



## Παραδοτέο Π2.1 | Σχέδιο υλοποίησης τεχνικών και λειτουργικών απαιτήσεων του ACTRIS

|                                 |                                                                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Πακέτο Εργασίας                 | ΠΕ 2                                                                                                                            |
| Αριθμός Παραδοτέου              | Π2.1 Σχέδιο υλοποίησης τεχνικών και λειτουργικών απαιτήσεων του ACTRIS                                                          |
| Επικεφαλής δικαιούχος           | ΑΠΘ                                                                                                                             |
| Συγγραφείς                      | Μαριλίζα Κουκουλή<br>Καλλιόπη Βουδούρη<br>Δημήτρης Καραγκιοζίδης<br>Άννα Γιαλητάκη<br>Νίκος Καλυβίτης<br>Ευαγγελία Τζιτζικαλάκη |
| Συμμετέχοντες                   | Αλέξανδρος Παπαγιάννης                                                                                                          |
| Εσωτερικοί κριτές               | Δημήτρης Μπαλής<br>Μαρία Κανακίδου<br>Νίκος Μιχαλόπουλος<br>Αλέξανδρος Παπαγιάννης                                              |
| Τύπος Παραδοτέου                | Αναφορά   Report                                                                                                                |
| Επίπεδο Διάχυσης                | Δημόσιο (PU)                                                                                                                    |
| Εκτιμωμένη ημερομηνία Παράδοσης | Μήνας 13   31/12/2019                                                                                                           |
| Πραγματική ημερομηνία Παράδοσης | Μήνας 16   31/03/2020                                                                                                           |
| Έκδοση                          | V1.0                                                                                                                            |
| Σχόλια                          | -                                                                                                                               |

## Πίνακας Περιεχομένων

|       |                                                                                                                                                                       |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Σύνοψη .....                                                                                                                                                          | 4  |
| 2     | Προδιαγραφές του Actris για τα επίγεια όργανα τηλεπισκόπησης.....                                                                                                     | 5  |
| 2.1   | Συστήματα ενεργούς τηλεπισκόπησης LIDAR.....                                                                                                                          | 5  |
| 2.2   | Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης MAX-DOAS .....                                                                                                                     | 7  |
| 2.3   | Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης CIMEL .....                                                                                                                        | 8  |
| 2.4   | Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης BSRN.....                                                                                                                          | 9  |
| 2.5   | Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης PSR and PANDORA .....                                                                                                              | 9  |
| 3     | Σχέδιο υλοποίησης/αναβάθμισης επίγειων οργάνων τηλεπισκόπησης .....                                                                                                   | 10 |
| 3.1   | Συστήματα ενεργούς τηλεπισκόπησης LIDAR.....                                                                                                                          | 10 |
| 3.1.1 | Εξοπλισμός στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ) .....                                                                                                                | 10 |
| 3.1.2 | Εξοπλισμός στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ).....                                                                                                      | 11 |
| 3.2   | Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης MAX-DOAS .....                                                                                                                     | 15 |
| 3.3   | Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης CIMEL .....                                                                                                                        | 17 |
| 3.4   | Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης BSRN.....                                                                                                                          | 18 |
| 4     | Προδιαγραφές του Actris για τα in situ όργανα μέτρησης .....                                                                                                          | 21 |
| 4.1   | Φασματόμετρο αερολυμάτων και ατμοσφαιρικών ιόντων (Neutral cluster and air ion Spectrometer (NAIS)) 21                                                                |    |
| 4.2   | Αναλυτής θερμοκηπικών αερίων για την ταυτόχρονη μέτρηση της συγκέντρωσης των ενώσεων CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O στον ατμοσφαιρικό αέρα..... | 22 |
| 4.3   | Αυτόματο σύστημα Αέριας χρωματογραφίας συνεχούς λειτουργίας για περιβαλλοντικές μετρήσεις BTEX, με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας .....                                    | 22 |
| 4.4   | Αυτόματοι Αναλυτές σωματιδιακής μάζας AΣ10 και AΣ2.5 .....                                                                                                            | 22 |
| 4.5   | Αιθαλόμετρα συνεχούς μέτρησης απορρόφησης ακτινοβολίας σε 7 μήκη κύματος .....                                                                                        | 22 |
| 4.6   | Καταμετρητής αριθμού σωματιδίων με τη μέθοδο της συμπύκνωσης (Condensation Particle Counter-CPC) 23                                                                   |    |
| 4.7   | Φορητό αιθαλόμετρο μικρού όγκου και βάρους.....                                                                                                                       | 23 |
| 4.8   | Οπτικό φασματόμετρο με laser για την μέτρηση της κατανομής μεγέθους και της αριθμητικής συγκέντρωσης των σωματιδίων .....                                             | 23 |
| 4.9   | Αυτόματος δειγματολήπτης αερολυμάτων χαμηλού όγκου .....                                                                                                              | 23 |
| 4.10  | Θερμο-οπτικός αναλυτής οργανικού και στοιχειακού άνθρακα OC-EC που περιέχεται σε δείγματα αιωρούμενων σωματιδίων.....                                                 | 24 |
| 4.11  | Μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα για την κατακόρυφη καταγραφή ατμοσφαιρικών παραμέτρων (Θερμοκρασία, υγρασία) και αριθμητικών σωματιδιακών κατανομών μεγέθους .....   | 24 |
| 4.12  | Σύστημα Ιοντικής χρωματογραφίας.....                                                                                                                                  | 24 |
| 4.13  | Συνδυασμένο σύστημα Θερμικής Εκρόφησης και μονάδας συνεχούς παρακολούθησης αερίων.....                                                                                | 24 |

|      |                                                                                                                                                                       |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.14 | Ογκομετρικός δειγματολήπτης γύρης και βιοαερολυμάτων συνδυασμένος με.....                                                                                             | 25 |
| 4.15 | Εργαστηριακό μικροσκόπιο με σύστημα προβολής εικόνας μέσω κάμερας.....                                                                                                | 25 |
| 4.16 | Μετρητής μεγέθους νεφостаγονιδίων.....                                                                                                                                | 25 |
| 5    | Σχέδιο υλοποίησης/αναβάθμισης in situ οργάνων μέτρησης.....                                                                                                           | 26 |
| 5.1  | Φασματόμετρο αερολυμάτων και ατμοσφαιρικών ιόντων (Neutral cluster and air ion Spectrometer (NAIS))                                                                   | 26 |
| 5.2  | Αναλυτής θερμοκηπικών αερίων για την ταυτόχρονη μέτρηση της συγκέντρωσης των ενώσεων CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O στον ατμοσφαιρικό αέρα..... | 27 |
| 5.3  | Αυτόματο σύστημα Αέριας χρωματογραφίας συνεχούς λειτουργίας για περιβαλλοντικές μετρήσεις BTEX, με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας .....                                    | 28 |
| 5.4  | Αυτόματοι Αναλυτές (2) σωματιδιακής μάζας AΣ10 και AΣ2.5 (beta).....                                                                                                  | 29 |
| 5.5  | Αιθαλόμετρα (2) συνεχούς μέτρησης απορρόφησης ακτινοβολίας σε 7 μήκη κύματος .....                                                                                    | 30 |
| 5.6  | Καταμετρητής αριθμού σωματιδίων με τη μέθοδο της συμπύκνωσης (Condensation Particle Counter-CPC)                                                                      | 30 |
| 5.7  | Φορητό αιθαλόμετρο μικρού όγκου και βάρους.....                                                                                                                       | 32 |
| 5.8  | Οπτικό φασματόμετρο με laser για την μέτρηση της κατανομής μεγέθους και της αριθμητικής συγκέντρωσης των σωματιδίων .....                                             | 32 |
| 5.9  | Αυτόματοι δειγματολήπτες (2) αερολυμάτων χαμηλού όγκου.....                                                                                                           | 33 |
| 5.10 | Θερμο-οπτικός αναλυτής οργανικού και στοιχειακού άνθρακα OC-EC που περιέχεται σε δείγματα αιωρούμενων σωματιδίων.....                                                 | 34 |
| 5.11 | Μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα για την κατακόρυφη καταγραφή ατμοσφαιρικών παραμέτρων (Θερμοκρασία, υγρασία) και αριθμητικών σωματιδιακών κατανομών μεγέθους .....   | 34 |
| 5.12 | Σύστημα Ιοντικής χρωματογραφίας.....                                                                                                                                  | 36 |
| 5.13 | Συνδυασμένο σύστημα Θερμικής Εκρόφησης και μονάδας συνεχούς παρακολούθησης αερίων.....                                                                                | 38 |
| 5.14 | Ογκομετρικός δειγματολήπτης γύρης και βιοαερολυμάτων.....                                                                                                             | 40 |
| 5.15 | Εργαστηριακό μικροσκόπιο με σύστημα προβολής εικόνας μέσω κάμερας.....                                                                                                | 40 |
| 5.16 | Μετρητής μεγέθους νεφостаγονιδίων.....                                                                                                                                | 43 |
|      | Βιβλιογραφία.....                                                                                                                                                     | 44 |

## 1 Σύνοψη

Στην παρούσα αναφορά συνοψίζονται οι εθνικές και διεθνείς προδιαγραφές των επίγειων οργάνων ενεργητικής και παθητικής τηλεπισκόπησης στις ενότητες 2.1 ως και 2.5, καθώς και οι εθνικές και διεθνείς προδιαγραφές των in situ οργάνων στις ενότητες 4.1 ως και 4.15. Αντίστοιχα παρουσιάζονται τα σχέδια υλοποίησης/αναβάθμισης επίγειων οργάνων τηλεπισκόπησης στις ενότητες 3.1 ως και 3.4, ενώ τα αντίστοιχα σχέδια για τα in situ όργανα δίνονταν από τις ενότητες 5.1 ως και 5.16.

## 2 Προδιαγραφές του Actris για τα επίγεια όργανα τηλεπισκόπησης

### 2.1 Συστήματα ενεργούς τηλεπισκόπησης LIDAR

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του [ACTRIS/AERONET](#), η βέλτιστη διάταξη για έναν σταθμό ενεργούς τηλεπισκόπησης αιωρούμενων σωματιδίων lidar αποτελείται από 3 κανάλια ενός lidar ανελαστικής σκέδασης (Raman) ή από 3 κανάλια ενός lidar υψηλής φασματικής ανάλυσης (HSR) με δυνατότητα καταγραφής της αποπόλωσης, σε συνδυασμό με την παράλληλη αυτοματοποιημένη λειτουργία ενός φωτομέτρου. Αντίστοιχα, η ελάχιστη δυνατή καταγραφή ενός σταθμού αποτελείται από ένα κανάλι ανελαστικής σκέδασης ή ένα υψηλής φασματικής ανάλυσης lidar ενός μήκους κύματος με ικανότητα καταγραφής της πόλωσης και ένα φωτόμετρο.

Οι προδιαγραφές αυτές έχουν οριστεί, έτσι ώστε ένας σταθμός lidar να παρέχει μετρήσεις:

- (i) της οπισθοσκεδαζόμενης ακτινοβολίας στα 355, 532 και 1064nm,
- (ii) του συντελεστή εξασθένησης στα 355 και 532 nm (και συνεπώς τον υπολογισμό του εκθέτη Ångström) και
- (iii) των προφίλ αποπόλωσης σε 355 και / ή 532 nm.

Σκοπός είναι κάθε σταθμός του δικτύου:

- να καταγράφει τη μέγιστη φασματική πληροφορία, απαραίτητη για τον προσδιορισμό και την ταξινόμηση των αιωρούμενων σωματιδίων και
- να παρέχει υψηλής ποιότητας μετρήσεις των χαρακτηριστικών των αερολυμάτων.

Για τον λόγο αυτό, όλοι εσωτερικοί έλεγχοι των σημάτων lidar πρέπει να πραγματοποιούνται τακτικά με βάση τις προδιαγραφές και υπό την επίβλεψη του Κέντρου Τηλεπισκόπησης Αεροζόλ ([Centre for Aerosol Remote Sensing](#)), έτσι ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα των μετρήσεων που καταχωρούνται στη βάση δεδομένων και γίνονται διαθέσιμες στους χρήστες. Επιπλέον, κάθε σταθμός lidar πρέπει να λειτουργεί και να πραγματοποιεί μετρήσεις τακτικά, ακολουθώντας το χρονοδιάγραμμα των κλιματολογικών παρατηρήσεων (Δευτέρα και Πέμπτη) και επιπλέον να συμβάλλει στην παρατήρηση των ειδικών γεγονότων ρύπανσης και των δραστηριοτήτων σύγκρισης με τις ταυτόχρονες δορυφορικές παρατηρήσεις. Τα πρωτογενή δεδομένα (επίπεδο 0) πρέπει να καταγράφονται με χρονική ανάλυση τουλάχιστον 60 δευτερολέπτων και χωρική 15 μέτρων, έτσι ώστε να πραγματοποιείται η παρακολούθηση των νεφών και η παροχή εικόνων τύπου *quicklook* με υψηλή ανάλυση για την οπτική αξιολόγηση των ατμοσφαιρικών συνθηκών.

Η επεξεργασία των μετρήσεων γίνεται με τον αλγόριθμο Single Calculus Chain, αυτές αποθηκεύονται σε μορφή NETCDF (με συγκεκριμένη δομή) και καταχωρούνται στη βάση δεδομένων, <https://data.earlinet.org/>, είτε σχεδόν ταυτόχρονα με την επεξεργασία του σήματος lidar (σχεδόν πραγματικό χρόνο), είτε εντός διαστήματος δύο μηνών. Στην πρώτη περίπτωση συμβάλει στην άμεση πληροφόρηση του κοινού σχετικά με τα επεισόδια ρύπανσης και τα δεδομένα, επιπέδου Level 1, γίνονται άμεσα διαθέσιμα και στις υπόλοιπες επιστημονικές κοινότητες: η απεικόνιση της κατακόρυφης πληροφορίας του lidar (*quicklook*), γίνεται διαθέσιμη στους υπόλοιπους σταθμούς, στον ακόλουθο σύνδεσμο <https://quicklooks.earlinet.org/>. Οι μετρήσεις που καταχωρούνται στη βάση δεδομένων EARLINET, ελέγχονται με εσωτερικές διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου (αυτοματοποιημένη διαδικασία που πραγματοποιείται κατά την καταχώρηση των μετρήσεων) προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα των δεδομένων.

Προκειμένου να διεξαχθούν συμπεράσματα για τις διεργασίες στις οποίες συμμετέχουν τα αερολύματα, ταυτόχρονες συμπληρωματικές μετρήσεις μπορούν να γίνονται σε κάθε σταθμό:

- Μετρήσεις lidar των υδρατμών και της θερμοκρασίας (επιπρόσθετα κανάλια μέτρησης) | Χρήσιμες, π.χ., για την μελέτη της υγροσκοπικής ανάπτυξης των σωματιδίων.
- Συμπληρωματικές παρατηρήσεις της κατακόρυφης ταχύτητας του ανέμου με Doppler lidar και / ή ραντάρ | Χρήσιμες για τη διερεύνηση της κατακόρυφης ανταλλαγής του αερολύματος μεταξύ του οριακού στρώματος ανάμιξης και της ελεύθερης τροπόσφαιρας.
- Lidar χαμηλής ισχύος (ceilometer) | Χρήσιμη για σταθμούς που δεν λειτουργούν συνεχόμενα το υψηλής ισχύος lidar, προκειμένου να έχουν στη διάθεσή τους πληροφορίες σχετικές με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες π.χ., την παρουσία χαμηλών νεφών ή την ένδειξη ειδικών συμβάντων, όπως σκόνης ή καπνού.
- Τα φασματόμετρα Brewer μπορούν να παρέχουν επίσης πληροφορία για το οπτικό βάθος των αεροζόλ, μέσω μετρήσεων στην περιοχή φάσματος των υπεριωδών ακτινών.

Τα μοριακά προφίλ εξασθένισης και οπισθοσκέδασης που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό του κατακόρυφου προφίλ των αιωρούμενων σωματιδίων απαιτούν τις εκάστοτε μετεωρολογικές παραμέτρους (θερμοκρασία, πίεση). Η πληροφορία αυτή αντλείται είτε από ραδιοβολίσσεις που πραγματοποιούνται σε κοντινή απόσταση από τον σταθμό lidar, είτε από μοντέλα πρόγνωσης της κατανομής των αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα.



## 2.2 Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης MAX-DOAS

Σύμφωνα με το παραδοτέο D5.1: Documentation on technical concepts and requirements for ACTRIS Observational Platforms, παράγραφος 4.3: Reactive trace gases remote sensing του ACTRIS ([https://www.actris.eu/Portals/46/Documentation/ACTRIS%20PPP/Deliverables/Public/WP5\\_D5.1\\_M18.pdf?ver=2018-06-28-125343-273](https://www.actris.eu/Portals/46/Documentation/ACTRIS%20PPP/Deliverables/Public/WP5_D5.1_M18.pdf?ver=2018-06-28-125343-273)), προκειμένου να αναγνωριστούν από το ACTRIS ως όργανα εθνικών εγκαταστάσεων τα συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης στο φασματικό κανάλι UV/VIS, οφείλουν να έχουν την δυνατότητα να παράγουν δεδομένα O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> και HCHO, καθώς επίσης οφείλουν να πληρούν ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις και να διαθέτουν συγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές:

- Δυνατότητα μέτρησης στο ζενίθ σε τουλάχιστον ένα κανάλι του ορατού τμήματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (400-500 nm)
- Αυτοματοποιημένο λογισμικό λειτουργίας για την μέτρηση των φασμάτων που να επιτρέπει ταυτόχρονα την μεταφορά των φασματικών μετρήσεων σε έναν κεντρικό διακομιστή
- Φασματική ανάλυση μικρότερη από 2.0 nm (FWHM)
- Λόγος σήματος προς θόρυβο μεγαλύτερος από 1500 στα μήκη κύματος όπου μετρούνται οι συγκεντρώσεις των διαφόρων αερίων
- Εξάλειψη φασματικών δομών που οφείλονται στην επίδραση της πόλωσης
- Χαρακτηρισμός της συνάρτησης φασματικής απόκρισης σε τουλάχιστον ένα μήκος κύματος ανά κανάλι, χρησιμοποιώντας γραμμές εκπομπής (HgCd)
- Stray-light μικρότερο από 2% στα μήκη κύματος που σχετίζονται με την μέτρηση των διαφόρων αερίων

Ιδανικά, τα συστήματα τηλεπισκόπησης θα πρέπει να πληρούν τα ακόλουθα κριτήρια:

- Δυνατότητα κατακόρυφης σάρωσης του ουρανού σε γωνίες ύψους 0-90° σε τουλάχιστον μια αζιμούθια διεύθυνση με ακρίβεια καλύτερη από 0.2° και οπτικό πεδίο μικρότερο από 1.5°
- Μονάδα προσανατολισμού που να επιτρέπει την μέτρηση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας
- Ένα ή περισσότερα φασματικά κανάλια στο UV (300-400 nm) με ανάλυση μικρότερη από 0.8 nm και/ή ένα κανάλι στην ορατό περιοχή (400-550 nm) με ανάλυση μικρότερη από 1.5 nm.

Όσον αφορά στην λειτουργία τους, τα συστήματα οφείλουν να έχουν την δυνατότητα μέτρησης καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας υπό οποιεσδήποτε καιρικές συνθήκες και να πραγματοποιούν τουλάχιστον 3 σαρώσεις του ουράνιου θόλου σε διάστημα μιας ώρας όταν η ζενίθια γωνία του Ήλιου είναι μικρότερη από 85°.

Σχετικά με την παραγωγή των δεδομένων, τα Level 0 δεδομένα (φάσματα με μη βαθμονομημένες εντάσεις) πρέπει να μετατρέπονται σε Level 1 αφού γίνει βαθμονόμηση των μηκών κύματος και εφαρμοστούν οι απαραίτητες διορθώσεις για το σήμα σκότους, την μη γραμμικότητα, το Stray-light και για τον κορεσμό του σήματος.

