

Πλατφόρμα Έξυπνης Πόλης SmartisCity Τεχνικές και Λειτουργικές Απαιτήσεις

Version 1.1

@ DOTSOFT 2025



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Εισαγωγή	3
2	Πλατφόρμα Έξυπνης Πόλης	5
2.1	ΓΕΝΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	5
2.2	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	11
2.3	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ (MONITORING)	14
2.4	WEB BROWSER SUPPORT	14
2.5	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	15
2.6	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ	21
2.7	ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	21
2.8	ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	22
2.9	NOSQL ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΙΟΤ	23
2.10	MONGODB	29
2.11	ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΒΙ	32
2.12	EVENT MANAGEMENT	33
2.13	ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	34
2.14	ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ	35
2.15	ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΣ & ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ, ΧΡΗΣΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	36
2.16	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΩΝ	37
2.17	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ & ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΩΝ	38
2.18	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ ΝΕΟΥ ΧΡΗΣΤΗ ΜΕΣΩ EMAIL	38
2.19	MOBILE ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΠΟΛΙΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ	39
2.20	ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΕΡΓΩΝ	41

1 Εισαγωγή

Η φύση των υπηρεσιών “Smart Cities” επιφέρει την επιλογή διαφορετικών προμηθευτών και σε πολλές περιπτώσεις ετερογενών πληροφοριακών συστημάτων. Η προμήθεια διαφορετικών συστημάτων μπορεί να οδηγήσει στην απαξίωση ή την μειωμένη λειτουργικότητα τους εάν δεν αξιοποιηθούν οι συνέργειες μεταξύ τους. Ταυτόχρονα, ο τελικός χρήστης θα έχει έλεγχο με μία διεπαφή στο σύνολο των διαφορετικών ανά περίπτωση πληροφοριακών συστημάτων. Με δεδομένο ότι τόσο το υλισμικό όσο και το λογισμικό μπορεί να ανήκουν σε διαφορετικούς κατασκευαστές, θα **εξασφαλίζεται η κεντροποιημένη διαχείριση των ετερογενών συστημάτων μέσα από ένα ενδιάμεσο λογισμικό που θα εξασφαλίζει ότι ανεξαρτήτως κατασκευαστή (σε hardware και software) η Αναθέτουσα Αρχή (Δημοτική Αρχή),** διασφαλίζοντας την επιχειρησιακή του στρατηγική μέσα από ένα ενιαίο περιβάλλον εργασίας. Ταυτόχρονα θα είναι σε θέση να διαθέτει στους πολίτες, τις επιχειρήσεις και τους ενδιαφερόμενους ανοικτά δεδομένα (opendata) που παράγονται από την έξυπνη πόλη, μέσα από ένα ενιαίο περιβάλλον πρόσβασης και διαλειτουργικότητας.

Η λύση έχει την εμπορική ονομασία Πλατφόρμα Έξυπνης Πόλης SmartisCity (<https://www.smartiscity.gr/>) και αποκλειστικός κατασκευαστής λογισμικού είναι η εταιρεία DOTSOFT. Η συγκεκριμένη έκδοση είναι η version 1.1.

Η εταιρεία προσφέρει έτοιμη πλατφόρμα cloud που επιτρέπει τη διασύνδεση των μεμονωμένων λύσεων και «συσκευών» του διαδικτύου (Internet of Things) καθώς και διαφόρων πολλαπλών εφαρμογών.

Η πλατφόρμα τηλεδιαχείρισης είναι ανοικτής αρχιτεκτονικής, cloud-based, και έτοιμη (out of the box) και επιτρέπει τη διασύνδεση και την επικοινωνία μεμονωμένων λύσεων και κάθετων εφαρμογών. Επιτρέπει επίσης τη συλλογή δεδομένων / παραγόμενη πληροφορία από τα συστήματα που θα εγκατασταθούν στα πλαίσια ενός έργου smart city, καθώς και από διάφορες διασυνδεδεμένες συσκευές / αισθητήρες που θα είναι τοποθετημένες στην περιοχή εφαρμογής, κάνοντας χρήση της διαδικτυακής διασύνδεσης (ενσύρματης ή ασύρματης) και μεταφέροντας την πληροφορία στο νέφος (cloud). Η πλατφόρμα τηλεδιαχείρισης αξιοποιεί τα πλεονεκτήματα των τεχνολογιών Internet of Things (IoT) διασυνδέοντας πολίτες, διαδικασίες, δεδομένα και αντικείμενα προκειμένου να επιτυγχάνεται η παρακολούθηση όλων των παραγόντων που επιδρούν στη ζωή της πόλης.

Η πλατφόρμα είναι τελευταίας τεχνολογίας (state-of-the-art), επεκτάσιμη, με δυνατότητες αξιοποίησης μελλοντικών τεχνολογικών απιτήσεων και **διαθέτει έτοιμο περιβάλλον ανάπτυξης «διεπαφών» (API - Application Programming Interface),** για τη διασύνδεση εφαρμογών που αναπτύσσονται από την κοινότητα των προγραμματιστών. Επίσης διαθέτει δυνατότητα ασφαλούς διαχείρισης και κοινής αποθήκευσης δεδομένων και μπορεί να διαθέτει τα αποθηκευμένα δεδομένα σε τρίτες εφαρμογές για επιπλέον ανάλυση, σύνθεση και απεικόνιση δεδομένων. Διαθέτει επίσης μηχανισμό διασταύρωσης δεδομένων που παράγονται από τουλάχιστον δυο διαφορετικούς τομείς εφαρμογής. Η Πλατφόρμα γεφυρώνει και συνδέει συσκευές, ανθρώπους, διαδικασίες με μια πλατιά και ανοικτή προσέγγιση.

Κύριο μέλημα είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής και η δημιουργία μετρήσιμου οφέλους για τους πολίτες και τις επιχειρήσεις της περιοχής εφαρμογής χωρίς διοικητική

επιβάρυνση των στελεχών που θα την διαχειρίζονται. **Η Πλατφόρμα παρέχει κέντρο ελέγχου λειτουργίας με dashboards, όπου αποτυπώνεται η συνολική εικόνα των λειτουργιών της με εύληπτο και κατανοητό τρόπο στην ίδια οθόνη ώστε να ελαχιστοποιηθεί η λειτουργική πολυπλοκότητα μεταξύ των υπηρεσιών που θα την λειτουργούν και να υποβοηθηθεί στη λήψη αποφάσεων των υπευθύνων στη βάση των πραγματικών - ζωντανών δεδομένων.**

Επίσης η πλατφόρμα **διαθέτει δημοσιευμένο στο διαδίκτυο και προσβάσιμο στην κοινότητα των προγραμματιστών API** για την ανάπτυξη και διασύνδεση εφαρμογών διαλειτουργικότητας με τις προτεινόμενες ή και μελλοντικές εφαρμογές έξυπνης πόλης, ανεξαρτήτως κατασκευαστή. Ταυτόχρονα θα παρέχεται και πεδίο δοκιμαστικής ανάπτυξης εφαρμογών (sandbox).

2 Πλατφόρμα Έξυπνης Πόλης

2.1 Γενικές Λειτουργίες

Εν συνεχεία περιγράφονται οι γενικές λειτουργίες της πλατφόρμας

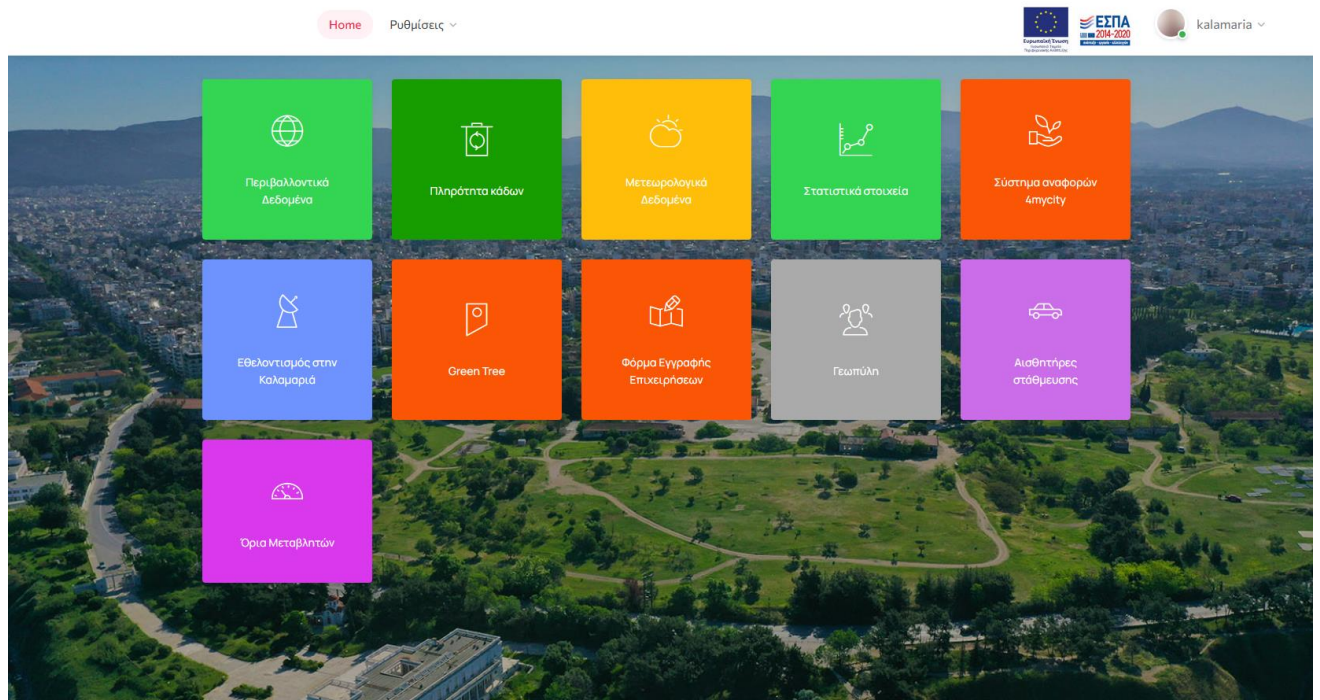
- ✓ Η πλατφόρμα διαθέτει δυνατότητες επιπλέον αναβάθμισης και προσθήκης νέων εφαρμογών με εύκολο τρόπο.
- ✓ Η πλατφόρμα διαθέτει περιβάλλον διαχείρισης συσκευών για τους διαχειριστές έτσι ώστε να προσθέτουν μόνοι τους νέους αισθητήρες, νέες συσκευές μέσα από ένα ενιαία περιβάλλον λειτουργίας μέσω του οποίου να παρακολουθείται και η σωστή λειτουργία της κάθε συσκευής και του κάθε αισθητήρα.
- ✓ Η πλατφόρμα διαθέτει δυνατότητα χρήσης μέσα από οποιοδήποτε web browser.
- ✓ Η πλατφόρμα μπορεί να διαχειριστεί εκατοντάδες αισθητήρες και συσκευές ταυτόχρονα συνδεδεμένες στο σύστημα χωρίς καθυστερήσεις στην απόκριση, στο data storage, στο data polling και στην προβολή των δεδομένων σε κάθε browser.
- ✓ Το λογισμικό μπορεί να φιλοξενηθεί στο G-Cloud.
- ✓ Υπάρχει η δυνατότητα updates και upgrades του λογισμικού, ώστε να είναι ελάχιστος ο χρόνος μη διαθεσιμότητας της πλατφόρμας (downtime).
- ✓ Το λογισμικό είναι πολύ-γλωσσικό και υποστηρίζει εύκολη προσθήκη γλώσσας μέσω κατάλληλου αρχείου και όχι με update κώδικα.
- ✓ Το λογισμικό προσφέρει την δυνατότητα για «whitelabeling», ώστε ο Δήμος να μπορεί να διαμορφώσει στοιχεία του περιβάλλοντος χρήσης που θα αναδεικνύουν την διακριτή του ταυτότητα.
- ✓ Το λογισμικό διαχειρίζεται και να πιστοποιεί τους χρήστες χρησιμοποιώντας SSO (single sign on) στηριζόμενο κατά προτίμηση σε OAuth2 πρωτόκολλο με ή χωρίς κεντρική υπηρεσία πιστοποίησης τρίτου (Google, FB, Microsoft).
- ✓ Το λογισμικό παρέχει μηχανισμό αντίληψης και αποκατάστασης δυσλειτουργιών (self-healing) για την ταχύτερη αντιμετώπισης προβλημάτων.
- ✓ Το λογισμικό υποστηρίζει προδιαγραφές τύπου «reactive design», ώστε να είναι δυνατή η προσαρμογή του περιβάλλοντος χρήσης σε laptop, tablets ή ακόμα και έξυπνου κινητού τηλεφώνου.
- ✓ Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα υποστήριξης εξωτερικού Centralized backup συστήματος.
- ✓ Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα χρήσης ανοιχτών προτύπων για την μορφοποίηση της πληροφορίας (XML, JSON) για την εύκολη συνεργασία και ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ συστημάτων και εφαρμογών.
- ✓ Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα χρήσης «ετικέτας» (assign label) σε συσκευές ή groups για την εύκολη διαχείριση τους (φιλτράρισμα, εύρεση, κτλ.).
- ✓ Το λογισμικό παρέχει ένα ενιαίο, web-based, λειτουργικό περιβάλλον, για την εξ αποστάσεως παρακολούθηση, έλεγχο και διαχείριση της υποδομής συσκευών(σταθμών, αισθητήρων, ελεγκτών), συστημάτων αλλά και των δεδομένων που παράγονται από αυτές.
- ✓ Το λογισμικό παρέχει ένα κεντριοποιημένο και ομογενοποιημένο περιβάλλον διαχείρισης και υποστήριξης πολλαπλών έξυπνων εφαρμογών Smart Cities.

- ✓ Το λογισμικό μπορεί να απεικονίσει συγκεντρωτικά σε χάρτη όλες τις «έξυπνες» υποδομές της Πόλης καθώς και ανά καθετοποιημένο τομέα, οι οποίοι θα δίνουν με άμεσο τρόπο πληροφορία τόσο για τη θέση όσο και για την κατάσταση όλων των συσκευών και αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο.
- ✓ Το λογισμικό επιτρέπει την πρόσβαση σε αυτό κατ' ελάχιστον, μέσω των κυριότερων εμπορικά διαθέσιμων Web Browsers (Google Chrome, Internet Explorer, etc.)
- ✓ Το λογισμικό προσφέρει την δυνατότητα απεικόνισης και διαχείρισης δεδομένων με πολλαπλούς τρόπους και κατ' ελάχιστον τη χρήση γραφημάτων, widgets, χρονοσειρών, χαρτών, heat maps και λίστες.
- ✓ Δυνατότητα updates και upgrades του λογισμικού, ώστε να είναι ελάχιστος ο χρόνος μη διαθεσιμότητας της πλατφόρμας μέσω της ακόλουθης λειτουργίας: Όταν χρειάζεται ενημέρωση του συστήματος, δημιουργείται ένα νέο αντίγραφο της εφαρμογής με την ενημερωμένη έκδοση, ενώ το παλιό συνεχίζει να λειτουργεί κανονικά. Ένα ειδικό σύστημα ("load balancer") ξεκινά σταδιακά να κατευθύνει τα νέα αιτήματα προς το νέο αντίγραφο, ελέγχοντας παράλληλα ότι λειτουργεί σωστά. Μόλις επιβεβαιωθεί η ομαλή λειτουργία του νέου αντίγραφου, το παλιό σταματά σταδιακά και αποσύρεται από τη χρήση. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει την ενημέρωση του συστήματος χωρίς να υπάρξει κάποια διακοπή στην παροχή υπηρεσιών στους χρήστες
- ✓ Το λογισμικό δίνει την δυνατότητα δημιουργίας έξυπνων κανόνων (Smart Rules). Μέσα από το κατάλληλα διαμορφωμένο περιβάλλον ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από ένα προκαθορισμένο σύνολο και να ορίσει τους δικούς του έξυπνους κανόνες ώστε να εκτελούνται αυτοματοποιημένα συγκεκριμένες ενέργειες, όταν ικανοποιούνται συγκεκριμένες συνθήκες. Οι έξυπνοι κανόνες μπορούν να αφορούν συγκεκριμένους καθετοποιημένους τομείς ή και συνδυασμούς αυτών (cross domain / cross application).
- ✓ Μέσω της πλατφόρμας smartiscity είναι δυνατό με εύκολο τρόπο να προσθέσουμε το λογότυπο και περιγραφή για τον Δήμο και να προσφερθεί με καθεστώς whitelabel. Η εμφάνιση μπορεί να οριστεί με βάση τις απαιτήσεις του φορέα. Πιο συγκεκριμένα η πλατφόρμα καλύπτει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
 - I. Προσαρμοστικότητα (Customizability)
 - Branding:
 - Δυνατότητα αλλαγής λογοτύπου, χρωμάτων, γραμματοσειρών, favicon.
 - Προσαρμογή UI/UX ώστε να ταιριάζει με την εταιρική ταυτότητα του πελάτη.
 - URL & domain:
 - Υποστήριξη για custom domains (π.χ. app.customer.com).
 - SSL για κάθε domain.
 - Γλώσσα και περιεχόμενο:
 - Πολυγλωσσική υποστήριξη.
 - Επεξεργάσιμο περιεχόμενο (π.χ. κείμενα, titles, notifications).
 - II. Αρχιτεκτονική και τεχνολογίες
 - Modular design:
 - Εύκολη ενεργοποίηση/απενεργοποίηση λειτουργιών.
 - Σαφής διαχωρισμός backend και frontend (π.χ. API-first).

