



Πτυχιακή εργασία

Επεξεργασία αστικού μικροκλίματος για
ποιότητα ζωής με χρήση περιβαλλοντικών
αισθητήρων χαμηλού κόστους.

ΣΚΟΥΡΤΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΑΜ: ΠΚΜ202007

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΥΛΩΝΙΤΗΣ ΜΑΡΚΟΣ

2022

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Κέρκυρα, 2022

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Υπεύθυνος καθηγητής:

Αυλωνίτης Μάρκος

Μέλος επιτροπής

Καλημέρης Αναστάσιος

Μέλος επιτροπής

Πανάρετος Αλέξανδρος

Υπογραφή

©Σκούρτη Αικατερίνη

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Σκούρτη Αικατερίνη

Υπογραφή

Περίληψη

Σκοπός της πτυχιακής ήταν η καταγραφή και ανάλυση μετρήσεων από πέντε αισθητήρες χαμηλού κόστους που κατέγραφαν περιβαλλοντικούς παραμέτρους όπως τη θερμοκρασία του αέρα, την υγρασία, τη φωτεινότητα, τα αιωρούμενα σωματίδια, το θόρυβο, το διοξείδιο του άνθρακα και τη βαρομετρική πίεση από πέντε (5) διαφορετικές τοποθεσίες στη πόλη της Κέρκυρας για μία ημέρα.

Η ανάλυση των περιβαλλοντικών δεδομένων βασίστηκε σε τεχνολογίες μηχανικής μάθησης δηλαδή σε:

- Ταξινόμηση (Classification) με κατευθυνόμενη έξοδο την τοποθεσία. Η αναγνώριση και η ταξινόμηση με βάση την τοποθεσία έγινε με ακρίβεια ίση με 99,883%. Με αυτό τον τρόπο κάθε νέος συνδυασμός μετρήσεων μπορεί να ενταχθεί σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία
- Ανάλυση συστάδων (clustering) η οποία ομαδοποίησε τα δεδομένα των πέντε τοποθεσιών σε δύο κύρια αστικά περιβάλλοντα (civil mega- environment), αρκετά διακριτά μεταξύ τους με κύριους περιβαλλοντικούς παράγοντες τα υψηλά επίπεδα TVOC και τη βαρομετρική πίεση.

Λέξεις κλειδιά : περιβαλλοντικοί αισθητήρες χαμηλού κόστους, μηχανική μάθηση, SmartCitizen, μέτρηση περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών.

Abstract

The purpose of the dissertation was to record and analyze measurements by five low-cost sensors that recorded environmental parameters such as air temperature, humidity, brightness, airborne particles, noise, carbon dioxide and barometric pressure of five (5) separate locations in the city of Corfu for a day.

The analysis of environmental data was based on machine learning technologies, such as:

- Classification with site-directed output. The identification and classification based on the location was done with an accuracy equal to 99.883%. This way each new combination of measurements can be integrated into a specific location.
- Clustering which grouped the data of the five locations in two main urban environments (civil mega-environment), quite distinct from each other with the main environmental factors of TVOC's high level and the barometric pressure.

Keywords: low-cost environmental sensors, machine learning, SmartCitizen, environmental characteristics measurement

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Abstract	6
Ευρετήριο Εικόνων	8
Εισαγωγή.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	11
1.1 Η επίδραση του περιβάλλοντος στην ποιότητα ζωής	11
1.2 Μέτρηση περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών	12
1.3 Καταγραφή Περιβαλλοντικών Δεδομένων	13
1.4 Το πρόγραμμα Smart Citizen.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ -ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ.....	26
2.1 Τεχνητή Νοημοσύνη- Artificial Intelligence (AI).....	26
2.2.Μηχανική Μάθηση	27
2.2.1 Εποπτευόμενη Μηχανική Μάθηση.....	29
Δενδρικοί Αλγόριθμοι.....	30
Ο αλγόριθμος J48.....	31
2.2.2 Μη-Εποπτευόμενη Μηχανική Μάθηση.....	31
Ο αλγόριθμος K-means.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ	41
4.1 Αποτελέσματα Μοντέλων Επιβλεπόμενης Μηχανικής Μάθησης.....	41
4.1.2 Αποτελέσματα Μοντέλων Μη Επιβλεπόμενης Μηχανικής Μάθησης	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	56
Βιβλιογραφία	59

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1- Αρχική σελίδα της πλατφόρμας του SmartCitizen.	17
Εικόνα 2- Αισθητήρες SmartCitizen σε παγκόσμια κλίμακα.....	18
Εικόνα 3- Μετρήσεις που καταγράφει το SmartcitizenKit.....	20
Εικόνα 4- Διαγράμματα μετρήσεων Φωτεινότητας (light) στο SmartCitizen.....	21
Εικόνα 5-- Διαγράμματα μετρήσεων PM 1,0 στο SmartCitizen.....	21
Εικόνα 6- Διαγράμματα μετρήσεων Θερμοκρασία αέρα (air temperature) στο SmartCitizen.....	21
Εικόνα 7- Διαγράμματα μετρήσεων Διοξείδιο του Άνθρακα (eCO2) στο SmartCitizen	22
Εικόνα 8- Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 1 στο χάρτη του SmartCitizen	23
Εικόνα 9 - Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 2 στο χάρτη του Smartcitizen	23
Εικόνα 10- Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 3 στο χάρτη του SmartCitizen.....	24
Εικόνα 11- Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 4 στο χάρτη του SmartCitizen.....	25
Εικόνα 12 - Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 7 στο χάρτη του Smartcitizen.....	25
Εικόνα 14- Η αρχή της Μηχανικής Μάθησης.....	29
Εικόνα 15- Classification Vs Regression.....	30
Εικόνα 16- Αρχικό αρχείο κατεβασμένο από τη πλατφόρμα SmartCitizen σε μορφή excel.....	33
Εικόνα 17- Μετρήσεις του αισθητήρα Κοφινέτα για τις πρωινές 10:00-12:00.....	35
Εικόνα 18- Μετρήσεις του αισθητήρα Σπηλιά για τις πρωινές 10:00-12:00.....	35
Εικόνα 19- Μετρήσεις του αισθητήρα Σπηλιά για τις πρωινές ώρες 10:00-12:00	36
Εικόνα 20- Μετρήσεις του αισθητήρα Θέατρο για τις πρωινές ώρες 10:00-12:00.....	36
Εικόνα 21- Μετρήσεις του αισθητήρα ‘Λιμάνι’ για τις πρωινές ώρες 10:00-12:00	37
Εικόνα 22- Μετρήσεις του αισθητήρα ‘Κοφινέτα’ για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00.....	37
Εικόνα 23- Μετρήσεις του αισθητήρα ‘Σπηλιά’ για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00	38
Εικόνα 24- Μετρήσεις του αισθητήρα ‘Φρούριο’ για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00	38
Εικόνα 25- Μετρήσεις του αισθητήρα ‘Θέατρο’ για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00.....	39
Εικόνα 26- Μετρήσεις του αισθητήρα ‘Λιμάνι’ για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00.....	39
Εικόνα 27- Μοντέλο ταξινόμησης αλγόριθμου J48	42
Εικόνα 28- Δέντρο αλγόριθμου J48 πρωινές ώρες 10.00-12.00.....	43
Εικόνα 29- Μοντέλο ταξινόμησης αλγόριθμου J48 24.00-02.00	44
Εικόνα 30- Δέντρο αλγόριθμου J48 βραδινές ώρες 24.00-02.00.....	45
Εικόνα 31- Περιβαλλοντικά δεδομένα	47
Εικόνα 32- Μοντέλο αλγόριθμου k-means	48
Εικόνα 33- Οπτικοποίηση clusters.....	49
Εικόνα 34- Οπτικοποίηση clusters ως προς τη βαρομετρική πίεση.....	50
Εικόνα 35- Οπτικοποίηση clusters ως προς το TVOC	50
Εικόνα 36- Οπτικοποίηση clusters ως προς το θόρυβο	51

Εικόνα 37- Μοντέλο αλγόριθμου k-means βραδινές ώρες 12.00-02.00.....	52
Εικόνα 38-: Οπτικοποίηση clusters κατά τις βραδινές ώρες.....	53
Εικόνα 39- Οπτικοποίηση clusters ως προς τη βαρομετρική πίεση.....	54
Εικόνα 40- Οπτικοποίηση clusters ως προς τη θερμοκρασία.....	54

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί η πληροφόρηση με στόχο την ευαισθητοποίηση και ενημέρωση των πολιτών για τη προστασία του περιβάλλοντος. Η ανάπτυξη της περιβαλλοντικής συνείδησης αποτελεί μείζον θέμα της σύγχρονης εποχής με απώτερο σκοπό την υιοθέτηση νέων συμπεριφορών και στάσεων που ευνοούν την διατήρηση του περιβάλλοντος και της ζωής.

Παράλληλα παρουσιάζεται τεχνολογική πρόοδος, και μια σύνδεση μεταξύ της τεχνολογίας και του περιβάλλοντος. Προηγμένα τεχνολογικά εργαλεία βοηθούν την ανθρωπότητα όπως η τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence -AI), η μηχανική μάθηση και η γεωγραφική χαρτογράφηση για την ενημέρωση, αναγνώριση και αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Σήμερα που η διατήρηση του περιβάλλοντος, των πόρων ,και η ποιότητα ζωής είναι ζωτικής σημασίας κρίνεται αναγκαία η χρήση λύσεων υψηλής αλλά κυρίως χαμηλής τεχνολογίας για να μπορούν όλοι να συμβάλλουν στη προσπάθεια να κάνουν τον πλανήτη πιο βιώσιμο ώστε να εξασφαλιστεί ένα καλύτερο βιοτικό επίπεδο για τους πολίτες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

1.1 Η επίδραση του περιβάλλοντος στην ποιότητα ζωής

Η ποιότητα του περιβάλλοντος είναι ένα σύνολο γενικών ή ειδικών χαρακτηριστικών που επηρεάζουν τον άνθρωπο και άλλους οργανισμούς. Περιλαμβάνει το φυσικό περιβάλλον και το δομημένο περιβάλλον, όπως ο αέρας, το νερό, η ηχορύπανση και η θερμοκρασία, χαρακτηριστικά που μπορούν να προκαλέσουν επιπτώσεις στη σωματική κ ψυχική υγεία (Diener E., 1997).

Η ποιότητα ζωής των ανθρώπων επηρεάζεται σωματικά και ψυχολογικά από τις συνθήκες ποιότητας του περιβάλλοντος, ως εκ τούτου η προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών μας πόρων παραμένει μακροπρόθεσμη προτεραιότητα τόσο για τη γενιά μας όσο και για τις επόμενες. (Van Liere & Dunlap, 1980).

Ένα παρθένο περιβάλλον προσφέρει την αίσθηση της ικανοποίησης, βελτιώνει την ψυχική ευεξία, επιτρέπει στους ανθρώπους να αναρρώσουν από το άγχος της καθημερινότητας και να πραγματοποιούν σωματική δραστηριότητα. Η πρόσβαση σε πάρκα, κήπους, πλατείες με πράσινο για παράδειγμα, είναι απαραίτητο συστατικό για τη καλή ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Επίσης, οι οικονομίες μας βασίζονται όχι μόνο σε υγιείς και παραγωγικούς εργαζόμενους αλλά και σε φυσικούς πόρους όπως το νερό, η ξυλεία, η αλιεία, τα φυτά και οι καλλιέργειες.

Σήμερα που η κλιματική αλλαγή είναι εμφανή όσο ποτέ, η παρακολούθηση κ η ανάλυση των περιβαλλοντικών δεδομένων όσο κ των διαθέσιμων φυσικών πόρων είναι ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των ανθρώπων για τη προστασία και τη παρακολούθηση του περιβάλλοντος. Σε συνδυασμό με την γρήγορη ανάπτυξη της τεχνολογίας η μέτρηση περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών και η εξόρυξη γνώσης από την ανάλυση των δεδομένων μπορεί να επιφέρει άμεσα αποτελέσματα με πιο πρακτικό και οικονομικό τρόπο.



1.2 Μέτρηση περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών

«Ο περιβαλλοντικός δείκτης είναι μια αριθμητική τιμή που βοηθά στην παροχή πληροφοριών για την κατάσταση του περιβάλλοντος ή της ανθρώπινης υγείας. Οι δείκτες αναπτύσσονται με βάση ποσοτικές μετρήσεις ή στατιστικές της περιβαλλοντικής κατάστασης που παρακολουθούνται με την πάροδο του χρόνου. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες μπορούν να αναπτυχθούν και να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλη ποικιλία γεωγραφικών κλιμάκων, από τοπικό έως περιφερειακό έως εθνικό επίπεδο» (EPA Environmental Indicators Gateway.)

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες είναι χρήσιμοι για τον έλεγχο της περιβαλλοντικής απόδοσης και για τη στοχευμένη πρόοδο συγκεκριμένων περιοχών. .

1.3 Καταγραφή Περιβαλλοντικών Δεδομένων

Η καταγραφή περιβαλλοντικών δεδομένων συνδέεται με τη ποιότητα του περιβάλλοντος όσο σε τοπικό , εθνικό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο. Στη συνέχεια αναφέρονται περιβαλλοντικοί δείκτες που η καταγραφή και η παρατήρησή τους, παίζουν σημαντικό ρόλο στη ποιότητα ζωής όχι μόνο του του περιβάλλοντος αλλά και του ανθρώπου.

Θερμοκρασία αέρα (air temperature) προσδιορίζει πόσο ζεστός ή κρύος είναι ο αέρας, μονάδα μέτρησης είναι Κελσίου (°C) ή σε Φαρενάιτ (°F). Είναι η μία παράμετρος για τη πρόγνωση του καιρού. Η θερμοκρασία του αέρα εξαρτάται από την ποσότητα και τη δύναμη του ηλιακού φωτός που προσπίπτει στη γη, και από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, όπως η νεφοκάλυψη και η υγρασία, που παγιδεύουν τη θερμότητα

Ο ήχος (noise) έχει μονάδα μέτρησης τα Decibel (dB). Τα dB μετρούν τη διαφορά ηχητικής πίεσης μεταξύ της μέσης τοπικής πίεσης και της πίεσης στο ηχητικό κύμα.(Yost, William 1985. Fundamentals of Hearing). **Η ηχορύπανση** ένας ενοχλητικός και επικίνδυνος ήχος που προκαλείται από τον άνθρωπο, τα ζώα, και τις μηχανές, εμφανίζεται κυρίως στις αστικές πόλεις. Αρκετές μελέτες αναφέρουν ότι υπάρχει σχέση μεταξύ του θορύβου και διαφόρων ασθενειών όπως μερική ή ολική απώλεια ακοής, υπέρταση καθώς και ψυχολογικές επιπτώσεις άγχος ,εκνευρισμός κλπ. Υπάρχουν ευπαθείς ομάδες που υποφέρουν περισσότερο από την υψηλή στάθμη του θορύβου, δεν μπορούν να ηρεμήσουν και πολλές φορές δεν μπορούν να αποδώσουν στην εργασία τους ιδίως όταν η εργασία τους είναι πνευματική. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (Π.Ο.Υ.) η ηχορύπανση, έρχεται δεύτερη στην κατάταξη των περιβαλλοντικών κινδύνων για την υγεία. Πηγές θορύβου εντοπίζονται στην κυκλοφορία των μέσων μεταφοράς και κυρίως στις εγκαταστάσεις των βιομηχανικών συγκροτημάτων. Θόρυβο επίσης προκαλούν οι οικιακές συσκευές αλλά και οι επιχειρήσεις που αφορούν τη διασκέδαση ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες σε τουριστικούς προορισμούς. Το πρόβλημα εντοπίζεται

κυρίως όταν οι επιχειρήσεις έχουν μεταφερθεί στον αστικό ιστό και η ποιότητα ζωής των μόνιμων κατοίκων υποβαθμίζεται αισθητά.

Υγρασία (humidity) είναι η παρουσία υδρατμών στην ατμόσφαιρα . Όσο περισσότερο νερό εξατμίζεται σε μια δεδομένη περιοχή, τόσο περισσότεροι υδρατμοί ανεβαίνουν στον αέρα και τόσο μεγαλύτερη είναι η υγρασία αυτής της περιοχής (Wyer, Samuel S. 1906). Μονάδα μέτρησης είναι g/m^3 .

Η υγρασία είναι απαραίτητη για την ομαλή λειτουργία του οργανισμού αλλά μπορεί να αποδεικτική μοιραία όταν η τιμή της ξεπερνά ή είναι πολύ χαμηλή από τα φυσιολογικά επίπεδα. Πολλές έρευνες της Ευρωπαϊκής Εταιρίας Αλλεργιολογίας και Κλινικής Ανοσολογίας, επισημαίνουν πως « στα αναπνευστικά προβλήματα συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό οι μύκητες (εσωτερικών και εξωτερικών χώρων) που αναπτύσσονται λόγω υγρασίας». Ο υγρός καιρός εκτός από τα αναπνευστικά προβλήματα πυροδοτεί πόνο στις αρθρώσεις , ημικρανίες και καρδιολογικά προβλήματα. Ύστερα από μελέτη της Α΄ Πανεπιστημιακής Καρδιολογικής Κλινικής του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών ((Ιπποκράτειο Νοσοκομείο) έφτασαν στο συμπέρασμα ότι την περίοδο του χειμώνα που τα επίπεδα υγρασίας είναι υψηλά το ποσοστό θανάτων από οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου είναι περίπου 32% μεγαλύτερος σε σύγκριση με το καλοκαίρι.

Φωτεινότητα: Το Lux είναι ένα μέτρο του πόσο φως διαχέεται σε μια δεδομένη περιοχή. Μια καθαρή νύχτα με πανσέληνο διαχέεται περίπου 1 lux, μέσα σε ένα κτίριο γραφείων διαχέονται συνήθως 400 lux και μια φωτεινή μέρα μπορεί να διαχέονται πάνω από 20000 lux.(πηγή:Smartcitizen)

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) : είναι ένα άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Παράγεται κατά τις καύσεις και αποτελεί πρώτη ύλη για την φωτοσύνθεση. Η αύξηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα συντελεί στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και

των κλιματικών αλλαγών . Η έντασή του έχει ως επίπτωση την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας η οποία ευθύνεται για την εμφάνιση ακραίων καιρικών συνθηκών όπως καύσωνες, τυφώνες, πλημμύρες κλπ.

«Το διοξείδιο του άνθρακα και οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας εγκλωβίζουν ένα μέρος των υπέρυθρων ακτινών και έτσι η Γη θερμαίνεται (μέση θερμοκρασία, στην επιφάνεια, 15 οC περίπου). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου.» (Βιβλίο Χημεία Β΄ Γυμνασίου).

Το CO₂ είναι κατά κύριο λόγο ένα υποπροϊόν του ανθρώπινου μεταβολισμού και εκπέμπεται συνεχώς στο εσωτερικό περιβάλλον από τους ενοίκους του κτιρίου.

Οι συσχετίσεις υψηλότερων συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα σε εσωτερικούς χώρους με μειωμένη απόδοση εργασίας και αυξημένα συμπτώματα υγείας έχουν αποδοθεί στη συσχέτιση του CO₂ εσωτερικών χώρων με τις συγκεντρώσεις άλλων ατμοσφαιρικών ρύπων που επηρεάζονται επίσης από τα ποσοστά αερισμού εξωτερικού αέρα

Οι καύσεις για τη παραγωγή ενέργειας, η αύξηση της κτηνοτροφίας και η αποψίλωση των δασών είναι κάποιες από τις σημαντικότερες αιτίες για την αύξηση των εκπομπών.

TVOC: Ολικές πτητικές οργανικές ενώσεις (Total Volatile Organic Compounds) είναι μια κατηγορία πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC's) που αντιπροσωπεύουν μια ολόκληρη ομάδα ρύπων. Αρκετές ουσίες όπως το φυσικό αέριο μπορεί να ταξινομηθεί ως πτητική οργανική ένωση.

Αιωρούμενα σωματίδια (Particulate Matter-PMs): είναι μικρά στερεά ή υγρά αιωρήματα που βρίσκονται διασκορπισμένα στην ατμόσφαιρα, θεωρούνται ρύποι με διαφορετική σύνθεση, μέγεθος και σχήμα και είναι επιβλαβή για το περιβάλλον και την υγεία.(Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)

Τα πιο μεγάλα σε μέγεθος σωματίδια όπως είναι η σκόνη δεν μπορούν να προσπεράσουν την άμυνα προστασίας της μύτης και του φάρυγγα και σχεδόν δεν φτάνουν στους πνεύμονες οπότε δεν θεωρούνται επικίνδυνα. Από την άλλη τα μικρότερα σε διάμετρο αιωρούμενα σωματίδια **PM10** (με διάμετρο 10μm) είναι επιζήμια για την ανθρώπινη υγεία επειδή καταφέρνουν να διεισδύσουν στο αναπνευστικό σύστημα προξενώντας δύσπνοια και αδιαθεσία. Άλλη μια κατηγορία είναι η **PM2,5** τα οποία είναι μικρά σωματίδια (διάμετρο 2,5μm) που δημιουργούνται από εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, παράγωγα εξατμίσεων, καύσης ξύλου και πετρελαίου για θέρμανση και μπορούν να μεταφερθούν με τον αέρα σε ακτίνα εκατό χιλιομέτρων. Η έκθεση σε αυτά τα μικροσωματίδια μπορεί να προκαλέσει δερματολογικές παθήσεις μέχρι και καρκίνο του πνεύμονα. «Η μακροχρόνια εισπνοή των PM2.5 που προέρχονται από την καύση κάρβουνου και δευτερευόντως από τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα είναι η υπεύθυνη για την αύξηση των θανάτων από στεφανιαία νόσο» (Environmental Health Perspectives, 2015). Επόμενη κατηγορία και πιο επικίνδυνη είναι η **PM1,0**, διότι εισχωρεί βαθιά στους πνεύμονες και διεισδύει στην κυκλοφορία του αίματος με αποτέλεσμα να προκαλούνται αναπνευστικά και καρδιαγγειακά νοσήματα όπως χρόνια άσθμα και έμφραγμα αντίστοιχα.

Βαρομετρική πίεση (Barometric pressure) «ονομάζεται η πίεση που ασκεί η ατμόσφαιρα με το βάρος της στην επιφάνεια της Γής.»

Όταν η Βαρομετρική Πίεση είναι υψηλή, η πίεση πιέζει περισσότερο το σώμα μας ένα παράδειγμα είναι ότι περιορίζει την έκταση του ιστού που μπορεί να επεκταθεί. Από την άλλη πλευρά, όταν η ατμοσφαιρική πίεση της ατμόσφαιρας είναι χαμηλή, επιτρέπει στους ιστούς του σώματός μας να φουσκώνουν περισσότερο έτσι προκαλείται μεγαλύτερη πίεση στα νεύρα και σε άλλα σημεία του σώματός μας. Αν και η επίπτωση είναι εξαιρετικά μικροσκοπική, μερικές φορές φτάνει για τους ανθρώπους να αισθάνονται μικρές αλλαγές στις αρθρώσεις τους. Τα άτομα με ήδη πόνο στις αρθρώσεις είναι συνήθως αυτά που αισθάνονται αυτή την

αλλαγή λόγω ότι τα νεύρα τους είναι συχνά πιο ευαίσθητα από το κανονικό (Smartcitizen Platform).

