

Πρόγραμμα Εδαφικής Συνεργασίας Ελλάδα-Κύπρος 2014-2020 (INTERREG V-A)



Προστασία και ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς Ελλάδας & Κύπρου σε μουσειακές συλλογές»

(Νοέμβριος 2017 - Νοέμβριος 2020)

Παραδοτέο 4.2.1

Μελέτη Επιλογής Αισθητήρων Φορητού Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης

Παραδοτέο 4.2.2 και 4.4.2

Ανάπτυξη φορητού συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης

Παραδοτέο 6.2.1 και 6.4.1

Εγκατάσταση μόνιμου συστήματος παρακολούθησης ποιότητας αέρα

Παραδοτέο 6.2.2 και 6.4.2

Ανάπτυξη βάσης δεδομένων μετρήσεων αέριων ρύπων

Παραδοτέο 6.2.3 και 6.4.3

Ανάπτυξη βάσης δεδομένων δραστηριοτήτων/αριθμού επισκεπτών

Παραδοτέο 6.2.4 και 6.4.4

Δημιουργία κεντρικού συστήματος παρακολούθησης ποιότητας αέρα

Παραδοτέο 2.2.3

Εγχειρίδιο Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ, 2020

Συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΤΠΑ) και από Εθνικούς Πόρους της Ελλάδας και της Κύπρου

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

- Δρ. Πέτρος Σάββα, *Συντονιστής Ομάδας Έργου (ΤΕΠΑΚ)*
- Δρ. Ολυμπία Νησιφόρου, *Μεταδιδακτορικός Συνεργάτης*
- Χαρούλα Πισκοπιανού, *Μεταπτυχιακός Συνεργάτης*
- Νάντια Παντελίδου, *Μεταπτυχιακός Συνεργάτης*
- Μπάρμπαρα Κωνσταντίνου, *Μεταπτυχιακός Συνεργάτης*
- Ευστάθιος Θεοφίλου, *Μεταπτυχιακός Συνεργάτης*

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΦΟΡΗΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ	Error! Bookmark not defined. 6
2.1 Προδιαγραφές Αισθητήρων.....	Error! Bookmark not defined. 6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	8
3.1 Υλικά που Χρησιμοποιήθηκαν.....	8
3.2 Εγχειρίδιο Χρήστη Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης	10
3.2.1 Προστασία και Ασφάλεια του Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης.....	10
3.2.2 Αλλαγή Αισθητήρων.....	11
3.2.3 Εφαρμογή εξ' Αποστάσεως Παρακολούθησης των Μετρήσεων.....	14
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Λεπτομερή Σχεδιαγράμματα Φορητού Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης.....	17

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Κάτοψη ισογείου Βυζαντινού Μουσείου Κύπρου.....	9
Εικόνα 2: Το αποσπώμενο σύστημα τοποθέτησης αισθητήρων.....	11
Εικόνα 3: Τοποθέτηση/απομάκρυνση αισθητήρων από το αποσπώμενο σύστημα.....	12
Εικόνα 4: Η σειρά τοποθέτησης των αισθητήρων εντός του αποσπώμενου συστήματος.....	13
Εικόνα 5: Η ορθή τοποθέτηση των αισθητήρων εντός του αποσπώμενου συστήματος.....	13
Εικόνα 6: Η ορθή διαδικασία ανοίγματος των αισθητήρων στο αποσπώμενο σύστημα.....	14
Εικόνα 7: Η κοινή γραφική παράσταση όλων των ρύπων για συγκεκριμένη χρονική περίοδο, με τον δρομέα τοποθετημένο σε ένα σημείο και τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των ρύπων για συγκεκριμένη χρονική στιγμή για την υπό ανάλυση περίοδο.....	15
Εικόνα 8: Η γραφική παράσταση των συγκεντρώσεων όλων των υπό παρακολούθηση αέριων ρύπων για συγκεκριμένη χρονική περίοδο.....	16
Εικόνα 9: Οι τιμές συγκεντρώσεων των υπό παρακολούθηση ρύπων εντός του χώρου του ΒΜΚ, για συγκεκριμένη χρονική στιγμή, όπως εμφανίζονται στο λογισμικό εξ' αποστάσεως παρακολούθησης.....	16
Εικόνα 10: Το φορητό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης (κλειστό), όπως είναι η τελική του μορφή το οποίο τοποθετήθηκε στο χώρο του ΒΜΚ.....	17
Εικόνα 11: Το φορητό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης με ανοιγόμενο κάλυμμα για προστασία από τη σκόνη και το φως, αλλά και για την τοποθέτηση των υλικών εντός της συσκευής.....	18
Εικόνα 12: Το φορητό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης (αριστερά) με ανοιγόμενο 2 ^ο κάλυμμα για πρόσβαση στο χώρο τοποθέτησης των υλικών, και (δεξιά) το αποσπώμενο σύστημα τοποθέτησης των αισθητήρων. Οι κίτρινες λωρίδες είναι τα σημεία όπου τοποθετήθηκαν οι λαμπτήρες LED.....	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έκθεση αποτελείται από Παραδοτέα τα οποία αφορούν την επιλογή των καταλληλότερων αισθητήρων (Π.4.2.1) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φορητό σύστημα παρακολούθησης της αέριας ρύπανσης εντός του χώρου του Βυζαντινού Μουσείου Κύπρου (BMK). Το δεύτερο μέρος του παραδοτέου επικεντρώνεται στο φορητό σύστημα που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της πράξης ΜΟΥΣΕΙΑ II (Π.4.2.2), στον τρόπο λειτουργίας του (ανάπτυξη εγχειριδίου λειτουργίας - Π.2.2.3), στην εγκατάστασή του σε προεπιλεγμένο χώρο του BMK (Π.6.2.1 και Π.6.4.1) στη σύνδεσή του με διακομιστή (server) στην ανάπτυξη πλατφόρμας παρακολούθησης των μετρήσεων (συγκεντρώσεις αέριων ρύπων και επισκεπτών BMK) του συστήματος (Π.6.2.2-4 και Π.6.4.2-4). Τα παραδοτέα είναι άρρηκτα συνυφασμένα μεταξύ τους, αφού η επιλογή των αισθητήρων επηρεάζει τόσο τον σχεδιασμό, όσο και τη λειτουργία του φορητού συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης της αέριας ρύπανσης, η οποία βρίσκεται τοποθετημένη στο BMK του Ιδρύματος Αρχιεπισκόπου Μακαρίου του Γ'.