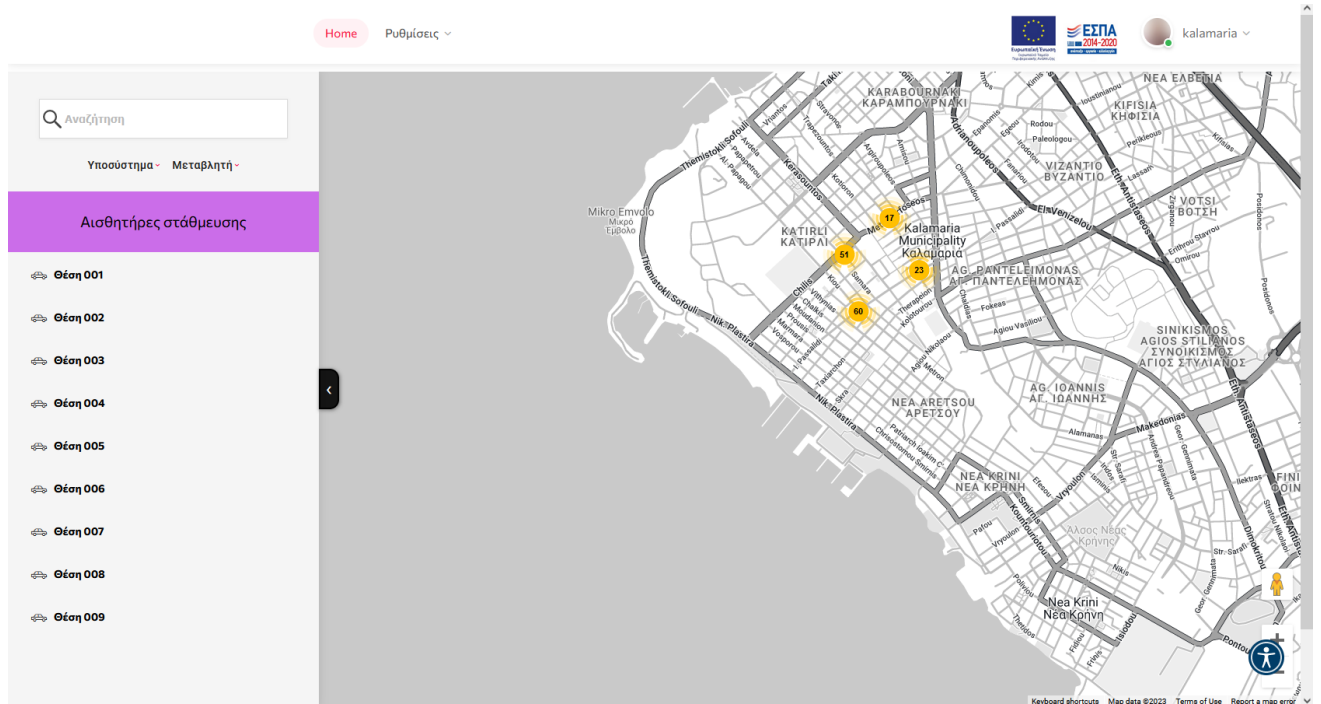
- Scalability & multi-tenancy:
 - Υποστήριξη πολλαπλών πελατών με ξεχωριστά δεδομένα.
 - Ασφαλής απομόνωση των δεδομένων μεταξύ tenants.

III. Εμπορικά στοιχεία

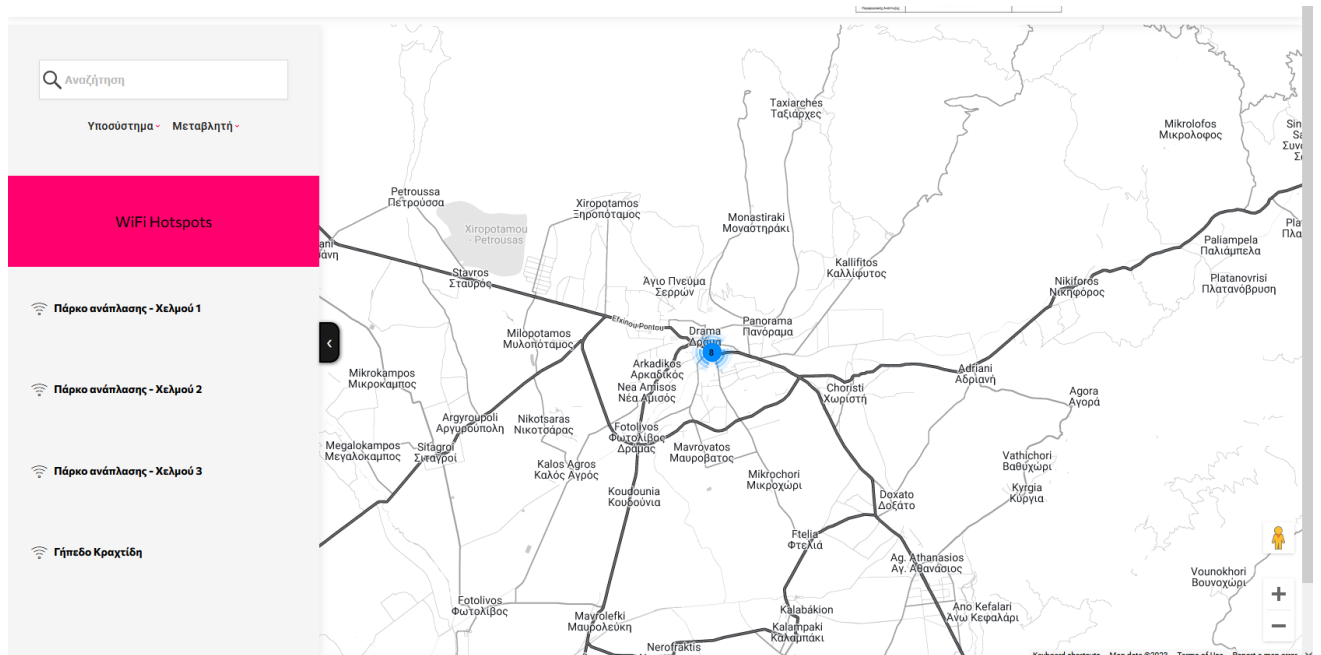
- License management:
 - Ενσωματωμένο licensing ή API για τον έλεγχο χρήσης.
 - Δυνατότητα για ενεργοποίηση/απενεργοποίηση accounts.
- White-label friendly όροι:
 - Καμία ένδειξη της αρχικής πλατφόρμας στο UI.
 - Όλα τα assets, ονόματα, κ.λπ., πλήρως παραμετροποιήσιμα.
- ✓ Το λογισμικό Smartiscity διαχειρίζεται όλα τα πιθανά σφάλματα σε επίπεδο κώδικα παράγοντας τα αντίστοιχα notifications/alerts και παρέχει μηχανισμό αντίληψης και αποκατάστασης δυσλειτουργιών (self-healing) για την ταχύτερη αντιμετώπισης προβλημάτων.
- ✓ Το λογισμικό επιτρέπει την αυτοματοποιημένη δημιουργία ειδοποιήσεων και συναγερμών όπου ο χρήστης θα μπορεί να ορίζει τα όρια (thresholds) κατά βούληση.



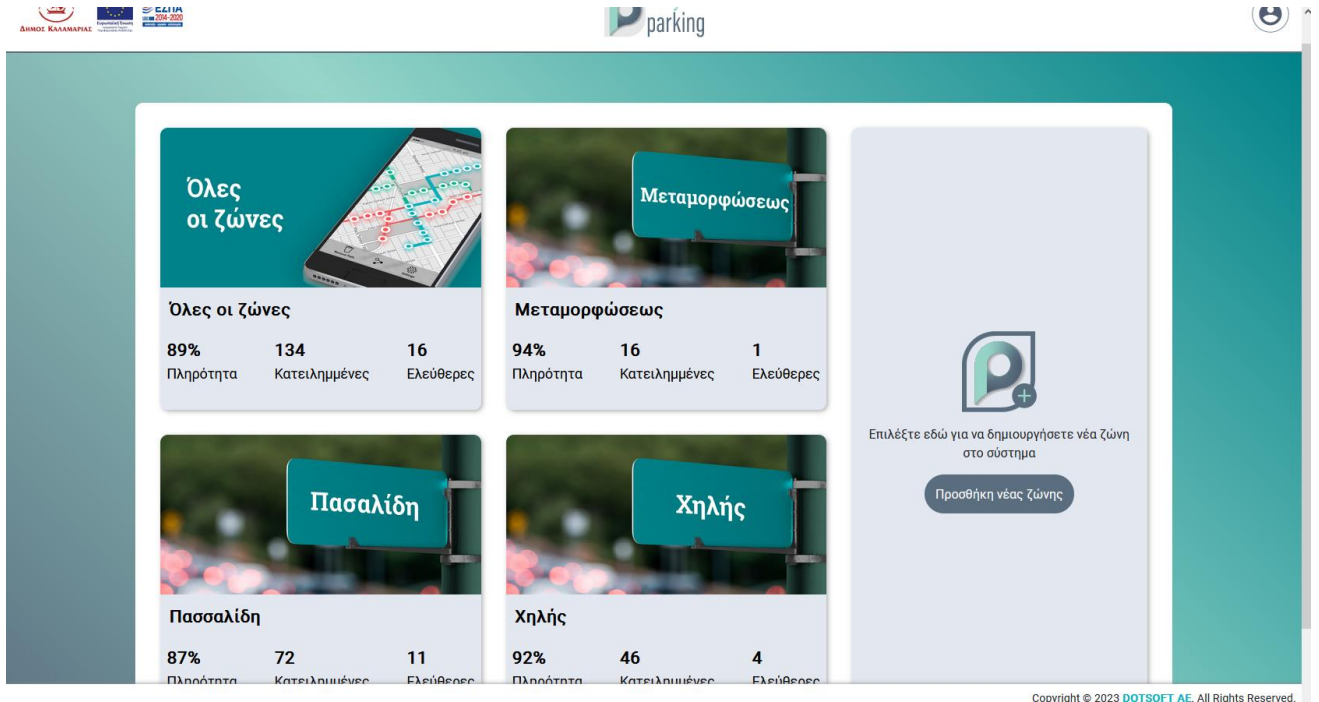
Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση – Back End



Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση – Back End αισθητήρες στάθμευσης

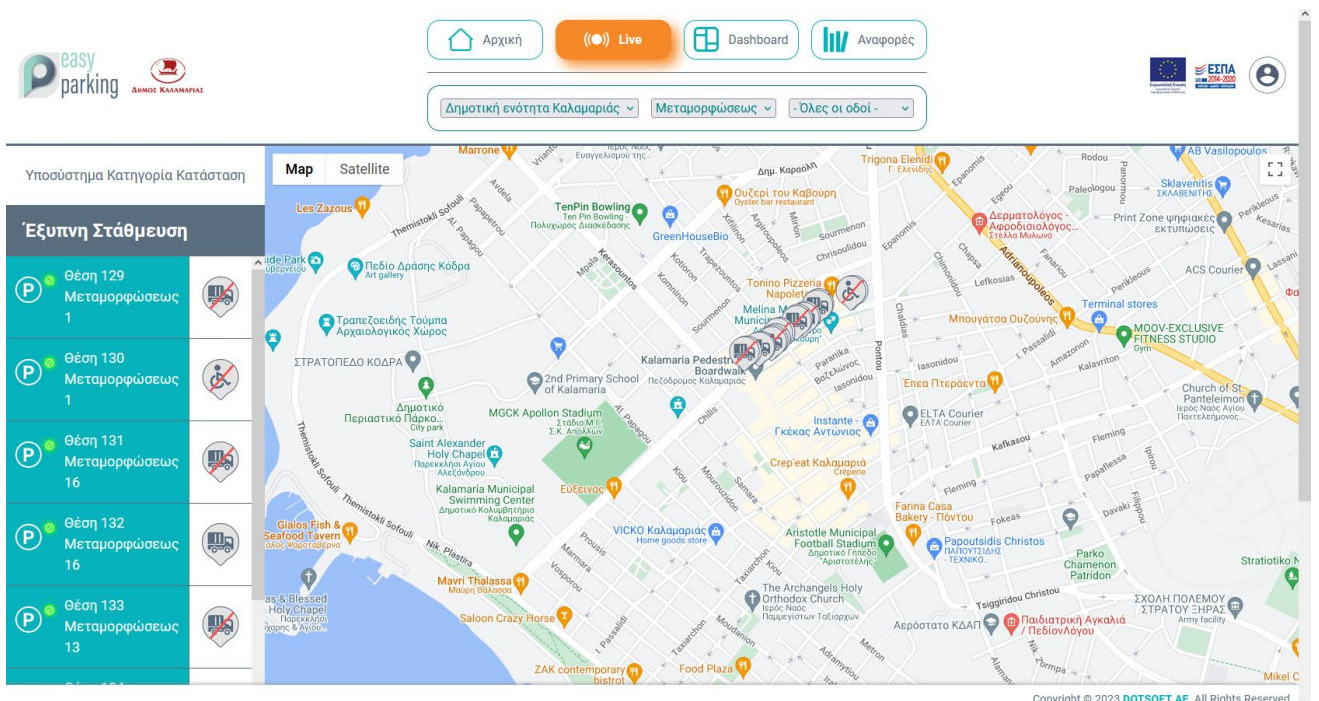


Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση – Back End wifi hot spots



Copyright © 2023 DOTSOFT AE. All Rights Reserved.

Εικόνα: Παράδειγμα back end απεικόνισης μέσω του λογισμικού διαχείρισης ελεγχόμενης στάθμευσης και κατειλημμένων θέσεων στάθμευσης

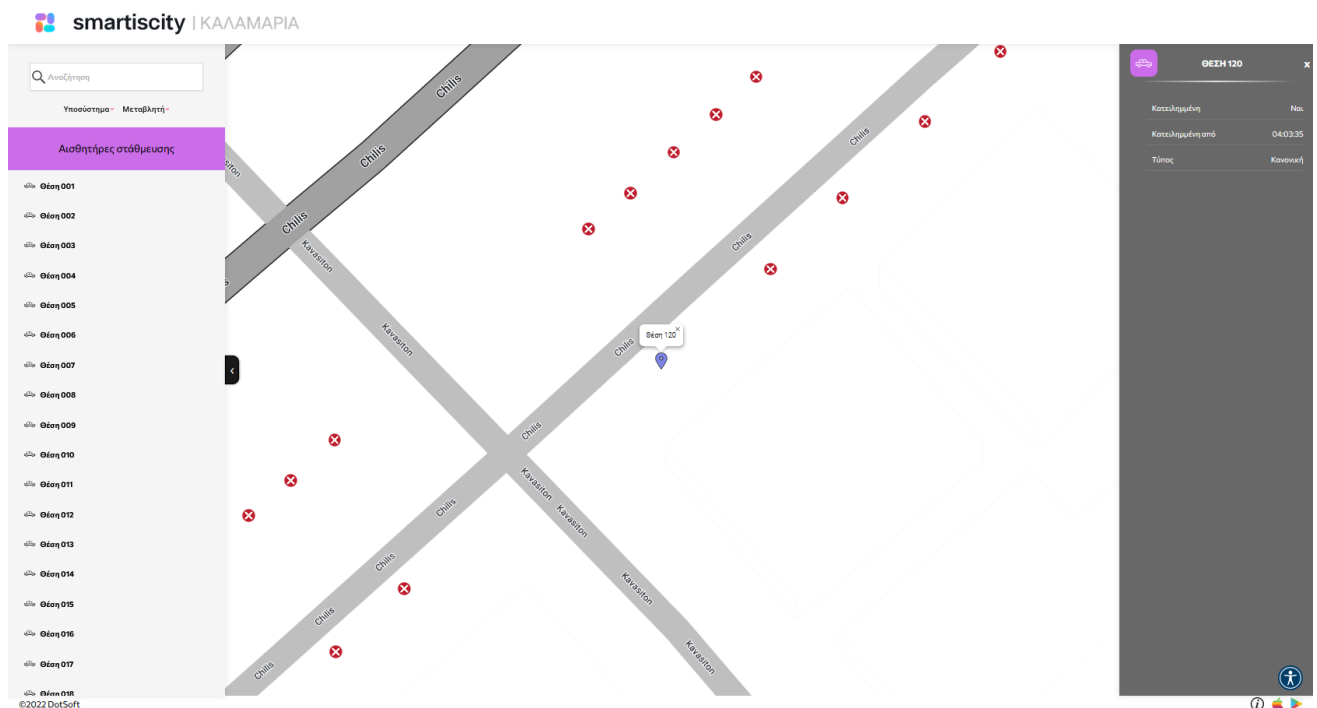


Copyright © 2023 DOTSOFT AE. All Rights Reserved.

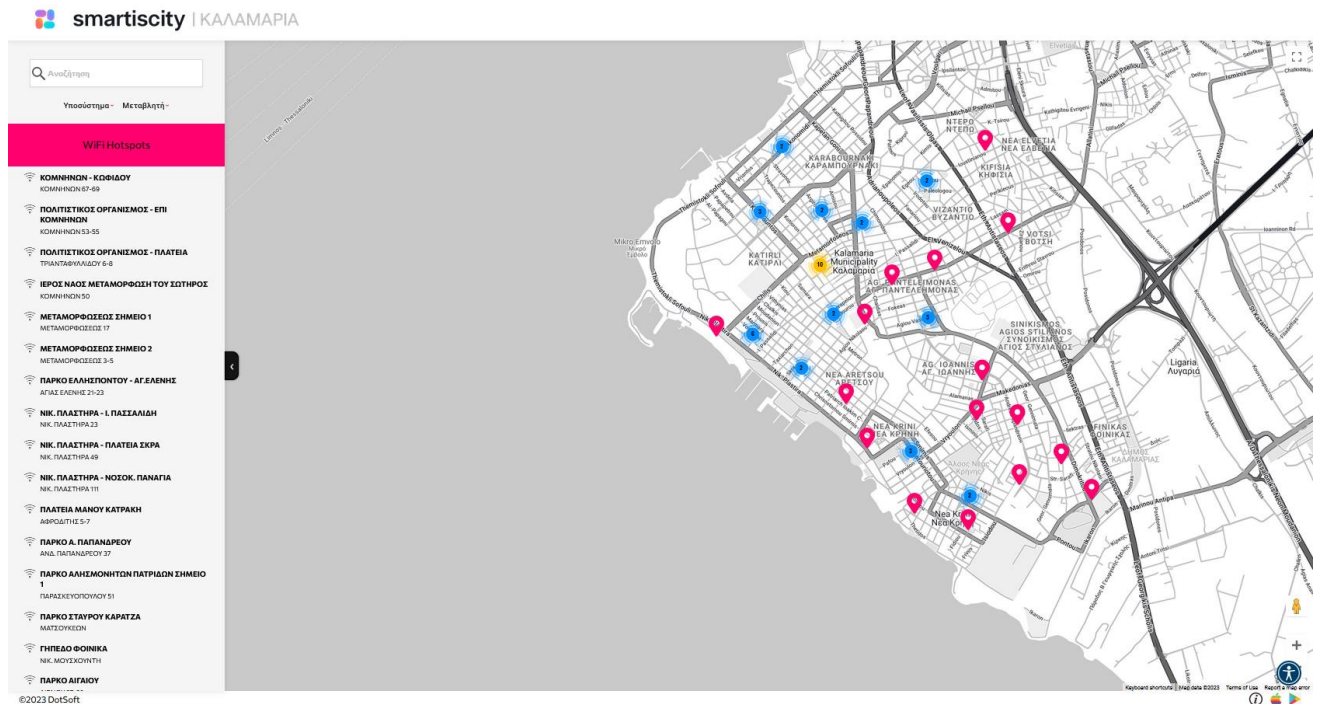
Εικόνα: Παράδειγμα back end απεικόνισης μέσω του λογισμικού διαχείρισης ελεγχόμενης στάθμευσης και κατειλημμένων θέσεων στάθμευσης