1.4 Το πρόγραμμα Smart Citizen

Πλέον πολλές πόλεις στρέφονται σε προγράμματα «έξυπνης πόλης» (smartcity) τόσο παγκοσμίως όσο και στην Ελλάδα για να βελτιώσουν τη ποιότητα και το τρόπο ζωής των πολιτών. Το Smart Citizen είναι μια ανοιχτή πλατφόρμα πληροφοριών που προσφέρει μια εναλλακτική λύση στα κεντρικά συστήματα παραγωγής και διαχείρισης δεδομένων που χρησιμοποιούνται από τις μεγάλες εταιρείες και αποτελούν την κινητήρια δύναμη πίσω από την ιδέα της έξυπνης πόλης.



Εικόνα 1- Αρχική σελίδα της πλατφόρμας του SmartCitizen.

“We empower communities to better understand their environment”

-FabLab Barcelona-

Το Smart Citizen αναπτύχθηκε από το FabLab Barcelona στο Ινστιτούτο Προηγμένης Αρχιτεκτονικής της Καταλονίας (Institute for Advanced Architecture of Catalonia) το 2012 με σκοπό ακόμα και ο απλός πολίτης εύκολα με το δικό του οικονομικό σύστημα να μπορεί να παρατηρεί και να καταγράφει τις περιβαλλοντικές μετρήσεις με αισθητήρες. Όραμα να κτίσει τη σχέση μεταξύ ανθρώπων, περιβάλλοντος και τεχνολογίας μέσω από τη γνώση και την ανταλλαγή πληροφοριών .Είναι μια πλατφόρμα που συλλέγει τα δικά της δεδομένα με ακρίβεια από το περιβάλλον χρησιμοποιώντας τη γεωγραφική θέση του κάθε συστήματος , τη σύνδεση στο διαδίκτυο με λογισμικό ανοιχτού τύπου κώδικα και τη χρήση της online πλατφόρμας. Οι δημιουργοί πιστεύουν ότι τα δεδομένα είναι ζωτικής σημασίας για την ενημέρωση και τη συμμετοχή της κοινότητας σε όλα τα επίπεδα , απώτερος σκοπός είναι η αφύπνιση των πολιτών και της κοινωνίας για να συνδράμουν στην προστασία του οικοσυστήματος.



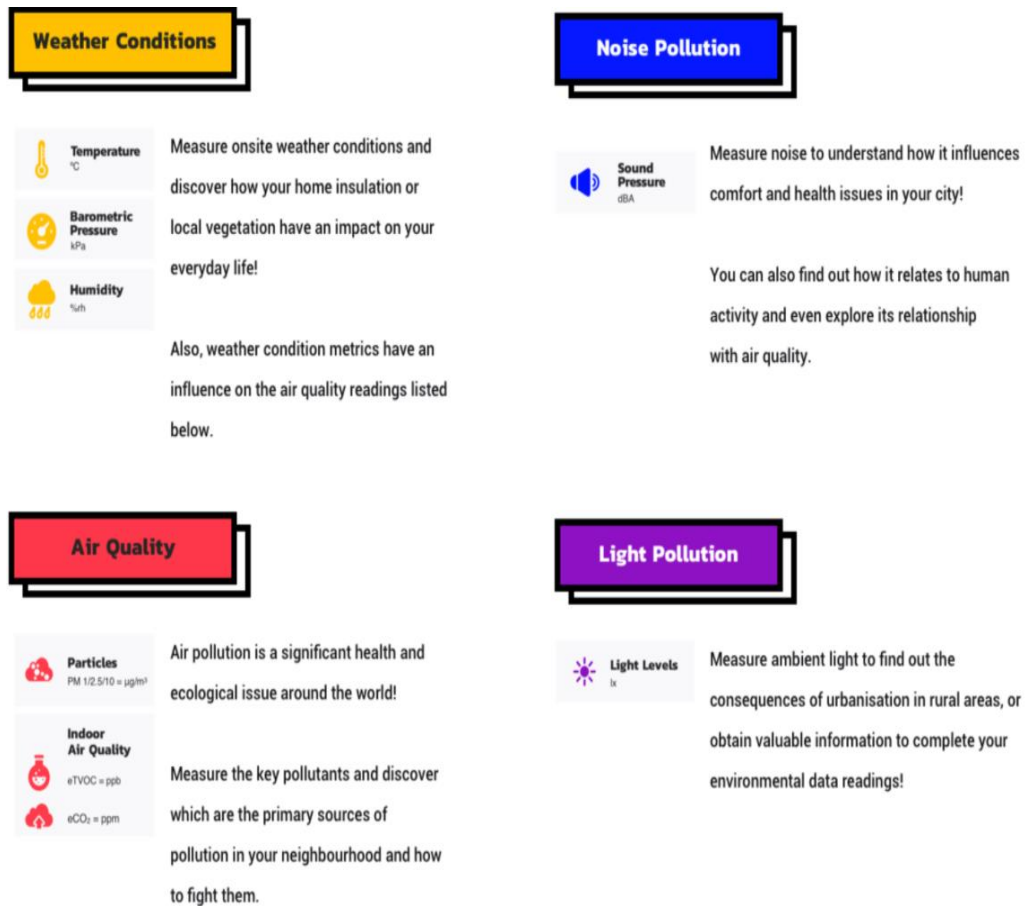
Εικόνα 2- Αισθητήρες SmartCitizen σε παγκόσμια κλίμακα

Έχει περισσότερους από εννιά χιλιάδες εγγεγραμμένους χρήστες ,σχεδόν δύο χιλιάδες αισθητήρες πάνω σε σχεδόν σαράντα χώρες (<https://smartcitizen.me/>). Το λογισμικό είναι ελεύθερο για χρήση σε συνδυασμό με την αγορά χαμηλού κόστους αισθητήρα (SmartCitizenKit) που έρχεται μαζί με οδηγό βήμα προς βήμα για την ολοκλήρωση βασικών

εργασιών, εγκατάσταση/αναβάθμιση του λογισμικού και χρήση του αισθητήρα. Επιπλέον υπάρχει μια online platform με online forum όπου ο κάθε χρήστης μπορεί να ενημερωθεί για τις αναβαθμίσεις του λογισμικού και να ανταλλάξει πληροφορίες και προβληματισμούς με τους χρήστες.

Ο κάθε χρήστης μπορεί να παρατηρήσει στο smartcitizen.me/kits/ τις μετρήσεις για :

- Θερμοκρασία αέρα
- Σχετική υγρασία
- Επίπεδα θορύβου
- Φωτεινότητα
- Βαρομετρική πίεση και ύψος από τη στάθμη της θάλασσας
- Διοξείδιο του άνθρακα
- Αιωρούμενα σωματίδια σε μεγέθη PM1.0, PM2.5 και PM10

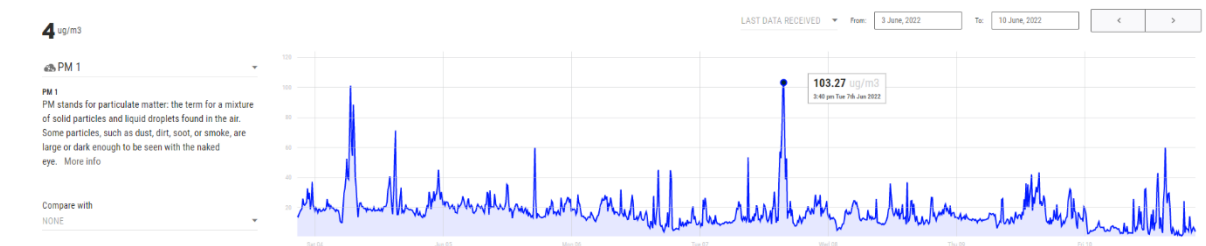


Εικόνα 3- Μετρήσεις που καταγράφει το SmartcitizenKit

Στην online πλατφόρμα ο χρήστης με μία εγγραφή μπορεί να γίνει μέλος δωρεάν και να διαλέξει ανάμεσα από πολλούς αισθητήρες ποιον θέλει να παρακολουθήσει. Έχει τη δυνατότητα να δει οπτικοποιημένα με διαγράμματα μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο και πληροφορίες για την κατάσταση του αισθητήρα που έχει επιλέξει. Ο κάθε αισθητήρας μετρά περίπου μια τιμή ανά λεπτό και οι τιμές μπορούν να αποσταλούν στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο που έχει χρησιμοποιηθεί κατά την εγγραφή στη πλατφόρμα ή να τα δει στο Smartcitizen οπτικοποιημένα κάπως έτσι:



Εικόνα 4- Διαγράμματα μετρήσεων Φωτεινότητας (light) στο SmartCitizen



Εικόνα 5-- Διαγράμματα μετρήσεων PM 1,0 στο SmartCitizen



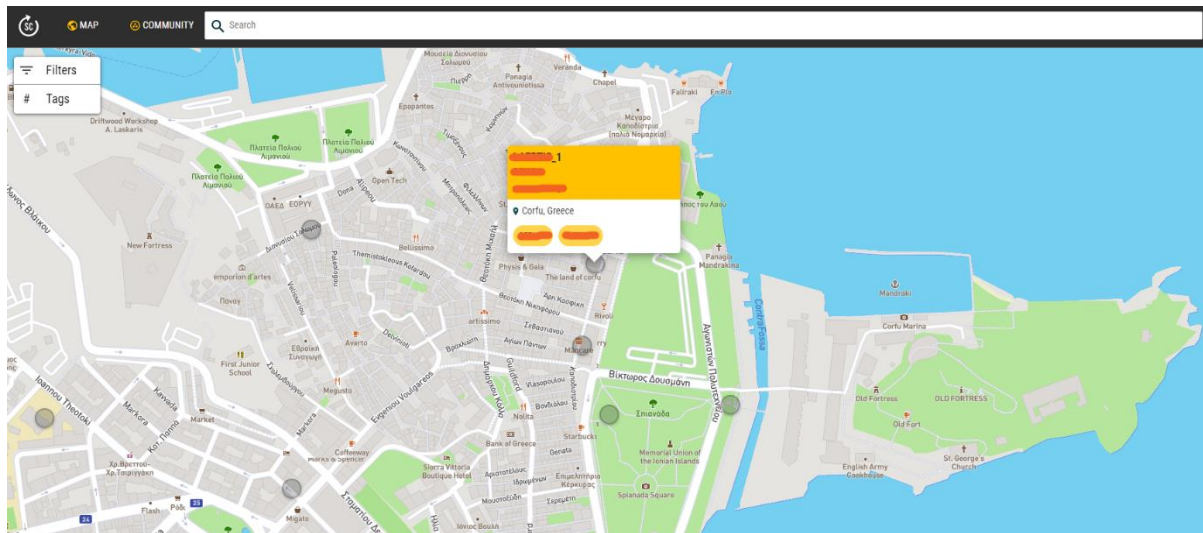
Εικόνα 6- Διαγράμματα μετρήσεων Θερμοκρασία αέρα (air temperature) στο SmartCitizen



Εικόνα 7- Διαγράμματα μετρήσεων Διοξειδίου του Άνθρακα (eCO2) στο SmartCitizen

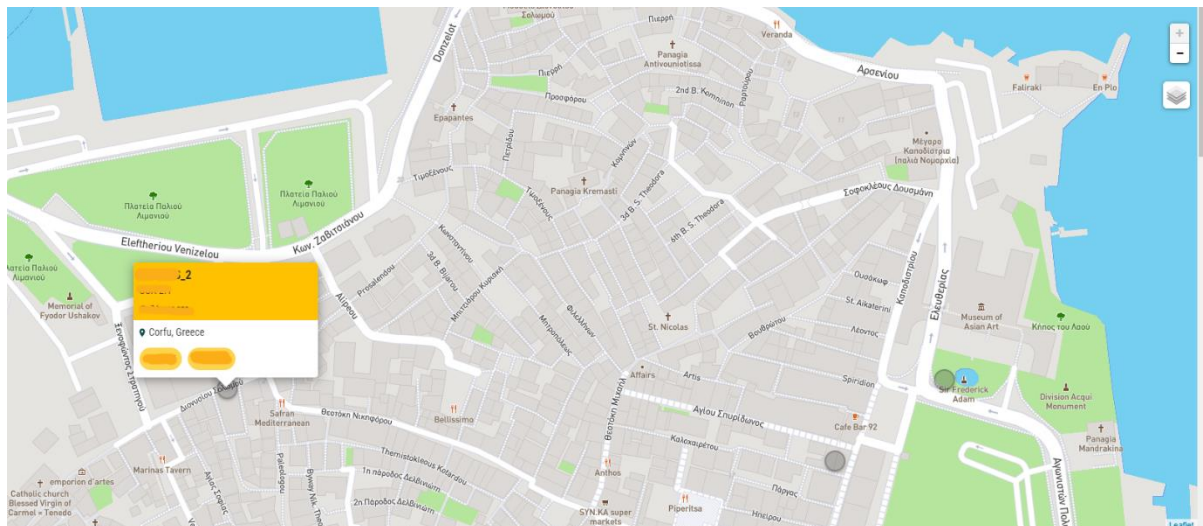
Για τη συγκεκριμένη πτυχιακή χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις της θερμοκρασίας του αέρα, της υγρασίας, της φωτεινότητας, των αιωρούμενων σωματιδίων, του θορύβου, του διοξειδίου του άνθρακα και της βαρομετρικής πίεσης από πέντε αισθητήρες τοποθετημένους σε πέντε διαφορετικά σημεία στο νησί της Κέρκυρας. Πιο συγκεκριμένα οι αισθητήρες βρίσκονται σε κεντρικούς ή παράδρομους στο κέντρο της Παλαιάς Πόλης. Έπιλέξαμε μετρήσεις από τις 13 Σεπτεμβρίου διότι η επισκεψιμότητα του νησιού αυτό το μήνα δεν είναι ούτε σε υψηλά αλλά ούτε και σε χαμηλά επίπεδα. Τι μέρα τη διαλέξαμε επειδή δεν έλειπαν τιμές (missing values) και μπορέσαμε να τραβήξουμε ισόποσα δεδομένα και από τους 5 αισθητήρες, με την ίδια ώρα (πιθανότητα απόκλισης μερικών δευτερολέπτων) και κοινή ημερομηνία.

Το Νούμερο 1 SmartcitizenKit είναι τοποθετημένο σε ένα ‘καντούνι’ (επτανησιακό ιδίωμα για το στενό δρόμο/σοκάκι) στη κεντρική πλατεία του νησιού ‘listón’. Στο καντούνι λόγω της δομής των κτηριών το φώς του ήλιου πέφτει ελάχιστα. Επίσης δεν θεωρείται πολυσύχναστο αλλά οι παράλληλοι παράδρομοι σε αυτό οδηγούν σε μέρη με έντονο τουριστικό ενδιαφέρον. Ένα παράδειγμα είναι η εκκλησία του Αγίου Σπυρίδωνα σήμα κατατεθέν για το νησί των Φαιάκων με επισκεψιμότητα σχεδόν όλο το χρόνο. Ακόμα μερικά μέτρα πιο κάτω υπάρχουν μαγαζιά εστίασης, ένδυσης και μία τράπεζα με περισσότερο κίνηση έξι μήνες το χρόνο.



Εικόνα 8- Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 1 στο χάρτη του SmartCitizen

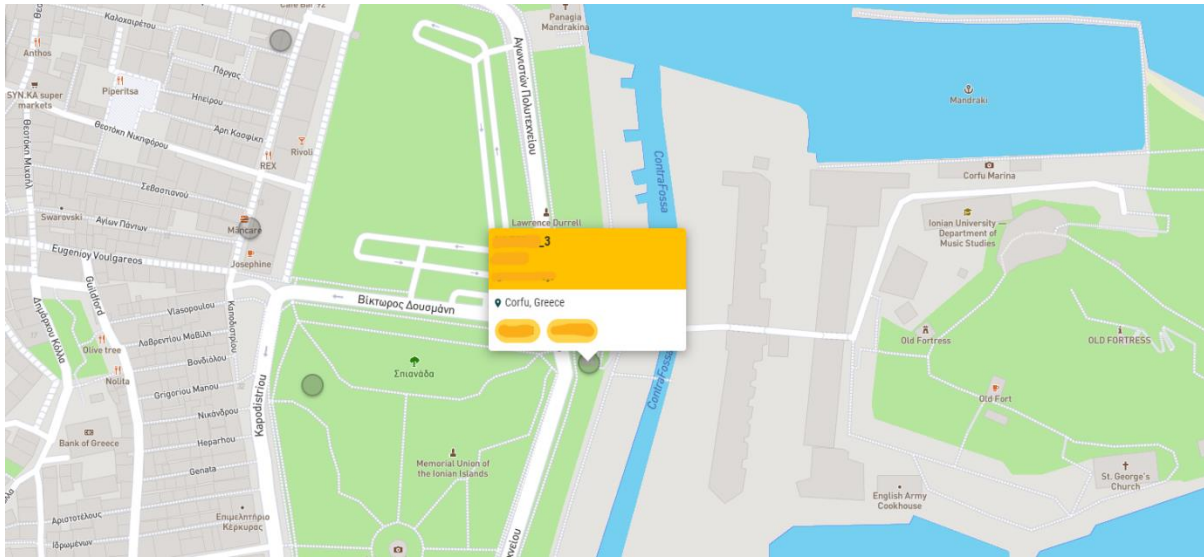
Το **Νούμερο 2 SmartCitizenKit** βρίσκεται επί της οδού Διονυσίου Σολωμού στη Σπηλιά, ένας πεζόδρομος σταυροδρόμι με τουριστική κίνηση, μαγαζιά, υπηρεσίες κ χώρους εστίασης. Έχει περιορισμένη διέλευση αυτοκινήτων και μηχανών και είναι πιο εύκολα προσβάσιμος για πεζούς. Ο αισθητήρας έχει εγκατασταθεί πάνω από το “Κοινοφελές Παντοπωλείο”, μερικά μέτρα μακριά από το Νέο Φρούριο και τη θάλασσα.



Εικόνα 9- Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 2 στο χάρτη του Smartcitizen

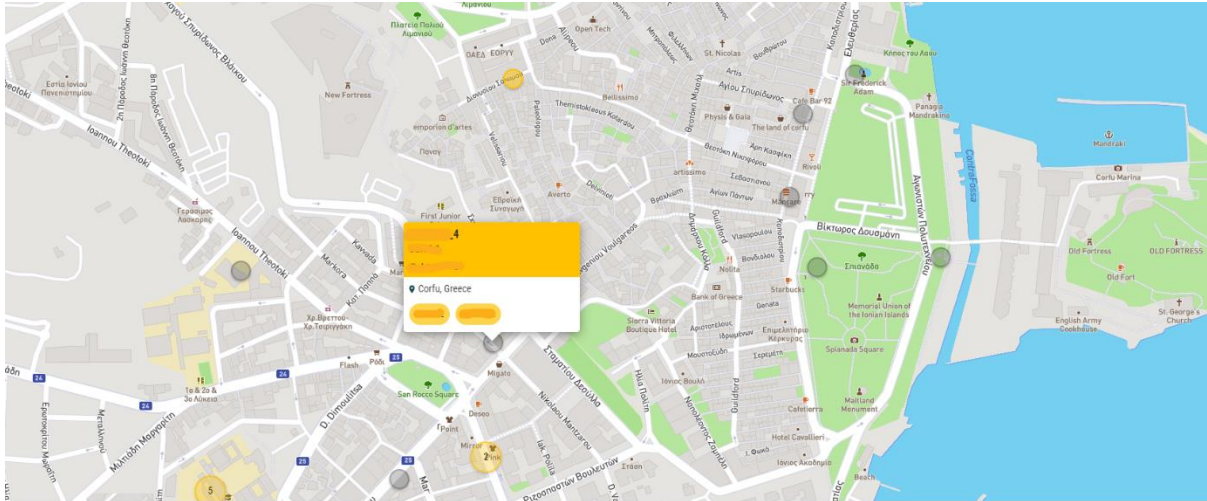
Το **Νούμερο 3 SmartCitizenKit** είναι στην είσοδο του Παλαιού Φρουρίου εκεί όπου εκδίδονται τα εισιτήρια για να μπορεί να εισέλθει κανείς στο χώρο του μνημείου. Τα εκδοτήρια

είναι στην πύλη του φρουρίου ανάμεσα από την Οδό Αγωνιστών Πολυτεχνείου και από μικρή βλάστηση μερικά μέτρα πιο ψηλά από την επιφάνεια της θάλασσας. Η Αγωνιστών Πολυτεχνείου είναι ένας κεντρικός δρόμος μονής κυκλοφορίας με αρκετή κίνηση και χώρο στάθμευσης επιβατικών αυτοκινήτων και τουριστικών λεωφορείων. Κόσμος επισκέπτεται το Παλιό Φρούριο από τις πρωινές μέχρι και τις νυχτερινές ώρες.



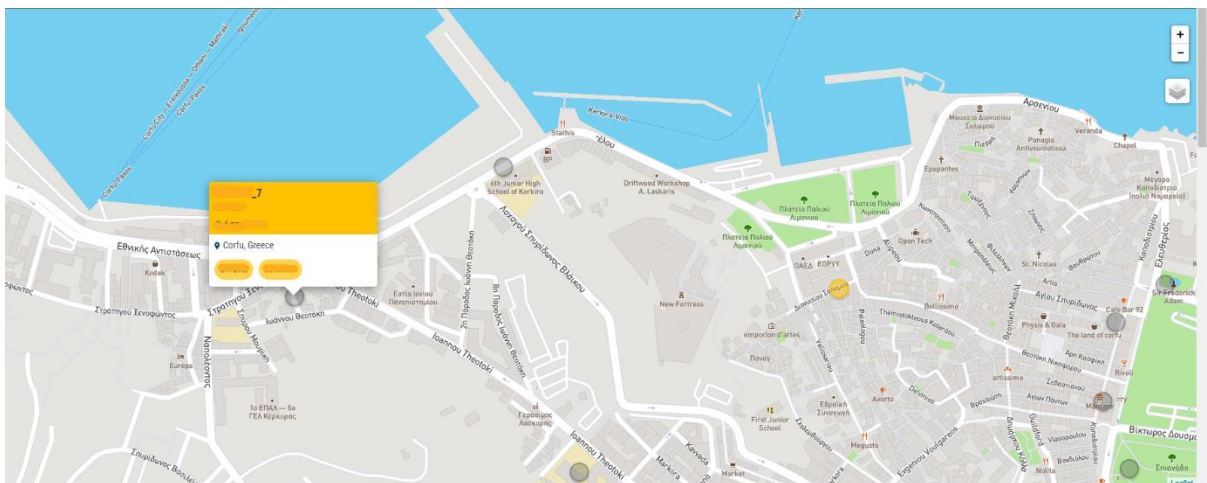
Εικόνα 10- Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 3 στο χάρτη του SmartCitizen

Το **Νούμερο 4 SmartCitizenKit** έχει τοποθετηθεί στην άνοδο της οδού Νικολάου Μάντζαρου καθέτως της Γεωργίου Θεοτόκη. Είναι ένας δρόμος στενός με αρκετό θόρυβο και κίνηση όχι μόνο λόγω των αυτοκινήτων και των μηχανών αλλά και των ανθρώπων, ειδικά τις πρωινές ώρες. Υπάρχουν στην περιοχή πολλές πολυκατοικίες, επιχειρήσεις, φροντιστήρια και μαγαζιά.



