



ΟΔΥΣΣΕΥΣ

ΝΑΜΑ

ΕΜΠ

ΔΕΥΑΚ

ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ

MDS



Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης 2000-2006
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ
ΣΥΖΕΥΞΗ ΜΕ ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΟΔΥΣΣΕΥΣ

Τεύχος 11

Προδιαγραφές εγκατάστασης δικτύων μέτρησης
ποιοτικών παραμέτρων

Δ. Μαμάης, Κ. Νουτσόπουλος, Α. Ανδρεαδάκης

Αθήνα
Ιούνιος 2005

Συνεργαζόμενοι φορείς



NAMA Σύμβουλοι Μηχανικοί και Μελετητές Α.Ε.



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων
Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων



Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης
Καρδίτσας



Αειφορική Δωδεκανήσου Α.Ε.



Άδωνις Κοντός και ΣΙΑ Ε.Ε. (Marathon Data Systems)

Ενότητα Εργασίας 5

Τυποποίηση υποδομών μέτρησης
υδρομετεωρολογικών και ποιοτικών παραμέτρων

Τεύχος 11

Προδιαγραφές εγκατάστασης δικτύων μέτρησης
ποιοτικών παραμέτρων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια υλοποίησης του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο 'Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)' και ειδικότερα της Ενότητας Εργασίας 5, η ερευνητική ομάδα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου συνέταξε το παρόν τεύχος αναφορικά με την αναλυτική περιγραφή των διατάξεων μέτρησης της ποιότητας του νερού με βάση τα διεθνή πρότυπα. Συγκεκριμένα η παρούσα έκθεση περιλαμβάνει τα ακόλουθα: α) αναγνώριση των απαιτούμενων ποιοτικών παραμέτρων για την παρακολούθηση της οικολογικής και χημικής κατάστασης των επιφανειακών και υπόγειων των υδάτων σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2000/60. για κάθε είδος υδάτινου σώματος, β) παρουσίαση των τυποποιημένων μεθόδων προσδιορισμού των φυσικοχημικών ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων είτε επί τόπου με αυτοματοποιημένο τρόπο είτε με συμβατικές μεθόδους στα εργαστήρια και γ) συλλογή στοιχείων που διέπουν την εγκατάσταση και λειτουργία οργάνων μέτρησης ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων καθώς και των οικονομικών χαρακτηριστικών των ανωτέρω μετρητικών συστημάτων.

ABSTRACT

This report was submitted within the context of the research program titled "Sustainable Management of Water Bodies in conjunction with a Highly Developed Computational Model" by a scientific and research group of the National Technical University of Athens. Specifically this report was part of the deliverables of Work package 5. The scope of this work was to evaluate suitable methods for water quality monitoring according to internationally accepted criteria. Specifically this report contains the following: a) determination of the appropriate water quality parameters required for the evaluation of ecological status of surface and groundwater bodies as described in Water Framework Directive 2000/60, b) presentation of the standardized methods for the on line or analytical monitoring of the various water quality parameters and c) collection of data for the installation and operation of various monitoring devices suitable for use for underground and surface waters. In addition to these technical data an economic evaluation of the application cost of these methods was performed.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	1
2	Σύστημα παρακολούθησης ποιοτικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων	3
2.1	Εισαγωγή	3
2.2	Επιλογή παραμέτρων χαρακτηρισμού της ποιότητας των υδάτων με βάση τις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά 2000/60/ΕΕ.....	4
2.3	Σχεδιασμός προγραμμάτων παρακολούθησης της ποιοτικής κατάστασης υδάτινων σωμάτων	11
3	Αναλυτικές μέθοδοι προσδιορισμού ποιοτικών παραμέτρων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων	22
3.1	Εισαγωγή	22
3.2	Τυποποιημένες αναλυτικές μέθοδοι προσδιορισμού ποιοτικών παραμέτρων ποταμών, λιμνών και υπόγειων υδάτων.....	24
3.2.1	Γενικοί φυσικοχημικοί ποιοτικοί δείκτες.....	24
3.2.2	Συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας και συγκεκριμένοι μη προτεραιότητας ρύποι	51
4	Προδιαγραφές οργάνων μέτρησης ποιοτικών παραμέτρων	64
4.1	Εισαγωγή	64
4.2	Τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά οργάνων μέτρησης	64
	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	95

1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια υλοποίησης του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο ‘Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)’ και ειδικότερα της Ενότητας Εργασίας 5, η ερευνητική ομάδα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου συνέταξε το παρόν τεύχος αναφορικά με την αναλυτική περιγραφή των διατάξεων μέτρησης της ποιότητας του νερού με βάση τα διεθνή πρότυπα.

Οι βασικοί στόχοι της παρούσας εργασίας είναι: α) η παρουσίαση των τυποποιημένων αναλυτικών μεθόδων προσδιορισμού των ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, β) η συλλογή προδιαγραφών που διέπουν την εγκατάσταση και λειτουργία οργάνων μέτρησης ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και γ) η έρευνα αγοράς και η ανάπτυξη βάσης δεδομένων με τα τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά των ανωτέρω μετρητικών συστημάτων.

Η διάρθρωση της παρούσας έκθεσης έχει ως ακολούθως:

Το **πρώτο κεφάλαιο** περιλαμβάνει μια γενική εισαγωγή όπου γίνεται μία σύντομη παρουσίαση των στόχων της Ενότητας Εργασίας 5 του παρόντος ερευνητικού προγράμματος που αναφέρονται στις μεθόδους προσδιορισμού των ποιοτικών παραμέτρων των υδάτων. Το **δεύτερο κεφάλαιο** αναφέρεται στην αναγνώριση των απαιτούμενων ποιοτικών παραμέτρων για την παρακολούθηση της κατάστασης των υδάτων για κάθε είδος υδάτινου σώματος. Η αναγνώριση των παραμέτρων για την παρακολούθηση της ποιοτικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων βασίζεται στην αξιολόγηση των στοιχείων που παρουσιάστηκαν στα πλαίσια της ενότητας εργασίας 6 που είχε ως στόχο την κωδικοποίηση των ποιοτικών παραμέτρων για κάθε χρήση νερού και την ανάπτυξη μεθοδολογιών κατάταξης των επιφανειακών υδάτινων σωμάτων σε επιμέρους κατηγορίες ποιότητας. Οι επιλεχθείσες παράμετροι παρακολούθησης των υδάτων βασίζονται κατά κύριο λόγο στις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά 2000/60/ΕΕ αναφορικά με την παρακολούθηση των υδάτινων σωμάτων. Μόνη διαφορά παρατηρείται στην μη υιοθέτηση βιοδεικτών καθώς σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενότητας εργασίας 6 και με δεδομένη την έλλειψη εκτενούς διεθνούς εμπειρίας σχετικά με τη χρήση βιοδεικτών αποφασίσθηκε η καταρχήν παρουσίαση στο παρόν τεύχος των μεθόδων που σχετίζονται με τον προσδιορισμό αποκλειστικά των φυσικοχημικών παραμέτρων ποιότητας των υδάτων. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η παρούσα έκθεση αναφορικά με το παραδοτέο της Ενότητας Εργασίας 5 αποτελεί μία **πρώτη έκδοση** η οποία θα επικαιροποιείται διαρκώς βάσει των αποτελεσμάτων των εργασιών τόσο των ομάδων εργασίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσο και των εθνικών δράσεων υλοποίησης της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά 2000/60/ΕΕ, με στόχο μέχρι το τέλος του παρόντος ερευνητικού προγράμματος να είναι σε θέση να συμπεριλάβει και τις μεθοδολογίες προσδιορισμού των βιολογικών δεικτών ποιότητας των υδάτων.

Στο *τρίτο κεφάλαιο* πραγματοποιείται η παρουσίαση των τυποποιημένων αναλυτικών μεθόδων προσδιορισμού των φυσικοχημικών ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Τέλος το *τέταρτο κεφάλαιο* περιλαμβάνει την συλλογή προδιαγραφών που διέπουν την εγκατάσταση και λειτουργία οργάνων μέτρησης ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και δίνονται τα οικονομικά χαρακτηριστικά των ανωτέρω μετρητικών συστημάτων.

2 Σύστημα παρακολούθησης ποιοτικών χαρακτηριστικών των επιφανειακών και υπογείων υδάτων

2.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με το Άρθρο 8 τα κράτη μέλη της Ε.Ε. είναι υποχρεωμένα να οργανώσουν προγράμματα παρακολούθησης (ΠΠ) των υδάτων τα οποία θα πρέπει να είναι έτοιμα να τεθούν σε εφαρμογή στο τέλος του 2006. Ως γενικός στόχος των ΠΠ αναφέρεται η απόκτηση μιας συγκροτημένης συνολικής εικόνας των υδατικών σωμάτων και η υποβολή της κατηγοριοποίησής τους. Το συνολικό πρόγραμμα χωρίζεται σε τρία επιμέρους προγράμματα:

- Το Πρόγραμμα Παρακολούθησης-Επισκόπησης, με στόχους α) τον εντοπισμό (σε συνεργασία με τις εργασίες ανάλυσης πιέσεων και επιπτώσεων) των υδατικών σωμάτων που διαφαίνεται να μην πληρούν τις προϋποθέσεις της καλής οικολογικής κατάστασης, β) τον εντοπισμό και αξιολόγηση των μακροχρόνιων μεταβολών λόγω φυσικών και ανθρωπογενών αιτιών.
- Το Πρόγραμμα Λειτουργικής Παρακολούθησης με στόχους α) την λεπτομερέστερη αποτύπωση της ποιοτικής κατάστασης των υδατικών σωμάτων που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις της καλής οικολογικής κατάστασης β) την αξιολόγηση των επιπτώσεων που επιφέρουν τα μέτρα που λαμβάνονται στα πλαίσια των Διαχειριστικών Σχεδίων στην ποιότητα των υδατικών σωμάτων.
- Το Πρόγραμμα Διερευνητικής Παρακολούθησης που μπορεί να εφαρμόζεται κατά περίπτωση (π.χ. άγνωστες αιτίες ποιοτικής επιβάρυνσης, περιστασιακή ρύπανση λόγω ατυχημάτων).

Οι ειδικότεροι στόχοι ενός προγράμματος παρακολούθησης θα πρέπει να είναι σύμφωνοι με τις επιταγές του Παραρτήματος V της Οδηγίας. Συγκεκριμένα ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα παρακολούθησης θα πρέπει να παρέχει πληροφορίες που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις ακόλουθες δράσεις:

Επιφανειακά νερά

- Κατηγοριοποίηση υδάτινων σωμάτων
- Εντοπισμό και αξιολόγηση των μακροχρόνιων μεταβολών λόγω φυσικών και ανθρωπογενών αιτιών
- Σχεδιασμό μελλοντικών συστημάτων παρακολούθησης

- Προσδιορισμό ρυπαντικών φορτίων που μεταφέρονται διασυννορικά ή καταλήγουν στη θάλασσα
- Αξιολόγηση των επιπτώσεων που επιφέρουν τα μέτρα που λαμβάνονται στα πλαίσια των Διαχειριστικών Σχεδίων στην ποιότητα των υδατικών σωμάτων που είναι πιθανόν να μην πληρούν τις προϋποθέσεις της καλής οικολογικής κατάστασης
- Εντοπισμό των αιτιών της μη συμμόρφωσης υδάτινων σωμάτων με τις προϋποθέσεις της καλής οικολογικής κατάστασης
- Προσδιορισμό της έκτασης και των επιδράσεων περιστασιακής ρύπανσης λόγω ατυχημάτων
- Χρησιμοποίηση τους στην άσκηση ενδοβαθμονόμησης μεταξύ των κρατών μελών
- Προσδιορισμό του ποσοστού συμμόρφωσης με τα κριτήρια και τους στόχους που έχουν τεθεί σε προστατευόμενες περιοχές

Υπόγεια Υδατα

- Προσδιορισμός της δυναμικότητας όλων των υπόγειων υδροφορέων
- Εκτίμηση της κατεύθυνσης και της παροχής των διασυννοριακών υπόγειων υδροφορέων
- Εντοπισμό και αξιολόγηση των μακροχρόνιων μεταβολών λόγω φυσικών και ανθρωπογενών αιτιών
- Προσδιορισμό των χημικών χαρακτηριστικών των υπόγειων υδάτων που δεν πληρούν ή διατρέχουν τον κίνδυνο να μην πληρούν τις προϋποθέσεις της καλής οικολογικής κατάστασης
- Προσδιορισμό της συστηματικής τάσης αύξησης ή μείωσης της συγκέντρωσης συγκεκριμένων ρυπαντικών ουσιών

2.2 Επιλογή παραμέτρων χαρακτηρισμού της ποιότητας των υδάτων με βάση τις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά 2000/60/ΕΕ

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά 2000/60/ΕΕ αποτελεί μία ολιστική και καινοτόμο προσπάθεια προστασίας και διαχείρισης των Υδατικών Πόρων που προέκυψε μετά από μία μακροχρόνια περίοδο συζητήσεων και διαπραγματεύσεων μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η Οδηγία δημιουργεί ένα πλαίσιο για την προστασία όλων των υδατινών σωμάτων, (επιφανειακών, μεταβατικών, παράκτιων και υπόγειων) έτσι ώστε:

- να αποτρέπεται η περαιτέρω υποβάθμιση των υδάτων και να προστατεύονται και να βελτιώνονται οι υδατικοί πόροι,

- να προωθείται η βιώσιμη διαχείριση των υδάτων, μέσω της μακροπρόθεσμης προστασίας των υδατικών πόρων,
- να υποβοηθείται η βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος μέσω εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων για τη σταδιακή μείωση της απόρριψης ρυπαντικών ουσιών προτεραιότητας και την εξάλειψη της απόρριψης τοξικών ρυπαντικών ουσιών προτεραιότητας,
- να εξασφαλίζεται η προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και να αποτρέπεται η περαιτέρω ρύπανσή τους,
- να υποβοηθείται η αντιμετώπιση των επιπτώσεων ακραίων φαινομένων πλημμυρών και ξηρασίας.

Σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο η οικολογική κατάσταση ενός υδάτινου σώματος καθορίζεται από τα ποιοτικά στοιχεία (quality elements) τα οποία περιλαμβάνουν εκτός από τα αβιοτικά στοιχεία (υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά) για πρώτη φορά και βιοτικά στοιχεία (φυτοπλαγκτόν, μακρόφυτα, βενθικά ασπόνδυλα, ιχθυοπανίδα), με πιο καθοριστικά τα τελευταία. Κάθε βιοτικό στοιχείο εκφράζεται με έναν αριθμό βιολογικών παραμέτρων που με τη σειρά τους μπορούν να εκφραστούν με έναν ή περισσότερους δείκτες, οι οποίοι ωστόσο δεν προσδιορίζονται στην Οδηγία.

Η επιλογή των δεικτών θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να χαρακτηρίζουν τόσο την οικολογική κατάσταση ενός υδάτινου σώματος, όσο και τις μεταβολές της. Βασικό γνώρισμα ενός δείκτη θα πρέπει να είναι η αντιπροσωπευτικότητά του για το συγκεκριμένο υδάτινο οικοσύστημα (παράμετροι εντοπιότητας και τύπου υδάτινου σώματος), ενώ ταυτόχρονα δεν θα πρέπει να εμφανίζει ιδιαίτερα μεγάλες διακυμάνσεις λόγω φυσικών αιτιών ούτε να είναι ευαίσθητος σε οικολογικές διαταραχές ανθρωπογενούς προέλευσης.

Τα ποιοτικά στοιχεία όπως αυτά ορίζονται στο Παράρτημα V (παρ. 1.1.1 και 1.1.2) της Οδηγίας για τα ποτάμια και τις λίμνες παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1 : Ποιοτικά στοιχεία για την ταξινόμηση της οικολογικής ποιότητας των ποταμών και λιμνών σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΕ (Παράρτημα V, παρ. 1.1.1, 1.1.2)

<i>Ποταμοί</i>
<u>Βιολογικά στοιχεία</u> Σύνθεση και αφθονία της υδατικής χλωρίδας ⁽¹⁾ Σύνθεση και αφθονία της πανίδας βενθικών ασπόνδυλων Σύνθεση, αφθονία και κατανομή κατά ηλικίες της ιχθυοπανίδας
<u>Υδρομορφολογικά στοιχεία που υποστηρίζουν τα βιολογικά στοιχεία</u> Υδρολογικό καθεστώς <ul style="list-style-type: none"> • ποσότητα και δυναμική των υδάτινων ροών • σύνδεση με συστήματα υπογείων υδάτων

<p>Συνέχεια του ποταμού</p> <p>Μορφολογικές συνθήκες</p> <ul style="list-style-type: none"> • διακύμανση του βάθους και του πλάτους του ποταμού • δομή και υπόστρωμα του πυθμένα του ποταμού • δομή της παρόχθιας ζώνης
<p><u>Χημικά και φυσικοχημικά στοιχεία που υποστηρίζουν τα βιολογικά στοιχεία</u></p> <p>Γενικά</p> <ul style="list-style-type: none"> • θερμικές συνθήκες • συνθήκες οξυγόνωσης • αλατότητα • κατάσταση οξίνισης • συνθήκες θρεπτικών ουσιών
<p>Συγκεκριμένοι ρύποι</p> <ul style="list-style-type: none"> • ρύπανση από όλες τις ουσίες προτεραιότητας οι οποίες είναι γνωστό ότι απορρίπτονται στο υδατικό σύστημα • ρύπανση από άλλες ουσίες οι οποίες είναι γνωστό ότι απορρίπτονται σε σημαντικές ποσότητες στο υδατικό σύστημα
<p><i>Λίμνες</i></p>
<p><u>Βιολογικά στοιχεία</u></p> <p>Σύνθεση αφθονία και βιομάζα του φυτοπλαγκτόν</p> <p>Σύνθεση και αφθονία της λοιπής υδατικής χλωρίδας</p> <p>Σύνθεση και αφθονία της πανίδας βενθικών ασπόνδυλων</p> <p>Σύνθεση, αφθονία και κατανομή κατά ηλικίες της ιχθυοπανίδας</p>
<p><u>Υδρομορφολογικά στοιχεία που υποστηρίζουν τα βιολογικά στοιχεία</u></p> <p>Υδρολογικό καθεστώς</p> <ul style="list-style-type: none"> • ποσότητα και δυναμική των υδάτινων ροών • χρόνος παραμονής • σύνδεση με συστήματα υπογείων υδάτων <p>Μορφολογικές συνθήκες</p> <ul style="list-style-type: none"> • διακύμανση του βάθους της λίμνης • ποσότητα, δομή και υπόστρωμα του πυθμένα της λίμνης • δομή της όχθης της λίμνης
<p><u>Χημικά και φυσικοχημικά στοιχεία που υποστηρίζουν τα βιολογικά στοιχεία</u></p> <p>Γενικά</p> <ul style="list-style-type: none"> • διαφάνεια • θερμικές συνθήκες • συνθήκες οξυγόνωσης • αλατότητα • κατάσταση οξίνισης • συνθήκες θρεπτικών ουσιών

Συγκεκριμένοι ρύποι

- ρύπανση από όλες τις ουσίες προτεραιότητας οι οποίες είναι γνωστό ότι απορρίπτονται στο υδατικό σύστημα
- ρύπανση από άλλες ουσίες οι οποίες είναι γνωστό ότι απορρίπτονται σε σημαντικές ποσότητες στο υδατικό σύστημα

(1) : το φυτοπλαγκτόν δεν αναφέρεται ως ποιοτικό στοιχείο στα ποτάμια σε αντίθεση με τις λίμνες. Ωστόσο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ξεχωριστό ποιοτικό στοιχείο σε περιπτώσεις μεγάλων ποταμών.

Η αναγνώριση των παραμέτρων για την παρακολούθηση της ποιοτικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων βασίστηκε στην αξιολόγηση των στοιχείων που παρουσιάστηκαν στα πλαίσια της ενότητας εργασίας 6 που είχε ως στόχο την κωδικοποίηση των ποιοτικών παραμέτρων για κάθε χρήση νερού και την ανάπτυξη μεθοδολογιών κατάταξης των επιφανειακών υδάτινων σωμάτων σε επιμέρους κατηγορίες ποιότητας. Οι επιλεγθείσες παράμετροι παρακολούθησης των υδάτων βασίζονται κατά κύριο λόγο στις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά 2000/60/ΕΕ αναφορικά με την παρακολούθηση των υδάτινων σωμάτων. Μόνη διαφορά παρατηρείται στην μη υιοθέτηση βιοδεικτών καθώς σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενότητας εργασίας 6 και με δεδομένη την έλλειψη εκτενούς διεθνούς εμπειρίας σχετικά με τη χρήση βιοδεικτών αποφασίστηκε η καταρχήν παρουσίαση στο παρόν τεύχος των μεθόδων που σχετίζονται με τον προσδιορισμό αποκλειστικά των φυσικοχημικών παραμέτρων ποιότητας των υδάτων.

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 2.1, τα φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της οικολογικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Γενικά φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία
- Συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας οι οποίοι απορρίπτονται στο υδατικό σύστημα.
- Συγκεκριμένοι μη – προτεραιότητας ρύποι οι οποίοι αναγνωρίζονται από τα Κράτη Μέλη ότι απορρίπτονται σε σημαντικές ποσότητες στο υδατικό σύστημα..

Στην κατηγορία των γενικών φυσικοχημικών παραμέτρων εντάσσονται όλες εκείνες οι φυσικοχημικές παράμετροι που υποστηρίζουν τα βιολογικά στοιχεία. Τέτοιες παράμετροι είναι : η θερμοκρασία, η αλατότητα, το pH, το διαλυμένο οξυγόνο, οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών, η διαφάνεια, η συγκέντρωση του οργανικού άνθρακα (BOD, TOC, COD).

Οι συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας έχουν καθοριστεί με την Απόφαση υπ' αριθμ. 2455/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (Παράρτημα X) και μπορούν να ταξινομηθούν σε επικίνδυνους και μη-επικίνδυνους ρύπους προτεραιότητας (Πίνακας 2.2).

Από τους 33 συνολικά ρύπους που καθορίζονται ως ρύποι προτεραιότητας οι 25 είναι επικίνδυνοι ρύποι προτεραιότητας και οι 8 ρύποι προτεραιότητας. Από τους 25 επικίνδυνους

ρύπους προτεραιότητας έχουν θεσπιστεί σε επίπεδο χώρας (ΠΥΣ 2/1-2-2001) και σε εφαρμογή της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ περιβαλλοντικά ποιοτικά όρια για τους πέντε, καθώς και για τους τέσσερις από τους λοιπούς ρύπους προτεραιότητας (Πίνακας 2.2).

Τέλος με την ίδια απόφαση (ΠΥΣ 2/1-2-2001) έχουν θεσπιστεί περιβαλλοντικά ποιοτικά όρια και για άλλους 33 συγκεκριμένους ρύπους οι οποίοι δεν είναι ρύποι προτεραιότητας (Πίνακας 2.3).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε μελλοντικά στάδια υλοποίησης της Οδηγίας Πλαίσιο είναι πιθανή η αναθεώρηση του καταλόγου των ρύπων προτεραιότητας καθώς και των λοιπών συνθετικών ρύπων ενώ αναμένεται η θέσπιση σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης οριακών τιμών για τους ανωτέρω ρύπους οι οποίες θα αντικαταστήσουν τις θεσπισμένες σε εφαρμογή της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ σε επίπεδο Κράτους μέλους οριακές τιμές των επικινδύνων ρύπων.

