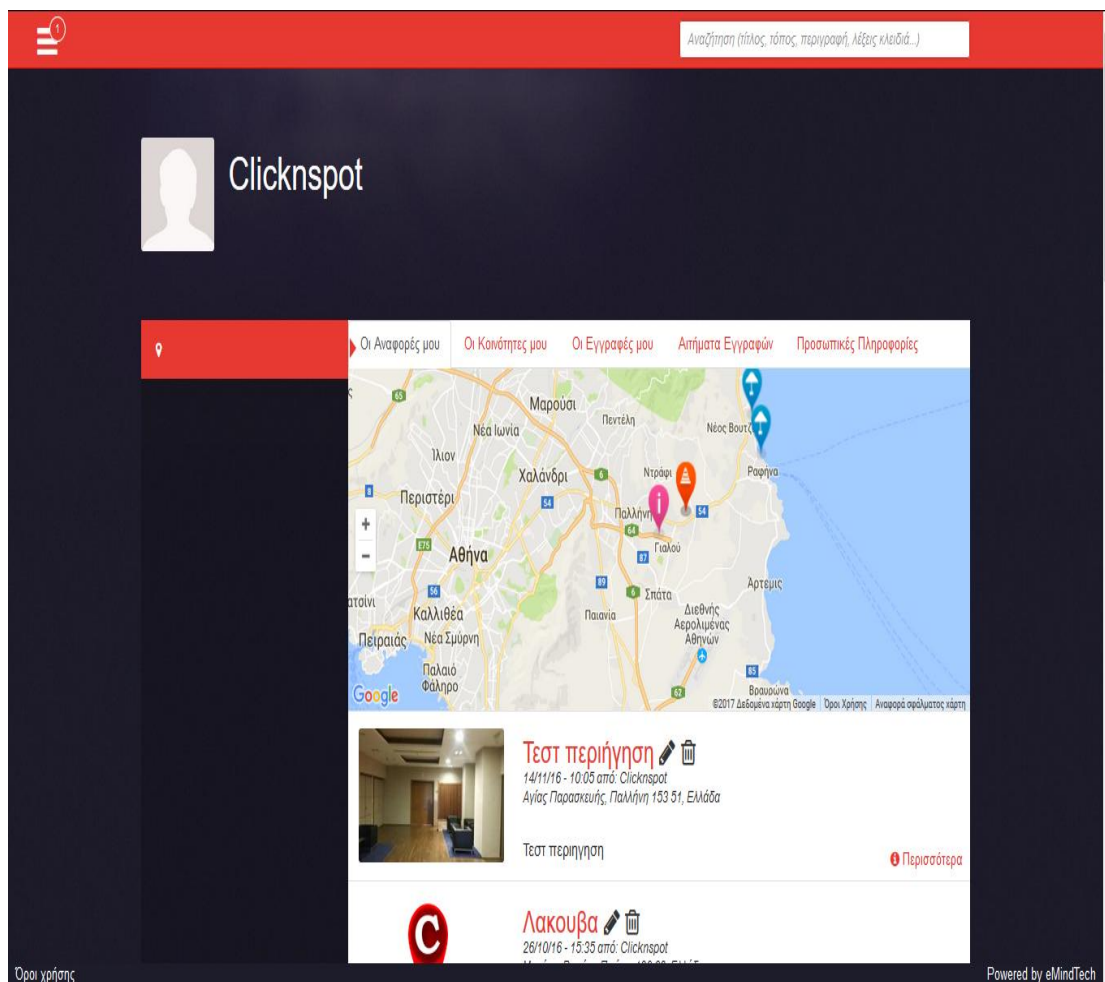
Εικόνα 47



Εικόνα 48

Υπομενού Προφίλ

Στο προφίλ σας παρέχονται οι παρακάτω επιλογές όπως φαίνονται και στην Εικόνα 49.



Εικόνα 49

Οι αναφορές μου

Οι αναφορές μου είναι οι αναφορές που έχετε δημιουργήσει και έχετε κοινοποιήσει σαν Δήμος. Από εδώ μπορείτε να τις επεξεργαστείτε και να τις τροποποιήσετε.

Οι κοινότητες μου

Οι κοινότητες μου είναι στην ουσία η κοινότητα Δήμου Πεντέλης όπου και συγκεντρώνονται όλες οι αναφορές σας. Έχετε την δυνατότητα να δημιουργήσετε και άλλη κοινότητα αν επιθυμείτε με μια πιθανή διαφορετική θεματολογία.

Οι εγγραφές μου

Οι εγγραφές μου είναι οι κοινότητες που ο χρήστης έχει εγγραφεί. Από δω επίσης μπορεί να γίνει εγγραφή και σε νέες κοινότητες ή διαγραφή από τρέχουσες.

Αιτήματα

Στα αιτήματα λαμβάνονται ειδοποιήσεις για εγγραφή άλλων χρηστών στις κοινότητες που έχει δημιουργήσει ο χρήστης.

Προσωπικές πληροφορίες

Τροποποίηση στοιχείων όπως email, όνομα χρήστη, ονοματεπώνυμο και κωδικό πρόσβασης

Υπομένου Ο Δήμος μου

Διαχείριση αναφορών που έχουν δημιουργήσει οι πολίτες. Ο Δήμος μπορεί:

- να εμφανίσει τις αναφορές που τον ενδιαφέρουν ανά κατηγορία επιλέγοντας το αντίστοιχο εικονίδιο.
- Να Επιλέξει ημερομηνίες από έως για να εμφανιστούν οι επιθυμητές αναφορές
- Να εξάγει σε excel τις πληροφορίες των αναφορών μαζί με τα σχόλια που τυχόν έχουν γίνει από χρήστες
- Να δει εύκολα στο χάρτη που βρίσκονται
- Να επιλέξει επισκευή πατώντας το κουμπί που βρίσκεται διαθέσιμο σε κάθε αναφορά και να αλλάξει την κατάσταση του από "σε εξέλιξη" σε "επισκευασμένο" και ταυτόχρονα να αποστέλλει ένα μήνυμα στο χρήστη που δημιούργησε την αναφορά και στο Δήμο ότι το αίτημα του υλοποιήθηκε.

Ενώ σε περίπτωση που ένα πρόβλημα δεν δύναται να επιλυθεί υπάρχει αντίστοιχο κουμπί για να ειδοποιηθεί ο πολίτης.

