

**ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ
ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Ερευνητικό έργο

**ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΥΧΟΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ
ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΣΤΙΣ
25/12/2001**

Επιστημονικός Υπεύθυνος:

Καθηγητής Α.Γ. Τριανταφύλλου

Επιστημονικοί συνεργάτες:

**Βατάλης Κώστας
Ζουμπουρτικούδης Ιωάννης
Ευαγγελόπουλος Βασίλης
Διαμαντόπουλος Χρήστος
Ιωαννίδης Νίκος**

ΚΟΖΑΝΗ 2002

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
II. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	5
III. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ.....	8
III.1. Μέθοδος ανάλυσης	
III.2. Αποτελέσματα - αξιολόγηση	
IV. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ...	21
V. ΣΧΟΛΙΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.....	52

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

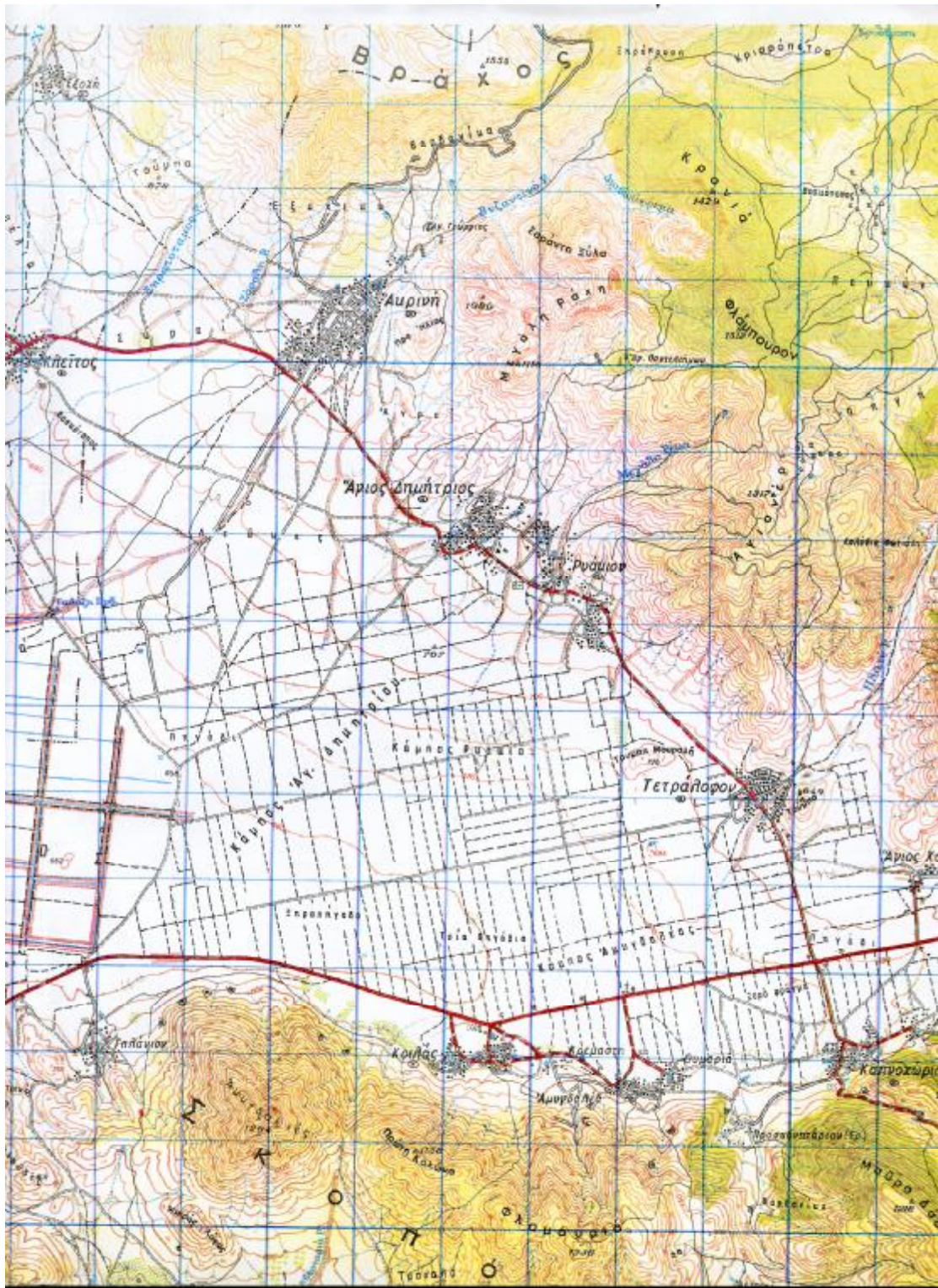
Στις 25.12.2001 προκλήθηκε πυρκαγιά στο χώρο της γεννήτριας της μονάδας II του ατμοηλεκτρικού σταθμού Αγίου Δημητρίου. Σύμφωνα με σχετική έκθεση του Τμήματος Περιβάλλοντος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Κοζάνης, κάηκαν 20 tn λαδιού, περίπου 200 lit πλαστικού PVC, δύο πυκνωτές που περιείχαν 30 lit ο καθένας μονωτικό υγρό με PCB και διαπιστώθηκε μείωση του περιεχομένου ενός ακόμη.

Σε αλληπάλληλες συσκέψεις στη Νομαρχία Κοζάνης στις 25, 28, 29, 30/01/02, που πραγματοποιήθηκαν με πρωτοβουλία του Νομάρχη Κοζάνης συζητήθηκε το θέμα της διερεύνησης των επιπτώσεων από το συγκεκριμένο ατύχημα. Στις συσκέψεις αυτές, στις οποίες κλήθηκε και συμμετείχε το Κέντρο Τεχνολογικής Έρευνας Δυτικής Μακεδονίας, κρίθηκε σκόπιμο, μεταξύ των άλλων, να διερευνηθεί τυχόν επιβάρυνση του περιβάλλοντος, από διοξίνες, φουράνια, πολυχλωιωμένα διφαινύλια και πολυκυκλικούς υδρογονάνθρακες.

Στο πλαίσιο αυτό ανατέθηκε στο Κέντρο Τεχνολογικής Έρευνας Δυτικής Μακεδονίας, ύστερα από σχετική σύμβαση με το Κέντρο Περιβάλλοντος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Κοζάνης, η πραγματοποίηση αναλύσεων δειγμάτων αιωρούμενων σωματιδίων και ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας τους σε διοξίνες, φουράνια, πολυχλωιωμένα διφαινύλια και πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, καθώς επίσης και η ανάλυση των ανεμολογικών δεδομένων για την περίοδο του ατυχήματος των σταθμών μέτρησης που λειτουργούν στην περιοχή ενδιαφέροντος.

Η παρούσα τεχνική έκθεση, που συντάχθηκε ύστερα από την ολοκλήρωση των παραπάνω αναλύσεων, περιλαμβάνει:

Αποτελέσματα αναλύσεων αιωρούμενων σωματιδίων από μετρήσεις στις 25, 26, 27, 28/12/01 και 01/01/02 για διοξίνες, φουράνια, πολυχλωιωμένα διφαινύλια και πολυκυκλικούς υδρογονάνθρακες, αναλυτική περιγραφή της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για τις αναλύσεις αυτές, αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, πλήρη ανάλυση της συνοπτικής κατάστασης την περίοδο 24 - 28/12/01 και 01/01/02, ανάλυση των ανεμολογικών δεδομένων των σταθμών επιφανείας για την ίδια περίοδο (24/12/01 - 28/12/01, και 01/01/02), που λειτουργούν στην περιοχή ενδιαφέροντος. Τέλος δίνονται μερικά συμπεράσματα και παρατηρήσεις σχετικά με το όλο ζήτημα του ατυχήματος.



V. ΣΧΟΛΙΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Τα στοιχεία που αναλύθηκαν παραπάνω δείχνουν την πολυπλοκότητα του πεδίου ροής στην περιοχή, κατά τη διάρκεια της περιόδου που περιγράφηκε και ενδιαφέρει. Έτσι δεν είναι δυνατή η εκτίμηση του ανέμου σε μεγαλύτερα ύψη ειδικότερα κάτω από τις συνοπτικές συνθήκες που επικράτησαν και δεδομένα από σταθμούς επιφανείας.

Το πρόβλημα γίνεται πλέον σύνθετο όταν το ενδιαφέρον εστιάζεται στις νυχτερινές ώρες, όπως στην προκειμένη περίπτωση, κατά τις οποίες οι άνεμοι έχουν «περίεργη» συμπεριφορά. Το στρώμα του αέρα στην επιφάνεια, ερχόμενο σε επαφή με το έδαφος, μετασχηματίζεται σε ένα ευσταθές οριακό στρώμα, που χαρακτηρίζεται από στατικά ευσταθή αέρα με ασθενέστερη σποραδική τύρβη. Έτσι, ενώ στην επιφάνεια επικρατεί άπνοια, οι άνεμοι σε μεγαλύτερα ύψη μπορεί να επιταχύνονται σε υπεργεωστροφικές ταχύτητες, με αποτέλεσμα, ενώ ο στατικά ευσταθής αέρας τείνει να αποσβέσει την τύρβη, να εισάγονται βαθμίδες ανέμου που τείνουν να δημιουργήσουν τύρβη. Ως αποτέλεσμα η τύρβη μερικές φορές εμφανίζεται με σχετικά σύντομα ξεσπάσματα που μπορούν να προκαλούν ανάμειξη μέσα από το ευσταθές οριακό στρώμα. Οι έντονες βαθμίδες του ανέμου συνοδεύονται από μια ταχύτατη αλλαγή στη διεύθυνση του.

Η πορεία των ρύπων και αραίωση τους με τη μεταφορά καθορίζεται εκτός από τα χαρακτηριστικά της εκπομπής, που ενδεχομένως στο πλαίσιο συμπληρωματικών μελετών για το πρόβλημα που εξετάζεται έχουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό αποσαφηνιστεί, και από άλλες κρίσιμες παραμέτρους σχετικές με τις συνθήκες εκπομπής, πεδίο ροής, θερμοκρασίας, ένταση τύρβης, στοιχεία τα οποία δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστούν με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα που παρουσιάστηκαν.

Οι συνοπτικές συνθήκες που επικράτησαν στη διάρκεια του επεισοδίου, όπως προέκυψε από την ανάλυση που παρουσιάστηκε παραπάνω, δεν αποτελούν «τυπική περίπτωση», από αυτές που κατά το παρελθόν αναλύθηκαν στην περιοχή, γεγονός που κάνει ακόμη δυσκολότερη την εκτίμηση της διασποράς με τα υπάρχοντα δεδομένα.

Θα πρέπει να υπογραμμιστεί στο σημείο αυτό, ότι η διαδικασία της επιφανειακής δειγματοληψίας γενικά είναι ιδιαίτερα προβληματική, όταν είναι διαπιστωμένο βιβλιογραφικά ότι συγκεντρώσεις μπορεί να είναι πολύ διαφορετικές ακόμα και σε δείγματα που πάρθηκαν από κοντινές περιοχές. Η μέθοδος δειγματοληψίας, ποσότητα δείγματος, βάθος, κλπ, που θα ακολουθηθεί αποτελούν επίσης κρίσιμες παραμέτρους για

την αποτίμηση της κατάστασης και προσδιορίζουν σε σημαντικό βαθμό την πιθανότητα της απώλειας «hot spot» περιοχών. Υπογραμμίζεται επίσης το γεγονός ότι, όπως φαίνεται από τους ανέμους στην επιφάνεια που αναλύθηκαν, δεν υπάρχει επικρατούσα διεύθυνση τη περίοδο που ενδιαφέρει.

Αν και τα θέματα αυτά χαρακτηρίζονται «site specific», σημειώνεται ότι σε ανάλογες περιπτώσεις στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται δειγματοληψίες περιμετρικά της περιοχής εκπομπής και σε αποστάσεις 100, 250 ή και 500 μέτρων, και επιπρόσθετα προς την επικρατούσα διεύθυνση σε μεγαλύτερες αποστάσεις 750, 1000, 1500, 2000 και 3000 μέτρων, όπου το μέγιστο βρέθηκε όχι υποχρεωτικά στην πλησιέστερη στο σημείο εκπομπής θέση δειγματοληψίας.

Η πλέον ενδεδειγμένη διεθνώς σήμερα μεθοδολογία, που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της διασποράς και της εναπόθεσης από ατμοσφαιρικές εκπομπές, είναι η συνδυασμένη χρήση κατάλληλων μοντέλων ατμοσφαιρικής διασποράς και αναλύσεων πεδίου.

Λεπτομερής περιγραφή των συνθηκών ευστάθειας, της διασποράς – διάχυσης και επομένως της κατανομής των ρύπων μπορεί να επιχειρηθεί με τη συνδυασμένη χρήση σύγχρονων μοντέλων κατάλληλων για πολύπλοκη τοπογραφία για τον υπολογισμό του τριδιάστατου πεδίου ροής και την προσομοίωση της διασποράς (απελευθέρωση plumes, puffs). Η μεθοδολογία αυτή, που εφαρμόστηκε παλαιότερα στο εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Περιβαλλοντικής Φυσικής του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, βελτιώθηκε στο εργαστήριο με νέας τεχνολογίας μοντέλα, στη βάση των πρόσφατων σχετικών εξελίξεων στο χώρο. Ωστόσο η προσαρμογή των μοντέλων με τη νέα εξελιγμένη μορφή στα δεδομένα της περιοχής Δυτικής Μακεδονίας δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί για να μπορεί άμεσα να εφαρμοστεί σε επιχειρησιακό επίπεδο. Ενδεικτικό παράδειγμα φαίνεται στο παράρτημα στα σχήματα Π.1.1, Π.1.2, Π.2.1, Π.2.2, όπου προσομοιώνεται το πεδίο ροής, η κίνηση αερίων μαζών και οι ισορροπιακές για υποθετικό σενάριο εκπομπής ρύπων από σημειακή πηγή (βλ. αρχείο EnvPhyLab.avi. στο cd που συνοδεύει την παρούσα τεχνική έκθεση).

Ύστερα από τα παραπάνω, συμπερασματικά μπορεί να συνοψιστεί ότι:

Από την ανάλυση των ανεμολογικών δεδομένων των σταθμών επιφανείας δεν προκύπτει κυρίαρχη διεύθυνση ανέμου κατά τη διάρκεια και μετά τη πυρκαγιά. Πολύ περισσότερο, όταν το ύψος εκπομπών εκτιμάται στην περιοχή των 15 – 20 μέτρων ή και περισσότερο, και το ενεργό ύψος πολύ ψηλότερα.

Η συνοπτική κυκλοφορία δεν αποτελεί «τυπική περίπτωση» από αυτές που κατά το παρελθόν έχουν διεξοδικά αναλυθεί και επομένως οι συνθήκες διασποράς δεν μπορούν με τα υπάρχοντα δεδομένα να διερευνηθούν. Επίσης, όπως προέκυψε, δεν είναι αυτή η συνοπτική ροή που προσδιορίζει τους ανέμους στην επιφάνεια, όπως αυτοί καταγράφηκαν από τους σταθμούς επιφανείας.

Συνεπώς, μόνο από τα παραπάνω δεδομένα, δεν μπορούν να υποδειχθούν προτιμιές διευθύνσεις θέσεων δειγματοληψίας.

Η διασπορά των ρύπων και η κατεύθυνση του νέφους που σχηματίστηκε από τα προϊόντα της καύσης, προσδιορίζονται από την ανάπτυξη του νυχτερινού οριακού στρώματος στην περιοχή και των τοπικών συστημάτων που αναπτύσσονται στο ύψος και το ενεργό ύψος εκπομπής. Τα καθοριστικά αυτά στοιχεία μπορούν να προσδιοριστούν με προσομοίωση με τη συνδυασμένη χρήση σύγχρονων μοντέλων κατάλληλων για πολύπλοκη τοπογραφία για τον υπολογισμό του τριδιάστατου πεδίου ροής και της διασποράς, στοιχεία που μπορεί επίσης να προσδιορίσουν τυχόν «hot spots» περιοχές.

Η εκ των «ενόντων» εκτίμηση των επιπτώσεων από τις εκπομπές της καύσης στην ατμόσφαιρα και την εναπόθεση, προϋποθέτει δειγματοληψίες εδάφους από αυξημένο αριθμό θέσεων, με βάση και τα βιβλιογραφικά δεδομένα που αναφέρθηκαν, ικανό να διασφαλίζει πληρότητα και αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για εκτεταμένη περιοχή με πολύπλοκη τοπογραφία. Το εύρος επιπλέον των τιμών των συγκεντρώσεων αποτελεί στοιχείο συνεκτίμησης για τον προσδιορισμό πρόσθετων δειγματοληψιών, που πρέπει να γίνονται όταν αυτό βρεθεί ότι είναι μεγάλο.

Οι τιμές των συγκεντρώσεων PCBs, διοξινών, φουρανίων, και PAH που προέκυψαν από αναλύσεις αιωρούμενων σωματιδίων στην περιοχή του ΤΕΙ την περίοδο 25/12/01 – 01/01/02 κυμαίνονται στην ίδια περιοχή τιμών με τις αντίστοιχες τιμές πριν από την περίοδο του ατυχήματος. Το παρατηρούμενο μέγιστο στη συγκέντρωση διοξινών + φουρανίων που αντιστοιχεί στο δεύτερο δείγμα, στις 26 και 27/12/01, αν και χωρίς άμεσα πρακτικό ενδιαφέρον (είναι μέσα στην περιοχή τιμών παλαιότερης περιόδου και αντιστοιχεί στο χαμηλότερο τοξικό ισοδύναμο I-TEQ της περιόδου 25/12/01-01/01/02 των αναλύσεων) είναι υπό διερεύνηση. Υπογραμμίζεται επίσης ότι η αξιολόγηση αυτή αφορά την περιοχή που αντιπροσωπεύει η θέση δειγματοληψίας (περίπου 14 χιλιομέτρων ΝΔ της θέσης του ατυχήματος) και οπωσδήποτε όχι τη γειτονική του ατυχήματος περιοχή.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Atkinson B.W. Meso-scale atmospheric circulation, Academic Press., 1981.
- Czuczwa, J.M. Ph.D. Thesis, Indiana University, Bloomington, IN, 1984.
- Domingo J.L.;Schuhmacher M.; Granero S.; Ljobet J.M.; Kok H.A.M. Archives of Environment Contamination and Toxicology. 1999, 36, 377-383.
- Eltzer B. D.; Hltes A.R. Environ. Sci. Technol.1989, 23, 1396-1401
- Elo O; Vuojolahti P; Janhunnen H; Rantanen J. Environmental Health Perspective, 60.
- Hansen L.G. ; O'Keefe. Archives of Environment Contamination and Toxicology. 1996, 31, 271-276.
- Hurley P. J ; Blockley A. ; Rayner K. Atmospheric Environment 2001, 35.
- Holton, J.R. An introduction to dynamic meteorology, Academic Press, 1979.
- Kaupp, H ;Towara, M ; McLachlan, M.S. Atmos.Environ. 1994, 28, 585 – 593.
- Kevin C.J. ; Duarte-Davidson R., Environ. Sci. Technol.1997, 31, 2937-2943
- Kouimtzis, T. PCDD/Fs and PCBs concentrations in the ambient air of the greater thessaloniki area/Greece. In Dioxin 2000. 2000. Monterey, California.
- Koester C. J.; Hltes R.A, Environ. Sci. Technol.1992, 26, 1375-1382.
1985, 60, 315-319.
- McKay G., Chemical Engineering Journal 2002, 86, 343-368.
- Oehme, M.;Furst, P.; Kruger, C.; Meemken, H. A.; Groebel, W. Chemosphere 1988, 17, 1291 – 1300.
- Pielke R., 1984: Mesoscale Meteorological Modeling. Academic Press, new York.
- Pielke, R.A., R.W. Arritt, M. Segal, M.D. Moran, and R.T. McNider,: Boundary Layer Meteorol., 1987, 41 pp. 59-74
- Schuhmacher M.; Xifro A.; Llobet M.; H.A.M. de Kok;J.L. Domingo. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 33, 239-246.
- Sterr P.J.;Tashiro C.H.;Mcillveen W.D.; Clement R.E. Water, Air and Soil Pollution, 1995, 82, 659-674.
- Stull, R.B. An introduction to Boundary Layer Meteorology, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- Triantafyllou, A.G., C.G.Helmis, D.N.Asimakopoulos, and A.T.Soilemes. Theoretical and Applied Climatology. 1995, 52, No 1-2, p.19-25.
- Triantafyllou. A.G. Environmental Pollution 2001, 12/3, 491-500.

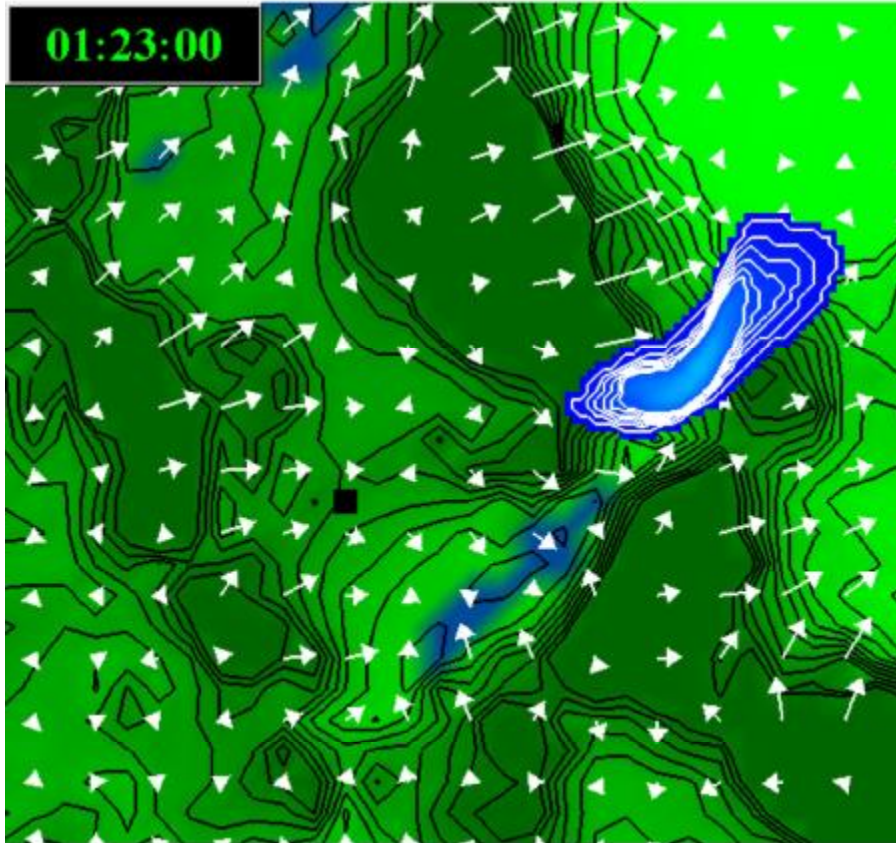
Triantafyllou A.G., E. Kiros, V. Evagelopoulos. Journal of the Air & Waste Management Association, 2002, 52:174-185.

Triantafyllou A.G.; Kassomenos P, The Science of the Total Environment, 2002 (in press).

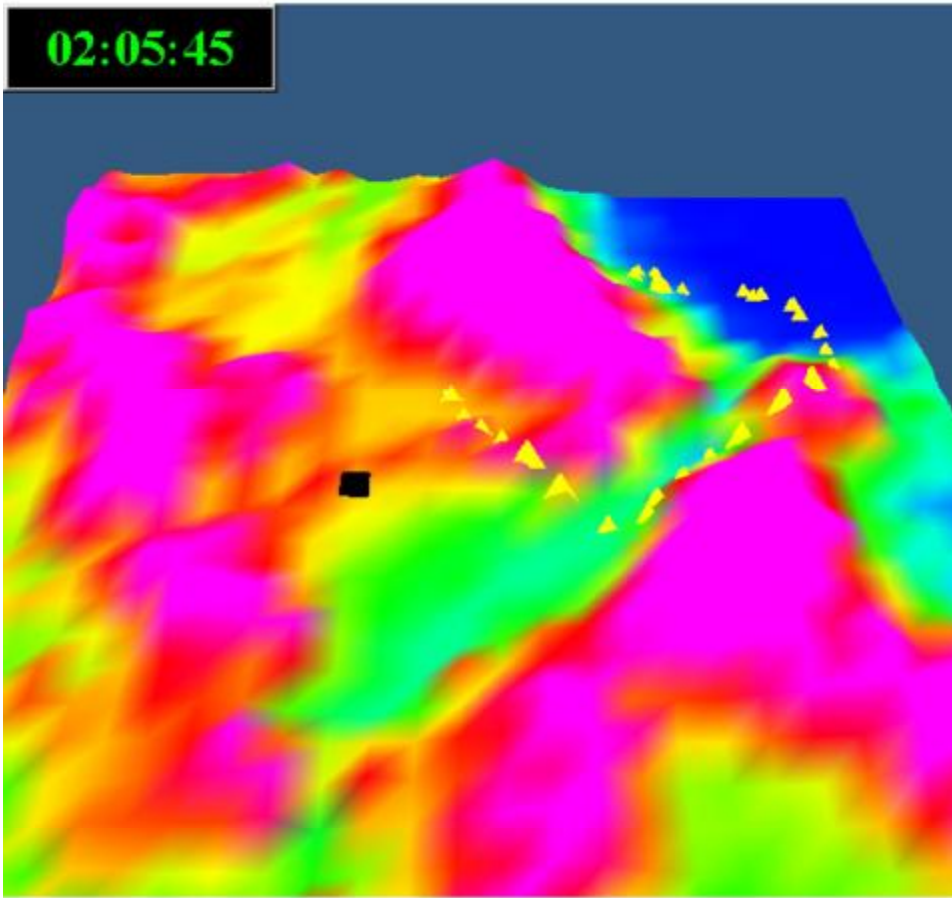
UK Department of the Environment Transport and the Regions (DETR), Report produced for European Commission DG Environment, October 1999.

Ulrikson B.L and C.F. Mass,: Mon. Wea. Rev., 1990a, Vol.118, 2138 – 2161.

Ulrikson B.L and C.F. Mass,: Mon. Wea. Rev, 1990b, Vol. 118, 2162-2184



Σχήμα Π.1.1



Σχήμα Π.2.2