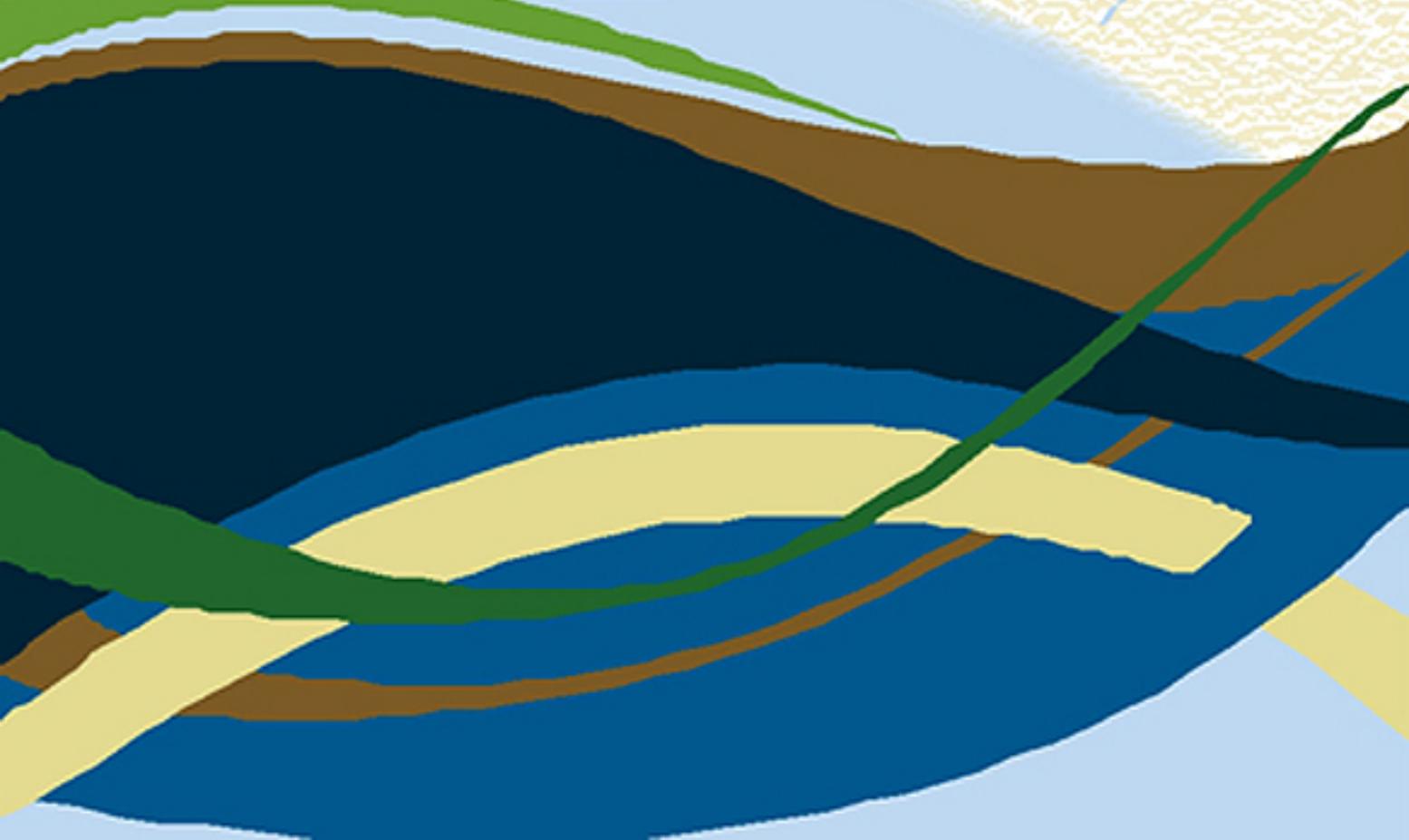




ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣ

Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος

**ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ
ΑΠΟ ΤΗ ΝΙΤΡΟΥΠΑΝΣΗ
ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ**



Εισαγωγή

Ένας από τους πλέον συχνούς ρύπους στα υπόγεια και επιφανειακά νερά είναι τα νιτρικά άλατα (NO_3^-). Τα εν λόγω άλατα είναι επικίνδυνα τόσο στην ανθρώπινη υγεία όσο και στο περιβάλλον. Σε αυξημένες συγκεντρώσεις καθιστούν τα νερά ακατάλληλα για ύδρευση και προκαλούν ευτροφισμό στα επιφανειακά νερά.