Πίνακας 2.2: Ρύποι προτεραιότητας στον τομέα πολιτικής των υδάτων σύμφωνα με την 2455/2001 απόφαση του ΕΚ.

<i>Επικίνδوني ρύποι προτεραιότητας</i>
Ανθρακένιο
Ατραζίνη
Βρωμιούχοι διφαινυλαιθέρες
Κάδμιο και παράγωγα
Χλωροαλκάνια C ₁₀₋₁₃
Chlorpyrifos
Φθαλικό δι (2-αιθυλεξύλιο) (DEHP)
Diuron
Ενδοσουλφάνιο (άλφα-ενδοσουλφάνιο)
Εξαχλωροβενζόλιο
Εξαχλωροβουταδιένιο
Εξαχλωροκυκλοεξάνιο (Λινδάνιο, γ-ισομερές)
Isoproturon
Μόλυβδος και παράγωγα
Υδράργυρος και παράγωγα
Ναφθαλένιο
Εννεύλοφαινόλες (4-π-εννεύλοφαινόλη)
Οκτυλοφαινόλες (para- ter-οκτυλοφαινόλες)
Πενταχλωροβενζόλιο
Πενταχλωροφαινόλη
Πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (βενζο (α) πυρένιο, βενζο (b) φλουορανθένιο, βενζο (g,h,i) περυλένιο, βενζο (k)φλουορανθένιο, ινδενο (1,2,3-cd) πυρένιο)
Σμαζίνη
Παράγωγα τριβουτυλίνης (κατιόν τριβουτυλίνης)
Τριχλωροβενζόλια (1,2,4 – τριχλωροβενζόλιο)
Τριφθολαρίνη

Πίνακας 2.2 (συνέχεια): Ρύποι προτεραιότητας στον τομέα πολιτικής των υδάτων σύμφωνα με την 2455/2001 απόφαση του ΕΚ.

<i>Λοιποί ρύποι προτεραιότητας</i>
Alachlor
Βενζόλιο
Chlorfenvinphos
1,2-Διχλωροαιθάνιο
Διχλωρομεθάνιο
Φλουορανθένιο
Νικέλιο και παράγωγα
Τριχλωρομεθάνιο (χλωροφόρμιο)

Πίνακας 2.3: Ελληνικοί περιβαλλοντικοί ποιοτικοί στόχοι για συγκεκριμένους ρύπους προτεραιότητας και μη προτεραιότητας (ΠΥΣ 2/1-2-2001).

<i>ΡΥΠΟΣ</i>	<i>ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ($\mu\text{g/l}^*$)</i>
<i>Επικίνδονοι ρύποι προτεραιότητας</i>	
Μόλυβδος	20
Ναφθαλένιο	1
α -Ενδοσουλφάνιο	0.01
Ατραζίνη	1
Σιμαζίνη	1
<i>Λοιποί ρύποι προτεραιότητας</i>	
Βενζόλιο	10
1,2-Διχλωροαιθάνιο	10
Διχλωρομεθάνιο	10
Νικέλιο	100

Πίνακας 2.3 (συνέχεια): Ελληνικοί περιβαλλοντικοί ποιοτικοί στόχοι για συγκεκριμένους ρύπους προτεραιότητας και μη προτεραιότητας (ΠΥΣ 2/1-2-2001).

<i>Λοιποί συγκεκριμένοι ρύποι</i>	
1,3-Διχλωροβενζόλιο	10
1,4- Διχλωροβενζόλιο	10
1,2- Διχλωροβενζόλιο	10
2-Χλωροτολουένιο	1
4-Χλωροτολουένιο	1
Τολουένιο	10
trans-1,2-Διχλωροαιθάνιο	10
Αιθυλοβενζόλιο	10
(m+p)-Ξυλένιο	10
ο-Ξυλένιο	10
Χλωροβενζόλιο	1
b-Ενδοσουλφάνιο	0.01
Θειικό Ενδοσουλφάνιο	0.01
Fenthion	0.01
Azinphos Methyl	0.01
Azinphos Ethyl	0.01
Παραθείο	0.01
Mevinphos	0.01
Demeton (0+S)	0.1
Demeton-S-Methyl	0.1
Parathion Methyl	0.01
Fenitrothion	0.01
Μαλαθείο	0.01
Linuron	1
Αρσενικό	30
Βάριο	500
Χρόμιο	50
Κοβάλτιο	20
Χαλκός	50
Αργίλιο	400
Σίδηρος (διαλυτό κλάσμα)	200
Μαγγάνιο	100
Ψευδάργυρος	1000

*Οι τιμές συγκεντρώσεων που αναφέρονται αντιστοιχούν στη μέση τιμή των αποτελεσμάτων που συλλέγονται σε ένα έτος.

Με δεδομένο ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενότητας εργασίας 6 οι ανωτέρω φυσικοχημικές παράμετροι αποτελούν τα σημαντικότερα κριτήρια αξιολόγησης της ποιοτικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων στην συνέχεια της παρούσας έκθεσης θα δοθούν στοιχεία σχετικά με τις υφιστάμενες τυποποιημένες αναλυτικές μεθόδους μέτρησης των παραμέτρων αυτών και τις απαιτούμενες προδιαγραφές που πρέπει να ικανοποιούν τα μετρητικά όργανα των ανωτέρω παραμέτρων.

2.3 Σχεδιασμός προγραμμάτων παρακολούθησης της ποιοτικής κατάστασης υδάτινων σωμάτων

Η παρούσα παράγραφος περιλαμβάνει απαραίτητα στοιχεία για τον σχεδιασμό ενός συστήματος παρακολούθησης των γενικών φυσικοχημικών ποιοτικών χαρακτηριστικών λιμνών, ποταμών και υπόγειων υδάτων. Η επιλογή των κυριότερων φυσικοχημικών παραμέτρων έχει βασισθεί κυρίως στα παραρτήματα V.1.1 και V.1.2 της Οδηγίας Πλαίσιο. Στην παράγραφο αυτή περιέχονται στοιχεία που αφορούν:

1. Απαιτούμενες γενικές φυσικοχημικές παραμέτρους παρακολούθησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών των υδάτων λιμνών, ποταμών και υπόγειων υδροφορέων
2. Πιέσεις που επιδρούν στη κάθε προτεινόμενη παράμετρο παρακολούθησης
3. Μεθόδους προσδιορισμού των φυσικοχημικών ποιοτικών παραμέτρων
4. Συνιστώμενη μεθοδολογία, εποχή και συχνότητας δειγματοληψιών
5. Ύπαρξη τυποποιημένης μεθόδου ανάλυσης και την ευκολία δειγματοληψίας και ανάλυσης της κάθε παραμέτρου
6. Κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε παραμέτρου
7. Γενικά συμπεράσματα σχετικά με την εφαρμοσιμότητα και χρησιμότητα μέτρησης της υπόψη παραμέτρου

Τα ανωτέρω στοιχεία αναφέρονται συνοπτικά στους Πίνακες 2.4 – 2.5.

Πίνακας 2.4: Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος ποιοτικής παρακολούθησης σε ποτάμια

Κριτήρια Εφαρμογής	Θερμική Κατάσταση	Συνθήκες Οξυγόνωσης	Αλατότητα	Οξύτητα	Παρουσία Θρεπτικών
Παράμετροι Παρακολούθησης	Θερμοκρασία	Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου (% ή mg/l)	Αγωγιμότητα	pH, αλκαλικότητα, ικανότητα εξουδετέρωσης οξέων	Ολικός και διαλυτός P, ολικό άζωτο, νιτρικό και νιτρώδες άζωτο, αμμωνιακό άζωτο
Πιέσεις που επιδρούν στην κάθε παράμετρο παρακολούθησης	Διάθεση υγρών αποβλήτων, νερού ψύξης	Οργανική ρύπανση στα αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα	Επιφανειακές απορροές, διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων	Διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων, όξινη βροχή	Επιφανειακές απορροές από αγροτικές περιοχές, αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα
Μεταβλητότητα παραμέτρων	Μεταβαλλόμενη ανάλογα με κλιματικές συνθήκες	Σχετικά σταθερή. Μεταβολές κατά τη διάρκεια 24ώρου λόγω αναπνοής/φωτοσύνθεσης. Μικρότερη μεταβλητότητα σε ποταμούς με υψηλές ταχύτητες ροής	Μικρή μεταβλητότητα	Μεταβλητό μέγεθος ανάλογα με ρυθμιστική ικανότητα νερού, παροχής κλπ.	Μεταβλητά ανάλογα με χρήσεις γης παρουσία μετάλλων, θερμοκρασίας, συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου, κλπ.
Μέθοδος μέτρησης/παρακολούθησης	Επί τόπου παρακολούθηση με ειδικό βυθιζόμενο ηλεκτρόδιο	Επί τόπου παρακολούθηση με ειδικό βυθιζόμενο ηλεκτρόδιο, ή εργαστηριακά με τη μέθοδο Winkler	Επί τόπου παρακολούθηση με ειδικό βυθιζόμενο ηλεκτρόδιο	Επί τόπου παρακολούθηση με ειδικό βυθιζόμενο ηλεκτρόδιο, ή με κατάλληλη εργαστηριακή μέθοδο	Συλλογή δείγματος στο πεδίο και στη συνέχεια εκτέλεση εργαστηριακής ανάλυσης

Πίνακας 2.4 (συνέχεια): Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος ποιοτικής παρακολούθησης σε ποτάμια

Κριτήρια Εφαρμογής	Θερμική Κατάσταση	Συνθήκες Οξυγόνωσης	Αλατότητα	Οξύτητα	Παρουσία Θρεπτικών
Συνιστώμενη συχνότητα δειγματοληψίας	Ανά δεκαπενταήμερο ή μηνιαία	Ανά δεκαπενταήμερο ή μηνιαία	Ανά δεκαπενταήμερο ή μηνιαία	Ανά δεκαπενταήμερο ή μηνιαία	Ανά δεκαπενταήμερο ή μηνιαία. Συχνότερα κατά τη διάρκεια πλημμύρων
Εποχή δειγματοληψίας	Όλο το έτος	Όλο το έτος	Όλο το έτος	Όλο το έτος με ιδιαίτερη προσοχή σε περιστατικά εισροής θαλασσινού νερού ή τήξης χιονιού	Όλο το έτος
Τρόπος δειγματοληψίας	Μία μέτρηση ή πολλαπλές μετρήσεις σε υδάτινη στήλη	Μία μέτρηση ή πολλαπλές μετρήσεις σε υδάτινη στήλη	Μία μέτρηση	Μία μέτρηση	Μία μέτρηση ή πολλαπλές μετρήσεις σε υδάτινη στήλη
Τυποποιημένη μεθοδολογία σε όλη την Ε. Ε.	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Χρήση σε υφιστάμενα προγράμματα παρακολούθησης ή για την τυποποίηση ΥΣ στην Ε. Ε	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Ευκολία δειγματοληψίας/μέτρησης	Απλή μέθοδος με επί τόπου μέτρηση	Απλή μέθοδος με επί τόπου μέτρηση ή με Winkler	Απλή μέθοδος με επί τόπου μέτρηση	Απλή μέθοδος με επί τόπου μέτρηση ή συλλογή δείγματος και εργαστηριακή ανάλυση	Απλή μέθοδος ανάλυσης. Επιφανειακή δειγματοληψία ή δειγματοληψία σε βάθος με χρήση δειγματολήπτη βάρους

Πίνακας 2.4 (συνέχεια): Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος ποιοτικής παρακολούθησης σε ποτάμια

Κριτήρια Εφαρμογής	Θερμική Κατάσταση	Συνθήκες Οξυγόνωσης	Αλατότητα	Οξύτητα	Παρουσία Θρεπτικών
Υφιστάμενα προγράμματα παρακολούθησης ικανοποιούν κριτήρια της Οδηγίας Πλαίσιο	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
ISO/CEN standards	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Εφαρμοσιμότητα. Χρησιμότητα μέτρησης	Μέτρια. Πιθανή ύπαρξη στρωμάτωσης σε ποταμούς με σημαντικά βάθη και χαμηλές ταχύτητες ροής	Μέτρια. Συνθήκες έλλειψης οξυγόνου μπορεί να υπάρχουν σε ποταμούς μεγάλου βάθους με χαμηλές ταχύτητες ροής	Υψηλή	Χαμηλή. Ιδιαίτερα προβληματική μέτρηση σε στάσιμα νερά	Υψηλή
Κύρια πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Απλή μέτρηση ▪ Δυνατότητα εφαρμογής τεκμηριωμένης μεθοδολογίας μέτρησης 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Απλή μέτρηση ▪ Δυνατότητα εφαρμογής τεκμηριωμένης μεθοδολογίας μέτρησης 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Απλή μέτρηση ▪ Δυνατότητα εφαρμογής τεκμηριωμένης μεθοδολογίας μέτρησης 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Απλή μέτρηση ▪ Δυνατότητα εφαρμογής τεκμηριωμένης μεθοδολογίας μέτρησης 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Δυνατότητα παροχής πληροφορίας σχετικά με το είδος των ρυπαντών ▪ Απλή μέτρηση ▪ Δυνατότητα εφαρμογής τεκμηριωμένης μεθοδολογίας μέτρησης

Πίνακας 2.4 (συνέχεια): Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος ποιοτικής παρακολούθησης σε ποτάμια

Κριτήρια Εφαρμογής	Θερμική Κατάσταση	Συνθήκες Οξυγόνωσης	Αλατότητα	Οξύτητα	Παρουσία Θρεπτικών
Κύρια μειονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none"> Δεν παρέχει πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις στην ποιότητα του Υ.Σ. 	<ul style="list-style-type: none"> Συχνές μεταβολές, πιθανόν να απαιτείται ιδιαίτερα τακτική παρακολούθηση Δεν παρέχει πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις στην ποιότητα του Υ.Σ. 	<ul style="list-style-type: none"> Δεν παρέχει πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις στην ποιότητα του Υ.Σ. 	<ul style="list-style-type: none"> Δεν παρέχει πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις στην ποιότητα του Υ.Σ. Πιθανόν να απαιτείται ιδιαίτερα συχνή παρακολούθηση μετά από έντονες βροχοπτώσεις 	<ul style="list-style-type: none"> Δεν παρέχει πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις στην ποιότητα του Υ.Σ. Πιθανόν να απαιτείται ιδιαίτερα συχνή παρακολούθηση μετά από έντονες βροχοπτώσεις
Συμπεράσματα	Βασική παράμετρος που καθορίζει τις συνθήκες ανάπτυξης βιοσυστήματος	Βασική παράμετρος που καθορίζει τις συνθήκες ανάπτυξης βιοσυστήματος	Συνιστώμενη παράμετρος σε ποταμούς με υψηλή αλατότητα	Συνιστώμενη παράμετρος σε ποταμούς που διατρέχουν κίνδυνο οξύνισης	Πολύ σημαντική παράμετρος, ενδεικτική του κινδύνου ευτροφισμού. Κατ' ελάχιστο απαραίτητη η παρακολούθηση ολικού P και διαλυτού P, ολικού N, νιτρικών και νιτρωδών. Η αμμωνία μόνο σε περιπτώσεις που υπάρχει κίνδυνος από ανθρωπογενείς πιέσεις

Πίνακας 2.5: Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος ποιοτικής παρακολούθησης σε λίμνες

Κριτήρια Εφαρμογής	Διαπερατότητα	Θερμική Κατάσταση	Οξυγόνωση	Αλατότητα	Οξύτητα	Θρεπτικά
Προτεινόμενες παράμετροι	Μέτρηση βάθους με δίσκο Secchi, θολότητα, χρώμα TSS	Θερμοκρασία	DO, TOC, BOD, COD, DOC	Αγωγιμότητα	Αλκαλικότητα, pH, ρυθμιστική ικανότητα	Ολικός και διαλυτός P, ολικό άζωτο, νιτρικά και νιτρώδη, αμμωνιακό άζωτο
Ενδεικτικό ποιοτικής κατάστασης Υ. Σ.	Ευτροφισμός, οξύτητα	Μεταβολισμός, υδρολογικός κύκλος	Παραγωγικότητα, αναπνοή	-	Ρυθμιστική ικανότητα, ευαισθησία σε όξινη βροχή	Ευτροφισμός
Πιέσεις που έχουν επίδραση στην κάθε παράμετρο ποιότητας	Αγροτικά, αστικά και βιομηχανικά απόβλητα	Θερμικά απόβλητα	Ευτροφισμός, οργανική ρύπανση από αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα	Βιομηχανικά απόβλητα, επιφανειακές απορροές	Όξινη βροχή, βιομηχανικά απόβλητα	Αγροτικά, αστικά και βιομηχανικά απόβλητα
Μεταβλητότητα παραμέτρου	Μεγάλη	Μεγάλη επίδραση από κλιματικές συνθήκες, τοπογραφία, μορφολογία και μέγεθος Υ. Σ.	Μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του 24ώρου ανάλογα με αναπνοή/φωτοσύνθεση	Μικρή-μέτρια, επηρεάζεται από κλιματικές αλλαγές	Μικρή-μέτρια, επηρεάζεται από κλιματικές αλλαγές	Μικρή-μέτρια, επηρεάζεται από κλιματικές αλλαγές
Στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό προγράμματος παρακολούθησης	Εποχιακή μεταβλητότητα	Εποχιακή μεταβλητότητα. Θερμοκρασιακή στρωμάτωση	Ημερήσια μεταβλητότητα. Μεγάλη κλίση συγκεντρώσεων σε στρωματομένες λίμνες	Εποχιακή μεταβλητότητα	Εποχιακή μεταβλητότητα	Απαιτείται ικανή εξειδίκευση ώστε να είναι δυνατή η διαφοροποίηση μεταξύ σημειακών και μη ρυπαντικών πηγών

Πίνακας 2.5 (συνέχεια): Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος παρακολούθησης ποιότητας υδάτων λιμνών

Κριτήρια Εφαρμογής	Διαπερατότητα	Θερμική Κατάσταση	Οξυγόνωση	Αλατότητα	Οξίνιση	Θρεπτικά
Στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό προγράμματος παρακολούθησης	Εποχιακή μεταβλητότητα	Εποχιακή μεταβλητότητα. Θερμοκρασιακή στρωμάτευση	Ημερήσια μεταβλητότητα. Μεγάλη κλίση συγκεντρώσεων σε στρωματοωμένες λίμνες	Εποχιακή μεταβλητότητα	Εποχιακή μεταβλητότητα	Απαιτείται ικανή εξειδίκευση ώστε να είναι δυνατή η διαφοροποίηση μεταξύ σημειακών και μη σημειακών ρυπαντικών πηγών
Τρόπος δειγματοληψίας	Επί τόπου με χρήση δίσκου Secchi. TSS: δειγματοληψία & εργαστηριακά ανάλυση. Θολότητα: επί τόπου μέτρηση με θολόμετρο. Χρώμα: Επί τόπου προσδιορισμός με σύγκριση με την κλίμακα Forel-Ulle	Επί τόπου μέτρηση με κατάλληλο θερμικό ηλεκτρόδιο	DO: επιτόπου μέτρηση με χρήση κατάλληλου ηλεκτροδίου ή χρήση μεθόδου Winkler. Δειγματοληψία και στη συνέχεια εργαστηριακή ανάλυση.	Επιτόπου με χρήση βυθιζόμενου ηλεκτροδίου	Επιτόπου με χρήση ειδικού ηλεκτροδίου. Μετά δειγματοληψία και εργαστηριακή ανάλυση	Δειγματοληψία στο πεδίο και στη συνέχεια εργαστηριακή ανάλυση
Τυπική συχνότητα δειγματοληψίας	Μηνιαία ή εποχιακά σύμφωνα με τη συχνότητα που ακολουθείται για τα βιολογικά δείγματα	Μηνιαία/εποχιακά	Εξαρτάται από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της λίμνης: ημερήσια-μηνιαία ή στο τέλος κάθε περιόδου στρωμάτωσης	Μηνιαία/εποχιακά με έμφαση στις περιόδους έντονης βροχόπτωσης και τήξης χιονιού	Μηνιαία/εποχιακά με έμφαση στις περιόδους έντονης βροχόπτωσης και τήξης χιονιού	Μηνιαία/εποχιακά

Πίνακας 2.5 (συνέχεια): Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος παρακολούθησης ποιότητας υδάτων λιμνών

Κριτήρια Εφαρμογής	Διαπερατότητα	Θερμική Κατάσταση	Οξυγόνωση	Αλατότητα	Οξίνιση	Θρεπτικά
Εποχή δειγματοληψίας	Όλο το έτος	Όλο το έτος	Όλο το έτος	Όλο το έτος	Όλο το έτος	Όλο το έτος και κυρίως κατά τη διάρκεια φαινομένων αύξησης οργανισμών. Διαλυτός Ρ πρέπει να μετράται και στον πυθμένα λιμνών κατά τη διάρκεια του χειμώνα
Τρόπος δειγματοληψίας	Επιτόπου μέτρηση και λήψη δείγματος για εκτέλεση εργαστηριακών αναλύσεων (θολότητα, TSS)	Προφίλ συγκεντρώσεων σε υδατική στήλη	Μία μέτρηση ή πολλαπλές μετρήσεις με ηλεκτρόδιο στην περίπτωση προφίλ συγκεντρώσεων σε υδατική στήλη. Λήψη 100ml δείγματος για προσδιορισμό κατά Winkler	Επιτόπου μετρήσεις προφίλ συγκεντρώσεων σε υδατική στήλη. Μία μέτρηση στην έξοδο ή μερικές μετρήσεις στο επιλίμνιο	Μία μέτρηση ή πολλαπλές μετρήσεις σε υδατική στήλη	Μία μέτρηση ή πολλαπλές μετρήσεις σε υδατική στήλη
Ευκολία δειγματοληψίας μέτρησης	Απλή. Μέτρηση με χρήση ηλεκτροδίου ή λήψη δείγματος	Απλή. Μέτρηση με ηλεκτρόδιο	Απλή. Μέτρηση επιτόπου με ηλεκτρόδιο ή λήψη δείγματος και τιτλοδότηση	Απλή. Μέτρηση με κατάλληλο ηλεκτρόδιο	Απλή	Σχετικά απλή. Σε λίμνες μεγάλου βάθους απαιτείται ειδικός δειγματολήπτης

Πίνακας 2.5 (συνέχεια): Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος παρακολούθησης ποιότητας υδάτων λιμνών