Συγκεκριμένα, για το Π.4.2.1, με σκοπό την αξιολόγηση των αισθητήρων μέτρησης της συγκέντρωσης των σημαντικότερων αέριων ρύπων σε εσωτερικούς χώρους, λήφθηκαν υπόψη η ευαισθησία των αισθητήρων στις μεταβολές της συγκέντρωσης των αέριων ρύπων, το μέγεθος, το κόστος, ο χρόνος απόκρισης τους, η ευκολία χρήσης (ακόμα και από ανειδίκευτο προσωπικό), αλλά και παράγοντες που δύναται να επηρεάσουν τις μετρήσεις των αισθητήρων, όπως θερμοκρασία, πίεση, υγρασία. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που επηρέασε σε μεγάλο βαθμό την επιλογή των αισθητήρων ήταν η αποφυγή της ανάγκης βαθμονόμησής τους. Λόγω του ότι οι αισθητήρες θα έπρεπε να είναι τοποθετημένοι στην ίδια φορητή συσκευή, μελετήθηκαν επίσης τυχόν παρεμβολές από άλλους αέριους ρύπους ώστε να αυξηθεί η αξιοπιστία των μετρήσεών τους.

Ακολουθώντας, και με βάση την πιο πάνω επιλογή των καταλληλότερων αισθητήρων, σχεδιάστηκε, κατασκευάστηκε και τοποθετήθηκε η φορητή συσκευή παρακολούθησης της αέριας ρύπανσης εντός του χώρου του BMK. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και ο τρόπος λειτουργίας της περιγράφεται στο 2^ο μέρος της συγκεκριμένης μελέτης (Π.2.2.3, Π.6.2.1 – 4 και 6.4.1 - 4).

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι για τη διεκπεραίωση των μετρήσεων, την εγκατάσταση των συστημάτων παρακολούθησης τόσο του φορητού συστήματος, του συστήματος καταγραφής των επισκεπτών αλλά και για την ετοιμασία των παραδοτέων υπήρξε άριστη συνεργασία μεταξύ ΤΕΠΑΚ και BMK.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΦΟΡΗΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ

2.1 Προδιαγραφές Αισθητήρων

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται τα στοιχεία που πρέπει να διαθέτουν οι αισθητήρες έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν με επιτυχία στο φορητό σύστημα παρακολούθησης της αέριας ρύπανσης στον εσωτερικό χώρο του Βυζαντινού Μουσείου Κύπρου (BMK) του Πολιτιστικού Κέντρου του Ιδρύματος Αρχιεπισκόπου Μακαρίου Γ' στη Λευκωσία.

Αρχικά θα πρέπει να γίνει αναφορά στους ρύπους που επιλέχθηκαν να παρακολουθούνται καθημερινά και οι οποίοι δύνανται να έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στα εκθέματα του BMK, πέραν της υγρασίας, φωτεινότητας και θερμοκρασίας. Οι τελευταίοι τρεις παράγοντες έχουν αντιμετωπισθεί μετά από την πραγματοποίηση επί τόπου μετρήσεων στο BMK και έχουν αντιμετωπισθεί με την τοποθέτηση αφυγραντήρων, φίλτρων στους υαλοπίνακες και αναβάθμιση του υφιστάμενου κλιματισμού του χώρου του Μουσείου. Οι ρύποι που επελέγησαν να παρακολουθούνται είναι: υδρόθειο (H_2S), αμμωνία (NH_3), διοξείδιο του αζώτου (NO_2), διοξείδιο του θείου (SO_2), φορμαλδεΰδη (CH_2O) και οξικό οξύ (CH_3COOH).

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να διαθέτουν οι αισθητήρες των πιο πάνω αέριων ρύπων για να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της ορθής παρακολούθησης της ποιότητας του εσωτερικού χώρου του BMK περιγράφονται ως εξής:

A) Μεγάλη ευαισθησία στις μεταβολές της συγκέντρωσης των υπό παρακολούθηση αέριων ρύπων στον εσωτερικό χώρο του BMK. Οι πλείστοι αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν μεταβολές συγκέντρωσης της τάξης μερικών ppm. Οι αισθητήρες που έχουν επιλεγεί διαθέτουν κατώτατο όριο ανίχνευσης συγκέντρωσης μερικών ppb.

B) Γρήγορη απόκριση: είναι εύκολα αντιληπτό ότι πιθανή εστία ρύπανσης στο χώρο ενός μουσείου θα πρέπει να εντοπίζεται και να αντιμετωπίζεται όσο το δυνατό πιο γρήγορα. Ως εκ' τούτου, οι αισθητήρες θα πρέπει να καταγράφουν τη μεταβολή της συγκέντρωσης ενός αέριου ρύπου εντός μερικών λεπτών, παράμετρος που ικανοποιείται από τους αισθητήρες που τελικά επιλέγηκαν να χρησιμοποιηθούν.

Γ) Αξιοπιστία αποτελεσμάτων: Τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες θα πρέπει να είναι αξιόπιστα και διαθέτουν μεγάλη επαναληψιμότητα. Το γεγονός αυτό έχει επιβεβαιωθεί στους αισθητήρες που έχουν επιλεγεί, αφού μετά την τοποθέτησή τους στη φορητή συσκευή πραγματοποιήθηκαν επί τόπου μετρήσεις με τη χρήση φορητών οργάνων τα οποία επαλήθευσαν τις συγκεντρώσεις των συγκεκριμένων αέριων ρύπων στον εσωτερικό χώρο του ΒΜΚ.

Δ) Κόστος αισθητήρων: Θα πρέπει οι αισθητήρες να έχουν όσο το δυνατό χαμηλότερο κόστος, χωρίς αυτό να επηρεάζει τους τρεις προαναφερθέντες παράγοντες. Είναι σημαντικό το κόστος των αισθητήρων να είναι χαμηλό, αφού αυτό θα επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό και τη μελλοντική εμπορικοποίηση του φορητού συστήματος. Οι αισθητήρες που έχουν επιλεγεί είναι χαμηλού κόστους με ευρύ φάσμα εφαρμογών στους τομείς της βιομηχανίας αλλά και της προστασίας της ανθρώπινης υγείας και της ποιότητας του αέρα κυρίως σε εσωτερικούς χώρους.

Ε) Ευκολία στη χρήση: Οι περισσότεροι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται σήμερα ανά το παγκόσμιο για να διαθέτουν μεγάλη αξιοπιστία στα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των αέριων ρύπων που καταμετρούν, είναι απαραίτητο να βαθμονομούνται τακτικά είτε από την κατασκευάστρια εταιρεία, είτε από διαπιστευμένα εργαστήρια. Το γεγονός αυτό προϋποθέτει υψηλό κόστος, δυσκολία στο χειρισμό, ενώ ταυτόχρονα η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρα, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις νησιών (όπως η Κύπρος και η Κρήτη) όπου πολλές φορές χρειάζεται η αποστολή των αισθητήρων σε άλλες περιοχές. Επιπλέον, οι περισσότεροι αισθητήρες απαιτούν μια ηλεκτρική πηγή για να λειτουργήσουν. Αντίθετα, οι αισθητήρες που έχουν επιλεγεί να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια του παρόντος έργου δεν απαιτούν βαθμονόμηση, ούτε χρειάζονται ηλεκτρική πηγή για να καταμετρούν, γεγονός που τους καθιστά πολύ εύχρηστους και δίνει τη δυνατότητα στους ερευνητές να διαθέτουν ένα φορητό και όχι σταθερό σύστημα παρακολούθησης της αέριας ρύπανσης σε εσωτερικούς χώρους.

Με βάση τα πιο πάνω, έχουν επιλεγεί να χρησιμοποιηθούν δοσιμετρικοί αισθητήρες Gastec, οι οποίοι πληρούν τα ανωτέρω κριτήρια και είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις του παρόντος έργου. Οι εν λόγω δοσιμετρικοί αισθητήρες δεν επηρεάζονται από την παρουσία άλλων συναφών αέριων ρύπων στον εσωτερικό χώρο του Μουσείου, γεγονός που τους καθιστά εξαιρετικά αξιόπιστους. Η δυνατότητα αξιόπιστης μέτρησης αέριων ρύπων χαμηλών συγκεντρώσεων (της τάξης των ppb) με ταυτόχρονη γρήγορη απόκριση στις μετρήσεις (μερικά λεπτά) τους καθιστούν τους καταλληλότερους αισθητήρες, άμεσα διαθέσιμους στην αγορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ

3.1. Υλικά που Χρησιμοποιήθηκαν

Μετά την επιλογή των καταλληλότερων αισθητήρων σχεδιάστηκε φορητή συσκευή στην οποία τοποθετήθηκαν σε σειρά οι αισθητήρες και σε κατάλληλη απόσταση μεταξύ τους ώστε να είναι δυνατή η καταγραφή των ενδείξεων των τιμών των συγκεντρώσεων των υπό παρακολούθηση αέριων ρύπων. Για την κατασκευή της φορητής συσκευής παρακολούθησης της αέριας ρύπανσης και του συστήματος καταγραφής επισκεπτών στο ΒΜΚ, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά/λογισμικά:

A) Φορητό σύστημα παρακολούθησης:

1. Raspberry Pi 3 Model B.
2. Pixy CMUcam5.
3. 5 LED's with a small PCB Design.

B) Σύστημα καταγραφής επισκεπτών:

1. 2 x Laser-Diodes (laser-diode from a red laser pointer - 635nm and <1mW).
2. 2 x Small LDRs.
3. 2 x 10k ohm resistors.
4. 1 x 7805 - 5v voltage reg.
5. Arduino (any microcontroller would serve the purpose).
6. Heat Shrink tubing (4mm).
7. PerfBoard.
8. 9v batteries and battery connectors.
9. Ethernet Shield.
10. PCB with 10k Ohm Resistor.
11. USB cable Ethernet cable wires.

12. PCB spacers.

13. Setup and configuration.

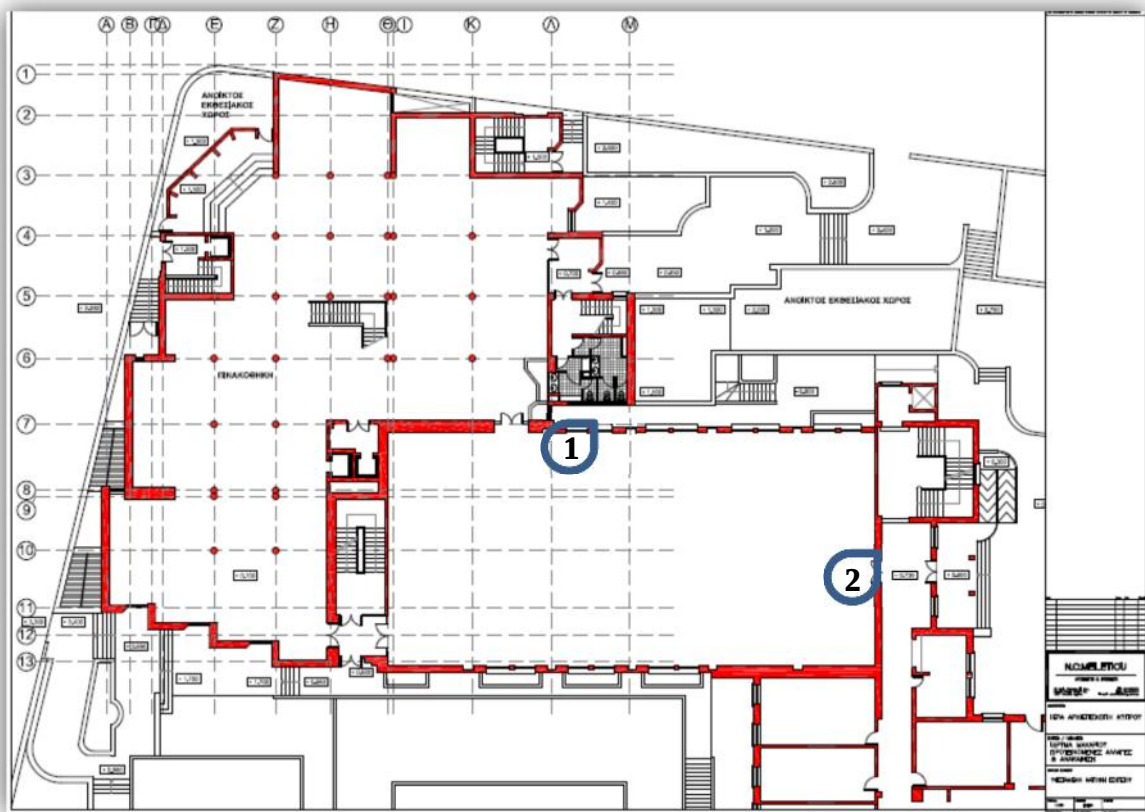
Γ) Συσκευή δικτύου (προγραμματιζόμενος δρομολογητής) - Network Device (Programmable router)

1. MikroTik RB951Ui-2HnD 600MHz, 128MB RAM, 5xLAN, 2.4GHz, RouterOS L4.

2. Ρύθμιση και διαμόρφωση δρομολογητή (Router Setup and configuration).

Επιπλέον, δημιουργήθηκε τρισδιάστατο λεπτομερές σχεδιάγραμμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την τρισδιάστατη εκτύπωση (3D print), του συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης. Μερικές από τις εικόνες του σχεδιαγράμματος του φορητού συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι.

Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι η συσκευή έγκαιρης προειδοποίησης έχει τοποθετηθεί σε κεντρικό σημείο του ΒΜΚ (εικόνα 1 – σημείο 1), ενώ το σύστημα καταγραφής επισκεπτών έχει τοποθετηθεί στην είσοδο του ΒΜΚ (εικόνα 1 – σημείο 2).



3.2. Εγχειρίδιο Χρήστη Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης

Έχει αναπτυχθεί εγχειρίδιο χρήστη για το σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης το οποίο έχει παραδοθεί στο ΒΜΚ και στο οποίο αναπτύσσεται λεπτομερώς τόσο τα ορθά βήματα που πρέπει να ακολουθούνται για την ομαλή λειτουργία του συστήματος, όσο και η διαδικασία που πρέπει να πραγματοποιείται όταν θα απαιτείται η αλλαγή των αισθητήρων και η τοποθέτηση καινούριων. Στη συνέχεια παρατίθεται το εγχειρίδιο χρήστη.

3.2.1. Προστασία και ασφάλεια του συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης

- 1) Η μονάδα μέτρησης δεν πρέπει να μετακινείται. Σε περίπτωση όπου απαιτείται η μετακίνησή της, θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή.
- 2) Η μονάδα μέτρησης δεν πρέπει να εκτίθεται σε υψηλή υγρασία (πέραν του 80%).
- 3) Η μονάδα μέτρησης δεν πρέπει να εκτεθεί σε θερμοκρασίες πέραν των 40°C.
- 4) Η μονάδα μέτρησης πρέπει να προστατεύεται από πτώση και κτυπήματα.

Για τη μείωση του κινδύνου ηλεκτροπληξίας ή καταστροφής του εξοπλισμού, θα πρέπει να:

- * Συνδεθεί το καλώδιο τροφοδοσίας σε πρίζα A/C στην οποία η πρόσβαση είναι εύκολη.
- * Διακόπτεται η παροχή ρεύματος στον μετρητή αποσυνδέοντας το καλώδιο τροφοδοσίας από την πρίζα A/C.

ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗ:

Για τη μείωση της πιθανότητας τραυματισμού λόγω εκπομπών θερμότητας ή υπερθέρμανσης του συστήματος παρακολούθησης δεν πρέπει να τοποθετούνται αντικείμενα πάνω από τη συσκευή.

3.2.2. Αλλαγή αισθητήρων

Η διαδικασία που θα πρέπει να ακολουθείται από τον χρήστη για την αλλαγή των αισθητήρων καταμέτρησης της συγκέντρωσης των ρύπων από τη συσκευή έγκαιρης προειδοποίησης, είναι η εξής:

1) Αφαιρείται προσεκτικά αποσπώμενο σύστημα τοποθέτησης των αισθητήρων (μαύρη θήκη) από το σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης τραβώντας τη χειρολαβή προς τα πάνω, όπως φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα.



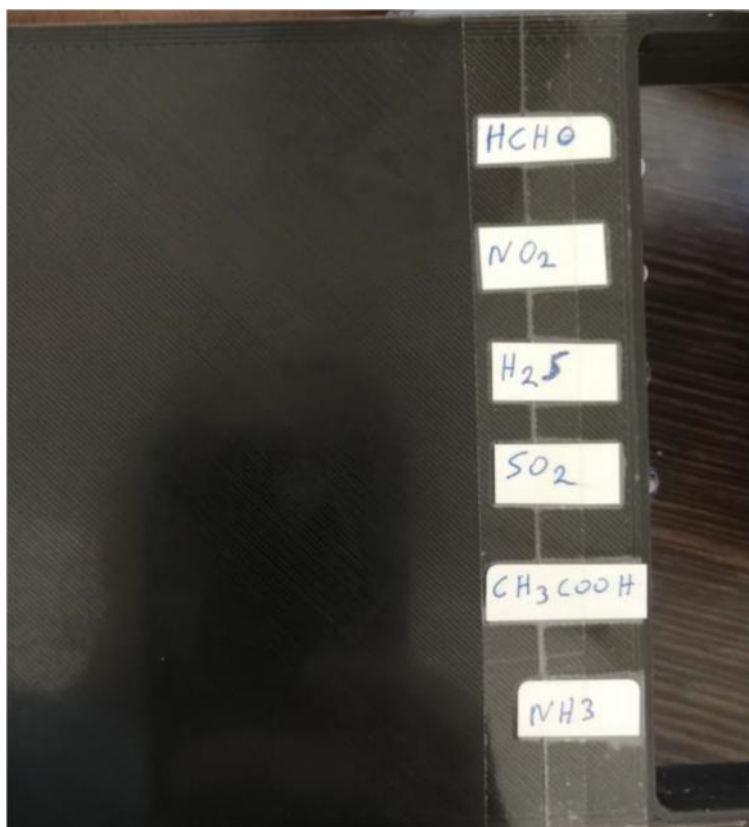
Εικόνα 2: Το αποσπώμενο σύστημα τοποθέτησης αισθητήρων.

2) Στη συνέχεια αφαιρούνται προσεκτικά οι αισθητήρες που θα αντικατασταθούν πιέζοντας ελαφρά τον κάθε αισθητήρα και σπρώχνοντας τον προς τα πάνω, όπως αυτό φαίνεται στην κάτωθι εικόνα.



Εικόνα 3: Τοποθέτηση/απομάκρυνση αισθητήρων από το αποσπώμενο σύστημα.

3) Ο εκάστοτε αισθητήρας τοποθετείται στην αντίστοιχη θέση με το βαθμονομημένο του μέρος στραμμένο προς τα εμπρός όπως φαίνεται στις επόμενες δύο εικόνες 4 και 5.



Εικόνα 4: Η σειρά τοποθέτησης των αισθητήρων εντός του αποσπώμενου συστήματος.



Εικόνα 5: Η ορθή τοποθέτηση των αισθητήρων εντός του αποσπώμενου συστήματος.

4) Ακολούθως ανοίγεται προσεκτικά το στόμιο του σωλήνα του αισθητήρα, έτσι ώστε να μπορεί να προσροφηθεί ατμοσφαιρικός αέρας σύμφωνα με την πιο κάτω εικόνα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το άνοιγμα των αισθητήρων θα πρέπει να πραγματοποιείται με τους αισθητήρες τοποθετημένους μέσα στο αποσπώμενο σύστημα, έτσι ώστε να αποφεύγεται τυχόν ατύχημα.



Εικόνα 6: Η ορθή διαδικασία ανοίγματος των αισθητήρων στο αποσπώμενο σύστημα.

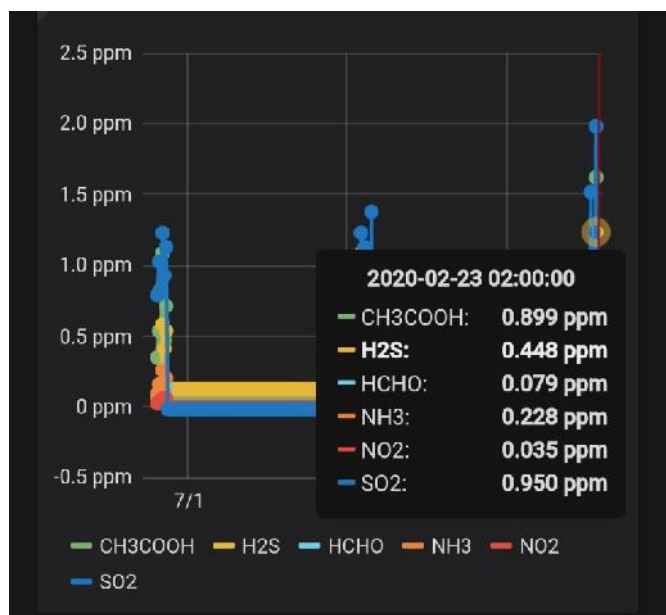
5) Στη συνέχεια τοποθετείται προσεκτικά το αποσπώμενο σύστημα τοποθέτησης των αισθητήρων πίσω στη συσκευή, με κάθετη φορά, σύμφωνα με την Εικόνα 2.