Τα νιτρικά, όταν εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό, συμβάλουν στην οξειδωση του σιδήρου της αιμοσφαιρίνης με συνεπακόλουθο τη δημιουργία μεθαιμοσφαιρίνης, η οποία σε ψηλή συγκέντρωση στο αίμα, μπορεί να προκαλέσει ασφυξία. Επιπλέον, τα νιτρικά ανάγονται σε νιτρώδη, τα οποία είναι ιδιαίτερα τοξικά. Έτσι, για σκοπούς προστασίας της δημόσιας υγείας, τόσο ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO), όσο και η Ευρωπαϊκή Ένωση καθόρισαν ποιοτικό όριο στο νερό για ανθρώπινη κατανάλωση, το οποίο ανέρχεται στα 50 mg/l.

Η κυριότερη πηγή νιτρικών στα νερά είναι η υπέρμετρη χρήση λιπασμάτων και ζωικής κοπριάς στη γεωργία. Τα φυτά δεσμεύουν μόνο το αναγκαίο για αυτά άζωτο, που τους διοχετεύεται κατά τη λίπανση, το οποίο χρησιμοποιούν για την ανάπτυξή τους, ενώ το υπόλοιπο συγκεντρώνεται στο έδαφος και σταδιακά ρυπαίνει τους υδατικούς πόρους. Νιτρορύπανση προκαλείται επίσης από την υπεδαφική διάθεση οικιακών λυμάτων, την απόθεση ή αποθήκευση στο έδαφος στερεών και υγρών ζωικών αποβλήτων κ.α.

Ευρωπαϊκή Οδηγία 1991/676/ΕΟΚ

Από το 1991, έχει θεσπιστεί η Ευρωπαϊκή οδηγία 1991/676/ΕΟΚ, σκοπός της οποίας είναι η προστασία των επιφανειακών και υπόγειων νερών από τα νιτρικά άλατα, που προέρχονται από γεωργικές δραστηριότητες. Η εν λόγω οδηγία, η οποία υιοθετήθηκε και από την Κυπριακή Δημοκρατία, προβλέπει τον καθορισμό των Ευπρόσβλητων σε Νιτρικά Ζωνών (ENZ), την παρακολούθηση της συγκέντρωσης των νιτρικών αλάτων στα υπόγεια, επιφανειακά και παράκτια νερά, καθώς επίσης τη λήψη μέτρων δράσης για προστασία των υδατικών σωμάτων στις ENZ.

Η εφαρμογή της εν λόγω οδηγίας γίνεται από το Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης έχει την ευθύνη της λειτουργίας του δικτύου παρακολούθησης, το Τμήμα Γεωργίας την εφαρμογή των μέτρων δράσης στις ENZ και η Υπηρεσία Περιβάλλοντος το γενικό συντονισμό. Επιπλέον, το Τμήμα Αλιείας και Θαλάσσιων Ερευνών διενεργεί τις δειγματοληψίες θαλάσσιου νερού.

Ο αρχικός χαρακτηρισμός των ENZ βασίστηκε σε μελέτη, που εκπόνησε το 2001 το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης. Στα πλαίσια της μελέτης αυτής καθορίστηκαν οι σχετικές πιέσεις στα νερά, αξιολογήθηκε η υφιστάμενη ποιοτική κατάσταση των νερών, σχεδιάστηκε και λειτούργησε δίκτυο παρακολούθησης.

Το Δεκέμβριο του 2004 υποβλήθηκε η πρώτη (προαιρετική) έκθεση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, με την οποία, μεταξύ άλλων, καθορίστηκαν έξι (6) ENZ, συνολικής έκτασης 460 Km². Οι περιοχές αυτές είναι οι υπόγειοι υδροφόροι Κοκκινοχωριών, Ακρωτηρίου, Πάφου, Κίτιου-Περβολιών και της Πόλεως Χρυσοχούς, καθώς επίσης η λεκάνη του ποταμού Καργώτη. Περαιτέρω, οι υδροφόροι της Δυτικής Μεσαορίας και του Πεντάσκοινου και τα παράκτια νερά της Νοτιοανατολικής Μεσαορίας (Κοκκινοχωρία), προσδιορίστηκαν ως Υπό Διερεύνηση Ζώνες. Το 2008 αποφασίστηκε ο αποχαρακτηρισμός της Λεκάνης του ποταμού Καργώτη, ενώ το 2010 ο χαρακτηρισμός μέρος του υδροφορέα της Δυτικής Μεσαορίας ως ENZ.



Παράνομη απόρριψη χαρολυμάτων στο περιβάλλον



Ανόρυξη ερευνητικής γεωτρησης



Παρακολούθηση στάθμης και θερμοκρασίας υπόγειων νερών



Δειγματοληψία πηγής για σκοπούς παρακολούθησης νιτρικών αλάτων



Δειγματοληψία ποταμού για σκοπούς παρακολούθησης νιτρικών αλάτων



Δειγματοληψία υπόγειου νερού για σκοπούς παρακολούθησης νιτρικών αλάτων

Ο Κύκλος του Αζώτου

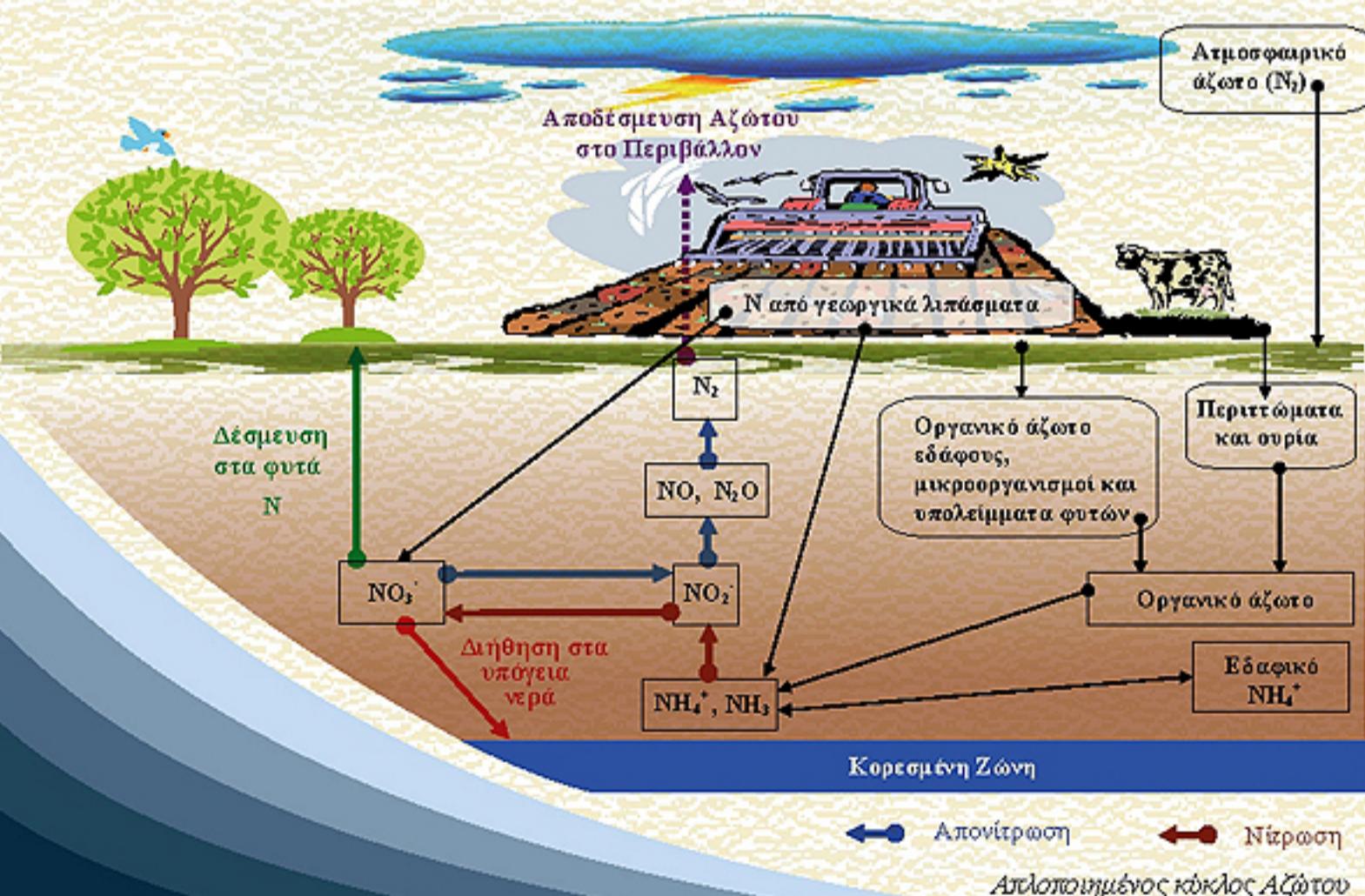
Το άζωτο μπορεί να υπάρξει στη φύση σε αλληλουχία μορφών, οι οποίες εξαρτώνται από μια σειρά διεργασιών, οι οποίες αποτελούν τον κύκλο του αζώτου.

Οι κυριότερες μορφές αζώτου είναι:

- **Τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-)**, τα οποία απαντούν στα εδάφη και σε σχεδόν όλα τα υπόγεια νερά. Τα νιτρικά χρησιμοποιούνται από τα φυτά για την κατασκευή πρωτεΐνων, αμινοξέων και του γενετικού υλικού, αποτελούν δε το τελικό προϊόν οξειδωσης των αμμωνιακών ιόντων στο τελικό στάδιο του κύκλου του αζώτου.
- **Τα νιτρώδη ιόντα (NO_2^{2-})**, τα οποία συνήθως παράγονται από την οξειδώση του αμμωνίου από ειδικά βακτηρίδια. Τα νιτρώδη προέρχονται από την αποσύνθεση πρωτεΐνοχων ενώσεων και η ύπαρξη τους συνήθως συνδέεται με ρύπανση οργανικής προέλευσης. Επίσης, προέρχονται από την αναγωγή των νιτρικών.
- **Το υποξείδιο του αζώτου (N_2O)**, το οποίο απαντά σε αέρια φάση και προέρχεται κυρίως από τη βιομάζα και τις λιπάνσεις.
- **Το οξείδιο (NO) και διοξείδιο του αζώτου (NO_2)** τα οποία απαντούν σε αέρια μορφή και προέρχονται από τις καύσεις. Τα αέρια αυτά παράγονται και στα εδάφη με βακτηριακή δράση, καθώς και χημικώς, σε υψηλές θερμοκρασίες.
- **Η αμμωνία (NH_3)** ελευθερώνεται από την αποσύνθεση του οργανικού υλικού.
- **Το αμμώνιο (NH_4^+)**, το οποίο επίσης παράγεται από την αποσύνθεση οργανικού υλικού και το οποίο δεσμεύεται εύκολα από τα αργιλικά ορυκτά.

Οι κυριότερες διαδικασίες του κύκλου του αζώτου, οι οποίες συντελούνται εντός του εδάφους είναι οι ακόλουθες:

- **Δέσμευση αζώτου** μέσω της οποίας το ελεύθερο άζωτο της ατμόσφαιρας (N_2) μετατρέπεται σε στερεές μορφές αζώτου με βακτηριολογική δράση (bacteria, actinomycetes and cyanobacteria), ή με χημική δράση, σε ψηλές θερμοκρασίες. Αρχικά, η δέσμευση γίνεται με διάσπαση του μοριακού αζώτου σε ατομικό και στη συνέχεια ακολουθεί η υδρογόνωση με τελικό προϊόν την αμμωνία.
- **Νίτρωση**, μέσω της οποίας το οργανικό αμμωνιακό άζωτο (αμμωνία ή αμμώνιο) οξειδώνεται σε νιτρώδη ιόντα (με τη βοήθεια του βακτηριδίου *nitrosomonas*) και στη συνέχεια οξειδώνεται περαιτέρω σε νιτρικά ιόντα (με τη βοήθεια του βακτηριδίου *nitrobacter*), τα οποία αποτελούν το τελικό προϊόν του κύκλου του αζώτου. Συνεπώς, όταν το άζωτο εισέλθει στους υπόγειους υδροφόρους υπό μορφή νιτρικών αλάτων, παραμένει σταθερό χωρίς περαιτέρω αλλοίωση.
- **Απονίτρωση**, μέσω της οποίας τα νιτρικά ιόντα, σε αναγωγικές συνθήκες, μετατρέπονται σταδιακά σε νιτρώδη ιόντα, σε μονοξείδιο του αζώτου, σε υποξείδιο του αζώτου, με τελική μορφή το μοριακό άζωτο. Η διαδικασία αυτή γίνεται σε υγρά εδάφη με τη βοήθεια μικροοργανισμών, οι οποίοι χρησιμοποιούν το οξυγόνο από τα νιτρικά ιόντα. Η απονίτρωση αποτελεί την κυριότερη διαδικασία μέσω της οποίας αφαιρούνται αζωτούχες ενώσεις από τα εδάφη, μπορεί δε να πραγματοποιηθεί μόνον εντός της ακόρεστης ζώνης (πάνω από τη στάθμη του υδροφόρου), όπου αναπτύσσονται οι απαιτούμενοι μικροοργανισμοί.



Παρακολούθηση Νερών

Τον Οκτώβριο του 2008 υποβλήθηκε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή η δεύτερη εθνική Έκθεση στην οποία περιγράφεται η κατάσταση, όσον αφορά τη νιτρορύπανση και την εφαρμογή της οδηγίας για την περίοδο 2004-2007. Με βάση τα αποτελέσματα της παρακολούθησης της περιόδου αυτής διατηρήθηκαν πέντε (5) Ευπρόσβλητες σε Νιτρικά Ζώνες (ENZ) και αποχαρακτηρίστηκε η έκτη ζώνη, αυτή του Καργώτη. Αποφασίστηκε επίσης η διερεύνηση των υδροφορέων της Δυτικής Μεσσαορίας και του Πεντάσκοινου, καθώς επίσης και τα παράκτια νερά της Νοτιοανατολικής Μεσσαορίας. Από την επαναξιολόγηση των υφιστάμενων και νέων στοιχείων της ποιότητας του υπόγειου νερού του υδροφορέα της Δυτικής Μεσσαορίας, αποφασίστηκε ο χαρακτηρισμός μέρους του ως ENZ.

Υπόγεια Νερά

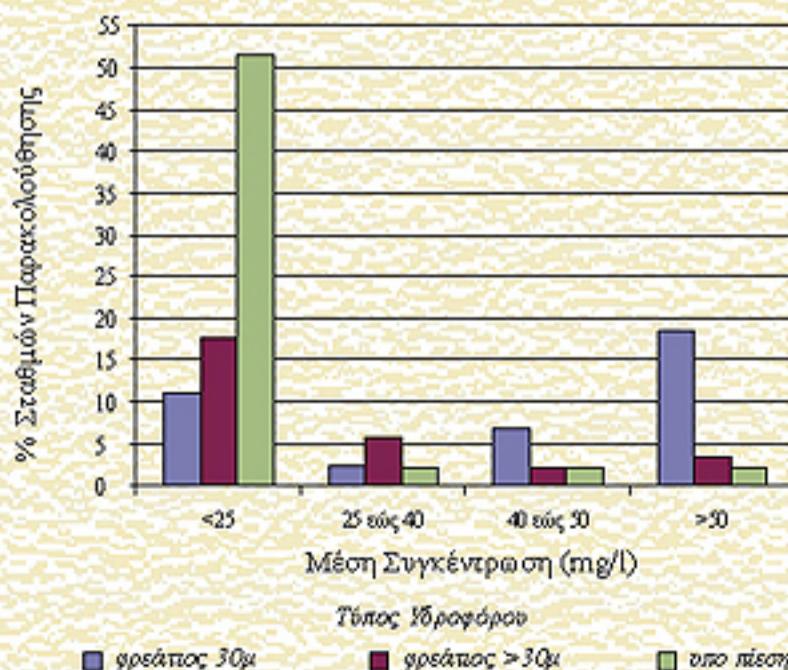
Το δίκτυο παρακολούθησης των υπόγειων νερών αποτελείται από 222 σταθμούς. Το εν λόγω δίκτυο καλύπτει όλους τους υδροφόρους της Κύπρου, με μεγαλύτερη πυκνότητα στις ENZ. Η κατάσταση των υπό πίεση (αρτεσιανών) υδροφόρων, καθώς επίσης των βαθιών φρεάτιων υδροφόρων, είναι πολύ καλύτερη από την κατάσταση των αβαθών φρεάτιων υδροφόρων. Κατά την τρέχουσα περίοδο παρακολούθησης, το 75% των σταθμών παρακολούθησης παρουσιάζουν μέση συγκέντρωση νιτρικών κάτω από τα 25 mg/l και το 80% κάτω από τα 40 mg/l. Συγκριτικά με το 2007, 66% των σταθμών παρουσιάζουν τάσεις σταθεροποίησης ή/και πτώσης της μέσης τιμής των νιτρικών ενώ το υπόλοιπο 34% παρουσιάζει ανοδικές τάσεις.

Επιφανειακά Γλυκά Νερά

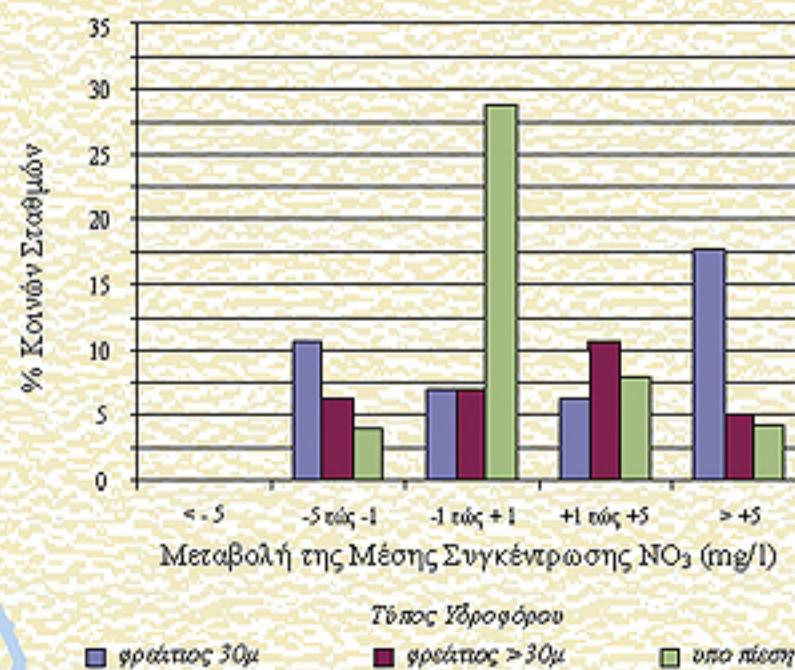
Το δίκτυο παρακολούθησης των επιφανειακών νερών αποτελείται από 10 σταθμούς, που καλύπτουν τους ποταμούς Καργώτη, Κούρη, Κρουό, Λιμνάτη, Πόλις Χρυσοχούς και Βασιλικό. Η παρακολούθηση άλλων παραμέτρων, εκτός από τα νιτρικά, όπως η χλωροφύλλη-α ή/και άλλων βιοδεικτών, είναι δύσκολη λόγω των μεγάλων αυξομειώσεων της ροής των ποταμών, καθώς και της ξήρανσής τους, σε κάποιες περιόδους. Κατά την τρέχουσα περίοδο παρακολούθησης, από τους 10 σταθμούς οι 9 παρουσιάζουν μέσες συγκεντρώσεις νιτρικών κάτω των 25 mg/l ενώ, δύο σταθμοί παρουσιάζουν σχετικά σημαντικές αυξητικές τάσεις. Τέλος, δεν έχει παρουσιαστεί ευτροφισμός σε κανένα από τα παρακολουθούμενα επιφανειακά υδάτινα σώματα.

Παράκτια Νερά

Το δίκτυο παρακολούθησης των παράκτιων νερών αποτελείται από 18 σταθμούς εκ των οποίων οι 15 είναι κοινοί με την περίοδο παρακολούθησης (2000-2004). Κατά την προηγούμενη περίοδο παρακολούθησης (2004-2007), όλοι οι σταθμοί παρουσίαζαν συγκεντρώσεις νιτρικών και χλωροφύλλης-α κάτω από 2 mg/l και ισον με 2 μg/l, αντίστοιχα. Μόνο ένας από τους σταθμούς παρουσίασε μικρή αύξηση σε σχέση με τη μέγιστη συγκέντρωση νιτρικών, ενώ οι υπόλοιποι σταθμοί παρουσίασαν τάσεις σταθεροποίησης ή/και πτώσης. Σημειώνεται, ότι κατά την περίοδο παρακολούθησης 2004-2007 δεν έχει παρουσιαστεί ευτροφισμός σε κανένα από τους σταθμούς παρακολούθησης των παράκτιων νερών.



Μέση συγκέντρωση $\text{NO}_3 \text{ mg/l}$ Vs Τύπος υδροφόρου



Μεταβολή της μέσης συγκέντρωσης NO_3 (mg/l) Vs Τύπους υδροφόρων

Μέτρα Δράσης

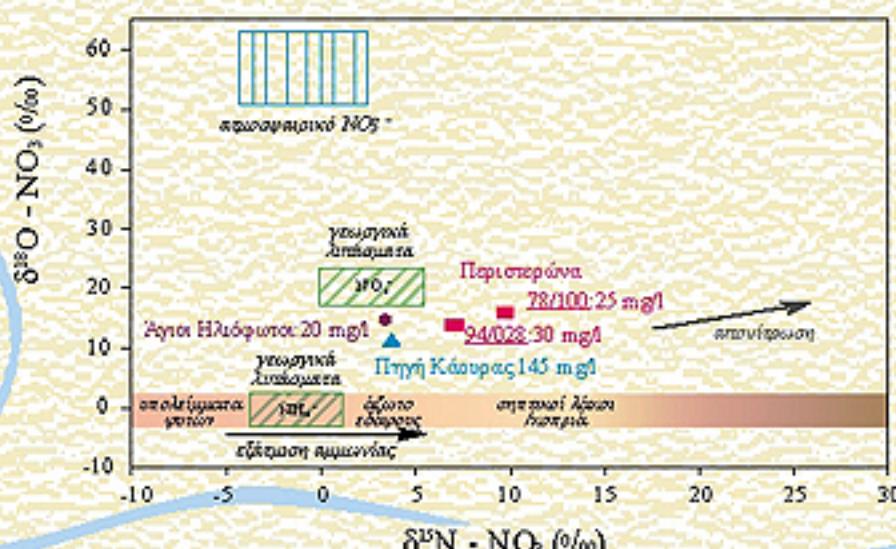
Στα πλαίσια εφαρμογής του Προγράμματος Δράσης, το Τμήμα Γεωργίας, προώθησε μέτρα, που περιλάμβαναν τον έλεγχο της χρήσης λιπασμάτων, τη χρήση βελτιωμένων συστημάτων άρδευσης, την ετοιμασία προγραμμάτων άρδευσης, τη μετακίνηση κτηνοτροφικών μονάδων και την επιλογή κατάλληλων εδαφών για εναπόθεση των κτηνοτροφικών αποβλήτων, καθώς επίσης την εκτενή ενημέρωση των γεωργών και κτηνοτρόφων.

Εξίσου σημαντικό μέτρο είναι η θεσμοθέτηση του Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, τον οποίο επίσης εκπόνησε το Τμήμα Γεωργίας. Ο κώδικας υιοθετεί αποδεκτούς τρόπους χρήσης λιπασμάτων, επεξεργασμένου νερού, κτηνοτροφικών αποβλήτων και λάσπης στη γεωργία, για προστασία της δημόσιας υγείας και μείωση της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης. Οι κτηνοτρόφοι, οι οποίοι διαθέτουν κτηνοτροφικά απόβλητα, καθώς επίσης οι γεωργοί, που δραστηριοποιούνται στις ευπρόσβλητες σε νιτρορύπανση ζώνες, θα πρέπει να εφαρμόζουν τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής. Επιπλέον, ο κώδικας εφαρμόζεται εθελοντικά σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις εκτός των ευπρόσβλητων ζωνών σε ποσοστό 1,5%. Για σκοπούς αποτελεσματικής πληροφόρησης και ευαισθητοποίηση του αγροτικού κόσμου, σε σχέση με την εφαρμογή του Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, εφαρμόζεται ολοκληρωμένο πρόγραμμα ενημέρωσης.

Επιπρόσθετα από τα μέτρα που λαμβάνονται για την προστασία των ευπρόσβλητων από νιτρικά ζωνών, σύμφωνα με το Πρόγραμμα Δράσης, η Υπηρεσία Περιβάλλοντος έχει ετοιμάσει πρόγραμμα αδειοδότησης των κτηνοτροφικών υποστατικών στις ευπρόσβλητες ζώνες, καθώς και πρόγραμμα τακτικών επιθεωρήσεων της εφαρμογής των όρων των εκδιδόμενων αδειών απόρριψης αποβλήτων, σύμφωνα με τους περι Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών Νόμους του 2002 μέχρι 2008.