- Να διαχειριστεί τα ερωτηματολόγια που δύναται να διαθέτουν στους πολίτες για ενημέρωση επί επιλεγμένων θεμάτων.

5.2.4 Εφαρμογή Android Clicknspot

Αφού ο χρήστης κατεβάσει την εφαρμογή από το Google App Store κατά την εκκίνηση της εφαρμογής θα του ζητήσει να πραγματοποιήσετε είσοδο ή εγγραφή.

Στη συνέχεια το σύστημα τον μεταφέρει στην αρχική οθόνη της εφαρμογής όπως απεικονίζεται παρακάτω.

Οι δυνατότητες προς επιλογή έχουν ως εξής:

- Το κουμπί "Χάρτη" για μετάβαση στο χάρτη έχοντας τις ίδιες δυνατότητες όπως και στην ιστοσελίδα με τη διαφορά ότι το μενού αντικαταστάθηκε με το φίλτρο όπου πατώντας το ανοίγει δίνοντας στον χρήστη την δυνατότητα πολλαπλής επιλογής κατηγοριών και επιλογής τους εμφάνιση στο χάρτη με το πάτημα του κουμπιού "εφαρμογή φίλτρου"
- Το κουμπί "Αναφορές" που δίνει πρόσβαση στη λίστα αναφορών
- Το κουμπί "Κοινότητες" που δίνει πρόσβαση στη λίστα με τις διαθέσιμες κοινότητες
- Το κουμπί "Νέα αναφορά" όπου δίνει πρόσβαση απευθείας στον οδηγό συμπλήρωσης αναφοράς ακριβώς όπως και στην ιστοσελίδα. Αναλυτικά τα βήματα φαίνονται στις εικόνες
- Το κουμπί "Προφίλ" με πρόσβαση στη διαχείριση του προφίλ σας και τέλος
- Το κουμπί "Σχετικά" για επικοινωνία για τυχόν απορίες-προβλήματα

5.2.5 Συμπεράσματα

Η εφαρμογή Click n Spot έχει υλοποιηθεί σε πολλούς Δήμους και πρόσφατα σε συνεργασία με το Δήμο Νίκαιας και Ραφήνας μετά από μια αναζήτηση υλοποίησε και την υπηρεσία e Δημότης με δυνατότητα οι πολίτες να αναζητούν και να εκτυπώνουν δημοτική ενημερότητα, πιστοποιητικά δημοτολογίου, βεβαιώσεις οφειλών και άλλα, άμεσα, με εύκολο και απλό τρόπο καθώς επίσης και να πραγματοποιούν εγγραφές σε τμήματα του Δήμου. Η πιστοποίηση του πολίτη θα πραγματοποιείται με μοναδικό κωδικό

που θα παραλαμβάνει από το Δήμο κατόπιν αιτήσεως. Υπάρχει η δυνατότητα λήψης και κατάθεσης δικαιολογητικών που χρειάζεται να γνωστοποιηθούν στον Δήμο. Οι αιτήσεις και τα σχετικά δικαιολογητικά θα κοινοποιούνται απευθείας μέσω του πρωτοκόλλου στην κατάλληλη Διεύθυνση του Δήμου.

Νέα Αίτηση Ιστορικό Αιτήσεων

Υπηρεσία e-Δημότη - Δήμος Ραφήνας-Πικερμίου

1. Επιλογή Υπηρεσίας

Ποιό είναι το αίτημά σας: ▾

Επόμενο

2. Στοιχεία Επικοινωνίας

3. Ειδικά Στοιχεία Αίτησης

4. Ανέβασμα Δικαιολογητικών

5. Υποβολή Αίτησης

Όροι χρήσης Powered by eMindTech

Εικόνα 50. e-Δημότης

Επιπλέον υποστηρίζεται υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας για άμεση ενημέρωση Πολιτών για και σε θέματα φυσικών καταστροφών .Η επικοινωνία πραγματοποιείται όχι μόνο από το Φορέα αλλά και μεταξύ πολιτών.

5.2.6. Μελλοντικές επεκτάσεις υπηρεσίας

Επιπλέον δύναται κατόπιν αιτήσεως και συνεννοήσεως με τον αρμόδιο φορέα να ενσωματωθεί

- α. Σύστημα Έξυπνης Διαχείρισης Στάθμευσης,
- β. Σύστημα παρακολούθησης στόλου οχημάτων
- γ. Σύστημα αυτόματης εξόφλησης.

δ. Σύστημα φωτορεαλιστικής εικονικής περιήγησης 360 μοιρών σε εσωτερικούς & εξωτερικούς χώρους. Ο αντικειμενικός σκοπός της υπηρεσίας είναι να μετατρέψει το έκθεμα σε πύλη γνώσης, με έναν εύκολο και διαδραστικό τρόπο για το χρήστη.

ε. Τεχνολογίας QR codes και ibeacon.

Ο επισκέπτης / πολίτης αναζητάει στον ιστοχώρο του Δήμου να δει είτε από κατάλογο, είτε μέσα στο ClicknSpot τα σημεία που προβάλλονται με εικονική περιήγηση και τον ενδιαφέρουν. Ο επισκέπτης με την πρόσβαση στο επιθυμητό σημείο του Δήμου θα έχει τις ακόλουθες δυνατότητες:

- ο Πλοήγηση 360 μοιρών
- ο Μεγέθυνση – Σμίκρυνση
- ο Ενεργοποίηση επιλεγμένων σημείων (hot spots)

Επίσης, υπό μορφή υπερσυνδέσεων θα διασυνδέεται με ηλεκτρονικά αρχεία σχετικά με αυτό (video, ήχων, pdf, κ.α.).

5.3 Σενάριο ευρυζωνικής πρόσβασης σε αστικό περιβάλλον

5.3.1. Τοπολογία ενδιαφέροντος: αστικό περιβάλλον με σκίαση

Οι εφαρμογές έξυπνων πόλεων αφορούν, αναπόφευκτα, σε τοπολογίες ασύρματης διάδοσης με έντονη δόμηση, πολλά κτίρια μεταβλητού ύψους και ποικίλων υλικών κατασκευής, και με πολλούς επίσης κινητούς χρήστες που ζητούν να συνδεθούν στις ιστοσελίδες και στις εφαρμογές που παρέχει ο εκάστοτε Δήμος.