Εικόνα 11- Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 4 στο χάρτη του SmartCitizen

Ο τελευταίος αισθητήρας έχει ονομασία **Νούμερο 7 SmartCitizenKit** είναι σε ένα παράδρομο μεταξύ των οδών Στρατηγού Ξενοφώντος και Ιωάννου Θεοτόκη. Θεωρείτε μια ήσυχη γειτονιά αν και έχει μερικά μέτρα απόσταση από τη Εθνική Αντιστάσεως και το παλιό επιβατικό σταθμό του λιμένα της Κέρκυρας. Ιδιαίτερη κίνηση δεν έχει διότι σε αυτό το παράδρομο δεν υπάρχουν επιχειρήσεις ή μαγαζιά αλλά μόνο σπίτια..



Εικόνα 12 - Απεικόνιση τοποθεσίας αισθητήρα Νούμερο 7 στο χάρτη του Smartcitizen

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ -ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

2.1 Τεχνητή Νοημοσύνη- Artificial Intelligence (AI)

Τεχνητή νοημοσύνη (AI)είναι η δημιουργία προγραμμάτων με χαρακτηριστικά νοημοσύνης.

Οι μηχανές έχουν τη δυνατότητα να μιμηθούν ανθρώπινες γνωστικές συμπεριφορές όπως μάθηση, σχεδιασμό και λήψη αποφάσεων. Σύμφωνα με τον Russel και Norving στόχος της τεχνητής νοημοσύνης είναι:

- Συστήματα που σκέπτονται σαν τον άνθρωπο
- Συστήματα που σκέπτονται ορθολογικά
- Συστήματα που ενεργούν σαν τον άνθρωπο
- Συστήματα που ενεργούν ορθολογικά

Χαρακτηριστικά νοημοσύνης είναι:

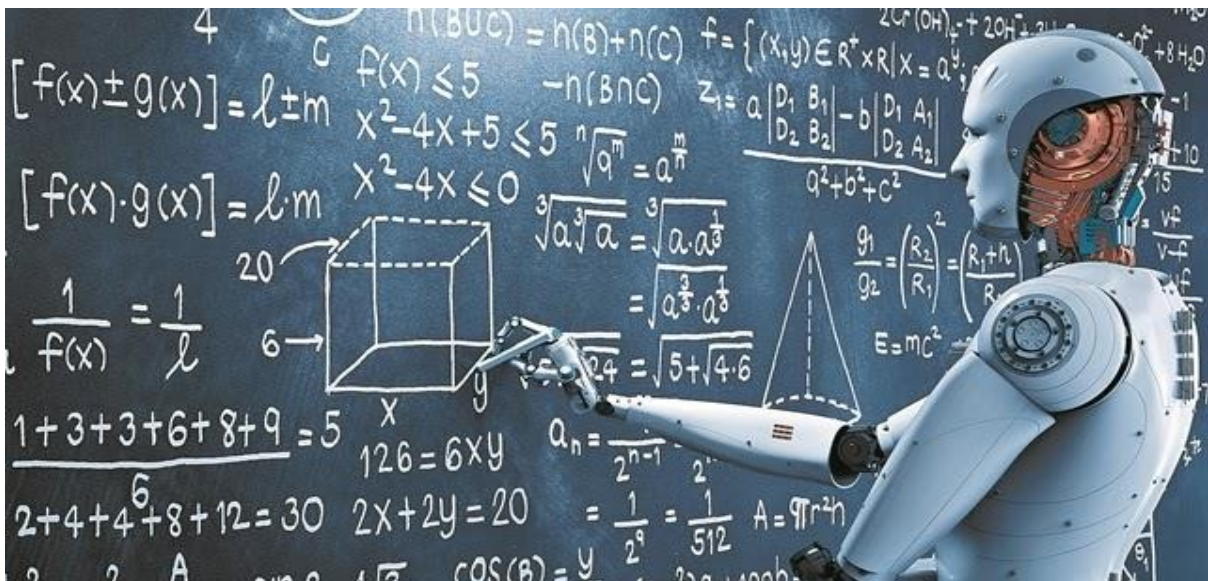
- Ο Συλλογισμός (Reasoning)- Μπορεί να κάνει πράξεις πάνω στη σκέψη του.
- Η Γλώσσα (Language)- Επικοινωνία
- Ενδοσκοπήση (Introspection)- Ιδιότητα της τεχνητής νοημοσύνης στη ψυχιατρική επιστήμη.
- Επίλυση Προβλήματος (Problem Solving)- Έρευνα ,συλλογή πληροφοριών.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη σε αντίθεση με της παθητικές μηχανές που χρησιμοποιούνται για συγκεκριμένο σκοπό, προσφέρει την ικανότητα στις μηχανές να μαθαίνουν από την εμπειρία, να παίρνουν αποφάσεις, να αναλύουν το υλικό γρήγορα και να βγάζουν συμπεράσματα χρησιμοποιώντας ψηφιακά δεδομένα, αισθητήρες ή και απομακρυσμένες εξόδους ακόμα και σε πραγματικό χρόνο.

Παραδείγματα εφαρμογών τεχνικής νοημοσύνης εμφανίζονται στις μηχανές αναζητήσεις όπως η Google, στις διαδικτυακές διαφημίσεις, στις ηλεκτρονικές αγορές, στα έξυπνα τηλέφωνα

(smartphones), στα έξυπνα σπίτια και στα αυτοκίνητα για την παροχή εξατομικευμένων ρυθμίσεων στους χρήστες τους.

Επίσης άλλοι κλάδοι που χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη είναι η υγεία όπου μέσω της ανάλυσης δεδομένων με μηχανική μάθηση μπορεί να επιτευχθούν καινούργιες επιστημονικές ανακαλύψεις και στο τομέα της γεωργίας και του περιβάλλοντος για τη παρατήρηση του οικοσυστήματος και τη παρακολούθηση της κλιματικής αλλαγής.



Εικόνα 13-Artificial Intelligence

2.2.Μηχανική Μάθηση

Η **Μηχανική μάθηση (Machine Learning)** είναι ένα υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης, είναι αλγόριθμοι που επιτρέπουν στους υπολογιστές να μαθαίνουν μέσω των δεδομένων και ταυτόχρονα να βελτιώνονται, έχουν την δυνατότητα μέσω του λογισμικού να προσφέρουν ακριβή πρόβλεψη των αποτελεσμάτων και να βγάλουν συμπεράσματα (Arthur Samuel).

Ο επίσημος ορισμός για τη Μηχανική Μάθηση κατά Mitchell είναι :“Ένα πρόγραμμα υπολογιστή λέγεται ότι μαθαίνει από την εμπειρία E σε σχέση με κάποια εργασία T και

κάποιο μέτρο απόδοσης P , εάν η απόδοσή του στο T , όπως μετριέται από το P , βελτιώνεται με την εμπειρία E (Tom Mitchell, 1997).

Η Μηχανική Μάθηση έχει σκοπό να δημιουργήσει μηχανές που θα έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν, να παρατηρούν και να βελτιώνονται με τη χρήση προηγούμενης γνώσης και εμπειρίας.

Εκτός της ίδιας της Τεχνητής Νοημοσύνης χρησιμοποιείται σε κάθε τομέα που προσπαθεί να επωφεληθεί από την παραγωγή/εξόρυξη δεδομένων και στην ανάπτυξη της υπολογιστικής δύναμης όπως στη Θεωρία της Πολυπλοκότητας, στη Στατιστική, στη Ψυχολογία κλπ.

Μπορεί να μην είναι γνωστό αλλά μηχανική μάθηση εφαρμόζεται από βιομηχανίες μέχρι και σε smart gadgets όπως το έξυπνο ρολόι ή και ο έξυπνος βοηθός στο σπίτι (π.χ. Amazon home).

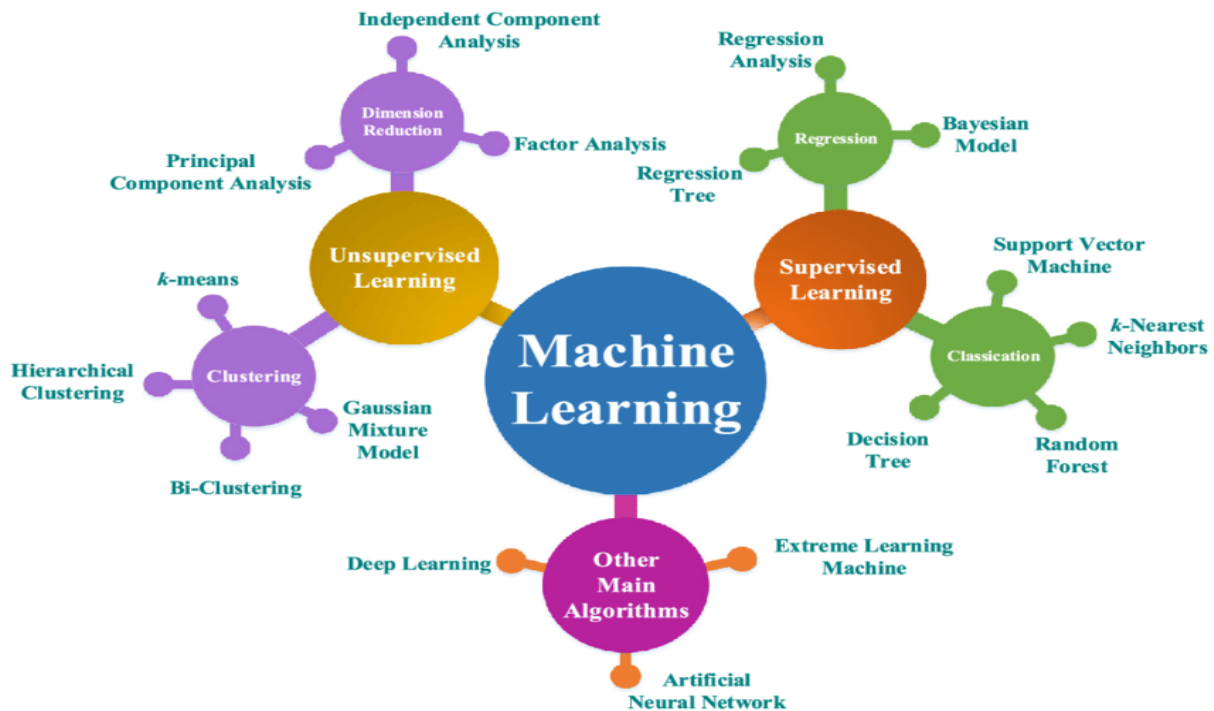
Υπάρχουν τρία ήδη αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης:

- Εποπτευόμενη Μάθηση (Supervised Learning)
- Μη εποπτευόμενη Μάθηση (Unsupervised Learning)
- Ενισχυτική Μάθηση (Reinforcement Learning)

Η **Εποπτευόμενη Μηχανική Μάθηση** χρησιμοποιεί δεδομένα εκπαίδευσης (training data) που είναι γνωστά και καθοδηγεί τη διαδικασία μάθησης. Τα δεδομένα παρέχουν τόσο εισόδους όσο και εξόδους, είναι απλά ένα ζεύγος εισόδου-εξόδου (x, y) το οποίο καθορίζει ότι το y είναι η αναμενόμενη έξοδος για το x .

Στη **Μη Εποπτευόμενη Μηχανική Μάθηση** δεν χρησιμοποιούνται δεδομένα εκπαίδευσης, η εκπαίδευση αλγορίθμων βασίζεται σε δεδομένα χωρίς ετικέτα. Ο υπολογιστής προσπαθεί να ανακαλύψει καινούργια μοτίβα με την παρατήρηση και τη σύγκριση δεδομένων.

Η **Ενισχυτική Μηχανική Μάθηση** είναι μια μέθοδος εκπαίδευσης μηχανικής μάθησης που βασίζεται στην επιβράβευση επιθυμητών συμπεριφορών ή και στην τιμωρία των ανεπιθύμητων. Ο αλγόριθμος είναι σε θέση να αντιλαμβάνεται και να ερμηνεύει το περιβάλλον του, να αναλαμβάνει ενέργειες και να μαθαίνει μέσω δοκιμής και αποτυχίας



Εικόνα 14- Η αρχή της Μηχανικής Μάθησης

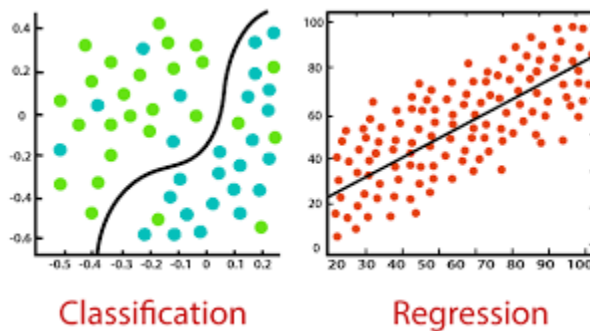
2.2.1 Εποπτευόμενη Μηχανική Μάθηση

Η εποπτευόμενη μηχανική μάθηση είναι μια διαδικασία της μηχανικής μάθησης όπου ο αλγόριθμος εκπαιδεύεται σε δεδομένα εισόδου (training data) με γνωστές εξόδους με στόχο να βρεί τα υποκείμενα μοτίβα και την σύνδεση μεταξύ των δεδομένων εισόδου (input data) με τις ετικέτες εξόδου (output labels). Από αυτή τη διαδικασία προκύπτει ένα μοντέλο δηλαδή ένας κανόνας ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον σε δεδομένα εισόδου που δεν έχουν γνωστή έξοδο.

Η εποπτευόμενη μάθηση εφαρμόζεται σε προβλήματα :

- Ταξινόμησης (Classification Problems)

➤ Παλινδρόμησης (Regression Problems)



Εικόνα 15- Classification Vs Regression Πηγή: Javatpoint.com

Η **Ταξινόμηση (Classification)** αφορά διακριτές τιμές ή κατηγορίες. Ένας αλγόριθμος ταξινόμησης στοχεύει στην ταξινόμηση των εισροών σε ένα δεδομένο αριθμό κατηγοριών ή κλάσεων, με βάση τα dataset στα οποία εκπαιδεύτηκε (Search Enterprise AI.

<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/>).

Δενδρικοί Αλγόριθμοι

Τα δέντρα αποφάσεων είναι λογικές μέθοδοι ταξινόμησης μηχανικής μάθησης που έχουν δομή δένδρου ή ιεραρχική δομή και χρησιμοποιούνται κυρίως για περιπτώσεις ταξινόμησης και πρόβλεψης. Τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται διαμορφώνουν τους κόμβους των δέντρων. Οι ισχυρές τιμές των χαρακτηριστικών περιλαμβάνονται στα άκρα, ενώ οι πιθανές κατηγορίες του προβλήματος βρίσκονται στα φύλλα (Murthy, 1998). Τα δέντρα αποφάσεων ταξινομούν τα περιστατικά με βάση το χαρακτηριστικό διάνυσμα. Το χαρακτηριστικό που διαιρεί καλύτερα τα δεδομένα εκπαίδευσης, αποτελεί το ριζικό κόμβο του δέντρου. Κάθε περιστατικό ταξινομείται αρχίζοντας από τη ρίζα και ακολουθώντας τα κλαδιά του δένδρου προς κάποιο φύλλο, το οποίο περιέχει μια διακριτή τιμή της κατηγορίας. Τα περιστατικά που

ανήκουν σε διαφορετικές κλάσεις έχουν διαφορετικές τιμές σε τουλάχιστον ένα χαρακτηριστικό

Ο αλγόριθμος J48

Ο J48 είναι ένας αλγόριθμος επαγωγής δέντρου αποφάσεων που αναπτύχθηκε αρχικά ως C4.5 (Quinlan, 1996). Με τον αλγόριθμο J48, το χαρακτηριστικό ή τα χαρακτηριστικά των οποίων οι τιμές διακρίνουν σαφέστερα τα παραδείγματα κατάρτισης, σύμφωνα με την ετικέτα της κλάσης τους, προσδιορίζονται σε κάθε επανάληψη στον κύκλο εκπαίδευσης. Ο αλγόριθμος σταματά όταν δεν υπάρχουν άλλα χαρακτηριστικά για εξερεύνηση ή όταν όλα τα παραδείγματα εκπαίδευσης διαχωριστούν ικανοποιητικά (Witten κ.ά., 2017).

2.2.2 Μη-Εποπτευόμενη Μηχανική Μάθηση

Η χρήση της μη-εποπτευόμενης μάθησης μπορεί να συμβάλει στον εντοπισμό χαρακτηριστικών που θα είναι χρήσιμα για την κατηγοριοποίηση των δεδομένων και στον εντοπισμό αγνώστων μοτίβων στα δεδομένα. Χρησιμοποιώντας μη-εποπτευόμενη μάθηση οι ερευνητές ευελπιστούν να ανακαλύψουν άγνωστες, αλλά χρήσιμες κατηγορίες αντικειμένων (Jain et al., 1999). Υπάρχουν δύο κατηγορίες μη- επιβλεπόμενης μάθησης **η Ομαδοποίηση (Clustering)** στην οποία τα δεδομένα εισόδου (input-data) ομαδοποιούνται σε στιβάδες σύμφωνα με μέτρα ομοιότητας και **η Συσχέτιση (Association)** στην οποία τα δεδομένα παρουσιάζονται σε πιο απλή μορφή.

Ομαδοποίηση είναι η διαδικασία κατηγοριοποίησης ενός συνόλου δεδομένων ή αντικειμένων που είναι όμοια μεταξύ τους ενώ τα δεδομένα που ανήκουν σε διαφορετικές συστάδες είναι ανόμοια. Η τεχνική της ομαδοποίησης επιτυγχάνει τη δημιουργία ομάδων αναλύοντας ένα

μεγάλο αριθμό δεδομένων καταχωρημένα σε database. Οι ομάδες δεν προϋπάρχουν αλλά τις κατηγοριοποιεί ο αλγόριθμος κατά δυναμικό τρόπο ώστε να μαζέψει ίδια στοιχεία. Με αυτό το τρόπο μπορούμε να αναλύσουμε ένα όγκο δεδομένων γρήγορα δίχως να χρειάζεται να γίνει κάποια χειροκίνητη διαδικασία.

Για την αναπαράσταση των προτύπων θα γίνει η επιλογή των καλύτερων χαρακτηριστικών (feature selection) καθώς υπάρχει η δυνατότητα της αφαίρεσης χαρακτηριστικών που δεν θεωρούνται σημαντικά.

Ο αλγόριθμος K-means

Ο πιο διαδεδομένος αλγόριθμος ομαδοποίησης της μη-εκπαιδευόμενης μηχανικής μάθησης που βοηθάει τον υπολογιστή για να τρέξει μια τέτοια διαδικασία είναι ο **K-means**. Ο αλγόριθμος δέχεται τα αντικείμενα k ως είσοδο και τα χωρίζει σε k ομάδες

Πλεονεκτήματα χρήση K-means:

- Είναι πολύ ομαλό ως προς την ερμηνεία και την ανάλυση.
- Για μεγάλο αριθμό μεταβλητών που υπάρχουν στο σύνολο δεδομένων, το K-means λειτουργεί πιο γρήγορα από την Ιεραρχική ομαδοποίηση.
- Κατά τον επαναπροσδιορισμό του κέντρου συμπλέγματος, μια παρουσία μπορεί να τροποποιήσει το σύμπλεγμα.
- Το K-means μεταρρυθμίζει τα συμπαγή συμπλέγματα.
- Μπορεί να λειτουργήσει σε αριθμητικά δεδομένα χωρίς ετικέτα.
- Επιπλέον είναι ένας αλγόριθμος γρήγορος, απλός στην κατανόηση και αποφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα όταν τα σύνολα δεδομένων είναι καλά διακριτικά το ένα από το άλλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για αρχή χρησιμοποιήσαμε τις μετρήσεις από την εφαρμογή του Smartcitizen όπως αναφέραμε πιο πάνω, πιο συγκεκριμένα κάθε αισθητήρας καταγράφει την ημερομηνία (ημέρα και μήνας) και (σχεδόν) ανα λεπτό τα δεδομένα για την θερμοκρασία του αέρα (air temparture), την υγρασία (humindity),τη φωτεινότητα (light), τα αιωρούμενα σωματίδια (PMs), το θόρυβο(noise), το διοξείδιο του άνθρακα(eCO2) και τη βαρομετρική πίεση (barometric pressure) ξεχωριστά για κάθε SmartCitizen Kit ·στη συνέχεια εξάγει τα δεδομένα από την πλατφόρμα και τα προωθεί στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail) που χρησιμοποιήσαμε κατά την εγγραφή μας στην πλατφόρμα σε μορφή excel αρχείου όπως φαίνεται στην εικόνα.

timestamp	humidity in % (SHT31 - Humidity)	air temperature in BIC (SHT31 - Temperature)	barometric pressure in kPa (MPL3115A2 - Barometric Pressure)	battery in % (Battery SCK)	eCO2 in ppm (AMS CCS811 - eCO2)	TVOC in ppb (AMS CCS811 - TVOC)	light in lux
2021-06-02 09:32:47 UTC	46.33,29.51,101.96,-1,0,0,13108,,99.47,,						
2021-06-02 09:33:47 UTC	46.16,30.05,101.96,-1,,13577,,99.42,,						
2021-06-02 09:34:47 UTC	47.48,28.94,101.94,-1,,14089,,99.58,,						
2021-06-02 09:35:47 UTC	47.34,29.101.95,-1,2136,998,13592,,99.6,,						
2021-06-02 09:36:47 UTC	46.33,29.77,101.94,-1,1790,439,14196,,99.67,,						
2021-06-02 09:37:47 UTC	45.57,30.32,101.95,-1,1624,266,14858,,99.78,,						
2021-06-02 09:38:47 UTC	46.02,30.26,101.96,-1,1302,137,14774,,99.73,,						
2021-06-02 09:39:47 UTC	47.15,29.54,101.95,-1,874,72,15360,,99.85,,						
2021-06-02 09:40:47 UTC	44.96,30.68,101.96,-1,657,39,15086,,99.74,,						
2021-06-02 09:49:11 UTC	45.47,30.46,101.95,-1,0,0,8471,,90.05,,						
2021-06-02 09:50:11 UTC	48.19,28.74,101.96,-1,,5730,,90.99,,						
2021-06-02 09:51:11 UTC	50.33,27.54,101.95,-1,,8797,,91.88,,						
2021-06-02 09:52:11 UTC	52.09,26.73,101.94,-1,588,28,8554,,91.08,,						
2021-06-02 09:53:11 UTC	53.33,26.05,101.95,-1,418,2,10129,,91.31,,						
2021-06-02 09:54:11 UTC	53.45,25.95,101.95,-1,400,0,10443,,91.35,,						
2021-06-02 09:55:11 UTC	54.17,25.6,101.94,-1,400,0,10989,,91.28,,						
2021-06-02 09:56:11 UTC	54.73,25.44,101.94,-1,400,0,10767,,91.93,,						
2021-06-02 09:57:11 UTC	55.09,25.49,101.94,-1,400,0,11087,,92.17,,						
2021-06-02 09:58:11 UTC	55.27,25.47,101.94,-1,400,0,11308,,91.81,,						
2021-06-02 09:59:11 UTC	55.53,25.4,101.93,-1,400,0,11606,,91.49,,						
2021-06-02 10:00:11 UTC	55.73,25.4,101.94,-1,400,0,11837,,91.52,,						
2021-06-02 10:01:11 UTC	55.99,25.37,101.94,-1,400,0,11806,,91.21,,						
2021-06-02 10:02:11 UTC	56.29,25.36,101.94,-1,400,0,11402,,91.32,,						
2021-06-02 10:03:11 UTC	56.26,25.49,101.94,-1,400,0,11966,,92.27,,						
2021-06-02 10:04:11 UTC	56.13,25.43,101.94,-1,400,0,12142,,91.18,,						
2021-06-02 10:05:11 UTC	56.53,25.27,101.94,-1,406,0,12194,,91.39,,						
2021-06-02 10:06:11 UTC	56.47,25.26,101.93,-1,434,5,12349,,91.74,,						
2021-06-02 10:07:11 UTC	56.41,25.4,101.94,-1,400,0,12493,,91.18,,						
2021-06-02 10:08:11 UTC	56.94,25.27,101.94,-1,400,0,12470,,91.18,,						
2021-06-02 10:09:11 UTC	56.69,25.54,101.93,-1,400,0,12634,,91.45,,						
2021-06-02 10:10:11 UTC	56.18,25.75,101.93,-1,403,0,12345,,91.05,,						
2021-06-02 10:11:11 UTC	56.29,25.6,101.93,-1,400,0,12475,,90.61,,						
2021-06-02 10:12:11 UTC	56.29,25.75,101.93,-1,427,4,11816,,91.16,,						
2021-06-02 10:13:11 UTC	56.19,25.83,101.93,-1,400,0,11767,,91.26,,						
2021-06-02 10:14:11 UTC	56.38,25.88,101.94,-1,406,0,12416,,91.33,,						
2021-06-02 10:15:11 UTC	56.59,25.77,101.94,-1,400,0,12286,,91.17,,						

Εικόνα 16- Αρχικό αρχείο κατεβασμένο από τη πλατφόρμα SmartCitizen σε μορφή excel

Κάθε αισθητήρας έχει τα δικά του δεδομένα και διαφορετικές καταγραφές (ημερομηνίες) ανάλογα με τη χρονολογική περίοδο που εγκαταστάθηκε και παρέμεινε ενεργός (online). Λόγω αυτού για την επιλογή του dataset που χρησιμοποιήθηκε για τη συγκεκριμένη έρευνά έπρεπε αρχικά να γίνει μια επεξεργασία των καταχωρήσεων ξεχωριστά αλλά και όλων μαζί ώστε να

να αποφύγουμε τυχόν missing values για καθένα από τα χαρακτηριστικά (θερμοκρασία αέρα, υγρασία κλπ) και να βρεθούν κοινές ημερομηνίες και ώρες.