3.2.3. Εφαρμογή εξ' Αποστάσεως Παρακολούθησης των Μετρήσεων

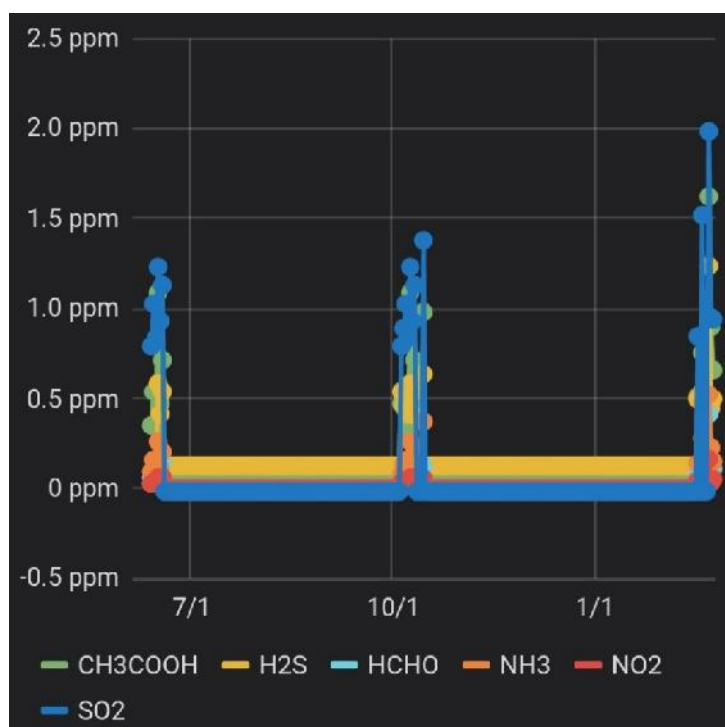
Για να είναι δυνατή η παρακολούθηση της ποιότητας του εσωτερικού χώρου του ΒΜΚ όσον αφορά τη συγκέντρωση των αέριων ρύπων οι οποίοι επιλέγηκαν να παρακολουθούνται, αναπτύχθηκε εφαρμογή με τη χρήση του λογισμικού grafana για android. Η διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων που καταμετρούνται, ξεκινά με την αποστολή των δεδομένων από τη συσκευή έγκαιρης προειδοποίησης (ΒΜΚ) στον εξυπηρετητή (ΤΕΠΑΚ), όπου αναπτύχθηκε λογισμικό το οποίο μετατρέπει τα ακατέργαστα δεδομένα (raw data) σε συγκεντρώσεις και ακολούθως σε γραφική παράσταση για τον κάθε ρύπο (συγκέντρωση σε συνάρτηση με τον χρόνο). Στη συνέχεια, οι γραφικές παραστάσεις όπως και τα δεδομένα μπορούν να παρακολουθούνται από τους χρήστες από κινητό ή τάμπλετ. Πρόσβαση στην εφαρμογή διαθέτουν μόνο ο διευθυντής του ΒΜΚ και ο υπεύθυνος του έργου από πλευράς ΤΕΠΑΚ. Η εφαρμογή προειδοποιεί τους χρήστες για το πότε απαιτείται αλλαγή

των αισθητήρων έτσι ώστε να συνεχίζεται αδιάκοπα η καταγραφή και συλλογή δεδομένων από το σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν με την τοποθέτηση του δρομέα (cursor) πάνω στη γραφική παράσταση να εντοπίσουν τα επίπεδα ρύπανσης για οποιαδήποτε μέρα τους ενδιαφέρει. Οι χρήστες μπορούν, μέσω της εφαρμογής, να παρακολουθούν και να αναλύουν δεδομένα καταγραφής των αέριων ρύπων ημερησίως, εβδομαδιαία, μηνιαία ή ακόμα και ετήσια για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων που αφορά την ποιότητα του αέρα στον εσωτερικό χώρο του BMK. Αξίζει να σημειωθεί ότι το λειτουργικό σύστημα προειδοποιεί τον χρήστη με κατάλληλη ένδειξη στο android κινητό ή τάμπλετ όταν απαιτείται αλλαγή αισθητήρων, ακόμα και αν ο χρήστης δεν έχει σε λειτουργία την εφαρμογή.

Παραδείγματα στιγμιότυπων οθόνης (screenshots) παρατίθενται στις εικόνες που ακολουθούν:



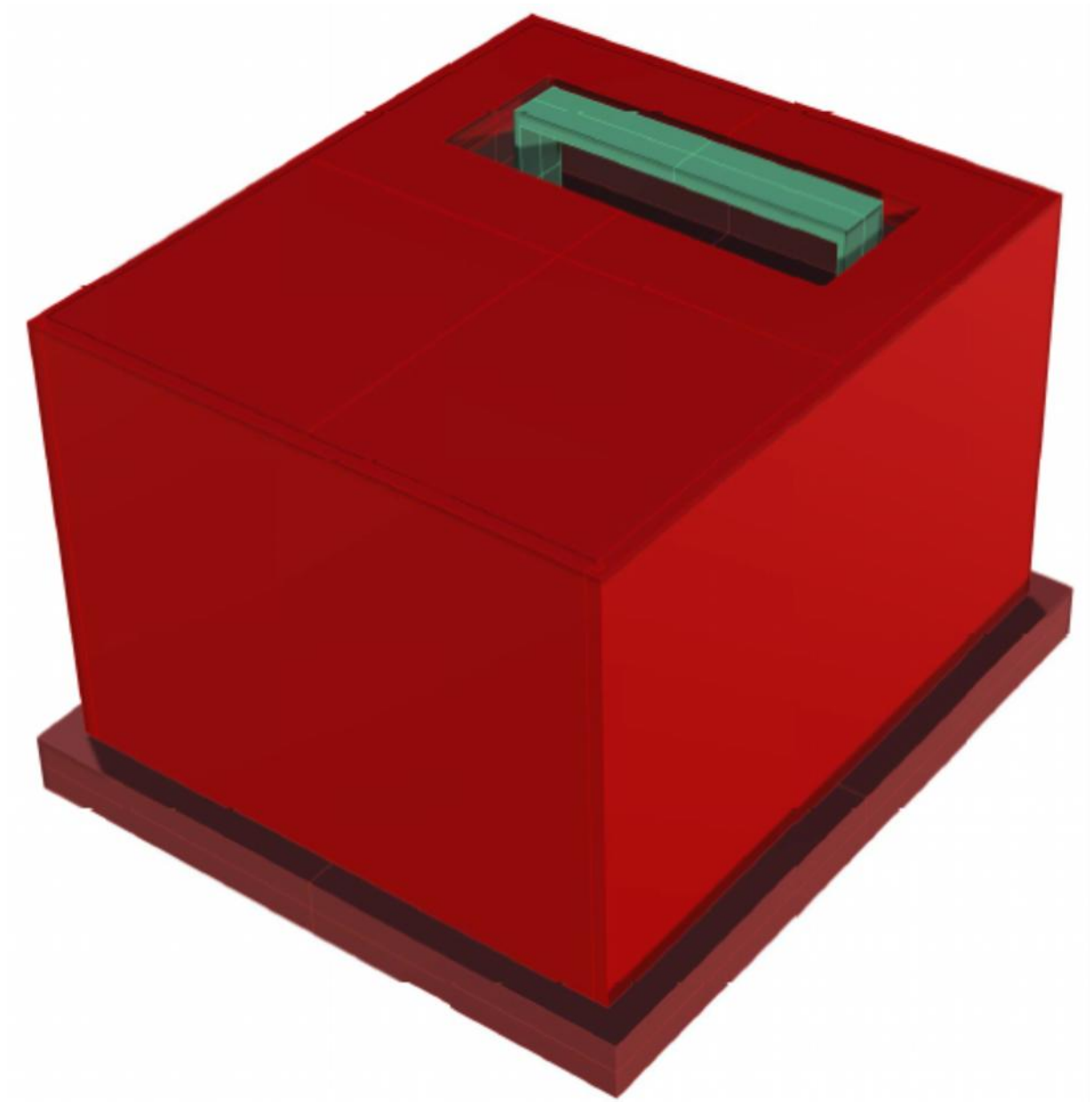
Εικόνα 7: Η κοινή γραφική παράσταση όλων των ρύπων για συγκεκριμένη χρονική περίοδο, με τον δρομέα τοποθετημένο σε ένα σημείο και τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των ρύπων για συγκεκριμένη χρονική στιγμή για την υπό ανάλυση περίοδο.



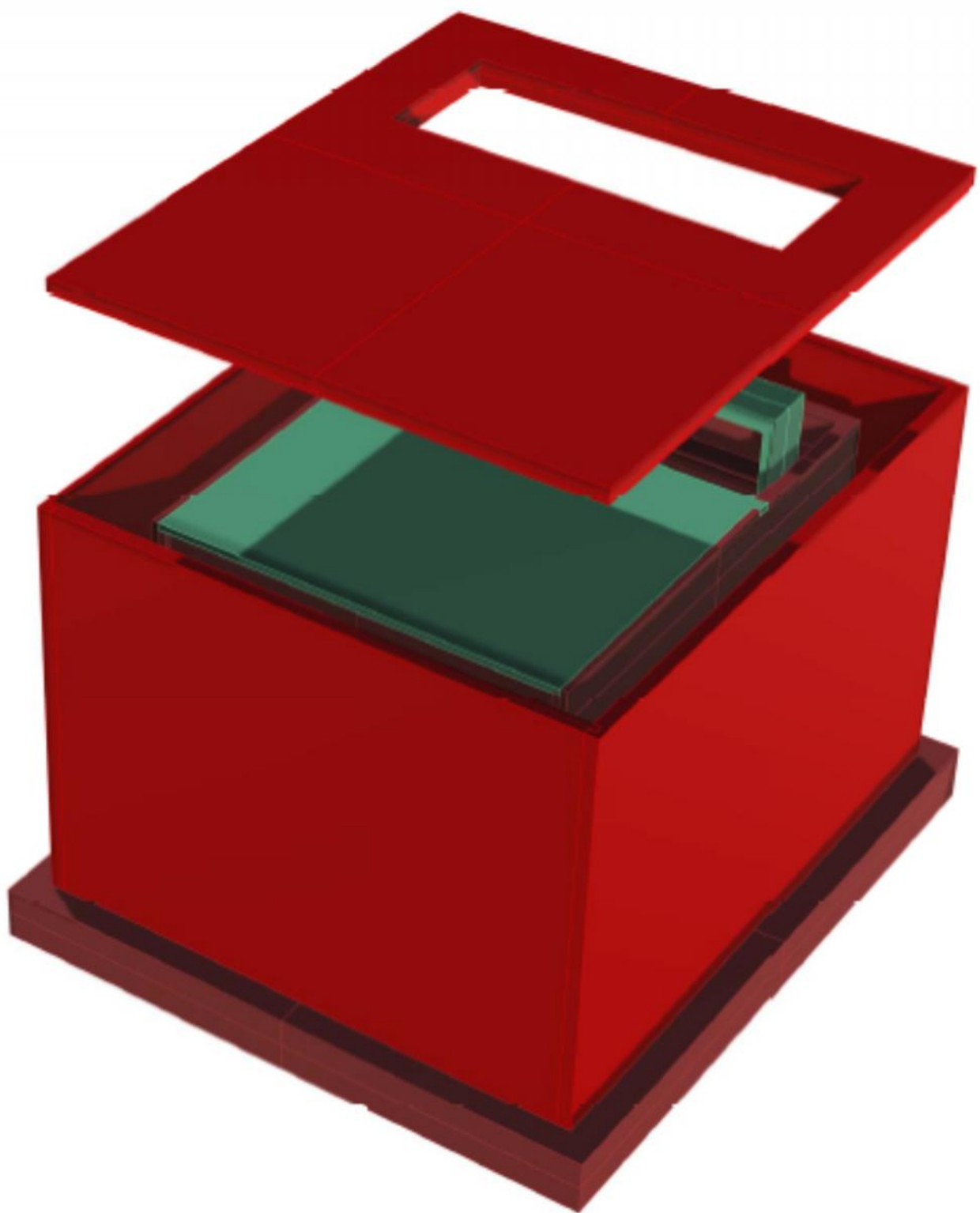
Εικόνα 8: Η γραφική παράσταση των συγκεντρώσεων όλων των υπό παρακολούθηση αέριων ρύπων για συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