Όλοι αυτοί οι χρήστες απαιτούν ευρυζωνική σύνδεση που στην ελάχιστη τιμή της ορίζεται από την ITU στα 2,048 Mbps [5.2]. Αυτή είναι η ελάχιστη τιμή που πρέπει να έχει ο κάθε χρήστης που συνδέεται στις Δημοτικές υπηρεσίες όπως το clicknspot για παράδειγμα. Αυτό σημαίνει πως όταν υπάρχει μεγάλη συσσώρευση χρηστών, δηλαδή αυξημένη πυκνότητα χρηστών που επιθυμεί να συνδεθεί στις υπηρεσίες, επικρατεί συμφόρηση (congestion) λόγω αυξημένης τηλεπικοινωνιακής κίνησης.

Στην περίπτωση της ασύρματης δικτύωσης, έχει ιδιαίτερη σημασία η κατανομή (τεμαχισμός – segmentation) της ευρυζωνικής συνδεσιμότητας (broadband connectivity) στους χρήστες που ευρίσκονται εντός εμβέλειας και επιθυμούν να συνδεθούν στην υπηρεσία clicknspot.

Στο πιο απλό σενάριο εργασίας, πρέπει να υπολογίσουμε το λόγο σήματος προς θόρυβο για ένα τυχαίο κεραιοσύστημα ασύρματης δημοτικής πρόσβασης και εν συνεχεία να εξετάσουμε την δυνατότητα των χρηστών (με πιθανό μεταβλητό πλήθος) να συνδεθούν στην υπηρεσία με διάφορα σενάρια ευρυζωνικής συνδεσιμότητας [5.3].

Προκειμένου να υπολογίσουμε το λόγο σήματος προς θόρυβο, θα πρέπει να εξετάσουμε τις απώλειες οδεύσεως στο αστικό αυτό περιβάλλον, δηλαδή να μελετήσουμε την διάδοση του ραδιο-σήματος και να υπολογίσουμε καταρχάς τις απώλειες του ελεύθερου χώρου και μετά τις πλεονάζουσες απώλειες οδεύσεως λόγω σκίασης [5.4].

5.3.2. Διάδοση ραδιο-σήματος σε αστικό περιβάλλον

Ο βασικός μηχανισμός ραδιο-διάδοσης περιγράφεται μαθηματικά από τον τύπο του Friis και βασίζεται στην φυσική αντίληψη της διάδοσης της Η/Μ ακτινοβολίας ως μία ιδανική σφαίρα με διαρκώς αυξανόμενη ακτίνα στον χώρο.

Θεωρούμε πως όσο αυξάνεται η ακτίνα αυτής της ιδανικής σφαίρας – δηλαδή η απόσταση από τον πομπό, που θεωρούμε ότι βρίσκεται στο κέντρο της ιδανικής σφαίρας, και τον δέκτη, που βρίσκεται επί της επιφάνειας της σφαίρας – μειώνεται η πυκνότητα ακτινοβολίας ανά μονάδα όγκου (J/m^3).

Θεωρώντας την ταχύτητα διάδοσης της Η/Μ ακτινοβολίας (δηλαδή τον ρυθμό αύξησης της σφαίρας) ίση με την ταχύτητα του φωτός, τότε θεωρούμε πως ο ρυθμός αύξησης της σφαίρας οδηγεί σε μείωση της πυκνότητας ισχύος ανά μονάδα επιφάνειας (W/m^2).

Έτσι εξηγείται ο νόμος του αντιστρόφου τετραγώνου στον τύπο του Friis, ο οποίος στην λογαριθμική του μορφή διατυπώνεται ως εξής [1]:

$$PL(d) = 32.45 + 20\log_{10} f (MHz) + 20\log_{10} d (km) \quad (5.1)$$

Η λογαριθμική διατύπωση του τύπου του Friis, γνωστή ευρύτερα και ως *μοντέλο ελεύθερου χώρου* (Free Space Model), υπολογίζει (σε dB) την μέση απώλεια (average path loss) συναρτήσει της απόστασης ανάμεσα στον πομπό και τον δέκτη (σε χλμ), την συχνότητα λειτουργίας του συστήματος.

Γνωρίζοντας την μέση απώλεια οδούσεως και την ολική μεταδιδόμενη ισχύ από τον πομπό, μπορούμε να υπολογίσουμε (σε dBm) την μέση λαμβανόμενη ισχύ.

Ο παραπάνω τύπος εκφράζει την εξάρτηση της μέσης απώλειας οδούσεως από την απόσταση υπολογισμένη σε χιλιόμετρα. Πολλές φορές μας είναι πιο χρήσιμος ο τύπος που υπολογίζει την απώλεια οδούσεως σε σχέση με την απόσταση σε μέτρα. Όταν εξετάζουμε δίκτυα περιορισμένης εμβέλειας, πχ ένα δημοτικό Wi-Fi σε μία πλατεία μίας πόλης, μας εξυπηρετεί καλύτερα να έχουμε την απόσταση σε μέτρα. Άλλωστε η τάση τόσο για τα small cells στο 4G [5.5], όσο και για το επερχόμενο σύστημα 5G είναι για κύτταρα μικρότερης εμβέλειας, έτσι που τα μοντέλα απωλειών διάδοσης ράδιο-σήματος να πρέπει να μπορούν να παίρνουν ως μεταβλητή εισόδου την απόσταση πομπού-δέκτη απευθείας σε μέτρα και όχι σε χιλιόμετρα. Η εξίσωση που ακολουθεί μας δίνει την απώλεια σε dB όταν η απόσταση πομπού δέκτη είναι υπολογισμένη σε μέτρα:

$$L_{total} = PL(d_0) + N \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) \quad (5.2)$$

Όπου $P_{L_0}(dB)$ είναι η απώλεια οδούσεως για την απόσταση αναφοράς d_0 , η οποία θεωρείται ίση με 100 μέτρα ή 1 χλμ για περιβάλλοντα εξωτερικών χώρων και ίση με 1 μέτρο για περιβάλλοντα εσωτερικών χώρων, N ισούται με $10n$ όπου n είναι ο εκθέτης απωλειών οδούσεως (path loss exponent) ο οποίος ισούται με 2 για το μοντέλο ελεύθερου χώρου.

Η εξάρτηση από την συχνότητα εισέρχεται στον συντελεστή $PL(d_0)$ ο οποίος υπολογίζεται από την εξίσωση 5.1, θεωρώντας απόσταση ίση με την απόσταση αναφοράς d_0 .

Η μέση λαμβανόμενη ισχύς αντιστοιχεί στις απώλειες που εξαρτώνται από την απόσταση ανάμεσα στον πομπό και τον δέκτη (T-R separation) και την συχνότητα λειτουργίας του υπό εξέταση ασύρματου συστήματος. Σε ένα αστικό περιβάλλον με πολλά εμπόδια και σύνθετα φαινόμενα διάδοσης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, το μοντέλο του ελεύθερου χώρου δεν είναι αρκετό για να περιγράψει την μέση λαμβανόμενη ισχύ γιατί δεν υπολογίζει τις απώλειες λόγω σκίασης και άλλων εμποδίων.

Ο πρώτος απλός τρόπος για να ενσωματώσουμε στο μοντέλο της εξίσωσης 5.2 τις επιπλέον αυτές απώλειες είναι να αυξήσουμε την τιμή του εκθέτη απωλειών οδεύσεως. Στον πίνακα 1 βλέπουμε ενδεικτικές τιμές του εκθέτη απωλειών οδεύσεως για διάφορα περιβάλλοντα ράδιο-διάδοσης [5.4]:

Πίνακας 1. Εκθέτης απωλειών οδεύσεως για διάφορα περιβάλλοντα ράδιο-διάδοσης.

Περιβάλλον	Path loss exponent n
Αστικό macrocell	3.7-6.5
Αστικό microcell	2.7-3.5
Γραφείο (ίδιος όροφος)	1.6-3.5
Γραφείο (πολλαπλοί όροφοι)	2-6
Κατάστημα	1.8-2.2
Εργοστάσιο	1.6-3.3
Σπίτι	3

Όταν οι απώλειες λόγω σκίασης οφείλονται σε μόνιμα εμπόδια, η επίδραση των οποίων στην εξασθένηση του σήματος για ορισμένη θέση του πομπού και του δέκτη υπερβαίνει την χρονική κλίμακα των δευτερολέπτων ή των λεπτών.

Τότε οι απώλειες αυτές δύνανται να συνυπολογισθούν στις απώλειες ελεύθερου χώρου και το βάθος σκίασης να υπολογισθεί εντός του μοντέλου απωλειών οδεύσεως.

Η μαθηματική έκφραση του μοντέλου λογαριθμικής απόστασης (Log-Distance path loss model) δίνεται από την σχέση:

$$L_{total} = PL(d_0) + N \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) + X_{\sigma} \quad (5.3)$$

Όπου $PL(d_0)$ είναι οι απώλειες οδεύσεως για την απόσταση αναφοράς (όπως και στο μοντέλο ελεύθερου χώρου, η απόσταση αναφοράς λαμβάνεται ίση με 1 μέτρο για περιβάλλοντα εσωτερικών χώρων), N είναι ο εκθέτης απωλειών οδεύσεως ($\times 10$), και X_{σ} μία Gaussian τυχαία μεταβλητή με μηδενική μέση τιμή και κανονική απόκλιση ίση με σ dB. Τα N and σ υπολογίζονται από εμπειρικά δεδομένα (μετρήσεις).

Θεωρώντας ποσοστό κάλυψης ίσο με 95% (sub-optimal σενάριο), η σχέση ανάμεσα στην Gaussian τυχαία μεταβλητή και την απόκλιση σκίασης ισούται με:

$$X_{\sigma} = z \times \sigma (dB) = 1.645 \times \sigma (dB) \quad (5.4)$$

Το βασικό μειονέκτημα του μοντέλου λογαριθμικής απόστασης συνίσταται στην ανάγκη προσδιορισμού δύο παραμέτρων (εκθέτης απωλειών οδεύσεως και βάθος σκίασης).

Στον πίνακα 2 διακρίνονται τυπικές τιμές της παραμέτρου N και της απόκλισης σ (dB) για το μοντέλο λογαριθμικής απόστασης.

Πίνακας 2. Τυπικές τιμές της παραμέτρου N και της απόκλισης σ (dB) για το μοντέλο λογαριθμικής απόστασης.

Τύπος Κτιρίου	Συχνότητα(MHz)	N	σ (dB)
Μικρό Κατάστημα	914	22	8.7
Μανάβικο	914	18	5.2
Γραφείο (Τοίχοι)	1500	30	7.0
Σπίτι	2000	30	6/12
Γραφείο(Ψευδότοιχοι)	1900	26	14.1
Υφασμα/Χημικές Ουσίες	1300	20	3.0
Υφασμα/Χημικές Ουσίες	4000	21	7.0/9.7
Χαρτί	1300	18	6.0
Μέταλλο	1300	16/33	5.8/6.8

5.3.3. Προσδιορισμός ευρυζωνικής συνδεσιμότητας για κινητό χρήστη που συνδέεται σε Δημοτικό κεραιοσύστημα έξυπνης πόλης

Θεωρούμε στα πλαίσια της ανάλυσης μας βάθος σκίασης τυπικό για αστικό περιβάλλον και θεωρούμε πως η μεταβολή της αντίστοιχης παραμέτρου (απόκλιση σκίασης σε λογαριθμική κλίμακα) κυμαίνεται από 0 dB που αντιστοιχεί σε οπτική επαφή της δημοτικής κεραίας (municipal antenna) με τον κινητό χρήστη της υπηρεσίας έξυπνης πόλης, μέχρι 14 dB που αποτελεί μέγιστη τιμή σκίασης λόγω εμποδίων σε αστικό περιβάλλον [5.4].

Με δεδομένο το χειρότερο σενάριο εργασίας για το κατώφλι ευαισθησίας του δέκτη, έχουμε μία ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη 8.5 dB SNR θεωρώντας ως ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη των -93.5 dBm για τους 802.11n network adaptors. Συνεπώς η ελάχιστη επιτρεπτή στάθμη του σήματος για τον εκάστοτε κινητό χρήστη είναι στα -85 dBm. Μία τέτοια στάθμη μεγέθους της τοπικής μέσης ισχύος εξασφαλίζει και προστασία από την στάθμη θορύβου που είναι τάξεις μεγέθους μικρότερη από το κατώφλι ευαισθησίας του δέκτη. Επειδή για τους υπολογισμούς μας θεωρούμε ως επικρατούσα συχνότητα για το μικροκυματικό 5G τα 3.5 GHz, μπορούμε να αγνοήσουμε τα φαινόμενα παρεμβολών επειδή σε αυτήν την συχνότητα δεν λειτουργεί κανένα άλλο ασύρματο σύστημα.