Μετά από αρκετή σκέψη καταλήξαμε ότι καλό δείγμα για την έρευνα είναι η επιλογή:

1. Μιας κοινής μέρας για τους πέντε αισθητήρες (Νούμερο SmartCitizenKit 1,2,3,4,7).
2. Διαχωρισμού της ημέρας σε δύο ομάδες πρωί-βράδυ (Δώδεκα ώρες πρωί- Δώδεκα ώρες βράδυ) για να τρέξουμε την ανάλυση.
3. Επιλογής δύο ωρών για τη κάθε ομάδα.

Πρώτα ονομάσαμε τους αισθητήρες ανάλογα με τη τοποθεσία (location) τους, έτσι όπως παρουσιάζεται και στο τέταρτο κεφάλαιο ο Νούμερο 1 αισθητήρας είναι η Κοφινέτα (kofineta), ο Νούμερο 2 είναι η Σπηλιά (spilia), ο Νούμερο 3 το Φρούριο (fortress), ο Νούμερο 4 το Θέατρο (theater) και τέλος ο Νούμερο 7 είναι το Λιμάνι (port). Στη συνέχεια αφού ελέγξαμε όλες τις μετρήσεις των χαρακτηριστικών για τυχόν missing values έγινε η επιλογή του μήνα **Σεπτέμβρη** και ημέρα **δεκατρείς (13/09)**. Ακόμα χρησιμοποιήσαμε από κάθε αισθητήρα τις μετρήσεις από τις **10:00 έως τις 12:00 πρωινές ώρες** και από τις **24:00-02:00 βραδυνές ώρες**.

Στο επόμενο βήμα δημιουργήσαμε δύο αρχεία excel ένα για τις πρωινές και ένα για τις βραδυνές ώρες με σκοπό να τα τρέξουμε ξεχωριστά ώστε να υπάρχει ένα μικρό δείγμα για όλη την ημέρα. Σε κάθε αρχείο excel συγκεντρώσαμε 171 μετρήσεις από κάθε ένα αισθητήρα άρα 856 παρατηρήσεις σύνολο για την ομάδα 10:00-12:00 και 856 παρατηρήσεις για την ομάδα 24:00-02:00 όπως φαίνεται στις εικόνες.

1	location	timestamp	humidity	air tempe	barometri	battery in	eCO2	TVOC	light	PM 1	noise	PM 10	PM 2.5
2	kofineta	2021-09-13 10:00:49 UTC	77.02	24.1	101.53	-1	420	3	1007	15	90.46	29	24
3	kofineta	2021-09-13 10:01:50 UTC	75.22	24.1	101.52	-1	410	1	1043	20	90.53	29	28
4	kofineta	2021-09-13 10:02:51 UTC	75.04	24.08	101.53	-1	420	3	1064	17	89.57	26	23
5	kofineta	2021-09-13 10:03:52 UTC	73.84	24.08	101.53	-1	423	3	1101	18	89.33	27	27
6	kofineta	2021-09-13 10:04:53 UTC	75.97	24.08	101.52	-1	432	4	1145	16	89.58	25	24
7	kofineta	2021-09-13 10:05:54 UTC	77.16	24.11	101.52	-1	416	2	1093	17	90.09	26	26
8	kofineta	2021-09-13 10:06:55 UTC	77.4	24.13	101.52	-1	410	1	1117	21	90.72	29	28
9	kofineta	2021-09-13 10:07:56 UTC	76.2	24.13	101.52	-1	407	1	1075	15	90.33	23	23
10	kofineta	2021-09-13 10:08:57 UTC	75.98	24.11	101.52	-1	416	2	1022	21	89.58	31	31
11	kofineta	2021-09-13 10:09:58 UTC	77.02	24.15	101.52	-1	416	2	949	18	90.78	27	26
12	kofineta	2021-09-13 10:10:59 UTC	77.1	24.14	101.52	-1	410	1	904	16	90.64	30	28
13	kofineta	2021-09-13 10:12:00 UTC	77.62	24.07	101.53	-1	410	1	839	15	89.37	28	24
14	kofineta	2021-09-13 10:13:01 UTC	77.94	24.03	101.53	-1	407	1	715	20	89.47	30	27
15	kofineta	2021-09-13 10:14:02 UTC	77.74	24.01	101.53	-1	403	0	623	19	90.21	28	28
16	kofineta	2021-09-13 10:15:03 UTC	78	23.95	101.53	-1	403	0	620	22	90.3	32	32
17	kofineta	2021-09-13 10:16:04 UTC	78.04	23.95	101.53	-1	403	0	769	22	89.8	32	32
18	kofineta	2021-09-13 10:17:05 UTC	78.14	23.93	101.53	-1	403	0	693	22	90.08	30	28
19	kofineta	2021-09-13 10:18:06 UTC	77.99	23.97	101.53	-1	403	0	682	19	90.13	27	27
20	kofineta	2021-09-13 10:19:07 UTC	78.29	23.94	101.52	-1	403	0	1025	23	90.79	34	34
21	kofineta	2021-09-13 10:20:08 UTC	78	23.95	101.52	-1	400	0	1170	19	90.13	29	29
22	kofineta	2021-09-13 10:21:09 UTC	77.78	23.98	101.51	-1	403	0	1272	20	89.95	29	29
23	kofineta	2021-09-13 10:22:10 UTC	77.29	24.05	101.51	-1	403	0	1319	21	90.2	37	32
24	kofineta	2021-09-13 10:23:11 UTC	77.81	24.08	101.51	-1	407	1	1241	21	90.13	36	31
25	kofineta	2021-09-13 10:24:12 UTC	77.66	24.11	101.51	-1	403	0	1265	28	90.53	43	42
26	kofineta	2021-09-13 10:25:13 UTC	76.62	24.1	101.51	-1	407	1	1348	23	89.69	32	31
27	kofineta	2021-09-13 10:26:14 UTC	76.74	24.13	101.51	-1	414	2	1314	22	89.68	38	32
28	kofineta	2021-09-13 10:27:15 UTC	74.69	24.2	101.51	-1	414	2	1315	20	89.72	33	30
29	kofineta	2021-09-13 10:28:16 UTC	77.14	24.24	101.51	-1	426	3	1340	23	89.22	36	35
30	kofineta	2021-09-13 10:29:17 UTC	75.43	24.27	101.51	-1	410	1	1366	22	90.82	31	30
31	kofineta	2021-09-13 10:30:18 UTC	76.05	24.31	101.5	-1	400	0	1382	20	90.04	31	27
32	kofineta	2021-09-13 10:31:19 UTC	75.9	24.37	101.5	-1	400	0	1361	23	90.02	32	30
33	kofineta	2021-09-13 10:32:20 UTC	74.53	24.35	101.49	-1	400	0	1364	20	89.53	25	23
34	kofineta	2021-09-13 10:33:21 UTC	74.75	24.38	101.5	-1	410	1	1388	17	89.69	26	24
35	kofineta	2021-09-13 10:34:22 UTC	74.82	24.44	101.49	-1	407	1	1419	22	90.39	35	35
36	kofineta	2021-09-13 10:35:23 UTC	74.82	24.48	101.49	-1	407	1	1436	54	89.94	89	82
37	kofineta	2021-09-13 10:36:24 UTC	75.01	24.52	101.49	-1	407	1	1443	40	89.42	63	59

Εικόνα 17- Μετρήσεις του αισθητήρα Κοφινέτα για τις πρωινές 10:00-12:00

202	spilia	2021-09-13 10:30:07 UTC	68.79	24.31	101.73	-1	496	14	617	60	84.12	64	64
203	spilia	2021-09-13 10:31:08 UTC	68.64	24.35	101.73	-1	487	13	603	50	84.93	57	57
204	spilia	2021-09-13 10:32:09 UTC	69.25	24.34	101.73	-1	487	13	645	41	83.99	44	44
205	spilia	2021-09-13 10:33:10 UTC	70.09	24.41	101.72	-1	483	12	630	37	84.29	42	42
206	spilia	2021-09-13 10:34:11 UTC	72.89	24.41	101.72	-1	480	12	644	33	84.75	43	40
207	spilia	2021-09-13 10:35:12 UTC	75.76	24.44	101.71	-1	455	8	607	33	84.41	43	41
208	spilia	2021-09-13 10:36:13 UTC	76.92	24.42	101.71	-1	433	5	630	27	84.32	35	34
209	spilia	2021-09-13 10:37:14 UTC	76.67	24.41	101.71	-1	425	3	646	27	84.45	36	34
210	spilia	2021-09-13 10:38:15 UTC	76.41	24.42	101.71	-1	428	4	643	25	84.52	33	32
211	spilia	2021-09-13 10:39:16 UTC	77.13	24.44	101.71	-1	428	4	675	25	84.74	30	29
212	spilia	2021-09-13 10:40:17 UTC	77.29	24.44	101.7	-1	425	3	662	25	84.09	33	33
213	spilia	2021-09-13 10:41:18 UTC	77.66	24.42	101.7	-1	422	3	681	25	85.43	31	31
214	spilia	2021-09-13 10:42:19 UTC	77.7	24.38	101.7	-1	422	3	666	28	83.89	35	34
215	spilia	2021-09-13 10:43:20 UTC	76.92	24.4	101.71	-1	422	3	638	23	84.62	31	30
216	spilia	2021-09-13 10:44:24 UTC	74.95	24.38	101.71	-1	425	3	712	27	84.26	36	34
217	spilia	2021-09-13 10:45:25 UTC	74.83	24.38	101.71	-1	441	6	668	48	84.22	68	65
218	spilia	2021-09-13 10:46:26 UTC	75.15	24.35	101.71	-1	441	6	702	17	84.19	23	23
219	spilia	2021-09-13 10:47:27 UTC	75.11	24.34	101.7	-1	441	6	703	16	83.99	21	21
220	spilia	2021-09-13 10:48:28 UTC	74.22	24.37	101.7	-1	441	6	736	26	84.21	34	34
221	spilia	2021-09-13 10:49:29 UTC	72.38	24.42	101.71	-1	444	6	722	21	84.41	28	28
222	spilia	2021-09-13 10:50:30 UTC	69.1	24.42	101.71	-1	459	8	761	20	84.57	26	25
223	spilia	2021-09-13 10:51:31 UTC	68.26	24.42	101.71	-1	487	13	784	19	84.45	26	25
224	spilia	2021-09-13 10:52:32 UTC	66.48	24.47	101.71	-1	496	14	777	18	84.39	27	23
225	spilia	2021-09-13 10:53:33 UTC	66.95	24.48	101.71	-1	514	17	794	19	83.93	28	28
226	spilia	2021-09-13 10:54:34 UTC	66.31	24.52	101.71	-1	505	15	803	23	83.85	34	31
227	spilia	2021-09-13 10:55:35 UTC	66.75	24.54	101.71	-1	514	17	776	25	84.22	33	33
228	spilia	2021-09-13 10:56:36 UTC	65.8	24.6	101.71	-1	514	17	813	16	84.35	23	23
229	spilia	2021-09-13 10:57:37 UTC	66.57	24.61	101.71	-1	519	18	783	19	84.88	26	26
230	spilia	2021-09-13 10:58:38 UTC	66.64	24.64	101.71	-1	514	17	776	14	84.64	20	20
231	spilia	2021-09-13 10:59:39 UTC	67.55	24.66	101.71	-1	514	17	757	16	84.35	23	21
232	spilia	2021-09-13 11:00:40 UTC	67.57	24.69	101.71	-1	501	15	745	21	84.28	31	29
233	spilia	2021-09-13 11:01:41 UTC	65.8	24.68	101.72	-1	501	15	695	15	85.1	28	25
234	spilia	2021-09-13 11:02:41 UTC	66.89	24.74	101.71	-1	519	18	643	15	84.09	21	21
235	spilia	2021-09-13 11:03:41 UTC	66.12	24.69	101.71	-1	505	15	627	11	84.74	16	16
236	spilia	2021-09-13 11:04:41 UTC	66.16	24.75	101.71	-1	519	18	628	14	84.86	19	19
237	spilia	2021-09-13 11:05:41 UTC	66.7	24.75	101.71	-1	481	12	631	13	84.5	16	16
238	spilia	2021-09-13 11:06:41 UTC	67.69	24.77	101.71	-1	476	11	634	15	84	21	21

Εικόνα 18- Μετρήσεις του αισθητήρα Σπηλιά για τις πρωινές 10:00-12:00

352	fortress	2021-09-13 10:08:57 UTC	69.31	27.81	101.14	-1	515	17	15965	12	82.76	18	16
353	fortress	2021-09-13 10:09:57 UTC	69.47	27.58	101.14	-1	506	16	13789	13	82.43	17	15
354	fortress	2021-09-13 10:10:57 UTC	69.71	27.57	101.15	-1	549	22	13331	12	82.55	16	15
355	fortress	2021-09-13 10:11:57 UTC	70.76	27.26	101.14	-1	549	22	12058	16	82.7	17	17
356	fortress	2021-09-13 10:12:57 UTC	71.7	26.9	101.15	-1	580	27	10938	29	82.42	32	31
357	fortress	2021-09-13 10:13:57 UTC	70.86	26.82	101.15	-1	574	26	8623	24	83.42	31	30
358	fortress	2021-09-13 10:14:57 UTC	71.35	26.57	101.16	-1	580	27	6438	16	83.64	21	19
359	fortress	2021-09-13 10:15:57 UTC	72.1	26.51	101.16	-1	620	33	7236	15	83.8	22	21
360	fortress	2021-09-13 10:16:57 UTC	71.65	26.37	101.15	-1	617	33	10246	17	82.13	23	21
361	fortress	2021-09-13 10:17:57 UTC	71.02	26.41	101.15	-1	620	33	8476	15	83.78	18	18
362	fortress	2021-09-13 10:18:57 UTC	72.45	26.51	101.15	-1	627	34	7366	16	84.38	22	20
363	fortress	2021-09-13 10:19:57 UTC	71.48	26.64	101.15	-1	612	32	14449	16	82.15	22	21
364	fortress	2021-09-13 10:20:57 UTC	70.55	27.02	101.15	-1	620	33	17320	15	81.31	24	20
365	fortress	2021-09-13 10:21:57 UTC	69.31	27.39	101.14	-1	586	28	18837	14	81.4	21	18
366	fortress	2021-09-13 10:22:57 UTC	68.58	27.74	101.14	-1	553	23	19728	13	80.65	20	18
367	fortress	2021-09-13 10:23:57 UTC	67.92	28.09	101.14	-1	560	24	19942	16	81.69	20	20
368	fortress	2021-09-13 10:24:57 UTC	67.4	28.52	101.13	-1	524	18	19743	16	79.64	19	19
369	fortress	2021-09-13 10:25:57 UTC	67.21	28.63	101.13	-1	486	13	19763	17	80.44	23	22
370	fortress	2021-09-13 10:26:57 UTC	66.79	28.74	101.14	-1	491	13	19192	13	81.07	19	18
371	fortress	2021-09-13 10:27:57 UTC	66.3	29.07	101.15	-1	454	8	19313	36	81.22	43	42
372	fortress	2021-09-13 10:28:57 UTC	66.29	29.25	101.15	-1	457	8	19398	20	81.17	25	23
373	fortress	2021-09-13 10:29:57 UTC	65.34	29.47	101.14	-1	462	9	19315	17	80.5	20	20
374	fortress	2021-09-13 10:30:57 UTC	65.36	29.42	101.15	-1	434	5	19644	11	81.33	15	15
375	fortress	2021-09-13 10:31:57 UTC	65.08	29.56	101.15	-1	434	5	19108	14	81.35	18	18
376	fortress	2021-09-13 10:32:57 UTC	63.49	29.82	101.14	-1	438	5	18754	15	80.58	18	18
377	fortress	2021-09-13 10:33:57 UTC	64.08	29.76	101.14	-1	414	2	19138	13	80.74	17	17
378	fortress	2021-09-13 10:34:57 UTC	63.73	30.1	101.16	-1	410	1	19338	22	80.57	26	26
379	fortress	2021-09-13 10:35:57 UTC	62.69	30.31	101.15	-1	410	1	19439	34	80.04	36	36
380	fortress	2021-09-13 10:36:57 UTC	61.51	30.4	101.14	-1	400	0	19383	33	80.38	39	38
381	fortress	2021-09-13 10:37:57 UTC	61.69	30.5	101.13	-1	411	1	19304	23	80.24	27	27
382	fortress	2021-09-13 10:38:57 UTC	62.05	30.8	101.13	-1	411	1	19254	10	80.35	12	12
383	fortress	2021-09-13 10:39:57 UTC	59.85	30.85	101.12	-1	400	0	19133	8	78.65	9	9
384	fortress	2021-09-13 10:40:57 UTC	57.47	30.95	101.12	-1	416	2	18925	7	77.94	13	10
385	fortress	2021-09-13 10:41:57 UTC	57.76	31.04	101.13	-1	445	6	18962	15	78.23	21	20
386	fortress	2021-09-13 10:42:57 UTC	59.09	31.42	101.14	-1	441	6	18709	12	78.42	18	17
387	fortress	2021-09-13 10:43:57 UTC	59.68	31.86	101.12	-1	400	0	18715	14	79.72	21	19
388	fortress	2021-09-13 10:44:57 UTC	58.75	32.28	101.12	-1	400	0	18531	16	79.44	20	19

Εικόνα 19- Μετρήσεις του αισθητήρα Σπηλιά για τις πρωινές ώρες 10:00-12:00

529	theater	2021-09-13 10:15:58 UTC	62.87	27.83	101.39	-1	555	23	13398	82.51			
530	theater	2021-09-13 10:17:58 UTC	64.13	27.81	101.4	-1	570	25	7928	83.9			
531	theater	2021-09-13 10:18:58 UTC	63.66	28.07	101.4	-1	570	25	17926	82.73			
532	theater	2021-09-13 10:19:58 UTC	62.08	28.86	101.4	-1	575	26	21456	82.13			
533	theater	2021-09-13 10:20:58 UTC	55.6	29.58	101.41	-1	503	15	21726	81.97			
534	theater	2021-09-13 10:21:58 UTC	57.89	29.93	101.41	-1	540	21	21921	16	81.98	21	21
535	theater	2021-09-13 10:22:58 UTC	57.75	30.34	101.42	-1	470	10	21384	81.46			
536	theater	2021-09-13 10:23:58 UTC	57.93	30.85	101.39	-1	441	6	21241	82.06			
537	theater	2021-09-13 10:24:58 UTC	57.07	31.42	101.41	-1	405	0	21212	81.39			
538	theater	2021-09-13 10:25:58 UTC	56.41	31.7	101.41	-1	400	0	20046	81.79			
539	theater	2021-09-13 10:26:58 UTC	56.28	32.07	101.41	-1	400	0	20979	27	82.03	33	33
540	theater	2021-09-13 10:27:58 UTC	56.42	31.99	101.42	-1	400	0	21424	81.5			
541	theater	2021-09-13 10:28:58 UTC	55.24	32.27	101.42	-1	400	0	21429	81.92			
542	theater	2021-09-13 10:29:58 UTC	55.8	32.37	101.41	-1	414	2	21188	81.58			
543	theater	2021-09-13 10:30:58 UTC	54.54	32.45	101.42	-1	400	0	21379	82.09			
544	theater	2021-09-13 10:31:58 UTC	54.3	32.54	101.43	-1	413	1	21035	27	81.61	32	32
545	theater	2021-09-13 10:32:58 UTC	54.15	32.69	101.43	-1	413	1	21227	81.65			
546	theater	2021-09-13 10:33:58 UTC	53.55	32.9	101.42	-1	417	2	21545	82.15			
547	theater	2021-09-13 10:34:58 UTC	53.32	33.57	101.4	-1	400	0	21675	81.65			
548	theater	2021-09-13 10:35:58 UTC	51.35	34.22	101.4	-1	400	0	21826	81.25			
549	theater	2021-09-13 10:36:58 UTC	51.1	34.52	101.39	-1	400	0	22102	24	81.92	32	30
550	theater	2021-09-13 10:37:58 UTC	51.09	34.56	101.4	-1	406	0	21853	82.87			
551	theater	2021-09-13 10:38:58 UTC	51.63	34.76	101.41	-1	406	0	21931	81.79			
552	theater	2021-09-13 10:39:58 UTC	51.6	35.23	101.41	-1	400	0	21873	82.03			
553	theater	2021-09-13 10:40:58 UTC	51.32	35.15	101.41	-1	400	0	21916	81.93			
554	theater	2021-09-13 10:41:58 UTC	51.26	35.24	101.4	-1	400	0	21964	42	81.38	50	49
555	theater	2021-09-13 10:42:58 UTC	51.43	35.33	101.41	-1	400	0	22080	81.62			
556	theater	2021-09-13 10:43:58 UTC	51.47	35.43	101.4	-1	400	0	22079	81.05			
557	theater	2021-09-13 10:44:58 UTC	51.05	35.27	101.4	-1	400	0	22148	81.54			
558	theater	2021-09-13 10:45:58 UTC	50.33	35.75	101.4	-1	406	0	22139	80.99			
559	theater	2021-09-13 10:46:58 UTC	48.49	36.03	101.4	-1	400	0	22265	21	81.9	28	27
560	theater	2021-09-13 10:47:58 UTC	48.31	36.42	101.41	-1	421	3	22296	81.49			
561	theater	2021-09-13 10:48:58 UTC	46.57	36.52	101.41	-1	400	0	22396	80.82			
562	theater	2021-09-13 10:49:58 UTC	45.23	36.35	101.41	-1	416	2	22222	80.88			
563	theater	2021-09-13 10:50:58 UTC	45.62	36.65	101.41	-1	434	5	21606	81.6			
564	theater	2021-09-13 10:52:58 UTC	43.1	36.41	101.4	-1	445	6	21203	81.75			
565	theater	2021-09-13 10:53:58 UTC	43.74	36.37	101.4	-1	457	8	20861	81.57			