Εικόνα: Γενική απεικόνιση πλατφόρμας έξυπνης πόλης (smartiscity-front end)



Εικόνα: Απεικόνιση συστήματος ελέγχου θέσεων στάθμευσης, όπου στο δεξί πάνελ φαίνεται αν είναι κατεληγμένη η θέση και τα χαρακτηριστικά αυτής



Εικόνα: Απεικόνιση wifi hot spots

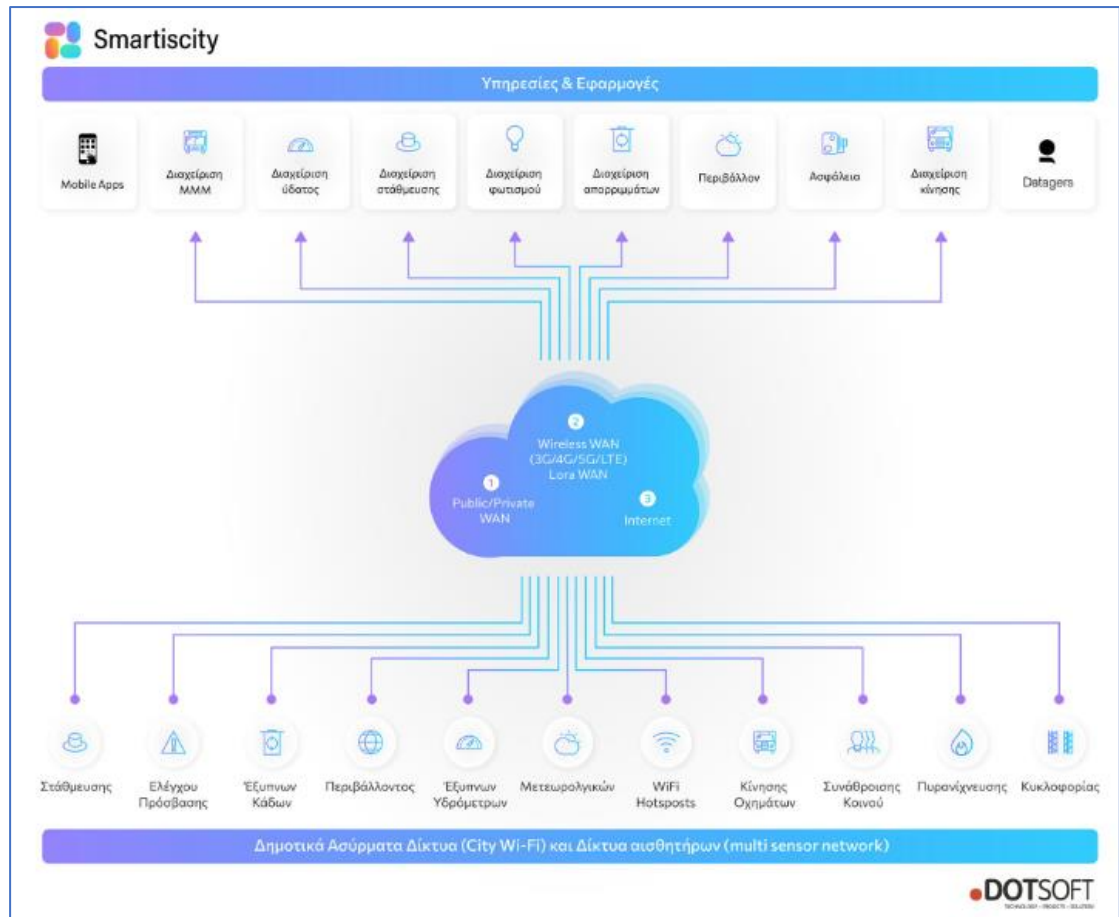
2.2 Αρχιτεκτονική

Στην επόμενη παράγραφο περιγράφεται η αρχιτεκτονική της λύσης SmartIsCity

- ✓ Η πλατφόρμα διαιρείται σε διαφορετικά Modules/ Applications τα οποία ο χρήστης μπορεί να προσθέσει/ ενεργοποιήσει σε διαφορετικούς χρόνους (όποτε το θελήσει) – πλήρης επεκτασιμότητα
- ✓ Η επικοινωνία των διαφορετικών Modules/ Applications γίνεται μέσω Enterprise Service Bus (ESB).
- ✓ Η πλατφόρμα επεξεργάζεται όλα τα δεδομένα των αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο
- ✓ Η πλατφόρμα περιλαμβάνει μία μηχανή βασισμένη σε κανόνες (ενσωματωμένο Module στο εργαλείο διαχείρισης - rule-based engine (Rule Engine)) ώστε ο διαχειριστής να μπορεί να ορίζει κανόνες λειτουργίες και να συνθέτει διαφορετικά συνέρια λειτουργίας. Ο διαχειριστής θα μπορεί να ορίσει σενάρια με βάση τα δεδομένα που δέχεται από συσκευές ή αισθητήρες.
- ✓ Η πλατφόρμα περιλαμβάνει ενιαίο περιβάλλον διαχείρισης των συσκευών ανεξάρτητα από κατασκευαστή
- ✓ Η πλατφόρμα υποστηρίζει RESTfull και Webservice API για την ολοκλήρωση με τρίτα συστήματα. Το προσφερόμενο API θα πρέπει κατ' ελάχιστο να έχει τις εξής μεθόδους/ endpoints: Item list, Item status, Item history and Item availability.
- ✓ Το λογισμικό είναι multi-tenant σε επίπεδο εφαρμογής για να υπάρχει λογική απομόνωσης δεδομένων και υπηρεσιών προς εφαρμογές και χρήστες.

- ✓ Τα δεδομένα που θα «προσφέρονται» στους web clients θα διανέμονται σε πραγματικό χρόνο (real-time).
- ✓ Η πλατφόρμα μπορεί να εγκατασταθεί στο G-Cloud
- ✓ Το λογισμικό διαθέτει μηχανισμό για τη αυτόματη επεκτασιμότητα των υποσυστημάτων και υπηρεσιών χωρίς αλλαγές στη δομή και αρχιτεκτονική τους για την αποτελεσματική και ταχεία αντιμετώπιση διακύμανσης του φόρτου / δεδομένων.
- ✓ Το λογισμικό υποστηρίζει high redundancy μηχανισμούς που κατ' ελάχιστον περιλαμβάνουν:
 - Load-balancing για την εύρυθμη διαχείριση φορτίου (δεδομένων / χρηστών)
 - Μηχανισμούς για την ταχεία επαναφορά από διακοπή της υπηρεσίας.
- ✓ Το λογισμικό είναι βασισμένο σε αρθρωτή «modular» αρχιτεκτονική ώστε να είναι δυνατή η επιλεκτική προσάρτηση υπηρεσιών και εφαρμογών για την εύκολη και οικονομική επέκταση και διαχείριση του.
- ✓ Το λογισμικό δομικά είναι βασισμένο σε microservices και υλοποιείται με τεχνολογία containers, προσδίδοντας σημαντικά οφέλη που αφορούν: την αυξημένη απόδοση συστήματος, ευκολότερη επεκτασιμότητα, καλύτερη διαχείριση υπολογιστικών πόρων και μεγάλη φορητότητα που αφορά υποστηριζόμενα λειτουργικά συστήματα (OS) και HW.
- ✓ Συμβατή με W3C και πρότυπο WCAG 2.1

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται ο τρόπος ενοποίησης επιμέρους συστημάτων έξυπνης πόλης καθώς και ο οριζόντιος λειτουργικός χαρακτήρας της κεντρικής ενιαίας πλατφόρμας διαχείρισης και συλλογής δεδομένων.



Εικόνα: Λογική Αρχιτεκτονική Πλατφόρμας Έξυπνης Πόλης

Η φύση των υπηρεσιών “Smart Cities”, επιφέρει την επιλογή διαφορετικών προμηθευτών και σε πολλές περιπτώσεις ετερογενών πληροφοριακών συστημάτων. Η προμήθεια διαφορετικών συστημάτων μπορεί να οδηγήσει στην απαξίωση ή την μειωμένη λειτουργικότητα τους εάν δεν αξιοποιηθούν οι συνέργειες μεταξύ τους. Ταυτόχρονα, πρέπει ο τελικός χρήστης να έχει έλεγχο με μία διεπαφή στο σύνολο των διαφορετικών ανά περίπτωση πληροφοριακών συστημάτων.

Με δεδομένο ότι τόσο το υλισμικό όσο και το λογισμικό μπορεί να ανήκουν σε διαφορετικούς vendors, πρέπει να εξασφαλίζεται η κεντροποιημένη διαχείριση των ετερογενών συστημάτων μέσα από ένα Μεσοισμικό (Middleware) που θα εξασφαλίζει ότι ανεξαρτήτως κατασκευαστή (σε hardware και software) ο Δήμος θα μπορεί να διασφαλίζει την επιχειρησιακή του στρατηγική μέσα από ένα ενιαίο περιβάλλον εργασίας.

Ως δομικό στοιχείο της τοπολογίας του ολοκληρωμένου Συστήματος Τηλεχειρισμού ζητείται λογισμικό διαλειτουργικότητας με την έννοια πλατφόρμας “IoT Middleware”. Το λογισμικό αυτό (εφεξής “IoT Middleware”), το οποίο είναι αναπόσπαστο μέρος της πλατφόρμας, παρεμβάλλεται μεταξύ του εξοπλισμού και των εφαρμογών Λογισμικού για να διασφαλιστεί η ενοποίηση ανομοιογενών διεπαφών και αρχιτεκτονικών λογισμικού σε ένα κεντροποιημένο Σύστημα Διαχείρισης με στόχο τη λειτουργική ανεξαρτησία του συστήματος από τις τεχνολογικές αρχιτεκτονικές των εκάστοτε επιλεγόμενων προμηθευτών υλισμικού ή/και λογισμικού.

2.3 Λειτουργίες Παρακολούθησης (Monitoring)

Η συγκεκριμένη παράγραφος παρουσιάζει τις διαφορετικές λειτουργίες παρακολούθησης που προσφέρει η πλατφόρμα SmartisCity

- ✓ Η πλατφόρμα παρέχεται μαζί με εργαλείο για σχεδιασμό κόμβων δικτύου (όπου δίκτυο κάθε σετ από αισθητήρες ή συσκευές) όπου για κάθε κόμβο θα μπορεί ο χρήστης να περιλαμβάνει πληροφορίες όπως συντεταγμένες, διεύθυνση, στοιχεία του κατασκευαστή και τύπο επικοινωνίας ανάμεσα στην συσκευή και στην πλατφόρμα
- ✓ Η πλατφόρμα μπορεί να συλλέγει και να οπτικοποιεί κάθε πληροφορία που θα παράγεται από κάθε αισθητήρα ή συσκευή και η οποία θα είναι σημαντική για την παρακολούθηση της λειτουργίας της.
- ✓ Η πλατφόρμα ορίζει με ενιαίο τρόπο την αποθήκευση όλων των πληροφοριών που αφορούν τον τρόπο λειτουργίας της κάθε συσκευής ή αισθητήρα καθώς και των events που λαμβάνει από τον κάθε αισθητήρα.
- ✓ Η πλατφόρμα παρακολουθεί κάθε αισθητήρα αναφορικά με πιθανά προβλήματα σύνδεσης, αποστολής και λήψης δεδομένων ή γενικού status.
- ✓ Ο διαχειριστής μπορεί να ορίσει ομάδες συσκευών μέσω ενσωματωμένου εργαλείου διαχείρισης καθώς και διαφορετικά επίπεδα μεταξύ των αισθητήρων/ συσκευών ακολουθώντας δένδροειδή δομή και έχοντας δυνατότητα να ορίσει σχέσεις μεταξύ συσκευών (parent/ slave) και τρόπους σύνδεσης στο δίκτυο δεδομένων.
- ✓ Η πλατφόρμα υποστηρίζει την εμφάνιση διαθεσιμότητας κάθε συσκευής για συγκεκριμένη περίοδο που θα ορίζει ο διαχειριστής.
- ✓ Η πλατφόρμα υποστηρίζει ειδοποιήσεις μέσω email και SMS. Οι ειδοποιήσεις θα λαμβάνονται όταν υπάρχει αστοχία μετάδοσης δεδομένων, αστοχία σύνδεσης ή κάθε άλλη δυσλειτουργία

2.4 Web Browser Support

Η επόμενη παράγραφος περιγράφει τα χαρακτηριστικά της λύσης αναφορικά με το Web Browser Support

- ✓ Η πλατφόρμα υποστηρίζει όλες τις βασικούς browsers στις τελευταίες τους εκδόσεις.
- ✓ Η πλατφόρμα λειτουργεί χωρίς την χρήση κάποιου 3ου plugin όπως Adobe Flash, Java Applet ή αντίστοιχο.
- ✓ Η χρήση της πλατφόρμας από τον χρήστη θα γίνεται σε μία φιλική εφαρμογή, web based με την χρήση ενιαίου Dashboard που δεν θα απαιτεί διαρκή επαναφόρτωση της σελίδας και με φόρτωση της σελίδας με όλα τα δεδομένα από το πρώτο άνοιγμα (first load).

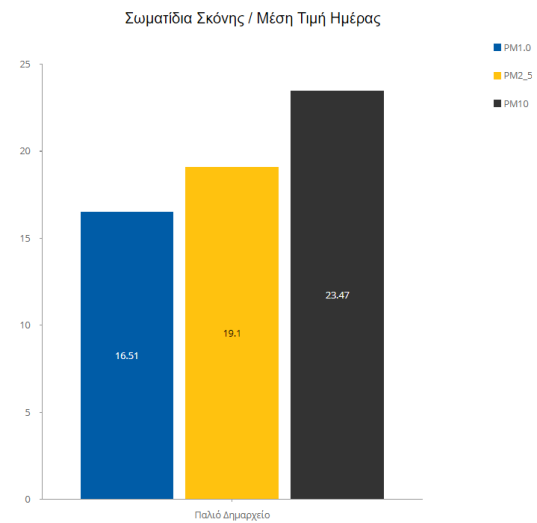
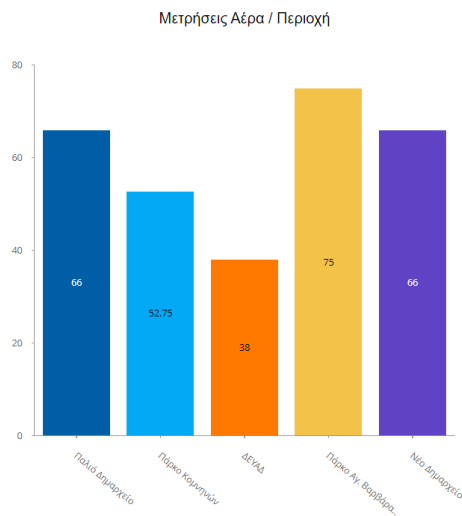
2.5 Απαιτήσεις δεδομένων

Η επόμενη παράγραφος περιγράφει τα χαρακτηριστικά της λύσης αναφορικά με τις απαιτήσεις των δεδομένων που μπορεί να διαχειριστεί η πλατφόρμα SmartisCity.

- ✓ Όλα τα δεδομένα θα συγκεντρώνονται και θα επεξεργάζονται σε πραγματικό χρόνο.
- ✓ Το data storage μπορεί να επεξεργαστεί εκατομμύρια εγγραφές/ ημέρα.
- ✓ Το data storage είναι ικανό να αποθηκεύσει οποιαδήποτε επιπρόσθετα metadata για τις υφιστάμενες εγγραφές χωρίς να τροποποιείται η δομή τους.
- ✓ Το data storage διαχωρίζεται σε on-line data storage, off-line data storage και pre-computed statistical data storage.
- ✓ Η πλατφόρμα μετατρέπει περιοδικά όλα τα pre-computed στατιστικά δεδομένα data σε SQL-based βάση δεδομένων για μεγαλύτερη ανάλυση με χρήση Business Intelligence.
- ✓ Μέσω του συγκεκριμένου υποσυστήματος θα παρέχεται η δυνατότητα στους επιτελικούς χρήστες να καθορίσουν επιχειρησιακά σενάρια (what if) με περιεχόμενο τα ιστορικά δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από τα αντίστοιχα σημεία ή άλλα εξωτερικά συστήματα σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους (time periods) μέσω ενσωματωμένου IDE (π.χ. RStudio IDE, Python IDE).
- ✓ Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα χρήσης διαφορετικού τύπου αποθετηρίων δεδομένων και βάσεων τύπου Timeseries, NoSQL και SQL για να καλυφθούν οι διακριτές ανάγκες εφαρμογών και συστήματος και ελαχιστοποίηση των απαιτήσεων σε συστημικούς πόρους.
- ✓ Δυνατότητα εφαρμογής γνωστών αλγορίθμων ανάλυσης (π.χ. regression κ.ά., με βάση τη μελέτη εφαρμογής) στα δεδομένα για την εύρεση μοτίβων και χαρακτηριστικών που χρήζουν περαιτέρω μελέτης.
- ✓ Η πλατφόρμα δύναται να παρέχει το περιβάλλον της υλοποίησης καθώς και την δυνατότητα τυποποίησης του λογισμικού σε RestAPI με συγκεκριμένα annotation (i.e. plumber) με σκοπό την χρήση τους.
- ✓ Διασύνδεση των δεδομένων με πλατφόρμα BI (Business Intelligence)