Κριτήρια Εφαρμογής	Διαπερατότητα	Θερμική Κατάσταση	Οξυγόνωση	Αλατότητα	Οξίνιση	Θρεπτικά
Τυποποιημένη μεθοδολογία σε όλη την Ε. Ε.	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Χρήση σε υφιστάμενα προγράμματα παρακολούθησης ή για την τυποποίηση των Υ. Σ. στην Ε. Ε.	Ναι	Φιλανδία, Ιταλία, Γαλλία, Νορβηγία	Φιλανδία, Ιταλία, Γαλλία, Νορβηγία, Σουηδία	Φιλανδία, Ιταλία, Γαλλία, Βέλγιο	Φιλανδία, Ιταλία, Γαλλία, Βέλγιο, Νορβηγία, Σουηδία, Μ. Βρετανία	Γερμανία, Ισπανία, Φιλανδία, Ιταλία, Γαλλία, Ιρλανδία, Ολλανδία, Νορβηγία, Σουηδία, Βρετανία
Υφιστάμενα προγράμματα παρακολούθησης που ικανοποιούν τα κριτήρια της Οδηγίας Πλαίσιο	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Υφιστάμενα συστήματα κατηγοριοποίησης Υ. Σ. που ικανοποιούν τις επιταγές της Οδηγίας	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
ISO/CEN standards	Όχι	Όχι	ISO 5813: 1983 DO ISO 5815: 1989 BOD ₅	Ναι	Ναι	Ναι

Πίνακας 2.5 (συνέχεια): Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος παρακολούθησης ποιότητας υδάτων λιμνών

Κριτήρια Εφαρμογής	Διαπερατότητα	Θερμική Κατάσταση	Οξυγόνωση	Αλατότητα	Οξίνιση	Θρεπτικά
Εφαρμοσιμότητα για παρακολούθηση ποιότητας λιμνών	Μεγάλη	Μεγάλη	Μεγάλη	Μέτρια	Μεγάλη	Μεγάλη
Κυριότερα πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Απλή δειγματοληψία και μέτρηση ▪ Η πιο οικουμενική παράμετρος ποιότητας λιμνών. Απλό και χρήσιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό των μακροπρόθεσμων μεταβολών 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Απλή μέτρηση ▪ Σημαντική παράμετρος που επιδρά στο οικοσύστημα μιας λίμνης 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Απλή δειγματοληψία και μέτρηση ▪ Εξαιρετικά χρήσιμη παράμετρος, μπορεί να αποτελεί δείκτη της «υγείας» μιας λίμνης 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Απλή μέτρηση ▪ Η αγωγιμότητα δεν μεταβάλλεται σημαντικά λόγω ανθρωπογενών επεμβάσεων. Συσχέτιση αγωγιμότητας με συγκέντρωση P 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Απλή μέτρηση ▪ Προσφέρει τη δυνατότητα μακροπρόθεσμων τάσεων στις τιμές οξύτητας ▪ Η αγωγιμότητα δεν μεταβάλλεται σημαντικά λόγω ανθρωπογενών επεμβάσεων. Συσχέτιση αγωγιμότητας με συγκέντρωση P 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Συλλογή χρήσιμων πληροφοριών σχετικά με την τροφική κατάσταση μιας λίμνης

Πίνακας 2.5 (συνέχεια): Φυσικοχημικές παράμετροι προγράμματος παρακολούθησης ποιότητας υδάτων λιμνών

Κριτήρια Εφαρμογής	Διαπερατότητα	Θερμική Κατάσταση	Οξυγόνωση	Αλατότητα	Οξίνιση	Θρεπτικά
Κύρια μειονεκτήματα	Κανένα μειονέκτημα	Είναι πιθανό να απαιτείται ένα ιδιαίτερα συστηματικό πρόγραμμα παρακολούθησης για τη διαμόρφωση ικανοποιητικής εικόνας της θερμικής κατάστασης μιας λίμνης	Είναι πιθανό να απαιτείται ένα ιδιαίτερα συστηματικό πρόγραμμα παρακολούθησης για τη διαμόρφωση ικανοποιητικής εικόνας της θερμικής κατάστασης μιας λίμνης	Δεν περιγράφει ικανοποιητικά τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά	Κανένα μειονέκτημα	Απαίτηση τυποποίησης αναλυτικών μεθόδων προσδιορισμού των συγκεντρώσεων θρεπτικών

3 Αναλυτικές μέθοδοι προσδιορισμού ποιοτικών παραμέτρων επιφανειακών και υπόγειων υδάτων

3.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τις βασικές συνιστώσες ενός προγράμματος παρακολούθησης της ποιοτικής κατάστασης ποταμών, λιμνών και υπόγειων υδάτων, που επισημάνθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο οι κυριότερες φυσικοχημικές παράμετροι που προτείνεται να χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της οικολογικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Γενικά φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία
- Συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας οι οποίοι απορρίπτονται στο υδατικό σύστημα.
- Συγκεκριμένοι μη – προτεραιότητας ρύποι οι οποίοι αναγνωρίζονται από τα Κράτη Μέλη ότι απορρίπτονται σε σημαντικές ποσότητες στο υδατικό σύστημα..

Οι συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας και οι συγκεκριμένοι μη προτεραιότητας ρύποι ανέρχονται σε 66 και έχουν καθορισθεί σύμφωνα με την ευρωπαϊκή και ελληνική περιβαλλοντική νομοθεσία. Οι ρύποι αυτοί που δίνονται στους Πίνακες 2.2 και 2.3 είναι κοινói για όλα τα επιφανειακά και υπόγεια υδάτινα σώματα.

Τα γενικά φυσικοχημικά στοιχεία ποικίλουν ανάλογα με το είδος του υδάτινου σώματος. Σύμφωνα με τις επιταγές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ οι γενικοί ποιοτικοί δείκτες δίνονται κατωτέρω για ποταμούς, λίμνες και υπόγεια ύδατα:

Α) Ποταμοί:

Γενικές φυσικοχημικές παράμετροι:

- Θερμικές συνθήκες (θερμοκρασία)
- Οξυγόνωση (συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου)
- Αλατότητα (αγωγιμότητα, συγκέντρωση, διαλυμένων στερεών)
- Κατάσταση οξίνισης (αλκαλικότητα, pH)
- Θρεπτικές ουσίες (συγκεντρώσεις ολικού και διαλυτού φωσφόρου, ολικού αζώτου, νιτρικού, νιτρώδους και αμμωνιακού αζώτου)
- Άλλες παράμετροι: (θολότητα, αιωρούμενα στερεά)

B) Λίμνες:

Γενικές φυσικοχημικές παράμετροι:

- Διαπερατότητα (Βάθος σύμφωνα με τον δίσκο Secchi, θολότητα, αιωρούμενα στερεά)
- Θερμικές συνθήκες (θερμοκρασία)
- Οξυγόνωση (συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου, συγκέντρωση οργανικού φορτίου (TOC, BOD, COD))
- Αλατότητα (αγωγιμότητα, συγκέντρωση, διαλυμένων στερεών)
- Κατάσταση οξίνισης (αλκαλικότητα, pH)
- Θρεπτικές ουσίες (συγκεντρώσεις ολικού και διαλυτού φωσφόρου, ολικού αζώτου, νιτρικού, νιτρώδους και αμμωνιακού αζώτου)
- Άλλες παράμετροι: (θολότητα, αιωρούμενα στερεά)

Γ) Υπόγεια ύδατα:

Οι απαιτήσεις της Οδηγίας 2000/60 (άρθρο 4) περί πρόληψης ή περιορισμού της διοχέτευσης ρύπων στα υπόγεια ύδατα δεν είναι σαφείς ως προς τις ρυπαντικές ουσίες που πρέπει να παρακολουθούνται. Αναλυτικότερα στοιχεία αναμένονται να περιέχονται στην νέα θυγατρική Οδηγία περί υπογείων υδάτων που σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/EK θα περιλαμβάνει τους ποιοτικούς στόχους και τις παραμέτρους που θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των υπογείων υδάτων. Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 ορίζονται κάποιες φυσικοχημικές παράμετροι που δίνονται κατωτέρω. Με την θέσπιση της νέας θυγατρικής Οδηγίας για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων είναι πιθανόν να απαιτείται τροποποίηση του προγράμματος παρακολούθησης ώστε να συμπεριληφθούν οι παράμετροι που θα περιέχονται σε αυτή.

Γενικές φυσικοχημικές παράμετροι:

- Περιεκτικότητα σε οξυγόνο (συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου)
- Αγωγιμότητα
- pH
- Αμμώνιο
- Νιτρικό άζωτο

Στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου θα παρουσιασθούν οι τυποποιημένες αναλυτικές μέθοδοι προσδιορισμού τόσο των γενικών φυσικοχημικών ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων όσο και των 33 συγκεκριμένων ρύπων προτεραιότητας και των 33 συγκεκριμένων μη προτεραιότητας ρύπων.

3.2 Τυποποιημένες αναλυτικές μέθοδοι προσδιορισμού ποιοτικών παραμέτρων ποταμών, λιμνών και υπόγειων υδάτων

3.2.1 Γενικοί φυσικοχημικοί ποιοτικοί δείκτες

Θερμοκρασία

Παράμετρος παρακολούθησης: Θερμοκρασιακή κατάσταση

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Ποταμοί, λίμνες

Ανάλυση: Θερμοκρασίας

Όργανο: Θερμόμετρο

Σχετικές Οδηγίες: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Στόχος της μεθόδου είναι η επί τόπου μέτρηση της θερμοκρασίας σε επιφανειακά, παράκτια νερά καθώς και αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα.

Περίληψη: Η μέτρηση της θερμοκρασίας γίνεται επί τόπου με ειδικό ηλεκτρόδιο.

Ακρίβεια: Η ακρίβεια της μεθόδου μέτρησης της θερμοκρασίας θα είναι της τάξης 0.1 °C. Σκόπιμη είναι η βαθμονόμηση του οργάνου με κάποιο διαπιστευμένο θερμόμετρο.

Χρώμα

Παράμετρος παρακολούθησης: Διαπερατότητα

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Λίμνες

Ανάλυση: Προσδιορισμός χρωματισμού υδάτων φωτομετρικά σε βαθμούς της κλίμακας Pt/Co.

Απαιτούμενος εξοπλισμός: Οπτική παρατήρηση ή σπεκτοφωτόμετρο, pH-μετρο.

Σχετικές Οδηγίες: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Η μέθοδος έχει εφαρμογή στον προσδιορισμό του χρώματος σε δείγματα πόσιμων, επιφανειακών, παράκτιων και υπόγειων υδάτων. Η μέθοδος δεν είναι εφαρμόσιμη στις περιπτώσεις υδάτων έντονα χρωματισμένων λόγω ανάμιξής τους με βιομηχανικά απόβλητα.

Περίληψη της μεθόδου: Ο προσδιορισμός του χρώματος επιτυγχάνεται με οπτική παρατήρηση του δείγματος και σύγκρισής του με πρότυπα διαλύματα που περιέχουν Pt/Co ή φασματοφωτομετρικά με χρήση σπεκτοφωτόμετρου. Μια μονάδα χρώματος αντιστοιχεί σε διάλυμα απεσταγμένου νερού που περιέχει 1mg/l Pt με τη μορφή του chloroplatinate ιόντος.

Παρεμβολές: Η μέτρηση επηρεάζεται σημαντικά από τη θολότητα του δείγματος. Για το λόγο αυτό τα δείγματα είναι σκόπιμο να διηθούνται πριν τον προσδιορισμό του χρώματος. Η μέτρηση του χρώματος επηρεάζεται σημαντικά από το pH. Για το λόγο αυτό συνίσταται ταυτόχρονα με τη μέτρηση του χρώματος να γίνεται και μέτρηση του pH.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Όλα τα υάλινα δοχεία που χρησιμοποιούνται κατά τη δειγματοληψία και ανάλυση πρέπει να είναι επιμελώς καθαρισμένα. Η μέτρηση του χρώματος πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατό καθώς βιολογικές ή και φυσικοχημικές διεργασίες προκαλούν αλλοίωση του χρώματος. Στην περίπτωση που η μέτρηση δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί άμεσα απαιτείται διατήρηση του δείγματος σε 4 °C. Ο μέγιστος χρόνος αποθήκευσης του δείγματος είναι 48 hrs.

Απαιτούμενος εξοπλισμός : Φιάλες Nessler, έκαστη όγκου 50 ml.

Αντιδραστήρια: Συμπυκνωμένο πρότυπο διάλυμα chloroplatinate: Διαλύστε 1,246 gr potassium chloroplatinate K_2PtCl_6 και 1 gr ένυδρο χλωριούχο κοβάλτιο $CoCl_2 \cdot H_2O$ σε μίγμα απεσταγμένου νερού και 100 ml συγκεντρωμένου HCl. Αραιώστε στα 1000 ml με προσθήκη απεσταγμένου νερού. Το χρώμα του τυπικού αυτού διαλύματος ανέρχεται σε 500 μονάδες χρώματος Pt/Co.

Προετοιμασία τυπικών διαλυμάτων Pt/Co: Αραιώνοντας το συμπυκνωμένο πρότυπο διάλυμα προετοιμάστε σειρά πρότυπων διαλυμάτων με τιμές χρώματος που θα κυμαίνονται μεταξύ 0-70 μονάδων χρώματος.

Διαδικασία εκτέλεσης μετρήσεων: Προσδιορίστε το χρώμα του δείγματος όγκου 50 ml, συγκρίνοντάς το με μια σειρά από τυπικά διαλύματα γνωστού χρώματος. Για τη μέτρηση του χρώματος των δειγμάτων καθώς και των τυπικών διαλυμάτων χρησιμοποιούνται σωλήνες Nessler. Στην περίπτωση που η τιμή του χρώματος του δείγματος υπερβαίνει τις 70 μονάδες χρώματος, αραιώστε το δείγμα και

επαναλάβετε τη μέτρηση ώστε η τελική τιμή να κυμαίνεται μεταξύ 5-70 μονάδες. Μετρήστε το pH του διαλύματος.

Υπολογισμός χρώματος: Η τιμή του χρώματος ενός δείγματος υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση.

$$\text{Χρώμα} = \frac{A \times 50}{V}$$

όπου

A = το εκτιμώμενο χρώμα του αραιωμένου δείγματος

V = ο όγκος του δείγματος που υπέστη αραιώση στα 50 ml

Ακρίβεια μεθόδου Δεν αναφέρονται στοιχεία στη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με την ακρίβεια της ανωτέρου μεθόδου.

Θολότητα

Παράμετρος παρακολούθησης: Διαπερατότητα

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Λίμνες

Ανάλυση: Προσδιορισμός θολότητας

Απαιτούμενος εξοπλισμός: Θολόμετρο

Σχετικές Οδηγίες: 2000/60

Στόχος και εύρος εφαρμογής Στόχος της μεθόδου είναι ο προσδιορισμός της διαπερατότητας των υδάτων μέσω της μέτρησης της θολότητας. Η μέθοδος έχει εφαρμογή σε δείγματα πόσιμων, επιφανειακών, παράκτιων και υπόγειων υδάτων με τιμές θολότητας που κυμαίνονται μεταξύ 0 – 40 νεφελομετρικές μονάδες θολότητας (NTU). Σε περίπτωση δειγμάτων με υψηλότερη θολότητα απαιτείται η αραιώση του δείγματος.

Περίληψη της μεθόδου: Η μέτρηση της θολότητας μπορεί να γίνει νεφελομετρικά με την χρήση ειδικού οργάνου (θολόμετρο) είτε οπτικά. Κατά την νεφελομετρική μέθοδο μετράται με την βοήθεια φωτόμετρων, η ένταση του φωτός που διαθλάται καθώς μια δέσμη φωτός σταθερής έντασης περνά διαμέσου του δείγματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του φωτός που διαθλάται τόσο πιο αυξημένη είναι η θολότητα του δείγματος. Η οπτική μέθοδος που είναι και η παλαιότερη μέθοδος μέτρησης θολότητας και τείνει να εγκαταληφθεί, βασίζεται στην παρατήρηση μιας εστίας φωτός. Στη συνέχεια περιγράφεται η νεφελομετρική μέθοδος. Για την εκτέλεση της νεφελομετρικής μεθόδου απαιτούνται

τουλάχιστον δύο πρότυπα διαλύματα γνωστής θολότητας. Τα πρότυπα διαλύματα συνήθως παρασκευάζονται από formazin.

Παρεμβολές: Η παρουσία επιπλεόντων ή αιωρούμενων στερεών που καθιζάνουν κατά την διάρκεια της μέτρησης έχουν ως αποτέλεσμα την μέτρηση πλασματικά χαμηλών τιμών θολότητας.

Ιδιαίτερα χρωματισμένα δείγματα λόγω διαλυτών ουσιών απορροφούν την δέσμη φωτός δίνοντας εσφαλμένα χαμηλές τιμές θολότητας.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Η διατήρηση των δειγμάτων μπορεί να γίνει στους 4°C για 24 h. Σκόπιμο είναι ο προσδιορισμός της θολότητας να γίνεται άμεσα.

Απαιτούμενος εξοπλισμός: Το θολόμετρο αποτελείται από μια πηγή φωτός σταθερής έντασης και ένα ή περισσότερους αισθητήρες μέτρησης της έντασης του φωτός που διαθλάται σε 90° γωνία από την φωτεινή δέσμη που εκπέμπει η πηγή φωτός. Η ευαισθησία του θολόμετρου θα πρέπει να είναι 0,02 NTU. Οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι από άχρωμο γυαλί και θα πρέπει να διατηρούνται εξαιρετικά καθαρές χωρίς στίγματα ή αμυχές.

Διαφορές στο φυσικό σχεδιασμό των θολομέτρων θα προκαλέσουν διαφορές στις μετρούμενες τιμές.

Για την ελαχιστοποίηση των διαφορών αυτών, πρέπει να εφαρμόζονται τα ακόλουθα κριτήρια:

- Η πηγή του φωτός, να είναι λάμπα βολφραμίου και να λειτουργεί ανάμεσα στους 2200-3000 °K.
- Η συνολική απόσταση που διασχίζει το προσπίπτον φως και το διαχεόμενο φως να μην υπερβαίνει συνολικά τα 10cm.
- Ο ανιχνευτής να βρίσκεται σε γωνία 90° με το προσπίπτον φως και σε κάθε περίπτωση να μην εκτρέπεται παραπάνω από 30°. Ο ανιχνευτής, καθώς και το φίλτρο, αν χρησιμοποιείται θα πρέπει να έχουν μέγιστη ανταπόκριση στα 400-600 nm.

Ακρίβεια της μεθόδου: Σε δείγματα επιφανειακών υδάτων με τιμές θολότητας 26, 41, 75 και 180 NTU η τυπική απόκλιση ανερχόταν σε 0,60, 0,94, 1,2 και 4,7 αντίστοιχα.

Αιωρούμενα στερεά

Παράμετρος παρακολούθησης: Διαπερατότητα

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Λίμνες

Ανάλυση: Προσδιορισμός συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών

Απαιτούμενος εξοπλισμός: Συσκευή διήθησης, αναλυτικός ζυγός υψηλής ακρίβειας, φούρνος σταθερής θερμοκρασίας 105°C

Σχετικές Οδηγίες: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Στόχος της μεθόδου είναι ο προσδιορισμός της διαπερατότητας των υδάτων μέσω της μέτρησης της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών. Η μέθοδος έχει εφαρμογή σε δείγματα πόσιμων, επιφανειακών, παράκτιων και υπόγειων υδάτων.

Περίληψη της μεθόδου: Η μέτρηση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών περιλαμβάνει διαχωρισμό με διύλιση, εξάτμιση και ζύγιση. Η διύλιση απαιτείται για τον διαχωρισμό των στερεών μεταξύ αιωρούμενων (μη διηθήσιμων) και διαλυμένων ή διαλυτών (διηθήσιμων) στερεών. Χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό στρωματικά φίλτρα που συγκρατούν τα σωματίδια κατά μήκος του στρώματος του φίλτρου, παγιδεύοντάς τα μέσα σε ένα πλέγμα από ανόργανες ίνες από τις οποίες αποτελείται το φίλτρο (πχ glass fibre filters GF/C). Η εξάτμιση διαχωρίζει το νερό από τα στερεά. Η εξάτμιση του νερού συνήθως γίνεται στους 103-105°C ή 179-181°C. Το φίλτρο ζυγίζεται πριν την διύλιση και στη συνέχεια μετά την εξάτμιση του νερού. Η διαφορά μεταξύ των δύο τιμών προσδιορίζει την ποσότητα των στερεών που κατακρατήθηκε στο φίλτρο και αποτελεί την μάζα των αιωρούμενων στερεών. Η τιμή αυτή ανηγμένη στον όγκο του δείγματος που διηθήθηκε προσδιορίζει την συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Η διατήρηση των δειγμάτων μπορεί να γίνει στους 4°C για 7 – 14 ημέρες.

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Αναλυτικός ζυγός ακριβείας 0,1 mg
- Φούρνος 103°C
- Συσκευή διήθησης
- Ξηραντήρας

Ακρίβεια της μεθόδου: Σε 77 δείγματα τυπικού διαλύματος συγκέντρωσης αιωρούμενων στερεών ίση με 293 mg/l, η τυπική απόκλιση ανερχόταν σε 21,2 mg/l.

Διαλυμένο οξυγόνο

Παράμετρος παρακολούθησης: Οξυγόνωση

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Ποταμούς, λίμνες, υπόγεια νερά

Ανάλυση: Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου

Απαιτούμενο όργανο: Ηλεκτρόδια μέτρησης οξυγόνου

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Η ηλεκτροχημική μέτρηση της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου πραγματοποιείται με χρήση ειδικού ηλεκτροδίου που συνδέεται με ψηφιακό ή αναλογικό όργανο μέτρησης του διαλυμένου οξυγόνου. Η ηλεκτροχημική μέθοδος εφαρμόζεται σε περιπτώσεις μέτρησης της συγκέντρωσης οξυγόνου σε επιφανειακά και παράκτια ύδατα καθώς και σε δείγματα λυμάτων. Επίσης η μέθοδος εφαρμόζεται και στις περιπτώσεις δειγμάτων που περιέχουν ουσίες όπως θειώδη, ελεύθερο χλώριο, ιώδιο, έντονο χρώμα, υψηλή θολότητα και που λόγω παρεμβολών καθιστούν αδύνατη την εφαρμογή της μεθόδου Winkler.

Περίληψη της μεθόδου: Η ηλεκτροχημική μέθοδος προσδιορισμού της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου με ηλεκτρόδιο έχει εφαρμογή σε πολλές περιπτώσεις αντί της εργαστηριακής μεθόδου Winkler, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις υδάτινων αποβλήτων όπου απαιτείται η συνεχής καταγραφή της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου στον αποδέκτη.

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό ηλεκτροχημικά επιτυγχάνεται με τη γραμμική συσχέτιση της διαφοράς δυναμικού που μετρά το ηλεκτρόδιο, του οξυγόνου και της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου. Για την επίτευξη ικανοποιητικής διάλυσης οξυγόνου με το Ν της διεπιφάνειας ηλεκτροδίου και νερού απαιτείται η δημιουργία τύρβης. Η διαφορά δυναμικού συσχετίζεται γραμμικά με τη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου σε όρους mg/l ή ως ποσοστό της συγκέντρωσης κορεσμού. Το εύρος των μετρήσεων του ηλεκτροδίου συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 0 έως 10 mg/l, 0 έως 25 mg/l ή 0 έως 20 mg/l με ακρίβεια που φτάνει τα 0,05 mg/l.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Στις περιπτώσεις που η μέτρηση δε γίνεται επί τόπου συνιστάται η μέτρηση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου να πραγματοποιείται σε μπουκάλι BOD των 300 ml, όχι αργότερα από 8 h από την δειγματοληψία. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για την αποφυγή εισροής ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο υπόψη δείγμα. Σε όλες τις περιπτώσεις, κατά τη μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου απαιτείται και η παράλληλη καταγραφή της θερμοκρασίας του δείγματος.

