

# Χώρας αειχώρος

**ΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

ΤΟΜΟΣ 3  
VOLUME 3

ΤΕΥΧΟΣ 2  
ISSUE 2

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004  
NOVEMBER 2004



**ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ** - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
*Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας  
και Περιφερειακής Ανάπτυξης*

ΚΟΚΚΩΣΗΣ ΧΑΡΗΣ  
ΜΠΕΡΙΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ  
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ  
ΠΕΤΡΑΚΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ  
ΓΟΥΣΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ  
ΔΕΦΝΕΡ ΑΛΕΞΗΣ  
ΨΥΧΑΡΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

#### **ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΣΥΝΤΑΞΗΣ**

Αραβαντινός Αθανάσιος	- ΕΜΠ
Ανδρικόπουλος Ανδρέας	- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Βασενχόβεν Λουδοβίκος	- ΕΜΠ
Γιαννακούρου Τζίνα	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γιαννιάς Δημήτρης	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δελλαδέτσιμας Παύλος	- Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Δεμαθιάς Ζαχαρίας	- Πάντειο Πανεπιστήμιο
Ιωαννίδης Γιάννης	- Tufts University, USA
Καλογήρου Νίκος	- ΑΠΘ
Καρυίδης Δημήτρης	- ΕΜΠ
Κοσμόπουλος Πάνος	- ΔΠΘ
Κουκλέλη Ελένη	- University of California, USA
Λαμπριανίδης Λόης	- Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Λουκάκης Παύλος	- Πάντειο Πανεπιστήμιο
Λουρή Ελένη	- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μαντουβάλου Μαρία	- ΕΜΠ
Μελαχροινός Κώστας	- University of London, Queen Mary, UK
Μοδινός Μιχάλης	- Εθν. Κέντρο Περιβ. και Δειφ. Ανάπτυξης (ΕΚΠΑΑ)
Μπριασούλη Ελένη	- Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Παπαθεοδώρου Ανδρέας	- University of Surrey, UK
Παπτάς Βασίλης	- Πανεπιστήμιο Πατρών
Πρεβελάκης Γεώργιος-Στυλ.	- Universite de Paris I, France
Φωτόπουλος Γιώργος	- Πανεπιστήμιο Πατρών
Χαστάογλου Βίλμα	- ΑΠΘ

---

Διεύθυνση:

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας  
και Περιφερειακής Ανάπτυξης  
Περιοδικό ΔΕΙΧΩΡΟΣ

Πεδίον Άρεως, 38334 ΒΟΛΟΣ

<http://www.prd.uth.gr/aeihoros> e-mail: [aeihoros@prd.uth.gr](mailto:aeihoros@prd.uth.gr)

τηλ.: 24210 – 74456 fax: 24210 – 74380



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Ειδικό τεύχος - Αφιέρωμα  
**Γεωπληροφορική**

---

*Επιμέλεια*

Μαρίνος Κάβουρας  
Ελευθερία Καρνάβου

Επιστημονικό Περιοδικό

---

αειχώρος  
αειχώρος  
αειχώρος

---

Επιμέλεια έκδοσης : Άννα Σαμαρίνα — Παναγιώτης Πανταζής  
Λαγούτ : Παναγιώτης Πανταζής  
Σχεδιασμός εξωφύλλου : Γιώργος Παρασκευάς  
Εκτύπωση : Αλέκος Ξουράφας  
Κεντρική διάθεση : Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή	4
<b>Κόκλα Μ., Κάβουρας Μ.</b>	8
Προσδιορισμός σημασιολογικών ιδιοτήτων και σχέσεων για την επίλυση οντολογικής ετερογένειας	
<b>Τομαή Ε., Κάβουρας Μ.</b>	24
Απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη Θεματικών Γεωγραφικών Οντολογιών	
<b>Γραϊκούσης Γ., Φώτης Γ. και Κουτσόπουλος Κ.</b>	40
Χωροχρονική πρόβλεψη σημειακών προτύπων ζήτησης στοχαστικών χωροθετικών προβλημάτων με χρήση Νευρωνικών Δικτύων	
<b>Παντελέλης Μ., Σουλακέλλης Ν.</b>	62
Διαχείριση και ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων αέριας ρύπανσης αστικών περιοχών: Η περίπτωση της Αττικής	
<b>Μανέτος Π., Φώτης Γ.</b>	76
Εφαρμογή μεθόδων εξαγωγής χωρικής γνώσης για τον προσδιορισμό και την απόδοση Χωρικών Προτύπων	
<b>Μελιδόνη Μ., Χατζηχρήστος Θ.</b>	94
Σχεδιασμός και ανάπτυξη περιβάλλοντος διεπαφής με το χρηστή για την ανάλυση χωρικών σημειακών προτύπων με την τεχνική "Ανάλυση Καννάβου" σε περιβάλλον ΓΣΠ	
<b>Σαραφίδης Δ., Παρασκάκης Ι.</b>	112
Ένα χρηστικό περιβάλλον επικοινωνίας για την διάθεση των κτηματολογικών δεδομένων στο διαδίκτυο	
<b>Ντόκου Αικ.</b>	134
Χωρικές διαδικασίες τεκμηρίωσης τρισδιάστατης πληροφορίας ιδιοκτησιακών αντικειμένων	
<b>Καμαριανάκης Γ., Κοντός Δ.</b>	154
Ταξινόμηση των δήμων της Ελλάδας σύμφωνα με τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά τους όπως προκύπτουν από την Απογραφή του 2001	

## **Διαχείριση και ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων αέριας ρύπανσης αστικών περιοχών: Η περίπτωση της Αττικής<sup>1</sup>**

**Μιχαήλ Παντελέλης**

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Η/Υ  
 Υποψήφιος Διδάκτορας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

**Νικόλαος Σουλακέλλης**

Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

### **Περίληψη**

Η αποτελεσματική διαχείριση χωροχρονικών δεδομένων τα οποία σχετίζονται με το φαινόμενο της αέριας ρύπανσης αστικών περιοχών, αποτελεί ένα καθοριστικής σημασίας στάδιο στην ανάπτυξη ενός συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών (ΣΓΠ), ειδικά σχεδιασμένου για τη μελέτη και την παρακολούθηση του φαινομένου αυτού. Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων, ενός τέτοιου συστήματος έχει ιδιαίτερη σπουδαιότητα διότι επηρεάζει την επιτυχή λειτουργία του τελικού συστήματος. Οι σύγχρονες τεχνολογίες της αντικειμενοστραφούς μοντελοποίησης δεδομένων (Object Oriented Data Modeling) στα ΣΓΠ προσφέρουν την δυνατότητα για τον σχεδιασμό βάσεων δεδομένων (ΒΔ) λαμβάνοντας υπόψη τις εξειδικευμένες απαιτήσεις κάθε εφαρμογής. Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον σχεδιασμό της βάσης δεδομένων του συστήματος Icaros-NET, το οποίο βασίζει την λειτουργία του σε ένα πλήθος γεωγραφικών δεδομένων, ανομοιογενών ως προς την χωρική και τη χρονική τους κλίμακα. Η μοντελοποίηση της βάσης αυτής πραγματοποιήθηκε με τεχνικές αντικειμενοστραφούς

<sup>1</sup> Τμήμα της παρούσας εργασίας χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση IST-2000-29264 (project ICAROS-NET)

σχεδίασης *Unified Modelling Language (UML)* και την δημιουργία ενός μοντέλου περιγραφής και ανταλλαγής δεδομένων με την χρήση της γλώσσας *Extensible Markup Language (XML)*.

### **Λέξεις-κλειδιά**

Βάσεις γεωγραφικών δεδομένων, XML, UML, επεξεργασία δεδομένων, αέρια ρύπανση.

### ***Analysys and Management of Urban Area Air Pollution Spatiotemporal Data: Case Study of Attica***

*The effective management of spatiotemporal data, which relate to urban area air pollution, constitutes a decisive importance stage to the development of a Geographic Information System (GIS), specifically tailored to study and monitor of this phenomenon. The design of the database, for such a system, has particular importance as far as it influences the successful operation of the final system. The modern technologies of Object Oriented Data Modelling in GIS, offer the possibility to design databases taking into consideration the specialised requirements of each application. In this work we present the methodology that was followed and the results that were produced from the design of the database for the Icaros-NET platform which bases its operation on a wealth of geographic data, non-homogeneous, as for the spatial and temporal scale. The design of this database was made using the Unified Modelling Language (UML) and the creation of a data description and exchange with the use of the Extensible Markup Language (XML).*

### **Keywords**

*Geographical data bases, XML, UML, data management, air pollution.*

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η αποτελεσματική διαχείριση των χωροχρονικών δεδομένων (spatiotemporal data), τα οποία περιγράφουν γεωγραφικά χαρακτηριστικά και φαινόμενα, αποτελεί μία από τις σημαντικότερες περιοχές έρευνας της εφαρμοσμένης Γεωπληροφορικής. Η αναπαράστασή του χώρου και του χρόνου ταυτόχρονα είναι ακόμα διερευνήσιμη (Chan και Wong, 1996· Bonhomme κ.ά., 1999· Blaser και Egenhofer, 2000), ενώ πολλές διαφορετικές προσεγγίσεις υπάρχουν μέχρι σήμερα για την αναπαράσταση χωροχρονικών δεδομένων και διαδικασιών (Price κ.ά., 1999· Christensen κ.ά., 2001). Ειδικά η θεώρηση οντότητας/πεδίου (Worboys, 1995· Burrough και McDonnell, 1998), χαρακτηρίζει δύο κυρίαρχα και συχνά αντικρουόμενα μοντέλα γεωγραφικών δεδομένων. Το μοντέλο που βασιζέται σε οντότητες,

είναι περισσότερο προσανατολισμένο στην αντικειμενοστραφή προσέγγιση και αντιμετωπίζει την γεωγραφική πληροφορία σαν χαρακτηριστικό των οντοτήτων που απαρτίζουν το χώρο. Αντίθετα η θεώρηση πεδίου αντιμετωπίζει την γεωγραφική πληροφορία των χωρικών δεδομένων σαν χαρακτηριστικό της θέσης τους στο χώρο.

Το σύστημα Icaros-NET (Integrated Computational Assessment of Air Quality via Remote Observations Systems Network), αποτελεί ένα ειδικά σχεδιασμένο σύστημα για τη διαχρονική παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα σε αστικό και περιφερειακό επίπεδο (Σουλακέλλης κ.ά., 2002· Sarigiannis κ.ά., 2004). Για την αποτελεσματική λειτουργία του, απαιτείται η βέλτιστη αξιοποίηση των χωροχρονικών δεδομένων τα οποία περιγράφουν το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και προέρχονται από:

- Δίκτυα επίγειων σταθμών συνεχούς και συστηματικής μέτρησης των συγκεντρώσεων διαφόρων αερίων και σωματιδιακών ρύπων.
- Αριθμητικά μοντέλα προσομοίωσης, διάχυσης και διασποράς των ρύπων.
- Δορυφορικές εικόνες υψηλής διακριτικής ικανότητας.

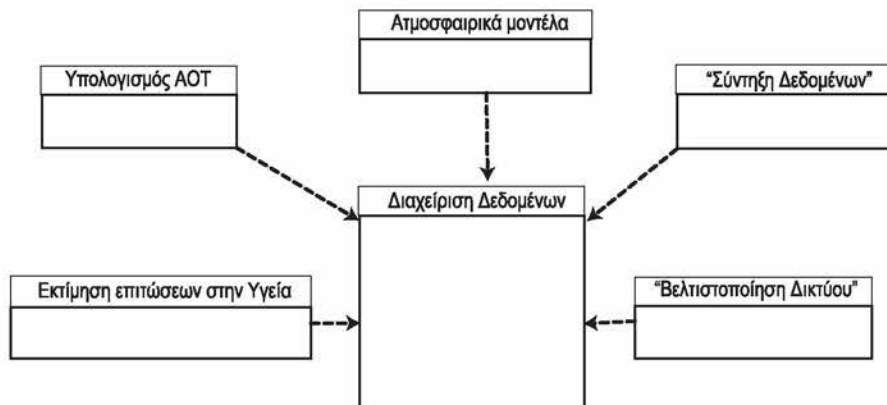
Η αρχιτεκτονική του συστήματος Icaros-NET (Sarigiannis κ.ά., 2004) περιλαμβάνει έξι επιμέρους υποσυστήματα (σχήμα 1):

- Υποσύστημα διαχείρισης δεδομένων (data management).
- Υποσύστημα ατμοσφαιρικών μοντέλων (atmospheric modeling).
- Υποσύστημα υπολογισμού του ατμοσφαιρικού οπτικού πάχους (Aerosol Optical Thickness - AOT calculation) με την χρήση δορυφορικών εικόνων υψηλής διακριτικής ικανότητας.
- Υποσύστημα "σύντηξης δεδομένων" (data fusion).
- Υποσύστημα εκτίμησης της επίδρασης της ποιότητας του αέρα στην Δημόσια Υγεία (Health Impact Assessment).
- Υποσύστημα βελτιστοποίησης της λειτουργίας του επίγειου δικτύου μετρήσεων ατμοσφαιρικών ρύπων (network optimization).

Η εργασία αυτή εστιάζεται στη μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε για στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του υποσυστήματος διαχείρισης δεδομένων του Icaros-NET, το οποίο διατηρεί ισχυρές εξαρτήσεις με όλα τα υπόλοιπα υποσυστήματα και επιτελεί κεντρικό ρόλο στην λειτουργία του συνολικού συστήματος.



Σχήμα 1: Η αρχιτεκτονική του συστήματος Icaros-NET



## ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Τα κυριότερα δεδομένα, τα οποία είναι διαθέσιμα για την πληρέστερη κατανόηση του φαινομένου της αέριας ρύπανσης αστικών περιοχών είναι:

- *Μετρήσεις από δίκτυα επίγειων σταθμών*, που αφορούν τόσο ατμοσφαιρικές παραμέτρους όσο και συγκεντρώσεις αερίων ρύπων. Συνήθως οι μετρήσεις αυτής της μορφής παρέχονται σαν μέση τιμή ανά ώρα ή ημίωρο, ενώ χωρικά η θέση των σταθμών καθορίζεται από τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της υπό εξέταση περιοχής.
- *Αποτελέσματα από ατμοσφαιρικά μοντέλα προσομοίωσης της διάχυσης αερίων ρύπων*, τα οποία αφορούν μετεωρολογικές παραμέτρους π.χ. υψόμετρο ανάμειξης ρύπων (mixing height), θερμοκρασία, ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου κ.ά., όσο και συγκεντρώσεις αερίων ρύπων π.χ. PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> κ.ά. Τα δεδομένα αυτά ως προς την χωρική τους κατανομή αναφέρονται σε ένα κανονικοποιημένο πλέγμα σημείων τα οποία απέχουν μεταξύ τους 2km, καλύπτοντας την υπό μελέτης περιοχή. Η χρονική διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων για όλο το πλέγμα είναι τρεις ώρες.

Ειδικότερα για τον σχεδιασμό του υποσυστήματος διαχείρισης δεδομένων του συστήματος Icaros-NET, τα δεδομένα προέρχονταν από:

- Το ΠΕΡΠΑ, και αφορούν ωριαίες τιμές συγκεντρώσεων ρύπων για το έτος 2002. Τα δεδομένα αυτά παρέχονται σε προκαθορισμένης μορφής αρχείων ASCII ή λογιστικά φύλλα.
- Το Εργαστήριο Μετεωρολογίας του Φυσικού Τμήματος του Πανεπιστημίου

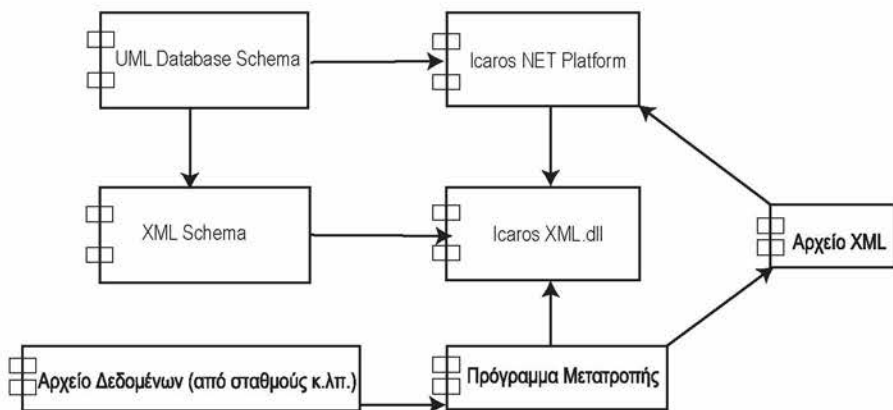
Αθηνών και αφορούν αποτελέσματα του μετεωρολογικού μοντέλου προσομοίωσης (MM5-Mesoscale Model). Τα δεδομένα αυτά παρέχονται σε προκαθορισμένης μορφής αρχείων ASCII.

Σε καμία από τις δύο αυτές περιπτώσεις η μορφή των αρχείων των δεδομένων δεν ακολουθεί κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο (standardized format).

Η μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη αξιοποίηση του συνόλου των παραπάνω δεδομένων μπορεί να διακριθεί σε 3 φάσεις:

1. *Σχεδιασμός της βάσης δεδομένων (ΒΔ),* χρήση αντικειμενοστραφών τεχνικών και της UML (UML database schema).
2. *Κατασκευή αρχείου XML (XML-schema),* για την περιγραφή των δεδομένων που απαιτούνται για την λειτουργία του συστήματος Icaros-Net. Η περιγραφή αυτή ακολουθεί το σχήμα της βάσης γεωγραφικών δεδομένων που δημιουργήθηκε στην προηγούμενη φάση.
3. *Δημιουργία βιβλιοθήκης (dynamic link library-dll),* για την επεξεργασία είτε πρωτογενών αρχείων δεδομένων και την μετατροπή τους σε μορφή XML, είτε την επεξεργασία ήδη υπαρχόντων XML αρχείων ρύπων και την εισαγωγή τους στην ΒΔ (σχήμα 2).

**Σχήμα 2:** Αρχιτεκτονική του συστήματος στο επίπεδο διαχείρισης δεδομένων



### Σχεδιασμός της βάσης δεδομένων με αντικειμενοστραφείς τεχνικές.

Η UML είναι μία γλώσσα μοντελοποίησης, η οποία διέπεται από σαφείς κανόνες κατασκευής μοντέλων, τα οποία αφορούν συνήθως συστήματα λογισμικού, αλλά μπορεί να περιγράψει το ίδιο καλά και γενικότερα συστήματα ή διαδικασίες και είναι στενά συνδε-

δεμένη με μία αντικειμενοστραφή προσέγγιση της πραγματικότητας (Booch κ.α. 1998). Οι ιδιαιτερότητες βέβαια ενός ΣΓΠ, εστιάζονται στην ανάγκη για μοντελοποίηση, κυρίως της γεωγραφικής πληροφορίας και την απαίτηση για διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων. Οι τεχνικές μοντελοποίησης που υπάρχουν για τα κλασικά πληροφοριακά συστήματα, απαιτούν ελεγκτάσεις ώστε να εφαρμοστούν στα ΣΓΠ.

Προς την κατεύθυνση αυτή έχουν γίνει πολλές προσπάθειες από τις οποίες άλλες βασίζονται σε παλιότερες τεχνικές (Borges, 1999 και 2001· Shekhar κ.ά., 1997· Tryfona και Hadzilacos, 1995· Tryfona και Jensen, 1999), ενώ άλλες σε ελεγκτάσεις που αφορούν την ίδια την UML (Price κ.ά., 2000). Στο Parent κ.ά. (1999) προτείνεται η τεχνική MADS για την μοντελοποίηση χωροχρονικών οντοτήτων στο λογικό επίπεδο (conceptual level). Αναφέρεται ότι ένα καλό μοντέλο λογικού επιπέδου πρέπει να περιλαμβάνει ισχυρές δομές, απλό γραφικό συμβολισμό, ένα επίσημο ορισμό και μία γλώσσα διαχείρισης δεδομένων. Και τα τρία προηγούμενα παραπέμπουν στην αξιοποίηση της UML. Στο Neal και Neal (1998) περιγράφεται ένα εργαλείο και κατάλληλες τεχνικές για την μετατροπή και αντιστοίχιση χαρτογραφικών δεδομένων από μία διανυσματική σε μία αντικειμενοστραφή αναπαράσταση.

Σύμφωνα με το Brodeur κ.ά. (2000), υπάρχουν πολλοί λόγοι για την υιοθέτηση της UML σαν γλώσσα περιγραφής της βάσης δεδομένων: Αναγνωρίζεται σαν *de facto* πρότυπο στο πεδίο της τεχνολογίας λογισμικού και αποτελεί πρότυπο για το Object Management Group (OMG). Επίσης η ομάδα εργασίας ISO/TC 211 η οποία ασχολείται με θέματα προτυποποίησης σχετικά με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών καθώς και το Open GIS Consortium έχουν επιλέξει την UML σαν γλώσσα για την μοντελοποίηση γεωγραφικών δεδομένων.

Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων του συστήματος Icaros-NET έγινε με την βοήθεια του MS-Visio και με βάση τα αντικείμενα που παρέχονται από την ESRI (Zeiler, 1999· MacDonald, 2001). Η χρήση της UML μας επέτρεψε να περιγράψουμε τα αντικείμενα εκείνα που σχετίζονται άμεσα με την υλοποίηση του συστήματος Icaros.NET και τις μεταξύ τους συσχετίσεις.

### **Κατασκευή αρχείου XML (XML-Schema)**

Η γλώσσα XML (eXtensible Markup Language) αποτελεί σήμερα ένα ευρέως διαδεδομένο πρότυπο για την περιγραφή και ανταλλαγή δεδομένων. Η XML έχει αναπτυχθεί και συντηρείται από το World Wide Web Consortium (W3C) και αποτελεί υποσύνολο ενός παλαιότερου ISO προτύπου, της SGML (Στεφανάκης, 2003). Η ιδιότητα της αυτοπεριγραφής και η μεταφερσιμότητα, αποτελούν τα κυριότερα πλεονεκτήματα ενός αρχείου XML και για το λόγο αυτό έχει συνδεθεί στενά με την τεχνολογία των βάσεων δεδομένων και την περιγραφή δεδομένων.

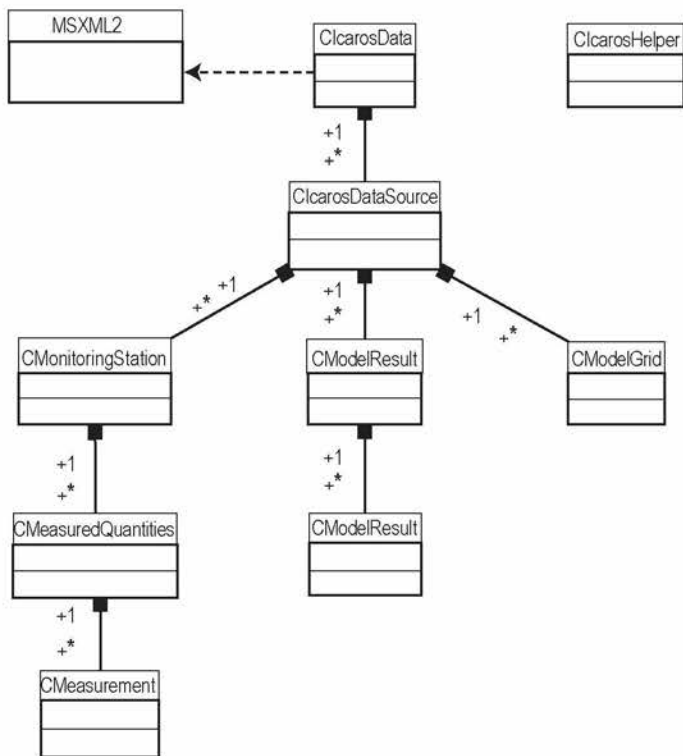
Η κατασκευή του αρχείου ορισμού XML για την περιγραφή των δεδομένων που απαιτούνται για την λειτουργία του συστήματος Icaros-Net (XML-Schema) βασίστηκε στο μοντέλο της βάσης γεωγραφικών δεδομένων, το οποίο δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια της προηγούμενης φάσης της μεθοδολογίας.

### Δημιουργία βιβλιοθήκης

Το σύνολο των λειτουργιών που σχετίζονται με την εισαγωγή των δεδομένων στο σύστημα Icaros-NET και την διαχείριση των XML αρχείων έχουν συγκεντρωθεί στην ανεξάρτητη βιβλιοθήκη IcarosXML.dll.

Στο σχήμα 3 παρουσιάζονται συνοπτικά οι σχέσεις που διέπουν τα διάφορα αντικείμενα μεταξύ τους στην βιβλιοθήκη (IcarosXML.dll). Είναι εμφανής η εξάρτησή τους από τον (MSXML Parser), που μπορεί όμως να αντικατασταθεί από οποιοδήποτε άλλο πακέτο αντίστοιχης λειτουργικότητας. Διακρίνονται επίσης οι σχέσεις περιεχομένου (aggregation) μεταξύ των διαφόρων αντικειμένων.

**Σχήμα 3:** Συνοπτικό μοντέλο Visual Basic - UML για τις επιμέρους σχέσεις των διαφόρων αντικειμένων

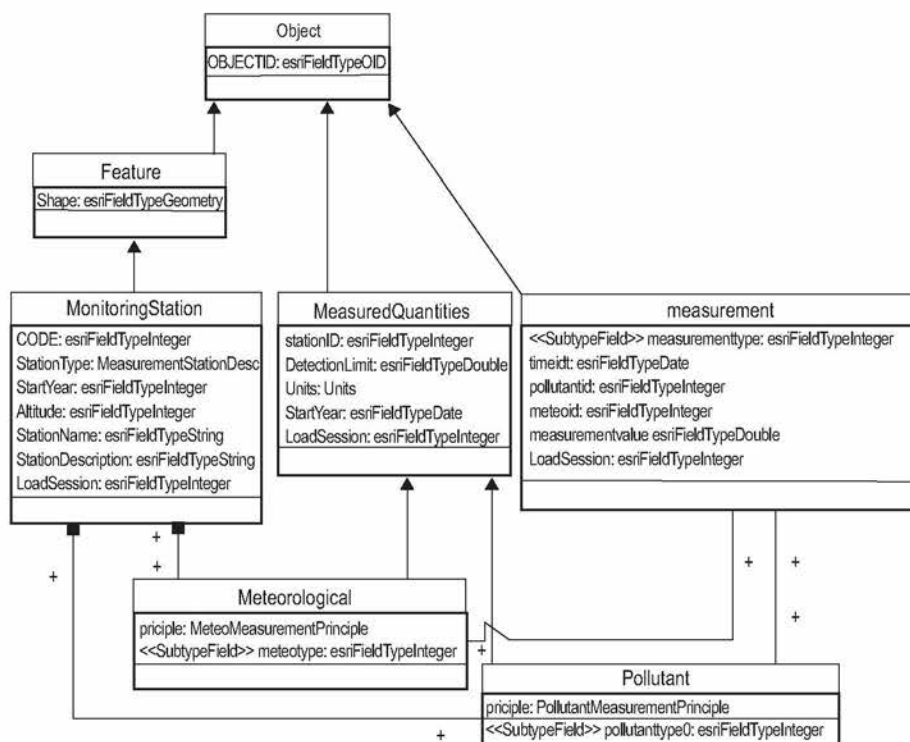


Η βιβλιοθήκη IcarosXML.dll επιτελεί καθοριστικό ρόλο κατά την εισαγωγή των δεδομένων στην βάση δεδομένων του συστήματος διότι με την βοήθεια της βιβλιοθήκης αυτής, είτε ένα κοινό αρχείο δεδομένων (ASCII, λογιστικά φύλλα, CSV) μετατρέπεται σε ένα XML αρχείο σύμφωνα με τις απαιτήσεις του συστήματος, είτε ένα υπάρχον XML αρχείο εισάγεται στο σύστημα.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Για την υλοποίηση της βάσης δεδομένων του συστήματος Icaros-NET, με τη χρήση αντικειμενοστραφών τεχνικών, κατασκευάστηκαν δύο κεντρικά στατικά διαγράμματα κλάσεων. Το πρώτο αφορά τις κλάσεις για την διαχείριση των δεδομένων που προέρχονται από τους επίγειους σταθμούς μέτρησης (σχήμα 4), ενώ το δεύτερο τις κλάσεις των δεδομένων που προέρχονται από τα μοντέλα προσομοίωσης της διασποράς των ρύπων και άλλων μετεωρολογικών παραμέτρων.

Σχήμα 4: Κεντρικό διάγραμμα κλάσεων για τους επίγειους σταθμούς και τους τύπους μετρήσεων



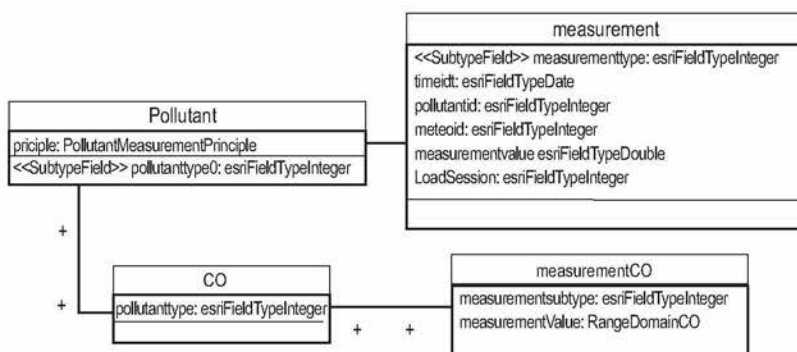
Αναλυτικότερα για τους επίγειους σταθμούς μέτρησης υλοποιήθηκαν οι παρακάτω κλάσεις:

- *MonitoringStation*: Περιλαμβάνει σημειακή γεωγραφική πληροφορία και αποθηκεύει τα γενικά χαρακτηριστικά ενός σταθμού μέτρησης. Ο σταθμός αυτός μπορεί να πραγματοποιεί μία ή περισσότερες μετρήσεις διαφόρων ποσοτήτων.
- *MeasuredQuantities*: Περιγράφει για κάθε σταθμό τα επιμέρους στοιχεία για τα όργανα μετρήσεων που περιλαμβάνει. Ουσιαστικά κάθε σταθμός έχει μία *MeasuredQuantity* για κάθε όργανο μέτρησης. Με κληρονομικότητα χωρίζονται στις κλάσεις *Pollutant*, για τα όργανα μέτρησης ρύπων και *Meteorological*, για τα όργανα μέτρησης μετεωρολογικών δεδομένων. Η κλάση *MeasureQuantities* είναι αφηρημένη (abstract).
- *measurement*: Είναι η κλάση που συνδέεται με σχέση περιεχομένου με την προηγούμενη και αφορά τις επιμέρους μετρήσεις που γίνονται για από κάθε όργανο μέτρησης σε κάθε σταθμό, για μία δεδομένη χρονική στιγμή.

Τόσο η κλάση *MeasuredQuantities* όσο και η *measurement* συνδέονται με τις απαραίτητες υποκλάσεις για την διαφοροποίησή τους σε σχέση με τις διαφορετικές μετρούμενες ποσότητες, όσον αφορά τα επιτρεπτά όρια, τις μονάδες μέτρησης κ.λπ.

Οι υπότυποι των μετρήσεων (σχήμα 5) αντιστοιχούνται στα διάφορα μεγέθη που μπορούν να αποθηκευτούν στην γεωγραφική βάση δεδομένων. Έτσι σε κάθε μετρούμενη ποσότητα μπορούμε να αντιστοιχίσουμε μετρήσεις με τιμές που αντιστοιχούν σε ένα συγκεκριμένο πεδίο τιμών (range domain).

**Σχήμα 5:** Τμήμα του διαγράμματος για τις σχέσεις μετρούμενων ρύπων και αντίστοιχων μετρήσεων



Στο μοντέλο περιλαμβάνονται επίσης τύποι κωδικοποίησης (coded value domains) και περιοχής τιμών (range value domains) (σχήμα 6). Οι τύποι κωδικοποίησης ορίζουν μία αντιστοιχία ακεραίου - περιγραφής για διάφορες σταθερές οι οποίες μας εξυπηρετεί να εμφανίζονται σας συμβολοσειρές. Έτσι ενώ εσωτερικά στην βάση δεδομένων αποθηκεύεται η ακέραια τιμή μπορούμε μέσα από κατάλληλες διαδικασίες να αναζητήσουμε την περιγραφή που της αντιστοιχεί. Για παράδειγμα ο τύπος Units αντιπροσωπεύει όλες τις μονάδες μέτρησης που υποστηρίζει η πλατφόρμα Icaros-NET. Αντίστοιχα οι τύποι περιοχής τιμών που χρησιμοποιούνται για την οριοθέτηση των τιμών των μετρήσεων ανάλογα με το τύπο τους. Τα πεδία *MinValue* και *MaxValue* αντιστοιχούν στην ελάχιστη και μέγιστη επιτρεπτή μετρούμενη τιμή. Τιμές μέτρησης έξω από τα όρια αυτά υποδηλώνουν εσφαλμένα δεδομένα.

**Σχήμα 6:** Τύποι κωδικοποίησης και τύποι περιοχής τιμών για διάφορα πεδία στη βάση δεδομένων

<<CodedValueDomain>> Units	<<RangeDomain>> RangeDomainNO
FieldType: esriFieldType MergePolicy: esriMergePolicyType SplitPolicy: esriSplitPolicyType <<unspecified>> mg_m3 : void <<unspecified>> Degrees : void <<unspecified>> m_s : void <<unspecified>> oC : void <<unspecified>> percent : void <<unspecified>> hPa : void <<unspecified>> w_m2 : void <<unspecified>> oK : void <<unspecified>> ug_m3 : void <<unspecified>> kg_kg : void <<unspecified>> m : void <<unspecified>> m_sec : void <<unspecified>> ppb : void	FieldType: esriFieldType MergePolicy: esriMergePolicyType SplitPolicy: esriSplitPolicyType MinValue: esriFieldTypeDouble MaxValue: esriFieldTypeDouble

Όλες οι κλάσεις που υλοποιήσαμε σχετίζονται με κάποιο από τα φυσικά αντικείμενα που διέπουν το σύστημα Icaros-NET: Σταθμοί μέτρησης, αποτελέσματα από αριθμητικά μοντέλα, σημεία του πλέγματος κ.λπ. Το σχήμα της γεωγραφικής βάσης δεδομένων όπως σχεδιάστηκε τελικά περιλαμβάνει: 6 τύπους κωδικοποίησης, 19 τύπους εύρους ζώνης, 2 γονικές κλάσεις, 11 κλάσεις και 114 υποτύπους. Το βασικό κομμάτι του σχήματος, αφορά τις κλάσεις οι οποίες είναι σχετικά λίγες. Αυτό είναι όμως αναμενόμενο αφού το σύστημα περιλαμβάνει λίγα αντικείμενα με πολλούς υποτύπους.

Στη συνέχεια, σχεδιάστηκε ένα κατάλληλο σχήμα για την περιγραφή των δεδομένων σε XML (XML-Schema) (σχήμα 7), το οποίο ακολουθεί το σχήμα της βάσης δεδομένων του συστήματος (Shekhar κ.ά., 2001). Με αυτό πετυχαίνουμε την εισαγωγή δεδομένων στο σύστημα μόνο στην περίπτωση που αυτά είναι στην μορφή που υπαγορεύει το αρχείο XML

(π.χ.: σχήμα 8). Παρέχεται έτοιμια μεγάλη ευελιξία αφού μπορούμε να καθορίσουμε τον τύπο των δεδομένων που απαιτούνται, ποια δεδομένα είναι απαραίτητα και ποια προαιρετικά, ακόμα και αλληλοσυσχετίσεις των αντικειμένων μεταξύ τους και να περιλάβουμε όλη αυτή τη πληροφορία σε ένα απλό, αλλά δομημένο αρχείο κειμένου. Το σύστημα, το μόνο που καλείται τώρα να κάνει είναι να επιβεβαιώσει την ορθότητα του προς εισαγωγή XML αρχείου και να το εισάγει στη βάση δεδομένων, αυτοματοποιημένα. Με τον τρόπο αυτό απλοποιείται σημαντικά η δομή και η λειτουργία της στο χαμηλό επίπεδο της λήψης δεδομένων αφού, ο έλεγχος της ορθότητας ενός αρχείου XML υλοποιείται από τον XML Parser.

**Σχήμα 7:** Τμήμα από αρχείο ορισμού για το XML Schema

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="IcarosData"><xs:complexType>
    <xs:sequence><xs:element ref="IcarosDataSource" maxOccurs="unbounded"/></xs:sequence>
  </xs:complexType></xs:element>
  <xs:attribute name="version" type="xs:string" use="optional" default="0.9"/>
  <xs:element name="IcarosDataSource"><xs:complexType>
    <xs:choice minOccurs="0">
      <xs:element ref="MonitoringStation" maxOccurs="unbounded"/>
      <xs:element ref="ModelResults" maxOccurs="unbounded"/>
      <xs:element ref="ModelGrid" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:choice>
    <xs:attribute name="FileName" type="xs:string" use="required"/>
    <xs:attribute name="FileType" type="xs:string" use="required"/>
    <xs:attribute name="SpatialReference" use="optional">
      <xs:simpleType><xs:restriction base="xs:NMTOKEN">
        <xs:enumeration value="SRUNKNOWN"/>
        <xs:enumeration value="EGSA"/>
        <xs:enumeration value="UTM34"/>
        <xs:enumeration value="UTM35"/>
        <xs:enumeration value="LATLONG"/>
        <xs:enumeration value="UTM32"/>
        <xs:enumeration value="UTM33"/>
      </xs:restriction></xs:simpleType>
    </xs:attribute>
    <xs:attribute name="DateConverted" type="xs:string" use="required"/>
  </xs:complexType></xs:element>
  .....
```

**Σχήμα 8:** Τμήμα XML αρχείου που προέκυψε από μετεωρολογικό μοντέλο προσομοίωσης

```
<IcarosData version="0.9">
  <IcarosDataSource FileName="130503meteo09.txt_" FileType="Text Document"
  SpatialReference="LATLONG" DateConverted="2004-04-20T00:00:00">
    <ModelResults TimePoint="2003-05-13T09:00:00Z" ModelTypeDescription="MM5"
    ModelDimension="e2d" ModelUnits="m" ParameterType="MixingHeight">
      <ModelResult LONGTITUDE="23.00045" LATITUDE="37.56497">1439.77</ModelResult>
      <ModelResult LONGTITUDE="23.00059" LATITUDE="37.58341">1454.41</ModelResult>
      <ModelResult LONGTITUDE="23.00074" LATITUDE="37.60186">1434.47</ModelResult>
    </ModelResults>
  </IcarosDataSource>
  .....
```



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η προσέγγιση που περιγράφεται για την ανάπτυξη του υλοσυστήματος διαχείρισης δεδομένων του συστήματος Icaros-NET (σχεδιασμός της ΒΔ, περιγραφή των δεδομένων με ένα XML-Schema, δημιουργία βιβλιοθήκης για την αξιοποίησή τους), επέτρεψε την εισαγωγή όλων των διαθέσιμων δεδομένων που αφορούσαν την αέρια ρύπανση του λεκανοπεδίου Αττικής κατά την υπό εξέταση περίοδο στην ΒΔ και την αποτελεσματική λειτουργία με τα υπόλοιπα υλοσυστήματα. Ο αντικειμενοστραφής σχεδιασμός παρείχε τα εργαλεία για την μοντελοποίηση της ΒΔ με έννοιες από το πεδίο της εφαρμογής (π.χ. "σταθμός μέτρησης"- "MonitoringStation") και μάλιστα με ένα ευέλικτο και ελεγκτάσιμο τρόπο όσον αφορά την εισαγωγή στο σύστημα νέων τύπων μετρήσεων ρύπων ή ατμοσφαιρικών παραμέτρων. Παράλληλα η δημιουργία ενός αρχείου ορισμού XML για την περιγραφή των δεδομένων επέτρεψε την ενιαία αντιμετώπιση του συνόλου των ανεξάρτητων πηγών πληροφορίας και την ανεξαρτητοποίηση του υλοσυστήματος διαχείρισης δεδομένων, όσο αυτό είναι δυνατό από αλλαγές στο είδος και το πλήθος των πηγών αυτών.

Μέχρι στιγμής έχει δοθεί έμφαση στην πιλοτική εφαρμογή και λειτουργία του συστήματος. Η μελλοντική έρευνα θα εστιαστεί στις προοπτικές και τις δυνατότητες για την ένταξη των δορυφορικών δεδομένων στο μοντέλο δεδομένων της εφαρμογής και την δημιουργία μίας ενιαίας βάσης δεδομένων η οποία να μπορεί να αποθηκεύει αποδοτικά το σύνολο της απαιτούμενης πληροφορίας από το σύστημα Icaros-NET.

## Βιβλιογραφία

- Blaser D.A. και Egenhofer J.M. (2000) "A Visual Tool for Querying Geographic Databases", ACM AVI 2000: 211-216.
- Bonhomme C., Trepied C., Aufaure M. και Laurini R.(1999) "A Visual Language for Querying SpatioTemporal Databases", ACM GIS '99: 34 -39.
- Booch G., Rumbaugh J. και Jacobson I. (1998) *The Unified Modeling Language User Guide*, Addison Wesley.
- Borges K., Clodoveu D., και Laender A. (2001) "OMTG: An ObjectOriented Data Model for Geographic Applications", *GeoInformatica*, 5(3): 221-260.
- Borges K., Laender A., H.F. και Clodoveu D. (1999) "A. Spatial Data Integrity Constraints in Object Oriented Geographic Data Modeling", ACM GIS '99.
- Brodeur J., Bedard Y. και Proulx M. (2000) "Modelling Geospatial Application Databases using UML based Repositories Aligned with International Standards in Geomatics", 8th ACM Symposium on GIS: 39-46.
- Burrough P. και McDonnell R.(1998) *A. Principles of Geographical Information Systems*,

Oxford University Press.

- Chan E. και Wong J.(1996) "Querying and Visualization of Geometric Data", ACM GIS'96.
- Christensen A., Tryfona N. και Jensen C. (2001) "Requirements and Research Issues in Geographic Data Modeling", ACM GIS '01.
- MacDonald A. (2001) *Building a Geodatabase*, ESRI.
- Neal M. και Neal M. (1998) "A Software Tool and Techniques for Converting Map Data into an Object", ACM GIS '98.
- Parent C., Spaccapietra S. και Zimanyi E. (1999) "SpatioTemporal Conceptual Models: Data Structures + Space + Time", ACM GIS '99: 26-33.
- Price R., Ramamohanarao K. και Srinivasan B. (1999) "Spatiotemporal Extensions to UML", *Asia Technology of Object Oriented Languages and Systems*: 163-174.
- Price R., Tryfona N. και Jensen C. (2000) "Extended Spatiotemporal UML: motivations, requirement, and constructs", *Journal of Database Management*, 1(4). Special Issue on UML.
- Sarigiannis D., Soulakellis N. και Sifakis N. (2004) "Information Fusion for Computational Assessment of Air Quality and Health Effects", *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70(2): 235-245
- Shekhar S., Coyle M., Goyal B., Ren Liu D. και Sarkar S. (1997) "Data Models in Geographic Information Systems", *Communications of the ACM*, 40(4): 103-111.
- Shekhar S., Vatsavai R, Sehay N., Burk T. και Lime S. (2001) "WMS and GML based Interoperable Web Mapping System", ACM GIS '01: 106-111.
- Σουλακέλλης Ν., Κουσουλάκου Α., Σαραφίδης Δ., Σηφάκης Ν. και Σαριγιάννης (2002) "Συνεργιστική χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών και δεδομένων δορυφορικής τηλεπισκόπησης στην χαρτογράφηση της ποιότητας του αέρα αστικών περιοχών", Πρακτικά του Συνεδρίου Κοινωνικές Πρακτικές και Χωρική Πληροφορία. Ευρωπαϊκή και Ελληνική Εμπειρία Στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, ΑΠΘ, 27-28 Ιουνίου 2002.
- Στεφανάκης Ε. (2003) *Βάσεις γεωγραφικών δεδομένων και συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- Tryfona N. και Jensen C. (1999) "Conceptual Data Modeling for Spatiotemporal Applications", *GeoInformatica*, 3(3): 245-268.
- Tryfona N. και Hadzilacos T. (1995) "Geographic Applications Development: Models and Tools for the Conceptual Level", 3rd ACM Workshop in Geographic Information Systems.
- Worboys M. (1995) *GIS: A Computing Perspective*, Taylor & Francis.
- Zeiler M. (1999) *Modeling Our World: The ESRI Guide to Geodatabase Design*, ESRI.

*Μιχαήλ Παντελέλης  
Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας,  
Λόφος Πανεπιστημίου, 81100 Μυτιλήνη, e-mail: mpantel@aegean.gr*

*Νικόλαος Σουλακέλλης  
Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας,  
Λόφος Πανεπιστημίου, 81100 Μυτιλήνη, e-mail: nsoul@aegean.gr*