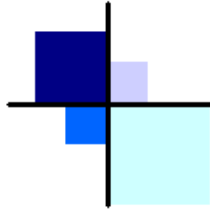


# ΘΕΡΙΝΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

με θέμα

**«Ο σύνθετος ρόλος της διαχείρισης των υδατικών πόρων  
στην τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη»**



Θεσσαλονίκη 26-31 Αυγούστου 2013

Αμφιθέατρο Κεντρικής Βιβλιοθήκης ΑΠΘ

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΩΝ



## ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η αναπτυξιακή πολιτική σε περιόδους ύφεσης της οικονομίας τείνει να απομακρύνεται από τα πρότυπα της βιώσιμης ανάπτυξης και να επιστρέφει όλο και περισσότερο στη στενή έννοια της μεγέθυνσης των οικονομικών μεγεθών (π.χ. ΑΕΠ). Κατά συνέπεια, η θεώρηση της βιώσιμης διαχείρισης και προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, και των υδατικών πόρων ειδικότερα, φαίνεται να παραμερίζεται και να αντικαθίσταται από την ανθρωποκεντρική προσέγγιση που δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στην αξία χρήσης των φυσικών πόρων και του περιβάλλοντος.

Είναι λοιπόν περισσότερο επίκαιρο από ποτέ να τονιστεί ο σύνθετος ρόλος του νερού καταρχάς στη διασφάλιση σημαντικότητας εισροών στην οικονομία και κατ' επέκταση στην τοπική και περιφερειακή ανάπτυξη. Παράλληλα, είναι εξίσου κρίσιμο να τονιστεί η αξία διατήρησης και προστασίας των υδατικών πόρων, όχι μόνο ως συστατικά στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος, αλλά και ως εν δυνάμει πόρων για την ανατροφοδότηση της αναπτυξιακής διαδικασίας. Στο πλαίσιο αυτό είναι απαραίτητο να επανεξεταστεί σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο ο τρόπος προσέγγισης της διαχείρισης των υδάτων σε σχέση με τις αναπτυξιακές επιλογές και τους στρατηγικούς στόχους της εκάστοτε περιοχής μελέτης/αναφοράς.

Βασικός στόχος του σχολείου είναι να προσφέρει σε υποψήφιους διδάκτορες και μεταδιδάκτορες νέα εμπειρία και γνώσεις σε θέματα που σχετίζονται με την αναπτυξιακή διάσταση της διαχείρισης και προστασίας των υδατικών πόρων. Για το σκοπό αυτό αποδίδεται στους συμμετέχοντες ένας διπλός ρόλος, καθώς θα είναι ταυτόχρονα εκπαιδευόμενοι αλλά και εισηγητές. Αναφορικά με το ρόλο του εισηγητή, κάθε συμμετέχων θα παρουσιάσει μια εργασία σχετική με το θέμα του προγράμματος και με το αντικείμενο της έρευνάς του. Μετά την ολοκλήρωση των διαλέξεων και των παρουσιάσεων ακολουθεί ένα εργαστήριο, όπου οι συμμετέχοντες θα λάβουν μέρος σε προσομοίωση διαδικασίας λήψης αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι βασικές δράσεις του θερινού σχολείου συνοψίζονται ως εξής:

- Διαλέξεις διδασκόντων (διάρκειας 1,5 ώρας)
- Παρουσιάσεις συμμετεχόντων (διάρκειας 30 λεπτών)
- Ώρες συζήτησης/διαβούλευσης, οι οποίες ακολουθούν τις διαλέξεις και έχουν ως στόχο να δώσουν την ευκαιρία στους εκπαιδευόμενους να συμβουλευθούν τους διδάσκοντες για θέματα σχετικά με την εργασία τους αλλά και το διδακτορικό/ερευνητικό τους έργο.
- Εργαστήριο (Workshop). Κατά τη διάρκειά του οι συμμετέχοντες θα χωριστούν σε ομάδες οι οποίες θα εκπροσωπούν μια συγκεκριμένη κοινωνική ομάδα ή έναν φορέα (π.χ. τοπική αυτοδιοίκηση, τουριστικές επιχειρήσεις, γεωργικές επιχειρήσεις, τοπική κοινωνία, κτλ.) και θα πραγματοποιηθεί προσομοίωση της διαδικασίας λήψης αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση των υδατικών πόρων σε τοπικό/περιφερειακό επίπεδο.

## **Οργάνωση θερινού σχολείου**

Το θερινό σχολείο πραγματοποιείται υπό την αιγίδα του ΚΕΟΔΥ. Σκοπός του Κέντρου είναι η διεπιστημονικού χαρακτήρα μελέτη και έρευνα σε διεθνή κλίμακα της ολοκληρωμένης διαχείρισης υδάτων. Η συγκεκριμένη δράση εντάσσεται στο πλέγμα δράσεων του Κέντρου, όπως αυτές προβλέπονται από το εγκεκριμένο καταστατικό του, σχετικά με θέματα έρευνας, εκπαίδευσης και μεταφοράς τεχνογνωσίας σε θέματα ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων.

## **Συντονιστές θερινού σχολείου**

Δ. Λατινόπουλος (Λέκτορας Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, ΑΠΘ, Μέλος Δ.Σ. ΚΕΟΔΥ)

Ε. Κολοκυθά (Επικ. Καθηγήτρια Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ, Πρόεδρος Δ.Σ. ΚΕΟΔΥ)

## **ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ ΘΕΡΙΝΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ**

**Καΐκα Μαρία**, Καθηγήτρια, University of Manchester, School of Environment and Development.

**Λουκάς Αθανάσιος**, Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

**Μυλόπουλος Γιάννης**, Καθηγητής, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

**Λατινόπουλος Περικλής**, Καθηγητής, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

**Παπαμιχαήλ Δημήτριος**, Καθηγητής, Α.Π.Θ., Γεωπονική Σχολή.

**Στεφανίδης Παναγιώτης**, Καθηγητής, Α.Π.Θ., Τμήμα Δασολογίας και Φυσιικού Περιβάλλοντος.

**Θεοδοσίου Νίκος**, Αναπληρωτής Καθηγητής, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

**Θωΐδου Ελισάβετ**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης.

**Κολοκυθά Ελπίδα**, Επίκουρη Καθηγήτρια, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

**Βαγιωνά Δήμητρα**, Λέκτορας, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης.

**Λατινόπουλος Διονύσης**, Λέκτορας, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης.

**Μάλλιος Ζήσης**, Λέκτορας, Α.Π.Θ., Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

## ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ ΘΕΡΙΝΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

**Γαλαζούλας Ευάγγελος**, Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δ.Π.Θ.

**Κατηρτζίδου Μαργαρίτα**, Υποψήφια διδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών , Α.Π.Θ.

**Κοντός Γιάννης**, Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών , Α.Π.Θ.

**Κούγιας Ιωάννης**, Μεταδιδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών , Α.Π.Θ.

**Κουσουρή Ειρήνη**, Υποψήφια διδάκτορας, Τμήμα Γεωλογίας , Α.Π.Θ.

**Μαλαματάρης Δημήτριος**, Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ.

**Μανούσης Ελευθέριος**, Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών , Α.Π.Θ.

**Μπότσης Δημήτριος**, Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών , Α.Π.Θ.

**Παρασκευάς Χαράλαμπος**, Υποψήφιος διδάκτορας, Γεωπονική Σχολή , Α.Π.Θ.

**Σιάρκος Ηλίας**, Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών , Α.Π.Θ.

**Σπάχος Θωμάς**, Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών , Α.Π.Θ.

**Τσαβδαρίδου Αναστασία-Δέσποινα**, Υποψήφια διδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών , Α.Π.Θ.

**Τσολακίδης Ιωάννης**, Υποψήφιος διδάκτορας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών , Α.Π.Θ.

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΘΕΡΙΝΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

### Δευτέρα 26/8

(Αμφιθέατρο Κεντρικής Βιβλιοθήκης ΑΠΘ)

09.00 -10.00	<b>Έναρξη προγράμματος</b> – Εγγραφές - Καφές
10.00-11.00	<b>Εισαγωγή και ενημέρωση για το θερινό σχολείο</b>
11.00 -12.30	<b>Διάλεξη</b> <b>Γ. Μυλόπουλος:</b> «Διαχείριση υδατικών πόρων και βιώσιμη ανάπτυξη»
12.30-13.00	Διάλειμμα
13.00-14.30	<b>Διάλεξη</b> <b>Μ. Καϊκά:</b> «Συγκρούσεις συμφερόντων στη διαχείριση των υδατικών πόρων: Η περίπτωση της Ευρωπαϊκής πολιτικής»
14.30-15.00	Ώρα συζήτησης/διαβούλευσης

### Τρίτη 27/8

(Αμφιθέατρο Κεντρικής Βιβλιοθήκης ΑΠΘ)

09.00-10.30	<b>Διάλεξη</b> <b>Ε. Κολοκυθά:</b> «Διαχείριση υδατικών πόρων σε διακρατικές υδρολογικές λεκάνες. Νέες ευκαιρίες συνεργασίας και ανάπτυξης»
10.30-11.00	Ώρα συζήτησης/ διαβούλευσης
11.00-12.30	<b>Διάλεξη</b> <b>Α. Λουκάς:</b> «Διαχείριση υδατικών πόρων αγροτικών λεκανών απορροής υπό συνθήκες περιβαλλοντικής μεταβλητότητας, αλλαγής και λειψυδρίας»
12.30-13.00	Ώρα συζήτησης/ διαβούλευσης
13.00-13.30	Διάλειμμα
<b>Παρουσιάσεις εργασιών συμμετεχόντων</b> <i>Συντονιστής ενότητας παρουσιάσεων: Ε. Κολοκυθά</i>	
13:30-14:00	<b>Κούγιας Γιάννης:</b> «Σχεδιασμός και διαχείριση υδατικών πόρων με στόχο την ανάπτυξη έξυπνων, βιώσιμων πόλεων»
14:00-14:30	<b>Γαλαζούλας Ευάγγελος:</b> «Βιώσιμη ανάπτυξη παράκτιων υδατικών συστημάτων»
14:30-15:00	<b>Κατηρτζίδου Μαργαρίτα:</b> «Το πρόβλημα του αρσενικού στην Ελλάδα: Πρακτικές διαχείρισης»

**Τετάρτη 28/8**

(Αμφιθέατρο Κεντρικής Βιβλιοθήκης ΑΠΘ)

09.00-10.30	<b>Διάλεξη</b> <b>N. Θεοδοσίου:</b> «Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη διαχείριση υδατικών πόρων. Εφαρμογή στη λεκάνη του Δήμου Μουδανιών Χαλκιδικής»
10.30-11.00	Ωρα συζήτησης/ διαβούλευσης
11.00-12.30	<b>Διάλεξη</b> <b>Δ. Βαγιωνά:</b> «Ο θεσμός και η διαδικασία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων: παραδείγματα υδραυλικών έργων»
12.30-13.00	Ωρα συζήτησης/ διαβούλευσης
13.00-13.30	Διάλειμμα
<b>Παρουσιάσεις εργασιών συμμετεχόντων</b> <i>Συντονιστής ενότητας παρουσιάσεων: N. Θεοδοσίου</i>	
13:30-14:00	<b>Σπάχος Θωμάς:</b> «Κλιματική αλλαγή και επιπτώσεις στην υδροδότηση»
14:00-14:30	<b>Μανούσης Λευτέρης:</b> «Δράσεις σχεδιασμού και πρόληψης της πολιτικής προστασίας για την αντιμετώπιση και διαχείριση κινδύνων από την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων»
14:30-15:00	<b>Κουσουρή Ειρήνη:</b> «Υδρογεωλογική έρευνα και διαχείριση υδατικών πόρων της λεκάνης του Χαβρία, Χαλκιδική»
15:00-15:30	<b>Τσολακίδης Ιωάννης:</b> «Διερεύνηση της χρήσης τηλεπισκοπικών εικόνων και αεροφωτογραφιών υψηλής ανάλυσης στη μελέτη ποτάμιων συστημάτων»

**Πέμπτη 29/8**

(Αμφιθέατρο Κεντρικής Βιβλιοθήκης ΑΠΘ)

09.00-10.30	<b>Διάλεξη</b> <b>Δ. Παπαμιχαήλ:</b> «Βέλτιστη διαχείριση υδατικών πόρων στη γεωργία»
10.30-11.00	Ωρα συζήτησης/ διαβούλευσης
11.00-12.30	<b>Διάλεξη</b> <b>Ε. Θωΐδου:</b> «Χωροταξικός - Περιφερειακός αναπτυξιακός προγραμματισμός και υδατικοί πόροι: Επισκόπηση και αναφορές στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας»
12.30-13.00	Ωρα συζήτησης/ διαβούλευσης
13.00-13.30	Διάλειμμα
<b>Παρουσιάσεις εργασιών συμμετεχόντων</b> <i>Συντονιστής ενότητας παρουσιάσεων: Z. Μάλλιος</i>	
13:30-14:00	<b>Μπότσης Δημήτριος:</b> «Προσομοίωση βροχόπτωσης-απορροής με μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης»
14:00-14:30	<b>Κοντός Ιωάννης:</b> «Βελτιστοποίηση διαχείρισης ρηγματωμένου υδροφορέα με προβλήματα ρύπανσης, με τη μέθοδο γενετικών αλγορίθμων»
14:30-15:00	<b>Παρασκευάς Χαράλαμπος:</b> «Ανάπτυξη διδιάστατου μοντέλου διπλής διαπερατότητας για τη μελέτη του φαινομένου της επιλεκτικής ροής του νερού και των ουσιών στο έδαφος και πειραματική αξιολόγησή του με συσκευή Hele-Shaw»

## Παρασκευή 30/8

(Αμφιθέατρο Κεντρικής Βιβλιοθήκης ΑΠΘ)

09.00-10.30	<b>Διάλεξη</b> <b>Π. Στεφανίδης:</b> «Η συμβολή της ορεινής υδρονομικής στη διαχείριση των υδατικών πόρων»
10.30-11.00	Ώρα συζήτησης/ διαβούλευσης
11.00-12.30	<b>Διάλεξη</b> <b>Δ. Λατινόπουλος:</b> «Οικονομική αποτίμηση της αξίας των υδατικών πόρων: Παραδείγματα εφαρμογής από τον ελληνικό χώρο»
12.30-13.00	Ώρα συζήτησης/ διαβούλευσης
13.00-13.30	Διάλειμμα
<b>Παρουσιάσεις εργασιών συμμετεχόντων</b> <i>Συντονιστής ενότητας παρουσιάσεων: Π. Λατινόπουλος</i>	
13:30-14:00	<b>Σιάρκος Ηλίας:</b> «Μελέτη της επίδρασης σημειακών πηγών ρύπανσης και αγροτικών δραστηριοτήτων στην ποιότητα του υπόγειου νερού στη λεκάνη απορροής των Ν.Μουδανίων»
14:00-14:30	<b>Τσαβδαρίδου Αναστασία-Δέσποινα:</b> «Τιμολογιακές πολιτικές με στόχο την εξοικονόμηση νερού στην αστική χρήση, διαχείριση της ζήτησης και των καταναλωτών και αξιοποίηση νέων τεχνολογιών: Εφαρμογή στην πόλη της Θεσσαλονίκης»
14:30-15:00	<b>Μαλαματάρης Δημήτριος:</b> «Εφαρμογή των αρχών της πράσινης ανάπτυξης στη γεωργία»
...	...
21.00 -	<b>Δείπνο προγράμματος</b>

## Σάββατο 31/8

(Αίθουσα Διαλέξεων Κτιρίου Υδραυλικής – Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών)

11.00-14.00	<i>Συντονιστές: Π. Λατινόπουλος – Ζ. Μάλλιος</i> <b>Εργαστήριο (προσομοίωση με παιχνίδι ρόλων):</b> Διαχείριση υδατικών πόρων στην υδρολογική λεκάνη Ν. Μουδανίων
-------------	---



# ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

## Βιώσιμη ανάπτυξη παράκτιων υδατικών συστημάτων

Γαλαζούλας Ευάγγελος

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δ.Π.Θ.

e-mail: egalazou@gmail.com

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό την μελέτη της ολοκληρωμένης διαχείρισης και της βιώσιμης ανάπτυξης παράκτιων υδροφόρων συστημάτων που υπόκεινται σε καθεστώς διείσδυσης αλμυρού νερού, με την χρήση σύγχρονων διαχειριστικών εργαλείων (Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης, αλγόριθμοι βελτιστοποίησης). Ως πιλοτική περιοχή επιλέχθηκε το Νοτιοδυτικό παράκτιο τμήμα του Νομού Ροδόπης όπου παρατηρείται έντονη υποβάθμιση, λόγω αλμύρισης, του υδροφόρου συστήματος σε καθεστώς πλήρους ανυπαρξίας στοιχειώδους διαχειριστικής πρακτικής για την αντιμετώπιση του φαινομένου της διείσδυσης αλμυρού νερού. Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή για την παρούσα διατριβή, το κόστος για τον τοπικό αγροτικό πληθυσμό εξαιτίας της υποβάθμισης υπολογίστηκε σε περίπου 250.000 ευρώ για το έτος 2007. Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η μείωση της παραγωγής εξαιτίας της αλατότητας του εδάφους αλλά και οι αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια λόγω της πτώσης της πιεζομετρικής στάθμης.

Το προκαταρκτικό στάδιο έρευνας συμπεριλαμβάνει τη μελέτη των γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής έρευνας (στρωματογραφία, τεκτονική εξέλιξη, υδρογεωλογικές συνθήκες) και την ανάλυση της εξέλιξης του υδροδυναμικού και του υδροχημικού πεδίου (μετρήσεις πιεζομετρικής στάθμης, ανάλυση φυσικοχημικών παραμέτρων). Στην περιοχή αναπτύσσεται ένα πολυεπίπεδο υδροφόρο σύστημα που υπόκειται σε διείσδυση αλμυρού νερού πλευρικά ενώ περικλείει και φακούς εγκλωβισμένου αλμυρού νερού. Η ανάμιξη γλυκού/αλμυρού νερού λαμβάνει χώρα είτε μέσω υδραυλικής επικοινωνίας των διαφόρων στρωμάτων του υδροφόρου συστήματος, λόγω υπεραντλήσεων, είτε τεχνητά μέσω γεωτρήσεων που επιτρέπουν την υδραυλική επικοινωνία υδροφόρων στρωμάτων διαφορετικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Οι μετρήσεις των τελευταίων ετών δείχνουν ότι το σύστημα προσεγγίζει νέες συνθήκες ισορροπίας καθώς η στάθμη επανέρχεται στα επίπεδα της υψηλότερης στάθμης του προηγούμενου έτους, σε αντίθεση με ότι συνέβαινε παλαιότερα. Η εξέλιξη αυτή οφείλεται στην εφαρμογή διαφορετικών γεωργικών πρακτικών, καθώς σήμερα καλλιεργούνται στην περιοχή αποκλειστικά λιγότερο υδροβόρες καλλιέργειες (π.χ. βαμβάκι), γίνεται χρήση σύγχρονων μεθόδων άρδευσης, ενώ πολλά αγροτεμάχια παραμένουν ακαλλιέργητα λόγω της απουσίας κατάλληλου για άρδευση νερού. Επίσης πολύ σημαντική διαχειριστική αλλαγή αποτελεί η εγκατάλειψη παλαιών γεωτρήσεων και η ανόρυξη νέων βαθύτερων από τις οποίες αντλούνται

μικρές ποσότητες νερού από εγκλωβισμένα στρώματα καθώς και η ανόρυξη ρηχών γεωτρήσεων κοντά σε υδατορέματα που επιτρέπουν τον επιφανειακό εμπλουτισμό.

Επομένως είναι απαραίτητη η λήψη αποφάσεων που αφορούν την ορθή διαχείριση των αποθεμάτων στην περιοχή, καθώς πρέπει να προστατευθούν τα εγκλωβισμένα υδατικά των βαθύτερων στρωμάτων για περιόδους ξηρασίας, να μελετηθεί η δυνατότητα και το κόστος ανάπτυξης μεθόδων εμπλουτισμού σε επιφανειακά στρώματα καθώς και η δυνατότητα κατασκευής φράγματος συλλογής νερού στον ποταμό Κομψάτο που εκτοπίζεται πλησίον της περιοχής και η χρήση του αποθηκευμένου νερού για άρδευση μέσω επιφανειακών καναλιών.

## Το πρόβλημα του αρσενικού στην Ελλάδα: Πρακτικές διαχείρισης

Κατηρτζίδου Μαργαρίτα

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [mkatir@civil.auth.gr](mailto:mkatir@civil.auth.gr)

Το αρσενικό (As) είναι γνωστό χημικό στοιχείο από αρχαιοτάτων χρόνων, αποτελεί το εικοστό στοιχείο σε αφθονία στον φλοιό της γης και συνδέεται με τοξικές συνέπειες για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η παρουσία του αρσενικού στο περιβάλλον είναι κυρίως φυσικής προέλευσης (ηφαίστεια, ορυκτά, αιολική διάβρωση, χαμηλές θερμοκρασίες εξαέρωσης) και λιγότερο ανθρωπογενούς (βιομηχανική δραστηριότητα). Έχουν ανιχνευτεί συγκεντρώσεις αρσενικού σε νερά ποταμών, λιμνών και θαλασσών, ωστόσο κάτω από φυσιολογικές συνθήκες οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις βρίσκονται στα υπόγεια νερά (ισχυρές αλληλεπιδράσεις μεταξύ νερού και πετρωμάτων).

Το πρόβλημα της παρουσίας του αρσενικού στα υπόγεια ύδατα απασχολεί αρκετές χώρες στον κόσμο, κυρίως στη Βόρεια και Νότια Αμερική αλλά και στην Ασία. Πολύ υψηλές συγκεντρώσεις αρσενικού έχουν παρατηρηθεί στην Αργεντινή, στο Μεξικό, στη Χιλή, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής καθώς και στην Ινδία (περιοχή δυτικής Βεγγάλης), στο Μπαγκλαντές, στην Ταϊβάν και στο Βιετνάμ. Στην Ευρώπη έχουν αναφερθεί αυξημένες συγκεντρώσεις αρσενικού στη Φινλανδία, στην Ουγγαρία και στη Γερμανία. Στην Ελλάδα αρσενικό έχει ανιχνευθεί κυρίως στην περιοχή της Χαλκιδικής, πιθανώς εξαιτίας της ύπαρξης γειτονικών αρσενοπυριτών, στην περιοχή του κάμπου της Θεσσαλονίκης (Χαλάστρα) καθώς και στη Μελίβοια Ν. Λάρισας.

Λόγω της τοξικότητας του As και των βλαβερών συνεπειών για την ανθρώπινη υγεία από την αυξημένη πρόσληψή του, η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει ασχοληθεί επισταμένα τις τελευταίες δεκαετίες με τις μεθόδους απομάκρυνσης του αρσενικού από το νερό (κυρίως υπόγειο). Οι κυριότερες από αυτές είναι: οι μέθοδοι καταβύθισης (precipitation processes), οι μέθοδοι προσρόφησης (adsorptive processes), οι μέθοδοι ιοντοεναλλαγής (ion exchange processes) και οι μέθοδοι μεμβρανών. Πέρα από τις προαναφερθείσες κοινές μεθόδους, ποικίλες νέες μέθοδοι έχουν διερευνηθεί τα τελευταία χρόνια, κάποιες εκ των οποίων παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον: διήθηση με χρήση πράσινης άμμου (Green sand filtration), επιτόπου (υπόγεια) ακινητοποίηση αρσενικού (In situ – subsurface –arsenic immobilization), βιολογική αφαίρεση αρσενικού (Biological arsenic removal), διαπερατά φράγματα (Permeable reactive barriers), ηλεκτροκινητική επεξεργασία (Electrokinetic treatment) κ.α.

Η διαχείριση του προβλήματος ρύπανσης από As βασίζεται σε μία λογική ακολουθία βημάτων. Σε αρχικό στάδιο απαιτείται η αξιολόγηση της κλίμακας του

προβλήματος καθώς και η διαπίστωση κατά πόσον η κατάσταση γίνεται όλο και χειρότερη με το χρόνο. Σε δεύτερο επίπεδο, είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι πιθανές στρατηγικές ή εναλλακτικές λύσεις που είναι πιο κατάλληλες για την παροχή ασφαλούς νερού (με χαμηλή συγκέντρωση αρσενικού).

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται λεπτομερής εξέταση των παραγόντων που επηρεάζουν το πρόβλημα (υδρογεωλογικές συνθήκες, κλίμα, μέγεθος του προσβεβλημένου πληθυσμού, οικονομικοί παράγοντες κ.α.), κατάστρωση των εναλλακτικών σεναρίων δράσης, αξιολόγησή τους και επιλογή της κατάλληλης διαχειριστικής πρακτικής.

## **Βελτιστοποίηση διαχείρισης ρηγματωμένου υδροφορέα με προβλήματα ρύπανσης, με τη μέθοδο γενετικών αλγορίθμων**

Κοντός Ιωάννης

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [ykontos81@gmail.com](mailto:ykontos81@gmail.com)

Στην εργασία που επιλέχθηκε να παρουσιαστεί, μελετάται υδροφορέας με κηλίδες ρύπανσης, οι οποίες απειλούν υπάρχον σύστημα γεωτρήσεων που τροφοδοτεί οικισμό με μια απαιτούμενη παροχή πόσιμου νερού. Διερευνάται η βέλτιστη εφαρμογή της μεθόδου άντλησης και επεξεργασίας ή υδραυλικού ελέγχου με πρόσθετα πηγάδια (ΠΠ) για εξασφάλιση παροχής πόσιμου νερού στον οικισμό για καθορισμένο χρονικό διάστημα. Τα ΠΠ θα καθυστερήσουν / αναχαιτίσουν την πορεία του ρύπου προς τις γεωτρήσεις, ή ακόμα θα αντλήσουν μερικά / ολικά τον ρύπο. Στόχος, η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους του τελικού συστήματος υπάρχοντων πηγαδιών (ΥΠ) και ΠΠ, με εύρεση των κατάλληλων συντεταγμένων και παροχών των πρόσθετων πηγαδιών και την κατάλληλη κατανομή της απαιτούμενης παροχής πόσιμου νερού στα ΥΠ. Από απλές εκδοχές του προβλήματος και σταδιακά, με εισαγωγή περιορισμών, συνθηκών και κριτηρίων, τα προβλήματα γίνονται όλο και πιο ρεαλιστικά. Αρχικά, τα ΠΠ μπορούν να είναι μόνο πηγάδια άντλησης, ενώ το προς ελαχιστοποίηση κόστος αφορά μόνο στο κόστος άντλησης όλων των πηγαδιών. Στη συνέχεια, λαμβάνεται υπόψη και το κόστος δικτύου αγωγών για την απαγωγή του νερού που αντλείται από τα ΠΠ σε παρακείμενη δεξαμενή, ενώ σε επόμενο στάδιο προστίθεται και το κόστος επεξεργασίας του ρυπασμένου αντλούμενου νερού από τα ΠΠ για ρύπο χαμηλού και υψηλού κόστους επεξεργασίας. Επίσης, εισάγεται η δυνατότητα προσθήκης πηγαδιών φόρτισης αντί άντλησης, ενώ μελετάται και το εναλλακτικό σκεπτικό λύσης με δυνατότητα συνεισφοράς του αντλούμενου νερού, εάν είναι πόσιμο, από τα ΠΠ στη συνολική απαιτούμενη παροχή.