Μεταβλητή

Σχετική υγρασία ▾



Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας

Τοποθεσία

Νέο Δημαρχείο (4 - 3.4) ▾

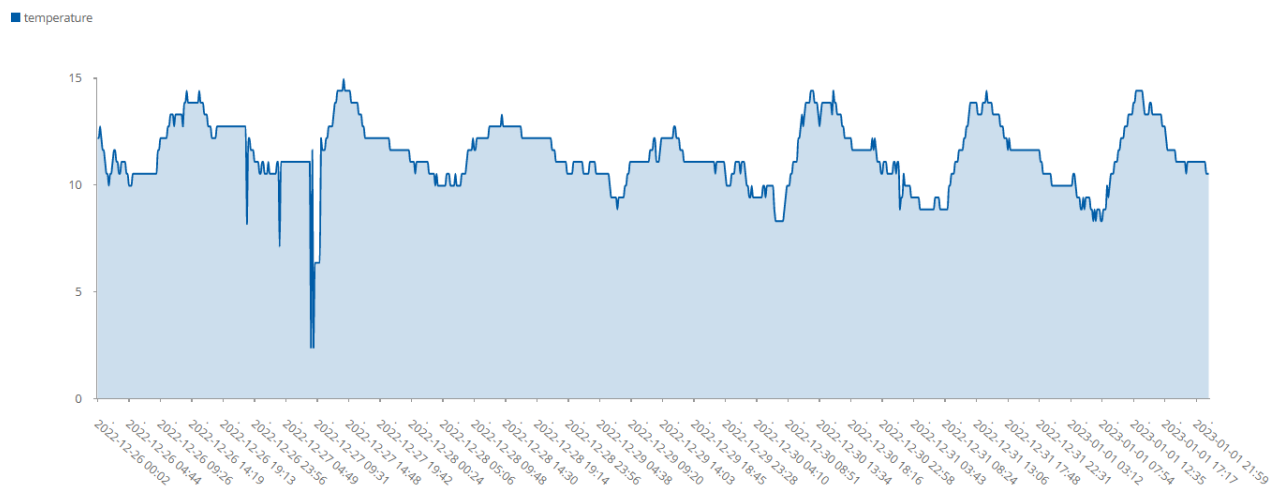
Μεταβλητή

temperature ▾

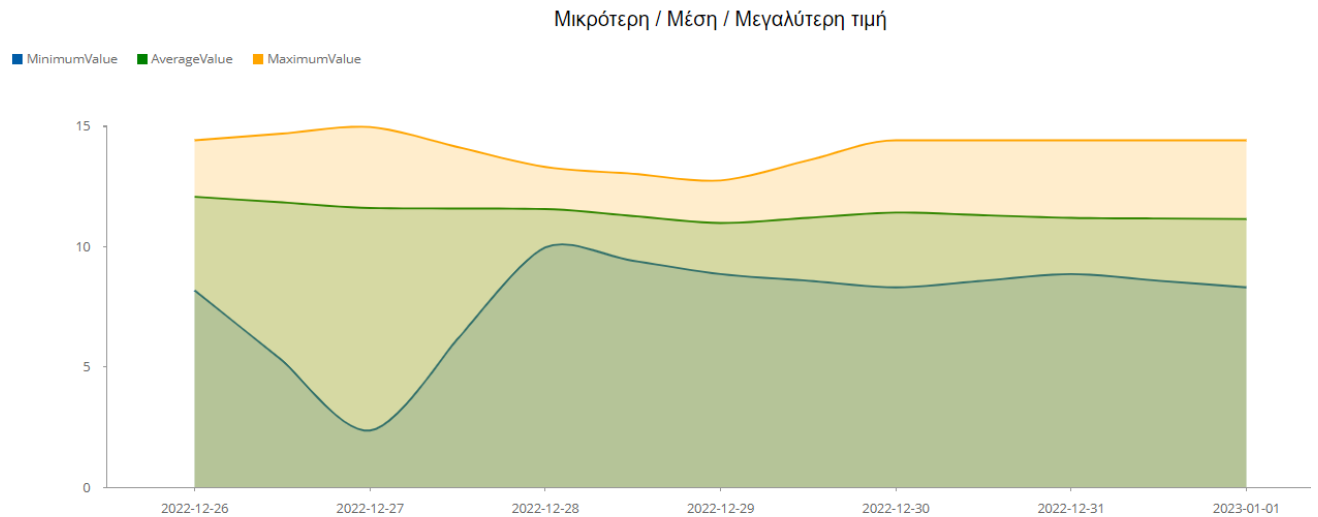
Ημερομηνία Από

Έως

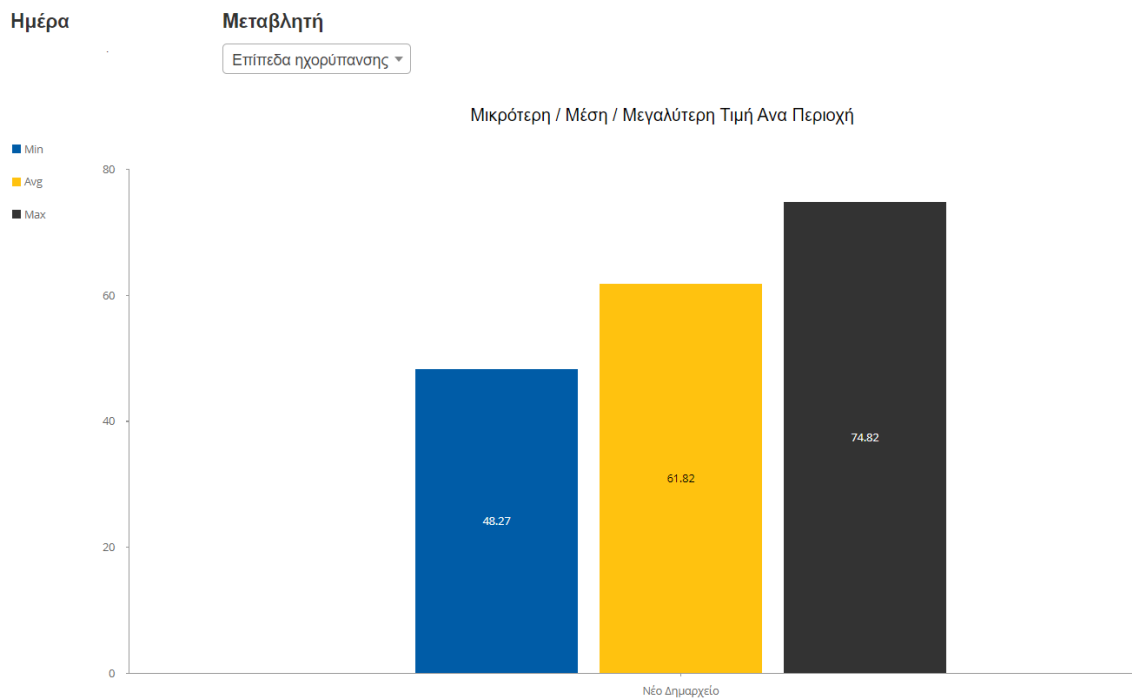
Χρονοσειρά



Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας



Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας



Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας

Δεδομένα Συνάθροισης Κοινού

LIVE ●

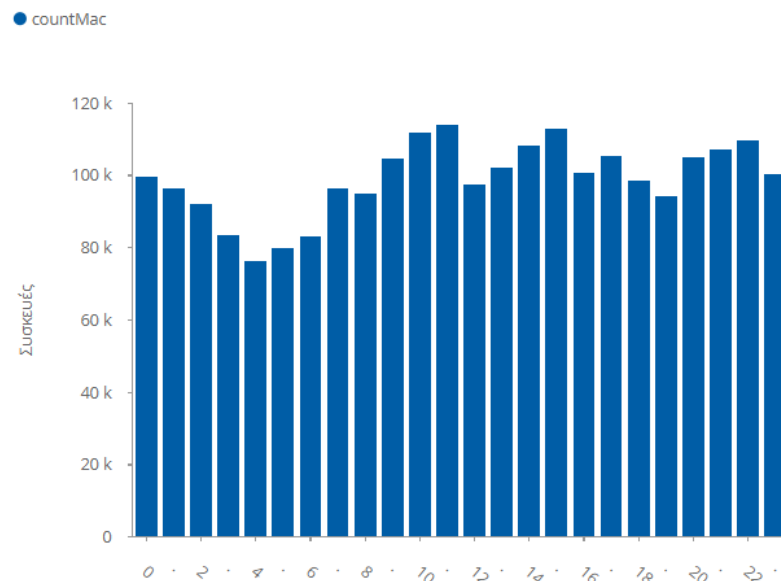
	Wifi	BlueTooth
Δημοτικό Πάρκο	107	71
Εθνικό Στάδιο	50	3
Παλιό Δημαρχείο	54	26
Πάρκο Αγ. Βαρβάρας - Θέατρο	222	11
Νέο Δημαρχείο	1	38
Πάρκο Αγ. Βαρβάρας - ΔΕΚΠΟΤΑ	3	7
ΔΕΥΑΔ	92	8
Γήπεδο Κραχτιόη	10	12

Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας

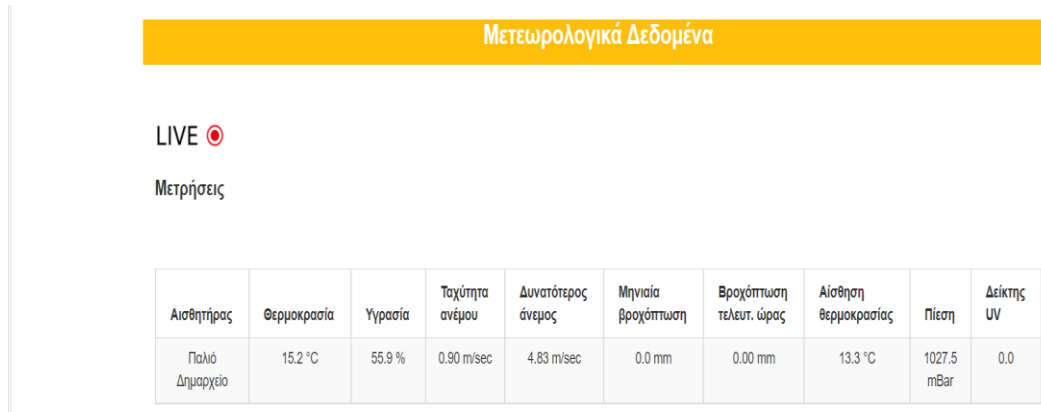
Τοποθεσία

Πάρκο Αγ. Βαρβάρας - Θέατρο ▾

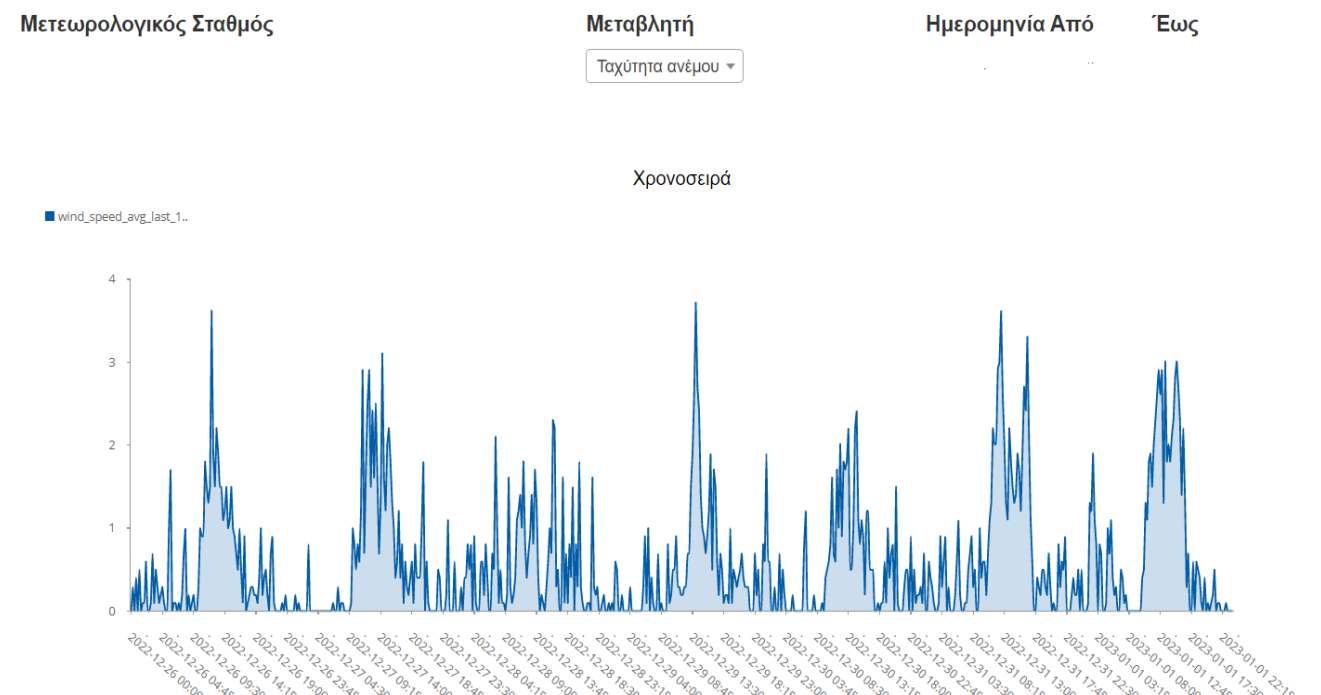
Συσκευές ανά ώρα (αθροιστικά) - Wifi



Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας



Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας



Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας

Δεδομένα Ποιότητας Υδάτων

LIVE 

Μετρήσεις

Αισθητήρας	Αγωγιμότητα διαλύματος	Θερμοκρασία νερού	Διαλ. οξυγόνο (ποσοστό)	Δυναμ. μείωσης οξειδωσης	pH	Αγωγ. αντίστασης εξόδου	Ιόντα υδρογόνου	Διαλ. οξυγόνο (ποσότητα)
Πάρκο Αγ. Βαρβάρας - Κέντρο Ενημέρωσης Πολιτών	565.15 mS/cm		95.4 %	0.33 mV		1317		

Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας

Περιβαλλοντικά Δεδομένα

LIVE 

Μετρήσεις

Αισθητήρας	Θερμοκρασία	Σχ. Υγρασία	Ατμ. Πίεση	Σωματίδια pm1.0	Σωματίδια pm2.5	Σωματίδια pm10
Νέο Δημαρχείο	12.8 °C	66.0 %	1029.0 mBar			
Παλιό Δημαρχείο	12.7 °C	66.0 %	1029.0 mBar	7.3 µg/m ³	7.8 µg/m ³	7.8 µg/m ³
Πάρκο Αγ. Βαρβάρας - ΔΕΚΠΟΤΑ	22.1 °C	75.0 %	1018.0 mBar			
ΔΕΥΑΔ	18.3 °C	38.0 %	1022.0 mBar			
Πάρκο Κομνηνών	26.0 °C	52.7 %	101805.1 mBar	1.4 µg/m ³	1.7 µg/m ³	1.7 µg/m ³

Εικόνα: Παράδειγμα από υφιστάμενη εγκατάσταση λειτουργικότητας του υποσυστήματος Business Intelligence (B.I.) το οποίο διασυνδέεται με την κεντρική πλατφόρμα έξυπνης πόλης που προσφέρει η εταιρεία μας

2.6 Περιβάλλον πλατφόρμας

- ✓ Η πλατφόρμα μπορεί να εγκατασταθεί εξυπηρετητές με λειτουργικό σύστημα Microsoft Windows ή Unix/ Linux
- ✓ Εγκατάσταση της πλατφόρμας σε υποδομές του G-Cloud
- ✓ Το λογισμικό παρέχει δυνατότητα κεντροποιημένου συστήματος παρακολούθησης (monitoring) της κατάστασης του συστήματος (κατάσταση υπηρεσιών, επίδοσης συστήματος, φόρτου συστήματος, ροή δεδομένων) μέσα από κατάλληλο dashboard περιβάλλον.
- ✓ Όλα τα HTTP/HTTPS services που είναι τμήματα της πλατφόρμας είναι σχεδιασμένα ώστε να «τρέχουν» σε Microsoft Internet Information servers (IIS) ή ισοδύναμα.
- ✓ Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα υποστήριξης εξωτερικού Centralized backup συστήματος.
- ✓ Τα events αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων MongoDB
- ✓ Το σύνολο του περιβάλλοντος (interface) είναι στα ελληνικά

2.7 Υποσύστημα Συλλογής Δεδομένων

Στηριζόμενοι στη λογική του διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Things) η πλατφόρμα διαχείρισης έξυπνης πόλης συγκεντρώνει τα δεδομένα που παράγονται από διάφορες πηγές, μετατρέποντάς τα σε μορφή που είναι κατάλληλη για περαιτέρω χρήση και εκμετάλλευση. Με αυτόν τον τρόπο, η Αναθέτουσα Αρχή σταματά να διαχειρίζεται αποσπασματικά επιμέρους τομείς και «έξυπνες» εφαρμογές διαχείρισης όπως ο οδοφωτισμός, το ασύρματο δίκτυο (WiFi), η ατμοσφαιρική ρύπανση κ.α. και τα προσεγγίζει πλέον με έναν ενιαίο τρόπο προς όφελος της πόλης, του πολίτη και της τοπικής οικονομίας.

Ακόμα το προσφερόμενο υποσύστημα συλλογής δεδομένων:

- Διαθέτει μηχανισμό “persistent messaging”, ώστε να είναι αξιόπιστο και να μην χάνει μηνύματα.
- Διαθέτει δυνατότητα χειρισμού ροών δεδομένων εκατοντάδων Mbits ανά δευτερόλεπτο (high through put).
- Έχει κατανομημένη αρχιτεκτονική και να υποστηρίζει cluster-centric δομή η οποία μπορεί να επεκτείνεται δυναμικά ανάλογα με τις ανάγκες του συστήματος.
- Διαθέτει δυνατότητα ενημέρωσης των εφαρμογών και των εργαλείων που εγγράφονται στο σύστημα και τα οποία να βλέπουν αμέσως τα μηνύματα τα οποία παράγονται.
- Υποστηρίζει πλήρως το μοντέλο producers-consumers.
- Υποστηρίζεται η ενοποίηση πολλαπλών consumers σε consumer group.
- Τα μηνύματα που παράγονται από τους producers, σε ένα topic, παραδίδονται στους consumers με την σειρά με την οποία δημιουργήθηκαν.
- Το μήνυμα που παράγεται, παραδίδεται τουλάχιστον μια φορά σε έναν consumer (at least once).

- Η επικοινωνία με τις υπηρεσίες, εργαλεία και εφαρμογές που καταναλώνουν τις πληροφορίες να γίνεται μέσω micro - services.
- Προσφέρεται βάση δεδομένων μορφής noSQL database στην οποία γίνεται καταγραφή των δεδομένων και της πληροφορίας του IoT. Στην επόμενη ενότητα περιγράφεται η noSQL database που προσφέρεται η οποία είναι η MongoDB.
- Η προτεινόμενη λύση σε ό,τι αφορά το σύνολο της πλατφόρμας θα βασίζεται σε σχεδιασμό ανοικτής αρχιτεκτονικής και θα υλοποιηθεί με χρήση εργαλείων ελεύθερου λογισμικού (open source).
- Η πλατφόρμα θα είναι επεκτάσιμη και θα διαθέτει έτοιμο περιβάλλον ανάπτυξης διεπαφών Application Programming Interface (API) για τη διασύνδεση τρίτων εφαρμογών.