Εικόνα 20- Μετρήσεις του αισθητήρα Θέατρο για τις πρωινές ώρες 10:00-12:00

820	port	2021-09-13 12:14:37 UTC	76.94	23.76	101.15	-1	3329	3556	7	9	46.79	17	14
821	port	2021-09-13 12:15:37 UTC	76.58	23.78	101.16	-1	3329	3556	7		38.85		
822	port	2021-09-13 12:16:37 UTC	76.72	23.79	101.16	-1	3303	3494	7		38.76		
823	port	2021-09-13 12:17:37 UTC	76.69	23.82	101.16	-1	3347	3590	7		41.73		
824	port	2021-09-13 12:18:37 UTC	76.64	23.85	101.16	-1	3347	3590	8		39.88		
825	port	2021-09-13 12:19:37 UTC	76.96	23.84	101.16	-1	3347	3590	7	10	41.08	17	15
826	port	2021-09-13 12:20:37 UTC	77.36	23.85	101.16	-1	3348	3597	7		42.51		
827	port	2021-09-13 12:21:37 UTC	76.86	23.86	101.16	-1	3341	3582	7		41.03		
828	port	2021-09-13 12:22:37 UTC	76.87	23.86	101.16	-1	3348	3597	8		40.89		
829	port	2021-09-13 12:23:37 UTC	76.84	23.86	101.16	-1	3348	3597	8		42.06		
830	port	2021-09-13 12:24:37 UTC	76.87	23.88	101.16	-1	3357	3617	7	13	41.58	18	18
831	port	2021-09-13 12:25:37 UTC	77.12	23.89	101.16	-1	3357	3617	7		40.14		
832	port	2021-09-13 12:26:37 UTC	77.13	23.91	101.16	-1	3357	3617	7		40.78		
833	port	2021-09-13 12:27:37 UTC	77.03	23.88	101.16	-1	3366	3630	8		41.47		
834	port	2021-09-13 12:28:37 UTC	77.08	23.91	101.15	-1	3366	3630	8		38.08		
835	port	2021-09-13 12:29:37 UTC	76.81	23.92	101.15	-1	3357	3617	8	11	39.35	19	19
836	port	2021-09-13 12:30:37 UTC	77.3	23.94	101.14	-1	3366	3630	8		39.89		
837	port	2021-09-13 12:31:37 UTC	77.2	23.95	101.15	-1	3366	3630	8		40.45		
838	port	2021-09-13 12:32:37 UTC	77.08	23.96	101.15	-1	3366	3630	8		42.01		
839	port	2021-09-13 12:33:37 UTC	77.19	23.95	101.14	-1	3366	3630	8		40.88		
840	port	2021-09-13 12:34:37 UTC	77.14	23.96	101.14	-1	3366	3630	9	13	41.53	21	18
841	port	2021-09-13 12:35:37 UTC	77.22		24 101.14	-1	3366	3630	9		42.61		
842	port	2021-09-13 12:36:37 UTC	77.08	24.02	101.14	-1	3373	3658	9		41.5		
843	port	2021-09-13 12:37:37 UTC	77.03	24.02	101.13	-1	3373	3658	8		40.46		
844	port	2021-09-13 12:38:37 UTC	77.23		24 101.14	-1	3373	3658	8		41.37		
845	port	2021-09-13 12:39:37 UTC	77.26	24.02	101.14	-1	3373	3658	8	12	41.18	20	18
846	port	2021-09-13 12:40:37 UTC	77.33		24 101.13	-1	3382	3672	8		42.47		
847	port	2021-09-13 12:41:37 UTC	77.17	24.06	101.13	-1	3373	3658	8		44.01		
848	port	2021-09-13 12:42:37 UTC	77.32	24.03	101.12	-1	3382	3672	8		40.11		
849	port	2021-09-13 12:43:37 UTC	77.18	24.05	101.13	-1	3373	3658	8		40.48		
850	port	2021-09-13 12:44:37 UTC	76.88	24.06	101.13	-1	3382	3672	8	12	40.54	19	17
851	port	2021-09-13 12:45:37 UTC	77.22	24.08	101.13	-1	3392	3693	8		40.39		
852	port	2021-09-13 12:46:37 UTC	77.27	24.06	101.13	-1	3392	3693	8		40.59		
853	port	2021-09-13 12:47:37 UTC	77.23	24.08	101.12	-1	3383	3679	8		40.28		
854	port	2021-09-13 12:48:37 UTC	77.35	24.08	101.12	-1	3392	3693	9		40.55		
855	port	2021-09-13 12:49:37 UTC	77.14	24.1	101.12	-1	3383	3679	9	12	41.32	20	20
856	port	2021-09-13 12:50:37 UTC	77.34	24.1	101.12	-1	3348	3597	10		41.13		

Εικόνα 21- Μετρήσεις του αισθητήρα 'Λιμάνι' για τις πρωινές ώρες 10:00-12:00

1	location	timestamp	humidity	air tempe	barometri	battery in	eCO2	TVOC	light	PM 1	noise	PM 10	PM 2.5
2	kofineta	2021-09-13 00:00:30 UTC	94.49	20.59	101.46	-1	569	25	0	21	90.32	36	31
3	kofineta	2021-09-13 00:01:30 UTC	94.39	20.61	101.46	-1	569	25	0	20	91.34	30	28
4	kofineta	2021-09-13 00:02:30 UTC	94.47	20.58	101.46	-1	569	25	0	22	91.15	33	31
5	kofineta	2021-09-13 00:03:30 UTC	94.48	20.57	101.46	-1	569	25	0	20	89.88	28	28
6	kofineta	2021-09-13 00:04:30 UTC	94.61	20.57	101.46	-1	569	25	0	16	90.56	29	25
7	kofineta	2021-09-13 00:05:30 UTC	94.71	20.57	101.46	-1	569	25	0	20	90.23	30	30
8	kofineta	2021-09-13 00:06:30 UTC	94.59	20.57	101.46	-1	569	25	0	21	90.32	30	29
9	kofineta	2021-09-13 00:07:30 UTC	94.63	20.57	101.46	-1	569	25	0	19	90.54	28	28
10	kofineta	2021-09-13 00:08:30 UTC	94.64	20.54	101.46	-1	569	25	0	17	91.13	26	24
11	kofineta	2021-09-13 00:09:30 UTC	94.64	20.55	101.45	-1	569	25	0	20	89.95	33	32
12	kofineta	2021-09-13 00:10:31 UTC	94.21	20.58	101.46	-1	569	25	0	21	90.43	30	28
13	kofineta	2021-09-13 00:11:32 UTC	94.2	20.57	101.46	-1	569	25	0	21	90.54	32	30
14	kofineta	2021-09-13 00:12:33 UTC	94.35	20.59	101.46	-1	569	25	0	19	90.52	26	26
15	kofineta	2021-09-13 00:13:34 UTC	94.28	20.57	101.45	-1	569	25	0	21	90.4	32	32
16	kofineta	2021-09-13 00:14:35 UTC	94.36	20.58	101.46	-1	569	25	0	17	90.69	33	28
17	kofineta	2021-09-13 00:15:36 UTC	94.43	20.59	101.45	-1	569	25	0	22	90.51	34	34
18	kofineta	2021-09-13 00:16:37 UTC	94.25	20.59	101.45	-1	569	25	0	22	90.43	35	34
19	kofineta	2021-09-13 00:17:38 UTC	94.33	20.57	101.45	-1	569	25	0	23	90.95	38	35
20	kofineta	2021-09-13 00:18:39 UTC	94.24	20.55	101.45	-1	569	25	0	14	90.05	26	23
21	kofineta	2021-09-13 00:19:40 UTC	94.13	20.53	101.45	-1	569	25	0	19	91.17	36	33
22	kofineta	2021-09-13 00:20:41 UTC	94.02	20.57	101.45	-1	569	25	0	13	89.66	21	21
23	kofineta	2021-09-13 00:21:42 UTC	94.01	20.61	101.45	-1	569	25	0	19	90.19	30	29
24	kofineta	2021-09-13 00:22:43 UTC	93.88	20.58	101.45	-1	569	25	0	19	90.79	30	28
25	kofineta	2021-09-13 00:23:44 UTC	93.95	20.57	101.45	-1	569	25	0	19	89.89	29	29
26	kofineta	2021-09-13 00:24:45 UTC	93.8	20.55	101.45	-1	569	25	0	12	90.19	26	23
27	kofineta	2021-09-13 00:25:46 UTC	93.7	20.57	101.45	-1	569	25	0	19	90.04	28	27
28	kofineta	2021-09-13 00:26:46 UTC	93.62	20.59	101.45	-1	569	25	0	21	90.32	28	27
29	kofineta	2021-09-13 00:27:46 UTC	93.5	20.59	101.45	-1	569	25	0	19	89.55	30	27
30	kofineta	2021-09-13 00:28:46 UTC	93.48	20.58	101.45	-1	569	25	0	23	90.41	35	33
31	kofineta	2021-09-13 00:29:46 UTC	93.52	20.58	101.45	-1	569	25	0	18	90.92	30	29
32	kofineta	2021-09-13 00:30:46 UTC	93.41	20.59	101.45	-1	569	25	0	19	90.21	33	31
33	kofineta	2021-09-13 00:31:46 UTC	93.36	20.61	101.45	-1	569	25	0	20	90.38	29	29
34	kofineta	2021-09-13 00:32:46 UTC	93.47	20.58	101.45	-1	569	25	0	25	90.13	35	34
35	kofineta	2021-09-13 00:33:46 UTC	93.5	20.61	101.45	-1	569	25	0	19	90.01	27	27
36	kofineta	2021-09-13 00:34:46 UTC	93.45	20.58	101.45	-1	569	25	0	19	89.83	31	30
37	kofineta	2021-09-13 00:35:46 UTC	93.36	20.58	101.45	-1	569	25	0	16	90.56	27	26

Εικόνα 22- Μετρήσεις του αισθητήρα 'Κοφινέτα' για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00

173	spilia	2021-09-13 00:00:44 UTC	94.15	21.03	101.57	-1	531	19	7	21	83.9	30	30
174	spilia	2021-09-13 00:01:44 UTC	94.09	21.06	101.57	-1	531	19	8	21	84.09	33	32
175	spilia	2021-09-13 00:02:44 UTC	94.11	21.06	101.57	-1	531	19	7	19	84.02	29	28
176	spilia	2021-09-13 00:03:44 UTC	94.15	21.06	101.57	-1	531	19	8	20	84.73	32	29
177	spilia	2021-09-13 00:04:44 UTC	93.94	21.06	101.58	-1	531	19	8	20	83.93	29	25
178	spilia	2021-09-13 00:05:44 UTC	93.9	21.06	101.58	-1	531	19	7	19	84.41	25	25
179	spilia	2021-09-13 00:06:44 UTC	93.96	21.05	101.58	-1	531	19	8	18	84.05	26	26
180	spilia	2021-09-13 00:07:44 UTC	93.76	21.03	101.57	-1	531	19	8	21	84.46	31	29
181	spilia	2021-09-13 00:08:44 UTC	92.56	21.03	101.6	-1	531	19	8	21	84.16	29	29
182	spilia	2021-09-13 00:09:44 UTC	92.33	20.99	101.6	-1	531	19	8	22	83.46	34	33
183	spilia	2021-09-13 00:10:44 UTC	92.13	20.92	101.59	-1	531	19	8	19	84.25	31	28
184	spilia	2021-09-13 00:11:44 UTC	92.12	20.89	101.59	-1	531	19	8	25	84.42	35	35
185	spilia	2021-09-13 00:12:44 UTC	92.08	20.86	101.59	-1	531	19	7	22	84.52	36	32
186	spilia	2021-09-13 00:13:44 UTC	92.05	20.86	101.58	-1	531	19	8	22	84.29	38	35
187	spilia	2021-09-13 00:14:44 UTC	92.04	20.85	101.58	-1	531	19	8	21	84.33	28	28
188	spilia	2021-09-13 00:15:44 UTC	91.93	20.77	101.58	-1	531	19	8	23	84.74	32	32
189	spilia	2021-09-13 00:16:44 UTC	92.05	20.74	101.58	-1	531	19	8	23	84.83	32	31
190	spilia	2021-09-13 00:17:44 UTC	91.94	20.71	101.58	-1	531	19	8	20	84.56	30	30
191	spilia	2021-09-13 00:18:44 UTC	91.98	20.69	101.58	-1	580	27	8	22	84.28	31	31
192	spilia	2021-09-13 00:19:44 UTC	92.07	20.65	101.58	-1	580	27	8	23	85.06	33	33
193	spilia	2021-09-13 00:20:44 UTC	92.08	20.65	101.58	-1	580	27	8	22	83.86	32	32
194	spilia	2021-09-13 00:21:44 UTC	92.14	20.64	101.57	-1	580	27	8	21	84.54	32	31
195	spilia	2021-09-13 00:22:44 UTC	92.24	20.62	101.57	-1	580	27	8	20	84.25	32	31
196	spilia	2021-09-13 00:23:44 UTC	92.28	20.64	101.57	-1	580	27	8	23	84.88	37	34
197	spilia	2021-09-13 00:24:44 UTC	92.24	20.62	101.57	-1	580	27	8	22	83.84	32	31
198	spilia	2021-09-13 00:25:44 UTC	92.23	20.64	101.57	-1	580	27	8	21	84.71	33	33
199	spilia	2021-09-13 00:26:44 UTC	92.39	20.61	101.56	-1	580	27	8	23	84.61	35	32
200	spilia	2021-09-13 00:27:44 UTC	92.47	20.64	101.57	-1	580	27	8	21	84.06	31	29
201	spilia	2021-09-13 00:28:44 UTC	92.72	20.59	101.56	-1	580	27	8	25	84.74	34	34
202	spilia	2021-09-13 00:29:44 UTC	92.84	20.57	101.56	-1	580	27	8	21	83.65	32	32
203	spilia	2021-09-13 00:30:44 UTC	92.9	20.57	101.56	-1	580	27	8	22	84.01	35	34
204	spilia	2021-09-13 00:31:44 UTC	92.79	20.57	101.56	-1	580	27	8	23	84.46	34	34
205	spilia	2021-09-13 00:32:44 UTC	92.75	20.59	101.57	-1	580	27	8	24	83.9	34	34
206	spilia	2021-09-13 00:33:44 UTC	92.97	20.62	101.56	-1	580	27	8	20	84.66	28	28
207	spilia	2021-09-13 00:34:44 UTC	93.09	20.61	101.56	-1	580	27	8	22	84.42	32	31
208	spilia	2021-09-13 00:35:44 UTC	93.11	20.61	101.56	-1	580	27	8	25	84.46	33	33
209	spilia	2021-09-13 00:36:44 UTC	93.12	20.62	101.56	-1	580	27	7	22	84	30	28

Εικόνα 23- Μετρήσεις του αισθητήρα 'Σπηλιά' για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00

344	fortress	2021-09-13 00:00:09 UTC	98.33	20.01	101.15	-1	715	47	0	19	83.65	30	26
345	fortress	2021-09-13 00:01:09 UTC	98.33	19.99	101.15	-1	715	47	0	18	84.1	27	26
346	fortress	2021-09-13 00:02:09 UTC	98.22	19.98	101.15	-1	715	47	0	16	83.94	22	21
347	fortress	2021-09-13 00:03:09 UTC	98.48	19.98	101.15	-1	715	47	0	17	83.72	27	24
348	fortress	2021-09-13 00:04:09 UTC	97.93	19.99	101.15	-1	715	47	0	13	85.05	25	21
349	fortress	2021-09-13 00:05:09 UTC	98.17	20.01	101.15	-1	715	47	0	16	84.55	26	23
350	fortress	2021-09-13 00:06:09 UTC	98.22	20.01	101.15	-1	715	47	0	21	84.64	36	33
351	fortress	2021-09-13 00:07:09 UTC	98.06	20.01	101.15	-1	715	47	0	21	84.21	28	28
352	fortress	2021-09-13 00:08:09 UTC	98.2	19.97	101.15	-1	715	47	0	23	84.06	33	32
353	fortress	2021-09-13 00:09:09 UTC	98.15	19.97	101.15	-1	715	47	0	22	84.41	38	36
354	fortress	2021-09-13 00:10:09 UTC	98.22	20.01	101.15	-1	715	47	0	22	84.71	34	33
355	fortress	2021-09-13 00:11:09 UTC	97.91	19.95	101.15	-1	715	47	0	21	84.57	33	29
356	fortress	2021-09-13 00:12:09 UTC	98.01	19.97	101.15	-1	715	47	0	19	83.92	31	29
357	fortress	2021-09-13 00:13:09 UTC	98.15	19.95	101.14	-1	715	47	0	21	84.31	36	33
358	fortress	2021-09-13 00:14:09 UTC	97.95	19.97	101.14	-1	715	47	0	20	83.96	28	26
359	fortress	2021-09-13 00:15:09 UTC	98.11	19.97	101.14	-1	715	47	0	19	84.31	29	26
360	fortress	2021-09-13 00:16:09 UTC	97.99	19.95	101.14	-1	715	47	0	18	84.24	26	26
361	fortress	2021-09-13 00:17:09 UTC	97.98	19.97	101.14	-1	715	47	0	15	84.37	25	23
362	fortress	2021-09-13 00:18:09 UTC	97.89	19.98	101.14	-1	715	47	0	20	84.39	31	31
363	fortress	2021-09-13 00:19:09 UTC	97.78	19.98	101.14	-1	715	47	0	20	84.86	33	30
364	fortress	2021-09-13 00:20:09 UTC	98	19.97	101.14	-1	715	47	0	20	83.9	28	27
365	fortress	2021-09-13 00:21:09 UTC	97.81	19.99	101.14	-1	715	47	0	17	84.36	29	28
366	fortress	2021-09-13 00:22:09 UTC	97.89	19.98	101.14	-1	715	47	0	19	84.08	29	27
367	fortress	2021-09-13 00:23:09 UTC	97.78	19.98	101.14	-1	715	47	0	19	84.36	30	27
368	fortress	2021-09-13 00:24:09 UTC	97.78	19.99	101.14	-1	715	47	0	18	84.5	26	25
369	fortress	2021-09-13 00:25:09 UTC	97.73	19.98	101.14	-1	715	47	0	19	84.35	28	27
370	fortress	2021-09-13 00:26:09 UTC	97.73	19.99	101.14	-1	715	47	0	19	83.76	29	28
371	fortress	2021-09-13 00:27:09 UTC	97.85	19.95	101.13	-1	715	47	0	18	84.39	28	26
372	fortress	2021-09-13 00:28:09 UTC	97.57	19.98	101.14	-1	715	47	0	17	84.19	29	25
373	fortress	2021-09-13 00:29:09 UTC	97.59	19.99	101.14	-1	715	47	0	14	85.04	24	20
374	fortress	2021-09-13 00:30:09 UTC	97.52	19.99	101.14	-1	715	47	0	20	84.57	30	28
375	fortress	2021-09-13 00:31:09 UTC	97.43	19.97	101.13	-1	715	47	0	17	83.77	29	27
376	fortress	2021-09-13 00:32:09 UTC	97.2	19.95	101.13	-1	715	47	0	19	84.54	27	25
377	fortress	2021-09-13 00:33:09 UTC	97.17	19.97	101.14	-1	715	47	0	19	84.63	27	26
378	fortress	2021-09-13 00:34:09 UTC	97.22	19.97	101.14	-1	715	47	0	22	84.63	35	29
379	fortress	2021-09-13 00:35:09 UTC	97.16	19.94	101.14	-1	715	47	0	19	83.88	30	27
380	fortress	2021-09-13 00:36:09 UTC	97.2	19.91	101.14	-1	715	47	0	16	84.04	23	23

Εικόνα 24- Μετρήσεις του αισθητήρα 'Φρούριο' για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00

581	theater	2021-09-13 01:09:58 UTC	97.2	18.32	101.37	-1	624	34	0	86.52		
582	theater	2021-09-13 01:10:58 UTC	97.18	18.3	101.37	-1	624	34	0	87.53		
583	theater	2021-09-13 01:12:58 UTC	97.04	18.32	101.36	-1	624	34	0	87.07		
584	theater	2021-09-13 01:13:58 UTC	97.16	18.31	101.37	-1	624	34	0	88.21		
585	theater	2021-09-13 01:14:58 UTC	97.39	18.28	101.36	-1	624	34	0	86.69		
586	theater	2021-09-13 01:15:58 UTC	97.3	18.27	101.36	-1	624	34	0	87.6		
587	theater	2021-09-13 01:16:58 UTC	97.23	18.24	101.37	-1	624	34	0	27 86.77	48	42
588	theater	2021-09-13 01:17:58 UTC	97.19	18.22	101.36	-1	624	34	0	86.42		
589	theater	2021-09-13 01:18:58 UTC	97.19	18.24	101.37	-1	624	34	0	86.12		
590	theater	2021-09-13 01:19:58 UTC	97.14	18.25	101.37	-1	683	43	0	86.65		
591	theater	2021-09-13 01:20:58 UTC	97.11	18.24	101.36	-1	683	43	0	86.13		
592	theater	2021-09-13 01:21:58 UTC	97.25	18.24	101.37	-1	624	34	0	26 86.74	47	40
593	theater	2021-09-13 01:22:58 UTC	97.28	18.21	101.37	-1	624	34	0	87.39		
594	theater	2021-09-13 01:23:58 UTC	97.36	18.2	101.37	-1	683	43	0	87.52		
595	theater	2021-09-13 01:24:58 UTC	97.32	18.17	101.37	-1	683	43	0	86.69		
596	theater	2021-09-13 01:25:58 UTC	97.39	18.2	101.37	-1	683	43	0	86.22		
597	theater	2021-09-13 01:27:58 UTC	97.39	18.14	101.37	-1	683	43	0	85.88		
598	theater	2021-09-13 01:28:58 UTC	97.3	18.15	101.37	-1	683	43	0	86.84		
599	theater	2021-09-13 01:29:58 UTC	97.43	18.14	101.37	-1	683	43	0	86.89		
600	theater	2021-09-13 01:30:58 UTC	97.3	18.12	101.37	-1	683	43	0	85.74		
601	theater	2021-09-13 01:31:58 UTC	97.33	18.1	101.37	-1	683	43	0	28 86.4	48	43
602	theater	2021-09-13 01:32:58 UTC	97.37	18.11	101.37	-1	683	43	0	87.05		
603	theater	2021-09-13 01:33:58 UTC	97.52	18.08	101.37	-1	683	43	0	87.24		
604	theater	2021-09-13 01:34:58 UTC	97.51	18.07	101.37	-1	683	43	0	86.06		
605	theater	2021-09-13 01:35:58 UTC	97.53	18.05	101.37	-1	683	43	0	88.16		
606	theater	2021-09-13 01:36:58 UTC	97.62	18.04	101.37	-1	683	43	0	29 87.1	47	46
607	theater	2021-09-13 01:37:58 UTC	97.61	18.02	101.36	-1	683	43	0	87.06		
608	theater	2021-09-13 01:38:58 UTC	97.56	18.04	101.37	-1	683	43	0	85.99		
609	theater	2021-09-13 01:39:58 UTC	97.64	18.04	101.37	-1	683	43	0	86.9		
610	theater	2021-09-13 01:40:58 UTC	97.57	18.02	101.37	-1	683	43	0	86.49		
611	theater	2021-09-13 01:42:58 UTC	97.56	18.02	101.37	-1	683	43	0	86.16		
612	theater	2021-09-13 01:43:58 UTC	97.59	18.07	101.36	-1	683	43	0	87.06		
613	theater	2021-09-13 01:44:58 UTC	97.69	18.02	101.36	-1	683	43	0	87.39		
614	theater	2021-09-13 01:45:58 UTC	97.75	18.04	101.37	-1	683	43	0	86		
615	theater	2021-09-13 01:46:58 UTC	97.64	18.04	101.36	-1	683	43	0	27 87.43	40	40
616	theater	2021-09-13 01:47:58 UTC	97.74	18.07	101.36	-1	683	43	0	86.76		
617	theater	2021-09-13 01:48:58 UTC	97.58	18.05	101.36	-1	683	43	0	87.01		

