

Τίτλος έργου: Διασυνδεδεμένες Πόλεις για την Ελλάδα 2.0

Κωδικός: ΤΑΕDR-0536642

MIS (ΟΠΣ): 5149305



Παραδοτέο: Π5.1

Τίτλος: Ενσωμάτωση, μετάφραση και αναδημοσίευση υπηρεσιών

Συμμετέχοντες

Φορέας
Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ)
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ)
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ)
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας (ΠΔΜ)
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (ΠΘ)
Πανεπιστήμιο Πατρών (ΠΠ)

Περιεχόμενα

1	Περίληψη	5
2	Εισαγωγή	6
2.1	Σκοπός και στόχοι του παραδοτέου	6
2.2	Συσχέτιση με το έργο	6
2.3	Δομή του παραδοτέου	7
3	Λίστα Υπηρεσιων	8
3.1	Πάτρα	9
3.2	Αθήνα	9
3.3	Λάρισα	10
3.4	Τρίκαλα	10
3.5	Κοζάνη - Καστοριά	11
3.6	Ηράκλειο	11
4	Λίστα Εφαρμογών	12
4.1	Cares	12
4.2	Thermal Comfort Monitoring Tool	12
4.3	Electricity Consumption Monitoring & Forecasting Tool	13
4.4	Wind Power Forecasting Tool	13
4.5	Smart Building Energy Management System	14
4.6	LabTwinXR	15
4.7	Walk & Snap (Πιλότος Κινητικότητα)	16
4.8	Green Quest (Πιλότος Πράσινη Ανάπτυξη)	17
4.9	Interactive Environmental Dashboard (Πιλότος Περιβάλλον)	18

4.10	Smart Cities PMV Monitoring Tool	19
4.11	Smart Cities Energy Monitoring Tool	20
4.12	Smart Cities Wind Power Forecasting Tool	21
4.13	Waste Routing Tool	22
4.14	Building Energy Management	23
4.15	Parking Spot Management Tool	24
5	Σύνοψη	25

1 Περίληψη

Το παρόν παραδοτέο παρουσιάζει τη Λίστα Υπηρεσιών και τη Λίστα Εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο του οικοσυστήματος Έξυπνων Πόλεων, καλύπτοντας πολλαπλές ελληνικές πόλεις και θεματικούς τομείς. Οι υπηρεσίες αφορούν τη συλλογή και διάθεση δεδομένων πραγματικού χρόνου για περιβαλλοντική παρακολούθηση, αστική κινητικότητα, διαχείριση ενέργειας κτιρίων και υποστήριξη δημοτικών λειτουργιών, ενώ οι εφαρμογές αξιοποιούν τα δεδομένα αυτά μέσω εργαλείων οπτικοποίησης, ανάλυσης και πρόβλεψης.

Η καταγραφή περιλαμβάνει τη γεωγραφική κατανομή των υπηρεσιών, τους βασικούς τομείς δεδομένων που καλύπτονται και τα διαθέσιμα εργαλεία διεπαφής προς πολίτες και διαχειριστές. Παρουσιάζονται τόσο εφαρμογές παρακολούθησης και επιχειρησιακής υποστήριξης όσο και καινοτόμα εργαλεία, όπως ψηφιακά δίδυμα, περιβάλλοντα εκτεταμένης πραγματικότητας και εφαρμογές κινητών συσκευών.

Μέσω της αποτύπωσης αυτής, το παραδοτέο παρέχει συνολική εικόνα της λειτουργικής κατάστασης του οικοσυστήματος, αναδεικνύοντας την πρόοδο στην αξιοποίηση διαλειτουργικών δεδομένων και τη μετάβαση από την υποδομή συλλογής μετρήσεων σε ολοκληρωμένες ψηφιακές υπηρεσίες με προστιθέμενη αξία.

2 Εισαγωγή

2.1 Σκοπός και στόχοι του παραδοτέου

Σκοπός του παρόντος παραδοτέου είναι η παρουσίαση των διαθέσιμων υπηρεσιών και εφαρμογών που αναπτύσσονται στο πλαίσιο του οικοσυστήματος Έξυπνων Πόλεων, καθώς και η αποτύπωση της θεματικής και γεωγραφικής τους κάλυψης. Το παραδοτέο καταγράφει τα σύνολα δεδομένων που διατίθενται από τις συμμετέχουσες πόλεις και τα εργαλεία λογισμικού που αξιοποιούν τα δεδομένα αυτά για περιβαλλοντική παρακολούθηση, διαχείριση ενέργειας, αστική κινητικότητα και επιχειρησιακή υποστήριξη.

Κύριος στόχος είναι η τεκμηριωμένη αποτύπωση της λειτουργικής κατάστασης του οικοσυστήματος, αναδεικνύοντας τόσο τις υποδομές δεδομένων όσο και τις εφαρμογές οπτικοποίησης, ανάλυσης και πρόβλεψης που έχουν αναπτυχθεί, με έμφαση στη χρήση δεδομένων πραγματικού χρόνου και στη διαλειτουργική αξιοποίησή τους.

2.2 Συσχέτιση με το έργο

Το παρόν παραδοτέο εντάσσεται στο πλαίσιο υλοποίησης του οικοσυστήματος Έξυπνων Πόλεων και αποτυπώνει τα απτά αποτελέσματα των τεχνικών δραστηριοτήτων που αφορούν τη συλλογή, διαχείριση και αξιοποίηση δεδομένων σε πολλαπλές πόλεις. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει τις υπηρεσίες δεδομένων και τις εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί, αναδεικνύοντας τον τρόπο με τον οποίο το έργο μεταφράζεται σε λειτουργικές λύσεις.

Η καταγραφή αυτή υποστηρίζει τους στρατηγικούς στόχους του έργου για διαλειτουργικότητα, αξιοποίηση δεδομένων πραγματικού χρόνου και ανάπτυξη εργαλείων που ενισχύουν τη βιώσιμη αστική διαχείριση. Παράλληλα, λειτουργεί ως σημείο αναφοράς για την αποτίμηση της προόδου και της ωριμότητας του οικοσυστήματος, παρέχοντας σαφή εικόνα της υφιστάμενης τεχνολογικής υποδομής και των εφαρμογών που είναι διαθέσιμες προς χρήση.

Η παρούσα αποτύπωση των υπηρεσιών και εφαρμογών βασίζεται στο σημασιολογικό πλαίσιο που ορίστηκε στο **Παραδοτέο Π2.1**, όπου καθορίστηκαν οι τύποι οντοτήτων και τα μεταδεδομένα σύμφωνα με τα πρότυπα NGSI-LD και τα FIWARE Smart Data Models. Οι υπηρεσίες που παρουσιάζονται στο παρόν παραδοτέο αξιοποιούν τα αντίστοιχα JSON-LD contexts και τους ορισμούς οντοτήτων από τα επίσημα GitHub repositories των Smart Data Models, διασφαλίζοντας διαλειτουργικότητα, σημασιολογική συνέπεια και επεκτασιμότητα στο οικοσύστημα.