2.8 Υποσύστημα Διαχείρισης Εξοπλισμού

- Κατηγοριοποίηση και μοντελοποίηση συσκευών βάση του NGSI-v2 protocol καθώς και μεταγενέστερο (NGSI-LD)
- Μηχανισμός μαζικής εισαγωγής συσκευών
- Διαχείριση επιχειρησιακών κανόνων απεσταλμένων στοιχείων βάσει του τύπου και της ζώνης που διαχειρίζεται.
- Παρακολούθηση εύρυθμής λειτουργίας συσκευών
- Σύνδεση συσκευών και μετρήσιμων μεγεθών με τις αντίστοιχες ιδιότητες και ομάδες δεδομένων του αντίστοιχου γνωστικού μοντέλου (δες υποσύστημα Knowledge base)
- Το λογισμικό ανακτά και μπορεί να τροποποιεί δυναμικά τις παραμέτρους λειτουργίας των συσκευών (π.χ. μετρητών) εφόσον αυτό απαιτείται και εάν υποστηρίζεται από την συσκευή δηλαδή αν οι αισθητήρες παρέχουν μέσω των διασυνδέσεων τους δυνατότητες ανάκτησης και τροποποίησης των παραμέτρων λειτουργίας τους, τότε η πλατφόρμα smartiscity το υποστηρίζει. Ελάχιστες απαιτήσεις διαχείρισης συσκευών:
 - Ασφαλής εγγραφή/έλεγχος ταυτότητας
 - Διαχείριση διαμόρφωσης
 - Ασφαλής αναβάθμιση Firmware
 - Διαχείριση λογισμικού
 - Επανεκκίνηση συσκευής
 - Επαναφορά συσκευής
 - Κατάσταση συσκευής
 - Θέση συσκευής
 - Διαχείριση βλαβών
 - Απαιτήσεις διαχείρισης εντολών:
 - Ενεργοποίηση/απενεργοποίηση περιφερειακού υλικού
 - Ενεργοποίηση/απενεργοποίηση πολιτικής στις συσκευές για τη συλλογή δεδομένων
 - Ενεργοποίηση/απενεργοποίηση ελεγκτή καταναλωτή
 - Υποστήριξη της διαχείρισης συσκευών χρησιμοποιώντας τυποποιημένα πρωτόκολλα.

- Υποστήριξη για τη διαχείριση συσκευών IoT μεμονωμένα ή ως ομάδα μέσω της διαχείρισης δικτύου περιοχής.
- Το λογισμικό παρέχει μηχανή αναζήτησης ώστε ο χρήστης να μπορεί να αναζητήσει γρήγορα και με ακρίβεια συσκευές ή ομάδες συσκευών (group) του ενδιαφέροντος του.
- Το λογισμικό προσφέρει την δυνατότητα αυτόματου χρονοπρογραμματισμού ενεργειών («Action Scheduler»), όπως π.χ. το άνοιγμα / κλείσιμο έξυπνων φωτιστικών.
- Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα αυτόματου «onboarding» επιλεγμένων συσκευών που έχουν εγκατασταθεί και παραμετροποιηθεί κατάλληλα ώστε να είναι αναγνωρίσιμοι και λειτουργικοί πάνω από το λογισμικό. Όλες οι συσκευές που έχουν ήδη ενσωματωθεί στην πλατφόρμα smartiscity, λειτουργούν αυτόματα. Απλά τις δηλώνει ο διαχειριστής μέσω μιας διεπαφής (interface) και λαμβάνουμε τα δεδομένα τους. Η διαδικασία γίνεται από τον διαχειριστή του συστήματος. Αν οι συσκευές είναι νέες για την πλατφόρμα, (νέοι αισθητήρες) ο διαχειριστής κατασκευάζει νέους parsers δεδομένων μέσα από το περιβάλλον της πλατφόρμας για να γίνεται αυτόματα το onboarding για όμοιες συσκευές σε μελλοντική προσθήκη επιπλέον εξοπλισμού.
- Ενεργοποίηση /Απενεργοποίηση μιας Συσκευής (ON/OFF).

2.9noSQL Βάση Δεδομένων για την Καταγραφή των Δεδομένων και της Πληροφορίας του IoT

Στις μέρες μας, η ποσότητα των δεδομένων που χρειάζονται να αποθηκευτούν σε μία βάση δεδομένων έχει αυξηθεί δραματικά. Πιο συγκεκριμένα, η εμφάνιση του μεγάλου όγκου δεδομένων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ανάπτυξη του Internet και του Cloud Computing. Οι διάφοροι τύποι εφαρμογών που χρησιμοποιούνται απαιτούν τη χρήση βάσεων δεδομένων που μπορούν να ανταποκριθούν σε αυτές τις ανάγκες. Έτσι, είναι αναγκαία η ταυτόχρονα ανάγνωση και γραφή σε σχετικές γρήγορες ταχύτητες καθώς και η αποτελεσματική επεξεργασία και αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων.

Οι παραδοσιακές σχεσιακές βάσεις δεδομένων έχουν να αντιμετωπίσουν πολλές προκλήσεις όταν επεξεργάζονται μεγάλου όγκου δεδομένα. Αυτές οι βάσεις δεδομένων είναι σχεδιασμένες για χρήση όταν τα δεδομένα παρουσιάζουν μεγάλο βαθμό ομοιομορφίας. Επίσης, οι σχεσιακές βάσεις δεδομένων θεωρούν ότι οι ιδιότητες και οι αλληλεπιδράσεις των δεδομένων είναι ορισμένες εξ' αρχής. Δυστυχώς, όταν οι παραπάνω υποθέσεις δεν πληρούνται, η σχεσιακή βάση δεδομένων δεν είναι κατάλληλη για την αποθήκευση δεδομένων, όπως στην περίπτωση του μεγάλου όγκου δεδομένων. Προκειμένου να εξυπηρετηθούν απαιτήσεις, όπως οι παραπάνω, δημιουργήθηκε η βάση δεδομένων NoSQL. Ο όρος NoSQL πρωτοεμφανίστηκε στις αρχές του 2009 σε μια συνάντηση στο SanFrancisco, κατά την οποία παρουσιάστηκε αυτή η «νέα» βάση δεδομένων. Σαφής ορισμός σχετικά με ένα σύστημα NoSQL δεν υπάρχει. Το NoSQL, στην κυριολεκτικά, αποτελεί ένα συνδυασμός των λέξεων: No και SQL και αποσκοπεί στην δημιουργία μίας νέας μορφής βάσεων δεδομένων που δεν είναι μόνο σχεσιακές.

Ο όρος NoSQL αναφέρεται σε μια ευρεία ομάδα συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων (Database Management System) που το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι το

ότι δεν τηρούν το RDBMS μοντέλο (Relational Database Management System), το οποίο και χρησιμοποιείται στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, καθώς επίσης χρησιμοποιούν διαφορετικό από τον κλασικό τρόπο της SQL για την διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων μέσα στη βάση (Data Manipulation). Επομένως, τα ονόματα «No RDBMS» και «No relational», θα μπορούσαν να είναι δύο εναλλακτικά ονόματα για το NoSQL. Έτσι, για να δώσουμε την πλήρη έννοια αυτής της νέας μορφής βάσης δεδομένων, χρησιμοποιείται το ακρωνύμιο NoSQL το οποίο επεκτείνεται στο "Not Only SQL".

Οι βάσεις δεδομένων NoSQL είναι κατανεμημένες, μη σχεσιακές (non-relational), σχεδιασμένες για αποθήκευση δεδομένων μεγάλης κλίμακας, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν την παράλληλη επεξεργασία δεδομένων μοιρασμένα σε έναν μεγάλο αριθμό από servers. Οι NoSQL βάσεις δεδομένων γενικώς δεν χρησιμοποιούν κάποιο δομημένο σύστημα για τα στοιχεία που περιλαμβάνουν, όπως για παράδειγμα πίνακες, οι οποίοι είναι οι δομικές μονάδες για ένα παραδοσιακό σχεσιακό σύστημα, ούτε χρησιμοποιούν κάποια Structured Query Language (SQL) για την διαχείριση των δεδομένων. Χρησιμοποιούν αποκλειστικά non-relational τρόπους οργάνωσης και ανάλυσης των δεδομένων και είναι κατά κύριο λόγο βελτιστοποιημένες, ώστε να επισυνάπτουν και να ανακτούν τα δεδομένα αυτά.

Τα κύρια χαρακτηριστικά τους συνοψίζονται στα εξής:

1. Η μη χρήση της SQL ως query language
2. Δεν εγγυούνται ότι οι διεργασίες στην βάση δεδομένων θα γίνονται αξιόπιστα
3. Έχουν μια ιδιαίτερη αρχιτεκτονική και φιλοσοφία λειτουργίας.

Τα εν λόγω συστήματα δεν συμμορφώνονται πιστά στους κανόνες ACID (Atomicity, Consistency, Integrity, Durability) των σχεσιακών βάσεων, έτσι ώστε να ανταποκρίνονται σε συνθήκες στις οποίες η απόδοση ενός ερωτήματος είναι πιο σημαντική από την απόλυτη συνέπεια των δεδομένων. Οι βάσεις NoSQL θυσιάζουν τις αυστηρές απαιτήσεις σε συνέπεια για υψηλές ταχύτητες και ελαστικότητα. Επιπλέον, σε αντίθεση με τις σχεσιακές βάσεις που είναι αυστηρά δομημένες, τα δεδομένα στις NoSQL δεν περιορίζονται εν γένει από κάποιο σχήμα. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά τους είναι ότι παρέχουν υψηλή διαθεσιμότητα στα δεδομένα του συστήματος. Η φιλοσοφία των NoSQL εστιάζει στα κατανεμημένα συστήματα βάσεων, όπου αδόμητα δεδομένα αποθηκεύονται σε πολλαπλούς κόμβους. Αυτή η κατανεμημένη αρχιτεκτονική επιτρέπει την οριζόντια κλιμάκωση του συστήματος, δίνοντας την δυνατότητα να προστίθενται συνεχώς νέοι πόροι καθώς τα δεδομένα αυξάνονται, χωρίς επιβάρυνση στην απόδοση. Γίνεται αντιληπτό ότι οι υποδομές των NoSQL βάσεων είναι πολύ καλά προσαρμοσμένες στις μεγάλες ανάγκες των μεγάλου όγκου δεδομένων. Για παράδειγμα, η χρήση σχεσιακών βάσεων δεδομένων σεμηχανές αναζήτησης για την αποθήκευση και την αναζήτηση δυναμικών δεδομένων, είναι ανεπαρκής.

Οι βάσεις δεδομένων NoSQL έχουν υιοθετηθεί πλέον από τις μεγαλύτερες εταιρείες στον χώρο του Internet, όπως η Google, η Amazon και το Facebook. Και στις τρεις αυτές περιπτώσεις προέκυψαν προκλήσεις στον χειρισμό τεράστιου όγκου δεδομένων, όπου οι συμβατικές RDBMS, δεν μπορούσαν να ανταπεξέλθουν. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι RDBMS χάνουν όλες τις ιδιότητες τους. Έτσι, το βασικό πλεονέκτημα των NoSQL συστημάτων, είναι η ικανότητα να αποθηκεύουν και να ανακτούν μεγάλες ποσότητες δεδομένων, «αδιαφορώντας» για τις σχέσεις μεταξύ αυτών. Επίσης, οι μέθοδοι

υλοποίησης και εφαρμογής τους αξιοποιούν μια αρχιτεκτονική που επιτρέπει (και ίσως διευκολύνει) την κατανομημένη λειτουργία του συστήματος. Τα χαρακτηριστικά αυτά οδηγούν το σύστημα σε αυξημένες επιδόσεις, αφού παρέχεται η δυνατότητα κλιμάκωσης (θεωρητικά άπειροι servers όπου κατανομημένα θα επεξεργάζονται τα δεδομένα του συστήματος). Η σημαντική αυτή αύξηση στην απόδοση και την επεκτασιμότητα για ορισμένα μοντέλα δεδομένων, αντισταθμίζει την μειωμένη ευελιξία του χρόνου εκτέλεσης σε σύγκριση με τη χρήση SQL (RDBMS). Μπορούν να υποστηρίξουν πολλαπλές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων διαφόρων αναγνωριστικών και προγνωστικών analytics, την μετατροπή δεδομένων στυλ ETL, και μη κρίσιμες OLTP (για παράδειγμα, την διαχείριση μακράς διάρκειας ή ενδοεπιχειρηματικών συναλλαγών). Αρχικά τα συστήματα αυτά υποκινήθηκαν από Web 2.0 εφαρμογές και είναι σχεδιασμένα για αυξανόμενη κλιμάκωση (scaling) σε χιλιάδες ή εκατομμύρια χρήστες που κάνουν updates καθώς και reads, σε αντίθεση με τα παραδοσιακά DBMS συστήματα και τα data warehouses. Η ιδέα είναι ότι και οι 2 τεχνολογίες μπορούν να συνυπάρξουν και η κάθε μία έχει την δική της θέση. Το κίνημα των NoSQL έχει αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια καθώς πολύ πρωτοπόροι του Web 2.0, έχουν υιοθετήσει τα συστήματα αυτά. Εταιρείες όπως το Facebook, Twitter, Digg, Amazon, LinkedIn και η Google, όλες χρησιμοποιούν NoSQL με τον ένα ή με τον άλλο τρόπο.

Η συχνή πλέον χρήση μη-σχεσιακών βάσεων δεδομένων στον τομέα της τεχνολογίας, θα έκανε κάποιον να σκεφτεί ότι τα NoSQL συστήματα έχουν αρχίσει να εκτοπίζουν τα παραδοσιακά σχεσιακά συστήματα. Αυτό στην πραγματικότητα δεν ισχύει. Κάθε ένα από αυτά τα δύο μοντέλα έχει διακριτό ρόλο και είναι κατάλληλο για διαφορετικές εφαρμογές και διαφορετικό φόρτο εργασίας. Τα NoSQL συστήματα δεν εμφανίστηκαν για να αντικαταστήσουν τα σχεσιακά, αλλά για να τα συμπληρώσουν.

Τα NoSQL συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων είναι εξαιρετικά χρήσιμα όταν κάποιος δουλεύει με τεράστιο όγκο δεδομένων, η φύση των οποίων δεν απαιτεί κάποιο σχεσιακό μοντέλο. Για παράδειγμα εταιρείες που συλλέγουν μεγάλες ποσότητες «αδόμητων» (unstructured) δεδομένων, στρέφονται όλο και περισσότερο σε μη-σχεσιακές βάσεις. Η κατανομημένη τους φύση τα καθιστά ιδανικά για μαζική επεξεργασία δεδομένων (όπως για παράδειγμα ενοποίηση, φιλτράρισμα, διαλογή, στατιστικές ενέργειες κλπ). Είναι επίσης πολύ καλά για ανάκτηση και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ μηχανημάτων (machineto-machine), καθώς και για την επεξεργασία συναλλαγών μεγάλου όγκου, με την προϋπόθεση βέβαια χαμηλών απαιτήσεων για ACID ιδιότητες. Ως εκ τούτου, παρέχουν σχετικά φθηνή, υψηλής επεκτασιμότητας αποθήκευση μεγάλου όγκου, όπως για παράδειγμα ιστορικά δεδομένα, αρχεία καταγραφής, αρχεία τηλεφωνικών δεδομένων,

ενδείξεις μετρητών και αισθητήρων, καθώς και αποθήκευση ημιδομημένων (semistructured) ή αδόμητων δεδομένων (unstructured), όπως αρχεία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, αρχεία XML, έγγραφα, κλπ. Έχουν την ικανότητα της κλιμάκωσης, κάτι στο οποίο υστερούν τα παραδοσιακά συστήματα. Πέρα από τα πλεονεκτήματα κλίμακας, η ίδια η αρχιτεκτονική τους βοηθά στην βελτίωση της απόδοσής τους. Εάν μια σχεσιακή βάση δεδομένων έχει εκατοντάδες χιλιάδες πίνακες, η επεξεργασία των δεδομένων που βρίσκονται στους πίνακες αυτούς θα δημιουργήσει πολλά Locks στα δεδομένα, γεγονός το οποίο θα έχει σαν συνέπεια την υποβάθμιση της απόδοσης του συστήματος. Εν αντιθέση, τα NoSQL συστήματα έχουν πιο αδύναμα μοντέλα συνέπειας των δεδομένων, μπορούν να «θυσιάσουν» την συνοχή για την αποδοτικότητα. Οι NoSQL λύσεις είναι

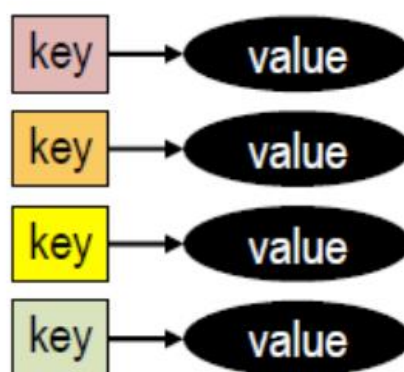
ελκυστικές επειδή μπορούν να διαχειριστούν τεράστιες ποσότητες δεδομένων, σχετικά γρήγορα, σε ένα cluster από servers, οι οποίοι μοιράζονται πόρους μεταξύ τους. Επιπλέον, οι περισσότερες NoSQL λύσεις είναι ανοιχτού κώδικα (open source), κάτι το οποίο τους δίνει πλεονέκτημα τιμής έναντι των συμβατικών εμπορικών βάσεων δεδομένων.

Τα NoSQL συστήματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής με βάση την αρχιτεκτονική τους και στο μοντέλο δεδομένων που ακολουθούν :

- Key-values database

Η πρώτη κατηγορία, οι key-value databases, σημαίνει ότι κάθε τιμή αντιστοιχεί σε ένα κλειδί. Το κλειδί είναι ένα μοναδικό αναγνωριστικό για μια συγκεκριμένη καταχώρηση δεδομένων. Επομένως, δεν πρέπει να επαναλαμβάνεται. Σε αυτού του είδους βάσεων δεδομένων, τα δεδομένα δεν έχουν συγκεκριμένο τύπο ή μορφή, καθώς μπορούν να περιέχουν οποιοδήποτε τύπο δεδομένων όπως εικόνες, βίντεο κ.λπ.. Οι key-value databases αποτελούν το πιο απλό και εύκολο στην υλοποίηση μοντέλο όσον αφορά τις βάσεις NoSQL ενώ ταυτόχρονα αποτελεί τη βάση για όλα τα είδη των NoSQL βάσεων δεδομένων. Οι keyvalue databases βασίζονται στην ύπαρξη ενός hashtable, όπου με την χρήση ενός map ή dictionary, ένα μοναδικό κλειδί (key) και ένας δείκτης (pointer) «δείχνει» σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο. Οι key-value databases συνοδεύονται από μηχανισμούς content caching, για την καλύτερη απόδοση του συστήματος σε μεγάλο όγκο δεδομένων.