2020-02-22 02:00:00	
CH ₃ COOH:	1.622 ppm
H ₂ S:	1.236 ppm
HCHO:	0.414 ppm
NH ₃ :	0.522 ppm
NO ₂ :	0.165 ppm
SO ₂ :	1.982 ppm

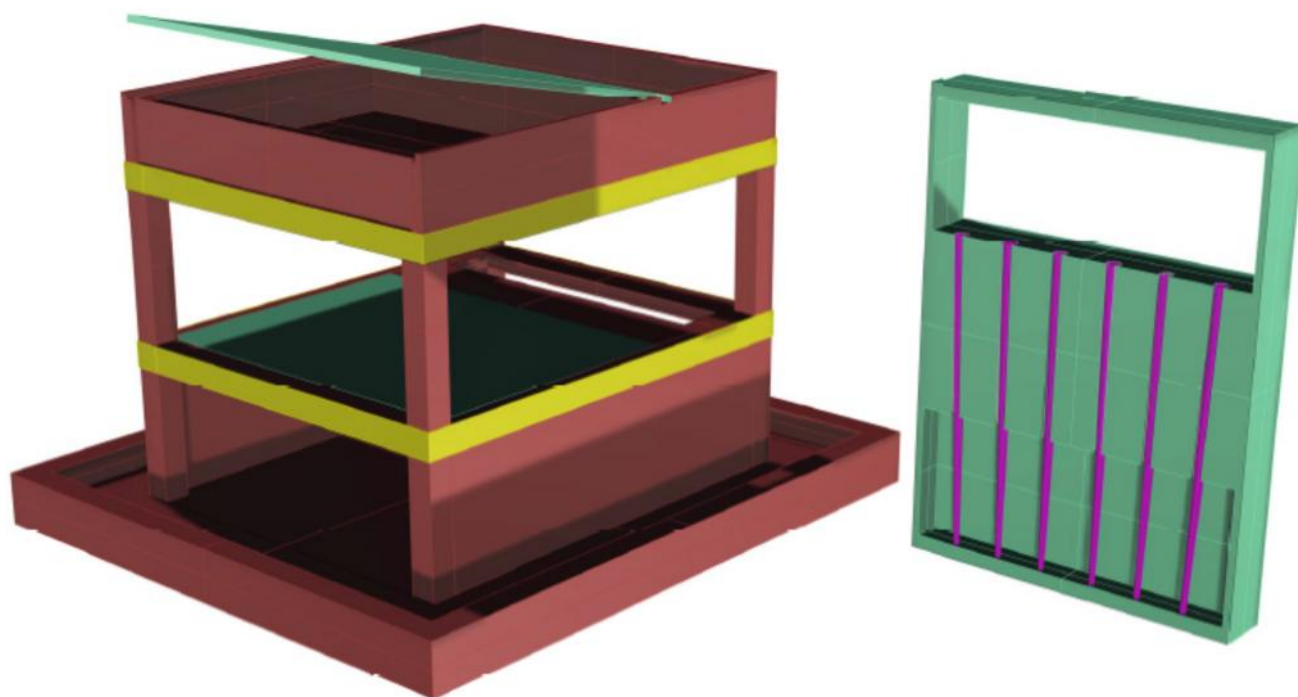
Εικόνα 9: Οι τιμές συγκεντρώσεων των υπό παρακολούθηση ρύπων εντός του χώρου του ΒΜΚ, για συγκεκριμένη χρονική στιγμή, όπως εμφανίζονται στο λογισμικό εξ' αποστάσεως παρακολούθησης.



Εικόνα 10: Το φορητό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης (κλειστό), όπως είναι η τελική του μορφή το οποίο τοποθετήθηκε στο χώρο του ΒΜΚ.



Εικόνα 11: Το φορητό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης με ανοιγόμενο κάλυμμα για προστασία από τη σκόνη και το φως, αλλά και για την τοποθέτηση των υλικών εντός της συσκευής.



Εικόνα 12: Το φορητό σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης (αριστερά) με ανοιγόμενο 2^ο κάλυμμα για πρόσβαση στο χώρο τοποθέτησης των υλικών, και (δεξιά) το αποσπώμενο σύστημα τοποθέτησης των αισθητήρων. Οι κίτρινες λωρίδες είναι τα σημεία όπου τοποθετήθηκαν οι λαμπτήρες LED.