Η προσομοίωση του διδιάστατου απλοποιημένου πεδίου ροής και της κίνησης του ρύπου γίνεται με τη μέθοδο κινούμενων σημείων. Αρχικά, κρίνεται απαραίτητη η διερεύνηση του τρόπου εφαρμογής της μεθόδου και η επιλογή του τρόπου προσομοίωσης κάθε στοιχείου του πεδίου, καθώς και η διερεύνηση των διάφορων παραμέτρων του επιλεγμένου τρόπου. Μελετάται, μεταξύ άλλων, η προσομοίωση των κηλίδων ρύπανσης, της κίνησης ρύπου, της ρύπανσης πηγαδιών και η προσομοίωση ρηγμάτων και της ρύπανσής τους. Η μέθοδος βελτιστοποίησης που χρησιμοποιείται είναι αυτή των γενετικών αλγορίθμων. Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής απαιτεί προπαρασκευαστικό στάδιο διερεύνησης των κατάλληλων παραμέτρων για το συγκεκριμένο πρόβλημα. Για το απλό πρόβλημα γίνονται εξαντλητικοί έλεγχοι για την εύρεση της κατάλληλης τιμής της πιθανότητας μετάλλαξης και διασταύρωσης. Δίνεται, επίσης, βάση στην αναγνώριση,

ομαδοποίηση και κατηγοριοποίηση των διαφορετικών σκεπτικών που παράγονται. Αναδεικνύεται, έτσι, εκτός από την αλγεβρική και η ποιοτική βελτιστοποίηση των αποτελεσμάτων, σημαντική για την προσπάθεια της σε βάθος κατανόησης πολύπλοκων πολυπαραγοντικών προβλημάτων. Ουσιαστικά, καθορίζεται βήμα προς βήμα η πορεία της διερεύνησης που πρέπει να ακολουθήσει οποιοσδήποτε ερευνητής για να ανακαλύψει τη βέλτιστη λύση σε αντίστοιχο πρόβλημα σε πεδίο οποιασδήποτε γεωμετρίας, τυχαίο πλήθος κηλίδων ρύπανσης οποιασδήποτε μορφής και τυχαίο πλήθος ΥΠ, ΠΠ και ρηγμάτων για οποιαδήποτε χωροθέτηση αυτών, ενώ δημιουργούνται, φιλικές προς τον χρήστη, εφαρμογές λογισμικού που λύνουν το γενικό πρόβλημα.

## Σχεδιασμός και διαχείριση των υδατικών πόρων με στόχο την ανάπτυξη έξυπνων, βιώσιμων πόλεων

Κούγιας Ιωάννης

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [yannis.kougias@gmail.com](mailto:yannis.kougias@gmail.com)

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί έντονα η έννοια της δημιουργίας έξυπνων πόλεων, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας διαβίωσης των κατοίκων, την τεχνολογική και οικονομική πρόοδο και τελικά την έξυπνη και βιώσιμη ανάπτυξη των οικισμών. Η έννοια των έξυπνων πόλεων (smart cities concept) περιλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών που εκτείνεται εκτός των άλλων από τις επικοινωνίες και την ψηφιακή τεχνολογία, την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας, τον πολεοδομικό – κτιριακό σχεδιασμό καθώς και τα δίκτυα ύδρευσης – αποχέτευσης των πόλεων. Παρόλο που η έννοια έξυπνες πόλεις αποτελεί για κάποιους ένα έξυπνο – εύηχο σύνθημα με σκοπό το κέρδος, αναμφίβολα απαντά σε σύγχρονες ανάγκες και προβλήματα των πόλεων.

Προτείνεται, λοιπόν, ο μελλοντικός σχεδιασμός και η διαχείριση των υδατικών πόρων να λαμβάνει υπόψη τις βασικές αρχές της ανάπτυξης έξυπνων πόλεων. Αυτή είναι εξάλλου και μία επιδίωξη της Ε.Ε. όπως παρουσιάζεται από πρόσφατες εκθέσεις, αλλά και από τις χρηματοδοτήσεις σχετικών Ερευνητικών Έργων. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται εφαρμογές έξυπνων πόλεων οι οποίες σχετίζονται με το νερό. Προβάλλονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, η διαδικασία σχεδιασμού και τα πλεονεκτήματά τους. Επιπλέον, περιγράφονται οι δυνατότητες ευρύτερων συνεργασιών μέσω της σύμπραξης επιστημόνων με δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς. Η εμπειρία από ανάλογα έργα ανά την υφήλιο έχει δείξει ότι η ανάπτυξη έξυπνων πόλεων προσφέρει ελκυστικές δυνατότητες για επενδύσεις και ανάπτυξη, ελκυστικές τόσο για το δημόσιο όσο και για τον ιδιωτικό τομέα.



## Υδρογεωλογική έρευνα και διαχείριση υδατικών πόρων της λεκάνης του Χαβρία, Χαλκιδική

Κουσουρή Ειρήνη

Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

e-mail: [ekousouri@sop.gr](mailto:ekousouri@sop.gr)

Είναι γνωστό ότι το πρόβλημα που αφορά την εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας νερού καλής ποιότητας για την κάλυψη των αναγκών εμφανίζεται σε όλο και περισσότερες περιοχές. Η κακή διαχείριση και η υπεράντληση σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή έχουν οδηγήσει σε εξάντληση των υπόγειων υδροφορέων, εμφάνιση αρνητικών ισοζυγίων, διείδυση θαλασσινού νερού στην ενδοχώρα, ποιοτική υποβάθμιση κ.α. Τέτοια φαινόμενα έχουν παρουσιαστεί και στην λεκάνη Χαβρία, όπου μεγάλο μέρος των υδατικών αναγκών καλύπτεται από την εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων. Για τον λόγο αυτόν απαιτείται η γνώση του υδρογεωλογικού καθεστώτος που επικρατεί στην περιοχή, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή ενός ορθολογικού σχεδιασμού διαχείρισης των υδατικών αποθεμάτων στην περιοχή.

Το αντικείμενο της εν λόγω εργασίας είναι η διερεύνηση και η κατανόηση της υδρογεωλογικής κατάστασης της λεκάνης και με βάση την επικρατούσα κατάσταση και τις ανάγκες της περιοχής σε νερό, να προτείνει μοντέλα διαχείρισης των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Επιπλέον, με την βοήθεια των ειδικών λογισμικών που θα χρησιμοποιηθούν για την παραπάνω έρευνα, θα δημιουργηθεί και μια σειρά από μοντέλα πρόβλεψης, στα οποία θα γίνει προσπάθεια εύρεσης εναλλακτικών σχεδίων διαχείρισης με βάση διαφορετικά σενάρια.

Συγκεκριμένα, η περιοχή έρευνας είναι η λεκάνη απορροής του Χαβρία και τοποθετείται στο κεντρικό τμήμα του Νομού Χαλκιδικής όπου και γίνονται μηνιαίες μετρήσεις στάθμης και βροχόπτωσης. Αυτά τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια για την δημιουργία του μοντέλου προσομοίωσης της περιοχής. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο αυτό θα διερευνηθούν διάφορα σχήματα άντλησης με στόχο να βρεθεί το ευνοϊκότερο αλλά και να υποδειχθούν τα σχήματα άντλησης που υποβαθμίζουν τον υδροφόρο ορίζοντα.

Ο επόμενος στόχος είναι η διερεύνηση των διαφορετικών σεναρίων διαχείρισης με την βοήθεια διαχειριστικού λογισμικού. Τα σενάρια θα αφορούν τόσο πληθυσμιακές διακυμάνσεις του μόνιμου πληθυσμού, όσο και των εποχικών επισκεπτών των θερινών μηνών. Άλλα πιθανά μελλοντικά σενάρια θα αφορούν σχέδια που έχουν στο παρελθόν τεθεί υπό συζήτηση αλλά δεν έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα, όπως η κατασκευή μεγάλων ξενοδοχειακών μονάδων κτλ.

Με την παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια υποστήριξης μιας κλασικής υδρογεωλογικής μελέτης με δύο σύγχρονα εργαλεία, έτσι ώστε με τον συνδυασμό όλων, να υπάρξει ένα ολοκληρωμένο αποτέλεσμα. Με το ολοκληρωμένο αποτέλεσμα εννοούμε μια διαδικασία όπου το κάθε νέο δεδομένο που θα προκύπτει είτε από περαιτέρω έρευνα, είτε από την αλλαγή των συνθηκών στην περιοχή, θα μπαίνει σε ένα κύκλο όπου η μια πληροφορία θα τροφοδοτεί την άλλη και οι συνέπειες της αλλαγής θα είναι ορατές σε όλα τα στάδια.

## Εφαρμογή των αρχών της πράσινης ανάπτυξης στη γεωργία

Μαλαματάρης Δημήτριος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [dimitrios.malamataris@gmail.com](mailto:dimitrios.malamataris@gmail.com)

Η σχέση μεταξύ γεωργίας και περιβάλλοντος είναι αμφίδρομη. Η γεωργία βασίζεται στη διαθεσιμότητα και στην παραγωγική ικανότητα των φυσικών πόρων, η υπερεκμετάλλευση των τελευταίων όμως, συνεπάγεται περιβαλλοντική υποβάθμιση. Η επιθυμητή σχέση γεωργίας και περιβάλλοντος αποδίδεται με τον όρο "πράσινη γεωργία" η οποία θα πρέπει να είναι ταυτοχρόνως και εξίσου οικολογικά υγιής, οικονομικά βιώσιμη και κοινωνικά δίκαιη.

Στην κεντρική Μακεδονία εκτείνεται η υδρολογική λεκάνη της λίμνης Κορώνειας, έκτασης 758 km<sup>2</sup>, που αποτελεί ένα ευαίσθητο οικοσύστημα μεγάλης σπουδαιότητας για τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας και τη διαφύλαξη της βιολογικής ποικιλότητας ενώ τελεί υπό πολλαπλό καθεστώς προστασίας από διεθνείς συμβάσεις και την εθνική νομοθεσία. Ειδικότερα, από το 1975 αποτελεί Υγροβιότοπο Διεθνούς Σημασίας σύμφωνα με τη διεθνή Σύμβαση Ramsar, "Ειδικά Προστατευόμενη Περιοχή" (SPA) σύμφωνα με την Οδηγία 69/409/ΕΟΚ, "Περιοχή Κοινοτικού Ενδιαφέροντος" (SCI) σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ και "Ειδικά Προστατευόμενη Μεσογειακή Περιοχή" σύμφωνα με τη διεθνή σύμβαση της Βαρκελώνης.

Η λεκάνη της Κορώνειας υφίσταται τις συνέπειες της μακροχρόνιας, μη βιώσιμης, αναπτυξιακής πολιτικής που ακολουθείται στον τομέα της γεωργίας. Το 1970 η λίμνη Κορώνεια είχε μέσο βάθος 5 m ενώ από το 1975 και έπειτα παρατηρείται διαρκής πτώση στη στάθμη της με αποτέλεσμα σήμερα το μέσο βάθος της να είναι περίπου 50 cm.

Σκοπό της εργασίας αποτελεί η κατάσρωση και υλοποίηση ενός στρατηγικού σχεδίου ολοκληρωμένης αγροτικής ανάπτυξης της λεκάνης της Κορώνειας το οποίο θα αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τα υπάρχοντα υδατικά ελλείμματα, θα ανταποκρίνεται στα νέα δεδομένα της κλιματικής αλλαγής και θα είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις της πράσινης γεωργίας. Η μεθοδολογία που ακολουθείται βρίσκεται σε πλήρη σύμπνοια με την νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (2014-2020), την Οδηγία Πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60/ΕΚ και τους στόχους χιλιετίας του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών για το 2015.

Ενδεικτικά, μερικές από τις δράσεις για την πράσινη ανάπτυξη της γεωργίας στην περιοχή μελέτης είναι:

- Επικέντρωση σε καλλιέργειες υψηλής ποιότητας.

- Ορθολογική καλλιέργεια ειδών που βρίσκονται σε έλλειψη στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Προώθηση της εξασφάλισης υψηλής ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων με πιστοποιημένο όνομα προέλευσης.
- Αξιοποίηση της σύγχρονης έρευνας και τεχνογνωσίας.
- Δημιουργία απαραίτητων έργων υποδομής.
- Χρήση πιστοποιημένων μεθόδων σε όλα τα είδη των καλλιεργειών.
- Εξαγωγή ποιοτικών προϊόντων που προσιδιάζουν την περιοχή προέλευσης τους.

## **Δράσεις σχεδιασμού και πρόληψης της πολιτικής προστασίας για την αντιμετώπιση και διαχείριση κινδύνων από την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων**

Μανούσης Λευτέρης

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [leftman@civil.auth.gr](mailto:leftman@civil.auth.gr)

Η Πολιτική Προστασία αποτελεί υποχρέωση του Κράτους και υλοποιείται κύρια μέσα από τη δημόσια διοίκηση. Βασικά στοιχεία ενός συστήματος Πολιτικής Προστασίας είναι το θεσμικό πλαίσιο, η οργανωτική δομή και οι πόροι, ενώ η βασική λειτουργία (προγραμματισμός) περιλαμβάνει τα στάδια α) της πρόληψης και ετοιμότητας (συνήθη ή αυξημένη) β) της απόκρισης (άμεση κινητοποίηση-επέμβαση) και γ) της αποκατάστασης-αρωγής.

Στην Ελλάδα, το κύριο θεσμικό πλαίσιο αποτελεί ο Ν.3013/2012 (ΦΕΚ 102 Α΄) , η οργανωτική δομή διακρίνεται σε κεντρικά (Γενικός Γραμματέας Πολ. Προστασίας) και αποκεντρωμένα όργανα (Γεν. Γραμματείς Αποκ. Διοίκησης-Περιφερειάρχες-Δήμαρχοι) και οι πόροι είναι τα ειδικευμένα στελέχη Πολιτικής Προστασίας ανά την επικράτεια, το σύνολο των κρατικών δομών, οι εθελοντές, οι πολίτες, τελικά όλοι μας.

Τα πλημμυρικά φαινόμενα και η διαχείρισή τους ως φυσική καταστροφή αποτελούν αντικείμενο της Πολιτικής Προστασίας (μαζί με τις εξίσου σημαντικές φυσικές καταστροφές που προέρχονται από δασικές πυρκαγιές ή σεισμούς) και αποτελούν αντικείμενο ενός πλέγματος σχεδιασμού και δράσεων για την αντιμετώπιση των κινδύνων που αυτές συνεπάγονται. Το πλέγμα αυτό συνίσταται σε έργα, δράσεις και μέτρα τεχνικής φύσης, στον καθορισμό και την κατανομή αρμοδιοτήτων φορέων και τον συντονισμό μεταξύ τους, στην ενεργοποίηση επιχειρησιακών ερευνητικών/διασωστικών μέσων, την σχεδιασμένη και οργανωμένη απομάκρυνση πολιτών, τη διεθνή συνδρομή μέσω των καθορισμένων διεθνών μηχανισμών όπου και όπως αυτή προβλέπεται καθώς και τις ενέργειες αποκατάστασης: φυσικής/τεχνικής μέσω τεχνικών έργων και οικονομικής/κοινωνικής μέσω κοινωνικών παροχών ή ενισχύσεων προς τους πληγέντες.

Σύμφωνα με όσα ορίζονται στην οδηγία 2007/60/ΕΚ για την «αξιολόγηση και διαχείριση κινδύνων πλημμύρας» και την εναρμόνισή της στο εθνικό δίκαιο (ΚΥΑΝΠ31822/1542/Ε103/20-7-2010 (ΦΕΚ 1108 Β΄), καθώς και όσα ορίζονται από το θεσμικό πλαίσιο της Πολιτικής Προστασίας, τα στοιχεία που αναμένεται να προκύψουν από την αξιολόγηση της επικινδυνότητας πλημμύρας για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού ή τμήμα διεθνούς περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού θα πρέπει στη συνέχεια να ληφθούν υπόψη στον σχεδιασμό Πολιτικής Προστασίας. Ακόμη, τροφοδότηση και αμφίδρομη επίδραση στον σχεδιασμό Πολιτικής Προστασίας θα προκύψει και από τα στοιχεία των Σχεδίων Διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών τα οποία αυτή τη στιγμή βρίσκονται στη φάση ολοκλήρωσής

τους, σύμφωνα και με τα προβλεπόμενα στην Οδηγία 2000/60/ΕΚ έτσι όπως εναρμονίστηκε στο εθνικό δίκαιο (Ν.3199/2003 και Π.Δ. 51/2007).

Έτσι, ο σχεδιασμός και οι δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση πλημμυρικών φαινομένων αναμένονται να επηρεαστούν τόσο σε συνολικό (εθνικό) επίπεδο όσο και σε επιμέρους (τοπικό). Αυτό θα διασφαλίσει την προστασία των πολιτών και των περιουσιών τους, κάτι που αποτελεί και την βασική επιδίωξη της Πολιτικής Προστασίας.

## Προσομοίωση βροχόπτωσης-απορροής με μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης

Μπότσης Δημήτριος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [jimbotsis@civil.auth.gr](mailto:jimbotsis@civil.auth.gr)

Το αντικείμενο έρευνας είναι η προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής και η πρόβλεψη χρονοσειρών στάθμης ή απορροής χειμάρρου. Η σχέση μεταξύ των κατακρημνισμάτων και του νερού που απορρέει είναι πολύπλοκη και εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Ιδιαίτερα σε ορεινές δασωμένες λεκάνες ο βαθμός πολυπλοκότητας αυξάνεται σημαντικά, το υδρολογικό φαινόμενο είναι μη-γραμμικό και η τελική απορροή εξαρτάται από περισσότερες μεταβλητές.

Για την προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι τεχνητής νοημοσύνης. Οι μέθοδοι αυτοί ενδείκνυνται για την προσομοίωση μη-γραμμικών σχέσεων και το κυριότερο είναι σε θέση να αγνοούν τις επιπλέον μεταβλητές που επηρεάζουν το φυσικό φαινόμενο για τις οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ανέφικτο να βρεθούν μετρήσιμα στοιχεία.

Δημιουργήθηκαν τρία διαφορετικά μοντέλα, αρχικά ένα Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (ΤΝΔ) τριών επιπέδων (ένα κρυφό επίπεδο) εκπαιδευόμενο με τον αλγόριθμο Back-Propagation, που αποτελεί το πιο διαδεδομένο ΤΝΔ με εφαρμογή σε αρκετές υδρολογικές έρευνες. Το δεύτερο μοντέλο αποτελεί μία εφαρμογή Bayesian μεθόδων στα ΤΝΔ (ένα ΤΝΔ τριών επιπέδων – ένα κρυφό επίπεδο) με σκοπό να ξεπεραστούν ορισμένα από τα μειονεκτήματά τους και να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητά τους, με έμφαση στη βελτιστοποίηση της ικανότητας γενίκευσης του μοντέλου. Το τρίτο μοντέλο αποτελεί μία εφαρμογή της παλινδρόμησης των Μηχανών Διανυσμάτων Υποστήριξης (ΜΔΥ) που είναι ένα πανίσχυρο εργαλείο στην προσομοίωση της μη-γραμμικότητας.

Το πεδίο εφαρμογής της έρευνας είναι το τμήμα της ορεινής δασωμένης λεκάνης απορροής του χειμάρρου Βενέτικου. Η έξοδος της λεκάνης είναι η πέτρινη γέφυρα στο «Τρίκωμο» όπου μετράται η στάθμη του χειμάρρου και η έκταση της ανέρχεται σε 491.9 km<sup>2</sup> με τη μεγαλύτερη επιφάνεια της να καλύπτεται από δασική βλάστηση. Στα μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν δεκατρείς είσοδοι που αντιπροσωπεύουν την βροχόπτωση και χιονόπτωση σε χρόνους  $t$ ,  $t-1$  και  $t-2$  από τέσσερις μετεωρολογικούς σταθμούς και τη στάθμη χειμάρρου σε χρόνο  $t-1$ . Ως στόχος των μοντέλων τέθηκε η στάθμη του χειμάρρου σε χρόνο  $t$ .

Τα δεδομένα διαιρέθηκαν σε τρία σύνολα, ένα για εκπαίδευση, ένα για επικύρωση και ένα για έλεγχο του μοντέλου. Μελετήθηκαν οκτώ διαφορετικές αρχιτεκτονικές για τα ΤΝΔ (Back-propagation και Bayesian regularization)

μεταβάλλοντας το πλήθος των νευρώνων του κρυφού επιπέδου και για κάθε μία τοπολογία έγιναν δέκα προσομοιώσεις. Η μέθοδος cross-validation χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή του βέλτιστου αριθμού νευρώνων στο κρυφό επίπεδο. Αντίστοιχα η απόδοση του μοντέλου παλινδρόμησης των ΜΔΥ αξιολογήθηκε από την επιλογή των συναρτήσεων πυρήνα. Στην παρούσα εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν η γραμμική, η πολυωνυμική και η Γκαουσιανή συνάρτηση πυρήνα.

Η αξιοπιστία, η απόδοση και η σύγκριση των μοντέλων ελέγχθηκε με τη χρησιμοποίηση δύο διαφορετικών κριτηρίων αξιολόγησης και συγκεκριμένα του συντελεστή συσχέτισης και του μέσου τετραγωνικού σφάλματος. Τα μοντέλα των ΤΝΔ αποδείχθηκαν ότι είναι πολύ αποτελεσματικά στην προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής και η σύγκριση μεταξύ τους είναι δύσκολη. Λιγότερο αποτελεσματικό, αλλά με ικανοποιητικά αποτελέσματα αποδείχθηκε το τρίτο μοντέλο της παλινδρόμησης των ΜΔΥ.



## **Ανάπτυξη διδιάστατου μοντέλου διπλής διαπερατότητας για τη μελέτη του φαινομένου της επιλεκτικής ροής του νερού και των ουσιών στο έδαφος και πειραματική αξιολόγησή του με συσκευή Hele-Shaw**

Παρασκευάς Χαράλαμπος

Γεωπονική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [paraskevasb@gmail.com](mailto:paraskevasb@gmail.com)

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα πρώτα βήματα ανάπτυξης ενός διδιάστατου μαθηματικού μοντέλου το οποίο θα προσομοιώνει το φαινόμενο της επιλεκτικής ροής του νερού και των διαλυμένων ουσιών που αυτό περιέχει στην ακόρεστη ζώνη του εδάφους. Το μοντέλο αυτό στηρίζεται στη θεωρία των μοντέλων διπλής περατότητας (dual-permeability). Σύμφωνα με αυτήν το έδαφος χωρίζεται σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση αφορά τους μακροπόρους του εδάφους και η άλλη το υπόλοιπο εδαφικό προφίλ. Κάθε μία από αυτές τις φάσεις περιγράφεται από διαφορετικές εξισώσεις ροής. Η ροή στο μακροπορώδες προσεγγίζεται με χρήση της εξίσωσης του κινηματικού κύματος ενώ στο υπόλοιπο εδαφικό προφίλ χρησιμοποιείται η διδιάστατη εξίσωση Richards. Και στις δύο αυτές εξισώσεις εμπεριέχονται οι όροι μεταφοράς για τον υπολογισμό της ανταλλαγής του νερού μεταξύ των δύο φάσεων (μακροπορώδους και εδαφικού προφίλ). Η μέθοδος που επιλέχθηκε για την επίλυση της εξίσωσης του Richards είναι ένας συνδυασμός της διδιάστατης μεθόδου εναλλασσόμενων κατευθύνσεων (A.D.I., Alternating Direction Implicit Method) με την μέθοδο πρόβλεψης διόρθωσης των Douglas and Jones. Οι εξισώσεις αυτές καταλήγουν σε τριδιαγωνικά συστήματα συντελεστών τα οποία επιλύονται με τον αλγόριθμο του Thomas.

Ο συνδυασμός αυτών των μεθόδων επιλέχθηκε διότι προσφέρει ευστάθεια άνευ όρων, ταχύτητα σύγκλισης καθώς και ακρίβεια. Οι οριακές συνθήκες που μελετήθηκαν στο μοντέλο, οι οποίες αφορούν τόσο τους μακροπόρους όσο και το υπόλοιπο εδαφικό προφίλ, είναι: i) επάνω οριακή συνθήκη: Η επάνω οριακή συνθήκη αφορά την γνωστή εισροή από την επιφάνεια του εδάφους, ii) κάτω οριακή συνθήκη: Οι δυνατότητες που θα δίνει το μοντέλο όσον αφορά την κάτω οριακή συνθήκη θα είναι η συνθήκη γνωστής υπόγειας στάθμης καθώς και συνθήκη ελεύθερης στράγγισης, iii) πλευρικές οριακές συνθήκες.

Η ρύθμιση του μαθηματικού μοντέλου είναι ένα πολύ σημαντικό βήμα κατά την ανάπτυξή του. Το υπό ανάπτυξη μαθηματικό μοντέλο απαιτεί για τη ρύθμιση και επαλήθευσή του τη δημιουργία ενός αξιόπιστου σετ δεδομένων εισόδου. Η ρύθμιση του μοντέλου θα γίνει μέσω μιας συσκευής Hele-Shaw στην οποία θα τοποθετηθούν τρία είδη εδαφών (ελαφρύ, μέσο, βαρύ). Μετά από κύκλους διαβροχής και ξήρασης τριών διαφορετικών εδαφών θα δημιουργηθούν οι συνθήκες δημιουργίας μακροπορώδους μέσω της συρρίκνωσης και διόγκωσης των ορυκτών του εδάφους. Μέσω της φωτογράφισης του εδαφικού προφίλ (μετά από διαβροχές)

και της εγκατάστασης μικροαισθητήρων υγρασίας στο Hele-Shaw θα δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη οπτικοποιημένη και ποσοτικοποιημένη αποτύπωση του φαινομένου της επιλεκτικής ροής.

## **Μελέτη της επίδρασης τόσο σημειακών πηγών ρύπανσης όσο και των αγροτικών δραστηριοτήτων στην ποιότητα του υπόγειου νερού στην λεκάνη απορροής των Ν. Μουδανιών**

Σιάρκος Ηλίας

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, ΑΠΘ

e-mail: [isiarkos@civil.auth.gr](mailto:isiarkos@civil.auth.gr)

Με την εκπόνηση της παρούσας εργασίας επιχειρείται η μελέτη της επίδρασης τόσο πιθανών σημειακών πηγών ρύπανσης όσο και των αγροτικών δραστηριοτήτων που αποτελούν κατανομημένη μορφή ρύπανσης στην ποιότητα του υπόγειου νερού στην λεκάνη απορροής των Ν. Μουδανιών, η οποία αποτελεί τμήμα της κατεξοχήν γεωργικής έκτασης της Χαλκιδικής, που καλλιεργείται και αρδεύεται εντατικά όλη τη διάρκεια του έτους και στην οποία η χρήση λιπασμάτων έχει εντατικοποιηθεί σε ιδιαίτερα ανησυχητικό βαθμό.

Στην πρώτη περίπτωση ουσιαστικά καταβάλλεται μία προσπάθεια προστασίας των υδροληπτικών γεωτρήσεων που χωροθετούνται στην περιοχή μελέτης έναντι πιθανών σημειακών πηγών ρύπανσης μέσω του καθορισμού ζωνών προστασίας, με απώτερο σκοπό την εξασφάλιση επαρκούς ποιότητας πόσιμου νερού. Για την επίτευξη του στόχου αυτού πραγματοποιείται αρχικά η ανάπτυξη ενός μόνιμου μοντέλου προσομοίωσης της υπόγειας ροής (MODFLOW) και στη συνέχεια η οριοθέτηση των ζωνών προστασίας, καθώς και η μελέτη της κίνησης των ρύπων που προέρχονται από τις σημειακές πηγές ρύπανσης (MODPATH). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν μέσω της προαναφερθείσας διαδικασίας συμβάλουν στον ορθολογικό έλεγχο των σημειακών πηγών ρύπανσης, καθώς και στην ολοκληρωμένη διαχείριση της λεκάνης απορροής, ειδικά στην περίπτωση αναζήτησης νέων πηγών υδροληψίας.

Στη δεύτερη περίπτωση επιχειρείται η μελέτη της νιτρορύπανσης που οφείλεται στις αγροτικές δραστηριότητες και συγκεκριμένα στη χρήση λιπασμάτων για την βελτίωση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών. Με άλλα λόγια πραγματοποιείται η ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης της μεταφοράς των νιτρικών (MT3DMS) βασιζόμενου σ' ένα μη-μόνιμο μοντέλο ροής το οποίο αποτελεί επέκταση του υπάρχοντος μόνιμου μοντέλου ροής. Η εν λόγω προσομοίωση πραγματοποιείται στα πλαίσια μιας αρχικής προσπάθειας εκτίμησης της κατάστασης που επικρατεί στην περιοχή μελέτης όσον αφορά στο θέμα της νιτρορύπανσης και της εξέλιξης της στον χώρο και στον χρόνο, καθώς και της επίδρασης συγκεκριμένων παραμέτρων (π.χ. πορώδες, συντελεστής διασποράς, συντελεστής απονιτροποίησης) στη μεταφορά των νιτρικών και κατ' επέκταση στην τιμή των συγκεντρώσεών τους. Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης καταδεικνύουν την επίδραση των διαφόρων κρίσιμων παραμέτρων στις τιμές των συγκεντρώσεων των νιτρικών, διαμορφώνοντας μια γενική εικόνα όσον αφορά στη μεταφορά των νιτρικών και φανερώνοντας τον

βαθμό στον οποίο οι διάφορες παράμετροι επηρεάζουν τη διαδικασία της μεταφοράς. Επιπρόσθετα, καταδεικνύουν τις περιοχές εκείνες που πλήττονται περισσότερο από το πρόβλημα της νιτρορύπανσης και στις οποίες θεωρείται απαραίτητη η λήψη αμέσων διαχειριστικών μέτρων.

Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της εργασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιονδήποτε αρμόδιο φορέα και να συμβάλλουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με τη μελλοντική διαχείριση του υδροφορέα αλλά και των πηγών ρύπανσης με έμφαση στις αγροτικές δραστηριότητες. Μια διαχείριση επικεντρωμένη στην προστασία του περιβάλλοντος που οφείλει να καταστεί βιώσιμη και η οποία μέσω της διατήρησης και της προστασίας των υπόγειων υδατικών πόρων της περιοχής θα εξασφαλίσει την οικονομική ανάπτυξη και την κοινωνική ευημερία.

## Κλιματική αλλαγή και επιπτώσεις στην υδροδότηση

Σπάχος Θωμάς

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [tspachos@civil.auth.gr](mailto:tspachos@civil.auth.gr)

Οι ενδεχόμενες κλιματικές αλλαγές θα επιφέρουν ριζικές αλλαγές και θα επιτείνουν την ανάγκη για αναθεώρηση και αναδιοργάνωση των υποδομών ύδρευσης αρκετών πόλεων, μεταξύ αυτών και της Θεσσαλονίκης, που εξαρτάται κατά κύριο λόγο από επιφανειακές πηγές υδροληψίας (Αλιάκμονας), καρστικές πηγές (Αραβησσός) και λιγότερο τα τελευταία χρόνια από υπόγεια νερά (γεωτρήσεις).

Οι πηγές Αραβησσού έχουν σαν ζώνη τροφοδοσίας τον ορεινό όγκο του Πάικου και εξαρτώνται άμεσα από τις κατακρημνίσεις. Η συνεισφορά τους στην ημερήσια παραγωγή του νερού για τις ανάγκες του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης, είναι περίπου 40% (70.000 - 120.000 m<sup>3</sup>) και η ποιότητα του νερού πολύ καλή. Για το σκοπό αυτό η Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. , σε συνεργασία με τον Τομέα Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΑΠΘ, αποφάσισε τη συμμετοχή της στο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα CC-WaterS ("Κλιματική Αλλαγή και οι επιπτώσεις στην υδροδότηση"), ευελπιστώντας να αποκομίσει χρήσιμα συμπεράσματα που θα τη βοηθήσουν να χαράξει τη μελλοντική στρατηγική της. Οι πηγές Αραβησσού ήταν το πεδίο δοκιμών από την πλευρά της Ε.Υ.Α.Θ. ΑΕ.

Το πρόγραμμα CC-WaterS είχε τριετή διάρκεια και ολοκληρώθηκε τον Απρίλιο του 2012. Συμμετείχαν 18 εταιροι από 9 χώρες.. Οι εκτιμώμενες κλιματικές αλλαγές και συνεπώς η διαθεσιμότητα ύδατος, καθώς και ο σχεδιασμός για μελλοντικές χρήσεις γης ήταν η βάση πάνω στην οποία αναζητήθηκαν επαρκείς απαντήσεις και διοικητικά μέτρα για να μειωθούν οι αρνητικές επιδράσεις στην μελλοντική παροχή νερού για ύδρευση. Το πρόγραμμα περιελάμβανε επτά ενότητες. Οι δύο πρώτες αφορούσαν την διαχείριση του προγράμματος, καθώς και την επικοινωνία και διάχυση των αποτελεσμάτων των διαφόρων δράσεων. Οι άλλες 5 ενότητες ήταν καθαρά επιστημονικές και άμεσα διασυνδεδεμένες. Συνοπτικά αναφέρουμε τις τελευταίες:

Ενότητα 3 «Κλιματική Αλλαγή»: Η πρώτη επιστημονική δράση του έργου αφορούσε, όπως είναι φυσικό, την εκτίμηση της μορφής και της έκτασης της ενδεχόμενης μελλοντικής αλλαγής. Για τον σκοπό αυτό επιλέχθηκε μια κοινή μεθοδολογία για την επιλογή των σχετικών δεδομένων και των μεθόδων υποβιβασμού της κλίμακας για την ατμοσφαιρική κυκλοφορία, τις κατακρημνίσεις και τις θερμοκρασίες. Επιλέχθηκε ένα σενάριο εκπομπής αερίων θερμοκηπίου, το A1B, ως κοινό σενάριο για όλες τις αναλύσεις (IPCC, 2007).

Ενότητα 4 «Διαθεσιμότητα Υδατικών Πόρων»: Το κύριο αντικείμενο ενδιαφέροντος της ενότητας αυτής ήταν η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων κάτω από τις ενδεχόμενες δυσμενείς συνθήκες ανανεώσεώς τους λόγω κλιματικής αλλαγής.

Ενότητα 5 «Χρήσεις Γης και Υδατικοί Πόροι»: Οι χρήσεις γης και οι μεταβολές τους αποτελούν τον δεύτερο σημαντικό παράγοντα που προσδιορίζει το υδρολογικό καθεστώς μιας περιοχής και επηρεάζει άμεσα το ισοζύγιο και την διαθεσιμότητα του νερού.

Ενότητα 6 «Κοινωνικο-Οικονομική Εκτίμηση»: Στην ενότητα αυτή έγινε εκτίμηση των μελλοντικών επιπτώσεων της διαθεσιμότητας στην ασφάλεια της δημόσιας παροχής νερού.

Ενότητα 7 «Μέτρα Διαχείρισης Ύδρευσης»: Η ενότητα αυτή αποτελεί την κατακλείδα του προγράμματος όπου συντίθενται και λαμβάνουν μορφή εφαρμογής στην πράξη όλες οι αναλύσεις και τα επί μέρους συμπεράσματα των προηγούμενων ενότητων του προγράμματος.

## **Τιμολογιακές πολιτικές με στόχο την εξοικονόμηση νερού στην αστική χρήση, διαχείριση της ζήτησης και των καταναλωτών και αξιοποίηση νέων τεχνολογιών: Εφαρμογή στην πόλη της Θεσσαλονίκης**

Τσαβδαρίδου Αναστασία-Δέσποινα

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [atsavda@civil.auth.gr](mailto:atsavda@civil.auth.gr)

Οι αυξανόμενες ανάγκες σε νερό στις αστικές περιοχές, απόρροια των έντονων ρυθμών αστικοποίησης, αλλά και του μοντέρνου τρόπου ζωής, η εξάντληση και ρύπανση των υπαρχόντων υδατικών πόρων, καθώς και οι δυσμενείς συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι ορισμένες μόνο από τις σημαντικότερες παραμέτρους που πρέπει να λάβει υπόψη μια Εταιρεία Ύδρευσης για την βιώσιμη και αποτελεσματική διαχείριση των διαθέσιμων ποσοτήτων νερού αστικής κατανάλωσης.

Στα πλαίσια της παγκόσμιας τάσης για εξοικονόμηση (συνδιάσκεψη “RIO+20” για την Αειφόρο, Βιώσιμη Ανάπτυξη), η ολοκληρωμένη διαχείριση των διαθέσιμων υδατικών πόρων, η υιοθέτηση κατάλληλων πολιτικών και η αναβάθμιση των παρεχόμενων υπηρεσιών από τις Εταιρείες Ύδρευσης αποτελούν κορυφαίες επιλογές για την αντιμετώπιση των ολοένα αυξανόμενων προκλήσεων στον τομέα της διαχείρισης της αστικής ζήτησης και κατανάλωσης.

Σύμφωνα και με την Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο για το Νερό (2000/60/EK) οι κατάλληλες τιμολογιακές πολιτικές που ενθαρρύνουν την εξοικονόμηση νερού αναγνωρίζονται ως τα πλέον διαδεδομένα οικονομικά εργαλεία για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων. Βασική προϋπόθεση για την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας της τιμολογιακής πολιτικής είναι η διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης και εμπειριστατωμένης άποψης για το σύνολο του δικτύου, που θα βασίζεται σε σαφή και ακριβή δεδομένα.

Με βάση τα παραπάνω, αξιοποιώντας καταναλωτικά δεδομένα που παραχωρήθηκαν από την Ε.Υ.Α.Θ, στοιχεία που προέκυψαν από πειραματική εφαρμογή και νέες τεχνολογίες, διερευνήθηκε σε χρονικό και χωρικό επίπεδο η ζήτηση νερού αστικής χρήσης στο πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης, σκιαγραφήθηκε το καταναλωτικό προφίλ των χρηστών, αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα των τιμολογιακών πολιτικών που εφαρμόζονται από την Εταιρεία. Ταυτόχρονα, πραγματοποιήθηκε μια πρώτη προσπάθεια ποσοτικοποίησης των φαινομενικών απωλειών που οφείλονται στα μετρητικά σφάλματα των υδρομετρητών.

Αναλυτικότερα, με την αξιοποίηση των καταναλωτικών δεδομένων σε συνδυασμό με πρόγραμμα GIS προσδιορίστηκε για χρονικό διάστημα δύο συναπτων ετών η μέση κατανάλωση οικοδομικού τετραγώνου ανά υδρόμετρο, η

πυκνότητα υδρομέτρων ανά οικοδομικό τετράγωνο και εντοπίστηκαν και οι θέσεις των καταναλωτών που εμφανίζουν υψηλές καταναλώσεις. Ταυτόχρονα δημιουργήθηκαν και οι αντίστοιχοι θεματικοί χάρτες. Επιπλέον, καταγράφηκε ο αριθμός των υδρομετρητών σε κάθε Δήμο του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης και για χρονικό διάστημα τριών συναπτόντων ετών υπολογίστηκαν οι μέσες τετραμηνιαίες καταναλώσεις κάθε Δήμου παρέχοντας έτσι την δυνατότητα πραγματοποίησης μεταξύ τους συγκρίσεων. Ακόμη, με στόχο τον προσδιορισμό των επιπέδων της ζήτησης, οι καταναλωτές, ανάλογα με τα κυβικά που κατανάλωσαν κάθε τετράμηνο, κατατάχθηκαν στις έξι κλίμακες του τιμολογίου της Ε.Υ.Α.Θ.. Τέλος, οι τιμολογιακές πολιτικές της εταιρείας αναλύθηκαν, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο αποτελούν εργαλεία προώθησης της ορθολογικής χρήσης του νερού.

Επιπλέον, στα πλαίσια της έρευνας, υλοποιήθηκε σε συνεργασία με την Ε.Υ.Α.Θ. πιλοτική εφαρμογή στα πλαίσια της οποίας εφαρμόστηκαν νέες τεχνολογίες για την αυτοματοποιημένη και εικοσιτετράωρη λήψη δεδομένων κατανάλωσης, με στόχο την σκιαγράφηση των καταναλωτικών προφίλ των χρηστών, τον εντοπισμό των ημερήσιων αιχμών ζήτησης και την διαμόρφωση προτάσεων για την εφαρμογή εναλλακτικών τιμολογιακών πολιτικών. Ταυτόχρονα, πραγματοποιήθηκε μια πρώτη προσπάθεια ποσοτικοποίησης των φαινομενικών απωλειών που οφείλονται στα μετρητικά σφάλματα των υδρομετρητών και αξιολόγησης της απόδοσης των μετρητικών οργάνων της εταιρείας.

Η αξιοποίηση των παραπάνω δεδομένων οδηγεί στην εξαγωγή ενδιαφέροντων συμπερασμάτων σχετικά με την κατανάλωση νερού αστικής χρήσης και τις καταναλωτικές συνήθειες των χρηστών και μπορεί να συμβάλει στην διαμόρφωση προτάσεων για την υιοθέτηση πολιτικών αποτελεσματικότερης διαχείρισης της ζήτησης και των καταναλωτών.



## **Διερεύνηση της χρήσης τηλεπισκοπικών εικόνων και αεροφωτογραφιών υψηλής ανάλυσης στη μελέτη ποτάμιων συστημάτων**

Τσολακίδης Ιωάννης

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.

e-mail: [tsolakidis@civil.auth.gr](mailto:tsolakidis@civil.auth.gr)

Η τεχνολογική εξέλιξη στον τομέα της γεωπληροφορικής συνεχώς και προσφέρει υψηλής ποιότητας, ολοκληρωμένα δεδομένα, μεγάλης χωρικής και φασματικής κλίμακας, που μπορούν να συμβάλλουν στη διαχείριση των υδατικών πόρων. Ειδικότερα, τηλεπισκοπικά δεδομένα από εμπορικούς δορυφόρους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση του βάθους, στη μορφολογία των ακτών, στην κατηγοριοποίηση ποταμών, στην εξαγωγή ποιοτικών παραμέτρων των υδάτων, κ.α. Τέτοιες μέθοδοι έχουν ξεκινήσει να ενσωματώνονται στο Ευρωπαϊκό Πλαίσιο για τα Ύδατα (Water Framework Directive 2000/60/EC), όπου περιλαμβάνεται η διαχείριση των λεκανών απορροής και των μεταβατικών υδάτων.

Στην εργασία παρουσιάζονται οι πιο γνωστοί τηλεπισκοπικοί δορυφόροι (π.χ. Modis, Landsat, Spot), οι οποίοι έχουν χρησιμοποιηθεί σε υδρολογικές εφαρμογές, ενώ συσχετίζεται η χρονική και χωρική τους κλίμακα, με πιο πρόσφατους δορυφόρους (π.χ. IKONOS). Επιπλέον, αναδεικνύεται ο ρόλος των έγχρωμων αεροφωτογραφιών, χαμηλού κόστους, στη συμπλήρωση και ολοκλήρωση των πληροφοριών που παρέχουν οι δορυφορικές εικόνες. Παράλληλα στην εργασία, παρουσιάζονται μέθοδοι και τεχνικές επεξεργασίας των τηλεπισκοπικών δεδομένων, στην εξαγωγή διαφόρων παραμέτρων. Ως μελέτη περίπτωσης λαμβάνεται το σύστημα του ποταμού Στρυμόνα (επί ελληνικού εδάφους) και η λίμνη Κερκίνη.