2.3 Δομή του παραδοτέου

Το παρόν παραδοτέο οργανώνεται σε δύο βασικές ενότητες που αποτυπώνουν τις υπηρεσίες και τις εφαρμογές του οικοσυστήματος. Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η Λίστα Υπηρεσιών, με επιμέρους υποενότητες ανά πόλη. Για κάθε πόλη περιγράφονται τα διαθέσιμα σύνολα δεδομένων και οι θεματικοί τομείς που καλύπτονται, όπως περιβαλλοντική παρακολούθηση, αστική κινητικότητα, ενεργειακή διαχείριση και διαχείριση απορριμμάτων. Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η Λίστα Εφαρμογών, όπου περιγράφονται τα εργαλεία λογισμικού και οι διεπαφές χρήστη που αξιοποιούν τα παραπάνω δεδομένα. Οι υποενότητες οργανώνονται ανά εφαρμογή και περιλαμβάνουν σύντομη περιγραφή της λειτουργικότητας και του πεδίου χρήσης τους. Η δομή αυτή επιτρέπει τη σαφή διάκριση μεταξύ των υποδομών δεδομένων και των εφαρμογών που τις αξιοποιούν, προσφέροντας ολοκληρωμένη εικόνα του λειτουργικού εύρους του οικοσυστήματος.

3 Λίστα Υπηρεσιών

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει το δίκτυο των ενσωματωμένων υπηρεσιών που καλύπτει διάφορες μεγάλες ελληνικές πόλεις (Πάτρα, Αθήνα, Ηράκλειο, Λάρισα, Τρίκαλα, Κοζάνη, Καστοριά), εστιάζοντας στη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων έξυπνης πόλης. Οι υπηρεσίες παρέχουν δεδομένα πραγματικού χρόνου για την περιβαλλοντική παρακολούθηση (ποιότητα αέρα, καιρικές συνθήκες), τη διαχείριση ενέργειας κτιρίων και τις προβλέψεις χρονοσειρών, καθώς και την αστική κινητικότητα (ροές κυκλοφορίας, έξυπνη στάθμευση).

Πόλη	Οντότητες Δεδομένων
Πάτρα	<ul style="list-style-type: none">● BikeLane● CrowdFlowObserved● AirQualityObserved● ParkingSpot● AirQualityMonitoring
Αθήνα	<ul style="list-style-type: none">● WeatherObserved● Alert● AirQualityObserved● WasteContainer● DeviceMeasurement● CrowdFlowObserved● Building● BuildingFloor● BuildingRoom● Device
Λάρισα	<ul style="list-style-type: none">● AirQualityObserved● TrafficFlowObserved

Τρίκαλα	<ul style="list-style-type: none"> ● WeatherObserved
Κοζάνη - Καστοριά	<ul style="list-style-type: none"> ● DeviceMeasurement ● Device ● AirQualityObserved ● ParkingSpot ● WasteContainer
Ηράκλειο	<ul style="list-style-type: none"> ● WeatherObserved

Πίνακας 1 – Οντότητες Δεδομένων ανά πόλη

3.1 Πάτρα

Στην Πάτρα είναι διαθέσιμα πραγματικά, γεωχωρικά σημασμένα δεδομένα που καλύπτουν κινητικότητα, αστικές ροές, ποιότητα αέρα και στάθμευση. Ειδικότερα, καταγράφονται δεδομένα από τον ποδηλατόδρομο της πόλης, με πληροφορίες τόσο για την υποδομή όσο και για τη ροή χρηστών, καθώς και δεδομένα ροής κοινού από χώρους ενδιαφέροντος. Παράλληλα, λειτουργούν περιβαλλοντικοί σταθμοί που παρέχουν μετρήσεις ποιότητας αέρα σε συνεχή βάση, ενώ είναι διαθέσιμα και δεδομένα διαθεσιμότητας θέσεων στάθμευσης.

Η υποδομή παρακολούθησης ποιότητας αέρα υποστηρίζει χαρτογραφική απεικόνιση μετρήσεων και δεικτών, ανάλυση χρονοσειρών ανά ρύπο και σταθμό, παραγωγή επιχειρησιακών δεικτών, καθώς και μηχανισμούς ειδοποίησης σε περιπτώσεις υπέρβασης κατωφλίων. Παρέχεται επίσης υποστηρίξη ρόλων χρηστών και ελεγχόμενης πρόσβασης για επιχειρησιακή αξιοποίηση.

3.2 Αθήνα

Στην Αθήνα είναι διαθέσιμα δεδομένα καιρού και ειδοποιήσεων, με πραγματικές μετρήσεις να υποστηρίζονται επί του παρόντος για τις συγκεκριμένες κατηγορίες. Οι μετρήσεις ποιότητας αέρα βρίσκονται σε μεταβατικό στάδιο, με προσωρινή χρήση εικονικών δεδομένων έως την πλήρη αποκατάσταση της υποδομής αισθητήρων.

Επιπλέον, διατίθενται δεδομένα που αφορούν τη διαχείριση αστικών λειτουργιών, όπως επίπεδα πλήρωσης κάδων απορριμμάτων και διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης (με χρήση προσομοιωμένων δεδομένων), καθώς και δεδομένα εσωτερικής περιβαλλοντικής ποιότητας και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για επιλεγμένους χώρους.

Παράλληλα, παρέχονται δεδομένα θερμοκρασίας, υγρασίας και ροής επισκεπτών από χώρο πολιτιστικού ενδιαφέροντος, ενισχύοντας τη δυνατότητα ανάλυσης αστικών και πολιτιστικών ροών.

3.3 Λάρισα

Στη Λάρισα είναι διαθέσιμα δεδομένα περιβαλλοντικής παρακολούθησης από πέντε διακριτές τοποθεσίες εντός του αστικού ιστού, με μετρήσεις θερμοκρασίας, υγρασίας, βαρομετρικής πίεσης και αντίστασης αερίων, μέσω αισθητήρων τεχνολογίας χαμηλής κατανάλωσης.

Παράλληλα, συλλέγονται ωριαία δεδομένα κυκλοφοριακής ροής σε κεντρικό οδικό κόμβο της πόλης, τα οποία περιλαμβάνουν τη μέση ταχύτητα οχημάτων και την ένταση της κυκλοφορίας. Η συλλογή πραγματοποιείται μέσω πλήρως αυτοματοποιημένης εφαρμογής υπολογιστικής όρασης.