Παράδειγμα key-value databases είναι οι DynamoDB, FoundationDB, MemcacheDB, Redis, Riak, c-treeACE, Aerospike , Azure Table Storage, LevelDB, Berkeley DB, Oracle NOSQL Database, GenieDB, BangDB, Chordless, Scalaris, Tokyo Cabinet / Tyrant, Voldemort, MemcacheDB. Για να κατανοήσουμε καλύτερα μία key-value databases, μπορούμε να δούμε το ακόλουθο σχήμα.

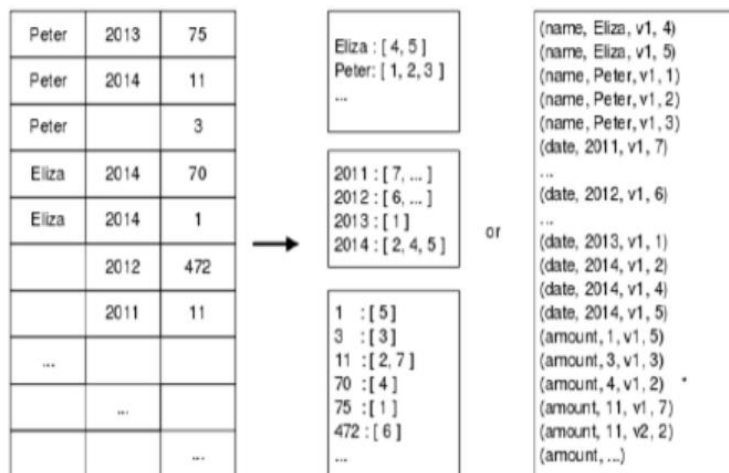


- Column Family Stores

Στις column family stores, τα δεδομένα αποθηκεύονται σε κελιά (cells), τα οποία ομαδοποιούνται σε στήλες (columns) και όχι σε σειρές (rows) όπως στις σχεσιακές βάσεις δεδομένων. Για την αποθήκευση των δεδομένων χρησιμοποιούνται πίνακες ως μοντέλο

δεδομένων για την αποτελεσματική αποθήκευση των δεδομένων. Σε αντίθεση με τις RDBMS, οι πίνακες αυτοί, δεν υποστηρίζουν τη σύνδεση μεταξύ πινάκων. Οι στήλες με την σειρά τους, ομαδοποιούνται σε οικογένειες στηλών (column families), οι οποίες μπορούν να περιλαμβάνουν θεωρητικά άπειρο αριθμό στηλών. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνονται μεγάλες ταχύτητες σε λειτουργίες search/access, λόγω του ότι όλα τα κελιά που αναφέρονται σε μια στήλη είναι μια συνεχόμενη εγγραφή στο δίσκο. Οι column family stores έχουν εμπνευστεί από τον τομέα των αναλύσεων και της επιχειρησιακής ευφυΐας, όπου η χρήση column stores προσφέρει εφαρμογές υψηλής απόδοσης. Πιο συγκεκριμένα, στις column stores, τα δεδομένα αποθηκεύονται χρησιμοποιώντας ένα σύνολο ζευγών key/values. Τα δεδομένα είναι προσπελάσιμα μέσω ενός πρωτεύον κλειδί ή ένα κλειδί γραμμής.

Έτσι, κάθε στήλη αποτελεί το δείκτη της βάσης δεδομένων. Οι column family stores χρησιμοποιούνται από το Bigtable της Google, την υπηρεσία βάσεων δεδομένων NoSQL Big Data της Google. Παραδείγματα τέτοιων βάσεων δεδομένων είναι τα Accumulo, Cassandra, Druid, HBase, Hypertable, Amazon SimpleDB, Cloudata και MonetDB. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα μίας column store βάσης δεδομένων.



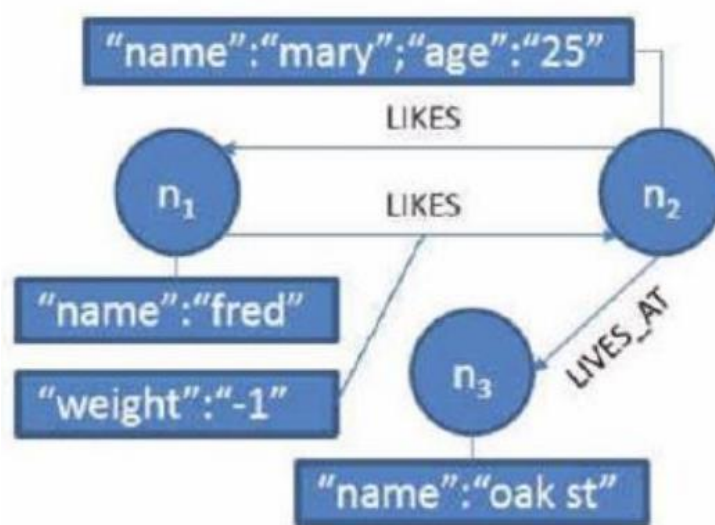
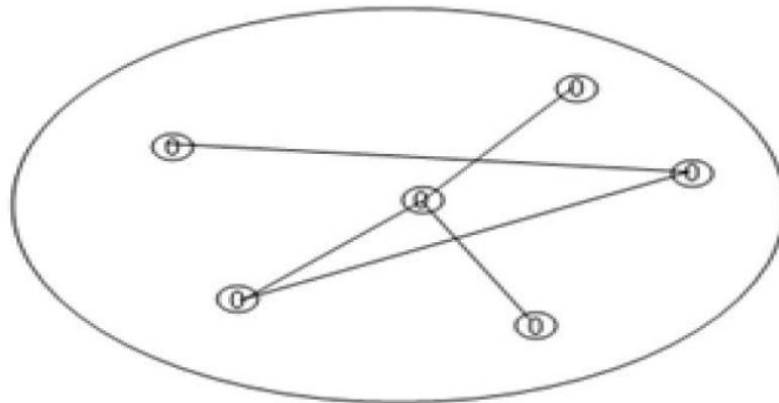
• Document Databases

Οι Document databases, ακολουθούν την λογική των key-value stores. Τα δεδομένα σε αυτή την περίπτωση είναι ένα χαλαρά δομημένο σύνολο από ζευγάρια key-value, που οργανώνονται φυσικά και λογικά, χωρίς να υπάρχουν περιορισμοί από κάποιο σχήμα. Κάθε εγγραφή (record) και τα συσχετιζόμενα μαζί της δεδομένα, θεωρούνται ως ένα document. Έτσι πολλές φορές, αυτού του τύπου οι βάσεις δεδομένων συγχέονται με τα συστήματα διαχείρισης εγγράφων και περιεχομένου. Τα δεδομένα, σε αυτή την περίπτωση αποθηκεύονται αδόμητα (κείμενα) ή ημιδομημένα σε μορφή JSON, XML ή Binary JSON (BSON) και όχι έγγραφα ή υπολογιστικά φύλλα (αν και αυτά θα μπορούσαν να αποθηκευτούν επίσης). Τα δεδομένα είναι ενθυλακωμένα και κωδικοποιούνται σε ορισμένες τυποποιημένες μορφές ή κωδικοποιήσεις, ενώ προσπελαύνονται μέσω ενός μοναδικού κλειδιού. Επίσης, τα δεδομένα αποθηκεύονται σε ένθετες ιεραρχίες. Πολλοί θεωρούν ότι οι βάσεις δεδομένων εγγράφων είναι το επόμενο λογικό βήμα από τις απλές key-value stores, καθώς παρέχουν πιο σύνθετες και σημαντικές δομές δεδομένων. Αυτού του είδους βάσεις χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές που γίνονται πολλές αναφορές προς

τη βάση δεδομένων και το αποτέλεσμα αυτών μπορεί να είναι αναφορές που παράγονται και προκύπτουν από δεδομένα που αλλάζουν συχνά. Οι πιο διαδεδομένες NoSQL βάσεις αυτής της κατηγορίας είναι η MongoDB και η CouchDB. Παράδειγμα άλλων document databases είναι οι Clusterpoint, Apache CouchDB, Couchbase, MarkLogic, MongoDB, Elasticsearch, RethinkDB, NeDB, Terrastore, XML-dbs (BaseX, eXist, Sedna, Qizx).

- Graph Database

Οι Graph Databases βασίζονται στην θεωρία γράφων. Χρησιμοποιούν δομές γράφων και πιο συγκεκριμένα κόμβους (nodes), οι οποίοι αντιπροσωπεύουν οντότητες και ακμές που αντιπροσωπεύουν σχέσεις μεταξύ των κόμβων. Αντί για πίνακες με στήλες και σειρές, εδώ υπάρχει ένα ευέλικτο γραφικό μοντέλο (graphmodel) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να αναπτυχθεί παράλληλα σε πολλά μηχανήματα (servers – κόμβους). Παραδείγματα τέτοιων βάσεων δεδομένων είναι οι Allegro, Neo4J, InfiniteGraph, OrientDB, Virtuoso, Stardog, Sparksee, TITAN, InfoGrid, HyperGraphDB, GraphBase. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται μια αφαίρεση μιας βάσης δεδομένων γραφημάτων και μια αναπαράσταση μιας βάσης δεδομένων γραφημάτων.



2.10 MongoDB

Στην εν λόγω υλοποίηση η πρότασή μας είναι η βάση δεδομένων MongoDB (NoSQL db). Η mongoDB είναι μία open source document oriented non-relational database, η οποία ανήκει στην κατηγορία των NoSQL βάσεων δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι η αποθήκευση των δεδομένων δεν γίνεται σε πίνακες, όπως στις παραδοσιακές σχεσιακές βάσεις δεδομένων, αλλά στην περίπτωση της MongoDB αποθηκεύονται σε σχήματα (schemas) με μορφή παρόμοια με αυτή του προτύπου JSON (JavaScript Object Notation). Πιο συγκεκριμένα, η MongoDB αποθηκεύει τα δεδομένα σε έγγραφα χρησιμοποιώντας μία διαδική αναπαράσταση, που ονομάζεται BSON (Binary JSON). Έτσι, δεν χρειάζεται να χρησιμοποιούνται πίνακες, όπως την περίπτωση των σχεσιακών βάσεων, όπου ο κάθε πίνακας έχει συγκεκριμένο αριθμό πεδίων και οι εγγραφές μπορεί να περιέχουν πολλά κενά εξαιτίας του σταθερού αριθμού πεδίων του πίνακα. Με λίγα λόγια το schema της βάσης δεν είναι απαραίτητα σταθερό. Στην πραγματικότητα, η MongoDB είναι μία βάση δεδομένων που αποτελείται από μία συλλογή εγγράφων στα οποία αποθηκεύονται οι απαιτούμενες πληροφορίες. Στην MongoDB σχετικά μεταξύ τους δεδομένα αποθηκεύονται μαζί για την γρήγορη απάντηση των ερωτημάτων μέσω της γλώσσας ερωτημάτων της MongoDB. Έτσι, διαφορετικά document μεταξύ τους μπορεί να έχουν διαφορετική μορφή. Επιπλέον, δεν είναι αναγκαία η δήλωση της μορφής των εγγράφων στο σύστημα, αφού κάθε έγγραφο είναι περιγραφικό ως προς τη δομή του. Τέλος, θα πρέπει να προσθέσουμε ότι είναι δυνατόν να προστεθούν πεδία σε κάποιο έγγραφο ανά πάσα στιγμή, χωρίς να επηρεάσει τα υπόλοιπα έγγραφα καθώς και τις υπάρχουσες εγγραφές.

Η μορφή των δεδομένων που αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων MongoDB ποικίλει. Μπορεί να είναι είτε έγγραφα είτε κάποια δομή δεδομένων, ενώ είναι δυνατή η αλλαγή τους με την πάροδο του χρόνου. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται συνήθως αντιστοιχούν σε αντικείμενα στον κώδικα της εφαρμογής, κάνοντας τα ευέλικτα στην επεξεργασία. Τα ερωτήματα προς μία βάση δεδομένων MongoDB, για τη συλλογή δεδομένων είναι δυναμικά και δεν απαιτούν συγκεκριμένους δείκτες. Για τα ερωτήματα χρησιμοποιείται η MongoDB's document-based query language. Στα ερωτήματα αυτά δεν περιέχονται join, καθώς δεν θα είναι εφικτό το scaling. Η mongoDB, όσον αφορά τα δεδομένα που αποθηκεύονται, είναι κατάλληλη για χρήση σε εφαρμογές όπου υπάρχει μεγάλος όγκος δεδομένων, τα οποία αλλάζουν πολύ γρήγορα και απαιτείται ταχύτητα. Η MongoDB αποθηκεύει τα δεδομένα σε έγγραφα. Κάθε έγγραφο αποτελεί ένας ζεύγος κλειδιών-τιμών (key-value pairs). Κάθε έγγραφο μπορεί να έχει μέγεθος έως και 16MB. Επιπλέον, κάθε έγγραφο έχει ένα μοναδικό `_id`, με βάση το οποίο δεικτοδοτείται (indexed) αυτόματα. Η τιμή του πεδίου `_id` παράγεται αυτόματα, αν δεν έχει οριστεί εξ' αρχής και χρησιμοποιείται ως το μοναδικό αναγνωριστικό του εγγράφου. Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι πολλαπλά έγγραφα οργανώνονται σε συλλογές (collections). Οι συλλογές μπορούν να περιέχουν έγγραφα με διαφορετική δομή ως προς το σχήμα (schema), ωστόσο είναι καλή πρακτική να αποθηκεύονται έγγραφα με την ίδια δομή.

Η MongoDB προσφέρει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ad hoc ερωτήματα

Η MongoDB υποστηρίζει πεδία, ερωτήματα και regular expression για αναζήτηση δεδομένων. Τα ερωτήματα μπορούν να επιστρέφουν συγκεκριμένα πεδία των εγγράφων και μπορεί επίσης, να περιλαμβάνουν συναρτήσεις που ορίζονται από συναρτήσεις της

JavaScript. Τα ερωτήματα μπορεί επίσης να ρυθμιστούν να επιστρέφουν ένα τυχαίο δείγμα αποτελεσμάτων ενός δεδομένου μεγέθους.

- Indexing

Τα πεδία σε ένα έγγραφο MongoDB μπορούν να πάρουν την μορφή ευρετηρίου χρησιμοποιώντας πρωτογενείς και δευτερεύοντες δείκτες. Η κατηγοριοποίηση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, δίνει τη δυνατότητα και τα εργαλεία για πρόσβαση και ανάλυση των δεδομένων.

- Replication

Το MongoDB παρέχει υψηλή διαθεσιμότητα μέσω αντιγράφων (replica sets). Ένα replica set αποτελείται από δύο ή περισσότερα αντίγραφα δεδομένων. Κάθε replica set μπορεί να έχει το ρόλο πρωτεύοντος ή δευτερεύοντος αντιγράφου κάθε στιγμή. Η εγγραφή και η ανάγνωση δεδομένων γίνονται στο πρωτεύον αντίγραφο. Τα δευτερεύοντα αντίγραφα διατηρούν ένα αντίγραφο των πρωτεύον δεδομένων μια τεχνική αντιγραφής. Όταν αποτύχει ένα πρωτεύον αντίγραφο, διεξάγει αυτόματα μια εκλογική διαδικασία στο σύνολο των replica sets για να προσδιοριστεί ποιο δευτερεύον replica set πρέπει να γίνει το κύριο. Τα δευτερεύοντα τμήματα μπορούν προαιρετικά να προσφέρουν λειτουργίες ανάγνωσης, αλλά αυτά τα δεδομένα είναι συνεπή.

- Load balancing

Η MongoDB προσφέρει οριζόντια κλιμάκωση με τη χρήση sharding. Ο χρήστης επιλέγει ένα sharded κλειδί, το οποίο καθορίζει πως τα δεδομένα μιας συλλογής θα διανεμηθούν. Τα δεδομένα χωρίζονται σε εύρη τιμών (με βάση το sharded κλειδί) και κατανέμονται μεταξύ πολλαπλών shards. Ένα shard είναι master με έναν ή περισσότερους slaves. Εναλλακτικά, το shard κλειδί μπορεί να επιτρέψει μια ομοιόμορφη κατανομή δεδομένων.

Το MongoDB μπορεί να τρέχει παράλληλα σε πολλαπλούς servers, εξισορροπώντας το φορτίο ή αντιγράφοντας τα δεδομένα για να διατηρήσει το σύστημα σε λειτουργία σε περίπτωση αποτυχίας υλικού.

- Αποθήκευση αρχείων (File Storage)

Η MongoDB μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα σύστημα αρχείων με λειτουργίες εξισορρόπησης φορτίου και αντιγραφής δεδομένων σε πολλαπλά μηχανήματα για την αποθήκευση αρχείων. Η λειτουργία αυτή ονομάζεται grid file system. Η MongoDB διαθέτει λειτουργίες επεξεργασίας των αρχείων και του περιεχομένου τους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από προγραμματιστές.

- Aggregation

Το MapReduce μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία δεδομένων σε ομάδες και λειτουργίες συγκέντρωσης (aggregation). Η λειτουργία aggregation δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να πάρουν αποτελεσμάτων παρόμοια με αυτά που προκύπτουν από το SQL GROUP BY. Επιπλέον, η λειτουργία aggregation δίνει την δυνατότητα σχηματισμού pipeline αντίστοιχο του Unix. Τέλος, η aggregation προσφέρει τη λειτουργία \$lookup για τη συνένωση εγγράφων από πολλαπλά έγγραφα.

- Χρήση JavaScript στην πλευρά του server

Η JavaScript μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ερωτήματα, aggregation συναρτήσεις που αποστέλλεται απευθείας στη βάση δεδομένων προς εκτέλεση.

