

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ και ΤΡΟΦΙΜΩΝ**  
**ΓΕΝΙΚΗ Δ/ΝΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**  
**Δ/ΝΣΗ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΎΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ & ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΔΑΦΟΎΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ) ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ- ΦΩΚΙΔΑΣ- ΒΟΙΩΤΙΑΣ – ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ ΚΑΙ ΕΥΒΟΙΑΣ)**

## **Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η**

**ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΕΝΩΣΗ:**



**Αθήνα, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2020**

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

---

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ: «Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).»

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΘΕΣΗΣ: Το έργο ανατέθηκε με το υπ. αριθμ.601/15881/13-2-2017 (ΑΔΑ:75Π84653ΠΓ-Κ7Π) Ιδιωτικό Συμφωνητικό από το ΥΠΑΑΤ στην Ένωση των: «Υ.Α.Α.&Τ. ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ “ΔΗΜΗΤΡΑ” και Ε.Τ.ΜΕ. ΠΕΠΠΑΣ & ΣΥΝ/ΤΕΣ Ε.Ε.».

Κοινός Εκπρόσωπος του Έργου ορίστηκε ο Πολιτικός Μηχανικός Ιωάννης Πέππας, με αναπληρωτή τον Δρ. Χρίστο Τσαντήλα, Τακτικό Ερευνητή του ΕΛΓΟ ΔΗΜΗΤΡΑ.

ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ: Σκοπός του έργου είναι, ο έλεγχος της χημικής ποιότητας των αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων), ο προσδιορισμός του βαθμού ρύπανσης (υδάτων και ιζημάτων), ο εντοπισμός των πηγών ρύπανσης, η διερεύνηση της συσχέτισης μεταξύ ρύπανσης και αρδευόμενης γεωργίας και τέλος η διατύπωση προτάσεων για προστασία και αποκατάσταση της ποιότητας των αρδευτικών υδάτων.

Το έργο σύμφωνα με την Σύμβαση αφορά στις λεκάνες απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας και έγινε σύμφωνα με τις προβλέψεις της Κοινοτικής Οδηγίας 2000/60 και άλλων Κοινοτικών Οδηγιών ή αντίστοιχων επιστημονικών φορέων.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ: Στην περιοχή ενδιαφέροντος αξιολογώντας τα υφιστάμενα σημεία εμφάνισης νερού καταρτίστηκε το Δίκτυο Δειγματοληψιών και Σταθμημετρήσεων του έργου. Το Δειγματοληπτικό και Σταθμημετρικό Δίκτυο αποτυπώθηκε σε δυναμικό Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα.

Στο διάστημα των δύο (2) ετών (2017-2019) που αφορούσε το παρόν έργο, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες και σταθμημετρήσεις στο ως άνω εγκεκριμένο Δίκτυο και πραγματοποιήθηκαν οι προβλεπόμενες από Τ.Τ.Δ της σύμβασης αναλύσεις.

Επιπλέον από τα δεδομένα των σταθμημετρήσεων που διενεργήθηκαν συντάχθηκαν πιεζομετρικοί χάρτες και διερευνήθηκαν πιθανές σχέσεις υδραυλικής επικοινωνίας μεταξύ επιφανειακών και υπογείων υδάτων.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων συσχετίστηκαν κατά περίπτωση και με τα αντίστοιχα της 1<sup>ης</sup> αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής-ΣΔΛΑΠ των Υ.Δ κυρίως της Ανατολικής Στερεάς (ΕΛ 07) και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (ΕΛ 04) και Αττικής (ΕΛ06).

Οι αναλύσεις που έλαβαν χώρα στο παρόν έργο, διακρίνονται σε:

- α) Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν επί τόπου στο πεδίο και
- β) Ιδιότητες που μετρήθηκαν στο εργαστήριο, οι οποίες επίσης επιμερίστηκαν σε:
  - β1. Ιδιότητες (ιόντα) που μετρήθηκαν στο εργαστήριο (πλην Βαρέων μετάλλων),
  - β2. Βαρέα Μέταλλα (ΒΜ) και
  - β3. Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων.

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

## 2. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΑΝΑ ΛΕΚΑΝΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η περιοχή μελέτης, , χωρίσθηκε σε έντεκα (11) λεκάνες , στις οποίες περιγράφηκαν τα βασικά γεωλογικά, υδρογεωλογικά και υδρολογικά δεδομένα, οι χρήσεις γης, και σχεδιάσθηκε το δίκτυο δειγματοληψιών επιφανειακών υδάτων (ποταμών, λιμνών και καναλιών), υπογείων υδάτων και ιζημάτων.

Ακολούθησαν εργασίες πεδίου, οι οποίες περιελάμβαναν δειγματοληψίες και σταθμημετρήσεις όπως αυτές περιγράφονται στο Τεύχος Τεχνικών Δεδομένων της Σύμβασης

Στη συνέχεια έγινε ο χημικός έλεγχος των δειγμάτων με μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν είτε επί τόπου στο πεδίο (pH, θερμοκρασία, διαλυτό οξυγόνο, δυναμικό οξειδοαναγωγής, ολικά διαλυτά στερεά, βάθος διαύγειας–secchi, ηλεκτρική αγωγιμότητα, περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, ολικά αιωρούμενα στερεά, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, χημικά απαιτούμενο οξυγόνο), είτε στο εργαστήριο (σκληρότητα, αλκαλικότητα, θόριο, φθόριο, χλώριο, νιτρικά ιόντα, νιτρώδη ιόντα, φωσφορικά, θειικά, λόγος προσροφήσεως νατρίου, αμμωνικά, *darhnia magna*), βαρέα μέταλλα αρσενικό, χρώμιο-ολικό-τρισθενές-εξασθενές, χαλκός, μόλυβδος, υδράργυρος, νικέλιο, κάδμιο, αργίλιο και υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων οργανικά εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, νηματοδοκτόνα, ακαρεοκτόνα, φυτοκτόνα, τρωκτιδοκτόνα, γλικοκοκτόνα).

Οι ανωτέρω αναλύσεις ακολούθησαν τις κατά περίπτωση πιστοποιημένες μεθοδολογίες.

Κατόπιν έγινε στατιστική ταξινόμηση και επεξεργασία των αποτελεσμάτων των αναλύσεων/μετρήσεων και αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτων αναφορικά με την καταλληλότητά τους για άρδευση (με βάση διεθνώς αποδεκτών standards και των χρησιμοποιούμενων στη Χώρα μας).

Παράλληλα διερευνήθηκαν οι πιθανές πηγές προέλευσης της ρύπανσής τους, όπου αυτή προέκυψε, και οι αντίστοιχες επιπτώσεις στα αρδευτικά ύδατα.

Τέλος προτάθηκαν περιβαλλοντικοί δείκτες για τον έλεγχο της ρύπανσης στα ύδατα και γενικώς μέτρα αντιμετώπισης των προβλημάτων από τη ρύπανση, καθώς και για πιθανή λήψη μέτρων αποκατάστασης.

Τα αποτελέσματα – συμπεράσματα ανά λεκάνη του προγράμματος συνοψίζονται κατωτέρω:



### ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ

Στα **ύδατα των ποταμών** (Σπερχειού, Γοργοπόταμου και Βιστρίτσα) οι μέσες τιμές όλων των ιδιοτήτων που μελετήθηκαν βρίσκονται εντός των επιθυμητών ορίων, πλην των τιμών, σε ορισμένες θέσεις, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) και της συγκέντρωσης ιόντων χλωρίου (Cl<sup>-</sup>) που αναφέρονται και αναλυτικά στο κείμενο της Τελικής Έκθεσης. Πρακτικά τα ύδατα των ποταμών της ως άνω λεκάνης θεωρούνται κατάλληλα για άρδευση με κάποιους περιορισμούς σε ορισμένες θέσεις που αναφέρονται αναλυτικά στην Τελική Έκθεση.

Στα **ύδατα των καναλιών στην περιοχή εκβολών** π.Σπερχειού, εντοπίσθηκαν σε πολλές θέσεις, εκτός των ανωτέρω ευρημάτων (EC, Cl<sup>-</sup>) και υπερβάσεις στη συγκέντρωση Βαρέων Μετάλλων (As, Ni). Πρακτικά τα ύδατα των καναλιών είναι τελείως ακατάλληλα για άρδευση των καλλιεργειών και φυσικά και για ύδρευση.

Στα **υπόγεια ύδατα** (εκβολών του Σπερχειού και της Μακρακώμης-Λαμίας) οι μέσες τιμές σε όλες τις ιδιότητες που μελετήθηκαν βρέθηκαν εντός των αποδεκτών ορίων και επομένως

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

σε γενικές γραμμές η ποιότητα τους είναι καλή. Όλα τα υπόγεια ύδατα της λεκάνης θεωρούνται κατάλληλα για άρδευση με ορισμένες εξαιρέσεις που αναφέρονται αναλυτικά στην Τελική Έκθεση.

Σε όλα τα **ιζήματα** της λεκάνης Σπερχειού παρατηρήθηκαν πολύ μεγάλες υπερβάσεις σε πολλές ιδιότητες, που επιβάλλεται κατά τη διαχείριση τους να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη. Τα ανωτέρω συμπεράσματα σε γενικές γραμμές συμφωνούν με τα αντίστοιχα της 1<sup>ης</sup> αναθεώρησης του ΣΔ της ΛΑΠ.

Ειδικότερα όσον αφορά την περιβαλλοντική επιβάρυνση της λεκάνης από την ύπαρξη υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων εκτιμάται ότι στα επιφανειακά ύδατα (ποτάμια, λίμνες) και υπόγεια και στα ιζήματα είναι **μέτρια** και στα ύδατα των καναλιών **σημαντική**, δεδομένου ότι σε αυτά βρέθηκε μεγάλος αριθμός δραστικών ουσιών φυτοφαρμάκων και σε αρκετές περιπτώσεις υψηλές.

Οι δραστικές ουσίες που εμφανίζονται συχνά στη λεκάνη είναι οι fluconazole, fluometuron, DEET και terbacil.

#### ➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΑΤΑΛΑΝΤΗΣ**

Στα **υπόγεια ύδατα** λεκάνης Αταλάντης ορισμένες μετρήσεις-αναλύσεις (EC, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, As, Cr<sup>6+</sup>) υπερβαίνουν τις αποδεκτές τιμές καθιστώντας τα ύδατα σε ορισμένες περιπτώσεις ακατάλληλα για άρδευση και κυρίως ακατάλληλα για ύδρευση.

Τα συμπεράσματα της μελέτης κρίνονται συμβατά με τα αντίστοιχα της 1<sup>ης</sup> αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης της ΛΑΠ.

Ός προς την επιβάρυνση από υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια νερά, αυτή θεωρείται **μικρή** δεδομένου ότι ανιχνεύθηκαν λίγες δραστικές ουσίες και ποσοτικά σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

#### ➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΜΟΡΝΟΥ**

Η ποιοτική κατάσταση των **υδάτων ποταμών και λιμνών** (π.Μόρνου, λ.Μόρνου) καθώς και των **υπογείων υδάτων** (εκβολών π. Μόρνου) χαρακτηρίζεται καλή και κατάλληλη για όλες τις χρήσεις με εξαίρεση ορισμένες θέσεις (εκβολές ποταμού) όπου εντοπίστηκε υψηλή αλατότητα.

Αντίθετα η ποιότητα των **υδάτων των καναλιών** π.Μόρνου σε βασικές ιδιότητες (EC, συγκέντρωση Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, τιμή SAR και συγκέντρωσης As) που αφορούν τη χρήση τους ως αρδευτικά ύδατα εμφανίζουν σοβαρούς περιορισμούς.

Σε ό,τι αφορά στα **ιζήματα** ποταμών (π.Μόρνου), στην υδατική φάση αυτών πολλές ιδιότητες (EC, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, δείκτης SAR) και των τοξικών Βαρέων Μετάλλων στη στερεά φάση (Cu, As, Ni και ολικό Cr) υπερβαίνουν τις αποδεκτές τιμές, ενώ η κατάσταση αυτών είναι πολύ καλύτερη στα **ιζήματα λιμνών** (λ. Μόρνου), στα οποία μόνο η συγκέντρωση ορισμένων Βαρέων Μετάλλων (Cu, Zn, As, Ni και ολικό Cr) είναι υψηλή. Στα ιζήματα των καναλιών βρίσκονται υψηλές συγκεντρώσεις Ni και Cr, των οποίων η προέλευση θεωρείται γεωλογική.

Όσον αφορά την επιβάρυνση από ύπαρξη υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων τόσο στα νερά (επιφανειακά και υπόγεια) όσο και στα ιζήματα της μπορεί να θεωρηθεί ότι αυτή είναι **μικρή** στον ποταμό και τη λίμνη και **λίγο μεγαλύτερη** στα κανάλια, με αρκετές δραστικές ενώσεις να ανιχνεύονται, αλλά να βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις με εξαίρεση τις δραστικές ουσίες diflubenzuron και terbacil, που βρέθηκαν σε κάπως υψηλές συγκεντρώσεις.

Τα συμπεράσματα της μελέτης κρίνονται συμβατά με τα αντίστοιχα της 1<sup>ης</sup> αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης της ΛΑΠ.

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

#### ➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΜΠΟΥ ΑΜΦΙΣΣΑΣ**

Τα **υπόγεια ύδατα** της λεκάνης αυτής λόγω της αλατότητας και της υψηλής συγκέντρωσης  $Cl^-$  παρουσιάζουν περιορισμούς σε διάφορο βαθμό για άρδευση των γεωργικών καλλιεργειών της περιοχής, όπως άλλωστε έχει καταγραφεί και στην 1<sup>η</sup> αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης της ΛΑΠ.

Ως προς την ανίχνευση υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια ύδατα της θεωρείται ότι είναι **μικρή**, με αρκετές μεν δραστικές ουσίες να ανιχνεύονται, αλλά σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.

#### ➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ**

Η ποιοτική κατάσταση των **υδάτων** π. Κηφισού και των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης χαρακτηρίζεται γενικά ως καλή και κατάλληλη για κάθε χρήση, σε αντίθεση με την ποιότητα των υδάτων των **καναλιών** της λεκάνης που λόγω των υπερβάσεων κυρίως στις τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) υπόκεινται σε περιορισμούς ως προς την καταλληλότητά τους για άρδευση.

Στα **υπόγεια ύδατα** (λεκάνης Μέσου-Άνω Κηφισού) η ποιοτική κατάσταση διαφοροποιείται από εκείνη των επιφανειακών υδάτων λόγω των αυξημένων συγκεντρώσεων σε Βαρέα Μέταλλα (Cd, Ni και Cr), με αποτέλεσμα να θεωρούνται ακατάλληλα για ύδρευση, αλλά χωρίς περιορισμό ως ύδατα άρδευσης.

Τα **ιζήματα** (π. Κηφισού, λ. Υλίκης και Παραλίμνης και καναλιών π. Κηφισού) όλων των θέσεων και ιδιαίτερα των καναλιών χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές Βαρέων Μετάλλων (Cu, As, Ni και Cr) και άλλων ιδιοτήτων ( $EC$ ,  $F^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ) και για το λόγο αυτό η διαχείρισή τους απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή.

Η επιβάρυνση από την ύπαρξη υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων τόσο στα νερά (επιφανειακά και υπόγεια) όσο και στα ιζήματα της, θεωρείται **μέτρια** στον ποταμό (ανιχνεύονται οι δραστικές ουσίες fluometuron, fenoxycarb, diflubenzuron, metolachlor, terbacil) και τις λίμνες (ανιχνεύθηκαν οι δραστικές ουσίες fluometuron και propham), ενώ είναι **σημαντική** στα κανάλια, με μεγάλο αριθμό δραστικών ουσιών που υπερβαίνουν τα επιτρεπτά όρια για τα πόσιμα ύδατα, ιδιαίτερα οι δραστικές ουσίες fluometuron, metolachlor, terbacil, piperonyl-butoxide, boscalid, chlorpyrifos, fluconazole, pymetrozine, Μεταξύ των λιμνών η υψηλότερη επιβάρυνση βρέθηκε στη λίμνη Υλίκη.

Τα συμπεράσματα της μελέτης κρίνονται συμβατά με τα αντίστοιχα της 1<sup>ης</sup> αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης της ΛΑΠ.

#### ➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΣΩΠΟΥ**

Στα **ύδατα** π. Ασωπού πολλές ιδιότητες με τοξικά χαρακτηριστικά τόσο σε ιόντα ( $EC$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ) όσο και σε Βαρέα Μέταλλα (Cu, Ni, Cr, ολικό και εξασθενές) έχουν αυξημένες τιμές που τα καθιστούν ακατάλληλα για οποιαδήποτε χρήση.

Παρόμοια είναι η κατάσταση και στα **υπόγεια ύδατα** π. Ασωπού, τα οποία χαρακτηρίζονται ως τελείως ακατάλληλα για οποιαδήποτε χρήση.

Παρόμοια, η ποιότητα των **ιζημάτων** π. Ασωπού είναι επιβαρυνόμενη με τοξικά ιόντα ( $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ ) και Βαρέα Μέταλλα (Cu, Pb, Ni και Cr) σε σημαντικό βαθμό.

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση από την ύπαρξη υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων τόσο στα ύδατα (επιφανειακά και υπόγεια) όσο και στα ιζήματα της είναι **μεγάλη**, με πολύ μεγάλο αριθμό δραστικών ουσιών και πολλές υπερβάσεις των νομοθετικών ορίων για τα πόσιμα ύδατα (fluometuron, fluconazole, dimethomorph, DEET, azoxystrobin και propiconazole). Στα ύδατα των καναλιών βρίσκονται οι δραστικές ουσίες azoxystrobin, boscalid, carbaryl, chlorpyrifos, DEET, fluometuron, metalaxyl, metolachlor, MGK-264 και propham.

Τα συμπεράσματα της μελέτης είναι παρόμοια με τα αντίστοιχα της 1<sup>ης</sup> αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης της ΛΑΠ.

➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΧΕΛΩΟΥ:**

Η ποιοτική κατάσταση όλων των **υδάτων** της λεκάνης **επιφανειακών** (π. Αχελώου, π. Καρπενησιώτη, π. Κρικελοπόταμου, π. Ταυρωπού και λ. Κρεμαστών) και **υπογείων** (περιοχής Καρπενησιού) χαρακτηρίζεται **πολύ καλή** και τα ύδατα κατάλληλα για κάθε χρήση, όπως παρόμοια αναφέρεται και στο Σχέδιο Διαχείρισης, με τα αποτελέσματα του οποίου είναι συμβατά τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης.

Σε ό,τι αφορά τα **ιζήματα** (π. Αχελώου, π. Καρπενησιώτη, π. Κρικελοπόταμου, π. Ταυρωπού και λ. Κρεμαστών), αν και στην υδατική τους φάση οι τιμές όλων των ιδιοτήτων είναι χαμηλές, στη στερεά τους φάση υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις ορισμένων Βαρέων Μετάλλων (Cu, Cr και Ni).

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση από την ύπαρξη υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων τόσο στα νερά (επιφανειακά και υπόγεια) όσο και στα ιζήματα της θεωρείται μικρή (βρέθηκαν οι δραστικές ουσίες terbacil και pyretrozine σε μεμονωμένα δείγματα των ποταμών Ταυρωπού και Καρπενησιώτη).

➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΩΝ ΜΕΣΣΑΠΙΟΥ ΚΑΙ ΛΗΛΑΝΤΑ:**

Η ποιοτική κατάσταση των **υδάτων** της λεκάνης τόσο των **επιφανειακών** (π. Μεσσοάπιου, π. Λίλαντα-Ξηροπόταμου), όσο και των **υπογείων** (π. Μεσσοάπιου, π. Λήλαντα - Ξεροπόταμου) είναι πολύ επιβαρυμένη σε πολλές ιδιότητες (ιόντα F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, SAR και BM As και Ni,) που τα καθιστούν ακατάλληλα για κάθε χρήση.

Παρόμοια η ποιότητα των **ιζημάτων** (π. Μεσσοάπιου, π. Λήλαντα-Ξηροπόταμου), τόσο στην υδατική τους όσο και στη στερεά τους φάση είναι αρκετά επιβαρυμένη ιδιαίτερα σε Βαρέα Μέταλλα (As, Ni, Cr) και απαιτούν τη λήψη ειδικών μέτρων στη διαχείρισή τους.

Η περιβαλλοντική επιβάρυνση από την ύπαρξη υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων τόσο στα νερά (επιφανειακά και υπόγεια) όσο και στα ιζήματα θεωρείται **μικρή** με λίγες δραστικές ουσίες να ανιχνεύονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

Τα συμπεράσματα της μελέτης κρίνονται απολύτως συμβατά με τα αντίστοιχα της 1<sup>ης</sup> αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης της ΛΑΠ.

➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΩΝ ΝΗΛΕΥΣ-ΚΗΡΕΥΣ-ΒΟΥΔΩΡΟΣ –ΚΙΜΑΣΙ**

Η ποιοτική κατάσταση των **υδάτων** τόσο των **επιφανειακών** (π. Νηλεύς, π.Κηρέυς, π.Βουδωρός, και π.Κιμάσι-Ξηροπόταμος) όσο και των **υπογείων** (π. Νηλεύς, π.Κηρέυς, π.Βουδωρός, και π.Κιμάσι-Ξηροπόταμος) παρουσιάζει περιορισμούς σε ορισμένες ιδιότητες (EC, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> και NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) με αποτέλεσμα να μη είναι πάντοτε κατάλληλα για άρδευση, ενώ λόγω της περιεκτικότητας σε τοξικά Βαρέα Μέταλλα As και Ni) τα καθιστά ακατάλληλα για ύδρευση.