3.4 Τρίκαλα

Στα Τρίκαλα λειτουργεί υποδομή περιβαλλοντικής παρακολούθησης σε σχολική μονάδα (1ο Δημοτικό Σχολείο), όπου καταγράφονται μετρήσεις θερμοκρασίας, υγρασίας και ατμοσφαιρικής πίεσης.

Επιπλέον, υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα ενεργειακής κατανάλωσης, τα οποία δύνανται να δημοσιοποιηθούν και να αξιοποιηθούν για σενάρια ενεργειακής παρακολούθησης και βελτιστοποίησης λειτουργίας κτιριακών εγκαταστάσεων.

3.5 Κοζάνη - Καστοριά

Στις περιοχές της Κοζάνης και της Καστοριάς είναι διαθέσιμα δεδομένα διαχείρισης ενέργειας κτιρίων, τα οποία περιλαμβάνουν μετρήσεις από ενεργειακούς μετρητές, έξυπνες πρίζες, αισθητήρες έντασης φωτισμού, ανίχνευσης κίνησης/παρουσίας, θερμοκρασίας, υγρασίας, CO₂, επιπέδου θορύβου, μαγνητικών επαφών και δεδομένα μετεωρολογικού σταθμού. Η παρακολούθηση υποστηρίζεται από διαδικτυακή διεπαφή και περιβάλλοντα εκτεταμένης πραγματικότητας (XR).

Παράλληλα, είναι διαθέσιμα δεδομένα που αφορούν τη διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης και την κατάσταση κάδων απορριμμάτων στην πόλη.

3.6 Ηράκλειο

Στο Ηράκλειο είναι διαθέσιμα δεδομένα καιρού, καθώς και δεδομένα ροής και συγκέντρωσης κοινού σε επιλεγμένα σημεία ενδιαφέροντος. Τα δεδομένα αυτά υποστηρίζουν ανάλυση αστικών ροών και περιβαλλοντικών συνθηκών, συμβάλλοντας στη βελτιστοποίηση της επιχειρησιακής διαχείρισης.

4 Λίστα Εφαρμογών

Πρόκειται για μια σειρά εφαρμογών λογισμικού και εργαλείων διεπαφής (UI) που στοχεύουν στην οπτικοποίηση δεδομένων και τη βελτίωση της εμπειρίας του πολίτη και του διαχειριστή. Η λίστα περιλαμβάνει εργαλείοι για Επαυξημένη/Εικονική Πραγματικότητα (AR/XR) και Ψηφιακά Δίδυμα (Digital Twins) , καθώς και εξειδικευμένα web dashboards για την παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης, τη βελτιστοποίηση δρομολογίων απορριμμάτων και τη διαχείριση της θερμικής άνεσης σε εσωτερικούς χώρους.

4.1 Cares

Το CARES (Connected Analytics & Responsive Ecosystems for Smart Cities) είναι μια εφαρμογή για κινητά που ενσωματώνει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για το περιβάλλον και τις πόλεις από αξιόπιστες υποδομές έξυπνων πόλεων σε όλη την Ελλάδα. Συνδέοντας πανεπιστημιακούς μεσίτες και κέντρα καινοτομίας, προσφέρει ενοποιημένη πρόσβαση σε βασικούς δείκτες όπως η ποιότητα του αέρα, ο καιρός, η κινητικότητα και οι προειδοποιήσεις ασφαλείας. Μέσω του διαισθητικού σχεδιασμού του, το CARES μετατρέπει τα πολύπλοκα δεδομένα των αισθητήρων σε χρήσιμες πληροφορίες, προωθώντας έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής, την τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων και τη βιώσιμη αστική διαβίωση.

4.2 Thermal Comfort Monitoring Tool

Το Thermal Comfort Monitoring Tool είναι μια υπηρεσία που συλλέγει, επεξεργάζεται και αναλύει περιβαλλοντικά δεδομένα για να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την άνεση των ενοίκων. Χρησιμοποιώντας τη θερμοκρασία και την υγρασία, το εργαλείο αξιολογεί τις τρέχουσες συνθήκες και υπολογίζει τον δείκτη PMV, ο οποίος αντιπροσωπεύει το πόσο άνετες είναι οι τρέχουσες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η υπηρεσία έχει σχεδιαστεί τόσο για παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο όσο και για ανάλυση τάσεων. Το backend της υπηρεσίας είναι συνδεδεμένο με τον μεσίτη. Τα ζωντανά δεδομένα από τους αισθητήρες υποβάλλονται σε επεξεργασία και μεταφέρονται στη σελίδα Live

View, όπου οι χρήστες μπορούν να εξερευνήσουν τα τρέχοντα επίπεδα άνεσης με διαδραστικούς πίνακες και γραφήματα. Ταυτόχρονα, τα ιστορικά δεδομένα συγκεντρώνονται και απεικονίζονται στη σελίδα Trends, βοηθώντας τους χρήστες να εντοπίσουν μακροπρόθεσμα μοτίβα, εποχιακές διακυμάνσεις και ευκαιρίες για βελτίωση της θερμικής άνεσης.

Συνδυάζοντας την ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο με την ανάλυση τάσεων, το εργαλείο παρακολούθησης θερμικής άνεσης υποστηρίζει την καλύτερη λήψη αποφάσεων για την ενεργειακή απόδοση, τις ρυθμίσεις HVAC και τη βιώσιμη διαχείριση κτιρίων.

4.3 Electricity Consumption Monitoring & Forecasting Tool

Το Electricity Consumption Monitoring & Forecasting Tool είναι μια υπηρεσία βασισμένη σε δεδομένα που παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τη χρήση ενέργειας σε κτίρια και περιοχές. Συλλέγει ζωντανές και ιστορικές μετρήσεις από αισθητήρες ενέργειας απευθείας μέσω του μεσίτη.

Το εργαλείο υποστηρίζει τόσο την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο όσο και την ιστορική ανάλυση, επιτρέποντας στους χρήστες να παρακολουθούν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς συμβαίνει, ενώ παράλληλα εξετάζουν τα προηγούμενα πρότυπα χρήσης για να εντοπίσουν τις ανεπάρκειες και τις εποχιακές τάσεις. Τα δεδομένα απεικονίζονται μέσω διαδραστικών πινάκων ελέγχου, καθιστώντας εύκολη την κατανόηση των επιπέδων κατανάλωσης σε διαφορετικές κλίμακες, από μεμονωμένους αισθητήρες έως συγκεντρωτικά περιφερειακά δεδομένα.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό του εργαλείου είναι η ικανότητά του να κάνει προβλέψεις, χάρη σε προηγμένα μοντέλα μηχανικής μάθησης. Αναλύοντας ιστορικά πρότυπα κατανάλωσης μαζί με παράγοντες που σχετίζονται με το περιβάλλον, το σύστημα δημιουργεί ακριβείς προβλέψεις για τη μελλοντική ζήτηση ενέργειας.