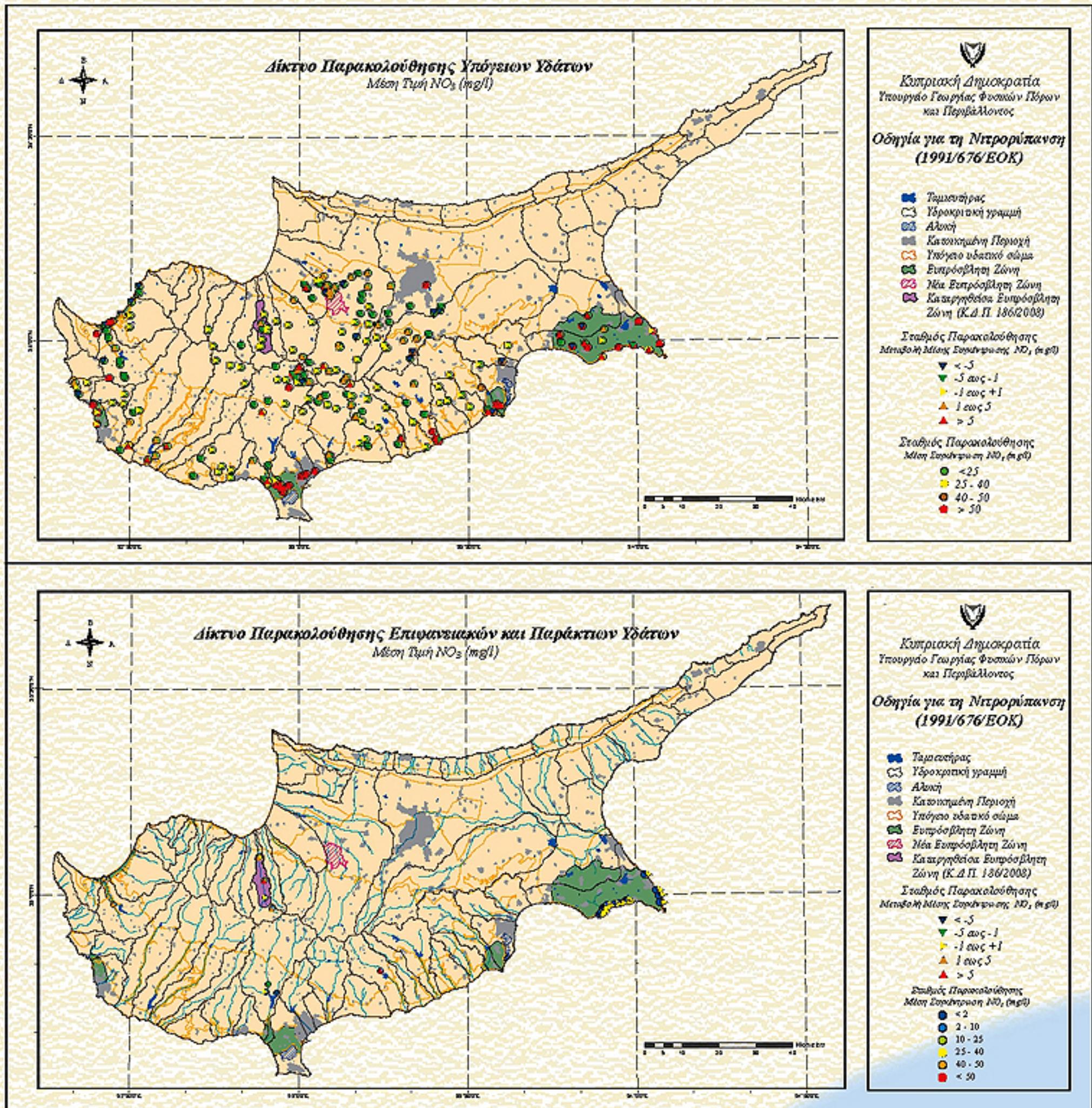
Τέλος, το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης προχωρεί στην εκπόνηση εξειδικευμένης μελέτης με τη διεξαγωγή ισοτοπικών αναλύσεων με σκοπό τον προσδιορισμό των πηγών του αζώτου στα υπόγεια νερά και τον καθορισμό της ικανότητας απονίτρωσης στην ακόρεστη ζώνη των κυριότερων υδροφόρων της Κύπρου. Μετά την αξιολόγηση των πρώτων αποτελεσμάτων της πιο πάνω μελέτης, σε συνάρτηση με την παρουσία έντονης γεωργοκτηνοτροφικής δραστηριότητα στη περιοχή, αποφασίστηκε ο χαρακτηρισμός μέρους του υδροφορέα της Δυτικής Μεσαορίας ως ENZ.

Hogberg (1997): www-sek.slu.se/personal/moho/personligSida.htm



Χάρτες συγκέντρωσης Νιτρικών (2008 - 2010)

Εφαρμογή της Οδηγίας για την Προστασία των Νερών από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης (1991/676/ΕΟΚ)



Γραφεία Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης :
Λεύκωνος 1, Στρόβολος, Λευκωσία, ΚΥΠΡΟΣ
Τηλ.: +357 22409213, Φαξ: +357 22316873
Ηλεκτρ. Διεύθυνση: director@gsd.moa.gov.cy

Ταχυδρομική διεύθυνση :
Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης
1415 Λευκωσία
ΚΥΠΡΟΣ

Ετοιμάστηκε από τον Κλάδο Υδρογεωλογίας
Διευθύντρια Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης: Δρ Ε. Γεωργίου-Μορισσώ