



## Παραδοτέο Π9.2

# Έκθεση αποτελεσμάτων συνεργειών μεταξύ επιτόπιων μετρήσεων και τηλεπισκόπησης με υπολογιστικά μοντέλα στον τομέα της αλληλεπίδρασης αερολυμάτων/ακτινοβολίας

Πακέτο Εργασίας	ΠΕ 9
Νο Παραδοτέου	Π9.2 Έκθεση αποτελεσμάτων συνεργειών μεταξύ επιτόπιων μετρήσεων και τηλεπισκόπησης με υπολογιστικά μοντέλα στον τομέα της αλληλεπίδρασης αερολυμάτων/ακτινοβολίας
Επικεφαλής δικαιούχος	Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
Συγγραφείς	Βασίλης Αμοιρίδης, Αλεξάνδρα Τσέκερη, Μαρία Τσίχλα, Μανώλης Προέστακης
Συμμετέχοντες	
Εσωτερικοί κριτές	
Τύπος Παραδοτέου	Έκθεση
Επίπεδο Διάχυσης	Ανοικτό
Εκτιμώμενη ημερομηνία Παράδοσης	Μήνας 48   31/08/2022
Πραγματική ημερομηνία Παράδοσης	Μήνας 48   31/08/2022

Έκδοση	V1
Σχόλια	

## Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή .....	4
2	Διαθέσιμα δεδομένα από το παρατηρητήριο PANGEA των Αντικυθήρων, μέλος του δικτύου της PANACEA.....	4
3	Υπολογιστικά μοντέλα .....	5
3.1	ΜΟΡΣΜΑΡ .....	5
3.2	ΜΥΣΤΙC.....	5
4	Αποτελέσματα .....	6
5	References .....	7

## 1 Εισαγωγή

Η PANACEA αποτελεί την Ελληνική συνιστώσα της Ευρωπαϊκής υποδομής ACTRIS (Aerosol Clouds and Trace gases research InfraStructure). Η διασφάλιση της ποιότητας των μετρήσεων που παρέχονται στην υποδομή και πραγματοποιούνται και από τον σταθμό PANGEA των Αντικυθήρων (Panhellenic Geophysical observatory of Antikythera) εξασφαλίζει τη μέγιστη εμπέλεια για τη χρήση και την πιστότητά τους. Στο σταθμό στεγάζονται το PollyXT lidar (που ανήκει στην Ευρωπαϊκή υποδομή ACTRIS) και το CIMEL sun-photometer (που ανήκει στο παγκόσμιο δίκτυο AERONET (Aerosol Robotic Network)).

Κύριος στόχος της παρούσας αναφοράς είναι η μελέτη της επίδρασης των σωματιδίων ερημικής σκόνης στην εξερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία από την κορυφή της ατμόσφαιρας. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τα δύο όργανα που αναφέρονται παραπάνω. Η μελέτη περιορίζεται πάνω από την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου που βρίσκεται και ο σταθμός PANGEA.

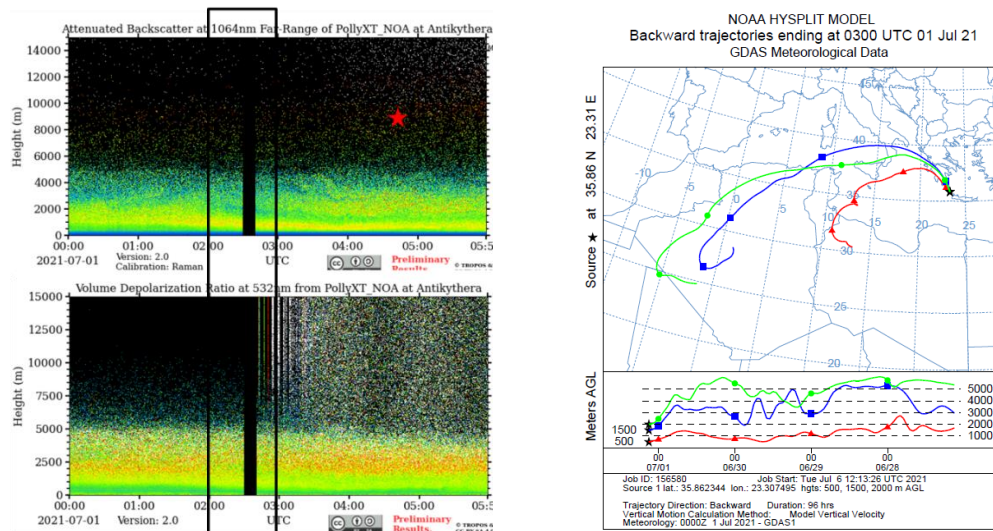
## 2 Διαθέσιμα δεδομένα από το παρατηρητήριο PANGEA των Αντικυθήρων, μέλος του δικτύου της PANACEA

Η ανάλυση αυτή βασίζεται σε επεισόδια σκόνης κατά την διάρκεια των θερινών μηνών του 2020 και 2021. Τα επεισόδια που επιλέχτηκαν είναι 13 και φαίνονται στην **Εικόνα 1**.



**Εικόνα 1.** Ημερολόγιο επεισοδίων ερημικής σκόνης πάνω από τα Αντικύθηρα που μελετήθηκαν στην παρούσα αναφορά.

Στην **Εικόνα 2** παρουσιάζεται το επεισόδιο σκόνης με το μεγαλύτερο aerosol optical depth (AOD), με τιμή 0.6 στα 440nm, το οποίο παρατηρήθηκε την 1<sup>η</sup> Ιουλίου 2021. Στην **Εικόνα 2** πάνω αριστερά (Attenuated Backscatter coefficient στα 1064nm) φαίνεται η ατμοσφαιρική σκηνή πάνω από τον σταθμό όπου παρατηρείται ότι ο κύριος όγκος των αιωρούμενων σωματιδίων ήταν περιορισμένος στα πρώτα 5 km καθ' ύψος από την επιφάνεια του εδάφους. Όπως φαίνεται από το μοντέλο HYSPLIT (**Εικόνα 2, δεξιά**) αέριες μάζες από τη Σαχάρα κινούμενες Βορειοανατολικά καταλήγουν πάνω από τα Αντικύθηρα την 1<sup>η</sup> Ιουλίου 2021 στις 03:00 UTC. Τα σωματίδια αυτά χαρακτηρίστηκαν κυρίως ως μη-σφαιρικά σωματίδια ερημικής σκόνης, όπως φαίνεται από τις μη-μηδενικές μετρήσεις του Volume Linear Depolarization Ratio (VLDR) στα 532nm (**Εικόνα 2, κάτω αριστερά**). Το μαύρο πλαίσιο υποδεικνύει την περίοδο μεσοποίησης (02:00-03:00 UTC) των μετρήσεων από το PollyXT lidar για τον υπολογισμό του extinction profile με την χρήση του αλγόριθμου SCC (Single Calculus Chain; G. D'Amico, et al., 2015), και με το κόκκινο αστεράκι δίνεται η χρονική στιγμή των μετρήσεων από το φωτόμετρο CIMEL (04:40 UTC).



Εικόνα 2. (Πάνω αριστερά) Διάγραμμα του Total Attenuated Backscatter Coefficient στα 1064nm και (κάτω αριστερά) Volume Linear Depolarization Ratio στα 532nm από το PollyXT lidar στον σταθμό PANGAEA, την 01/07/2021 στις 00:00-06:00 UTC, και (δεξιά) αποτελέσματα από το μοντέλο HYSPLIT για οπισθοτροχιές 3 ημερών που καταλήγουν στα Αντικύθηρα την 01/07/2021 στις 03:00 UTC.

### 3 Υπολογιστικά μοντέλα

Για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας στην κορυφή της ατμόσφαιρας χρησιμοποιούνται οι οπτικές ιδιότητες των σωματιδίων ερημικής σκόνης στο μοντέλο διάδοσης ακτινοβολίας MYSTIC. Για τον υπολογισμό των οπτικών ιδιοτήτων των σωματιδίων αυτών χρησιμοποιούνται οι μικροφυσικές ιδιότητες τους στο μοντέλο MOPSMAP.

#### 3.1 MOPSMAP

Για τον υπολογισμό των οπτικών ιδιοτήτων των σωματιδίων ερημικής σκόνης, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο MOPSMAP (Modeled optical properties of ensembles of aerosol particles), το οποίο αναπτύχθηκε από τους Gasteiger and Wiegner (2018). Οι οπτικές ιδιότητες στο MOPSMAP είναι προϋπολογισμένες για σωματίδια με σφαιρικό και ελλειψοειδές σχήμα, για ένα εύρος μεγεθών και δεικτών διάθλασης.

Στην αναφορά αυτή χρησιμοποιήθηκαν οι κατανομές μεγεθών των σωματιδίων πάνω από τα Αντικύθηρα όπως εξάγονται από το δίκτυο AERONET. Επίσης τα σωματίδια θεωρήθηκαν σφαιρικά και με δείκτη διάθλασης που δίνεται για τα σωματίδια της ερημικής σκόνης από τους Colarco et al. (2014).

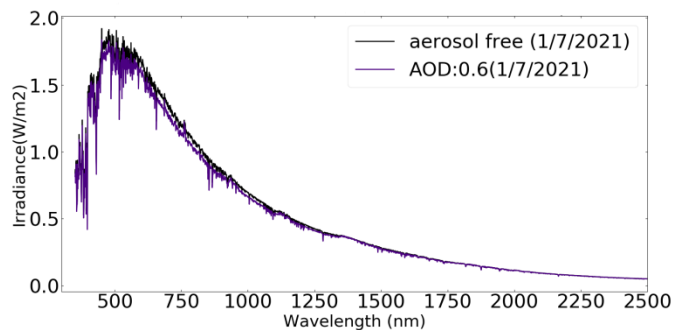
#### 3.2 MYSTIC

Για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας στο έδαφος και στην κορυφή της ατμόσφαιρας, χρησιμοποιήθηκε ο κώδικας διάδοσης ακτινοβολίας MYSTIC (Monte Carlo code for the phYSically correct Tracing of photons In Cloudy atmospheres; Mayer et al., 2009). Ο κώδικας αυτός προσομοιώνει τις διαφορετικές διαδρομές των φωτονίων μέσα στην ατμόσφαιρα και υπολογίζει την πυκνότητα ροής της ακτινοβολίας σε όλα τα ύψη, χρησιμοποιώντας τις οπτικές ιδιότητες των σωματιδίων που την απαρτίζουν.

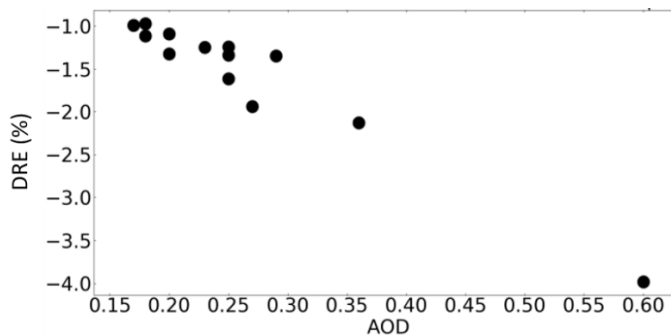
Για τους υπολογισμούς με το MYSTIC, εκτός των άλλων, χρησιμοποιήθηκαν και τα extinction coefficient profiles όπως μετρήθηκαν από το PollyXT lidar, καθώς και το AOD όπως μετρήθηκε από το CIMEL. Οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν στο ηλιακό φάσμα της ακτινοβολίας για 100 εκατομμύρια φωτόνια και ανακλαστική επιφάνεια ωκεανού.

## 4 Αποτελέσματα

Στην **Εικόνα 3** παρουσιάζεται η πυκνότητα ροής της ηλιακής ακτινοβολίας που εξέρχεται από την κορυφή της ατμόσφαιρας συναρτήσει των μηκών κύματος της ακτινοβολίας για το επεισόδιο μεταφοράς ερημικής σκόνης που παρουσιάστηκε παραπάνω (**Εικόνα 2**), και η πυκνότητα ροής της ηλιακής ακτινοβολίας που θα εξερχόταν στην περίπτωση «καθαρού ουρανού», χωρίς την παρουσία αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα.



**Εικόνα 3.** Ηλιακή ακτινοβολία ( $W/m^2$ ) που εξέρχεται από την κορυφή της ατμόσφαιρας για μια ατμόσφαιρα που περιέχει σωματίδια ερημικής σκόνης (μωβ), και για μια ατμόσφαιρα χωρίς αερολύματα (μαύρο), την 01/07/2021 και ώρα 02:00-03:00 UTC.



**Εικόνα 4.** DRE στην κορυφή της ατμόσφαιρας, συναρτήσει του οπτικού βάθους της ατμόσφαιρας, για τα 13 επεισόδια μεταφοράς ερημικής σκόνης πάνω από τον σταθμό PANGEA, κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών του 2020 και 2021.

Στην **Εικόνα 4** παρουσιάζεται το DRE, δηλαδή η διαφορά της ηλιακής ακτινοβολίας που εξέρχεται από την κορυφή της ατμόσφαιρας για μια ατμόσφαιρα που περιέχει σωματίδια ερημικής σκόνης και μια ατμόσφαιρα χωρίς αερολύματα. Οι διαφορές είναι ποσοστιαίες (ως προς τον μέσο όρο της τιμής της ακτινοβολίας με και χωρίς αερολύματα στην ατμόσφαιρα), και παρουσιάζονται συναρτήσει του AOD, για τα 13 επεισόδια μεταφοράς ερημικής σκόνης πάνω από τον σταθμό PANGEA, κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών του 2020 και 2021.

Το συμπέρασμα της παρούσας αναφοράς είναι ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα τόσο μειώνεται το ποσοστό της ακτινοβολίας που εξέρχεται από την κορυφή της. Συγκεκριμένα, η μεταφορά ερημικής σκόνης στην Ανατολική Μεσόγειο προκαλεί θέρμανση της ατμόσφαιρας.

## 5 References

### References

- Colarco, P. R., Nowottnick, E. P., Randles, C. A., Yi, B. Q., Yang, P., Kim, K. M., Smith, J. A., and Bardeen, C. G.: Impact of radiatively interactive dust aerosols in the NASA GEOS-5 climate model: Sensitivity to dust particle shape and refractive index, *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 119, 753–786, <https://doi.org/10.1002/2013jd020046>, 2014.
- D’Amico, G., Amodeo, A., Baars, H., Binietoglou, I., Freudenthaler, V., Mattis, I., Wandinger, U., and Pappalardo, G.: EARLINET Single Calculus Chain – overview on methodology and strategy, *Atmos. Meas. Tech.*, 8, 4891–4916, doi:10.5194/amt-8-4891-2015, 2015.
- Gasteiger, J. and Wiegner, M.: MOPSMAP v1.0: a versatile tool for the modeling of aerosol optical properties, *Geosci. Model Dev.*, 11, 2739–2762, <https://doi.org/10.5194/gmd-11-2739-2018>, 2018.
- Mayer B.: Radiative transfer in the cloudy atmosphere, *Eur. Phys. J. Conferences* 1, 75-99, 2009.