4.4 Wind Power Forecasting Tool

Το Wind Power Forecasting Tool είναι μια εξειδικευμένη υπηρεσία που προβλέπει την παραγωγή ενέργειας από ανεμογεννήτριες με βάση τις γεωγραφικές συνθήκες και τα

χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών. Οι χρήστες παρέχουν συντεταγμένες τοποθεσίας, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση τοπικών μετεωρολογικών προγνώσεων, συμπεριλαμβανομένης της ταχύτητας και της κατεύθυνσης του ανέμου. Αυτές οι μετεωρολογικές πληροφορίες συνδυάζονται στη συνέχεια με μοντέλα παραγωγής ενέργειας που έχουν βαθμονομηθεί για ανεμογεννήτριες, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις γενικές προδιαγραφές των ανεμογεννητριών όσο και, όταν είναι διαθέσιμα, τα λεπτομερή μοντέλα των κατασκευαστών.

Το εργαλείο δημιουργεί ωριαίες προβλέψεις για την παραγωγή αιολικής ενέργειας, επιτρέποντας στους χειριστές, τους υπεύθυνους σχεδιασμού ενέργειας και τους διαχειριστές δικτύων να προβλέπουν την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας με μεγαλύτερη ακρίβεια. Αυτή η προγνωστική ικανότητα είναι απαραίτητη για την εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης, τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας των ανεμογεννητριών και την υποστήριξη της ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο.

4.5 Smart Building Energy Management System

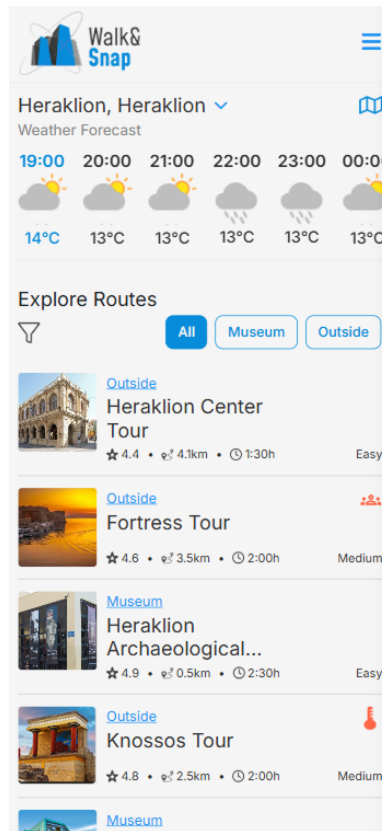
Το Smart Building Energy Management System (sBEMS) αποτελεί μια πλατφόρμα ψηφιακού διδύμου (Digital Twin) που έχει σχεδιαστεί για έξυπνη ενεργειακή και περιβαλλοντική διαχείριση σε τέσσερις χώρους στην Κοζάνη και την Καστοριά.

Περισσότεροι από 210 αισθητήρες IoT καταγράφουν σε πραγματικό χρόνο θερμοκρασία, υγρασία, συγκέντρωση CO₂, ένταση φωτισμού, επίπεδα θορύβου, κίνηση και ενεργειακή κατανάλωση. Τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω του πρωτοκόλλου MQTT και αποθηκεύονται σε βάση PostgreSQL, ενώ η πρόσβαση πραγματοποιείται μέσω PostgREST API και FIWARE NGSI-LD broker, εξασφαλίζοντας διαλειτουργικότητα βάσει των Smart Data Models. Το dashboard προσφέρει παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, έλεγχο των συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού (HVAC), καθώς και πρόβλεψη με χρήση πέντε αλγορίθμων μηχανικής μάθησης: ExtraTreesRegressor, KNeighborsRegressor, LinearRegression, RandomForestRegressor και XGBRegressor. Η συγκριτική απεικόνιση των αποτελεσμάτων επιτρέπει στους χρήστες να αξιολογούν την απόδοση των μοντέλων και να προβλέπουν μελλοντικές συνθήκες, ενισχύοντας τη λήψη αποφάσεων με ανθρώπινη παρέμβαση (human-in-the-loop).

4.6 LabTwinXR

Το LabTwinXR είναι μια εφαρμογή Εκτεταμένης Πραγματικότητας (XR), που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο ενός ψηφιακού διδύμου (Digital Twin) για έξυπνα κτίρια. Συνδέεται με ένα δίκτυο αισθητήρων IoT, οι οποίοι συλλέγουν σε πραγματικό χρόνο δεδομένα για τις περιβαλλοντικές συνθήκες του χώρου, όπως θερμοκρασία, υγρασία, φωτισμό και ποιότητα αέρα, καθώς και για την ενεργειακή κατανάλωσή του. Η εφαρμογή αξιοποιεί διαλειτουργικές ροές δεδομένων (interoperable data flows) μέσω του FIWARE NGSI-LD broker, εξασφαλίζοντας συμβατότητα με διεθνή πρότυπα και επεκτασιμότητα προς ευρύτερα οικοσυστήματα έξυπνων πόλεων. Στη λειτουργία Εικονικής Πραγματικότητας (VR), ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί σε ένα τρισδιάστατο, ακριβές μοντέλο του εργαστηρίου και να παρακολουθήσει ζωντανά δεδομένα να αποτυπώνονται στον εικονικό χώρο. Η εμπυθιστική αυτή εμπειρία ενισχύει την κατανόηση της ενεργειακής συμπεριφοράς και ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος(IEQ), μετατρέποντας τα δεδομένα σε οπτικά και χωρικά αντιληπτή γνώση.