Με δεδομένη την μαθηματική ανάλυση που έχει παρουσιαστεί στα [5.2]-[5.3], για BPSK διαμόρφωση, την πλέον generic στις ψηφιακές επικοινωνίες, που έχει απαίτηση E_b/N_0 ίση με 10.6 dB, η διαφορά SNR(dB)- E_b/N_0 (dB) ισούται με -2.1 dB, συνεπώς με μετατροπή στην γραμμική κλίμακα ισχύος εφαρμόζω τον τύπο της ψηφιακής χωρητικότητας και για εύρος ζώνης 40 MHz έχουμε ευρυζωνική συνδεσιμότητα της τάξης των 24.66 Mbps, που σημαίνει ότι για την στοιχειώδη (ελάχιστη) κατ' ορισμό ευρυζωνικότητα ανά χρήστη (2.048 Mbps), μπορώ να έχω 12 συνδεδεμένους χρήστες στην click n spot εφαρμογή (για ένα δημοτικό κεραιοσύστημα).

Αυτή η τιμή των 12 χρηστών εκφράζει την χωρητικότητα του έκαστου δημοτικού κεραιοσυστήματος. Για να βρούμε την συνολική χωρητικότητα και δυνατότητα εξυπηρέτησης στα πλαίσια μίας παρεχόμενης πλατφόρμας έξυπνης πόλης από μία Δημοτική Αρχή σε ένα αστικό περιβάλλον, θα πρέπει να διερευνήσουμε το πλήθος των συνολικών δημοτικών κεραιών που απαιτούνται για να καλύψουν μία συγκεκριμένη γεωγραφική έκταση με πολυκατοικίες, εμπόδια δόμησης κλπ. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούμε να προσδιορίσουμε και τον μέγιστο αριθμό δημοτών που θα μπορούν να συνδεθούν στην πλατφόρμα της έξυπνης πόλης, θεωρώντας πως έκαστος χρήστης έχει απαίτηση συνδεσιμότητας που ισούται με την ελάχιστη ευρυζωνικότητα των 2.048 Mbps.

Για τον υπολογισμό της εμβέλειας κάθε δημοτικής κεραιάς, έχω από την θεωρία της ασύρματης διάδοσης τα εξής:

$$d(m) = 10^{\left[\frac{P_t(dBm) + G_t(dB) - P_R(dBm) + 27.55 - 20 \log_{10} f(MHz) - (1.645 \times \sigma(dB))}{20} \right]} \quad (5.5)$$

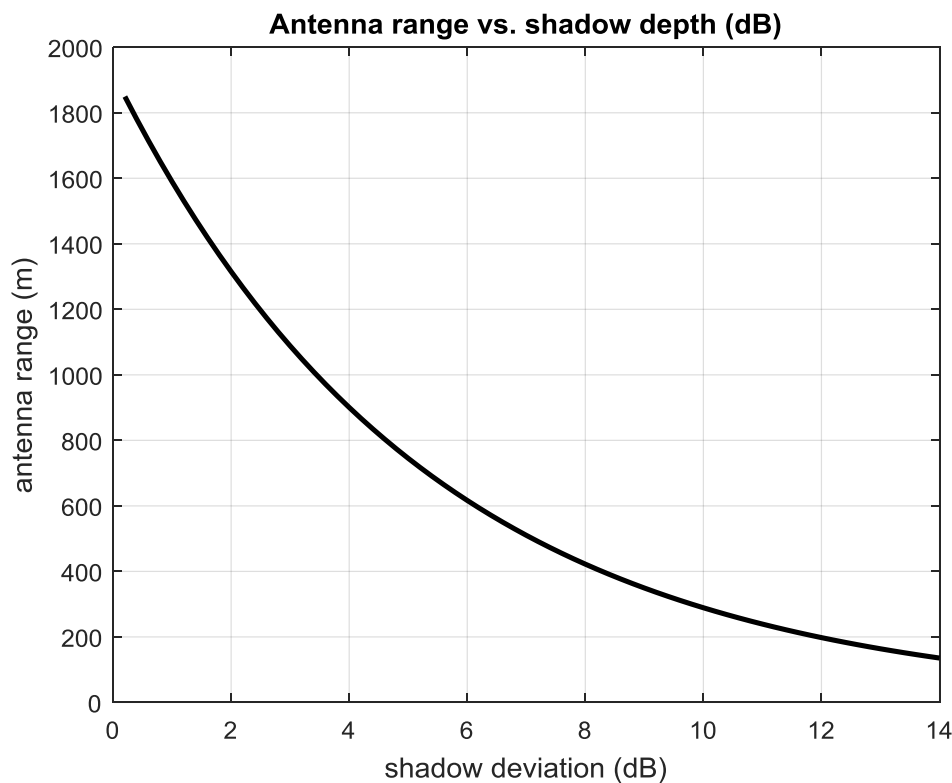
Η σχέση αυτή προκύπτει από συνδυασμό του μοντέλου ελεύθερου χώρου και του μοντέλου λογαριθμικής απόστασης που μας δίνει τις απώλειες σκίασης, λύνοντας ως προς την απόσταση πομπού-δέκτη (σε μέτρα) που εδώ μας δίνει την μέγιστη εμβέλεια του κεραιοσυστήματος του πομπού, που είναι ο σταθμός βάσης της δημοτικής πλατφόρμας έξυπνης πόλης.

Για να βρούμε την τιμή της εμβέλειας αυτής, αντικαθιστούμε πρώτα από όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παραμέτρων: επειδή θεωρούμε πως η πλατφόρμα έξυπνης πόλης υλοποιείται με μικροκυματικό (πιλοτικό) δίκτυο 5G, έχουμε ότι η ολική ισχύς εκπομπής είναι στα 24 dBm (το λογαριθμικό άθροισμα $P_t(\text{dBm})+G_t(\text{dB})$ στην εξίσωση), η συχνότητα είναι ίση με 3.5 GHz (ή 3500 MHz), και η ελάχιστη στάθμη της μέσης λαμβανόμενης ισχύος ισούται με -85 dBm.

Με αυτόν τον τρόπο υπολογίζουμε την εμβέλεια (σε μέτρα) έκαστου κεραιοσυστήματος της δημοτικής πλατφόρμας έξυπνης πόλης ως προς το βάθος σκίασης (σε dB), ως εξής:

$$d(m) = 10^{\left[\frac{65.67 \text{ dB} - (1.645 \times \sigma(\text{dB}))}{20} \right]} \quad (5.6)$$

Η μεταβολή της εξόδου (εμβέλεια κεραιοσυστήματος) ως προς την είσοδο (απόκλιση σκίασης) απεικονίζεται στο γράφημα που ακολουθεί.

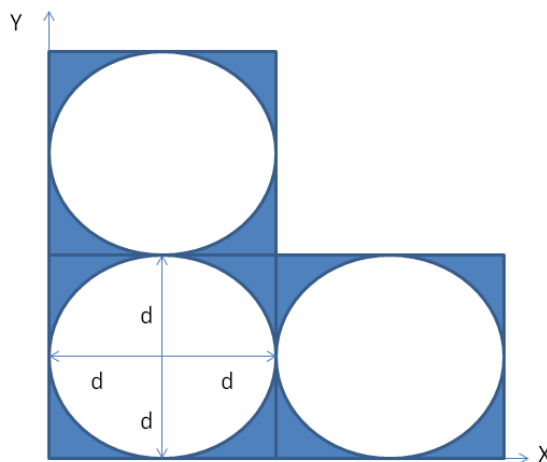


Εικόνα 51

Με την μέθοδο αυτή αντιστοιχίζουμε σε κάθε πιθανή τιμή του βάθους σκίασης (από 0 έως 14 dB) μία μέγιστη εμβέλεια κάθε δημοτικής κεραίας στα πλαίσια της ανάπτυξης της πλατφόρμας έξυπνης πόλης. Η μέση τιμή του βάθους σκίασης, για 7.1 dB, μας δίνει μία μέγιστη εμβέλεια 660.7 μέτρων, κοντά στα όρια μίας κυψέλης κινητής τηλεφωνίας 4G/4G+ (500 μέτρα). Για βάθος σκίασης ίσο με 10 dB, η εμβέλεια κάθε κεραίας ορίζεται στα 197.93 μέτρα (~200 μέτρα), και το εμβαδόν κάθε κεραίας (περιοχή κάλυψης) ισούται με 0.1567 τετραγωνικά χιλιόμετρα (τ.χλμ.).

Η σημασία του υπολογισμού του εμβαδού κάλυψης κάθε κεραιοσυστήματος έγκειται στο ότι μπορούμε να υπολογίσουμε το πλήθος των συνολικών κεραιών που απαιτούνται για να καλύψουμε μία ολική περιοχή έκτασης που μπορεί να είναι το κέντρο μίας μεγάλης πόλης ή και το σύνολο μίας πόλης μεσαίου μεγέθους, στα πλαίσια της υλοποίησης μίας πλατφόρμας έξυπνης πόλης για έναν μεγάλο ή μεσαίο Δήμο αντίστοιχα.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρατηρούμε την μέθοδο κάλυψης αυτής της αστικής έκτασης. Επειδή κάθε κεραία που χρησιμοποιεί ο Δήμος είναι πανκατευθυντικό δίπολο (omni-directional dipole antenna), θεωρούμε κυκλική εμβέλεια κάλυψης την οποία μπορούμε να προσεγγίσουμε ως τετράγωνο με πλευρά $2d$, όπου d η εμβέλεια που υπολογίσαμε από την σχέση (5.6). Θεωρώντας μία ολική τετραγωνική περιοχή κάλυψης σε άξονες x - y , βρίσκουμε το πλήθος των κεραιοσυστημάτων από την σχέση (5.7)

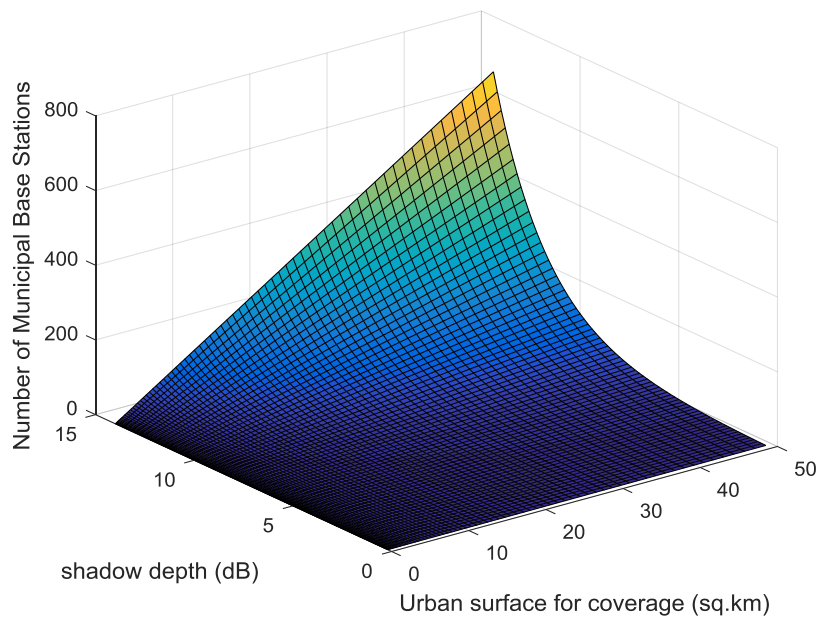


Εικόνα 52

$$z = \frac{x(m) \times y(m)}{4 \times d^2} \quad (5.7)$$

Για παράδειγμα, εάν έχουμε μία ολική αστική έκταση 10 τετραγωνικών χιλιομέτρων προς κάλυψη, και θεωρήσουμε βάθος σκίασης 10 dB, τότε προκύπτει $d=197.93$ μέτρα (όπως είδαμε πριν), δηλαδή περιοχή κάλυψης της κάθε κεραίας ίση με 0.1567 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Συνεπώς η σχέση (5.7) μας δίνει κλάσμα $z=63.816$, το οποίο στρογγυλοποιείται στην αμέσως μεγαλύτερη ακέραια τιμή και ως εκ τούτου έχουμε 64 κεραίες που απαιτούνται ως δημοτικοί σταθμοί βάσης (τεχνολογίας μικροκυματικού 5G στα 3.5 GHz) για κάλυψη της αστικής περιοχής των 10 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Ένα τέτοιο πλήθος κεραιών μπορεί να εξυπηρετήσει 768 χρήστες με απαίτηση ελάχιστης ευρυζωνικότητας 2.048 Mbps.

Επιθυμούμε να επεκτείνουμε αυτήν την μεθοδολογία για να μπορεί να μας δώσει τον προσδιορισμό του πλήθους των κεραιοσυστημάτων για κάθε δυνατό συνδυασμό τιμών του βάθους σκίασης (σε dB) και της έκτασης της αστικής περιοχής (σε τετραγωνικά χιλιόμετρα). Αυτό σημαίνει πως λύνουμε ως προς το πλήθος των κεραιοσυστημάτων z θεωρώντας δύο μεταβλητές εισόδου, άρα απαιτείται ένα γράφημα 3-D. Υλοποιούμε σε MATLAB τον απαραίτητο κώδικα και τα αποτελέσματα φαίνονται στην Εικόνα 53.



Εικόνα 53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι εφαρμογές έξυπνης πόλης αποτελούν πρωτοβουλίες που θα ήθελε κάποιος δήμος να υλοποιήσει προκειμένου να εξελιχθεί. Οι παρεχόμενες υπηρεσίες καλύπτουν μία πλειάδα εφαρμογών και εξυπηρετούν ένα σύνολο αναγκών των δημοτών, καθώς επίσης και αναπτύσσουν τεχνολογίες που συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας ζωής του δήμου συνολικά. Ως εκ τούτου, το πέρασμα των δήμων στην ψηφιακή εποχή των έξυπνων πόλεων κρίνεται απαραίτητο και σε ένα βαθμό αναπόφευκτο.

Όμως δεν είναι εύκολο να συγκροτηθεί μια ολοκληρωμένη πρόταση καθώς δεν υπάρχει συμμετοχή όλων των φορέων που μπορούν και πρέπει να συμβάλλουν σε αυτήν την κατεύθυνση. Για τα λόγο αυτό, οι δήμοι θα πρέπει να συνεργαστούν με τους αρμόδιους φορείς αλλά και μεταξύ τους μέσω των τοπικών και κεντρικών ενώσεων τους, και να καταλήξουν σε ένα ενιαίο σχεδιασμό που θα αποτελέσει οδηγό συνολικά για τις πλατφόρμες και υπηρεσίες/εφαρμογές της έξυπνης πόλης.

Φυσικά, ο σχεδιασμός της έξυπνης πόλης και της παροχής των αντίστοιχων έξυπνων εφαρμογών προϋποθέτει και την συμμετοχή υπαλλήλων του Δήμου. Τα στοιχεία που λαμβάνουν και η καθημερινή τους επαφή με τις απαιτήσεις των πολιτών αποτελεί πλεονέκτημα και θα αποτελούσαν σημαντική συμβολή στην ανάλυση των απαιτήσεων τέτοιων εφαρμογών που θα επικεντρωθεί περισσότερο στην καλύτερη εξυπηρέτηση του δημότη.

Η στρατηγική των έξυπνων εφαρμογών πρέπει να έχει μία ευελιξία. Όπως τονίστηκε, ανάλογες δράσεις περιμένουμε από διάφορους φορείς που δεν έχουν ακόμη εμφανιστεί στο χώρο αλλά σίγουρα θα στοχεύουν στην δημιουργία έξυπνων πόλεων. Άρα ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι τέτοιος που να μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στις τεχνικές, οικονομικές και δικτυακές προδιαγραφές.

Επειδή οι έξυπνες εφαρμογές περιλαμβάνουν ολοκληρωμένες λύσεις, ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι ευέλικτος, ώστε να μπορούν να τμηματοποιηθούν και να είναι να μεν ανεξάρτητες αλλά να επιτυγχάνουν την

διαλειτουργικότητα δίχως να θέτουν σε κίνδυνο την απαίτηση για ευρυζωνική συνδεσιμότητα.

Όπως παρουσιάστηκε στο σενάριο εργασίας που αναπτύξαμε, η ευρυζωνικότητα ανά δημότη επιτυγχάνεται για την ελάχιστη τιμή συνδεσιμότητας που ορίζει η ITU για συγκεκριμένες απαιτήσεις που καθορίζονται από το βάθος σκίασης, που είναι άμεση συνάρτηση της δόμησης της πόλης (πλήθος και ύψος πολυκατοικιών, λοιπών κτιρίων, εμποδίων μεγάλων διαστάσεων σε σχέση με το μήκος κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας κλπ) και της έκτασης της αστικής περιοχής που επιθυμούμε να καλύψουμε.

Θεωρούμε πως το μικροκυματικό 5G, τουλάχιστον στην αρχική πιλοτική μορφή του, στα 3.5 GHz, θα εξυπηρετεί την υλοποίηση της πλατφόρμας έξυπνης πόλης μέσω διπολικών παν-κατευθυντικών κεραιών (όπως και στα τρέχοντα συστήματα κυψελωτής κινητής τηλεφωνίας). Με αυτόν τον τρόπο προσδιορίζεται το ακριβές πλήθος των απαιτούμενων δημοτικών κεραιοσυστημάτων και μπορεί να υπολογιστεί ο αριθμός των δημοτών που εξυπηρετούνται από αυτά. Στις μέγιστες τιμές των παραμέτρων εισόδου που έχουμε εξετάσει, για βάθος σκίασης 14 dB και συνολική περιοχή κάλυψης τα 50 τ.χλμ, απαιτούνται 668 δημοτικοί σταθμοί βάσης που δύνανται να εξυπηρετήσουν 8016 δημότες, δηλαδή τον πληθυσμό στο ευρύτερο κέντρο ενός μεγάλου δήμου ή το σύνολο του πληθυσμού ενός μικρότερου δήμου.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως για τη συγκρότηση μίας πρότασης για υλοποίηση έξυπνων εφαρμογών κάθε δήμος πρέπει:

- Να ορίσει έναν αιρετό και ένα στέλεχος του δήμου, ως υπεύθυνο
- Να έρθει σε επαφή με όλες τις εταιρείες του χώρου
- Να μιλήσει με Δήμους του εξωτερικού που έχουν εμπειρία στο χώρο
- Να ανατεθεί η υλοποίηση είτε in house, είτε σε εξωτερικούς συνεργάτες

Οι μεγάλες προκλήσεις απαιτούν την συμμετοχή πολιτών, φορέων και του προσωπικού των δήμων για την επιτυχία της ανάπτυξης, υλοποίησης και εν τέλει λειτουργίας της πλατφόρμας της έξυπνης πόλης και των προσφερόμενων από αυτήν υπηρεσιών και εφαρμογών.