- Capped collections

Η MongoDB υποστηρίζει συλλογές σταθερού μεγέθους που ονομάζονται capped collections. Αυτός ο τύπος συλλογής επιτρέπει την εισαγωγή δεδομένων με τη σειρά και φτάσει σε ένα καθορισμένο μέγεθος, συμπεριφέρεται σαν circular queue. Με βάση όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά, η MongoDB είναι μια κατανεμημένη βάση δεδομένων που είναι εύκολη στη χρήση. Στη συνέχεια, θα κάνουμε μία σύγκριση της MongoDB με την MySQL. Οι διαφορές μεταξύ τους, φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

MySQL	MongoDB
ACID Transactions	ACID Transactions
Πίνακας (Table)	Συλλογές (Collection)
Γραμμές (Row)	Έγγραφα (Field)
Στήλες (Column)	Πεδία (Field)
Δευτερεύουσα Δεικτοδότηση	Δευτερεύουσα Δεικτοδότηση
JOINS	Ενσωματωμένα Έγγραφα
GROUP_BY	Aggregation Pipeline

Τα δεδομένα στην MySQL δεν διαθέτουν ένα ευέλικτο σχήμα (schema), το οποίο σημαίνει ότι το σχήμα και τα πεδία ενός πίνακα θα πρέπει να είναι προκαθορισμένα πριν την εισαγωγή των δεδομένων σε αυτόν. Επιπλέον η MySQL αποθηκεύει τα δεδομένα σε γραμμές, σε αντίθεση με την MongoDB, που μπορεί να κρατά documents με μεγάλο όγκου datasets. Επιπλέον, στην MongoDB, είναι δυνατόν οι διαφορετικές εγγραφές να έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τις υπόλοιπες. Επιπλέον, η MongoDB δίνει την δυνατότητα διαχείρισης json αρχείων, ενώ δεν χρειάζεται το σχήμα της βάσης να είναι προκαθορισμένο εξ' αρχής όπως συμβαίνει με την στην MySQL

Αποθήκευση Δεδομένων στη MongoDB

Η βασική απόφαση σχετικά με το μοντέλο δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί σε κάποια MongoDB εφαρμογή είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη δομή των εγγράφων αλλά και τις σχέσεις μεταξύ των δεδομένων. Οι δύο τεχνικές που ακολουθούνται είναι είτε η χρήση εγγράφων με αναφορές (references documents) είτε τα ενσωματωμένα έγγραφα (embedded documents). Στην πρώτη περίπτωση, μέσω των αναφορών είναι δυνατή η αποθήκευση των σχέσεων μεταξύ των δεδομένων με τη χρήση συνδέσμων (links) ή αναφορές (references) από το ένα έγγραφο στο άλλο. Οι εφαρμογές, με τη σειρά τους, μπορούν να αξιοποιήσουν αυτές τις αναφορές για να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα που αιτούνται κάθε στιγμή. Αυτή η κατηγορία, ονομάζεται κανονικοποιημένα μοντέλα

δεδομένων (normalized data models).

Στην περίπτωση των ενσωματωμένων εγγράφων οι σχέσεις μεταξύ των δεδομένων καθορίζονται με την αποθήκευση των σχετιζόμενων δεδομένα σε ένα και μόνο έγγραφο. Τα έγγραφα της MongoDB επιτρέπουν τις ενσωματωμένες δομές εγγράφων σε ένα πεδίο (field) ή σε πίνακα (array) τέτοιων εγγράφων. Τα μη κανονικοποιημένα μοντέλα δεδομένων (denormalized data models) όπως ονομάζονται, επιτρέπουν στις εφαρμογές να αλληλοεπιδρούν με τα δεδομένα με λιγότερες λειτουργίες από τα κανονικοποιημένα μοντέλα. Η MongoDB υποστηρίζει τις CRUD λειτουργίες (Create, Read, Update, and Delete) για να αλληλοεπιδρά με τα αποθηκευμένα δεδομένα. Η δημιουργία ή η εισαγωγή ενός εγγράφου σε μια συλλογή πραγματοποιείται με τις εντολές `db.collection.insertOne()` για ένα έγγραφο και `db.collection.insertMany()` για πολλαπλά. Η ανάγνωση και ανάκτηση εγγράφων από μια συλλογή γίνεται με την εντολή `db.collection.find()`. Σε αυτήν την εντολή μπορούμε να ορίσουμε φίλτρα και κριτήρια ώστε να προσδιορίσουμε τα έγγραφα που επιθυμούμε να επιστραφούν. Οι λειτουργίες ενημέρωσης τροποποιούν τα υπάρχοντα έγγραφα σε μια συλλογή. Οι εντολές που πραγματοποιούν ενημερώσεις είναι: `db.collection.updateOne()`, `db.collection.updateMany()`, `db.collection.replaceOne()`. Φίλτρα και κριτήρια μπορούν επίσης, να χρησιμοποιηθούν όπως ακριβώς στις εντολές ανάγνωσης.

Τέλος, οι εντολές διαγραφής εγγράφων από μια συλλογή, χρησιμοποιούν επίσης, φίλτρα με τον ίδιο τρόπο. Οι εντολές αυτές είναι η `db.collection.deleteOne()` και η `db.collection.deleteMany()`.

2.11 Υποσύστημα BI

Το Metabase είναι ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα για επιχειρησιακή ευφυΐα. Σας επιτρέπει να κάνετε ερωτήσεις σχετικά με τα δεδομένα σας και να εμφανίζετε απαντήσεις σε μορφές που έχουν νόημα, είτε αυτό είναι ένα ραβδόγραμμα είτε ένας λεπτομερής πίνακας.

Οι ερωτήσεις σας μπορούν να αποθηκευτούν για μελλοντική χρήση, καθιστώντας εύκολη την επιστροφή σε αυτές, ή μπορείτε να ομαδοποιήσετε ερωτήσεις σε εντυπωσιακούς πίνακες εργαλείων. Το Metabase διευκολύνει επίσης την κοινοποίηση ερωτήσεων και πινάκων εργαλείων στην υπόλοιπη ομάδα σας.

Ενδεικτικές λειτουργίες:

- Περιηγηθείτε στα δεδομένα σας
- Εξερεύνηση Συλλογών
- Εξερεύνηση Πινάκων Εργαλείων
- Εξερεύνηση Αποθηκευμένων Ερωτήσεων
- Δημιουργία Προσαρμοσμένων Ερωτήσεων
- Πηγή Δεδομένων
- Χρήση Αποθηκευμένων Ερωτήσεων ως Πηγή Δεδομένων
- Φίλτρα
- Φιλτράρισμα με Ημερομηνίες

- Χρήση Τμημάτων (Segments)
- Επιλογή Εξόδου Απαντήσεων στην Ενότητα View
- Διάσπαση Μετρήσεων: Προσθήκη Ομαδοποίησης
- Δημιουργία Προσαρμοσμένου Πεδίου
- Οπτικοποίηση Αποτελεσμάτων
- Διαγράμματα Σειρών (Row Charts)
- Ιστογράμματα (Histograms)

Χρήση τυποποιημένων μοντέλων δεδομένων (smart building, streetlight, smart parking κλπ.) ώστε να αντιπροσωπεύει οτιδήποτε ενδιαφέρει για πραγματικές εφαρμογές και υπηρεσίες της πλατφόρμας

Η γνωσιακή βάση θα παρέχει την δυνατότητα να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν ενιαίες έξυπνες υπηρεσίες (RestApi) προς τους πολίτες και τους επιχειρησιακούς χρήστες με γρήγορο και ομογενοποιημένο τρόπο

Σύνδεση & Συσχέτιση συσκευών και μετρήσιμων μεγεθών με τις αντίστοιχες ιδιότητες και ομάδες δεδομένων του γνωσιακού μοντέλου (υποσύστημα Knowledge base)

2.12 Event management

- Θα παρέχει σύστημα παρακολούθησης Επισήμανσης περιστατικού, όπως μη-διαθεσιμότητα χώρου στάθμευσης, υπέρβαση ορίων ασφαλείας, COVID-19 κριτήρια κλπ.
- Καταγραφή της ακριβούς ώρας , ιστορικότητας που συνέβη το περιστατικό και γεωγραφική απεικόνιση του συμβάντος σε χάρτη ανοικτού λογισμικού (Openstreet Map γραφική ένδειξη)
- Ενεργοποίηση alarm (notification message) μέσω του αντίστοιχου υποσυστήματος με σκοπό την ενημέρωση των αρμόδιων υπηρεσιών της Δημοτικής αρχής ή και των υπευθύνων Αρχών για άμεση δράση.
- Χρήση του IoT Orion Context Broker (διακομιστή περιεχόμενου) βάση των προτύπων που ορίζει το Fiware Community (NGSI-V2 or NGSI-LD protocol)
- Χρήση publish -subscription model
- Χρήση τυποποιημένου Dashboard wizard builder για το χτίσιμο εμφάνιση των δεδομένων μέσω ομογενοποιημένου περιβάλλοντος
- Εμφάνιση, με γραφικό τρόπο σε Dashboard, δεικτών λειτουργίας και απόδοσης του εξοπλισμού (έξυπνες συσκευές και πόροι συστήματος)
- Χρήση Kibana για άμεση απεικόνιση δεδομένων & συσχετίσεων ως add-on εργαλείο
- Δυνατότητα διαχείρισης καλής λειτουργίας εξοπλισμού και συστήματος σε επίπεδο firmware (healthiness μέσω εφαρμογής επιθεώρησης (π.χ. Data Inspector, Device Healthiness)
- Δυνατότητα ορισμού νέων δεικτών/ μετρικών και καθορισμός του γραφικού τρόπου ενσωμάτωσής τους στο Dashboard.

2.13 Υποσύστημα Απεικόνισης Δεδομένων

Η πλατφόρμα έχει τη δυνατότητα να συγκεντρώνει, αποθηκεύει και επεξεργάζεται όλα τα δεδομένα, τα οποία θα συλλέγονται από τα διάφορα συστήματα. Τα συλλεχθέντα και αποθηκευμένα δεδομένα της πλατφόρμας θα χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία συγκεντρωτικής οθόνης προβολής μετρήσεων (dashboard). Η πλατφόρμα παρέχει κατάλληλο εργαλείο οπτικοποίησης πληροφοριών μέσω πινάκων ελέγχου (Dashboards), όπου θα αποτυπώνεται η συνολική εικόνα των λειτουργιών των συστημάτων με εύληπτο και κατανοητό τρόπο στην ίδια οθόνη. Στόχος των Dashboards είναι να υποβοηθήσει στη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο (real-time).

Το σύστημα οπτικοποίησης υπό τη μορφή Dashboards θα λαμβάνει όλα τα δεδομένα και τις πληροφορίες από τις συσκευές, συστήματα και πλατφόρμες, και θα παράγει τις κατάλληλες απεικονίσεις προς το τελικό χρήστη, δηλαδή διαγράμματα, γραφήματα, χάρτες, lineplots, pies, histograms κ.λπ., που θα είναι δυναμικά και τα οποία θα οπτικοποιούν τα λαμβανόμενα δεδομένα. Ταυτόχρονα, ο διαχειριστής της πλατφόρμας θα μπορεί να δημιουργεί αναφορές με το ιστορικό μετρήσεων ενός μεγέθους σε βάθος χρόνου, σε επίπεδο ημέρας/εβδομάδας/μήνα, ενώ μέσω της δυνατότητας δημιουργίας στατιστικών γραφημάτων (bar-charts, area-charts, pie-charts) θα πραγματοποιεί σύγκριση/επεξεργασία των δεδομένων ανά μετρούμενο μέγεθος ή χρονική περίοδο κτλ.

Σε περίπτωση που η μετρούμενη τιμή ενός μεγέθους είναι υψηλότερη από την μέγιστη καθορισμένη, θα υπάρχει δυνατότητα αποστολής ειδοποίησης στους διαχειριστές του συστήματος προς ενημέρωσή τους, π.χ. υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ στην περιοχή.

Το λογισμικό προσφέρει την δυνατότητα απεικόνισης και διαχείρισης δεδομένων με πολλαπλούς τρόπους και κατ' ελάχιστον τη χρήση γραφημάτων, widgets, χρονοσειρών, χαρτών, heat maps και λίστες.

Για την συγκέντρωση, οργάνωση και καλύτερη επεξεργασία των δεδομένων από διάφορους αισθητήρες και την δημιουργία ενός ομοιογενούς και ολοκληρωμένου συνόλου μεγάλου όγκου δεδομένων σημαντική είναι η συνεισφορά λειτουργιών επιχειρηματικής ευφυΐας (BI – Business Intelligence) για την υποστήριξη λήψης συμπερασμάτων και στρατηγικών αποφάσεων. Ως λειτουργία επιχειρηματικής ευφυΐας αναφέρεται το σύνολο των τεχνικών και πρακτικών διαχείρισης, ανάλυσης και παρουσίασης δεδομένων, με στόχο την άμεση πρόσβαση στο μεγάλο όγκο πληροφοριών αισθητήρων για την έγκαιρη, έγκυρη και αποτελεσματική λήψη αποφάσεων. Με την χρήση τεχνικών BI μπορούν να συσχετιστούν ανόμοια φαινομενικά δεδομένα με κοινή για παράδειγμα γεωγραφική βάση, αποκαλύπτοντας κρυφές αλληλοσυσχετίσεις, μορφές και τάσεις που δεν είναι εκ των προτέρων προφανείς, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό νέα πληροφορία που μπορεί να στηρίξει την λήψη αποφάσεων.

Δίνεται η δυνατότητα απεικόνισης χαρτών με προβολή των δεδομένων που θα τροφοδοτούν την πλατφόρμα, καθώς και δυνατότητα πλοήγησης στο χάρτη, π.χ. μεγέθυνση, σμίκρυνση, μετακίνηση.

Επιπροσθέτως το υποσύστημα απεικόνισης δεδομένων που προτείνεται από την εταιρεία μας καλύπτει τις εξής προδιαγραφές:

- Έχει τη δυνατότητα να συγκεντρώνει, αποθηκεύει και επεξεργάζεται όλα τα δεδομένα τα οποία θα συλλέγονται από τα διάφορα συστήματα του ΑΚΕ.
- Παρέχει κατάλληλο εργαλείο οπτικοποίησης πληροφοριών μέσω πινάκων ελέγχου (Dashboards).
- Μπορεί να δημιουργεί αναφορές με το ιστορικό μετρήσεων ενός μεγέθους σε βάθος χρόνου, σε επίπεδο ημέρας/εβδομάδας/μήνα
- Έχει την δυνατότητα δημιουργίας στατιστικών γραφημάτων (bar-charts, area-charts, pie-charts) για τη σύγκριση/επεξεργασία των δεδομένων ανά μετρούμενο μέγεθος ή χρονική περίοδο.
- Έχει την δυνατότητα απεικόνισης χαρτών με προβολή των δεδομένων που θα τροφοδοτούν την πλατφόρμα, καθώς και δυνατότητα πλοήγησης στο χάρτη, όπως μεγέθυνση, σμίκρυνση, μετακίνηση.
- Αποστολή ειδοποιήσεων με email σε επιλεγμένες διευθύνσεις σε περίπτωση που οι τιμές ενός μετρούμενου μεγέθους είναι υψηλότερη από την μέγιστη καθορισμένη τιμή.
- Προβολή έκτακτων ανακοινώσεων στο dashboard της πλατφόρμας με αποδέκτες σε περίπτωση επικίνδυνων για την υγεία περιβαλλοντικών φαινομένων.
- Δυνατότητα πλοήγησης στο χάρτη (μεγέθυνση, σμίκρυνση, μετακίνηση)
- Δυνατότητα δημιουργίας χάρτη έντασης μετρήσεων ή/και προβλημάτων (heatmap) για οποιαδήποτε ροή δεδομένων αισθητήρων και συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.
- Δυνατότητα υποστήριξης χρονικού φίλτρου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων θα παρουσιάζονται δυναμικά στο χάρτη με μορφή animation έτσι ώστε να φαίνεται η χρονική εξέλιξη.
- Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα παρακολούθησης χρήσης των διεπαφών APIs (number of requests, current connections, rate of request, statistics on response results, κ.α.) και δημιουργίας ανάλογων αναφορών.

2.14 Υποσύστημα διαλειτουργικότητας

Το Υποσύστημα διαλειτουργικότητας έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί σύμφωνα με τις αρχές, τους κανόνες και τα πρότυπα του Πλαισίου Διαλειτουργικότητας & Υπηρεσιών Ηλεκτρονικών Συναλλαγών (μέρος του Πλαισίου Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, www.e-gif.gov.gr) καθώς του ETSI (<https://www.etsi.org/>) για την χρήση smart data model του Fiware community (Ανοικτά Πρότυπα)

Το Υποσύστημα διαλειτουργικότητας είναι συμβατό στην διασυνδεσιμότητα με κατ' ελάχιστον με τα ακόλουθα standard Webhooks, AMQP, Coath, MQTT, OneM2M, HTTP, HTTPS, TLS, Rest all, SMTP, TCP, UDP, NGSI, LoRa, LoRaWan, TheThingsNetwork, SigFOX, DATEX II, SOAP, WSDL, Twitter, Facebook, Telegram, SMS, OLAP, MySQL, Mongo, HBASE, SOLR, SPARQL, EMAIL, FTP, FTPS, WebSocket, WebSocket Secure, ModBUS, OPC/OPC-UA, GML, RS485, RS232, WFS, WMS, ODBC, JDBC, Elastic Search, Phoenix, XML, JSON, CSV, Geo TIFF, OWL, WKT, KML, SHP, DB, Geo JSON, Enfuser FMI, Android, Raspberry Pi, Local File System, ESP32, Libelium, IBIMET/IBE, OBD2, SVG, XLS, XLSX, TXT, HTML, CSS, KNX, Enocean, Zigbee, DALI, ISEMC, Alexa, Sonoff, HUE Philips, Trplink,

BACnet, TALQ, Copernicus, Protocol Buffer, IFC, XPD, MS Azure, CISCO Meraki, RTSP, AXIS TVCam.

Περαιτέρω:

- ✓ Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα υποστήριξης μηχανισμών PUSH και PULL (API) ώστε να μεγιστοποιείται η προσβασιμότητα στα πρωτογενή δεδομένα.
- ✓ Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα υποστήριξης ανοιχτών προγραμματιστικών διεπαφών (APIs) για φορητές συσκευές (tablets, smartphones κλπ.)
- ✓ Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα υποστήριξης και παραμετροποίησης ανοιχτών προγραμματιστικών διεπαφών (APIs) που αφορούν:
 - Για την διασύνδεση με άλλες πλατφόρμες, πηγές δεδομένων αλλά και για τον διαμοιρασμό των δεδομένων σε πιστοποιημένους χρήστες με αυτόματο φιλτράρισμα ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής / υπηρεσίας
 - Για συλλογή/άντληση δεδομένων και διαχείριση αισθητήρων/συσκευών πάνω από πλατφόρμες κατασκευαστών αισθητήρων σε περίπτωση που αυτό απαιτηθεί
 - Για διασύνδεση με backend συστήματα (π.χ. billing, CRM, ERP, OBSS, GIS) κτλ.
- ✓ Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα παρακολούθησης χρήσης των διεπαφών APIs (number of requests, current connections, rate of request, statistics on response results, κ.α.) και δημιουργίας ανάλογων αναφορών.

2.15 Υποσύστημα Διαχείρισης Ταυτοποίησης & Ασφάλειας Συσκευών, Χρηστών και Υπηρεσιών

- Παροχή μηχανισμού ταυτοποίησης (Authentication) & πιστοποίησης (authorisation) χρηστών, συσκευών και υπηρεσιών
- Παροχή μηχανισμού εξουσιοδότησης χρηστών (Authorization), υπηρεσιών και δημιουργίας ρόλων χρηστών
- Δυνατότητα δημιουργίας πολλαπλών τομέων ασφάλειας (realms)
- Σύνδεση σε υπάρχοντες διακομιστές LDAP και Active Directory καθώς και διαλειτουργικότητα με τρίτους παρόχους ταυτότητας όπως η ΓΓΠΣ, το Facebook και η Google
- Το λογισμικό υποστηρίζει υψηλό επίπεδο προστασίας (security), τόσο σε επίπεδο πιστοποίησης χρηστών, όσο και προστασίας δεδομένων (data in transit & stationary data). Κατ' ελάχιστο διασφαλίζεται η χρήση: HTTPS / TLS 1.2 σε όλες τις επικοινωνίες μέσω διαδικτύου
- Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα διασύνδεσης με υποδομές αισθητήρων, μετρητών, συστημάτων και πλατφορμών μέσω επικοινωνιακών standards τα οποία περιλαμβάνουν:
 - GPRS, EDGE, 2G, 3G, LTE
 - NB-IoT
 - LoRaWAN

- IP / Ethernet
- Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα διασύνδεσης με τις υποδομές αισθητήρων, μετρητών, συστημάτων και πλατφορμών μέσω ανοιχτών πρωτοκόλλων που υποστηρίζουν:
 - HTTPS/REST
 - MQTT
 - AMQP
 - Coath
 - WEBSOCKETS
 - UDP / TCP
 - Webhooks
- Υποστήριξη των προτύπων OpenID Connect, OAuth 2.0 και SAML 2.0
- Το λογισμικό επιτρέπει πρόσβαση σε εξουσιοδοτημένους χρήστες με βάση συγκεκριμένους ρόλους, που θα παρέχονται από μηχανισμό τύπου Role Based Access Control (RBAC). Με βάση τους προκαθορισμένους ρόλους θα ορίζονται οι δυνατότητες πρόσβασης σε δεδομένα και εκτέλεσης εργασιών. Κατ' ελάχιστον θα υποστηρίζονται οι εξής ρόλοι:
 - Διαχειριστής συστήματος (system admin)
 - Διαχειριστή σε επίπεδο tenant (tenant admin)
 - Χρήστης (user)
- Το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα ομαδοποίησης αισθητήρων / συσκευών χρησιμοποιώντας διάφορα κριτήρια και συνδυασμό αυτών. Τα κριτήρια θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν την γεωγραφική θέση, το πρωτόκολλο επικοινωνίας, τον τύπο της συσκευής αλλά ακόμα και την ελεύθερη επιλογή από λίστα αλλά και με γραφικό προσδιορισμό / οριοθέτηση μέσα από το χάρτη.
- Χρήση του ανοικτού λογισμικού Keycloak για την ταυτοποίηση και πρόσβαση των χρηστών & υπηρεσιών της πλατφόρμας.

2.16 Εφαρμογή Πρωτοκόλλων Ασφαλείας και Ψηφιακών Πιστοποιητικών

Στο πλαίσιο της ασφαλούς επικοινωνίας μεταξύ αισθητήρων και κεντρικών συστημάτων στις έξυπνες πόλεις (Smart City), η εταιρεία μας εφαρμόζει προηγμένα πρωτόκολλα ασφαλείας και ψηφιακά πιστοποιητικά. Αυτές οι τεχνολογίες εξασφαλίζουν την αυθεντικότητα, την ακεραιότητα και την εμπιστευτικότητα των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ των συνδεδεμένων συσκευών και του κεντρικού διακομιστή.

Για την προστασία των δεδομένων, χρησιμοποιούμε ισχυρούς αλγόριθμους κρυπτογράφησης, όπως **MD5** και **SHA-256**, οι οποίοι επιτρέπουν τη δημιουργία μοναδικών κατακερματισμένων τιμών (hashes) για την επαλήθευση της ακεραιότητας των μηνυμάτων που αποστέλλονται μεταξύ των αισθητήρων και των συστημάτων διαχείρισης. Επιπλέον, εφαρμόζεται το πρωτόκολλο **RSA (Rivest-Shamir-Adleman)** για την ασφαλή ανταλλαγή κλειδιών και την προστασία της επικοινωνίας μέσω ασύμμετρης κρυπτογράφησης. Ο RSA βασίζεται στη δυσκολία παραγοντοποίησης μεγάλων αριθμών και χρησιμοποιεί τον εκτεταμένο αλγόριθμο του Ευκλείδη για τον υπολογισμό του αντίστροφου modulo, διασφαλίζοντας έτσι την ασφάλεια των κλειδιών.

Παράλληλα, η εταιρεία μας έχει αναπτύξει ένα **ιδιόκτητο blockchain**, το οποίο λειτουργεί ως ένας αποκεντρωμένος μηχανισμός καταγραφής συναλλαγών και επικοινωνιών, παρέχοντας επιπλέον διαφάνεια και ανθεκτικότητα έναντι κυβερνοεπιθέσεων.

Με τον συνδυασμό αυτών των τεχνολογιών, η επικοινωνία μεταξύ των αισθητήρων και των συστημάτων του Smart City παραμένει ασφαλής, διασφαλίζοντας την αξιόπιστη λειτουργία των υποδομών και την προστασία των δεδομένων από κακόβουλες επιθέσεις.

2.17 Μηχανισμός Κρυπτογράφησης & Πιστοποίησης Χρηστών

Η προστασία των προσωπικών δεδομένων και η διασφάλιση της ασφάλειας των χρηστών αποτελούν κρίσιμες προτεραιότητες για την εταιρεία μας. Στο πλαίσιο αυτό, έχουμε αναπτύξει και εφαρμόσει ένα σύνολο προηγμένων μηχανισμών κρυπτογράφησης και πιστοποίησης χρηστών, προκειμένου να εξασφαλίσουμε την ακεραιότητα, την εμπιστευτικότητα και την ασφάλεια των δεδομένων που επεξεργαζόμαστε.

Για την κρυπτογράφηση των δεδομένων, χρησιμοποιούμε αλγόριθμους όπως **SHA-256** για τη δημιουργία ασφαλών κατακερματισμένων τιμών, διασφαλίζοντας ότι οι επικοινωνίες μεταξύ των χρηστών και των συστημάτων μας είναι απόλυτα ασφαλείς. Ενισχύουμε αυτή την ασφάλεια με τη χρήση **ψηφιακών πιστοποιητικών**, τα οποία εγγυώνται την αυθεντικότητα του χρήστη και του συστήματος, αποτρέποντας κακόβουλες επιθέσεις, όπως η υποκλοπή ή η πλαστογράφηση δεδομένων.

Ακόμη, η εταιρεία μας ακολουθεί αυστηρές πρακτικές για τη διαχείριση προσωπικών δεδομένων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του **Γενικού Κανονισμού για την Προστασία Δεδομένων (GDPR)**. Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται περιορίζονται αυστηρά στα απαραίτητα για τη λειτουργία των συστημάτων και των υπηρεσιών μας. Διατηρούμε μόνο τα δεδομένα που απαιτούνται για την αναγνώριση και πιστοποίηση των χρηστών, διασφαλίζοντας ότι τα υπόλοιπα δεδομένα διαγράφονται ή ανωνυμοποιούνται σε συμφωνία με τις ισχύουσες νομικές απαιτήσεις.

Με αυτές τις πρακτικές, εξασφαλίζουμε όχι μόνο τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς προστασίας προσωπικών δεδομένων, αλλά και την εμπιστοσύνη των χρηστών μας, καθώς η ασφάλεια και η προστασία της ιδιωτικότητάς τους παραμένουν στο επίκεντρο της στρατηγικής μας.

2.18 Αυτόματη Διαδικασία Ενεργοποίησης Λογαριασμού Νέου Χρήστη μέσω Email

Η διαδικασία αυτόματης ενεργοποίησης λογαριασμού νέου χρήστη μέσω email εξασφαλίζει τόσο την ευχρηστία όσο και την ασφάλεια της εγγραφής νέων χρηστών στο σύστημά μας. Η διαδικασία αυτή είναι αυτοματοποιημένη και προορίζεται να παρέχει μια γρήγορη και ασφαλή μέθοδο ενεργοποίησης λογαριασμού, χωρίς την ανάγκη ανθρώπινης παρέμβασης. Ακολουθεί τα εξής βήματα:

- | | | |
|---|-------------|----------------|
| 1. Εγγραφή | Νέου | Χρήστη: |
| Ο χρήστης επισκέπτεται την πλατφόρμα μας και εισάγει τα απαραίτητα προσωπικά δεδομένα για την εγγραφή του (όπως όνομα, διεύθυνση email, | | |

κωδικός πρόσβασης κ.λπ.). Τα δεδομένα αυτά υποβάλλονται μέσω μιας ασφαλούς σύνδεσης (SSL/TLS), εξασφαλίζοντας την προστασία των πληροφοριών κατά τη μεταφορά τους.

- 2. Δημιουργία Λογαριασμού και Αποστολή Email:**
Μόλις ο χρήστης υποβάλει τη φόρμα εγγραφής, το σύστημα μας δημιουργεί αυτόματα έναν νέο λογαριασμό για τον χρήστη στη βάση δεδομένων. Αμέσως μετά, αποστέλλεται ένα **email ενεργοποίησης** στην καταχωρημένη διεύθυνση του χρήστη. Το email περιέχει έναν **μοναδικό σύνδεσμο ενεργοποίησης** (activation link), ο οποίος σχετίζεται με τον νέο λογαριασμό και χρησιμοποιείται για να επαληθεύσει την αυθεντικότητα της διεύθυνσης email.
- 3. Επαλήθευση του Email από τον Χρήστη:**
Ο χρήστης ανοίγει το email και πατάει στον σύνδεσμο ενεργοποίησης. Αυτός ο σύνδεσμος περιλαμβάνει έναν μοναδικό κωδικό που συνδέεται με τον λογαριασμό του χρήστη. Όταν ο χρήστης κάνει κλικ, το σύστημα επαληθεύει τον κωδικό και ενεργοποιεί τον λογαριασμό. Σε περίπτωση που ο σύνδεσμος έχει λήξει ή είναι λανθασμένος, ο χρήστης ενημερώνεται με σχετικό μήνυμα και του δίνεται η δυνατότητα να ζητήσει νέο σύνδεσμο ενεργοποίησης.
- 4. Ολοκλήρωση Ενεργοποίησης:**
Αφού ο χρήστης επαληθεύσει το email του μέσω του συνδέσμου ενεργοποίησης, το σύστημα τον καθοδηγεί σε μια σελίδα επιτυχούς ενεργοποίησης του λογαριασμού. Από εκεί και έπειτα, ο χρήστης μπορεί να εισέλθει στο σύστημα χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του (όνομα χρήστη/κωδικός πρόσβασης) και να ξεκινήσει τη χρήση των υπηρεσιών μας.
- 5. Ασφάλεια και Συμμόρφωση:**
Η διαδικασία αυτή είναι ασφαλής και συμμορφώνεται με τα πρότυπα προστασίας προσωπικών δεδομένων (GDPR). Κατά την εγγραφή και αποστολή του email ενεργοποίησης, διασφαλίζεται η χρήση κρυπτογράφησης και ασφαλών πρωτοκόλλων. Επιπλέον, τα προσωπικά δεδομένα του χρήστη διατηρούνται μόνο για όσο διάστημα απαιτείται για την ενεργοποίηση και τη χρήση του λογαριασμού του.

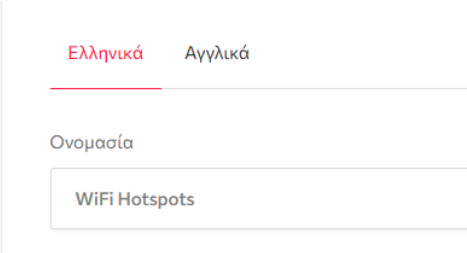
Αυτή η αυτόματη διαδικασία ενεργοποίησης λογαριασμού όχι μόνο διευκολύνει την εγγραφή νέων χρηστών, αλλά ενισχύει και την ασφάλεια της πλατφόρμας μας, προσφέροντας στους χρήστες την εμπιστοσύνη ότι οι λογαριασμοί τους προστατεύονται με σύγχρονες μεθόδους ασφαλείας.

2.19 Mobile Εφαρμογή Πληροφόρησης πολιτών για τις υπηρεσίες έξυπνης πόλης

Η εφαρμογή παρέχει την παρακάτω, λειτουργικότητα:

- επιτρέπει την πρόσβαση από κατάλληλες φορητές συσκευές (smart phones, tablets, κτλ.) με λειτουργικό Android και iOS
- παρέχει πολυγλωσσικό περιβάλλον και γίνεται με δύο τρόπους: είτε μέσω αρχείου ακολουθώντας το πρότυπο i18n είτε μέσα από το διαχειριστικό περιβάλλον της προτεινόμενης πλατφόρμας smartiscity (σχετικό Print screen από

το διαχειριστικό εργαλείο).



Ελληνικά Αγγλικά

Ονομασία

WiFi Hotspots

- υποστηρίζει τη δημιουργία και καταχώρηση προφίλ χρήστη
- παρέχει API για την διασύνδεση με υφιστάμενα συστήματα/ εφαρμογές του δήμου από τα οποία θα συλλέγει δεδομένα όπως την υφιστάμενη διαδικτυακή πύλη του Δήμου
- Η εφαρμογή αλληλοεπιδρά μέσω του διαδικτύου και των κατάλληλων διεπαφών με την πύλη και ενημερώνεται με όλες τις τελευταίες αναρτήσεις για τους δημότες

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής έχει γίνει χρήση των ακόλουθων τεχνολογιών:

- Ionic Framework
- React JS Framework
- HTML5
- Javascript

Η προσφερόμενη εφαρμογή προσφέρει τρόπο διασύνδεσης με τρίτα συστήματα μέσω του προσφερόμενου RESTful Web API. Για τον λόγο αυτό προσφέρεται ένα ενδιάμεσο σύστημα που θα αποτελεί το Web Services Middleware. Ο διακομιστής υλοποιεί την ανάκτηση πληροφοριών μέσω κατάλληλα δομημένου Web Services Middleware. Το Middleware είναι ουσιαστικά μια εφαρμογή που υλοποιεί Web Services με τις Μεθόδους των οποίων επικοινωνεί η client εφαρμογή με τη βάση δεδομένων του συστήματος. Για την υποστήριξη ανάκτησης πληροφορίας ο διακομιστής χρησιμοποιεί βάση δεδομένων που περιέχει πληροφορίες σχετικά με όλα τα σημεία ενδιαφέροντος. Ο εξυπηρετητής έρχεται σε επικοινωνία με την client εφαρμογή έμμεσα μέσω του ενδιάμεσου Web Services Middleware. Το ενδιάμεσο αυτό στάδιο παρέχει ασφάλεια, αφού δεν υπάρχει άμεσος τρόπος πρόσβασης στα δεδομένα, αλλά και τη μέγιστη απόδοση ταυτόχρονα, καθώς υπεύθυνη για την υποστήριξη των χρηστών είναι η εξειδικευμένη εφαρμογή Middleware που μέσω των Web Services είναι σε θέση να υποστηρίξει ένα σημαντικό αριθμό χρηστών / αιτήσεων.

Το σύνολο του πηγαίου κώδικα που θα παραχθεί στα πλαίσια των υπηρεσιών υλοποίησης λογισμικού διαδικτυακής πύλης, θα αποτελεί παραδοτέο του έργου, θα συνοδεύεται από αναλυτική τεκμηρίωση και θα διατίθεται με άδεια που θα επιτρέπει την περαιτέρω χρήση του από τον Δήμο.

Η εφαρμογή για φορητές συσκευές (APP Android, iOS) αξιοποιεί λειτουργίες και εργαλεία του πληροφοριακού συστήματος που περιεγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα, κατάλληλα προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις των συσκευών αυτών (smartphones, tablets κ.α.).

Οι κύριες λειτουργίες της εφαρμογής είναι διαθέσιμες με ή χωρίς τη σύνδεση σε δίκτυο internet. Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη δωρεάν μέσω του εκάστοτε market (google play/apple store). Η εφαρμογή περιέχει πληροφορίες για το σύνολο του υλικού που θα διαχειρίζεται ο Δήμος.

2.20 Αναφορές έργων

Εν συνεχεία παρουσιάζονται ενδεικτικές αναφορές υλοποιημένων έργων της λύσης (SmartisCity - <https://www.smartiscity.gr/>) φαίνονται παρακάτω.

A/A	ΕΡΓΟ	ΔΗΜΟΣ	URL επισκέπτη	URL διαχειριστή	Mobile App
1	Έξυπνο Σύστημα Ελεγχόμενης Στάθμευσης (ΣΕΣ)	ΚΑΛΑΜΑΡΙΑ	https://kalamaria.smartiscity.gr/	https://app.smartiscity.gr/	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dotsoft.smartcity.kalamaria
2	Έξυπνες στάσεις ΜΜΜ	ΚΩΣ	https://mobility.kos.gr/		https://play.google.com/store/apps/details?id=gr.dotsoft.cityguide.kos&hl=en&gl=US
3	Οργάνωση Γραφείου Κίνησης και Διαχείριση Δημοτικού στόλου οχημάτων	ΖΙΤΣΑ		https://app.fleeto.gr/	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.app.fleet
4	Εγκατάσταση έξυπνων συστημάτων μέτρησης ποιότητας αέρα στην επικράτεια του δήμου	ΠΑΤΡΑ	https://patra.smartiscity.gr/	https://app.smartiscity.gr/	
5	Κεντρική ενιαία πλατφόρμα διαχείρισης και συλλογής δεδομένων δράσεων ψηφιακού μετασχηματισμού των ΟΤΑ	ΖΙΤΣΑ	https://zitsa.smartiscity.gr/	https://app.smartiscity.gr/	https://play.google.com/store/apps/details?id=gr.dotsoft.cityzenapp.zitsa
6	Έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων	ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ		https://app.easybin.gr/	
7	Εγκατάσταση έξυπνων συστημάτων μέτρησης ποιότητας υδάτων (πόσιμου, ποταμών, λιμνών και θαλασσών σε βιομηχανικές εφαρμογές κλπ)	ΔΡΑΜΑ	https://drama.smartiscity.gr/		
8	Ηλεκτρονικό Σύστημα Διαβούλευσης Κανονιστικών Αποφάσεων	Ν. ΣΚΟΦΑ		https://skoufas.diavouloseis.gr/	