Σε ό,τι αφορά τα **ιζήματα** (π. Νηλεύς, π.Κηρέυς, π.Βουδωρός, και π.Κιμάσι-Ξηροπόταμος) τόσο στην υδατική όσο και στη στερεά τους φάση καταγράφονται υψηλές τιμές τοξικών στοιχείων (As, Ni και Cr) που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη στη διαχείρισή τους.

Όσον αφορά την περιβαλλοντική επιβάρυνση από την ύπαρξη υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων τόσο στα νερά (επιφανειακά και υπόγεια) όσο και στα ιζήματα θεωρείται **μικρή** με λίγες δραστικές ουσίες να ανιχνεύονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης βρέθηκαν συμβατά με τα αντίστοιχα της 1<sup>ης</sup> αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης της ΛΑΠ.

➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΑΛΛΑ**

Η ποιοτική κατάσταση των **υδάτων** τόσο των **επιφανειακών** (π. Κάλλα) όσο και των **υπογείων** (Ιστιαίας) τα καθιστά κατάλληλα για άρδευση με κάποιο ελαφρύ έως μέτριο βαθμό περιορισμού λόγω αυξημένης EC, όντας σε συμφωνία με το εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης της λεκάνης.

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

Παρόμοια βρέθηκε και η κατάσταση των **ιζημάτων** (π. Κάλλα), τα οποία δεν παρουσίασαν πολύ σημαντική επιβάρυνση εκτός από την ύπαρξη υψηλής συγκέντρωσης As στη στερεά φάση των ιζημάτων.

Η επιβάρυνση από υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων τόσο στα νερά (επιφανειακά και υπόγεια) όσο και στα ιζήματα της είναι **μικρή** (ανιχνεύονται λίγες δραστικές ουσίες σε χαμηλές συγκεντρώσεις).

Τα αποτελέσματα είναι συμβατά με τα αντίστοιχα της 1<sup>ης</sup> αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης της ΛΑΠ.

#### ➤ **ΛΕΚΑΝΗ ΛΙΜΝΗΣ ΔΥΣΤΟΥ**

Τα **ύδατα** της λίμνης Δύστου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση με τους αντίστοιχους περιορισμούς που δημιουργεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC). Σημειώνεται ότι το εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης της λεκάνης χαρακτηρίζει τη συνολική κατάσταση της λίμνης ως «Αγνωστη».

Σε ό,τι αφορά τα **ιζήματα** της λίμνης, αν και ο αριθμός των δειγμάτων είναι πολύ περιορισμένος, βρέθηκαν σημαντικές συγκεντρώσεις τοξικών Βαρέων Μετάλλων (As, Pb, Ni και Cr), που επιβάλλει προσεκτική διαχείρισή τους.

Η επιβάρυνση με υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων τόσο στα νερά (επιφανειακά) όσο και στα ιζήματα της θεωρείται **μικρή** με μικρό αριθμό ευρημάτων σε μη ποσοτικοποιήσιμα επίπεδα.

### **3. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Στο παρόν κεφάλαιο δίνεται μία συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων του παρόντος έργου, όσον αφορά τα θέματα υδραυλικής επικοινωνίας μεταξύ επιφανειακών και υπογείων υδάτων και συγκεκριμένα προέκυψαν τα ακόλουθα στις επιμέρους λεκάνες του Τ.Τ.Δ :

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ.

- ⇒ **«Εκβολές Σπερχειού»** (κατάντη ήμισυ της λεκάνης Σπερχειού).  
Στην παράκτια ζώνη, κύρια στο βόρειο τμήμα, λόγω μικρού βάθους υπόγειας στάθμης και λιθολογικής σύστασης υδροφορέα.
- ⇒ **«Μακρακώμη – Λαμία»** κεντρική περιοχή (θέση γεώτρ. 6-Υ-FTH-2).  
Λόγω του σημαντικού κώνου άντλησης που καταγράφεται στην περιοχή ο οποίος εντείνεται την περίοδο χαμηλής στάθμης, τεκμαίρεται η σε βάθος κίνηση νερού των αβαθών υδροφορέων αλλά και της απορροής του Σπερχειού.
- ⇒ **«Λεκάνη Ασωπού»**  
Σε όλη την έκταση της λεκάνης λόγω της λιθολογικής δομής των υδροφορέων και των σημαντικών κώνων άντλησης που καταγράφονται στην περιοχή, με εντεινόμενο ρυθμό την περίοδο χαμηλής στάθμης. Από τους παραπάνω παράγοντες τεκμαίρεται η σε βάθος κίνηση νερού, τόσο των μικρού βάθους υδροφορέων όσο και της απορροής του Ασωπού, όπως υποδεικνύεται και από τα χημικά δεδομένα μόλυνσης των υπόγειων νερών της περιοχής, από τα μολυσμένα επιφανειακά νερά του ποταμού.
- ⇒ **«Κηρέας, Βούδωρος, Νηλέας, Κιμάσι-Ξηροπόταμος»** (βόρειο παράκτιο τμήμα)  
Λόγω μικρού βάθους υπόγειας στάθμης, λιθολογικής σύστασης υδροφορέα και του κώνου άντλησης που καταγράφεται στην περιοχή.
- ⇒ **«Λήλαντας-Ξεροπόταμος»**  
Λόγω μικρού βάθους υπόγειας στάθμης και λιθολογικής σύστασης του υδροφορέα.

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

#### ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΑΜΦΙΒΟΛΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ.

- ⇒ **«Μακρακώμη – Λαμία»**, δυτική και ανατολική περιοχή.  
Λόγω του σημαντικού βάθους της υπόγειας στάθμης και της σχετικά ταχείας απορροής του Σπερχειού προς την περιοχή των εκβολών του.
- ⇒ **«Κηρέας, Βούδωρος, Νηλέας, Κιμάσι-Ξηροπόταμος»** (κεντρικό και ανάντη τμήμα)  
Λόγω του σημαντικού βάθους της υπόγειας στάθμης.
- ⇒ **«Μεσσάπιος»**  
Λόγω βάθους της υπόγειας στάθμης.
- ⇒ **«Μέσος -Ανω Κηφισός»**  
Λόγω του σημαντικού βάθους της υπόγειας στάθμης, της μικρής και περιοδικής επιφανειακής απορροής και του εντατικού σχετικά, καθεστώτος αντλήσεων στην περιοχή.
- ⇒ **«Λεκάνη Αταλάντης»**  
Λόγω του βάθους της υπόγειας στάθμης, της απουσίας επιφανειακής απορροής, αλλά και των βιβλιογραφικών χημικών δεδομένων περί επιβάρυνσης του νερού της υπόγειας υδροφορίας με νιτρικά.  
Επισημαίνεται ότι το νερό της καρστικής υδροφορίας στις νότιες προσβάσεις της λεκάνης εκφορτίζεται υπόγεια στη θάλασσα και ενδεχόμενα στην προσχωματική υδροφορία της περιοχής, αλλά δεν προστίθεται στο επιφανειακό νερό της λεκάνης.

#### ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΩΡΙΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ.

- ⇒ **«Εκβολές Μόρνου»**  
Κατά συνεκτίμηση της θέσης της περιοχής και της απουσίας επιφανειακής απορροής, λόγω ρύθμισης της παροχής του Μόρνου στις εκβολές του μετά την κατασκευή του ομώνυμου φράγματος.
- ⇒ **«Κάμπος Άμφισσας»**  
Κατά συνεκτίμηση της θέσης της περιοχής στο Δέλτα του Μόρνου και της απουσίας επιφανειακής απορροής στην έκταση ανάπτυξης της προσχωματικής λεκάνης.  
Επισημαίνεται ότι το νερό της καρστικής υδροφορίας, κύρια στις ανατολικές προσβάσεις της λεκάνης εκφορτίζεται υπόγεια στη θάλασσα και ενδεχόμενα στην προσχωματική υδροφορία της περιοχής, αλλά δεν προστίθεται στο επιφανειακό νερό της λεκάνης.
- ⇒ **«Κάλλας»**  
Λόγω του βάθους της υπόγειας στάθμης και της απουσίας επιφανειακής απορροής στην έκταση ανάπτυξης της λεκάνης.

## **4. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΗΓΩΝ ΡΥΠΑΝΣΗΣ**

Οι αιτίες της ρύπανσης κατά περίπτωση φαίνεται να είναι **ανθρωπογενείς**, όπως ενδεικτικά αναφέρονται οι κακές γεωργικές πρακτικές και ιδιαίτερα η μη ορθολογική διαχείριση των εισροών (λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων), η απόρριψη στα στραγγιστικά κανάλια μη καλά επεξεργασμένων αποβλήτων αστικών ή/και βιομηχανικών και **φυσικές**, όπως η είσοδος θαλάσσιου ύδατος και η χημική σύσταση των πετρωμάτων της περιοχής ενδιαφέροντος.

Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά στην περιοχή ενδιαφέροντος οι εντοπισθείσες πηγές ρύπανσης οι οποίες αφορούν:

- ⇒ *Ρύπανση από γεωργικά φάρμακα*: αγροεφόδια εφαρμοζόμενα από τους παραγωγούς για την φυτοπροστασία.



Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

---

- ⇒ *Ρύπανση από Βαρέα Μέταλλα*: φυτοφάρμακα (αρσενικό, χαλκός), πετρώματα (χρώμιο, νικέλιο), βιομηχανική δραστηριότητα (αρσενικό, μόλυβδος, χαλκός, νικέλιο, κάδμιο).
- ⇒ *Ρύπανση από αστικά απόβλητα*: Μονάδες βιολογικού καθαρισμού.
- ⇒ *Ρύπανση από κτηνοτροφικές μονάδες*.

Όσον αφορά ειδικώς τα προβλήματα ρύπανσης λόγω **υφαλμύρινσης** αυτά καταγράφησαν στις παρακάτω τρεις (3) λεκάνες:

- ⇒ *Κάμπου Άμφισσας*
- ⇒ *ποταμού Ασωπού*
- ⇒ *ποταμού Λήλαντα*

## 5. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες ανάλογα με την προέλευσή τους, διακρίθηκαν σε τρεις κατηγορίες (Ρύποι - δείκτες ανθρωπογενούς ρύπανσης (Chemical markers, Φυτοφάρμακα – Δείκτες αγροχημικής ρύπανσης και Λιπάσματα – Εδαφοβελτιωτικά) και με βάση την υφιστάμενη κατάσταση των υδατοσυστημάτων (επιφανειακών και υπόγειων) όλων των λεκανών αναφοράς ποταμών και λιμνών της Στερεάς Ελλάδας προτάθηκαν οι ακόλουθοι περιβαλλοντικοί δείκτες ανά λεκάνη:

### 1. Λεκάνη Σπερχειού:

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. Fluometuron, fluconazole, terbacil, DEET.
- vi. Cl, Ni, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, χλωροφύλλη

### 2. Λεκάνη Αταλλάντης

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. As

### 3. Λεκάνη Μόρνου

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. Diflubenzuron, terbacil.
- vi. Cl<sup>-</sup>

### 4. Λεκάνη Άμφισσας

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. Cl, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

---

**5. Λεκάνη Κηφισού**

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. Fluometuron, metolachlor, terbacil, piperonyl-butoxide, boscalid, chlorpyrifos, fluconazole, pymetrozine, fenoxycarb, diflubenzuron, propham.
- vi. Ni, Cd, Cr, χλωροφύλλη

**6. Λεκάνη Ασωπού**

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. Fluometuron, fluconazole, dimethomorph, DEET, azoxystrobin propiconazole, boscalid, carbaryl, chlorpyrifos, metalaxyl, metolachlor, MGK-264, propham.
- vi. χλωροφύλλη, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ni, Cr, Cd

**7. Λεκάνη Αχελώου**

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. Terbacil, pymetrozine.
- vi. Χλωροφύλλη

**8. Λεκάνη Μεσσάπιου – Λήλαντα**

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, As, Ni, Cr

**9. Λεκάνη ποταμών Νηλεός-Κηρέος-Βούδωρος-Κιμάσι**

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. Terbacil.
- vi. Cl, χλωροφύλλη, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, As, Ni, Cr

**10. Λεκάνη Κάλλα**

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. χλωροφύλλη, Ni, Cr

**11. Λεκάνη Δύστου**

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. χλωροφύλλη

## 6. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΗΨΗ ΜΕΤΡΩΝ

Όπως είναι γνωστό οι κύριες συνέπειες της ρύπανσης των αρδευτικών υδάτων είναι η μείωση των αποδόσεων των καλλιεργειών και υποβάθμισης της ποιότητας τόσο των προϊόντων όσο και των εδαφών.

Συγκεκριμένα από τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των δειγμάτων των **επιφανειακών υδάτων** (ποταμών, λιμνών και στραγγιστικών καναλιών) παρατηρείται κατά κύριο ρύπανση η οποία εντοπίζεται σε ορισμένες περιοχές (Ασωπού, Σπερχειού, Άμφισσας) στην αύξηση της περιεκτικότητας : αλάτων, χλωρίου, νιτρικών ιόντων και βαρέων μετάλλων αρσενικού, νικελίου, τα οποία έχουν ως αιτία κυρίως ανθρωπογενείς αιτίες (γεωργική, βιομηχανική δραστηριότητα) και γεωγενείς αιτίες (πετρώματα με ορυκτά που περιέχουν τοξικά βαρέα μέταλλα).

Επίσης από τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων στα δείγματα των **υπόγειων υδάτων** παρατηρείται σε πολλές περιοχές (Ασωπού, Μεσσάπιου-Λήλαντα, Άμφισσας, Σπερχειού, κατά κύριο λόγο αύξηση της περιεκτικότητας τους σε νιτρικά άλατα η οποία είναι ανθρωπογενούς προέλευσης και οφείλεται κυρίως στην αγροτική και κτηνοτροφική δραστηριότητα, και λιγότερο στα ανθρώπινα λύματα (αστικά και βιοτεχνικά). Επίσης παρατηρούνται (Ασωπός) αυξημένες περιεκτικότητες του υπόγειου νερού σε μέταλλα, ενώ σε ορισμένες λεκάνες και σε χλωρίοντα. Τέλος σε πολλές περιοχές (Ασωπός, Σπερχειός, Κηφισός) καταγράφονται και αυξημένες περιεκτικότητες σε φυτοφάρμακα.

Οι αυξημένες αυτές περιεκτικότητες είναι αποτέλεσμα της μακροχρόνιας ρύπανσης των τελευταίων δεκαετιών, και δεν μπορεί να εξαλειφθεί άμεσα και εύκολα, ακόμα και αν σταματήσουν σήμερα αυτές οι πηγές ρύπανσης. Θα πρέπει να ληφθούν μακροπρόθεσμα μέτρα που για να αποδώσουν θα χρειαστεί να περάσουν αρκετά χρόνια εφαρμογής τους, αλλά και να δαπανηθούν πολλά χρήματα.

Τα πιο σημαντικά από τα μέτρα αντιμετώπισης της ρύπανσης είναι σε γενικές γραμμές τα ακόλουθα:

- ⇒ Ιχνηθέτηση των πηγών ρύπανσης προκειμένου να ταυτοποιηθεί η προέλευσή τους (αγροτική, κτηνοτροφική, αστική, βιοτεχνική). Περίπου το 90% προέρχεται από τη γεωργία (λιπάσματα) και την κτηνοτροφία η οποία όμως είναι περιορισμένη στις περιοχές της μελέτης. Αστικά και βιοτεχνικά λύματα είναι πολύ λίγα, που όμως ο έλεγχος εφαρμογής των περιβαλλοντικών όρων των αντίστοιχων δραστηριοτήτων θα πρέπει να είναι συνεχής και εκτενής.
- ⇒ Εφαρμογή ορθών γεωργικών πρακτικών με εφαρμογή μεθόδων άρδευσης που μειώνουν την έκπλυση των θρεπτικών στοιχείων στον υδροφόρο ορίζοντα και ιδιαίτερα των νιτρικών. Τέτοια μέθοδος άρδευσης είναι η στάγδην άρδευση.
- ⇒ Συνεχής παρακολούθηση των επιφανειακών υδάτων μέσω ορισμένων περιβαλλοντικών δεικτών (φυτοφαρμάκων, νιτρικών, αρσενικού, νικελίου), οι οποίοι έχουν τεθεί και στο παρόν έργο.
- ⇒ Συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας των **υπογείων υδάτων** (monitoring) έτσι ώστε να γνωρίζουμε τις τρέχουσες περιεκτικότητες και τότε πρέπει να λάβουμε επιπρόσθετα μέτρα προστασίας. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του Ασωπού, η απορροή του οποίου αναμένεται να μειωθεί περαιτέρω τα επόμενα χρόνια, γεγονός που ευνοεί τον εμπλουτισμό των νερών σε ρύπους λόγω της περιορισμένης αραίωσης των ανθρωπογενών εισροών. Για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η συστηματική παρακολούθηση της περιοχής και η θέσπιση μέτρων προστασίας.
- ⇒ Μέτρα προστασίας των υδρογεωτρήσεων και εφαρμογή των ζωνών προστασίας τους (σύμφωνα με τις προτάσεις των ΣΔΛΑΠ).

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

---

- ⇒ Εκπόνηση υδρογεωλογικών μελετών με σκοπό την διαχείριση των υδατικών πόρων και την διερεύνηση της αλληλοεπίδρασης και συνδυασμένης χρήσης υπογείων και επιφανειακών υδάτων. Στα πλαίσια των μελετών αυτών θα γίνει σχεδιασμός εναλλακτικών σχεδίων διαχείρισης ενός υπόγειου υδροφορέα και προσδιορισμός ζωνών επίδρασης και προστασίας των υδροληπτικών έργων.

Στα βραχυπρόθεσμα μέτρα αναφερόμαστε μόνο στις νέες γεωτρήσεις που πρόκειται να ανορυχθούν. Στις γεωτρήσεις αυτές θα πρέπει να εξασφαλιστεί η κατακόρυφη υδραυλική προστασία μέσω απομόνωσης των επιφανειακών υδροφόρων οριζόντων (οι οποίοι είναι οι πιο μολυσμένοι με νιτρικά), για την αποφυγή ανάμειξης με τους βαθύτερους υδροφορείς.

Περαιτέρω δε, για την αντιμετώπιση της ρύπανσης αλλά και για την προστασία των υπόγειων υδάτων, έχουν εφαρμογή τα μέτρα που θεσπίστηκαν με το Σχέδιο Διαχείρισης και τα οποία εξειδικεύονται ήδη προς εφαρμογή από τις αρμόδιες Υπηρεσίες της Αποκεντρωμένης Διοίκησης και της Περιφέρειας.

Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα δράσεων που σχετίζονται εκτός των άλλων και με τις πρακτικές της γεωργο-κτηνοτροφικής δραστηριότητα στην περιοχή, οι οποίες αναφέρονται αναλυτικά στο εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης.

Το πρόγραμμα μέτρων του Σχεδίου Διαχείρισης διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

α) στα "Βασικά" μέτρα που προσδιορίζονται στο Άρθρο 11.3 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και όπου απαιτείται,

β) στα "Συμπληρωματικά" μέτρα, η λήψη των οποίων προβλέπεται σε περίπτωση που η εφαρμογή των Βασικών Μέτρων δεν επαρκεί για την επίτευξη των στόχων.

Τα Βασικά Μέτρα αποτελούν τις στοιχειώδεις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται προκειμένου να επιτευχθούν οι Περιβαλλοντικοί Στόχοι του Άρθρου 4 της Οδηγίας 2000/60, ενώ τα συμπληρωματικά μέτρα περιλαμβάνουν επιμέρους δράσεις που σχετίζονται μεταξύ των άλλων με:

- ⇒ κώδικες ορθών πρακτικών,
- ⇒ ανασύσταση και αποκατάσταση περιοχών υγροτόπων,
- ⇒ έλεγχος απολήψεων, ιδίως προς την κατεύθυνση αντιμετώπισης υπεραντλήσεων,
- ⇒ μέτρα διαχείρισης της ζήτησης, μεταξύ άλλων προώθηση της προσαρμοσμένης γεωργικής παραγωγής, όπως π.χ. καλλιεργειών χαμηλών απαιτήσεων σε νερό, σε περιοχές που υποφέρουν από ανομβρία,
- ⇒ μέτρα αποτελεσματικότητας και επαναχρησιμοποίησης, μεταξύ άλλων προώθηση τεχνολογιών αποτελεσματικής χρήσης ύδατος στη βιομηχανία και αρδευτικές τεχνικές εξοικονόμησης ύδατος,
- ⇒ έργα δομικών κατασκευών, τα οποία εξετάζονται σε συνδυασμό με τα προγραμματιζόμενα έργα στο Υδατικό Διαμέρισμα,
- ⇒ εγκαταστάσεις αφαλάτωσης,
- ⇒ έργα αποκατάστασης υφιστάμενων υποδομών, ιδίως έργα βελτίωσης υποδομών συλλογής, αποθήκευσης και μεταφοράς / διανομής νερού για ύδρευση ή άρδευση, με σκοπό τη μείωση των απωλειών και τη βελτίωση της ποιότητας των υδάτων,
- ⇒ τεχνητή επαναπλήρωση υδροφόρων στρωμάτων,
- ⇒ εκπαιδευτικά έργα,
- ⇒ έργα έρευνας, ανάπτυξης και επίδειξης,

Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

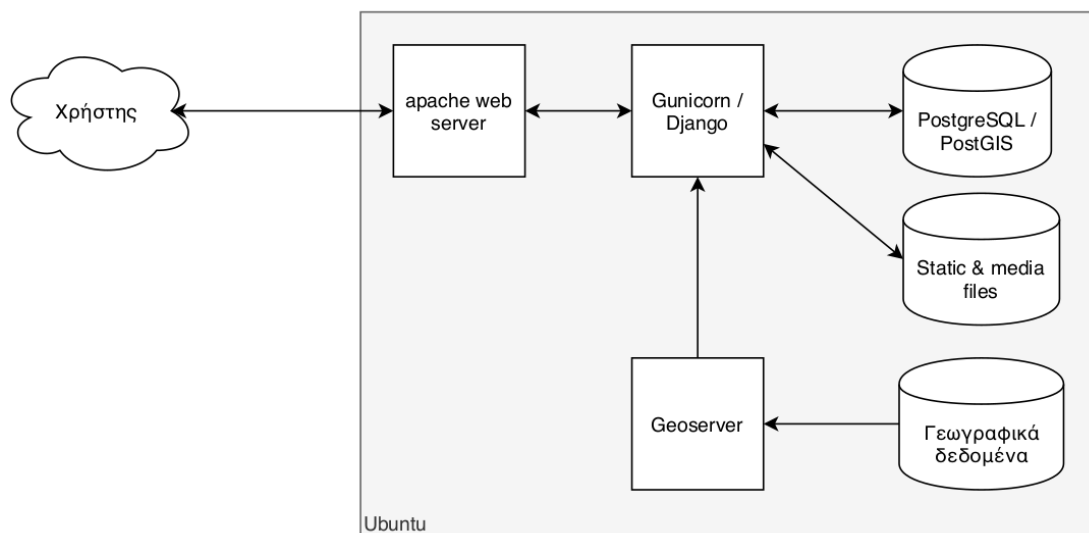
Τέλος προκειμένου να επιτευχθεί ο τελικός στόχος της διαφύλαξης της ποιότητας του περιβάλλοντος και μέσω αυτού της ποιότητας των παραγόμενων γεωργικών προϊόντων, προτείνεται να γίνει ενημέρωση για τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας των αρμοδίων υπηρεσιών της περιοχής που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με δραστηριότητες που επιδρούν στην ποιότητα των υδάτων, όπως του ΥΠΕΚΑ, της Περιφέρειας, των Δήμων, των Επιμελητηρίων Τεχνικού και Γεωτεχνικού και των γεωργών και των οργανώσεών τους καθώς και να επεκταθεί ο έλεγχος της ποιότητας των υδάτων σε όλες τις πηγές αυτών καθώς και των εδαφών που αρδεύονται με ύδατα επιβαρυμένα ώστε να διαπιστωθεί το είδος και ο βαθμός ρύπανσης αυτών και να ληφθούν μέτρα βελτίωσής τους.

Το ίδιο θεωρείται άκρως απαραίτητο να πραγματοποιηθεί και για τα καλλιεργούμενα φυτά, ιδιαίτερα εκείνα που παράγουν τρόφιμα, όπως τα κηπευτικά και τα οποία έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία και στην εθνική οικονομία.

## 7. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ - ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στο πλαίσιο της παρούσης Σύμβασης και με εφαρμογή των συμβατικών μας υποχρεώσεων δημιουργήθηκε το ChemicalSE, το οποίο αποτελεί μια διαδικτυακή εφαρμογή (web application) και όλες οι λειτουργίες του είναι προσβάσιμες διαδικτυακά από κοινούς φυλλομετρητές (browser) τελευταίας έκδοσης (π.χ. Chrome, Firefox και Edge) ανεξαρτήτως λειτουργικού συστήματος. Ο δικτυακός τόπος αποτελεί την βασική πύλη πρόσβασης (portal) για την πρόσβαση στο ΓΠΣ και την προβολή του δικτύου μέτρησης, δεδομένων μέτρησης, αναζήτησης πληροφορίας κλπ.

Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει τις βασικές μονάδες του συστήματος και τις διασυνδέσεις μεταξύ τους.



Για την αποθήκευση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η **PosgreSQL**, μια γρήγορη, ευέλικτη και συνεχώς αναπτυσσόμενη σχεσιακή Βάση Δεδομένων η οποία υποστηρίζει εγγενώς γεωχωρικά δεδομένα και ερωτήματα που αφορούν αυτά. Βασίζεται σε ανοιχτά πρότυπα. Είναι ασφαλής, και υποστηρίζεται από όλα τα σημαντικά Web Frameworks.

Το λογισμικό επέκτασης **PostgreSQL GIS Extension (PostGIS)** απαιτείται από την PostgreSQL για την υποστήριξη γεωδεδομένων, καθώς τα σημεία μέτρησης, με τις χωρικές συντεταγμένες τους, αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων.

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε σε γλώσσα προγραμματισμού Python χρησιμοποιώντας το Django, που είναι σύστημα ανάπτυξης εφαρμογών για το web. Το Django εκτελείται από το Gunicorn (Python application server) που ξεκινάει αυτόματα από το systemd (που είναι μέρος του λειτουργικού συστήματος). Τέλος, ο Apache web server βρίσκεται μπροστά από το gunicorn και το geoserver και μεταβιβάζει σ' αυτά (proxy passing) τα σχετικά αιτήματα, ενώ εξυπηρετεί και τη λήψη στατικών αρχείων όπως οι εικόνες. Όλα αυτά τα κομμάτια (Python, Django, Gunicorn, Apache) είναι ελεύθερο λογισμικό.

Για τις ανάγκες του έργου απαιτήθηκε η εγκατάσταση του GeoServer και η διασύνδεσή του με την εφαρμογή ChemicalSE. Ο GeoServer είναι ένα ελεύθερο και ανοιχτό λογισμικό ανεπτυγμένο στη γλώσσα Java και επιτρέπει το διαμοιρασμό γεωχωρικών δεδομένων μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών με ευέλικτο και αποτελεσματικό τρόπο. Το λογισμικό αυτό υλοποιεί μεταξύ άλλων το πρότυπο WMS (Web Map Service) για να εξάγει χάρτες σε διαφορετικές μορφές κατά περίπτωση. Ένα αίτημα WMS ορίζει τα θεματικά επίπεδα (layers) καθώς και την περιοχή ενδιαφέροντος που απαιτείται. Η απόκριση στο αίτημα είναι μία ή περισσότερες περιοχές χαρτών που μπορούν να εμφανιστούν π.χ. σε ένα πρόγραμμα πλοήγησης. Πολλά θεματικά επίπεδα (ακόμα και από διαφορετικούς GeoServers) μπορούν να εμφανιστούν το ένα πάνω στο άλλο ρυθμίζοντας το βαθμό διαφάνειας για το κάθε επίπεδο ξεχωριστά.

Ο GeoServer είναι λογισμικό που συντηρείται από μια ενεργή κοινότητα χρηστών οι οποίοι το αναπτύσσουν συνεχώς. Χρησιμοποιεί ανοιχτά πρότυπα που έχουν ορισθεί από το OGC (Open Geospatial Consortium) και συνεργάζεται εξαιρετικά με όλα τα δημοφιλή λογισμικά επεξεργασίας χαρτών όπως OpenLayers, Leaflet, Google Maps, Bing Maps, κλπ.

Για την εγκατάσταση και λειτουργία του GeoServer απαιτήθηκαν τα εξής:

- **Ubuntu Linux.** Παρόλο που ο GeoServer εγκαθίσταται σε όλα τα γνωστά λειτουργικά συστήματα, προτιμήθηκε η έκδοση του Linux που αποτελεί ελεύθερο λογισμικό, υποστηρίζεται από μια μεγάλη κοινότητα και είναι αξιόπιστο και δοκιμασμένο λειτουργικό σύστημα που ανταποκρίνεται ικανοποιητικά ακόμα και σε μεγάλες και σύνθετες εφαρμογές.
- **Oracle Java v8 JRE.** Η έκδοση Java Runtime είναι απαραίτητη καθώς ο GeoServer είναι ανεπτυγμένος με τη χρήση της συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού, ενώ η έκδοση Java 9 δεν υποστηρίζεται ακόμη.

Στο έργο ο GeoServer χρησιμοποιείται για να παρέχει όλα τα θεματικά επίπεδα εκτός από τα σημεία μέτρησης. Τα σημεία μέτρησης αποθηκεύονται στην PostgreSQL/PostGIS και παρέχονται από το Django (χρησιμοποιώντας ένα τμήμα του Django που λέγεται GeoDjango). Τα υπόλοιπα θεματικά επίπεδα αποθηκεύονται σε εσωτερική βάση δεδομένων του GeoServer. Η εφαρμογή ChemicalSE (Django) λειτουργεί σαν μεσάζων ανάμεσα στο GeoServer και το χρήστη ώστε να κάνει τον έλεγχο των δικαιωμάτων πρόσβασης (γιατί μερικά θεματικά επίπεδα είναι διαβαθμισμένα). Αν ο χρήστης έχει τα κατάλληλα δικαιώματα για ένα θεματικό επίπεδο, τότε η εφαρμογή κάνει απλώς proxy passing.

Οι χρήστες του δικτυακού τόπου διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

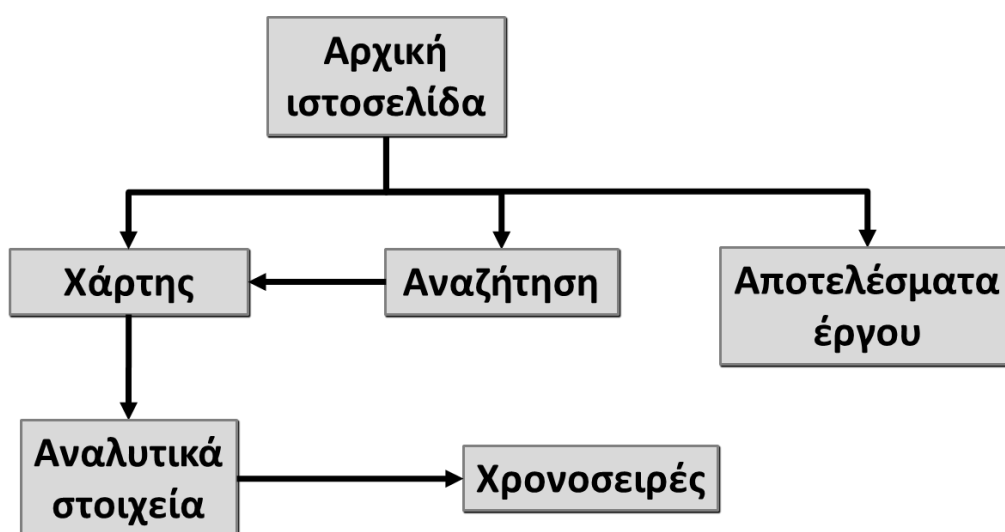
**Απλός Χρήστης.** Στην κατηγορία αυτή ανήκει το ευρύ κοινό. Έχει ελεύθερη πρόσβαση μέσω του δικτυακού τόπου στα στοιχεία που είναι διαθέσιμα μέσω αυτού, χωρίς να απαιτείται κανενός είδους ταυτοποίηση. Τα δικαιώματα των χρηστών αυτών περιορίζονται σε απλή ανάγνωση των ελεύθερα διαθέσιμων πληροφοριών (read only) και σε λειτουργίες που περιγράφονται στο αντίστοιχο παραδοτέο.

**Εγγεγραμμένος Χρήστης.** Οι χρήστες αυτοί του συστήματος κατά κανόνα θα είναι υπάλληλοι της Αρμόδιας Αρχής που διαχειρίζεται το σύστημα και θα είναι σε θέση να βλέπουν τις μετρήσεις και τα διαβαθμισμένα θεματικά επίπεδα. Εντούτοις δεν έχουν δικαίωμα εισαγωγής ή τροποποίησης τους.

**Διαχειριστής Δεδομένων (Editor).** Οι χρήστες αυτής της κατηγορίας, εκτός από την επισκόπηση διαβαθμισμένων δεδομένων, μπορούν να επικαιροποιούν τη Βάση δεδομένων με μετρήσεις και να έχουν πρόσβαση σε μετρητικά δεδομένα. Επίσης έχουν πρόσβαση σε ορισμένους πίνακες αναφοράς στη Βάση Δεδομένων (π.χ. lookup tables), όπως είναι οι Περιφερειακές ενότητες και οι Κατηγορίες σημείων μέτρησης.

**Διαχειριστής Συστήματος (Superuser).** Οι Διαχειριστές συστήματος έχουν όλα τα δικαιώματα των παραπάνω ομάδων και επιπρόσθετα δικαιώματα διαχείρισης χρηστών, δηλαδή μπορούν να καταχωρούν νέους χρήστες, να τροποποιούν τα στοιχεία και τους ρόλους τους ή να τους διαγράφουν εντελώς από το σύστημα.

Οι βασικές διαδρομές που πιθανόν να ακολουθήσουν οι χρήστες κατά την πλοήγησή τους στο δικτυακό τόπο διακρίνονται στην παρακάτω εικόνα. Όπως διαφαίνεται από το σχήμα, το μεγαλύτερο μέρος από τις πληροφορίες που διακινούνται μέσω της εφαρμογής περνάει από τον διαδραστικό χάρτη. Από εκεί, εφόσον διαθέτει τα απαραίτητα δικαιώματα, ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί σε στοιχεία θέσης και στις χρονοσειρές μέτρησης.



Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών της Στερεάς Ελλάδας (Ν. Φθιώτιδας-Φωκίδας-Βοιωτίας-Ευρυτανίας και Εύβοιας).

Μέσω της ιστοσελίδας αυτής παρέχεται πρόσβαση σε μια σειρά από στατικά αρχεία και δεδομένα κάθε μορφής (π.χ. PDF) που αναφέρονται σε αποτελέσματα και παραδοτέα του έργου που έχουν εκπονηθεί. Ο κατάλογος αυτός μπορεί να συμπληρωθεί με επιπρόσθετα αρχεία ύστερα από υπόδειξη της Αναθέτουσας Αρχής.

**Αθήνα, Ιανουάριος 2020**

**Ο Κοινός Εκπρόσωπος της Αναδόχου Ένωσης**

**Ι.Πέππας**