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1	8
Εικόνα 2	10
Εικόνα 3	10
Εικόνα 4	10
Εικόνα 5	12
Εικόνα 6	13
Εικόνα 7	15
Εικόνα 8.....	16
Εικόνα 9.....	17
Εικόνα 10	19
Εικόνα 11	21
Εικόνα 12	23
Εικόνα 13	26
Εικόνα 14	27
Εικόνα 15	27
Εικόνα 16	28
Εικόνα 17.....	29
Εικόνα 18	30
Εικόνα 19	37
Εικόνα 20	37
Εικόνα 21.....	38
Εικόνα 22.....	39
Εικόνα 23	40
Εικόνα 24	41
Εικόνα 25	41

Εικόνα 26	42
Εικόνα 27	43
Εικόνα 28	44
Εικόνα 29	45
Εικόνα 30	46
Εικόνα 31	50
Εικόνα 32	50
Εικόνα 33	51
Εικόνα 34.....	52
Εικόνα 35	52
Εικόνα 36.....	54
Εικόνα 37.....	55
Εικόνα 38	56
Εικόνα 39	56
Εικόνα 40.....	57
Εικόνα 41	57
Εικόνα 42	58
Εικόνα 43.....	58
Εικόνα 44.....	59
Εικόνα 45.....	60
Εικόνα 46.....	61
Εικόνα 47.....	62
Εικόνα 48.....	62
Εικόνα 49.....	63
Εικόνα 50.....	66
Εικόνα 51	74

Εικόνα 52	75
Εικόνα 53	76

Βιβλιογραφία

- [1.1] <https://eu-smartcities.eu>
- [1.2] <https://globenewswire.com/news-release/2018/11/08/1648349/0/en/Smart-Cities-Market-Technologies-Solutions-and-Outlook-for-Applications-and-Services-2018-2023-Up-to-27-of-Carrier-Revenue-will-be-Attributable-to-the-Smart-Cities-Market.html>
- [1.3] McKinsey Global Institute, Smart Cities: Digital Solutions for a more livable future, June 2018.
- [2.1] www.ypes.gr/UserFiles/f0ff9297-f516-40ff-a70e.../
- [2.2] <https://www.cablinginstall.com/articles/print/volume-7/issue-11/products-services/new-products/coaxial-cable.html>
- [2.3] <https://www.cablinginstall.com/articles/2018/08/cim-webcast-highlights1-twisted-pair.html>
- [2.4] <https://www.smartcitytelecom.com/residential/warp-drive-fiber-to-the-home/why-is-fiber-to-the-home-better/>
- [2.5] <https://www.businesswire.com/news/home/20180926005904/en/Global-Radio-Frequency-Cable-Market-2018-2022-Development>
- [2.6] <https://www.commscope.com/Blog/Driving-Future-Connectivity-in-Smart-Cities/>
- [2.7] <http://www.photonics.com>
- [2.8] CommScope, fiber-optic connectivity solutions for wireless backhaul infrastructure.
- [2.9] <https://www.lightwaveonline.com/articles/2017/10/optical-networking-in-5g-backhaul-data-rates-versus-costs.html>
- [2.10] Chrysikos, Theofilos, and Stavros Kotsopoulos. "RF Channel Modeling for 5G Systems." *New Directions in Wireless Communications Systems: From Mobile to 5G* (2017): 47.

- [2.11] Alessandro Floris, Simone Porcu, Luigi Atzori, "Quality of Experience Management of Smart City services", *Quality of Multimedia Experience (QoMEX) 2018 Tenth International Conference on*, pp. 1-3, 2018.
- [2.12] L. G. M. Ballesteros, O. Alvarez, J. Markendahl, "Quality of Experience (QoE) in the smart cities context: An Initial Analysis" in *IEEE First Int. Smart Cities Conference (ISC2) 2015*, IEEE, 2015.
- [3.1] <http://www.localit.gr/archives/85748>),
- [3.2] <http://www.localit.gr/archives/80477><http://www.localit.gr/archives/80477>
- [4.1] <https://amsterdamsmartcity.com/posts/amsterdam-smart-city-and-city-of-amsterdam-launch>
- [4.2] <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/regional-innovation-monitor/organisation/amsterdam-smart-city>
- [4.3] <http://www.smartsantander.eu/>
- [4.4] <https://www.nationalgeographic.com/travel/features/smart-cities/tallinn-estonia/>
- [4.5] <https://www.tallinn.ee/eng/investor/Uudis-Tallinn-the-smart-capital-of-a-digital-nation>
- [4.6] <https://www.estonianclusters.ee/estonian-clusters-2/smart-city-e-and-m-services-cluster-2/>
- [4.7]http://www.busandcoach.travel/en/latest_news/estonias_capital_offers_fr_ee_public_transport_encouraging_drivers_to_leave_cars.htm
- [4.8] <https://www.finance-monthly.com/2017/11/estonia-2017-e-residency-applications-exceed-domestic-birthrate>
- [4.9] <https://polis2020.wordpress.com>
- [4.10] ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ & ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Smart Cities 23 Ιουλίου 2016
- [5.1] Εφαρμογή Έξυπνης Πόλης Clicknsport <http://www.clicknsport.com>

[5.2] Chrysikos, Theofilos, et al. "Techno-economic analysis for the deployment of PPDR services over 4G/4G+ Networks." *2016 International Conference on Telecommunications and Multimedia (TEMU)*. IEEE, 2016.

[5.3] P. Vieira, M.P. Queluz, A. Rodrigues, "LTE Spectral Efficiency using Spatial Multiplexing MIMO for Macro-cells", *2nd IEEE International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS 2008)*, December 15–17, 2008.

[5.4] T. Rappaport, *Wireless Communications: Principles & Practice*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.