Τα δεδομένα των προϊόντων οφείλουν να παραδίδονται στην κεντρική βάση δεδομένων του ACTRIS σε χρονικό διάστημα 3 μηνών μετά την παραγωγή τους. Η μορφή των δεδομένων είναι η NDACC GEOMS HDF format σύμφωνα με την πρότυπη φόρμα που περιγράφεται αναλυτικά στον παρακάτω υπερσύνδεσμο <https://avdc.gsfc.nasa.gov/index.php?site=1876901039>.

## 2.3 Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης CIMEL

Σύμφωνα με το παραδοτέο D5.1: “[Documentation on technical concepts and requirements for ACTRIS Observational Platforms](#)”, προκειμένου να αναγνωρισθεί από το ACTRIS ως όργανο εθνικών εγκαταστάσεων, ένα σύστημα παθητικής τηλεπισκόπησης τύπου CIMEL πρέπει να πληροί τα ακόλουθα κριτήρια και να διαθέτει τις ακόλουθες τεχνικές προδιαγραφές:

- Να έχει την δυνατότητα μετρήσεων στην φασματική περιοχή 340-1650 nm
- Να έχει την δυνατότητα μετρήσεων πόλωσης της ακτινοβολίας σε 3 διευθύνσεις
- Η ψηφιακή ακρίβεια των μετρήσεων ορίζεται μικρότερη από 0.1%
- Η ακρίβεια παρακολούθησης του ήλιου ή της σελήνης ορίζεται μικρότερη από 0.01°
- Η ελάχιστη γωνία σκέδασης ορίζεται ως 2°
- Το ιδανικό εύρος ζενιθίου και αζιμουθίου των μετρήσεων ορίζεται ως 0-180° και 0-360° αντίστοιχα
- Ο διαχωριστής της δέσμης θα πρέπει να είναι διπλός

Ιδανικά τα συστήματα αυτά θα πρέπει να είναι επιπλέον εξοπλισμένα με:

- Αισθητήρες βροχής, θερμοκρασίας και υγρασίας
- Αισθητήρα GPS
- Βαρόμετρο
- Θύρες : RS-232, USB, GPRS/W-CDMA, DCP satellite

Το σύστημα θα πρέπει να είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και να συνοδεύεται από λογισμικό μέσω του οποίου θα μπορεί:

- Να γίνει ρύθμιση του συστήματος
- Να επιλεχθούν τα μήκη κύματος των μετρήσεων καθώς και να προγραμματιστούν οι μετρήσεις αυτές
- Να γίνεται αυτόματα η ανάλυση, οπτικοποίηση και αποθήκευση των δεδομένων σε Flash memory+SD card.

Όσον αφορά στην λειτουργία τους, τα συστήματα θα πρέπει να λειτουργούν σε 24ωρη βάση, σε εύρος θερμοκρασίας -30 έως 50°C και υγρασίας 0-100%, με την χρήση ηλιακού πάνελ αλλά και με την χρήση μπαταρίας.

Σε ότι αφορά την παραγωγή των δεδομένων, αυτά παραδίδονται σε πραγματικό χρόνο στη κεντρική βάση δεδομένων της NASA/AERONET (με την οποία το σύστημα θα πρέπει να είναι συμβατό) σε επίπεδο Level 1.0 (μη διορθωμένα για την παρουσία νεφών και χωρίς να έχει εφαρμοστεί η τελική βαθμονόμηση), και επεξεργάζονται για την παραγωγή δεδομένων επιπέδου 1.5 (διορθωμένα για την παρουσία νεφών αλλά δεν πληρούν απαραίτητα όλα τα κριτήρια διαπίστευσης) και 2 (πληρούν όλα τα κριτήρια διαπίστευσης). Η μορφή των δεδομένων μπορεί περιγράφεται αναλυτικά στο [https://aeronet.gsfc.nasa.gov/new\\_web/data\\_description\\_AOD\\_V2.html](https://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/data_description_AOD_V2.html).



## 2.4 Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης BSRN

Σύμφωνα με το παραδοτέο D5.1: “: Documentation on technical concepts and requirements for ACTRIS Observational Platforms” οι μετρήσεις ακτινοβολίας ευρέως φάσματος (longwave & shortwave) στο έδαφος (σταθμός BSRN) είναι ένα προφανές συμπλήρωμα στο προφίλ των νεφών και αερολυμάτων και παρέχουν επίσης την ευκαιρία να εφαρμοστούν μελέτες σχετικές με την επίδραση στην ακτινοβολία από το κατακόρυφο προφίλ των μικροφυσικών ιδιοτήτων που προέρχονται από τις μετρήσεις προφίλ των νεφών. Για τις μελέτες αυτές συνιστάται η μέτρηση όλων των συστατικών ακτινοβολίας (shortwave & longwave, άμεση, ολική, διάχυτη).

## 2.5 Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης PSR and PANDORA

Σύμφωνα με το παραδοτέο D5.1: “: Documentation on technical concepts and requirements for ACTRIS Observational Platforms” το όργανο PSR εμπίπτει στην κατηγορία των μετρήσεων ακτινοβολίας με μεγαλύτερη (φασματική) πληροφορία στις παρεχόμενες ( άμεση, διάχυτη, ολική) ακτινοβολία για την περιοχή 300-1000nm.

Σύμφωνα με το παραδοτέο D5.1: Documentation on technical concepts and requirements for ACTRIS Observational Platforms, παράγραφος 4.3: Reactive trace gases remote sensing του ACTRIS ([https://www.actris.eu/Portals/46/Documentation/ACTRIS%20PPP/Deliverables/Public/WP5\\_D5.1\\_M18.pdf?ver=2018-06-28-125343-273](https://www.actris.eu/Portals/46/Documentation/ACTRIS%20PPP/Deliverables/Public/WP5_D5.1_M18.pdf?ver=2018-06-28-125343-273)), προκειμένου να αναγνωριστούν από το ACTRIS ως όργανα εθνικών εγκαταστάσεων τα συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης στο φασματικό κανάλι UV/VIS, οφείλουν να έχουν την δυνατότητα να παράγουν δεδομένα O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> και HCHO, καθώς επίσης οφείλουν να πληρούν ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις και να διαθέτουν συγκεκριμένες τεχνικές προδιαγραφές όπως αναφέρονται στην Παράγραφο 2.2.

Οι προδιαγραφές αυτές καλύπτονται από το σύστημα Pandora.

### 3 Σχέδιο υλοποίησης/αναβάθμισης επίγειων οργάνων τηλεπισκόπησης

#### 3.1 Συστήματα ενεργούς τηλεπισκόπησης LIDAR

##### 3.1.1 Εξοπλισμός στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ)

Η διαδικασία αγοράς/αναβάθμισης εξοπλισμού της ενεργούς τηλεπισκόπησης στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ) αφορά 3 διακριτά όργανα, προϋπολογισμού 120.000 €, τα οποία εντάσσονται στο Παραδοτέο Π4.3:

**Τμήμα 1:** Αναβάθμιση συστήματος Lidar AIAS (προσθήκη 1064nm channel) με CPV 38636000-2, προϋπολογισμού 33.200 €.

**Τμήμα 2:** Αναβάθμιση συστήματος Lidar EOLE (αυτοματοποίηση λειτουργίας και προσθήκη 532 nm P+S channel) με CPV 38636000-2, προϋπολογισμού 69.300,00 €.

**Τμήμα 3:** Lidar ανίχνευσης Βιο-Σωματιδίων με CPV 38636000-2, προϋπολογισμού 17.500,00 €.

Αναλυτικότερα, η αναβάθμιση του εξοπλισμού της ενεργούς τηλεπισκόπησης LIDAR στο ΕΜΠ περιλαμβάνει:

#### **ΣΥΣΤΗΜΑ 1 (AIAS) : Αναβάθμιση συστήματος Lidar AIAS (προσθήκη 1064nm channel) [33.200 €]**

Si-APD-3.0 mm (τεμ.1)

Transient Recorder (analogue/photon counting) (τεμ. 1)

Τροφοδοτικό Υψηλής Τάσης HV-APD (τεμ. 1)

Rack 2U για 1 Transient Recorder (τεμ. 1)

Οπτικά εξαρτήματα [φακοί, διχρωϊκά φίλτρα, φίλτρο IFF@1064 nm)] (1 σετ)

Οπτο-μηχανικές τροποποιήσεις της μονάδας WSU και ενσωμάτωση στο υπάρχον σύστημα Lidar (1 σετ)

#### **ΣΥΣΤΗΜΑ 2 (EOLE): Αναβάθμιση συστήματος Lidar EOLE (αυτοματοποίηση λειτουργίας και προσθήκη 532 nm P+S channel) [69.300 €]**

Mini PMT Φωτοπολλαπλασιαστής Super Bialkali (τεμ.2)

Τροφοδοτικό Υψηλής Τάσης HV-PMT (τεμ. 2)

Transient Recorder (analogue/photon counting) (τεμ. 2)

Rack 4U για 2 Transient Recorders (τεμ. 1)

Οπτικά εξαρτήματα [φακοί, διχρωϊκά φίλτρα, φίλτρο IFF@532 nm)] (1 σετ)

Οπτο-μηχανικές τροποποιήσεις της μονάδας WSU και ενσωμάτωση στο υπάρχον σύστημα Lidar (1 σετ)

Αναβάθμιση καρτών Ethernet υπαρχόντων καταγραφικών σημάτων Lidar (1 σετ)

Αυτοματοποίηση λειτουργίας laser (δημιουργία κατάλληλου λογισμικού ελέγχου λειτουργίας laser) (1 σετ)

Ειδικό ηλεκτρονικό σύστημα με κατάλληλο λογισμικό για τον αυτόματο χειρισμό κατόπτρου HR355-532-1064nm (1 σετ)

Αυτοματισμός λειτουργίας υπάρχοντος φεγγίτη (hatch) – (κατασκευή ειδικών ηλεκτρονικών και δημιουργία κατάλληλου λογισμικού)-έλεγχος μέσω HY (1 σετ)

Αισθητήρας βροχής IP65, περιοχή ανίχνευσης αισθητήρα 25 cm<sup>2</sup>, διάσταση σταγόνας: ≥ 0,2 mm (τεμ. 1)

Προσθήκη κατάλληλης ηλεκτρονικής διάταξης (interlock) ελέγχου υπάρχοντος συστήματος radar (τεμ. 1)

Sky-Camera (συμπαγής και αδιάβροχη κάμερα θόλου IP66, με ημισφαιρικό φακό B016, οπτικού πεδίου 360°) (τεμ. 1)

### **ΣΥΣΤΗΜΑ (3): LIDAR ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΒΙΟ-ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ [17.500 €]**

Σύστημα καταγραφής καταμέτρησης φωτονίων 100MHz σε 32-κανάλια με Φωτοπολλαπλασιαστή Ultra Bialkali (UBA) φωτοκάθοδο 300-650nm, Τροφοδοτικό Υ.Τ., Ethernet interface.

#### **3.1.2 Εξοπλισμός στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ)**

Η διαδικασία αγοράς/αναβάθμισης εξοπλισμού ενεργητικής τηλεπισκόπησης στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) αφορά:

#### **Αναβάθμιση και αυτοματοποίηση υπάρχουσας της διάταξης τηλεπισκόπησης laser (lidar) (1 αναβάθμιση) (εκτιμώμενο κόστος 90000€)**

Η αναβάθμιση και αυτοματοποίηση της υπάρχουσας διάταξης τηλεπισκόπησης laser (lidar) περιλαμβάνει την προμήθεια και αναβάθμιση των παρακάτω εξαρτημάτων της διάταξης με τις αντίστοιχες προδιαγραφές.

#### **Καταγραφικό σύστημα σημάτων Lidar [Transient Recorder(analog/photon counting) (τεμάχια 2)]**

1. Αναλογική καταγραφή (analog acquisition): εύρος σημάτων εισόδου (signal input ranges): +2mV....-20Mv, +5mV....-100mV, +5mV....-500Mv.
2. Ακρίβεια ψηφιοποίησης (A/D resolution): ≥ 12bit
3. Συχνότητα δειγματοληψίας (Sampling rate): 40Ms/s
4. Εύρος ζώνης (Bandwidth): DC – 20MHz
5. Διαφορική μη γραμμικότητα AD (differential nonlinearity): typ. 0.5 LSB, max. 4 LSB @25°C
6. Συνολική μη γραμμικότητα A/D (integral nonlinearity): typ. 0.3 LSB @ 25°C
7. Δυναμικό εύρος (dynamic range): ≥ 88dB
8. Λόγος σήματος /θόρυβο (S/N single shot): ≤ 74dB @100mV input range (20mV)
9. Σύνθετη αντίσταση εισόδου (input impedance): 50Ω
10. Προστασία (Protection): μέσω διόδων (diode clamped)
11. Καταγραφή φωτονίων (photon counting acquisition) (τεμ.1)
12. Μέγιστη ταχύτητα καταγραφής (max count rate): 250MHz
13. Κατώφλι διακριτικοποιητή (discriminator threshold): 0-100mV
14. Υπολογισμός μέσου σήματος (signal averaging)
15. Μήκος σήματος (signal length): ≥ 8192 bins
16. Μνήμη άθροισης (summation memory): 2 κανάλια/channels, 64k acquisitions each
17. Μέγιστος αριθμός καταγραφής (max. repetition rate): ≥ 10Hz
18. Σκανδαλιστής (Trigger)
19. Είσοδος σήματος (trigger input): ≥ 1
20. Σύνθετη αντίσταση (impedance): 1kΩ
21. Κατώφλι/Κλίση (Threshold/Slope): 2.5 V/positive
22. Διακύμανση σκανδαλιστή (trigger jitter): ± 12.5 ns

23. 2.5 Είσοδοι/Εξοδοι (Input/Output)  
24. Σήμα εισόδου( signal input): BNC, 50Ω front panel

Αναβάθμιση υπαρχόντων καταγραφικών συστημάτων σημάτων Lidar (αναβάθμιση 2 τεμαχίων)

Τα αναβαθμισμένα συστήματα θα πρέπει να έχουν τις ίδιες τεχνικές προδιαγραφές με αυτά που περιγράφονται παραπάνω για την προμήθεια

Αναβάθμιση συστήματος στήριξης καταγραφικών (αναβάθμιση ενός συστήματος)

Τα αναβαθμισμένα καταγραφικά να τοποθετηθούν σε 19" ικριώματα (υπάρχοντα/αναβαθμιζόμενα είτε καινούργια) με κατάλληλες τροφοδοσίες (Power supplies) και κάρτες ελέγχου (Βλέπε παρακάτω)

Mini PMT φωτοπολλαπλασιαστής (photomultiplier) Super Bialkali (τεμάχια 3)

1. Διάμετρος καθόδου (cathode diameter): 8.0mm
2. Φωτεινότητα /Κέρδος (Luminous/typ. Gain):  $\geq 2.0 \times 10^6$
3. Ρεύμα σκότους (dark current-after 30 minutes): typ.  $\leq 1\text{nA}/\text{max. } 10\text{nA}$
4. Χρόνος αύξησης (rise time): typ.  $\leq 0.57\text{ns}$
5. Φασματική ευαισθησία (spectral sensitivity): 310nm-700nm
6. Μέγιστο μέσο ρεύμα ανόδου (max. average anode current):  $\leq 0.1\text{mA}$
7. Κέρδος (gain):  $10^5\text{-}10^6$
8. Διαστάσεις φωτοπολλαπλασιαστή (PMT module size):  $\leq 70 \times 30\text{mm}$
9. Σταθερότητα φορτίου παλμού (Pulse load stability):  $< 0.15\%$ , , HV=850V, 100mV signal/60μs

Σύστημα απομακρυσμένου ελέγχου (remote control) ανιχνευτής φωτοδίοδου χιονοστιβάδας (1 σύστημα)

Ελεγκτής τύπου Ethernet 10/100 MBs για τον απομακρυσμένο έλεγχο της τάσης και του θερμοκρασιακού ελεγκτή για τουλάχιστο 4 APDs+ Power Supplies.

Σύστημα απομακρυσμένου ελέγχου (remote control) mini-PMT φωτοπολλαπλασιαστών (1 σύστημα)

Ελεγκτής τύπου Ethernet 10/100 MBs για τον απομακρυσμένο έλεγχο της τάσης τουλάχιστο 8 Mini PMT φωτοπολλαπλασιαστών

Οπτο-μηχανικές τροποποιήσεις της μονάδας φασματικού διαχωρισμού οπτικών σημάτων (WSU) και ενσωμάτωση στο υπάρχον σύστημα Lidar

Καινούργια ή τροποποίηση της υπάρχουσας μονάδας πολυφασματικού διαχωρισμού οπτικών συστημάτων. Η μονάδα θα πρέπει να είναι συμβατή με το τηλεσκόπιο λήψης F#4. Να μπορεί να δεχθεί τα υπάρχοντα οπτικά στοιχεία (όπως IFFs, PBS, Dichroic beam splitters – 1" optics, 18 X 36 mm DBS) και με όλες τις κατάλληλες εξόδους για την προσαρμογή των αισθητήρων φωτός (mini PMTs και APD) μαζί με κατάλληλους beam reducers.

Σύστημα Ελέγχου Προστασίας Raman LMC300 (1 σύστημα)

Το υπάρχων σύστημα καταγράφει 2 Raman σήματα. Οι αισθητήρες θα πρέπει να προστατεύονται με κατάλληλα κλείστρα (shutters) κατά την διάρκεια της ημέρας (Κατά την διάρκεια της ημέρας το σήμα θορύβου από τον ήλιο είναι πολύ ισχυρό και μπορεί να μειώσει το χρόνο ζωής των αισθητήρων είτε και να τους καταστρέψει)  
Η μονάδα WSU θα πρέπει να έρχεται με ενσωματωμένα τουλάχιστο 3 κλείστρα (Shutters) και τον αντίστοιχο ελεγκτή τους. Η ελεγκτής θα πρέπει να μπορεί να επικοινωνεί με το Σύστημα Ελέγχου και Αυτοματισμού (Βλέπε Παρακάτω).

### Σύστημα Ελέγχου και Αυτοματοποιημένης Λειτουργίας (1 σύστημα)

Το Σύστημα Ελέγχου και Αυτοματοποιημένης λειτουργίας θα πρέπει να έχει

- Τουλάχιστο 4 Ethernet Interfaces
- Τουλάχιστο 3 X RS232
- Τουλάχιστο 5 X I2C
- Τουλάχιστο 3 X USB2 and 2 USB3
- Τουλάχιστο 4 x Digital Input/Outputs

Θα πρέπει να μπορεί να ελέγχει και να επικοινωνεί:

Τους καταγραφείς lidar σήματος (Βλέπε παραπάνω)

Τους ελεγκτές των PMT/APD (Βλέπε παραπάνω)

Τον ελεγκτή των Raman Shutter (Βλέπε παραπάνω)

Το υπάρχον laser του lidar (Spectral Physics – RS232)

Τον Αισθητήρα Βροχής (Βλέπε παρακάτω)

Τουλάχιστο 3 αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας (Βλέπε παρακάτω)

Το hatch προστασίας των παραθύρων (Βλέπε παρακάτω)

Το motorized mirror mount (Βλέπε παρακάτω)

Να μπορεί να καταγράφει (datalogging) δεδομένα από τους βοηθητικούς αισθητήρες. Να μπορεί να αποθηκεύει δεδομένα lidar για τουλάχιστο 3 μήνες συνεχόμενης λειτουργίας.

Να επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο παροχών ρεύματος (τουλάχιστο 3 X 10A – 220 Volt, 2 X 12/24 V)

Να έρχεται με κατάλληλο λογισμικό (Βλέπε παρακάτω)

### Αισθητήρας Βροχής (1 τεμάχιο)

1. Περιοχή ανίχνευσης αισθητήρα 25 cm<sup>2</sup>
2. Διάσταση σταγόνας:  $\geq 0,2$  mm
3. Θερμοκρασία περιβάλλοντος: -30/+60°C
4. Τάση λειτουργίας: 24V AC/DC  $\pm 15\%$
5. Προστασία υγρασίας IP65

### Αισθητήρας θερμοκρασίας-υγρασίας (3 τεμάχια)

Το σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου του lidar θα πρέπει να συνοδεύεται με τουλάχιστο 3 αισθητήρες καταγραφής θερμοκρασίας και υγρασίας με αντίστοιχα καλώδιο προέκτασης των 2 μέτρων.