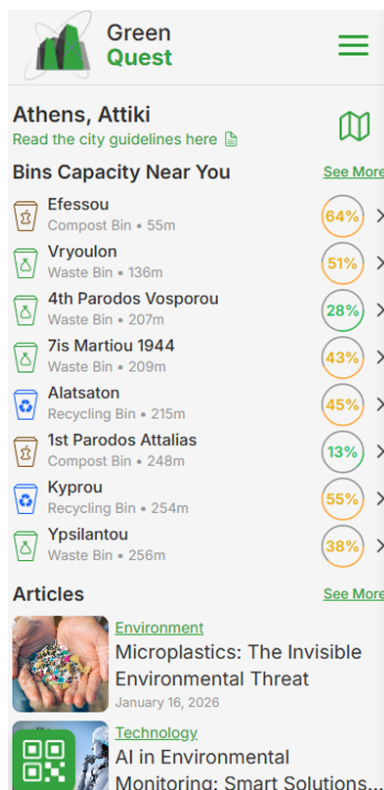
4.7 Walk & Snap (Πιλότος Κινητικότητα)



Εικόνα 1 – Αρχική οθόνη Walk&Snap

Το Walk&Snap είναι μια εφαρμογή κινητικότητας για έξυπνες πόλεις που μετατρέπει το περπάτημα σε μια διαδραστική και ανταποδοτική εμπειρία (Εικόνα 1). Βοηθά τους χρήστες να εξερευνήσουν επιλεγμένες διαδρομές πεζοπορίας με βάση την πόλη στην οποία βρίσκονται, δείχνοντας την απόσταση, τη διάρκεια και τη δυσκολία. Καθώς οι χρήστες περιηγούνται στις διαδρομές, μπορούν να δουν σημεία ελέγχου, να λαμβάνουν ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο για περιοχές με πολυκοσμία ή υψηλή κυκλοφορία και να αναφέρουν προβλήματα ή συμφόρηση. Το σύστημα διαθέτει επίσης φωτογραφικές προκλήσεις, όπου οι χρήστες κερδίζουν πόντους τραβώντας φωτογραφίες σε καθορισμένα αξιοθέατα, οι οποίες επαληθεύονται αυτόματα από το σύστημα. Η πρόοδος παρακολουθείται μέσω πόντων, εμβλημάτων και ιστορικού διαδρομών, τα οποία εμφανίζονται όλα σε ένα προσωπικό προφίλ.

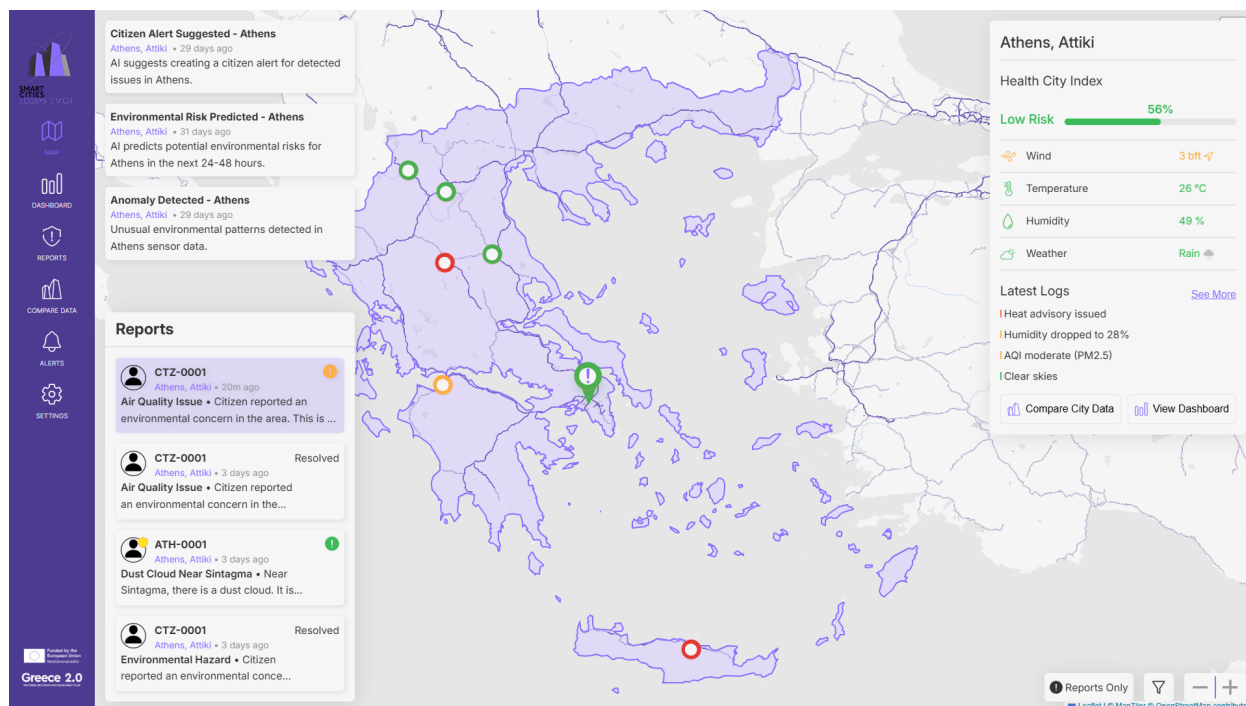
4.8 Green Quest (Πιλότος Πράσινη Ανάπτυξη)



Εικόνα 2 – Αρχική οθόνη Green Quest

Το Green Quest είναι μια πλατφόρμα Smart City που βοηθά τους κατοίκους να διαχειρίζονται τα απορρίμματα με υπευθυνότητα και να ζουν με πιο βιώσιμο τρόπο (Εικόνα 2). Χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη, καθοδηγεί τους χρήστες σχετικά με τον σωστό τρόπο απόρριψης των αντικειμένων με βάση τους τοπικούς κανόνες ανακύκλωσης. Οι χρήστες μπορούν να υποβάλλουν ερωτήσεις, να αναφέρουν προβλήματα όπως γεμάτους ή κατεστραμμένους κάδους και να έχουν πρόσβαση σε οικολογικά άρθρα που προωθούν την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Κάθε επαληθευμένη ενέργεια, όπως η ανάγνωση άρθρων ή η υποβολή χρήσιμων αναφορών, αποφέρει Eco Points και εμβλήματα που ενθαρρύνουν τη συνεχή συμμετοχή. Τα εξατομικευμένα προφίλ παρακολουθούν την πρόοδο και τα επιτεύγματα, ενώ οι ειδοποιήσεις υπενθυμίζουν στους χρήστες τις ημέρες συλλογής, τις ενημερώσεις για τους κάδους και τις πράσινες συμβουλές.

4.9 Interactive Environmental Dashboard (Πιλότος Περιβάλλον)



Εικόνα 3 – Αρχική οθόνη Interactive Environmental Dashboard

Το Interactive Environmental Dashboard (Εικόνα 3) περιλαμβάνει έναν πίνακα ελέγχου για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών δεδομένων στις πόλεις και μια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα για το κοινό. Παρουσιάζει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, διαδραστικούς χάρτες, ειδοποιήσεις με βάση τις ανάγκες των χρηστών και εργαλεία που βοηθούν τους πολίτες να παραμένουν ενημερωμένοι και ενεργοί.