Εικόνα 25- Μετρήσεις του αισθητήρα 'Θέατρο' για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00

821	port	2021-09-13 02:15:43 UTC	77.65	21.92	101.12	-1	855	69	0	84.57		
822	port	2021-09-13 02:16:43 UTC	77.61	21.91	101.12	-1	817	63	0	84.51		
823	port	2021-09-13 02:17:43 UTC	77.67	21.94	101.12	-1	863	70	0	84.68		
824	port	2021-09-13 02:18:43 UTC	77.52	21.92	101.12	-1	855	69	0	83.8		
825	port	2021-09-13 02:19:43 UTC	77.59	21.92	101.12	-1	855	69	0	11 84.32	22	20
826	port	2021-09-13 02:20:43 UTC	77.82	21.92	101.12	-1	855	69	0	84.47		
827	port	2021-09-13 02:21:43 UTC	77.53	21.91	101.12	-1	848	68	0	83.28		
828	port	2021-09-13 02:22:43 UTC	77.75	21.92	101.12	-1	855	69	0	83.88		
829	port	2021-09-13 02:23:43 UTC	77.53	21.92	101.12	-1	848	68	0	83.86		
830	port	2021-09-13 02:24:43 UTC	77.66	21.9	101.12	-1	840	67	0	15 84.2	23	23
831	port	2021-09-13 02:25:43 UTC	77.53	21.88	101.12	-1	855	69	0	84.42		
832	port	2021-09-13 02:26:43 UTC	77.55	21.92	101.12	-1	855	69	0	84.11		
833	port	2021-09-13 02:27:43 UTC	77.77	21.9	101.13	-1	855	69	0	84.35		
834	port	2021-09-13 02:28:43 UTC	77.53	21.92	101.12	-1	855	69	0	84.42		
835	port	2021-09-13 02:29:43 UTC	77.67	21.92	101.12	-1	840	67	0	12 84.54	21	21
836	port	2021-09-13 02:30:43 UTC	77.62	21.88	101.12	-1	840	67	0	84.56		
837	port	2021-09-13 02:31:43 UTC	77.77	21.9	101.12	-1	840	67	0	83.84		
838	port	2021-09-13 02:32:43 UTC	77.7	21.92	101.12	-1	834	66	0	83.29		
839	port	2021-09-13 02:33:43 UTC	77.87	21.92	101.12	-1	840	67	0	84.23		
840	port	2021-09-13 02:34:43 UTC	77.87	21.9	101.12	-1	834	66	0	14 83.92	25	22
841	port	2021-09-13 02:35:43 UTC	77.66	21.91	101.13	-1	834	66	0	84.75		
842	port	2021-09-13 02:36:43 UTC	77.77	21.92	101.12	-1	840	67	0	84.46		
843	port	2021-09-13 02:37:43 UTC	77.76	21.92	101.12	-1	840	67	0	83.93		
844	port	2021-09-13 02:38:43 UTC	77.85	21.9	101.13	-1	832	65	0	83.59		
845	port	2021-09-13 02:39:43 UTC	77.87	21.91	101.13	-1	834	66	0	14 84.35	29	22
846	port	2021-09-13 02:40:43 UTC	77.7	21.92	101.12	-1	825	64	0	84.14		
847	port	2021-09-13 02:41:43 UTC	77.77	21.9	101.13	-1	832	65	0	84.04		
848	port	2021-09-13 02:42:43 UTC	77.77	21.92	101.12	-1	825	64	0	84.05		
849	port	2021-09-13 02:43:43 UTC	77.82	21.91	101.12	-1	825	64	0	84.47		
850	port	2021-09-13 02:44:43 UTC	77.76	21.88	101.12	-1	825	64	0	12 84.34	20	19
851	port	2021-09-13 02:45:43 UTC	77.6	21.9	101.13	-1	825	64	0	84.04		
852	port	2021-09-13 02:46:43 UTC	77.62	21.88	101.13	-1	832	65	0	83.96		
853	port	2021-09-13 02:47:43 UTC	77.82	21.88	101.13	-1	832	65	0	85.02		
854	port	2021-09-13 02:48:43 UTC	77.79	21.9	101.13	-1	825	64	0	84.17		
855	port	2021-09-13 02:49:43 UTC	77.77	21.9	101.13	-1	825	64	0	14 84.8	20	20
856	port	2021-09-13 02:50:43 UTC	77.71	21.9	101.13	-1	834	66	0	84.46		

Εικόνα 26- Μετρήσεις του αισθητήρα 'Λιμάνι' για τις βραδινές ώρες 24:00-02:00

Τέλος για την εφαρμογή της Μηχανικής Μάθησης και την ανάλυση των δεδομένων μετατρέψαμε τα αρχεία από excel σε comma-separated values (csv) με σκοπό να τα τρέξουμε στο WEKA.

Το **WEKA** είναι μια εφαρμογή όπου διαθέτει μια συλλογή αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την εξόρυξη δεδομένων. Περιλαμβάνει εργαλεία για :

- προετοιμασία δεδομένων
- ταξινόμηση
- παλινδρόμηση
- ομαδοποίηση
- εξόρυξη κανόνων συσχέτισης και
- οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων

Για την επεξεργασία του αστικού μικροκλίματος και για τη δημιουργία κανόνων έγινε χρήση της επιβλεπόμενης μηχανικής μάθησης με γνωστή είσοδο και έξοδο και πιο συγκεκριμένα του δενδρικού αλγορίθμου J48 για ταξινόμηση των περιοχών σε μικροκλίματα. Επιπλέον έγινε χρήση της μη- επιβλεπόμενης μάθησης με εφαρμογή του k-means για να δούμε εάν μπορεί να οδηγηθούμε σε αυτόματη ταυτοποίηση της περιοχής με άγνωστη έξοδο.

Τα δεδομένα μας εισήλθαν στο πρόγραμμα WEKA και χρησιμοποιώντας τις προεπιλεγμένες παραμέτρους, εφαρμόστηκε εποπτευόμενη μηχανική μάθηση, έτσι ώστε οι πέντε περιοχές της πόλης να ταξινομηθούν σε πέντε διαφορετικές κλάσεις και συγκεκριμένα εφαρμόστηκε ο δενδρικός αλγόριθμος J48. Ως είσοδοι επιλέχθηκαν όλα τα χαρακτηριστικά των μετρητών και ως έξοδος το χαρακτηριστικό «περιοχή». Η αξιολόγηση των μοντέλων που δημιουργήθηκαν έγινε με την μετρική της ακρίβειας ταξινόμησης (accuracy), δηλαδή του ποσοστού των περιστατικών που ταξινομήθηκαν σωστά θετικά και αρνητικά προς το σύνολο των

περιστατικών (σωστά θετικά, σωστά αρνητικά, ψευδώς θετικά και ψευδώς αρνητικά). Ακολούθησε μη εποπτευόμενη μηχανική μάθηση με την εφαρμογή του αλγόριθμου k-means, με στόχο τη δημιουργία συστάδων-ομάδων με κοινά χαρακτηριστικά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

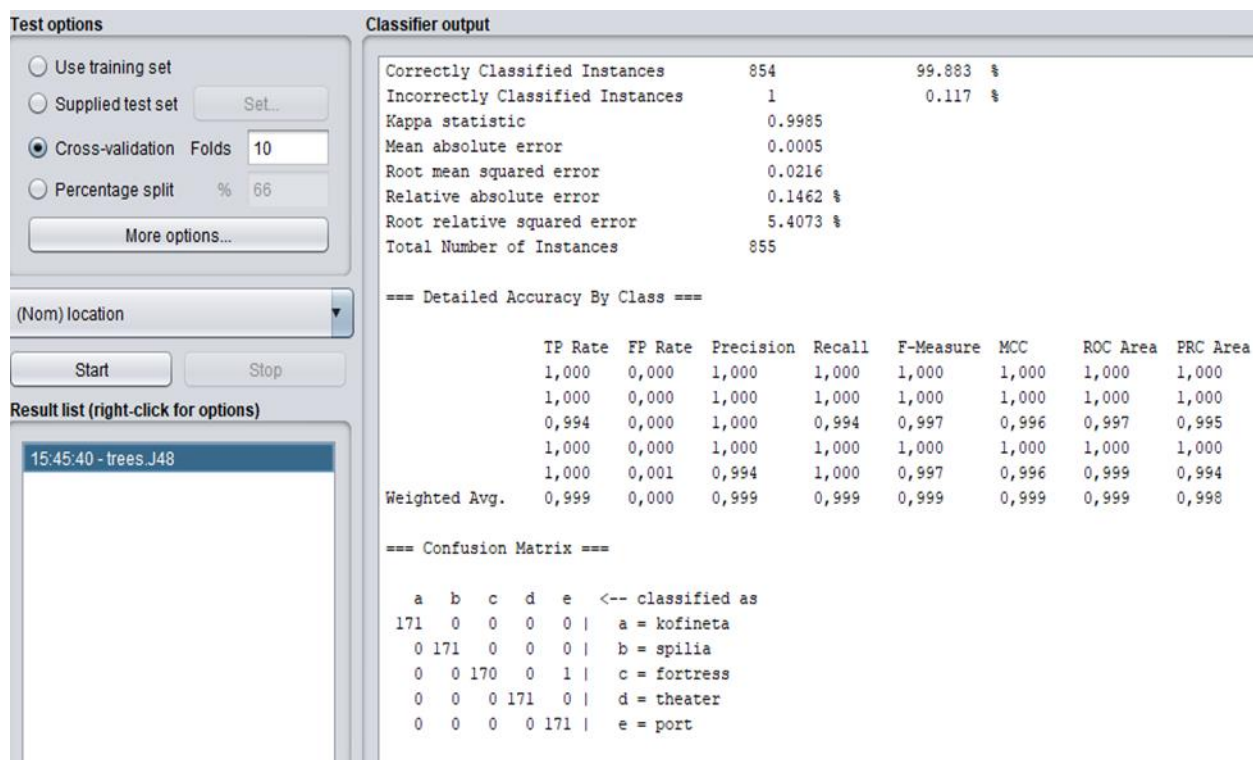
4.1 Αποτελέσματα Μοντέλων Επιβλεπόμενης Μηχανικής Μάθησης

Εφαρμόστηκε ο αλγόριθμος J48 στο πρόγραμμα WEKA με τις προεπιλεγμένες παραμέτρους.

ΠΡΩΙΝΕΣ ΩΡΕΣ 10.00-12.00_

Εφαρμόζοντας τον δένδρικό αλγόριθμο J48 και χρησιμοποιώντας ως δεδομένα εισόδου τις μετρήσεις όλων των χαρακτηριστικών που συγκεντρώθηκαν από όλους τους μετρητές που αφορούν την *θερμοκρασία του αέρα* (air temperature), τη *υγρασία* (humidity), το *φώς* (light), τα *αιωρούμενα σωματίδια* (PMs), το *θόρυβο* (noise), το *διοξείδιο του άνθρακα* (CO₂) και τη *βαρομετρική πίεση* (barometric pressure) και ως έξοδο την *τοποθεσία* (location) οδηγούμαστε σε πέντε κλάσεις ταξινόμησης και πιο συγκεκριμένα τις κλάσεις Κοφινέτα, Σπηλιά, Φρούριο, Θέατρο και Λιμάνι.

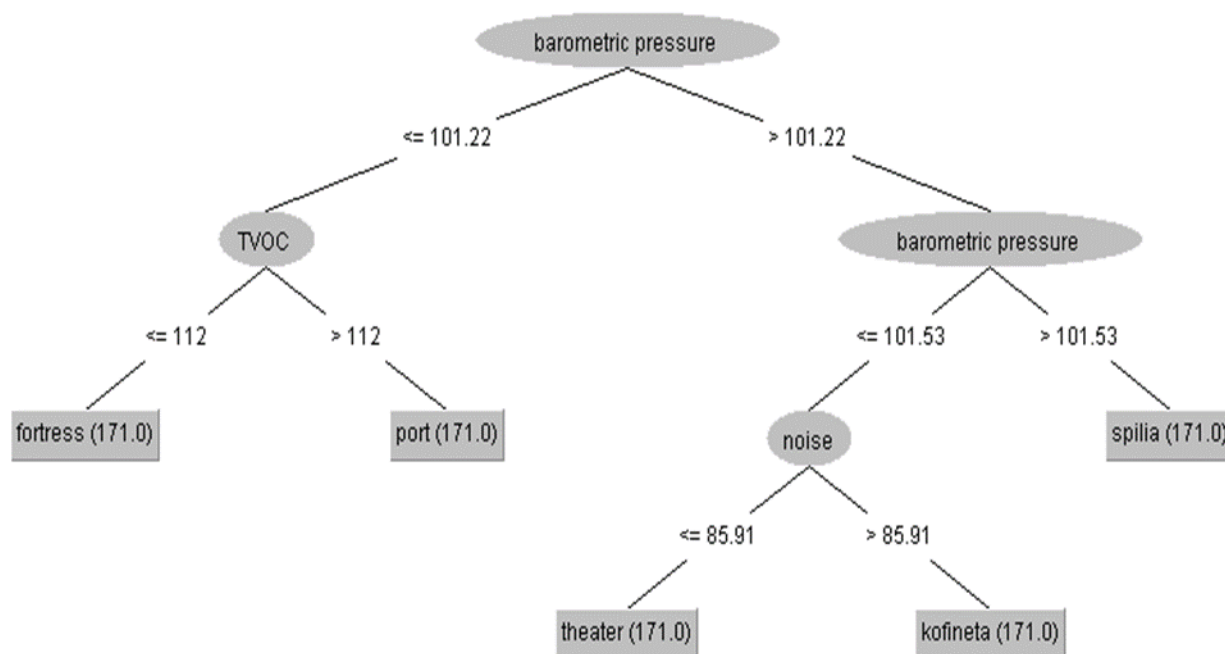
Η ακρίβεια ταξινόμησης (accuracy) είναι πολύ υψηλή και ίση με 99,883%, η μέση ακρίβεια (precision) ισούται με 0,999, η ανάκληση (recall) ισούται με 0,999 και το f-measure ίσο με 0,999, όπως φαίνεται στην εικόνα..... Ο αλγόριθμος παρουσιάζει υψηλή προβλεπτική ικανότητα με αποτέλεσμα να δίνει μεγάλη δυνατότητα προβλέψεων ταξινόμησης.



Εικόνα 27- Μοντέλο ταξινόμησης αλγόριθμου J48

Όπως προκύπτει από το δέντρο που δημιουργείται, το σημαντικότερο χαρακτηριστικό που διαχωρίζει με επιτυχία τις κλάσεις είναι η **βαρομετρική πίεση**, η οποία όταν είναι μεγαλύτερη από 101,53 τα περιστατικά (instances) ταξινομούνται στην περιοχή της Σπηλιάς. Διαπιστώνεται παράλληλα ότι η συγκεκριμένη περιοχή έχει την υψηλότερη βαρομετρική πίεση από τις λοιπές περιοχές. Όταν η βαρομετρική πίεση είναι μικρότερη ή ίση από 101,53, το σημαντικότερο χαρακτηριστικό διαχωρισμού των κλάσεων αναδεικνύεται ο **θόρυβος**, ο οποίος όταν είναι πάνω από 85,91 τα περιστατικά ταξινομούνται στην περιοχή της Κοφινέτας ενώ εάν είναι μικρότερος ή ίσος από 85,91 τα περιστατικά ταξινομούνται στην περιοχή του Θεάτρου.

Τέλος η μέτρηση **TVOC** που αφορά τις ολικές πτητικές οργανικές ενώσεις, διαχωρίζει με επιτυχία τις περιοχές Λιμάνι και Φρούριο και πιο συγκεκριμένα εάν είναι πάνω από 112 τα περιστατικά κατηγοριοποιούνται στην περιοχή *Λιμάνι* ενώ εάν είναι μικρότερο ή ίσο με 112, τα περιστατικά ταξινομούνται στην περιοχή *Φρούριο*.



Εικόνα 28- Δέντρο αλγόριθμου J48 πρωινές ώρες 10.00-12.00

Από το δέντρο προκύπτει επίσης πως το σημαντικότερο χαρακτηριστικό που καθορίζει όλη την πόλη τις πρωινές ώρες μεταξύ 10.00 και 12.00, είναι η βαρομετρική πίεση. Στις περιοχές Θέατρο και Κοφινέτα είναι ο θόρυβος, επομένως οι συγκεκριμένες περιοχές έχουν πολύ υψηλά επίπεδα θορύβου, σε σχέση με την υπόλοιπη πόλη. Τέλος οι περιοχές Φρούριο και Λιμάνι έχουν υψηλά επίπεδα TVOC σε σχέση με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά και την υπόλοιπη πόλη.

ΒΡΑΔΥΝΕΣ ΩΡΕΣ 24.00-02.00_

Εφαρμόζοντας τον δενδρικό αλγόριθμο J48 κατά τις βραδυνές ώρες και πιο συγκεκριμένα μεταξύ 24.00 και 02.00 και χρησιμοποιώντας όλες τις μετρήσεις για όλα τα χαρακτηριστικά

ως εισόδους ενώ επιλέγοντας ως έξοδο το χαρακτηριστικό περιοχή, διαμορφώνεται το παρακάτω μοντέλο ταξινόμησης που παρουσιάζεται στην εικόνα....

Test options

☐ Use training set

☐ Supplied test set

☒ Cross-validation Folds

☐ Percentage split %

(Nom) location

Result list (right-click for options)

11:09:03 - trees.J48

Classifier output

Correctly Classified Instances 854 99.883 %

Incorrectly Classified Instances 1 0.117 %

Kappa statistic 0.9985

Mean absolute error 0.0005

Root mean squared error 0.0216

Relative absolute error 0.1462 %

Root relative squared error 5.4073 %

Total Number of Instances 855

=== Detailed Accuracy By Class ===

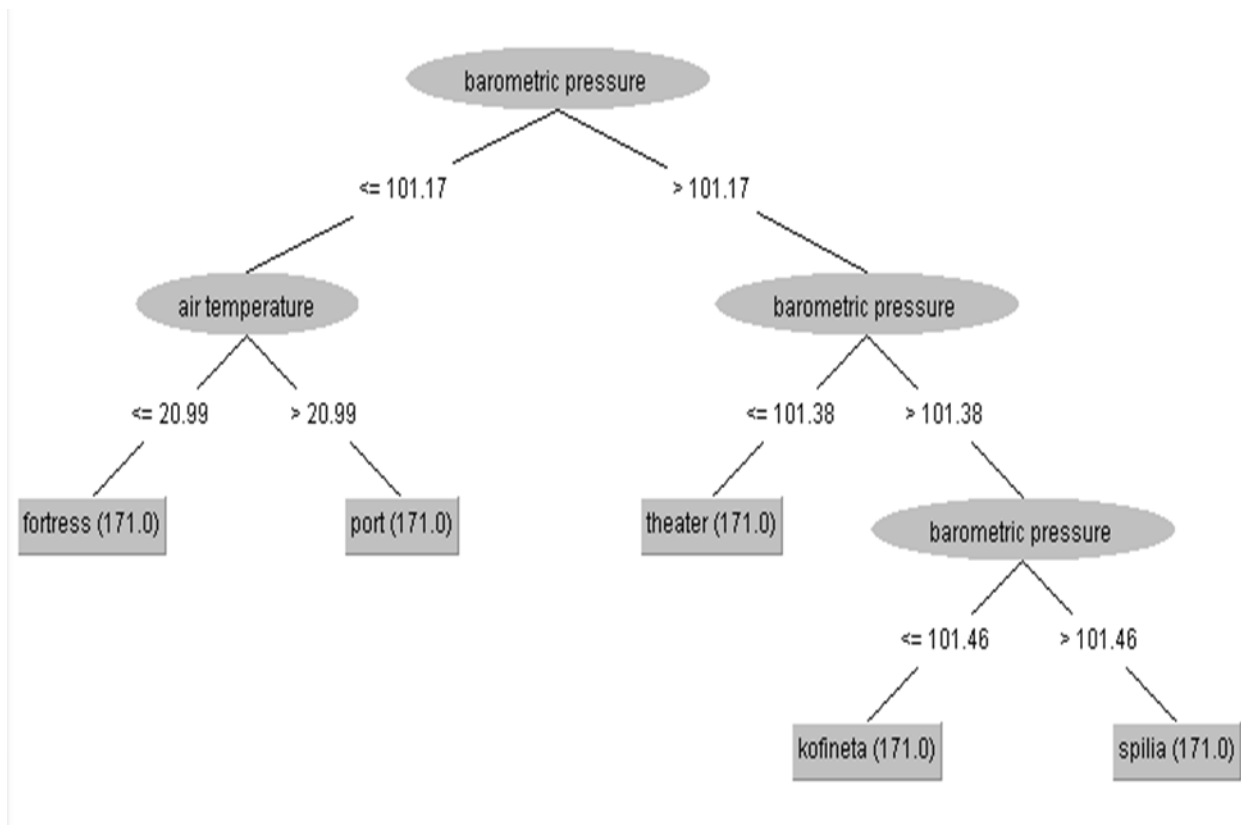
	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area
1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,994	0,000	1,000	0,994	0,994	0,997	0,996	0,997	0,995
1,000	0,001	0,994	1,000	0,997	0,996	0,999	0,994	0,994
1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Weighted Avg.	0,999	0,000	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,998

=== Confusion Matrix ===

a	b	c	d	e	<-- classified as
171	0	0	0	0	a = kofineta
0	171	0	0	0	b = spilia
0	0	170	1	0	c = fortress
0	0	0	171	0	d = theater
0	0	0	0	171	e = port

Εικόνα 29- Μοντέλο ταξινόμησης αλγόριθμου J48 24.00-02.00

Το μοντέλο οδηγεί σε πέντε κλάσεις ταξινόμησης και πιο συγκεκριμένα τις κλάσεις Κοφινέτα, Σπηλιά, Φρούριο, Θέατρο και Λιμάνι και παρουσιάζει πολύ υψηλή προβλεπτική δύναμη, διότι όπως φαίνεται στην εικόνα ..., έχει πολύ υψηλή ακρίβεια ταξινόμησης (accuracy) ίση με 99,883%, μέση ακρίβεια (precision) ίση με 0,999, ανάκληση (recall) ίση με 0,999 και f-measure ίσο με 0,999.