Εύρος: -30 με 80 C, 0 to 100% RH

Ανάλυση > 0.1 C, 0.1% RH

Χρόνος απόκρισης < 5 δευτερολέπτων

### Φεγγίτης αυτόματης λειτουργίας (auto-hatch)

Σύστημα αυτόματης προστασίας των παραθύρων του lidar. Το σύστημα θα πρέπει να μετακινείται οριζόντια (Όχι σε κάθετη ανάκληση) να δέχεται manual εντολές καθώς και να είναι δυνατή η σύνδεσή του με το Σύστημα Ελέγχου και Αυτοματοποιημένης λειτουργίας. Η διάστασή του θα πρέπει να είναι κατάλληλη προκειμένου να καλύπτει την ενεργή απαραίτητη επιφάνεια του συστήματος lidar (450 x 550 mm) και να είναι υδατοστεγές.

Ειδικό ηλεκτρονικό σύστημα με κατάλληλο λογισμικό για τον αυτόματο χειρισμό κατόπτρου HR355-532-1064 nm (σετ 1) (Here we mean Motorized Laser Mirror Mount)

1. Ελεγκτής χειρισμού συστήματος ανάρτησης κατόπτρων



2. Μηχανισμός κίνησης (kinematic mechanism)
3. Προσαρμογή σε  $\Theta_x, \Theta_y$  ( $\Theta_x, \Theta_y$  adjustments)
4. Γωνιακή ανάλυση (angular resolution):  $\leq 0,7 \mu\text{rad}$
5. Θερμοκρασία λειτουργίας (operating temperature):  $10-40^\circ\text{C}$
6. Έλεγχος ανοικτού βρόχου 4-αξόνων (4-axis open loop control)
7. Σύνδεση και αναπαραγωγή επικοινωνίας USB 2.0 (plug and play USB 2.0 communication)
8. Δίκτυο 10/100 ethernet
9. Ενσωματωμένος διακομιστής HTTP
10. Σύνολο εντολών ελέγχου κίνησης (NMCL) (Newport motion control language (NMCL) command set)
11. Αριθμός παλμών (pulse rate): max up to 2kHz
12. Αριθμός καναλιών (number of channels): 4
13. Τάση εισόδου (input voltage): 12,10,5-14,5 VDC
14. Μέγεθος (size): 148,3mm x 91,7mm x 25,8mm

#### Μηχανικό σύστημα ελέγχου του τηλεσκοπίου τύπου telecover

Μηχανικό σύστημα ελέγχου της ευθυγράμμισης του συστήματος lidar για κοντινά πεδία (Near Ranges) βάση των προδιαγραφών που έχουν καθοριστεί στα πλαίσια του EARLINET/ACTIS. Το σύστημα θα πρέπει να δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να πραγματοποιεί μετρήσεις κάνοντας χρήση τουλάχιστο 4<sup>ων</sup> διαφορετικών τεταρτημόριων του τηλεσκοπίου καταγραφής που έχει ενεργεί διάμετρο 400 μμ.

#### Προσαρμοσμένο λογισμικό αυτοματοποιημένης λειτουργίας της διάταξης

Το Σύστημα Ελέγχου και Αυτοματοποιημένης Λειτουργίας θα πρέπει να υποστηρίζεται με ανάλογο λογισμικό ανοικτού κώδικα ώστε να είναι δυνατός ο προγραμματισμός μετρήσεων από το χρήστη, η παραμετροποίηση του αυτοματισμού, ο έλεγχος όλων των υποσυστημάτων του lidar, η πραγματοποίηση μετρήσεων και καταγραφή αυτών όπως και η οπτικοποίηση των σημάτων LIDAR σε πραγματικό χρόνο. Το λογισμικό θα πρέπει να είναι συμβατό με Windows 10.

#### **Φορητός σταθμός ραδιοβολίσεων και συμβατές ραδιοβολίδες (1 σταθμός, 150 ραδιοβολίδες) (εκτιμώμενο κόστος 34.000€)**

Τεχνικές προδιαγραφές φορητού σταθμού ραδιοβολίσεων. Στην πρώτη εγγραφή του παρακάτω πίνακα αναφέρεται το πλήθος των φορητών σταθμών ενώ στις υπόλοιπες εγγραφές αναφέρονται οι τεχνικές προδιαγραφές που αντιστοιχούν στον σταθμό.

| A/A | ΥΠΟΧΡΕΩΣΗ                          | ΑΠΑΙΤΗΣΗ                                                                                                 |
|-----|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Φορητός σταθμός ραδιοβολίσεων      | 1                                                                                                        |
| 2   | Τροφοδοσία                         | 100 – 250 V/AC<br>10 – 32 V/DC                                                                           |
| 3   | Εύρος συχνοτήτων                   | 400 – 410 MHz                                                                                            |
| 4   | Συνδεσιμότητα                      | Δέκτης 400 MHz (dipole, omnidirectional)<br>Δέκτης GPS 1500 MHz (helical, omnidirectional)<br>Δέκτης USB |
| 5   | Υποστηριζόμενο λειτουργικό σύστημα | Windows 7, Windows 8                                                                                     |
| 6   | Βάρος                              | < 4 kgr                                                                                                  |



Τεχνικές προδιαγραφές Ραδιοβολίδων. Στην πρώτη εγγραφή του παρακάτω πίνακα αναφέρεται το πλήθος των ραδιοβολίδων, ενώ στις υπόλοιπες εγγραφές αναφέρονται οι τεχνικές προδιαγραφές που αντιστοιχούν σε κάθε ραδιοβολίδα.

| A/A | ΥΠΟΧΡΕΩΣΗ                              | ΑΠΑΙΤΗΣΗ                            |
|-----|----------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | Ραδιοβολίδες                           | 150                                 |
| 2   | Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας       | 1                                   |
| 3   | Ανάλυση μέτρησης θερμοκρασίας          | $\leq 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 4   | Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας           | 1                                   |
| 5   | Ανάλυση μέτρησης υγρασίας              | $\leq 1\% \text{ rH}$               |
| 6   | Ατμοσφαιρική πίεση                     | Με τη χρήση ύψους από GPS           |
| 7   | Ακρίβεια μέτρησης ατμοσφαιρικής πίεσης | $\leq 0.5 \text{ hPa}$              |
| 8   | Αισθητήρας μέτρησης ανέμου             | Με τη χρήση GPS                     |
| 9   | Ακρίβεια μέτρησης ταχύτητας ανέμου     | $\leq 0.5 \text{ m/s}$              |
| 10  | Εύρος συχνοτήτων                       | 400 – 410 MHz                       |
| 11  | Εύρος μετάδοσης                        | $> 300 \text{ km}$                  |
| 12  | Βάρος                                  | $< 150 \text{ gr}$                  |

### 3.2 Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης MAX-DOAS

Η διαδικασία αγοράς/αναβάθμισης εξοπλισμού παθητικής τηλεπισκόπησης στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) αφορά:

#### Διάταξη Φασματοσκοπίας Διαφορικής Οπτικής Απορρόφησης Πολλαπλών Αξόνων (MAX-DOAS) (1 διάταξη) (εκτιμώμενο κόστος 90000 €)

Η προμήθεια αφορά διάταξη φασματογράφου με ανιχνευτή τύπου CCD υψηλής διακριτικής ικανότητας και οπτικού συστήματος συλλογής ακτινοβολίας, που θα χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση και καταγραφή του φάσματος της άμεσης ηλιακής και της ατμοσφαιρικής ακτινοβολίας στη φασματική περιοχή του υπεριώδους-ορατού.

Η διάταξη αποτελείται από τα εξής 4 βασικά τμήματα (φασματογράφος, ανιχνευτής, οπτική ίνα, οπτικό σύστημα εισόδου και ηλιοστάτης) των οποίων οι προδιαγραφές ανά τμήμα παρουσιάζονται παρακάτω:

#### Φασματογράφος:

1. Φασματικό εύρος λειτουργίας υπεριώδες: τουλάχιστον 100 nm (π.χ. 300-400 nm)
2. Φασματικό εύρος λειτουργίας ορατό: τουλάχιστον 210 nm (π.χ. 380-590 nm)
3. Διακριτική ικανότητα υπεριώδες (ανιχνευτής 2048 pixels): καλύτερη από 0.25 nm
4. Διακριτική ικανότητα ορατό (ανιχνευτής 2048 pixels): καλύτερη από 0.5 nm
5. Εστιακή απόσταση: μεγαλύτερη από 180 mm
6. Διάφραγμα: καλύτερο από F3.4
7. Ακρίβεια μήκους κύματος: καλύτερη: από 0.15 nm
8. Επαναληψιμότητα μήκους κύματος: καλύτερη από 100 pm
9. Κλείστρο εξόδου: ταχύτητα καλύτερη από 10 Hz για συνεχή λειτουργία και 40 Hz για
10. Χρήση δύο φραγμάτων ανάκλασης για βέλτιστη απόδοση στην υπεριώδη και ορατή περιοχή

11. Κατάλληλος οπτικός σχεδιασμός για διόρθωση αστιγματισμού
12. Κιβώτιο αλουμινίου με θερμοηλεκτρική σταθεροποίηση της θερμοκρασίας σε θερμοκρασία 20°C, και εισόδους για την οπτική ίνα και των καλωδίων τροφοδοσίας και σήματος.

**Ανιχνευτής:**

1. Τύπος: Back-illuminated CCD – λειτουργία υπό κενό
2. Διαστάσεις: 2048 x 512, με ιχνοστοιχεία μικρότερα των 15mm x 15mm
3. Ελάχιστος χρόνος έκθεσης: τουλάχιστον 12 ms
4. Ενίσχυση σήματος: δύο τύποι ενίσχυσης για ασθενή και ισχυρά σήματα
5. Φασματική περιοχή λειτουργίας: υπεριώδες και ορατό (200 – 1000 nm) (με έμφαση ευαισθησίας στο UV)
6. Σύστημα ψύξης: Θερμοηλεκτρική (δίχως ψυκτικό υγρό)
7. Ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας: τουλάχιστον -70 °C με ακρίβεια σταθεροποίησης καλύτερη από  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
8. Ρεύμα σκότους: μικρότερο του 0.001 e-/p/sec
9. Γραμμικότητα: καλύτερη από 1%
10. Ψηφιακή επικοινωνία: USB 2.0

**Οπτικό σύστημα εισόδου:**

1. Τύπος μέτρησης: ένταση άμεσης ηλιακής και διάχυτης ατμοσφαιρικής ακτινοβολίας (επιλεγόμενος)
2. Δυνατότητα εισαγωγής έξι διαφορετικών οπτικών στοιχείων στη διαδρομή της δέσμης (π.χ., φίλτρα εξασθένησης, φίλτρα φασματικά, πλακίδια διάχυσης) – motor-driven filter wheel. Η επιλογή θα γίνεται μέσω του λειτουργικού λογισμικού.
3. Διάταξη ανίχνευσης της κλίσης και αζιμουθίου του συστήματος (dual-axis inclinometer) ακρίβειας 0.01°
4. Υποδοχή οπτικής ίνας SMA connector με οδηγό θέσης.

**Οπτική ίνα:**

1. Οπτική ίνα διαμέτρου 1000 μm, μήκους 6 m, με συνδέσμους SMA
  2. Δέσμη 51 οπτικών ινών, μήκους 6 m, με κυκλική και γραμμική διάταξη αντίστοιχα στις δύο άκρες.
- Και οι δύο ίνες θα έχουν ανοξειδωτή επένδυση και οι σύνδεσμοι SMA οδηγό θέσης.

**Ηλιοστάτης:**

Η προμήθεια αφορά διάταξη ηλιοστάτη δύο αξόνων για την ακριβή τοποθέτηση της γωνίας ύψους και αζιμούθιου του οπτικού συστήματος της διάταξης Φασματοσκοπίας Διαφορικής Οπτικής Απορρόφησης Πολλαπλών Αξόνων (MAX-DOAS).

**Τεχνικές προδιαγραφές:**

1. Ακρίβεια: <0.01°
2. Βραχίονες στήριξης οργάνων: Δύο (2)
3. Αναγνωσιμότητα γωνίας: καλύτερη από 0.01°
4. Ροπή: τουλάχιστον 24 Nm (συνολικά για τους δύο βραχίονες)
5. Εύρος ζενίθειας γωνίας: -15 – 90°
6. Εύρος αζιμούθιας γωνίας: 0° – 360°
7. Θερμοκρασία λειτουργίας: τουλάχιστον -20° – +50°
8. Ψηφιακή επικοινωνία: RS232

9. Μέγιστο φορτίο ανά άξονα: τουλάχιστον 12 kg
10. Τρίποδας στήριξης
11. Βάση στήριξης στο βραχίονα

### 3.3 Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης CIMEL

Η διαδικασία αγοράς/αναβάθμισης εξοπλισμού παθητικής τηλεπισκόπησης στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) αφορά:

**Φωτόμετρο μέτρησης ηλιακής, ουράνιας και σεληνιακής ακτινοβολίας (2 φωτόμετρα) (εκτιμώμενο κόστος 120.000€)**

Δύο φωτόμετρα μέτρησης ηλιακής, ουράνιας και σεληνιακής ακτινοβολίας με δυνατότητας αυτόματης λειτουργίας 24/7 και διαχωρισμό της μετρούμενης ακτινοβολίας σε συνιστώσες κάθετης πόλωσης. Λειτουργία σε 10 μήκη κύματος (UV-VIS-NIR: 340-1650 nm) για τη μέτρηση ολικής στήλης των αιωρούμενων σωματιδίων, υδρατμών και της φασματικής ηλιακής ακτινοβολίας. Τα φωτόμετρα θα πρέπει να είναι συμβατά με το δίκτυο NASA-AERONET. Πιο συγκεκριμένα οι τεχνικές προδιαγραφές των φωτομέτρων δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

| A/A | Περιγραφή τμήματος                                      | Προδιαγραφές                                                            |
|-----|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Αριθμός φωτόμετρων                                      | 2                                                                       |
| 2   | Αισθητήρας κεφαλής: φασματική περιοχή μετρήσεων         | 9 μήκη κύματος (UV-VIS-NIR: 340 - 1650nm)                               |
| 3   | Αισθητήρας κεφαλής: μετρήσεις πόλωσης                   | Σε τρεις διευθύνσεις                                                    |
| 4   | Αισθητήρας κεφαλής: οπτικό πεδίο (μισό)                 | 0.63 °                                                                  |
| 5   | Αισθητήρας κεφαλής: ψηφιακή ακρίβεια μέτρησης           | ≤ 0.1 %                                                                 |
| 6   | Αισθητήρας κεφαλής: ελάχιστη γωνία σκέδασης             | ≥ 2 °                                                                   |
| 7   | Αισθητήρας κεφαλής: καλώδιο                             | 4                                                                       |
| 8   | Διαχωριστής δέσμης: αριθμός                             | 2                                                                       |
| 9   | Διαχωριστής δέσμης: χαρακτηριστικό                      | Διπλός                                                                  |
| 10  | Μονάδα ελέγχου                                          | 2                                                                       |
| 11  | Μονάδα ελέγχου: θύρες                                   | RS-232, USB, GPRS/W-CDMA, DCP satellite                                 |
| 12  | Μονάδα ελέγχου: κωδικοποίηση δεδομένων                  | 32 bits                                                                 |
| 13  | Μονάδα ελέγχου: αποθήκευση δεδομένων                    | Flash memory + SD card                                                  |
| 14  | Μονάδα ελέγχου: επιπρόσθετες μετρήσεις                  | Αισθητήρας βροχής, GPS, βαρόμετρο, αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας |
| 15  | Robot: αριθμός                                          | 2                                                                       |
| 16  | Robot: χαρακτηριστικό                                   | Διαξονικό                                                               |
| 17  | Robot: εύρος αζυμούθιου                                 | 0 – 360 °                                                               |
| 18  | Robot: εύρος ζενίθιου                                   | 0 – 180 °                                                               |
| 19  | Robot: ανάλυση/ακρίβεια παρακολούθησης                  | ≤ 0.003 °                                                               |
| 20  | Robot: ακρίβεια παρακολούθησης ήλιου/σελήνης (αυτόματη) | ≤ 0.01 °                                                                |
| 21  | Τρίποδο στήριξης                                        | 2, με ενσωματωμένο ηλιακό πάνελ                                         |
| 22  | Τροφοδοσία: ηλιακό πάνελ                                | 2                                                                       |

|    |                                          |                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24 | Τροφοδοσία: μπαταρίες                    | 4                                                                                                                                             |
| 25 | Τροφοδοσία: φορτιστής                    | 2, 110 – 220 volts                                                                                                                            |
| 26 | Λογισμικό: άδεια                         | 2, PhotoGetData                                                                                                                               |
| 27 | Λογισμικό: λειτουργίες                   | Ρύθμιση οργάνου, επιλογή μηκών κύματος, προγραμματισμός μετρήσεων, ανάλυση, οπτικοποίηση και αποθήκευση δεδομένων, δεδομένων (raw, k8, ASCII) |
| 28 | Συνθήκες λειτουργίας: Εύρος θερμοκρασίας | -30 έως 50 ° C                                                                                                                                |
| 29 | Συνθήκες λειτουργίας: Εύρος υγρασίας     | 0 – 100 % σχετική υγρασία                                                                                                                     |
| 30 | Εγγύηση – Βαθμονόμηση του οργάνου        | 1 έτος                                                                                                                                        |
| 31 | Απομακρυσμένος έλεγχος                   |                                                                                                                                               |
| 32 | 24ωρη λειτουργία                         |                                                                                                                                               |
| 33 | Συμβατότητα με το δίκτυο NASA - AERONET  |                                                                                                                                               |

### 3.4 Συστήματα παθητικής τηλεπισκόπησης BSRN

Η διαδικασία αγοράς/αναβάθμισης εξοπλισμού παθητικής τηλεπισκόπησης στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) αφορά:

**Σύστημα παρακολούθησης της ολικής, άμεσης και διάχυτης ακτινοβολίας (1 σύστημα) (εκτιμώμενο κόστος 46.000€)**

Το σύστημα αποτελείται από δύο πυρανόμετρα, έναν αυτόματο ηλιακό ιχνηλάτη και ένα πυρηλιόμετρο. Το σύστημα θα πρέπει να πληροί τις προδιαγραφές του Baseline Surface Radiation Network (BSRN). Παρακάτω παρουσιάζονται οι τεχνικές προδιαγραφές των επιμέρους οργάνων του συστήματος.

#### Α. ΠΥΡΑΝΟΜΕΤΡΑ (2 τεμάχια)

Δύο πυρανόμετρα (ολική διάχυτη) με εκτεταμένο φασματικό (0.2 – 3.6 μm) και θερμοκρασιακό εύρος λειτουργίας, και μικρό σφάλμα κατευθυντικότητας (<5 W/m<sup>2</sup>), ISO 9060 secondary standard.

Πυρανόμετρα μέτρησης ολικής και διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας

| A/A | ΥΠΟΧΡΕΩΣΗ                                      | ΑΠΑΙΤΗΣΗ                   |
|-----|------------------------------------------------|----------------------------|
| 1   | Αριθμός πυρανομέτρων                           | 2                          |
| 2   | Φασματική περιοχή μετρήσεων                    | 0.2 – 3.6 nm               |
| 3   | Θόλος                                          | Χαλαζία                    |
| 4   | Τύπος αντίστασης 1 <sup>ου</sup> πυρανομέτρου  | Thermistor (10 K)          |
| 5   | Τύπος αντίστασης 2 <sup>ου</sup> πυρανομέτρου  | Πλατίνας (Parasol, Pt 100) |
| 6   | Ευαισθησία                                     | 7 – 14 μV/Wm <sup>-2</sup> |
| 7   | Χρόνος απόκρισης                               | ≤ 5 sec                    |
| 8   | Μη γραμμικότητα (μεταβολή/χρόνο)               | ≤ 0.5 %                    |
| 9   | Μη γραμμικότητα (100 – 1000 Wm <sup>-2</sup> ) | ≤ 0.2 %                    |
| 10  | Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας                 | - 40 ° C έως 80 ° C        |

|    |                            |                                                                  |
|----|----------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 11 | Συμπεριφορά θερμοκρασίας   | $\leq 0.5\%$ ( $-20^{\circ}\text{C}$ έως $+50^{\circ}\text{C}$ ) |
| 12 | Εύρος υγρασίας λειτουργίας | 0 – 100 %                                                        |
| 13 | Μηδενική μετατόπιση        | Θερμική ακτινοβολία                                              |
| 14 | Μεταβολή θερμοκρασίας      | $(5\text{K/h}) < 1 \text{ Wm}^{-2}$                              |
| 15 | Σφάλμα κατευθυντικότητας   | $\leq 5 \text{ Wm}^{-2}$                                         |
| 16 | Σφάλμα κλίσης              | $\leq 0.2\%$                                                     |
| 17 | Οπτικό πεδίο               | $180^{\circ}$                                                    |
| 18 | MTBF                       | $\geq 10$ years                                                  |
| 19 | Εγγύηση                    | 5 ετής                                                           |
| 20 | Protection class:          | IP 67                                                            |
| 21 | ISO                        | 9060 secondary standard                                          |

#### Β. ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΙΧΝΗΛΑΤΗΣ (1 τεμάχιο)

Πλήρως αυτόματος ηλιακός ιχνηλάτης υψηλής ακρίβειας στόχευσης ( $<0.1^{\circ}$ ) με ενσωματωμένο δέκτη GPS, δυνατότητα χρήσης οργάνων τουλάχιστον 20 kgf. Συνοδευτικό σύστημα σκίασης του πυρανομέτρου.

| A/A | ΥΠΟΧΡΕΩΣΗ                                                 | ΑΠΑΙΤΗΣΗ                                                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Αριθμός ιχνηλατών                                         | 1                                                                                                              |
| 2   | GPS                                                       | Ενσωματωμένο                                                                                                   |
| 3   | Ακρίβεια                                                  | $\leq 0.1^{\circ}$                                                                                             |
| 4   | Ανάλυση                                                   | $\leq 0.01^{\circ}$                                                                                            |
| 5   | Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας                            | $-20^{\circ}\text{C}$ έως $+50^{\circ}\text{C}$                                                                |
| 6   | Λειτουργία                                                | AC και DC                                                                                                      |
| 7   | Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας                            | $20^{\circ}\text{C}$ έως $+50^{\circ}\text{C}$ (DC) και<br>$40^{\circ}\text{C}$ έως $+50^{\circ}\text{C}$ (AC) |
| 8   | Δυνατότητα χρήσης οργάνων                                 | Έως 20 kg                                                                                                      |
| 9   | Συνοδευτικό σύστημα σκίασης πυρανομέτρου: πλάκες στήριξης | 2 (στην κορυφή και στην μια πλευρά)                                                                            |

#### Γ. ΠΥΡΗΛΙΟΜΕΤΡΟ (1 τεμάχιο)

Να καλύπτει τη φασματική περιοχή 0.2 – 4  $\mu\text{m}$ , πρώτης τάξης (ISO), θερμοκρασιακή εξάρτηση ( $-30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ) μικρότερη από 0.5%.

| A/A | ΥΠΟΧΡΕΩΣΗ                      | ΑΠΑΙΤΗΣΗ                                        |
|-----|--------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1   | Αριθμός πυρηλιομέτρων          | 1                                               |
| 2   | Φασματική περιοχή μετρήσεων    | 200 - 4000 nm                                   |
| 3   | Θόλος                          | Quartz                                          |
| 4   | Θερμοστάτης                    | Thermistor (10 K)                               |
| 5   | Αισθητήρας θερμοκρασίας        | Pt, 100                                         |
| 6   | Ευαισθησία                     | 7 - 14 $\mu\text{V} / \text{Wm}^2$              |
| 7   | Χρόνος απόκρισης               | $\leq 5$ sec                                    |
| 8   | Μη γραμμικότητα                | $\leq 0.2\%$                                    |
| 9   | Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας | $-40^{\circ}\text{C}$ έως $+80^{\circ}\text{C}$ |
| 10  | Πλήρης γωνία ανοίγματος        | $5^{\circ}$                                     |
| 11  | Επιπρόσθετα                    | Κάλυμμα βροχής                                  |



|    |             |                                  |
|----|-------------|----------------------------------|
| 12 | Επιπρόσθετα | Ενσωματωμένος ρυθμιστής στήριξης |
| 13 | Τάξη ISO    | Πρώτη                            |
| 14 | Εγγύηση     | 5 ετής                           |

## 4 Προδιαγραφές του Actris για τα in situ όργανα μέτρησης

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ACTRIS, του ICOS, της τρέχουσας νομοθεσίας αλλά για επιπλέον μετρήσεις χαρακτηρισμού ατμοσφαιρικής ρύπανσης σύγχρονης τεχνολογίας, προβλέφθηκε η αγορά των παρακάτω επιστημονικών οργάνων για την αναβάθμιση των δυνατοτήτων για in-situ μετρήσεις του δικτύου PANACEA. Αυτά περιγράφονται παρακάτω:

### 4.1 Φασματόμετρο αερολυμάτων και ατμοσφαιρικών ιόντων (Neutral cluster and air ion Spectrometer (NAIS))

Ο δευτερογενής σχηματισμός αερολυμάτων μέσω διεργασιών αλλαγής φάσης και συμπύκνωσης πρόδρομων αέριων ενώσεων στην ατμόσφαιρα μπορεί να συνεισφέρει μέχρι και κατά το ήμισυ στο συνολικό αριθμό τους σε παγκόσμιο επίπεδο. Η συνεισφορά αυτή στη συνολική αριθμητική συγκέντρωση έχει άμεση συσχέτιση με τον καθορισμό της σωματιδιακής μάζας, της παραμέτρου που ρυθμίζεται μέσω της ισχύουσας νομοθεσίας ως κλάσμα της μάζας των σωματιδίων με διάμετρο μικρότερη από 2.5  $\mu\text{m}$  σε διάμετρο ( $\text{PM}_{2.5}$ ) και 10  $\mu\text{m}$  σε διάμετρο ( $\text{PM}_{10}$ ). Ο δευτερογενής σχηματισμός, εκτός από τη συνεισφορά στη μάζα, συνεισφέρει και στον αριθμό πυρήνων συμπύκνωσης νεφών στην ατμόσφαιρα (Cloud Condensation Nuclei-CCN) και κατά συνέπεια συσχετίζεται με την κλιματική επίδραση των αερολυμάτων. Η ένταση και η έκταση της διεργασίας αυτής έχει έντονα τοπικά χαρακτηριστικά καθώς επηρεάζεται άμεσα από την ποικιλία και την αφθονία των πρόδρομων αέριων ενώσεων που με τη σειρά τους εξαρτώνται από τις διαθέσιμες φυσικές και ανθρωπογενείς πηγές τους. Στην Ελλάδα έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει έντονη διακύμανση στα χαρακτηριστικά των φαινομένων σχηματισμού νέων σωματιδίων: είναι συχνότερη στα βόρεια και στα ανατολικά ενώ είναι σχετικά σπάνια στη νοτιοδυτική Ελλάδα. Αυτή τη στιγμή μελετώνται διεξοδικά αυτά τα φαινόμενα στην Κρήτη και στο σταθμό της Φινοκαλιάς ενώ στις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδος οι μετρήσεις είναι σποραδικές και σύντομης διάρκειας. Λόγω τεχνικών περιορισμών, οι παρατηρήσεις αυτές περιορίζονται επίσης σε μεγέθη σωματιδίων συνήθως μεγαλύτερα από 10 nm σε διάμετρο, καθώς δεν υπάρχουν στην Ελλάδα όργανα που να καταγράφουν τα νέα σωματίδια από τα πρώτα στάδια εμφάνισης τους, από διαμέτρους δηλαδή  $\sim 1$  nm.

Το φασματόμετρο αερολυμάτων και ατμοσφαιρικών ιόντων (Neutral cluster and air ion Spectrometer - NAIS) δύναται να παρέχει πληροφορίες από τα πρώτα στάδια του δευτερογενή σχηματισμού αερολυμάτων καθώς η διακριτική του ικανότητα αρχίζει από τα 0.8 nm και φτάνει μέχρι τα 40 nm. Κατά συνέπεια, είναι σε θέση να παρατηρήσει τη διεργασία σχηματισμού νέων σωματιδίων από την έναρξη τους και για πολλές ώρες μέχρι να αποκτήσουν τα νέα σωματίδια αρκετά μεγάλη διάμετρο. Πέραν αυτού είναι σε θέση να καταγράφει και ιόντα και φορτισμένα αερολύματα στην ατμόσφαιρα, προσφέροντας συμπληρωματικές πληροφορίες για το σχηματισμό νέων αερολυμάτων. Το NAIS έχει τα πλεονεκτήματα ότι δεν απαιτεί αναλώσιμα για τη λειτουργία του, είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και έχει εύκολη συντήρηση ενώ είναι φορητό και μπορεί να μεταφερθεί και να εγκατασταθεί με σχετική ευκολία. Τα παραπάνω το κάνουν ιδανικό για λειτουργία σε διαφορετικές τοποθεσίες, οι προδιαγραφές του δε για λειτουργία σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και ατμοσφαιρικών πιέσεων το καθιστούν κατάλληλο ακόμα και για μετρήσεις με αεροσκάφος στην ελεύθερη τροπόσφαιρα. Συνολικά το NAIS θα μας παρέχει πληροφορίες για το δευτερογενή σχηματισμό αερολυμάτων από τα πρώτα στάδιά του και σε διάφορες τοποθεσίες ανά την Ελλάδα και θα εμπλουτίσει τη γνώση μας για αυτή τη διεργασία στην Αν. Μεσόγειο.

## 4.2 Αναλυτής θερμοκηπικών αερίων για την ταυτόχρονη μέτρηση της συγκέντρωσης των ενώσεων CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O στον ατμοσφαιρικό αέρα

Η υποδομή ΠΑΝΑΚΕΙΑ έχει ως κύρια συνιστώσα του τη μελέτη της σύστασης της ατμόσφαιρας και υπό το πρίσμα τη κλιματικής αλλαγής. Η παρατήρηση των αερίων του θερμοκηπίου και η καταγραφή των συγκεντρώσεών του σε συνεχή βάση είναι ήσσονος σημασίας τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτές οι μετρήσεις σε απομακρυσμένες περιοχές μας δίνουν πληροφορίες για το περιοχικό υπόβαθρο του γίνεσθαι των θερμοκηπικών αερίων ενώ κοντά στο αστικό περιβάλλον μπορούν να μας δώσουν εκτιμήσεις για τις εκπομπές αυτών των αερίων λόγω ανθρωπογενών διεργασιών. Ο αναλυτής

Το δίκτυο ICOS αποτελεί την ευρωπαϊκή υποδομή για την καταγραφή των θερμοκηπικών αερίων, είναι μια πανευρωπαϊκή υποδομή που παρέχει επιστημονικά δεδομένα εναρμονισμένα και υψηλής ακρίβειας, και ο αναλυτής που βασίζεται στη φασματοσκοπία απόσβεσης οπτικού αντηχείου (Cavity Ring Down Spectroscopy : CRDS ). Θα δημιουργήσει ένα σταθμό μέτρησης που θα είναι εναρμονισμένος με τις προδιαγραφές του ICOS και άρα θα μπορεί να εκπροσωπεί την Ελλάδα σε αυτό το νευραλγικής σημασίας έργο.

## 4.3 Αυτόματο σύστημα Αέριας χρωματογραφίας συνεχούς λειτουργίας για περιβαλλοντικές μετρήσεις BTEX, με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας

Προβλέπεται η προμήθεια ενός αυτόματου αναλυτή οργανικών πτητικών ενώσεων BTX (Flame Ionization Detector, FID), ο οποίος είναι μεταφερόμενος και χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του βενζολίου και πρόδρομων ενώσεων του όζοντος βάσει της ΗΠ.14122/549/Ε.103/2011, ΦΕΚ 488Β (Παράρτημα Χ). Με την προμήθεια αυτή αποσκοπείται η ανάλυση των τάσεων των πρόδρομων ενώσεων του όζοντος, ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας των στρατηγικών μείωσης των εκπομπών και της συνέπειας των απογραφών των εκπομπών, καθώς και η συσχέτιση των πηγών των ρύπων αυτών με τις αντίστοιχες παρατηρούμενες συγκεντρώσεις τους.

Επιπροσθέτως θα είναι δυνατή καλύτερη κατανόηση του τρόπου δημιουργίας του όζοντος και των διαδικασιών διασποράς των πρόδρομων ενώσεων και εντέλει η καλύτερη εφαρμογή και αξιολόγηση των φωτοχημικών αριθμητικών μοντέλων του δικτύου ΠΑΝΑΚΕΙΑ.

## 4.4 Αυτόματοι Αναλυτές σωματιδιακής μάζας ΑΣ10 και ΑΣ2.5

Για την καταγραφή των σωματιδιακών ρύπων στην ατμόσφαιρα προβλέπεται η προμήθεια και εγκατάσταση αναλυτών σωματιδιακής μάζας ΑΣ<sub>10</sub> και ΑΣ<sub>2,5</sub> βάσει της ΚΥΑ με αριθμ. Η.Π. 14122/549/Ε.103, ΦΕΚ 488. Προβλέπεται η προμήθεια αναλυτών, για αστικές περιοχές και για το σταθμό στην Φινοκαλιά, για να καλυφθούν ανάγκες για το αστικό περιβάλλον και για τις μετρήσεις σε αγροτική μη εκτεθειμένη τοποθεσία όπως περιγράφεται στο Παράρτημα IV της προαναφερθείσας ΚΥΑ. Οι αναλυτές θα διαθέτουν πιστοποιητικά έγκρισης σύμφωνα με τα πρότυπα EN 12341-1998 (ΑΣ<sub>10</sub>).

## 4.5 Αιθαλόμετρα συνεχούς μέτρησης απορρόφησης ακτινοβολίας σε 7 μήκη κύματος

Η μείωση της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει τις μετρήσεις του συντελεστή απορρόφησης των αιωρούμενων σωματιδίων αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης σπουδαιότητας της ευρωπαϊκής υποδομής ACTRIS. Η απορρόφηση του ηλιακού φωτός από τα αερολύματα είναι εξέχουσας σημασίας για την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων

των αερολυμάτων με την ακτινοβολία και τα νέφη στην ατμόσφαιρα. Στο πλαίσιο του ACTRIS, το αιθαλόμετρο έχει οριστεί ως ένα από τα όργανα αναφοράς που θα χρησιμοποιείται για την επιτόπια μελέτη της απορρόφησης. Η προμήθεια αυτών των οργάνων έχει και επιπρόσθετη αξία για τη μελέτη της συνεισφοράς των σωματιδίων ορυκτογενούς σκόνης από τις ερήμους της Β. Αφρικής στην απορρόφηση του φωτός στην ατμόσφαιρα, καθώς σε μικρά μήκη κύματος είναι σε θέση να απορροφούν ισχυρά λόγω της παρουσίας οξειδίων του σιδήρου στη σύστασή τους. Η Ελλάδα αποτελεί ιδανικό χώρο για τέτοιες μελέτες καθώς είναι συχνά υπό την επίδραση ερημικής σκόνης, το δε αιθαλόμετρο αποτελεί το ιδανικό όργανο για τέτοιες μελέτες καθώς καταγράφει την απορρόφηση σε επτά μήκη κύματος από το υπεριώδες ως το υπέρυθρο.

#### 4.6 Καταμετρητής αριθμού σωματιδίων με τη μέθοδο της συμπύκνωσης (Condensation Particle Counter- CPC)

Η αριθμητική συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων αποτελεί μία από τις βασικές παραμέτρους που ορίζει η ευρωπαϊκή υποδομή ACTRIS ότι πρέπει να καταγράφονται σε συνεχή βάση και ο καταμετρητής αριθμού σωματιδίων με τη μέθοδο της συμπύκνωσης αποτελεί την πρότυπη μέθοδο για αυτή τη μέτρηση. Καθώς τα μικρά σωματίδια στην ατμόσφαιρα ενδέχεται να συμμετέχουν ελάχιστα στον καθορισμό της σωματιδιακής μάζας που ελέγχεται βάσει της κείμενης νομοθεσίας (πχ δευτερογενώς παραγόμενα αερολύματα), είναι απαραίτητο στην ΠΑΝΑΚΕΙΑ να υπάρχουν διαθέσιμες μέθοδοι για τη μέτρηση της αριθμητικής συγκέντρωσης των αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα.

#### 4.7 Φορητό αιθαλόμετρο μικρού όγκου και βάρους

Η μείωση της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει τις μετρήσεις του συντελεστή απορρόφησης των αιωρούμενων σωματιδίων καθ' ύψος αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης σπουδαιότητας της ευρωπαϊκής υποδομής ACTRIS. Στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων της υποδομής δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στη βελτιστοποίηση των αλγορίθμων για τον υπολογισμό του συντελεστή απορρόφησης μέσω τεχνικών τηλεπισκόπησης, που θα επιτευχθεί μέσω μετρήσεων καθ' ύψος είτε με μη επανδρωμένα αεροσκάφη (βλέπε 4.11) ή μετεωρολογικά μπαλόνια. Για αυτές τις μετρήσεις, το φορητό αιθαλόμετρο αποτελεί την ιδανική λύση καθώς παρέχει αξιόπιστα δεδομένα για το συντελεστή απορρόφησης και έχει μικρό βάρος για να μπορεί να αξιοποιηθεί σε οποιαδήποτε μετακινούμενη πλατφόρμα.

#### 4.8 Οπτικό φασματόμετρο με laser για την μέτρηση της κατανομής μεγέθους και της αριθμητικής συγκέντρωσης των σωματιδίων

Η Ελλάδα αποτελεί ιδανικό χώρο για μελέτες σχετικές με την μεταφερόμενη ορυκτή σκόνη καθώς επηρεάζεται συχνά από αέριες μάζες προερχόμενες από τις ερήμους της Β. Αφρικής. Οι σωματιδιακές κατανομές των αερολυμάτων σκόνης είναι ιδιαίτερης σημασίας για το δίκτυο ACTRIS και με το οπτικό φασματόμετρο με laser είναι εφικτή η καταγραφή τους μαζί με την αριθμητική συγκέντρωσή τους. Τέτοια δεδομένα έχουν περιορισμένη συχνότητα στη βιβλιογραφία και είναι ιδιαίτερης σημασίας για την αποσαφήνιση του κλιματικού ρόλου της σκόνης.

#### 4.9 Αυτόματος δειγματολήπτης αερολυμάτων χαμηλού όγκου

Ο αυτόματος δειγματολήπτης αερολυμάτων χαμηλού όγκου χρησιμοποιείται για τη συλλογή δειγμάτων σε φίλτρα ώστε στη συνέχεια να γίνουν εργαστηριακές αναλύσεις για τον προσδιορισμό της χημικής σύστασης των

αερολυμάτων όπως ορίζεται στην ΚΥΑ με αριθμ. Η.Π. 14122/549/Ε.103, ΦΕΚ 488. Συγκεκριμένα, αφορά αυτόνομη και συνεχή δειγματοληψία σκόνης και σωματιδίων αερολύματος για μετέπειτα αξιολόγηση και ανάλυση (βαρυμετρικός προσδιορισμός) σύμφωνα με το πρότυπο EN12341: 2014.

