

Παραδοτέο Π5.1

Πρωτόκολλα υποβολής δεδομένων μετρήσεων ενεργητικής και παθητικής τηλεπισκόπησης

Πακέτο Εργασίας	ΠE 5
Νο Παραδοτέου	Π5.1 Πρωτόκολλα υποβολής δεδομένων μετρήσεων
	ενεργητικής και παθητικής τηλεπισκόπησης
Επικεφαλής	АПӨ
δικαιούχος	
Συγγραφείς	ΜαριΛίζα Κουκουλή
	Καλλιόπη Βουδούρη
	Δημήτρης Καραγκιοζίδης
	Άννα Γιαλιτάκη
	Παναγιώτης Ράπτης
Συμμετέχοντες	Περιστέρα Πάσχου
Εσωτερικοί κριτές	Δημήτρης Μπαλής
	Αλκιβιάδης Μπάης
	Βασίλης Αμοιρίδης
	Στέλιος Καζαντζής
Τύπος Παραδοτέου	Αναφορά Report
Επίπεδο Διάχυσης	Δημόσιο (PU)



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





Εκτιμούμενη	Μήνας 6 15/04/2019
ημερομηνία	
Παράδοσης	
Πραγματική	Μήνας 6 18/04/2019
ημερομηνία	
Παράδοσης	
Έκδοση	v1
Σχόλια	-

Πίνακας Περιεχομένων

1	Σύ	νοψη	3
2	Πρ	ωτόκολλα Υποβολής Δεδομένων Μετρήσεων LIDAR	4
	2.1	Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων	4
	2.2	Δομή και υποβολή των αρχείων	7
3	Πρ	ωτόκολλο Υποβολής Δεδομένων Μετρήσεων ΜΑΧ-DOAS	11
	3.1	Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων	11
	3.2	Δομή και υποβολή των αρχείων	14
4	Πρ	ωτόκολλο Υποβολής Δεδομένων Μετρήσεων CIMEL	16
	4.1	Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων	16
	4.2	Δομή και υποβολή των αρχείων	16
5	Πρ	ωτόκολλο Υποβολής Δεδομένων Ακτινόμετρων	22
	5.1	Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων	22
	5.2	Δομή και υποβολή των αρχείων	22
6	Πρ	ωτόκολλα Υποβολής Δεδομένων Μετρήσεων φασματοφωτομέτρων PSR και Pandora	24
	6.1	Φασματοφωτόμετρο PSR	24
	6.1	1 Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων	24
	6.1	2 Δομή και υποβολή των αρχείων	24
	6.2	Φασματοφωτόμετρο Pandora	26
	6.2	2.1 Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων	26
	6.2	2.2 Δομή και υποβολή των αρχείων	26
Bι	<u></u> 3λιογ	ραφία	32



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΛΈΚ





1 Σύνοψη

Στον κάτωθι Πίνακας 1 συνοψίζονται οι τεχνικές μετρήσεων ενεργητικής και παθητικής τηλεπισκόπησης καθώς και τα πρωτόκολλα υποβολής των δεδομένων στα πλαίσια του προγράμματος ΠΑΝΑΚΕΙΑ. Στις ακόλουθες ενότητες δίνονται λεπτομέρειες πληροφορίες για έκαστο όργανο όσο αφορά την τεχνική μέτρησης και εξαγωγής των ατμοσφαιρικών παραμέτρων καθώς και περιγραφές των παραγόμενων αρχείων δεδομένων.

Τύπος Οργάνου	Φασματική περιοχή και ανάλυση	Ατμοσφαιρικές παράμετροι	Συχνότητα μετρήσεων	Διεθνές Δίκτυο	Περιγραφή στην Ενότητα
LIDAR	1064, 532 και 355nm	Aerosol backscatter profile, aerosol extinction profile, aerosol/cloud layer boundaries, PBL	3 / βδομάδα, 2 h	<u>EARLINET</u>	2
MAX-DOAS	297-458 nm [0.24 – 0.43 nm]	NO ₂ , O ₄ , HCHO	Ολοήμερη, 3 min	n/a	3
CIMEL	Ανάμεσα σε 340 και 1020 nm	AOD & aerosol parameters	Ολοήμερη, ~15 min	AERONET	4
Ακτινόμετρο	200- 3600nm, 4500- 42000nm (integrated)	GHI, DNI, DHI, LWI	Ολοήμερη, 1 min	<u>BSRN</u>	5
Precision Spectroradiometer (PSR)	300- 1020nm [0.7nm]	AOD, Water Vapour, Solar spectral irradiance (GHI, DNI)	Ολοήμερη, 1 min	n/a	6.1
PANDORA	280-525 nm [0.6nm]	O ₃ , NO ₂	Ολοήμερη <i>,</i> 5 min	PANDONIA	6.2

Πίνακας 1.	Σύνοψη	τεγνικών	μέτοησης	ενεονητικής κα	νι παθητικι	ής τηλεπια	ικόπησης
πινακάς τ.	Ζυνυψη	ιεχνικων	μετρησης	ενεμγητικής κο	μι πασητικί	ης τηλελιά	ποπησης



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΠΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΑΡΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΑΤΕΙ ΕΠΑΥΕΚ





2 Πρωτόκολλα Υποβολής Δεδομένων Μετρήσεων LIDAR

Τα συστήματα ενεργούς τηλεπισκόπησης lidar (light detection and ranging) είναι όργανα τα οποία μετρούν το αποτέλεσμα της δράσης της ακτινοβολίας με τα συστατικά της ατμόσφαιρας. Η τεχνική lidar βασίζεται στην εκπομπή ενός παλμού μονοχρωματικής ακτινοβολίας laser, στην μέτρηση της επανασκεδαζόμενης ακτινοβολίας από τα μόρια και τα σωματίδια της ατμόσφαιρας και στην καταγραφή του χρόνου που μεσολαβεί ανάμεσα στην εκπομπή και στη λήψη, η οποία αντιστοιχεί στην απόσταση των σκεδαστών από την πηγή laser.

Τα τελευταία χρόνια δίκτυα συστημάτων lidar εδραιώθηκαν για την έρευνα της οριζόντιας και κατακόρυφης κατανομής φυσικών και ανθρωπογενών πηγών ρύπανσης. Ένα τέτοιο δίκτυο είναι και το Ευρωπαϊκό δίκτυο lidar (European Aerosol Research Lidar Network – EARLINET). Το δίκτυο EARLINET (Bösenberg et al., 2003), μέλη του οποίου είναι τα συστήματα lidar της Ελλάδας (https://www.earlinet.org/index.php?id=105), είναι το πρώτο δίκτυο lidar σε ηπειρωτική κλίμακα, που δημιουργήθηκε με σκοπό τη δημιουργία μιας ευρείας βάσης δεδομένων για την χωρική και χρονική καταγραφή της κατακόρυφης κατανομής των αιωρούμενων σωματιδίων στην Ευρωπαϊκή ήπειρο, μέσω τεχνικών lidar.

2.1 Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων

Στα πλαίσια του EARLINET, έχει οριστεί η πραγματοποίηση μετρήσεων, βάση χρονοδιαγράμματος (κατά ελάχιστο: 3 μετρήσεις ανά εβδομάδα, διάρκειας τουλάχιστον μισής ώρας η καθεμιά και κατά μέγιστο: μετρήσεις 24ώρες/7ημέρες). Συγκεκριμένα, οι ελληνικοί σταθμοί lidar πραγματοποιούν το ελάχιστο σε εβδομαδιαία βάση: α) μία πρωινή μέτρηση (σε χρονικό εύρος ±2 ωρών από τις 12 UTC) και β) δύο βραδινές σε χρονικό εύρος ±2 ωρών ως προς τη δύση του ηλίου. Στα πλαίσια του ACTRIS (European Research Infrastructure for the observation of Aerosol, Clouds and Trace Gases), https://www.actris.eu/), το χρονοδιάγραμμα των μετρήσεων, ορίζει πλέον το ελάχιστο των παρατηρήσεων lidar ως 5 μετρήσεις ανά εβδομάδα, χρονικής διάρκειας 4 ωρών. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα lidar, εκτελούν 24ωρες μετρήσεις καθημερινά, καλύπτοντας όλα τα κριτήρια χρονοδιαγράμματος.

Αυτές είναι μετρήσεις που εκτελούνται συστηματικά και είναι απαραίτητες για τις κλιματολογικές παρατηρήσεις. Εκτός από τις συστηματικές αυτές μετρήσεις, οι σταθμοί lidar πραγματοποιούν μετρήσεις κατά την διάρκεια επεισοδίων ρύπανσης, όπως η μεταφορά ερημικής σκόνης από τη Σαχάρα, η μεταφορά ηφαιστειακής σκόνης, ή η μεταφορά σωματιδίων καπνού από γειτονικές πυρκαγιές και καύσεις βιομάζας. Πρόσθετες μετρήσεις πραγματοποιούνται κατά το 'πέρασμα' δορυφόρων (π.χ. CALIPSO, AEOLUS, OMI) από τους σταθμούς lidar ή σε κοντινή απόσταση από αυτούς (ταυτόχρονες



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΓΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΠΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΓΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΠΑ ΚΑ



μετρήσεις), έτσι ώστε τα δεδομένα των επίγειων συστημάτων να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των προϊόντων των δορυφορικών.

Μετά την καταγραφή των σημάτων lidar, τα σήματα αθροίζονται (ανά 600/1000 παλμούς) και αποθηκεύονται υπό μορφή αρχείων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (πρωτογενή δεδομένα lidar -LO προϊόντα). Τα αρχεία αυτά, εισάγονται στον αλγόριθμο επεξεργασίας του κάθε σταθμού (λογισμικό ανάλυσης), το οποίο "διαβάζει" την πληροφορία και εκτελώντας μια προεργασία των σημάτων (10 στάδιο επεξεργασίας των σημάτων, έλεγχος για ύπαρξη χαμηλών νεφών, διόρθωση νεκρού χρόνου, διόρθωση υποβάθρου, αναγωγή των σημάτων στην ίδια χωρική ανάλυση, συνένωση αναλογικού και ψηφιακού σήματος, διόρθωση του σήματος με την απόσταση από την πηγή, εφαρμογή φίλτρων εξομάλυνσης – L1 προϊόντα), επεξεργάζεται τα λαμβανόμενα σήματα για τον υπολογισμό των κατακόρυφων προφίλ οπισθοσκέδασης και εξασθένισης (2ο στάδιο επεξεργασίας, οπτικά προϊόντα – L2 προϊόντα). Οι επεξεργασμένες πλέον μετρήσεις (μετατροπή των σημάτων-LO σε οπτικά μεγέθη-L2, βλέπε σχήμα 1), 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, είτε εντός διαστήματος δύο μηνών. Στην πρώτη περίπτωση, η απεικόνιση της κατακόρυφης πληροφορίας του lidar (Quicklooks), νίνεται διαθέσιμη κοινό, σύνδεσμο στο στο (https://www.meteo.physik.uni-muenchen.de/~stlidar/quicklooks/European-quicklooks.html).



