

ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

Μορφες Αζώτου στα Υγρά Απόβλητα και Επεξεργασία τους

Εισαγωγή

Το άζωτο (N) είναι ένα **κοινό στοιχείο**, που παίζει σημαντικό ρόλο στη βιολογία των ζώντων οργανισμών. Μαζί με τον φώσφορο (P) και το κάλιο (K), αποτελεί ένα από τα τρία **βασικά θρεπτικά συστατικά** για την ανάπτυξη των φυτών.

Το άζωτο (N), ιδιαίτερα στη μορφή των **νιτρικών ιόντων (NO_3^-)** αποτελεί μια από τις **ουσίες πρωταρχικού ενδιαφέροντος** στα υγρά απόβλητα, καθώς μπορεί να προκαλέσει **προβλήματα στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία**. Το N στην αμμωνιακή του μορφή είναι **τοξικό** για ορισμένους υδατικούς οργανισμούς. Υψηλές συγκεντρώσεις NO_3^- μπορεί να προκαλέσουν **μεθαιμοσφαιριναιμία** (μια πάθηση, ιδιαίτερα των βρεφών κάτω των 6 μηνών, κατά την οποία μειώνεται η ικανότητα του αίματος στη μεταφορά οξυγόνου) καθώς και προβλήματα κατά την εγκυμοσύνη. Επιπλέον, συγκεντρώσεις νιτρικών άνω των 4 mg/l έχουν συνδεθεί με την εμφάνιση του λεμφώματος Non-Hodgkins.

Επίσης, το N αποτελεί σημαντικό θρεπτικό συστατικό που μπορεί να προκαλέσει **υπερβολική ανάπτυξη φυκών** (αλγών) σε νερά (εσωτερικά ή παράκτια) που έχουν ελλείψεις σε θρεπτικό N. Η υπερβολική αυτή ανάπτυξη μπορεί εμποδίσει τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας στα υδατικά οικοσυστήματα και **γενικότερα να προκαλέσει αλλαγές σε αυτά**. Τα άλγη κατά τη διαδικασία της αναπνοής τους αλλά και της αποσύνθεσης τους από βακτήρια, **καταναλώνουν το διαθέσιμο διαλελυμένο οξυγόνο** στα

επιφανειακά νερά με συνέπεια την υποβάθμιση της ποιότητας των οικοσυστημάτων. Οι συνέπειες είναι μεγαλύτερες κατά τη διάρκεια θερμών περιόδων, λόγω της μικρότερης διαλυτότητας του οξυγόνου στο νερό. Τέλος, αν διαρρεύσουν ανεπεξέργαστα λύματα σε επιφανειακά νερά, το αμμωνιακό N μετατρέπεται άμεσα σε NO_3^- **μειώνοντας τη συγκέντρωση του διαθέσιμου διαλελυμένου οξυγόνου**.

Ποσότητες N

Η ποσότητα ολικού N στα συνήθη οικιακά λύματα κυμαίνεται από 6,8 gr/ισοδύναμο κάτοικο/ημέρα έως και 19,3 gr/ισοδύναμο κάτοικο/ημέρα, σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 35 – 100 mg/l. Αυτό σημαίνει ότι **μέσω των λυμάτων διοχετεύονται στο περιβάλλον από 2,5 kg/ισοδύναμο κάτοικο/έτος έως 7 kg/ισοδύναμο κάτοικο/έτος**.

Σε περιοχές στην Ελλάδα που δεν εξυπηρετούνται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ), η απόρριψη των λυμάτων γίνεται συνήθως σε σύστημα σηπτικής δεξαμενής – απορροφητικού βόθρου ή συνηθέστερα απευθείας σε απορροφητικό βόθρο. Στις περιπτώσεις αυτές **διατίθενται μερικώς επεξεργασμένοι ή ανεπεξέργαστοι από 7.500 – 21.000 ton ολικού N ανά έτος με κινδύνους για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία**. Περιοχές που βρίσκονται **κοντά σε υδάτινα σώματα ή που έχουν σχετικά ρηχούς υπόγειους υδροφορείς** είναι οι πλέον επικίνδυνες αναφορικά με την απόρριψη ανεπεξέργαστου N.

Μορφές N

Οι σημαντικότερες μορφές του N για τη διαχείριση λυμάτων είναι το **οργανικό N**, η **αέρια αμμωνία** (NH_3), το **αμμωνιακό κατιόν** (NH_4^+), το **αέριο N** (N_2) καθώς και τα **νιτρώδη** (NO_2^-) και τα **νιτρικά** (NO_3^-) ιόντα. Το **αέριο N είναι αδρανές, σε αντίθεση με τις άλλες μορφές N** που συνήθως μετατρέπονται ταχύτατα από τη μια μορφή στην άλλη, συνήθως με τη βοήθεια **βακτηρίων**, υπό **αερόβιες ή αναερόβιες** συνθήκες.

Το **ολικό N**, που συνήθως αναφέρεται ως παράμετρος – στόχος στη σχετική νομοθεσία, είναι το άθροισμα των συγκεντρώσεων του **οργανικού N** (αμινοξέα, πρωτεΐνες κ.α.), του **αμμωνιακού N** ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$), των **NO_2^-** και των **NO_3^-** . Η σχετική συγκέντρωση της αέριας αμμωνίας (NH_3) και του NH_4^+ στα λύματα είναι συνάρτηση του pH. Για τις τυπικές τιμές του pH στα φρέσκα ή στα πρωτοβάθμια επεξεργασμένα σε σηπτική δεξαμενή λύματα (που κυμαίνονται μεταξύ 7 – 8), **επικρατεί η συγκέντρωση του NH_4^+ σε ποσοστό μεγαλύτερο του 85%**.

Απομάκρυνση N

Η πλέον συνήθης μέθοδος απομάκρυνσης του N κατά την επεξεργασία λυμάτων είναι η **βιολογική μετατροπή του σε αέριο N**, μέσω των διαδικασιών της **νιτροποίησης** και της **απονιτροποίησης**.

Κατά τη **νιτροποίηση** το **αμμωνιακό N μετατρέπεται αρχικά σε NO_2^- και εν συνεχεία σε NO_3^- , υπό αερόβιες συνθήκες**. Στις αντιδράσεις αυτές συμμετέχουν **δύο διαφορετικά είδη νιτροποιητικών μικροοργανισμών**. Επειδή ο ρυθμός αντίδρασης του δεύτερου σταδίου είναι πολύ μεγαλύτερος του πρώτου, οι **συγκεντρώσεις NO_2^- είναι συνήθως πολύ μικρότερες** σε σύγκριση με τα NO_3^- .

Υπό **ανοξικές συνθήκες** και εφόσον υπάρχει πηγή οργανικού άνθρακα, τα **NO_3^- μετατρέπονται τελικά σε αέριο N**, καθώς καταναλώνονται από μια ειδική ομάδα

μικροοργανισμών ως πηγή ενέργειας αντί για το οξυγόνο.

Εδαφική επεξεργασία και σύγκριση με compact συστήματα βιολογικού καθαρισμού

Στα **φρέσκα λύματα**, το N βρίσκεται συνήθως υπό τη μορφή **οργανικού N** (ουρία). Το οργανικό N **μετατρέπεται άμεσα σε NH_4^+** , και από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας επεξεργασίας (σηπτική δεξαμενή) η εκροή περιέχει συνήθως 85% NH_4^+ και 15% οργανικό N. Η εκροή αυτή περιέχει κατά μέσο όρο **50 – 60 mg/l ολικού N**, αλλά η **διακύμανση μπορεί να είναι από 20 – 200 mg/l**.

Όταν τα πρωτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα διατίθενται σε ακόρεστο έδαφος, λαμβάνουν χώρα επιπλέον μετατροπές του N. Το υπολειπόμενο οργανικό N μετατρέπεται σε NH_4^+ , το οποίο σε καλά αεριζόμενα εδάφη **μετατρέπεται αρχικά σε NO_2^- και εν συνεχεία σε NO_3^-** , ενώ αν επικρατούν επαρκείς αλκαλικές συνθήκες, το NH_4^+ μπορεί να μετατραπεί σε αέρια NH_3 που απομακρύνεται από το σύστημα. Επίσης, **ορισμένες ποσότητες NH_4^+ μπορεί να προσκολληθούν σε σωματίδια του εδάφους και τελικά να βιοαποικοδομηθούν από μικρόβια** (βλ. και διάγραμμα στην επόμενη σελίδα).

Συνήθως οι συνθήκες στην κορεσμένη ζώνη δεν είναι επαρκείς για την επίτευξη της απονιτροποίησης σε σημαντικό βαθμό, και έτσι το τελικό “προϊόν” της διαδικασίας απομάκρυνσης N είναι τα NO_3^- . Τα NO_3^- είναι **ιδιαίτερα κινητικά** καθώς δεν προσκολλώνται σε σωματίδια του εδάφους, συνεπώς πλούμια NO_3^- **μπορεί να μετακινηθούν για σχετικά μεγάλες αποστάσεις ακολουθώντας τη ροή των υπόγειων υδάτων**. Η κατάσταση αυτή επηρεάζει σαφώς την ποιότητα του νερού γεωτρήσεων αλλά και των επιφανειακών υδάτων. Ιδιαίτερα σε περιοχές με πυκνή χωροθέτηση, η αραίωση λόγω της ανάμειξης με το νερό των βροχοπτώσεων ή με το υπόγειο νερό δεν είναι αρκετή για να μειώσει

σημαντικά τις συγκεντρώσεις NO_3^- .

Τυπικές αποδόσεις του εδάφους στην απομάκρυνση του ολικού N κυμαίνονται από 10% - 25%, και το ποσοστό αυτό κυρίως αποδίδεται στην καθίζηση των στερεών σωματιδίων στη δεξαμενή προεπεξεργασίας.

Αντίθετα, μονάδες παρατεταμένου αερισμού ή SBR (χωρίς ανακυκλοφορία) μπορεί να επιτύχουν απομάκρυνση του ολικού N που κυμαίνεται από 40% - 65%, ενώ μονάδες προσκολλημένης βιομάζας με ανακυκλοφορία ή ακόμα και παρατεταμένου αερισμού με ανακυκλοφορία μπορεί να επιτύχουν υψηλότερες αποδόσεις που κυμαίνονται από 45% - 75%.

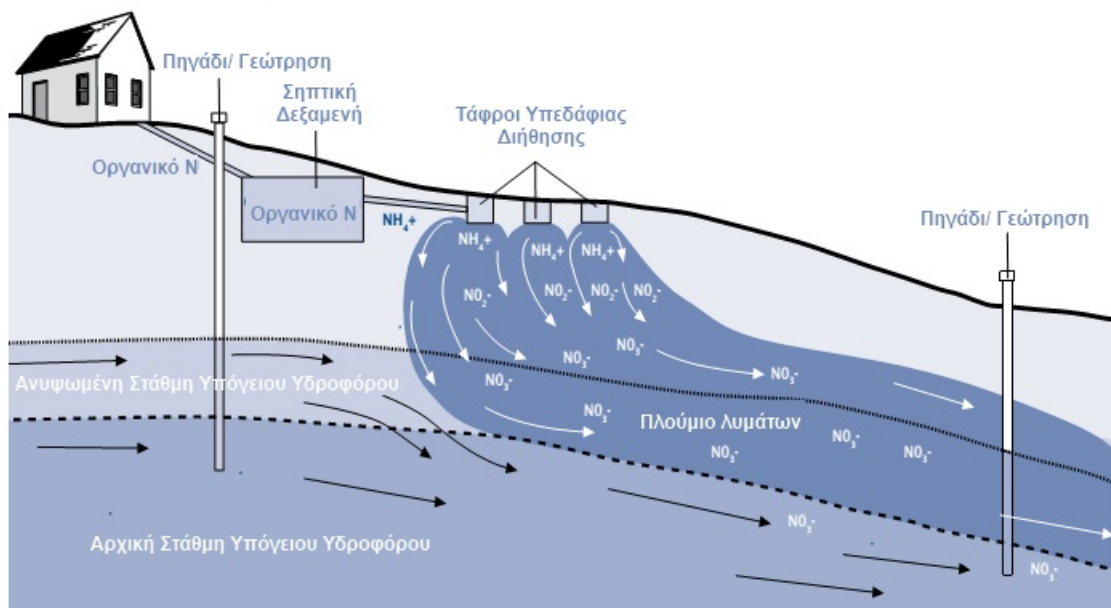
N και απορροφητικοί βόθροι

Αποτελεί κοινή πρακτική στην Ελλάδα η αποχέτευση των λυμάτων μιας κατοικίας ή ακόμα μεγαλύτερων συστημάτων (εστιατόρια ακόμα και ξενοδοχεία) απευθείας σε απορροφητικούς βόθρους, χωρίς να έχει προηγηθεί ούτε η ελάχιστη νομοθετικά απαιτούμενη προεπεξεργασία σε σηπτική δεξαμενή.

Η πρακτική αυτή μπορεί να έχει μια σειρά αρνητικών συνεπειών για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία:

1. Στα τυπικά εδαφικά συστήματα, μεγάλο ποσοστό της απομάκρυνσης N οφείλεται στην απομάκρυνση N μέσω καθίζησης στη σηπτική δεξαμενή. Απουσία της δεξαμενής αυτής έχει ως συνέπεια της δραματική μείωση απομάκρυνσης του N.
2. Συνήθως οι απορροφητικοί βόθροι εκτείνονται σε μεγάλα βάθη (>2 m). Έτσι καθίσταται αδύνατη η πρόσληψη και η απομάκρυνση του NH_4^+ από το ριζόστρωμα των φυτών, ενώ δεν διευκολύνεται και η επιπλέον απομάκρυνση N μέσω εξάτμισης ή εξατμισοδιαπνοής. Επιπλέον διευκολύνουν την επαφή των ανεπεξέργαστων λυμάτων με το υπόγειο νερό, σε συνάρτηση πάντα και με το βάθος του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.
3. Η διακύμανση του βάθους των υπόγειων υδροφόρων μπορεί να έχει ως συνέπεια το πλημμύρισμα του απορροφητικού βόθρου και την εκροή N, είτε με τη μορφή NH_4^+ είτε με τη μορφή NO_3^- (αν έχει προχωρήσει η νιτροποίηση) στο περιβάλλον.
4. Η κατασκευή του απορροφητικού βόθρου μπορεί να προκαλέσει ρωγμές και σχισμές στο έδαφος με συνέπεια την απευθείας διαφυγή των

Διάγραμμα: Μετατροπές του N κατά την εδαφική του διάθεση



ανεπεξέργαστων λυμάτων στους υπόγειους υδροφορείς.

Σημειώνεται ότι κατά την περίοδο 2000 – 2008, το 11% των υπόγειων υδατικών συστημάτων σε επίπεδο χώρας παρουσίαζε συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων μεγαλύτερη της τιμής – στόχου των 50 mg/l.

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΠΟΥ ΔΙΑΒΑΣΑΤΕ ΤΟΝ ΟΔΗΓΟ ΜΑΣ!
ΓΙΑ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ - ΑΡΘΡΑ - ΕΚΔΟΣΕΙΣ - ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ
ΜΕΙΝΕΤΕ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΑΖΙ ΜΑΣ ΜΕ ΤΟΥΣ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ
(κάντε κλικ στο αντίστοιχο εικονίδιο)**

Like - Follow



Το Blog της ENVIMA



Τα Προϊόντα μας



Ειδοποιηθείτε εγκαίρως

Εγγραφείτε στη λίστα μας

Επικοινωνήστε μαζί μας

τηλ. 25410 28349 | 84469 | 84360
fax: 25410 - 84468
email: info@envima.gr
Διεύθυνση:
Μακεδονίας 20, Τ.Κ. 67100
Ξάνθη

ΑΙΤΗΜΑ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ

για Βιολογικό Καθαρισμό

(κάντε κλικ πάνω στο πλαίσιο)