

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΝΙΤΡΙΚΑ ΓΛΥΚΩΝ ΝΕΡΩΝ ΣΕ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ.



Επιβλέπων καθηγητής: Κούγκολος Αθανάσιος

Γιαννούση Κατερίνα

Βόλος, Ιανουάριος 2012

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Νερό, Έδαφος και Νιτρορύπανση	10
1.1 Το Νερό.....	11
1.1.1 Η Ποιότητα του νερού και Παράγοντες που την Επηρεάζουν.	12
1.1.2 Η Υγειονομική σημασία των ποιοτικών παραμέτρων του νερού	15
1.2 Το Έδαφος	23
1.2.1 Υπόγεια νερά και Έδαφος.....	23
1.2.2 Ευπροσβλητότητα Τύπων Γεωλογικών Σχηματισμών έναντι	25
ΝιτροΡύπανσης	25
1.3. Νιτρορύπανση.....	26
1.3.1 Ορισμός.....	26
1.3.2 Αίτια και Παράγοντες Νιτρορύπανσης.....	27
1.3.3 Ο κύκλος του αζώτου.....	28
1.3.4 Επιπτώσεις	30
1.3.5 Εποχικότητα.....	31
1.5 Η Νομοθεσία για το νερό και τη νιτρορύπανση	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Στοιχεία κατάστασης των περιοχών δειγματοληψίας της παρούσας έρευνας.....	38
2.1 Γεωγραφικά Στοιχεία της περιοχής των Τρικάλων	39
2.2 Δημογραφικά Στοιχεία.....	41
2.3 Στοιχεία Οικονομίας και Χρήσεων Γης.....	42
2.4 Υδρογεωλογικά Στοιχεία	44
2.4.1 Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	44
2.4.2 Το σύστημα ύδρευσης στα Τρίκαλα	46
2.5 Οι περιοχές της δειγματοληψίας.....	47
2.5.1 Περιοχή Γέφυρας Αγναντερού – Πηνειός Ποταμός.....	48
2.5.2 Μεγάλα Καλύβια – Πηνειός Ποταμός.....	48
2.5.3 Γέφυρα Καραβόπορου – Πηνειός Ποταμός.....	49
2.5.4 Περιοχή Φωτάδας – Δήμος Καλλιδένδρου - Πηνειός Ποταμός.....	49
2.5.5 Περιοχή Βαλτινού – Δήμος Καλλιδένδρου - Πηνειός Ποταμός	50
2.5.6 Περιοχές Διαλεκτού, Μεγάρχης και Κεφαλόβρυσου - Πηνειός Ποταμός ...	50
2.5.7 Σωτήρα – Περιοχή Παραληθαίων.....	50
2.5.8 Περιοχές Αρδάνι και Παλαιόπυργος	51
2.5.9 Οι περιοχές των γεωτρήσεων.....	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η Νιτρορύπανση κατά τα προηγούμενα έτη – Παλαιότερες έρευνες – μελέτες	52
3.1 Έρευνα 1: Τεχνική Υποστήριξη της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων για την «Κατάρτιση του μεσοχρόνιου προγράμματος προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας».....	53
3.2 Έρευνα 2: Διπλωματική εργασία: «Περιβαλλοντικοί παράγοντες και έλεγχος ποιότητας νερών του ποταμού Ληθαίου»	56
3.2.1 Δειγματοληψία – μετρήσεις.....	56
3.2.2 Αποτελέσματα.....	56
3.2.3 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα	57
3.3 Έρευνα 3: Μετρήσεις νιτρικών στα Τρίκαλα της πρώην Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Τρικάλων	58
3.4 Έρευνα 4: «Ποιότητα πόσιμου νερού Δήμου Τρικκαίων» - Μετρήσεις της ΔΕΥΑ Τρικάλων.....	60
3.5 Έρευνα 5: «Αξιολόγηση της κατάστασης των υδάτων του τελικού αποδέκτη της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων του Ν. Τρικάλων».....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η Νιτρορύπανση στην παρούσα έρευνα.....	64
4.1 Δειγματοληψία.....	65
4.2 Προσδιορισμός – μέθοδος μέτρησης	66
4.3 Αποτελέσματα.....	70
4.4. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Αποτελέσματα Παρούσας Έρευνας και Προηγούμενων Ερευνών.....	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Γενικά Συμπεράσματα και Προτάσεις	97
6.1 Γενικά Συμπεράσματα	98
6.2 Προτάσεις	101
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104

Κατάλογος Χαρτών

<u>Χάρτης 1:</u> Η περιοχή των Τρικάλων.....	41
<u>Χάρτης 2:</u> Ο νέος Δήμος Τρικκαίων.....	42
<u>Χάρτης 3:</u> Όρια Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας	45
<u>Χάρτης 4:</u> Υδρολιθολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	47
<u>Χάρτης 5:</u> Υδατικοί πόροι – ζήτηση Νερού	54
<u>Χάρτης 6:</u> Ρυπαντικά φορτία Υ.Δ. Θεσσαλίας	55
<u>Χάρτης 7:</u> Σημεία δειγματοληψίας στην περιοχή Τρικάλων	73

Κατάλογος Πινάκων

<u>Πίνακας 1:</u> Οι κατηγορίες του νερού και Χρήσεις Γης στην Ελλάδα.....	13
<u>Πίνακας 2:</u> Κατανομή της έκτασης της Περιφέρειας Τρικάλων στις βασικές κατηγορίες χρήσης/κάλυψης	44
<u>Πίνακας 3:</u> Υδατικό δυναμικό Θεσσαλίας	46
<u>Πίνακας 4:</u> Περιεκτικότητα σε νιτρικά της Έρευνας 1.....	56
<u>Πίνακας 5:</u> Περιεκτικότητα σε νιτρικά της Έρευνας 2.....	58
<u>Πίνακας 6:</u> Περιεκτικότητα σε νιτρικά το 2002 της Έρευνας 3 σε γεωτρήσεις	59
<u>Πίνακας 7:</u> Περιεκτικότητα σε νιτρικά το έτος 2002 επιφανειακών υδάτων	60
<u>Πίνακας 8:</u> Περιεκτικότητα σε νιτρικά για το 2006 της Έρευνας 3.....	61
<u>Πίνακας 9:</u> Τιμές περιεκτικότητας νιτρικών σε γεωτρήσεις της ΔΕΥΑΤ	62
<u>Πίνακας 10:</u> Οι μετρήσεις νιτρικών της Έρευνας 5.....	64
<u>Πίνακας 11:</u> Θέση δείγματος – Είδος πηγής και Χρήση	67
<u>Πίνακας 12:</u> Αποτελέσματα Δειγματοληψιών Παρούσας Έρευνας.....	72
<u>Πίνακας 13:</u> Περιεκτικότητες νιτρικών παρούσας έρευνας στις γεωτρήσεις του Δήμου Τρικκαίων.....	75
<u>Πίνακας 14:</u> Συγκεντρωτικές Περιεκτικότητες νιτρικών των Ερευνών: 2,3,4,5,6.....	79-83

Κατάλογος Διαγραμμάτων

<u>Διάγραμμα 1:</u> Κατανομή Πληθυσμού στα Τρίκαλα.....	43
<u>Διάγραμμα 2:</u> Μέσες τιμές περιεκτικότητας νιτρικών μετρήσεων της ΔΕΥΑΤ (Έρευνα 4).....	62
<u>Διάγραμμα 3:</u> Οι μετρήσεις νιτρικών της Έρευνας 5.....	64
<u>Διάγραμμα 4:</u> Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων της Παρούσας Έρευνας.....	72
<u>Διάγραμμα 5:</u> Περιεκτικότητες νιτρικών στις γεωτρήσεις του Δήμου Τρικκαίων (μέτρηση σε δύο φάσεις).....	76
<u>Διάγραμμα 6 :</u> Συγκεντρωτικές Περιεκτικότητες νιτρικών των Ερευνών: 2,3,4,5,6.....	84
<u>Διάγραμμα 7:</u> Η μείωση των νιτρικών στο Αγναντερό	85
<u>Διάγραμμα 8:</u> Η μείωση των νιτρικών στα Μ.Καλύβια (ποτάμι).....	86
<u>Διάγραμμα 9:</u> Η μείωση των νιτρικών στα Μ.Καλύβια (γεώτρηση).....	86
<u>Διάγραμμα 10:</u> Η μείωση των νιτρικών στον Καραβόπορο	87

<u>Διάγραμμα 11:</u> Η πορεία των νιτρικών στις περιοχές Βαλτινού ,Διαλεκτού και Μεγάρχης.....	88
<u>Διάγραμμα 12 :</u> Η μείωση των νιτρικών στο Κεφαλόβρυσο	89
<u>Διάγραμμα 13:</u> Η πορεία των νιτρικών στη Σωτήρα	89
<u>Διάγραμμα 14:</u> Η πορεία των νιτρικών στο Αρδάνι	90
<u>Διάγραμμα 15 :</u> Η μείωση των νιτρικών στο Αντλιοστάσιο ΔΕΥΑΤ	91
<u>Διάγραμμα 16:</u> Η μείωση των νιτρικών στη γέφυρα Τρικαίογλου	92
<u>Διάγραμμα 17:</u> Η μείωση των νιτρικών στο Ριζαριό	92
<u>Διάγραμμα 18 :</u> Η μείωση των νιτρικών στην ΑΓΡΕΞ (Αγία Μονή).....	93
<u>Διάγραμμα 19:</u> Η μείωση των νιτρικών στον Πύργο	94
<u>Διάγραμμα 20:</u> Η πορεία των νιτρικών στους Αγίους Αποστόλους	94
<u>Διάγραμμα 21 :</u> Η πορεία των νιτρικών στη Νέα Κοίτη Ληθαίου	95
<u>Διάγραμμα 22:</u> Η πορεία των νιτρικών κατάντι του Β.Κ.....	96
<u>Διάγραμμα 23 :</u> Η μείωση των νιτρικών ανάντι του Β.Κ.....	96

Κατάλογος Σχημάτων

<u>Σχήμα 1:</u> Διαχείριση νερού ως φυσικός πόρος.....	12
---	----

Κατάλογος Εικόνων

<u>Εικόνα 1:</u> Πορώδες και διαπερατότητα ενός γεωλογικού σχηματισμού	23
<u>Εικόνα 2:</u> Ο κύκλος του αζώτου	29
<u>Εικόνα 3:</u> Το τεστ Νιτρικών Merck	69
<u>Εικόνα 4:</u> Άποψη Εργαστηρίου Αναλύσεων Νερού	70
<u>Εικόνα 5:</u> Φωτόμετρο MERCK	71

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθηγητή Δρ. Κούγκολο Αθανάσιο τόσο για την επιστημονική όσο και την ηθική υποστήριξή του στην εκπόνησή της, καθώς και την Δρ. Εμμανουήλ Χριστίνα (Επιστημονική Συνεργάτη ΤΜΧΠΠΑ) για τις σημαντικές υποδείξεις της.

Ευχαριστώ επίσης τον κ. Λάβδα Δημήτριο και την κα Παπαστεργίου Μαρίνα, υπεύθυνη ποιοτικού ελέγχου της ΔΕΥΑΤ, στα εργαστήρια των οποίων πραγματοποιήθηκαν οι έλεγχοι των δειγμάτων, για την καθοδήγησή τους στις μεθόδους μέτρησης και τις πληροφορίες που μου προσέφεραν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την απεριόριστη στήριξη και αγάπη που μου προσφέρει σε κάθε μου προσπάθεια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην έρευνα αυτή, διερευνήθηκε η συγκέντρωση περιεκτικότητας σε νιτρικά ιόντα (NO_3^-) και αναλύθηκε η ποιότητα των υδάτων σε περιοχές του Δήμου Τρικαίων. Συγκεντρώθηκαν συνολικά 17 δείγματα, από τα οποία τα τέσσερα (4) προήλθαν από επιφανειακά νερά (ποτάμια), επτά (7) από τα δίκτυα ύδρευσης και τα υπόλοιπα έξι (6) από γεωτρήσεις. Πεδίο της έρευνάς μας αποτέλεσε ο διευρυμένος Δήμος Τρικαίων και συγκεκριμένα οι οικισμοί του Αγναντερού, των Μ. Καλυβίων, ο Καραβόπορος, η Φωτάδα, το Βαλτινό, το Διαλεκτό, η Μεγάρχη, το Μ. Κεφαλόβρυσο, η Σωτήρα, το Αρδάνι, ο Παλαιόπυργος και οι γεωτρήσεις της ΔΕΥΑΤ στο Αντλιοστάσιο, το Ριζαριό, την ΑΓΡΕΞ στην Αγία Μονή, στο Πύργο και τους Αγ. Αποστόλους. Η επιλογή των θέσεων έγινε με συγκεκριμένα κριτήρια, δηλαδή: α) την απόσταση από εκτάσεις καλλιεργειών, β) τις παλαιότερες έρευνες που έδειξαν παρουσία νιτρικών εκεί, γ) την κάλυψη μιας ευρείας περιοχής και δ) την ευκολία συλλογής των δειγμάτων. Η δειγματοληψία έλαβε χώρα σε τρεις φάσεις: η πρώτη καταγραφή νιτρικών στις γεωτρήσεις έγινε την άνοιξη, η δεύτερη το Σεπτέμβριο και οι υπόλοιπες το Δεκέμβριο του 2011. Η περίοδος του Σεπτεμβρίου είναι χαρακτηριστική, καθώς παρατηρούνται αυξήσεις σε συγκέντρωσης νιτρικών λόγω της εποχικότητας του φαινομένου της Νιτρορύπανσης. Στο εργαστήριο, ο προσδιορισμός των νιτρικών ιόντων των υπό εξέταση δειγμάτων έγινε με τη χρήση φωτόμετρου. Παρατηρήθηκε πτώση των παλαιότερων επιπέδων νιτρορύπανσης, εκτός από τις περιοχές ανατολικά των Τρικάλων. Οι περιοχές με αγροτική δραστηριότητα παρουσιάζουν σαφή βελτίωση στα επίπεδα της νιτρορύπανσης. Οι γεωτρήσεις του δικτύου ύδρευσης χαρακτηρίζονται από πολύ μικρές περιεκτικότητες σε νιτρικά. Γενικά, στο Δήμο Τρικαίων μπορούμε να πούμε ότι το νερό χαρακτηρίζεται ως καλής ποιότητας.

Λέξεις κλειδιά: νιτρορύπανση, νερό, δίκτυο ύδρευσης, ποιότητα νερού, δειγματοληψία

SUMMARY

In this research, we tried to estimate the concision in nitric ions (NO_3^-) and analyse the quality of drinkable water in the area of Trikala. Seventeen (17) samples were taken in total, four (4) of which came from surface water (rivers), seven (7) from the water supply network and the last six (6) from underground water (drillings). In particular, our research took place in the areas of Agnantero, M. Kalivion, Karavoporos, Fotada, Valtino, Dialexto, Megarxi, M. Kefalovriso, Sotira, Ardani, Palaiopyrgos and the drillings of the Water Company in Trikala: Rizario, AGREX in Agia Moni, Pyrgos and Agioi Apostoloi. This selection of the sampling spots, followed specific criteria: a) the closeness to agricultural regions, b) the previous data of NO_3^- concision, c) as wide research as possible and d) the accessibility of the areas. The

samples were gathered in three phases, in the spring, in September and in December of 2011. In the fall, the nitrate pollution is most common due to the rains. The assessment of water concision in NO_3^- was done by using a photometer. By the results, we see that the nitrates pollution, due to fertilisers, is reduced and localized in the east side of the city. Agricultural regions show improvement in the NO_3^- concisions. The drillings of the area, as part of the network, show low concision in nitric ions. In general, the Municipality of Trikala has a good quality water supply network.

Key words: nitrates pollution, water, water network, water quality, sampling

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.

Αντικείμενό της είναι η διερεύνηση της περιεκτικότητας σε νιτρικά ιόντα (NO_3^-) γλυκών νερών σε περιοχές του Δήμου Τρικκαίων.

Στόχος του ελέγχου της συγκεκριμένης παραμέτρου ποιότητας νερού, είναι ο σχηματισμός της σημερινής εικόνας του φαινομένου νιτρορύπανσης (δηλ. της ρύπανσης του νερού από NO_3^-), και η καταγραφή των σημερινών χαρακτηριστικών του προβλήματος (ποσοτική και χωρική κατανομή NO_3^-).

Με την παρούσα έρευνα παρουσιάζονται τα πιο πρόσφατα στοιχεία για την παρουσία νιτρικών, στη συνολική προσπάθεια παρακολούθησης της πορείας του φαινομένου, πορεία που καθορίζει την εξέλιξη της ποιότητας του νερού που χρησιμοποιείται για την ύδρευση και άρδευση της πόλης των Τρικάλων.

Το πόσιμο νερό αποτελεί πολύτιμο αγαθό. Στα σύγχρονα αστικά κέντρα η διασφάλιση της ποιότητας του είναι ένα ζήτημα μεγάλης προτεραιότητας. Ως πόσιμο νερό χαρακτηρίζεται το νερό το οποίο περιέχει ελάχιστα ίχνη οργανικών ουσιών και μικρή ποσότητα ανόργανων αλάτων και το οποίο μπορεί να καταναλωθεί από τον άνθρωπο χωρίς να κινδυνεύει η υγεία του. Πρέπει να είναι διαυγές, άχρωμο, άοσμο, δροσερό.

Δυστυχώς τα τελευταία χρόνια έχουμε παρατηρήσει ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του νερού και αύξηση του φαινομένου της νιτρορύπανσης. Οι κύριες πηγές προέρχονται κατά κύριο λόγο από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Τη σημαντικότερη πηγή νιτρορύπανσης αποτελούν οι πάσης φύσεως αγροτικές δραστηριότητες, γεωργικές και κτηνοτροφικές. Η συρρίκνωση του γεωργικού τομέα και οι οικονομικές δυσκολίες που έχει επιφέρει, οδηγούν στην υπέρμετρη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων με σκοπό τη βελτίωση της παραγωγής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων νιτρικών ενώσεων στο υπέδαφος. Οι υψηλές συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων παρατηρούνται όχι μόνο σε περιοχές με αυξημένη γεωργική δραστηριότητα, αλλά επίσης και σε περιοχές όπου παρατηρείται μεγάλη συγκέντρωση βιομηχανικών αποβλήτων, αποβλήτων ζωικών εκμεταλλεύσεων, και αστικών λυμάτων.

Θέλοντας να κατανοήσουμε τις διαστάσεις του προβλήματος στην συγκεκριμένη περιοχή, δομούμε την παρούσα εργασία στα εξής κεφάλαια:

Κεφάλαιο 1: *Νερό, έδαφος και Νιτρορύπανση*. Αναφερόμαστε στη σύσταση του πόσιμου νερού, την υγειονομική σημασία των χημικών παραμέτρων, το ρόλο του εδάφους και της ανθρώπινης δραστηριότητας, το φαινόμενο της νιτρορύπανσης και το νομοθετικό πλαίσιο.

Κεφάλαιο 2: *Περιοχές Δειγματοληψίας*. Παραθέτουμε τα γεωγραφικά, δημογραφικά, οικονομικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης περιοχής ώστε να εντοπιστούν τα αίτια του φαινομένου.

Κεφάλαιο 3: *Η Νιτρορύπανση κατά τα προηγούμενα έτη*. Προηγούμενες έρευνες και μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ώστε να αποκτήσουμε εικόνα της κατάστασης στην περιοχή.

Κεφάλαιο 4: *Η Νιτρορύπανση στη σημερινή έρευνα*. Η δειγματοληψία και τα αποτελέσματα των μετρήσεων για την πορεία του φαινομένου στην περιοχή.

Κεφάλαιο 5: *Αποτελέσματα Παρούσας Έρευνας και Προηγούμενων Ερευνών*. Συνοψίζονται τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας και των προηγούμενων ερευνών προκειμένου να διευκολυνθεί η σύγκριση και η εξαγωγή συμπερασμάτων για τη διαχρονική πορεία του φαινομένου σε κάθε σημείο της περιοχής.

Κεφάλαιο 6: *Γενικά Συμπεράσματα και Προτάσεις* για καλύτερο έλεγχο και αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του φαινομένου της νιτρορύπανσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Νερό, Έδαφος και Νιτρορύπανση

Το φαινόμενο της νιτρορύπανσης αφορά άμεσα δύο παράγοντες του περιβάλλοντος: το νερό και το έδαφος. Το νερό, ως υγρό φυσικό στοιχείο που περιέχει μεταξύ άλλων και νιτρικά ιόντα (NO_3^-) και το έδαφος ως στερεό φυσικό στοιχείο που καθορίζει το βαθμό διείσδυσης του νερού στον υπόγειο υδροφόρο. Και τα δύο στοιχεία σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, επηρεάζουν την τελική συγκέντρωση των NO_3^- στα υπόγεια νερά, άρα, το βαθμό νιτρορύπανσης των υπογείων νερών μιας συγκεκριμένης περιοχής.

1.1 Το Νερό

«Το νερό δεν είναι εμπορικό προϊόν όπως όλα τα άλλα, αλλά αποτελεί κληρονομιά που πρέπει να προστατεύεται και να τηγχάνει της κατάλληλης μεταχείρισης»

(Οδηγία 2000/60 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου)

Το νερό, που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση δεν πρέπει να περιέχει χημικές ουσίες και μικροοργανισμούς σε ποσότητες που μπορεί να έχουν επιπτώσεις στην υγεία. Πρέπει να είναι ασφαλές και ακίνδυνο για την υγεία, να μην είναι θολό και να μην έχει χρώμα και δυσάρεστη οσμή και γεύση.

Η τοποθεσία, η κατασκευή, η λειτουργία και η επίβλεψη μιας πηγής υδροληψίας πρέπει να είναι τέτοιες που να αποκλείουν οποιαδήποτε ρύπανση και του νερού.

Το πόσιμο νερό μπορεί να είναι επιφανειακής (ταμιευτήρες, λίμνες, ποτάμια) ή υπόγειας προέλευσης. Το υπόγειο νερό προέρχεται από τους υδροφορείς, που είναι υπόγειοι γεωλογικοί σχηματισμοί και έχουν τη δυνατότητα να κατακρατούν τα νερά της βροχής (ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις).



Σχήμα 1: Διαχείριση νερού ως φυσικός πόρος,
Πηγή: Μιγκίρος, 2006

1.1.1 Η Ποιότητα του νερού και Παράγοντες που την Επηρεάζουν.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες η φυσική ποιότητα των υδατικών πόρων μειώθηκε σημαντικά λόγω των διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων και χρήσεων του νερού. Οι περισσότερες περιπτώσεις ρύπανσης αναπτύχθηκαν βαθμιαία μέχρις ότου έγιναν φανερές και μετρήσιμες. Χρειάστηκε αρκετός χρόνος μέχρι να φτάσουμε στην αναγνώριση των προβλημάτων της ρύπανσης και ακόμα περισσότερος για να γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις και οι έλεγχοι (Koutsoyiannis, 2009).

Οι αστικές συγκεντρώσεις, οι βιομηχανικές και οι γεωργικές δραστηριότητες προκαλούν ρύπανση των νερών με τα αέρια και τα στερεά, αλλά προπάντων με τα υγρά απόβλητά τους. Τα αστικά λύματα αποτελούν τον κύριο όγκο των υγρών αποβλήτων μιας πόλης. Τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων περιέχουν επιπλέον τοξικές οργανικές ενώσεις, διάφορα μέταλλα, όπως ο μόλυβδος και ο υδράργυρος, κλπ. Οι αστικές δραστηριότητες επιβαρύνουν με ρύπανση και τα όμβρια νερά, τα οποία όταν διέρχονται από τους δρόμους της πόλης φορτίζονται με μία μεγάλη ποικιλία ρύπων, όπως ο μόλυβδος και το κάδμιο, σε μικρές γενικά συγκεντρώσεις. Τα κάθε είδους υγρά απόβλητα καταλήγουν στους υγρούς αποδέκτες που είναι επιφανειακοί ή υπόγειοι.

Η χημική σύνθεση των επιφανειακών υδάτων εξαρτάται κυρίως από τη χημική σύσταση των πετρωμάτων και του εδάφους, μέγεθος και σχήματος της λεκάνης απορροής, τις κλιματικές αλλαγές και την υπάρχουσα πανίδα και χλωρίδα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες (Baltas, 2008).

Προέλευση	Έργα	Χρήση
1. Επιφανειακό νερό	Φράγματα	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ύδρευση αστικών κέντρων
	Λιμνοδεξαμενές	Άρδευση
2. Υπεδαφικό νερό	Γεωτρήσεις	Για άρδευση και τοπικά για ύδρευση και βιομηχανική χρήση
	Φυσικές Πηγές	Μικτή χρήση
	Θερμομεταλλικές Πηγές	Ιαματικά λουτρά
3. Παράκτιες εκροές νερού	Πηγές παράκτιες, υποθαλάσσιες	Ύδρευση
4. Ανακύκλωση	Βιολογικοί καθαρισμοί	Άρδευση και βιομηχανική χρήση

*Πίνακας 1: Οι κατηγορίες του νερού και Χρήση Γης στην Ελλάδα
Ιδία επεξεργασία βάσει στοιχείων Μιγκίρος, 2006*

Οι κύριες χρήσεις του νερού που μας απασχολούν, καθώς αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για τη διαβίωση μας, είναι η ύδρευση και η άρδευση.

Α) Άρδευση

Είναι η παροχή νερού, με τεχνητά μέσα, σε καλλιεργούμενο έδαφος για την ανάπτυξη των σπαρτών. Έτσι, αντιλαμβανόμαστε ότι η χρήση του νερού σε αυτήν την περίπτωση, συνδέεται άμεσα με την ποιότητα του, με την ποιότητα του εδάφους και το κλίμα. Πιο συγκεκριμένα συνδέεται με: (Λιακατά, 2006).

1. Τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους
2. Τις συνθήκες στράγγισης και έκπλυσης αλάτων.
3. Το ύψος της στάθμης του υπόγειου νερού.

4. Τον τρόπο άρδευσης.
5. Το εύρος των αρδεύσεων και τις χορηγούμενες δόσεις νερού σε κάθε άρδευση.
6. Την αντοχή των καλλιεργειών στα άλατα του νερού σε σχέση με την μηχανική σύσταση των εδαφών.
7. Την ιδιαιτερότητα των φυτικών ειδών να παρουσιάζουν ευαισθησία στα επί μέρους ιόντα του νερού.
8. Τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.

Οι αρδεύσεις έχουν στόχο την καλύτερη απόδοση των καλλιεργειών και παράλληλα την προστασία του εδάφους. Ανάλογα με την παρουσία στο νερό αλάτων και αλκαλικών στοιχείων και την ποιότητα του εδάφους (κακή μηχανική σύσταση) εμφανίζονται σοβαρά προβλήματα συμπεριφοράς εδαφών που επηρεάζουν τις καλλιέργειες, δηλαδή τα προϊόντα που τελικά καταναλώνουμε όπως εναλατωμένα εδάφη και αλκαλιωμένα εδάφη (Τσιάκαλου, 2008)

B) Ύδρευση

Είναι η παροχή πόσιμου νερού, με τις μικρότερες απαιτήσεις σε ποσότητα και τις μεγαλύτερες σε ποιότητα. Πραγματοποιείται μέσω της άντλησης επιφανειακών (λίμνες: φυσικές ή τεχνητές, χειμάρρους, ποτάμια) και υπογείων υδάτων (Κούγκολος, 1999). Οι πηγές και γενικότερα τα υπόγεια ύδατα είναι κατά κανόνα καθαρά και ασφαλή προς χρήση και κατανάλωση. Αντίθετα, τα επιφανειακά νερά (ποτάμια, λίμνες) πρέπει να υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία καθαρισμού πριν τη χρήση τους.

Για το λόγο αυτό, το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων έχει εκδώσει μία σειρά από οδηγίες σχετικά με το πόσιμο νερό, οι οποίες καθορίζουν ενδεικτικά και ανώτατα παραδεκτά επίπεδα συγκέντρωσης μικροβιολογικών, χημικών και φυσικών παραμέτρων (Οδηγία 2000/60).

1.1.2 Η Υγειονομική σημασία των ποιοτικών παραμέτρων του νερού

Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άχρωμο, άοσμο, δροσερό και με ευχάριστη γεύση. Τα φυσικά νερά είναι λογικό να περιέχουν αιωρούμενα και διαλυμένα ανόργανα και οργανικά στερεά καθώς και μικροοργανισμούς. Τα συστατικά αυτά προέρχονται είτε από φυσικές πηγές είτε από τη διάθεση αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων. Η χημική σύσταση των φυσικών νερών οφείλεται στις αντιδράσεις του νερού με τα πετρώματα της γης. Επίσης, η χημική του σύσταση τροποποιείται με τη βοήθεια βιολογικών μεταβολισμών και επηρεάζεται από τον υδρολογικό κύκλο (Στουρνάρας, 2006).

Εάν τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων σ' ένα νερό υπερβαίνουν τις ανώτερες παραδεκτές συγκεντρώσεις που ορίζει η Υγειονομική Διάταξη (Υ.Α. ΔΥΓ2/Γ.Π. οικ 38295/2007 - Τροποποίηση της Υγειονομικής Διάταξης κοινής υπουργικής απόφασης Υ2/2600/2001 «Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης», σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998 – ΦΕΚ 630B/2007), τότε ή το νερό κρίνεται ακατάλληλο ή λαμβάνονται μέτρα για τον καθαρισμό του (π.χ. χλωρίωση, καθίζηση, προστασία πηγής).

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού μπορούν να διακριθούν σε φυσικοχημικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά. (Νταρακάς, 2010)

A. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και διαλυμένο οξύγονο

Χρώμα

Είναι ανεπιθύμητο για το πόσιμο νερό. Το φυσικό νερό είναι διαυγές και άχρωμο. Εμφάνιση χρώματος υποδηλώνει την παρουσία χρωστικών ουσιών, φυτικών από ρίζες φυτών, φύλλα δέντρων, είτε οργανικών ή ανόργανων (άλατα, σίδηρος, μαγγάνιο). Πρέπει να εξεταστεί χημικά για να αναζητηθεί η προέλευση του.

Θολότητα

Με τον όρο θολότητα εννοούμε την απουσία διαύγειας σε ένα υγρό δείγμα. Είναι η ιδιότητα του νερού να προκαλεί διάχυση και απορρόφηση του φωτός. Οφείλεται κυρίως στην ύπαρξη λεπτόκοκκων σωματιδίων ανόργανων και οργανικών υλικών τα

οποία αιωρούνται και είναι διάσπαρτα στην υγρή φάση. Αποτελεί μεταβαλλόμενη παράμετρος ποιότητας του νερού (Μήτρακας, 2001).

Νερό που είναι θολό πρέπει να ελεγχθεί για ρύπανση. Η μέτρηση της θολότητας γίνεται με το θολερόμετρο.

Πολλοί παθογόνοι οργανισμοί εγκλωβίζονται στα σωματίδια που αιωρούνται και προστατεύονται από το απολυμαντικό μέσο. Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι διαυγές όταν φτάσει στον καταναλωτή (Κουϊμτζής, 1998).

Οσμή και Γεύση

Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από κάθε ίχνος δυσάρεστης οσμής και γεύσης, δηλαδή να είναι άοσμο και άγευστο.

Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά καθορίζονται από την προέλευση του νερού (αν περιέχει διάφορες χημικές ουσίες, διαλυμένες ή οργανικές ουσίες σε αποσύνθεση ή μικροοργανισμούς και διαλυμένα στο νερό αέρια) και από τις επεμβάσεις που σχετίζονται με τις μεθόδους επεξεργασίας.

Όλα τα νερά έχουν την ιδιαίτερη γεύση τους. Γεύση και οσμή στο νερό συνήθως δεν θεωρείται σημαντική από την άποψη της υγείας. Όμως δεν είναι επιθυμητή στο πόσιμο νερό.

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει τη γεύση του. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία το νερό είναι λιγότερο εύγευστο γιατί εκδιώκονται τα διαλυμένα σ' αυτό αέρια. Η πλέον επιθυμητή διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού που προορίζεται για πόσιμο είναι μεταξύ 5 και 12 ° C. Πάνω από τους 12 ° C το νερό καθίσταται λιγότερο κατάλληλο για ορισμένες χρήσεις (Κύριου, 2010).

Αγωγιμότητα

Η αγωγιμότητα είναι η ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Το καθαρό νερό δεν είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Αυτή η ικανότητα εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, την ολική τους συγκέντρωση, το σθένος και τις επιμέρους συγκεντρώσεις τους, καθώς και την θερμοκρασία μέτρησης. Η αγωγιμότητα στα νερά αυξάνει με την θερμοκρασία.

Χλωριούχα

Στη φύση είναι ευρέως διαδεδομένα σαν άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου και προέρχονται από τη διάβρωση των βράχων. Εισδύουν στο έδαφος ή μεταφέρονται σε κλειστές δεξαμενές και τους ωκεανούς. Μπορεί όμως να προκύψουν από τη χρήση λιπασμάτων, από λύματα και βιομηχανικά απόβλητα ή διείσδυση θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές.

Δεν έχουν επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν στο πόσιμο νερό γλυφή γεύση (Κουϊμτζής, 1998).

Ασβέστιο

Υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και κύρια προέλευσή του είναι τα ανθρακικά ιζηματογενή πετρώματα και τα μάρμαρα. Η συγκέντρωση ασβεστίου κυμαίνεται από μηδέν μέχρι μερικές εκατοντάδες mg/L ανάλογα με την προέλευση του νερού και συμβάλλει στην ολική σκληρότητά του. Δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Μαγνήσιο

Είναι σε αφθονία στη φύση και είναι από τα συνηθισμένα συστατικά των φυσικών νερών. Τα άλατά του μαζί με του ασβεστίου είναι υπεύθυνα για την ολική σκληρότητα του νερού και όταν θερμανθούν σχηματίζουν επικαθήματα στις σωληνώσεις και τους λέβητες αλλά είναι απαραίτητο για την υγεία του ανθρώπου.

Σκληρότητα

Η σκληρότητα του νερού οφείλεται στην παρουσία πολυσθενών κατιόντων κυρίως ασβεστίου (Ca^{2+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}) και διακρίνεται σε ολική, προσωρινή και μόνιμη.

Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία αντιθέτως έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυξημένης σκληρότητας και μείωσης των καρδιαγγειακών παθήσεων.

Το σκληρό νερό δεν έχει καλή γεύση, εμποδίζει το καλό βράσιμο των τροφίμων, δεν κάνει αφρό με το σαπούνι και δημιουργεί επικαθήματα στις σωληνώσεις και στις οικιακές συσκευές.

Νάτριο

Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Λόγω της αφθονίας του στη φύση περιέχεται σε όλα τα φυσικά νερά σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 1-500 mg/L. Στα πόσιμα νερά δεν υπερβαίνει τα 20 mg/L, εκτός των περιπτώσεων που έχει γίνει αποσκλήρυνση σε νερά με μεγάλη σκληρότητα. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 200 mg/L επηρεάζει τη γεύση του νερού.

Όταν το νερό άρδευσης περιέχει πολύ νάτριο, ώστε η αναλογία $Na/(Ca+Mg)$ είναι υψηλή, τότε τα εδάφη έχουν μειωμένη διαπερατότητα στο νερό και τον αέρα, κακή αποστράγγιση και σχίζονται όταν στεγνώσουν. Παράλληλα με τη δυσμενή δράση του νατρίου στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, μπορεί επίσης να παρατηρηθεί τοξικότητα νατρίου στα φυτά. Από τα διάφορα άλατα, αυτά που περιέχουν νάτριο είναι και τα πιο επιβλαβή.

Για τη διάγνωση της καταλληλότητας του νερού άρδευσης προσδιορίζεται η τιμή του χαρακτηριστικού δείκτη SAR (Sodium Adsorption Ratio – το λεγόμενο “πηλίκιο προσρόφησης Na”). Η τιμή της βρίσκεται με προσδιορισμό του περιεχομένου του νερού άρδευσης σε νάτριο, ασβέστιο και μαγνήσιο σε meq/L (Νταρακάς, 2010).

Κάλιο

Είναι στοιχείο σε αφθονία στη φύση. Επομένως βρίσκεται σε όλα τα φυσικά νερά.. Σπάνια όμως η περιεκτικότητα των πόσιμων νερών φθάνει τα 20 mg/L σε κάλιο. Δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Διαλυμένο οξυγόνο

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (D.O.) στο νερό αποτελεί αναμφισβήτητο δείκτη της κατάστασης και της βιωσιμότητας του υδάτινου οικοσυστήματος και υποδηλώνει πρόσφατη έκθεση του νερού στην επίδραση της ατμόσφαιρας.

Η περιεκτικότητα του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι στο σημείο κορεσμού, δηλ. 100%, οπότε το νερό έχει ευχάριστη γεύση. Το διαλυμένο οξυγόνο ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και η αλατότητα του νερού.

Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία. Υπάρχουν όμως κάποιες έμμεσες επιπτώσεις, όπως διάβρωση των σωληνώσεων με αποτέλεσμα να αυξάνεται η περιεκτικότητα του νερού σε μέταλλα.

B. Χαρακτηριστικά που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες

Ενώσεις αζώτου (Αμμωνία –Νιτρώδη –Νιτρικά)

Ο προσδιορισμός των διαφόρων ενώσεων του αζώτου στο πόσιμο νερό αποτελεί δείκτη για την υγειονομική ποιότητα του νερού. Πριν τη χρήση βακτηριολογικών αναλύσεων, η μέτρηση των ενώσεων του αζώτου στο νερό ήταν ο μόνος δείκτης για πιθανή μόλυνση. Αρχικά στα νερά το άζωτο βρίσκεται υπό την μορφή οργανικού αζώτου και αμμωνίας. Καθώς περνάει ο χρόνος το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σταδιακά σε αμμωνία και στη συνέχεια εάν υπάρχουν αερόβιες συνθήκες γίνεται οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη και νιτρικά.

Αμμωνία (NH₃)

Τα υπόγεια νερά περιέχουν συνήθως αμμωνία λιγότερο από 0,2 mg/L. Η αμμωνία δεν επηρεάζει άμεσα την υγεία στις συγκεντρώσεις που υπάρχει στα πόσιμα νερά, αποτελεί όμως σημαντικό δείκτη ρύπανσης από κοπρανώδεις ουσίες. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0,2 mg/L δημιουργεί προβλήματα οσμής και γεύσης στο νερό και ελαττώνει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Ακόμη συμβάλλει στο σχηματισμό νιτρωδών στα συστήματα ύδρευσης.

Νιτρώδη (NO₂⁻) – Νιτρικά (NO₃⁻).

Αποτελούν τμήμα του κύκλου του αζώτου στη φύση αλλά η συγκέντρωση νιτρικών είναι συνήθως χαμηλή. Υψηλές συγκεντρώσεις οφείλονται σε λιπάσματα, απορρίμματα και ζωικά ή ανθρώπινα απόβλητα. Υπάρχουν ακόμη και στον αέρα, λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με αποτέλεσμα να παρασύρονται από τη βροχή ή να αποτίθενται στο έδαφος.

Τα πόσιμα νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσουν στα παιδιά την ασθένεια μεθαιμογλοβιναίμια, λόγω της αναγωγής τους σε νιτρώδη. Τα νιτρώδη και νιτρικά, στο περιβάλλον του στομάχου, σχηματίζουν N-νιτροζοενώσεις, που είναι καρκινογόνες (Δαλίγκαρου, 2008)

Σίδηρος

Τα νερά, στην υπόγεια πορεία τους, διέρχονται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου. Συνεχής κατανάλωση νερού με υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου, μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο, και ιδιαίτερα στα παιδιά, βλάβες στους ιστούς.

Ο σίδηρος δίνει στο νερό γεύση που είναι ανιχνεύσιμη σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Ακόμη προκαλεί προβλήματα στα πλυντήρια και υφαντήρια και στους αγωγούς διανομής νερού.

Μαγγάνιο

Δεν έχουν διαπιστωθεί βλαβερές συνέπειες στην υγεία από πόσιμο νερό που περιέχει μαγγάνιο. Θεωρείται από τα στοιχεία τα λιγότερο τοξικά για τον άνθρωπο.

Υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση. Διευκολύνει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στα δίκτυα με αποτέλεσμα αύξηση της θολότητας, δημιουργία οσμών και αποθέσεων.

Χαλκός

Τα άλατα του χαλκού είναι τοξικά στα υδρόβια φυτά. Λόγω της διάβρωσης των χάλκινων σωληνώσεων, σημαντικές ποσότητες χαλκού διαλύονται στο πόσιμο νερό. Αν το νερό μείνει στάσιμο 12 ώρες στις σωληνώσεις, η συγκέντρωση χαλκού μπορεί να υπερβεί τα 20 mg/L.

Ο χαλκός προσδίδει χρώμα και στυπτική γεύση στο πόσιμο νερό. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.

Ψευδάργυρος

Είναι σημαντικό στοιχείο για τον άνθρωπο και τα ζώα. Πηγές ψευδαργύρου στο νερό είναι η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων και τα απόβλητα μεταλλείων. Συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 5 mg/L προσδίδουν χρώμα και στυπτική γεύση στο πόσιμο νερό. Δεν έχουν παρατηρηθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Φώσφορος

Όλες οι ενώσεις του φωσφόρου συναντώνται στα νερά διαλυμένες, σε μορφή σωματιδίων ή στο σώμα των υδρόβιων οργανισμών. Ο φώσφορος, όπως και το άζωτο, είναι βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των αλγών και η περιεκτικότητά του στα νερά αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στον ευτροφισμό των επιφανειακών νερών.

Η παρουσία ανόργανου φωσφόρου οφείλεται στα ανθρώπινα λύματα και προέρχεται από τη διάσπαση των πρωτεϊνών κατά τον μεταβολισμό. Επίσης υπάρχει σε πολλά απορρυπαντικά και στα φωσφορικά λιπάσματα. Μικρά ποσά φωσφορικών

εισέρχονται στα δίκτυα από την επεξεργασία του νερού, όπου χρησιμοποιούνται για να εμποδιστεί η διάβρωση στις σωληνώσεις. Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία.

Φθόριο

Συνήθως βρίσκεται στα υπόγεια νερά. Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Από έρευνες και επιδημιολογικές μελέτες διαπιστώθηκε, ότι το φθόριο σε μικρά ποσά στο νερό (μέχρι 1 mg/L) είναι ωφέλιμο, γιατί εμποδίζει τη δημιουργία τερηδόνας στα δόντια, ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκαλεί τη φθορίαση ή και βλάβες στα οστά.

Χρησιμοποιείται κατά βάση στην παραγωγή αλουμινίου, σε βιομηχανίες χάλυβα και γυαλιού, στα λιπάσματα και στα κεραμικά.

Σε νερά που δεν περιέχουν φθόριο γίνεται φθορίωση με προσθήκη φθοριούχων και φθοριοπυριτικών ενώσεων. Σ' αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να ελέγχεται συχνά η περιεκτικότητα του νερού σε φθόριο, ώστε να μην υπερβεί το επιτρεπτό όριο.

Χλώριο υπολειμματικό

Σε νερά που χλωριώνονται πρέπει να μετρηθεί το υπολειμματικό χλώριο. Η τιμή του μας δείχνει αν η χλωρίωση που γίνεται είναι επαρκής. Κατά την χλωρίωση προστίθεται στο νερό ποσότητα χλωρίου αρκετή ώστε να καταστραφούν τα παθογόνα μικρόβια και να παραμείνει ελεύθερο χλώριο για να μη μολυνθεί το νερό μέσα στις σωληνώσεις.

Το χλώριο δίνει στο νερό ελαφρά οσμή. Οι μικρές ποσότητες χλωρίου που υπάρχουν στα πόσιμα νερά είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο. Μεγάλες ποσότητες χλωρίου προκαλούν ερεθισμό του στόματος και του λάρυγγα. Η χλωρίωση του νερού πρέπει να γίνεται σωστά και να παρακολουθείται συστηματικά, ώστε να φθάνουν στους καταναλωτές μικρά μόνο ποσά χλωρίου (Δαλίγκαρου, 2008).

Γ. Χαρακτηριστικά που αφορούν τοξικές ουσίες

Αρσενικό

Τα φυσικά νερά περιέχουν αρσενικό σε συγκεντρώσεις πάνω από 5 μg/L. Προέρχεται από τα μεταλλεία, αφού υπάρχει σχεδόν σε όλα τα θειούχα ορυκτά, από τα εντομοκτόνα και την καύση ορυκτών καυσίμων. Οι φυσικές πηγές αρσενικού στο περιβάλλον είναι τα ηφαίστεια και η αποσύνθεση της φυτικής οργανικής ύλης. Είναι

τοξικό και πιθανόν καρκινογόνο. Η χρήση του προκαλεί βλάβες στο γαστρικό, νευρικό και αναπνευστικό σύστημα και διάφορες αλλοιώσεις στο δέρμα.

Κάδμιο

Συναντάται στη φύση σε θειούχα ορυκτά με το μόλυβδο και τον ψευδάργυρο. Στα φυσικά νερά βρίσκεται κυρίως στα ιζήματα των βυθών και σε αιωρούμενα σωματίδια.

Σε μη ρυπασμένα νερά η συγκέντρωση του καδμίου είναι κάτω από 1 μg/L. Πηγές του καδμίου στο νερό είναι τα βιομηχανικά απόβλητα και η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων.

Σε συστήματα ύδρευσης, που τροφοδοτούνται με νερό μαλακό χαμηλού pH, μπορεί να βρεθούν ψηλές συγκεντρώσεις καδμίου, επειδή αυτά τα νερά είναι πιο διαβρωτικά και η διαλυτότητά του καδμίου στο νερό εξαρτάται από το pH και τη σκληρότητα. Έχει βρεθεί ότι προκαλεί καρκίνο σε πειραματόζωα και ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες το συνδέουν με καρκίνο στον άνθρωπο.

Χρώμιο

Υπάρχει στη φύση με τη μορφή τρισθενούς κατιόντος (Cr^{3+}). Στο υδάτινο περιβάλλον βρίσκουμε κυρίως άλατα του εξασθενούς χρωμίου (Cr^{6+}), επειδή είναι ευδιάλυτα. Στην ατμόσφαιρα βρίσκεται στα αεροζόλ και παρασύρεται από τη βροχή ή εναποτίθεται στο έδαφος ρυπαίνοντας τα επιφανειακά νερά.

Η μέση συγκέντρωση στο νερό της βροχής είναι 0,2 – 1 μg/L, στο θαλασσινό 0,05 μg/L και στα φυσικά νερά 0,5 – 2 μg/L, ενώ στα υπόγεια είναι πολύ χαμηλή. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα.

Οι επιδράσεις του χρωμίου στην υγεία εξαρτώνται από τη μορφή του. Το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ τοξικό. Προκαλεί βλάβες στο δέρμα και το συκώτι και θεωρείται καρκινογόνο. Το τρισθενές χρώμιο δεν έχει βρεθεί ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.

Μόλυβδος

Είναι πολύ τοξικό μέταλλο. Τα φυσικά νερά συνήθως περιέχουν μέχρι 5 μg/L μόλυβδο. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε απόβλητα ορυχείων, βιομηχανιών, στη διάβρωση μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Στις

περισσότερες χώρες έχει εγκαταλειφθεί και χρησιμοποιείται αμόλυβδη βενζίνη. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή μπαταριών, κραμάτων, χρωστικών, αντισκωριακών.

Στο θέμα της υγείας, υπήρξαν δηλητηριάσεις από μόλυβδο στο πόσιμο νερό, που προήλθε από διάβρωση των μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να εγκαταλειφθούν οι μολύβδινοι σωλήνες για το νερό και να απαγορευθεί η χρήση χρωμάτων με βάση το μόλυβδο για εσωτερική διακόσμηση. Είναι δηλητήριο με συσσωρευτική δράση (Παππά, 2001).

1.2 Το Έδαφος

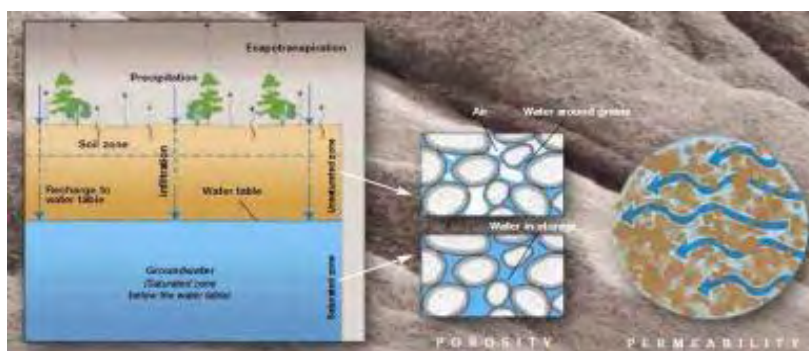
Το μέγεθος της ποιότητας και της ποσότητας των υπογείων νερών μιας περιοχής, εξαρτάται και από τον τύπο των γεωλογικών σχηματισμών που υπάρχουν σ' αυτό, ο οποίος καθορίζει και τη διαπερατότητά τους.

Συνεπώς, το πόσο «πλούσια» ή «φτωχή» σε υπόγεια νερά είναι μια περιοχή εξαρτάται από τη ποσότητα των ατμοσφαιρικών κατακρημισμάτων (υγρό ή ξηρό κλίμα) και από τους τύπους γεωλογικών σχηματισμών που υπάρχουν σ' αυτή.

1.2.1 Υπόγεια νερά και Έδαφος

Τα υπόγεια νερά συναντώνται σχεδόν παντού κάτω από την επιφάνεια της γης.

Η διαθεσιμότητα των υπογείων νερών, ως πηγή νερού, εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη γεωλογία της επιφάνειας και του υπεδάφους καθώς και από το κλίμα της περιοχής. Το πορώδες και η διαπερατότητα κάθε γεωλογικού σχηματισμού καθορίζει την ικανότητά του να συγκρατεί ή να επιτρέπει τη διέλευση του νερού (Vardoulakis, 1994).



Εικόνα 1: Πορώδες και διαπερατότητα ενός γεωλογικού σχηματισμού
Πηγή: www.prosodol.gr

Ως *πορώδες* χαρακτηρίζεται ο λόγος των κενών προς το συνολικό όγκο του πετρώματος και συνήθως εκφράζεται ποσοστιαία. Η άμμος και τα χαλίκια που δεν χαρακτηρίζονται από σημαντική συνοχή, συμβάλλουν στο σχηματισμό υδροφόρων ζωνών, εξαιτίας του μεγάλου αριθμού εσωτερικών κενών. Εάν οι κόκκοι άμμου ή χαλικιών έχουν περίπου το ίδιο μέγεθος, τα κενά που πληρώνονται με νερό καταλαμβάνουν μεγαλύτερο όγκο σε σχέση με τον όγκο που πληρώνεται σε περίπτωση που οι κόκκοι είναι διαφόρων διαμέτρων. Κατά συνέπεια, ένας υδροφόρος ορίζοντας που αποτελείται από κόκκους ομοιόμορφων διαστάσεων χαρακτηρίζεται από υψηλό πορώδες (Τσότσος, 1991).

Η *διαπερατότητα* εκφράζει την ικανότητα ενός υγρού να μετακινείται μέσω γεωλογικών σχηματισμών. Γεωλογικοί σχηματισμοί με υψηλή διαπερατότητα αποτελούν κατάλληλα σημεία για τη δημιουργία υδροφόρων ζωνών. Προκειμένου το νερό να μετακινηθεί μέσω υδροφόρων ζωνών θα πρέπει τα εσωτερικά κενά να συνδέονται μεταξύ τους. Ωστόσο, ορισμένοι γεωλογικοί σχηματισμοί μπορεί να χαρακτηρίζονται από υψηλό πορώδες, αλλά να μην συμβάλλουν στο σχηματισμό υδροφόρων ζωνών εάν τα κενά δεν συνδέονται μεταξύ τους ή εάν είναι πολύ μικρής διαμέτρου.

Μερικά ιζηματογενή πετρώματα, όπως οι ψαμμίτες και οι ασβεστόλιθοι, μπορούν επίσης να συμβάλλουν στη δημιουργία υδροφόρων ζωνών. Η διαπερατότητα του ασβεστολίθου οφείλεται σε ρωγματώσεις και κενά που δημιουργούνται λόγω διάβρωσής του από το νερό. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται καρστικές και παρατηρείται συνήθως η εμφάνιση σπηλαίων, κατακρημνίσεων και υπογείων διόδων.

Στα πυριγενή πετρώματα (π.χ. γρανίτες) και στα μεταμορφωμένα (π.χ. χαλαζίτης) τα οποία χαρακτηρίζονται από πολύ χαμηλό πορώδες, σχηματίζονται φτωχές υδροφόρες ζώνες, εκτός εάν τα πετρώματα αυτά αποτελούνται από ρωγματώσεις που συνδέονται μεταξύ τους (Τσότσος, 1991).

Το νερό κινείται μέσω των ζωνών αυτών προς τις περιοχές εκείνες που δεν είναι πληρωμένες με νερό. Η πλήρωση με υπόγειο νερό προκύπτει μέσω καταβύθισης και διήθησης μέσω του εδάφους ή μέσω διαρροών από τον τυθμένα επιφανειακών νερών όπως λίμνες και ποτάμια. Τελικά το νερό καταλήγει σε υδατικά ρεύματα, λίμνες, υδροβιότοπους, παράκτιες περιοχές, πηγές ή σε περιοχές όπου η ροή του υπόγειου νερού διακόπτεται από πηγάδια (Νάνου-Γιάνναρου, 2007)

1.2.2 Ευπροσβλητότητα Τύπων Γεωλογικών Σχηματισμών έναντι ΝιτροΡύπανσης

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί ανάλογα με το βαθμό ευπροσβλητότητας απέναντι στη νιτρορύπανση διαχωρίζονται σε τρεις (3) μεγάλες κατηγορίες (Τριζώνη, 2004):

Α΄ Κατηγορία: Υψηλή ευπροσβλητότητα.

Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν οι εξής τύποι: οι καρστικοί ασβεστόλιθοι και τα μάρμαρα και οι εκτεταμένες επιστρώσεις άμμου και χαλικιών.

Στην κατηγορία εντάσσονται και οι τύπους γεωλογικών σχηματισμών που καθιστούν ανοιχτά τα υποκείμενα υδροφόρα στρώματα.

Τα ανοιχτά υδροφόρα στρώματα είναι περισσότερα ευπρόσβλητα στη ρύπανση και αυτό είναι αποτέλεσμα της ευρύτερης περιοχής, στην οποία γίνεται η επαναπλήρωση και μπορεί να δημιουργηθεί ρύπανση. Οφείλεται και στην αλληλεπίδραση με ρυπογόνες επιφανειακές υδάτινες μάζες, που μπορεί να οδηγήσει σε μετακίνηση του ρύπου προς τα υπόγεια ύδατα. Ο κίνδυνος για ρύπανση εξαρτάται από το βάθος του ακόρεστου στρώματος που καλύπτει το υδροφόρο στρώμα, το ρυθμό της διείσδυσης στο επίπεδο νερού και από τη χρήση του εδάφους σε περιοχές γύρω από τις πηγές των υπόγειων νερών.

Β΄ Κατηγορία: Μέση ευπροσβλητότητα.

Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν: οι τριτογενείς μάζες και ψαμμίτες της μεσο-Θεσσαλικής λοφώδους ζώνης, τα θρυμματισμένα από τον άνεμο μέρη οφιόλιθων, σχιστόλιθων, νεογενών μαρμάρων και φλύσχεων, οι παραποτάμιες ζώνες και γενικά σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να εντάξουμε και τους τύπους γεωλογικών σχηματισμών που καθιστούν μερικώς ανοικτά ή με διαρροή τα υποκείμενα υδροφόρα στρώματα.

Γ΄ Κατηγορία: Χαμηλή ευπροσβλητότητα.

Εδώ ανήκουν οι εξής τύποι εδαφών: οι εσωτερικές ζώνες των αλλουβιακών αποθέσεων, τα ανθεκτικά μέρη οφιόλιθων, προεξοχές πετρωμάτων πάνω από το έδαφος σχιστόλιθων, νεογενών μαρμάρων και φλύσχεων και γενικά σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να εντάξουμε και τους τύπους γεωλογικών σχηματισμών που καθιστούν «έγκλειστα» τα υποκείμενα υδροφόρα στρώματα.

Τα έγκλειστα υδροφόρα στρώματα είναι λιγότερο ευπρόσβλητα στη ρύπανση, επειδή το επιφανειακό νερό και οι ρύποι του δεν μπορούν να διεισδύσουν στην υδάτινη μάζα. Αν τελικά εμφανιστεί ρύπανση, είναι δύσκολο να γίνει αποκατάσταση, επειδή τα έγκλειστα υδροφόρα στρώματα βρίσκονται σε μεγάλα βάθη και ο αριθμός των σημείων από τα οποία μπορεί να αντληθεί το ρυπασμένο νερό είναι περιορισμένος (Λιακατά, 2006).

Στη δυτική Ελλάδα η παρουσία γυψούχων σχηματισμών επιβαρύνει την ποιότητα των καρστικών νερών, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν αυξημένες περιεκτικότητες σε θειικά ιόντα, που καθιστούν το νερό ακατάλληλο για ύδρευση (υδατικά διαμερίσματα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας και Ηπείρου).

Ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών στους υπόγειους υδροφορείς, που έχουν οδηγήσει στο χαρακτηρισμό τους ως ευπρόσβλητων ζωνών, έχουν παρατηρηθεί στις περιοχές Κωπαΐδας, Αργολικού πεδίου, Πηνειού Ηλείας και Θεσσαλικού κάμπου.

1.3. Νιτρορύπανση

1.3.1 Ορισμός

«Ως νιτρορύπανση θεωρούμε την άμεση ή έμμεση απόρριψη στο υδάτινο περιβάλλον αζωτούχων ενώσεων, με σημαντικότερες επιπτώσεις την πρόκληση βλαβών στην ανθρώπινη υγεία και την υποβάθμιση των υδατικών οικοσυστημάτων.»

(<http://www.ypeka.gr>)

Τα νιτρικά είναι μια ανόργανη μορφή του στοιχείου άζωτο (N), κοινό στοιχείο στη φύση, με πολύ μεγάλη σπουδαιότητα για τη ζωή και συναντώνται ως νιτρικά ιόντα (NO_3^-) στο διάλυμα που περιβάλλει τα σωματίδια του εδάφους. Είναι σημαντικό μέρος του κύκλου του αζώτου στο έδαφος, καθώς αποτελούν τη τελευταία βαθμίδα οξειδώσεώς του. Παρόλο ότι το έδαφος περιέχει μεγάλα αποθέματα νιτρικών ιόντων αυτά δεν είναι εύκολα διαθέσιμα στα φυτά και εκπλύνονται προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Τα νιτρώδη ιόντα βρίσκονται και αυτά παντού αλλά σε πολύ μικρότερες περιεκτικότητες.

Το άζωτο ενώνεται με τον άνθρακα και προστατεύεται έτσι, έως ότου απελευθερωθεί από τους οργανισμούς ως «διαθέσιμο» νιτρικό. Η απαίτηση για διαθέσιμες μορφές αζώτου συνήθως είναι μεγαλύτερη από την παροχή. Έτσι, για να

διατηρήσουν τα φυτά το πλήρες δυναμικό τους για παραγωγή τροφής και να αναπτυχθούν σωστά, είναι απαραίτητη η προσθήκη αζωτούχου λιπάσματος που συμπληρώνει τα ανεπαρκή αποθέματα αζώτου (Σαράφης, 2004).

Όλοι οι τύποι αζωτούχου λιπάσματος μετατρέπονται σε νιτρικά ιόντα με την βοήθεια των μικροοργανισμών που συναντάμε στο έδαφος. Τα νιτρικά μπορούν να ακολουθήσουν τέσσερις συγκεκριμένες πορείες:

- Μπορούν να απορροφηθούν από τα φυτά, μετά από τη διαδικασία της ανοργανοποίησης.
- Μπορούν να ενσωματωθούν στην οργανική ουσία του εδάφους, όπου δεν δημιουργούν πρόβλημα, έως ότου ανοργανοποιηθούν από τους μικροοργανισμούς του εδάφους.
- Μπορούν να εκπλυθούν στο έδαφος και να αποτελέσουν μέρος του προβλήματος της νιτρορύπανσης.
- Μπορούν να απονιτροποιηθούν σε αέριες μορφές αζώτου (N_2O) και να διαφύγουν στην ατμόσφαιρα ως μοριακό άζωτο, οξείδια του αζώτου και αμμωνία (Ιορδανίδης, 2010).

1.3.2 Αίτια και Παράγοντες Νιτρορύπανσης

Η νιτρορύπανση οφείλεται κατά κύριο λόγο σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, με προέχουσες τις αγροτικές και κτηνοτροφικές (υπερλίπανση, ανεξέλεγκτη διάθεση κοπριάς) αλλά και την εκτεταμένη χρήση βόθρων για τη διάθεση οικιακών λυμάτων.

Στα επιφανειακά νερά και κυρίως στις λίμνες, η παρουσία αυξημένων συγκεντρώσεων αζωτούχων αλλά και φωσφορικών ενώσεων, με τη επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, ενισχύει, την ανάπτυξη υδρόβιας βλάστησης και φυτικών μικροοργανισμών στο νερό (φυτοπλαγκτόν), δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό το φαινόμενο του ευτροφισμού.

Στις συνέπειες του ευτροφισμού περιλαμβάνονται η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στα βαθύτερα στρώματα του νερού, η δημιουργία τοξινών που σκοτώνουν τα ψάρια, η παραγωγή ενώσεων που προσδίδουν δυσάρεστη οσμή στο νερό και η ολική διαταραχή της οικολογικής ισορροπίας.

Στα υπόγεια ύδατα, η νιτρορύπανση εμφανίζεται κυρίως με τη μορφή συσσώρευσης νιτρικών, τα οποία μπορεί να φτάσουν σε επίπεδα απαγορευτικά για τη χρήση του νερού προς κατανάλωση. Η οριακή τιμή που έχει καθορισθεί από την

Ελληνική και Διεθνή νομοθεσία για τη συγκέντρωση είναι 50 mg/L, ωστόσο ακόμα και σε μικρότερες συγκεντρώσεις (μεγαλύτερες από 25 mg/L) δημιουργείται προβληματισμός για μακροχρόνια χρήση του νερού προς πόση (Κατσούναρος, 2009).

Η υπερβολική χρήση λιπασμάτων αυξάνει και την έκπλυση νιτρικών στο έδαφος. Διάφορα πειράματα έδειξαν ότι με παροχή 0-120 kg ανά εκτάριο στα σιτηρά, οι απώλειες αζώτου ήταν της τάξεως των 50kg/N/ha/έτος. Όταν η παροχή αυξάνεται στα 180 kg/ha, οι απώλειες ανέρχονται στα 75kg/N/ha/έτος. Άλλα πειράματα έχουν δείξει ότι κάθε ποσότητα αζωτούχου λίπανσης πάνω από τις πραγματικές ανάγκες των φυτών, μπορεί να διαφύγει με έκπλυση σε ποσοστό πάνω από 50%. (Σαράφης, 2004)

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος, η Κοινοτική και Ελληνική νομοθεσία, προβλέπουν τη λήψη συγκεκριμένων μέτρων και δράσεων που αποσκοπούν στον εντοπισμό των ευαίσθητων υδατίνων σωμάτων και των ευπρόσβλητων περιοχών, στην εφαρμογή προγραμμάτων και κανόνων ορθής γεωργικής πρακτικής για τον έλεγχο των γεωργικής προέλευσης πηγών αζώτου, στην κατάλληλη επεξεργασία των αστικών λυμάτων και την παρακολούθηση της κατάστασης των υπογείων υδάτων.

1.3.3 Ο κύκλος του αζώτου

Το άζωτο είναι η δομική μονάδα πολλών σύνθετων μορίων που διαμορφώνονται από τα φυτά και τα ζώα, όπως για παράδειγμα είναι τα αμινοξέα, οι πρωτεΐνες, και τα νουκλεϊνικά οξέα που συναντάμε στο DNA. Ωστόσο, τα φυτά δεν μπορούν να μεταβολίσουν το ατμοσφαιρικό άζωτο αλλά μπορούν να το καταναλώσουν σε στερεά μορφή ως κατιόν αμμωνίου (NH_4^+) και ανιόν νιτρικών αλάτων (NO_3^-). Η διαδικασία με την οποία το άζωτο μετατρέπεται σε μορφές αξιοποιήσιμες από τους οργανισμούς του οικοσυστήματος και, άρα, εισάγεται στην τροφική αλυσίδα, ονομάζεται αζωτοδέσμευση.

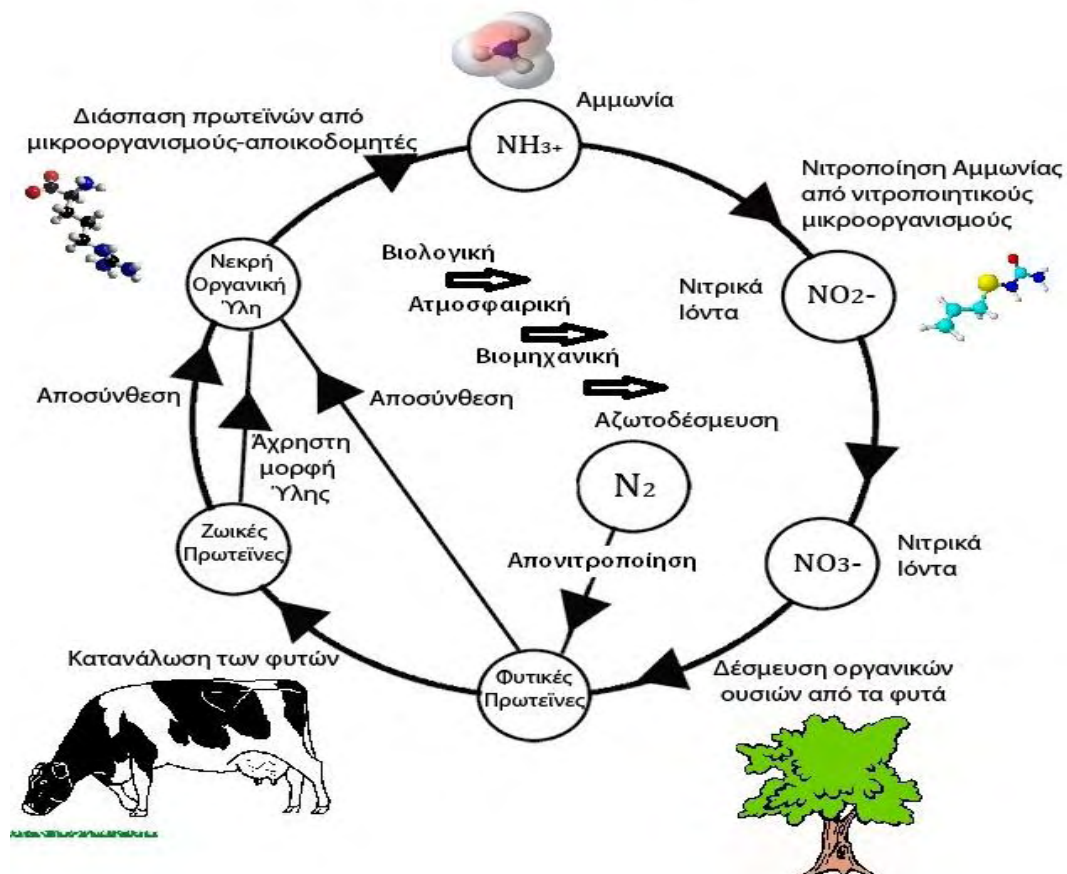
Η αζωτοδέσμευση διακρίνεται σε ατμοσφαιρική και βιολογική. Με την ατμοσφαιρική αζωτοδέσμευση, το άζωτο που προέρχεται από την ατμόσφαιρα αντιδρά είτε με τους υδρατμούς, σχηματίζοντας αμμωνία, είτε με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, σχηματίζοντας νιτρικά ιόντα. Στη συνέχεια, η αμμωνία και τα νιτρικά ιόντα μεταφέρονται με τη βροχή στο έδαφος. Η ατμοσφαιρική κατέχει το 10% της συνολικής αζωτοδέσμευσης, σε αντίθεση, με τη βιολογική που κατέχει το 90%. Βιολογική αζωτοδέσμευση είναι η διαδικασία κατά την οποία, ένας οργανισμός, συχνά ένα

βακτηρίδιο, μετασχηματίζει το ατμοσφαιρικό άζωτο σε νιτρικά ιόντα, τα οποία αφομοιώνονται από τα φυτά (Λίτσικας, 2008).

Το μόριο του αζώτου (N_2) είναι αδρανές και σταθερό λόγω της δύναμης του τριπλού δεσμού που έχει. Για την καταστροφή του δεσμού αυτού απαιτείται ένα σημαντικό ποσό ενέργειας. Βιομηχανικά, η αζωτοδέσμευση επιτυγχάνεται με την επιβολή μεγάλης πίεσης, σε θερμοκρασίες 600 βαθμών Κελσίου και με τη χρήση καταλύτη. Υπό αυτές τις συνθήκες, το ατμοσφαιρικό άζωτο και το υδρογόνο συνδυάζονται για το σχηματισμό της αμμωνίας. Αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα ως λίπασμα ή υποβάλλεται σε περαιτέρω επεξεργασία (Ζάνης, 2008).

Ακολουθώντας τον κύκλο του αζώτου σε παγκόσμιο επίπεδο και λαμβάνοντας υπόψη όλες τις φυσικές και ανθρώπινες δραστηριότητες που συντελούνται, καταλαβαίνουμε πως φτάνουμε στο σημείο να έχουμε σε υψηλά επίπεδα γύρω μας.

Κύκλος του Αζώτου



Εικόνα 2: Ο κύκλος του αζώτου
Ιδία επεξεργασία

Στις αστικές περιοχές εκπέμπονται οξείδια του αζώτου από καύσεις σε υψηλές θερμοκρασίες.

Οι καύσεις βιομάζας ελευθερώνουν NO_x , NH_3 και N_2O στη ατμόσφαιρα.

Στη γεωργία και την κτηνοτροφία το άζωτο δεσμεύεται στο έδαφος και το νερό με τη χρήση των λιπασμάτων. Με την απονιτροποίηση ελευθερώνονται N_2 και N_2O στην ατμόσφαιρα και τέλος με τα απόβλητα των ζώων ελευθερώνεται αμμωνία.

Με τη βροχή και τις εναποθέσεις μεταφέρονται από την ατμόσφαιρα νιτρικά και αμμωνιακά άλατα στο έδαφος και τις θάλασσες.

1.3.4 Επιπτώσεις

Η κατανάλωση νερού με υψηλά επίπεδα νιτρικών αλάτων, ως αποτέλεσμα της νιτρορύπανσης, αποτελεί απειλή της ανθρώπινης υγείας.

Ειδικά στα βρέφη, προκαλεί την ασθένεια "Blue baby" (μεθαιμογλοβιναιμία) με διάφορα συμπτώματα, όπως εμετούς, διάρροιες, αναπνευστικά προβλήματα κ.ά. Τα σοβαρά περιστατικά είναι σπάνια, αλλά η ασθένεια αυτή μπορεί να παρουσιάζεται χωρίς συμπτώματα έχοντας όμως επιπτώσεις στην ανάπτυξη των βρεφών.

Επίσης, τα νιτρικά άλατα όταν εισέλθουν στο στομάχι υφίστανται χημικές μεταβολές, με αποτέλεσμα, να μετατρέπονται σε νιτρώδη άλατα που με τη σειρά τους μπορεί να μεταβληθούν σε καρκινογόνες ουσίες. Ορισμένοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η χρόνια κατανάλωση ψηλών επιπέδων νιτρικών αλάτων μπορεί να προκαλέσει ορισμένα είδη καρκίνου (Σαράφης, 2004).

Μια εργασία που πραγματοποιήθηκε από το Γ. Νοσοκομείο Τρικάλων, προσπάθησε να παρουσιάσει ένα πιθανό ρόλο που παίζουν τα νιτρικά και τα νιτρώδη στην αιτιολογία του καρκίνου του στομάχου. Το υλικό μελέτης αποτέλεσαν: οι ασθενείς με διαγνωσμένο καρκίνο που νοσηλεύθηκαν στο Γ.Ν. Τρικάλων από το 1987-1992 και τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης σε νιτρικά και νιτρώδη του εδάφους του περιοχών που διέμεναν οι ασθενείς. Σε σύνολο 56 ασθενών, οι 45 προέρχονταν από περιοχές με πολύ αυξημένα τα νιτρικά και 11 ασθενείς από περιοχές με χαμηλότερα ποσοστά νιτρικών. Ο μεγάλος αριθμός ασθενών σε συνδυασμό με την αυξημένη σύσταση του εδάφους σε νιτρικά και νιτρώδη, μαρτυρούν για ένα ενδεχόμενο σημαντικό ρόλο στην παθογένεση επιδημιολογικού τύπου καρκίνου του στομάχου.

Το περιβάλλον επίσης απειλείται από τη νιτρορύπανση. Τα νιτρικά άλατα που προέρχονται από γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού. Αυτό συμβάλλει στην αύξηση των φωτοσυνθετικών οργανισμών, όπως για παράδειγμα, τα φύκια στις λίμνες, με αποτέλεσμα να περιορίζεται το διαθέσιμο οξυγόνο για τα ψάρια και άλλους ζωικούς πληθυσμούς (Γεωργιάδου, 2009). Επίσης η αισθητική αξία των ευτροφικών νερών μειώνεται. Η υπέρμετρη ανάπτυξη υδρόβιων φυτών μπορεί να αποκλείσει την άσκηση ασχολιών όπως το κολύμπι, το ψάρεμα, την ιστιοπλοΐα, αλλά και να εμποδίσει το διάπλου πλοίων σε λίμνες, ποτάμια και κανάλια. Οι δυσάρεστες οσμές και τα έντομα που συχνά συγκεντρώνονται σε ευτροφικά νερά μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα και στην τουριστική ανάπτυξη της γύρω περιοχής, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται μαζικοί θάνατοι ψαριών και οστρακοειδών με αποτέλεσμα την καταστροφή της αλιείας και των επαγγελμάτων της περιοχής.

Τα νιτρικά επίσης φέρονται να βλάπτουν και την υγεία των κατοικίδιων ζώων. Τα ζώα φέρονται να κινδυνεύουν από την πόση νερού που περιέχει υψηλή συγκέντρωση νιτρικών καθώς και αν τραφούν με φυτά τα οποία περιέχουν υψηλή συγκέντρωση νιτρικών. Ιδιαίτερα ευαίσθητα είναι τα μηρυκαστικά και κυρίως οι αγελάδες και τα πρόβατα.

1.3.5 Εποχικότητα

Λέγοντας εποχικότητα, εννοούμε τις διακυμάνσεις και διαφοροποιήσεις που παρατηρούμε στις περιεκτικότητες νιτρικών σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Αποτελεί κυρίαρχη μεταβλητή για την κατανόηση της εξέλιξης του φαινομένου της νιτρορύπανσης.

Οφείλεται σε ορισμένους παράγοντες τόσο με φυσικά όσο και με ανθρωπογενή χαρακτηριστικά δράσης.

Η εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων, όλο και περισσότερο στις καλλιέργειες γης, επιβαρύνει τα υπόγεια νερά, ειδικά όταν δεν ελέγχονται οι ποσότητες τους και γίνεται αλόγιστη χρήση τους. Το φυτό απορροφά καλύτερα το λίπασμα την εποχή που αναπτύσσεται. Έχει παρατηρηθεί ότι λίπανση το φθινόπωρο και το χειμώνα δεν αξιοποιεί το σκοπό της αλλά οδηγεί το άζωτο προς τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά (Λιακατά, 2006).

Το είδος της καλλιέργειας, ειδικά στην περιοχή που μελετάμε, επηρεάζει τη φυτοκάλυψη. Κατά τη φθινοπωρινή και χειμερινή περίοδο οι εκτάσεις με καλλιέργειες

βαμβακιού, καλαμποκιού και σιτηρών είναι γυμνές και δεν συμβάλλουν έτσι στον περιορισμό της νιτρορύπανσης.

Η συχνότητα των βροχοπτώσεων επηρεάζει την ένταση του φαινομένου. Μετά από βροχόπτωση μετά από περιόδους ανομβρίας οι συγκεντρώσεις νιτρικών κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα. Το νερό της βροχής στο πέρασμά του παρασέρνει τα νιτρικά ιόντα που οδηγούνται σε επιφανειακές ή υπόγειες πηγές.

Το καλοκαίρι, λόγω μικρότερων αποθεμάτων νερού για την κάλυψη των αναγκών ύδρευσης και άρδευσης, η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα κατεβαίνει και έτσι παρατηρούνται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις νιτρικών.

1.5 Η Νομοθεσία για το νερό και τη νιτρορύπανση

Στα μέσα του εικοστού αιώνα και ταυτόχρονα με τη μεγάλη βιομηχανική ανάπτυξη, εμφανίστηκε στα μεγάλα ποτάμια της Ευρώπης και Β. Αμερικής, το πρόβλημα της σοβαρής εποχιακής μείωσης του οξυγόνου, το οποίο οφειλόταν στην υπερφόρτωση των ποταμών με αποικοδομούμενα οργανικά λύματα αστικής και βιομηχανικής προέλευσης. Το γεγονός αυτό προκάλεσε γενική υποβάθμιση της ποιότητας των νερών τους. Το πρόβλημα αυτό ακολούθησαν και άλλα διαφορετικής μορφής, έκτασης και έντασης ποιοτικά προβλήματα (ευτροφισμός, συσσώρευση βαρέων μετάλλων και οργανικών μικρορύπων, οξίνιση και τέλος αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών).

Η χώρα μας, η οποία δεν ακολούθησε την ίδια πορεία ανάπτυξης με αυτή των χωρών της Βόρειας Ευρώπης, δεν αντιμετώπισε με την ίδια χρονολογική ακολουθία και ένταση παρόμοια προβλήματα ρύπανσης των επιφανειακών υδατικών πόρων της. Όμως η συγκέντρωση του πληθυσμού σε ορισμένα αστικά κέντρα, η ευρύτατη και ανεξέλεγκτη εφαρμογή χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στη γεωργία, η ραγδαία αυξανόμενη εισαγωγή χημικών ουσιών στο περιβάλλον, η ευρύτατη διασυνοριακή μεταφορά ρύπων, η γενική αλλαγή των υδρογεωλογικών κύκλων και η απουσία συστηματικής εφαρμογής μέτρων ελέγχου, φέρνουν τη χώρα μας μπροστά σε προβλήματα ρύπανσης δεύτερης και τρίτης γενιάς, τη στιγμή που δεν έχουν ακόμα αντιμετωπιστεί επαρκώς τα «παραδοσιακά» προβλήματα ρύπανσης (Καραγιαννίδου, 2009).

Η ρύπανση και η μόλυνση των υδατικών πόρων απασχολεί επί δεκαετίες τη διεθνή κοινότητα. Η μόλυνση του νερού από παθογόνους μικροοργανισμούς είναι το

κύριο πρόβλημα στις περισσότερες υπανάπτυκτες και αναπτυσσόμενες χώρες, ενώ η χημική ρύπανση του νερού έχει ανακύψει σαν εξίσου σοβαρή απειλή σ' όλες τις χώρες με γεωργική και βιομηχανική ανάπτυξη.

Αυτοί οι κίνδυνοι για τον άνθρωπο και το περιβάλλον αναγνωρίστηκαν αρχικά από τον Ο.Η.Ε. και το 1975, στα πλαίσια του προγράμματός του για το περιβάλλον (UNEP), ιδρύθηκε το Παγκόσμιο Περιβαλλοντικό Σύστημα Επιμελητείας.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην ποιότητα και τη συμφωνία των στοιχείων που λαμβάνονται (ίδιες μεθοδολογίες μέτρησης), γεγονός που αυξάνει την αξία και την εγκυρότητα των μετρήσεων, έτσι ώστε τα στοιχεία αυτά να καταστούν χρήσιμα δεδομένα για την εκτίμηση της κατάστασης του περιβάλλοντος.

Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα των υδατικών πόρων έχει αναπτυχθεί κυρίως μέσω των πολιτικών αποφάσεων που λήφθηκαν κατά τη διάρκεια εφαρμογής των πέντε Προγραμμάτων Δράσης για το Περιβάλλον που υλοποιήθηκαν την περίοδο 1973-2000, ενώ σήμερα βρίσκεται σε εξέλιξη το 6ο Πρόγραμμα Δράσης. Τα Προγράμματα Δράσης προσδιόρισαν τα θέματα προτεραιότητας για τα οποία ήταν απαραίτητη η παρέμβαση ώστε να μειωθεί η ρύπανση των υδάτων και να βελτιωθεί η ποιότητα των υδατικών πόρων στις Χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στις μέρες μας, σημαντική και καινοτόμος θεωρείται η Κοινοτική Οδηγία 2000/60/ΕΚ, η οποία αποκαλείται και “Οδηγία - πλαίσιο για τα νερά”. Βασικός στόχος της συγκεκριμένης οδηγίας αποτελεί η διαχείριση των υδατικών πόρων, ώστε να εξασφαλίζονται οι απαραίτητες ποσότητες νερού για την κάλυψη των υπαρχουσών αναγκών δίχως να θίγεται το περιβάλλον. Επίσης, κεφαλαιώδους σημασίας θεωρείται η πρόληψη και άμβλυνση ακραίων καιρικών φαινομένων που συνδέονται με το νερό, όπως είναι οι πλημμύρες και η ανομβρία. Τα αποτελέσματα της διαχείρισης των υδάτων εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το χωροταξικό σχεδιασμό σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο καθώς και από τις δράσεις, στις οποίες οι διάφορες ειδικές συνθήκες παίζουν πρωτεύοντα ρόλο.

Η Κοινοτική Οδηγία-πλαίσιο για το Νερό υποχρεώνει τις χώρες της Ευρώπης να υιοθετήσουν την ολοκληρωμένη διαχείριση σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού, κάτι που εξαρτάται άμεσα από τη συμφιλίωση όλων των φυσικών διαδικασιών και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που επηρεάζουν τον κύκλο του νερού σε μία δεδομένη λεκάνη απορροής ποταμού.

Το κύριο χαρακτηριστικό της Οδηγίας, γύρω από το οποίο τοποθετούνται όλα τα άλλα στοιχεία, είναι ότι χρησιμοποιεί τις λεκάνες απορροής ποταμών ως τη βασική

μονάδα για όλες τις δράσεις σχεδιασμού και διαχείρισης. Ο κεντρικός περιβαλλοντικός στόχος της Οδηγίας είναι να επιτευχθεί μέσα στα επόμενα 15 χρόνια καλή κατάσταση για όλα τα επιφανειακά και υπόγεια νερά της Ευρώπης, κυρίως μέσω της ανάπτυξης και της εφαρμογής σχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού (Γιαννούση, 2010).

Σκοπός της νέας αυτής Οδηγίας είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων υδάτων.

Στην Ελλάδα, ο νόμος 3199/2003 «Προστασία και Διαχείριση των Υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 60/2000/ΕΚ», αποτελεί το πλαίσιο μέσω του οποίου επιδιώκεται η βιώσιμη διαχείριση των υδάτων και συμβάλλει στην επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης της χώρας.

Οι βασικοί στόχοι του νόμου:

- Η διαμόρφωση ενός σύγχρονου και αποτελεσματικού θεσμικού/ Νομοθετικού Πλαισίου.
- Η ανάπτυξη μακροπρόθεσμου σχεδιασμού.
- Η αποκέντρωση αρμοδιοτήτων και ενίσχυση των περιφερειακών δομών.
- Η εναρμόνιση του Εθνικού Δικαίου με την Οδηγία-Πλαίσιο για τα Νερά 2000/60/ΕΕ για τη θέσπιση Πλαισίου Κοινοτικής Δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων.
- Η επίτευξη των στόχων της Οδηγίας, συγκεκριμενοποιημένων στις ιδιαιτερότητες του Ελληνικού χώρου.

Ειδικότερα σκοπός του νόμου είναι η θέσπιση πλαισίου για την ολοκληρωμένη προστασία και την αειφόρο διαχείριση των εσωτερικών επιφανειακών, μεταβατικών, παράκτιων και υπόγειων υδάτων.

Οι διατάξεις του νόμου αυτού και οι κανονιστικές πράξεις που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότηση του αποσκοπούν: στην πρόληψη της υποβάθμισης των υδατικών οικοσυστημάτων και των άμεσα εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων και υδροτόπων, στη μακροπρόθεσμη προστασία των υδάτων, στην προοδευτική μείωση των απορρίψεων, των εκπομπών και διαρροών των ουσιών προτεραιότητας, στη διασφάλιση της προοδευτικής μείωσης της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και την αποφυγή της περαιτέρω μόλυνσης, στο μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες και τέλος στην προώθηση αειφόρου χρήσης των υδάτων.

Το κόστος για τις παρεχόμενες υπηρεσίες ύδατος, καθώς και το περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος που προκύπτει από την πρόκληση αρνητικών επιπτώσεων στο υδατικό περιβάλλον ανακτώνται με βάση την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει», αφού

συνεκτιμηθούν και τα κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά αποτελέσματα της ανάκτησης, καθώς και οι γεωγραφικές και κλιματολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής.

Ακόμη, η χώρα μας έχει θεσπίσει τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, του οποίου η εφαρμογή είναι προαιρετική εκτός των ευπρόσβλητων ζωνών αλλά υποχρεωτική στο εσωτερικό τους. Στις ζώνες αυτές τηρούνται ειδικοί Κώδικες, όπως αυτοί καθορίζονται από τα «Προγράμματα Δράσης» της Οδηγίας. Οι γενικοί ΚΟΓΠ καθορίζονται με την Υπουργική Απόφαση υπ' αριθμ. 85167/820/6.4.2000 (ΦΕΚ) 477/Β/6.4.2000 (Σαράφης, 2004).

Οι Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής (ΚΟΓΠ) αποτελούν τις ελάχιστες περιβαλλοντικές δεσμεύσεις που πρέπει να τηρούν οι παραγωγοί για την ένταξη σε αγρο-περιβαλλοντικά προγράμματα.

Οι Κώδικες αυτοί σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση που εξέδωσε το υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων στις 9 Οκτωβρίου 2000 και την τροποποίηση αυτής στις 21 Απριλίου του 2003 αποσκοπούν:

1. Στην αειφορική διαχείριση των γεωργικών γαιών και των φυσικών πόρων.
2. Στην προστασία και διαφύλαξη του αγροτικού τοπίου και των χαρακτηριστικών του.
3. Στην προστασία της υγείας των αγροτών και των καταναλωτών.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων οι Κώδικες παρεμβαίνουν με σαφής οδηγίες και υπαγορεύσεις στις ακόλουθες γεωργικές δραστηριότητες:

• Κατεργασία του εδάφους.

Με την κατεργασία του εδάφους διαταράσσεται η δομή του, ενώ με άκαιρες ή ακατάλληλες επεμβάσεις αυτή καταστρέφεται. Το κατεργασμένο γυμνό έδαφος είναι ευάλωτο στη διάβρωση από τον αέρα ή από το νερό.

Επομένως η κατεργασία του εδάφους πρέπει να περιορίζεται όσο είναι δυνατόν, στις απαραίτητες επεμβάσεις. Η υπερβολική κατεργασία εδάφους αυξάνει την απαιτούμενη ενέργεια, επιφέρει μεγάλη και άσκοπη κατανάλωση καυσίμων και παράλληλα προκαλεί αρνητικές συνέπειες στο έδαφος.

• Αμειψισπορά.

Η αμειψισπορά αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την διατήρηση της γονιμότητας των χωραφιών. Η αμειψισπορά ήταν απαραίτητη και αναντικατάστατη διαδικασία πριν την εισαγωγή των γεωργικών μηχανημάτων και των χημικών λιπασμάτων.

Η αυξημένη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις τόσο για το περιβάλλον όσο και την ανθρώπινη υγεία. Τα χωράφια χάνουν την γονιμότητα τους, πολλαπλασιάζονται τα προβλήματα με τα ζιζάνια και τις ασθένειες και το κόστος της παραγωγής αυξάνει, ενώ οι αποδόσεις μειώνονται με το χρόνο.

• Λίπανση.

Η λίπανση είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των φυτών και την ποιοτική και ποσοτική βελτίωση των αποδόσεων τους, καθώς και για την διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους. Για να επιτευχθούν όμως με τη λίπανση οι παραπάνω στόχοι, χρειάζεται η λίπανση να γίνεται με το κατάλληλο για το έδαφος και την καλλιέργεια λίπασμα, να ελέγχονται οι ποσότητες που προστίθενται κάθε φορά στο έδαφος, καθώς και ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής τους.

Η χρήση των λιπασμάτων, χωρίς την επιλογή του κατάλληλου είδους και την εφαρμογή στην κατάλληλη ποσότητα και στο σωστό χρόνο, αυξάνει το κόστος παραγωγής καθώς γίνεται υπερκατανάλωση λιπασμάτων. Πέρα όμως από τη αύξηση του κόστους δημιουργούνται προβλήματα στο έδαφος και ρυπαίνονται τα υπόγεια και τα επιφανειακά νερά, κάτι που προκαλείται κυρίως από τα αζωτούχα λιπάσματα τα οποία είναι εύκολα διαλυτά στο νερό.

• Διαχείριση υδάτινων πόρων.

Η γεωργία δεν μπορεί να ασκείται σε εκτάσεις λιμνών που αποκαλύφθηκαν από την υποχώρηση των υδάτων λιμνών και λιμνοθαλασσών.

Οι υδατικοί πόροι θεωρούνται σήμερα απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη κάθε είδους δραστηριότητας και την διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας και γενικότερα της ζωής.

• Φυτοπροστασία.

Η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων δε μπορεί να γίνεται αλόγιστα αλλά πρέπει, να δικαιολογείται από την ύπαρξη της ασθένειας, το μέγεθος της προσβολής, ή της ύπαρξης ζιζανίων.

Επιπλέον, η Ελλάδα έχει συντάξει “Πρόγραμμα Δράσης κατά της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης” που εκτός από τα δίκτυα παρακολούθησης της ρύπανση και των φορέων που συνεργάζονται για την καταγραφή αυτής, υπάρχει και το επιδοτούμενο μέρος το οποίο αφορά και τους ίδιους τους αγρότες.

Η λιπαντική αγωγή διαφοροποιείται με βάση την κοκκομετρική σύσταση, την κλίση, την καλλιέργεια, την ανάγκη σε νερό, το σύστημα άρδευσης καθώς και την ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Υπεύθυνος φορέας για την υλοποίηση του μέτρου ορίστηκε η Δ/ση Χωροταξίας και Προστασίας του Περιβάλλοντος του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, συνεπικουρούμενη από τις Δ/σεις Αγροτικής Ανάπτυξης των Περιφερειών, αρμόδιες Περιφερειακές Δομές του Υπουργείου, Ερευνητικά Ιδρύματα, ΑΕΙ. Οργανισμός πληρωμής ορίζεται ο ΟΠΕΚΕΠΕ ενώ για την παρακολούθηση και αξιολόγηση των μέτρων ορίζεται η αρχή Διαχείρισης του ΕΠΑΑ.

Η εφαρμογή του αρχικά στηρίχθηκε στην υποχρέωση των δικαιούχων να μειώσουν στις επιλέξιμες καλλιέργειες τις εφαρμοζόμενες ποσότητες αζώτου (N) σε σχέση με τους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, ενώ παράλληλα για κινήθηκε και προς την επίτευξη ειδικών στόχων (προστασία επικλινών εδαφών, μείωση της χρήσης αρδευτικού νερού).

Το πεδίο εφαρμογής περιλαμβάνει τη Θεσσαλία, την Κωπαΐδα και την περιοχή του Πηνειού στο Ν. Ηλείας. Στη Θεσσαλία το μέτρο εφαρμόστηκε στους νομούς Μαγνησίας, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων και στην περιοχή της Επαρχίας Δομοκού του νομού Φθιώτιδας.

Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα των ερευνών έχουν δείξει ότι οι συγκεντρώσεις νιτρικών γεωργικής προέλευσης και ο ρυθμός δημιουργίας τους είναι συνάρτηση της χρήσης γης (είδους καλλιέργειας), του ύψους της βροχόπτωσης που περισσεύει από την κατακράτηση και από το χρόνο αντίδρασης δημιουργίας νέας ισορροπίας στη συγκέντρωση νιτρικών στο αντλούμενο από τους υδροφόρους νερό, που ακολουθεί την μεταβολή της χρήσης γης.

Τον Ιούνιο του 2008, με την ΚΥΑ 24838/1400/Ε103 (ΦΕΚ 1132Β/6-6-2008) προσδιορίστηκαν σε επίπεδο Δημοτικών Διαμερισμάτων, τα όρια των τεσσάρων ευπρόσβλητων ζωνών που θεσμοθετήθηκαν το 2001.

Το Νοέμβριο του 2010 έγινε επικαιροποίηση και συμπλήρωση του καταλόγου των ευπρόσβλητων ζωνών, με την ΚΥΑ 106253/08.11.10 (ΦΕΚ 1843Β), συμπεριλαμβάνοντας και τη λεκάνη απορροής του ποταμού Ασωπού Βοιωτίας (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2010)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Στοιχεία κατάστασης των περιοχών δειγματοληψίας της παρούσας έρευνας

Η περιγραφή των φυσικών και ανθρωπογενών χαρακτηριστικών των περιοχών δειγματοληψίας της παρούσας έρευνας κρίνεται απαραίτητη προκειμένου να διευκολυνθεί ο εντοπισμός και η επιστημονική διερεύνηση των παραγόντων εκείνων που αποτελούν αίτια ή συντελεστές του φαινομένου της νιτρορύπανσης και κατ'επακόλουθο, να διευκολυνθεί ο επιστημονικά και κοινωνικά ορθότερος σχεδιασμός των πολιτικών αντιμετώπισής του.

Ακολούθως, αναφέρονται οι παράμετροι της συνολικής εικόνας της περιοχής των Τρικάλων που θεωρούνται άμεσα ή έμμεσα συνδεδεμένοι με το φαινόμενο της νιτρορύπανσης και την αντιμετώπισή του.

2.1 Γεωγραφικά Στοιχεία της περιοχής των Τρικάλων

Ο νομός Τρικάλων καταλαμβάνει το ΒΔ μέρος της Θεσσαλίας και συνορεύει βόρεια με το νομό Γρεβενών, δυτικά με τους νομούς Ιωαννίνων και Άρτας, νότια με το νομό Καρδίτσας και ανατολικά με το νομό Λάρισας. Η έκτασή του είναι 3.384,00 km² (το 24% της έκτασης της Θεσσαλίας και 2,6% της χώρας). Είναι κατά τα 4/5 περίπου νομός ορεινός και ημιορεινός, ενώ το νοτιανατολικό του τμήμα καταλαμβάνει ένα μέρος της μεγάλης Θεσσαλικής πεδιάδας.

Διοικητικά ανήκει στην περιφέρεια Θεσσαλίας και διαιρείται σε 23 Δήμους και 3 κοινότητες.

Οι βασικοί ορεινοί όγκοι είναι το Λάκμος, τα όρη Αθαμάνων, το Χατζή στο δυτικό άκρο και η Τριγγία, η Νεράϊδα, το Αυγό, η Λουπάτα και ο Κόζιακας ανατολικότερα, που μαζί συγκροτούν το σύμπλεγμα της νότιας Πίνδου. Στα βόρεια του νομού εκτείνονται οι χαμηλότερες οροσειρές των Χασίων και των Αντιχασίων (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011).



Χάρτης 1: Η περιοχή των Τρικάλων

Πηγή: <http://www.pthes.gov.gr>

Όλη σχεδόν η επιφάνεια των βουνών καλύπτεται από δάση, που αραιώνουν μόνον στις απότομες πλαγιές και στην περιοχή των ψηλότερων κορυφών. Χαμηλά και μέχρι το υψόμετρο των 1.000 μ. επικρατούν τα πλατύφυλλα φυλλοβόλα δέντρα (βελανιδιές, πλάτανοι) και θάμνοι. Ψηλότερα βρίσκονται, κυρίως στις ανατολικές πλαγιές, δάση καστανιάς, οξιάς και τέλος πυκνά δάση ελάτης, ιδιαίτερα στις δυτικές πλαγιές. Σε περιοχές με χαμηλό ποσοστό φυτοκάλυψης κυριαρχεί η φτέρη, πλήθος αρωματικών φυτών (τσάι, ρίγανη, κ.α.) και διάφορες πόες στα λιβάδια της αλπικής ζώνης.

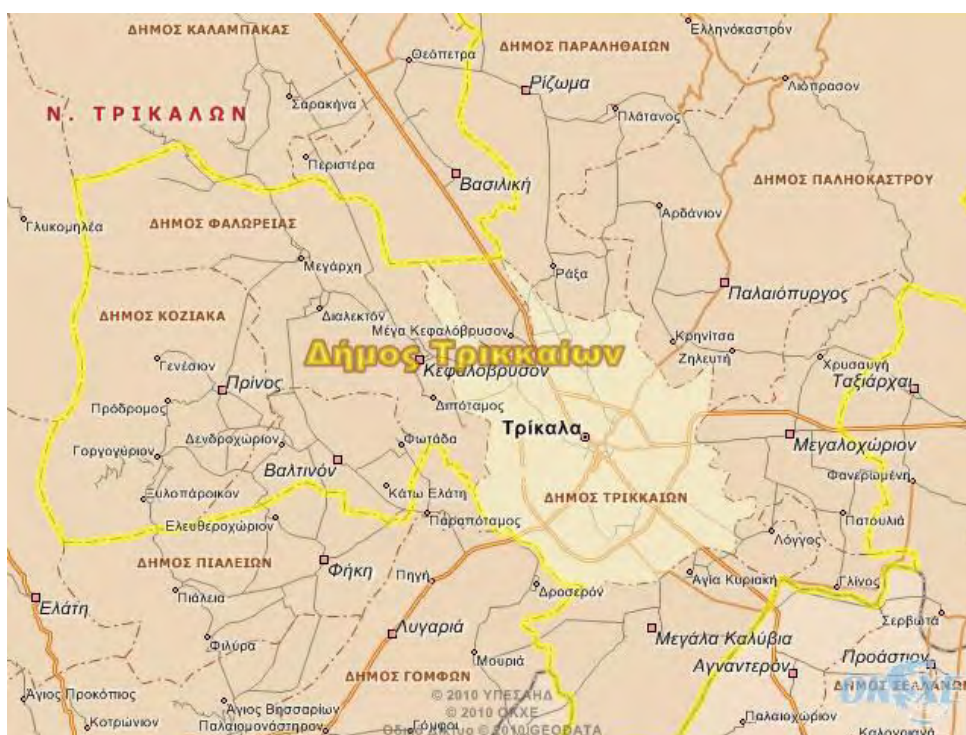
Τα βασικά ποτάμια του νομού είναι είτε παραπόταμοι του Πηνειού (Μαλακασιώτικος, Μουργκάνης, Ληθαίος, Παλαιοχωρίτης, Αγιαμονιώτης, Νεοχωρίτικος, Πορταϊκός), είτε παραπόταμοι του Αχελώου ή Ασπροπόταμου (Καμνιαΐτικος, Βαθύρρεμα).

Οι δύο μεγάλοι αυτοί ποταμοί πηγάζουν ουσιαστικά από το ίδιο σημείο, στο βοριοδυτικό άκρο του νομού Τρικάλων. Το φυσικό τοπίο του νομού και το διατηρημένο περιβάλλον του πιστοποιήθηκε με την ένταξη τριών περιοχών στο Δίκτυο NATURA 2000. Οι περιοχές αυτές είναι: η περιοχή Ασπροποτάμου (GR 1440001), η περιοχή

Κόζιακα (GR 1440002) και η περιοχή των ορέων Αντιχασίων & Μετεώρων (GR 1440003).

Μετά την εφαρμογή του προγράμματος «Καλλικράτης», ο Δήμος Τρικκαίων ενώθηκε με τους Δήμους Παλαιοκάστρου, Εστιαιωτιδας, Καλλιθένδρου, Μεγάλων Καλυβίων, Φαλωρείας, Παραληθαίων και Κόζιακα για τη δημιουργία του Δήμου Τρικκαίων, με έδρα τα Τρίκαλα. Η έκταση του νέου Δήμου είναι 608,48 km² και ο πληθυσμός του 74.592 κάτοικοι, σύμφωνα με την απογραφή της ΕΣΥΕ του 2001.

Τα Τρίκαλα είναι πρωτεύουσα της Περιφερειακής Ενότητας Τρικάλων (πρώην νομού Τρικάλων) και του Δήμου Τρικκαίων. Η πόλη διασχίζεται από τον ποταμό Ληθαίο, ο οποίος αποτελεί παραπόταμο του Πηνειού.

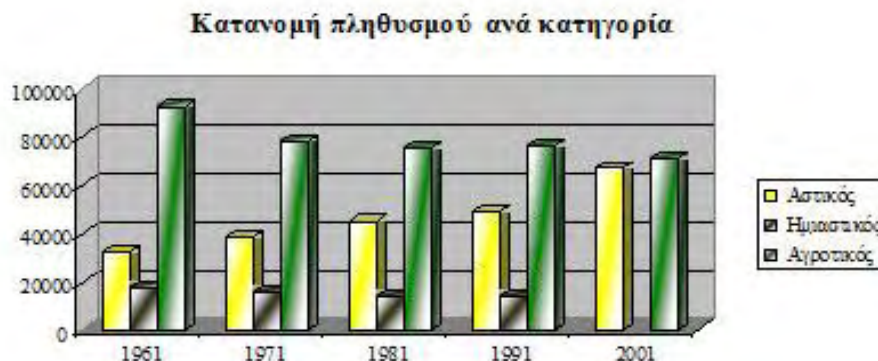


Χάρτης 2: Ο νέος Δήμος Τρικκαίων
Πηγή: ΟΚΧΕ

2.2 Δημογραφικά Στοιχεία

Ο μόνιμος πληθυσμός του Ν. Τρικάλων ανέρχεται στους 132.689 κατοίκους, σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του 2001 της ΕΣΥΕ και αντιστοιχεί στο 1,3% του συνολικού πληθυσμού της χώρας μας και στο 18,5% του συνολικού πληθυσμού της Θεσσαλίας. Μεταξύ των απογραφών 1991 και 2001, παρατηρήθηκε μείωση του πληθυσμού κατά 0,6%, έναντι αύξησης του για το σύνολο της χώρας 6,9%.

Την περίοδο 1981-1991 το ποσοστό των ατόμων που κατοικούσαν σε αστικές περιοχές παρουσίασε μικρή αύξηση της τάξης του 1,62%, ενώ τη δεκαετία 1991-2001 σημείωσε αύξηση της τάξεως 12,87%. Στο Διάγραμμα 1 αποτυπώνεται η διαχρονική κατανομή του πληθυσμού των Τρικάλων σύμφωνα με την αστικότητα (Επιμελητήριο Τρικάλων, 2011).



Διάγραμμα 1: Κατανομή Πληθυσμού στα Τρίκαλα

Πηγή: <http://www.trikala-chamber.gr>

2.3 Στοιχεία Οικονομίας και Χρήσεων Γης

Η περιοχή έχει έντονο δασικό και γεωργοκτηνοτροφικό χαρακτήρα και μαζί με τη μικρή βιομηχανική παραγωγή καθορίζουν τη μορφή απασχόλησης εδώ.

Στην περιοχή Καλαμπάκας - Μετεώρων – Πύλης και των γύρω χωριών η απασχόληση καλύπτει και τους τρεις τομείς της οικονομίας, με σημαντικό ποσοστό απασχολούμενων με τον τουρισμό, κυρίως στην Καλαμπάκα και Καστράκι, λόγω Μετεώρων.

Στη ζώνη του Ασπροποτάμου, εξαιτίας του έντονου δασικού χαρακτήρα, η εργασία σχετίζεται κυρίως με τα δάση, την κτηνοτροφία και τον τουρισμό.

Στο σύμπλεγμα Χασίων-Αντιχασίων, οι κάτοικοι απασχολούνται κυρίως στους κλάδοι της γεωργίας και της κτηνοτροφίας.

Στην υπόλοιπη πεδινή περιοχή οι κάτοικοι ασχολούνται με τη γεωργία (δυναμικές καλλιέργειες, γεωργικές επιχειρήσεις, θερμοκήπια κ.λπ.).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων της πόλης των Τρικάλων απασχολείται με την παροχή υπηρεσιών (εμπόριο, υπηρεσίες, μικρές και μεσαίες βιοτεχνίες, οικοδομές κ.λπ.), ένα μεγάλο τμήμα αυτών εργάζονται στις βιομηχανίες της περιοχής.

Όσον αφορά στις χρήσεις γης, έχουμε:

- Βοσκότοποι: 42%
- Δάση: 30%
- Γεωργική γη: 20%
- Λοιπές εκτάσεις: 8%

ΥΠΑ, νομοί, δήμοι κοινότητες	Αριθμός δήμων / κοινοτήτων	Σύνολο εκτάσεων	Καλλιεργούμενες εκτάσεις και αγροναπαύσεις	Βοσκότοποι	Δάση	Εκτάσεις καλυπτόμενες από νερά	Εκτασεις οικισμών (κτίρια, δρόμοι, κ.λ.π.)	Άλλες εκτάσεις
ΝΟΜΟΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ	26,0	3.386,1	839,8	590,6	1.727,4	27,1	38,2	163,0
Δ. ΑΙΘΗΚΩΝ		281,1	9,3	19,3	204,8	1,4	0,0	46,3
Δ. ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ		41,7	28,8	7,4	3,8	0,3	1,1	0,2
Δ. ΓΟΜΦΩΝ		58,5	49,3	2,9	3,8	0,4	2,2	0,0
Δ. ΕΣΤΙΑΙΩΤΙΔΑΣ		39,5	28,1	5,3	2,0	0,0	2,8	1,3
Δ. ΚΑΛΑΜΠΑΚΑΣ		276,4	66,8	32,6	166,2	8,2	2,1	0,4
Δ. ΚΑΛΛΙΔΕΝΔΡΟΥ		22,1	20,2	0,0	1,0	0,4	0,5	0,0
Δ. ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ		149,6	15,4	8,1	124,1	0,4	0,1	1,5
Δ. ΚΛΕΙΝΟΒΟΥ		180,2	37,1	2,6	120,1	1,7	0,0	18,8
Δ. ΚΟΖΙΑΚΑ		59,1	16,2	4,0	38,6	0,0	0,2	0,1
Δ. ΜΑΛΑΚΑΣΙΟΥ		157,4	7,0	27,1	122,2	0,0	0,8	0,3
Δ. ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΑΛΥΒΙΩΝ		45,0	36,3	2,3	1,7	1,5	3,2	0,0
Δ. ΟΙΧΑΛΙΑΣ		85,6	36,6	36,4	10,5	0,1	2,0	0,0
Δ. ΠΑΛΗΟΚΑΣΤΡΟΥ		198,9	37,2	98,7	61,0	0,0	2,0	0,0
Δ. ΠΑΡΑΛΗΘΑΙΩΝ		98,2	38,9	30,5	27,3	0,0	1,2	0,3
Δ. ΠΕΛΙΝΝΑΙΩΝ		63,8	41,4	14,2	2,5	0,6	2,6	2,5
Δ. ΠΙΛΛΕΙΩΝ		53,4	28,2	2,5	20,2	0,2	0,5	1,8
Δ. ΠΥΝΔΑΙΩΝ		166,3	13,4	4,9	116,8	0,1	0,4	30,7
Δ. ΠΥΛΗΣ		100,7	21,5	6,1	61,1	1,5	0,6	10,1
Δ. ΤΥΜΦΑΙΩΝ		261,9	22,3	76,2	162,7	0,0	0,6	0,0
Δ. ΦΑΛΩΡΕΙΑΣ		76,1	50,1	5,9	16,2	1,5	2,4	0,0
Δ. ΦΑΡΚΑΔΟΝΑΣ		219,4	76,5	102,7	33,8	3,2	3,0	0,2
Δ. ΧΑΣΙΩΝ		291,7	94,0	17,3	179,0	0,0	0,7	0,6
Κ. ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΥ		298,1	1,5	76,2	195,4	0,0	0,0	25,0
Κ. ΝΕΡΑΙΔΑΣ		58,9	2,1	4,0	36,4	3,9	0,0	12,6
Δ. ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ		69,8	56,9	2,4	0,6	0,6	9,2	0,0
Κ. ΜΥΡΟΦΥΛΛΟΥ		32,6	4,6	0,8	15,8	1,1	0,0	10,2

Πίνακας 2: Κατανομή της έκτασης της Περιφέρειας Τρικάλων στις βασικές κατηγορίες χρήσης/ κάλυψης
Πηγή: www.geodata.gr

Ο μεγαλύτερος αριθμός των κατοίκων της περιοχής απασχολείται στον Αγροτικό Τομέα (απογραφή 2001). Οι γυναίκες εργαζόμενες, σε όλες τις

επαγγελματικές κατηγορίες, εμφανίζουν μικρότερα ποσοστά από τους άνδρες, εκτός από τις κατηγορίες υπαλλήλων γραφείου και την κατηγορία τεχνολόγων και τεχνικών βοηθών. Τα ποσοστά συμμετοχής των γυναικών, σχεδόν σε όλες τις επαγγελματικές κατηγορίες, είναι κοντά με τα ποσοστά του συνόλου των εργαζομένων γυναικών στη χώρα μας στις αντίστοιχες επαγγελματικές κατηγορίες.

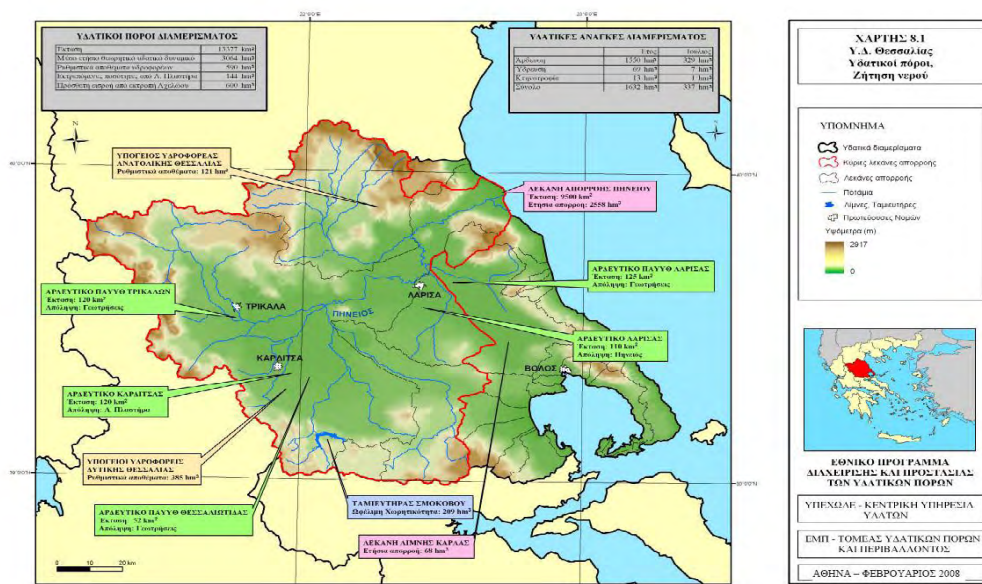
Ένα μεγάλο ποσοστό των κατοίκων των ορεινών περιοχών έχουν συμπληρωματικό εισόδημα από διάφορες άλλες ασχολίες, κυρίως εποχικές, όπως τρύγος, ελιές, κλπ

2.4 Υδρογεωλογικά Στοιχεία

2.4.1 Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας

Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, το οποίο υδρεύει την εξεταζόμενη περιοχή, συμπίπτει σχεδόν με το αντίστοιχο γεωγραφικό διαμέρισμα. Μικρά μόνο τμήματα του γεωγραφικού διαμερίσματος Θεσσαλίας, κυρίως προς τα νότια και νοτιοδυτικά, ανήκουν σε γειτονικά υδατικά διαμερίσματα. Τα όρια του διαμερίσματος φαίνονται στο Χάρτη 3.

Η έκταση του διαμερίσματος είναι 13.377,00 km². Ο πληθυσμός του διαμερίσματος, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 1991 ήταν 730.945 κάτοικοι και το 2001 ήταν 750.445 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 2.7%.



Χάρτης3: Όρια Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας
Πηγή: Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, 2008.

Στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας αναπτύσσονται σημαντικοί υδροφορείς, αλλά και μεγάλες καρστικές υδρογεωλογικές ενότητες. Όσον αφορά στην πρώτη κατηγορία, η πεδιάδα της Θεσσαλίας διαχωρίζεται σε δύο κύριες υδρογεωλογικές λεκάνες, της δυτικής και της ανατολικής Θεσσαλίας. Οι δύο λεκάνες διαχωρίζονται με λοφώδη περιοχή νεογενών αποθέσεων, που θεωρείται ξεχωριστή υδρογεωλογική ενότητα (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, 2010).

Εκτιμήσεις σχετικά με το υδατικό δυναμικό των υδρογεωλογικών λεκανών του διαμερίσματος δίνονται στον Πίνακα 3:

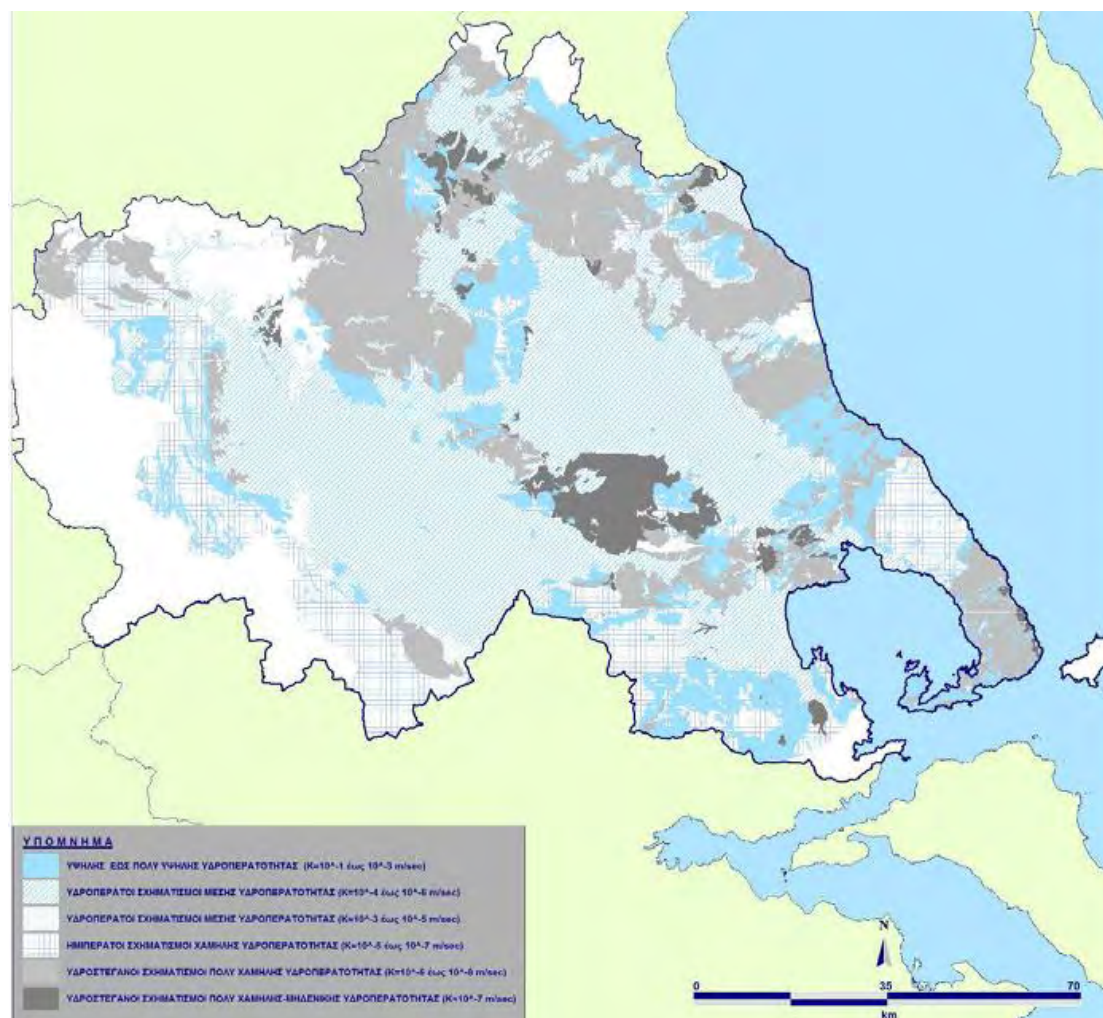
Εκτίμηση υπόγειου υδατικού δυναμικού	Ετήσιο υδατικό Δυναμικό (hm ³)
Λεκάνες	
Τρικάλων	46,6
Λυγαριάς	13,2
Μ. Καλυβίων	53,9
Σελλάνων	69,1
Πηνειού	23,8
Καλλιθήρου	3,7
Ματαράγκας-Ορφανών	14,6
Θεσσαλιώτιδος	46,3
Φαρσάλων	46,3
Υπόλοιπο δυτικής πεδιάδας	67
Σύνολο	384,5

Πίνακας 3: Υδατικό δυναμικό Θεσσαλίας
Πηγή: Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, 2008.

Σύμφωνα με διάφορες υδρογεωλογικές μελέτες στη συγκεκριμένη λεκάνη απορροής, το ιδιαίτερο γεωλογικό ανάγλυφο της πεδιάδας της Θεσσαλίας, η οποία περιβάλλεται από βουνά, δέχεται σημαντικές επιδράσεις από τις κλιματικές μεταβολές.

Εκτός από τις κλιματικές αλλαγές, εντατικές αγροτικές εργασίες, αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα επηρεάζουν ιδιαίτερα το ποτάμι.

Μετρήσεις θρεπτικών αλάτων και βαρέων μετάλλων που έχουν γίνει στον ποταμό Ληθαίο, τον χαρακτηρίζουν σαν ένα μεσαία ρυπασμένο ποτάμι, με την εμφάνιση κάποιων υψηλών συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων και οργανικών ρύπων σε συγκεκριμένα σημεία του ποταμού. Ωστόσο, οι μετρήσεις αυτές είναι αποσπασματικές και περιορισμένες και δεν υπάρχει συστηματική παρακολούθηση της ποιότητας των νερών του ποταμού. (Στουρνάρας, 2011)



*Χάρτης 4: Υδρολιθολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας
Πηγή: Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, 2008*

2.4.2 Το σύστημα ύδρευσης στα Τρίκαλα

Η ύδρευση της πόλεως των Τρικάλων γίνεται με υπόγεια ύδατα, τα οποία αντλούνται μέσω γεωτρήσεων, οδηγούνται στο κεντρικό αντλιοστάσιο, όπου χλωριώνονται και από όπου ανυψώνονται στις δεξαμενές που έχουν κατασκευασθεί σε υψηλά σημεία, και από εκεί οδηγούνται στο δίκτυο υδρεύσεως.

Έχουν ανορυχθεί 13 γεωτρήσεις, οι περισσότερες στο δυτικό τμήμα της πόλεως, όπου έχει διαπιστωθεί ότι υπάρχει πλούσιος υδροφόρος ορίζοντας.

Το παλιό αντλιοστάσιο κατασκευάσθηκε το έτος 1962, με διαστάσεις και εξοπλισμό που κάλυπταν τις ανάγκες εκείνης της εποχής. Έκτοτε έχουν γίνει δύο επεκτάσεις αλλά δεν επαρκεί για την εγκατάσταση των απαιτούμενων αντλιών.

Ήδη έχει κατασκευασθεί νέο αντλιοστάσιο κοντά στο παλιό, το οποίο έχει εξοπλισθεί με μηχανήματα νέας τεχνολογίας και με σύστημα τηλεέγχου και τηλεχειρισμού των αντλιών των γεωτρήσεων. Έχει γίνει επίσης η σύνδεση του αντλιοστασίου με τους αγωγούς που μεταφέρουν το νερό από τις γεωτρήσεις καθώς και με τους καταθλιπτικούς προς τις δεξαμενές και πρόκειται να τεθεί σε λειτουργία σύντομα.

Εντός πόλεως, το μεγαλύτερο μήκος των αγωγών είναι διαμέτρου Φ90 mm. από PVC 10 ατμ. Λόγω πτώσεως πίεσεως εξ αιτίας της μικρής διαμέτρου, κατασκευάστηκαν κατά καιρούς ενισχυτικοί αγωγοί μεγάλων διαμέτρων (Φ200, 250, 315, 355 mm) οι οποίοι έλυσαν τα προβλήματα πίεσεως και μικρής παροχής. Το συνολικό μήκος των αγωγών είναι περίπου 325.000 μέτρα.

Ο αριθμός των υδρομέτρων ανέρχεται σε 30.400 περίπου, εκ των οποίων ενεργά είναι τα 27.650. Από αυτά αποχετεύονται τα 23.310 (84%).

Ο ετήσιος αντλούμενος όγκος ύδατος είναι περίπου 8,5 εκ. m³. Ο όγκος οικιακής καταναλώσεως είναι περίπου 3,6 εκ. m³. Περίπου 2,5 εκ. m³ χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες υπηρεσιών του Δήμου: υπηρεσία καθαριότητας (πλύσης οδών) γεωπονική υπηρεσία (δενδροφυτεύση, άρδευση πρασίνου), κοινόχρηστες κρήνες οι οποίες παρέχουν συνεχώς πόσιμο νερό. (ΔΕΥΑ Τρικάλων)

2.5 Οι περιοχές της δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία έλαβε χώρα στην ευρύτερη περιοχή του Δήμου Τρικαίων, σε οικισμούς που διαρρέει ο Πηνειός ποταμός, σε παραληθαίους οικισμούς και σε γεωτρήσεις του δικτύου ύδρευσης. Τα συγκεκριμένα σημεία αποτέλεσαν το αντικείμενο της μελέτης μας καθώς βρίσκονται σε αγροτικές περιοχές, διαρρέονται από ποτάμια και υπάρχουν στοιχεία για ύπαρξη νιτρικών από προηγούμενες μετρήσεις.

Ο Πηνειός είναι ο κύριος ποταμός της Θεσσαλίας, πηγάζει από την Πίνδο, περνάει κοντά στην Καλαμπάκα και διαπερνά τη θεσσαλική πεδιάδα. Το συνολικό μήκος του ποταμού είναι 216 km και η συνολική του επιφάνεια 9.500 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Σε όλο το μήκος του ποταμού ενσωματώνονται πάρα πολλοί παραπόταμοι, με κυριότερους τον Τιταρήσιο, τον Εννιπέα, τον Καλέτζη και τον Ληθαίο, ο οποίο διαρρέει την πόλη των Τρικάλων.

Ο Πηνειός, μαζί με τους παραποτάμους του, αποτελεί για τη Θεσσαλία το μοναδικό υδάτινο αποδέκτη. Η Θεσσαλική περιοχή, με έναν πληθυσμό περίπου 500.000 κατοίκων, είναι κυρίως γεωργική με μικρή βιομηχανική δραστηριότητα.

Κατά τους θερινούς μήνες, που οι απαιτήσεις σε νερό είναι μεγάλες και υπάρχει και μείωση της παροχής του ποταμού, οι συνέπειες από τη ρύπανση είναι πλέον εμφανείς και έντονες. Με τα νερά του αρδεύονται περίπου 80.000 στρέμματα χωραφιών και παράλληλα υδροδοτούνται οι οικισμοί της Θεσσαλίας. Διαθέτει σημαντικά παραποτάμια δάση, μεγάλη ποικιλότητα στην πανίδα και εκτεταμένες θίνες στο Δέλτα του.

2.5.1 Περιοχή Γέφυρας Αγναντερού – Πηνειός Ποταμός

Το σημείο βρίσκεται στην πεδιάδα της Καρδίτσας και πάνω στην εθνική οδό Καρδίτσας - Τρικάλων. Απέχει από την πόλη της Καρδίτσας 18 km και από την πόλη των Τρικάλων 8 km .

Οι κάτοικοί της περιοχής, κατά κύριο λόγο, ασχολούνται με την καλλιέργεια βαμβακιού και δευτερευόντως με την κτηνοτροφία και άλλα ιδιωτικά επαγγέλματα.

2.5.2 Μεγάλα Καλύβια – Πηνειός Ποταμός

Τα Μεγάλα Καλύβια ανήκουν στη δημοτική ενότητα του Δήμου Τρικκαίων. Βρίσκεται στα νοτιοανατολικά της Περιφερειακής Ενότητας Τρικάλων, στο δυτικό τμήμα του θεσσαλικού κάμπου και ανάμεσα στα Τρίκαλα και την Καρδίτσα. Τα Μεγάλα Καλύβια υπήρξαν έδρα του δήμου Μεγάλων Καλυβίων και έχουν πραγματικό πληθυσμό (2001), 2.151 κατοίκους και έκταση 29.000 στρέμματα.

Είναι κατ' εξοχήν πεδινός δήμος και απέχει περίπου οκτώ (8) χιλιόμετρα από την πόλη των Τρικάλων. Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό, με μια θερμή περίοδο από το Μάιο μέχρι το Σεπτέμβριο και μια ψυχρή από Οκτώβριο μέχρι Απρίλιο.

Διαθέτει πλούσιους πόρους υπόγειων υδάτων, εκτός του ποταμού Πηνειού, που συμμετέχει αποφασιστικά στην δυναμική ανάπτυξη των καλλιεργειών και στην πλούσια παραγωγή διαφόρων ειδών καλλιέργειας (βαμβάκι, καλαμπόκι, σιτάρι, οπωροκηπευτικά).

Η πλειοψηφία των κατοίκων απασχολούνται στο γεωργικό τομέα. Συγκεκριμένα, πιο κοινά επαγγέλματα είναι αυτά του γεωργού, του εκτροφέα ζώων και του κτηνοτρόφου. Οι υπόλοιποι κάτοικοι απασχολούνται στον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα.

Στη περιοχή υπάρχει και το εργοστάσιο της Ελληνική Βιομηχανία Κρέατος που πωλήθηκε και λειτουργεί πλέον με την επωνυμία Hellas Farm.

Όσον αφορά στην ύδρευση, αυτή γίνεται με γεωτρήσεις, καθώς το δίκτυο της ΔΕΥΑΤ δεν φτάνει στην περιοχή.

2.5.3 Γέφυρα Καραβόπορου – Πηνεϊός Ποταμός

Η περιοχή του Καραβόπορου ανήκει στο Δήμο Τρικαίων και βρίσκεται στο δρόμο Τρικάλων – Πύλης.

Η περιοχή του ποταμού αποτέλεσε για πολλά χρόνια αυθαίρετη χωματερή όλων των σκουπιδιών των Τρικάλων. Η αποκατάσταση της χωματερής του δήμου Τρικαίων, που λειτουργούσε στο ύψος της γέφυρας Καραβόπορου, λίγα μόλις χιλιόμετρα μακριά από το κέντρο των Τρικάλων, έχει σχεδόν ολοκληρωθεί και έχουν μπαζωθεί και καθαριστεί περί των τριάντα πέντε (35) στρεμμάτων γης.

Στην περιοχή λειτουργούν πολλές επιχειρήσεις με σημαντικότερες τις βιομηχανίες γάλακτος και παραγωγής τυροκομικών προϊόντων ΤΥΡΑΣ και ΛΑΦΑΡΜ.

2.5.4 Περιοχή Φωτάδας – Δήμος Καλλιθένδρου - Πηνεϊός Ποταμός

Ο Δήμος Καλλιθένδρου βρίσκεται βορειοδυτικά της πόλης των Τρικάλων στις παρυφές του όρους Κόζιακα, που αποτελεί οροσειρά της Πίνδου. Κύριο χαρακτηριστικό του εδάφους του Δήμου Καλλιθένδρου είναι η πεδινότητα του με έντονη κάλυψη από γεωργικές καλλιέργειες. Πιο συγκεκριμένα από 21.833 στρέμματα που είναι η έκταση του, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις καταλαμβάνουν το 62,8%, οι κοινοτικοί βοσκότοποι το 14,2%, τα δάση το 4,5%, οι εκτάσεις που καλύπτονται από νερά κατέχουν ποσοστό 8%, ενώ οι εκτάσεις που καλύπτουν οι οικισμοί (δρόμοι, πλατείες κ.λ.π) αντιπροσωπεύουν το ποσοστό 10.5% το συνόλου των εκτάσεων.

Το χωριό της Φωτάδας έχει υψόμετρο 121 μέτρα, απέχει από τα Τρίκαλα εξι (6) χλμ. και έχει περίπου 500 κατοίκους.

Οι κάτοικοι ασχολούνται κυρίως με την κτηνοτροφία και τη γεωργία. Ωστόσο, λόγω της μικρής απόστασης από τα Τρίκαλα, υπάρχουν και αρκετοί υπάλληλοι, αλλά και επιχειρηματίες οι οποίοι επέλεξαν ως τόπο μόνιμης κατοικίας τον οικισμό.

2.5.5 Περιοχή Βαλτινού – Δήμος Καλλιθένδρου - Πηνεϊός Ποταμός

Το Βαλτινό, επίσης ανήκει στον πρώην Δήμο Καλλιθένδρου και πλέον στο Δήμο Τρικκαίων και έχει υψόμετρο 120 μέτρα, επιφάνεια 4.975,00 τ.μ και απέχει από τα Τρίκαλα δώδεκα (12) χιλιόμετρα.

Η ονομασία του χωριού οφείλεται στην μορφολογία του εδάφους, διότι στην περιοχή ανέκαθεν υπήρχαν τέλματα (βαλτότοποι, βάλτοι).

Οι κάτοικοι και εδώ έχουν κατά κύριο λόγο γεωργικές και γεωργικές επαγγελματικές δραστηριότητες.

2.5.6 Περιοχές Διαλεκτού, Μεγάρχης και Κεφαλόβρυσου - Πηνεϊός Ποταμός

Η δημοτική ενότητα (πρώην δήμος) Φαλωρείας καταλαμβάνει έκταση 76,00 τ. χλμ. και έχει συνολικό πληθυσμό 4.085 κατοίκους. Ο πρώην δήμος λειτούργησε από το 1999 έως το 2010 με έδρα το Κεφαλόβρυσο.

Περιλαμβάνει τους παρακάτω οικισμούς:

Κεφαλόβρυσου (945 κατ.), Διαλεκτού (698 κατ.), Διποτάμου (227 κατ.), Ρογκίων (195 κατ.), Μεγάλου Κεφαλόβρυσου (822 κατ.) και Μεγάρχης (1.198 κατ.).

Οι κάτοικοι της περιοχής ασχολούνται κυρίως με τη γεωργία και την κτηνοτροφία, παράγοντας σιτάρι, κριθάρι και καλαμπόκι. Επίσης ένας μεγάλος αριθμός κατοίκων ασχολείται με τα κηπευτικά, ιδίως με τα θερμοκήπια και μια μικρή μερίδα ανθρώπων ασχολείται με τη βιολογική καλλιέργεια.

Πολλοί είναι και οι κάτοικοι που εργάζονται στην κοντινή πόλη των Τρικάλων σε διάφορες ιδιωτικές επιχειρήσεις και δημόσιες υπηρεσίες. Στο Κεφαλόβρυσο εδρεύουν και εργοστάσια ξυλείας, επίπλων και σιδήρου απασχολώντας ποσοστό των κατοίκων του χωριού.

2.5.7 Σωτήρα – Περιοχή Παραληθαίων

Η Σωτήρα αποτελεί συνοικισμό του Δήμου Τρικκαίων και βρίσκεται 4 περίπου χιλιόμετρα βόρεια από την πόλη.

Συνορεύει βόρεια με τη Ράξα, νότια με το Δήμο Τρικκαίων, ανατολικά με το Δήμο Βασιλικής και δυτικά με το Δήμο Παληοκάστρου.

Είναι οικισμός πεδινός και έχει υψόμετρο 130 μ.

Η Σωτήρα έχει πληθυσμό 562 κατοίκους, οι οποίοι ασχολούνται κατά βάση με τη γεωργία και τη κτηνοτροφία.

Η περιοχή, λόγω του μικροκλίματός της, ευνοεί στην καλλιέργεια αμπελιών και έτσι διαθέτει, στην ευρύτερη περιοχή της, μονάδες οινοποίησης.

2.5.8 Περιοχές Αρδάνι και Παλαιόπυργος

Το Αρδάνι βρίσκεται οκτώ (8) χιλιόμετρα βορειοανατολικά της πόλης των Τρικάλων σε υψόμετρο 200 μέτρων και έχει 465 κατοίκους.

Το χωριό συνορεύει με μεγάλους οικισμούς της πειοχής όπως με το Ελληνόκαστρο, τον Πλάτανο, τη Ράξα και τη Βασιλική, τον Παλαιόπυργο.

Ο Παλαιόπυργος είναι ένα πεδινό χωριό του νομού Τρικάλων, λίγα χιλιόμετρα έξω από την πόλη των Τρικάλων. Αποτελούσε την έδρα του δήμου Παληοκάστρου, με πληθυσμό 1.033 κατοίκους.

2.5.9 Οι περιοχές των γεωτρήσεων

Οι γεωτρήσεις, τα νερά των οποίων χρησιμοποιούνται για την ύδρευση στα Τρίκαλα, βρίσκονται σε περιοχές πολύ κοντά στην πόλη. Συγκεκριμένα στον οικισμό του Ριζαριού, στην περιοχή της Αγίας Μονής, στον Πύργο και στο χωριό των Αγίων Αποστόλων. Στην παρούσα εργασία ελέγχθησαν οι γεωτρήσεις που ήταν πιο εύκολα προσβάσιμες και για τις οποίες είχαμε περισσότερα στοιχεία από παλαιότερες έρευνες στην περιοχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η Νιτρορύπανση κατά τα προηγούμενα έτη – Παλαιότερες έρευνες – μελέτες

Για να μελετήσουμε το ιστορικό της νιτρορύπανσης στο Δήμο Τρικαίων είναι απαραίτητη η χρήση των μετρήσεων και των συμπερασμάτων που παρουσιάστηκαν σε παλαιότερες έρευνες για την ύπαρξη συγκεντρώσεων σε νιτρικά.

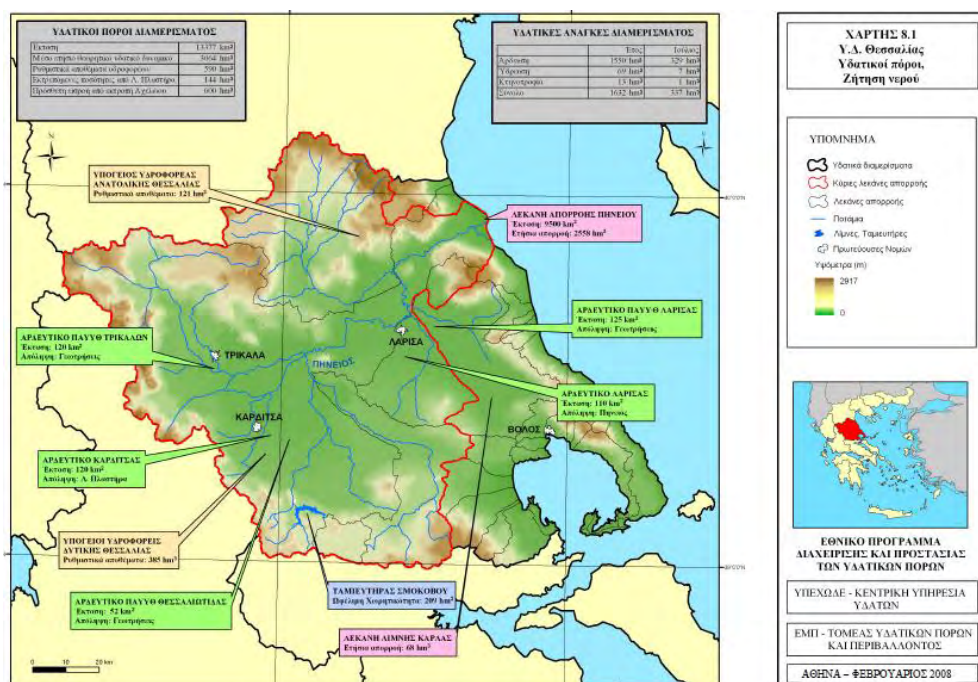
3.1 Έρευνα 1: Τεχνική Υποστήριξη της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων για την «Κατάρτιση του μεσοχρόνιου προγράμματος προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας»,

των Κουτσογιάννη, Δ., Α. Ανδρεαδάκη, Ρ. Μαυροδήμου, Α. Χριστοφίδη, Ν. Μαμάση, Α. Ευστρατιάδη, Α. Κουκουβίνου, Γ. Καραβοκυρού, Σ. Κοζάνη, Δ. Μαμάη, και Κ. Νουτσόπουλου.

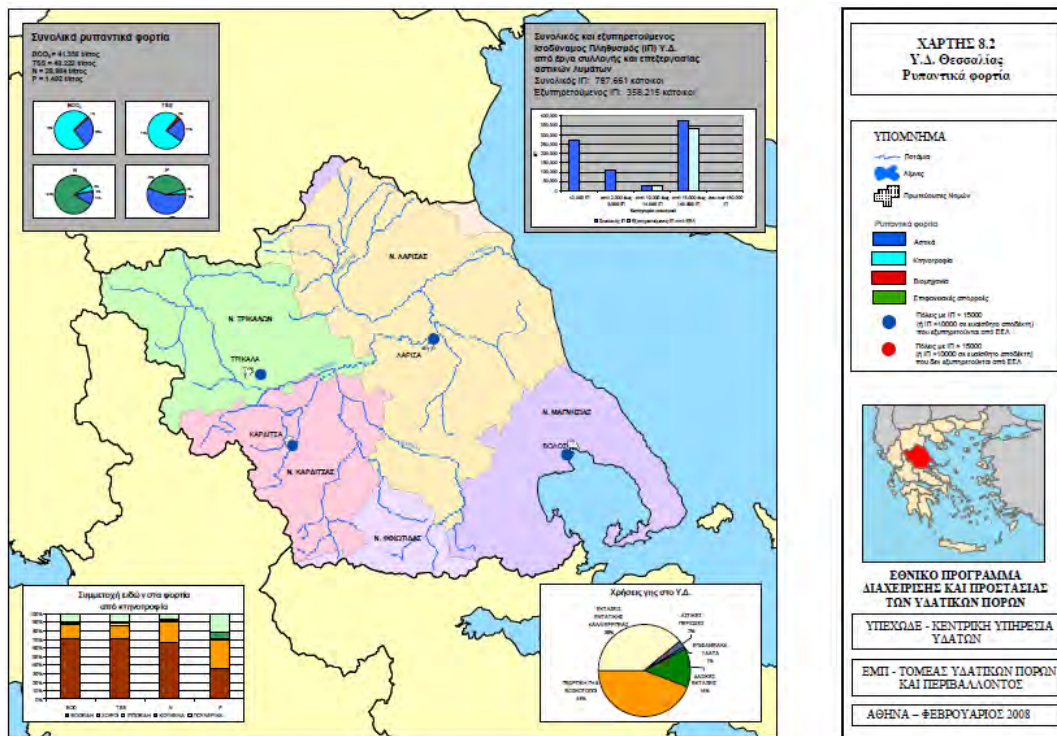
Αξιολόγηση ποιοτικής κατάστασης επιφανειακών υδάτων

Στα πλαίσια του προγράμματος, εκτιμήθηκε η ποιοτική κατάσταση των επιφανειακών υδάτων του υδατικού διαμερίσματος με βάση τις διαθέσιμες μετρήσεις του Υπουργείου Γεωργίας για τους ποταμούς Πηνειού και Ληθαίου (1980–1997 και 1998–2001), για τη λίμνη Πλαστήρα (1980–1997) και του ΕΚΘΕ για τους ποταμούς Τιταρήσο (παραπόταμο του Πηνειού), Σκαμνιά και Ενιπέα. Περιλαμβάνονται επίσης στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ για την περίοδο 2004–2005, για τους ποταμούς Πηνειό, Ληθαίο, Τιταρήσιο και Ενιπέα.

Πραγματοποιήθηκε η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, όπου για κάθε θέση δειγματοληψίας αναγράφονται η μέση, η μέγιστη, η ελάχιστη και η διάμεση τιμή της των μετρήσεων.



Χάρτης 5 : Υδατικοί πόροι – ζήτηση Νερού



Χάρτης 6: Ρυπαντικά φορτία Υ.Δ. Θεσσαλίας

Ποταμός Πηνειός

Από την αξιολόγηση των στοιχείων προκύπτει ότι ο Πηνειός έχει χαρακτηριστικά που ικανοποιούν κατ' αρχήν βασικά αγρονομικά κριτήρια για άρδευση γεωργικών εκτάσεων. Επιπρόσθετα, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ποταμού καλύπτουν τις προϋποθέσεις της Οδηγίας 75/440/ΕΟΚ για τα επιφανειακά ύδατα που είναι κατάλληλα για πρόσληψη νερού για ύδρευση μετά από επεξεργασία.

Σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας έχουν καταγραφεί σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών που περιστασιακά παραβιάζουν την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της Κοινοτικής Οδηγίας (50 mg/L NO₃). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι την περίοδο 1980–1997 στη θέση του υδατόπυργου Δ. Λαρίσης έχει καταγραφεί συγκέντρωση νιτρικών της τάξης των 53,51 mg/L, ενώ αντίστοιχες τιμές έχουν καταγραφεί στις θέσεις γέφυρας Τρικάλων – Καρδίτσας (32,78 mg/L NO₃) και γέφυρας Εφέντη – Κεραμίδι (27,64 mg/L NO₃).

Οι σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών παρατηρούνται κυρίως κατά τους θερινούς μήνες και εκτιμάται ότι οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην απορροή από τις

εκτεταμένες καλλιεργούμενες εκτάσεις της λεκάνης του ποταμού και των παραποτάμων του.

Στις υπόλοιπες θέσεις δειγματοληψίας, σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ, έχουν καταγραφεί την περίοδο 2000–2003 τιμές νιτρικών της τάξης των 15 mg/L που δεν υπερβαίνουν όμως τα συνιστώμενα όρια της Οδηγίας.

Τόσο ο Πηνειός όσο και οι παραπόταμοί του, αποτελούν τον αποδέκτη των αστικών λυμάτων αξιόλογων οικιστικών περιοχών. Παρά το γεγονός αυτό, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη ρύπανση από λύματα είναι ικανοποιητικά.

Ο Πηνειός παρουσιάζει σχετικά επιβαρημένη εικόνα ως προς τη συκέντρωση ορισμένων βαρέων μετάλλων όπως το χρώμιο, το νικέλιο και ο χαλκός, τα οποία έχουν μετρηθεί σε συγκεντρώσεις που παραβιάζουν τις οριακές τιμές ποιότητας των υδάτων που καθορίζονται από την Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου υπ' αριθμόν 2/1-2-2001. Σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τις ενδεικτικές τιμές ποιότητας των υδάτων έχουν μετρηθεί επίσης τα μέταλλα μαγγάνιο και αργίλιο

Επισημαίνεται το χαμηλό επίπεδο μικροοργανισμών που για τις περισσότερες από τις εξεταζόμενες ουσίες βρίσκεται σε πρακτικά μη ανιχνεύσιμα επίπεδα και για καμία δεν υπερβαίνει τις οριακές τιμές ποιότητας των υδάτων που καθορίζονται από την ελληνική νομοθεσία.

ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟ-ΛΗΨΙΑΣ - ΠΗΓΗ ΠΗΝΕΙΟΣ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (mg/L)		
		ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	MIN	MAX
ΓΕΦΥΡΑ ΤΡΙΚΑΛΩΝ- ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ E _{1-Δ1}	1997	9,88	0,66	32,78
ΓΕΦΥΡΑ ΤΡΙΚΑΛΩΝ-ΠΥΛΗΣ (ΚΑΡΑΒΟΠΟΡΟΣ) E _{1-Δ2}	1997	7,36	4,7	19,14
ΓΕΦΥΡΑ ΦΩΤΑΔΑΣ E _{1-Δ3}	2003	8	2,9	14,7
ΓΕΦΥΡΑ Μ. ΚΑΛΥΒΙΑ E _{1-Δ4}	2003	5,8	0,1	12,9
ΓΕΦΥΡΑ ΠΗΝΕΙΑΔΑΣ E _{1-Δ5}	2003	6,4	0,4	13,3
ΓΕΦΥΡΑ ΠΥΡΓΕΤΟΥ E _{1-Δ6}	2003	4,6	0,8	9,4

*Πίνακας 4 : Περιεκτικότητα σε νιτρικά της Έρευνας 1
Ιδία επεξεργασία βάσει των αποτελεσμάτων της έρευνας*

Ποταμός Ληθαίος

Για τον ποταμό Ληθαίο υπάρχουν στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας σε τρεις θέσεις δειματοληψίας, τη Γέφυρα Σωτηρίας, τη Γέφυρα Τρικαιόγλου και τη θέση διάθεσης των αποβλήτων του Εργοστασίου Γάλακτος Τρικάλων για την περίοδο 1986–1997, από όπου προκύπτει ότι τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά ικανοποιούν κατ' αρχήν βασικά αγρονομικά κριτήρια για άρδευση γεωργικών εκτάσεων (Κουτσογιάννης, 2008).

3.2 Έρευνα 2: Διπλωματική εργασία: «Περιβαλλοντικοί παράγοντες και έλεγχος ποιότητας νερών του ποταμού Ληθαίου»

Πρόκειται για έρευνα – διπλωματική εργασία της Ζήση Σταυρούλας – Εύας με αντικείμενο τη διερεύνηση των περιβαλλοντικών παραγόντων και ελέγχου ποιότητας νερών του ποταμού Ληθαίου. Η πτυχιακή αυτή εργασία αποτελεί μια ερευνητική μελέτη της ποιότητας των νερών του ποταμού που διασχίζει την πόλη των Τρικάλων.

3.2.1 Δειματοληψία – μετρήσεις

Δείγματα νερού συλλέχθηκαν με κατάλληλο τρόπο από επτά συνολικά σημεία δειματοληψίας κατά μήκος του ποταμού. Τα σημεία (σταθμοί) δειματοληψίας επελέγησαν έτσι ώστε να καλύψουν όλο το μήκος του ποταμού.

Τα δείγματα από τον ποταμό Ληθαίο λαμβάνονταν μηνιαία από τα επτά σημεία δειματοληψίας, από τον Απρίλιο έως και τον Οκτώβριο του 2005. Τα δείγματα λαμβάνονταν από την επιφάνεια και με κατάλληλα προσαρμοσμένο πλαστικό δοχείο.

Χρησιμοποιήθηκαν πρότυπα διαλύματα της Merck για τον προσδιορισμό των νιτρικών, νιτρωδών, αμμωνιακών και φωσφορικών αλάτων.

3.2.2 Αποτελέσματα

Στον πίνακα 5, δίνονται οι τιμές όλων των μετρήσεων συγκεντρώσεως νιτρικών (mg/L), στους σταθμούς δειματοληψίας της έρευνας.

ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ – ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΝΙΤΡΙΚΑ (mg/L) – ΈΤΟΣ 2005						
	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος
Μ.Καλόβια - E _{2-Δ1}	15,4	14,1	32,7	32,5	31,6	30,1	10
Εργ.Γάλακτος - E _{2-Δ2}	25,5	24,4	16,9	16	21,8	33,4	22,7
Ασκληπιού - E _{2-Δ3}	28,3	10,2	28,2	34,5	37,8	36,6	27,3
ΚΤΕΛ - E _{2-Δ4}	26,4	22,7	26,7	21,1	55	43,4	22,3
Τρικκαίογλου - E _{2-Δ5}	28,2	10,2	23,8	25,4	18,1	33,6	25
Σωτήρας - E _{2-Δ6}	12,1	8,8					
Θεόπετρα - E _{2-Δ7}	31,6	32,2					

*Πίνακας 5 : Περιεκτικότητα σε νιτρικά της Έρευνας 2
Ιδία επεξεργασία βάσει των αποτελεσμάτων της εργασίας*

3.2.3 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα

Το εύρος των τιμών των συγκεντρώσεων των παραμέτρων που μετρήθηκαν κατά τους μήνες Απρίλιο έως και Δεκέμβριο του 2005 στους επτά σταθμούς δειγματοληψίας κυμαίνονται για τα νιτρικά ιόντα από 8,8 έως 55 mg/L.

Στην εργασία οι τιμές της συγκέντρωσης των νιτρικών βρίσκονται εντός ορίων της απόφασης του Νομαρχιακού Συμβουλίου Τρικάλων (1938/26-5-2003) με ανώτατη συγκέντρωση τα 50 mg/L, με εξαίρεση τον Αύγουστο σε ένα σταθμό. Για τα νιτρικά τα όρια είναι 0,01-0,03 mg/L NO₃²⁻ για διαβίωση ψαριών και 0,5 mg/L NO₃²⁻ για άρδευση.

Η μείωση των NO₂-N και NO₃-N μπορεί επίσης να είναι αποτέλεσμα αυξημένης μικροβιακής νιτροποίησης, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Άλλος λόγος είναι ο ελάχιστος εξωτερικός εφοδιασμός σε νερό αυτή την εποχή.

3.3 Έρευνα 3: Μετρήσεις νιτρικών στα Τρίκαλα της πρώην Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Τρικάλων

Στα πλαίσια έλεγχου της νιτρορύπανσης στην περιοχή των Τρικάλων η Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων, Τμήμα Γεωλογίας – Υδρολογίας και Υδάτινων Πόρων της πρώην Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Τρικάλων κάνει συχνά δειγματοληπτικές μετρήσεις νερού σε καθορισμένες θέσεις γεωτρήσεων και επιφανειακών υδάτων της περιοχής των Τρικάλων.

Ο πίνακας 6 που ακολουθεί περιλαμβάνει τις μετρήσεις νιτρικών σε γεωτρήσεις κατά τους ελέγχους της υπηρεσίας που έλαβαν χώρα το 2002.

ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (mg/L) Μ.Ο.
Ταξιάρχες E _{3-Α1}	2002	73,5
Σερβωτά E _{3-Α2}		1,8
Φήκη E _{3-Α3}		15,5
Γόμφοι E _{3-Α4}		37,2
Σαρακίνα E _{3-Α5}		15,1
Κεφαλόβρυσο E _{3-Α6}		18,6
Βασιλική E _{3-Α7}		40,3
Ζάρκο E _{3-Α8}		64,7

Πίνακας 6: Περιεκτικότητα σε νιτρικά το 2002 της Έρευνας 3 σε γεωτρήσεις Ιδία επεξεργασία βάσει των αποτελεσμάτων των μετρήσεων

Ενδεικτικά παρουσιάζεται ο πίνακας 7 με όλες τις μετρήσεις που καταγράφηκαν κατά το έτος 2002 για επιφανειακά ύδατα.

	ΕΤΟΣ 2002						
	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
ΘΕΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (mg/L)						
Αγναντερό		8,9	15,1		7,5	19	64,2
Γέφυρα Κεραμιδίου		11,1	16,4	14,6	7,1	19	65,1
Καραβόπορος			11,5	14,9	20,8	42,5	70,4
Γέφυρα Τρικάιογλου	40,8		41,2	56,3	43,9	48,7	74,4

Γεφυρα Τρικάλων- Ιωαννίνων	41,2		46,5	57,6	44,3	49,6	74,4
Γέφυρα Σωτήρα			44,3	56,7	46,5	42,5	71,3
Πετρόπορος			5,3	49,6	50,1	46,1	
Γέφυρα Ριζαριού			34,5		35	37,2	
Γλίνοσ			7,5		45,2	40,8	
Ανάнти Β.Κ. 1+100m	31,4	14,6	36,3	44,3	35	37,7	66
Ανάнти Β.Κ. 0+500m	30,1	14,6	36,8	40,8	34,6	37,7	67,3
Κατάнти Β.Κ. 0+100m	70,9	3,1	44,3	54,5	20,8	54	109
Κατάнти Β.Κ. 1+100m	62,0	35,9	41,6	74,9	43,4	67,3	103,2
Εργοστάσιο Γάλακτος			34,6		35,9	38,5	
Κεφαλόβρυσο			54,9	62	50,1	43,9	
Μ. Καλύβια			29,7	41,2	25,2	23,9	
Πύλη			2,7		3,1	3,5	25,7
ΤΥΡΑΣ			18,6	7,5	10,6	20,8	
ΒΙΟΓΑΛ			18,6	23	2,7	19,9	
Ταξιάρχες					3,5	21,3	

*Πίνακας 7: Περιεκτικότητα σε νιτρικά το έτος 2002 επιφανειακών υδάτων
Ιδία επεξεργασία βάσει των στοιχείων των μετρήσεων*

Στα έτη που ακολούθησαν παρουσιάζεται σημαντική μείωση της περιεκτικότητας νιτρικών βάσει των μετρήσεων που έγιναν στις ίδιες περιοχές δειγματοληψίας.

	ΕΤΟΣ 2006					
	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΪΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
ΘΕΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (mg/L)					
Αγναντερό	9	<6,2	<6,2	43	<6,2	13
Γέφυρα Κεραμιδίου	11	<6,2	<6,2	7	<6,2	9
Καραβόπορος	9	<6,2	<6,2	<6,2	<6,2	10
Γέφυρα Τρικάιογλου	23	24	22	16	26	25
Γεφυρα Τρικάλων- Ιωαννίνων	23	24	21	15	38	29
Γέφυρα Σωτήρα	12	21	12	16	27	8
Πετρόπορος				14	16	
Γέφυρα Ριζαριού				18	24	
Γλίνοσ				12	15	
Ανάнти Β.Κ. 1+100m	<6,2	25	22	19	25	23
Ανάнти Β.Κ. 0+500m	<6,2	25	25	18	26	20
Κατάнти Β.Κ.	<6,2	<6,2	<6,2	21	26	29

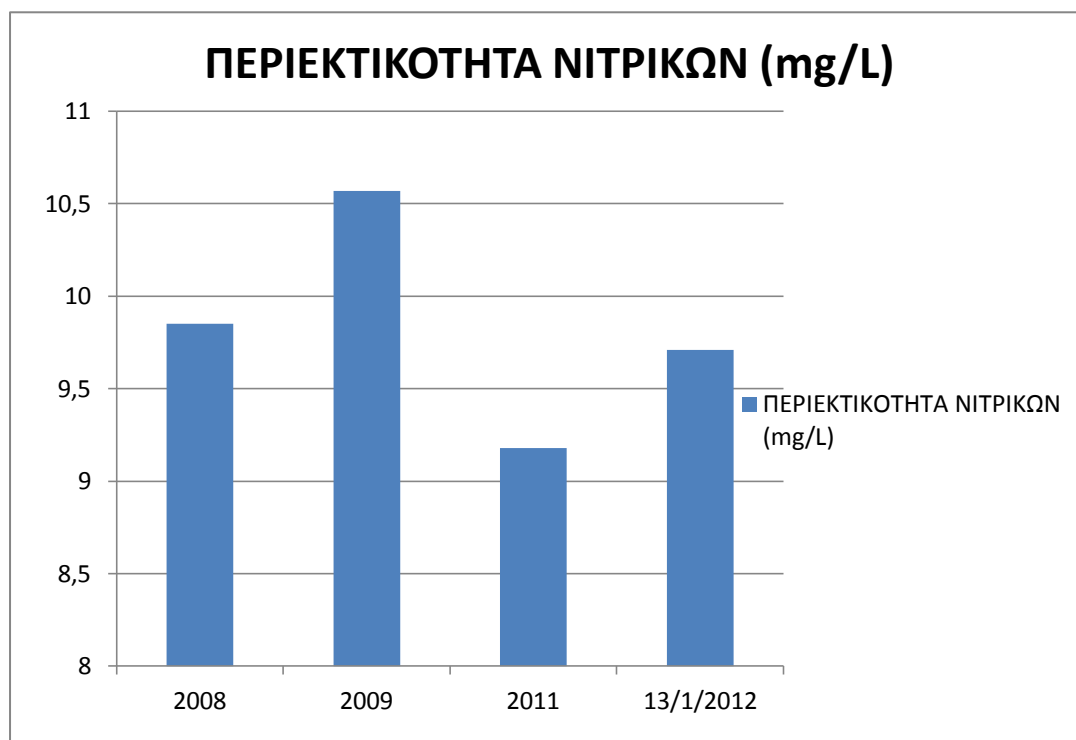
0+100m						
Κατάντι Β.Κ. 1+100m	<6,2	<6,2	<6,2	19	18	28
Εργοστάσιο Γάλακτος	<6,2	26	24	20	8	23
Κεφαλόβρυσο	31		35			
Μ. Καλύβια				20	15	
Πύλη				<6,2	<6,2	
ΤΥΡΑΣ				10	55	
ΒΙΟΓΑΛ				<6,2	<6,2	
Ταξιάρχες				<6,2	<6,2	
Φράγμα Λογγά	<6,2	14	<6,2	<6,2	<6,2	<6,2

*Πίνακας 8: Περιεκτικότητα σε νιτρικά για το 2006 της Έρευνας 3
Ιδία επεξεργασία βάσει των στοιχείων των μετρήσεων*

3.4 Έρευνα 4: «Ποιότητα πόσιμου νερού Δήμου Τρικαίων» - Μετρήσεις της ΔΕΥΑ Τρικάλων

Η ΔΕΥΑ Τρικάλων, στα πλαίσια υπεύθυνης πολιτικής στον τομέα διαχείρισης των υδάτων, πραγματοποιεί ανά τακτά χρονικά διαστήματα δειγματοληπτικούς ελέγχους δειγμάτων που προέρχονται τις γεωτρήσεις που διαθέτει αλλά και από διάφορα σημεία ύδρευσης στην πόλη όπως σχολεία, δημοτικά και δημόσια κτίρια, τράπεζες και ξενοδοχειακές μονάδες. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών δημοσιεύονται για την ενημέρωση των καταναλωτών. Οι τιμές που δίνονται αποτελούν το μέσο όρο των αποτελεσμάτων των μετρήσεων κάθε φορά.

Στο παρακάτω διάγραμμα 2 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές μέτρησης περιεκτικότητας νιτρικών κατά τα έτη 2008, 2009, 2011 και η τελευταία μέτρηση που δημοσιεύτηκε στις 13/01/2012.



*Διάγραμμα 2 : Μέσες τιμές περιεκτικότητας νιτρικών μετρήσεων της ΔΕΥΑΤ (Ερευνα 4)
Ιδία επεξεργασία βάσει των στοιχείων των μετρήσεων*

Και στον παρακάτω πίνακα 9 παρουσιάζονται οι καταγραφές περιεκτικότητας σε νιτρικά στις γεωτρήσεις της υπηρεσίας, σε μετρήσεις που έλαβαν χώρα κατά τα έτη 2007, 2008, 2009 και 2010.

		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ						
		13/11/2007	19/5/2008	26/8/2008	28/4/2009	2/9/2009	21/4/2010	3/11/2010
A/A	ΘΕΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (mg/L)						
E _{4-Α1}	ΓΕΩΤΡΗΣΗ 1 - Αντλιοστάσιο	10,51	10,65	12,75	12,61	10,41	8,83	8,95
E _{4-Α2}	ΓΕΩΤΡΗΣΗ 2 - Ριζαριο	2,33	1,62	4,23	3,45	2,5		2,94
E _{4-Α3}	ΓΕΩΤΡΗΣΗ 3 - ΑΓΡΕΞ (Αγία Μονή)	6,173	5,19	3,59	5,53	5,32	4,41	5,2
E _{4-Α4}	ΓΕΩΤΡΗΣΗ 4 - Πύργος	9,88	9,83	9,96	14,95	9,45	9,18	9,37
E _{4-Α5}	ΓΕΩΤΡΗΣΗ 5 - Άγιοι Απόστολοι	13,65	13,79	18,74	9,94	17	9,55	11,7

*Πίνακας 9: Τιμές περιεκτικότητας νιτρικών σε γεωτρήσεις της ΔΕΥΑΤ (Ερευνα 4)
Ιδία επεξεργασία βάσει των στοιχείων των μετρήσεων*

3.5 Έρευνα 5: «Αξιολόγηση της κατάστασης των υδάτων του τελικού αποδέκτη της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων του Ν. Τρικάλων»

των Κουτσομήτρου Θ., Λαζαρίδη Κ., Αμπελιώτης Κ., Κώτσου Μ. και Κυριακού Μ.

Πρόκειται για μια εργασία για την αξιολόγηση της κατάστασης των υδάτων του τελικού αποδέκτη της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων του Ν. Τρικάλων που εκπονήθηκε στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο και παρουσιάστηκε στα πλαίσια της 5^η Διεθνούς Έκθεσης και Συνεδρίου για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος που οργάνωσε το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας το 2005.

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας αξιολογήθηκε η υφιστάμενη κατάσταση των νερών καταγράφοντας σημειακές και διάχυτες πηγές ρύπανσης. Συγκεκριμένα εξετάστηκαν οι χημικές και μικροβιολογικές παράμετροι δειγμάτων από σημεία του ποταμού. Φαίνεται ότι τα νιτρικά επηρεάζονται κυρίως από τις άλλες χρήσεις στην περιοχή.

Το πρώτο δείγμα προέρχεται από σημείο του ποταμού πριν από μια τυροκομική μονάδα και το δεύτερο από σημείο αμέσως μετά. Το τρίτο δείγμα από σημείο πριν το διαχωρισμό της κοίτης του Ληθαίου ποταμού. Το τέταρτο και πέμπτο δείγμα από σημεία πριν και μετά τη Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων αντίστοιχα. Και το τελευταίο από τη συμβολή του Ληθαίου με τον Πηνειό ποταμό (Κουτσομήτρος, 2005).

Βάση των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας 9, όπου φαίνεται η θέση του δείγματος, η εποχή της μέτρησης και η περιεκτικότητα σε νιτρικά.

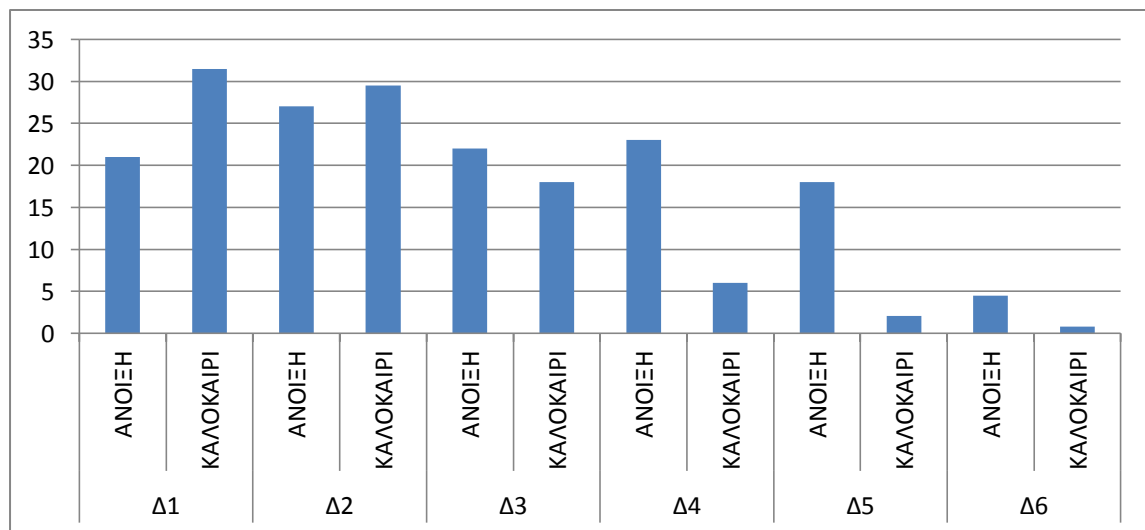
Α/Α	ΈΡΕΥΝΑ 5 ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΕΤΟΣ 2005	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ Σ	ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΕΥΡΟΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (mg/L)			
					<25	25-50	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΑΝΩΤΑΤΗ ΤΙΜΗ (mg/L)
1	ΚΑΡΑΒΟΠΟΡΟΣ 1 E _{5-A1A}	ΑΝΟΙΞΗ		21	X		25	50
	ΚΑΡΑΒΟΠΟΡΟΣ 1 E _{5-A1B}	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		31,5		X	25	50
2	ΚΑΡΑΒΟΠΟΡΟΣ 2 E _{5-A2A}	ΑΝΟΙΞΗ		27		X	25	50
	ΚΑΡΑΒΟΠΟΡΟΣ 2 E _{5-A2B}	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		29,5		X	25	50
3	ΚΟΙΤΗ ΛΗΘΑΙΟΥ (ΑΡΧΗ) E _{5-A3A}	ΑΝΟΙΞΗ		22,0	X		25	50
	E _{5-A3B}	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		18,0	X		25	50
4	Μ.Ε.Λ. (ΠΡΙΝ) E _{5-A4A}	ΑΝΟΙΞΗ		23,0	X		25	50

	E _{5-Δ4B}	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	6,0	X		25	50
5	Μ.Ε.Λ. (ΜΕΤΑ) E _{5-Δ5A}	ΑΝΟΙΞΗ	18,0	X		25	50
	E _{5-Δ5B}	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	2,1	X		25	50
6	ΣΥΜΒΟΛΗ ΛΗΘΑΙΟΥ- ΠΗΝΕΙΟΥ E _{5-Δ6A}	ΑΝΟΙΞΗ	4,5	X		25	50
	E _{5-Δ6A}	ΑΝΟΙΞΗ					
	E _{5-Δ6B}	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	0,8	X		25	50

Πίνακας 10: Οι μετρήσεις νιτρικών της Έρευνας 5
Ιδία επεξεργασία βάσει των αποτελεσμάτων

Και δημιουργήθηκε το διάγραμμα 3 για καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων.

Περιεκτικότητα νιτρικών σε mg/L της Έρευνας 5



Διάγραμμα 3: Οι μετρήσεις νιτρικών της Έρευνας 5
Ιδία επεξεργασία βάσει των αποτελεσμάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η Νιτρορύπανση στην παρούσα έρευνα.

4.1 Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε μια φάση, η οποία διήρκησε από 04-12-2011 έως 05-12-2011 για τα πρώτα δώδεκα (12) δείγματα και σε δύο φάσεις για τα υπόλοιπα πέντε (5), η πρώτη την άνοιξη και η δεύτερη το Σεπτέμβριο του 2011. Πεδίο δειγματοληψίας αποτέλεσαν η ευρύτερη περιοχή του Δήμου Τρικκαίων. Οι συγκεκριμένες περιοχές επιλέχθηκαν ως περιοχές με αρκετά τμήματα αγροτικού χαρακτήρα και καθαρά αγροτικού χαρακτήρα αντίστοιχα, καθώς είναι γνωστή η αιτιώδης σχέση εντατικής γεωργίας και νιτρορύπανσης.

Κριτήριο επιλογής αποτέλεσε επίσης και το γεγονός ότι είχαν προηγηθεί έρευνες, είτε μεμονωμένες είτε συστηματικές διαχρονικές σειρές μετρήσεων, οι οποίες μαζί με την παρούσα έρευνα μπορούν να δώσουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της διαχρονικής πορείας του φαινομένου. Με τη βοήθεια λοιπόν των μετρήσεων των νιτρικών από τις Έρευνες 1,2,3,4 και 5 και με τα αποτελέσματα της δικής μας εργασίας μπορούμε να διερευνήσουμε τη διαχρονική εξέλιξη του φαινομένου.

Το δίκτυο δειγματοληψίας που σχηματίστηκε για τις ανάγκες της έρευνας αποτελείται από δέκα επτά (17) θέσεις συνολικά. – Πίνακας 11.

Α/Α	ΚΩΔ.	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	ΔΗΜΟΣ	ΘΕΣΗ	ΕΙΔΟΣ ΠΗΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΧΡΗΣΗ
1	Δ ₁	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αγναντερό	Ποτάμι	Α
2	Δ ₂	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Καλύβια, ΕΛΒΙΚ	Ποτάμι	Α
3	Δ ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Καλύβια	Γεώτρηση	Α
4	Δ ₄	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Καραβόπορος, ΤΥΡΑΣ-ΛΑΦΑΡΜ	Ποτάμι	Α
5	Δ ₅	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Φωτάδα	Ποτάμι	Α
6	Δ ₆	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Βαλτινό	Δίκτυο Ύδρευσης	Υ
7	Δ ₇	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Διαλεκτό	Δίκτυο Ύδρευσης	Υ
8	Δ ₈	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μεγάρχη	Δίκτυο Ύδρευσης	Υ
9	Δ ₉	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Κεφαλόβρυσο	Δίκτυο Ύδρευσης	Υ
10	Δ ₁₀	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Σωτήρα	Δίκτυο Ύδρευσης	Υ
11	Δ ₁₁	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αρδάνι	Δίκτυο Ύδρευσης	Υ
12	Δ ₁₂	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Παλαιόπυργος	Δίκτυο Ύδρευσης	Υ
13	Δ ₁₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αντλιοστάσιο ΔΕΥΑΤ	Γεώτρηση	Υ
14	Δ ₁₄	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Ριζαριό	Γεώτρηση	Υ
15	Δ ₁₅	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	ΑΓΡΕΞ	Γεώτρηση	Υ

16	Δ ₁₆	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Πύργος	Γεώτρηση	Υ
17	Δ ₁₇	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αγ. Απόστολοι	Γεώτρηση	Υ

*Πίνακας 11: Θέση δείγματος – Είδος πηγής και Χρήση
Ιδία επεξεργασία*

Οι συγκεκριμένες θέσεις δειγματοληψίας επιλέχθηκαν με βάση το συνδυασμό των παρακάτω κριτηρίων:

- Θέση εντός ή κοντά σε εντατικά καλλιεργούμενες αγροτικές περιοχές.
- Ύπαρξη στοιχείων, διαχρονικών κατά προτεραιότητα και μεμονωμένων κατά δεύτερο λόγο, περιεκτικότητας σε NO_3^- , προηγούμενων ερευνών στις ίδιες θέσεις.
- Κάλυψη όσο το δυνατόν μεγαλύτερης έκτασης των περιοχών έρευνας.
- Εφικτότητα λήψης δειγμάτων (εφικτότητα μεταφοράς και πρόσβασης).

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 10, πηγές λήψης των δειγμάτων αποτέλεσαν υπόγεια και επιφανειακά νερά (γεωτρήσεις και ποτάμια αντίστοιχα). Τα δείγματα λαμβάνονταν σε ποσότητες αρκετές για τη μέτρηση της περιεκτικότητάς του σε NO_3^- , σε πλαστικές φιάλες που ξεπλένονταν πολύ καλά πριν τη λήψη. Μετά τη λήψη, τα δείγματα τοποθετούνταν στη συντήρηση έως τον –άμεσο- προσδιορισμό τους.

4.2 Προσδιορισμός – μέθοδος μέτρησης

Οι εργαστηριακές αναλύσεις, για προσδιορισμό της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης δειγμάτων αποβλήτων υδάτων από φυσικούς αποδέκτες και η έκφραση των αντίστοιχων αποτελεσμάτων, πρέπει να εκτελούνται με βάση πρότυπες μεθόδους όπως καθορίζονται από τις Κοινοτικές Οδηγίες, το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Standardization Association – ISO) και εθνικούς Οργανισμούς Τυποποίησης. Με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται τόσο η αξιοπιστία όσο και η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων που προκύπτουν (Ραφαίοπου, 2006).

Οι συγκεκριμένες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο διαπιστευμένο Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Νερού και Εδάφους του κ. Δημήτριου Λάβδα στα Τρίκαλα για τα πρώτα δώδεκα (12) δείγματα και στο εργαστήριο ελέγχου ποιότητας νερού της ΔΕΥΑ Τρικάλων για τα πέντε (5) δείγματα των γεωτρήσεων.

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε νιτρικά ιόντα, χρησιμοποιήθηκε το τεστ μέτρησης Aquamerck Nitrate Test Kit της εταιρίας Merck με εύρος μέτρησης 0,10-25,0 mg/L NO_3^- -N.

Η εφαρμοζόμενη μέθοδος είναι η APHA 4500 – NO₃⁻, 20^η έκδοση, 1998, σύμφωνα με American Public Health Association, American Water Works Association και Water Environment Federation.

Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στη σύζευξη του δείγματος με την υδροχλωρική N-(1-ναφθυλο) αιθυλενο – διαμίνη και στο φασματοφωτομετρικό προσδιορισμό του κόκκινου χρώματος που σχηματίζεται, σε μήκος κύματος 550 nm.

Για την πραγματοποίηση της μέτρησης χρησιμοποιούνται αντιδραστήρια με συγκεκριμένη αναλυτική καθαρότητα:

- α) Αποσταγμένο νερό**, φαρμακευτικής χρήσης για μηδενισμό και αραιώσεις, διάρκειας ζωής τεσσάρων (4) ετών.
- β) Αντιδραστήριο για την ανάπτυξη χρώματος**. Σε 80mL αποσταγμένου νερού, εντός ογκομετρικής φιάλης, προσθέτονται: **πυκνό υδροχλωρικό οξύ (1mL)** και **διχλωριούχο N-(1-ναφθυλο) αιθυλενο-διαμίνης (C₁₀H₇NHCH₂CH₂.2HCl - 0,6g)**. Το διάλυμα αναδεύεται έως ότου διαλυθεί και συμπληρώνεται μέχρι όγκου 100mL. Διατηρείται σε σκουρόχρωμη φιάλη σε ψυγείο και είναι σταθερό για επτά (7) ημέρες.
- γ) Πρότυπο διάλυμα νιτρικών**, σταθερό μέχρι την ημερομηνία λήξεως που δίνει ο κατασκευαστής.
- δ) Αντιδραστήριο υδροχλωρικού οξέως 1:4**, που περιέχει ένα μέρος πυκνού υδροχλωρικού οξέως και 4 μέρη νερού, σταθερό για ένα (1) έτος.
- ε) Αντιδραστήριο Sulfanilic acid (C₆H₇NO₃S)**, που δημιουργείται με προσθήκη ζεστού αποσταγμένου νερού (100mL) και Sulfanic acid 0,6g.
- στ) Αντιδραστήριο Zinc/NaCl**, που δημιουργείται με την προσθήκη κρυστάλλων Zinc 1,0g και NaCl 200g, οι οποίοι ομογενοποιούνται με blender.
- η) Διάλυμα οξικού νατρίου (C₂H₃NaO₂)**, προσθέτουμε σε 16,406g Sodium acetate αποσταγμένο νερό μέχρι όγκου 100mL.

Τα παραπάνω διαλύματα φυλάσσονται στο ψυγείο σε φιάλες από γυαλί και πολυαιθυλένιο.

Η μέτρηση γίνεται σε ποτήρια ζέσεως ή ευρύλαιμα μπουκάλια από γυαλί τύπου A, πολύ προσεκτικά πλυμένα με υπερκαθαρό (αποσταγμένο) και απαλλαγμένα νιτρικών.

Αμέσως μετά την δειγματοληψία διατηρούνται τα δείγματα σε θερμοκρασία περίπου 4°C.

Με μια πλαστική σύριγγα, μεταφέρονται σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα, που περιέχει 0,5 mL δείγματος τα εξής αντιδραστήρια:

- 1mL αντιδραστηρίου υδροχλωρικού οξέως 1:4,
- 1mL αντιδραστηρίου Sulfanilic acid,
- 1mL αντιδραστηρίου Zinc/NaCl,
- 1mL από το αντιδραστήριο για την ανάπτυξη χρώματος και
- 1mL αντιδραστηρίου διαλύματος οξικού νατρίου.

Βιδώνεται ο δοκιμαστικός σωλήνας και ανακινείται με προσοχή γιατί το περιεχόμενο του ζεσταίνεται αρκετά. Αφήνουμε το δοκιμαστικό σωλήνα για λίγα λεπτά σε ηρεμία ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση.

Το δείγμα με την προσθήκη των αντιδραστηρίων αρχίζει να αποκτά ένα κοκκινωπό χρώμα, το οποίο εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε νιτρικά. Άρα στη φάση αυτή έχουμε μια πρώτη ένδειξη για την ποιότητα του νερού από το οποίο προήλθε το δείγμα μας.



Εικόνα 3: Το τεστ Νιτρικών Merck

Ακολούθως, τίθεται σε λειτουργία το φωτόμετρο (Pharo 100 – spectrophotometer της εταιρίας Merck).

Η καμπύλη αναφοράς πραγματοποιείται προκειμένου να εξασφαλίζεται η ακρίβεια των μετρήσεων του οργάνου και γίνεται κάθε φορά που παρασκευάζεται νέο αντιδραστήριο.

Για την καμπύλη αναφοράς χρησιμοποιούνται επτά (7) πρότυπα αναφοράς. Για την ανάγνωση χρησιμοποιείται κυψελίδα για οπτική διαδρομή 10mm.

Για την ανάπτυξη καμπύλης από γνωστό διάλυμα αναφοράς (std) λαμβάνεται ο τύπος.

$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$ όπου:

C_1 = συγκέντρωση std. (π.χ. 10mg/L).

C_2 = επιθυμητή συγκέντρωση (π.χ. 0,01mg/L).

V_2 = ο συνολικός όγκος της (π.χ. σε φιάλη ογκομετρική των 50mL).

V_1 = όγκος std. που προστίθεται

100	mg/L
5	mg/L
50	mL
2,5	mL

Μετά από 5 -10 λεπτά γίνεται ο προσδιορισμός σε μήκος 550nm.

Η ρύθμιση του οργάνου (μηδενισμός) γίνεται με αποσταγμένο νερό.

Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα την ένδειξη «Concentration» για τη μέτρηση της συγκέντρωσης περιεκτικότητας σε νιτρικά του δείγματος.



Εικόνα 4: Άποψη Εργαστηρίου Αναλύσεων Νερού

Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη της πραγματοποίησης της μέτρησης και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.



Εικόνα 5 : Φωτόμετρο MERCK

Η μέτρηση προσδιορισμού των νιτρικών πρέπει να διεξάγεται όσο το δυνατόν πιο σύντομα μετά την δειγματοληψία. Επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητως να διηθούνται γιατί δίνουν σφάλμα στη μέτρηση. Τυχόν αιωρούμενα σωματίδια που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο δείγμα πρέπει να διαλύονται ή να απομακρύνονται με κατάλληλη μέθοδο. Κατά τη μέτρηση, τα φιαλίδια πρέπει να είναι καθαρά ή να καθαρίζονται με στεγνό, καθαρό πανί (Καριωτάκης, 2011).

Ο χρωματισμός στο διάλυμα μετά το τέλος της αντίδρασης παραμένει σταθερός για 30 min αλλά η μέτρηση πρέπει να γίνεται αυστηρά στα 10 min.

4.3 Αποτελέσματα

Ακολουθώς, παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών της παρούσας έρευνας σε μορφή πίνακα (πίνακας 12):

Α/Α	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΕΥΡΟΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (mg/L)				ΚΥΑ Υ2/2600/2001	
				<25	25-50	50-100	>100	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΑΝΩΤΑΤΗ ΤΙΜΗ (mg/L)
1	Δ ₁	05/12/2011	12,8	X				25	50
2	Δ ₂	05/12/2011	9,6	X				25	50
3	Δ ₃	05/12/2011	1,2	X				25	50
4	Δ ₄	05/12/2011	1,4	X				25	50
5	Δ ₅	05/12/2011	22,4	X				25	50
6	Δ ₆	05/12/2011	3,2	X				25	50
7	Δ ₇	05/12/2011	12,7	X				25	50
8	Δ ₈	05/12/2011	14,6	X				25	50
9	Δ ₉	05/12/2011	15,8	X				25	50
10	Δ ₁₀	05/12/2011	26,7		X			25	50
11	Δ ₁₁	05/12/2011	36,1		X			25	50
12	Δ ₁₂	05/12/2011	1,2	X				25	50

13	Δ_{13-1}	30/03/2011	6,28	X			25	50
14	Δ_{14-1}	30/03/2011	1,25	X			25	50
15	Δ_{15-1}	30/03/2011	2,78	X			25	50
16	Δ_{16-1}	30/03/2011	8,58	X			25	50
17	Δ_{17-1}	30/03/2011	8,25	X			25	50
18	Δ_{13-2}	15/09/2011	7,92	X			25	50
19	Δ_{14-2}	15/09/2011	4,013	X			25	50
20	Δ_{15-2}	15/09/2011	5,79	X			25	50
21	Δ_{16-2}	15/09/2011	8,96	X			25	50
22	Δ_{17-2}	15/09/2011	10,42	X			25	50

*Πίνακας 12: Αποτελέσματα Δειγματοληψιών Παρούσας Έρευνας
Ιδία επεξεργασία*

Και στη συνέχεια δημιουργήσαμε το παρακάτω διάγραμμα 4 ώστε να μπορούμε να εξάγουμε και να κατανοήσουμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πήραμε στο εργαστήριο. Όπως φαίνεται και από την παράθεση των αποτελεσμάτων στον παραπάνω πίνακα την υψηλότερη τιμή δίνει το δείγμα Δ_{11} , το οποίο ελήφθη από την περιοχή του Αρδανίου.



*Διάγραμμα 4: Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων της Παρούσας Έρευνας
Ιδία επεξεργασία*

Τελικά, για την ολοκληρωμένη εικόνα της παρούσας έρευνας, σημειώσαμε στο χάρτη της ευρύτερης περιοχής του Δήμου Τρικκαίων τα 17 σημεία από όπου πήραμε τα δείγματα για τις συγκεκριμένες μετρήσεις.



Χάρτης 7: Σημεία δειγματοληψίας στην περιοχή Τρικάλων
Πηγή: www.geodata.gr – Ιδία επεξεργασία

4.4. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα

Όσον αφορά τις μετρήσεις μας, γενικά στην ευρύτερη περιοχή των Τρικάλων (Δ₁ – Δ₁₇) η ρίζα NO₃ παρουσιάζει σχετικά χαμηλές τιμές (με μέσο όρο 10,088 mg/L). Οι περισσότερες από τις θέσεις λήψης δειγμάτων (20/22) παρουσιάζουν περιεκτικότητες μικρότερες των 25 mg/L, γεγονός πολύ ενθαρρυντικό όσον αφορά την ένταση του φαινομένου της νιτρορύπανσης στις αντίστοιχες περιοχές. Δύο από το σύνολο των είκοσι δύο (22) μετρήσεων παρουσιάζουν μέτριες περιεκτικότητες (25-50 mg/L). Τα εξι δείγματα νερού που προέρχονται από γεωτρήσεις (Δ₃, Δ₁₃- Δ₁₇) παρουσιάζουν τις μικρότερες περιεκτικότητες σε νιτρικά.

Ειδικότερα:

Αγναντερό (Πηνεϊός ποταμός): Το δείγμα εμφανίζει σχετικά χαμηλές περιεκτικότητες. Τα ύδατα της συγκεκριμένης περιοχής χαρακτηρίζονται κατάλληλα και για ύδρευση (στο παρόν τα περισσότερα χρησιμοποιούνται μόνο για άρδευση).

Μ. Καλύβια: Και τα δύο (2) ληφθέντα δείγματα εμφανίζουν μικρές περιεκτικότητες σε NO_3^- . Ειδικά η γεώτρηση παρουσιάζει 1,2 mg/L περιεκτικότητα σε νιτρικά, κάτι πολύ καλό για την περιοχή όπου η ύδρευση προέρχεται από γεωτρήσεις. Γενικά η περιοχή μπορεί να χαρακτηριστεί ως (πολύ) χαμηλής επικινδυνότητας για νιτρορύπανση.

Καραβόπορος: Η τιμή του ληφθέντος επιφανειακού δείγματος βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, κάτι ιδιαίτερος καλό για την υγεία των κατοίκων της περιοχής. Οι προσπάθειες που γίνονται τα τελευταία χρόνια καθαρισμού και προστασίας του συγκεκριμένου σημείου του Πηνεϊού ποταμού φαίνεται ότι δίνουν αισιόδοξα αποτελέσματα.

Φωτάδα: Το δείγμα εδώ παρουσιάζει μια αυξημένη τιμή (22,4 mg/L), σε σχέση με τις υπόλοιπες κοντινές σχετικά περιοχές δειγματοληψίας, κάτι που μπορεί να αποτελεί λόγο ανησυχίας και λήψης μέτρων. Στην περιοχή υπάρχει αυξημένη γεωργική δραστηριότητα και προφανώς η χρήση λιπασμάτων έχει επηρεάσει

Βαλτινό: Η τιμή του ληφθέντος δείγματος βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Γενικά, η περιοχή δεν παρουσιάζει ανησυχιακές συγκεντρώσεις οπότε μπορεί να χαρακτηριστεί ως χαμηλής επικινδυνότητας για νιτρορύπανση.

Διαλεκτό: Το δείγμα κυμαίνεται σε μια μέση τιμή, η οποία όμως δεν είναι επιθυμητή όταν στην περιοχή η ύδρευση προέρχεται από γεώτρηση.

Μεγάρχη: Πολύ κοντά στις τιμές του Διαλεκτού, μια μέτρια συγκέντρωση νιτρικών που θα ήταν σκόπιμο να προβληματίσει.

Μεγ. Κεφαλόβρυσος: Το δείγμα εδώ δεν αλλάζει τη γενικότερη εικόνα της περιοχής, μάλιστα είναι ελαφρώς αυξημένο.

Σωτήρα: Οι τιμές είναι ανησυχητικά ανεβασμένες για αστική περιοχή και πάνω από 25 mg/L. Έχει εντοπιστεί εδώ και χρόνια το πρόβλημα των νιτρικών στην ευρύτερη περιοχή, χωρίς όμως, όπως βλέπουμε, κάποιο αποτέλεσμα.

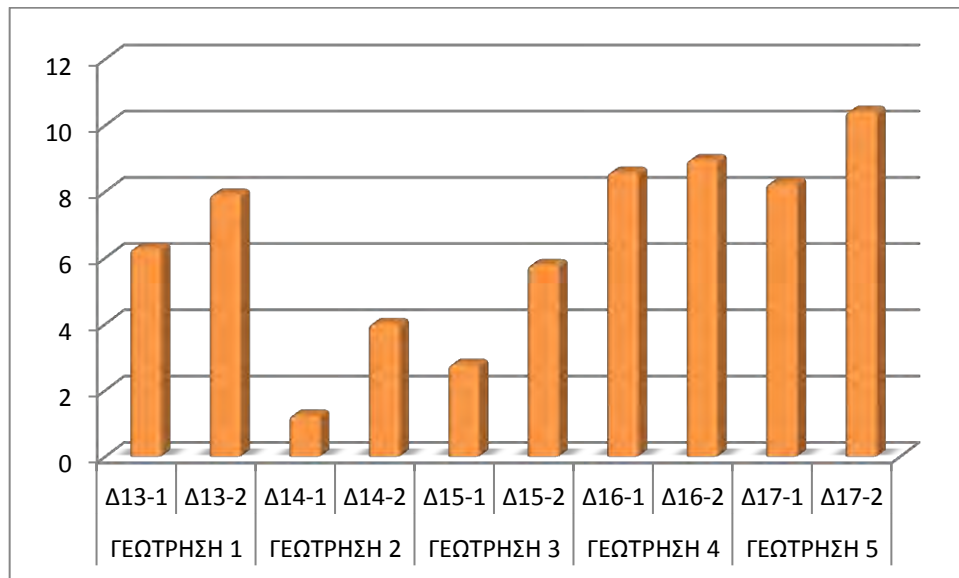
Αρδάνι: Η πιο αυξημένη περιεκτικότητα σε νιτρικά που εντοπίστηκε σε περιοχή με την παρούσα έρευνα (36,1 mg/L), κάτι που καθιστά την κατανάλωση πόσιμου νερού απαγορευτική.

Παλαιόπυργος: Η εξαιρετικά χαμηλή τιμή που εντοπίσαμε στο δείγμα αυτό μας κάνει να εντάσσουμε την περιοχή, σε περιοχή χαμηλής επικινδυνότητας.

Στις γεωτρήσεις, οι οποίες αποτελούν πηγή ύδρευσης για την πόλη των Τρικάλων είναι λογικό να συναντήσουμε χαμηλές περιεκτικότητες σε νιτρικά, αφού η υψηλότερη τιμή που εντοπίσαμε ήταν 10,42 mg/L, στους Αγίους Αποστόλους, όπου υπάρχει μεγάλη αγροτική δραστηριότητα και είναι η πιο απομακρυσμένη γεώτρηση από τις πέντε (5).

	ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΝΙΤΡΙΚΩΝ (mg/L)
ΓΕΩΤΡΗΣΗ 1	Δ ₁₃₋₁	30/3/2011	6,28
	Δ ₁₃₋₂	15/9/2011	7,92
ΓΕΩΤΡΗΣΗ 2	Δ ₁₄₋₁	30/3/2011	1,25
	Δ ₁₄₋₂	15/9/2011	4,013
ΓΕΩΤΡΗΣΗ 3	Δ ₁₅₋₁	30/3/2011	2,78
	Δ ₁₅₋₂	15/9/2011	5,79
ΓΕΩΤΡΗΣΗ 4	Δ ₁₆₋₁	30/3/2011	8,58
	Δ ₁₆₋₂	15/9/2011	8,96
ΓΕΩΤΡΗΣΗ 5	Δ ₁₇₋₁	30/3/2011	8,25
	Δ ₁₇₋₂	15/9/2011	10,42

*Πίνακας 13: Περιεκτικότητες νιτρικών παρούσας έρευνας στις γεωτρήσεις του Δήμου Τρικαίων
Ιδία επεξεργασία*



Διάγραμμα 5: Περιεκτικότητες νιτρικών στις γεωτρήσεις του Δήμου Τρικκαίων (μέτρηση σε δύο φάσεις) Ιδία επεξεργασία

Η πιο ασφαλής γεώτρηση βρίσκεται στο Ριζαριό, μέσα στο πάρκο αναψυχής του Αι-Γιώργη. Γενικά η περιοχή έχει ιδιαίτερη σημασία για τους κατοίκους της πόλης των Τρικάλων, καθώς αποτελεί τόπο πολλών δραστηριοτήτων. Στη γύρω περιοχή έχουν κτιστεί πολλές κατοικίες, οπότε οι γεωργικές δραστηριότητες μειώθηκαν σημαντικά και η βιομηχανία παραγωγής ασβέστη που βρίσκεται δίπλα στο πάρκο έχει σταματήσει εδώ και χρόνια να λειτουργεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. *Αποτελέσματα Παρούσας Έρευνας και Προηγούμενων Ερευνών*

Ακολούθως, παρουσιάζονται σε μορφή συγκεντρωτικού πίνακα, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας και των προηγούμενων ερευνών (Έρευνες 1-5):

Πίνακας 14: Σύνοψη Αποτελεσμάτων της Παρούσας Έρευνας (Έρευνα 6) (2011) και προηγούμενων Ερευνών (Έρευνες 1-5) (2002-2010)

Α/Α	ΚΩΔ. ΕΡΕΥΝΑΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	ΔΗΜΟΣ	ΘΕΣΗ	ΕΙΔΟΣ ΠΗΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΧΡΗΣΗ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΕΥΡΟΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ				ΚΥΑ Υ2/2600/2001	
									<25	25-50	50-100	>100	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΑΝΩΤΑΤΗ ΤΙΜΗ (mg/L)
1	E _{6-Δ1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αγναντερό	Ποτάμι	A	5/12/2011	12,8	X				25	50
2	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αγναντερό	Ποτάμι	A	ΔΕΚ. 2002	64,2			X		25	50
3	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αγναντερό	Ποτάμι	A	ΔΕΚ. 2006	13	X				25	50
4	E _{6-Δ2}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Καλύβια, ΕΛΒΙΚ	Ποτάμι	A	5/12/2011	9,6	X				25	50
5	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Καλύβια, ΕΛΒΙΚ	Ποτάμι	A	ΙΟΥΝ. 2002	41,2		X			25	50
6	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Καλύβια, ΕΛΒΙΚ	Ποτάμι	A	ΑΥΓ. 2002	25,2		X			25	50
7	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Καλύβια, ΕΛΒΙΚ	Ποτάμι	A	ΣΕΠΤ. 2006	<6,2	X				25	50
8	E _{2-Δ1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Καλύβια	Γεώτρηση	Υ/Α	ΙΟΥΝ. 2005	32,7		X			25	50
9	E _{2-Δ1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Καλύβια	Γεώτρηση	Υ/Α	ΟΚΤ. 2005	10	X				25	50
10	E _{6-Δ3}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Καλύβια	Γεώτρηση	A	5/12/2011	1,2	X				25	50
11	E _{6-Δ4}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Καραβόπορος, ΤΥΡΑΣ-ΛΑΦΑΡΜ	Ποτάμι	A	5/12/2011	1,4	X				25	50
12	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Καραβόπορος, ΤΥΡΑΣ-ΛΑΦΑΡΜ	Ποτάμι	A	ΜΑΙΟΣ 2002	18,6	X				25	50
13	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Καραβόπορος, ΤΥΡΑΣ-ΛΑΦΑΡΜ	Ποτάμι	A	ΜΑΙΟΣ 2006	10	X				25	50

Α/Α	ΚΩΔ. ΕΡΕΥΝΑΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	ΔΗΜΟΣ	ΘΕΣΗ	ΕΙΔΟΣ ΠΗΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΧΡΗΣΗ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ (mg/L)	<25	25-50	50-100	>100	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΑΝΩΤΑΤΗ ΤΙΜΗ (mg/L)
14	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Καραβόπορος, ΤΥΡΑΣ-ΛΑΦΑΡΜ	Ποτάμι	A	ΣΕΠΤ. 2006	55			X		25	50
15	E _{5-Δ3Α}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Καραβόπορος	Ποτάμι	A	ΑΝΟΙΞΗ 2005	22	X				25	50
16	E _{5-Δ3Β}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Καραβόπορος	Ποτάμι	A	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 2005	18	X				25	50
17	E _{6-Δ5}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Φωτάδα	Ποτάμι	A	5/12/2011	22,4	X				25	50
18	E _{6-Δ6}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Βαλτινό	Δίκτυο Ύδρευσης	Y	5/12/2011	3,2	X				25	50
19	E _{6-Δ7}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Διαλεκτό	Δίκτυο Ύδρευσης	Y	5/12/2011	12,7	X				25	50
20	E _{6-Δ8}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μεγάρχη	Δίκτυο Ύδρευσης	Y	5/12/2011	14,6	X				25	50
21	E _{6-Δ9}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Κεφαλόβρυσο	Δίκτυο Ύδρευσης	Y	5/12/2011	15,8	X				25	50
22	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Κεφαλόβρυσο	Ποτάμι	Y	ΑΥΓ. 2002	50,1			X		25	50
23	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Κεφαλόβρυσο	Ποτάμι	Y	ΑΠΡ. 2006	35		X			25	50
24	E _{3-Δ6}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Μ. Κεφαλόβρυσο	Γεώτρηση	Y/A	2002	18,6	X				25	50
25	E _{6-Δ10}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Σωτήρα	Δίκτυο Ύδρευσης	Y	5/12/2011	26,7		X			25	50
26	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Σωτήρα	Ποτάμι	Y	ΑΥΓ. 2002	46,5		X			25	50
27	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Σωτήρα	Ποτάμι	Y	ΜΑΙΟΣ 2006	16	X				25	50
28	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Σωτήρα	Ποτάμι	Y	ΣΕΠΤ. 2006	27		X			25	50
29	E _{2-Δ6}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Σωτήρα	Ποτάμι	Y	ΜΑΙΟΣ 2005	8,8	X				25	50

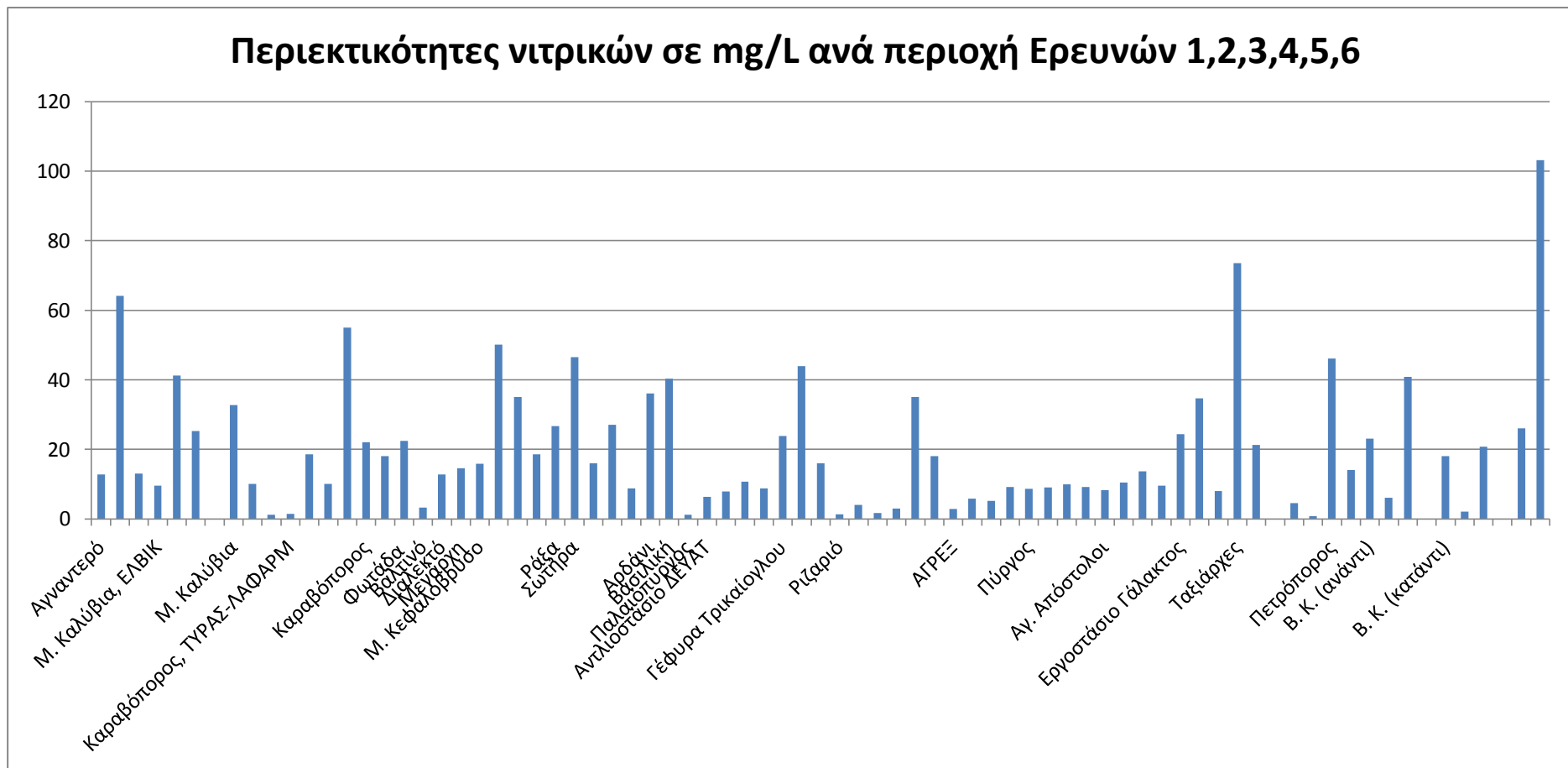
Α/Α	ΚΩΔ. ΕΡΕΥΝΑΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	ΔΗΜΟΣ	ΘΕΣΗ	ΕΙΔΟΣ ΠΗΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΧΡΗΣΗ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ (mg/L)	<25	25-50	50-100	>100	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΑΝΩΤΑΤΗ ΤΙΜΗ (mg/L)
30	E _{6-Δ11}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αρδάνι	Δίκτυο Ύδρευσης	Υ/Α	5/12/2011	36,1		X			25	50
31	E _{3-Δ7}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Βασιλική	Ποτάμι	Υ/Α	2002	40,3		X			25	50
32	E _{6-Δ12}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Παλαιόπυργος	Δίκτυο Ύδρευσης	Υ/Α	5/12/2011	1,2	X				25	50
33	E _{6-Δ13-1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αντλιοστάσιο ΔΕΥΑΤ	Γεώτρηση	Υ/Α	30/3/2011	6,28	X				25	50
34	E _{6-Δ13-2}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αντλιοστάσιο ΔΕΥΑΤ	Γεώτρηση	Υ	15/9/2011	7,92	X				25	50
35	E _{4-Δ1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αντλιοστάσιο ΔΕΥΑΤ	Γεώτρηση	Υ	2008	10,65	X				25	50
36	E _{4-Δ1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αντλιοστάσιο ΔΕΥΑΤ	Γεώτρηση	Υ	2010	8,83	X				25	50
37	E _{2-Δ5}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Γέφυρα Τρικαίογλου	Ποτάμι	Υ/Α	ΙΟΥΝ. 2005	23,8	X				25	50
38	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Γέφυρα Τρικαίογλου	Ποτάμι	Υ/Α	ΑΥΓ. 2002	43,9		X			25	50
39	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Γέφυρα Τρικαίογλου	Ποτάμι	Υ/Α	ΜΑΙΟΣ 2006	16	X				25	50
40	E _{6-Δ14-1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Ριζαριό	Γεώτρηση	Υ/Α	30/3/2011	1,25	X				25	50
41	E _{6-Δ14-2}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Ριζαριό	Γεώτρηση	Υ/Α	15/9/2011	4,013	X				25	50
42	E _{4-Δ2}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Ριζαριό	Γεώτρηση	Υ/Α	2008	1,62	X				25	50
43	E _{4-Δ2}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Ριζαριό	Γεώτρηση	Υ/Α	2010	2,94	X				25	50
44	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Ριζαριό	Ποτάμι	Α	ΑΥΓ. 2002	35		X			25	50
45	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Ριζαριό	Ποτάμι	Α	ΜΑΙΟΣ 2006	18	X				25	50
46	E _{6-Δ15-1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	ΑΓΡΕΞ	Γεώτρηση	Υ/Α	30/3/2011	2,78	X				25	50

A/A	ΚΩΔ. ΕΡΕΥΝΑΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	ΔΗΜΟΣ	ΘΕΣΗ	ΕΙΔΟΣ ΠΗΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΧΡΗΣΗ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ (mg/L)	<25	25-50	50-100	>100	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΑΝΩΤΑΤΗ ΤΙΜΗ (mg/L)
47	E _{6-Δ15-2}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	ΑΓΡΕΞ	Γεώτρηση	Υ/Α	15/9/2011	5,79	X				25	50
48	E _{4-Δ3}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	ΑΓΡΕΞ	Γεώτρηση	Υ/Α	2008	5,19	X				25	50
49	E _{4-Δ3}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	ΑΓΡΕΞ	Γεώτρηση	Υ/Α	2010	9,18	X				25	50
50	E _{6-Δ16-1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Πύργος	Γεώτρηση	Υ/Α	30/3/2011	8,58	X				25	50
51	E _{6-Δ16-2}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Πύργος	Γεώτρηση	Υ/Α	15/9/2011	8,96	X				25	50
52	E _{4-Δ4}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Πύργος	Γεώτρηση	Υ/Α	2008	9,96	X				25	50
53	E _{4-Δ4}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Πύργος	Γεώτρηση	Υ/Α	2010	9,18	X				25	50
54	E _{6-Δ17-1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αγ. Απόστολοι	Γεώτρηση	Υ/Α	30/3/2011	8,25	X				25	50
55	E _{6-Δ17-2}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αγ. Απόστολοι	Γεώτρηση	Υ/Α	15/9/2011	10,42	X				25	50
56	E _{4-Δ5}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αγ. Απόστολοι	Γεώτρηση	Υ/Α	2007	13,65	X				25	50
57	E _{4-Δ5}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Αγ. Απόστολοι	Γεώτρηση	Υ/Α	2010	9,55	X				25	50
58	E _{2-Δ2}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Εργοστάσιο Γάλακτος	Ποτάμι	Α	ΜΑΙΟΣ 2005	24,4	X				25	50
59	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Εργοστάσιο Γάλακτος	Ποτάμι	Α	ΜΑΙΟΣ 2002	34,6	X				25	50
60	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	Εργοστάσιο Γάλακτος	Ποτάμι	Α	ΣΕΠ. 2006	8	X				25	50
61	E _{3-Δ1}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	Ταξιάρχες	Γεώτρηση	Υ/Α	2002	73,5			X		25	50
62	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	Ταξιάρχες	Ποτάμι	Α	ΣΕΠ. 2002	21,3	X				25	50
63	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	Ταξιάρχες	Ποτάμι	Α	ΜΑΙΟΣ 2006	<6,2	X				25	50

Α/Α	ΚΩΔ. ΕΡΕΥΝΑΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	ΔΗΜΟΣ	ΘΕΣΗ	ΕΙΔΟΣ ΠΗΓΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΧΡΗΣΗ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΜΕΤΡΗΘΕΙΣΑ ΤΙΜΗ (mg/L)	<25	25-50	50-100	>100	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΙΜΗ (mg/L)	ΑΝΩΤΑΤΗ ΤΙΜΗ (mg/L)
64	E _{5-Δ6A}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	Ταξιάρχες	Ποτάμι	A	ΑΝΟΙΞΗ 2005	4,5	X				25	50
65	E _{5-Δ6B}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	Ταξιάρχες	Ποτάμι	A	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 2005	0,8	X				25	50
66	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	Πετρόπορος	Ποτάμι	A	ΣΕΠ. 2002	46,1		X			25	50
67	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΦΑΡΚΑΔΟΝΑ	Πετρόπορος	Ποτάμι	A	ΜΑΙΟΣ 2006	14	X				25	50
68	E _{5-Δ4A}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (ανάντι)	Ποτάμι	A	ΑΝΟΙΞΗ 2005	23	X				25	50
69	E _{5-Δ4B}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (ανάντι)	Ποτάμι	A	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 2005	6	X				25	50
70	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (ανάντι)	Ποτάμι	A	ΑΥΓ. 2002	40,8		X			25	50
71	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (ανάντι)	Ποτάμι	A	ΙΑΝ. 2006	<6,2	X				25	50
72	E _{5-Δ5A}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (κατάντι)	Ποτάμι	A	ΑΝΟΙΞΗ 2005	18	X				25	50
73	E _{5-Δ5B}	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (κατάντι)	Ποτάμι	A	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 2005	2,1	X				25	50
74	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (κατάντι)	Ποτάμι	A	ΑΥΓ. 2002	20,8	X				25	50
75	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (κατάντι)	Ποτάμι	A	ΜΑΡΤ. 2006	<6,2	X				25	50
76	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (κατάντι)	Ποτάμι	A	ΣΕΠΤ. 2006	26		X			25	50
77	E ₃	Π.Ε. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	B. Κ. (κατάντι)	Ποτάμι	A	ΔΕΚ. 2006	103,2				X	25	50

Πίνακας 14 : Συγκεντρωτικές Περιεκτικότητες νιτρικών των Ερευνών: 1,2,3,4,5,6. Ίδια επεξεργασία

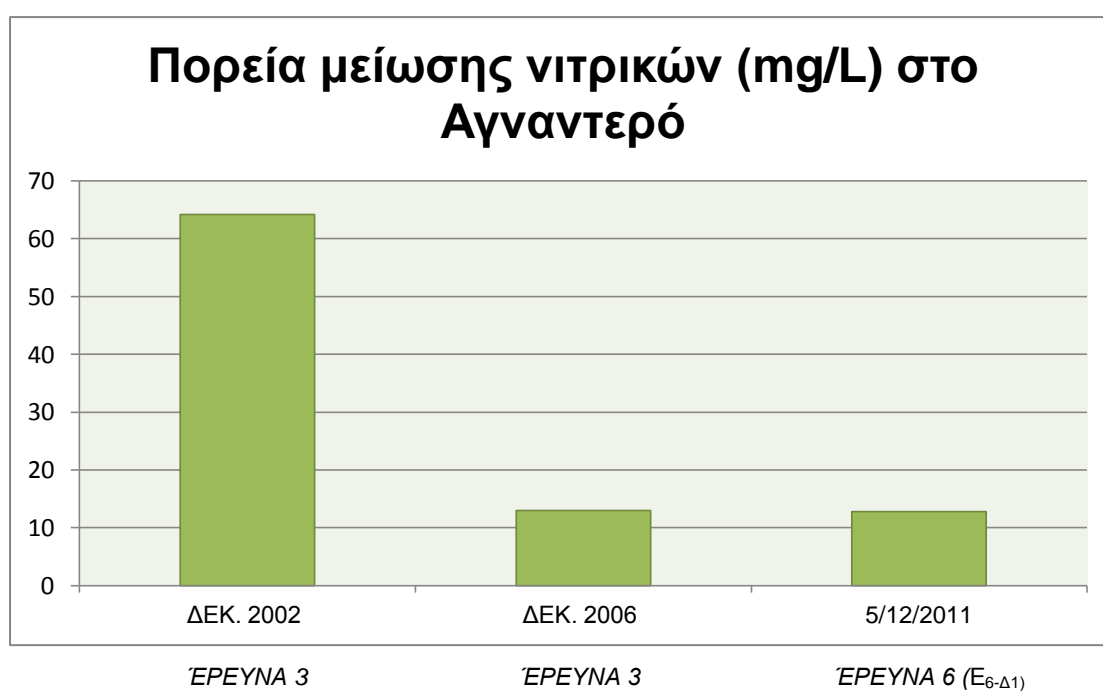
Και έτσι δημιουργήθηκε το παρακάτω συγκεντρωτικό Διάγραμμα 6 για τη σύνοψη των αποτελεσμάτων και την άντληση των στοιχείων που χρειαζόμαστε για την εξαγωγή των συμπερασμάτων μας.



Διάγραμμα 6: Συγκεντρωτικές Περιεκτικότητες νιτρικών των Ερευνών: 1,2,3,4,5,6. Ίδια επεξεργασία

Παρατηρώντας και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της πιο πρόσφατης Έρευνας (Έρευνα 6) του 2011 με αυτά των προηγούμενων ερευνών (Έρευνες 1-5) παρατηρούμε γενικά μια τάση μείωσης των επιπέδων νιτρορύπανσης στην περιοχή μελέτης. Για την καλύτερη παρουσίαση της μειωτικής τάσης εξετάζουμε τα επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών σε κάθε σημείο δειγματοληψίας ξεχωριστά, με τη βοήθεια διαγραμμάτων, όπου φαίνεται η πορεία των συγκεντρώσεων των νιτρικών στο πέρασμα των ετών (από το 2002 έως το 2011).

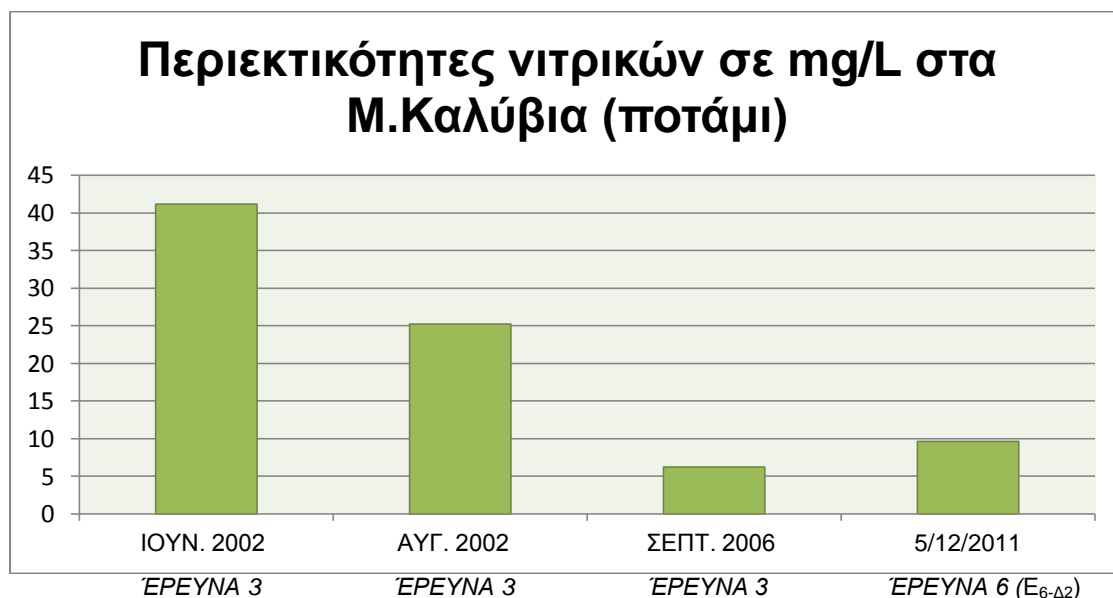
Αγναντερό – Πηνειός ποταμός:



*Διάγραμμα 7: Η μείωση των νιτρικών στο Αγναντερό
Ιδία επεξεργασία*

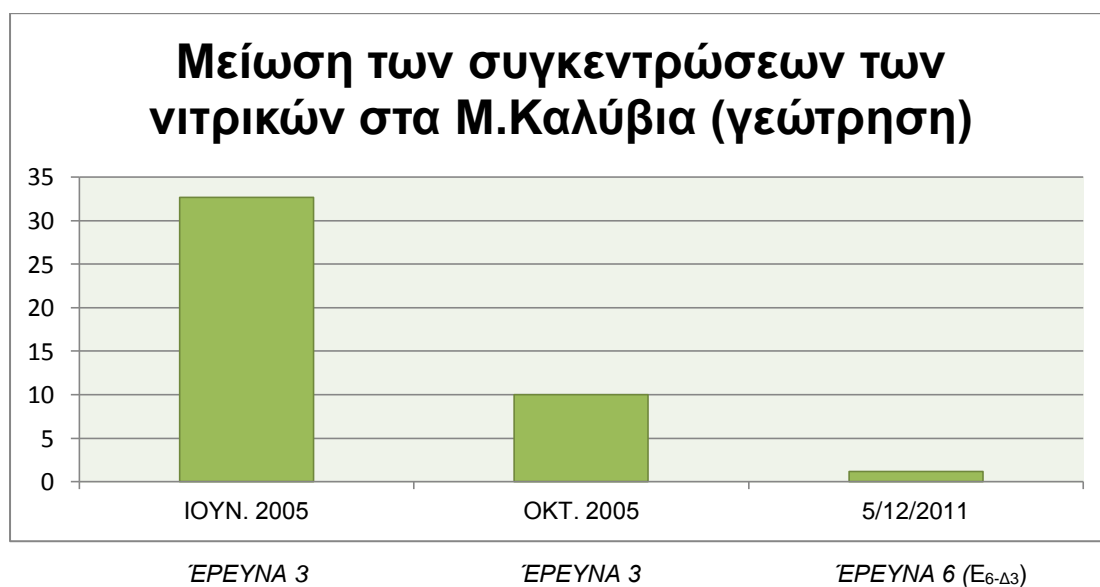
Από επίπεδα συγκέντρωσης άνω των 50 mg/L το 2002 (E₃ - 64,2 mg/L), το 2006 τα επίπεδα έχουν μειωθεί αισθητά (13 mg/L), πολύ κάτω από το όριο των 50 mg/L και ερχόμαστε στις μετρήσεις του 2011 (E_{6-Δ1}), όπου βλέπουμε ότι η μείωση αυτή δεν ήταν παροδική αλλά διατηρείται (12,8 mg/L).

Θετική χαρακτηρίζεται η πτώση των επιπέδων νιτρορύπανσης σε τέτοιο βαθμό. Ωστόσο χρειάζεται προσοχή για να διατηρηθεί η βελτιωμένη εικόνα της περιοχής και γιατί όχι να μειωθούν και άλλο τα επίπεδα νιτρικών. Πρέπει να σημειωθεί ότι η περιοχή εξακολουθεί να έχει έντονη αγροτική δραστηριότητα.

Μεγάλα Καλύβια – Πηνειός Ποταμός:

*Διάγραμμα 8: Η μείωση των νιτρικών στα Μ.Καλύβια (ποτάμι)
Ιδία επεξεργασία*

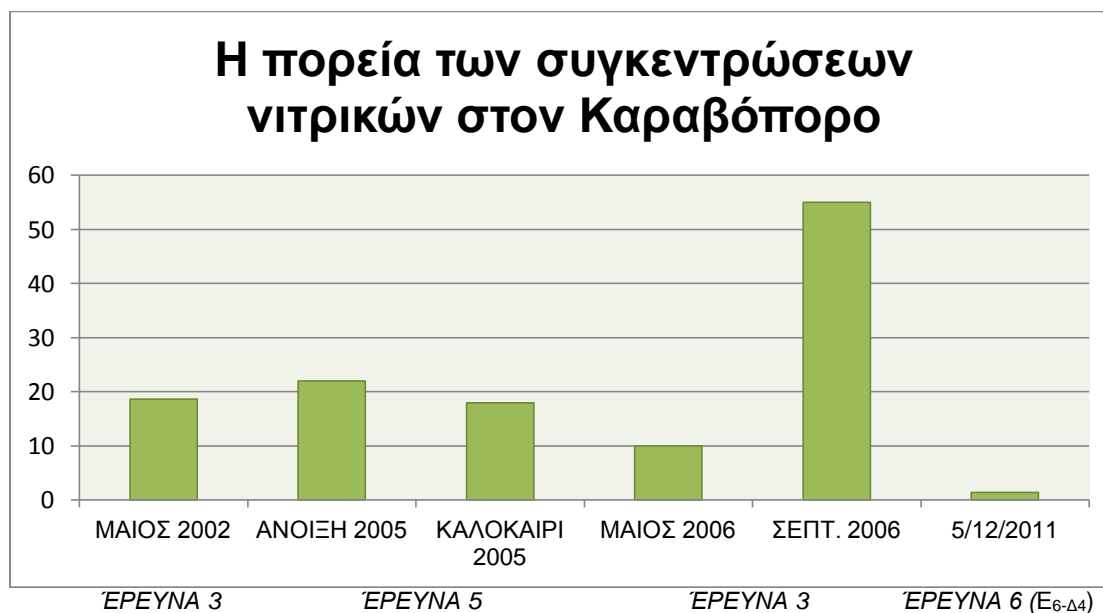
Παρατηρούμε ότι οι συγκεντρώσεις περιεκτικότητας νιτρικών μειώνονται αισθητά στην περιοχή. Οι μετρήσεις του 2002 (Ερευνα 3) δείξαν αρκετά ανεβασμένα επίπεδα νιτρικών. Το 2006 (Ερευνα 3) έχουμε μια πολύ χαμηλή ένδειξη (<6,2 mg/L). Στην παρούσα έρευνα με την τιμή που βρήκαμε (9,6 mg/L) καταλαβαίνουμε ότι η βελτίωση παραμένει και άρα δεν υπάρχουν ιδιαίτερες ανησυχίες για την ποιότητα του νερού του ποταμού.



*Διάγραμμα 9: Η μείωση των νιτρικών στα Μ.Καλύβια (γεώτρηση)
Ιδία επεξεργασία*

Κοιτώντας και τις ενδείξεις των γεωτρήσεων που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση και άρδευση στην περιοχή, η θεαματική μείωση των νιτρικών και η πολύ χαμηλή συγκέντρωση (1,2 mg/L) που παρουσιάζουν σήμερα σε σχέση με τις μετρήσεις του 2005 (Έρευνα 2), ενισχύει την άποψη για την ποιότητα του νερού των Μ. Καλυβίων.

Περιοχή Καραβόπορου – Πηνειός ποταμός:



*Διάγραμμα 10: Η μείωση των νιτρικών στον Καραβόπορο
Ιδία επεξεργασία*

Στον Καραβόπορο, διαχρονικά, βλέπουμε τα επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών να κυμαίνονται κοντά στα 20 mg/L, κάτω από το όριο των 25 mg/L. Τον Σεπτέμβριο του 2006 (Έρευνα 3) καταγράφηκε μια συγκέντρωση ιδιαίτερα ανεβασμένη για τα δεδομένα της περιοχής (55 mg/L). Το γεγονός αυτό ενδεχομένως να οφείλεται σε παράγοντες που έχουν να κάνουν με την εποχικότητα του φαινομένου της νιτρορύπανσης. Η πρόσφατη μέτρηση του 1,4 mg/L (Έρευνα 6) και οι προσπάθειες καθαρισμού που έχουν γίνονται τα τελευταία δύο χρόνια στο σημείο αυτό, κατατάσσουν την περιοχή σε χαμηλής επικινδυνότητας, χωρίς όμως να πρέπει να σταματήσουν οι προσπάθειες διατήρησης αυτού του καλού επιπέδου.

Περιοχές Βαλτινού, Διαλεκτού και Μεγάρχης:

Διάγραμμα 11: Η πορεία των νιτρικών στις περιοχές Βαλτινού, Διαλεκτού και Μεγάρχης
Ιδία επεξεργασία

Στις περιοχές αυτές, παρατηρούμε τη χαμηλότερη τιμή περιεκτικότητας σε νιτρικά στην περιοχή του Βαλτινού 3,2 mg/L (Έρευνα 6), κάτι ιδιαίτερα καλό για την ποιότητα ζωής των κατοίκων, καθώς το δείγμα προήλθε από το δίκτυο ύδρευσης.

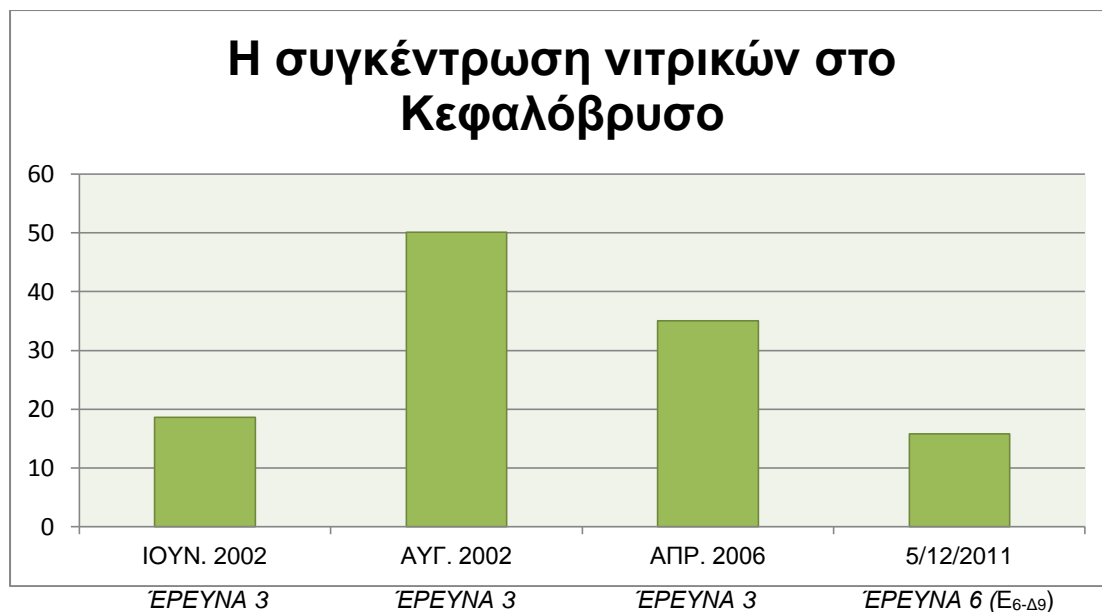
Χρησιμοποιώντας τη μέτρηση για τη Σαρακίνα, (15,1 mg/L - Έρευνα 3), οικισμός που βρίσκεται πολύ κοντά στα χωριά Διαλεκτό και Μεγάρχη, παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη μεταβολή των συγκεντρώσεων των νιτρικών στην περιοχή τα τελευταία χρόνια. Οι ενδείξεις παραμένουν στα 12 με 14 mg/L, κάτω από το όριο των 25 mg/L, κάτι που εντάσσει την περιοχή στην κατηγορία χαμηλής επικινδυνότητας.

Κεφαλόβρυσο – Πηνειός ποταμός:

Οι συγκεντρώσεις περιεκτικότητας νιτρικών των δειγμάτων της περιοχής φαίνεται ότι έχουν περάσει αρκετά έντονες διακυμάνσεις. Τα δείγματα όμως δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα καθώς προέρχονται από διαφορετικές πηγές και γι' αυτό το λόγο σχολιάζονται ξεχωριστά.

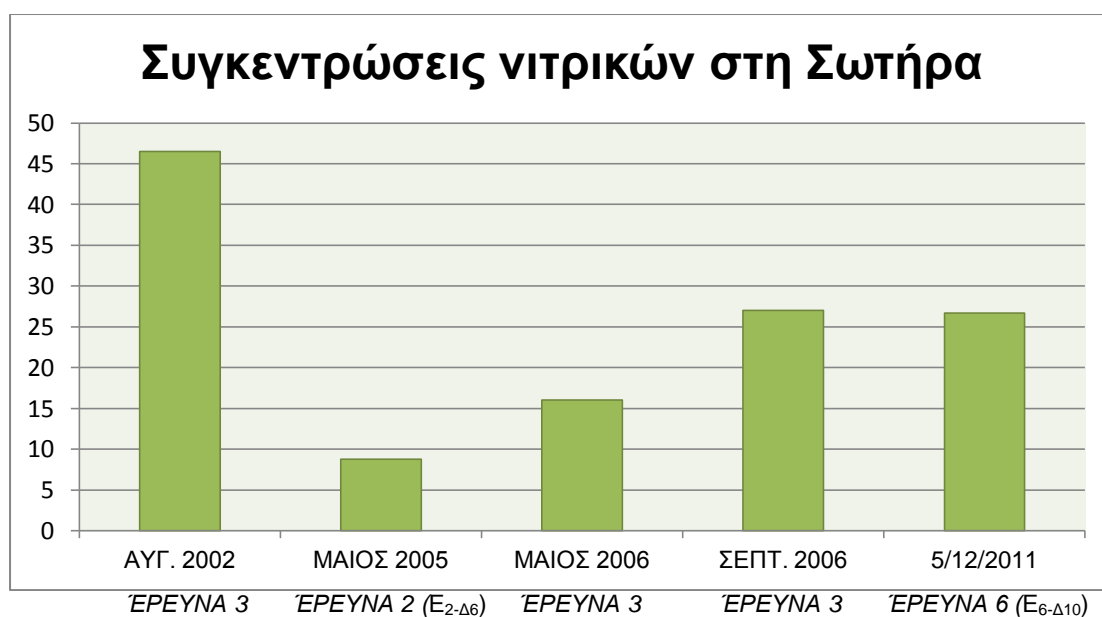
Στην περίπτωση των δειγμάτων από γεωτρήσεις της περιοχής, δηλαδή του πρώτου δείγματος (18,6 mg/L - Έρευνα 3) και του τέταρτου (15,8 mg/L της παρούσας Έρευνας 6), παρατηρούμε μια σταθερότητα του επιπέδου των νιτρικών, χωρίς μεγάλη μεταβολή και πάντα κάτω από 25 mg/L.

Στην περίπτωση των δειγμάτων από το ποτάμι του Πηνειού που διαρρέει το Κεφαλόβρυσο, η αυξημένη περιεκτικότητα σε νιτρικά του 2002 (50,1 mg/L - Έρευνα 3) μειώθηκε το 2006 σε 35 mg/L. Η περιοχή παραμένει και πάλι πάνω από το όριο των 25 mg/L και κάτω από το όριο των 50 mg/L, άρα χαρακτηρίζεται ως μέσης επικινδυνότητας.



*Διάγραμμα 12: Η μείωση των νιτρικών στο Κεφαλόβρυσο
Ιδία επεξεργασία*

Σωτήρα:



*Διάγραμμα 13: Η πορεία των νιτρικών στη Σωτήρα
Ιδία επεξεργασία*

Οι μετρήσεις νιτρικών που έχουμε από τη Σωτήρα έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και μπορούν να μας βοηθήσουν να εξάγουμε συμπεράσματα για την ποιότητα των υδάτων της περιοχής.

Αρχικά, με τη βοήθεια της έρευνας 3 και την τιμή που καταγράφηκε τον Αύγουστο του 2002 (46,5 mg/L) καταλαβαίνουμε ότι η περιοχή παρουσιάζει υψηλές τιμές συγκέντρωσης νιτρικών. Οι τιμές αυτές μειώθηκαν αρκετά τα επόμενα χρόνια (8,8 mg/L – 2005 - Έρευνα 2 και 16 mg/L – 2006 - Έρευνα 3), αισιόδοξη μείωση για την πορεία των νιτρικών στον οικισμό. Τον Σεπτέμβριο του 2006 η συγκέντρωση αυξήθηκε κατά 11 mg/L, κάτι που μπορεί να οφείλεται στην εποχή (πρώτες βροχές του φθινοπώρου και εντονότερη λίπανση). Η μέτρηση όμως το Δεκέμβριο του 2011 (26,7 mg/L - Έρευνα 6) υποδηλώνει ότι στην περιοχή τα νιτρικά κυμαίνονται κατά βάση σε επίπεδα πάνω του ορίου των 25 mg/L και άρα χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και παρακολούθηση της εξέλιξης του φαινομένου της νιτρορύπανσης.

Αρδάνι:



*Διάγραμμα 14: Η πορεία των νιτρικών στο Αρδάνι
Ιδία επεξεργασία*

Το Αρδάνι και γενικότερα η περιοχή στην οποία ανήκει το συγκεκριμένο χωριό, χαρακτηρίζεται από συγκεντρώσεις νιτρικών που κυμαίνονται πάνω από το επιθυμητό όριο των 25 mg/L και άρα τα νερά εδώ αποτελούν κίνδυνο για την υγεία.

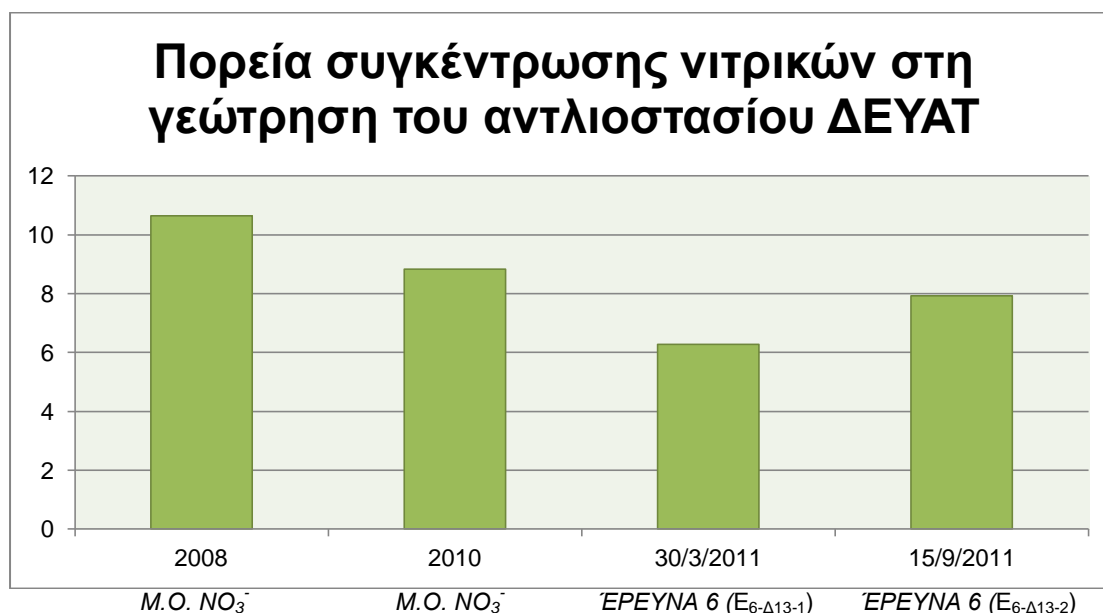
Σε μέτρηση στη γειτονική Βασιλική το 2002 βρέθηκαν 40,3 mg/L νιτρικών (Έρευνα 3), ενώ στην τωρινή Έρευνα 6, 36,1 mg/L.

Η στασιμότητα της κατάστασης σε αυτά τα επίπεδα είναι πολύ ανησυχητική, καθώς η μακροχρόνια κατανάλωση αυτής της ποιότητας νερού κρύβει πολλούς κινδύνους.

Χαρακτηριστικά, η γεώτρηση που διαθέτει η ΔΕΥΑΤ στον οικισμό δεν χρησιμοποιείται εδώ και λίγα χρόνια καθώς οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις είναι πάντα πάνω από τα επιτρεπτά όρια.

Στις γεωτρήσεις, που αποτελούν βασικές πηγές του δικτύου υδροδότησης της πόλης των Τρικάλων, έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή με συχνούς ελέγχους και ετοιμότητα στη λήψη αναγκαίων μέτρων σε περίπτωση που επιβάλλεται.

Αντλιοστάσιο ΔΕΥΑΤ:

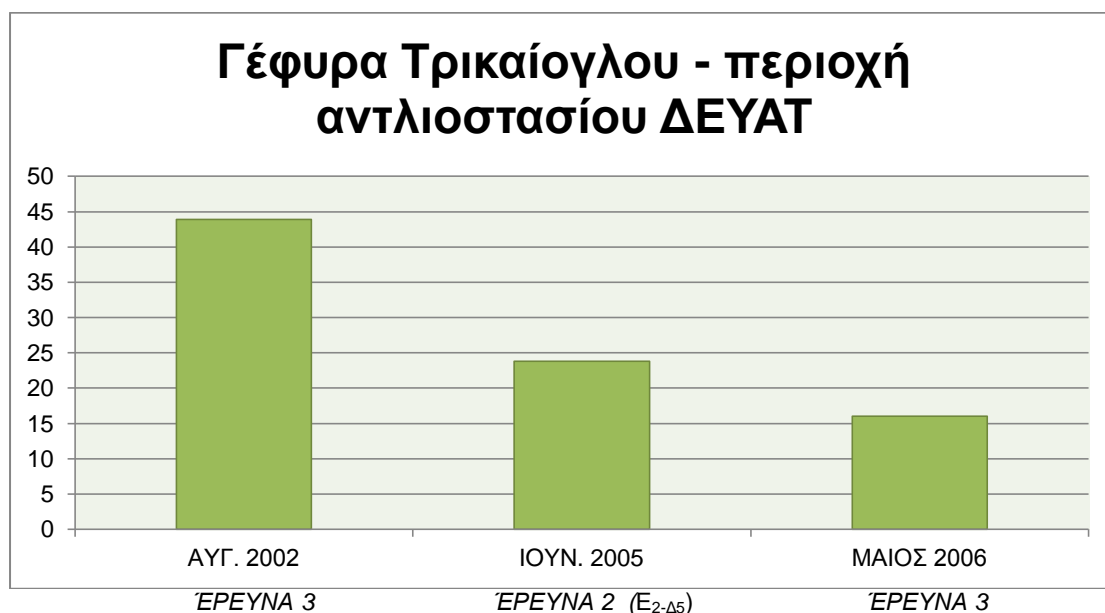


*Διάγραμμα 15: Η μείωση των νιτρικών στο Αντλιοστάσιο ΔΕΥΑΤ
Ιδία επεξεργασία*

Τα επίπεδα των νιτρικών συγκεντρώσεων τα τελευταία χρόνια δεν ξεπερνούν τα 10 mg/L. Η υψηλότερη καταγραφή σημειώθηκε το 2008 (Έρευνα 4), ενώ από τότε τα επίπεδα νιτρικών έχουν μειωτική τάση.

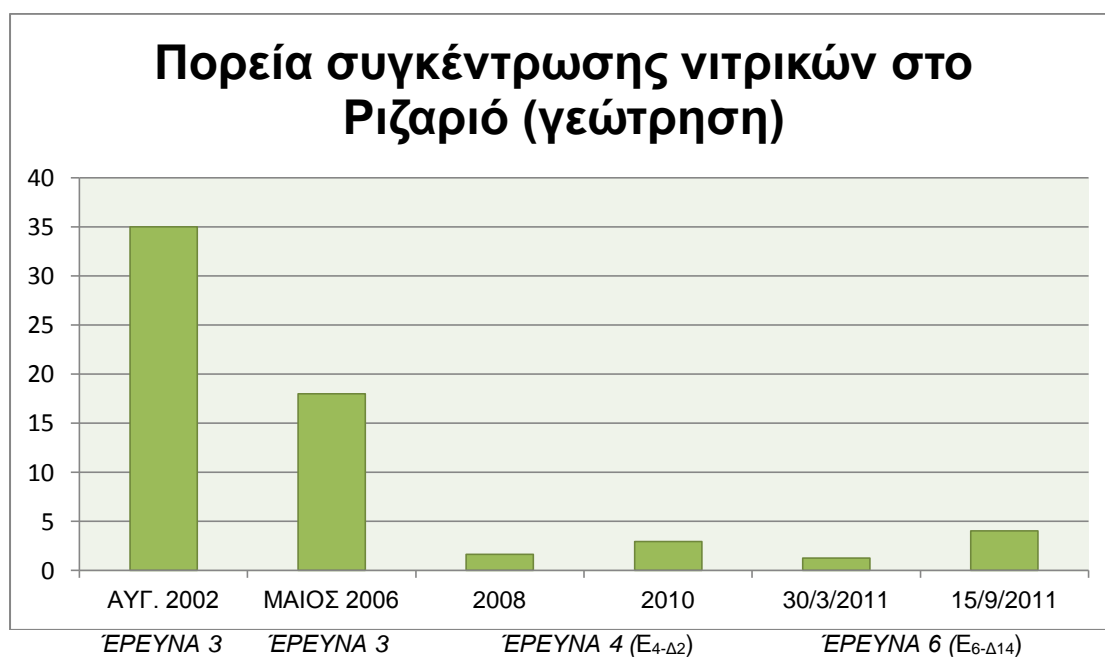
Το αντλιοστάσιο βρίσκεται στη γέφυρα Τρικαίογλου, σημείο όπου διέρχεται ο Λήθαιος ποταμός. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται και η βελτίωση της κατάστασης

στο ίδιο το ποτάμι, με συνεχιζόμενη μείωση των νιτρικών από το 2002 έως το 2006 σε ποσοστό 36,5%.



*Διάγραμμα 16: Η μείωση των νιτρικών στη γέφυρα Τρικαίογλου
Ιδία επεξεργασία*

Ριζαριό Τρικάλων:

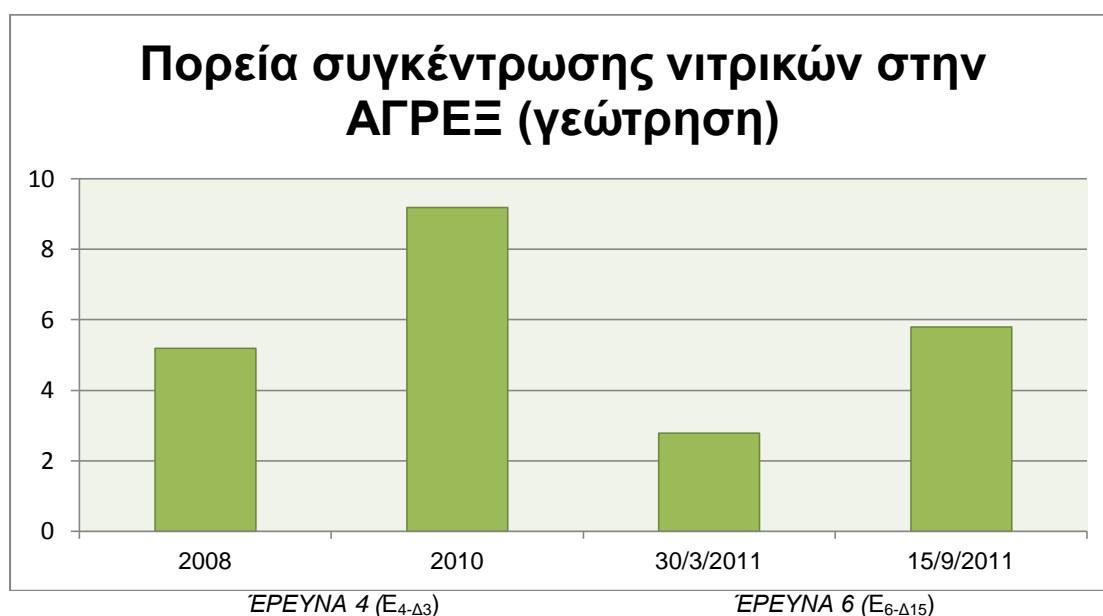


*Διάγραμμα 17: Η μείωση των νιτρικών στο Ριζαριό
Ιδία επεξεργασία*

Η πιο αισιόδοξη και σημαντική βελτίωση σε ποιότητα νερού παρατηρείται στην περιοχή του Ριζαριού, που αποτελεί αναμφισβήτητα την πιο «υγιή» πηγή ύδρευσης του Δήμου.

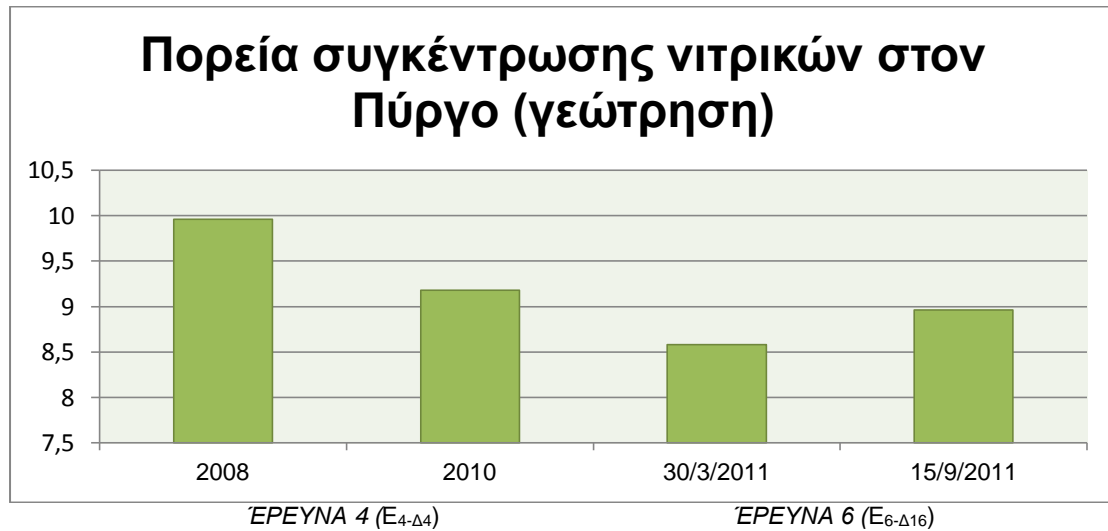
Το 2002 υπήρχαν συγκεντρώσεις νιτρικών που ξεπερνούσαν κατά τουλάχιστον 10 mg/L το όριο των 25 mg/L (Έρευνα 3). Από το 2006, που έχουμε την επόμενη ένδειξη (18 mg/L – Έρευνα 3) και μετά, οι συγκεντρώσεις μειώνονται συνεχώς, για να φτάσουμε στην παρούσα έρευνα και να έχουμε μετρήσεις με μέσο όρο 2,625 mg/L.

Περιοχή Αγίας Μονής – ΑΓΡΕΞ:



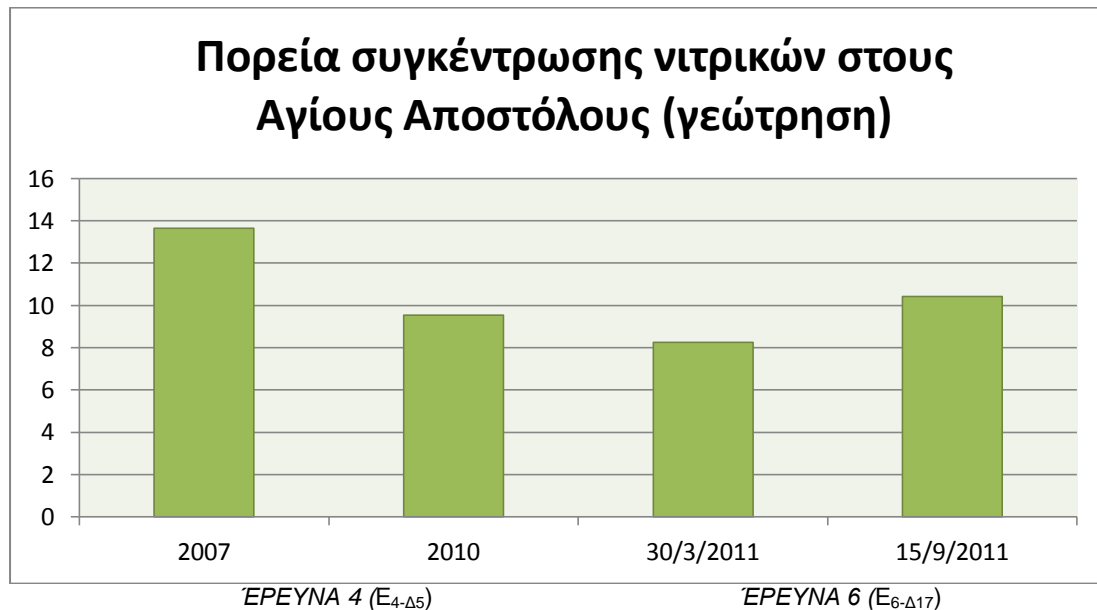
*Διάγραμμα 18: Η μείωση των νιτρικών στην ΑΓΡΕΞ (Αγία Μονή)
Ιδία επεξεργασία*

Τα στοιχεία εδώ δείχνουν χαμηλά επίπεδα νιτρικών, κάτω από τα 10 mg/L, με μικρές αυξομειώσεις που αποδίδονται κυρίως στο περιβάλλον (βροχές και επίπεδο στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα). Είναι περιοχή χαμηλής επικινδυνότητας.

Πύργος:

*Διάγραμμα 19: Η μείωση των νιτρικών στον Πύργο
Ιδία επεξεργασία*

Με τις συγκεκριμένες καταγραφές, συμπεραίνουμε ότι και εδώ πρόκειται για περιοχή χαμηλής επικινδυνότητας.

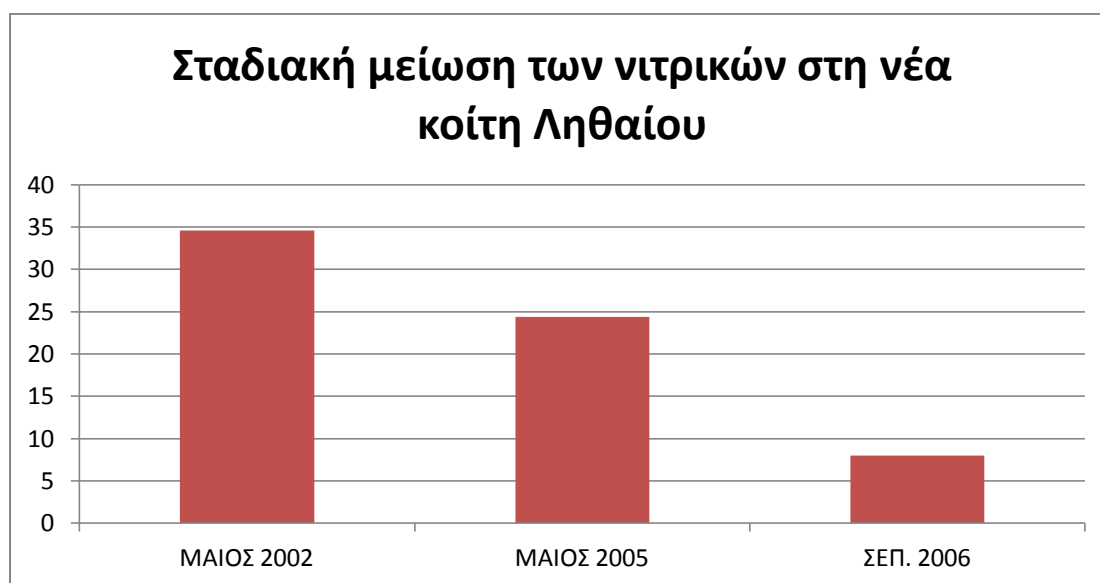
Άγιοι Απόστολοι:

*Διάγραμμα 20: Η πορεία των νιτρικών στους Αγίους Αποστόλους
Ιδία επεξεργασία*

Η συγκεκριμένη γεώτρηση είναι η πιο απομακρυσμένη από την πόλη των Τρικάλων και παρουσιάζει πιο αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών σε σχέση με τις προηγούμενες μετρήσεις γεωτρήσεων. Βέβαια, δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας για την τιμή των 10 mg/L που καταγράψαμε στην πρόσφατη έρευνα.

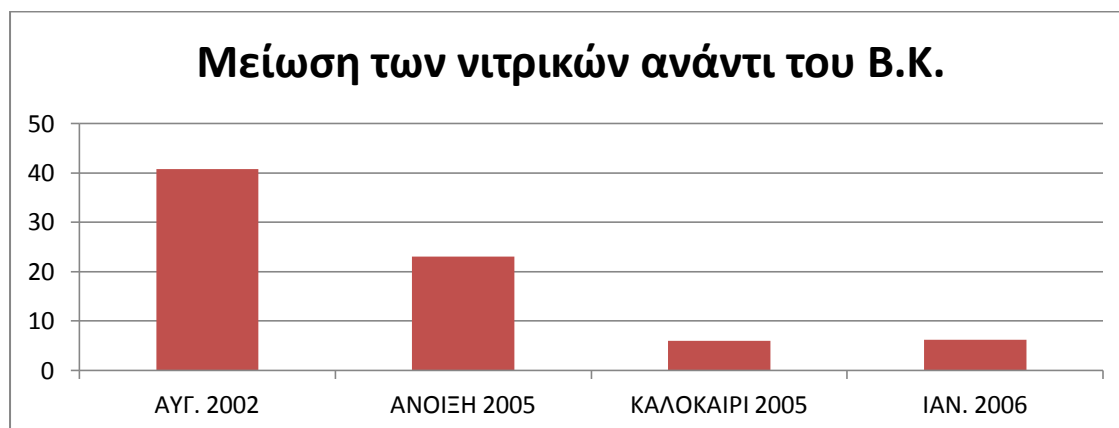
Βασιζόμενοι στις μετρήσεις των προηγούμενων ερευνών μπορούμε να παραθέσουμε τη χρονική εξέλιξη του φαινομένου της νιτρορύπανσης σε δύο ακόμη σημεία, χαρακτηριστικά της περιοχής, για πιο γενικευμένη εικόνα στην παρουσίαση των συμπερασμάτων.

Εργοστάσιο Γάλακτος – Νέα Κοίτη Ληθαίου:



*Διάγραμμα 21: Η πορεία των νιτρικών στη Νέα Κοίτη Ληθαίου
Ιδία επεξεργασία*

Παρατηρήθηκαν σταδιακές μειώσεις των νιτρικών από την πρώτη καταγραφή του 2002 έως και την πιο πρόσφατη του 2006 (Έρευνες 2 και 3) σε ποσοστό περίπου 23 %. Η τελευταία μέτρηση, στα 8 mg/L, του 2006 δείχνει τη μεγάλη προσπάθεια που έγινε για να καθαριστεί και να αναδειχθεί αυτό το σημείο του ποταμού και να έχουμε ακόμη μία χαμηλής επικινδυνότητας περιοχή.

Η περιοχή του Βιολογικού Καθαρισμού (ανάντι – κατάντι)

*Διάγραμμα 22: Η μείωση των νιτρικών ανάντι του Β.Κ.
Ιδία επεξεργασία*

Από το 2002 έως και το 2006 (Ερευνες 3 και 5), τα νερά του ποταμού, ανάντι του Βιολογικού Καθαρισμού, παρουσιάζουν σταδιακή βελτίωση και κατά πολύ μειωμένες τιμές περιεκτικότητας σε νιτρικά, σε σχέση με τις ενδείξεις του 2002. Η πιο πρόσφατη μέτρηση (Ερευνα 3-2006) έδωσε τιμή νιτρικών 6 mg/L, γεγονός ενθαρρυντικό όσον αφορά στην ποιότητα των υδάτων της περιοχής.

Αντιθέτως, η εικόνα που λαμβάνουμε από τα ύδατα κατάντι το Βιολογικού Καθαρισμού προβληματίζει. Ενώ ξεκινάμε με χαμηλές περιεκτικότητες νιτρικών το 2002 έως το και το Μάρτιο του 2006 (Ερευνες 3 και 5), το Δεκέμβριο του ίδιου έτους έχουμε μια απότομη και κατακόρυφη αύξηση των νιτρικών της τάξης των 100 mg/L περίπου. Χρειάζεται περισσότερη έρευνα για την αποκόμιση ολοκληρωμένης εικόνας για την περιοχή.



*Διάγραμμα 23: Η πορεία των νιτρικών κατάντι του Β.Κ.
Ιδία επεξεργασία*

Συνοψίζοντας λοιπόν όσα είδαμε παραπάνω, αναφέρουμε τα εξής:

- Κατά βάση σε όλες τις διαχρονικά εξεταζόμενες περιοχές παρατηρείται πτώση των παλαιότερων επιπέδων νιτρορύπανσης.
- Οι περιοχές με αγροτική δραστηριότητα παρουσιάζουν σαφή βελτίωση στα επίπεδα της νιτρορύπανσης.
- Σημαντικό πρόβλημα νιτρορύπανσης εξακολουθεί να παρουσιάζει η περιοχή του Αρδανίου.
- Θα πρέπει να προβληματίσει η κατάσταση στον οικισμό της Σωτήρας, όπου δεν υπήρξε ιδιαίτερη βελτίωση τα τελευταία έτη.
- Καμία περιοχή δεν παρουσιάζει – διαχρονικά – σταθερότητα τιμών. Οι μεταβολές ακολουθούν μειωτική τάση.
- Η γεώτρηση στους Αγίους Αποστόλους δίνει τις υψηλότερες τιμές νιτρικών σε σχέση με τις υπόλοιπες γεωτρήσεις αλλά πάντα κάτω από 25 mg/L.
- Οι γεωτρήσεις, εν γένει, χαρακτηρίζονται από μικρές τιμές νιτρικών.
- Οι περιοχές δυτικά της πόλης των Τρικάλων παρουσιάζουν γενικά καλύτερη εικόνα σε σχέση με τα επίπεδα της νιτρορύπανσης. Οι υψηλότερες τιμές εντοπίζονται στο ανατολικό τμήμα του Δήμου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. *Γενικά Συμπεράσματα και Προτάσεις*

6.1 Γενικά Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα στα οποία οδηγηθήκαμε, με βάση την προηγούμενη ανάλυση, αποτελούν τις απαντήσεις σε βασικά ερωτήματα, όπως για παράδειγμα πως προκαλείται το φαινόμενο της νιτρορύπανσης, από τι επηρεάζεται, τι πρέπει να προσέξουμε, αλλά και γενικότερες διαπιστώσεις και πορίσματα. Καταλήγουμε στα εξής:

- Το βασικό, προφανές αίτιο της νιτρορύπανσης είναι η υπερλίπανση των καλλιεργούμενων εδαφών. Το φαινόμενο αυτό υποκινείται κυρίως από τη σύγχρονη πολιτισμική νοοτροπία της υπερκατανάλωσης αγαθών, που έχει επεκταθεί, δυστυχώς, σε όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Βασικοί παράγοντες διαμόρφωσης της έντασης, της εποχικότητας και της τοπικότητας του φαινομένου, είναι η διαχείριση υδάτινων πόρων και οι φυσικοί παράγοντες (γεωλογικοί και κλιματικοί) που επικρατούν στην κάθε περιοχή. Συμπεραίνουμε λοιπόν, πως το φαινόμενο της νιτρορύπανσης είναι κατά ένα μεγάλο μέρος, αποτέλεσμα ανθρώπινης δράσης και ως τέτοιο, μπορεί να θεωρηθεί ελέγξιμο και αναστρέψιμο.
- Λόγω της κινητικότητας του N_2 , οι επιπτώσεις της νιτρορύπανσης καλύπτουν όλο το φάσμα του συστήματος εδάφους – νερού, απειλώντας το περιβάλλον και την ποιότητα ζωής του ανθρώπου.
- Το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων όλων των εξεταζόμενων περιοχών της παρούσας Έρευνας απασχολείται στον πρωτογενή τομέα.
- Στις εξεταζόμενες περιοχές της παρούσας Έρευνας, παρατηρούνται κυρίως συστήματα μονοκαλλιεργειών (βαμβακιού, καλαμποκιού και σκληρού σιταριού, τα οποία είναι ιδιαίτερα υδρόφιλα είδη), γεγονός που επηρεάζει την ένταση του φαινομένου κατά εποχές.

- Σε λίγες από τις εξεταζόμενες περιοχές της παρούσας Έρευνας παρατηρείται υπερβολική χρήση λιπασμάτων, που ανεβάζουν τα επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών, κατά κύριο λόγο, την αρδευτική περίοδο.
- Οι περισσότερες από τις εξεταζόμενες περιοχές της παρούσας Έρευνας αντιμετωπίζουν πρόβλημα ανεπάρκειας νερού προς άρδευση, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες, το οποίο γίνεται εντονότερο με το πέρασμα των ετών.
- Στις περισσότερες από τις εξεταζόμενες περιοχές της παρούσας Έρευνας, η άρδευση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων γίνεται σε ένα μεγάλο από γεωτρήσεις. Ο αριθμός των γεωτρήσεων σε συνδυασμό με την αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων τα τελευταία χρόνια και την παράλληλη μείωση των βροχοπτώσεων, έχουν σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή εξάντληση των αποθεμάτων νερού. Κάνοντας βαθύτερες γεωτρήσεις προκαλείται πτώση της υδροστατικής στάθμης και σταδιακή υφαλμύρωση του υδροφόρου ορίζοντα, δημιουργώντας επιπτώσεις για την ύδρευση και την άρδευση των περιοχών.
- Διαπιστώνεται ότι τα προγράμματα που εφαρμόζονται σε τοπικό επίπεδο και προωθούν σταδιακές αλλαγές στη χρήση λιπασμάτων (π.χ. «Πρόγραμμα Απονιτρορύπανσης Θεσσαλίας») και αυτά που έχουν τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα.
- Το μέσο επίπεδο νιτρορύπανσης στη δυτική περιοχή του Δήμου Τρικκαίων βρίσκεται χαμηλότερα από εκείνο στα ανατολικά του Δήμου, γεγονός που - βάσει των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους - μπορεί να οφείλεται σε δύο αίτια:
 - α. στο είδος των καλλιεργειών που εφαρμόζονται στο σημείο και
 - β. στο φτωχότερο υδρολογικό προφίλ (σύνολο επιφανειακών και υπόγειων νερών) στα ανατολικά του Δήμου.
- Στην πιο πρόσφατη έρευνα, (Έρευνα 6, 2011), τα επίπεδα νιτρορύπανσης σε όλες τις εξεταζόμενες περιοχές εκτός αυτής του Αρδανίου, είναι χαμηλότερα από τα επίπεδα νιτρορύπανσης που εντοπίστηκαν στις παλαιότερες μετρήσεις. Παρατηρείται

δηλαδή, τάση μείωσης των επιπέδων νιτρορύπανσης γεγονός που ίσως οφείλεται στα λαμβανόμενα μέτρα περιορισμού της χρήσης χημικών λιπασμάτων.

- Σε όλες τις εξεταζόμενες περιοχές εκτός από την περιοχή Αρδανίου, το νερό κρίνεται κατάλληλο για πόση.
- Το δίκτυο ύδρευσης του Δήμου στηρίζεται στο μεγαλύτερο ποσοστό στις γεωτρήσεις, οι οποίες περιέχουν χαμηλές συγκεντρώσεις νιτρικών διαχρονικά.
- Γενικά, στο Δήμο Τρικκαίων μπορούμε να πούμε ότι το νερό χαρακτηρίζεται ως νερό καλής ποιότητας, με εξαίρεση αυτό της περιοχής Αρδανίου και των κοντινών οικισμών.

6.2 Προτάσεις

Στην παρούσα εργασία παρουσιάσαμε και αναλύσαμε το φαινόμενο της νιτρορύπανσης σε όλες του τις διαστάσεις για την περιοχή των Τρικάλων.

Συνοπτικά:

- Με τη νιτρορύπανση των υδάτινων πόρων, επιπτώσεις έχουμε τόσο στην υγεία του ανθρώπου όσο και στην ποιότητα του περιβάλλοντος.
- Αιτία του φαινομένου είναι κυρίως η υπερλίπανση των καλλιεργειών. Η ανάγκη αύξησης του αγροτικού εισοδήματος, η υπερκατανάλωση αγαθών ως στάση ζωής, οι επιδοτήσεις ανάλογα με το μέγεθος της παραγωγής και η κυριαρχία των μονοκαλλιεργειών έχουν οδηγήσει σε υπέρμετρη χρήση αζωτούχων, κυρίως, λιπασμάτων.
- Η μη ορθή διαχείριση των υδάτινων πόρων (διοχέτευση λυμάτων σε ποτάμια, λίμνες) έχει σαν αποτέλεσμα την υποβίβαση του υπόγειου υδροφορέα.

Με βάση τα παραπάνω, προτείνονται τα εξής:

- Ο συνεχής και εντατικός έλεγχος των επιπέδων συγκέντρωσης νιτρικών, με αύξηση σε διάρκεια και συχνότητα των δειγματοληψιών, ώστε να υπάρχει σαφής εικόνα του δικτύου παρακολούθησης κάθε εποχή.
- Η μείωση χρήσης λιπασμάτων και ο έλεγχος της εφαρμογής τους, ώστε να ενισχυθεί η φυσική γονιμότητα του εδάφους και να δοθεί προτεραιότητα στην ποιότητα των τοπικών προϊόντων και όχι στην ποσότητα.
- Η ανάπτυξη του αγροτουρισμού, που είναι άμεσα συνδεδεμένος με τον πρωτογενή τομέα, μπορεί να ενισχύσει οικονομικά τους αγρότες και να καλυτερεύσει την εικόνα της υπαίθρου.

- Ο περιορισμός των μονοκαλλιεργειών. Η φυτοκάλυψη κατά την περίοδο φθινοπώρου και χειμώνα, όταν οι βροχοπτώσεις είναι έντονες, βοηθά στην ελαχιστοποίηση της νιτρορύπανσης λόγω περιορισμού της επιφανειακής ροής και έκπλυσης. Παράλληλα θα πρέπει να ενισχύονται οικονομικά οι αγρότες που θα ασχοληθούν με νέα είδη καλλιέργειας.
- Η υποστήριξη του Κράτους (επιδοτήσεις, κίνητρα) στην παραγωγή βιολογικών γεωργικών προϊόντων. Με τη δημιουργία ζωνών παραγωγής βιολογικών προϊόντων δημιουργείται ένα νέο είδος απασχόλησης για τον αγροτικό πληθυσμό, ενισχύεται το εισόδημά του και περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό η χρήση λιπασμάτων.
- Η σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων με περιορισμό των άσκοπων αρδεύσεων και μείωση των διαρροών στο αρδευτικό δίκτυο. Ειδικά σε περιοχές με άφθονο νερό ο έλεγχος της αρδευόμενης ποσότητας μπορεί να βοηθήσει στον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα.
- Η χρήση νέων συστημάτων άρδευσης των χωραφιών. Η εγκατάσταση, πλέον, σύγχρονων συστημάτων άρδευσης είναι σχετικά εύκολη και συντελεί στην αύξηση της παραγωγής και την προστασία του οικοσυστήματος.
- Η λειτουργία των φορέων του κράτους με βάση υδρολογικές και αρδευτικές μελέτες. Η εκπόνηση των μελετών αυτών, που σκοπό έχουν τον προσδιορισμό των αρδευτικών αναγκών, των απαιτούμενων έργων και του συνολικού κόστους, οδηγεί σε ορθολογικότερη διαχείριση του υδατικού πλούτου.
- Η παρακολούθηση των γεωτρήσεων και έλεγχος του αντλούμενου νερού, ώστε να γνωρίζουμε ανά πάσα στιγμή την ποιότητά του, να λαμβάνουμε μέτρα όταν απαιτείται και να βλέπουμε την πορεία της νιτρορύπανσης της περιοχής.

- Η ανάπτυξη δικτύου σωστής διαχείρισης των λυμάτων, ώστε να μη ρυπαίνονται τόσο τα υπόγεια όσο και τα επιφανειακά ύδατα.
- Η αλλαγή στην αγροτική πολιτική που εφαρμόζεται μέχρι τώρα, με προσαρμογή και προσανατολισμό σε νέες ανάγκες καλλιεργειών και ανεξαρτητοποίηση του μεγέθους της παραγωγής από τις επιδοτήσεις.
- Η προσπάθεια ενημέρωσης και κατάρτισης των αγροτών σε όλα τα ζητήματα που τους αφορούν σχετικά με νέες τεχνικές και εφαρμογές και ευαισθητοποίηση τους σε περιβαλλοντικά θέματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Baltas, E. A., (2008) “Climatic conditions and availability of water resources in Greece”, *International Journal of Water Resources Development*, 24(4), 635-649.

Koutsoyannis D., Montanari A., Linns H. F., (2009) “DISCUSSION of “The implications of projected climate change for freshwater resources and their management”, *Climate, hydrology and freshwater: towards an interactive incorporation of hydrological experience into climate research*”, *Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques*, 54.

Koutsoyannis D., (2010) “A random walk on water”, *HESS Opinions, Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 14, 585–601.

Papaioannou, A., Plageras, P., Dovriki, E., Lavdas, D., Roupa, Z., Minas, A., Krikelis, V., Paliatsos A.G., and Nastos, P.T., (2008) “Assessment and Monitoring the Quality of Potable Water in the Prefecture of Trikala (Central Greece) in the context of Public Health”, *Εργασία στα πλαίσια του IX International Conference “Protection and Restoration of the Environment”*, Κεφαλονιά, pp.

Vardoulakis I. και Aifantis E., (1994) “On the role of microstructure in the behavior of soils: Effects of higher order gradients & internal inertia”, *Mechanics of Materials*, 18, 151-158.

Γεωργιάδου, I., (2009) “Επιπτώσεις των αγροτικών δραστηριοτήτων στην ποιότητα νερών στη λεκάνη απορροής του ποταμού Λουδία”, *Διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Θεσσαλονίκη.*

Γιαννούση, K., (2010) “Η Ανάκτηση του Πλήρους Κόστους του Νερού με βάση την Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά (WFD 2000/60/EC)”, *Εργασία στα Πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος: Χωρική Ανάλυση και Διαχείριση Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Βόλος.*

Δαλιγκάρου, Ο., (2008) “Νιτρικά και άλλες ποιοτικές παράμετροι πόσιμων νερών του Γαλλικού ποταμού για τα έτη 2002 έως 2006”, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή, Θεσσαλονίκη.

Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων, Οδικών Σηράγγων και Υπογείων Έργων, (2006) “Διαχειριστική Μελέτη Υδατικών Πόρων Λεκάνης Απορροής π. Πηνειού”, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Αθήνα (Α μέρος - Δ μέρος).

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, (2001) Αρ. Φύλλου 892, “Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης”, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/EK του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998.

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, (2007) Αρ. Φύλλου 630, Τροποποίηση της Υγειονομικής Διάταξης κοινής υπουργικής απόφασης Υ2/2600/2001 “Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης”, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/EK του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998.

Ζάνης, Π., (2008) Σημειώσεις για την Ρύπανση της Ατμόσφαιρας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας Τομέας Μετεωρολογίας – Κλιματολογίας, Θεσσαλονίκη.

Ζήση, Σ. Ε., (2007) “Περιβαλλοντικοί Παράγοντες και Έλεγχος Ποιότητας νερών του ποταμού Ληθαίου”, Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Ιορδανίδης, Η., (2010) “Διερεύνηση της Νιτρορύπανσης λεκάνης απορροής από γεωργικές δραστηριότητες”, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Θεσσαλονίκη.

Καραγιαννίδου, Ε., (2009) “Συγκριτική μελέτη Νομοθεσίας και Προδιαγραφών τεχνικών έργων Ευρωπαϊκής Ένωσης – Ελλάδος στον τομέα Νερού – Περιβάλλοντος”, Μεταπτυχιακή διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Θεσσαλονίκη.

Καριωτάκης, Ι., (2007) “Προσδιορισμός των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού της γεώτρησης υδροδότησης και του δικτύου ύδρευσης στο δημοτικό διαμέρισμα Νεριανών Δήμου Βουκολιών Νομού Χανίων”, Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Τμήμα φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Χανιά.

Κατσούναρος, Ι., (2009) “Ηλεκτροχημική Αναγωγή Νιτρικών σε Κάθοδο Κασσίτερου – Απομάκρυνση Νιτρικών από Απόβλητα Αναγέννησης Ρητίνων Ιοντοεναλλαγής”, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Τομέας Χημείας, Θεσσαλονίκη.

Κούγκολος, Α., (2007) “Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική”, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Κουϊμτζής, Θ., Φυτιάνος, Κ. και Σαμαρά-Κωνσταντίνου, Κ., (1998) “Χημεία Περιβάλλοντος”, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Κουτσογιάννης, Δ., Ανδρεαδάκης, Α., Μαυροδήμου, Ρ., Χριστοφίδης, Α., Μαμάσης, Ν., Ευστρατιάδης, Α., Κουκουβίνος, Α., Καραβοκυρός, Γ., Κοζάνης, Σ., Μαμάης, Δ. και Νουτσόπουλος, Κ., (2008) “Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Αθήνα.

Κουτσομήτρος, Θ., Λαζαρίδης, Κ., Αμπελιώτης, Κ., Κώτσου, Μ. και Κυριακού, Μ., (2005) “Αξιολόγηση της κατάστασης των Υδάτων του τελικού αποδέκτη της Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων του Ν. Τρικάλων”, Εργασία στα πλαίσια της 5^η Διεθνούς Έκθεσης και Συνέδριο για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος που οργανώνει το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (HELECO '05), Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Κύριου, Μ., (2010) “Ανάλυση των Φυσικοχημικών και Μικροβιολογικών Παραμέτρων Ποιότητας των νερών παραποτάμων και πηγών της Υδρολογικής Λεκάνης του ποταμού Κερίτη”, Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τομέας Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας, Χανιά.

Λιακατά Α., (2006) “Διερεύνηση της Εποχικότητας της Νιτρορύπανσης Πόσιμου Νερού σε περιοχές του Ν. Λάρισας”, Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Λίτσικας Β., (2008) “Η Επίδραση της αρδευόμενης γεωργίας στην ποιότητα του νερού των αποδεκτών”, Μεταπτυχιακή διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας, Θεσσαλονίκη.

Μήτρακας Μ., (2001 Β'): *Ποιοτικά Χαρακτηριστικά και Επεξεργασία Νερού*, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Μιγκίρος Γ., (2006) “Διαχείριση νερού ως φυσικός πόρος”, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών & Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Αθήνα.

Νάνου – Γιάνναρου Α., (2007) Υδραυλική και Υδρολογία Υπόγειων Νερών, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Αθήνα.

Νταρακάς Ε., (2010) Διεργασίες επεξεργασίας νερού και υγρών αποβλήτων, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, σελ. 20, 32-41, 46-54.

Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23/10/2000 για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων (L 327 EL 22.12.2000)

Παππά Γ., (2001) “Υγειονομική Σημασία των Χημικών Παραμέτρων στο Πόσιμο Νερό”, Εργασία, Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας, Τομέας Υγειονομικής Μηχανικής και Υγιεινής του Περιβάλλοντος, Αθήνα.

Σαράφης, Χ., (2004) “Διαχρονική πορεία της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων του Δήμου Αλμυρού από τα νιτρικά γεωργικής προέλευσης”, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.

Στουρνάρας, Γ., (2006) “*ΝΕΡΟ, Περιβαλλοντική Διάσταση & Διαδρομή*”, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Στουρνάρας, Γ., Νάστος, Π., Γιόξας, Γ., Ευελπίδου, Ν., Βασιλάκης, Ε., Παρτσινεβέλου, Σ. Α. και Ηλιόπουλος Β., (2011) “Επιπτώσεις της Κλιματικής αλλαγής στα επιφανειακά και υπόγεια υδατικά σώματα του Ελλαδικού χώρου”, Μελέτη, Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής, Αθήνα.

Τριζώνη, Ε., (2004) “Διερεύνηση Περιεκτικότητας σε Νιτρικά, Γλυκών Νερών σε περιοχές Ν. Μαγνησίας και επαρχίας Φαρσάλων”, Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Τσιάκαλου, Χ., (2008) “Η διαφοροποίηση του αγροτικού τομέα στο νομό Λάρισας κατά την τελευταία 30ετία: η περίπτωση του αρδευτικού ύδατος στην πεδινή ζώνη του νομού”, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Τσότσος Σ., (1991) “*Εδαφομηχανική: Θεωρία, Μέθοδοι, Εφαρμογές*”, Εκδόσεις Βερβερίδη & Πολυχρονίδη Α.Ε., Θεσσαλονίκη.

ΦΕΚ Α΄ 280/9.12.2003, Νόμος 3199, (2003) “Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000”.

Διαδικτυακοί Τόποι:

<http://www.agrotikianaptixi.gr/index.php?op=Tender&todo=Load&id=b8d889c4e9b34bc7>

Τελευταία επίσκεψη: 12/1/2012

http://www.apdthest.gov.gr/Intro/2012-01-20_%CF%80%CE%BF%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CF%85%CE%B4%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD.aspx

Τελευταία επίσκεψη: 23/1/2012

<http://www.deyat.gr/ergastirio-analyseon-neroy-lymaton-poiotita-neroy>,

Τελευταία επίσκεψη: 22/1/2012

http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/index_en.htm

Τελευταία επίσκεψη: 05/1/2012

http://ec.europa.eu/environment/news/efe/docs/efe31_en.pdf

Τελευταία επίσκεψη: 05/1/2012

<http://itia.ntua.gr/el/docinfo/782/>

Τελευταία επίσκεψη: 23/1/2012

http://www.merck-chemicals.gr/food-analytics/merck-high-quality-nitrite-and-nitrate-tests/c_3vCb.s1O73MAAAEaXYN6OWwZ?PortalCatalogID=merck4food&CountryName=Greece

Τελευταία επίσκεψη: 24/1/2012

http://www.merck-chemicals.gr/analytical-quality-assuranceqa/c_OpGb.s1OsbcAAAEdjj51tkzk;sid=E2S9UITTlaT9QZz5L7_ouGTe86ABcfd0K34UnF9n-eUy1IP_5RvzWBU3bmLsYWDz9fxX09te86ABc7Q7r3xX09t?back=true

Τελευταία επίσκεψη: 24/1/2012

<http://www.minagric.gr/greek/EPAA/GEWRGOPERIBAL/GEWRGOPERIBAL%CE%9F%CE%9D%CE%A4.htm>

Τελευταία επίσκεψη: 17/1/2012

<http://www.prosodol.gr/?q=el/node/216>

Τελευταία επίσκεψη: 10/1/2012

<http://www.thessalia.gov.gr/default.asp?id=1>

Τελευταία επίσκεψη: 10/1/2012

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=250&language=el-GR>

Τελευταία επίσκεψη: 18/1/2012

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=247&language=el-GR>

Τελευταία επίσκεψη: 18/1/2012

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=250>

Τελευταία επίσκεψη: 18/1/2012