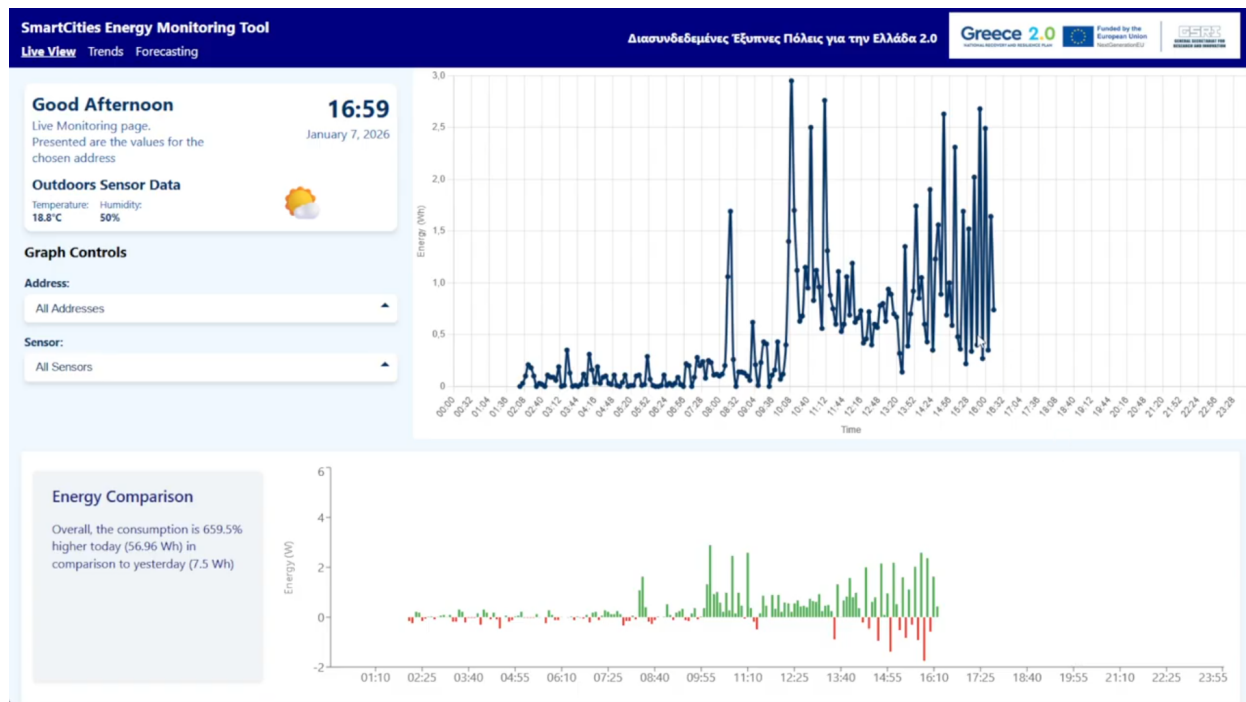
4.10 Smart Cities PMV Monitoring Tool



Εικόνα 4 – Πίνακας ελέγχου SmartCities PMV Monitoring Tool

Το PMV Monitoring Tool αποτελεί μια εφαρμογή παρακολούθησης θερμικής άνεσης που βασίζεται σε περιβαλλοντικά δεδομένα εσωτερικών χώρων (Εικόνα 4). Το σύστημα συλλέγει μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας από αισθητήρες IoT μέσω NGSI-LD broker και υπολογίζει τον δείκτη Predicted Mean Vote (PMV), παρέχοντας εκτίμηση του επιπέδου άνεσης των χρηστών σε πραγματικό χρόνο. Μέσω διαδραστικού περιβάλλοντος απεικόνισης, οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν ζωντανά δεδομένα, να αναλύουν ιστορικές χρονοσειρές και να εντοπίζουν περιόδους θερμικής δυσφορίας. Το εργαλείο υποστηρίζει τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας συστημάτων HVAC και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για ενεργειακά αποδοτική και βιώσιμη διαχείριση κτιρίων.

4.11 Smart Cities Energy Monitoring Tool



Εικόνα 5 – Πίνακας ελέγχου SmartCities Energy Monitoring Tool

Το SmartCities Energy Monitoring Tool αποτελεί μια ολοκληρωμένη υπηρεσία παρακολούθησης και ανάλυσης ενεργειακής κατανάλωσης σε κτιριακές και αστικές υποδομές (Εικόνα 5). Το σύστημα συλλέγει σε πραγματικό χρόνο μετρήσεις από ενεργειακούς αισθητήρες και μετρητές μέσω της διαλειτουργικής υποδομής NGSI-LD, επιτρέποντας την ενοποιημένη διαχείριση δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Μέσω διαδραστικών πινάκων ελέγχου, οι χρήστες μπορούν να παρακολουθούν ζωντανές τιμές, να αναλύουν ιστορικές χρονοσειρές και να συγκρίνουν πρότυπα κατανάλωσης σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα ή κτιριακές μονάδες.

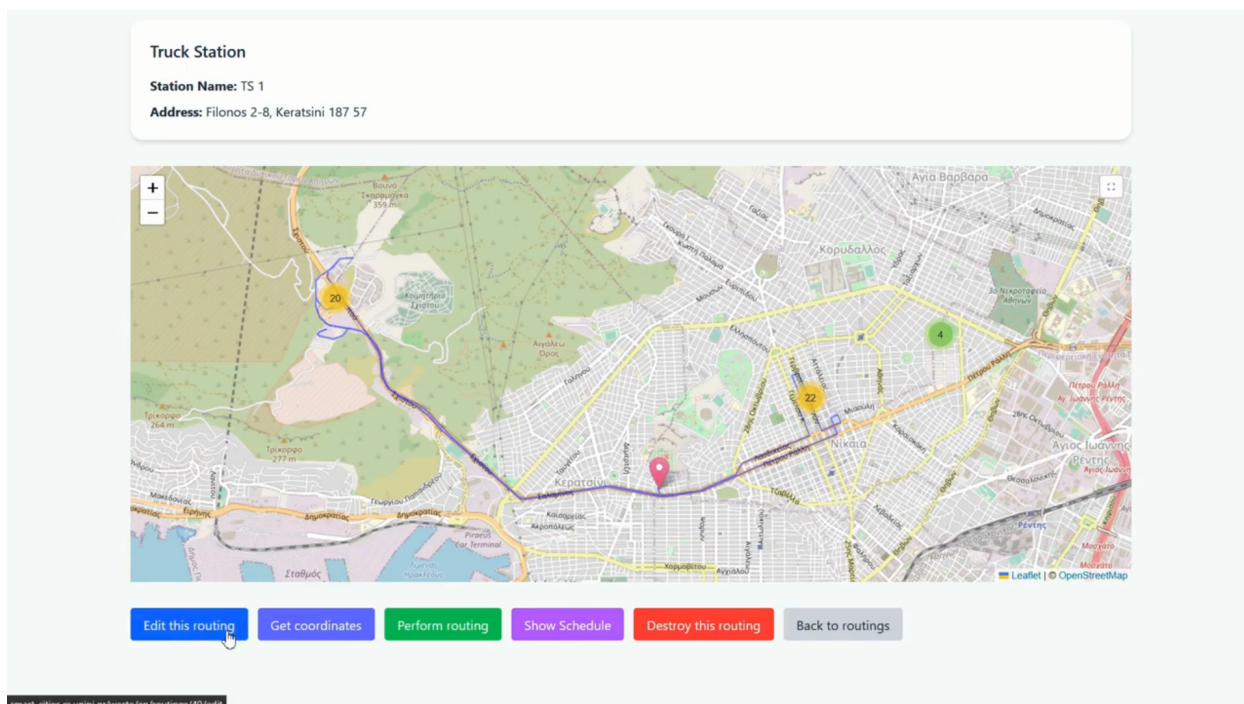
4.12 Smart Cities Wind Power Forecasting Tool



Εικόνα 6 – Πίνακας ελέγχου SmartCities Wind Power Forecasting Tool

Το Wind Power Forecasting Tool αποτελεί ένα εργαλείο πρόβλεψης παραγωγής αιολικής ενέργειας, το οποίο αξιοποιεί μετεωρολογικά δεδομένα και χαρακτηριστικά ανεμογεννητριών για την εκτίμηση της μελλοντικής ενεργειακής απόδοσης (Εικόνα 6). Το σύστημα λαμβάνει δεδομένα πρόγνωσης ταχύτητας και κατεύθυνσης ανέμου για συγκεκριμένες γεωγραφικές συντεταγμένες και τα συνδυάζει με μοντέλα καμπυλών ισχύος ανεμογεννητριών, παράγοντας ωριαίες προβλέψεις παραγωγής. Μέσω διαδραστικού περιβάλλοντος οπτικοποίησης, οι χρήστες μπορούν να αναλύουν τόσο τις τρέχουσες όσο και τις προβλεπόμενες τιμές, υποστηρίζοντας τον ενεργειακό σχεδιασμό, τη βελτιστοποίηση λειτουργίας και την αποτελεσματικότερη ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο.

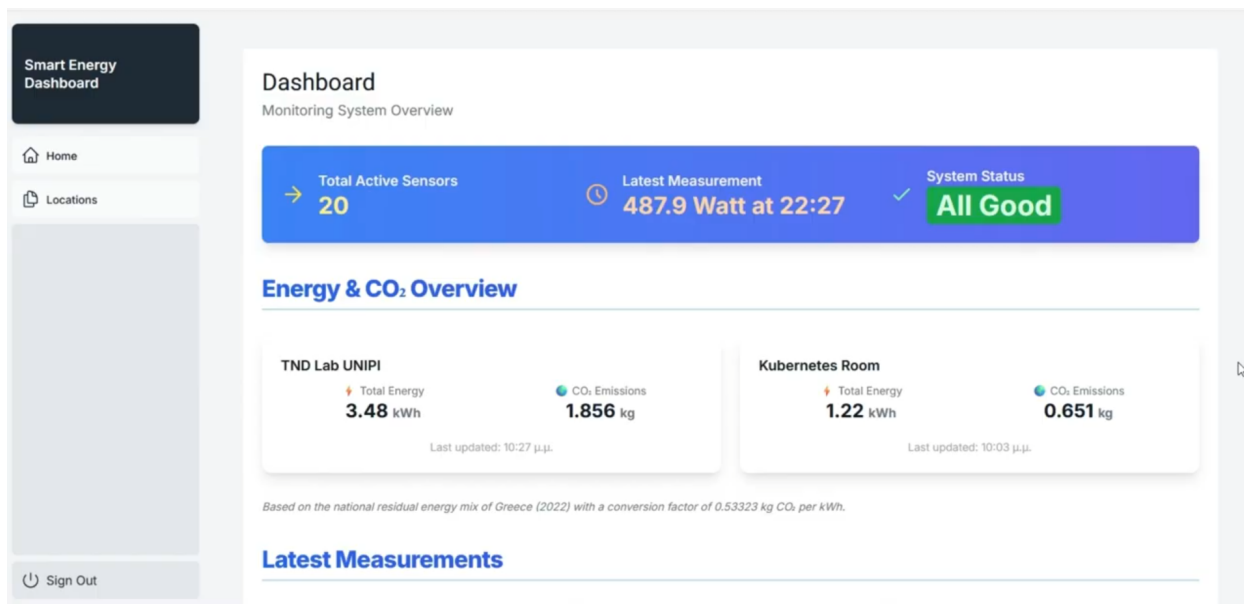
4.13 Waste Routing Tool



Εικόνα 7 – Πίνακας ελέγχου Waste Routing Tool

Το Waste Routing Tool αποτελεί ένα εργαλείο βελτιστοποίησης δρομολογίων αποκομιδής απορριμμάτων στο πλαίσιο του οικοσυστήματος Έξυπνων Πόλεων (Εικόνα 7). Το σύστημα αξιοποιεί δεδομένα από αισθητήρες πληρότητας κάδων και χωρικές πληροφορίες, τα οποία διατίθενται μέσω NGSI-LD broker, για τον δυναμικό σχεδιασμό αποδοτικών διαδρομών συλλογής. Μέσω αλγορίθμων βελτιστοποίησης τύπου Vehicle Routing Problem (VRP), υπολογίζει τις βέλτιστες διαδρομές λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς όπως χωρητικότητα οχημάτων και τρέχουσα κατάσταση κάδων. Η εφαρμογή παρέχει διαδραστική απεικόνιση των δρομολογίων σε χάρτη και υποστηρίζει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για τη μείωση κόστους, χρόνου και περιβαλλοντικού αποτυπώματος των δημοτικών υπηρεσιών.