Εικόνα 30- Δέντρο αλγόριθμου J48 βραδινές ώρες 24.00-02.00

Από το δέντρο που δημιουργείται διαπιστώνουμε ότι τις βραδυνές ώρες μεταξύ 24.00 τα μεσάνυχτα και 02.00 το ξημέρωμα, το φως διαχωρίζει τα όρια των πέντε κλάσεων των περιοχών της πόλης. Πιο συγκεκριμένα όταν το φως είναι πάνω από 0, τα περιστατικά ταξινομούνται στην περιοχή της Σπηλιάς, ενώ όταν το φως είναι μικρότερο ή ίσο με 0, η βαρομετρική πίεση διαχωρίζει καλύτερα τα όρια των κλάσεων, η οποία όταν είναι μεγαλύτερη από 101,17, το διοξείδιο του άνθρακα διαχωρίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τις περιοχές Κοφινέτα (≤ 620) και Θέατρο (> 620). Τέλος όταν η βαρομετρική πίεση είναι $\leq 101,17$ η θερμοκρασία διαχωρίζει με μεγάλη επιτυχία τις κλάσεις που αφορούν στις περιοχές Φρούριο ($\leq 20,99$) και Λιμάνι ($> 20,99$).

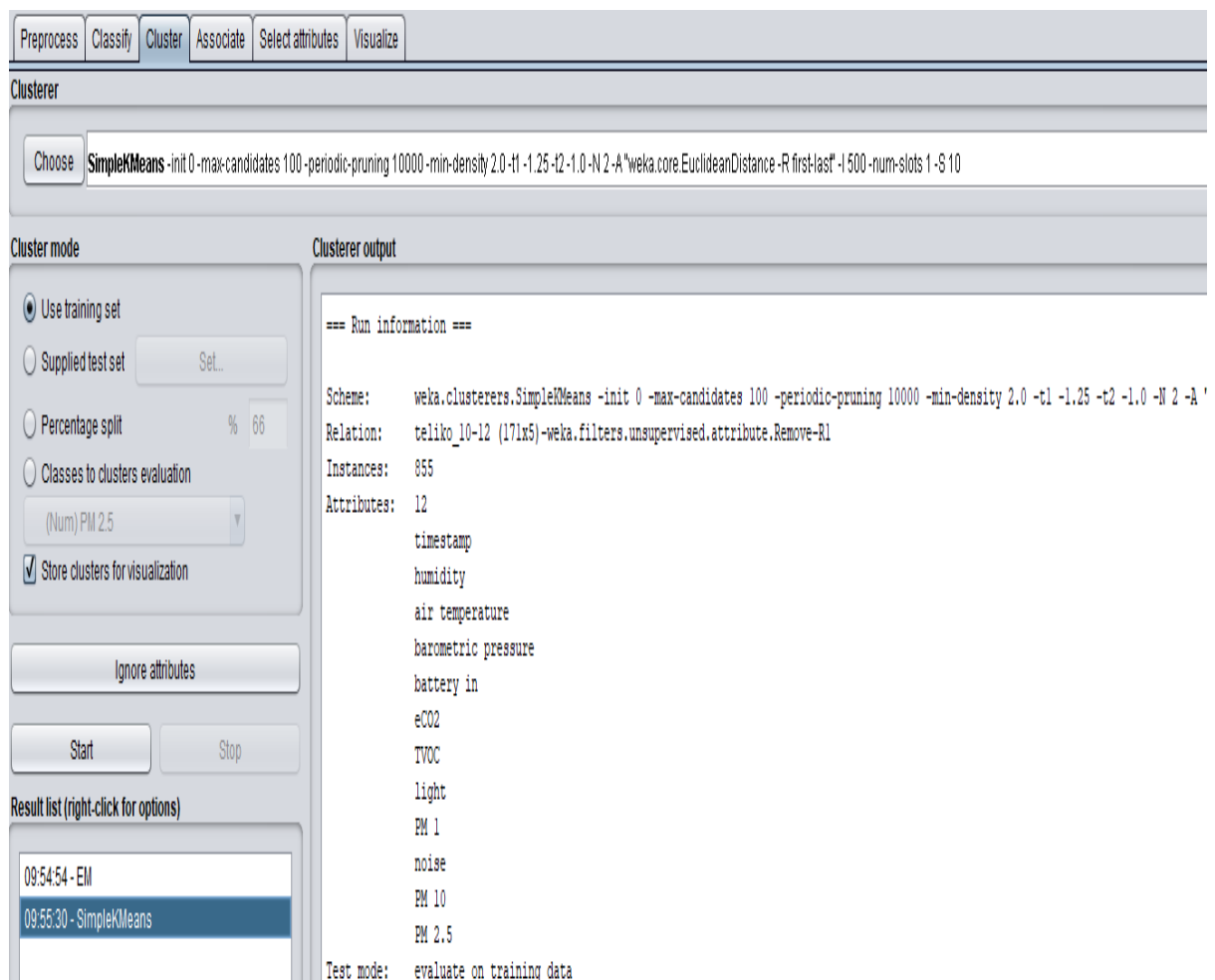
Επομένως κατά τις ώρες μεταξύ 24.00 και 02.00, πέραν του φωτός και της βαρομετρικής πίεσης, το διοξείδιο του άνθρακα καθορίζει τις περιοχές Κοφινέτα και Θέατρο και η θερμοκρασία τις περιοχές Λιμάνι και Φρούριο.

Συμπερασματικά τα μοντέλα ταξινόμησης, οδηγούν σε πολύ αισιόδοξα αποτελέσματα ως προς την προβλεπτική τους δύναμη, δεδομένου ότι έχουν πολύ υψηλή ακρίβεια ταξινόμησης (99,83%) και πολύ υψηλές τις λοιπές μετρικές αξιολόγησης των αποτελεσμάτων τους (precision, recall, f-measure 0,99).

Πιο συγκεκριμένα και για τις πρωινές (10.00-12.00) και για τις βραδυνες ώρες (24.00-02.00), ο αλγόριθμος J48 μπορεί να διαχωρίσει με επιτυχία τα όρια των πέντε κλάσεων δηλαδή των πέντε περιοχών στις οποίες κατηγοριοποιείται η πόλη της Κέρκυρας, με βάση στοιχεία που αφορούν στο μικροπεριβάλλον, τα οποία προέκυψαν από μετρήσεις περιβαλλοντικών δεδομένων με μετρητές χαμηλού κόστους. Στην ουσία δίνεται η δυνατότητα προβλέψεων υψηλής αξιοπιστίας ως προς το μικροπεριβάλλον και η δυνατότητα ταξινόμησης νέων περιστατικών (χαρακτηριστικών περιβάλλοντος) χωρίς γνωστή έξοδο, τα οποία με μεγάλη ακρίβεια θα δύνανται να ταξινομηθούν σε μία από αυτές τις πέντε κλάσεις (περιοχές). Αυτό μπορεί να είναι πολύ χρήσιμο για τον εντοπισμό και την πρόβλεψη του μικροπεριβάλλοντος και άλλων περιοχών σε σχέση με το μικροπεριβάλλον της Κέρκυρας, που μπορεί να συμβάλλει στην ποιότητα ζωής των ενδιαφερομένων. Π.χ., άτομα με κάποια θέματα υγείας που επηρεάζονται ως προς την υγεία τους από τις συγκεκριμένες περιβαλλοντικές μετρήσεις, θα μπορούν να ελέγξουν αν συντρέχουν παρόμοιες μετρήσεις και για άλλες περιοχές στις οποίες πιθανόν να επιθυμούν να μετεγκατασταθούν. Αυτό μπορεί να γίνεται εισάγοντας τα δεδομένα των μετρήσεων των συγκεκριμένων χαρακτηριστικών στον αλγόριθμο, ο οποίος στη συνέχεια θα ταυτοποιεί τις μετρήσεις αυτές με μία από τις πέντε κλάσεις των περιοχών της πόλης της Κέρκυρας, οδηγώντας σε προβλέψεις ως προς την κλάση και θα συμβάλλει έτσι στη λήψη αποφάσεων ως προς θέματα που σχετίζονται με την ποιότητα ζωής των ενδιαφερομένων.

4.1.2 Αποτελέσματα Μοντέλων Μη Επιβλεπόμενης Μηχανικής Μάθησης

Εφαρμόζοντας μη επιβλεπόμενη μηχανική μάθηση και συγκεκριμένα τον αλγόριθμο k-means στο πρόγραμμα WEKA με τις προεπιλεγμένες παραμέτρους, στα δεδομένα που αφορούν στο χρονικό διάστημα από 10.00 έως 12.00, όπως φαίνεται στην εικόνα με τις μετρήσεις από όλα τα περιβαλλοντικά στοιχεία, που αφορούν ώρα, υγρασία, θερμοκρασία, βαρομετρική πίεση, διοξείδιο του άνθρακα, TVOC, φως, θόρυβο και μικροσωματίδια, προκύπτουν δύο cluster για όλες τις περιοχές όπου είναι τοποθετημένοι οι μετρητές.



Εικόνα 31- Περιβαλλοντικά δεδομένα

Όπως φαίνεται στην εικόνα.....το πρώτο cluster συγκεντρώνει σχεδόν όλη την πόλη εφόσον σε αυτό ομαδοποιούνται τα 684 από τα 855 instances και στο δεύτερο cluster συγκεντρώνονται μόνο τα 171 instances. Το πρώτο cluster (κύριο cluster, αντιπροσωπευτικό της πόλης)

παρουσιάζει χαμηλότερη υγρασία, υψηλότερη θερμοκρασία, υψηλότερη βαρομετρική πίεση, χαμηλότερο διοξείδιο του άνθρακα, χαμηλότερο TVOC, λιγότερο φως, περισσότερη φασαρία και περισσότερα μικροσωματίδια.

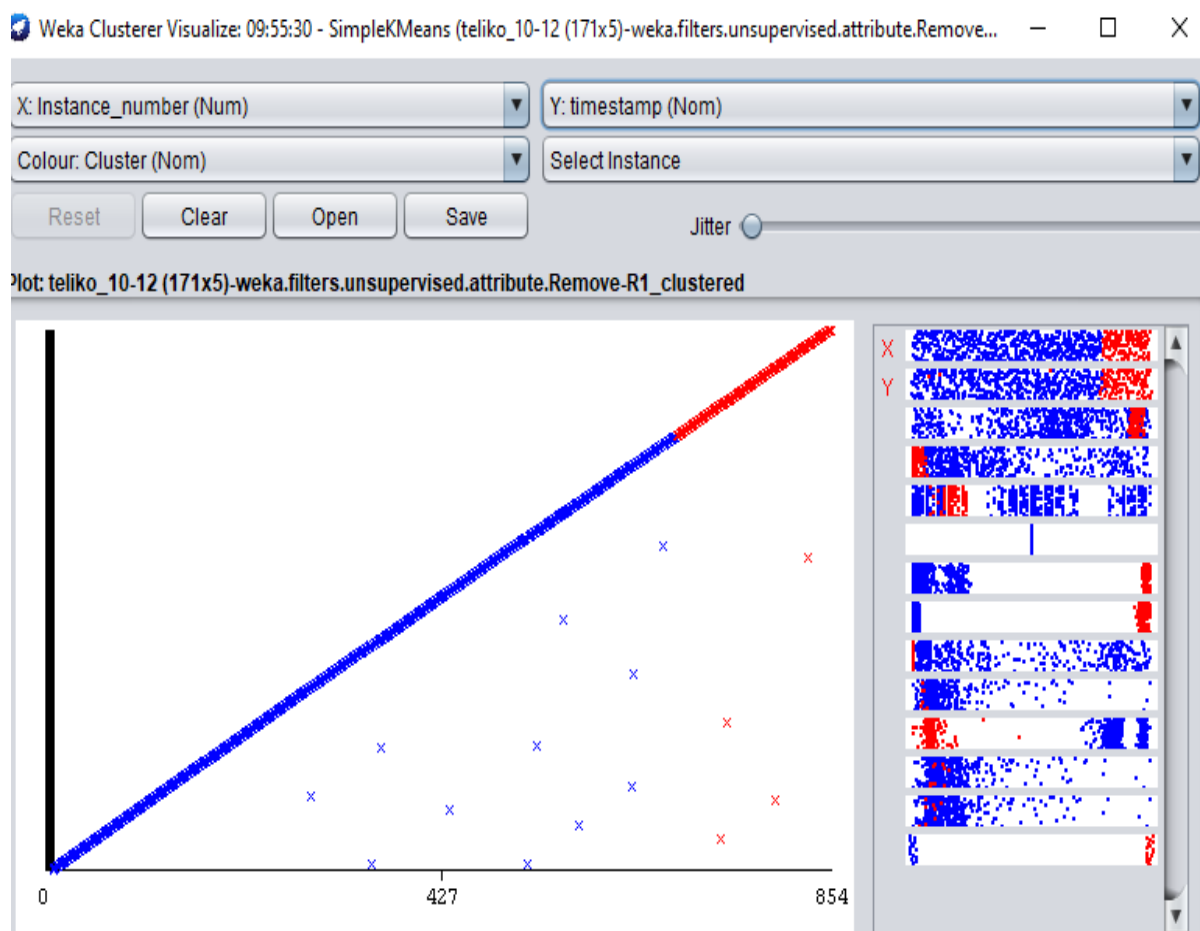
The screenshot shows the Weka Clusterer window with the 'Cluster' tab selected. The 'Choose' button is set to 'SimpleKMeans' with various parameters. The 'Cluster mode' section has 'Use training set' selected. The 'Clusterer output' section displays the 'Final cluster centroids' table.

Attribute	Full Data (855.0)	Cluster# 0 (684.0)	1 (171.0)
timestamp	2021-09-13 10:08:57 UTC	2021-09-13 10:08:57 UTC	2021-09-13 10:49:37 UTC
humidity	64.4972	61.5718	76.1988
air temperature	27.0383	27.9058	23.5682
barometric pressure	101.3598	101.4057	101.1763
battery in	-1	-1	-1
eCO2	1121.1427	563.7851	3350.5731
TVOC	739.8643	24.4854	3601.3801
light	5598.807	6996.2325	9.1053
PM 1	21.2326	21.677	19.4554
noise	76.0731	84.7807	41.2426
PM 10	29.0797	29.493	27.4264
PM 2.5	27.8406	28.3078	25.9717

Εικόνα 32- Μοντέλο αλγόριθμου k-means

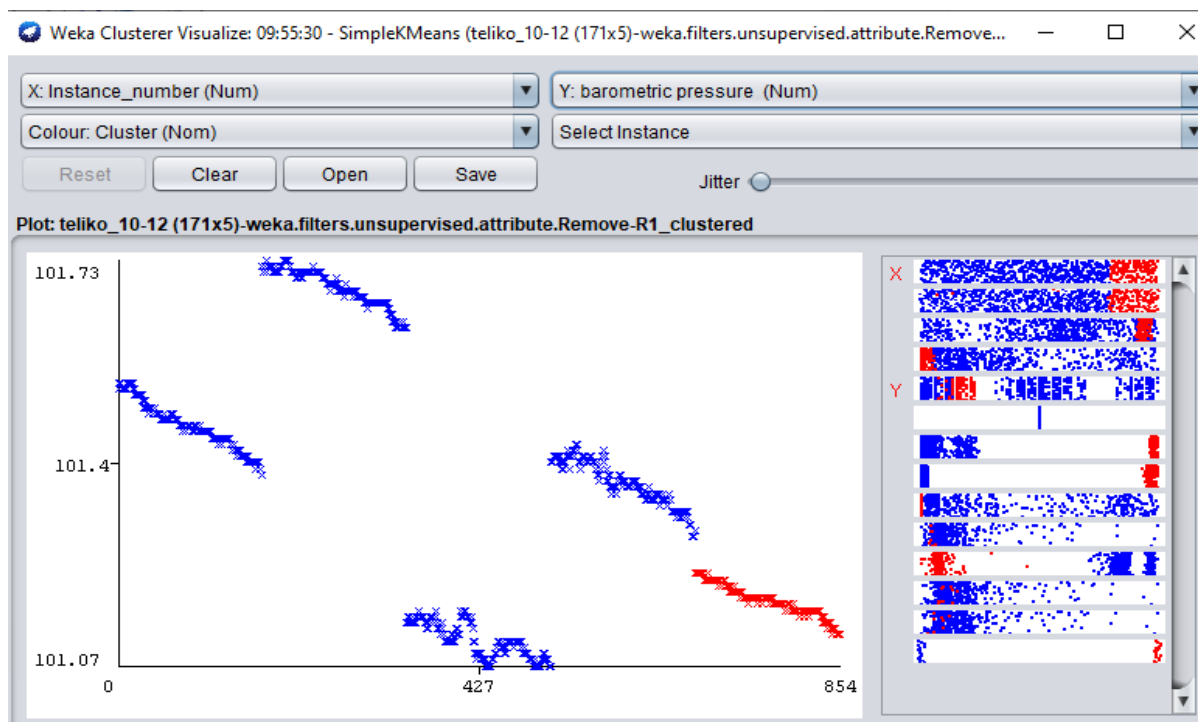
Από την οπτικοποίηση των instances, όπως φαίνεται στην εικόνα....προκύπτει ότι το πρώτο cluster περιλαμβάνει τις περιοχές Κοφινέτα, Σπηλιά, Φρούριο, Θέατρο και το δεύτερο cluster την περιοχή Λιμάνι. Το πρώτο cluster παρουσιάζεται με μπλε χρώμα και το δεύτερο με κόκκινο χρώμα. Από την ανάλυση των instances προκύπτει ότι τα instances από 686 έως 856 που

αφορούν στην περιοχή Λιμάνι ανήκουν στο δεύτερο cluster, ενώ τα instances από 1 έως 685 που αφορούν όλες τις άλλες περιοχές, ανήκουν στο πρώτο cluster.

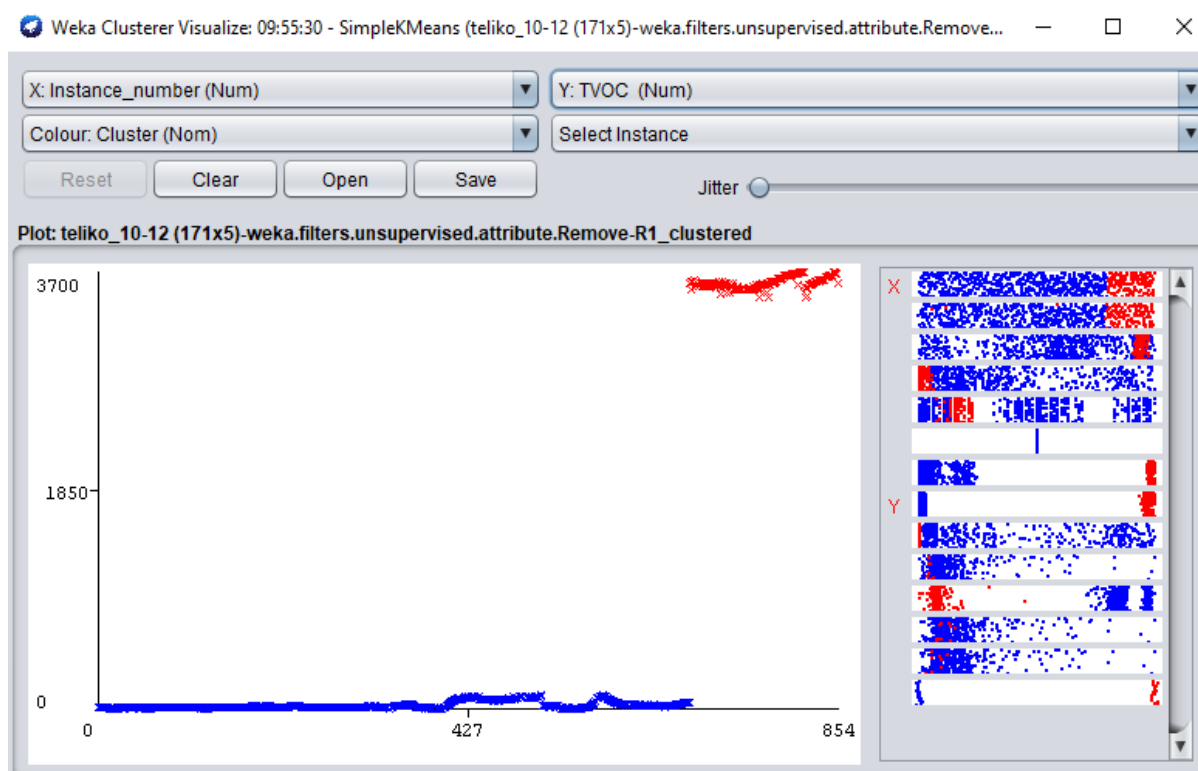


Εικόνα 33- Οπτικοποίηση clusters

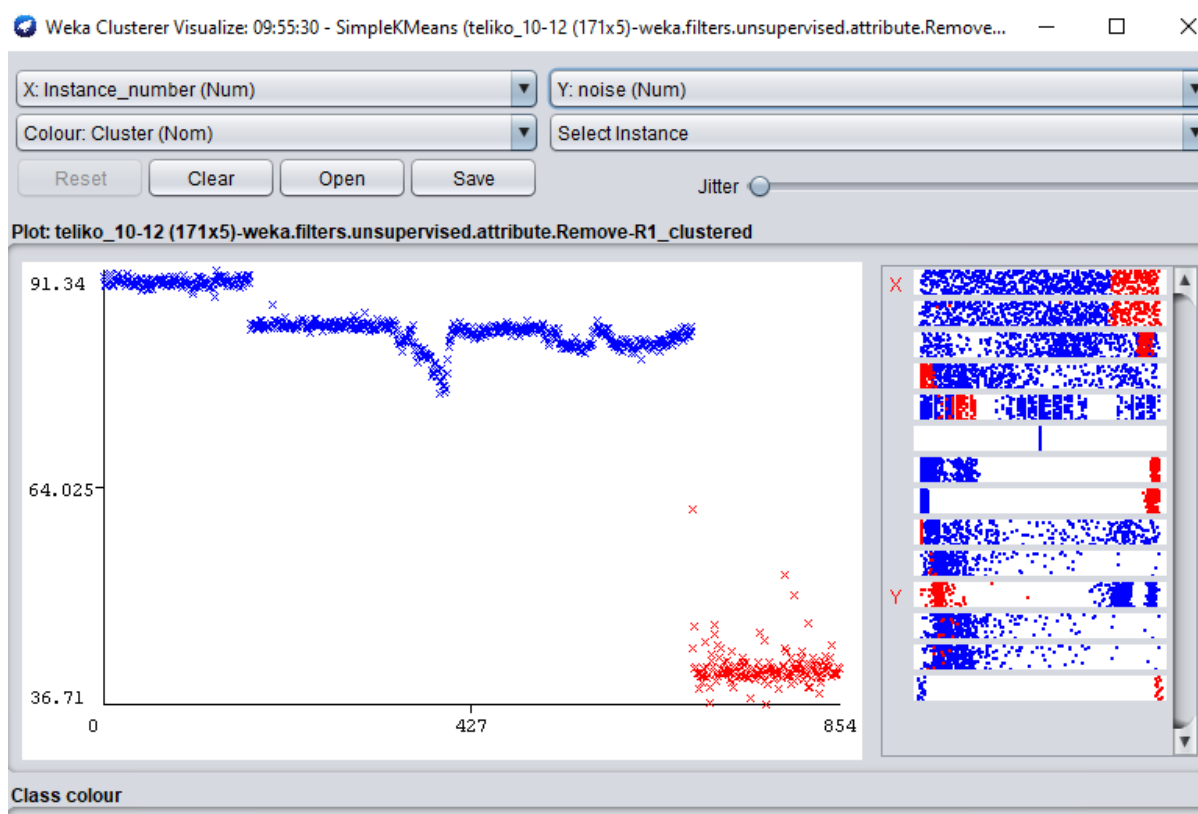
Ακολουθούν οι οπτικοποιήσεις των βασικών περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών (βαρομετρική πίεση, θόρυβος και TVOC), που όπως φάνηκε από την εποπτευόμενη μηχανική μάθηση, προσδιορίζουν κατά τις πρωϊνές ώρες 10.00 έως 12.00, τον καθορισμό των κλάσεων.