#### 4.10 Θερμο-οπτικός αναλυτής οργανικού και στοιχειακού άνθρακα OC-EC που περιέχεται σε δείγματα αιωρούμενων σωματιδίων

Ο θερμο-οπτικός αναλυτής οργανικού και στοιχειακού άνθρακα OC-EC, που περιέχονται σε δείγματα αιωρούμενων σωματιδίων, θα χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό στοιχειακού και οργανικού άνθρακα σε δείγματα που έχουν συλλεχθεί με δειγματολήπτη (βλέπε 4.9) καθώς ορίζεται στο παράρτημα IV της ΚΥΑ με αριθμ. Η.Π. 14122/549/Ε.103, ΦΕΚ 488.

#### 4.11 Μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα για την κατακόρυφη καταγραφή ατμοσφαιρικών παραμέτρων (Θερμοκρασία, υγρασία) και αριθμητικών σωματιδιακών κατανομών μεγέθους

Η μείωση της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει τις μετρήσεις του συντελεστή απορρόφησης και των αριθμητικών κατανομών μεγέθους των αιωρούμενων σωματιδίων καθ' ύψος αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης σημασίας της ευρωπαϊκής υποδομής ACTRIS. Αυτές οι μετρήσεις χρησιμεύουν αφενός μεν για την εξακρίβωση της αντιπροσωπευτικότητας των μετρήσεων στο επίπεδο της γης καθ' ύψος και αφετέρου δε για την αξιολόγηση των μεθόδων τηλεπισκόπησης και των αλγορίθμου τους για τον υπολογισμό αυτών των παραμέτρων. Τα μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα βρίσκονται στην αιχμή της τεχνολογικής εξέλιξης και αποτελούν μια οικονομική και αξιόπιστη λύση για τέτοιες μετρήσεις, χρησιμοποιώντας όργανα μικρού όγκου και βάρους όπως φορητό αιθαλόμετρο (βλέπε 4.7).

#### 4.12 Σύστημα Ιοντικής χρωματογραφίας

Το Σύστημα Ιοντικής χρωματογραφίας θα χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του ιοντικού μέρους της χημικής σύστασης σε δείγματα που έχουν συλλεχθεί με δειγματολήπτη (βλέπε 4.9) καθώς ορίζεται στο παράρτημα IV της ΚΥΑ με αριθμ. Η.Π. 14122/549/Ε.103, ΦΕΚ 488.

#### 4.13 Συνδυασμένο σύστημα Θερμικής Εκρόφησης και μονάδας συνεχούς παρακολούθησης αερίων

Σύστημα θερμικής εκρόφησης θα προστεθεί στο ήδη υπάρχον GC/MS εργαστηρίου της PANACEA για να δώσει στην PANACEA την δυνατότητα ανάλυσης ατμοσφαιρικών δειγμάτων για πτητικές οργανικές ενώσεις (volatile organic compounds). Τα δείγματα θα μπορούν να συλλεχθούν χρησιμοποιώντας ειδικά δοχεία τόσο στους σταθμούς μετρήσεως της PANACEA, όσο και σε άλλες τοποθεσίες στην Ελλάδα. Η δεύτερη δυνατότητα θα δώσει την δυνατότητα χρήσης του συστήματος σε περιοχές που παρατηρείται κάποιο έκτακτο πρόβλημα (πχ οσμές αγνώστου προελεύσεως) ή σε περίπτωση κάποιου έκτακτου γεγονότος (π.χ. βιομηχανικού ατυχήματος).



#### 4.14 Ογκομετρικός δειγματολήπτης γύρης και βιοαερολυμάτων συνδυασμένος με

#### 4.15 Εργαστηριακό μικροσκόπιο με σύστημα προβολής εικόνας μέσω κάμερας

Η επίδραση των βιοαερολυμάτων στην ποιότητα της ατμόσφαιρας και το κλίμα είναι σημαντικό κομμάτι έρευνας σχετικά με τα αερολύματα και τη κλιματική τους επίδραση, θεματική που βρίσκεται στο κέντρο των ερευνών που υποστηρίζονται από το δίκτυο ACTRIS. Από όλα τα βιοαερολύματα, οι κόκκοι γύρης αποτελούν σημαντικό ποσοστό της μάζας των αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα, μεταφέρουν θρεπτικά συστατικά και συμμετέχουν στη δημιουργία πυρήνων συμπύκνωσης νεφών. Επιπλέον, οι κόκκοι γύρης περιέχουν αλλεργιογόνα με σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και αυτή τους ακριβώς η επίδραση είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία δικτύου μετρήσεων κόκκων γύρης και ταυτοποίησης αλλεργιογόνων ειδών ανά την Ευρώπη. Η κύρια τεχνική μέτρησης της γύρης είναι οι ογκομετρικές παγίδες τύπου Χερστ, οι οποίες μετρούν τις ημερήσιες συγκεντρώσεις γύρης παίρνοντας δείγμα από τις ροές αέρα. Έπειτα, γίνονται χειροκίνητες καταμετρήσεις της γύρης στο εργαστήριο. Ο συνδυασμός του δειγματολήπτη με εργαστηριακό μικροσκόπιο με σύστημα προβολής εικόνας μέσω κάμερας θα επιτρέψει τη γρήγορη καταμέτρηση των κόκκων γύρης αλλά και την μετέπειτα μελέτη τους όποτε αυτό χρειαστεί.

#### 4.16 Μετρητής μεγέθους νεφροσταγονιδίων

Ο μετρητής μεγέθους νεφροσταγονιδίων θα επιτρέψει τη μελέτη της επίδρασης των αερολυμάτων στη δημιουργία συννέφων και τη μικροφυσική τους, μετρώντας τον όγκο του αερολύματος, την επιφάνεια και τη πραγματική ακτίνα των νεφροσταγονιδίων.

## 5 Σχέδιο υλοποίησης/αναβάθμισης in situ οργάνων μέτρησης

Η διαδικασία αγοράς/αναβάθμισης εξοπλισμού in situ οργάνων μέτρησης στο Πανεπιστήμιο Κρήτης αφορά τα παρακάτω όργανα που θα χρησιμοποιηθούν από τους συμμετέχοντες στο έργο με βάση συμφωνητικό συνεργασίας.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι γενικές προδιαγραφές των επιστημονικών οργάνων όπως προκηρύχθηκαν σε διεθνή διαγωνισμό από το Πανεπιστήμιο Κρήτης.

### 5.1 Φασματόμετρο αερολυμάτων και ατμοσφαιρικών ιόντων (Neutral cluster and air ion Spectrometer (NAIS))

| A/A | Γενικές προδιαγραφές Φασματόμετρου αερολυμάτων και ατμοσφαιρικών ιόντων (Neutral cluster and air ion Spectrometer (NAIS))                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Αυτόματο φασματόμετρο της κατανομής κινητικότητας ιόντων και αιωρούμενων σωματιδίων συνεχούς μέτρησης                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2   | Η αρχή λειτουργίας θα πρέπει να είναι η παράλληλη κατανομή κινητικότητας ιόντων και αερολυμάτων                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3   | Παράλληλη καταγραφή να γίνεται σε πολλαπλά κανάλια του αριθμού των ιόντων (0.8 μέχρι 40 nm) και των αιωρούμενων σωματιδίων (2 μέχρι 40 nm) με μεγάλη χρονική διακριτική ικανότητα (1 sec)                                                                                                                                                                                |
| 4   | Να διαθέτει δυο πανομοιότυπες κολώνες ανάλυσης που να είναι παράλληλοι αναλυτές διαφορικής κινητικότητας για τον διαχωρισμό κατά μέγεθος των ιόντων ( $3.2 - 0.0014 \text{ cm}^2/\text{V}/\text{s}$ , 0.8-40 nm) /σωματιδίων (2-40 nm), με την μια να ανιχνεύει τα θετικά και την άλλη τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια κατατάσσοντάς τα σε 25 κανάλια (ηλεκτρομετρητές) |
| 5   | Να υπάρχει η δυνατότητα εναλλαγής για την ανίχνευση φυσικά φορτισμένων σωματιδίων (ιόντων) αλλά και όλων των σωματιδίων (φορτισμένων και μη) μέσω μονάδας διαχωρισμού-φόρτισης                                                                                                                                                                                           |
| 6   | Η κατανομή κινητικότητας και μεγέθους να προκύπτει από την μαθηματική διαδικασία αποσυγκρότησης (deconvolution) από τα 25 ξεχωριστά κανάλια του εκάστοτε αναλυτή                                                                                                                                                                                                         |
| 7   | Να διαθέτει σύστημα αποφόρτισης-φόρτισης των ιόντων/σωματιδίων                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8   | Να διαθέτει μονάδα ελέγχου αναλυτή για την αυτόματη και εγγυημένη ποιότητα των μετρήσεων                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9   | Να γίνεται αυτόματη ρύθμιση των ροών λαμβάνει υπόψη την επίδραση της ατμοσφαιρικής πίεσης στην κινητικότητα των σωματιδίων                                                                                                                                                                                                                                               |
| 10  | Να μην είναι απαραίτητη η χρήση εξωτερικού πεπιεσμένου αέρα, κενού ή υγρού                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11  | Να έχει εύκολη και ταχεία συντήρηση σωστής λειτουργίας μέσου απλού καθαρισμού των δυο ηλεκτροδίων (κολώνες) που διαρκεί το πολύ μια ώρα                                                                                                                                                                                                                                  |
| 12  | Να μην χρειάζεται για την λειτουργία του αναλώσιμα και να μην δίνει απόβλητα                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 13  | Ο αναλυτής θα πρέπει να συνοδεύεται από κατάλληλο λογισμικό επικοινωνίας και                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|    |                           |                                                                                                     |
|----|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ανάκτησης δεδομένων       |                                                                                                     |
| 14 | Εύρος μετρήσεων           | σωματίδια ~2-40 nm και ιόντα 0.8-40 nm                                                              |
| 15 | Συνθήκες μέτρησης         | -20 – 40°C , 300 – 1200 hPa                                                                         |
| 16 | Χρονική ανάλυση μέτρησης: | Ελάχιστος χρόνος αναφοράς μέτρησης 1 sec (1-5 min για τυπικές μετρήσεις μεγάλης χρονικής διάρκειας) |
| 17 | Θύρες επικοινωνίας        | RJ45 (Ethernet), LAN                                                                                |
| 18 | Ηλεκτρική τροφοδοσία      | 70 W, AC 110/240 V                                                                                  |

## 5.2 Αναλυτής θερμοκηπικών αερίων για την ταυτόχρονη μέτρηση της συγκέντρωσης των ενώσεων CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O στον ατμοσφαιρικό αέρα

| A/A | Γενικές προδιαγραφές Αναλυτή θερμοκηπικών αερίων για μετρήσεις CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O          |                                                                                                                             |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Αναλυτής θερμοκηπικών αερίων με την χρήση φασματοσκοπίας απόσβεσης φωτός σε οπτική κοιλότητα (cavity ring-down spectroscopy) |                                                                                                                             |
| 2   | Ταυτόχρονος προσδιορισμός των συγκεντρώσεων CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O                             |                                                                                                                             |
| 3   | Ακρίβεια μέτρησης για χρονική διάρκεια 5 λεπτών σε ξηρό αέρα                                                                 | 25 ppb για CO <sub>2</sub><br>0.22 ppb για CH <sub>4</sub><br>30 ppm για H <sub>2</sub> O                                   |
| 4   | Μέγιστη απόκλιση στη μέτρηση εντός 24 ωρών σε συνθήκες STP                                                                   | < 120 ppb για το CO <sub>2</sub> , < 1 ppb για το CH <sub>4</sub> και <100 ppm ±0,5 % της ένδειξης για το H <sub>2</sub> O. |
| 5   | Μέγιστο εύρος λειτουργίας                                                                                                    | 0-1000 ppm για CO <sub>2</sub><br>0-20 ppm για CH <sub>4</sub><br>0-7%ν για H <sub>2</sub> O                                |
| 6   | Εγγυημένο εύρος συγκεντρώσεων (όπου ισχύουν τα 1.1.3 – 1.1.4)                                                                | 300-700 ppm για CO <sub>2</sub><br>1-3 ppm για CH <sub>4</sub><br>0-3%ν για H <sub>2</sub> O                                |
| 7   | Περίοδος μέτρησης                                                                                                            | <5 sec                                                                                                                      |
| 8   | Απόκριση όλων των καναλιών μέτρησης (t <sub>10-90%</sub> , t <sub>90-10%</sub> )                                             | <3 sec                                                                                                                      |
| 9   | Η μέγιστη αβεβαιότητα πρέπει επίσης να καλύπτει τις προδιαγραφές ποιότητας του WMO για τους σταθμούς του δικτύου GAW         |                                                                                                                             |
| 10  | Συνθήκες λειτουργίας                                                                                                         | +10- +35 °C σε λειτουργία<br>-10- +50 °C εκτός λειτουργίας<br><99% R.H.                                                     |
| 11  | Να διαθέτει πρόγραμμα για εξωτερικό Η/Υ με Windows για την λειτουργία του αναλυτή                                            |                                                                                                                             |
| 12  | Εξωτερική αντλία κενού                                                                                                       |                                                                                                                             |
| 13  | Εξωτερικές θύρες                                                                                                             | RS-232, Ethernet, USB                                                                                                       |

|    |                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | Να δέχεται δείγμα με πίεση 400 – 1300 mBar, ώστε να μπορεί να λειτουργεί και σε μεγάλα υψόμετρα |
| 15 | Ο αναλυτής να αποτελείται από μία συσκευή εργοστασιακής κατασκευής                              |
| 16 | Τροφοδοσία 100-240 V / 47-63 Hz & σήμανση CE                                                    |

### 5.3 Αυτόματο σύστημα Αέριας χρωματογραφίας συνεχούς λειτουργίας για περιβαλλοντικές μετρήσεις BTEX, με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας

| A/A  | Γενικές προδιαγραφές συστήματος Αέριας Χρωματογραφίας συνεχούς λειτουργίας για περιβαλλοντικές μετρήσεις BTEX                                                                                                                       |                  |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1.1  | Αέριος χρωματογράφος αυτοματοποιημένης συνεχούς μέτρησης BTEX (βενζολίου, τολουολίου, αιθυλοβενζολίου, ο-m-p- ξυλολίων) καθώς και α-, β-πινενίου και λιμονενίου στην ατμόσφαιρα με ενσωματωμένο H/Y για την καταγραφή των μετρήσεων |                  |
| 1.2  | Δυνατότητα σύνδεσης με data-logger/PLC/SCADA με πρωτόκολλο Modbus και σειριακή θύρα                                                                                                                                                 |                  |
| 1.3  | Βαθμίδα προσυγκέντρωσης Carbotrap                                                                                                                                                                                                   |                  |
| 1.4  | Χρωματογραφικές στήλες με μεταλλικό κέλυφος                                                                                                                                                                                         |                  |
| 1.5  | Ανιχνευτής ιονισμού φλόγας (FID) με 3 βαθμίδες ενίσχυσης σήματος (1-10-100)                                                                                                                                                         |                  |
| 1.6  | Εξωτερική αντλία κενού                                                                                                                                                                                                              |                  |
| 1.7  | Είσοδος και βαλβίδα για αέριο βαθμονόμησης από φιάλη                                                                                                                                                                                |                  |
| 1.8  | Εύρος μετρούμενων συγκεντρώσεων 0.1-380 $\mu\text{g m}^{-3}$                                                                                                                                                                        |                  |
| 1.9  | Κατώτατο όριο ανίχνευσης                                                                                                                                                                                                            | 10 ppt βενζολίου |
| 1.10 | Ενσωματωμένη οθόνη τουλάχιστον 8" και touchpad                                                                                                                                                                                      |                  |
| 1.11 | Εξωτερικές θύρες Ethernet και USB                                                                                                                                                                                                   | Τουλάχιστον 3    |
| 1.12 | Πρόγραμμα ανάπτυξης χρωματογραφικών μεθόδων από τον χρήστη, να επιτρέπει πρόσθεση επιπλέον ενώσεων                                                                                                                                  |                  |
| 1.13 | Τυπικός χρωματογραφικός κύκλος μέτρησης 15-30 λεπτά                                                                                                                                                                                 |                  |
| 1.14 | Ικανότητα αποθήκευσης τουλάχιστον 6 μηνών χρωματογραφημάτων για post-processing                                                                                                                                                     |                  |
| 1.15 | Πιστοποιήσεις EN 15267-1:2009, EN 15267-2:2009 & EN 14662-3:2005 0-50 $\mu\text{g m}^{-3}$ για βενζόλιο από ανεξάρτητο φορέα                                                                                                        |                  |
| 2    | <b>Επεκτασιμότητα του συστήματος</b>                                                                                                                                                                                                |                  |
| 2.1  | Δυνατότητα παραμετροποίησης από τον χειριστή για μέτρηση επιπλέον οργανικών ενώσεων με 6 ως 12 άτομα άνθρακα                                                                                                                        |                  |
| 2.2  | Δυνατότητα μελλοντικής αναβάθμισης με αισθητήρα MS                                                                                                                                                                                  |                  |
| 3    | <b>Αυτοματισμοί / έλεγχος συστήματος</b>                                                                                                                                                                                            |                  |
| 3.1  | Να παραδοθεί με γεννήτρια υπερκάθαρου αέρα 1000 ml/min με αφυγραντήρα, oil free αεροσυμπιεστή και θερμοκαταλυτικό καταστροφέα VOCs                                                                                                  |                  |
| 3.2  | Ενσωματωμένος έλεγχος βαθμονόμησης και διόρθωση απόκρισης αισθητήρα με συχνότητα χρονοπρογραμματιζόμενη, με permeation tube βενζολίου, ανά 1-3 ημέρες                                                                               |                  |

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| <b>4</b>   | <b>Προδιαγραφές εγκατάστασης</b>   |
| <b>4.1</b> | Κέλυφος για τοποθέτηση σε rack 19" |

#### 5.4 Αυτόματοι Αναλυτές (2) σωματιδιακής μάζας ΑΣ10 και ΑΣ2.5 (betta)

| A/A       | Γενικές προδιαγραφές αναλυτή συνεχόμενης μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων για τα ΑΣ10 ή ΑΣ2.5 στο περιβάλλον με απορρόφηση β-ακτινοβολίας                                                                                                            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>  | Η αρχή λειτουργίας θα πρέπει να είναι η απορρόφηση β-ακτινοβολίας                                                                                                                                                                                   |
| <b>2</b>  | Να διαθέτει πιστοποιητικά έγκρισης σύμφωνα με τα πρότυπα EN 12341-1998 (ΑΣ10) και EN 14907-2005 (ΑΣ2.5)                                                                                                                                             |
| <b>3</b>  | Η συλλογή των σωματιδίων να γίνεται μέσω κατάλληλης κεφαλής η οποία δε θα χρειάζεται επιπλέον συντήρηση πέραν του καθαρισμού της                                                                                                                    |
| <b>4</b>  | Να μπορεί να μετρήσει είτε ΑΣ10 είτε ΑΣ2.5 με την προσαρμογή κατάλληλου εξαρτήματος μετατροπής της εισόδου ΑΣ10 σε ΑΣ2.5                                                                                                                            |
| <b>5</b>  | Να πραγματοποιεί συνεχείς μετρήσεις των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων                                                                                                                                                                    |
| <b>6</b>  | Να είναι ελεγχόμενος από μικροεπεξεργαστή, με μονάδα ανάλυσης και οθόνη ένδειξης των συγκεντρώσεων                                                                                                                                                  |
| <b>7</b>  | Η πηγή β- ακτινοβολίας θα πρέπει να είναι απολύτως ασφαλής και να μην απαιτείται άδεια κατοχής και χρήσης του οργάνου λόγω ραδιενέργειας της πηγής από το ΕΚΕΦΕ ή ανάλογη άδεια από Εθνική Επιτροπή (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, Ε.Ε.Α.Ε) |
| <b>8</b>  | Η κλίμακα μέτρησης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον από 0 έως 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$                                                                                                                                                          |
| <b>9</b>  | Η διακριτική ικανότητα θα πρέπει να είναι μικρότερο ή ίση από 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$                                                                                                                                                          |
| <b>10</b> | Το όριο ανίχνευσης θα πρέπει να είναι χαμηλότερο ή ίσο από 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για κύκλο 24 ωρών                                                                                                                                             |
| <b>11</b> | Η ροή λειτουργίας συνίσταται να είναι το πολύ 1 $\text{m}^3/\text{h}$ .                                                                                                                                                                             |
| <b>12</b> | Η αναφορά συγκέντρωσης μάζας θα πρέπει να γίνεται με χρονικό βήμα μικρότερο ή ίσο των 60 s.                                                                                                                                                         |
| <b>13</b> | Η θερμοκρασία λειτουργίας πρέπει να είναι τουλάχιστον στο εύρος 5-35°C                                                                                                                                                                              |
| <b>14</b> | Να έχει κατάλληλη ψηφιακή έξοδος (π.χ. RS232) και ενσωματωμένη μνήμη αποθήκευσης των μετρήσεων και των πιθανών προβλημάτων του αναλυτή (διαγνωστικά) διάρκειας ενός μηνός τουλάχιστον (μέσες ωριαίες τιμές)                                         |
| <b>15</b> | Να διαθέτει θύρα Ethernet                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>16</b> | Ηλεκτρική τροφοδοσία: 220 V / 50 Hz                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>17</b> | Να διαθέτουν εγκατεστημένη φιλτροταινία ικανή να δέχεται μεγάλο αριθμό μετρήσεων ώστε να παρέχεται αυτόνομη λειτουργία τουλάχιστον τριών μηνων, κάτω από κανονικές συνθήκες ρύπανσης περιβάλλοντος                                                  |
| <b>18</b> | Να διαθέτουν ενσωματωμένο σύστημα μέτρησης της ροής του δείγματος και σύστημα ενημέρωσης του χρήστη σε περίπτωση διαφοροποίησης της ροής από το σημείο ρύθμισης.                                                                                    |
| <b>19</b> | Η όλη διάταξη θα πρέπει να διαθέτει σύστημα αποφυγής συμπύκνωσης υδρατμών, συνδυαζόμενο με ταυτόχρονη αποφυγή απώλειας μέτρησης σωματιδίων αποτελούμενων από πτητικές ουσίες (volatile aerosols)                                                    |
| <b>20</b> | Θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα προγραμματισμού για τις διάφορες παραμέτρους λειτουργίας                                                                                                                                                            |



|    |                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | (χρόνος απόκρισης, μονάδες ενδείξεων, αποθήκευση μετρήσεων). Να εκτελεί αυτοέλεγχο των διαφόρων λειτουργικών τους παραμέτρων                                     |
| 21 | Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος να πραγματοποιείται αυτόματη επαναφορά του σε λειτουργία με την αποκατάσταση της τάσης, χωρίς να απαιτείται η παρουσία του χρήστη |
| 22 | Να συνοδεύεται από τουλάχιστον τρεις επιπλέον φίλτροταινίες πέρα από την υπάρχουσα για την αρχική λειτουργία του αναλυτή                                         |
| 23 | Να συνοδεύονται από ένα κιτ βαθμονόμησης                                                                                                                         |

## 5.5 Αιθαλόμετρα (2) συνεχούς μέτρησης απορρόφησης ακτινοβολίας σε 7 μήκη κύματος

| A/A | Γενικές προδιαγραφές Αιθαλόμετρου απορρόφησης ακτινοβολίας σε 7 μήκη κύματος                                              |      |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1   | Να γίνεται συνεχής εναπόθεση αιωρούμενων σωματιδίων σε κατάλληλη φίλτροταινία                                             |      |
| 2   | Να διαθέτει ταυτόχρονη μέτρηση σε τουλάχιστον δύο σημεία για στατιστικό έλεγχο και αντιστάθμιση μη γραμμικότητας          |      |
| 3   | Να παρέχει συνεχή μέτρηση απορρόφησης του φωτός στα εξής μήκη κύματος: 370nm, 470nm, 520nm, 590nm, 660nm, 880nm και 950nm |      |
| 4   | Να διαθέτει ενσωματωμένο αλγόριθμο από τεκμηριωμένες εφαρμογές στον οποίο να μπορεί να επέμβει ο χρήστης                  |      |
| 5   | Να έχει περίοδο μέτρησης 1s ή 1 min επιλεγόμενη από τον χρήστη                                                            |      |
| 6   | Ρυθμιζόμενη παροχή 2 – 5 L/min, διαφορετική για τα δύο σημεία μέτρησης                                                    |      |
| 7   | Ευαισθησία τουλάχιστον 0,03 µg/m <sup>3</sup> @ 1min, 5L/min                                                              |      |
| 8   | Ενσωματωμένη οθόνη αφής                                                                                                   | 8.4" |
| 9   | Εξωτερικές θύρες Ethernet, RS232 και USB                                                                                  |      |
| 10  | Να παραδίδεται με φίλτρο προστασίας                                                                                       |      |
| 11  | Να παραδίδεται με ειδική φίλτροταινία με αυτονομία τουλάχιστον 3 μηνών                                                    |      |
| 12  | Να παραδίδεται με κιτ πολλαπλών κεφαλών προδιαχωριστών (PM10, PM4, PM2.5, PM1, TSP)                                       |      |
| 13  | Να διαθέτει εσωτερική μνήμη που να επαρκεί για όλους τους παράγοντες τουλάχιστον 3 μηνών μετρήσεων                        |      |
| 14  | Να είναι κατάλληλων διαστάσεων για τοποθέτηση σε rack 19"                                                                 |      |
| 15  | Να λειτουργεί με ηλεκτρική παροχή 230V/50Hz/max. 200W                                                                     |      |
| 16  | Θερμοκρασία λειτουργίας τουλάχιστον στην περιοχή 10-40 °C                                                                 |      |
| 17  | Η καταλληλότητα της συσκευής να υποστηρίζεται από επαρκή διεθνή ερευνητική βιβλιογραφία                                   |      |

## 5.6 Καταμετρητής αριθμού σωματιδίων με τη μέθοδο της συμπύκνωσης (Condensation Particle Counter- CPC)

|   |                                                                                                                    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Γενικές προδιαγραφές καταμετρητή αριθμού σωματιδίων με τη μέθοδο συμπύκνωσης (Condensation Particle Counter - CPC) |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|      |                                                                                                                                                                                                          |                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1.1  | Να είναι καταμετρητής σωματιδίων με την μέθοδο της συμπύκνωσης (Condensation Particle Counter)                                                                                                           |                                                                    |
| 1.2  | Ως υγρό εργασίας να έχει βουτανόλη, με δυνατότητα αυτόματης πλήρωσης για αυτόνομη λειτουργία                                                                                                             |                                                                    |
| 1.3  | Να έχει κατώτατο μέγεθος καταμέτρησης (D50)                                                                                                                                                              | 7nm                                                                |
| 1.4  | Να έχει δυνατότητα καταμέτρησης                                                                                                                                                                          | έως 100.000 particles/cm <sup>3</sup> με ακρίβεια 5%               |
| 1.5  | Να έχει μέγιστο σφάλμα (false back ground counts)                                                                                                                                                        | <0,001 particles/cm <sup>3</sup> σε 12ωρο μέσο όρο                 |
| 1.6  | Να είναι συμβατό και να μπορεί να συνδυαστεί με ταξινομητές για τη δημιουργία συστήματος μέτρησης κατανομής μεγέθους (Scanning Mobility Particle Sizer, SMPS)                                            |                                                                    |
| 1.7  | Να έχει δυνατότητα μέτρησης με συχνότητα                                                                                                                                                                 | έως 50 Hz για μέτρηση σε πολύ δυναμικά φαινόμενα                   |
| 1.8  | Εσωτερική μνήμη επαρκή                                                                                                                                                                                   | για την αποθήκευση >9 μηνών δεδομένων με συχνότητα μέτρησης 50 Hz. |
| 1.9  | Οθόνη αφής                                                                                                                                                                                               |                                                                    |
| 1.10 | Θύρες                                                                                                                                                                                                    | Ethernet, USB B/C, pulse output                                    |
| 1.11 | Μέσω θύρας Ethernet ο χρήστης να μπορεί και απομακρυσμένα να ελέγχει πλήρως την συσκευή περιλαμβανομένης της βαλβίδας για διακοπή της ροής και της απομάκρυνσης νερού κοκ, και να εξάγει όλα τα δεδομένα |                                                                    |
| 1.12 | Να διαθέτει εσωτερική αντλία απομάκρυνσης υδάτινων συμπυκνωμάτων                                                                                                                                         |                                                                    |
| 1.13 | Να έχει χρόνους απόκρισης                                                                                                                                                                                | T <sub>95</sub> (0 > 95%) περίπου 2s, T <sub>10-90</sub> < 1 sec   |
| 1.14 | Να έχει πλήρη συμβατότητα με CEN/TS 16976                                                                                                                                                                |                                                                    |
| 1.15 | Να μπορεί να λειτουργήσει σε συνθήκες θερμοκρασίας από 10 – 35°C, 0-90% RH, 750 – 1050 mBar                                                                                                              |                                                                    |
| 1.16 | Να παραδίδεται με αντλία αέρα (κενού>60 kPa)                                                                                                                                                             |                                                                    |
| 2    | <b>Επεκτασιμότητα του συστήματος</b>                                                                                                                                                                     |                                                                    |
| 2.1  | Να δύναται να αναβαθμιστεί με βαθμονόμηση κατά ISO 27891 για συνεχείς μετρήσεις στην ατμόσφαιρα                                                                                                          |                                                                    |
| 2.2  | Να δύναται να αναβαθμιστεί σε 1-nm-CPC με παρελκόμενη συσκευή                                                                                                                                            |                                                                    |

|            |                                                                                                                                                                                |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3</b>   | <b>Αυτοματισμοί / έλεγχος συστήματος</b>                                                                                                                                       |
| <b>3.1</b> | Να διαθέτει αυτοδιαγνωστικά με παρακολούθηση του ύψους παλμού και ενημέρωση χρήστη σε περίπτωση σφάλματος                                                                      |
| <b>3.2</b> | Να διακόπτεται αυτόματα η ροή μέσω βαλβίδας, σε περίπτωση που η είσοδος δείγματος έχει βουλώσει, προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα λόγω διαρροής στο εσωτερικό του οργάνου |

## 5.7 Φορητό αιθαλόμετρο μικρού όγκου και βάρους

|           |                                                                                                                                            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | <b>Φορητό αιθαλόμετρο μικρού όγκου και βάρους</b>                                                                                          |
| <b>1</b>  | Να διαθέτει ταυτόχρονη μέτρηση σε δύο σημεία για στατιστικό έλεγχο & αντιστάθμιση μη γραμμικότητας & loading effect (dual spot technology) |
| <b>2</b>  | Απορρόφησης του φωτός στα εξής μήκη κύματος: 625 – 528 – 470 – 375nm και 880nm                                                             |
| <b>3</b>  | Να διαθέτει ενσωματωμένη αντλία με mass flow controller                                                                                    |
| <b>4</b>  | Συχνότητα μέτρησης ανά 1 – 5 – 10 – 30 – 60 – 120 - 300 s                                                                                  |
| <b>5</b>  | Ρυθμιζόμενη παροχή 0.05 – 0.15 l/min                                                                                                       |
| <b>6</b>  | Κλίμακα μέτρησης 0 - 1 mg/m <sup>3</sup>                                                                                                   |
| <b>7</b>  | Να έχει ως μέσο δειγματοληψίας φιλτροταινία PTFE 15 σημείων μέτρησης                                                                       |
| <b>8</b>  | Να κάνει επιπλέον μετρήσεις: θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βαρομετρικό, επιτάχυνση, στίγμα GPS                                             |
| <b>9</b>  | Καταγραφή σε 16 GB flash memory                                                                                                            |
| <b>10</b> | Σύνδεση Wifi & USB για Η/Υ                                                                                                                 |
| <b>11</b> | Συνεχές data streaming out σε σειριακή έξοδο                                                                                               |
| <b>12</b> | Λειτουργία με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες Li-Ion 3200 mAh και φορτιστή-τροφοδοτικό ρεύματος                                                |
| <b>13</b> | Να παραδίδεται με φιλτροταινία για αυτονομία τουλάχιστον 2 εβδομάδων                                                                       |
| <b>14</b> | Να διαθέτει compact διαστάσεις και βάρος έως 500 gr                                                                                        |

## 5.8 Οπτικό φασματομέτρο με laser για την μέτρηση της κατανομής μεγέθους και της αριθμητικής συγκέντρωσης των σωματιδίων

|            |                                                                                                     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>   | <b>Γενικές προδιαγραφές Οπτικού φασματομέτρου με laser</b>                                          |
| <b>1.1</b> | Οπτικό laser φασματοφωτόμετρο για την μέτρηση του μεγέθους και του αριθμού/ συγκέντρωσης σωματιδίων |
| <b>1.2</b> | Δυνατότητα μέτρησης μεγάλου εύρους μεγεθών σωματιδίων τόσο μικρά όσο και μεγάλα                     |

Εύρος 0.09-7.5 μm

|      |                                                                                |                                                                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.3  | Πολλαπλά κανάλια μέτρησης οριζόμενα από τον χρήστη                             | Μέχρι και 10 - 95 κανάλια                                                                                           |
| 1.4  | Παροχή επιλεγόμενη από τον χρήστη                                              | Μεταξύ 10-100 ml/min                                                                                                |
| 1.5  | Μέγιστο εύρος συγκεντρώσεων                                                    | 18000 σωματίδια στα 10 cm <sup>3</sup> /min, 3600 στα 50 cm <sup>3</sup> /min, και 1800 στα 95 cm <sup>3</sup> /min |
| 1.6  | Ακρίβεια μέτρησης                                                              | 5% της διαμέτρου σωματιδίων στα 0.1 μm                                                                              |
| 1.7  | Μηδενική μέτρηση                                                               | <1 σωματίδιο σε 5 λεπτά (JIS standard)                                                                              |
| 1.8  | Λέιζερ συστήματος                                                              | He-Ne 633 nm                                                                                                        |
| 1.9  | Εξωτερικός Η/Υ με Windows & Excel και πρόγραμμα για την λειτουργία του αναλυτή |                                                                                                                     |
| 1.10 | Συνθήκες λειτουργίας                                                           | 10-30 °C,<br>10-90% RH<br>Έως 4000 μ υψόμετρο                                                                       |
| 1.11 | Εξωτερικές θύρες Ethernet, RS-232 και USB                                      |                                                                                                                     |
| 2    | <b>Αυτοματισμοί / έλεγχος συστήματος</b>                                       |                                                                                                                     |
| 2.1  | Βαθμονόμηση συστήματος                                                         | Polystyrene Latex Spheres (PSL)                                                                                     |

## 5.9 Αυτόματοι δειγματολήπτες (2) αερολυμάτων χαμηλού όγκου

| A/A | Γενικές προδιαγραφές αυτόματου δειγματολήπτη σκόνης και αερολύματος χαμηλού όγκου                                                                              |                                     |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | Δειγματοληψία σκόνης και σωματιδίων αερολύματος για μετέπειτα αξιολόγηση και ανάλυση (βαρυμετρικός προσδιορισμός)                                              | σύμφωνα με το πρότυπο EN12341: 2014 |
| 2   | Αυτόνομη και συνεχής δειγματοληψία                                                                                                                             |                                     |
| 3   | Αυτόματη αλλαγή φίλτρου για τουλάχιστον 28 φίλτρα                                                                                                              |                                     |
| 4   | Διάμετρος φίλτρου 47 mm                                                                                                                                        |                                     |
| 5   | Ρυθμιζόμενη συνεχής και σταθερή ροή αέρα 5 έως 50 λίτρα ανά λεπτό (0,3 έως 3 m <sup>3</sup> /h)                                                                |                                     |
| 6   | Είσοδοι TSP, PM10, PM2.5 και PM1                                                                                                                               |                                     |
| 7   | Επικοινωνία RS232C, USB, Ethernet, RS485.<br>Δυνατότητα ενημέρωσης λογισμικού μέσω Ethernet, συλλογής δεδομένων μέσω FTP, και απομακρυσμένος έλεγχος μέσω HTTP |                                     |
| 8   | Προγραμματισμός μέσω οθόνης αφής                                                                                                                               |                                     |
| 9   | Έλεγχος μέσω μικροεπεξεργαστή                                                                                                                                  |                                     |
| 10  | Συμπαγές περίβλημα IP 54 κατάλληλο για εξωτερική εγκατάσταση στο πεδίο                                                                                         |                                     |
| 11  | Να παραδίδεται με τουλάχιστον 17 θήκες φίλτρων                                                                                                                 |                                     |
| 12  | Να παραδίδεται με 2 στήλες τοποθέτησης φίλτρων (filter magazines)                                                                                              |                                     |
| 13  | Έλεγχος ροής                                                                                                                                                   | με ροόμετρο τύπου ventouri          |
| 14  | Εσωτερική μνήμη αποθήκευσης δεδομένων δειγματοληψίας 16mbyte                                                                                                   |                                     |

|    |                                                                                |                                         |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 15 | Αισθητήρα μέτρησης                                                             | πίεσης, θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας |
| 16 | Να παραδοθεί με PM10 inlet και προσάρτημα μετατροπής της εισόδου PM10 σε PM2.5 |                                         |

### 5.10 Θερμο-οπτικός αναλυτής οργανικού και στοιχειακού άνθρακα OC-EC που περιέχεται σε δείγματα αιωρούμενων σωματιδίων

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1.1   | <b>Γενικές προδιαγραφές Αναλυτή οργανικού και στοιχειακού άνθρακα OC-EC σε αιωρούμενα σωματίδια</b>                                                                                                                                                                       |                                |
| 1.1.1 | Ικανότητα μέτρησης με θερμο-οπτική μέθοδο τη συγκέντρωση μάζας του οργανικού και στοιχειακού άνθρακα που περιέχεται σε δείγματα αιωρούμενων σωματιδίων που έχουν εναποτεθεί σε φίλτρα ινών χαλαζία                                                                        |                                |
| 1.1.2 | Συμβατός με τα πρωτόκολλα χρονικών σταδίων θερμοκρασίας που χρησιμοποιούνται διεθνώς για τον προσδιορισμό οργανικού και στοιχειακού άνθρακα (NIOSH, EUSAAR2 και IMPROVE), ενώ θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα προγραμματισμού και εναλλακτικών πρωτοκόλλων θερμοκρασίας |                                |
| 1.1.3 | Όριο ανίχνευσης της συγκέντρωσης άνθρακα                                                                                                                                                                                                                                  | $\leq 0.2 \mu\text{g cm}^{-2}$ |
| 1.1.4 | Η ποσοτικοποίηση της μάζας του άνθρακα θα πρέπει να γίνεται σε δύο στάδια, σε αδρανή ατμόσφαιρα (για τον οργανικό άνθρακα) και σε οξειδωτική ατμόσφαιρα (για τον στοιχειακό άνθρακα)                                                                                      |                                |
| 1.1.5 | Το όργανο θα πρέπει να επιτρέπει οπτική διόρθωση για την πυρόλυση, μέσω της μέτρησης της διαπερατότητας και ανάκλασης μονοχρωματικής φωτεινής ακτινοβολίας (διόδου λέιζερ) διαμέσου του δείγματος κατά τη διάρκεια της ανάλυσης                                           |                                |
| 1.1.6 | Ανιχνευτής ιονισμού φλόγας με περιοχή γραμμικότητας άνω των 4 τάξεων μεγέθους                                                                                                                                                                                             |                                |
| 1.1.7 | Δυνατότητα βαθμονόμησης των χρονικών σταδίων θερμοκρασίας                                                                                                                                                                                                                 |                                |

### 5.11 Μη επανδρωμένα εναέρια συστήματα για την κατακόρυφη καταγραφή ατμοσφαιρικών παραμέτρων (θερμοκρασία, υγρασία) και αριθμητικών σωματιδιακών κατανομών μεγέθους

|     |                                                                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A/A | <b>Γενικές προδιαγραφές μη επανδρωμένου εναέριου συστήματος σταθερών πτερύγων, αποτελούμενο από τα ακόλουθα μέρη</b> |
| 1   | <b>Εναέριο σύστημα, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                              |
| 1.1 | Μη επανδρωμένο αεροσκάφος                                                                                            |
| 1.2 | Αεροσκάφος σταθερών πτερύγων                                                                                         |



|      |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.3  | Μέγιστο ύψος πτητικής λειτουργίας                                                                                                                                      | 2 km                                                                                                                                                                                                                 |
| 1.4  | Δυνατότητα απογείωσης με ρίψη από το χέρι (hand launch)                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.5  | Δυνατότητα αυτόματης πλοήγησης με σύστημα αυτόματου πιλότου και χρήση παγκόσμιου συστήματος εντοπισμού στίγματος (GPS)                                                 |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.6  | Δυνατότητα χειροκίνητου ελέγχου                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.7  | Δυνατότητα τηλεμετρίας σε πραγματικό χρόνο                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.8  | Δυνατότητα καταγραφής, αποθήκευσης και αποστολής βίντεο στον χειριστή                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.9  | Δυνατότητα μέτρησης και καταγραφής ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας και υγρασίας                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.10 | Σύστημα καταγραφής αριθμητικών κατανομών μεγέθους του ατμοσφαιρικού αερολύματος, ενσωματωμένο στην άτρακτο του αεροσκάφους, τεχνολογίας Οπτικού Καταμετρητή Σωματιδίων |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.11 | Εγκατεστημένο σύστημα ισοκινητικής δειγματοληψίας ατμοσφαιρικών αιωρουμένων σωματιδίων στο ρύγχος του αεροσκάφους                                                      |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.12 | Ενσωματωμένο σύστημα αφύγρανσης του δείγματος ατμοσφαιρικού αέρα προ της εισόδου του στον Οπτικό Καταμετρητή Σωματιδίων                                                |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.13 | Δυνατότητα καταγραφής, αποθήκευσης μετρούμενων ατμοσφαιρικών δεδομένων και αποστολής τους σε πραγματικό χρόνο στην επίγεια βάση ελέγχου                                |                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.14 | Μέγιστο βάρος συνολικού συστήματος                                                                                                                                     | 4 kg                                                                                                                                                                                                                 |
| 1.15 | Εύρος πτερύγων                                                                                                                                                         | ≤ 1900 mm                                                                                                                                                                                                            |
| 2    | <b>Σύστημα αυτόματου πιλότου - GPS, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                                |                                                                                                                                                                                                                      |
| 2.1  | Δυνατότητα εκτέλεσης προκαθορισμένου σχεδίου πτήσης                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                      |
| 2.2  | Δυνατότητα αλλαγής του σχεδίου πτήσης σε πραγματικό χρόνο                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                      |
| 2.3  | Δυνατότητα αυτόματης απογείωσης                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                      |
| 2.4  | Δυνατότητα πλοήγησης σε σημεία προκαθορίζοντας τις GPS συντεταγμένες                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                      |
| 3    | <b>Σύστημα Οπτικού Καταμετρητή Σωματιδίων, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      |
| 3.1  | Εφαρμογή                                                                                                                                                               | Μέτρηση κατανομής μεγέθους αιωρουμένων σωματιδίων                                                                                                                                                                    |
| 3.2  | Μέθοδος μέτρησης                                                                                                                                                       | Σκέδαση φωτός                                                                                                                                                                                                        |
| 3.3  | Πηγή οπτικής εκπομπής                                                                                                                                                  | Laser                                                                                                                                                                                                                |
| 3.4  | Λειτουργίες                                                                                                                                                            | Μέτρηση σε πραγματικό χρόνο:<br>-Συγκέντρωσης μάζας αιωρούμενων σωματιδίων σε διαφορετικά μεγέθη (PM <sub>1</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> ) µg/m <sup>3</sup> .<br>-Αριθμού αιωρουμένων σωματιδίων σε |

|      |                                                                                         |                                                                                                          |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                         | τουλάχιστον 24 μεγέθη από 0.35 έως 40 $\mu\text{m}$ (σωματίδια / λίτρο).                                 |
| 3.5  | Εύρος διαμέτρων ( $D_p$ ) μετρούμενων σωματιδίων                                        | $0.35 \mu\text{m} \leq D_p \leq 40 \mu\text{m}$                                                          |
| 3.6  | Κανάλια μέτρησης                                                                        | $\geq 24$                                                                                                |
| 3.7  | Χρονική συχνότητα μέτρησης                                                              | 1 έως 30 sec επιλεγόμενη                                                                                 |
| 3.8  | Ροή ατμοσφαιρικού δείγματος                                                             | $\geq 200 \text{ mL/min}$                                                                                |
| 3.9  | Ηλεκτρική τροφοδοσία                                                                    | 4.8 έως 5.2 VDC, $\leq 200 \text{ mA}$                                                                   |
| 3.10 | Διεπαφή δεδομένων/επικοινωνίας                                                          | Ψηφιακή διεπαφή μεταφοράς δεδομένων SPI (Serial Peripheral Interface)                                    |
| 3.11 | Βάρος                                                                                   | $\leq 150 \text{ g}$                                                                                     |
| 3.12 | Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας                                                          | $-10^\circ\text{C}$ έως $50^\circ\text{C}$                                                               |
| 3.13 | Εύρος υγρασίας λειτουργίας                                                              | 0 έως 95% σχετική υγρασία                                                                                |
| 3.14 | Διαστάσεις                                                                              | ΥxΠxΒ : 80x80x80 mm κατά το μέγιστο                                                                      |
| 4    | <b>Αισθητήρα θερμοκρασίας υγρασίας, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b> |                                                                                                          |
| 4.1  | Εύρος μετρήσεων αισθητήρα θερμοκρασίας                                                  | $-100^\circ\text{C}$ έως $200^\circ\text{C}$                                                             |
| 4.2  | Ακρίβεια μέτρησης θερμοκρασίας                                                          | $\pm 0.1^\circ\text{C}$ στους $23^\circ\text{C}$                                                         |
| 4.3  | Εύρος μετρήσεων αισθητήρα υγρασίας                                                      | 0 έως 100% σχετική υγρασία                                                                               |
| 4.4  | Ακρίβεια μέτρησης υγρασίας                                                              | $\pm 0.8\%$ σχετική υγρασία στους $23^\circ\text{C}$                                                     |
| 4.5  | Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας                                                          | $-50^\circ\text{C}$ έως $100^\circ\text{C}$                                                              |
| 4.6  | Εύρος υγρασίας λειτουργίας                                                              | 0 έως 100% σχετική υγρασία                                                                               |
| 4.7  | Διεπαφές ανάκτησης δεδομένων                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>2 αναλογικές έξοδοι 0-1 VDC</li> <li>Ψηφιακό σήμα UART</li> </ul> |

## 5.12 Σύστημα Ιοντικής χρωματογραφίας

Γενικές προδιαγραφές Συστήματος Ιοντικής Χρωματογραφίας αποτελούμενο από τα ακόλουθα μέρη:

|     |                                                                                                                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | <b>Αντλία, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                                           |
| 1.1 | Να είναι δύο (2) εμβόλων με μεταβαλλόμενη ταχύτητα                                                                                                       |
| 1.2 | Ικανότητα ισοκρατικής λειτουργίας και λειτουργίας ανάμειξης έως τεσσάρων (4) διαλυτών (λειτουργία Gradient)                                              |
| 1.3 | Περιοχή ροών από 0,001 έως τουλάχιστον 10,00 ml/min, χωρίς αλλαγή κεφαλών αντλίας, με βήμα 0,001 ml/min ή μικρότερο.                                     |
| 1.4 | Ικανότητα προσθήκης δεύτερης αντλίας για ροές 0,001 – 0,100 mL/min με βήμα 0,0001 ml/min και λειτουργία με χρωματογραφικές στήλες διαμέτρου 0,2 – 0,6 mm |
| 1.5 | Να λειτουργεί σε πιέσεις έως τουλάχιστον 5000 psi σε όλη την περιοχή ροών                                                                                |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1.6   | Ακρίβεια ροής (flow accuracy) ίση ή καλύτερη από 0,1% και επαναληψιμότητα ροής (flow precision) ίση ή καλύτερη από 0,1%.                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
| 1.7   | Να λειτουργεί με στήλες διαμέτρου τουλάχιστον 1 – 7 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                     |
| 1.8   | Σύστημα απαέρωσης διαλυτών με κενό οργανικών ενώσεων                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |
| 1.9   | Σύστημα ανίχνευσης διαρροών                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |
| 1.10  | Ικανότητα προσθήκης συστήματος για αυτόματη παραγωγή των διαλυμάτων έκλουσης με προσθήκη μόνο υπερκαθαρού νερού και παγίδα συγκράτησης προσμίξεων αυτόματης αναγέννησης, συνδεδεμένο εν σειρά με τις αντλίες του συστήματος. Το σύστημα για αυτόματη παραγωγή των διαλυμάτων έκλουσης να εξασφαλίζει μεταβολή και αύξηση της συγκέντρωσης των διαλυμάτων έκλουσης στη διάρκεια της ανάλυσης |                     |
| 2     | <b>Σύστημα εισαγωγής δείγματος, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                     |
| 2.1   | Θερμοστατούμενη βαλβίδα εισαγωγής δείγματος η οποία να ενεργοποιείται ηλεκτρικά                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                     |
| 2.2   | Ικανότητα επέκτασης με δεύτερη βαλβίδα εισαγωγής δείγματος                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                     |
| 3.    | <b>Θερμοστατούμενος χώρος στηλών, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |
| 3.1   | Περιοχή λειτουργίας τουλάχιστον από 10 έως 70°C με σταθερότητα θερμοκρασίας ίση ή καλύτερη από 0,05°C                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                     |
| 3.2   | Να δέχεται τουλάχιστον δύο στήλες με τις αντίστοιχες προστήλες                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |
| 3.3   | Να διαθέτει σύστημα ανίχνευσης διαρροών                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |
| 4     | <b>Θερμοστατούμενος χώρος ανιχνευτών, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| 4.1   | Θερμοστατούμενος χώρος με ανεξάρτητη θερμοστάτηση από τον χώρο θερμοστάτησης στηλών για τοποθέτηση ανιχνευτών και μονάδων χημικής συμπίεσης                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |
| 4.2   | Περιοχή λειτουργίας                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Τουλάχιστον 10-40°C |
| 4.3   | Ικανότητα υποδοχής ηλεκτροχημικού ανιχνευτή και αγωγιμομετρικού ανιχνευτή                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                     |
| 5     | <b>Ηλεκτροχημικός ανιχνευτής, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                     |
| 1.5.1 | Περιοχή δυναμικού τουλάχιστον -2,0 έως +2,0 V με βήμα 0,001 V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |
| 1.5.2 | Περιοχή σήματος (ψηφιακού και αναλογικού) τουλάχιστον 0,00008 pA έως 70 μA (DC amperometry)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |
| 1.5.3 | Ηλεκτρονικός θόρυβος ίσος ή μικρότερος από 5 pA σε διάλυμα έκλουσης κατεχολαμίνης (DC amperometry)                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                     |
| 1.5.4 | Δυνατότητα για λειτουργίες αμπερομετρία DC, παλλόμενη αμπερομετρία (pulsed amperometry) και ολοκληρωμένη παλλόμενη αμπερομετρία (integrated pulsed amperometry)                                                                                                                                                                                                                             |                     |
| 1.5.5 | Να συνοδεύεται από κατάλληλο ηλεκτρόδιο χρυσού και ηλεκτρόδιο                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | αναφοράς από παλλάδιο                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>1.5.6</b> | Όγκος κυψελίδας ίσος ή μικρότερος από 0,2 μL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>1.6</b>   | <b>Αναγνώριση εξαρτημάτων, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>6.1</b>   | Να αναγνωρίζει τουλάχιστον προσθήλες, χρωματογραφικές στήλες, μονάδες χημικής συμπίεσης και στήλες προσυγκέντρωσης δείγματος. Να καταγράφει τουλάχιστον 15 παραμέτρους για τουλάχιστον 20 διαφορετικά αναλώσιμα ταυτόχρονα. Να πιστοποιεί την απόδοση των αναλωσίμων έναντι των προδιαγραφών του κάθε αναλωσίμου και τα δεδομένα διασφάλισης της ποιότητας των ιόντων. Να διευκολύνει την επαλήθευση της συμβατότητας των αναλωσίμων |
| <b>6.2</b>   | Να εξασφαλίζει καταγραφή τουλάχιστον των ακόλουθων παραμέτρων: αριθμός εγχύσεων, συνολικός όγκος εγχύσεων, αριθμός και συνολικός όγκος δειγμάτων, μέγιστη ροή και μέγιστη πίεση εκλουστικού διαλύματος η οποία έχει παρατηρηθεί, ποια στήλη και προσθήλη χρησιμοποιήθηκε τελευταία φορά                                                                                                                                              |
| <b>7</b>     | <b>Σύστημα ελέγχου και επεξεργασίας δεδομένων, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>7.1</b>   | Λογισμικό ελέγχου του συστήματος και επεξεργασίας δεδομένων                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>7.2</b>   | Να λειτουργεί σε περιβάλλον Windows επικαιροποιημένης έκδοσης                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>7.3</b>   | Να συλλέγει, να επεξεργάζεται πλήρως και να οργανώνει τα δεδομένα                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>7.4</b>   | Να καλύπτει τις απαιτήσεις για ορθή εργαστηριακή πρακτική GLP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>7.5</b>   | Να περιλαμβάνεται ανεξάρτητος υπολογιστής ή υπολογιστής τύπου tablet κατάλληλος για τη λειτουργία του συστήματος και έγχρωμος εκτυπωτής laser                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>8</b>     | Όλα τα μέρη του συστήματος που έρχονται σε επαφή με το δείγμα και τα διαλύματα έκλουσης να είναι από χημικώς αδρανή υλικά χωρίς μεταλλικά στοιχεία και να είναι συμβατά με υδατικά διαλύματα με pH από 0 έως 14                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>9</b>     | Να περιλαμβάνεται στήλη με αντίστοιχη προσθήλη επιλογής μας για τον προσδιορισμό σακχάρων                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>10</b>    | Ηλεκτρική τροφοδοσία                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|              | 220V / 50 Hz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### 5.13 Συνδυασμένο σύστημα Θερμικής Εκρόφησης και μονάδας συνεχούς παρακολούθησης αερίων

|                                                                                                                  |                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Συνδυασμένο σύστημα Θερμικής Εκρόφησης και μονάδας συνεχούς παρακολούθησης αερίων, αποτελούμενο από τα ακόλουθα: |                                                                                   |
| <b>1</b>                                                                                                         | <b>Μονάδα Θερμικής Εκρόφησης, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Να είναι συμβατή με τις μεθόδους US EPA TO17 και VDA 278                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.2 | Να είναι συμβατή με στήλες προσρόφησης τύπου "RFID tagged tubes"                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.3 | Να είναι κατάλληλη για αναλύσεις πτητικών (VOC) και ημιπτητικών έως n-C40 (SVOC) ουσιών                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.4 | Οι εκροφούμενες από το δείγμα ουσίες να προσροφώνται σε κατάλληλο προσροφητικό υλικό τοποθετημένο σε κατάλληλο σωλήνα (στήλη προσρόφησης). Η στήλη αυτή θα τοποθετείται στην κυρίως συσκευή θερμικής εκρόφησης με κρουπαγίδα, προκειμένου να γίνει η εισαγωγή των ουσιών στον αέριο χρωματογράφο προς ανάλυση |
| 1.5 | Η θερμοκρασία εκρόφησης να ρυθμίζεται έως 420°C τουλάχιστον, με βήμα ρύθμισης 1°C και η ταχύτητα θέρμανσης των σωλήνων εκρόφησης να είναι τουλάχιστον 100 °C/min                                                                                                                                              |
| 1.6 | Για τη λειτουργία του να μην απαιτείται η χρήση κρυογενικού αερίου, αλλά η ψύξη να επιτυγχάνεται ηλεκτρονικά                                                                                                                                                                                                  |
| 1.7 | Η κατώτατη θερμοκρασία να ρυθμίζεται έως τους - 30°C                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.8 | Η συσκευή θερμικής εκρόφησης να έχει τη δυνατότητα split/splitless έγχυσης του δείγματος στον αέριο χρωματογράφο. Στην περίπτωση έγχυσης split, να μπορεί να αποθηκεύει το μέρος των εκροφόμενων ουσιών που δεν αναλύθηκαν, προκειμένου να δίνεται η δυνατότητα δεύτερης ανάλυσης                             |
| 1.9 | Να διαθέτει δυνατότητα για μελλοντική αναβάθμιση με αυτόματο δειγματολήπτη 100 στηλών προσρόφησης                                                                                                                                                                                                             |
| 2   | <b><u>Μονάδα συνεχούς (on-line) δειγματοληψίας, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</u></b>                                                                                                                                                                                                       |
| 2.1 | Να διαθέτει τουλάχιστον τρία κανάλια δειγματοληψίας, για μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο                                                                                                                                                                                                                        |
| 2.2 | Να είναι απόλυτα σύμφωνο με την οδηγία US EPA PAMS                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2.3 | Να είναι ικανό να αναλύει πρόδρομες ενώσεις όζοντος με όριο ανίχνευσης μικρότερο από 1 ppb                                                                                                                                                                                                                    |
| 2.4 | Να διαθέτει απαραίτητα λειτουργίες αυτόματης αλληλουχίας των εισαγωγέων, οι οποίες να περιλαμβάνουν τον χαρακτηρισμό των ενεργειών, ως αέριο βαθμονόμησης, τυφλού δείγματος, δείγματος αλλά και ονομασία επιλογής του αναλυτή                                                                                 |
| 3   | <b><u>Ειδικές απαιτήσεις:</u></b>                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3.1 | Το προσφερόμενο σύστημα να είναι πρόσφατης τεχνολογίας και κατά την χρονική περίοδο της εγκατάστασης να μην έχει σταματήσει η παραγωγή του                                                                                                                                                                    |
| 3.2 | Ο προμηθευτής να έχει αποδεδειγμένη εμπειρία εγκατάστασης και εκπαίδευσης                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.3 | Ο προμηθευτής να είναι απαραίτητως εξουσιοδοτημένος από τον Κατασκευαστικό Οίκο για την προμήθεια, εγκατάσταση και συντήρηση του προσφερόμενου συστήματος. Να κατατεθεί η σχετική δήλωση του κατασκευαστικού οίκου                                                                                            |
| 3.4 | Ο προμηθευτής να διαθέτει απαραίτητως δική του τεχνική υπηρεσία εξυπηρέτησης (service). Να κατατεθούν τα σχετικά στοιχεία (κατάλογος προσωπικού, εκπαίδευση,                                                                                                                                                  |



|            |                                                                                |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|            | εξοπλισμός, πιστοποιητικά κ.λπ.)                                               |
| <b>3.5</b> | Ο προμηθευτής θα πρέπει να είναι απαραίτητως πιστοποιημένος κατά ISO 9001:2015 |

#### 5.14 Ογκομετρικός δειγματολήπτης γύρης και βιοαερολυμάτων

| A/A       | Προδιαγραφές                                                           | Υποχρεωτική απαίτηση                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>  | Υλικό κατασκευής                                                       | Αλουμίνιο                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>2</b>  | Ροή δειγματοληψίας                                                     | 5 – 12 l/m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>3</b>  | Επιφάνεια δειγματοληψίας                                               | Διάφανη ταινία                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>4</b>  | Κύκλος δειγματοληψίας                                                  | 7 ημέρες ή 24 ώρες                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>5</b>  | Τρίποδο στήριξης                                                       | NAI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>6</b>  | Να παραδοθεί με βαλιτσάκι που να περιέχει ανταλλακτικά και αναλώσιμα   | * αυτοκόλλητες ετικέτες για γυαλιά διαφανειών (3 τεμάχια)<br>* γυάλινο σταγονόμετρο (7 τεμάχια)<br>* μαλακή βούρτσα για καθαρισμό συλίκωνης<br>* ζελέ γλυκερίνης με φουκίνη (50 ml)<br>* διάφανο ζελέ γλυκερίνης (50 ml)<br>* διάλυμα πυριτίου (50 ml)<br>* διαφάνειες μικροσκοπίου 24x76 mm, (100 τεμάχια)<br>* διαφανείς πλάκες μικροσκοπίου, 24x50 mm (100 τεμ.)<br>* ταινίες δειγματοληψίας, (100 τεμ.)<br>* διπλή κολλητική ταινία<br>* νυστέρι με 10 λεπίδες.<br>* λαβίδα |
| <b>7</b>  | Ροόμετρο υψηλής ακρίβειας                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>8</b>  | Να παραδοθεί με ανταλλακτικό τύμπανο δειγματοληψίας με κλωβό μεταφοράς |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>9</b>  | Κόπτης ταινίας                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>10</b> | Βάση τυμπάνου                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### 5.15 Εργαστηριακό μικροσκόπιο με σύστημα προβολής εικόνας μέσω κάμερας

|            |                                                                                                                                   |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <b>Γενικές προδιαγραφές Εργαστηριακό μικροσκόπιο με σύστημα προβολής εικόνας μέσω κάμερας, αποτελούμενο από τα ακόλουθα μέρη:</b> |
| <b>1</b>   | <b>Εργαστηριακό μικροσκόπιο, με τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                  |
| <b>1.1</b> | Να είναι κατάλληλο για παρατήρηση σε φωτεινό και σκοτεινό πεδίο                                                                   |
| <b>1.2</b> | Κεφαλή με περιστρεφόμενο φορέα πέντε αντικειμενικών φακών                                                                         |
| <b>1.3</b> | Ενσωματωμένη τροφοδοσία 12V-50W 100...240V AC/ 50...60Hz / 110VA                                                                  |

|      |                                                                                                                                                                                                                    |                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1.4  | Ενσωματωμένη φωτιστική πηγή με λυχνία αλογόνου 12V-35W long-life                                                                                                                                                   |                                              |
| 1.5  | Να υπάρχει δυνατότητα άμεσης μετατροπής του υπάρχοντος φωτιστικού με απλή εναλλαγή της λυχνίας αλογόνου με LED                                                                                                     |                                              |
| 1.6  | Ρεοστάτη για την αυξομείωση της έντασης φωτισμού και διακόπτη ON-OFF                                                                                                                                               |                                              |
| 1.7  | Αμφίπλευρα του κορμού να φέρει δύο κοχλίες για την αδρή και μικρομετρική εστίαση                                                                                                                                   |                                              |
| 1.8  | Οπτική έξοδο του φωτός με ιριδοδιάφραγμα για την επικέντρωση κατά KOHLER, με υποδοχέα φίλτρου                                                                                                                      |                                              |
| 1.9  | Φορέα πυκνωτή κινητό σε ύψος, επικεντρούμενο, και φορέα σταυροτράπεζας                                                                                                                                             |                                              |
| 1.10 | Σταυροτράπεζα μικροσκοπίου με κίνηση X-Y του παρασκευάσματος και βερνιέρο με κλίμακα                                                                                                                               |                                              |
| 1.11 | Σύστημα συγκράτησης παρασκευασμάτων με ελατήριο                                                                                                                                                                    |                                              |
| 1.12 | Να φέρει ενσωματωμένο στο πίσω μέρος του κορμού υποδοχή καλωδίου και εργαλείου μικρορυθμίσεων και χειρολαβή για την εύκολη και ασφαλή μετακίνηση του μικροσκοπίου                                                  |                                              |
| 1.13 | Τριοφθάλμιος σωλήνα παρατήρησης (για τον κύριο παρατηρητή) εργονομικής κλίσης 30°/20, με ρύθμιση της διακορικής απόστασης και της ανισομετρικής της οράσεως, περιστρεφόμενος κατά 360° σε δύο επίπεδα (siedentopf) |                                              |
| 1.14 | Ο Τριοφθάλμιος σωλήνας να διαθέτει οπτική έξοδο για προσαρμογή κάμερας με δυνατότητα ταυτόχρονης παροχής εικόνας στην κάμερα και στην παρατήρηση (50%-50%)                                                         |                                              |
| 1.15 | Προσοφθάλμιους φακούς 10x/20 foc., ευρέος πεδίου, επίπεδους, απόλυτα διορθωτικούς, ρυθμιζόμενους, κατάλληλους και για διοπτροφόρους, με προσοφθάλμιες καλυπτρίδες                                                  |                                              |
| 1.16 | Ο ένας Προσοφθάλμιος φακός να διαθέτει μικρομετρική κλίμακα με σταυρό                                                                                                                                              |                                              |
| 1.17 | Επίπεδους αντικειμενικούς φακούς PLAN εύρους πεδίου 23mm.                                                                                                                                                          | 10x/0,25 -<br>40x/0,65 -<br>100x/1,25<br>oil |
| 1.18 | Οι αντικειμενικοί φακοί που έρχονται σε επαφή με το παρασκεύασμα να φέρουν προστατευτικά ελατήρια για την αποφυγή πρόσκρουσης με το παρασκεύασμα:                                                                  |                                              |
| 1.19 | Πυκνωτή σύνθετο 0,9/1,25 με ιριδοδιάφραγμα, με δυνατότητα κατακόρυφης κίνησης και ρυθμιστικά επικέντρωσης                                                                                                          |                                              |
| 1.20 | Να μπορούν να προσαρμοστούν σε αυτό πληθώρα διαφορετικών εργονομικών κεφαλών παρατήρησης και τριοφθάλμιων κεφαλών                                                                                                  |                                              |
| 1.21 | Όλα τα οπτικά μέρη του μικροσκοπίου να φέρουν προστασία από τους μύκητες (anti-fungus components)                                                                                                                  |                                              |

|             |                                                                                                                                                                                         |                                 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>1.22</b> | Να συνοδεύεται από μπλε φίλτρο ενίσχυσης της αντίθεσης, προστατευτικό κάλυμμα μικροσκοπίου, φιαλίδιο κεδρελαίου και ανταλλακτική λυχνία 3W για φωτισμό LED και λυχνία αλογόνου 12V-35W  |                                 |
| <b>1.23</b> | Το μικροσκόπιο θα πρέπει να συνοδεύεται από πιστοποίηση ISO και ένδειξη CE καθώς και να πληροί τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές ασφαλείας : IVD, CSA (UL), ICC, DIN EN 61010-1 (IEC 61010-1) |                                 |
| <b>2</b>    | <b>Ψηφιακή έγχρωμη κάμερα μικροσκοπίας, με τα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:</b>                                                                                                      |                                 |
| <b>2.1</b>  | Κατάλληλη για μικροφωτογράφιση, αποθήκευση, διαχείριση εικόνων μικροσκοπίου                                                                                                             |                                 |
| <b>2.2</b>  | Να έχει δυνατότητα σύνδεσης με οποιοδήποτε monitor (projector, H/Y κλπ.) για προβολή των φωτογραφιών αλλά και λήψη live-image (PAL/NTSC)                                                |                                 |
| <b>2.3</b>  | Να διαθέτει οπτικό προσαρμογέα Video-adapter 0,5x c-mount, για προσαρμογή της κάμερας στο μικροσκόπιο                                                                                   |                                 |
| <b>2.4</b>  | Δυνατότητα λειτουργίας σε σύνδεση με H/Y ή χωρίς την χρήση H/Y                                                                                                                          |                                 |
| <b>2.5</b>  | Να είναι κατάλληλη για προβολή της ζωντανής εικόνας του μικροσκοπίου                                                                                                                    |                                 |
| <b>2.6</b>  | Να λειτουργεί και σαν ανεξάρτητο σύστημα για φωτογράφιση και αποθήκευση εικόνων σε ενσωματωμένη κάρτα μνήμης SD                                                                         |                                 |
| <b>2.7</b>  | Να έχει ανάλυση 5 Megapixel με δυνατότητα ζωντανής απεικόνισης σε οθόνη με μέγιστη ανάλυση 2560x1920 pixel                                                                              |                                 |
| <b>2.8</b>  | Να διαθέτει αισθητήρα 1/2.5" CMOS, με μέγεθος pixel 2,2μm x 2,2μm                                                                                                                       |                                 |
| <b>2.9</b>  | Ψηφιοποίηση: 3 x 8 bit/pixel                                                                                                                                                            |                                 |
| <b>2.10</b> | Χρόνος ολοκλήρωσης: 10 μs έως 2 s                                                                                                                                                       |                                 |
| <b>2.11</b> | Θύρες: SD card slot, USB 2.0, DVD-D (HDMI), RJ45 100Mbit                                                                                                                                |                                 |
| <b>2.12</b> | Δυνατότητα επιλογής ανάμεσα σε διάφορους τύπους αρχείων (image formats) μεταξύ αυτών και BMP, GIF, JPG, TIFF, ZVI κ.α.                                                                  |                                 |
| <b>3</b>    | <b>Λογισμικό</b>                                                                                                                                                                        |                                 |
| <b>3.1</b>  | Να είναι συμβατό με την λειτουργία της κάμερας για λειτουργία σε συνεργασία με το μικροσκόπιο                                                                                           |                                 |
| <b>3.2</b>  | Να έχει δυνατότητα προβολής, ρύθμισης και αποθήκευσης των εικόνων μικροσκοπίας σε βιβλιοθήκη αρχειοθέτησης                                                                              |                                 |
| <b>3.3</b>  | Να διαθέτει δυνατότητα επεξεργασίας χρωμάτων στις αποθηκευμένες εικόνας καθώς και προβολή ζωντανής εικόνας και την ρύθμιση των παραμέτρων φωτογράφισης                                  |                                 |
| <b>4</b>    | <b>Ηλεκτρονικό υπολογιστή με τα εξής χαρακτηριστικά:</b>                                                                                                                                |                                 |
| <b>4.1</b>  | Επεξεργαστής                                                                                                                                                                            | Τουλάχιστον Intel i5 8ης γενιάς |
| <b>4.2</b>  | Μνήμη RAM                                                                                                                                                                               | Τουλάχιστον 8 GB DDR4           |
| <b>4.3</b>  | Σκληρός δίσκος                                                                                                                                                                          | 256 GB SSD                      |
| <b>4.4</b>  | Θύρες USB                                                                                                                                                                               | Τουλάχιστον 2 USB 3.0           |

|      |               |                                               |
|------|---------------|-----------------------------------------------|
| 4.5  | Θύρα Ethernet | Θύρα Ethernet 10/100/1000                     |
| 4.6  | Οπτικό μέσο   | Τουλάχιστον: DVD±RW Double layer ταχύτητα 24x |
| 4.7  | Τροφοδοτικό   | ≥450 W                                        |
| 4.8  | Οθόνη         | Τουλάχιστον 22"                               |
| 4.9  | Πληκτρολόγιο  | USB                                           |
| 4.10 | Ποντίκι       | USB                                           |

## 5.16 Μετρητής μεγέθους νεφροσταγονιδίων

| A/A | Γενικές προδιαγραφές Μετρητή μεγέθους νεφροσταγονιδίων                                   |                                                                                                                                                                                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Να παρέχει μέτρηση του όγκου του αερολύματος, της επιφάνειας και της πραγματικής ακτίνας |                                                                                                                                                                                      |
| 2   | Να διαθέτει τρία κανάλια στα οποία να δίνονται                                           | Κανάλι 1: το ολοκλήρωμα του όγκου του νερού των σωματιδίων [LWC]<br>Κανάλι 2: το ολοκλήρωμα της επιφάνειας των σωματιδίων [PSA]<br>Κανάλι 3: την πραγματική ακτίνα της σταγόνας [Re] |
| 3   | Εύρος μετρήσεων                                                                          | Κανάλι 1: 0.002-10 g/m <sup>3</sup><br>Κανάλι 2: 5-20,000 cm <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>                                                                                            |
| 4   | Μέτρηση σταγονιδίων με διάμετρο                                                          | 3-50 μm                                                                                                                                                                              |
| 5   | Ορθότητα μετρήσεων                                                                       | Κανάλι 1: 5%<br>Κανάλι 2: 5%<br>Κανάλι 3: 10%                                                                                                                                        |
| 6   | Ακρίβεια μετρήσεων                                                                       | Κανάλι 1: 2%<br>Κανάλι 2: 2%<br>Κανάλι 3: 5%                                                                                                                                         |
| 7   | Βαθμονόμηση                                                                              | Δίσκος Διάχυσης φωτός                                                                                                                                                                |
| 8   | Όγκος δείγματος                                                                          | 3.00 cm <sup>3</sup>                                                                                                                                                                 |
| 9   | Πηγή φωτός                                                                               | Laser Diode, 780 nm                                                                                                                                                                  |
| 10  | Ανιχνευτές                                                                               | Silicon Photo-diode                                                                                                                                                                  |
| 11  | Λειτουργία σε περιβαλλοντικές συνθήκες                                                   | Θερμοκρασία: -50-40 °C<br>Σχετική υγρασία: 0% - 100% (να έχει προστασία για τον πάγο)                                                                                                |

## Βιβλιογραφία

- Ansmann, A., Wandinger, U., Riebesell, M., Weitkamp, C. & Michaelis, W., "Independent measurement of extinction and backscatter profiles in cirrus clouds by using a combined Raman elastic backscatter lidar", *Applied Optics*, 31, 7113-7131, 1992.
- Bösenberg, J., Matthias, V., Amodeo, A., et al., "'EARLINET: 'A European Aerosol Research Lidar Network to Establish an Aerosol Climatology'", *Report of the Max-Planck-Institute for Meteorology*, pp. 348, 2003.
- Chylek P., U. Lohmann, M. Dubey, M. Mishchenko, R. Kahn, and A. Ohmura, 2007: Limits on climate sensitivity derived from recent satellite and surface observations. *JGR, VOL. 112, D24S04*, doi:10.1029/2007JD008740.
- Di Girolamo, P., Ambrico, P. F., Amodeo, A., Boselli, A., Pappalardo, G., and Spinelli, N.: Aerosol Observations by Lidar in the Nocturnal Boundary Layer, *Appl. Opt.*, 38, 4585–4595, 1999.
- Dubovik, O., & King, M. D. (2000). A flexible inversion algorithm for retrieval of aerosol optical properties from Sun and sky radiance measurements. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*. <https://doi.org/10.1029/2000JD900282>
- Dubovik, O., Holben, B. N., Lapyonok, T., Sinyuk, A., Mishchenko, M. I., Yang, P., & Slutsker, I. (2002). Non-spherical aerosol retrieval method employing light scattering by spheroids. *Geophysical Research Letters*. <https://doi.org/Art1415> \rDoi 10.1029/2001gl014506
- Dubovik, O., Smirnov, A., Holben, B. N., King, M. D., Kaufman, Y. J., Eck, T. F., & Slutsker, I. (2000). Accuracy assessments of aerosol optical properties retrieved from Aerosol Robotic Network (AERONET) Sun and sky radiance measurements. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*. <https://doi.org/10.1029/2000JD900040>
- Fleischmann, O. C., Hartmann, M., Burrows, J. P., and Orphal, J.: New ultraviolet absorption cross-sections of BrO at atmospheric temperatures measured by time-windowing Fourier transform spectroscopy, *J. Photoch. Photobio. A*, 168, 117-132, 2004. 2948, 2976
- Freudenthaler, V., Linné, H., Chaikovski, A., Rabus, D., and Groß, S.: EARLINET lidar quality assurance tools, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/amt-2017-395>, in review, 2018.
- Herman, J., Cede, A., Spinei, E., Mount, G., Tzortziou, M. and Abuhassan, N., 2009. NO<sub>2</sub> column amounts from ground-based Pandora and MFDOAS spectrometers using the direct-Sun DOAS technique: Intercomparisons and application to OMI validation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 114(D13).
- Holben, B. N., Eck, T. F., Slutsker, I., Tanré, D., Buis, J. P., Setzer, A., ... Smirnov, A. (1998). AERONET - A federated instrument network and data archive for aerosol characterization. *Remote Sensing of Environment*. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(98\)00031-5](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(98)00031-5)



Holben, B. N., Tanré, D., Smirnov, A., Eck, T. F., Slutsker, I., Abuhassan, N., ... Zibordi, G. (2001). An emerging ground-based aerosol climatology: Aerosol optical depth from AERONET. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*. <https://doi.org/10.1029/2001JD900014>

Klett, J.D., "Stable analytical inversion solution for processing lidar returns", *Applied Optics*, vol. 20, no. 2, pp. 211-220, 1981.

McArthur L. J. B., 2005: Baseline Surface Radiation Network (BSRN). Operations Manual. Version 2.1. WCRP-121, WMO/TD-No. 1274, <http://hdl.handle.net/10013/epic.39582.d001>.

Meller, R. and Moortgat, G.K. (2000). Temperature dependence of the absorption cross sections of formaldehyde between 223 and 323 K in the wavelength range 225–375 nm. *Journal of Geophysical Research* 105: doi: 10.1029/1999JD901074.

Nakajima, T., Tonna, G., Rao, R., Boi, P., Kaufman, Y., & Holben, B. (1996). Use of sky brightness measurements from ground for remote sensing of particulate polydispersions. *Applied Optics*, 35(15), 2672. <https://doi.org/10.1364/AO.35.002672>

Raptis, P.-I., Kazadzis, S., Gröbner, J., Kouremeti, N., Doppler, L., Becker, R., and Helmis, C.: Water vapour retrieval using the Precision Solar Spectroradiometer, *Atmos. Meas. Tech.*, 11, 1143-1157, <https://doi.org/10.5194/amt-11-1143-2018>, 2018.

Rothman, L., Gordon, I., Barber, R., Dothe, H., Gamache, R., Goldman, A., Perevalov, V., Tashkun, S., and Tennyson, J.: HITEMP, the high-temperature molecular spectroscopic database, *J. Quant. Spectrosc. Ra.*, 111, 2139–2150, doi:10.1016/j.jqsrt.2010.05.001, 2010.

Serdyuchenko, A., Gorshelev, V., Weber, M., Chehade, W., and Burrows, J. P.: High spectral resolution ozone absorption crosssections – Part 2: Temperature dependence, *Atmos. Meas. Tech.*, 7, 625–636, doi:10.5194/amt-7-625-2014, 2014.

Thalman, R. and Volkamer, R.: Temperature dependent absorption cross-sections of O<sub>2</sub>–O<sub>2</sub> collision pairs between 340 and 630 nm and at atmospherically relevant pressure, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 15, 15371, doi:10.1039/c3cp50968k, 2013.

Tzortziou, M., Herman, J. R., Cede, A., and Abuhassan, N. ( 2012), High precision, absolute total column ozone measurements from the Pandora spectrometer system: Comparisons with data from a Brewer double monochromator and Aura OMI, *J. Geophys. Res.*, 117, D16303, doi:10.1029/2012JD017814.

Vandaele, A. C., Hermans, C., Simon, P. C., Carleer, M., Colins, R., Fally, S., Mérienne, M. F., Jenouvrier, A., and Coquart, B.: Measurements of the NO<sub>2</sub> absorption cross-sections from 42 000 cm<sup>-1</sup> to 10 000 cm<sup>-1</sup> (238–1000 nm) at 220 K and 294 K, *J. Quant. Spectrosc. Ra.*, [https://doi.org/10.1016/S0022-4073\(97\)00168-4](https://doi.org/10.1016/S0022-4073(97)00168-4), 1998.

Wild, M., D. Folini, C. Schär, N. Loeb, E. G. Dutton, and G. König-Langlo, 2013: The global energy balance from a surface perspective. *Climate Dynamics*, Volume 40, Issue 11-12, pp 3107-3134, doi:10.1007/s00382-012-1569-8.