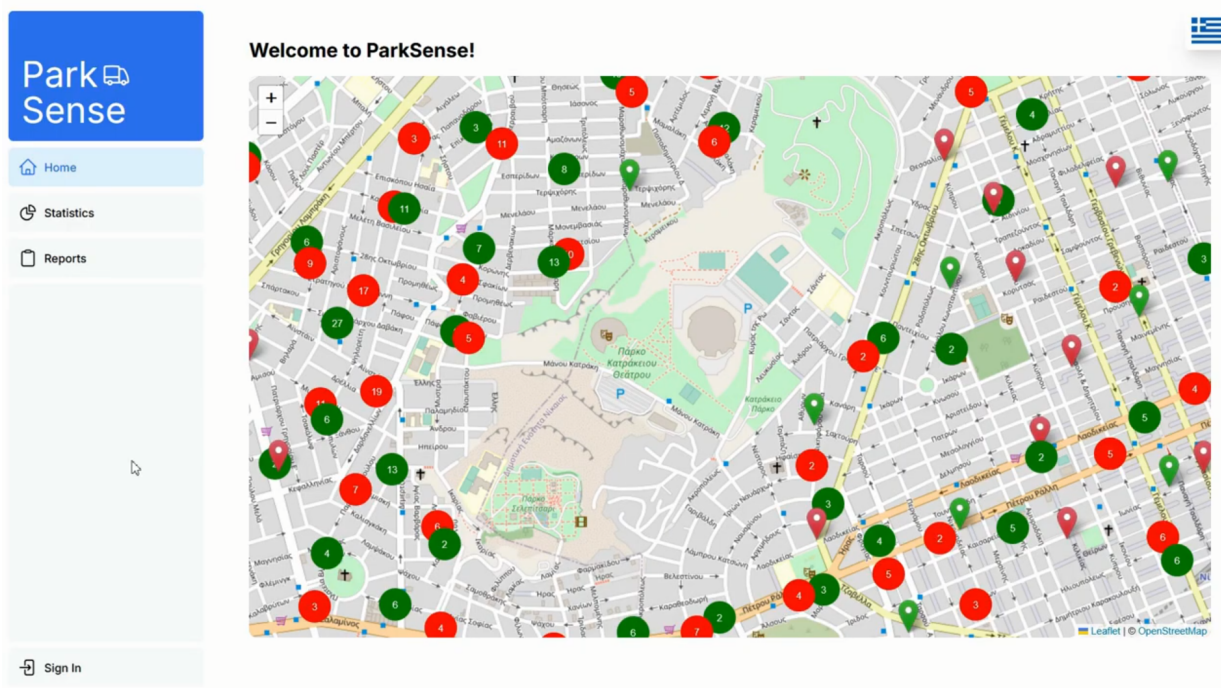
4.14 Building Energy Management



Εικόνα 8 – Αρχική οθόνη Building Energy Management

Το Building Energy Management Tool αποτελεί μια διαδικτυακή εφαρμογή παρακολούθησης και ανάλυσης ενεργειακών δεδομένων κτιρίων στο πλαίσιο του οικοσυστήματος Έξυπνων Πόλεων (Εικόνα 8). Το σύστημα συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από αισθητήρες και ενεργειακούς μετρητές μέσω NGSI-LD broker, επιτρέποντας την οπτικοποίηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, περιβαλλοντικών μετρήσεων και λειτουργικών παραμέτρων κτιρίων. Παρέχει διαδραστικά dashboards για ζωντανή παρακολούθηση, ιστορική ανάλυση χρονοσειρών και πρόβλεψη κατανάλωσης μέσω μοντέλων μηχανικής μάθησης. Στόχος του είναι η υποστήριξη ενεργειακά αποδοτικής διαχείρισης, η βελτιστοποίηση της λειτουργίας των υποδομών και η ενίσχυση της λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων από διαχειριστές και τεχνικό προσωπικό.

4.15 Parking Spot Management Tool



Εικόνα 9 – Αρχική οθόνη Parking Spot Management Tool

Το Parking Spot Management Tool αποτελεί μια εφαρμογή διαχείρισης έξυπνης στάθμευσης που αξιοποιεί δεδομένα διαθεσιμότητας θέσεων σε πραγματικό χρόνο μέσω NGSILD broker (Εικόνα 9). Το σύστημα συλλέγει και επεξεργάζεται πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση (ελεύθερη/κατειλημμένη) των θέσεων στάθμευσης και τις απεικονίζει σε διαδραστικό περιβάλλον χάρτη. Παρέχει δυνατότητα παρακολούθησης ιστορικών δεδομένων, ανάλυσης πληρότητας και υποστήριξης λήψης αποφάσεων για τη βελτιστοποίηση της χρήσης αστικών χώρων στάθμευσης. Στόχος του είναι η μείωση του χρόνου αναζήτησης θέσης, η αποσυμφόρηση του αστικού ιστού και η βελτίωση της συνολικής εμπειρίας των πολιτών.

5 Σύνοψη

Το παρόν παραδοτέο παρουσίασε το σύνολο των διαθέσιμων υπηρεσιών δεδομένων και εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο του οικοσυστήματος Έξυπνων Πόλεων, καλύπτοντας πολλαπλές ελληνικές πόλεις και θεματικούς τομείς. Η καταγραφή ανέδειξε τη γεωγραφική διασπορά των υποδομών, το εύρος των συλλεγόμενων δεδομένων και τη σταδιακή ωρίμανση των παρεχόμενων ψηφιακών υπηρεσιών.

Οι υπηρεσίες που λειτουργούν στις συμμετέχουσες πόλεις καλύπτουν κρίσιμους τομείς, όπως η περιβαλλοντική παρακολούθηση, η αστική κινητικότητα, η διαχείριση ενέργειας και η επιχειρησιακή υποστήριξη δημοτικών λειτουργιών. Παράλληλα, οι εφαρμογές που αναπτύχθηκαν αξιοποιούν τα δεδομένα αυτά μέσω μηχανισμών οπτικοποίησης, ανάλυσης και πρόβλεψης, μετατρέποντας τις ακατέργαστες μετρήσεις σε χρήσιμη και αξιοποιήσιμη πληροφορία.

Η ύπαρξη τόσο υποδομών δεδομένων όσο και εφαρμογών τελικού χρήστη καταδεικνύει τη μετάβαση από απομονωμένες πιλοτικές εγκαταστάσεις σε ένα λειτουργικό, πολυεπίπεδο οικοσύστημα. Η αξιοποίηση δεδομένων πραγματικού χρόνου, η ενσωμάτωση αναλυτικών μοντέλων και η ανάπτυξη διαδραστικών διεπαφών ενισχύουν τη δυνατότητα τεκμηριωμένης λήψης αποφάσεων και τη συμμετοχή των πολιτών.

Συνολικά, το οικοσύστημα παρουσιάζει σημαντικό βαθμό λειτουργικής ωριμότητας, ενώ δημιουργεί τις προϋποθέσεις για περαιτέρω επέκταση, ενσωμάτωση νέων πόλεων και ανάπτυξη πρόσθετων υπηρεσιών. Το παρόν παραδοτέο λειτουργεί ως τεκμηριωμένη αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης και ως βάση για τη συνέχιση και κλιμάκωση των τεχνολογικών και επιχειρησιακών δράσεων του έργου.