

**Συμβολή στα επίπεδα σωματιδιακής ρύπανσης της Θεσσαλονίκης  
από απομακρυσμένες πηγές**

**Δ. Μελάς**

*Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ, μέλος της Ομάδας Εργασίας ΤΕΕ/ΤΚΜ*

Οι μέγιστες συγκεντρώσεις σωματιδίων εμφανίζονται σε θερμά σημεία κυκλοφορίας στις αστικές περιοχές αλλά σημαντικές συγκεντρώσεις εμφανίζονται επίσης και σε περιοχές υποβάθρου ενώ η διασυννοριακή μεταφορά είναι μεγάλη. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια κερδίζει συνεχώς έδαφος η άποψη ότι αποτελεσματικές στρατηγικές μείωσης της περιβαλλοντικής βλάβης, που προκαλείται από την ατμοσφαιρική ρύπανση, θα πρέπει να ενσωματώνουν την περιβαλλοντική επιβάρυνση από την μεγάλης κλίμακας μεταφορά των ρύπων οι οποίοι εκπέμπονται από ανθρωπογενείς πηγές σε άλλες χώρες αλλά προέρχονται επίσης και από φυσικές διεργασίες, όπως είναι η μεταφορά σκόνης από τη Σαχάρα.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του Προγράμματος Συνεργασίας για την Παρακολούθηση και την Αξιολόγηση της Μεγάλης Κλίμακας Μεταφοράς των Αέριων Ρύπων στην Ευρώπη (γνωστό με τα αρχικά EMEP) το περιφερειακό υπόβαθρο των ανθρωπογενών σωματιδίων στην Ελλάδα έχει μια πολύ σημαντική διασυννοριακή συνιστώσα η οποία για τα PM<sub>2.5</sub> φθάνει το ~80%. Ακόμη και για τα πρωτογενή μεγαλύτερα σωματίδια η συνεισφορά της διασυννοριακής ρύπανσης είναι σημαντική (~45% για την Ελλάδα).

Επιστημονικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι η μεταφορά σκόνης από τη Σαχάρα μπορεί να είναι υπεύθυνη για το 10-20% των επεισοδίων σωματιδιακής ρύπανσης σε Μεσογειακές χώρες. Κατά τη διάρκεια μάλιστα επεισοδίων μεταφοράς, η συμμετοχή της μεταφερόμενης σκόνης στα επίπεδα των PM<sub>10</sub> σε Μεσογειακές χώρες μπορεί να ξεπεράσει και το 60%. Η μεταφορά σκόνης από τη Σαχάρα εμφανίζεται στην Μακεδονία το ~12% τον ημερών του έτους. Ιδιαίτερα η περίοδος της άνοιξης εμφανίζει μεγάλα επεισόδια μεταφοράς σκόνης, με τα περισσότερα επεισόδια μεταφοράς να παρατηρούνται κατά τους μήνες Απρίλιο και Μάιο.

# Συμβολή στα επίπεδα σωματιδιακής ρύπανσης της Θεσσαλονίκης από απομακρυσμένες πηγές

---

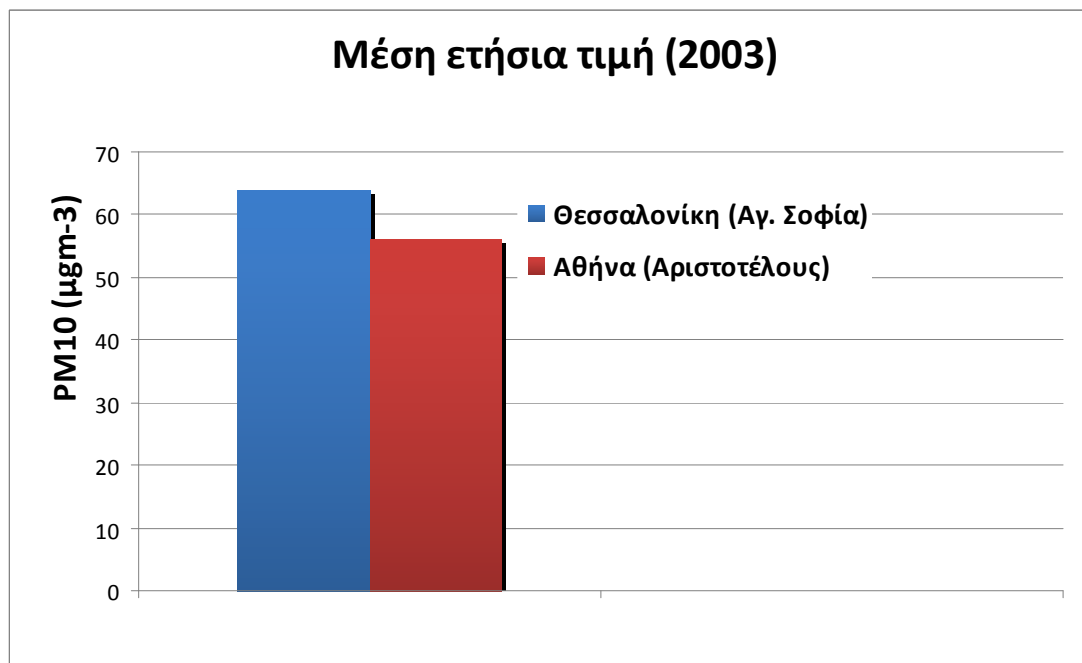


**Δημήτρης Μελάς<sup>1</sup>, Κώστα Μαρκάκης<sup>1</sup>, Δημήτρης  
Παπαναστασίου<sup>2</sup>, Ελένη Κατράγκου<sup>1</sup>, Νατάσα Πούπκου<sup>1</sup>,  
Ναταλία Λιώρα<sup>1</sup>, Θεόδωρος Γιάνναρος<sup>1</sup>, Ηλίας Μιχαηλίδης<sup>1</sup>**

1 Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

2 Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανικής & Περιβάλλοντος, Ινστιτούτο Τεχνολογίας  
& Διαχείρισης Αγρο-οικοσυστημάτων, Κ.Ε.ΤΕ.Α.Θ.

## Η Θεσσαλονίκη έχει υψηλότερα επίπεδα σωματιδιακής ρύπανσης από την Αθήνα,

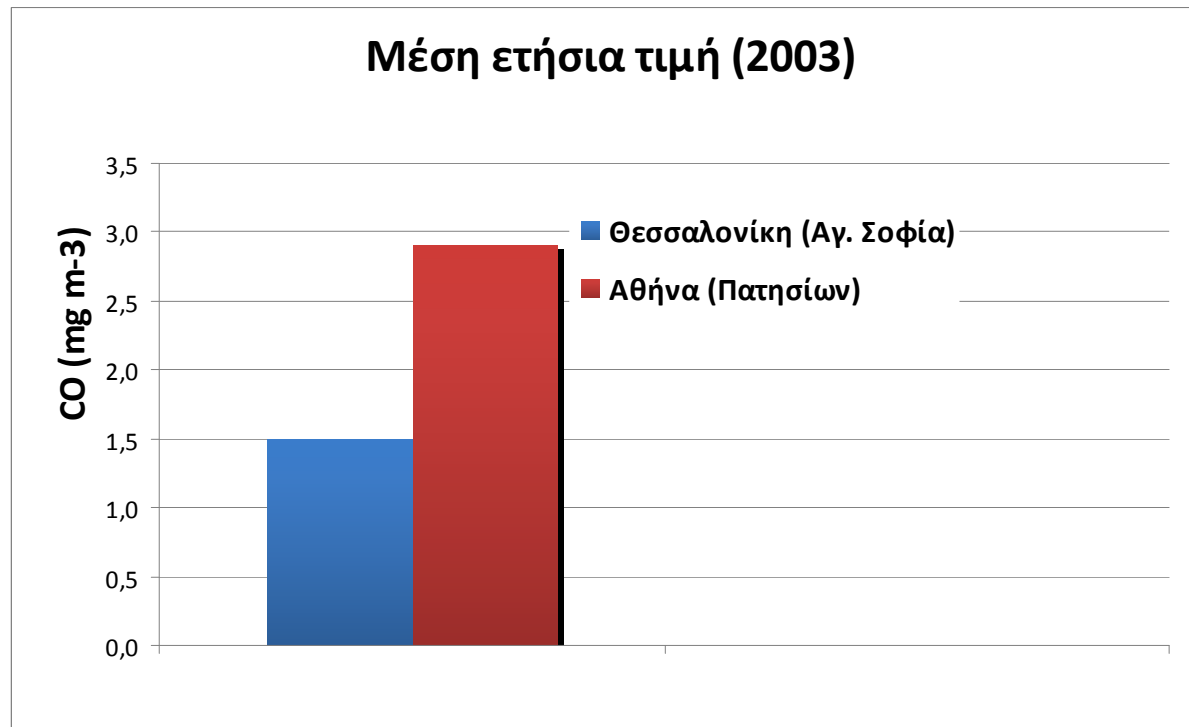


### Υπερβάσεις του ημερήσιου ορίου των 50 μg m-3

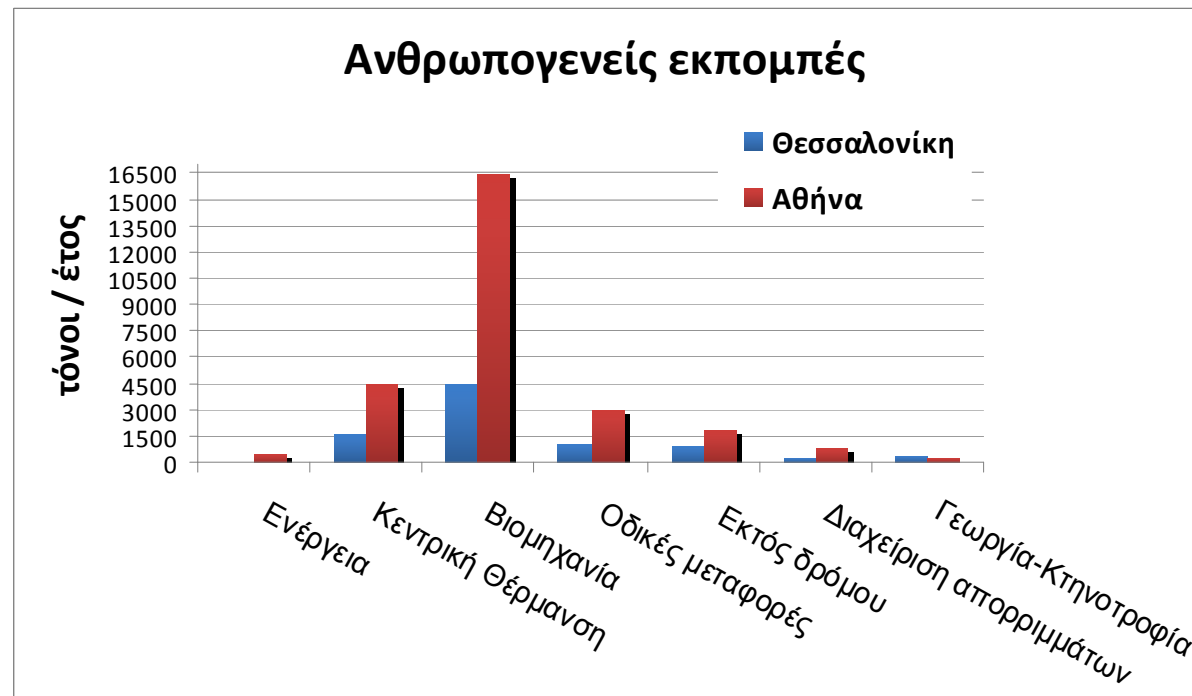
Θεσσαλονίκη: ~68% των ημερών

Αθήνα: ~51% των ημερών

αλλά, τα επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα είναι πολύ υψηλότερα στην Αθήνα.



# Οι συνολικές ανθρωπογενείς εκπομπές στην Αττική είναι πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες στο νομό Θεσσαλονίκης



# Συνεισφορά των διαφορετικών πηγών στα επίπεδα PM10 σε μια αστική περιοχή



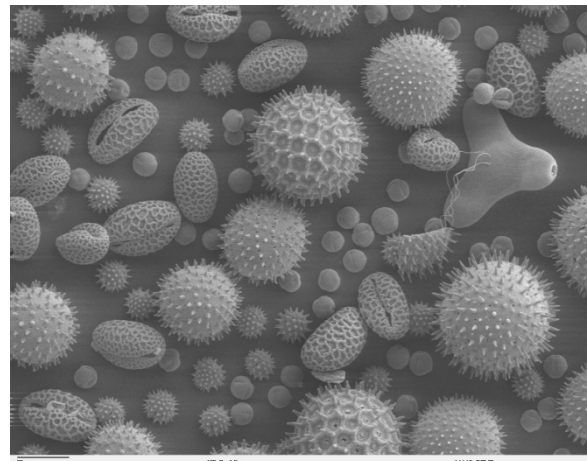


# Φυσικές εκπομπές σωματιδίων



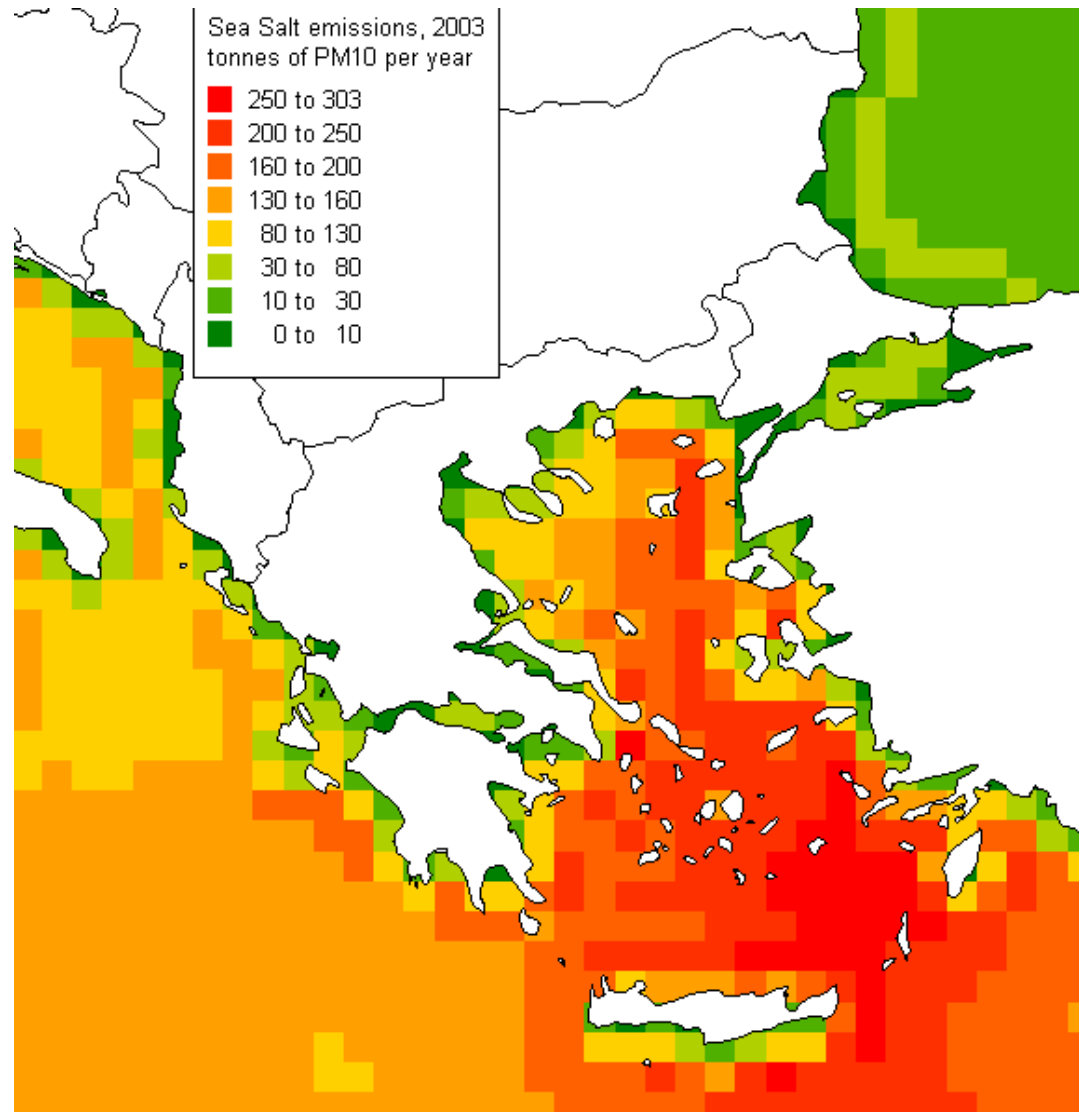
Πυρκαγιές στην Πελοπόννησο, Αύγουστος 2007.

AP / NASA



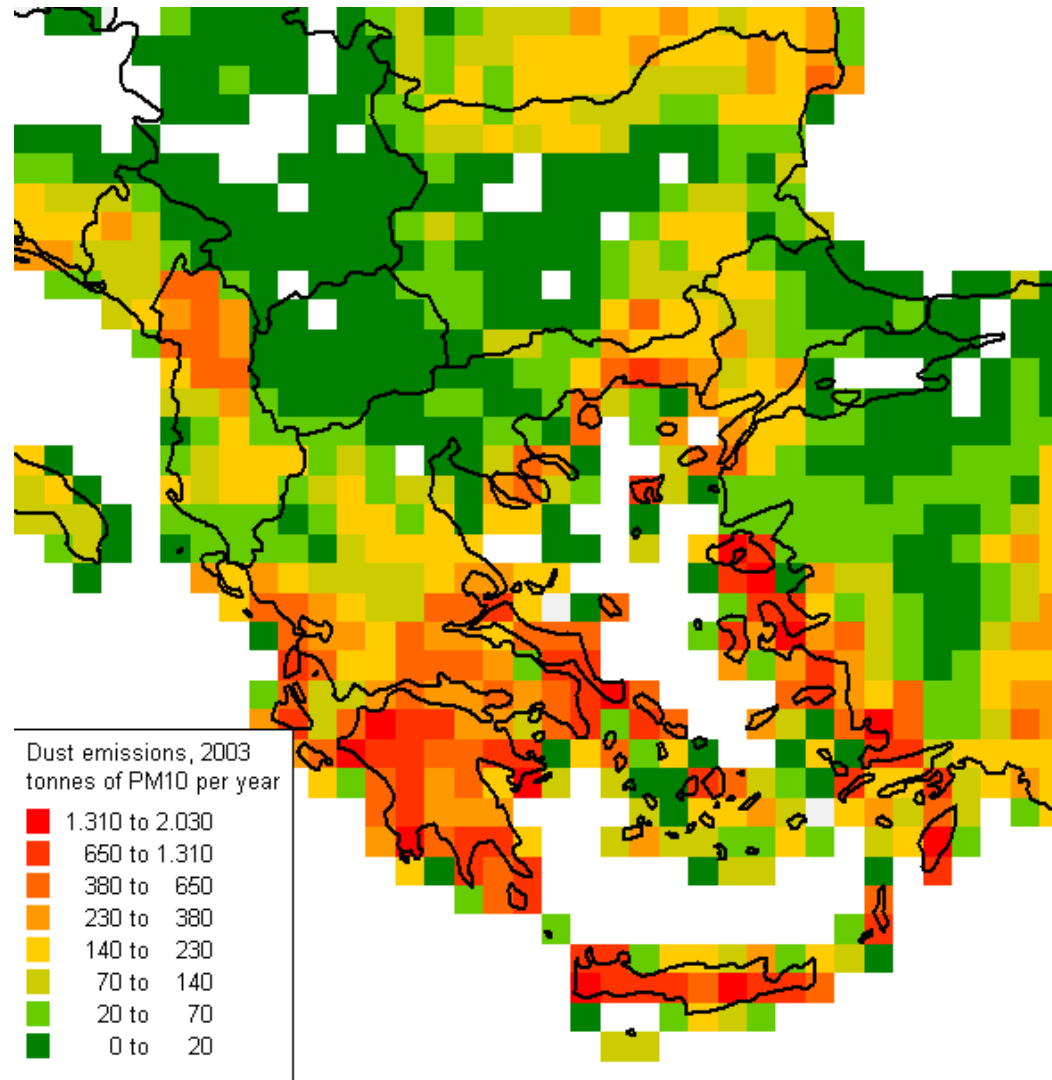
50 μm 100 μm 1 μm 100 μm

## Ετήσιες εκπομπές θαλάσσιων σωματιδίων στα Βαλκάνια, για το έτος 2003

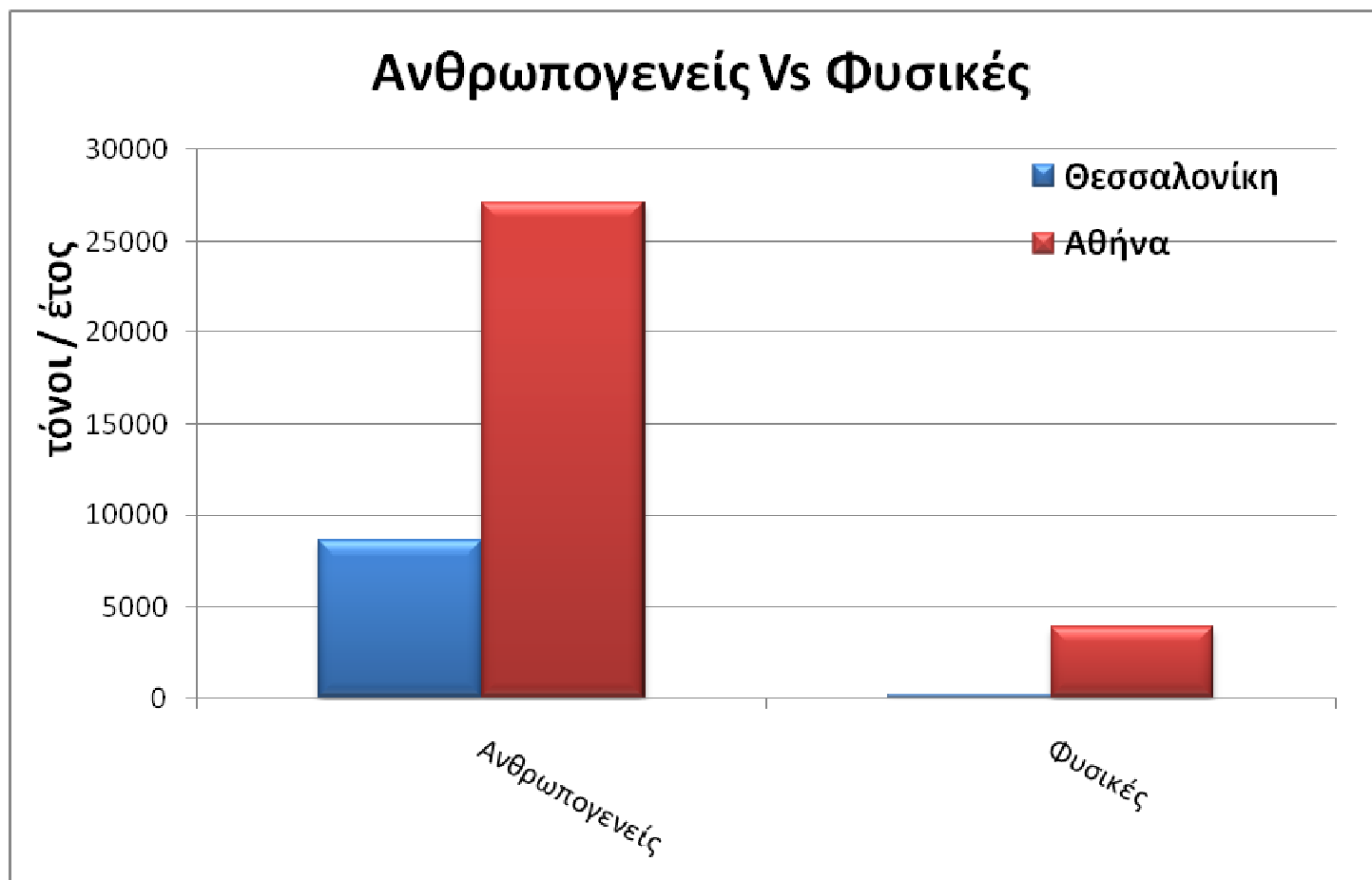




# Ετήσιες εκπομπές PM10 από τη σκόνη του εδάφους στα Βαλκάνια, για το έτος 2003



# Οι ανθρωπογενείς και φυσικές εκπομπές PM10 στους νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης





## Οι φυσικές εκπομπές PM10 στα Βαλκάνια...

---

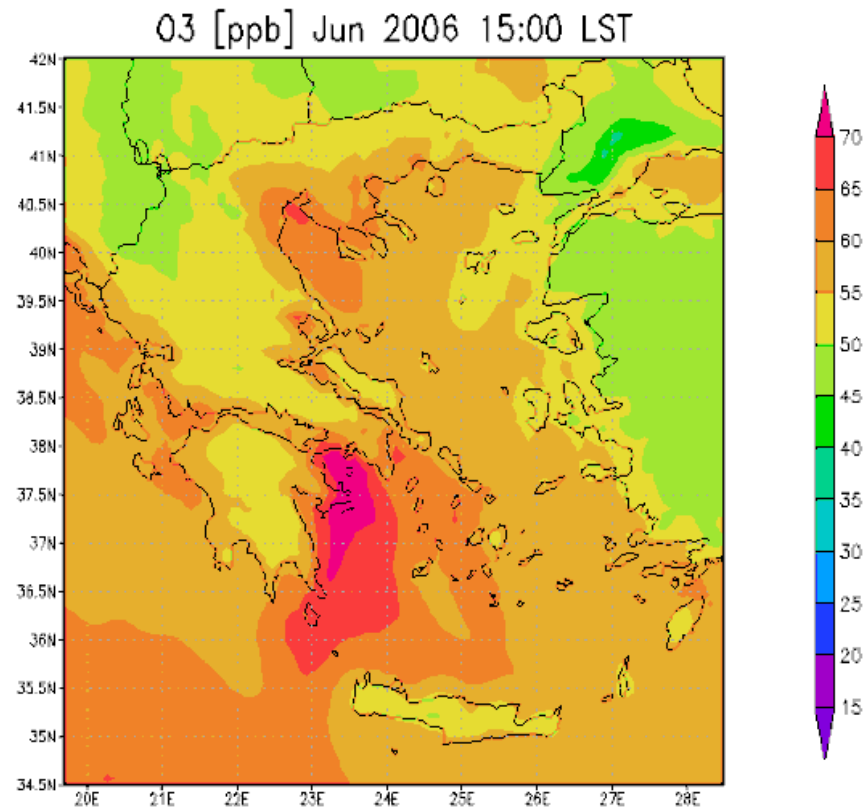
- αποτελούνται κατά 60% από σκόνη, και κατά 38% από αλάτι της θάλασσας,
- συνεισφέρουν στο 38% των συνολικών εκπομπών PM10, και,
- έχουν πολύ σημαντική συνεισφορά στις συγκεντρώσεις υποβάθρου.



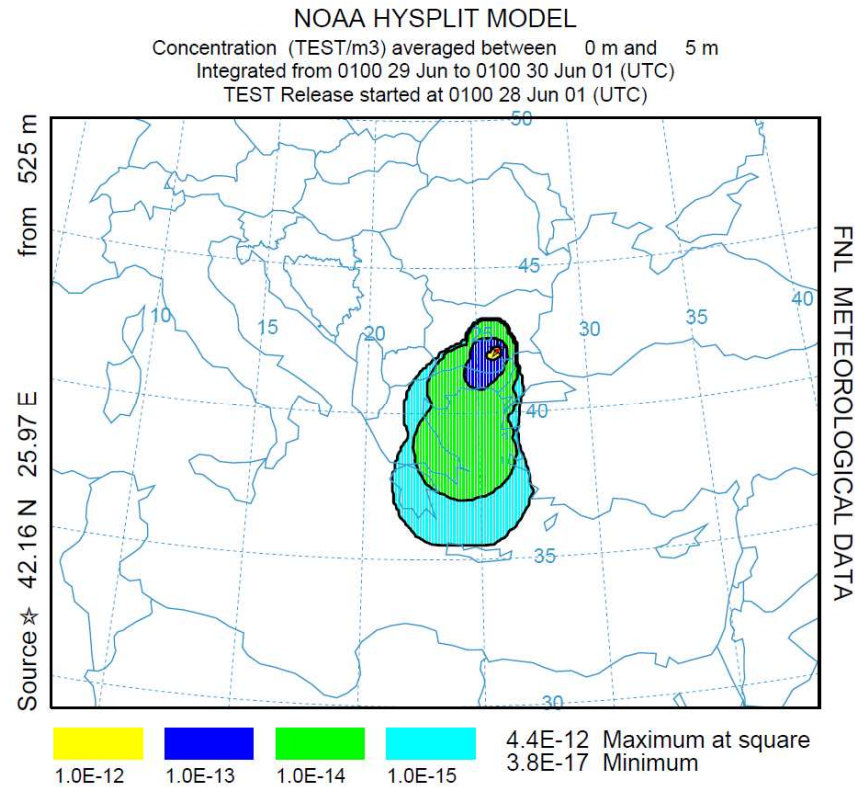
---

# **ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΡΥΠΑΝΣΗΣ**

# Ο αστικός θύσανος της Αθήνας



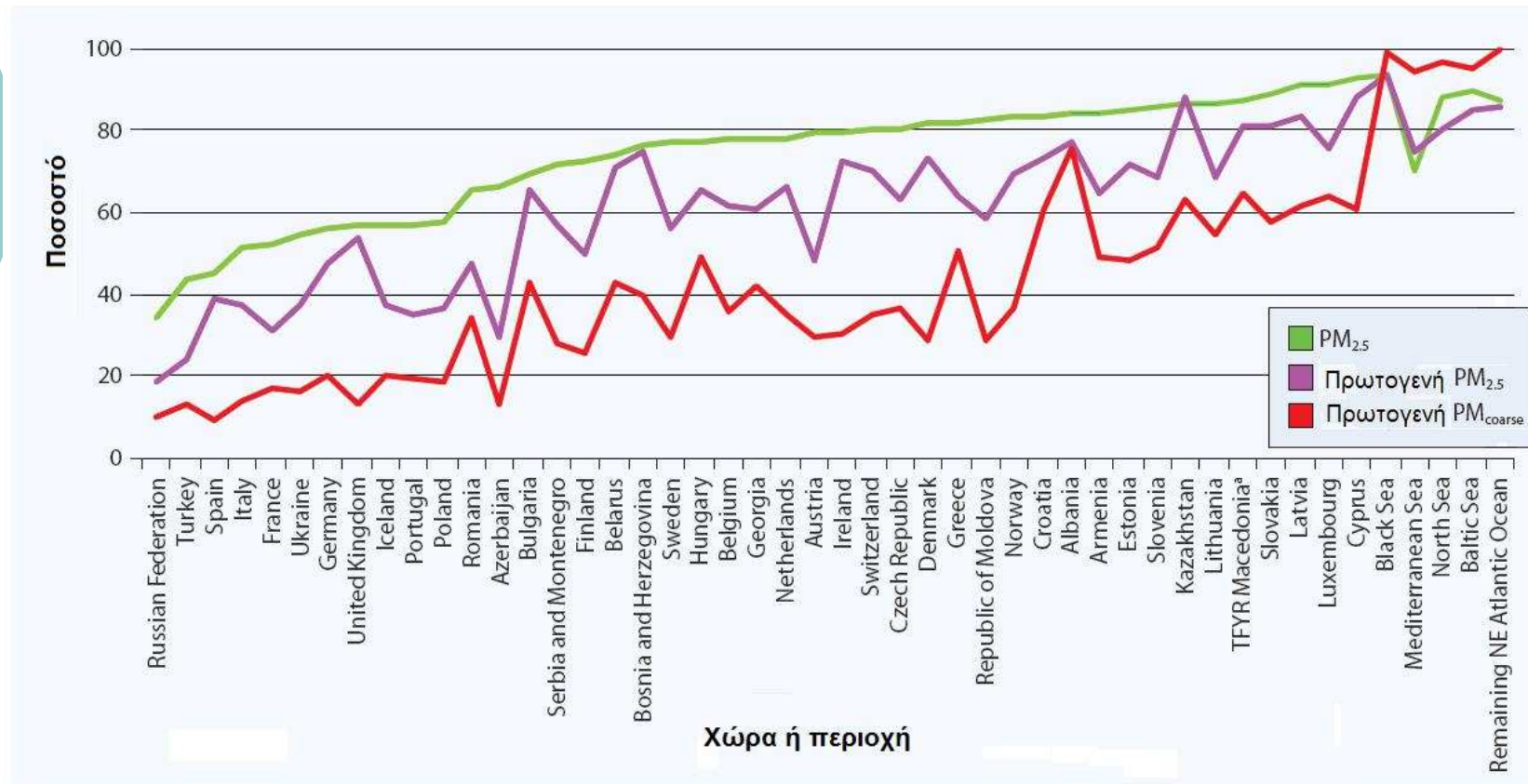
# Μεταφορά ρύπων από το ενεργειακό σύμπλεγμα Maritsa- Iztok



Μέγιστη υπολογιζόμενη επίπτωση στα επίπεδα PM10 στην περιοχή της Θεσσαλονίκης  $\sim 10 \mu\text{g m}^{-3}$



## Ποσοστιαία συμμετοχή της διασυνοριακά μεταφερόμενης ρύπανσης στα επίπεδα αιωρούμενων σωματιδίων σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες και περιοχές (EMEP)



Συνεισφορά της διασυνοριακής ρύπανσης στα επίπεδα περιφερειακού υποβάθρου στη Ελλάδα:

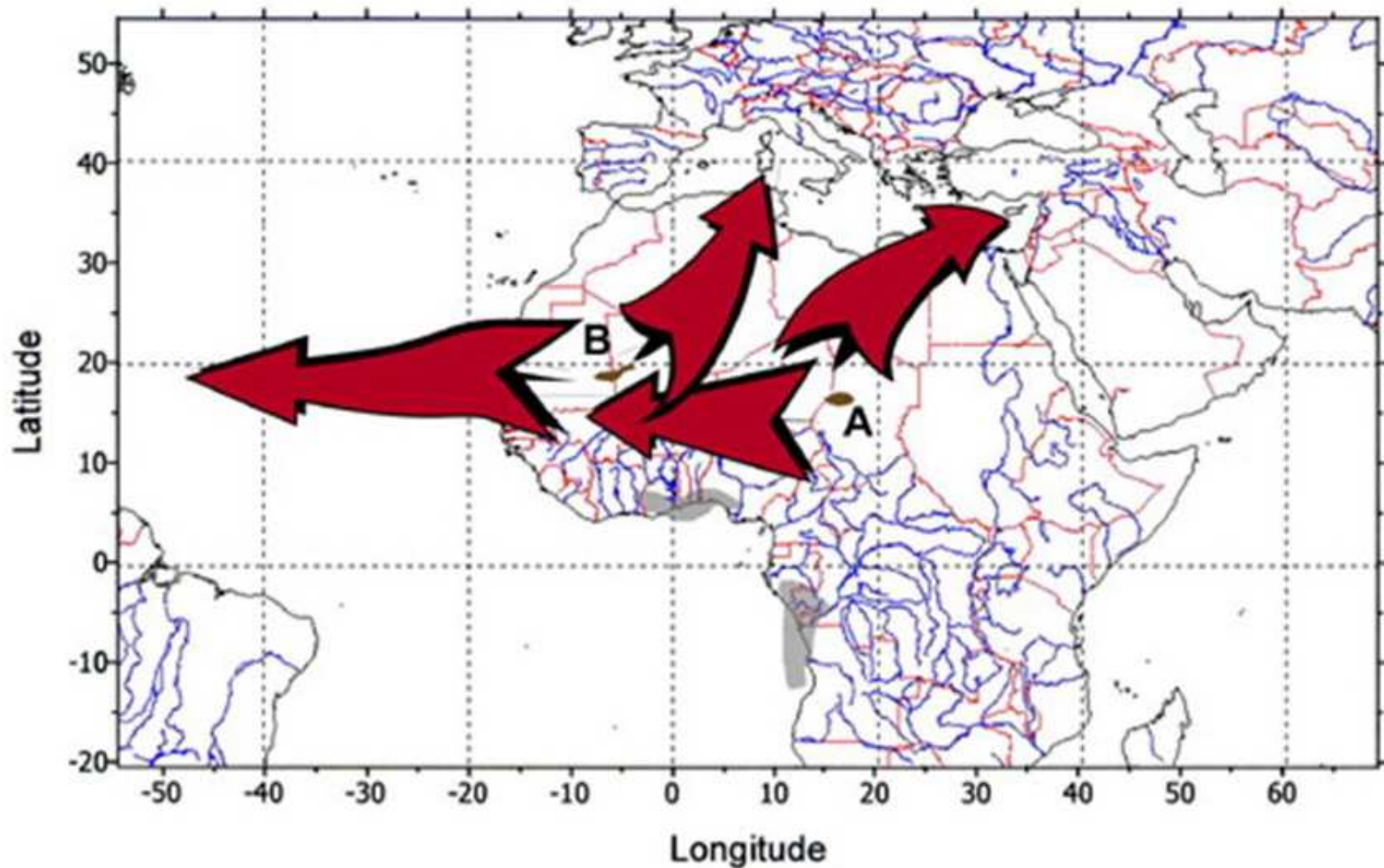
- ~50% στα πρωτογενή μεγαλύτερα σωματίδια
- ~62% στα πρωτογενή PM<sub>2.5</sub>
- ~81% στα PM<sub>2.5</sub>

## Επεισόδιο μεταφοράς σκόνης από τη Σαχάρα στις 17 Απριλίου 2005 όπως αποτυπώθηκε από τον MODIS

---



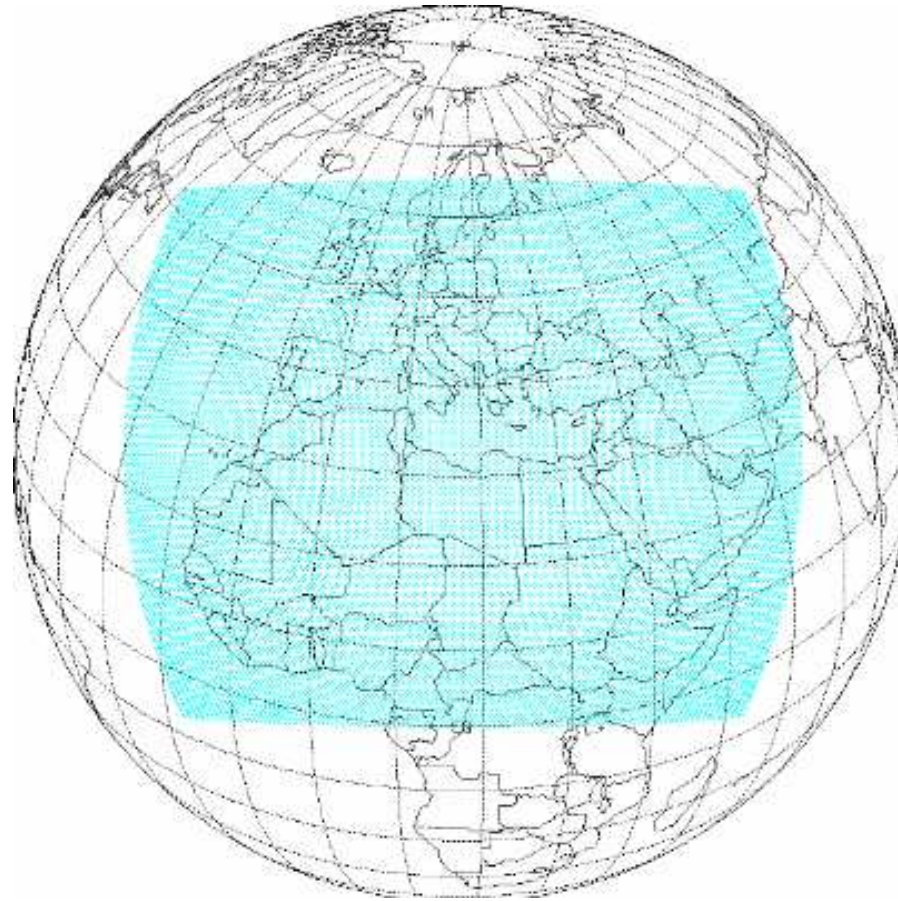
# Κύριοι δρόμοι μεταφοράς σκόνης της ερήμου ([www.nasa.org](http://www.nasa.org) )



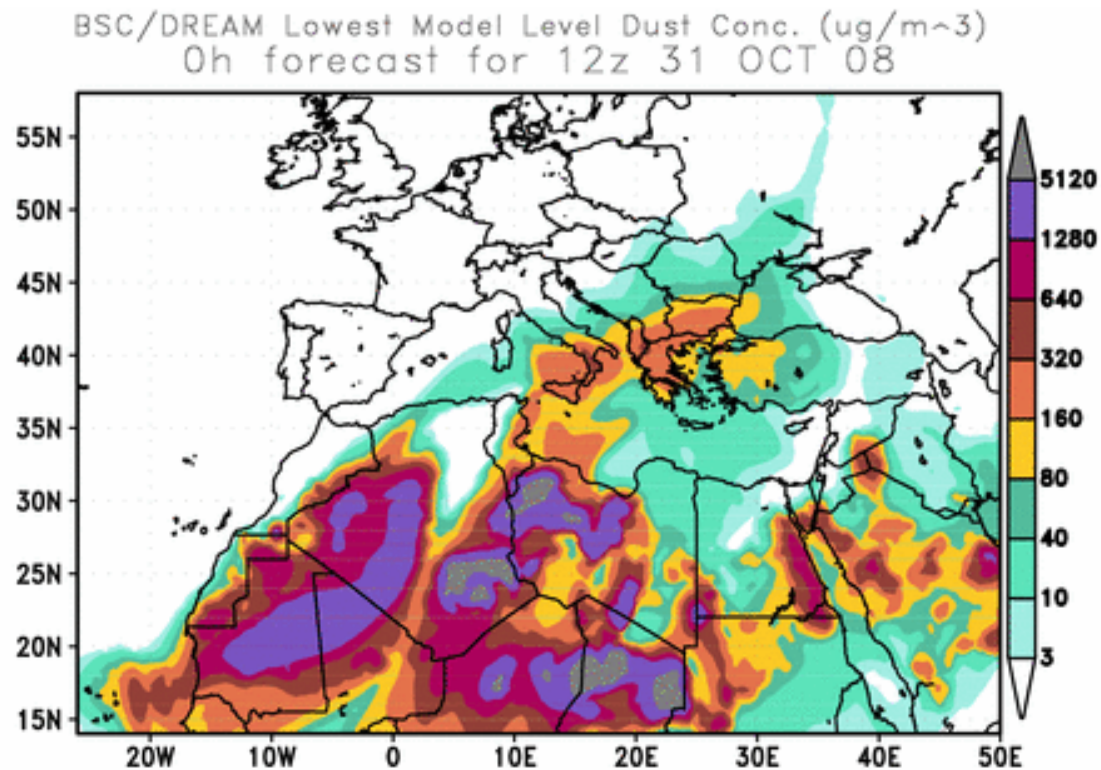


# Περιοχή ανάλυσης του μοντέλου DREAM ([www.bsc.es](http://www.bsc.es))

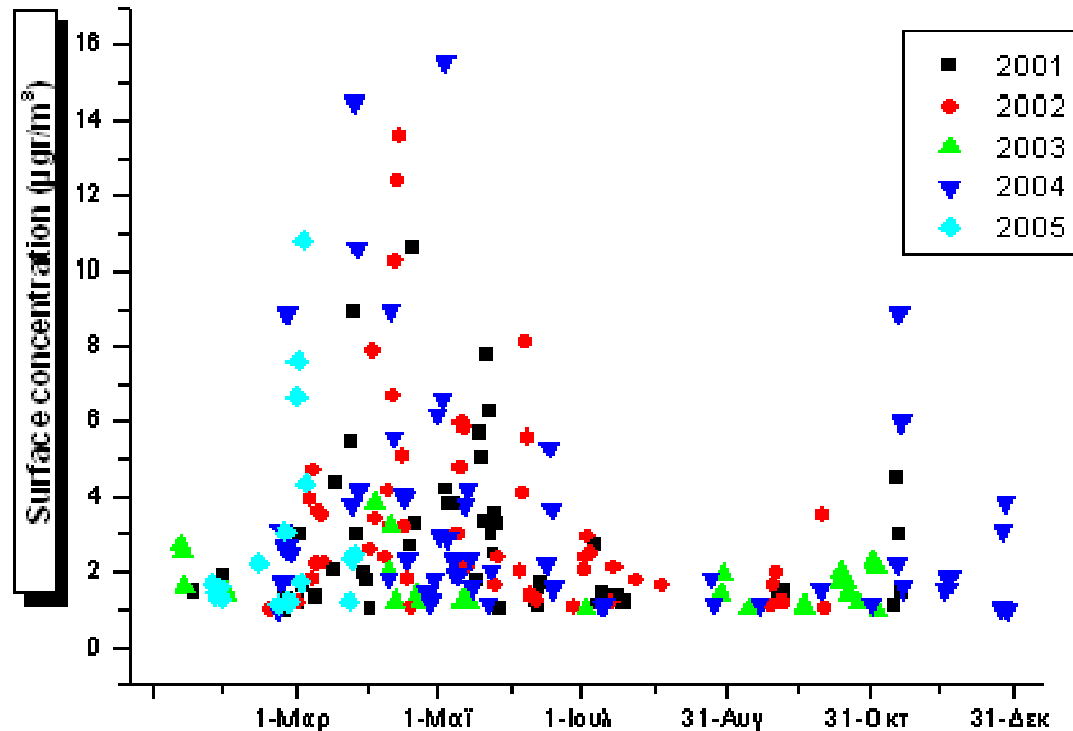
---



# Πρόγνωση του μοντέλου DREAM για τις 31 Οκτωβρίου 2008



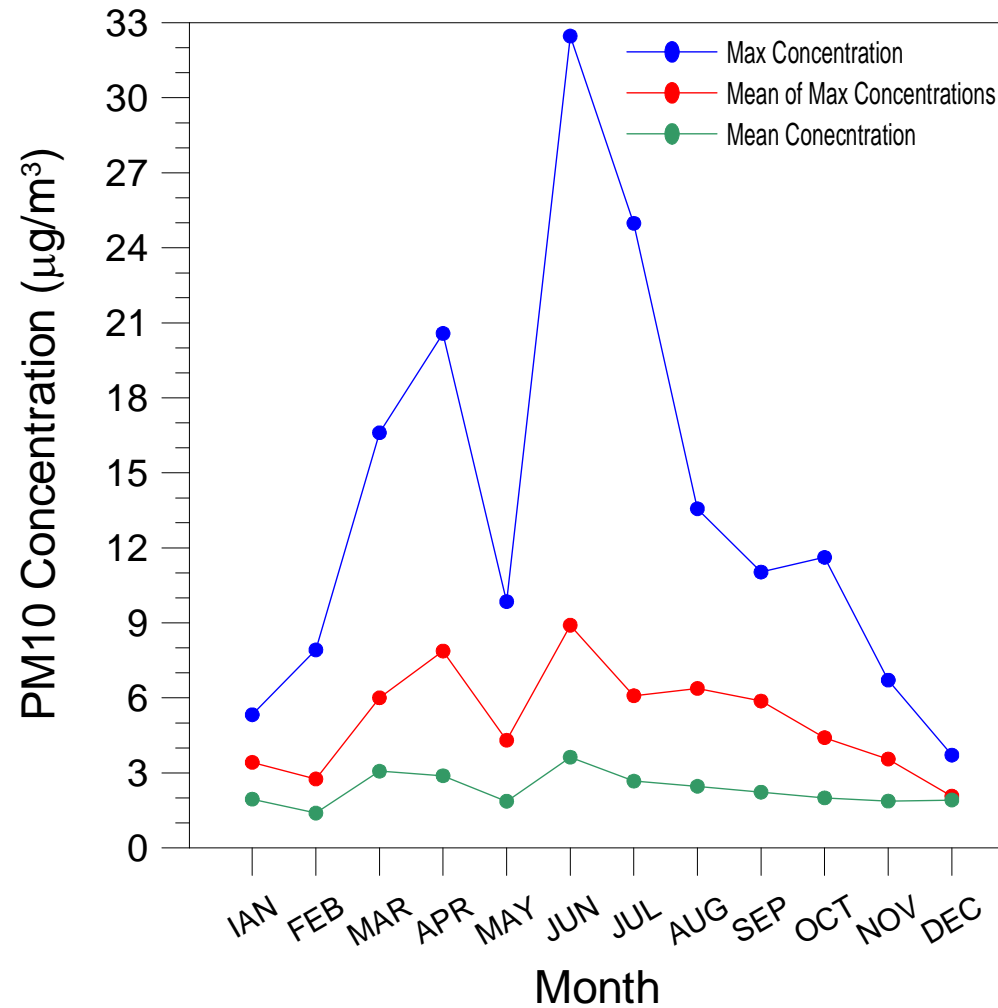
# Εποχιακή διακύμανση της μεταφοράς σκόνης της Σαχάρα στη Μακεδονία



- Μεταφορά σκόνης από τη Σαχάρα εμφανίζεται στην περιοχή, σε επιφανειακή συγκέντρωση μεγαλύτερη από  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , το  $\sim 12\%$  των ημερών του έτους.
- Τα περισσότερα επεισόδια μεταφοράς εμφανίζονται κατά τους μήνες Απρίλιο-Ιούνιο.



# Συνεισφορά της μεταφερόμενης σκόνης στα επίπεδα PM10 στη Θεσσαλονίκη (2001-2008)





# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

- Τα επίπεδα σωματιδιακής ρύπανσης στην Θεσσαλονίκη είναι πολύ υψηλά με αποτέλεσμα να εμφανίζονται συχνές και σημαντικές παραβιάσεις των νομοθετημένων ορίων.
- Οι ανθρωπογενείς εκπομπές PM10 στην Αττική είναι πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες στο νομό Θεσσαλονίκης αλλά τα επίπεδα σωματιδιακής ρύπανσης στην Θεσσαλονίκη είναι υψηλότερα.
- Οι φυσικές εκπομπές συνεισφέρουν στο 38% των συνολικών εκπομπών PM10.
- Η διασυνοριακή μεταφορά είναι υπεύθυνη για το 50-62% του περιφερειακού υποβάθρου πρωτογενών σωματιδίων
- Μεταφορά σκόνης από τη Σαχάρα εμφανίζεται στην περιοχή το ~12% τον ημερών του έτους με μέγιστο τους μήνες Απρίλιο-Ιούνιο.



---

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ**