

# ΦΥΣΙΚΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ II

## AEROSOL OPTICAL DEPTH (AOD)

ΟΜΑΔΑ 11: Καϊρακτίδη Κωνσταντίνα AM:1068622

Μερκουλίδη Ελευθερία AM:1068777

Σμπόρας Κωνσταντίνος AM:1068716

Οι πληροφορίες που μας δόθηκαν είναι για τον σταθμό της Θεσσαλονίκης, η οποία είναι η 2<sup>η</sup> μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας. Ο σταθμός αυτός βρίσκεται στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) σε γεωγραφικό πλάτος 40.63°B, γεωγραφικό μήκος 22.96°A και υψόμετρο 60m. Το ΑΠΘ βρίσκεται στο κέντρο της πόλης σε απόσταση 500m από τη θάλασσα.

Τα δεδομένα που μας δόθηκαν αποτελούνται από το οπτικό βάθος (AOD) για 5 συγκεκριμένα μήκη κύματος και τον εκθέτη του Angstrom ( $\alpha$ ) για 440-870nm, κατά τη διάρκεια ενός έτους, για τον οποίο γνωρίζουμε ότι είναι η κλίση των λογαρίθμων του οπτικού βάθους (AOD) συναρτήσει του μήκους κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Όπως βλέπουμε και από την παρακάτω σχέση, το  $\alpha$  είναι ένας δείκτης που εκτιμάει το μέγεθος των σωματιδίων που επικρατούν στην ατμόσφαιρα.

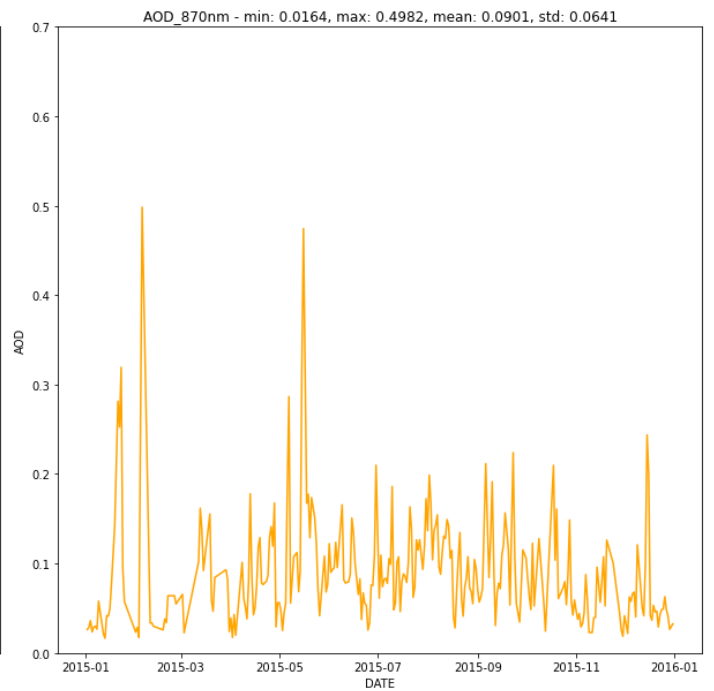
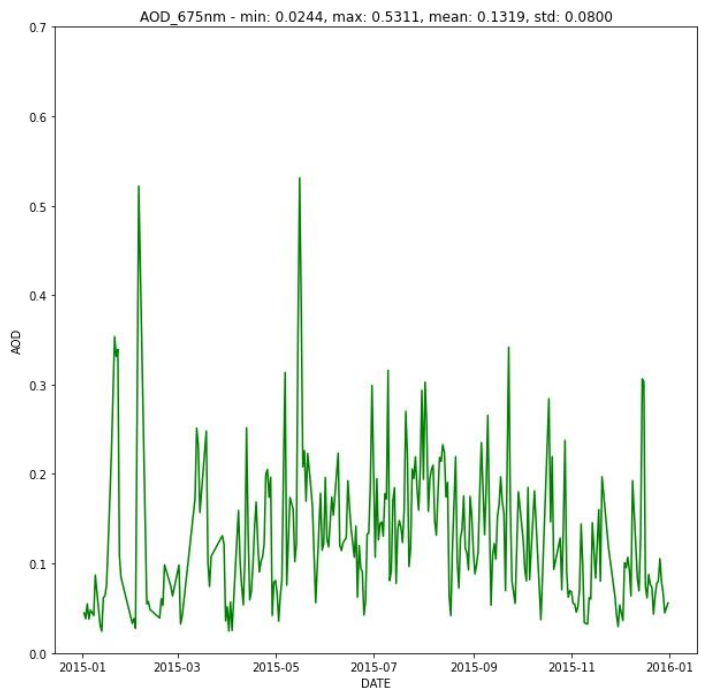
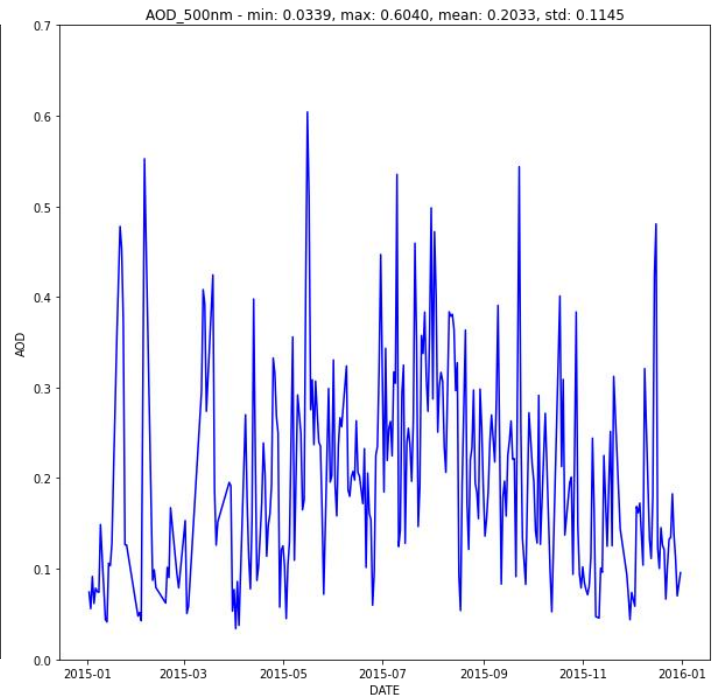
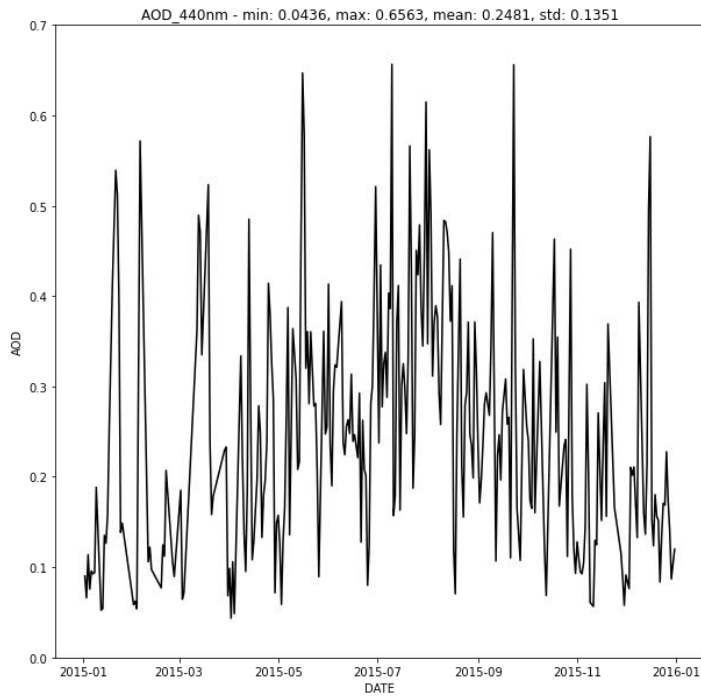
$$AOD_{\lambda} = \beta * \lambda^{-\alpha}$$