Εικόνα 1. Σχηματική παράσταση των βημάτων επεξεργασίας των μετρήσεων lidar.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΑ & ΤΣ ΕΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΚΚ





Η ποιότητα των μετρήσεων εξασφαλίζεται, τόσο σε επίπεδο καταγραφής των σημάτων, όσο και σε ποιότητα των αλγορίθμων επεξεργασίας.

Ο έλεγχος της αξιοπιστίας των σημάτων, ως προς την καταγραφή και εκτέλεση των μετρήσεων, γίνεται με πιστοποιημένους ελέγχους, καθορισμένους από την κοινότητα-μέλη του EARLINET (πρωτόκολλο EARLINET - Quality Assurance program), π.χ. έλεγχος ευθυγράμμισης μέσω σύγκρισης με Rayleigh, πραγματοποίηση μεθόδων βαθμονόμησης των σημάτων (π.χ. telecover test, 45 calibration test). Πληροφορίες για τους ελέγχους αυτούς δίνονται στους Freudenthaler et al., 2018. Οι ανωτέρω έλεγχοι της ποιότητας των σημάτων lidar και των προϊόντων τους, πραγματοποιούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα (ο έλεγχος της ευθυγράμμισης σε κάθε μέτρηση) από τα μέλη των ελληνικών σταθμών lidar, ενώ τα αποτελέσματα των ελέγχων παρουσιάζονται στα ετήσια meeting του δικτύου. Επιπλέον, η ποιότητα των μετρήσεων, ελέγχεται μέσω σύγκρισης των σημάτων με τα σήματα πρότυπων lidar συστημάτων (intercomparison), αλλά και η ποιότητα των αλγορίθμων του εκάστοτε σταθμού, ελέγχεται μέσω της σύγκρισης των προϊόντων. Όλοι οι ελληνικοί σταθμοί lidar, έχουν λάβει μέρος στη διαδικασία σύγκρισης με πρότυπα συστήματα, τουλάχιστον μια φορά από την αρχή της λειτουργίας τους.

Επιπλέον, οι μετρήσεις που καταχωρούνται στη βάση δεδομένων EARLINET, ελέγχονται με εσωτερικές διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου (πλέον, η διαδικασία είναι αυτοματοποιημένη και πραγματοποιείται κατά την καταχώρηση των μετρήσεων) προκειμένου να διασφαλιστεί και να βελτιωθεί η ποιότητα των δεδομένων. Οι έλεγχοι αυτοί αφορούν, τόσο τη δομή του αρχείου, όσο και στο περιεχόμενο αυτών (οπτικά προϊόντα).

Τα οπτικά προϊόντα, ελέγχονται ως προς την αξιοπιστία και συμβατότητά τους με το πρωτόκολλο του ACTRIS με τον αλγόριθμο Single Calculus Chain – SCC (<u>https://www.earlinet.org/index.php?id=281</u>). Το SCC είναι ένα εργαλείο για την αυτόματη ανάλυση των μετρήσεων lidar και την παραγωγή των προϊόντων εξασθένισης και οπισθοσκέδασης. Η ανάπτυξη αυτού του εργαλείου ξεκίνησε στο πλαίσιο του EARLINET-ASOS (Ευρωπαϊκό Δίκτυο Lidar Aerosol Research - Advanced Sustainable Observation System), επεκτάθηκε και συνεχίζεται εντός του ACTRIS (Aerosol, Clouds and Trace Gas Research Infrastructure Network). Κύριος στόχος του SCC είναι να παρέχει μια σχετικώς αυτοματοποιημένη επεξεργασία δεδομένων των σημάτων lidar. Για τον σκοπό αυτό, όλες οι μετρήσεις lidar μετατρέπονται σε μορφή NetCDF και επεξεργάζονται με τον αλγόριθμο SCC. Τα αρχεία αυτά περιλαμβάνουν τα πρωτογενή δεδομένα των σημάτων (LO), χωρίς καμιά πρόσθετη επεξεργασία από τον χρήστη. Ο αλγόριθμος επεξεργάζεται και διορθώνει τα σήματα (L1 – 1ο στάδιο επεξεργασίας) και τα μετατρέπει σε οπτικά προϊόντα lidar (L2 - 2ο στάδιο επεξεργασίας), τα οποία αποτελούν πλέον υψηλής ποιότητας δεδομένα. Τα προϊόντα αυτά μπορούν να γίνουν διαθέσιμα και από άλλες επιστημονικές κοινότητες (π.χ. για σύγκριση με δορυφορικά δεδομένα). Όλα τα προϊόντα (L1 και L2) αποθηκεύονται στη βάση SCC, επιτρέποντας τον έλεγχο της ποιότητάς τους οποιαδήποτε χρονική στιγμή.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΠΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΙΔΙΧΕΙΡΙΑΤΕΙΑΔΙΧΕΚ





2.2 Δομή και υποβολή των αρχείων

Τα ονόματα των αρχείων, τα οποία περιέχουν τα υπολογιζόμενα κατακόρυφα προφίλ αερολύματος (οπισθοσκέδασης/εξασθένισης), τα οποία και καταχωρούνται στη βάση δεδομένων EARLINET, ακολουθούν την κάτωθι μορφή:

ooyyMMddhhmm.tw

με

- οο: κωδικός σταθμού
- γγ: έτος από το 2000
- ΜΜ: μήνας του έτους (1-12) (αναφέρεται στην ώρα έναρξης της μέτρησης)
- dd: ημέρα του μήνα (1-31) (αναφέρεται στην ώρα έναρξης της μέτρησης)
- hh: ώρα της ημέρας (0-23) (αναφέρεται στον χρόνο έναρξης της μέτρησης)
- mm: λεπτό της ώρας (0-59) (αναφέρεται στον χρόνο έναρξης της μέτρησης)
- t: κωδικός μέτρησης (e = εξασθένιση, b = οπισθοσκέδαση)

- w: το μήκος κύματος που δίνεται σε nm (οι μετρήσεις Raman χρησιμοποιούν το εκπεμπόμενο μήκος κύματος).

Το περιεχόμενο των αρχείων αφορά: (i) στην καταγραφή των επεξεργασμένων προϊόντων του συστήματος lidar. Η επεξεργασία των μετρήσεων οδηγεί στη δημιουργία δύο ειδών αρχείων: e-αρχεία και b-αρχεία, ανάλογα με την <u>μέθοδο επίλυσης της διαφορικής εξίσωσης lidar</u> και (ii) στα <u>μεταδεδομένα</u>, που σχετίζονται κυρίως με την περιγραφή του σταθμού και την περιγραφή της απόκτησης των δεδομένων.

<u>e-αρχεία</u>

Τα αρχεία αυτά περιέχουν: i) κατακόρυφα προφίλ του συντελεστή αποπόλωσης των σωματιδίων, ii) κατακόρυφα προφίλ του συντελεστή αποπόλωσης των σωματιδίων και των μορίων, και iii) κατακόρυφα προφίλ του συντελεστή οπισθοσκέδασης του αερολύματος και του συντελεστή εξασθένισης του αερολύματος που έχουν ανακτηθεί ανεξάρτητα χωρίς υπόθεση a priori σχετικά με την υπάρχουσα σχέση μεταξύ τους.

- Ο συντελεστής εξασθένισης των αιωρούμενων σωματιδίων ανακτάται απευθείας από τις μετρήσεις των σημάτων Raman

- Ο συντελεστής οπισθοσκέδασης ανακτάται από το συνδυασμό των μετρήσεων του ανελαστικού σήματος Raman και του ελαστικού σήματος.

Και οι δύο παράμετροι αναφέρονται με την ίδια κατακόρυφη ανάλυση και με τις σχετικές τους αβεβαιότητες. Επιπλέον, το αρχείο περιέχει iv) κατακόρυφα προφίλ του λόγου Lidar και v) κατακόρυφα προφίλ του εκθέτη Ångström, υπολογιζόμενο από τους συντελεστές εξασθένησης. Όλα τα προφίλ, παρέχονται μαζί με τις σχετικές τους αβεβαιότητες.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑνΕΚ



b-αρχεία

Τα αρχεία b περιέχουν: i) κατακόρυφα προφίλ του συντελεστή αποπόλωσης των σωματιδίων και των μορίων, ii) του συντελεστή αποπόλωσης των σωματιδίων, και iii) κατακόρυφα προφίλ των συντελεστών οπισθοσκέδασης του αερολύματος. Ο συντελεστής οπισθοσκέδασης, υπολογίζεται:

- από το ελαστικό σήμα lidar, υποθέτοντας την κατακόρυφη κατανομή της αναλογίας Lidar (λόγος του συντελεστή εξασθένισης και οπισθοσκέδασης) βάση βιβλιογραφικών τιμών ή βάση τοπικών κλιματολογικών μελετών. Σε αυτή την περίπτωση, το κατακόρυφο προφίλ του λόγου Lidar (ή η σταθερή τιμή του) περιλαμβάνεται στο αρχείο επίσης (στα μεταδεδομένα).

- από το συνδυασμό Raman και ελαστικών μετρήσεων, αλλά με ανάλυση υψηλότερη από την αντίστοιχη που αναφέρεται στα e-αρχεία.

Επιπλέον, στο αρχείο αναφέρεται: iv) η κατακόρυφη κατανομή του εκθέτη Ångström, υπολογιζόμενο από τους συντελεστές οπισθοσκέδασης. Όλα τα προφίλ, παρέχονται μαζί με τις σχετικές τους αβεβαιότητες.

Περιγραφή μεταδεδομένων

Όλα τα αρχεία περιλαμβάνουν πληροφορίες (μεταδεδομένα), σχετικές με: τις γεωγραφικές συντεταγμένες του κάθε σταθμού Lidar, τη χρονική διάρκεια της μέτρησης (ώρα έναρξης/λήξης), την χωρική ανάλυση των δεδομένων, τα χρησιμοποιούμενα μήκη κύματος, τον τρόπο καταγραφής του σήματος (αναλογικός/ ψηφιακός), τον τρόπο επίλυσης της διαφορικής εξίσωσης lidar (Klett/Raman), τον χαρακτηρισμό της μέτρησης (σύμφωνο με την κατηγοριοποίηση των μετρήσεων).

Τα επεξεργασμένα προϊόντα που παρέχονται από τα lidar συγκεντρωτικά, είναι τα εξής :

- κατακόρυφα προφίλ των συντελεστών οπισθοσκέδασης (backscatter coefficient), σε μήκη κύματος 1064, 532 και 355nm και των σχετικών τους αβεβαιοτήτων (αρχεία b και αρχεία e)
- κατακόρυφα προφίλ των συντελεστών εξασθένισης (extinction coefficient), σε μήκη κύματος 532 και 355nm και των σχετικών τους αβεβαιοτήτων (αρχεία e)
- κατακόρυφα προφίλ του συντελεστή αποπόλωσης των σωματιδίων και των μορίων, σε μήκη κύματος 532, 355nm και των σχετικών αβεβαιοτήτων (volume linear depolarization ratio), (αρχεία b και αρχεία e)
- κατακόρυφα προφίλ του συντελεστή αποπόλωσης των σωματιδίων, σε μήκη κύματος 532, 355nm και των σχετικών αβεβαιοτήτων (Depolarization Ratio), (αρχεία b και αρχεία e)
- κατακόρυφα προφίλ του λόγου Lidar και των σχετικών αβεβαιοτήτων (Lidar Ratio), σε μήκη κύματος 355, 532nm, (αρχεία e)
- κατακόρυφα προφίλ του εκθέτη Ångström, υπολογιζόμενο από τους συντελεστές εξασθένησης και των σχετικών αβεβαιοτήτων (αρχεία e)



0 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΠΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑVER





Οι μετρήσεις που καταχωρούνται στη βάση δεδομένων, χαρακτηρίζονται ως προς τις παρακάτω κατηγορίες, βάση του εντοπισμού των κύριων πηγών ρύπανσης, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων:

- κλιματολογικές: συστηματικές μετρήσεις (σύμφωνα με τις προγραμματισμένες μετρήσεις του EARLINET).
- saharan_dust: ειδικές παρατηρήσεις μεταφοράς ερημικής σκόνης από την έρημο της Σαχάρα.
- δασικές πυρκαγιές: παρατηρήσεις μεγάλων δασικών πυρκαγιών. \triangleright
- photosmog: παρατηρήσεις αιφνίδιων φωτοχημικών επεισοδίων σε μεγάλες πόλεις. \geq
- στρατοσφαιρικές: παρατηρήσεις στρατοσφαιρικού αερολύματος \geq
- ηφαιστειακές εκρήξεις: παρατηρήσεις αερολύματος προερχόμενων από γεγονότα ηφαιστειακής έκρηξης.
- cirrus: παρατηρήσεις των νεφών που αποτελούνται από παγοκρυστάλλους.
- calipso: μετρήσεις που γίνονται παράλληλα (σε χρονικό εύρος ±2 ωρών) από το πέρασμα του δορυφόρου CALIPSO από τον σταθμό μέτρησης.

Οι αλγόριθμοι επεξεργασίας μετρήσεων lidar αφορούν τα κάτωθι προϊόντα αναλυτικά:

Συντελεστής εξασθένισης αιωρούμενων σωματιδίων

Ο συντελεστής εξασθένισης των αιωρούμενων σωματιδίων υπολογίζεται από την εξίσωση lidar, χρησιμοποιώντας το οπισθοσκεδαζόμενο σήμα από τα μόρια της ατμόσφαιρας (μέθοδος επίλυσης Raman – Ansmann et al., 1992).

Συντελεστής οπισθοσκέδασης

Μέθοδος Raman

Ο συντελεστής οπισθοσκέδασης μπορεί να υπολογισθεί με την συνδυαστική χρήση του ολικού (μόρια και σωματίδια) και ανελαστικού (μόρια) οπισθοσκεδαζόμενου σήματος.

Μέθοδος Klett

Στην περίπτωση που είναι γνωστή η ολικά οπισθοσκεδαζόμενη ακτινοβολία χωρίς να γίνεται διάκριση μεταξύ της συνεισφοράς των μορίων και σωματιδίων εφαρμόζουμε την μέθοδο κατά klett (Klett, 1981). Η πιο κρίσιμη παράμετρος κατά την επίλυση με την μέθοδο klett είναι η σωστή υπόθεση του λόγου του συντελεστή εξασθένησης προς τον συντελεστή οπισθοσκέδασης.



0 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΠΑ & ΤΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΙ





<u>Μέθοδος iter (iterative method)</u>

Μια άλλη λύση για την ανάκτηση του συντελεστή οπισθοσκέδασης του αερολύματος είναι η επαναληπτική μέθοδος η οποία είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε περιπτώσεις μικρών οπτικών βαθών (Di Girolamo et al., 1999). Η μέθοδος επίλυσης αυτή υπάρχει σαν επιλογή στον αλγόριθμο SCC.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΓΙΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΗ ΕΠΑνΈΚ





3 Πρωτόκολλο Υποβολής Δεδομένων Μετρήσεων MAX-DOAS

Στο Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας (ΕΦΑ) του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης λειτουργούν και πραγματοποιούν φασματικές μετρήσεις στο υπεριώδες και ορατό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος δυο συστήματα MAX-DOAS «Φαέθων». Ένα τρίτο, όμοιο όργανο «Φαέθων» βρίσκεται εγκατεστημένο στο Κέντρο Διεπιστημονικής Έρευνας και Καινοτομίας (ΚΕΔΕΚ), στα περίχωρα της πόλης της Θεσσαλονίκης και χρησιμοποιείται για την σύγκριση των συγκεντρώσεων των αερίων συστατικών στην ατμόσφαιρα, μεταξύ αστικού σταθμού (ΕΦΑ) και σταθμού υποβάθρου (ΚΕΔΕΚ). Τα εν λόγω συστήματα διαθέτουν μια ρομποτική μονάδα προσανατολισμού με δυνατότητα πλήρους περιστροφής κατά τον οριζόντιο και κάθετο άξονα και ακρίβεια κίνησης 0.125 μοιρών, οπότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσανατολισμό των οπτικών εισόδου σε οποιαδήποτε συγκεκριμένη κατεύθυνση στον ουράνιο θόλο. Μια οπτική ίνα εξασφαλίζει τη μεταφορά της ακτινοβολίας από το τηλεσκόπιο των οργάνων στον φασματογράφο, επιτρέποντας τη λειτουργία του φασματογράφου σε απομακρυσμένο, κλειστό, και κατά προτίμηση κλιματιζόμενο, χώρο. Το οπτικό σύστημα εισόδου περιλαμβάνει έναν επιπεδόκυρτο φακό για την εστίαση της δέσμης στο ένα άκρο της οπτικής ίνας, με διάμετρο 25 mm και ενεργό εστιακή απόσταση 250 mm. Επιπλέον, μεταξύ του φακού και της οπτικής ίνας είναι τοποθετημένος ένας περιστρεφόμενος δίσκος με 7 οπές-θέσεις για οπτικά φίλτρα, εξασθένησης ή περιορισμού του φασματικού εύρους. Για μετρήσεις της άμεσης ροής της ηλιακής ακτινοβολίας τοποθετείται μπροστά από την είσοδο της ίνας ένα πλακίδιο διάχυσης για την ομογενοποίηση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας.

3.1 Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων

Κατά τη διάρκεια της ημέρας πραγματοποιούνται τριών ειδών διαφορετικές μετρήσεις:

- 1. Στοχεύοντας απευθείας τον Ήλιο (Direct-Sun Measurement)
- 2. Στοχεύοντας σε οποιαδήποτε άλλη διεύθυνση (Off-Axis Measurement)
- 3. Στοχεύοντας στο ζενίθ του τόπου (Zenith Measurement)

Όσον αφορά στον έλεγχο της ποιότητας των μετρήσεων, για τις φασματικές μετρήσεις με άμεση παρατήρηση του Ήλιου χρησιμοποιούνται ειδικά φίλτρα εξασθένισης της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς φασματική εξάρτηση, προκειμένου να μην επέλθει κορεσμός στο μετρούμενο σήμα. Γνωρίζοντας, επίσης, το εύρος της έντασης του σήματος, κατά το οποίο ο αισθητήρας του CCD παρουσιάζει γραμμική συμπεριφορά, επιλέγεται αυτόματα, μέσω ρουτίνας, από το λογισμικό των οργάνων ο κατάλληλος «χρόνος ολοκλήρωσης (Integration Time)», ή αλλιώς ο χρόνος έκθεσης του CCD στην ηλιακή ακτινοβολία. Ακόμη, σε κάθε γωνία παρατήρησης (Off-axis και Zenith), οι φασματικές μετρήσεις διαρκούν 1 λεπτό ή μέχρις ότου συλλεχθούν 30 φάσματα, από τα οποία στην συνέχεια υπολογίζεται η μέση τιμή τους για την παροχή σταθερών και αξιόπιστων μετρήσεων. Αντίστοιχα, για την περίπτωση της ροής της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας, η μέτρηση διαρκεί 3 λεπτά ή έως ότου ληφθούν 80 φάσματα.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΙΠΑ & ΤΖ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΡΗΡΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΕ ΕΠΑνεκ



Η λειτουργία των οργάνων ξεκινά το πρωί, πριν την ανατολή του Ήλιου, όταν η ηλιακή ζενίθια γωνία είναι μεταξύ 90° και 95° όπου τα όργανα στοχεύουν στο ζενίθ του τόπου, ώστε από τα φάσματα να εξάγονται πληροφορίες για τις στρατοσφαιρικές στήλες των αερίων συστατικών. Στην συνέχεια, μετά την ανατολή του Ήλιου, ακολουθείται μια σειρά μετρήσεων, όπου πρώτα συλλέγονται φάσματα κατά την άμεση παρατήρηση του Ήλιου και στην συνέχεια πραγματοποιούνται μεσημβρινές «σαρώσεις» σε τρεις ή τέσσερις αζιμουθιακές διευθύνσεις, δηλαδή σε κάθε σάρωση παραμένει σταθερή η αζιμούθια γωνία παρατήρησης και συλλέγονται φάσματα σε διαφορετικές ζενίθιες γωνίες. Μετά την δύση του Ήλιου και μέχρι η ηλιακή ζενίθια γωνία να λάβει την τιμή των 95° πραγματοποιούνται εκ νέου φασματικές μετρήσεις στο ζενίθ του τόπου, όπως και στην περίπτωση της ανατολής που περιγράφεται παραπάνω. Πρέπει να σημειωθεί ότι μετά από κάθε μέτρηση, πραγματοποιείται και μια μέτρηση «σκότους», η οποία χρησιμοποιείται συνοπτικά οι ζενίθιες και αζιμούθιες γωνίες για τα συγαλάθες και αζιμούθιες γωνίες του τόπου, διακή 2 παρατήρησης και συναία την διόρθωση των φασμάτων ως προς το σήμα σκότους. Στον Πίνακας 2 παρουσιάζονται συνοπτικά οι ζενίθιες και αζιμούθιες γωνίες γωνίες για κάθε είδος μέτρησης που πραγματοποιείται με τα συστήματα ΜΑΧ-DOAS.

Είδος μέτρησης	Ζενίθιες γωνίες (°)	Αζιμούθιες γωνίες (°)	Διάρκεια μέτρησης
Direct-Sun	Ηλιακή Ζενίθια Γωνία	Ηλιακή Αζιμούθια Γωνία	3 λεπτά ή έως ότου ληφθούν 80 φάσματα
Off-axis Scan	0, 60, 75, 78, 80, 72, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90	142, 185, 220, 255	1 λεπτό ή έως ότου ληφθούν 30 φάσματα
Zenith	0	-	Όσο η ηλιακή ζενίθια γωνία είναι μεταξύ 90° και 95°

Πίνακας 2.	Οι γωνίες	παρατήρησης	για κάθε είδοα	; μέτρησης με	τα συστήματα	«Φαέθων»
------------	-----------	-------------	----------------	---------------	--------------	----------

Τα δεδομένα που συλλέγουν τα όργανα (raw data) οδηγούνται σε έναν κεντρικό υπολογιστή για αποθήκευση και περαιτέρω ανάλυση. Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε μορφή .mat αρχείου που υποστηρίζονται από το λογισμικό MATLAB και πραγματοποιούνται διορθώσεις για το σήμα σκότους και τον χρόνο έκθεσης του CCD του φασματογράφου. Τα διορθωμένα φάσματα εξάγονται σε μορφή ASCII και χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου στο λογισμικό QDOAS v3.2 για τον υπολογισμό των τελικών προϊόντων.

Όσον αφορά στον υπολογισμό των συγκεντρώσεων αερίων συστατικών στην ατμόσφαιρα, θα εφαρμοστεί το πρωτόκολλο και οι ρυθμίσεις που ακολουθήθηκαν κατά την καμπάνια CINDI-2 (Second Cabauw Intercomparison of Nitrogen Dioxide measuring Instruments, Cabauw, The Netherlands, 25 August – 7 October 2016). Στους Πίνακας 3, Πίνακας 4 και Πίνακας 5 παρουσιάζονται οι ρυθμίσεις και οι παράμετροι που θα εφαρμοστούν για κάθε ένα από τα εξεταζόμενα αέρια.

Πίνακας 3. Εφαρμογή ρυθμίσεων DOAS για το NO2 και το O4 (ορατή περιοχή)

Εύρος μηκών κύματος 411-445 nm



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΑ & ΤΣ ΕΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΚΚ



PANACEA | Π.Ε. 5| Παραδοτέο Π5.1 Πέμπτη, 18 Απριλίου 2019

v1.0

Φάσμα αναφοράς	Σταθερό φάσμα στο ζενίθ που μετράται καθημερινά στην μικρότερη ηλιακή ζενίθια γωνία ή φάσμα που μετράται διαδοχικά (στο ζενίθ της κάθε σάρωσης)	
Ενεργές διατομές:		
NO2 (298 K)	Vandaele et al. (1998) with I ₀ correction (SCD of 10 ¹⁷ molecules/cm ²)	
NO2 (220 K)	Vandaele et al. (1998) with I ₀ correction (SCD of 10 ¹⁷ molecules/cm ²)	
O₃ (223 K)	Serdyuchenko et al. (2014) with I_0 correction (SCD of 10^{20} molecules/cm ²)	
О4 (293 К)	Thalman and Volkamer (2013)	
H ₂ O	HITEMP (Rothman et al., 2010)	
Ring	RING_QD0AS_SA02010	
Βαθμός πολυωνύμου	4 ^{ης} τάξης (5 συντελεστές)	
Intensity off-set	Σταθερό	

Πίνακας 4. Εφαρμογή ρυθμίσεων DOAS για το NO2 και το O4 (υπεριώδης περιοχή)

Εύρος μηκών κύματος	338-370 nm
Φάσμα αναφοράς	Σταθερό φάσμα στο ζενίθ που μετράται καθημερινά στην μικρότερη ηλιακή ζενίθια γωνία ή φάσμα που μετράται διαδοχικά (στο ζενίθ της κάθε σάρωσης)
Ενεργές διατομές:	
NO2 (298 K)	Vandaele et al. (1998) with I ₀ correction (SCD of 10 ¹⁷ molecules/cm ²)
NO ₂ (220 K)	Vandaele et al. (1998) with I ₀ correction (SCD of 10 ¹⁷ molecules/cm ²)
O₃ (223 K)	Serdyuchenko et al. (2014) with I_0 correction (SCD of 10 ²⁰ molecules/cm ²)
O₃ (243 K)	Serdyuchenko et al. (2014) with I_0 correction (SCD of 10 ²⁰ molecules/cm ²)
О4 (293 К)	Thalman and Volkamer (2013)
НСНО (293 К)	Meller and Moortgat (2000)
BrO (223 K)	Fleischmann et al. (2004)
Ring	RING_QDOAS_SAO2010
Βαθμός πολυωνύμου	5 ^{ης} τάξης (6 συντελεστές)
Intensity off-set	Σταθερό

Πίνακας 5. Εφαρμογή ρυθμίσεων DOAS για το HCHO

Εύρος μηκών κύματος	336.5-359 nm (ή 324.5-359 nm)
Φάσμα αναφοράς	Σταθερό φάσμα στο ζενίθ που μετράται καθημερινά στην μικρότερη ηλιακή ζενίθια γωνία ή φάσμα που μετράται διαδοχικά (στο ζενίθ της κάθε σάρωσης)
Ενεργές διατομές:	
НСНО (293 К)	Meller and Moortgat (2000)
NO ₂ (298 K)	Vandaele et al. (1998) with I_0 correction (SCD of 10^{17} molecules/cm ²)
O₃ (223 K)	Serdyuchenko et al. (2014) with I_0 correction (SCD of 10^{20} molecules/cm ²)
O₃ (243 K)	Serdyuchenko et al. (2014) with I_0 correction (SCD of 10^{20} molecules/cm ²)
О₄ (293 К)	Thalman and Volkamer (2013)



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





BrO (223 K)	Fleischmann et al. (2004)
Ring	RING_QDOAS_SAO2010
Βαθμός πολυωνύμου	5 ^{ης} τάξης (6 συντελεστές)
Intensity off-set	1 ^{ης} τάξης

3.2 Δομή και υποβολή των αρχείων

Στα πλαίσια του προγράμματος «ΠΑΝΑΚΕΙΑ» τα δεδομένα των συστημάτων MAX-DOAS θα παραδίδονται σε μηνιαία βάση σε μορφή αρχείων HDF και θα ακολουθηθεί το πρωτόκολλο υποβολής δεδομένων μετρήσεων DOAS που αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια του προγράμματος FP7 NORS από το NDACC/NORS UV-vis Working Group. Πρακτικά, πρόκειται για τέσσερις πρότυπες φόρμες αποθήκευσης δεδομένων σε μορφή HDF:

- 1. Άμεση παρατήρηση του Ήλιου
- 2. Παρατήρηση στο ζενίθ του τόπου
- Σε οποιαδήποτε άλλη διεύθυνση (Off-axis) και σχετίζεται με τις συγκεντρώσεις των αερίων συστατικών
- 4. Σε οποιαδήποτε άλλη διεύθυνση (Off-axis) και σχετίζεται με τα αιωρούμενα σωματίδια

Το πρωτόκολλο υποβολής δεδομένων, οι πρότυπες φόρμες αποθήκευσης σε μορφή HDF και τα μεταδεδομένα που σχετίζονται με τις μεταβλητές, περιγράφονται αναλυτικά στην ιστοσελίδα του Aura Validation Data Center (AVDC), στον ακόλουθο υπερσύνδεσμο: https://avdc.gsfc.nasa.gov/index.php?site=1876901039#current_template

Ένα παράδειγμα του προαναφερθέντος HDF αρχείου παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.











Εικόνα 2. Παράδειγμα υποβολής HDF αρχείου για δεδομένα που αφορούν συγκεντρώσεις HCHO για την πόλη της Θεσσαλονίκης



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΓΙΑ & ΤΖ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





4 Πρωτόκολλο Υποβολής Δεδομένων Μετρήσεων CIMEL

Το δίκτυο <u>AERONET (AErosol RObotic NETwork)</u> (Holben et al., 1998) αποτελείται από ένα σύνολο επίγειων παθητικών αισθητήρων ατμοσφαιρικής τηλεπισκόπησης για την μελέτη των αιωρούμενων σωματιδίων (Dubovik et al., 2002; Holben et al., 2001) κάτω από διαφορετικές ατμοσφαιρικές συνθήκες. Ιδρύθηκε από την <u>NASA</u> και <u>LOA-PHOTONS</u> (<u>CNRS</u>) και επεκτείνεται συνεχώς μέσω συνεργειών με εθνικούς φορείς, ινστιτούτα, πανεπιστήμια και επιστημονικές ομάδες ανά τον κόσμο. Η χρονοσειρά μετρήσεων του AERONET είναι μια συνεχής, μακροπρόθεσμη και εύκολα προσβάσιμη βάση δεδομένων των οπτικών και μικροφυσικών ιδιοτήτων των αιωρούμενων σωματιδίων ενώ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε μελέτες που αφορούν την αλληλεπίδραση αυτών με την ακτινοβολία ή ακόμα και στον έλεγχο ποιότητας δορυφορικών δεδομένων. Καθώς οι παραγόμενες ποσότητες αναφέρονται στην ολική ατμοσφαιρική στήλη, οι μετρήσεις από το δίκτυο AERONET χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν συνεργιστικά με άλλα είδη μετρήσεων για τον χαρακτηρισμό των διαφορετικών ατμοσφαιρικών στρωματώσεων.

4.1 Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων

Το σύστημα μέτρησης του δικτύου AERONET είναι ένα φασματο-φωτόμετρο της <u>CIMEL Electronique CE318</u>, το οποίο πραγματοποιεί μετρήσεις της άμεσης αλλά και της διάχυτης ηλιακής και ουράνιας ακτινοβολίας στα μήκη κύματος 340, 380, 440, 500, 670, 870, 940 and 1020 nm με συχνότητα περίπου 10 δευτερολέπτων. Οι μετρήσεις ουράνιας ακτινοβολίας γίνονται στα μήκη κύματος 440, 670, 870 and 1020 nm, κατά μήκος του κύριου ηλιακού επιπέδου, με σταθερή αζιμούθια γωνία, για πολλές γωνίες σκέδασης, μέχρι 9 φορές την ημέρα και κατά μήκος του ηλιακής υψιπαραλλήλου (almuncantar), σταθερή γωνίας ανύψωσης με ποικίλες αζιμουθιακές γωνίες, μέχρι 6 φορές την ημέρα. Τα παραγόμενα δεδομένα αφορούν σε φασματικές μετρήσεις ολικού οπτικού βάθους σε πραγματικό χρόνο που έχουν ανακτηθεί μέσω αλγορίθμων από τα πρωτογενή δεδομένα καθώς και προϊόντα-αποτελέσματα από αλγορίθμους αναστροφής που εφαρμόζονται στο δίκτυο CIMEL-AERONET. Λόγω των πολύ μικρών ενεργειακών του απαιτήσεων (MicroAmps) και του αυτοτροφοδοτούμενου συστήματος του, το φασματοφωτός συντήρησης. Το δίκτυο επιβάλει την τυποποίηση των οργάνων, τη βαθμονόμηση, επεξεργασία και διανομή των μετρήσεων μέσω του <u>Goddard Space Flight Center</u> της NASA από το οποίο παρέχεται η προκαταρκτική επεξεργασία τους σε πραγματικό χρόνο (Holben et al., 1998).

4.2 Δομή και υποβολή των αρχείων

Πίνακας 6. <u>Μορφή δεδομένων</u>

All points	Τα διαθέσιμα δεδομένα από κάθε στιγμιαία μέτρηση
Daily Average	Υπολογίζονται από όλες τις διαθέσιμες μετρήσεις κατά
Dully Average	την διάρκεια μιας ημέρας
	Υπολογίζονται από τον ημερήσιο μέσο όρο που
	χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του μηνιαίου
Monthly Average of Daily Averages	$-\sum X_i$
	μέσου όρου: $X = \frac{2}{2}$
	n



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΠΑ & ΤΖ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΡΗΡΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΕΥΤΗ ΕΠΑΥΕΚ





Monthly Averages of Weighted Daily Averages	Υπολογίζονται από τον σταθμισμένο ημερήσιο μέσο όρο για τον υπολογισμό του μηνιαίου μέσου όρου: $\bar{X} = \frac{\sum X_i * n_i}{\sum n_i}$

Πίνακας 7. Γενικές πληροφορίες που περιέχονται σε κάθε αρχείο δεδομένων

AERONET Version 3	Η τρέχουσα έκδοση του αλγορίθμου που χρησιμοποιείται από το δίκτυο CIMEL-AERONET
## station name ##	Τοποθεσία του σταθμού ΑΕRONET_Διαχειριστής δεδομένων
Version 3_AOD Level 1.0	Το είδος και το επίπεδο επεξεργασίας των δεδομένων (π.χ. ολικό οπτικό βάθος, επιπέδου 1)
The following data are unscreened and may not have final calibration applied	Περιγραφή του επιπέδου των δεδομένων
Contact: PI = PI Email =	Στοιχεία επικοινωνίας με τον υπεύθυνο του σταθμού
All Points, UNITS can be found at,	Σύνδεσμος στον οποίο ο χρήστης μπορεί να
https://aeronet.gsfc.nasa.gov/new_web/units.html	απευθυνθεί για περαιτέρω πληροφορίες

Πίνακας 8. Κοινές παράμετροι που περιέχονται σε κάθε αρχείο δεδομένων

Date (dd:mm:yyyy)	Ημερομηνία της μέτρησης
Time (hh:mm:ss)	Ώρα της μέτρησης
Day of Year	Ιουλιανή ημέρα της μέτρησης
Day of Year (Fraction)	Κλάσμα της Ιουλιανής ημέρας
Data Quality Level	Επίπεδο επεξεργασίας των δεδομένων
AERONET Instrument	Κωδικός του συγκεκριμένου οργάνου AERONET που
AERONET Instrument	βρίσκεται στον σταθμό
AERONET Site Name	Ονομασία του σταθμού
Site Latitude (Degrees)	Γεωγραφικό πλάτος του σταθμού σε μοίρες
Site Longitude (Degrees)	Γεωγραφικό μήκος του σταθμού σε μοίρες
Site Elevation (m)	Υψόμετρο του σταθμού σε μέτρα από την επιφάνεια
	της θάλασσας
Solar Zenith Angle (Degrees)	Ηλιακή ζενίθια γωνία σε μοίρες
Last Date Processed	Η τελευταία ημερομηνία για την οποία έχει γίνει
	επεξεργασία των δεδομένων
Number of Wavelengths	Αριθμός μηκών κύματος στα οποία
	πραγματοποιούνται οι μετρήσεις
Ozone (Dobson)	Μετρήσεις της συνολικής στήλης όζοντος σε μονάδες
	Dobson
NO2 (Dobson)	Μετρήσεις της συνολικής στήλης διοξειδίου του
	αζώτου σε μονάδες Dobson
Optical Air mass	Οπτική μάζα αέρα
Sensor Temperature (Degrees C)	Θερμοκρασία του αισθητήρα σε βαθμούς Κελσίου
Exact Wavelengths of AOD (μm)	Το ακριβές μήκος κύματος που χρησιμοποιείται για
	τον προσδιορισμό του οπτικού βάθους σε μm
Measurement Type	Είδος της μέτρησης (π.χ solar, Almucantar)







Δεδομένα οπτικού βάθους (Aerosol Optical Depth)

Πίνακας 9. Επίπεδο επεξεργασίας των δεδομένων οπτικού βάθους

Level 1 (Πρωτογενή δεδομένα)	Δεδομένα στα οποία δεν έχει εφαρμοστεί διαλογή (δεν είναι απαλλαγμένα από την παρουσία νεφών), ενώ είναι επίσης πιθανό να μην έχει εφαρμοστεί τελική βαθμονόμηση
Level 1.5 (Απαλλαγμένα από την παρουσία νεφών)	Δεδομένα στα οποία έχει γίνει διαλογή και έχουν διατηρηθεί μόνο εκείνα τα οποία είναι απαλλαγμένα από την παρουσία νεφών, αλλά πιθανόν να μην έχει εφαρμοστεί τελική βαθμονόμηση
Level 2 (Απαλλαγμένα από την παρουσία νεφών και βαθμονομημένα)	Δεδομένα στα οποία έχει γίνει διαλογή και έχουν διατηρηθεί μόνο εκείνα τα οποία είναι απαλλαγμένα από την παρουσία νεφών ενώ είναι επίσης βαθμονομημένα, ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα τους

Πίνακας 10. Παράμετροι που ανακτώνται από τις μετρήσεις οπτικού βάθους

AOD	Η τιμή του οπτικού βάθους σε όλα τα διαθέσιμα μήκη κύματος
Precipitable water	Μετρήσεις της ολικής στήλης των υδρατμών που πραγματοποιούνται από το κανάλι των 935 nm
Percent Triplet Variability	Κάθε μέτρηση οπτικού βάθους αποτελείται από μια τριάδα μετρήσεων: οι μετρήσεις αυτές λαμβάνονται κάθε 30 δευτερόλεπτα για ένα (1) λεπτό συνολικά. Η μεταβλητότητα αυτής της παραμέτρου είναι ενδεικτική της ποιότητας των δεδομένων.
Angstrom Parameter	Υπολογίζεται με την χρήση δεδομένων οπτικού βάθους από όλα τα διαθέσιμα μήκη κύματος μέσα στο εύρος της παραμέτρου (π.χ. η παράμετρος Angstrom μεταξύ των 870 και 440 nm περιέχει τα δεδομένα οπτικού βάθος από τα μήκη κύματος 870, 670, 500 και 400 nm.

* Ένα παράδειγμα αρχείου δεδομένων οπτικού βάθους (AOD) μπορεί να βρεθεί <u>εδώ</u>.

Δεδομένα από τον αλγόριθμο SDA (Spectral Deconvolution Algorithm)

Πίνακας 11. Παράμετροι που ανακτώνται από τον αλγόριθμο SDA

	Το ολικό οπτικό βάθος στα 500 nm που υπολογίζεται
Total AOD 500nm	με την χρήση πολυωνύμου 2° ^υ βαθμού που
	παρουσιάζει την βέλτιστη εφαρμογή στα δεδομένα



۲ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΠΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





	11.0
Fine_Mode_AOD_500 nm	Οπτικό βάθος στα 500 nm που οφείλεται στα
	αερολύματα μεγέθους μικρότερου των 0.6 μm
Coarso Mada AOD 500 nm	Οπτικό βάθος στα 500 nm που οφείλεται στα
	αερολύματα μεγέθους μεγαλύτερου των 0.6 μm
	Το ποσοστό του οπτικού βάθους στα 500 nm που
Fine Mode Fraction_500 nm	οφείλεται στα αερολύματα μεγέθους μικρότερου των
	0.6 μm
20d Order Begrossien Eit Franz Total AOD 500 nm	Τυπικό σφάλμα παλινδρόμησης 2 ^{ης} τάξης, του
2 th Order Regression Fit Error – Total AOD 500 hm	συνολικού οπτικού βάθους στα 500 nm
	Το εκτιμώμενο σφάλμα του οπτικού βάθους στα 500
RMSE Fine Mode AOD 500 nm	nm που οφείλεται στα αερολύματα μεγέθους
	μικρότερου των 0.6 μm
	Το εκτιμώμενο σφάλμα του οπτικού βάθους στα 500
RMSE Coarse Mode AOD_500 nm	nm που οφείλεται στα αερολύματα μεγέθους
	μεγαλύτερου των 0.6 μm
	Το εκτιμώμενο σφάλμα του ποσοστού του οπτικού
RMSE Fine Mode Fraction_500 nm	βάθους στα 500 nm που οφείλεται στα αερολύματα
	μεγέθους μικρότερου των 0.6 μm
Angstrom Exponent (AE) - Total_500 nm	Η τιμή του εκθέτη Angstrom στα 500 nm
dAE/dln(wavelength) - Total_500 nm	Η παράγωγος του εκθέτη Angstrom στα 500 nm
AE - Fine_Mode_500 nm	Η τιμή του εκθέτη Angstrom στα 500 nm για
	αερολύματα μεγέθους μικρότερου των 0.6 μm
dAE/dln(wavelength) - Fine_Mode_500 nm	Παράγωγος του εκθέτη Angstrom στα 500 nm για
	αερολύματα μεγέθους μικρότερου των 0.6 μm
XXX nm_Input AOD	Η τιμή του οπτικού βάθους που χρησιμοποιείται σαν
	δεδομένο εισόδου στον SDA αλγόριθμο για το XXX
	μήκος κύματος

* Ένα παράδειγμα αρχείου δεδομένων από τον αλγόριθμο SDA μπορεί να βρεθεί <u>εδώ</u>.

Δεδομένα αλγορίθμων αναστροφής (inversion products)

Οι μικροφυσικές ιδιότητες των αερολυμάτων στην ολική ατμοσφαιρική στήλη ανακτώνται από τις μετρήσεις του φωτομέτρου CIMEL με την χρήση δυο αλγορίθμων αναστροφής (Dubovik et al., 2000; Dubovik & King, 2000; Nakajima et al., 1996) για την θεώρηση σφαιρικών και σφαιροειδών σωματιδίων. Σαν προεπιλογή, ο αλγόριθμος αναστροφής χρησιμοποιεί για δεδομένα εισόδου ταυτόχρονες μετρήσεις ακτινοβολίας σε τέσσερα (4) μήκη κύματος (440; 670; 870; 1020 nm) για εύρος γωνιών 2.8 < Θ < 40 ° (Θ = γωνία σκέδασης) ή για ολόκληρο το εύρος γωνιών σκέδασης τ (λ) στα ίδια μήκη κύματος. Προαιρετικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από κάθε κανάλι ξεχωριστά (440; 670; 870; 1020 nm) για όλο το εύρος γωνιών σκέδασης (2.8 ° < Θ). Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα των αλγορίθμων αναστροφής του ΑΕRONET μπορούν να βρεθούν <u>εδώ</u>.

Πίνακας 12. Επίπεδο επεξεργασίας και ρυθμίσεις για την ανάκτηση των δεδομένων από μετρήσεις Almucantar



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΓΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΤΑ & ΤΖ ΕΙΔΙΚΗ ΓΓΑΜΜΑΤΕΙΑ ΙΔΙΧΕΙΡΓΑΤΕΙΑ ΕΤΑΚΑ





	V1.0
Level 1.5 (Spherical and spheroid)	Καθορίζονται από τα δεδομένα οπτικού βάθους
	επιπέδου 1.5, δεν υπόκεινται σε περαιτέρω
	επεξεργασία
Lough 2 (Spharical and Spharoid (Pasammandad	Καθορίζονται από τα δεδομένα οπτικού βάθους
default entions)	επιπέδου 2, για ζενίθιες γωνίες μεγαλύτερες των 25°
	για αριθμό γωνιών μεγαλύτερο των είκοσι (20)
Lovel 2 (llear defined Options)	Καθορίζονται από τα δεδομένα οπτικού βάθους
Level 2 (Oser dejined Options)	επιπέδου 2 ενώ επίσης χρησιμοποιούνται προηγμένες
	παράμετροι ανάκτησης προϊόντων επιπέδου 2
	Παρέχονται όλα τα προϊόντα εκτός από την περίπτωση
	όπου i) η ηλιακή ζενίθια γωνία είναι μικρότερη των 45°
	(σε αυτή την περίπτωση δεν παρέχεται η
	ανακλαστικότητα μεμονωμένης σκέδασης, ο δείκτης
Spherical Level 2	διάθλασης και το οπτικό βάθος της απορρόφησής) ή ii)
	το Coincident AOD (βλέπε πίνακα) είναι μικρότερο των
	0.4° (σε αυτή την περίπτωση δεν παρέχεται η
	ανακλαστικότητα μεμονωμένης σκέδασης και ο
	δείκτης διάθλασης)
	Παρέχονται όλα τα προϊόντα εκτός από την περίπτωση
	όπου i) η ηλιακή ζενίθια γωνία είναι μικρότερη των 45°
	(σε αυτή την περίπτωση δεν παρέχεται η
	ανακλαστικότητα μεμονωμένης σκέδασης, ο δείκτης
Non-spherical Level 2	διάθλασης και το οπτικό βάθος της απορρόφησής), ii)
	το Coincident AOD (*δες πίνακα 8) είναι μικρότερο των
	0.4° (σε αυτή την περίπτωση δεν παρέχεται το
	πραγματικό μέρος του δείκτη διάθλασης στα 440 και
	670 nm)
Spheroid Level 2	Παρέχονται όλα τα προϊόντα εκτός από την περίπτωση
	όπου ο εκθέτης Angstrom μεταξύ 870-440 nm είναι
	μεγαλύτερος του 0.6
Combined Spherical and Spheroid Level 2	Παρέχονται όλα τα προϊόντα. Η επιλογή σφαιρικών ή
	σφαιροειδών σωματιδίων γίνεται με βάση το επίπεδο
	του μοντέλου που χρησιμοποιείται (επιλέγεται πάντα
	το μοντέλου επιπέδου 2)

Πίνακας 13. Παράμετροι που ανακτώνται από τις μετρήσεις Almucantar

Volume Size distribution $\frac{dV(r)}{d\ln r}$	Η λογαριθμική κατανομή μεγεθών των σωματιδίων που ανακτάται από ισαπέχοντα διαστήματα μεταξύ 0.5 και 1.5 μm. Μονάδες: μm³/μm²
Refractive index	Το πραγματικό μέρος του δείκτη διάθλασης n (λ) (από 1.33 έως 1.6) και το φανταστικό μέρος k (λ) (από 0.0005 έως 0.5) που υπολογίζεται στα 440, 670, 870 και 1020 nm
SSA	Η ανακλαστικότητα μεμονωμένης σκέδασης, υπολογίζεται στα 440, 670, 870 και 1020 nm ενώ για την ανάκτηση της γίνεται υπόθεση ότι όλα τα μεγέθη σωματιδίων έχουν τον ίδιο δείκτη διάθλασης



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΓΙΛ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΚΣ





Vii	
AOD coincident	Υπολογίζεται από τον μέσο όρο των τιμών του οπτικού
	βάθους επιπέδου 1.5 ή επιπέδου 2 (το επίπεδο 2 έχει
	προτεραιότητα) +/- 16 λεπτά από τις μετρήσεις
	Almucantar
	Συγκέντρωση όγκου, μέση ακτίνα, ενεργός ακτίνα και
Volume parameters	τυπική απόκλιση για αερολύματα μεγέθους
	μικρότερου και μεγαλύτερου των 0.6 μm
	Οι ανακτηθέντες τιμές οπτικού βάθους από τις
AOD Extinction	μετρήσεις almucantar (για αερολύματα μικρότερα και
AUD Extinction	μεγαλύτερα των 0.6μm αλλά και για την ολική
	κατανομή μεγεθών)
	Η συνάρτηση φάσης ανακτάται σε 83 γωνίες σκέδασης
	για μήκη τα κύματος 440, 670, 870 και 1020 nm (για
Phase Junctions	αερολύματα μικρότερα και μεγαλύτερα των 0.6μm
	αλλά και για την ολική κατανομή μεγεθών)
	Υπολογίζεται από το ολοκλήρωμα της συνάρτησης
	φάσης (για αερολύματα μικρότερα και μεγαλύτερα
Asymmetry Factor	των 0.6μm αλλά και για την ολική κατανομή μεγεθών).
	Θετικές τιμές υποδεικνύουν σκέδαση στην εμπρόσθια
	διεύθυνση
	Υπολογίζεται για τα μήκη κύματος 1020, 870, 670 και
AOD Absorption	440 nm από την σχέση: (1-SSA)*AOD, όπου η
	παράμετρος SSA εξάγεται από κάθε στιγμιότυπο μιας
	μέτρησης Almucantar. Το AOD υπολογίζεται από την
	άθροιση των AOD για αερολύματα μικρότερα και
	μεγαλύτερα των 0.6μm
Combined retrievals	Συνδυασμός όλων των παραμέτρων που ανακτώνται
	από τις μετρήσεις Almucantar με την χρήση του
	αλγορίθμου Dubovic, εξαιρώντας τις συναρτήσεις
	φάσης.
L	1 1)

* Ένα παράδειγμα αρχείου δεδομένων από τον αλγόριθμο αναστροφής μπορεί να βρεθεί <u>εδώ</u>.









5 Πρωτόκολλο Υποβολής Δεδομένων Ακτινόμετρων

Το ισοζύγιο ακτινοβολιών στο σύστημα Γη-Ατμόσφαιρα καθορίζει την θερμική δομή της ατμοσφαίρας και διαμορφώνει την γενική κυκλοφορία του αέρα και των υδάτων καθώς και το κλίμα. Περισσότερο 50% της ηλιακής ακτινοβολίας (απορρόφηση, αντανάκλαση, σκέδαση) μεταβάλλεται στο επίπεδο τους εδάφους (Wild et al., 2013). Αυτός είναι ο λόγος που η μελέτη των ακτινοβολιών στο επίπεδου του εδάφους είναι καθοριστικός για την κατανόηση των κλιματικών διεργασιών και μεταβολών, καθώς μικρές αλλαγές του ισοζυγίου στην επιφάνεια δημιουργούν πολύ σημαντικές διακυμάνσεις στο κλίμα (Chylek et al., 2007). Με βάση τα παραπάνω η λειτουργία Ακτινομετρικού Σταθμού Αντικυθήρων (ΑΣΑ) στο "Παρατηρητήριο Γεωεπιστημών και Κλιματικής Αλλαγής" (ΠΑΓΓΑΙΑ) κρίνεται προεξέχουσα. Σκοπός της εγκατάστασης του ΑΣΑ είναι η παρακολούθηση των μικρού και μεγάλου μήκος περιοχών της ακτινοβολίας, καθώς και των διακυμάνσεων τους με τις πιο έγκυρες μεθόδους που είναι διαθέσιμες, η καταγραφή δεδομένων για την διακρίβωση και αξιολόγηση των δορυφορικών μετρήσεων των ακτινοβολιών στην επιφάνεια και η δημιουργία αξιόπιστης βάσης δεδομένων υψηλής ποιότητας για την αξιολόγηση των κλιματικών μοντέλων και την ανάπτυξη της τοπικής κλιματολογίας. Για την επίτευξη των σκοπών και την εγγύηση της καλύτερης δυνατής ποιότητας δεδομένων, θα ακολουθηθούν τα πρότυπα που έχει θέσει ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO) για το δίκτυο ακτινοβολιών BSRN (αναλυτικά οι διαδικασίες στο McArthur 2005 και στο <u>http://www.bsrn.awi.de/</u>).

5.1 Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων

Στον ΑΣΑ θα εγκατασταθούν ένα πυρηλιόμετρο, δύο πυρανόμετρα και ένα πυργειόμετρο που θα καταγράφουν την Άμεση Ηλιακή Ακτινοβολία, την Ολική Ηλιακή Ακτινοβολία, την Διάχυτη Ηλιακή Ακτινοβολία και την Εισερχόμενη Ολική Ακτινοβολία Μεγάλου Μήκους αντίστοιχα. Το πυρηλιόμετρο βρίσκεται τοποθετημένο σε αυτόματο σύστημα που ελέγχεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή ώστε να στοχεύει συνεχώς την θέση του ήλιου. Ειδικό σύστημα σκίασης βρίσκεται τοποθετημένο ώστε το ένα πυρανόμετρο να καταγράφει την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία. Το πυρηλιόμετρο και τα δυο πυρανόμετρα καταγράφουν στην φασματική περιοχή 0.2-4μm και το πυργειόμετρο στην περιοχή 4-100mμ.

Ο έλεγχος ποιότητας των δεδομένων περιλαμβάνει τον αποκλεισμό τιμών εκτός των φυσικά εφικτών όριων καθώς και την απόρριψη μετρήσεων που οφείλονται σε δυσλειτουργίες του μηχανολογικού/ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Τα δεδομένα καταγράφονται και εξάγονται σε αρχεία ASCII, τα οποία έχουν την ονομασία ACNddmmyy, όπου dd η μέρα, mm ο μήνας και yy τα δυο τελευταία ψηφία του έτους. Η χρονική ανάλυση είναι πάντα στο 1 λεπτό, στο οποίο αποθηκεύονται οι μέση τιμή, η τυπική απόκλιση, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή σε αυτό το διάστημα. Στον Πίνακας 13 φαίνονται όλες οι παράμετροι που καταγράφονται σε κάθε αρχείο, σε 4 στήλες κάθε φυσική παράμετρο και με την τιμή -999 για όπου υπάρχει απουσία μετρήσεων. Οι μονάδες είναι διαφορετικές ανάλογα με το επίπεδο επεξεργασίας των δεδομένων (Πίνακας 15).

5.2 Δομή και υποβολή των αρχείων

Στον Πίνακας 14 φαίνονται τα επίπεδα επεξεργασίας των δεδομένων. Τα level 1 αποθηκεύονται σε υπολογιστή του ΕΑΑ στο ΑΣΑ σε πραγματικό χρόνο. Τα level 2 αποθηκεύονται στο ΕΑΑ σε καθημερινή βάση και αποστέλλονται



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΙΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





στην βάση δεδομένων PANACEA μαζί με ένα γράφημα των καταγραφών της ημέρας. Τα level 3 παράγονται μετά από κάθε βαθμονόμηση και αποστέλλονται στην βάση δεδομένων PANACEA.

Πίνακας 14. Παράμετροι που καταγράφονται στα αρχεία

Date (dd-mm-yyyy)	Ημερομηνία της μέτρησης
Time (hh:mm)	Ώρα της μέτρησης
Global	Η Ολική Ηλιακή ακτινοβολία
Direct	Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία
Diffuse	Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία
Downward longwave	Η εισερχόμενη μεγάλου μήκους ακτινοβολία

Πίνακας 15. Επίπεδο επεξεργασίας των δεδομένων

Level 1 (Πρωτογενή δεδομένα)	Δεδομένα όπως καταγράφονται από τα όργανα σε Volt.
	Δεδομένα στα οποία εφαρμόζεται η τελευταία
Γενείς (Πραγματικού χρονού)	βαθμονόμηση και οι μετρήσεις σώζονται σε W/m²
Level 3 (Οριστικά Ποιοτικά Ελεγμένα Δεδομένα)	Δεδομένα στα οποία έχουν εφαρμοστεί 2
	βαθμονομήσεις και έχει διενεργηθεί έλεγχος
	ποιότητας και οι μετρήσεις σώζονται σε W/m²



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΓΙΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





6 Πρωτόκολλα Υποβολής Δεδομένων Μετρήσεων φασματοφωτομέτρων PSR και Pandora

Στις εγκαταστάσεις τού ακτινομετρικού σταθμού του Θησείου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, ΕΑΑ, λειτουργεί η πλατφόρμα φασματικών μετρήσεων ηλιακής ακτινοβολίας και ποιότητας της ατμόσφαιρας. Περιλαμβάνει το φασματοφωτομέτρο PSR (Precision Spectral Radiometer) και το φασματοφωτομέτρο PANDORA.

6.1 Φασματοφωτόμετρο PSR

6.1.1 Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων

To PSR (Precision Spectral Radiometer) είναι ένα πρότυπο ηλιακό φασματοφωτόμετρο που έχει κατασκευαστεί στο Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos - World Radiation Centre (PMOD-WRC) στο Davos τη Ελβετίας. Το φασματοφωτόμετρο καταγράφει το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή 300-1020nm με φασματική ανάλυση 0.7nm, ενώ η συχνότητα καταγραφής είναι από 5 δευτερόλεπτα έως 1 λεπτό, αναλόγως της αντίστοιχης μέτρησης (Raptis et al., 2018). Το όργανο διαθέτει δυο οπτικά μέρη που καταλήγουν στον ίδιο φασματικό αναλυτή, έτσι ώστε να καταγράφεται η ολική (GHI) και άμεση (DNI) φασματική ηλιακή ακτινοβολία αντίστοιχα. Το όργανο βαθμονομείται τακτικά στο PMOD-WRC ώστε να είναι ακριβείς οι μετρήσεις. Το PSR είναι εγκατεστημένο σε αυτόματο σύστημα παρακολούθησης του ήλιου (EKO tracker), που παρέχει την δυνατότητα για συνεχείς μετρήσεις.

Από τις μετρήσεις του PSR παράγεται το οπτικό βάθος αερολυμάτων σε όλη την περιοχή του ορατού, του εγγύς υπέρυθρου και του εγγύς υπεριώδους (300-1020nm) με βήμα 0.5nm. Η κατακόρυφη στήλη υδρατμών υπολογίζεται σε cm, χρησιμοποιώντας την φασματική περιοχή του υπέρυθρου. Επίσης εξάγονται ολοφασματικά η Ολική και η Άμεση ηλιακή ακτινοβολία και διάφορα σχετικά μεγέθη όπως ο δείκτης υπεριώδους ακτινοβολίας (UV Index), η Photosynthetically Active Radiation (PAR) και η παραγωγή βιταμίνης D.

6.1.2 Δομή και υποβολή των αρχείων

Στον Πίνακας 16 φαίνονται τα επίπεδα επεξεργασίας των δεδομένων. Τα δεδομένα level 1 αποθηκεύονται σε υπολογιστή του ΕΑΑ σε πραγματικό χρόνο. Τα level 2 παράγονται και αποθηκεύονται στο ΕΑΑ χρησιμοποιώντας τα αρχεία των βαθμονομήσεων του PMOD-WRC. Τα level 3 παράγονται καθημερινά και αποστέλλονται στην PANACEA μαζί με οπτικοποίηση των χρονοσειρών Ολικής και Άμεσης Ηλιακής Ακτινοβολίας, και αποθηκεύονται στο ΕΑΑ.

Πίνακας 16. Επίπεδο επεξεργασίας των δεδομένων PSR.

Level 1 (Πρωτογενή δεδομένα)	Δεδομένα όπως καταγράφονται από το PSR σε Volt
------------------------------	--







Level2 (Βαθμονόμηση ακτινοβολιών)	Δεδομένα στα οποία εφαρμόζεται η τελευταία βαθμονόμηση, ελέγχονται για την ποιότητα και οι μετοήσεις σώζονται σε W/m²/nm
Level 3 (Εξαγόμενα Προϊόντα)	Προϊόντα για Ολική Ηλιακή Ακτινοβολία, Άμεση Ηλιακή Ακτινοβολία, οπτικό βάθος αερολυμάτων, κατακόρυφη στήλη υδρατμών, UV Index, Βιταμίνη D. ,PAR

Πίνακας 17. Κοινές παράμετροι που περιέχονται σε κάθε αρχείο δεδομένων

Date (dd:mm:yyyy)	Ημερομηνία της μέτρησης
Time (hh:mm:ss)	Ώρα της μέτρησης
Site Latitude (Degrees)	Γεωγραφικό πλάτος του σταθμού σε μοίρες
Site Longitude (Degrees)	Γεωγραφικό μήκος του σταθμού σε μοίρες
Site Elevation (m)	Υψόμετρο του σταθμού σε μέτρα από την επιφάνεια
	της θάλασσας
Solar Zenith Angle (Degrees)	Ηλιακή ζενίθια γωνία σε μοίρες
Wavelength	Τα ακριβή 1024 μήκη κύματος των μετρήσεων

Πίνακας 18. Παράμετροι στα αρχεία δεδομένων ανά επίπεδο επεξεργασίας

Level 1	
spec	Μέσος όρος των 5 μετρήσεων σε κάθε κύκλο σε Volt σε κάθε κανάλι του φάσματος,
std	Τυπική Απόκλιση των 5 μετρήσεων σε κάθε κύκλο σε Volt σε κάθε κανάλι του φάσματος,
ID	Δείκτης για την ταυτοποίηση της μέτρησης, DIR για Άμεση Ηλιακή Ακτινβολία και GLB για ολική ηλιακή ακτινβολία.
Level 2	
DIRspec	Μέση Άμεση Ηλιακή Ακτινοβολία ανα κανάλι και ανα λεπτό σε W/m²/nm
DIRstd	Τυπική Απόκλιση Άμεσης Ηλιακής Ακτινοβολίας ανα κανάλι και ανα λεπτό σε W/m²/nm
GLBspec	Μέση Ολική Ηλιακή Ακτινοβολία ανα κανάλι και ανα λεπτό σε W/m²/nm
GLBstd	Τυπική Απόκλιση Ολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας ανα κανάλι και ανα λεπτό σε W/m²/nm
Level 3	
DIRI	Ολοφασματική Άμεση Ηλιακή Ακτινβολία (W/m²)
GLBI	Ολοφασματική Ολική Ηλιακή Ακτινβολία (W/m²)
AOD	Οπτικό Βάθος Αερολυμάτων σε μήκη κύματος στην περιοχή 300-1020nm με βήμα 0.5 nm
IWV	Κατακόρυφη Στήλη Υδρατμών (cm)
UV Index	Δείκτης Υπεριώδους Ακτινοβολίας



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΓΙΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





Vitamin D	παραγωγή βιταμίνης D (W/m²)
PAR	Φωτοσυνθετική ικανότητα φυτών

6.2 Φασματοφωτόμετρο Pandora

Το πρόγραμμα PANDORA ξεκίνησε το 2006 στις ΗΠΑ, και από το 2011 κατασκευάζονται εμπορικά τα όργανα PANDORA και δημιουργείται το δίκτυο PANDONIA για την απεικόνιση των μετρήσεων (www.pandonia.net). Το τεχνολογικά επίτευγμα του συγκεκριμένου οργάνου είναι ότι με την χρήση μιας σειράς φίλτρων διαφορετικής διαπερατότητας καταφέρνει να έχει ευαισθησία σε πολύ διαφορετικές τάξεις μεγέθους ακτινοβολίας και έτσι να μπορεί να καταγράφει ο ίδιος αισθητήρας μια σειρά από μεγέθη με μεγάλη ακρίβεια τα οποία χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή των προϊόντων του δικτύου (Herman et al, 2009, Tzortiou et al., 2012.)

6.2.1 Καταγραφή - Επεξεργασία μετρήσεων- Περιοδικότητα υποβολής των μετρήσεων

Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται στην φασματική περιοχή 280-525nm με ανάλυση 0.6nm, με ξεχωριστό φίλτρο στην υπεριώδη περιοχή, και καταγράφεται η Άμεση Ηλιακή Ακτινοβολία, η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις (τεχνική DOAS). Λόγω των πολύ μικρών ενεργειακών του απαιτήσεων και του αυτόματου συστήματος παρακολούθησης του ήλιου, το PANDORA πραγματοποιεί συνεχείς και αξιόπιστες μετρήσεις με μεγάλη ακρίβεια.

Τα εξαγόμενα προϊόντα περιλαμβάνουν την κατακόρυφη στήλη του όζοντος (O₃) και του διοξειδίου του αζώτου (NO₂). Οι μονάδες για τις στήλες και των δυο αερίων είναι σε Dobson Unit. Η συχνότητα στις χρονοσειρές είναι 3-5 λεπτά, σε ανέφελες συνθήκες, καθώς μετρήσεις σε αυτό το διάστημα χρησιμοποιούνται για να εξαχθούν τα μεγέθη σαν μέσοι όροι, με σκοπό την μείωση της αβεβαιότητας. Η αβεβαιότητα που προκύπτει στατιστικά από την διακύμανση σε αυτό το χρονικό διάστημα, αλλά και από τις διορθώσεις που εφαρμόζονται στους υπολογισμούς, καταγράφεται συνεχώς και ξεχωριστά σε κάθε σημείο της χρονοσειράς.

6.2.2 Δομή και υποβολή των αρχείων

Τα δεδομένα καταγράφονται και εξάγονται σε αρχεία ASCII, τα οποία έχουν την ονομασία PANDORA119_NOATH_yyyymmdd_levx.txt, όπου dd η μέρα, mm ο μήνας και γγγγ το έτος. Η χρονική ανάλυση είναι από 20 δευτερόλεπτα έως 2 λεπτά, στην διάρκεια των οποίων πραγματοποιούνται 8 κύκλοι μετρήσεων και μετρήσεις σκοτεινού ρεύματος και αποθηκεύονται τα αντίστοιχα στατιστικά. Οι μονάδες είναι διαφορετικές ανάλογα με το επίπεδο επεξεργασίας των δεδομένων (Πίνακας 19).

Στους Πίνακας 20Πίνακας 21*Πίνακας 22*Πίνακας 23 φαίνονται τα επίπεδα επεξεργασίας των δεδομένων. Τα level 1 αποθηκεύονται σε υπολογιστή του ΕΑΑ σε πραγματικό χρόνο, στο τέλος της ημέρας αποστέλλονται στο δίκτυο PANDONIA. Τα level 2 αποθηκεύονται στο ΕΑΑ και στο δίκτυο PANDONIA. Τα level 3 παράγονται καθημερινά και αποστέλλονται στην PANACEA μαζί με οπτικοποίηση των χρονοσειρών NO2 και O3, και αποθηκεύονται σε ΕΑΑ και PANDONIA.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΠΑ & ΤΖ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΡΗΡΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΕΥΤΗ ΕΠΑΥΕΚ





Πίνακας 19. Επίπεδο επεξεργασίας των δεδομένων Pandora.

Level 1 (Πρωτογενή δεδομένα)	Δεδομένα όπως καταγράφονται από τα όργανα σε μετρήσεις φωτονίων
Level2 (Βαθνονόμηση ακτινοβολιών)	Δεδομένα στα οποία εφαρμόζεται η τελευταία βαθμονόμηση, ελέγχονται για την ποιότητα και οι μετρήσεις σώζονται σε W/m²
Level 3 (Εξαγόμενα Προίοντα)	Δεδομένα συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων σε DU

Πίνακας 20. Παραμέτροι που καταγράφονται στα αρχεία Level-1

Two letter code	Ένδειξη για το τύπο της μέτρησης
UT date and time	Ημερομηνία και ώρα στην ώρα της έναρξης της μέτρησης με μορφή yyyymmddThhmmssZ
Routine count	Αριθμός Μέτρησης
Repetition count	Αριθμός Επαναλήψεως
Total duration of measurement	Διάρκεια μέτρησης (σε δευτερόλεπτα)
Integration time	Χρόνος ολοκληρωσης (σε ms)
Number of cycles	Αριθμός κύκλων
Saturation index	Θετικός αριθμός οι κύκλοι με κορεσμένα δεδομένα, αρνητικός αριθμός ο αριθμός των κύκλων που δεν σώθηκαν
Position of filterwheel #1	Θέση επιλογέα φίλτρου 1 (1-9)
Position of filterwheel #2,	Θέση επιλογέα φίλτρου 2 (1-9)
Pointing zenith angle	Ζενίθιο μέτρησης
Zenith pointing mode	Κατάσταση ζενίθιου Ο για απόλυτο, 1 για σχετικό με τον ήλιο, 2 για σχετικό με την σελήνη
Pointing azimuth	Αζιμούθιο μέτρησης σε μοίρες
Azimuth pointing mode	Κατάσταση αζιμούθιο Ο για απόλυτο, 1 για σχετικό με τον ήλιο, 2 για σχετικό με την σελήνη
Temperature at electronics board	Θερμοκρασία πλακέτας ηλεκτρονικών (Cº)
Spectrometer control temperature	Θερμοκρασία φασματόμετρου (Cº)



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





Auxiliary spectrometer temperature	Βοηθητική Θερμοκρασία φασματόμετρου (Cº)
Scale factor for data	Παράγοντας κλίμακας για την οπτικοποίηση των δεδομένων
Uncertainty indicator: uncertainty is 0=not given, 1=standard deviation, 2=rms to a fitted straight line	Δείκτης αβεβαιότητας. 1 για τυπική απόκλιση, 2 για μέση τετραγωνική ρίζα
Mean over all cycles of raw counts for each pixel	2048 θέσεις για κάθε πιξελ του φάσματος, τιμές σε αριθμό φωτονίων
Columns 2074-4125: Uncertainty of raw counts for each pixel divided by the square root of the number of cycles	2048 θέσεις για την αβεβαιότητα σε κάθε πιξελ του φάσματος

Πίνακας 21. Παραμέτροι που καταγράφονται στα αρχεία Level-2

Two letter code	Ένδειξη για το τύπο της μέτρησης
UT date and time	Ημερομήνια και ώρα στην ώρα της έναρξης της μέτρησης με μορφή yyyymmddThhmmssZ
Routine count	Αριθμός Μέτρησης
Repetition count (1 for the first set in the routine, 2 for the second, etc.)	Αριθμός Επαναλήψεως
Total duration of measurement	Διάρκεια μέτρησης (σε δευτερόλεπτα)
Integration time	Χρόνος ολοκληρωσης (σε ms)
Number of bright count cycles	Αριθμός ηλιακών μετρήσεων στον κύκλο
Number of dark count cycles	Αριθμός σκοτεινών μετρήσεων στον κύκλο
Position of filterwheel #1	Θέση επιλογέα φίλτρου 1 (1-9)
Position of filterwheel #2	Θέση επιλογέα φίλτρου 2 (1-9)
Position of filterwheel #1	Θέση επιλογέα φίλτρου 1 (1-9)
Position of filterwheel #2	Θέση επιλογέα φίλτρου 2 (1-9)
Position of filterwheel #1	Θέση επιλογέα φίλτρου 1 (1-9)
Position of filterwheel #2	Θέση επιλογέα φίλτρου 2 (1-9)



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΛΈΚ





Sum over 2^i with i being a level 1 to level 2 conversion step	Άθροισμα τετραγώνων του δείκτη Ι, οπού τιμές Ο για σκοτεινή διόρθωση, 1 διόρθωση θερμοκρασίας, 2 μη γραμμική διόρθωση, 3 μετατροπή μονάδων, 4 διόρθωση οριζόντιου πεδίου, 5 διόρθωση παρασιτικής ακτινοβολίας, 6 διόρθωση αλλαγής μήκος κύματος, 7 διόρθωση φίλτρου, 9 διόρθωση μήκους κύματος
Number of pixels, where dark count is higher than bright count	Πίξελ με μεγαλύτερη σκοτεινή από ηλιακή μέτρηση
Index of pixel with the highest corrected counts	Θέση του πίξελ με την μεγαλύτερη τιμή (εκτός των κορεσμένων)
Stray light correction method	Μέθοδος διόρθωσης παρασιτικής ακτινοβολίας. Ο καμία διόρθωση, 1 απλή, 2 διόρθωση πίνακα, 3 προσαρμοσμένη μέθοδος
Estimated average residual stray light	Ακτινοβολία που προέρχεται από διαφορετικά μήκη κύματος (%)
Estimated stray light in the signal before correction	Ακτινοβολία που προέρχεται από διαφορετικά μήκη κύματος πριν την διόρθωση στα 300, 305, 310, 320, 350, 400nm (%)
Mean wavelength correction	Μέση Διόρθωση μήκους κύματος (%)
Standard deviation of wavelength correction	Τυπική απόκλιση διόρθωσης μήκους κύματος (%)
Expected wavelength shift	Εκτιμώμενη φασματική μετατόπιση με βάση την ενεργό θερμοκρασία (nm)))
Retrieved wavelength change	Ανακτημένη φασματική μετατόπιση
Temperature at electronics board	Θερμοκρασία πλακέτας ηλεκτρονικών (C⁰)
Spectrometer control temperature	Θερμοκρασία φασματόμετρου (C⁰)
Auxiliary spectrometer temperature	Βοηθητική Θερμοκρασία φασματόμετρου (C⁰)
Scale factor for output data	Παράγοντας κλίμακας για την οπτικοποίηση των δεδομένων
Uncertainty indicator:	Ενδείξεις για τον υπολογισμό της αβεβαιότητας
Level 2 data type	Τύπος δεδομένων level2 (1 για διορθωμένο αριθμό ηλεκτρονίων, 2 για mW/m2/nm)
Level 2 data for each pixel	2048 τιμές για τα level2 πιξελ του φάσματος



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





Uncertainty of level 2 data for each pixel	2048 τιμές αβεβαιότητας για κάθε πιξελ του
	φάσματος

Πίνακας 22. Παραμέτροι που καταγράφονται στα αρχεία Level-3 για το NO2

Column 1: UT date and time	Ημερομηνία και ώρα στην ώρα στο μέσο της μέτρησης με μορφή yyyymmddThhmmssZ
Total duration of measurement	Διάρκεια μέτρησης (δευτερόλεπτα)
Solar zenith angle	Ηλιακό ζενίθειο στην κεντρική στιγμή της μέτρησης
Solar azimuth angle	Ηλιακό αζιμούθιο στην κεντρική στιγμή της μέτρησης
rms of unweighted spectral fitting residuals	Μέση τετραγωνική ρίζα των φασματικών υπολοίπων της παλινδρόμησης
Normalized rms of weighted spectral fitting residuals	Κανονικοποιήμενη μέση τετραγωνική ρίζα των φασματικών υπολοίπων της παλινδρόμησης
Nitrogen dioxide vertical column	NO2 Κατακόρυφη Στήλη (DU)
Uncertainty of nitrogen dioxide vertical column	Αβεβαίοτητα NO2 Κατακόρυφη στήλη
nitrogen dioxide air mass factor	Οπτική μάζα ηλιακής ακτινοβολίας για το ΝΟ2
Effective temperature	Ενεργός Θερμοκρασία (C⁰)
Estimated average residual stray light	Ακτινοβολία που προέρχεται από διαφορετικά μήκη κύματος
Retrieved wavelength shift [nm],	Μετάτοπιση φάσματος (nm)
Position of filterwheel #2	Θέση επιλογέα φίλτρου 2
Fitting result index	1,2 ορθό, διαφορετικά σφάλμα
Nitrogen dioxide effective temperature	Ενεργός θερμοκρασία ΝΟ2
Uncertainty of nitrogen dioxide effective temperature	Αβεβαίοτητα ενεργής θερμοκρασίας ΝΟ2

Πίνακας 23. Παραμέτροι που καταγράφονται στα αρχεία Level-3 για το Ο3

Column 1: UT date and time	Ημερομηνία και ώρα στην ώρα στο μέσο της μέτρησης με μορφή yyyymmddThhmmssZ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΤΓΙΑ & ΤΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΡΙΣΗΗ ΕΠΑνΈΚ





	v1.0
Total duration of measurement	Διάρκεια μέτρησης (δευτερόλεπτα)
Solar zenith angle	Ηλιακό ζενίθειο στην κεντρική στιγμή της μέτρησης
Solar azimuth angle	Ηλιακό αζιμούθιο στην κεντρική στιγμή της μέτρησης
rms of unweighted spectral fitting residuals	Μέση τετραγωνική ρίζα των φασματικών υπολοίπων της παλινδρόμησης
Normalized rms of weighted spectral fitting residuals	Κανονικοποιήμενη μέση τετραγωνική ρίζα των φασματικών υπολοίπων της παλινδρόμησης
Ozone vertical column	Ο3 Κατακόρυφη Στήλη (DU)
Uncertainty of ozone column	Αβεβαίοτητα Ο3 Κατακόρυφη στήλη
ozone air mass factor	Οπτική μάζα ηλιακής ακτινοβολίας για το Ο3
Effective temperature	Ενεργός Θερμοκρασία (Cº)
Estimated average residual stray light	Ακτινοβολία που προέρχεται από διαφορετικά μήκη κύματος
Retrieved wavelength shift [nm],	Μετάτοπιση φάσματος (nm)
Position of filterwheel #2	Θέση επιλογέα φίλτρου 2
Fitting result index	1,2 ορθό, διαφορετικά σφάλμα
Ozone effective temperature	ενεργος θερμοκρασία Ο3
Uncertainty of ozone effective temperature	Αβεβαιότητα ενεργής θερμοκρασίας Ο3



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΥΕΚ





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/Artn 1415\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. NO2 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







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 soluttion 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 O2–O2 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 NO2 absorption cross-sections from 42 000 cm-1 to 10 000 cm-1 (238–1000 nm) at 220 K and 294 K, J. Quant. Spectrosc. Ra., 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.