Εικόνα 34- Οπτικοποίηση clusters ως προς τη βαρομετρική πίεση



Εικόνα 35- Οπτικοποίηση clusters ως προς το TVOC



Εικόνα 36- Οπτικοποίηση clusters ως προς το θόρυβο

Όπως προαναφέρθηκε το κόκκινο χρώμα αντιστοιχεί στο δεύτερο cluster που αφορά το (μικροπεριβάλλον) Λιμάνι και το μπλε χρώμα αντιστοιχεί στις υπόλοιπες περιοχές, Κοφινέτα, Σπηλιά, Θέατρο, Φρούριο. Από την παραπάνω ανάλυση της μη εποπτευόμενης μηχανικής μάθησης, προκύπτει ότι με βάση τις περιβαλλοντικές μετρήσεις, η πόλη της Κέρκυρας χωρίζεται σε δύο περιοχές, με την περιοχή Λιμάνι να διαχωρίζεται στην ουσία από όλη την υπόλοιπη πόλη.

ΒΡΑΔΥΝΕΣ ΩΡΕΣ 24:00- 02:00

Εφαρμόζοντας μη επιβλεπόμενη μηχανική μάθηση και συγκεκριμένα τον αλγόριθμο k-means στο πρόγραμμα WEKA με τις προεπιλεγμένες παραμέτρους, στα δεδομένα που αφορούν στο χρονικό διάστημα από 24.00 έως 02.00, όπως φαίνεται στην εικόνα με τις μετρήσεις από όλα τα περιβαλλοντικά στοιχεία, που αφορούν ώρα, υγρασία, θερμοκρασία, βαρομετρική

πίεση, διοξειδίο του άνθρακα, TVOC, φως, θόρυβο και μικροσωματίδια, προκύπτουν δύο cluster για όλες τις περιοχές όπου είναι τοποθετημένοι οι μετρητές.

Clusterer

Choose **SimpleKMeans** -init 0 -max-candidates 100 -periodic-pruning 10000 -min-density 2.0 -t1 -1.25 -t2 -1.0 -N 2 -A "weka.core.EuclideanDistance -R first-last" -I 500 -num-slots 1 -S 10

Cluster mode Left-click to edit properties for this object, right-click/Alt+Shift+left-click for menu

☒ Use training set
☐ Supplied test set Set...
☐ Percentage split % 66
☐ Classes to clusters evaluation (Num) PM 2.5
☒ Store clusters for visualization

Ignore attributes

Start Stop

Result list (right-click for options)

- 10:57:31 - SimpleKMeans
- 10:57:50 - SimpleKMeans

Attribute	Full Data (855.0)	0 (513.0)	1 (342.0)
timestamp	2021-09-13 00:22:43 UTC	2021-09-13 00:23:44 UTC	2021-09-13 02:10:43 UTC
humidity	92.4868	95.2542	88.3358
air temperature	20.1494	19.6417	20.911
barometric pressure	101.327	101.4554	101.1345
battery in	-1	-1	-1
eCO2	682.0984	611.1209	788.5646
TVOC	42.4356	31.7193	58.51
light	1.5743	2.6238	0
PM 1	20.324	21.1046	19.1532
noise	86.0128	87.1587	84.294
PM 10	31.4582	32.3216	30.1631
PM 2.5	29.6463	30.7292	28.0221

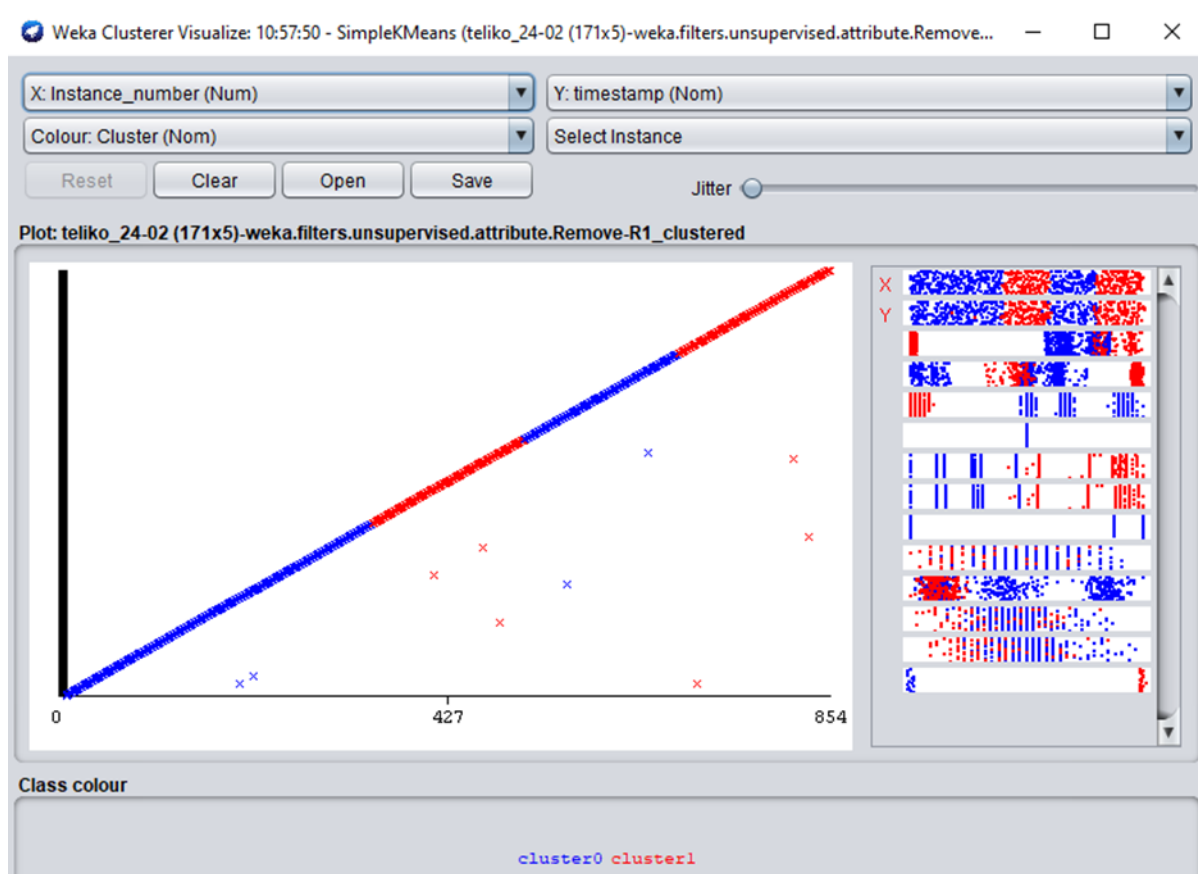
Time taken to build model (full training data) : 0.04 seconds

=== Model and evaluation on training set ===

Εικόνα 37- Μοντέλο αλγόριθμου k-means θραδινές ώρες 12.00-02.00

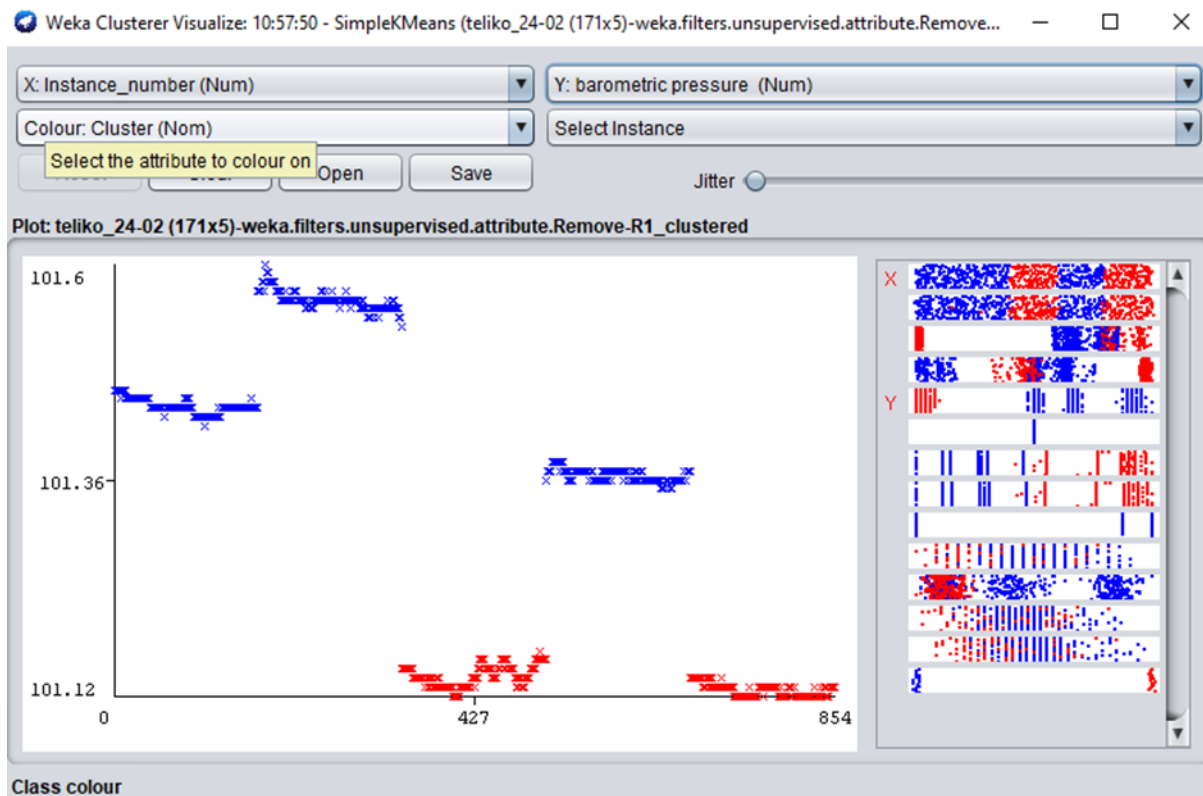
Όπως φαίνεται στην εικόνα.....το πρώτο cluster συγκεντρώνει μεγάλο μέρος της πόλης εφόσον σε αυτό ομαδοποιούνται τα 513 από τα 855 instances και στο δεύτερο cluster συγκεντρώνονται τα 342 instances. Το πρώτο cluster (κύριο cluster, αντιπροσωπευτικό της πόλης) παρουσιάζει υψηλότερη υγρασία, χαμηλότερη θερμοκρασία, υψηλότερη βαρομετρική πίεση, χαμηλότερο διοξείδιο του άνθρακα, χαμηλότερο TVOC, περισσότερο φως, περισσότερη φασαρία και περισσότερα μικροσωματίδια.

Από την οπτικοποίηση των instances, όπως φαίνεται στην εικόνα.....προκύπτει ότι το πρώτο cluster που απεικονίζεται με μπλε χρώμα περιλαμβάνει τις περιοχές Κοφινέτα (instances 2-172), Σπηλιά (instances 173-343) και Θέατρο (instances 515-685) ενώ το δεύτερο cluster που απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα περιλαμβάνει τις περιοχές Φρούριο (instances 344-514) και Λιμάνι (instances 686-856).

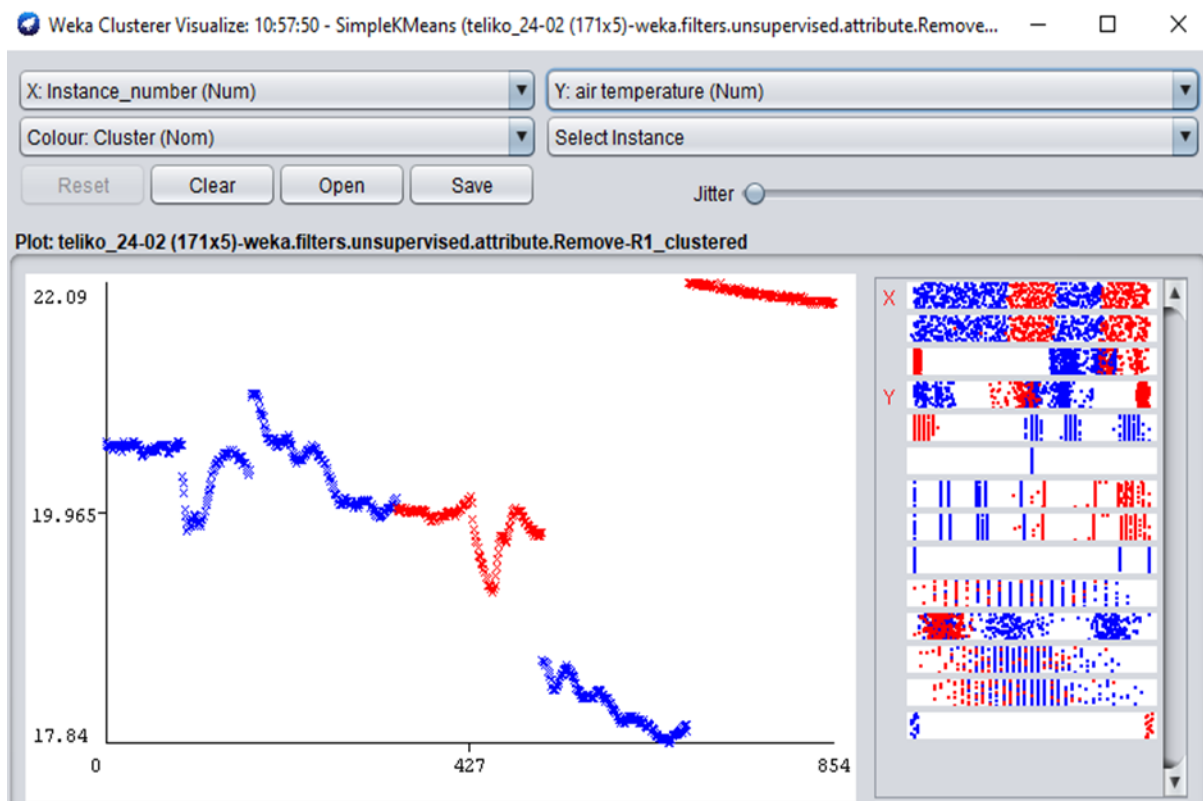


Εικόνα 38:- Οπτικοποίηση clusters κατά τις βραδινές ώρες

Ακολουθούν οι οπτικοποιήσεις των βασικών περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών (βαρομετρική πίεση και θερμοκρασία), που όπως φάνηκε από την εποπτευόμενη μηχανική μάθηση, προσδιορίζουν κατά τις βραδυνές ώρες 12.00 έως 02.00, τον καθορισμό των κλάσεων.



Εικόνα 39- Οπτικοποίηση clusters ως προς τη βαρομετρική πίεση



Εικόνα 40- Οπτικοποίηση clusters ως προς τη θερμοκρασία

Επομένως ένας συνδυασμός μετρήσεων που αφορούν στα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν με το μοντέλο μη επιβλεπόμενης μάθησης, μπορούν να οδηγήσουν σε αυτόματη ταυτοποίηση της περιοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση για την επεξεργασία του αστικού μικροκλίματος με χρήση αισθητήρων χαμηλού κόστους για πέντε περιοχές στο κέντρο της Κέρκυρας.

Με την ολοκλήρωση της εργασίας, θεωρούμε ως δεδομένο ότι, η ποιότητα του περιβάλλοντος είναι αλληλένδετη με την ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Πρώτη από όλα έρχεται η υγεία, η οποία επηρεάζεται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως τη θερμοκρασία, την υγρασία, τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, την ηχορύπανση, τους ατμοσφαιρικούς ρύπους και τις ολικές πτητικές ενώσεις όπως η σκόνη. Αναπνευστικά προβλήματα, καρδιοαγγειακά νοσήματα αλλά και ψυχολογικά όπως το στρες είναι μερικά παραδείγματα από τις επιπτώσεις της ποιότητας του περιβάλλοντος προς τη ποιότητα ζωής του πολίτη.

Στη συνέχεια διαπιστώνουμε ότι με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και τη χρήση αισθητήρων χαμηλού κόστους όπως το SmartCitizen ακόμα και ένας απλός πολίτης μπορεί να συμβάλλει στην καταγραφή και την ανάλυση μετρήσεων περιβαλλοντικών δεικτών. Με την κοινή χρήση δεδομένων και τη χρήση ανοιχτού κώδικα οι πληροφορίες μοιράζονται και είναι διαθέσιμες προς όλους (εταιρίες, φορείς, πανεπιστήμια) για αξιολόγηση και αξιοποίηση.

Κατόπιν είδαμε ότι με τη χρήση της Μηχανικής Μάθησης που είναι ένα υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης και με την εφαρμογή των αλγορίθμων εποπτευόμενης (J48 αλγόριθμος) και μη-εποπτευόμενης (K-means αλγόριθμος) μηχανικής μάθησης μέσω της εφαρμογής του WEKA, πως κοντινές περιοχές στη πόλη της Κέρκυρας χωρίζονται ανάλογα με τους περιβαλλοντικούς δείκτες σε μικροκλίματα.

Πιο συγκεκριμένα με την παρούσα εργασία διαπιστώθηκαν τα παρακάτω:

- Με την εποπτευόμενη μάθηση δύνεται η δυνατότητα προβλέψεων, έτσι ώστε άλλες μετρήσεις περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών, να δύνανται να ταυτοποιηθούν ως προς την περιοχή και να εξαχθούν πολύτιμα συμπεράσματα για την ποιότητα ζωής σε άλλες περιοχές. Π.χ. εάν εισαχθούν στον αλγόριθμο μετρήσεις από κάποια άλλη περιοχή στην οποία γίνεται καταμέτρηση περιβαλλοντικών δεδομένων, η έξοδος του αλγορίθμου θα προβλέψει σε ποια από τις πέντε περιοχές της πόλης της Κέρκυρας εμπίπτει η συγκεκριμένη περιοχή.
- Με τη μη εποπτευόμενη μάθηση η πόλη χωρίζεται σε δύο συστάδες, στις οποίες περιλαμβάνονται οι τιμές των μέσων όρων των χαρακτηριστικών, που χαρακτηρίζουν τις συγκεκριμένες περιοχές. Από αυτό μπορούν να βγουν σημαντικά συμπεράσματα για την πόλη της Κέρκυρας, δηλαδή ποιες περιοχές έχουν παρόμοια περιβαλλοντικά δεδομένα και να ληφθούν μια σειρά από αποφάσεις. Π.χ η περιοχή του λιμανιού και την ημέρα και τη νύχτα έχει υψηλότερο διοξείδιο του άνθρακα, υψηλότερο TVOC, όμως χαμηλότερη βαρομετρική πίεση και λιγότερα αιωρούμενα σωματίδια από την υπόλοιπη πόλη της Κέρκυρας. Αυτό δείχνει ότι η πόλη της Κέρκυρας είναι αρκετά επιβαρυνμένη περιβαλλοντικά, επομένως θα πρέπει να ληφθούν αποφάσεις που συμβάλλουν στη μείωση π.χ. των αιωρούμενων σωματιδίων εφόσον αυτά συνδέονται όπως αναφέρθηκε παραπάνω με αυξημένες πιθανότητες καρκίνων και εμφραγμάτων του μυοκαρδίου.
- Η συσταδοποίηση που πραγματοποιήθηκε, οδήγησε σε διαχωρισμό στην ουσία της πόλης σε δύο μικροπεριβάλλοντα. Αυτό θα μπορούσε να αξιοποιηθεί από περιβαντολόγους και ειδικούς υγείας προκειμένου να γίνουν προσπάθειες για τη

βελτίωση της ποιότητας ζωής, μειώνοντας τη μόλυνση και ενισχύοντας την εξυγίανση της περιοχής.

- Η τοποθέτηση περισσότερων αισθητήρων σε όλο το νησί της Κέρκυρας, θα βοηθούσε σε μία περιβαλλοντική χαρτογράφηση της περιοχής, έτσι ώστε να δοθεί η δυνατότητα με σχετικά χαμηλό κόστος να αξιοποιηθούν περιβαλλοντικά δεδομένα και να ληφθούν αποφάσεις για τη βελτίωση του περιβάλλοντος.

Γίνεται αντιληπτό ότι κάθε πολίτης μπορεί να συμμετέχει και να συμβάλλει σε αυτή τη προσπάθεια. Επιπλέον φορείς όπως οι Δήμοι, οι Περιφέρειες σε συνεργασία με επιστημονικούς συνεργάτες μπορούν να αξιοποιήσουν τους αισθητήρες με σκοπό την κατανόηση των αλλαγών που συμβαίνουν στο περιβάλλον ώστε να οδηγούνται σε άμεσες λύσεις των προβλημάτων που επηρεάζουν την ποιότητα ζωής των πολιτών. Ακόμα η ανάλυση των περιβαλλοντικών δεδομένων στο μέλλον μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τουριστικές εφαρμογές για προσωποποιημένες διακοπές όπου ο χρήστης θα βάζει σαν φίλτρο επιλογής ανάλογα με το κλίμα που τον ενδιαφέρει ή θέλει να προστατευτεί π.χ κάποιος με ευαισθησία στο αναπνευστικό σύστημα ή με χρόνια άσθμα να μπορεί να αποφύγει περιοχές με υψηλή υγρασία που μπορεί να επιδεινώσουν την κατάσταση υγείας τους. Γενικά η καταγραφή και η ανάλυση δεδομένων του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τεχνολογίας μπορεί να γίνει με γρήγορο και οικονομικό τρόπο με τη χρήση χαμηλού κόστους αισθητήρων.

Βιβλιογραφία

- Smart Citizen – Sensores Ciudadamos, “Fab Lab Barcelona”, GOTEIO
- Smart Citizen Station, “docs.smartcitizen.me”
- https://www.youtube.com/watch?v=hvn5LyACUYw&ab_channel=FabLabBarcelona
- S. B. Kotsianis, (2017) “Supervised Machine Learning: A Review of Classification Techniques
- European Environment Agency, Copenhagen, Denmark (2012). "Environmental Quality (definition)." Glossary. Environmental Terminology and Discovery Service.
- C. M. Bishop. (1995) Neural Networks for Pattern Recognition. Clarendon Press, Oxford, 199
- Youguo Li, Haiyan Wu (2012) ,“A Clustering Method Based on K-Means Algorith”, International Conference on Solid State Devices and Materials Science
- Mitchell, T. M., (1997). “Decision Tree Learning” Machine Learning, McGraw Hill
- Williams, R. J. (1992). Simple statistical gradient-following algorithms for connectionist reinforcement learning. Machine Learning, 8
- Drewnowski, J.F. (1974), “On measuring and planning the quality of life”, Mouton
- Dalia Streimikiene (2015), “Environmental indicators for the assessment of quality of life”, Mykolas Romeris University. Production and hosting by Elsevier B.V
- Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, (2018) «Ατμοσφαιρική ρύπανση: Η προστασία της υγείας μας παραμένει ανεπαρκής», Ευρωπαϊκή Ένωση
- B.J Copeland (2019), “Artificial Intelligence” ,The Editors of Encyclopedia Britannica
- Stuart Russell, Peter Norvig (2020), “Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th Edition” University of California

- Riley E. Dunlap (2015) “International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences”, Elsevier
- <https://www.eea.europa.eu/>
- <https://www.eurofound.europa.eu/el/eqls2016>
- Ράφτης Γιώργος (2018), “Εφαρμογή Internet of Things για την παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης”, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε.