

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΙΣΧΥΡΩΝ ΕΠΙΣΟΔΙΩΝ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΘΡΙΑΣΙΟ ΠΕΔΙΟ

Μαυράκης Αναστάσιος¹, Θεοχαράτος Γεώργιος², Πιτσιτάκης Νικόλαος³, Χρηστίδης Αναστάσιος⁴,
Μακρυγιάννης Γεώργιος⁵

¹Φυσικός-Περιβαλλοντολόγος (MSc)

²Εργαστήριο Μετεωρολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών

³Μετεωρολόγος-Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

⁴Γραφείο Ελέγχου Ρύπανσης και Ποιότητας Περιβάλλοντος (Γ.Ε.Ρ.Π.Π.Ε.) του Αναπτυξιακού Συνδέσμου
Δήμων και Κοινοτήτων Θριασίου Πεδίου

⁵Φυσικός, (MSc) Οικονομικής και Περιφερειακής Ανάπτυξης

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται μία προσπάθεια διερεύνησης των ειδικών μετεωρολογικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή του Θριασίου Πεδίου, κατά την εκδήλωση 4 ισχυρών επεισοδίων ρύπανσης, όπως αυτά καταγράφηκαν, κατά τα παρελθόντα έτη, από το δίκτυο σταθμών του Γραφείου Ελέγχου Ρύπανσης και Ποιότητας Περιβάλλοντος (Γ.Ε.Ρ.Π.Π.Ε.) του Αναπτυξιακού Συνδέσμου Δήμων και Κοινοτήτων Θριασίου Πεδίου. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, αφορούν ωριαίες τιμές των ρύπων SO₂, TSP, THC, O₃ και της πορείας των οξειδίων του αζώτου, καθώς επίσης και η πορεία της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα, και της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου. Επίσης γίνεται χρήση των αποτελεσμάτων από ραδιοβολήσεις της ΕΜΥ, για τον εντοπισμό του ύψους των θερμοκρασιακών αναστροφών. Τα συμπεράσματα που συνολικά προέκυψαν συνοψίζονται ως ακολούθως: Εμφάνιση ιδιαίτερα υψηλών τιμών πρωτογενών κατά την εμφάνιση άπνοιας και ισχυρής θερμοκρασιακής αναστροφής ιδιαίτερα κατά την ψυχρή περίοδο. Εμφάνιση υψηλών τιμών όζοντος κατά τη διάρκεια των Σαββατοκύριακων των θερμών μηνών σε συνδιασμό με ασθενείς νοτιοδυτικούς ανέμους. Δυνατότητα να επικαιροποιηθούν οι ρυπαίνουσες βιομηχανικές δραστηριότητες.

METEOROLOGICAL CONDITIONS DURING THE OCCURRENCE OF SEVERE AIR POLLUTION EPISODES IN THE THRIASSIO PLAIN

Mavrakis Anastasios¹, Theoharatos Georgios², Pitsitakis Nikolaos³, Christides Anastasios⁴,
Makrygiannis Georgios⁵

¹Environmental Physicist (MSc)

²Laboratory of Meteorology, University of Athens

³Hellenic National Meteorological Service

⁴Bureau of Pollution Control and Environmental Quality of the Thriassio Pedion area

⁵Physicist - (MSc) Economic and Regional Development

Abstract

In this work we attempt to investigate the specific meteorological conditions prevailing over the area of Thriassio Plain, during 4 severe pollution episodes, as these were recorded, over the past years, by the monitoring network of the Office of Pollution Control and Environmental Quality of the Developmental Contact of Municipalities of Thriassio Plain. The data consist of hourly values of pollutants SO₂, TSP, THC, O₃ and diurnal course of the nitrogen oxides, as well as that of air temperature and humidity, and wind speed and direction. We have also utilized radiosonde data obtained from HNMS, in order to locate the temperature inversion height. The overall conclusions can be summarized as follows: Extremely high values of primary air pollutants (SO₂, TSP, THC) occur under calm wind conditions accompanied by strong temperature inversion, especially during the cold period. High ozone values are observed during weekends of the warm period, combined with weak southwesterly wind flow. There is potential for updating the data on polluting industrial activities.

Λέξεις κλειδιά: αέρια ρύπανση, θερμοκρασιακή αναστροφή, θαλάσσια αύρα

Key words: air pollution, temperature inversion, sea breeze

1. Εισαγωγή

Η ευρύτερη περιοχή του Θριασίου Πεδίου είναι γνωστή για τη συγκέντρωση βιομηχανιών και βιοτεχνιών καθώς και για τον σημαντικό κυκλοφοριακό φόρτο που δέχεται. Διασχίζεται από δύο εθνικές οδούς, μία σιδηροδρομική γραμμή και πλήθος άλλων οδικών αξόνων που εξυπηρετούν κυρίως την βιομηχανική δραστηριότητα. Η εκτίμηση για την συνολική κίνηση οχημάτων υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 30 εκατ. οχήματα τον χρόνο. Η συνεισφορά σε ρύπους, που εκπέμπουν τα οχήματα αυτά θεωρείται αρκετά σημαντική. Κατά την απογραφή δραστηριοτήτων του 1994, καταμετρήθηκαν περίπου 1600 δραστηριότητες – εντός και εκτός νομοθετημένων περιοχών, ενώ σήμερα το συνολικό πρόβλημα, εμφανίζεται να επιδεινώνεται σε ότι αφορά την απολύτως άναρχη εξάπλωση των παραγωγικών μονάδων (περίπου 2500 το 2001). Στο Θριάσιο κατά μήκος των 12Km από τα 15Km των ακτών, έχουν αναπτυχθεί πλήθος δραστηριοτήτων, εκ των οποίων μερικές μπορούν να χαρακτηρισθούν σημειακές, άλλες χαρακτηρίζονται ως επιφανειακές, ενώ κατά μήκος της ακτογραμμής υπάρχει μία μεγάλη γραμμική πηγή πρωτογενών ρύπων, η Νέα Εθνική Οδός Αθηνών Κορίνθου.

Στην παρούσα εργασία γίνεται μία προσπάθεια διερεύνησης των μετεωρολογικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή, κατά την εκδήλωση 4 ισχυρών επεισοδίων ρύπανσης τις αντίστοιχες ημέρες, στα οποία καταγράφηκαν οι απολύτως μέγιστες τιμές των ρύπων: SO₂, TSP, THC και O₃, κατά τα παρελθόντα έτη, από το δίκτυο σταθμών του Γραφείου Ελέγχου Ρύπανσης και Ποιότητας Περιβάλλοντος (Γ.Ε.Ρ.Π.Π.Ε.) του Αναπτυξιακού Συνδέσμου Δήμων και Κοινοτήτων Θριασίου Πεδίου. Οι υψηλότερες τιμές πρωτογενών ρύπων καταγράφηκαν κατά το χρονικό διάστημα από 4 έως 12 Ιανουαρίου 1997 στη θέση Παραλία Ασπροπύργου. Τα Ολικά Αιωρούμενα Σωματίδια (TSP) καταγράφηκαν στις 04-01-1997. Η υψηλότερη τιμή Ολικών Υδρογονανθράκων (THC) καταγράφηκε στις 04 και 06-01-1997. Η μέγιστη τιμή για το SO₂ καταγράφηκε στις 12-01-1997. Οι υψηλότερες τιμές του δευτερογενούς και φωτοχημικού ρύπου O₃, καταγράφηκαν στην Ελευσίνα και στην Μαγούλα, στις 10-10-1993.

2. Δεδομένα

Για την διερεύνηση των επεισοδίων ρύπανσης, εξετάστηκαν τα παρακάτω δεδομένα: η Θερμοκρασία και η Σχετική Υγρασία του Αέρα, καθώς και η Διεύθυνση και η Ταχύτητα Άνεμου, τόσο καθ' ύψος, όσο και από επίγειες μετρήσεις και η ημερήσια πορεία των επιπέδων ρύπανσης

Τα μετεωρολογικά δεδομένα για την ανώτερη ατμόσφαιρα, προέρχονται από την EMY, ενώ τα επίγεια δεδομένα από το Γ.Ε.Ρ.Π.Π.Ε. Τα επίγεια δεδομένα (μετεωρολογικά και ρύπανσης), προέρχονται από μετρήσεις που πραγματοποιεί το Γ.Ε.Ρ.Π.Π.Ε. σε 4 θέσεις του Θριασίου Πεδίου και αφορούν την χρονική περίοδο 1986-2002. Το δίκτυο μετρήσεων του διαθέτει 4 σταθμούς μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, στους οποίους πραγματοποιείται δειγματοληψία ανά 30 sec και καταγραφή των μέσων τιμών ανά 1h.

Τα δεδομένα που αφορούν την ανώτερη ατμόσφαιρα, προέρχονται από τις ραδιοβολήσεις (0:00h και 12:00h) της EMY, από τον σταθμό του Ελληνικού.

3. Συνθήκες Διαμόρφωσης των Επιπέδων Ρύπανσης στο Θριάσιο Πεδίο

Μια σειρά ιδιαίτερων γεωγραφικών χαρακτηριστικών της περιοχής, συμβάλλει στη συσσώρευση αέριων ρύπων και στις μετρούμενες υψηλές τιμές τους.

Λόγω του αναγλύφου που περιβάλλει το Θριάσιο, ο καλός εξαερισμός της περιοχής δεν ευνοείται. Η απόσταση της ακτογραμμής από τις κορυφές του αναγλύφου που το περιβάλλουν είναι 10 Km, ενώ η απόσταση της υψηλότερης κορυφής του αναγλύφου από την Σαλαμίνα είναι συνολικά 16900 m, δηλαδή η απόσταση της Σαλαμίνας από την ακτογραμμή είναι 6900 m. Η απόσταση των κορυφών του αναγλύφου που το περιβάλλουν κατά την διεύθυνση Α-Δ είναι 10 Km. Για περιοχές οικοδομημένες κοντά στη θάλασσα, η κατανομή των ρύπων βρίσκεται υπό την άμεση επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών που επικρατούν στη παράκτια ζώνη, με κυριότερο τη θαλάσσια αύρα. Οι αντίστοιχες οριζόντιες κυκλοφορίες καλύπτουν γενικά αποστάσεις περίπου των 10 Km. Τα τοπικά συστήματα κυκλοφορίας υφίστανται μέσα στο ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα, βρίσκονται μεταξύ των 300-800m και προκαλούν μετακίνηση και ποιοτική μεταβολή των ρύπων. Η ύπαρξη κατασκευών και των λιμενικών δραστηριοτήτων των βιομηχανιών – βιοτεχνιών κατά μήκος των 12Km της ακτογραμμής, αποτελεί ένα τεχνητό εμπόδιο στην ανάπτυξη του μηχανισμού αυτού.

Από τους παράγοντες που ευθύνονται για την αυξημένη ρύπανση της περιοχής, είναι το ποσοστό (%) που εμφανίζουν οι άπνοιες, που για τους μήνες από Νοέμβριο έως και Μάιο κυμαίνεται στο 43%, σε αντίθεση με το ποσοστό που εμφανίζουν κατά τους μήνες Ιούνιο έως και Οκτώβριο που κυμαίνεται στο 30%. Ο μήνας με το μεγαλύτερο ποσοστό άπνοιας είναι ο Νοέμβριος (50,8%) και ο μήνας με το μικρότερο ποσοστό άπνοιας, λόγω και των Ετησίων Ανέμων είναι ο Ιούλιος (23%). Το υψηλό ποσοστό άπνοιας, συνδυάζεται πολύ καλά με τις υψηλές ημερήσιες και ωριαίες συγκεντρώσεις που παρατηρούνται για τους πρωτογενείς ρύπους SO₂, NO_x, TSP και THC τους ψυχρούς μήνες (δηλ. από Νοέμβριο έως και Απρίλιο) και καταγράφονται πρωινές

ώρες. Το O_3 εμφανίζει υψηλές τιμές κατά τους θερμούς μήνες του έτους, τις πρώτες μεσημεριανές και απογευματινές ώρες (δευτερευόν και φωτοχημικός ρύπος). Γενικά μειωμένη ρύπανση έχουμε για ταχύτητες ανέμου: $V_{αέρα} > 4 \text{ m/sec}$. (Δελτία τύπου του ΓΕΡΙΠΠΕ, Χρηστίδης (1995), Μαυράκης (1998))

Άλλος σημαντικός παράγοντας, που συμβάλλει στη δημιουργία έντονων επεισοδίων ρύπανσης είναι το ύψος των θερμοκρασιακών αναστροφών ιδιαίτερα κατά τους ψυχρούς μήνες του έτους. Αυτό έχει σαν συνέπεια την παγίδευση των ρύπων σε χαμηλό ύψος και τις υψηλές τιμές (ημερήσιες ή ωριαίες) που καταγράφονται για τους διάφορους ρυπαντές. Το ύψος των αναστροφών είναι:

1. Χαμηλότερο από το ύψος κορυφής του χαμηλότερου λόφου που περιβάλλει την ευρύτερη περιοχή του Θριάσιου Πεδίου και του Κόλπου της Ελευσίνας.
2. Συγκρίσιμο με το ύψος των υψηλότερων καμινάδων των μεγάλων βιομηχανιών π.χ. ΧΑΛΥΨ, ΕΛΔΑ, ΤΙΤΑΝ, ΠΕΤΡΟΛΑ κ.τ.λ.

4. Αποτελέσματα

4.1. Μετεωρολογικές συνθήκες καθ' ύψος

Τον Ιανουάριο του 1997, το χρονικό διάστημα από 4 έως 12 του μηνός, ολόκληρος ο Ελλαδικός χώρος, όπως και ο χώρος της Ανατολικής Μεσογείου, βρισκόταν κάτω από την επίδραση πεδίου υψηλών πιέσεων (χάρτες καιρού επιφανείας και 500hPa της EMY). Οι συνθήκες της Ανώτερης Ατμόσφαιρας θεωρούνται ιδανικές, αλλά και τυπικές για την εμφάνιση υψηλών συγκεντρώσεων ρύπων, γιατί ευνοείται η δημιουργία θερμοκρασιακών αναστροφών (Σχήματα 1 a, b) (Kassomenos et al., 1998).

Από τα μετεωρολογικά δεδομένα που αφορούν τις καθ' ύψος μεταβολές των 4 εξεταζόμενων παραμέτρων και για τα 4 επεισόδια ρύπανσης (Σχήματα 1 a, b, c, d) προκύπτουν τα παρακάτω:

Η κατακόρυφη δομή της ατμόσφαιρας εμφανίζει εξαιρετική ευστάθεια, για όλα τα επεισόδια ρύπανσης που εξετάζονται στη παρούσα εργασία

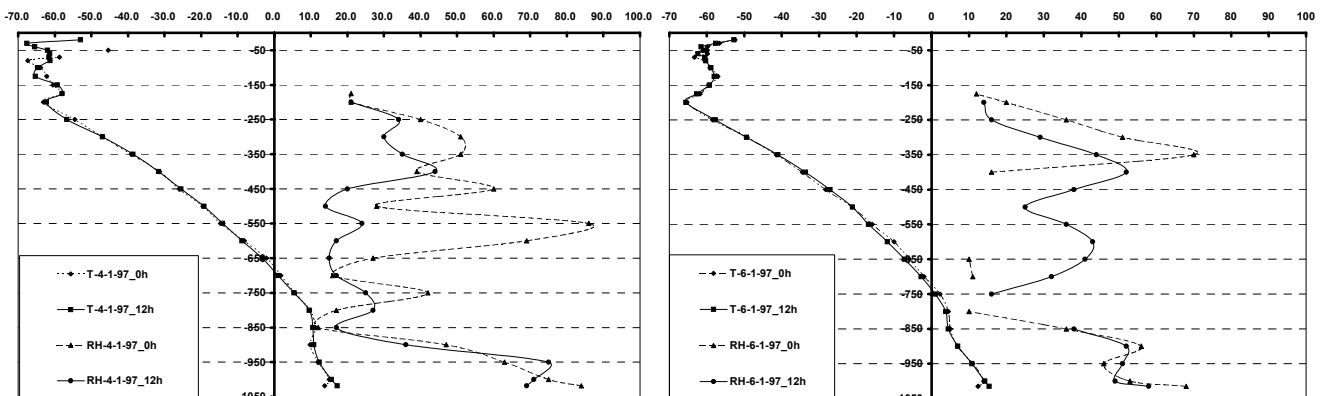
Το εύρος της διακύμανσης της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα μεταξύ των ραδιοβολίσεων της 0.0h και της 12h, είναι μικρό.

Το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος, όπως αυτό προκύπτει από τις επίγειες μετρήσεις, εμφανίζει διακύμανση, μειούμενη συνεχώς με την πάροδο των ημερών, για το χρονικό διάστημα 4 έως 12 Ιανουαρίου 1997.

Από τα Σχήματα 1a, 1b προκύπτει, η ύπαρξη επιφανειακής αναστροφής λόγω ακτινοβολίας, η οποία στην στο Θριάσιο Πεδίο εμφανίζεται εντονότερη λόγω του αναγλύφου που περιβάλλει την περιοχή. Επιπλέον στα 900 έως 800 hPa (δηλ. περίπου στα 1500m) έχουμε την εμφάνιση ισόθερμου στρώματος (potential stability) και αναστροφή αντικυκλωνικής καθίζησης (capping inversion). Ανάλογες συνθήκες, προκύπτουν για την κατακόρυφη δομή της ατμόσφαιρας και για τις 10-10-1993.

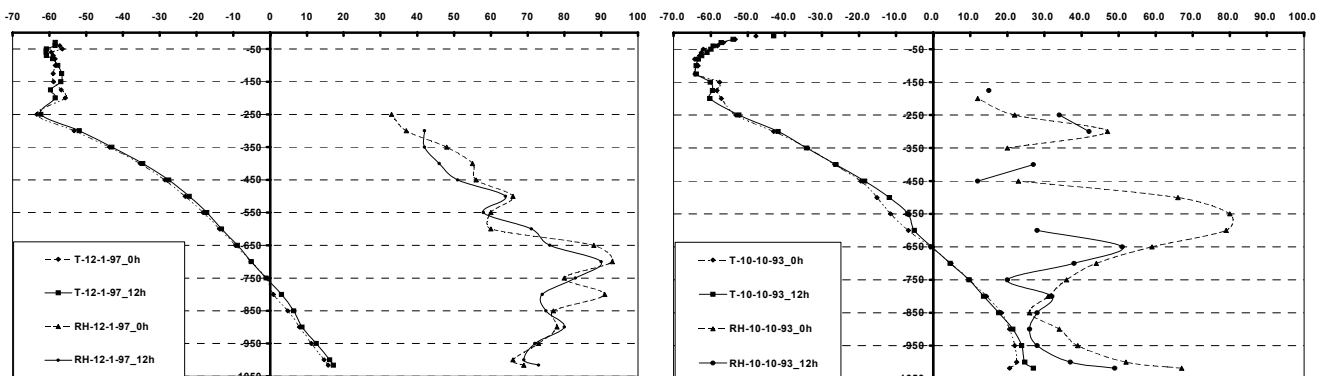
Το πολύ χαμηλό ύψος των αναστροφών το χρονικό διάστημα από 4 έως 12 Ιανουαρίου 1997, π.χ. μόλις 66m στις 04-01-1997 και 74m στις 06-01-1997, το οποίο είναι μικρότερο από τις κορυφές του αναγλύφου που περιβάλλον το Θριάσιο και συγκρίσιμο με το ύψος των περισσότερων καμινάδων των μεγάλων βιομηχανιών.

Σε ότι αφορά το επεισόδιο της μέγιστης τιμής Όζοντος: το ύψος της αναστροφής την 10^η Οκτωβρίου 1993 βρισκόταν στα 433m (Σχήμα 1 d)



Σχήμα 1 a: 4-1-1997

Σχήμα 1 b: 6-1-1997



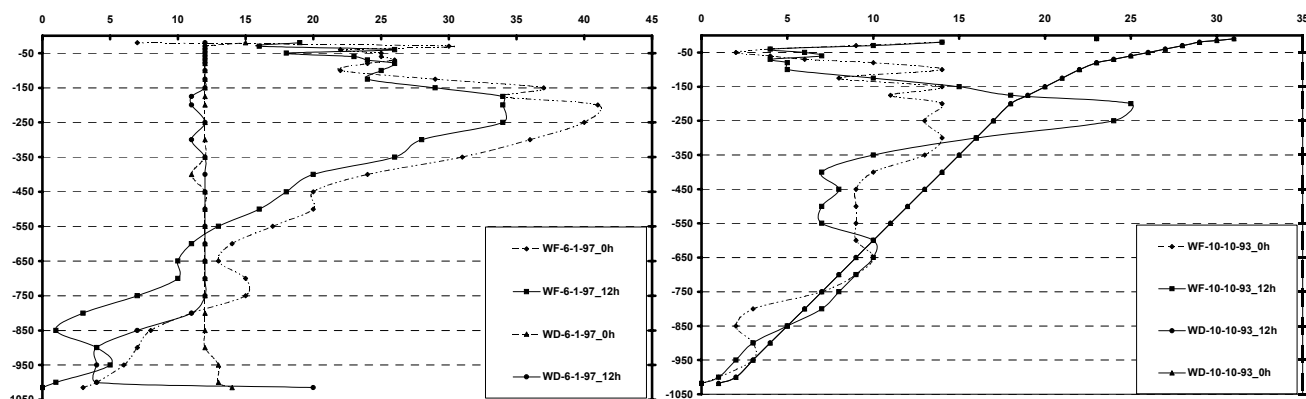
Σχήμα 1 c: 12-1-1997

Σχήμα 1 d: 10-10-1993

Σχήμα 1: Στα παραπάνω σχήματα 1 a, b, c d, απεικονίζεται η καθ' ύψος μεταβολή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα, τις αντίστοιχες ημερομηνίες, με δεδομένα που προέρχονται από τις ραδιοβολήσεις της EMY.

Από την μελέτη των διαγραμμάτων 2 a, 2 b, για την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου προκύπτουν τα ακόλουθα:

1. Οι καθ' ύψος άνεμοι παραμένουν ασθενείς και για τις 2 ραδιοβολήσεις των αντίστοιχων ημερομηνιών. Ειδικά για την 10-10-1993 το εύρος των ταχυτήτων μεταξύ της ραδιοβόλησης της 0:00h και της 12:00h παραμένει πολύ μικρό
2. Η διεύθυνση του ανέμου είναι βόρεια και παραμένει σχεδόν αμετάβλητη σε όλο το ύψος της ραδιοβόλησης στις 6-1-1997 και βόρεια-βορειοανατολική στις 10-10-1993



Σχήμα 2 a: WF-WD-6-1-1997

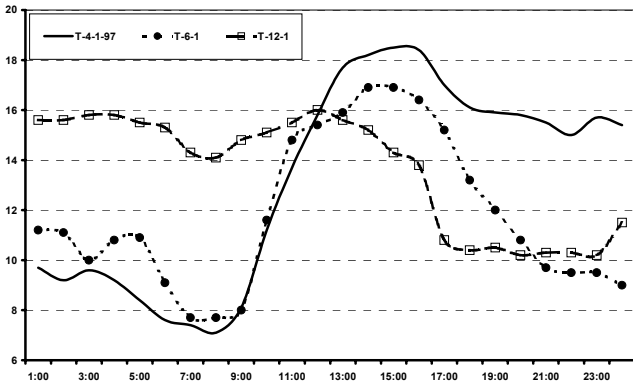
Σχήμα 2 b: WF-WD-10-10-1993

Σχήμα 2: Στα παραπάνω σχήματα 2 a, b, απεικονίζεται η καθ' ύψος μεταβολή της ταχύτητας και της διεύθυνσης (WF-WD) του ανέμου, τις αντίστοιχες ημερομηνίες, με δεδομένα που προέρχονται από τις ραδιοβολήσεις της EMY

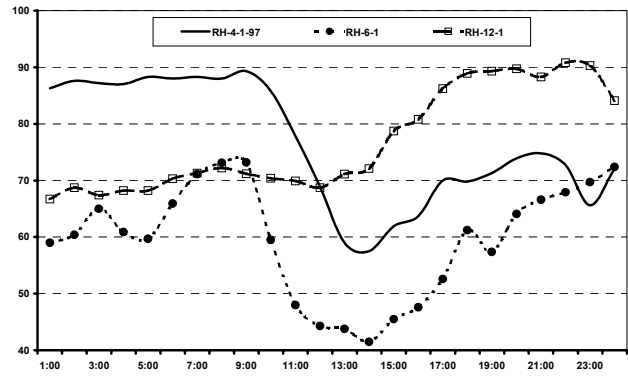
4.2. Μετεωρολογικές συνθήκες στην επιφάνεια

Τα μετεωρολογικά δεδομένα επιφανείας που αφορούν τον Ιανουάριο του 1997, οδηγούν στα παρακάτω αποτελέσματα:

1. Τα δεδομένα θερμοκρασίας δείχνουν μία σταθερότητα σε ότι αφορά το εύρος και την ημερήσια μορφή της διακύμανσης για όλες τις εξετασθείσες περιπτώσεις.
2. Το θερμοκρασιακό εύρος μειώνεται με την πάροδο των ημερών από 11 °C, στις 4-1-1997 στους 5 °C στις 12-1-1997.
3. Η σχετική υγρασία του αέρα μειώνεται κατά το χρονικό διάστημα από 4-1-97 έως 6-1-97 και αυξάνεται ξανά στις 12-1-97 κατά τις νυχτερινές ώρες. Το εύρος της διακύμανσης παραμένει σταθερό για τις δύο πρώτες ημερομηνίες.



Σχήμα 3 α

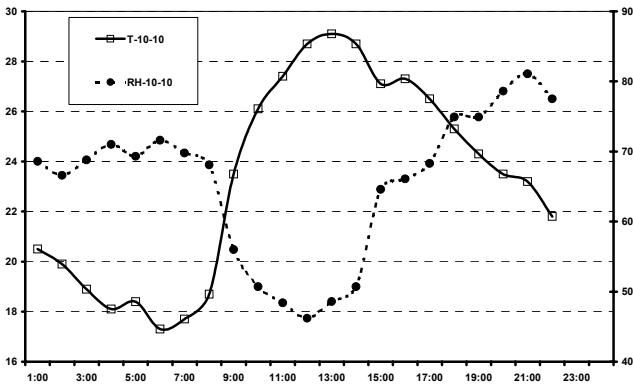


Σχήμα 3 β

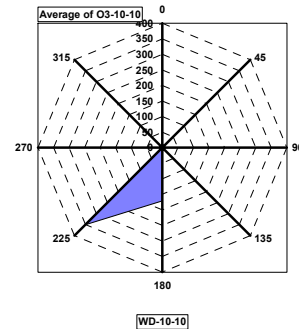
Σχήμα 3: Στα παραπάνω σχήματα 3 α, β, απεικονίζεται η μεταβολή της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου, τις αντίστοιχες ημερομηνίες, με δεδομένα που προέρχονται από επίγειες μετρήσεις

Τα μετεωρολογικά δεδομένα επιφανείας που αφορούν την 10^η Οκτωβρίου 1993 και απεικονίζονται στα Σχήματα 4 α και 4β, οδηγούν στα παρακάτω αποτελέσματα:

4. Το ημερήσιο εύρος της θερμοκρασίας του αέρα ήταν 12 °C και της σχετικής υγρασίας 35% (Σχήμα 4α)
5. Οι μέγιστες τιμές του όζοντος καταγράφηκαν τις πρώτες απογευματινές ώρες με πολύ ασθενή άνεμο άνεμο N-ΝΔ διεύθυνσης (Σχήμα 4β)



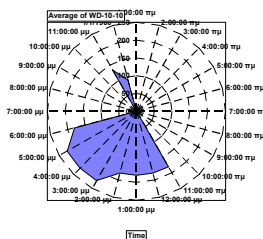
Σχήμα 4 α



Σχήμα 4 β

Σχήμα 4: Ημερήσια πορεία της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα την 10^η – 10 – 1993 (4α) και των μεγίστων συγκεντρώσεων του Όζοντος σε σχέση με την Διεύθυνση του ανέμου (4 β)

Η καταγραφή των μεγίστων συγκεντρώσεων των πρωτογενών ρύπων γίνεται πρωινές κυρίως ώρες και με άπνοια, ενώ του δευτερογενούς όζοντος κατά τις πρώτες απογευματινές ώρες. Η εμφάνιση της θαλάσσιας αύρας, είναι πολύ συνεπής στην περιοχή του Θριασίου Πεδίου, όπως άλλωστε συμβαίνει και στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας και αρχίζει να εκδηλώνεται στις 11:00π.μ., (Σχήμα 5) όλες τις εποχές του έτους. Η διάρκειά της διαφοροποιείται κατά την ψυχρή και θερμή εποχή του έτους (Λυκούδης et al., (1996)). Έτσι, κατά τους ψυχρούς μήνες διαρκεί έως τις 6:00μ.μ. και τους θερμούς μήνες του έτους η διάρκειά της εκτείνεται έως τις 8:00μ.μ., σε συμφωνία και με τα αποτελέσματα άλλων εργασιών Lalas et al (1983).



Σχήμα 5. Ώρες εμφάνισης της θαλάσσιας αύρας τους ψυχρούς μήνες του έτους στο Θριάσιο Πεδίο

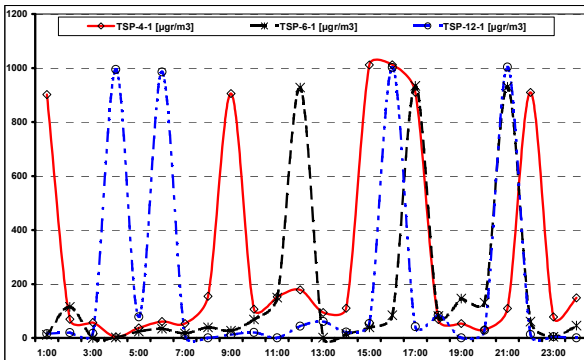
4.3. Επίπεδα αέριας ρύπανσης

Στα διαγράμματα που ακολουθούν απεικονίζεται η ημερήσια πορεία των συγκεντρώσεων των αερίων ρύπων. Για τις 3 ημερομηνίες του Ιανουαρίου, δίνονται οι ημερήσιες πορείες ανά ρύπο/ανά διάγραμμα.

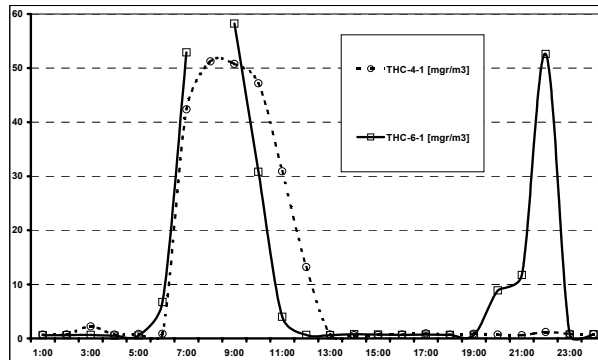
Η μελέτη της πορείας των συγκεντρώσεων των TSP, δείχνει ότι οι πολύ μεγάλες τιμές που καταγράφονται, δεν οφείλονται μόνο στις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες. Είναι φανερό ότι οι ώρες που καταγράφονται μέγιστες τιμές δεν είναι πάντα καθορισμένες. Οι κορυφές (peak) των επιπέδων των TSP, εμφανίζουν περιοδικότητα Αυτό συμβαίνει γιατί πολλές εμφανίσεις μεγίστων οφείλονται στις παραγωγικές διαδικασίες ή σε δυσλειτουργίες των βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Επιπλέον το είδος του εκπεμπόμενου ρύπου και η διάρκεια εκπομπής, δείχνουν με σαφήνεια ότι για τις συγκεκριμένες ημερομηνίες, το κύριο αίτιο πρέπει να αναζητηθεί στην παραγωγική διαδικασία (Σχήμα 6) (Αμπατζόγλου et al., 1990). Η πηγή των TSP έχει “ταυτότητα”!

Το παραπάνω συμπέρασμα είναι φανερό ότι ισχύει και για τις συγκεντρώσεις των THC. Εδώ οι υψηλές τιμές που καταγράφονται οφείλονται σε έναν συνδυασμό εκπομπών λόγω της παραγωγικής διαδικασίας και των μετεωρολογικών συνθηκών (Σχήμα 7), όπως έχει παρατηρηθεί και σε αντίστοιχες μελέτες για άλλες στις οποίες αναπτύσσονται παρόμοιες δραστηριότητες (Kalabokas et al., 2001). Επίσης για το SO₂ ισχύουν παρόμοιες εκτιμήσεις (Σχήμα 8).

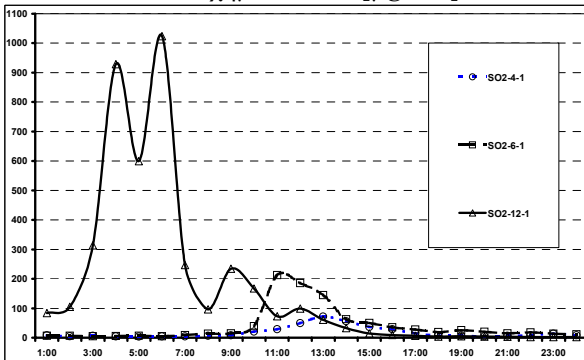
Σε ότι αφορά το επεισόδιο των μεγίστων τιμών του Όζοντος, όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε και από το αντίστοιχο διάγραμμα, φαίνεται καθαρά ο μετασχηματισμός των NO_x, και των THC (οι συγκεντρώσεις τους κυμάνθησαν σε μεσαία επίπεδα), σε όζον (O₃) οι συγκεντρώσεις του οποίου κατέγραψαν ρεκόρ για την περιοχή, μετασχηματισμός που αποτελεί χαρακτηριστική φωτοχημική αντίδραση (Σχήμα 9).



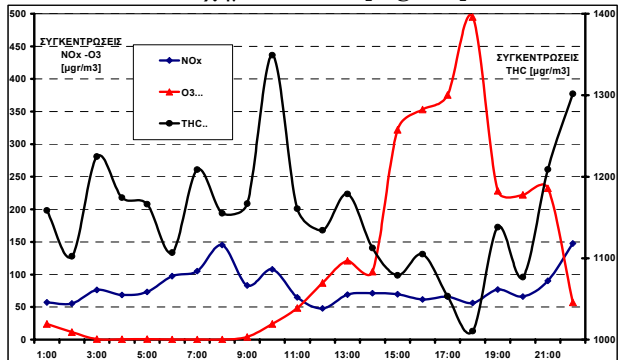
Σχήμα 6. TSP [$\mu\text{gr}/\text{m}^3$]



Σχήμα 7. THC [mgr/m^3]



Σχήμα 8. SO₂ [$\mu\text{gr}/\text{m}^3$]



Σχήμα 9. O₃ [$\mu\text{gr}/\text{m}^3$]

Σχήματα 6, 7, 8 και 9: Ημερήσια πορεία των συγκεντρώσεων των εξεταζόμενων ρυπαντών

5. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα που συνολικά προέκυψαν, μπορούμε να διατυπώσουμε τις παρακάτω εκτιμήσεις:

1. Καθοριστικός παράγοντας για την εμφάνιση επεισοδίων ρύπανσης, αποτελούν οι δυσμενείς μετεωρολογικές συνθήκες συνοπτικές και τοπικές (ευστάθια, θερμοκρασιακή αναστροφή, ασθενείς άνεμοι τόσο επιφανειακά, όσο και καθ' ύψος)
2. Διαδοχικά επεισόδια ρύπανσης έχουν σαν κοινό σημείο την μεγάλη διάρκεια των δυσμενών μετεωρολογικών συνθηκών.
3. Στη βιομηχανική περιοχή του ΘριασίουΠεδίου, οι πολύ μεγάλες τιμές οφείλονται και στις παραγωγικές διαδικασίες των βιομηχανιών και βιοτεχνιών.
4. Από το είδος του εκπεμπόμενου ρύπου και την διάρκεια εκπομπής, μπορούν να ταυτοποιηθούν οι ρυπαίνουσες δραστηριότητες.

5. Η εμφάνιση του Όζοντος και οι μέγιστες συγκεντρώσεις του, τους θερμούς μήνες του έτους, συνδέονται με το μηχανισμό της θαλάσσιας αύρας και την απουσία συνοπτικού ανέμου.

6. Βιβλιογραφία

- Αμπατζόγλου Γ., Χρηστίδης Α., Μουρίκης Δ., 1990: *Η σκόνη στο Θριάσιο Πεδίο. Χημικά Χρονικά ΓΕΡΠΠΕ: Τριμηνιαία δελτία αποτελεσμάτων μετρήσεων της ρύπανσης για τα έτη 1985-2003*
- Λυκούδης, Σ., Κασσωμένος, Π. και Πετράκης, Μ., 1996: *Μια μέθοδος προσδιορισμού της έναρξης και λήξης της θερμής περιόδου του έτους*, 3^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Σεπτέμβριος 1996, Αθήνα, pp.260-263.
- Μαυράκης Α., (2004): *Η Μέση Μηνιαία Πορεία των Μεγίστων Συγκεντρώσεων του Όζοντος και Ορισμένων Κλιματικών Παραμέτρων στο Θριάσιο Πεδίο*. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυσικής, (Λουτράκι, 30 Ιανουαρίου έως 1 Φεβρουαρίου 2004). Τόμος Περίληψεων, pp 57
- Μαυράκης Α., 1998: *Συμβολή στην Διερεύνηση του Γενικότερου Περιβαλλοντικού Προβλήματος στην Ευρύτερη Περιοχή του Θριασίου Πεδίου*. Διπλωματική Εργασία, Ε.Κ.Π.Α.
- ΥΠΕΧΩΔΕ: *Η ατμοσφαιρική ρύπανση στην Αθήνα – 1995 Τεχνική έκθεση*.
- Χρηστίδης Α: *Μελέτη κατανομής αερομεταφερόμενων ρύπων στο Θριάσιο Πεδίο, περιοχή Ελευσίνας*. Διδακτορική Διατριβή ΕΜΠ Αθήνα 1995
- Kalabokas P.D., Hatzianestis J., Bartzis J.G., Papagiannakopoulos P., 2001: Atmospheric concentrations of saturated and aromatic hydrocarbons around a Greek oil refinery. *Atmospheric Environment*, vol. 35, 2545-2555
- Kassomenos P.A., Flocas H.A., Lykoudis S., Skouloudis A., 1998: Spatial and temporal characteristics of the relationship between air quality status and mesoscale circulation over an urban Mediterranean basin. *The Science of the Total Environment*, vol. 217, pp.37-57
- Lalas D.P., Asimakopoulos D.N., Deligiorgi D.G., Helmis C.G., 1983: Sea breeze circulation and photochemical pollution in Athens, Greece. *Atmospheric Environment* vol. 17, pp.1621-1632
- Pielke R., Stocker R., Arrit R., McNider R., 1991: A procedure to estimate worst-case air quality in complex terrain. *Environment International*, Vol. 17, pp.559-574
- www.thrasiopedio.gr