

Το πρόγραμμα AIRTHESS: Πληροφόρηση για την ποιότητα της ατμόσφαιρας με χρήση νέων τεχνολογιών

Κώστας Νικολάου¹ και Κώστας Καρατζάς²

¹ Δρ. Χημικός Περιβαλλοντολόγος, Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης, Βασ.Ολγας 105, 54643 Θεσσαλονίκη, E-mail: kinikola@hol.gr

² Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη, E-mail: kkara@eng.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης (ΟΡΘ) και η Διεύθυνση Περιβάλλοντος - Χωροταξίας (ΔΙΠΕΧΩ) της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (ΠΚΜ) σε συνεργασία με το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) εκπονούν ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο 'Σύστημα έγκαιρης πληροφόρησης των πολιτών για την ποιότητα της ατμόσφαιρας στη Θεσσαλονίκη' (AIRTHESS). Οι στόχοι του προγράμματος είναι η μελέτη, υλοποίηση και υποστήριξη της επιχειρησιακής λειτουργίας ενός συστήματος υπηρεσιών έγκαιρης και έγκυρης πληροφόρησης ποιότητας αέρα στη Θεσσαλονίκη, βάσει σύγχρονων μεθοδολογιών συστημάτων πληροφορικής, με έμφαση στο διαδίκτυο και την κινητή τηλεφωνία. Οι σημαντικότερες εξελίξεις του προγράμματος σύγχρονης ηλεκτρονικής περιβαλλοντικής πρόβλεψης και ενημέρωσης AIRTHESS στην περιοχή της Θεσσαλονίκης παρουσιάζονται σε αυτήν τη εργασία. Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα του έργου είναι σημαντικά, διότι παρέχουν απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν τόσο την επιλογή των μεθόδων πρόβλεψης όσο και στη δυνατότητα υλοποίησης ενός τέτοιου συστήματος. Η μεθοδολογία, που ακολουθήθηκε κατά την ανάλυση των δεδομένων και κατά την ανάπτυξη των μοντέλων πρόβλεψης αποδείχθηκε επιτυχής, επιβεβαιώνοντας τις δυνατότητες της υπολογιστικής νοημοσύνης σε προβλήματα ανάλυσης, εξαγωγής γνώσης αλλά και πρόβλεψης περιβαλλοντικών παραμέτρων και ιδιαίτερα ποιότητας αέρα. Η μέχρι στιγμής εξέλιξη σε σχέση με την ανάπτυξη του συστήματος, έχει καταγράψει θετικά αποτελέσματα και ως προς το σκέλος της αρχιτεκτονικής του συστήματος, αλλά και ως προς τη μέθοδο μηχανικής λογισμικού, που χρησιμοποιείται για τη δόμησή του. Η ολοκλήρωση του συστήματος και η επιχειρησιακή του λειτουργία αναμένεται να προσφέρουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν σε όμοια συστήματα είτε σε θέματα ποιότητας αέρα είτε σε άλλες θεματικές περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος. Το σύστημα είναι ήδη διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο www.airthess.gr και μπορούν να το επισκεφθούν όσοι ενδιαφέρονται να κάνουν χρήση των υπηρεσιών ενημέρωσης. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η χρήση και η αξιοποίησή του από εκπαιδευτικούς που ασχολούνται με την περιβαλλοντική εκπαίδευση, τόσο στα πλαίσια υλοποίησης σχετικών προγραμμάτων ΠΕ, όσο και για την έγκαιρη και έγκυρη ενημέρωση των μαθητών, που αποτελούν μια από τις ευαίσθητες κοινωνικές ομάδες σε ότι αφορά τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των πόλεων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Περιβαλλοντική πληροφόρηση, νέες τεχνολογίες, ποιότητα ατμόσφαιρας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ατμοσφαιρική ρύπανση των πόλεων αποτελεί μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους που καθορίζουν την ποιότητα ζωής των πολιτών. Για το λόγο αυτό, η διαρκής και άμεση ενημέρωση σε σχέση με την κατάσταση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος αποτελεί ένα από τα καίρια στοιχεία του σύγχρονου Ευρωπαϊκού και Ελληνικού θεσμικού πλαισίου.

Η δυνατότητα πρόσβασης στην περιβαλλοντική πληροφορία παρέχεται στους πολίτες και υποστηρίζεται από διάφορες Ευρωπαϊκές Οδηγίες. Σε εθνικό επίπεδο, οι νομοθεσίες των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε σχέση με το δικαίωμα στην περιβαλλοντική πληροφόρηση βασίζονται στο γενικότερο δικαίωμα του πολίτη για πρόσβαση σε πληροφορία δημόσιου χαρακτήρα, το οποίο είναι νομοθετημένο και στη χώρα μας. Επιπλέον, η Ελλάδα έχει υιοθετήσει διάφορες Ευρωπαϊκές διατάξεις, που σχετίζονται με την πρόσβαση στην περιβαλλοντική πληροφορία. Αυτές οι διατάξεις απορρέουν από την εφαρμογή της Οδηγίας 90/313/EEC περί της Ελευθερίας Πρόσβασης σε Περιβαλλοντική Πληροφορία στην Ελληνική Νομοθεσία. Η οδηγία αυτή βελτιώθηκε και επεκτάθηκε με την Οδηγία 03/2004/CE, η οποία αποσκοπεί στην ευθυγράμμιση της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας με τη σύμβαση για την πρόσβαση στην περιβαλλοντική πληροφορία, τη συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα (αποκαλούμενη σύμβαση του Aarhus). Η νέα αυτή οδηγία επεκτείνει το επίπεδο πρόσβασης στην πληροφορία που προβλέπεται από την 90/313/EEC την οποία και έχει αντικαταστήσει από τις 14 Φεβρουαρίου 2005. Στόχος της είναι επίσης η συστηματική διάθεση και διάδοση των περιβαλλοντικών πληροφοριών στο κοινό. Επιπρόσθετα ορίζει, ανάμεσα στα άλλα, πως «τα κράτη μέλη οφείλουν να λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε οι πληροφορίες που κατέχουν οι δημόσιες αρχές σχετικά με άμεση απειλή για την υγεία ή το περιβάλλον, να γνωστοποιούνται αμέσως στο κοινό που ενδέχεται να θιγεί», εισάγοντας για πρώτη φορά τη λογική της άμεσης περιβαλλοντικής πληροφόρησης.

Πληροφορίες για την ποιότητα της ατμόσφαιρας παράγονται σε πολλές ευρωπαϊκές πόλεις με υψηλή επιστημονική ακρίβεια. Όμως, η πρόσβαση των πολιτών σε αυτές είναι ακόμα περιορισμένη ένεκα εμποδίων τεχνολογικών και τρόπου παρουσίασης. Ειδικά σε μέρες, που οι μετεωρολογικές συνθήκες ευνοούν τη συσσώρευση ρύπων στην ατμόσφαιρα, η έγκαιρη και έγκυρη ενημέρωση για την ποιότητα της ατμόσφαιρας είναι εξαιρετικά σημαντική τόσο για τις ευαίσθητες κοινωνικές ομάδες (ηλικιωμένοι, παιδιά, ασθενείς με αναπνευστικές και καρδιαγγειακές παθήσεις), όσο και για τους αρμόδιους φορείς (Jenkins, 2008, Karatzas et al, 2005).

Σε αυτή την κατεύθυνση έχουν κινηθεί διάφορα Ευρωπαϊκά προγράμματα όπως το δίδυμο των προγραμμάτων APNEE και APNEE-TU. Στην ίδια επίσης κατεύθυνση κινείται και η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος με το πρόγραμμα OzoneWeb/Neighborhood Project, αλλά και πλειάδα χωρών. Ο Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης (ΟΡΘ) και η Διεύθυνση Περιβάλλοντος - Χωροταξίας (ΔΠΕΧΩ) της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (ΠΚΜ) σε συνεργασία με το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ) ξεκίνησαν την εκπόνηση ερευνητικού προγράμματος με τίτλο 'Σύστημα έγκαιρης πληροφόρησης των πολιτών για την ποιότητα της ατμόσφαιρας στη Θεσσαλονίκη', διάρκειας 2 ετών (2006-08).

Οι σημαντικότερες διαφορές του AIRTHESS από τα άλλα συναφή προγράμματα έγκεινται: α) στον καινοτόμο από πλευράς μηχανικής λογισμικού χαρακτήρα του: νέες τεχνολογίες πληροφορικής, που συνεπάγονται αρθρωματική (modular) δομή του συστήματος, ευπροσαρμοστικότητα και αυξημένες δυνατότητες αντιμετώπισης μεγάλου όγκου δεδομένων, β) στον καινοτόμο, από πλευράς επιστημονικής, τρόπο πραγματοποίησης των προγνώσεων με χρήση υπολογιστικής νοημοσύνης και γ) στον επιχειρησιακό χαρακτήρα του (Karatzas et al, 2004, Karatzas, 2007, Καρατζάς κ.α., 2005, Νικολάου κ.α., 2003, 2004).

Ο ΟΡΘ σε συνεργασία με το ΑΠΘ συμμετείχε από ελληνικής πλευράς στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα APNEE-TU (2002-04), που ολοκληρώθηκε και το οποίο προσάρμοσε σε διάφορες ευρωπαϊκές πόλεις (όπως η Θεσσαλονίκη) τις ήδη υπάρχουσες πιλοτικές εφαρμογές για τη διάδοση των πληροφοριών ποιότητας της ατμόσφαιρας με χρήση νέων τεχνολογιών. Οι υπόλοιποι φορείς του προγράμματος ήταν από τη Γερμανία, Γαλλία, Ισπανία και Νορβηγία.

Στα πλαίσια της πιλοτικής εφαρμογής για τη Θεσσαλονίκη, έγιναν διαθέσιμες πληροφορίες σε σχέση με την ποιότητα της ατμόσφαιρας διαμέσου κινητής τηλεφωνίας και διαδικτύου. Ο πολίτης είχε τη δυνατότητα να λαμβάνει καθημερινή ενημέρωση και έγκαιρη ειδοποίηση σε σχέση με αναμενόμενα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης (το πιλοτικό πρόγραμμα αφορούσε μόνο τα αιωρούμενα σωματίδια) και δείκτη δυσφορίας στο κινητό του, ενώ ταυτόχρονα μπορούσε να έχει πρόσβαση σε πληροφορίες που αφορούν ρύπους, σχετική νομοθεσία, θέματα υγείας, καιρικές συνθήκες και συμβουλές για ευαίσθητες ομάδες πληθυσμού.

Με το νέο πρόγραμμα επεκτείνεται η λειτουργία του συστήματος πληροφόρησης για την ποιότητα της ατμόσφαιρας για περισσότερους ρύπους και αναλαμβάνει ο δημόσιος τομέας την πρωτοβουλία ενημέρωσης των πολιτών, διαμέσου διαδικτύου και κινητής τηλεφωνίας με αξιοποίηση της τεχνογνωσίας που αποκτήθηκε από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα APNEE-TU.

Οι στόχοι του προγράμματος είναι η μελέτη, υλοποίηση και υποστήριξη της επιχειρησιακής λειτουργίας ενός συστήματος υπηρεσιών έγκαιρης και έγκυρης πληροφόρησης ποιότητας αέρα στη Θεσσαλονίκη, βάσει σύγχρονων μεθοδολογιών συστημάτων πληροφορικής, με έμφαση στο διαδίκτυο και την κινητή τηλεφωνία.

Με την υλοποίηση αυτού του προγράμματος, επιδιώκεται η προαγωγή της έγκυρης περιβαλλοντικής ενημέρωσης και της συνειδητοποίησης των πολιτών της Θεσσαλονίκης σε επίπεδα εφάμιλλα με αυτά των πιο εξελιγμένων (από πλευράς περιβαλλοντικής συνείδησης, αλλά και προώθησης της κοινωνίας της πληροφορίας) ευρωπαϊκών πόλεων, ενώ παράλληλα θα προετοιμασθεί η Θεσσαλονίκη για την υλοποίηση των σχετικών νέων ευρωπαϊκών οδηγιών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ανάπτυξη του συστήματος περιβαλλοντικής ειδοποίησης AIRTHESS βασίζεται στην υλοποίηση ορισμένων διακριτών βημάτων, που περιγράφονται ακολούθως (Karatzas et al, 2008, Καρατζάς κ.α., 2008, Nikolaou & Karatzas, 2008).

Διερεύνηση και επιλογή ρύπων ενδιαφέροντος

Στην πρώτη φάση έγινε η ανάλυση των δεδομένων (ωριαίες τιμές συγκεντρώσεων

ρύπων και μετεωρολογικών παραμέτρων), όπως αυτά μετρήθηκαν και καταγράφηκαν από το δίκτυο παρακολούθησης ποιότητας αέρα της Θεσσαλονίκης το οποίο λειτουργεί η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (Π.Κ.Μ.).

Η ποιότητα του αέρα στη Θεσσαλονίκη παρακολουθείται από ένα δίκτυο σταθμών μέτρησης που λειτουργούν υπό την ευθύνη της Διεύθυνσης Περιβάλλοντος και Χωροταξίας (ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ.) της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (Π.Κ.Μ.), και το οποίο αποτελεί μέρος του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.). Η Π.Κ.Μ. είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία του Δικτύου Παρακολούθησης της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης στο Πολεοδομικό Συγκρότημα της Θεσσαλονίκης (Π.Σ.Θ.) από το 2001, ενώ από το 1986 λειτουργούσε αντίστοιχο δίκτυο σταθμών υπό την ευθύνη του Υπουργείου Μακεδονίας Θράκης (Υ.ΜΑ.Θ.). Κάθε χρόνο εκδίδεται Τεχνική Έκθεση για την Ποιότητα του Αέρα της προηγούμενης χρονιάς στο Π.Σ.Θ.. Παράλληλα, αναλυτικά στοιχεία ποιότητας αέρα για το Π.Σ.Θ. αποστέλλονται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, από όπου και είναι διαθέσιμα σε κάθε ενδιαφερόμενο μέσω της βάσης δεδομένων AIRBASE. Τέλος, η Π.Κ.Μ., ενημερώνει τους πολίτες σε καθημερινή βάση, μέσω της διαδικτυακής πύλης www.airthess.gr, για την ποιότητα του αέρα στο Π.Σ.Θ..

Τα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Π.Σ.Θ. συνδέονται με τις λειτουργίες της πόλης και της ευρύτερης περιοχής, το ανάγλυφο της περιοχής και τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν.

Σημειώνεται γενικά ότι η ποιότητα του αέρα σε μία περιοχή όπως είναι το Π.Σ.Θ., εξαρτάται από τον αριθμό και το είδος των πηγών των αέριων ρύπων, τη χωρική τους κατανομή, την ένταση και τη συχνότητα εκπομπής, ενώ οι επιπτώσεις της στην υγεία εξαρτώνται από τις ιδιαιτερότητες του πληθυσμού που εκτίθεται σε αυτήν (π.χ. παιδιά, ηλικιωμένοι, πάσχοντες από καρδιαγγειακά ή αναπνευστικά προβλήματα) και από την μορφή της καθημερινής δραστηριότητας των πολιτών (π.χ. οδηγός επαγγελματικού οχήματος, τόπος κατοικίας, κ.ά.).

Το δίκτυο της ΠΚΜ αποτελείται από σταθμούς μέτρησης τοποθετημένους σε ενδεικτικά σημεία της πόλης όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.

Η ανάλυση των δεδομένων γίνεται σε δύο στάδια:

- ο Μελέτη των χρονοσειρών. Αρχικά τα δεδομένα οργανώθηκαν σε κατάλληλη Βάση Δεδομένων, και αμέσως μετά ακολούθησε ενδελεχής έλεγχος με πρώτο στόχο τον εντοπισμό κενών ή άλλων προβλημάτων (επαναλαμβανόμενες τιμές), και τη συμπλήρωση αυτών. Για τον εντοπισμό και την συμπλήρωση των κενών των χρονοσειρών χρησιμοποιήθηκαν δόκιμες επιστημονικά μεθοδολογίες μέσω σύγχρονων υπολογιστικών εργαλείων όπως το MATLAB και το WEKA.
- ο Εφαρμογή μεθόδων υπολογιστικής νοημοσύνης για την εξόρυξη γνώσης και την ανάλυση και επιλογή παραμέτρων ενδιαφέροντος. Σε αυτό το στάδιο αναπτύχθηκαν και δοκιμάστηκαν μοντέλα πρόβλεψης ποιότητας αέρα με στόχο την πρόβλεψη των επιπέδων ρύπανσης συγκεκριμένων ρύπων ενδιαφέροντος. Τα μοντέλα αυτά βασίστηκαν σε μεθόδους υπολογιστικής νοημοσύνης και περιελάμβαναν απλά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης, τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, και αλγόριθμους ταξινόμησης. Από τα

αποτελέσματα των υπολογιστικών δοκιμών επιλέχθηκαν οι παράμετροι για τις οποίες το σύστημα θα παρέχει επιχειρησιακή πρόγνωση, και οι αλγόριθμοι που θα την υλοποιούν. Η τελική επιλογή παραμέτρων έγινε στη βάση των αποτελεσμάτων της πιλοτικής λειτουργίας του συστήματος.



Κωδικός	Σταθμός
Σ1	ΤΕΙ Σίνδου
Σ2	Νεοχωρούδα
Σ3	Ελ.Κορδελιό
Σ4	Πλ. Δημοκρατίας
Σ5	Πλ. Αγ. Σοφίας
Σ6	ΑΠΘ
Σ7	Πανόραμα
Σ8	Καλαμαριά

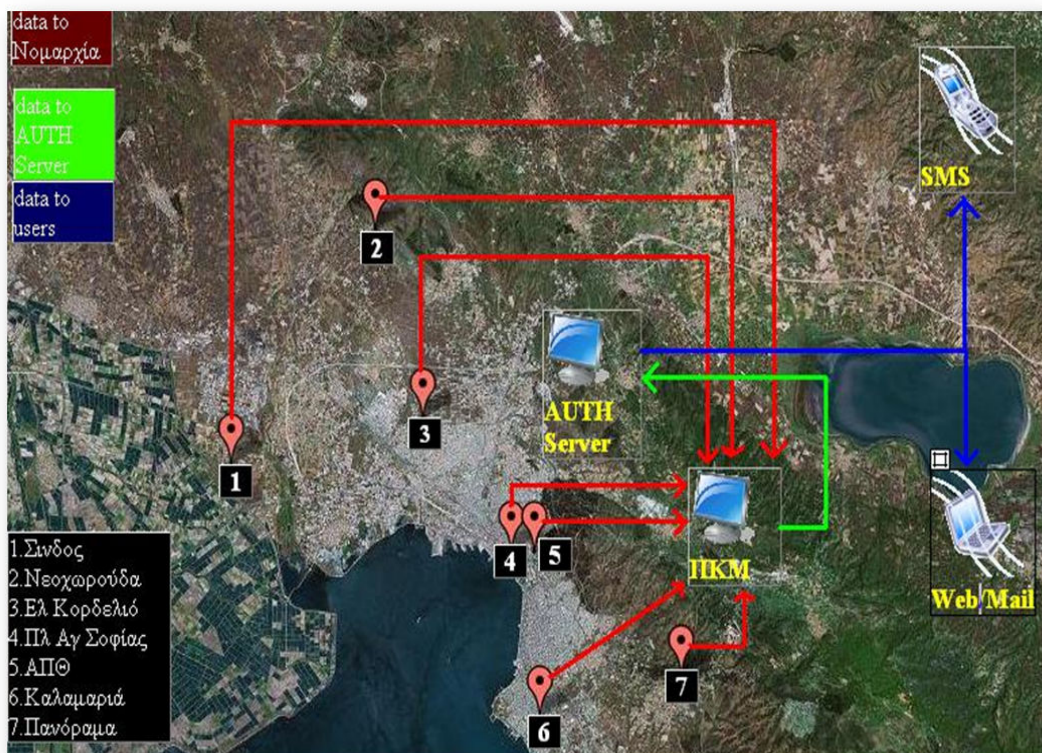
Σχήμα 1: Δίκτυο παρακολούθησης ποιότητας αέρα Θεσσαλονίκης της ΠΚΜ.

Ανάπτυξη περιβαλλοντικού πληροφοριακού συστήματος

Το AIRTHESS βασίζεται σε μία διαδικτυακή πύλη (www.airthess.gr). Η βασική δομή του συστήματος παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Σύμφωνα με τη Σχήμα 2, στοιχεία μετρήσεων ατμοσφαιρικών παραμέτρων από το δίκτυο των σταθμών παρακολούθησης καταλήγουν σε υπολογιστή της ΠΚΜ. Αυτό λαμβάνει χώρα κάθε πρωί με ανθρώπινη παρέμβαση και όχι αυτόματα. Τα στοιχεία αυτά υφίστανται έναν πρώτο έλεγχο, και καταχωρούνται σε βάση δεδομένων. Αμέσως μετά, χρησιμοποιείται ειδική εφαρμογή λογισμικού του AIRTHESS, η οποία ενεργοποιείται από τον χειριστή της ΠΚΜ και αποστέλλει τα στοιχεία που καταχωρούνται στη βάση, στον εξυπηρετητή (server) του συστήματος στο ΑΠΘ. Κατόπιν, τα στοιχεία αυτά προωθούνται στο σύστημα AIRTHESS και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή προγνώσεων των ρύπων ενδιαφέροντος ανά περιοχή σταθμού μέτρησης. Τα στοιχεία αυτά καταχωρούνται στη βάση δεδομένων του συστήματος AIRTHESS, και είναι προσπελάσιμα σε κάθε ενδιαφερόμενο μέσω διαδικτύου και με χρήση των κατάλληλων εφαρμογών λογισμικού. Τα στοιχεία προγνώσεων χρησιμοποιούνται για την αποστολή έγκαιρων ειδοποιήσεων σε εγγεγραμμένους χρήστες, μέσω email και SMS.

Σε τεχνικό επίπεδο, το AIRTHESS περιλαμβάνει ένα εύχρηστο πρωτοποριακό σύνολο υπηρεσιών, αναφορικά με στοιχεία ποιότητας αέρα για τους πολίτες, συνδέοντας και συνδυάζοντας ποικίλες πηγές πληροφοριών, και παρέχοντας τη δυνατότητα χρήσης διαφόρων τεχνολογικών μεθόδων πρόσβασης. Η διαδικτυακή πύλη και οι εφαρμογές ηλεκτρονικής ενημέρωσης κοινού αναπτύσσονται σε γλώσσα προγραμματισμού Java, κάνοντας χρήση του πλαισίου ανάπτυξης διαδικτυακών

εφαρμογών Jakarta Turbine Development Kit. Ο σχεδιασμός των ενεργών φορμών (templates) και του περιεχομένου τους γίνεται με χρήση στοιχείων Velocity Template Engine, ενώ το μοντέλο δεδομένων (data model), βασίζεται στο πρότυπο XML. Συνέπεια των παραπάνω αποτελεί το γεγονός πως το ARTHESS προσφέρει τη δυνατότητα εγκατάστασης και λειτουργίας σε μια πληθώρα λειτουργικών συστημάτων και βάσεων δεδομένων.



Σχήμα 2: Βασική δομή του συστήματος AIRTHESS.

Η διαδικτυακή πύλη υλοποιείται σε λειτουργικό σύστημα Debian GNU/Linux, εξυπηρετητή διαδικτύου Apache, και βάση δεδομένων PostgreSQL, σε «κοινό» H/Y.

Οι διαθέσιμες υπηρεσίες ηλεκτρονικής ενημέρωσης και τα αντίστοιχα κανάλια επικοινωνίας που υλοποιούνται, χωρίζονται σε

- Αιτήσεως - pull (διαθέσιμες κάθε φορά που θα ζητηθούν, όπως οι σελίδες διαδικτύου) και
- Προώθησης - push (επιλέγονται άπαξ από τον ενδιαφερόμενο και είναι διαθέσιμες κάθε φορά που πληρούνται οι όροι ενεργοποίησής τους, όπως η πρόγνωση για αναμενόμενη κακή ποιότητα αέρα μέσω SMS ή e-mail).

Για την ενεργοποίηση των τελευταίων, προετοιμάσθηκε κατάλληλη εφαρμογή λογισμικού που συνεργάζεται με τη βάση δεδομένων, και εφόσον κάποιοι λογικοί έλεγχοι πληρούνται, εκτελούνται ενέργειες προώθησης της πληροφορίας στους εγγεγραμμένους χρήστες.

Το σύνολο των εφαρμογών βασίζεται σε ελεύθερο και ανοικτό λογισμικό, χωρίς να απαιτεί την έκδοση αδειών χρήσης, αποφεύγοντας έτσι την περαιτέρω επιβάρυνση

του εκάστοτε δημόσιου φορέα-παροχέα περιεχομένου της υπηρεσίας. Επιπρόσθετα, η χρήση ελεύθερου και ανοικτού λογισμικού επιτρέπει τον ευχερέστερο συνδυασμό τους και την ενσωμάτωσή τους σε υφιστάμενες υποδομές ενημέρωσης, λειτουργώντας πολλαπλασιαστικά ως προς την ευελιξία και προσαρμοστικότητά τους. Σημειώνεται επίσης ότι το AIRTHESS εκπονείται με τη βοήθεια σύγχρονων τεχνικών ηλεκτρονικής απομακρυσμένης διαχείρισης και ανάπτυξης λογισμικού.

Πιλοτική λειτουργία συστήματος

Στη φάση αυτή δοκιμάστηκαν οι παράμετροι λειτουργίας του συστήματος σε επιχειρησιακή βάση, με στόχο τον εντοπισμό και την επίλυση προβλημάτων που δύναται να εμφανιστούν κατά την καθημερινή του λειτουργία. Εδώ εντάσσεται και η εκπαίδευση προσωπικού εμπλεκόμενων υπηρεσιών, με στόχο την προετοιμασία του για την υποστήριξη της λειτουργίας του συστήματος. Προβλέφθηκαν επίσης «ασκήσεις ετοιμότητας», ώστε να αποσαφηνιστούν λεπτομέρειες σε σχέση με τη λειτουργία του συστήματος σε πραγματικές συνθήκες, συμπεριλαμβανόμενων και επεισοδίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μια ενδεικτική σελίδα πληροφόρησης του συστήματος AIRTHESS στο διαδίκτυο παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.

www.airthess.gr

Χάρτης Πληροφορίες Εγγραφή Είσοδος

Ημερομηνία

« < Σεπ 2008 > »

Δευ	Τρι	Τετ	Πεμ	Παρ	Σαβ	Κυρ
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					


Ποιότητα Αέρα

- ⬜ Χωρίς Στοιχεία
- 🟢 Καλή
- 🟡 Μέτρια
- 🟠 Κακή
- 🔴 Πολύ Κακή

Πρόβλεψη

- ⬜ Χωρίς Στοιχεία
- 🟢 Καλή
- 🟡 Μέτρια
- 🟠 Κακή
- 🔴 Πολύ Κακή

Επιλέξτε έναν ρύθμο για να δείτε γράφημα των τιμών του.







Οι μετρήσεις ποιότητας αέρα παρέχονται ανεπεξέργαστες, όπως καταγράφονται από τους αντίστοιχους σταθμούς παρακολούθησης. Οι προγνώσεις γίνονται για επιλεγμένους ρύθμους και σταθμούς, και πρέπει να θεωρούνται ενδεικτικές.

Σχήμα 3: Σελίδα πληροφόρησης του συστήματος AIRTHESS στο διαδίκτυο





Η κλίμακα ποιότητας του αέρα

Για την καλύτερη κατανόηση της κατάστασης του αέρα από τους πολίτες, η ποιότητα του αέρα κατηγοριοποιήθηκε, στα πλαίσια του AIRTHESS, σε τέσσερις (4) κλάσεις για κάθε ρύπο και έγινε αντιστοίχιση των κλάσεων με τις επιπτώσεις στην υγεία σύμφωνα με τους πίνακες 1 και 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Κατηγοροποίηση ποιότητας αέρα σε κλάσεις ανά ρύπο (σύστημα AIRTHESS)

Ρύπος	Κλάση			
	Καλή 	Μέτρια 	Κακή 	Πολύ Κακή 
Αιωρούμενα Σωματίδια ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0-49	50-89	90-109	>110
Διοξείδιο του Αζώτου ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0-199	200-249	250-359	>360
Διοξείδιο του Θείου ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0-124	125-349	350-449	>450
Μονοξείδιο του Άνθρακα (mg/m^3)	0-5	6-9	10-15	>16
Όζον ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0-119	120-179	180-239	>240

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Αντιστοίχιση των κλάσεων ποιότητας αέρα με τις επιπτώσεις στην υγεία (σύστημα AIRTHESS)

Κλάση Ποιότητας Αέρα	Πιθανές Επιπτώσεις
Καλή 	Δεν αναμένεται καμία επίπτωση στην υγεία αλλά και το περιβάλλον.
Μέτρια 	Πιθανές επιπτώσεις σε υπερευαίσθητα άτομα. Δεν αναμένονται επιπτώσεις στο γενικό πληθυσμό.
Κακή 	Πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία ατόμων με καρδιαγγειακά ή αναπνευστικά προβλήματα, καθώς και σε άλλες ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού (παιδιά, ηλικιωμένοι, ασθενείς)
Πολύ Κακή 	Δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία ατόμων με καρδιαγγειακά ή αναπνευστικά προβλήματα, καθώς και σε άλλες ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού (παιδιά, ηλικιωμένοι, ασθενείς)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι σημαντικότερες εξελίξεις του προγράμματος σύγχρονης ηλεκτρονικής περιβαλλοντικής πρόβλεψης και ενημέρωσης AIRTHESS στην περιοχή της Θεσσαλονίκης παρουσιάζονται σε αυτήν τη εργασία. Τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα του έργου είναι σημαντικά, διότι παρέχουν απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν τόσο την επιλογή των μεθόδων πρόβλεψης όσο και στη δυνατότητα υλοποίησης ενός τέτοιου συστήματος. Έτσι λοιπόν, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά την ανάλυση των δεδομένων και κατά την ανάπτυξη των μοντέλων πρόβλεψης

αποδείχθηκε επιτυχής (Tzima et al, 2007), επιβεβαιώνοντας τις δυνατότητες της υπολογιστικής νοημοσύνης σε προβλήματα ανάλυσης, εξαγωγής γνώσης αλλά και πρόβλεψης περιβαλλοντικών παραμέτρων και ιδιαίτερα ποιότητας αέρα. Η μέχρι στιγμής εξέλιξη σε σχέση με την ανάπτυξη του συστήματος, έχει καταγράψει θετικά αποτελέσματα και ως προς το σκέλος της αρχιτεκτονικής του συστήματος, αλλά και ως προς τη μέθοδο μηχανικής λογισμικού που χρησιμοποιείται για τη δόμησή του. Η ολοκλήρωση του συστήματος και η επιχειρησιακή του λειτουργία αναμένεται να προσφέρουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν σε όμοια συστήματα είτε σε θέματα ποιότητας αέρα είτε σε άλλες θεματικές περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος.

Το σύστημα είναι ήδη διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο www.airthess.gr και μπορούν να το επισκεφθούν όσοι ενδιαφέρονται να κάνουν χρήση των υπηρεσιών ενημέρωσης. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η χρήση και η αξιοποίησή του από εκπαιδευτικούς, που ασχολούνται με την περιβαλλοντική εκπαίδευση, τόσο στα πλαίσια υλοποίησης σχετικών προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, όσο και για την έγκαιρη και έγκυρη ενημέρωση των μαθητών, που αποτελούν μια από τις ευαίσθητες κοινωνικές ομάδες σε ότι αφορά τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των πόλεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Jenkings N. (2008). Delivering preventative health information to vulnerable people in Sussex (UK). In: *International Workshop on Chemical weather information services for quality of life*, COST Action ES0602: Towards a European Network on Chemical Weather Forecasting and Information Systems (ENCWF), Aristotle University of Thessaloniki, Dept. of Mechanical Engineering, Thessaloniki, May 2008.
- Karatzas K. (2007). State-of-the-art in the dissemination of AQ information to the general public. In O. Hryniewicz, J. Studziński and M. Romaniuk (eds.): *Proceedings of the 21st International Conference on Informatics for Environmental Protection - EnviroInfo2007*, Warsaw, Poland, Sept. 12-14, 2007, Vol. 2., pp. 41-47, Shaker Verlag, Aachen
- Karatzas K., Nikolaou K. and Moussiopoulos N. (2004). Timely and valid air quality information: The APNEE-TU project. *Fresenius Environmental Bulletin*, 13(9), 874-878
- Karatzas K., Endregard G., and Fløisand I. (2005). Citizen-oriented environmental information services: usage and impact modeling. In: *Proceedings of the 19th International EnviroInfo Conference on Informatics for Environmental Protection- Networking Environmental Information*, Brno, Czech Republic, pp. 872-878
- Karatzas K., Bassoukos A., Voukantsis D., Tzima F., Nikolaou K. and Karathanasis S. (2008). ICT technologies and computational intelligence methods for the creation of an early warning air pollution information system. In: *Proceedings of the 22nd Conference on Environmental Informatics and Industrial Ecology*, Leuphana University of Lüneburg, Germany, 10-12 September 2008
- Καρατζάς Κ., Νικολάου Κ., Μουσιόπουλος Ν. (2005). Περιβαλλοντική πληροφόρηση με χρήση νέων τεχνολογιών. Στο Κ. Νικολάου (επιμ.): *Πρακτικά 2^ο Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας*, ΕΕΧ-ΠΤΚΔΜ, Θεσσαλονίκη, 8-12 Οκτωβρίου 2005
- Καρατζάς Κ., Νικολάου Κ., Καραθανάσης Σ. (2008). Σύστημα έγκαιρης πληροφόρησης για την ποιότητα της ατμόσφαιρας στη Θεσσαλονίκη: AIRTHESS. Στο Κ. Νικολάου (επιμ.): *Πρακτικά 3^ο Περιβαλλοντικού Συνεδρίου Μακεδονίας*,

- ΕΕΧ-ΠΤΚΑΜ*, Θεσσαλονίκη, 14-17 Μαρτίου 2008
- Nikolaou K. and Karatzas K. (2008). AIRTHESS: the Thessaloniki system for early warning air pollution information. In: *International Workshop on Chemical weather information services for quality of life*, COST Action ES0602: Towards a European Network on Chemical Weather Forecasting and Information Systems (ENCWF), Aristotle University of Thessaloniki, Dept. of Mechanical Engineering, Thessaloniki, May 2008
- Νικολάου Κ., Καρατζάς Κ., Μουσιόπουλος Ν. (2003). Ευαισθητοποίηση για την ποιότητα της ατμόσφαιρας με νέες τεχνολογίες. Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα APNEE-TU. *Για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, 28: 4-7
- Νικολάου Κ., Μουσιόπουλος Ν., Καρατζάς Κ. (2004). *Περιβαλλοντικός σχεδιασμός και πληροφόρηση για την ατμοσφαιρική ρύπανση στη Θεσσαλονίκη. Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα APNEE-TU*. Εκδ. Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη
- Tzima F., Karatzas K., Mitkas P. and Karathanasis S. (2007). Using data-mining techniques for PM10 forecasting in the metropolitan area of Thessaloniki, Greece. In: *Proceedings of the 20th International Joint Conference on Neural Networks*, IEEE Computational Intelligence Society and International Neural Network Society, Orlando, Florida, August 2007, pp. 2752–2757