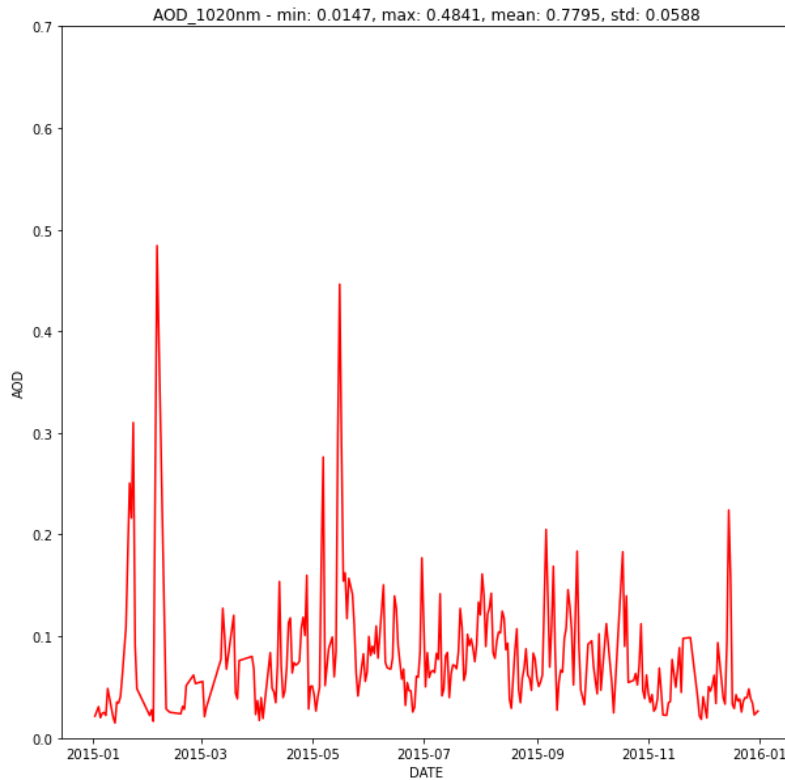
$$\alpha = - \frac{\log \frac{\tau_{\lambda 1}}{\tau_{\lambda 2}}}{\log \frac{\lambda_1}{\lambda_2}} \quad \begin{array}{l} \bullet >> \alpha \Rightarrow \text{fine particles} \\ \bullet << \alpha \Rightarrow \text{coarser particles} \end{array}$$

Όπου  $\tau_{\lambda 1} = AOD_{\lambda 1}$  και  $\tau_{\lambda 2} = AOD_{\lambda 2}$

Επίσης, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι οι μετρήσεις μας αφορούσαν καθαρές συνθήκες ουρανού (cloud free conditions).

Η γραφική απεικόνιση του AOD για όλα τα μήκη κύματος συναρτήσει του χρόνου φαίνεται στα παρακάτω γραφήματα:



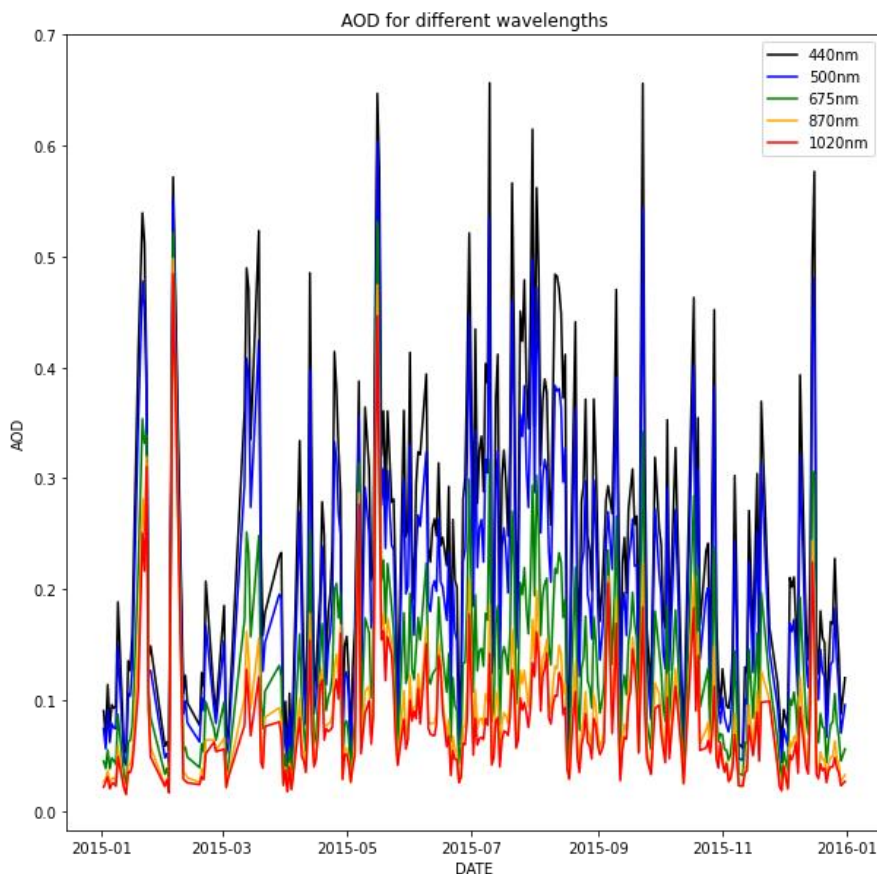


Παρατηρούμε ότι με την αύξηση του μήκους κύματος ελαττώνεται το οπτικό βάθος (AOD). Γνωρίζουμε ότι το οπτικό βάθος δείχνει πόση ακτινοβολία έχει απορροφηθεί από την ατμόσφαιρα και κατ' επέκταση πόση ακτινοβολία φτάνει στο έδαφος. Εφόσον έχουμε μεγαλύτερο AOD στα μικρότερα μήκη κύματος  $\lambda$ , συμπεραίνουμε ότι απορροφάται περισσότερο το υπεριώδες ενώ στα μεγαλύτερα  $\lambda$  (ορατό και υπέρυθρο), που έχουν μικρότερο AOD, φτάνει μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας τους στο έδαφος.

Επίσης, βλέπουμε ότι για όλα τα μήκη κύματος, οι ελάχιστες τιμές παρατηρούνται για τους μήνες Ιανουάριο και Δεκέμβριο. Με την εξαίρεση ορισμένων μεγίστων (που σχολιάζονται παρακάτω στην αναφορά), δεν παρατηρείται κάποια εποχική μεταβλητότητα για τα περισσότερα  $\lambda$  αλλά μία συχνή αυξομείωση η οποία όμως συγκλίνει σε μία συγκεκριμένη τιμή για κάθε μήκος κύματος.

Στον τίτλο κάθε γραφικής παράστασης έχουμε τοποθετήσει τα στατιστικά (ελάχιστο, μέγιστο, μέση τιμή και τυπική απόκλιση) για κάθε μήκος κύματος. Αναφορικά με την τυπική απόκλιση παρατηρούμε ότι μειώνεται με την αύξηση του μήκους κύματος, κάτι που υποδηλώνει ότι οι μετρήσεις βρίσκονται πιο κοντά στην μέση τιμή.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται σε κοινό διάγραμμα η κατανομή του AOD για όλα τα μήκη κύματος.



Από τη γραφική παράσταση φαίνεται ότι οι κορυφές για τα διάφορα  $\lambda$  παρουσιάζονται τις ίδιες ημέρες αλλά έχει απόκλιση η μια γραφική από την άλλη, γεγονός που οφείλεται στη διαφορετική απορρόφηση του κάθε μήκους κύματος από την ατμόσφαιρα (π.χ. το στρώμα του όζοντος στη στρατόσφαιρα απορροφά πολύ την υπεριώδη ακτινοβολία, αλλά όχι το ορατό και το υπέρυθρο).

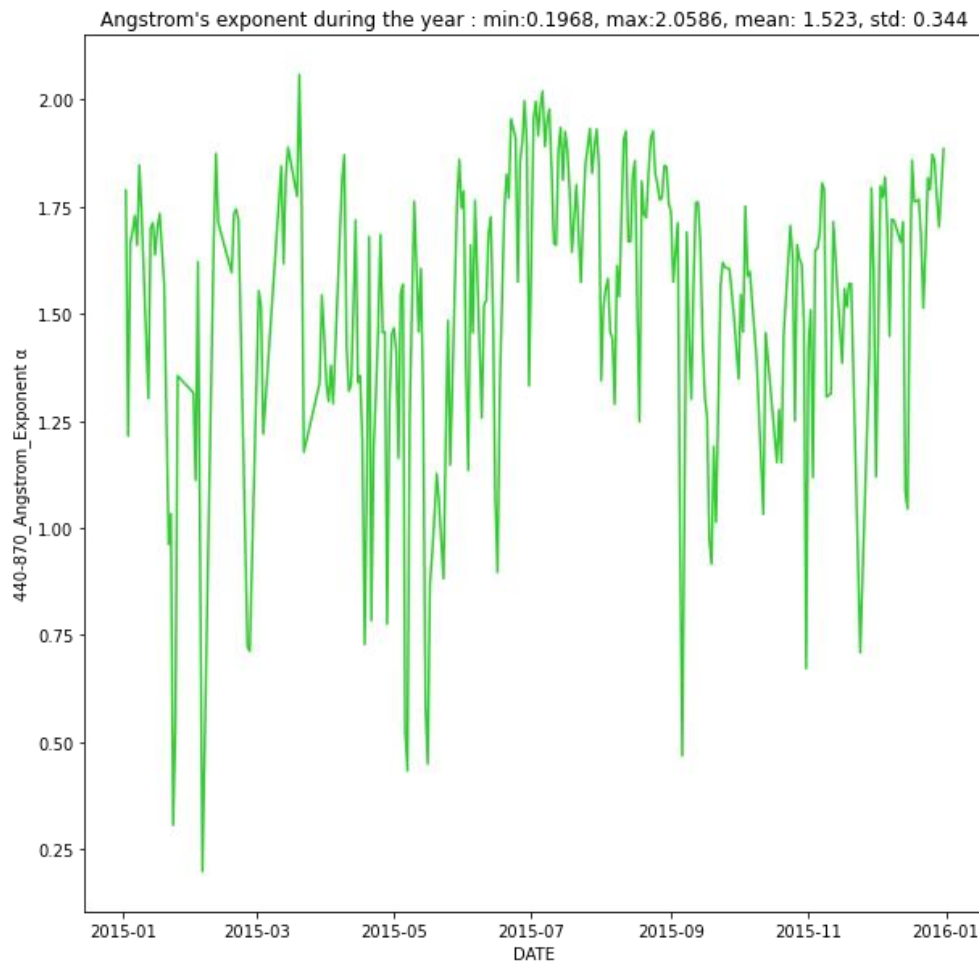
Σε συνδυασμό και με τις μεμονωμένες γραφικές για κάθε μήκος κύματος, παρατηρούμε ότι για τα 440 nm εμφανίζονται μέγιστα καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου με τα 3 μεγαλύτερα να εντοπίζονται κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Για τα 440nm και τα 500nm παρατηρείται επίσης μία αύξηση του AOD κατά τους μήνες αυτούς, κάτι που φαίνεται και από την καμπύλωση των γραφικών τους παραστάσεων.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα μήκη κύματος  $\lambda$ , κυριαρχούν δύο μέγιστα, ένα τον Φεβρουάριο και ένα τον Μάιο. Αυτά πιθανόν οφείλονται στην επίδραση των αιωρούμενων σωματιδίων στο AOD και κατ' επέκταση στην ακτινοβολία. Συγκεκριμένα, για τον μήνα Φεβρουάριο η απορρόφηση της ακτινοβολίας οφείλεται σε σωματίδια που προέρχονται από καύση βιομάζας (π.χ. τζάκια) ενώ για τον Μάιο σε σωματίδια που προέρχονται από την ύπαρξη γύρης.

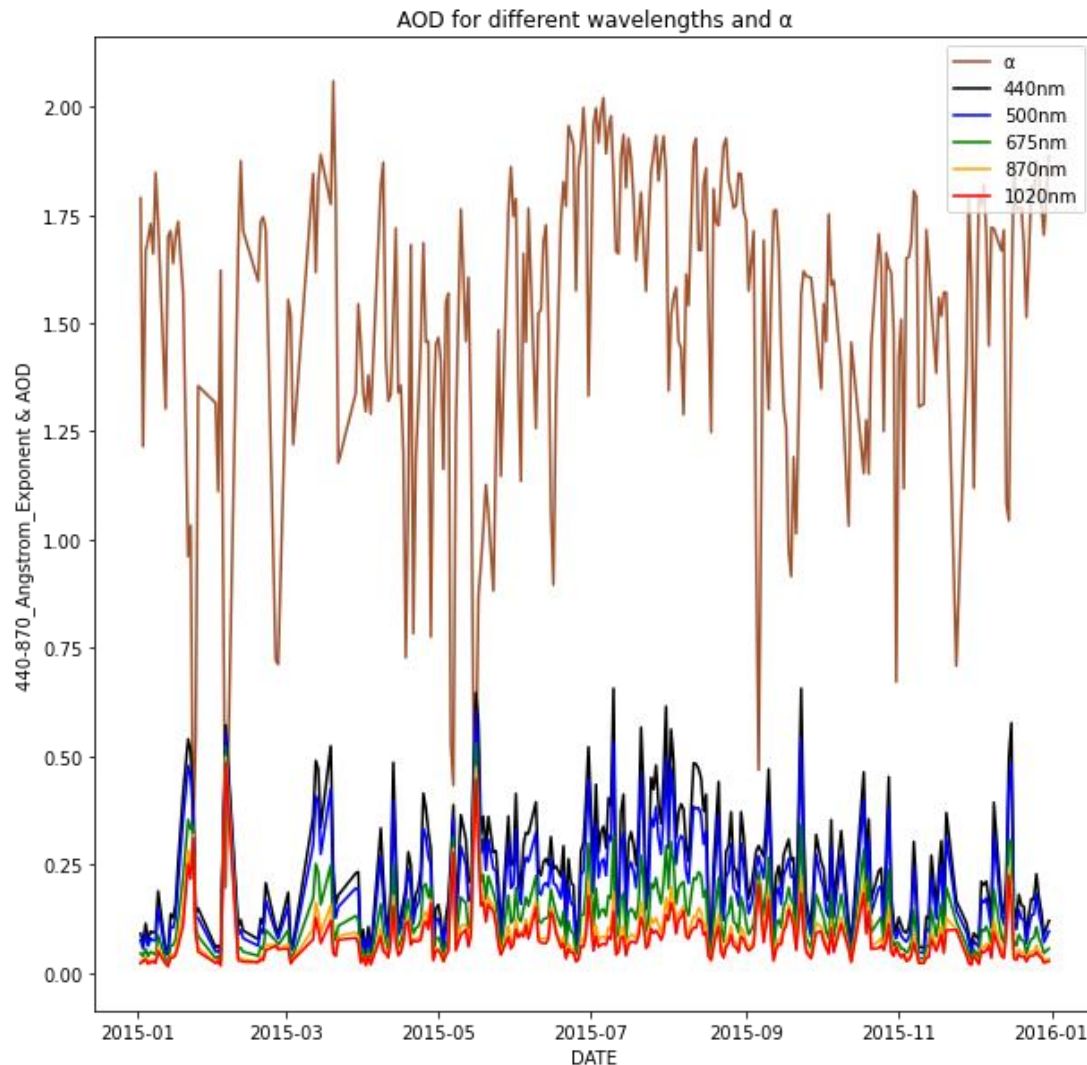
Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στις κορυφές του AOD είναι:

- Σκόνη (π.χ από τη Σαχάρα)
- Σωματίδια από τη θάλασσα (ο σταθμός βρίσκεται 500m από τη θάλασσα)
- Εκπομπή ρύπων από τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς
- Καταστήματα εστίασης (εστιατόρια)

Στη συνέχεια μελετήσαμε τη μεταβολή του εκθέτη Angstrom ( $\alpha$ ) κατά τη διάρκεια του έτους, όπως φαίνεται στην παρακάτω γραφική.



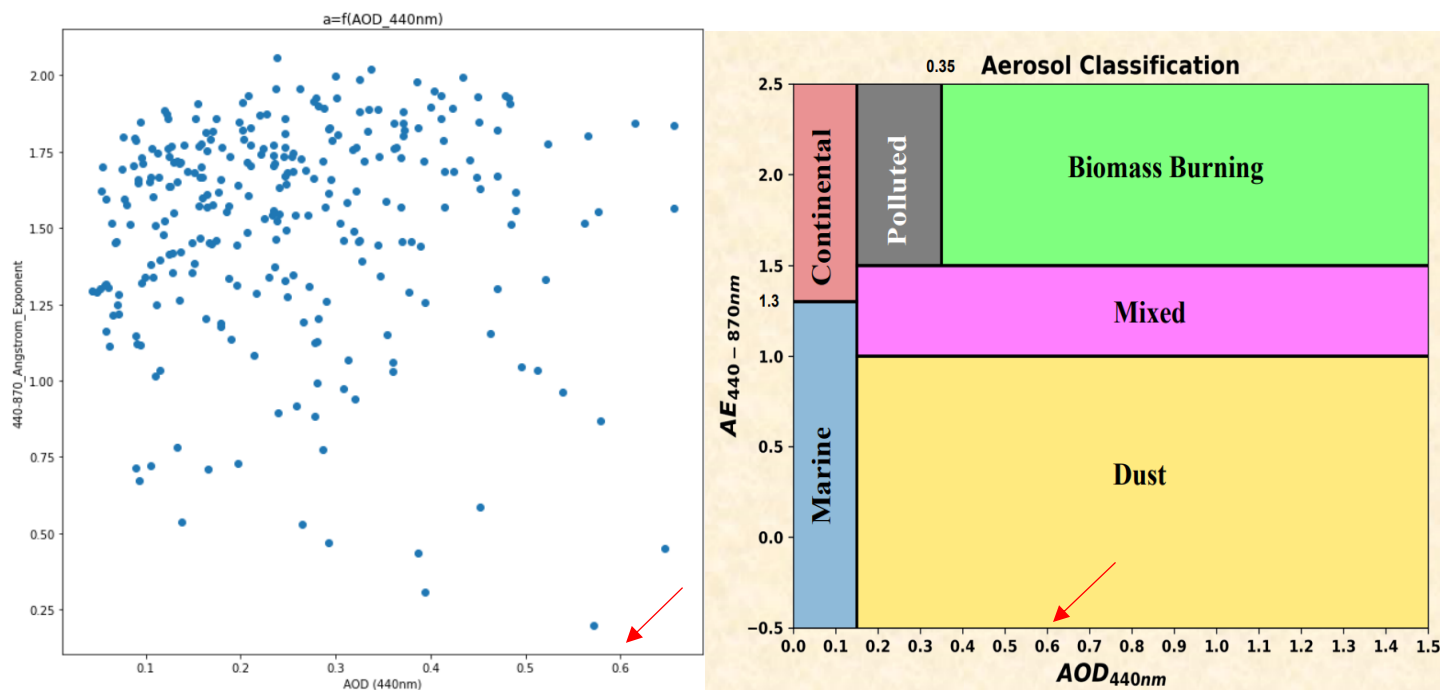
Συνδυάζοντας όλα τα δεδομένα μας στην ίδια γραφική παράσταση προκύπτει το παρακάτω γράφημα.



Το  $\alpha$  δείχνει το μέγεθος των σωματιδίων που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και συγκεκριμένα για  $\alpha < 1$  έχουμε μεγάλα σωματίδια, ενώ για  $\alpha > 1$  μικρά σωματίδια. Γενικά για όλη την περίοδο του έτους το  $\alpha$  είναι μεγαλύτερο της μονάδας, κάτι που είναι αναμενόμενο καθώς στην πόλη έχουμε κυρίως μικρά σωματίδια (π.χ traffic).

Παρατηρούμε ότι τα ελάχιστα του  $\alpha$  συμπίπτουν με τα μέγιστα του οπτικού βάθους, διότι για μεγάλα σωματίδια έχουμε περισσότερη σκέδαση, δηλαδή εξασθένιση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Έπειτα, ακολουθεί η γραφική παράσταση  $\alpha=f(\text{AOD}_{440\text{nm}})$  και ένα ενδεικτικό γράφημα, στο οποίο παρουσιάζονται ποια αιωρούμενα σωματίδια επικρατούν με βάση τις τιμές της παραπάνω συνάρτησης.



Το γράφημα μας επιβεβαιώνει τις πηγές των αιωρούμενων σωματιδίων και κατ' επέκταση τις τιμές που λαμβάνει ο εκθέτης του Angstrom  $\alpha$  όπως αυτές σχολιάστηκαν στην παρούσα αναφορά.

Συνοψίζοντας, για το κέντρο της Θεσσαλονίκης παρατηρούμε ότι κυριαρχούν ως επί το πλείστον μικρά σωματίδια, ενώ για το AOD επιβεβαιώνεται ότι μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους συναρτήσει του μήκους κύματος  $\lambda$ , κάτι που δείχνει την διαφορετική επίδραση της ατμόσφαιρας ανάλογα με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.