Παρεμβολές:

- Διαλυμένες οργανικές ουσίες που επηρεάζουν τις μετρήσεις του διαλυμένου οξυγόνου με ηλεκτρόδιο.
- Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου ηλεκτροχημικά είναι ανάλογη της μερικής πίεσης του οξυγόνου που είναι κατά σειρά ανάλογη των διαλυτών ανόργανων στερεών στο δείγμα. Ανάλογα με τη συγκέντρωση των διαλυτών στερεών του δείγματος η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει να διορθώνεται ανάλογα. Για παράκτια ύδατα και υφάλμυρα νερά υπάρχουν σχετικοί

πίνακες μετατροπής – διόρθωσης που δίνουν την εξάρτηση της συγκέντρωσης του DO από την αλατότητα. Σε περιπτώσεις όμως που το εύρος της διακύμανσης της αλατότητας του αποδέκτη είναι μεγάλο, η ακρίβεια της μεθόδου περιορίζεται σημαντικά.

- Δραστικές ουσίες όπως το ελεύθερο χλώριο επηρεάζουν την μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου και μπορούν να δώσουν πλασματικά υψηλή τιμή συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου.
- Οι μετρήσεις DO με ηλεκτρόδια έχουν σημαντική θερμοκρασιακή εξάρτηση που κυμαίνεται μεταξύ 4-6 % της τιμής της συγκέντρωσης ανά °C. Συνήθως τα περισσότερα ηλεκτρόδια μέτρησης DO έχουν αυτόματη ρύθμιση για την θερμοκρασιακή εξάρτηση.

Απαιτούμενος εξοπλισμός: Ηλεκτρόδιο διαλυμένου οξυγόνου συνδεδεμένου με ψηφιακή ή αναλογική μονάδα μέτρησης της συγκέντρωσης του DO σε mg/l ή % κορεσμού. Σκόπιμο είναι το ηλεκτρόδιο του DO να διαθέτει αυτόματη διόρθωση της επίδρασης της θερμοκρασίας.

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα: Συνήθως απαιτείται επαναληψιμότητα της τάξης του 0,1 mg/l και ακρίβεια ± 1 % της μέτρησης.

Χημική απαίτηση οξυγόνου

Παράμετρος παρακολούθησης: Οξυγόνωση

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Λίμνες

Ανάλυση: Προσδιορισμός χημικής απαίτησης οξυγόνου (COD)

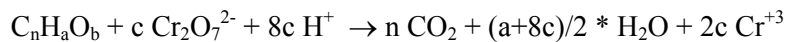
Απαιτούμενο όργανο: Συσκευή χώνευσης δειγμάτων, σπεκτροφωτόμετρο ορατού φωτός

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Η μέτρηση του χημικώς απαιτούμενου οξυγόνου (COD) χρησιμοποιείται ευρύτατα για την μέτρηση του οργανικού φορτίου που περιέχεται σε δείγματα επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Η μέθοδος εφαρμόζεται για τιμές COD μεταξύ 20 – 900 mg/l.

Περίληψη της μεθόδου: Το COD ορίζεται ως η ποσότητα του διχρωμικού καλίου που καταναλώνεται για την οξείδωση των οργανικών και ανόργανων ενώσεων που περιέχονται στο δείγμα. Η μέτρηση του COD που έχει διάρκεια 2 περίπου hr, γίνεται σε έντονα όξινο περιβάλλον (50% H₂SO₄), σε θερμοκρασία 150°C και παρουσία Ag₂SO₄ που προστίθεται ως καταλύτης για την αποτελεσματικότερη οξείδωση ορισμένων οργανικών ενώσεων. Κάτω από αυτές τις συνθήκες οι οργανικές ενώσεις οξειδώνονται σε CO₂, H₂O, NH₄⁺¹, PO₄⁻³, SO₄⁻², και το διχρωμικό ανιόν Cr⁺⁶ (πορτοκαλί) σε χρωμικό Cr⁺³ (πράσινο). Οι οργανικές ενώσεις οξειδώνονται είτε είναι

βιοαποικοδομήσιμες είτε όχι με αποτέλεσμα το COD να εμφανίζεται σχεδόν πάντα μεγαλύτερο από τη μέτρηση του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD) που προσδιορίζει μόνο το κλάσμα των οργανικών ενώσεων που είναι βιοδιασπάσιμο. Οι μόνες ενώσεις που παρουσιάζουν κάποιο μειωμένο ποσοστό οξείδωσης είναι πτητικά οργανικά οξέα που λόγω της πτητικότητας τους δεν οξειδώνονται τόσο αποτελεσματικά. Για την καλύτερη οξείδωση αυτών των ενώσεων προστίθεται Ag_2SO_4 . Η στοιχειομετρία της οξείδωσης του οργανικού άνθρακα κατά τον προσδιορισμό του COD δίνεται κατωτέρω:

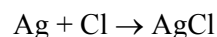


$$\text{όπου } c = 2/3 c + a/6 - b/3$$

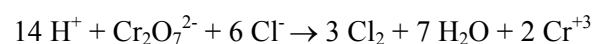
Μετά την οξείδωση της οργανικής ύλης με διχρωμικό, απαιτείται η μέτρηση της υπολειπόμενης συγκέντρωσης διχρωμικού καλίου για τον υπολογισμό της ποσότητας του διχρωμικού που καταναλώθηκε. Η μέτρηση της περίσσειας του διχρωμικού καλίου γίνεται είτε φασματογραφικά ή με τιτλοδότηση. Χρησιμοποιώντας φασματοφωτόμετρο ορατού φωτός μπορούμε σύμφωνα με τον νόμο των Beer-Lambert να συσχετίσουμε την απορροφητικότητα του δείγματος σε δεδομένο μήκος κύματος (600 nm) με τη συγκέντρωση του COD του δείγματος.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Στη περίπτωση που δεν είναι δυνατή η άμεση εκτέλεση της ανάλυσης τα δείγματα μπορούν να διατηρηθούν μετά από οξίνιση σε $\text{pH} < 2$, για διάστημα μέχρι 28 ημ.

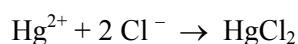
Παρεμβολές : Η ύπαρξη ανηγμένων μορφών ανόργανων στοιχείων όπως Fe^{+2} , Mn^{+2} , κλπ μπορεί να δώσει πλασματικές υψηλές τιμές COD καθώς τα στοιχεία αυτά οξειδώνονται καταναλώνοντας διχρωμικό κάλιο. Σημαντικότερο πρόβλημα δημιουργούν οι υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων στα δείγματα που επίσης δίνουν εσφαλμένες τιμές COD καθώς η ύπαρξη χλωριόντων παρεμβάλλεται στη μέτρηση του COD με δύο τρόπους: α) τα χλωριόντα δεσμεύουν τον άργυρο και ελαττώνουν έτσι την καταλυτική δράση του Ag_2SO_4 σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση:



β) τα χλωριόντα οξειδώνονται από το διχρωμικό σε Cl_2 , αυξάνοντας έτσι πλασματικά την τιμή του COD του δείγματος, όπως φαίνεται από την ακόλουθη αντίδραση:



Σύμφωνα με την ανωτέρω αντίδραση 1 mg Cl προκαλεί αύξηση του COD κατά 0.22 mg. Η παρεμβολή αυτή απαλείφεται με την προσθήκη HgSO_4 και την δημιουργία σύμπλοκων HgCl_2 που δεν είναι οξειδώσιμα από το διχρωμικό κάλιο:



Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Συσκευή χώνευσης φιαλιδίων
- Φασματοφωτόμετρο ορατού φωτός

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα: 47 δείγματα γνωστής συγκέντρωσης COD με διάφορες συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου μετρήθηκαν σε 5 εργαστήρια με στόχο τον προσδιορισμό της αξιοπιστίας της μεθόδου. Στα δείγματα με μέση συγκέντρωση COD ίση με 193 mg/l και μηδενική περιεκτικότητα σε χλωριόντα παρατηρήθηκε τυπική απόκλιση ίση με 17 mg/l. Στα δείγματα με μέση συγκέντρωση COD ίση με 212 mg/l και συγκέντρωση χλωριόντων 100 mg/l παρατηρήθηκε τυπική απόκλιση ίση με 20 mg/l.

Βιοχημική απαίτηση οξυγόνου

Παράμετρος παρακολούθησης: Οξυγόνωση

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Λίμνες

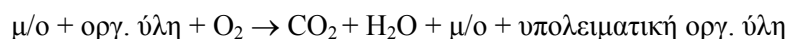
Ανάλυση: Προσδιορισμός βιοχημικής απαίτησης οξυγόνου (BOD)

Απαιτούμενο όργανο: Οξυγονόμετρο, επωστήρας σταθερής θερμοκρασίας 20°C

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 75/440/EOK, 76/160/EOK, 79/869/EOK.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) εκφράζει την απαίτηση σε mg/l οξυγόνου για την αποδόμηση των οργανικών ενώσεων που περιέχονται σε δείγματα υδάτων ή σε απόβλητα, από μικροοργανισμούς. Το BOD δεν χαρακτηρίζει το σύνολο των οργανικών ενώσεων που περιέχονται στα λύματα αλλά μόνο το ποσοστό αυτών που είναι δυνατόν να βιοαποικοδομηθούν κατά τη διάρκεια του test.

Περίληψη της μεθόδου: Το σύνολο των βιοχημικών αντιδράσεων που καταναλώνουν οξυγόνο κατά την αερόβια διάσπαση της οργανικής ύλης από αερόβιους μικροοργανισμούς (μ/ο) μπορεί να απεικονισθεί από την κάτωθι γενικευμένη αντίδραση:



Το πείραμα εκτελείται συνήθως σε σταθερές συνθήκες (θερμοκρασία ίση με 20°C, pH = 7.2) και θεωρητικά απαιτείται ένα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα για την πλήρη οξείδωση όλης της βιοδιασπάσιμης οργανικής ύλης. Πρακτικά όμως μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το πείραμα ολοκληρώνεται εντός 20 ημερών. Έχει βρεθεί εμπειρικά ότι ένα σημαντικό ποσοστό της βιοχημικής

απαίτησης οξυγόνου ικανοποιείται εντός 5 ημερών. Για το λόγο αυτό έχει συμφωνηθεί να μετριέται η ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται εντός 5 ημερών (BOD_5).

Καθώς η ανάλυση αποσκοπεί στην μέτρηση όλης της βιοδιασπάσιμης οργανικής ύλης όλοι οι άλλοι παράγοντες που μπορούν να επιδράσουν στο ρυθμό (πχ διαλυμένο οξυγόνο, θρεπτικά, ιχνοστοιχεία) ή στο βαθμό βιοδιάσπασης (θερμοκρασία, pH, κλπ) πρέπει να μην είναι περιοριστικοί και για λόγους σύγκρισης να διατηρούνται σταθεροί.

Για την διασφάλιση των αερόβιων συνθηκών κατά τη διάρκεια του πειράματος η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO) θα πρέπει μετά την ολοκλήρωση του test να ισούται κατ'ελάχιστο με 1 mg/l. Για την εξασφάλιση μιας στατιστικά σημαντικής κατανάλωσης οξυγόνου η ελάχιστη επιτρεπόμενη μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου θα πρέπει να είναι περίπου 2 mg/l. Συνεπώς θεωρώντας ότι το test επιτελείται σε σταθερή θερμοκρασία 20°C και ότι σε αυτή τη θερμοκρασία η συγκέντρωση κορεσμού του DO είναι περίπου 9 mg/l προκύπτει ότι το διάστημα μείωσης του DO κατά τη διάρκεια του test κυμαίνεται από 2 – 8 mg/l. Άρα και η αντίστοιχη μέγιστη τιμή μέτρησης οργανικού φορτίου ως BOD θα ισούται με 8 mg/l για μη αραιωμένα δείγματα. Σε περιπτώσεις δειγμάτων που περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις BOD απαιτείται αραιώση. Η αραιώση πραγματοποιείται με απεσταγμένο νερό εμπλουτισμένο με ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τους μ/ο και για την διατήρηση του pH σε φυσιολογικές για την ανάπτυξη των μ/ο τιμές (pH=7.2).

Στη περίπτωση δειγμάτων που δεν περιέχουν σημαντικές ποσότητες μικροοργανισμών είναι απαραίτητη η προσθήκη ποσότητας μ/ο ώστε να είναι δυνατή η βιοαποικοδόμηση της οργανικής ύλης.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Η εκτέλεση της ανάλυσης του BOD πρέπει να πραγματοποιείται εντός 48 h από την δειγματοληψία. Στη περίπτωση αυτή τα δείγματα θα πρέπει στο διάστημα των 48 h να διατηρούνται στους 4°C.

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Οξυγονόμετρο
- Επωστήρας σταθερής θερμοκρασίας 20°C

Παρεμβολές: Στην περίπτωση αναχαίτισης της ανάπτυξης μικροοργανισμών κατά την διάρκεια της ανάλυσης λόγω παρουσίας τοξικών ουσιών η μέθοδος του BOD δεν συνιστάται.

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα: Σε δείγματα επιφανειακών υδάτων και συνθετικών αποβλήτων με μέση συγκέντρωση BOD5 ίση με 2,1 και 175 mg/l προσδιορίστηκε τυπική απόκλιση 0,7 και 26 mg/l, αντίστοιχα.

Αγωγιμότητα

Παράμετρος παρακολούθησης: Αλατότητα

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Ποταμούς, λίμνες και υπόγεια νερά

Ανάλυση: Προσδιορισμός αγωγιμότητας (ειδική αγωγιμότητα umhos στους 25⁰C).

Απαιτούμενο όργανο: Αγωγιμόμετρο

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Στόχος της μεθόδου είναι η μέτρηση της αγωγιμότητας σε πόσιμα, επιφανειακά και παράκτια ύδατα, σε αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα καθώς και σε όμβρια (όξινη βροχή)

Περίληψη της μεθόδου: Η μέτρηση της ειδικής αγωγιμότητας ενός δείγματος πραγματοποιείται με τη χρήση αυτόνομου αγωγιμόμετρου.. Τα δείγματα αναλύονται κατά προτίμηση στους 25⁰C, αν αυτό δεν είναι δυνατό, γίνεται διόρθωση της θερμοκρασίας και τα αποτελέσματα αναφέρονται στους 25⁰C.

- Πριν τη χρήση το όργανο πρέπει να διαβρέχεται με διάλυμα KCl.
- Το κελί αγωγιμότητας πρέπει να διατηρείται καθαρό
- Μετρήσεις πεδίου με συγκρίσιμα όργανα είναι αξιόπιστες.
- Ο μεγαλύτερος κίνδυνος σφάλματος προέρχεται από τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Η ανάλυση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε επί τόπου είτε στο εργαστήριο. Αν δεν έχει ολοκληρωθεί μέσα σε 24 ώρες, το δείγμα θα πρέπει να διηθείται μέσω φίλτρου με πόρους 0,45 μ και να αποθηκεύεται στους 4⁰C. Τόσο το φίλτρο όσο και το όργανο πρέπει να πλένονται προσεκτικά με απεσταγμένο νερό, και να ξεπλένονται με το εξεταζόμενο δείγμα πριν τη χρήση.

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Το εύρος μέτρησης είναι 1-1000 umho ανά εκατοστό
- Κελί αγωγιμότητας, με σταθερά κελιού 1,0μ

- Θερμόμετρο

Αντιδραστήρια: Διαλύματα αναφοράς χλωριούχου καλίου. 0,01M. Διαλύστε 0,7456 gr ξηρού (2 ώρες στους 105⁰C) KCl σε απεσταγμένο νερό και αραιώστε στο ένα λίτρο στους 25⁰C.

Βαθμονόμηση κελιού: Ο αναλυτής θα χρησιμοποιήσει το διάλυμα αναφοράς χλωριούχου καλίου και τον παρακάτω πίνακα για να ελέγξει την ακρίβεια του σταθερού κελιού και της γέφυρας αγωγιμότητας.

Αγωγιμότητα 0,01m KCl	Micromhos/cm
21	1305
22	1332
23	1359
24	1386
25	1413
26	1441
27	1468
28	1496

Διαδικασία μέτρησης: Ακολουθήστε τις οδηγίες του κατασκευαστή για τη λειτουργία του οργάνου Τα δείγματα πρέπει να είναι σε θερμοκρασία δωματίου (23-27⁰C). Μετρήστε με ακρίβεια ($\pm 0,5^0$ C) τη θερμοκρασία των δειγμάτων, αν η θερμοκρασία δεν είναι 25⁰C κάντε τις απαραίτητες διορθώσεις όπως περιγράφονται παρακάτω.

Υπολογισμός: Οι παρακάτω διορθώσεις θερμοκρασίας βασίζονται στο διάλυμα KCl.

Αν η θερμοκρασία του δείγματος είναι μικρότερη από 25⁰C, προσθέστε 2% της ένδειξης για κάθε βαθμό που υπολείπεται. Αν θερμοκρασία του δείγματος είναι μεγαλύτερη από 25⁰C, αφαιρέστε 2% της ένδειξης για κάθε παραπάνω βαθμό. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε umhos/cm στους 25⁰C.

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα: 41 αναλυτές, σε 17 εργαστήρια, πραγματοποίησαν αναλύσεις σε έξι συνθετικά δείγματα νερού που περιείχαν αυξητικά ανόργανα άλατα με τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Αυξητικό ως ειδική αγωγιμότητα	Ακρίβεια (τυπική απόκλιση)	Bias %	Bias umhos/cm
100	7.55	-2.02	-2.0
106	8.14	-0.76	-0.8
808	66.1	-3.63	-29.3
848	79.6	-4.54	-38.5
1640	106	-5.36	-87.9

Σε ένα ανεξάρτητο εργαστήριο, χρησιμοποιώντας δείγματα επιφανειακών νερών με μέση αγωγιμότητα 536 $\mu\text{mhos/cm}$ στους 25°C η τυπική απόκλιση ήταν ± 6 .

Μέτρηση συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου

Παράμετρος παρακολούθησης: Οξίνιση

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Ποταμούς, λίμνες και υπόγεια νερά

Ανάλυση: Προσδιορισμός pH.

Απαιτούμενο όργανο: pH-μετρό

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Στόχος της μεθόδου είναι η μέτρηση του pH σε επιφανειακά, παράκτια νερά, αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα και όμβρια (όξινη βροχή)

Περίληψη της μεθόδου: Το pH του δείγματος μετρείται ηλεκτρομετρικά, χρησιμοποιώντας γυάλινο ηλεκτρόδιο.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Η ανάλυση πρέπει να πραγματοποιείται το συντομότερο δυνατόν κατά προτίμηση επί τόπου την ώρα της δειγματοληψίας. Νερά υψηλής καθαρότητας καθώς και νερά που δεν βρίσκονται σε ισορροπία με την ατμόσφαιρα μπορεί να υποστούν αλλαγές στο pH τους όταν εκτεθούν στην ατμόσφαιρα. Για το λόγο αυτό, τα δοχεία δειγματοληψίας πρέπει να είναι τελείως γεμάτα και σφραγισμένα μέχρι να πραγματοποιηθεί η ανάλυση.

Παρεμβολές: Το γυάλινο ηλεκτρόδιο, σε γενικές γραμμές δεν επηρεάζεται από το χρώμα ή τη θολότητα του διαλύματος, ούτε από την παρουσία κολλοειδών, οξειδωτικών ή την ύπαρξη υψηλής αλατότητας.

- Πιθανό σφάλμα σε επίπεδα pH μεγαλύτερα από 10 μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση ηλεκτροδίων με «χαμηλό σφάλμα νατρίου».
- Επικαθίσεις αιωρούμενων στερεών ή επιλεόντων είναι δυνατό να εξασθενίσουν την ανταπόκριση του οργάνου. Η απομάκρυνση των επικαθίσεων αυτών είναι εύκολη, με το κατάλληλο καθαριστικό, και στη συνέχεια ξέπλυμα με απεσταγμένο νερό. Σε περίπτωση που εναπομείνουν κάποιες επικαθίσεις, ίσως χρειαστεί προσθήκη υδροχλωρικού οξέως (1+9).
- Η επίδραση της θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσει σημαντικές παρεμβολές στη μέτρηση του pH. Διαφορετικές θερμοκρασίες έχουν σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του αποτελέσματος του ηλεκτροδίου. Η παρεμβολή αυτή μπορεί να ελεγχθεί εύκολα με όργανα που διαθέτουν

επανορθωτή θερμοκρασίας ή βαθμονομώντας το σύστημα ηλεκτροδίου – οργάνου στη θερμοκρασία του δείγματος. Επίσης, είναι δυνατή η αλλαγή του pH που ενυπάρχει στο δείγμα σε διάφορες θερμοκρασίες. Το σφάλμα αυτό εξαρτάται από το δείγμα και δεν μπορεί να ελεγχθεί εύκολα, για αυτό και είναι απαραίτητη η καταγραφή του pH και της θερμοκρασίας την ώρα της ανάλυσης.

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Πεχάμετρο για επί τόπου ή εργαστηριακές αναλύσεις. Ένα μεγάλο εύρος συσκευών είναι διαθέσιμα στο εμπόριο, με ποικίλες προδιαγραφές και διαφορετικά εξαρτήματα.
- Γυάλινο ηλεκτρόδιο
- Ηλεκτρόδιο αναφοράς, από υποχλωριούχο υδράργυρο, ή άλλου τύπου ηλεκτρόδιο αναφοράς. Κατάλληλος είναι ο συνδυασμός ηλεκτροδίων, ο οποίος συνδυάζει τις λειτουργίες του ηλεκτροδίου αναφοράς και της μέτρησης. Τέτοιοι συνδυασμοί είναι αξιόπιστοι και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση.
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Θερμόμετρο ή αισθητήρας θερμοκρασίας για αυτόματη αντιστάθμιση

Αντιδραστήρια: Όταν υπάρχει απαίτηση για μεγάλη ακρίβεια, πρέπει να χρησιμοποιούνται ρυθμιστικά διαλύματα αλάτων. Η προετοιμασία των διαλυμάτων αναφοράς αυτών των αλάτων χρειάζεται ορισμένες προφυλάξεις, όπως ξήρανση των κλιβάνων, χρήση νερού αραιώσης χαμηλής αγωγιμότητας, αέριο καθαρισμού χωρίς διοξείδιο του άνθρακα. Τα διαλύματα πρέπει να αντικαθιστούνται μία φορά το μήνα. Δευτερογενή διαλύματα αναφοράς μπορούν επίσης να παρασκευαστούν ή να προμηθευτούν απευθείας. Η χρήση των έτοιμων διαλυμάτων απευθείας από το εμπόριο συνίσταται για συχνή χρήση.

Βαθμονόμηση: Εξαιτίας της μεγάλης ποικιλίας των πεχάμετρων και των συνοδευόμενων εξαρτημάτων, δεν είναι δυνατή η παράθεση λεπτομερών οδηγιών λειτουργίας. Ο αναλυτής, πρέπει να είναι εξοικειωμένος με τη λειτουργία του συγκεκριμένου συστήματος. Ειδική προσοχή χρειάζεται η συντήρηση και χρήση του ηλεκτροδίου.

Κάθε σύστημα οργάνου/ηλεκτροδίου πρέπει να βαθμονομείται τουλάχιστον σε δύο σημεία, τα οποία θα απέχουν το λιγότερο 3 μονάδες μεταξύ τους και θα καλύπτουν το αναμενόμενο εύρος pH των δειγμάτων

Διαδικασία εκτέλεσης μετρήσεων:

- Βαθμονόμηση του οργάνου όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο.
- Τοποθέτηση του ρυθμιστικού διαλύματος σε ένα καθαρό γυάλινο δοχείο, αρκετού όγκου ώστε να καλυφθούν τα ηλεκτρόδια και να μπορεί να κινείται ελεύθερα ο μαγνητικός αναδευτήρας.

- Σε περίπτωση διεξαγωγής μετρήσεων πεδίου, τα ηλεκτρόδια βυθίζονται απευθείας στο ρεύμα δειγματοληψίας σε επαρκές βάθος ώστε να είναι πλήρως καλυμμένα και μετακινούνται κατάλληλα ώστε να υπάρχει επαρκής κίνηση του ρευστού γύρω τους, μέχρι να σταθεροποιηθεί η ένδειξη του οργάνου (<0,1pH).
- Σε περίπτωση που υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ρυθμιστικού διαλύματος και του δείγματος μεγαλύτερη από 2°C, οι μετρούμενες τιμές του pH πρέπει να διορθωθούν. Τα όργανα πολλές φορές διαθέτουν αυτόματους ή χειροκίνητους αντισταθμιστές , που προσαρμόζουν ηλεκτρονικά τις θερμοκρασιακές διαφορές.
- Μετά το ξέπλυμα και στέγνωμα των ηλεκτροδίων, αν είναι απαραίτητο , βύθισή τους στο δοχείο του δείγματος ή στο ρεύμα δειγματοληψίας και ανάδυσή τους με σταθερό ρυθμό για να εξασφαλιστεί ομογενοποίηση και αιώρηση των στερεών. Ο ρυθμός ανάδευσης πρέπει να ελαχιστοποιεί τον ρυθμό μεταφοράς αέρα στη διεπιφάνεια αέρα -νερού του δείγματος. Σημειώσατε το pH και τη θερμοκρασία του δείγματος. Επαναλάβετε τη μέτρηση σε διαδοχικού όγκους του δείγματος μέχρι οι τιμές να διαφέρουν λιγότερο από 0,1 μονάδες pH. Συνήθως επαρκούν 2 ή 3 επαναλήψεις.
- Για αναλύσεις δειγμάτων όξινης βροχής, είναι σημαντικό να μη χρησιμοποιείται ο μαγνητικός αναδευτήρας. Στις περιπτώσεις αυτές, είναι απαραίτητη η ανάδευση του δείγματος για μερικά δευτερόλεπτα μετά την εισαγωγή των ηλεκτροδίων. Δεν πρέπει να υπάρχουν επεμβάσεις στη διεπιφάνεια νερού-αέρα κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Εάν το δείγμα δεν βρίσκεται σε ισορροπία με την ατμόσφαιρα, οι τιμές του pH θα μεταβληθούν καθώς τα διαλυμένα αέρια προσροφούνται ή εκροφούνται. Καταγράψτε τις τιμές του pH και της θερμοκρασίας.

Υπολογισμοί: Οι ενδείξεις του pH είναι απευθείας σε μονάδες pH. Η αναφορά των τιμών του pH γίνεται στην πλησιέστερη 0,1 μονάδα και της θερμοκρασίας στον πλησιέστερο °C.

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα: 44 αναλυτές σε 20 εργαστήρια, πραγματοποίησαν αναλύσεις σε 6 συνθετικά δείγματα νερού που περιείχαν προσαυξησεις από ιόντα υδρογόνου και υδροξυλίου με τα ακόλουθα αποτελέσματα.

Μονάδες pH	Ακρίβεια (τυπική απόκλιση) σε μονάδες pH	Bias %	Bias σε μονάδες pH
3,5	0,10	-0,29	-0,01
3,5	0,11	-0,00	
7,1	0,20	+1,01	+0,07
7,2	0,18	-0,03	-0,002
8,0	0,13	-0,12	-0,01
8,0	0,12	+0,16	+0,01

Φώσφορος

Παράμετρος παρακολούθησης: Θρεπτικές ουσίες

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Ποταμούς και λίμνες

Ανάλυση: Προσδιορισμός συγκέντρωσης φωσφόρου

Απαιτούμενο όργανο: φασματοφωτόμετρο

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής:

- Στόχος των παρακάτω μεθόδων είναι ο καθορισμός ειδικών μορφών του φωσφόρου σε πόσιμα, επιφανειακά και παράκτια νερά, αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα.
- Οι μέθοδοι βασίζονται σε αντιδράσεις των ορθοφωσφορικών ιόντων. Ανάλογα με την προεπεξεργασία του δείγματος, καθορίζονται οι διαφορετικές μορφές του φωσφόρου.
- Οι συνήθεις μορφές φωσφόρου που μετρώνται είναι ο φώσφορος και ο διαλυτός φώσφορος καθώς και τα ορθοφωσφορικά και τα διαλυτά ορθοφωσφορικά. Υδρολυόμενος φώσφορος βρίσκεται συνήθως σε δείγματα λυμάτων ενώ μέσω υπολογισμών καθορίζονται οι αδιάλυτες μορφές του φωσφόρου.
- Οι μέθοδοι βρίσκουν εφαρμογή στο εύρος 0,01 έως 0,5mg P/l.

Περίληψη της μεθόδου:

- Αμμωνιακό molybdate και αντιμονικό άλας τρυγικού οξέως (ammonium molybdate antimony potassium) αντιδρούν σε όξινο περιβάλλον με αραιωμένα διαλύματα φωσφόρου και σχηματίζουν αντιμονικό-φωσφομολυβδαινικό σύμπλεγμα. Το σύμπλεγμα αυτό με την προσθήκη ασκορβικού οξέως παίρνει ένα έντονο μπλε χρώμα, του οποίου η ένταση είναι ευθέως ανάλογη με τη συγκέντρωση φωσφόρου.
- Το μπλε χρώμα οφείλεται αποκλειστικά στην παρουσία ορθοφωσφορικών. Τα πολυφωσφορικά (καθώς και κάποιες οργανικές μορφές φωσφόρου) μπορούν να μετατραπούν σε ορθοφωσφορικά με την προσθήκη θειικού οξέως και υδρόλυση. Οργανικές φωσφορούχες ενώσεις μπορούν να μετατραπούν σε ορθοφωσφορικά μέσω υπερθειικής χώνευσης.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων:

- Στην περίπτωση όπου στην περιοχή που γίνεται δειγματοληψία υπάρχουν βενθικά ιζήματα (benthic deposit) χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην συμπεριληφθούν στο δείγμα τα ιζήματα αυτά.
- Τα δοχεία δειγματοληψίας μπορεί να είναι πλαστικά ή από πυρίμαχο γυαλί.

- Σε περίπτωση που η ανάλυση δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί τη μέρα της δειγματοληψίας, πρέπει να προστίθεται στο δείγμα 2ml συμπυκνωμένου H₂SO₄ ανά λίτρο και να ψύχεται τους 4^oC.

Ορισμοί:

- Ολικός φώσφορος: Όλος ο φώσφορος που περιέχεται στο δείγμα, ανεξάρτητα από τη μορφή του, όπως μετριέται από τη διεργασία υπερθειικής χώνευσης.
- Ολικά ορθοφωσφορικά (P, ortho) – τα ανόργανα φωσφορικά [(PO₄)⁻³], στο διάλυμα, όπως μετριοούνται μέσω της χρωματογραφικής ανάλυσης.
- Ολικός υδρολυόμενος φώσφορος: ο φώσφορος ο οποίος ανιχνεύεται στο δείγμα μέσω της υδρόλυσης του θειικού οξέως, αφαιρώντας τα ορθοφωσφορικά που έχουν μετρηθεί ήδη. Ο υδρολυόμενος φώσφορος περιλαμβάνει πολυφωσφορικά [(P₂O₇)⁻⁴, (P₃O₁₀)⁻⁵, κλπ] καθώς και κάποια οργανικά φωσφορούχα συστατικά.
- Ολικός οργανικός φώσφορος (P, org.): Φώσφορος (ανόργανος συν οξειδωτικός οργανικός) στο δείγμα που μετράται με υπερθειική χώνευση, αφαιρώντας τον υδρολυμένο φώσφορο και τα ορθοφωσφορικά.
- Διαλυτός φώσφορος: Όλος ο φώσφορος που βρίσκεται στο διήθημα, μετά από διύλιση του δείγματος σε φίλτρο με πόρους μεγέθους 0,45μ και προσδιορίζεται με υπερθειική χώνευση.
- Διαλυτά ορθοφωσφορικά (P-D, ortho) όπως μετριοούνται μέσω της χρωματογραφικής ανάλυσης.
- Διαλυτά υδρολυόμενα φωσφορικά, (P-D, hydro)- όπως μετριοούνται μέσω της υδρόλυσης θειικού οξέως, αφαιρώντας τα διαλυτά ορθοφωσφορικά που έχουν ήδη μετρηθεί.
- Διαλυτός οργανικός φώσφορος, (P-D, org) όπως μετριέται με υπερθειική χώνευση, αφαιρώντας τα διαλυτά υδρολυόμενα φωσφορικά και τα ορθοφωσφορικά.
- Στις περιπτώσεις που η ποσότητα φωσφόρου στο δείγμα επαρκεί, μπορούν να γίνουν οι ακόλουθοι υπολογισμοί:
- Αδιάλυτος φώσφορος: (P-I) = (P)-(P-D).
- Αδιάλυτα ορθοφωσφορικά P-I, ortho)=(P, ortho)-(P-D, ortho).
- Αδιάλυτα υδρολυόμενα φωσφορικά (P-I, hydro)=(P,hydro)-(P-D, hydro).
- Αδιάλυτος οργανικός φώσφορος. (P-I, org)=(P, org) - (P-D, org).
- Όλες οι μορφές φωσφόρου θα αναφέρονται σε P, mg/l

Παρεμβολές:

- Η παρουσία χαλκού, σιδήρου ή πυρίτιου, σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από τις συγκεντρώσεις στις οποίες βρίσκονται συνήθως σε θαλασσινά νερά, δεν προκαλεί παρεμβολές. Παρ' όλα αυτά, υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου μπορούν να προκαλέσουν κατακρίμνηση του φωσφόρου.
- Το σφάλμα λόγω παρουσίας αλάτων σε περιεκτικότητες από 5 έως 20% ήταν λιγότερο από 1%.
- Η παρουσία αρσενικού σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από του φωσφόρου πρέπει να συνυπολογίζεται. Παρ' αυτά, σε συγκεντρώσεις που βρίσκονται στο θαλασσινό νερό, δεν προκαλεί παρεμβολές.

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Ένα σπεκτροφωτόμετρο ή φωτόμετρο φίλτρου, κατάλληλο για μετρήσεις στο διάστημα 650-880nm, με δέσμη φωτός μήκους τουλάχιστον 1m.
- Γυάλινα σκεύη, τα οποία έχουν ξεπλυθεί με ζεστό υδροχλωρικό οξύ 1:1 και στη συνέχεια με απεσταγμένο νερό. Όλα τα γυάλινα σκεύη πρέπει να γεμίζονται με απεσταγμένο νερό και να προστίθεται κάθε αντιδραστήριο που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, ώστε να απομακρύνονται τα ίχνη φωσφόρου που τυχόν έχουν προσροφηθεί πάνω στα σκεύη. Τα σκεύη αυτά καλό είναι να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τον καθορισμό του φωσφόρου και μετά τη χρήση τους να ξεπλένονται με απεσταγμένο νερό και να διατηρούνται σκεπασμένα μέχρι να ξαναχρησιμοποιηθούν. Αν ακολουθείται η διαδικασία αυτή, η πλύση με υδροχλωρικό και τα αντιδραστήρια χρειάζεται μόνο περιστασιακά. Αντιδραστήρια του εμπορίου δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται.

Αντιδραστήρια:

- Διάλυμα οξικού οξέως 5N. διαλύστε 70ml συμπυκνωμένου H_2SO_4 με 500ml απεσταγμένο νερό.
- Διάλυμα antimony potassium tartrate. Ζυγίστε 1,3715g $K(SbO)C_4H_4O \cdot 1/2H_2O$ και διαλύστε σε 400ml απεσταγμένο νερό, στη συνέχεια αραιώστε στα 500ml. Αποθηκεύστε σε γυάλινο δοχείο, στο σκοτάδι, στους $4^{\circ}C$.
- Διάλυμα ammonium molybdate. Διαλύστε 20 g $(NH_4)_6Mo_7O_{24}C_4H_2O$ σε 500ml απεσταγμένο νερό. Αποθηκεύστε σε πλαστικό μπουκάλι στους $4^{\circ}C$
- Ασκορβικό οξύ, 0,1M. διαλύστε 1,76g ασκορβικού οξέως σε 100ml απεσταγμένο νερό. Το διάλυμα είναι σταθεροποιημένο για μία εβδομάδα αν αποθηκευτεί στους $4^{\circ}C$
- Ανάμικτο αντιδραστήριο. Αναμίξτε τα παραπάνω αντιδραστήρια στις ακόλουθες αναλογίες: για 100ml ανάμικτου αντιδραστήριου: 50ml H_2SO_4 5N, 5ml antimony potassium tartrate solution, 15 ml ammonium molybdate solution και 30ml διαλύματος ασκορβικού οξέως. Αναμίξτε μετά την προσθήκη κάθε αντιδραστήριου. Όλα τα αντιδραστήρια πρέπει να βρίσκονται σε θερμοκρασία δωματίου πριν την ανάμιξη η οποία πρέπει να γίνει με την προαναφερθείσα σειρά. Σε περίπτωση θόλωσης του μίγματος, ανακινήστε και αφήστε το μίγμα ακίνητο για μερικά λεπτά, μέχρι να ξεθολώσει. Το διάλυμα αυτό, λόγω περιορισμένης σταθερότητας, πρέπει να ανανεώνεται σε κάθε μέτρηση.
- Διάλυμα θειικού οξέως 11N. προσθέστε αργά και προσεκτικά 310ml συμπυκνωμένου H_2SO_4 σε 600ml απεσταγμένο νερό και στη συνέχεια, αφού ψυχθεί, αραιώστε στο 1 λίτρο.
- Υπερθειικό αμμώνιο.
- Διάλυμα τροφοδοσίας φωσφόρου. Διαλύστε 0,2197g φωσφορικού διυδρογονικού καλίου KH_2PO_4 , το οποίο έχει προηγουμένως ξηρανθεί σε φούρνο στους $105^{\circ}C$. Αραιώστε το διάλυμα στα 1000ml. $1.0 \text{ mL} = 0.05 \text{ mg P}$
- Διάλυμα αναφοράς φωσφόρου. Αραιώστε 10,0ml φωσφόρου τροφοδοσίας στα 1000ml με απεσταγμένο νερό. $1,0 \text{ mg/l} = 0.05 \text{ mg P}$.
- Χρησιμοποιώντας το διάλυμα αναφοράς, ετοιμάστε τα ακόλουθα πρότυπα διαλύματα σε ογκομετρικούς σωλήνες των 50,0ml.

ml διαλύματος αναφοράς φωσφόρου	Συγκέντρωση mg/l
0	0.00
1.0	0.01
3.0	0.03
5.0	0.05
10.0	0.10
20.0	0.20
30.0	0.30
40.0	0.40
50.0	0.50

- Διάλυμα καυστικού νατρίου, 1N. Διαλύστε 40g NaOH σε 600 ml απεσταγμένο νερό. Ψύξτε και αραιώστε στο 1 λίτρο.

Διαδικασία εκτέλεσης μετρήσεων:

- Φώσφορος: προσθέστε 1ml διαλύματος H₂SO₄ σε δείγμα 50ml μέσα σε δοχείο Erlenmeyer 125 ml.
- Προσθέστε 0,4 g υπερθευικού αμμωνίου
- Φέρτε το διάλυμα σταδιακά σε θερμοκρασία βρασμού για περίπου 30-40 λεπτά ή μέχρι να μειωθεί ο όγκος στα 10ml. Μην αφήσετε το δείγμα να ξεραθεί. Εναλλακτικά, θερμάνετε για 30 λεπτά σε αυτόκλειστο στους 121⁰C (15-20psi).
- Ψύξτε και αραιώστε το δείγμα στα 30ml και ρυθμίστε το pH του δείγματος στο 7,0 ±0,2 με προθήκη NaOH, με τη βοήθεια πεχάμετρου. Σε περίπτωση που το δείγμα δεν είναι ακόμα διαυγές, προσθέστε 2-3 σταγόνες οξέως και διηθήστε το. Αραιώστε στα 50ml.
- Καθορίστε το φώσφορο όπως περιγράφεται παρακάτω για τα ορθοφωσφορικά
- Υδρολύομενος φώσφορος. προσθέστε 1ml διαλύματος H₂SO₄ σε δείγμα 50ml μέσα σε δοχείο Erlenmeyer 125 ml.
- Φέρτε το διάλυμα σταδιακά σε θερμοκρασία βρασμού για περίπου 30-40 λεπτά ή μέχρι να μειωθεί ο όγκος στα 10ml. Μην αφήσετε το δείγμα να ξεραθεί. Εναλλακτικά, θερμάνετε για 30 λεπτά σε αυτόκλειστο στους 121⁰C (15-20psi).
- Ψύξτε και αραιώστε το δείγμα στα 30ml και ρυθμίστε το pH του δείγματος στο 7,0 ±0,2 με προθήκη NaOH, με τη βοήθεια πεχάμετρου. Σε περίπτωση που το δείγμα δεν είναι ακόμα διαυγές, προσθέστε 2-3 σταγόνες οξέως και διηθήστε το. Αραιώστε στα 50ml.
- Το δείγμα είναι τώρα έτοιμο για ανάλυση. Καθορίστε το φώσφορο όπως περιγράφεται παρακάτω για τα ορθοφωσφορικά
- Ορθοφωσφορικά. Το pH του δείγματος πρέπει να ρυθμιστεί στο 7±0,2. προσθέστε 8,0 ml από το ανάμικτο αντιδραστήριο στο δείγμα και αναμίξτε καλά. Όταν περάσει χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 10 λεπτών αλλά μικρότερο των 30, μετρήστε την απορρόφηση φωτός κάθε δείγματος στα 650 ή 880nm με τη βοήθεια του σπεκτροφωτόμετρου. Χρησιμοποιείστε σαν δείγματα αναφοράς, τα δείγματα χωρίς αντιδραστήρια. ΣΗΜΕΙΩΣΗ1. σε περίπτωση χρήσης

διαφορετικής ποσότητας καυστικού νατρίου για τη ρύθμιση του pH, πρέπει να γίνει η ανάλογη διόρθωση.

Υπολογισμοί:

- Καμπύλη αναφοράς: Σχεδιάστε το διάγραμμα των τιμών απορρόφησης των πρότυπων διαλυμάτων με τις αντίστοιχες τιμές συγκέντρωσης του φωσφόρου.
- Ακολουθήστε την ίδια ακριβώς διαδικασία και για τα κενά δείγματα (χωρίς αντιδραστήρια). Για κάθε σειρά δειγμάτων, αναλύστε ένα κενό και δύο πρότυπα διαλύματα. Εάν τα πρότυπα διαλύματα αποκλίνουν περισσότερο από $\pm 2\%$ από την αληθινή τιμή, ετοιμάστε μία νέα καμπύλη αναφοράς.
- Από την καμπύλη αναφοράς βρείτε την τιμή της συγκέντρωσης σε mg P/l, που αντιστοιχεί στις μετρούμενες απορροφήσεις.

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα:

- 33 αναλυτές σε 19 εργαστήρια πραγματοποίησαν αναλύσεις σε δείγματα νερού που περιείχαν πρόσθετα ανόργανων φωσφορικών, με τα ακόλουθα αποτελέσματα.

Συγκέντρωση φωσφόρου προσθέτων σε mgP/l	Ακρίβεια (τυπική απόκλιση) σε mgP/l	Bias %	Bias σε mgP/l
0.110	0.033	+3.09	+0.003
0.132	0.051	+11.99	+0.0016
0.772	0.130	+2.96	+0.023
0.882	0.128	-0.92	-0.008

- 26 αναλυτές σε 16 εργαστήρια πραγματοποίησαν αναλύσεις σε δείγματα νερού που περιείχαν πρόσθετα ορθοφωσφορικών, με τα ακόλουθα αποτελέσματα.

Συγκέντρωση ορθοφωσφορικών προσθέτων σε mgP/l	Ακρίβεια (τυπική απόκλιση) σε mgP/l	Bias %	Bias σε mgP/l
0,029	0,010	-4,95	-0,001
0,038	0,008	-6,00	-0,002
0,335	0,018	-2,75	-0,009
0,383	0,023	-1,76	-0,007

Αμμωνιακό άζωτο

Παράμετρος παρακολούθησης: Θρεπτικές ουσίες

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Ποταμούς, λίμνες και υπόγεια νερά

Ανάλυση: Προσδιορισμός συγκέντρωσης αμμωνιακού αζώτου

Απαιτούμενο όργανο: Επιλεκτικό ηλεκτρόδιο, ιοντόμετρο

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Στόχος της μεθόδου είναι η μέτρηση αμμωνιακού αζώτου σε πόσιμα, επιφανειακά, και παράκτια ύδατα, αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα. Το εύρος εφαρμογής της μεθόδου είναι από 0,03 έως 1400 mg NH₄-N /l. Τόσο το χρώμα όσο και η θολότητα δεν επηρεάζουν τις μετρήσεις, επομένως δεν είναι απαραίτητη η απόσταξη του δείγματος.

Περίληψη της μεθόδου: Η αμμωνία προσδιορίζεται ποτενσιομετρικά με τη χρήση ηλεκτροδίου ιοντοεπιλογής αμμωνίας και πεχάμετρου με κλίμακα mV. Το πρότυπο διάλυμα χλωριούχου αμμωνίου διηθείται μέσα από υδροφοβική μεμβράνη διαπερατή στα αέρια ώστε να διαχωριστεί η αμμωνία από το εσωτερικό διάλυμα. Η αμμωνία στο πρότυπο διάλυμα διαχέεται μέσα απ' τη μεμβράνη στο εσωτερικό διάλυμα, με αποτέλεσμα τη μεταβολή του pH η οποία ανιχνεύεται από το ηλεκτρόδιο. Η σταθερή συγκέντρωση χλωρίου στο εσωτερικό διάλυμα ανιχνεύεται από ένα ηλεκτρόδιο επιλογής χλωρίου το οποίο δρα ως ηλεκτρόδιο αναφοράς.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Για τη συντήρηση των δειγμάτων προστίθενται 2ml συμπυκνωμένου H₂SO₄ ανά λίτρο και αποθηκεύονται στους 4⁰C.

Παρεμβολές:

- Οι πτητικές αμίνες μπορεί να δώσουν πλασματικά θετική ένδειξη.
- Η παρουσία υδραργύρου μπορεί να αλλοιώσει τα αποτελέσματα λόγω της αντίδρασής του με την αμμωνία. Επομένως, τα δείγματα δεν μπορούν να διατηρηθούν με χλωριούχο υδράργυρο.

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Ηλεκτρόμετρο (πεχάμετρο) σε κλίμακα mV ή αυτόματος μετρητής ιόντων
- Ηλεκτρόδιο αμμωνίας, όπως το Orion Model 95-10 ή EIL Model 8002-2.
- Μαγνητικός αναδευτήρας, θερμικά μονωμένος με ράβδο ανάδευσης μονωμένη με Teflon.

Αντιδραστήρια:

- Το απεσταγμένο νερό που θα χρησιμοποιηθεί, διοχετεύεται πρώτα σε κολόνα ιονοανταλλαγής (προκειμένου να απομακρυνθεί όλη η αμμωνία,) που περιέχει το κατάλληλο μίγμα ισχυρά όξινων κατιονικών και ισχυρά βασικών ανιονικών ρητίνων. ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Όλα τα διαλύματα πρέπει να ετοιμάζονται με απεσταγμένο νερό χωρίς ίχνη αμμωνίας.
- Διάλυμα καυστικού νατρίου 10N: Διαλύετε 400g καυστικού νατρίου (NaOH) σε 800 ml απεσταγμένο νερό. Ψύξετε και αραιώνετε στο 1 λίτρο με απεσταγμένο νερό.
- Διάλυμα τροφοδοσίας χλωριούχου αμμωνίου: 1.0 mL = 1.0 mg NH₃ -N., διαλύετε 3,819 gr NH₄Cl σε νερό και αραιώνετε στο 1 λίτρο με απεσταγμένο νερό.
- Διάλυμα αναφοράς χλωριούχου αμμωνίου: 1.0 mL = 0,01 mg NH₃ -N., Διαλύετε 10,0 ml από το διάλυμα τροφοδοσίας χλωριούχου αμμωνίου σε ένα λίτρο απεσταγμένο νερό.

Διαδικασία εκτέλεσης μετρήσεων:

- Προετοιμασία πρότυπων διαλυμάτων: Με διαδοχικές αραιώσεις του διαλύματος τροφοδοσίας ή του διαλύματος αναφοράς του χλωριούχου αμμωνίου, παρασκευάστε μία σειρά από πρότυπα διαλύματα που να καλύπτουν όλο το εύρος συγκεντρώσεων των δειγμάτων.
- Βαθμονόμηση του ηλεκτρόμετρου: τοποθετήστε 100ml από κάθε πρότυπο διάλυμα σε ογκομετρικό σωλήνες των 150ml. Βυθίστε το ηλεκτρόδιο στο διάλυμα με τη μικρότερη συγκέντρωση και προσθέστε 1ml από διάλυμα καυστικού νατρίου 10N αναδεύοντας συνεχώς. Κρατήστε το ηλεκτρόδιο μέσα στο διάλυμα μέχρι να σταθεροποιηθεί η ένδειξη. ΣΗΜΕΙΩΣΗ: το pH του διαλύματος μετά την προσθήκη καυστικού νατρίου πρέπει να είναι μεγαλύτερο του 11. ΠΡΟΣΟΧΗ: η προσθήκη καυστικού νατρίου πρέπει να γίνει μετά την βύθιση του ηλεκτροδίου, διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος διαφυγής της αμμωνίας.
- Καμπύλη αναφοράς: Επαναλάβετε την παραπάνω διαδικασία για τα υπόλοιπα πρότυπα διαλύματα αρχίζοντας από το διάλυμα με τη μικρότερη συγκέντρωση. Σχεδιάστε λογαριθμικά το γράφημα της συγκέντρωσης της αμμωνίας σε mg NH₃-N/L με την ένδειξη του ηλεκτροδίου.
- Βαθμονόμηση του αυτόματου μετρητή ιόντων. Ακολουθήστε τις οδηγίες του κατασκευαστή για τη λειτουργία του οργάνου.
- Δοκιμαστική μέτρηση: ακολουθήστε τη διαδικασία βαθμονόμησης του ηλεκτρόμετρου για 100ml δείγματος σε σωλήνες των 150ml. Καταγράψτε την ένδειξη για κάθε άγνωστο δείγμα και βρείτε την αντίστοιχη συγκέντρωση αμμωνίας από την καμπύλη αναφοράς. Αν χρησιμοποιείτε αυτόματο μετρητή διαβάστε απευθείας την ένδειξη σε mg NH₃-N.

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα:

- Σε εργαστηριακές μετρήσεις σε δείγματα επιφανειακών νερών με συγκεντρώσεις NH₃-N 1,00 0,77 0,19 και 0,13 mg/l, οι τυπικές αποκλίσεις ήταν αντίστοιχα ±0,038 ±0,017, ±0,007 και ±0,009.
- Σε εργαστηριακές μετρήσεις σε δείγματα επιφανειακών νερών με συγκεντρώσεις NH₃-N 0,19 και 0,13 mg/l, οι βαθμοί ανάκτησης ήταν αντίστοιχα 96% και 91%.

Νιτρικό άζωτο

Παράμετρος παρακολούθησης: Θρεπτικές ουσίες

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Ποταμούς, λίμνες και υπόγεια νερά

Ανάλυση: Προσδιορισμός συγκέντρωσης νιτρικού αζώτου

Απαιτούμενο όργανο: σπεκτροφωτόμετρο

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Στόχος της μεθόδου είναι η μέτρηση νιτρικών σε επιφανειακά, παράκτια νερά, αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα. Τροποποιήσεις μπορούν να γίνουν σε περίπτωση παρουσίας θολότητας, διαλυμένων οργανικών συστατικών του δείγματος ή χρώματος. Το εύρος εφαρμογής της μεθόδου είναι από 0,1 – 2,0 mg NO₃-N /L.

Περίληψη της μεθόδου: Η μέθοδος βασίζεται στην αντίδραση των νιτρικών με το brucine sulfate σε διάλυμα 13N θειικού οξέως σε θερμοκρασία 100⁰C. Το χρώμα του διαλύματος μετά την αντίδραση μετρείται στα 410nm. Εξαιρετικά κρίσιμος είναι ο έλεγχος της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της αντίδρασης.

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Τα δείγματα πρέπει να αναλύονται το συντομότερο δυνατό. Αν η ανάλυση γίνει μέσα σε 24 ώρες η αποθήκευση του δείγματος πρέπει να γίνει στους 4°C. Αν τα δείγματα πρέπει να αποθηκευτούν για περισσότερο από 24 ώρες , πρέπει να προστίθεται θειικό οξύ (2ml H₂SO₄ ανά λίτρο) και να καταψύχονται.

Παρεμβολές :

- Η παρουσία διαλυμένου οργανικού φορτίου θα προκαλέσει αλλοιώσεις στο χρώμα του διαλύματος, η οποία αντισταθμίζεται με προσθήκη όλων των αντιδραστηρίων εκτός του brucine sulphide-acid. Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση παρουσίας φυσικού χρώματος που δεν οφείλεται σε διαλυμένα οργανικά συστατικά.
- Η επίδραση της αλατότητας περιορίζεται με προσθήκη χλωριούχου νατρίου στα κενά δείγματα, και στα δείγματα αναφοράς.
- Παρεμβολές μπορούν να προκαλέσουν όλα τα ισχυρά οξέα. Η παρουσία ισχυρών οξειδωτικών παραγόντων μπορεί να καθοριστεί με έλεγχο του υπολειμματικού χλωρίου.
- Οι παρεμβολές λόγω του υπολειμματικού χλωρίου μπορούν να εξαιρεθούν με προσθήκη αρσενιούχου νατρίου.

- Η παρουσία σιδηρούχων ενώσεων καθώς και του τετρασθενούς μαγγανίου σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 1mg/l δίνουν ελαφρώς αυξημένες ενδείξεις.
- Ανομοιογενής θέρμανση των δειγμάτων και των προτύπων διαλυμάτων κατά τη διάρκεια της αντίδρασης θα προκαλέσει πλασματικά αποτελέσματα. Ύψιστης σημασίας είναι ο ακριβής έλεγχος της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του χρώματος.

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Σπεκτροφωτόμετρο ή φωτόμετρο φίλτρου κατάλληλο για μετρήσεις απορρόφησης στα 410nm.
- Επαρκή αριθμό γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων 40-50ml.
- Πλαστικές θήκες τοποθέτησης των δοκιμαστικών σωλήνων
- Υδατόλουτρο κατάλληλο για χρήση στους 100°C, με μηχανισμό ανάδευσης για σταθερή θερμοκρασία και επαρκές μέγεθος ώστε να δέχεται τον απαιτούμενο αριθμό σωλήνων χωρίς σημαντική πτώση στη θερμοκρασία κατά την εισαγωγή των σωλήνων.
- Υδατόλουτρο κατάλληλο για χρήση στους 10-15°C.

Αντιδραστήρια:

- Για την προετοιμασία όλων των αντιδραστηρίων και των πρότυπων διαλυμάτων θα χρησιμοποιείται απεσταγμένο νερό, χωρίς ίχνη από νιτρώδη ή νιτρικά
- Διάλυμα χλωριούχου νατρίου (30%). Διαλύστε 300 g NaCl σε απεσταγμένο νερό και αραιώστε στο 1 λίτρο.
- Διάλυμα θεικού οξέως. Προσθέστε προσεκτικά 500ml συμπυκνωμένου H₂SO₄ σε 125 ml απεσταγμένο νερό. Ψύξτε και διατηρήστε το διάλυμα κατάλληλα σκεπασμένο ώστε να μην επηρεαστεί από την υγρασία της ατμόσφαιρας.
- Αντιδραστήριο Brucine – sulfanilic acid. Διαλύστε 1g οξέος [(C₂₃H₂₆N₂O₄)₂ H₂SO₄ 7H₂O] και 0,1 g sulfanilic acid (NH₂C₆H₄SO₃H H₂O) Σε 70 mL ζεστό απεσταγμένο νερό. Προσθέστε 3 mL συμπυκνωμένο HCl, ψύξτε, αναδεύστε και αραιώστε στα 100 ml με απεσταγμένο νερό. Αποθηκεύστε σε σκουρόχρωμο μπουκάλι στους 5 °C. Το διάλυμα θα παραμείνει σταθερό για αρκετούς μήνες. Σταδιακά αναπτύσσεται ένα ροζ χρώμα, το οποίο όμως δεν επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του διαλύματος. Στο μπουκάλι πρέπει να υπάρχει ετικέτα ασφαλείας που να προειδοποιεί ότι το περιεχόμενο είναι ιδιαίτερα τοξικό.
- Διάλυμα τροφοδοσίας νιτρώδες καλίου. 1.0 mL = 0.1 mg NO₃-N. διαλύστε 0,7218g άνυδρου νιτρώδες καλίου (KNO₃) σε απεσταγμένο νερό και αραιώστε στο 1 λίτρο σε ογκομετρικό κύλινδρο. Για τη διατήρηση του διαλύματος προσθέστε 2ml χλωροφόρμιο ανά λίτρο. Το διάλυμα θα παραμείνει σταθερό για 6 μήνες.
- Πρότυπο διάλυμα νιτρώδες καλίου. 1.0 mL = 0.001 mg NO₃-N. Αραιώστε 10ml του αποθεματικού διαλύματος στο 1 λίτρο σε ογκομετρικό κύλινδρο. Το διάλυμα αυτό πρέπει να ετοιμάζεται κάθε εβδομάδα.
- Οξικό οξύ (1+3). Αραιώστε 1 όγκο κρυσταλλικού οξικού οξέως (CH₃COOH) σε 3 όγκους απεσταγμένο νερό.
- Καυστικό νάτριο (1N). Διαλύστε 40 g NaOH σε απεσταγμένο νερό, ψύξτε και αραιώστε στο 1 λίτρο.

Διαδικασία εκτέλεσης μετρήσεων:

- Ρυθμίστε το pH των δειγμάτων στο 7 με προσθήκη οξικού οξέος ή καυστικού νατρίου. Αν είναι απαραίτητο, φιλτράρετε για να μειωθεί η θολότητα.
- Τοποθετήστε τον απαιτούμενο αριθμό δοκιμαστικών σωλήνων στη θήκη στήριξης. Διατάξτε τους σωλήνες συμμετρικά ώστε να εξασφαλιστεί ομαλή ροή του νερού ανάμεσά τους, και επομένως ομοιογενής θέρμανση.
- Εάν τα δείγματα είναι χρωματισμένα, ή περιέχουν διαλυμένα οργανικά που θα προκαλέσουν χρωματισμό με τη θέρμανση, πρέπει να προετοιμαστούν διπλά δείγματα στα οποία θα προστεθούν όλα τα αντιδραστήρια εκτός του brucine sulfanilie οξέως.
- Τοποθετήστε 10ml των πρότυπων διαλυμάτων και των δειγμάτων ή υποπολλαπλάσιο των διαλυμάτων αραιωμένων στα 10ml στους δοκιμαστικού σωλήνες.
- Αν τα δείγματα έχουν υψηλή αλατότητα, προσθέστε 2ml από το διάλυμα χλωριούχου νατρίου 30% στα αντιδραστήρια. Για δείγματα νερού η προσθήκη χλωριούχου νατρίου μπορεί να παραλείπεται. Αναδεύστε τους δοκιμαστικούς σωλήνες και τοποθετήστε τους στο κρύο υδατόλουτρο (0 - 10°C).
- Τοποθετήστε 10 ml διαλύματος οξικού οξέως σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα και αναμίξτε. Αφήστε τους σωλήνες στο κρύο λουτρό μέχρι να επιτευχθεί θερμοκρασιακή ισορροπία.
- Προσθέστε 0,5 mL brucine-sulfanilic acid σε κάθε σωλήνα (εκτός από τους διπλούς δοκιμαστικούς σωλήνες στους οποίους μπορεί να προκληθεί χρωματισμός) και αναδεύστε προσεκτικά. Τοποθετήστε έπειτα στο υδατόλουτρο στους 100°C για ακριβώς 25 λεπτά. ΠΡΟΣΟΧΗ: κατά τη βύθιση των σωλήνων στο λουτρό, δεν πρέπει να υπάρξει πτώση θερμοκρασίας μεγαλύτερη από 1 έως 2°C. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι θερμοκρασιακές απώλειες, πρέπει να εξασφαλιστεί ανεμπόδιστη ροή του νερού ανάμεσα στους σωλήνες, είναι επομένως σημαντικό να μην υπάρχει συνωστισμός των σωλήνων στο λουτρό. Αν παρατηρηθεί ανομοιογενής ανάπτυξη χρώματος στα πρότυπα διαλύματα, ο χειριστής πρέπει να επαναλάβει τη διαδικασία δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στα στάδια ελέγχου της θερμοκρασίας.
- Απομακρύνεται τη θήκη με τους σωλήνες από το θερμό υδατόλουτρο και βυθίστε στο κρύο λουτρό μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία, στους 20-25°C.
- Χρησιμοποιώντας κελί μήκους τουλάχιστον 1 cm, διαβάστε την ένδειξη απορρόφησης έναντι του κενού αντιδραστηρίου στους 410nm.

Υπολογισμοί:

- Σχεδιάστε την καμπύλη αναφοράς, ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία (η αντίδραση του χρώματος δεν ακολουθεί πάντα το νόμο του Beer).
- Καθορίστε τη συγκέντρωση νιτρικών NO₃-N (mg/l) αφαιρώντας την απορρόφηση του δείγματος που δεν περιείχε brucine-sulfanilic από την απορρόφηση του δείγματος που περιείχε brucine-sulfanilic. Σε περίπτωση που είχαν ληφθεί λιγότερο από 10 ml του δείγματος πολλαπλασιάστε με τον κατάλληλο συντελεστή αραιώσης.

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα: 27 αναλυτές σε 15 εργαστήρια πραγματοποίησαν αναλύσεις νερού που περιείχε πρόσθετα ανόργανων νιτρικών με τα ακόλουθα αποτελέσματα

Πρόσθετα σε όρους αζώτου Νιτρικά mg N/lit	Ακρίβεια (τυπική απόκλιση) σε mgN/lit	Bias %	Bias mgN/lit
0.16	0.92	-6.79	-0.01
0.19	0.083	+8.30	+0.02
1.08	0.245	+4.12	+0.04
1.24	0.214	+2.82	+0.04

Νιτρώδες άζωτο

Παράμετρος παρακολούθησης: Θρεπτικές ουσίες

Εφαρμογή παραμέτρου σε υδάτινα σώματα: Ποταμούς, λίμνες και υπόγεια νερά

Ανάλυση: Προσδιορισμός συγκέντρωσης νιτρώδους αζώτου

Απαιτούμενο όργανο: σπεκτροφωτόμετρο

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 75/440/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ.

Στόχος και εύρος εφαρμογής: Στόχος της μεθόδου είναι η μέτρηση νιτρωδών σε επιφανειακά, παράκτια νερά, αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα. Το εύρος εφαρμογής της μεθόδου είναι από 0,01 – 1,0 mg NO₂-N /L.

Περίληψη της μεθόδου: Το συστατικό που σχηματίζεται με διαζώνωση του σουλφανιλαμιδίου (C₆H₈N₂O₂S) μέσω νιτρικών στο νερό κάτω από όξινες συνθήκες αντιδρά με το 1-νάφθυλο-1 αίθυλενοδιαμινο-διχλωρίδιο και παράγει ένα βαθυκόκκινο – μωβ χρώμα το οποίο ανιχνεύεται στο σπεκτροφωτόμετρο στα 540 nm

Χειρισμός και αποθήκευση δειγμάτων: Η ανάλυση των δειγμάτων πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατό μετά τη δειγματοληψία. Εάν είναι απαραίτητη η αποθήκευσή του, μπορούν να φυλαχτούν για 24-48 ώρες στους 4°C

Παρεμβολές: Ελάχιστες είναι οι γνωστές παρεμβολές σε συγκεντρώσεις ουσιών μικρότερες από 1000 φορές τη συγκέντρωση των νιτρικών. Παρ' όλα αυτά, η παρουσία ισχυρών οξειδωτικών στα δείγματα θα επηρεάσει εύκολα τις συγκεντρώσεις νιτρικών. Υψηλή αλκαλικότητα (>600mg/l), θα προκαλέσει μετακίνηση του pH και μικρές τιμές.

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- Σπεκτροφωτόμετρο εξοπλισμένο με κελιά 1cm ή μεγαλύτερα, για χρήση στα 540nm.
- Ογκομετρικοί σωλήνες των 50ml.

Αντιδραστήρια:

- Απεσταγμένο νερό χωρίς ίχνη νιτρωδών, χρησιμοποιείται στην προετοιμασία όλων των αντιδραστηρίων και διαλυμάτων αναφοράς.
- Ρυθμιστό διάλυμα χρώματος. Σε 250 ml απεσταγμένου νερού, προσθέστε 105 ml υδροχλωρικό οξύ, 5,0 gr σουλφανιλαμίδιου ($C_6H_8N_2O_2S$) (sulfanilamide) και 0,5 gr 1-νάφθυλο-1 αίθυλενοδιαμινο-διχλωρίδιο – (1-naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride). Αναδεύστε μέχρι να διαλυθεί. Προσθέστε 136gr νιτρικό εστέρα του οξικού οξέως ($CHCOONaC \cdot 3H_2O$) και επαναλάβετε την ανάδευση μέχρι να διαλυθεί. Αραιώστε στα 500 ml με απεσταγμένο νερό. Το διάλυμα αυτό μπορεί να παραμείνει σταθεροποιημένο για αρκετές εβδομάδες αν φυλαχτεί στο σκοτάδι.
- Διάλυμα τροφοδοσίας νιτρωδών: 1,0 ml = 0,10 mg NO_2-N . Διαλύστε 0,1493 gr ξηρού άνυδρου νιτρώδους νατρίου (που έχει μείνει 24 ώρες σε ξηραντήρα), σε απεσταγμένο νερό και αραιώστε τα 1000ml. Για τη διατήρηση του διαλύματος προσθέστε 2 ml χλωροφόρμιο ανά λίτρο.
- Πρότυπο διάλυμα νιτρωδών: 1,0 mL = 0.001 mg NO_2-N . Αραιώστε 10,0 ml από το προηγούμενο διάλυμα σε 1000ml.

Διαδικασία εκτέλεσης μετρήσεων:

- Αν το pH του δείγματος είναι μεγαλύτερο από 10 ή η ολική αλκαλικότητα υπερβαίνει τα 600mg/l πρέπει να γίνει προσαρμογή σε pH 6 με αραιώση 1:3 με υδροχλωρικό οξύ.
- Αν είναι απαραίτητο, φιλτράρετε το δείγμα μέσω φίλτρου με πόρους 0,45μ, το οποίο έχει ξεπλυθεί με το πρώτο μέρος του διηθήματος.
- Τοποθετήστε 50ml του δείγματος, ή μικρότερη ποσότητα αραιωμένη στα 50ml, σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα, μέχρι να ολοκληρωθεί η προετοιμασία του δείγματος
- Ταυτόχρονα, ετοιμάστε μία σειρά πρότυπων διαλυμάτων σε δοκιμαστικούς σωλήνες όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

MI πρότυπου διαλύματος (1,0ml = 0.001 mg N-NO ₂)	Συγκέντρωση μετά από αραιώση σε 50ml , mg/l N-NO ₂
0.0	-
0.5	0.01
1.0	0.02
1.5	0.03
2.0	0.04
3.0	0.06
4.0	0.08
5.0	0.10
10.0	0.20

- Προσθέστε 2 ml από το ρυθμιστικό διάλυμα χρώματος σε κάθε πρότυπο διάλυμα και δείγμα και ανακατέψτε αφήνοντας το για 15 λεπτά τουλάχιστο
- Διαβάστε την ένδειξη του σπεκτροφωτόμετρου στα 540nm και σχεδιάστε στη συγκέντρωση του NO₂-N

Υπολογισμοί: Διαβάστε τη συγκέντρωση NO₂-N απευθείας από την καμπύλη.

Ακρίβεια και επαναληψιμότητα: Δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για την ακρίβεια και την επαναληψιμότητα της μεθόδου.

3.2.2 Συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας και συγκεκριμένοι μη προτεραιότητας ρύποι

Σχετική Οδηγία: 2000/60, 76/464/ΕΟΚ.

Οι αναλυτικές μέθοδοι και τα χαρακτηριστικά δειγματοληψίας που εφαρμόζονται για τον προσδιορισμό των ουσιών συγκεκριμένων ρύπων προτεραιότητας και συγκεκριμένων μη προτεραιότητας ρύπων περιγράφονται στη συνέχεια, (ΦΕΚ 1866/12-12-2003)

Πτητικές και ημιπτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs)

Ο προσδιορισμός των VOCs γίνεται με τροποποίηση μεθόδου αερίου χρωματογραφίας - purge and trap. Τα VOCs αναλύονται με χρήση συμπυκνωτή π.χ. Hewlett Packard Purge and Trap 7695 ή αντίστοιχου τύπου άλλου κατασκευαστή, με προσροφητική παγίδα 30 cm (VOCARB3000), αερίου χρωματογράφου π.χ. Hewlett Packard 5890 Series 11 και φασματογράφου μάζας π.χ. Hewlett Packard HP5971 MSD ή αντίστοιχου τύπου άλλου κατασκευαστή.

Το σύστημα purge and trap και το σύστημα αερίου χρωματογράφου - φασματογράφου μάζας (GC-MS) υποστηρίζονται από κατάλληλο λογισμικό π.χ. HP G1909 PAT Control και HP G 1034C αντίστοιχα. Η στήλη που χρησιμοποιείται για το χρωματογραφικό διαχωρισμό των VOCs είναι 60 m x 0.32 mm i.d. x 1.8 μm i.d. fused silica τριχοειδής. Το ήλιο χρησιμοποιείται ως φέρον αέριο και η τεχνική εισαγωγής είναι split/splitless. Οι συνθήκες λειτουργίας του Purge and Trap δίνονται στον Πίνακα 3.1, του GC-MS στον Πίνακα 3.2 και οι χρόνοι κατακράτησης, οι χαρακτηριστικές μάζες και τα όρια ανίχνευσης των ενώσεων στον Πίνακα 3.3. Τα όρια ανίχνευσης κυμαίνονται μεταξύ 0.01 μg/l και 0.25 μg/l.

Το αναλυτικό πρωτόκολλο ελέγχου ποιότητας αναλύσεων περιλαμβάνει τακτικές αναλύσεις πιστοποιημένων προτύπων VOCs και απιονισμένου νερού. Η ακρίβεια των αναλύσεων ελέγχεται τακτικά με πρότυπα διαλύματα που περιέχουν γνωστές συγκεντρώσεις VOCs. Τα πρότυπα διαλύματα παρασκευάζονται σε απιονισμένο νερό με εμβολιασμό με γνωστούς όγκους πιστοποιημένων προτύπων VOCs σε μεθανόλη.

Πίνακας 3.1: Συνθήκες λειτουργίας Purge and Trap

Purge:	40 ml/min He, 11 min, θερμοκρασία περιβάλλοντος
Desorb:	30 ml/min He, 180 °C for 4 min (προθέρμανση 175 °C)
<i>Συνθήκες λειτουργίας GC-MS</i>	
Ροή φέροντος αερίου	1 ml/min
Θερμοκρασία φούρνου	35 °C για 3 min , 10 deg/min έως 235 °C
Θερμοκρασία εισαγωγή	200 °C
Split ratio	1:25
Solvent delay	0
MS Scan Program	50-250
Scan/sec	1.9

Πίνακας 3.2: Συνθήκες λειτουργίας GC-MS

Ροή φέροντος αερίου	1 ml/min
Θερμοκρασία φούρνου	35 °C για 3 min , 10 deg/min έως 235 °C
Θερμοκρασία εισαγωγή	200 °C
Split ratio	1:25
Solvent delay	0
MS Scan Program	50-250
Scan/sec	1.9

Πίνακας 3.3: Χρόνοι κατακράτησης, χαρακτηριστικές μάζες και όρια πτητικών και ημιπτητικών ενώσεων με τη μέθοδο Purge and Trap - GC-MS

No*	CAS Number	Ένωση	Χρόνος κατακράτησης (min)	Χαρακτηριστικές μάζες	Όριο ανίχνευσης (μg/l)
1 (60)	75-35-4	1,1-Dichloroethylene	7.16	96, 61	0.10
2 (62)	75-09-2	Dichloromethane	7.58	84, 86, 49	0.05
3 (61)	540-59-0	<i>trans</i> -1,2-Dichloroethene	8.24	96, 61	0.25
4 (58)	75-34-3	1,1-Dichloroethane	8.61	63, 65, 83	0.10
5 (61)	540-59-0	<i>cis</i> -1,2-Dichloroethene	9.32	96, 61	0.25
6		2,2-Dichloropropane	9.44	77, 97	0.05
7	74-97-5	Bromochloromethane	9.69	128, 49, 130	0.25
8 (119)	71-55-6	1,1,1-Trichloroethane	10.23	97, 99, 61	0.10
9 (7)	71-43-2	Benzene	10.46	78	0.10
10 (65)	78-87-5	1,2-Dichloropropane	11.61	63, 112	0.01
11	74-95-3	Dibromomethane	11.77	93, 95, 174	0.25
12	75-27-4	Dichlorobromomethane	11.83	83, 85	0.05
13		1,1-Dichloropropene	12.53	75, 110	0.25
14 (112)	108-88-3	Toluene	13.19	91	0.05
15 (120)	79-00-5	1,1,2-Trichloroethane	13.36	83, 97, 85	0.10
16		1,3-Dichloropropane	13.64	76, 78	0.05
17	124-48-1	Dibromochloromethane	14.04	129, 127	0.10
18 (48)	106-93-4	1,2-Dibromoethane	14.34	107, 109, 188	0.10
19 (20)	108-90-7	Chlorobenzene	15.11	112, 77, 114	0.05
20 (79)	100-41-4	Ethylbenzene	15.30	91, 106	0.05
21 (129)	108-38-3 106-42-3	<i>m, p</i> - Xylenes	15.46	106, 91	0.05
22 (129)	95-47-6	<i>o</i> -Xylene	16.03	106, 91	0.05
23	75-25-2	Bromoform	16.16	173, 175, 254	0.10
24 (87)	98-83-9	Isopropylbenzene	16.58	105, 120	0.05
25	108-86-1	Bromobenzene	17.02	156, 77, 158	0.10
26	103-65-1	<i>n</i> -Propylbenzene	17.18	91, 120	0.05
27 (38)	95-49-8	2-Chlorotoluene	17.33	91, 126	0.25
28 (40)	106-43-4	4-Chlorotoluene	17.42	91, 126	0.25
29	98-06-6	<i>tert</i> - Butylbenzene	17.74	119, 91, 134	0.25
30		1,3,5-Trimethylbenzene	17.98	105, 120	0.25
31	135-98-8	<i>sec</i> -Butylbenzene	18.29	105, 134	0.25
32 (54)	541-73-1	1,3-Dichlorobenzene	18.45	146, 111, 148	0.05
33 (55)	106-46-7	1,4-Dichlorobenzene	18.58	146, 111, 148	0.05
34 (53)	95-50-1	1,2-Dichlorobenzene	19.07	146, 111, 148	0.10
35 (96)	91-20-3	Naphthalene	19.94	128	0.05
36 (117)		1,2,3-Trichlorobenzene	21.63	180, 182	0.01

* Ο αριθμός του Καταλόγου II της Οδηγίας 76/464/EEC δίνεται σε παρένθεση

Φυτοφάρμακα

Τα φυτοφάρμακα αναλύονται με μέθοδο αερίου χρωματογραφίας (GC) χρησιμοποιώντας αέριο χρωματογράφο, με ανιχνευτή Nitrogen Phosphorus Detector (NPO) για τα οργανοφωσφορικά φυτοφάρμακα και ανιχνευτή Electron Capture Detector (ECD) για τα οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα. Για το χρωματογραφικό διαχωρισμό των οργανοφωσφορικών φυτοφαρμάκων χρησιμοποιείται τριχοειδής στήλη 30m x 0.32mm i.d x 0.25µm fused silica, ενώ για το χρωματογραφικό διαχωρισμό των οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων χρησιμοποιείται τριχοειδής στήλη 30m x 0.53mm i.d x 0.5µm film thickness fused silica. Η προεπεξεργασία των δειγμάτων για την ανάλυση των φυτοφαρμάκων περιλαμβάνει εκχύλιση στερεής φάσης (Solid-phase extraction, SPE).

Μεθανόλη (10 ml) προστίθεται ως τροποποιητής σε 1L δείγματος για βελτίωση της εκχύλισης. Χρησιμοποιούνται δίσκοι SPE διαμέτρου 47 mm και πάχους 0,5 mm, οι οποίοι περιέχουν 500 mg bonded phase (octadecyl-C18-bonded silica). Οι δίσκοι SPE προετοιμάζονται με 10 ml ακετόνης για 30 min και τοποθετούνται σε συμβατική συσκευή διήθησης τύπου Millipore ή αντίστοιχου τύπου άλλου κατασκευαστή. Πριν την εκχύλιση εκπλένονται με 10 ml οξικού αιθυλεστέρα και στη συνέχεια με 10 ml διχλωρομεθανίου υπό κενό και με 10 ml μεθανόλης χωρίς κενό. Οι δίσκοι SPE δεν αφήνονται να στεγνώσουν. Τα δείγματα αναμιγνύονται καλά και αφήνονται να διαπεράσουν τους δίσκους με ροή 30 ml/min υπό κενό. Τα φυτοφάρμακα που παγιδεύονται στο δίσκο συλλέγονται χρησιμοποιώντας 2 x 5 ml οξικού αιθυλεστέρα ως διαλύτη έκλουσης. Τα εκλούσματα συμπυκνώνονται έως 0.5 ml με ήπιο ρεύμα αζώτου.

Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων δίνονται στον Πίνακα 3.4 και για τον προσδιορισμό των οργανοφωσφορικών, αζωτούχων και θειούχων φυτοφαρμάκων στον Πίνακα 3.5. Οι χρόνοι κατακράτησης και τα όρια ανίχνευσης για τα οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.6.

Πίνακας 3.4: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων

Αρχική θερμοκρασία (°C) / Χρόνος (min)	80 - 1
Ρυθμός ανόδου θερμοκρασίας (°C /min)	30
1° θερμοκρασιακό βήμα (°C) / Χρόνος (min)	180 - 0
Ρυθμός ανόδου θερμοκρασίας (°C /min)	5
2° θερμοκρασιακό βήμα (°C) / Χρόνος (min)	200 - 0
Ρυθμός ανόδου θερμοκρασίας (°C /min)	10
3° θερμοκρασιακό βήμα (°C) / Χρόνος (min)	260 - 3
Θερμοκρασία εισαγωγή (°C)	250
Θερμοκρασία ανιχνευτή (°C)	300
Ροή φέροντος αερίου	5 ml/min (He)
Ροή βοηθητικού αερίου	40 ml/min (N ₂)
Τύπος εισαγωγής	On-column

Πίνακας 3.5: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό οργανοφωσφορικών, αζωτούχων, θειούχων φυτοφαρμάκων

Αρχική θερμοκρασία (°C) / Χρόνος (min)	150 - 1
Ρυθμός ανόδου θερμοκρασίας (°C /min)	2
1 ^ο θερμοκρασιακό βήμα (°C) / Χρόνος (min)	180 - 0
Ρυθμός ανόδου θερμοκρασίας (°C /min)	5
2 ^ο θερμοκρασιακό βήμα (°C) / Χρόνος (min)	200 - 0
Ρυθμός ανόδου θερμοκρασίας (°C /min)	5
3 ^ο θερμοκρασιακό βήμα (°C) / Χρόνος (min)	250 - 7
Θερμοκρασία εισαγωγέα (°C)	240
Θερμοκρασία ανιχνευτή (°C)	280
Ροή φέροντος αερίου	20 ml/min (He)
Ροή βοηθητικού αερίου	1.5 ml/min (N ₂)
Ροή υδρογόνου	3.5 ml/min (H ₂)
Ροή αέρα	100 - 120 ml/min (Air)
Τύπος εισαγωγής	On-column

Πίνακας 3.6: Χρόνοι κατακράτησης και όρια ανίχνευσης οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων (Τριχοειδής στήλη, fused silica, 30m x 0.53mm x 0.5μm)

Ένωση	Χρόνος κατακράτησης	Όριο ανίχνευσης
α-Endosulfan	15.943-15.951	0.002 μg l ⁻¹
β-Endosulfan	18.180-18.190	0.002 μg l ⁻¹
Endosulfan sulfate	19.656-19.671	0.002 μg l ⁻¹
Heptachlor	12.631-12.639	0.002 μg l ⁻¹
Heptachlor epoxide	14.739-14.747	0.002 μg l ⁻¹
Methoxychlor	22.387-22.406	0.002 μg l ⁻¹
Endrin Ketone	22.983-23.000	0.002 μg l ⁻¹
Endrin Aldehyde	19.215-19.226	0.002 μg l ⁻¹

Το όριο ανίχνευσης για τα οργανοφωσφορικά φυτοφάρμακα είναι 0.003 μg/l εκτός από τα Methamidophos, Meviphos, Demeton (O+S), Demeton-S-methyl, Dimethoate (0.005 μg/l) και Omethoate (0.05 μg/l).

Δείγματα

Τα δείγματα συλλέγονται σε σκουρόχρωμες γυάλινες φιάλες του 1-L. Διηθούνται με φίλτρα 0.45 μm glass fiber και οξινίζονται με HCl (6N) μέχρι pH=2, για να παρεμποδισθεί η μικροβιακή δραστηριότητα.

Τριαζίνες (TAIA), φαινυλουρίες (PU) και Phoxim

Όλοι οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται είναι κατάλληλοι για αναλύσεις με υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC). Το σύστημα HPLC αποτελείται από μια αντλία συνδεδεμένη με ανιχνευτή diode-array και εισαγωγέα loop injector. Η στήλη είναι διαστάσεων 4.6 mm x 15 cm (5 μm)

π.χ. τύπου Zorbax SB - C18 με προστήλη. Η θερμοστάτηση της στήλης γίνεται με κλίβανο στους 40 °C.

Η χρωματογραφική ανάλυση επιτυγχάνεται με μεταβολή σύστασης κινητής φάσης ακετονιτρίλιο-νερό, με ροή 1.2 ml/min. Το πρόγραμμα μεταβολής είναι 10% ακετονιτρίλιο έως 100% ακετονιτρίλιο σε 40 λεπτά.

Το δείγμα (500 ml) διηθείται με φίλτρο GF/F 0.7 µm glass microfiber. Φύσιγγες προετοιμάζονται με 10 ml μεθανόλης και 10 ml απιονισμένου νερού και το δείγμα εισάγεται με ροή 20 ml/min κατά προσέγγιση. Η φύσιγγα πλένεται με 5 ml νερού, και τα ζιζανιοκτόνα εκλούονται με 6 ml ακετονιτρίλιου. Το ακετονιτρίλιο απομακρύνεται με ήπιο ρεύμα αζώτου στους 35 °C, και τα ζιζανιοκτόνα ανακτώνται με 1 ml της αρχικής κινητής φάσης.

Με στόχο της επίτευξη μέγιστης ευαισθησίας, οι ποσοτικές μετρήσεις γίνονται στα 220 nm για τις τριαζίνες, στα 244 nm για τις φαινυλοουρίες και στα 282 nm για το phoxim με τη μέθοδο εξωτερικού προτύπου και συντελεστές συσχέτισης των καμπυλών βαθμονόμησης πάντα μεγαλύτερους από 0.999. Η μέση ανάκτηση των ενώσεων, υπολογισμένη από εμβολιασμένα δείγματα σε συγκεντρώσεις 0.05, 0.1 και 0.5 µg/l, είναι 85% με σχετική τυπική απόκλιση 9%.

Τα όρια ανίχνευσης είναι: 0.025 µg/l για τις Simazine, Cyanazine, Atrazine, Terbutylazine και Prometryne, 0.040 µg/l για το Chlorotoluron, Mopolinuron, Diuron, Metobromuron και Linuron, 0.5 µg/L για το Phoxim και 0.2 µg/L για τις deisopropyl-Atrazine, Metamitron, Chloridazon και de-sethyl-Atrazine.

Δείγματα

Τα δείγματα συλλέγονται σε σκουρόχρωμες φιάλες του 1-L και διηθούνται με φίλτρα 0.7 µm glass microfiber.

Μέταλλα

Αρσενικό: Ο προσδιορισμός του As (διαλυμένου και συνολικού υπό οξίνιση εξαγόμενου) γίνεται με χρήση φασματοφωτομέτρου ατομικής απορρόφησης εξοπλισμένου με φούρνο γραφίτη Zeeman THGA. Το συνολικό υπό οξίνιση εξαγόμενο κλάσμα του μετάλλου προσδιορίζεται μετά από χώνευση των δειγμάτων για 12 ώρες στους 70 °C. Το όριο ανίχνευσης είναι 1.0 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του As σε γλυκό νερό και σε θαλασσινό νερό παρουσιάζονται στους Πίνακες 3.7 και 3.8 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.7: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό As σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	5	250
Ξήρανση 2	130	15	15	250
Πυρόλυση	1200	15	25	250
Ατμοποίηση	2000	0	4	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Πίνακας 3.8: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό As σε θαλασσινό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	10	10	250
Ξήρανση 2	130	15	15	250
Πυρόλυση 1	900	25	25	250
Πυρόλυση 2	1100	15	15	250
Ατμοποίηση	2100	0	4	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Δείγματα

Τα δείγματα συλλέγονται σε φιάλες πολυαιθυλενίου των 500-mL και οξινίζονται με HNO₃ σε pH 1.

Οργανοκασσιτερικές ενώσεις

Συνολικές οργανοκασσιτερικές ενώσεις: Η διαδικασία περιλαμβάνει οξίνιση των δειγμάτων με 50 ml οξικού οξέος και εκχύλιση με 10 ml τολουολίου. Μετά την εκχύλιση, το στρώμα του διαλύτη μεταφέρεται σε γυάλινο φιαλίδιο και συμπυκνώνεται με ήπιο ρεύμα αζώτου στο 1 ml. Με τη διαδικασία αυτή εκχλιζονται το tributyltin (TBT), το triphenyltin (TPhT) και μερικά dibutyltins (DBT) αλλά όχι το monobutyltin (MBT) ή ο ανόργανος κασσίτερος (Sn) [9]. Έχουν γίνει έλεγχοι ανακτήσεων για να επιβεβαιωθεί αυτό. Οι ανακτήσεις είναι για το TBT (98 ±4%),

Πίνακας 3.9: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό οργανοκασιτερικών ενώσεων στα επιφανειακά νερά και σε θαλάσσια νερά

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	5	250
Ξήρανση 2	130	15	15	250
Πυρόλυση	1200	15	25	250
Ατμοποίηση	2000	0	4	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

TPhT (105 ± 2%), DBT (76 ± 2), MBT (0%), Sn (0%).

Χρησιμοποιείται φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης π.χ. Perkin Elmer 5100 ή αντίστοιχου τύπου άλλου κατασκευαστή εξοπλισμένο με φούρνο γραφίτη. Οι συνθήκες λειτουργίας είναι lamp current 32 mA, wavelength 286.3 nm, slit 0.7 nm και το ρήνιο επιλέχθηκε ως χημικός τροποποιητής. Εφαρμόζεται τεχνική θερμής εισαγωγής ώστε να επιτευχθεί χαμηλότερο όριο ανίχνευσης. Το όριο ανίχνευσης της μεθόδου είναι 0.001 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό των οργανοκασιτερικών ενώσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 3.9.

Χημικές μορφές οργανοκασιτερικών ενώσεων

Δείγματα νερού

Το pH υδατικού δείγματος όγκου 1 L ρυθμίζεται στο 5.00 με 13.6 g sodium acetate και λίγα ml of οξικού οξέος. Το δείγμα μεταφέρεται σε διαχωριστική χοάνη του 1-L. Προστίθενται 2.5 ml NaBEt₄ 0.4% w/v (που παρασκευάζεται ημερησίως) και 5 ml εξανίου και το μίγμα αναταράσσεται για 10 min. Μετά το διαχωρισμό των φάσεων (20 min), η φάση του εξανίου συλλέγεται σε γυάλινο φιαλίδιο μακριά από το φως και φυλάσσεται στους -20 °C. Στην περίπτωση δειγμάτων αποβλήτων χρησιμοποιούνται 10 ml εξανίου.

Δείγματα σωματιδιακού υλικού

Τα φίλτρα με το σωματιδιακό υλικό τοποθετούνται σε γυάλινα φιαλίδια 250-ml glass και προστίθενται 60 ml οξικού οξέος 0.5M σε μεθανόλη. Τα δείγματα σκεπάζονται με αλουμινόχαρτο και τοποθετούνται σε συσκευή υπερήχων για 4 ώρες. Μετά φυγοκεντρίζονται και το υπερκείμενο υγρό αραιώνεται με απιονισμένο νερό έως 300 ml. Τότε το pH του δείγματος ρυθμίζεται στο 5.00 με 4.5 g sodium acetate και λίγες σταγόνες οξικού οξέος και μεταφέρεται σε διαχωριστική χοάνη των 500-ml.

Προστίθενται 1.0 ml of NaBEt₄ 0.4% w/v (που παρασκευάζεται ημερησίως) και 5 ml εξανίου και το μίγμα αναταράσσεται για 10 min. Μετά το διαχωρισμό των φάσεων (20 min), η φάση του εξανίου συλλέγεται σε γυάλινο φιαλίδιο, μακριά από το φως και φυλάσσεται στους -20 °C. Παράλληλα γίνεται και ανάλυση προτύπων ουσιών (PACS).

Δείγματα

Τα δείγματα νερού (1 L) συλλέγονται σε σκουρόχρωμες γυάλινες φιάλες και αμέσως οξινίζονται με HCl σε pH 2. Μερικά δείγματα υγρών αποβλήτων διηθήθηκαν στο εργαστήριο, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης αιωρούμενων στερεών.

Αναλυτικές μέθοδοι προσδιορισμού μετάλλων του Καταλόγου II της Οδηγίας 76/464/EEC σε επιφανειακά νερά και υγρά απόβλητα στην Ελλάδα

Οι αναλυτικές μέθοδοι που εφαρμόζονται για τον προσδιορισμό των μετάλλων περιγράφονται στη συνέχεια.

Ο προσδιορισμός των μετάλλων: As, Cr, Cu, Co, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V and Zn (διαλυμένου και υπό οξίνιση εξαγόμενου κλάσματος) γίνεται με χρήση φασματοφωτομέτρου ατομικής απορρόφησης εξοπλισμένου με φούρνο γραφίτη Zeeman THGA. Το συνολικό υπό οξίνιση εξαγόμενο κλάσμα του μετάλλου προσδιορίζεται μετά από χώνευση των δειγμάτων για 12 ώρες στους 70 °C [7]. Ο προσδιορισμός των Ba, Ti and Al γίνεται με Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES).

Αρσενικό: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 193 nm. Το όριο ανίχνευσης είναι 1.0 μg/l. 1 μg Pd χρησιμοποιείται ως χημικός τροποποιητής. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του As σε γλυκό νερό και σε θαλασσίνο νερό παρουσιάζονται στους Πίνακες 3.10 και 3.11 αντίστοιχα.

Πίνακας 3.10: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό As σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	10	10	250
Ξήρανση 2	130	15	15	250
Πυρόλυση 1	900	25	25	250
Πυρόλυση 2	1100	15	15	250
Ατμοποίηση	2100	0	4	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Πίνακας 3.11: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό As σε θαλασσινό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	15	250
Πυρόλυση	1000	10	20	250
Ατμοποίηση	2100	0	5	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Χρώμο: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 357.9 nm is used. Το όριο ανίχνευσης είναι 0.18 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό Cr σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.12.

Πίνακας 3.12: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό Cr σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	25	250
Πυρόλυση	1100	10	20	250
Ατμοποίηση	2300	0	5	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Χαλκός: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 324.8 nm. Το όριο ανίχνευσης είναι 0.36 mg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του Cu σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.13.

Πίνακας 3.13: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό Cu και Co σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	25	250
Πυρόλυση	1000	10	20	250
Ατμοποίηση	2100	0	5	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Κοβάλτιο: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 242.5 nm. Το όριο ανίχνευσης είναι 0.8 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του Co σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.13.

Σίδηρος: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 248.3 nm. Το όριο ανίχνευσης είναι 1.0 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του Fe σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.14.

Πίνακας 3.14: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό Fe σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	25	250
Πυρόλυση	900	10	20	250
Ατμοποίηση	2100	0	5	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Μόλυβδος: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 283.3 nm. Το όριο ανίχνευσης είναι 0.8 µg/l. Platinum (1 µg) χρησιμοποιείται ως χημικός τροποποιητής. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του Pb σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.15.

Πίνακας 3.15: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό Pb σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	25	250
Πυρόλυση	950	10	20	250
Ατμοποίηση	1800	0	3	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Μαγγάνιο: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 279.5 nm is used. Το όριο ανίχνευσης είναι 0.27 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του Mn σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.16.

Πίνακας 3.16 Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό Mn σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	25	250
Πυρόλυση	1000	10	20	250
Ατμοποίηση	2000	0	4	0
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Μολυβδένιο: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 313.3 nm. Το όριο ανίχνευσης είναι 0.13 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του Mo σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.17.

Πίνακας 3.17: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό Mo σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	25	250
Πυρόλυση	1500	10	20	250
Ατμοποίηση	2400	0	8	0
Καθαρισμός	2450	1	3	250

Νικέλιο: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 232 nm. Το όριο ανίχνευσης είναι 0.40 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του Ni σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.18.

Πίνακας 3.18: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό Ni σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	25	250
Πυρόλυση	1000	10	20	250
Ατμοποίηση	2300	0	5	0
Καθαρισμός	2400	1	3	250

Βανάδιο: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 318.4 nm. Το όριο ανίχνευσης είναι 1.0 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του V σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.19.

Πίνακας 3.19: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό V σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	25	250
Πυρόλυση	1200	10	20	250
Ατμοποίηση	2400	0	8	0
Καθαρισμός	2450	1	3	250

Ψευδάργυρος: Χρησιμοποιείται μήκος κύματος 213.9 nm. Το όριο ανίχνευσης είναι 0.35 µg/l. Οι αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό του Zn σε γλυκό νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.20.

Πίνακας 3.20: Αναλυτικές συνθήκες για τον προσδιορισμό Zn σε γλυκό νερό

Στάδιο	Θερμοκρασία θ (°C)	Χρόνος ανόδου της θ (s)	Χρόνος Παραμονής στη θ (sec)	Παροχή Ar (ml min ⁻¹)
Ξήρανση 1	120	5	10	250
Ξήρανση 2	130	5	25	250
Πυρόλυση	600	10	20	250
Ατμοποίηση	1800	0	3	250
Καθαρισμός	2400	1	2	250

Προσδιορισμός Ti, Ba and Al με ICP-AES

Οι ακόλουθες αναλυτικές γραμμές χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του κάθε μετάλλου: Ti (364.3 nm), Ba (553.6 nm) και Al(309.3 nm). Τα όρια ανίχνευσης είναι 15 µg/l για το Ti, 11 µg/l για το Ba και 16 µg/l για το Al, αντίστοιχα. Η βαθμονόμηση γίνεται με υδατικά πρότυπα διαλύματα.

Δείγματα

Τα δείγματα συλλέγονται σε φιάλες πολυαιθυλενίου των 500-mL και οξινίζονται με HNO₃ σε pH 1.

4 Προδιαγραφές οργάνων μέτρησης ποιοτικών παραμέτρων

4.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τεχνικές προδιαγραφές των οργάνων που απαιτούνται για την μέτρηση των παραμέτρων που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3, καθώς και του κόστους προμήθειας αυτών.

4.2 Τεχνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά οργάνων μέτρησης

ΦΟΡΗΤΟ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΟΞΥΓΟΝΟΜΕΤΡΟ - ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ

Παράμετρος παρακολούθησης: Συνθήκες οξυγόνωσης, Θερμική κατάσταση
Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 1.500 Ευρώ

Ψηφιακό οξυγονόμετρο μεγάλης ακρίβειας με τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά.

1. Μετρά διαλυμένο οξυγόνο και θερμοκρασία με παράλληλη ένδειξη αυτών.
2. Περιοχή μέτρησης διαλυμένου οξυγόνου:
mgO₂/lt : 0.00 - 19.99
% κορεσμό : 0.00 - 100%
με ακρίβεια + ή - 0.5% της μετρούμενης τιμής + ή - 1 digit.
3. Περιοχή μέτρησης θερμοκρασίας: -5 . . . +5⁰C με ακρίβεια + ή - 0.1 ⁰C, + ή - digit.
4. Διαθέτει ειδική προστασία κατά της υγρασίας και της σκόνης με IP 66.
5. Αυτόματη αντιστάθμιση της θερμοκρασίας.
6. Αυτόματη διόρθωση ατμοσφαιρικής πίεσης με ενσωματωμένο αισθητήριο πίεσης.
7. Διόρθωση αλατότητας 0.0 . . . 70.0 salinity.
8. Λειτουργία βαθμονόμησης γρήγορη (δεν απαιτείται χρόνος αναμονής λόγω πόλωσης).
9. Συνοδεύεται από όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για τη μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου κατά τον προσδιορισμό του BOD σε φιάλες Winkler (σύστημα ανάδευσης, χωνί προσαρμογής κλπ).
10. Λειτουργία με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.

11. Καλώδιο ηλεκτροδίου τουλάχιστον 10 (δέκα) μέτρα.
12. Το όλο σετ του οξυγονομέτρου περιλαμβάνει: Βαλιτσάκι, συσκευή μέτρησης, ηλεκτρόδιο, Kit συντήρησης ηλεκτροδίου, καλώδιο ηλεκτροδίου 10 m, εξαρτήματα μέτρησης κατά τον προσδιορισμό του BOD.
13. Το όργανο συνοδεύεται από το βιβλίο λειτουργίας (operation manual) και το βιβλίο συντήρησης (service manual).

ΨΗΦΙΑΚΟ ΦΟΡΗΤΟ ΠΕΧΑΜΕΤΡΟ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Παράμετρος παρακολούθησης: Συνθήκες οξίνισης

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 750 Ευρώ

Ψηφιακό φορητό πεχάμετρο ακρίβειας με τα παρακάτω τουλάχιστον τεχνικά χαρακτηριστικά:

1. Κλίμακες μέτρησης:

PH: - 2.00 . . . 16.00 PH
με ακρίβεια + ή - 0.01 PH, + ή - 1 digit
MV: - 1250 . . . 1250 MV
με ακρίβεια + ή - 1 MV, + ή - 1 digit
Θερμοκρασία: -5 . . . + 99.9⁰C
με ακρίβεια + ή - 0.1⁰C, + ή - 1 digit.

2. Ταυτόχρονη ψηφιακή ένδειξη pH/θερμοκρασίας.
3. Σύστημα βαθμονόμησης:

Το σύστημα βαθμονόμησης θα διαθέτει τις κάτωθι τρεις μεθόδους:

- α. Πλήρως αυτοματοποιημένη μέθοδος βαθμονόμησης 2 σημείων με προκαθορισμένες προγραμματισμένες τιμές ρυθμιστικών διαλυμάτων, σύμφωνα με το DIN 19266.
 - β. Πλήρως αυτοματοποιημένη βαθμονόμηση 2 σημείων με τεχνικά ρυθμιστικά διαλύματα του κατασκευαστού του οργάνου.
 - γ. Τυπική βαθμονόμηση με 2 ελεύθερα επιλεγόμενα ρυθμιστικά διαλύματα.
4. Διακριτική ικανότητα 0.1 ή 0.01, επιλέγεται από τον χειριστή ανάλογα με την επιθυμητή ταχύτητα και ακρίβεια των μετρήσεων.
 5. Το όργανο θα είναι εφοδιασμένο με σύστημα AUTO READ, το οποίο σταθεροποιεί τη λαμβανομένη μέτρηση και εγγυάται υψηλή ακρίβεια και επαναληπτικότητα.
 6. Μεγάλη ψηφιακή οθόνη πολλαπλών λειτουργιών.
 7. Μεγάλη στεγανότητα στο νερό και στη σκόνη (IP 66).
 8. Μεγάλη αντίσταση εισόδου > 10¹²Ω.
 9. Αντιστάθμιση της θερμοκρασίας -20⁰C . . . 130⁰C αυτόματα με το αισθητήριο της θερμοκρασίας τύπου Pt 100 ή άλλου τύπου.

10. Αυτόματο κλείσιμο της συσκευής.
11. Σύνδεση του ηλεκτροδίου σύμφωνα με το DIN 19262.
12. Συνοδεύεται από το συνδιασμένο ηλεκτρόδιο υάλου υψηλής πιστότητας.
13. Ειδικό στήριγμα (βραχίονας) του ηλεκτροδίου για εργαστηριακή χρήση της συσκευής.
14. Μνήμη microprocessor: 10 ζεύγη μετρήσεων.
15. Λειτουργία με μπαταρίες για 1500 ώρες λειτουργίας τουλάχιστον.
16. Το όργανο θα συνοδεύεται από θήκη μεταφοράς (βαλιτσάκι), τα ανάλογα ρυθμιστικά διαλύματα, διάλυμα KCL 3 mol/l, ειδικό στατώ στήριξης του ηλεκτροδίου στο εργαστήριο, πλήρες έτοιμο για λειτουργία.
17. Το όργανο συνοδεύεται από το βιβλίο λειτουργίας (operation manual) και το βιβλίο συντήρησης (service manual).

ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΠΕΧΑΜΕΤΡΟ - ΙΟΝΤΟΜΕΤΡΟ

Παράμετρος παρακολούθησης: Παρουσία θρεπτικών, συνθήκες οξίνισης

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 4.500 Ευρώ

Ψηφιακό πεχάμετρο - ιοντόμετρο μεγάλης ακρίβειας με τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά τουλάχιστον:

1. Το πεχάμετρο - ιοντόμετρο θα είναι εφοδιασμένο με το κατάλληλα εκλεκτικά ηλεκτρόδια ιόντων (ISE), τα κατάλληλα ηλεκτρόδια αναφοράς, τα ανάλογα ρυθμιστικά και standard διαλύματα και τα κατάλληλα πληρωτικά διαλύματα για να πραγματοποιεί τις παρακάτω μετρήσεις:

1.1 PH - MV - T⁰C

1.2 Ammonia (NH₃)

1.3 Cyanide (CN⁻)

1.4 Fluoride (F⁻)

1.5 Potassium (K⁺)

1.6 Sodium (Na⁺)

1.7 Nitrite (NO₂⁻)

1.8 Sulphide (S⁻²)

1.9 Nitrate (NO₃⁻)

2. Περιοχή μέτρησης:

2.1	PH:	-2	....	+16	
	MV:	-2000	....	+2000	MV
	T ⁰ :	-5	....	+110	°C
2.2	NH ₃ :	0.1	....	1000	mgr/l
2.3	(CN ⁻):	0.03	....	260	mgr/l

2.4	(F ⁻):	0.02	....	κορεσμός	
2.5	(K ⁺):	0.04	....	39000	mgr/lt
2.6	(Na ⁺):	0.002	....	23000	mgr/lt
2.7	(NO ₂ ⁻):	0.1	....	230	mgr/lt
2.8	(S ²⁻):	0.003	....	32000	mgr/lt
2.9	(NO ₃ ⁻):	0.4	....	62000	mgr/lt

3. Διακριτική ικανότητα (Resolution).

- PH: 0.01 PH/0.001 PH

-MV: 1 MV/0.1 MV

ταχύτητα και ακρίβεια των μετρήσεων.

4. Ακρίβεια:

- PH: + ή - 0.01 PH/0.003 PH

-MV: + ή - 1 MV/0.2 MV

5. Αντιστάθμιση της θερμοκρασίας -5⁰C . . . +100 ⁰C αυτόματα με αισθητήριο της θερμοκρασίας που συνοδεύει την συσκευή.

6. Μεγάλη αντίσταση εισόδου.

7. Διπλή είσοδος για ταυτόχρονη μέτρηση δύο παραμέτρων με δύο ηλεκτρόδια.

8. Δυνατότητα σύνδεσης με καταγραφικό.

9. Έξοδος: RS 232 C/

10.Αυτόματη αναγνώριση του τύπου των ηλεκτροδίων που χρησιμοποιούνται.

11.Τροφοδοσία 50Hz/220V.

12.Αυτόματο σύστημα βαθμονόμησης 5 σημείων.

12.1 Η μέθοδος της γνωστής προσθήκης να μπορεί να εφαρμοσθεί με την συσκευή.

13.Ενσωματωμένες μέθοδοι βαθμονόμησης και μετρήσεων.

14.Βραχίονας στήριξης ηλεκτροδίων.

15.Ενσωματωμένο σύστημα διαγνωστικών.

16.Το όργανο συνοδεύεται από το βιβλίο λειτουργίας (operation manual) καθώς και διάφορες αναλυτικές μεθόδους.

17.Συνοδεύεται από ρυθμιστικά διαλύματα καθώς και διάλυμα αποθήκευσης του ηλεκτροδίου PH.

ΨΗΦΙΑΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΑΓΩΓΙΜΟΜΕΤΡΟ

Παράμετρος παρακολούθησης: Αλατότητα

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 740 Ευρώ

Ψηφιακό εργαστηριακό αγωγιμόμετρο με τα παρακάτω τουλάχιστον τεχνικά χαρακτηριστικά:

1. Μεγάλη ψηφιακή οθόνη 2x16 χαρακτήρων.
2. Ενδείξεις: Αγωγιμότητας - Θερμοκρασίας και διαλυμένων στερεών.
3. Περιοχές μέτρησης:
 - 3.1 Αγωγιμότητα σε πέντε τουλάχιστον κλίμακες:

3.1.1	0.00 - 19.99 $\mu\text{S}/\text{cm}$
3.1.2	0.0 - 199.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$
3.1.3	0 - 1999 $\mu\text{S}/\text{cm}$
3.1.4	0.00 - 19.99 $\mu\text{S}/\text{cm}$
3.1.5	0.0 - 199.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$
 - 3.2 Θερμοκρασία -5 . . . +90⁰C.
4. Η ακρίβεια στη μέτρηση της αγωγιμότητας θα είναι 0.1 - 0.5% ανάλογα της κλίμακας. Η ακρίβεια στη μέτρηση της θερμοκρασίας θα είναι 0.1-0.5% ανάλογα θερμοκρασίας του μετρούμενου υγρού.
5. Το όργανο θα είναι κατασκευασμένο ώστε να μην επηρεάζεται από υγρά που τυχόν θα πέσουν επάνω του (Splashproof).
6. Το όργανο είναι εφοδιασμένο με μικροεπεξεργαστή, ο οποίος εξασφαλίζει την αυτόματη λειτουργία του, την αντιστάθμιση της θερμοκρασίας με τη βοήθεια ειδικού αισθητήριου θερμοκρασίας και την αλλαγή της συχνότητας στην οποία εκτελείται η μέτρηση.
7. Το όργανο θα συνοδεύεται από ειδικό στατώ με αρθρωτό βραχίονα για τη στήριξη του ηλεκτροδίου αγωγιμότητος καθώς και του αισθητήριου θερμοκρασίας εάν το τελευταίο δεν είναι ενσωματωμένο στο ηλεκτρόδιο αγωγιμότητας.
8. Η περιοχή της αγωγιμότητας θα επιλέγεται είτε αυτόματα από το όργανο (microprocessor) είτε χειροκίνητα από τον χρήστη.
9. Η θερμοκρασία αναφοράς θα είναι 20⁰C, είτε 25⁰C επιλεγόμενη από το χρήστη (AFNOR και EEC standards αντίστοιχα).
10. Η σταθερά της κυψελίδας μπορεί είτε να εισαχθεί χειροκίνητα, είτε να υπολογισθεί αυτόματα από το όργανο με τη χρήση ενός standard.

11. Το όργανο θα είναι εφοδιασμένο με το σύστημα AUTOREAD που σταθεροποιεί την λαμβανομένη μέτρηση.
12. Ο συντελεστής θερμοκρασίας (temperature coefficient, TC) θα είναι μεταβλητός στην περιοχή 0.00 - 3.00 %⁰C και θα προσδιορίζεται αυτόματα από το όργανο ή θα εισάγεται χειροκίνητα.
13. Θα διαθέτει σειριακή έξοδο RS 232 C κατάλληλη για σύνδεση με υπολογιστή ή εκτυπωτή.
14. Τάση λειτουργίας 220V/50 MZ.
15. Πλήρες το όργανο έτοιμο για λειτουργία με όλα τα απαιτούμενα accessories (στατώ κλπ) και τα απαιτούμενα standard διαλύματα.
16. Το όργανο συνοδεύεται από το βιβλίο λειτουργίας (operation manual), το βιβλίο συντήρησης (service manual) και το βιβλίο αναλυτικών μεθόδων βαθμονόμησης και μετρήσεων (cook book).

ΘΟΛΟΜΕΤΡΟ

Παράμετρος παρακολούθησης: Διαπεραρότητα

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 2.400 Ευρώ

Θολόμετρο εργαστηριακό ελεγχόμενο από μικροεπεξεργαστή σύγχρονο, ψηφιακό για άχρωμα ή έγχρωμα δείγματα με τα παρακάτω τουλάχιστον τεχνικά χαρακτηριστικά:

Το θολόμετρο θα είναι νεφελόμετρο το οποίο μετρά την ένταση της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας.

1. Αρχή λειτουργίας του οργάνου: Φως από φωτεινή πηγή εστιάζεται και διέρχεται από το δείγμα. Κύριος ανιχνευτής τοποθετημένος υπό γωνία 90⁰ ως προς την προσπίπτουσα ακτινοβολία λαμβάνει το σκεδαζόμενο φως από τα αιωρούμενα σωματίδια. Το όργανο διαθέτει και δευτερεύοντες ανιχνευτές του διερχομένου φωτός (transmitted light detector) του πίσω σκεδαζομένου φωτός (back scatter detector) και του εμπρόσθιου σκεδαζομένου.
2. Το όργανο θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με τα κριτήρια σχεδιασμού της USEPA όπως περιγράφονται στη μέθοδο USEPA 180.1.
3. Φωτεινή πηγή: λάμπα βολφραμίου (tungsten-filament lamp) που θα λειτουργεί στην περιοχή 2200-3000⁰K. Ο τυπικός χρόνος ζωής της λάμπας θα είναι 10.000 ώρες.

4. Το μήκος κύματος του συστήματος (peak spectral response of the system) θα είναι μεταξύ 400mm και 600mm.
5. Η ολική διανυόμενη απόσταση μεταξύ της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και της σκεδαζομένης μέσα από το δείγμα δε θα είναι μεγαλύτερη από 10cm.
6. Περιοχή μέτρησης 0 -4,000 NTU με τέσσερις κλίμακες ευαισθησίας.
 - 6.1 0 - 0.999 NTU
 - 6.2 0 - 9.999 NTU
 - 6.3 0 - 99.9 NTU
 - 6.4 0 - 4000 NTU
7. Αυτόματη από το όργανο ή χειροκίνητη από το χρήστη επιλογή της περιοχής μέτρησης.
8. Ακρίβεια: 2% της ένδειξης στην περιοχή 0 - 1,000 NTU
5% της ένδειξης στην περιοχή 1,000 - 4,000 NTU.
9. Ανάλυση (resolution) : 0.001 στην περιοχή 0 - 0.999 NTU.
10. Δυνατότητα επιλογής της γωνίας του ανιχνευτή (90° rationed to transmitted - forward scattered signals). Η δυνατότητα αυτή παρέχει το πλεονέκτημα της σταθερότητας του καλιμπραρίσματος, πλατιάς περιοχής μέτρησης με εξαιρετική γραμμικότητα και μετρήσεις θολότητας με την παρουσία χρώματος.
11. Επαναληψιμότητα: 1% της μέτρησης ή 0.01 NTU όταν η μέτρηση είναι μεγαλύτερη.
12. Το όργανο θα διαθέτει ρυθμιστή σήματος (signal average) για να ελαχιστοποιείται ο “θόρυβος” και οι διακυμάνσεις των ενδείξεων στη φωτεινή οθόνη. Η λειτουργία αυτή με το πληκτρολόγιο θα μπορεί να τεθεί εκτός.
13. Ο χρόνος απόκρισης του οργάνου θα είναι μεταξύ 6.0 και 15.0 δευτερόλεπτα ανάλογα εάν είναι σε λειτουργία ή όχι ο ρυθμιστής του σήματος (signal average).
14. Περιοχές θερμοκρασίας:
 - 14.1 Θερμοκρασία λειτουργίας 0 . . . +140^oC
 - 14.2 Θερμοκρασία αποθήκευσης -40 . . . + 60^oC
 - 14.3 Θερμοκρασία δείγματος 0 . . . 95^oC.
15. Το όργανο θα διαθέτει ενσωματωμένη παγίδα αέρα για να καθαρίζει τοπτικό διαμέρισμα και να εμποδίζει τη συμπύκνωση στη κυψελίδα του δείγματος.

16. Το καλιμπράρισμα του οργάνου θα γίνεται με πρότυπα φορμαζίνης (formazin primary standards των 20, 200, 1000 nm 4000 NTU) και με μια μέτρηση του νερού αραίωσης για να εισαχθεί η τιμή του τυφλού. Το καλιμπράρισμα θα γίνεται αυτόματα από το πληκτρολόγιο του μικροεπεξεργαστή χωρίς τη χρήση ποτενσιομέτρων. Η ρύθμιση του μηδενός (zeropoint) θα είναι εντελώς αυτόματη και το όργανο θα αντισταθμίζει αυτόματα τη θολότητα του νερού αραίωσης όταν μετρά το πρότυπο διάλυμα της χαμηλότερης συγκέντρωσης.

17. Τάση τροφοδοσίας 220V/50HZ.

18. Το όργανο θα συνοδεύεται από σερτ προτύπων για το καλιμπράρισμα του οργάνου σε όλη τη περιοχή, πρωτεύον πρότυπο, κάλυμμα και το βιβλίο οδηγιών (operation manual) του οργάνου στην Αγγλική γλώσσα.

ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟ ΟΡΑΤΟΥ - ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ

Παράμετρος παρακολούθησης: Θρεπτικές ουσίες

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 10.300Ευρώ

Το φασματοφωτόμετρο ορατού - υπεριώδους θα έχει τα παρακάτω ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά:

1. Φασματοφωτόμετρο ορατού - υπεριώδους, διπλής δέσμης, με ενσωματωμένο μικροϋπολογιστή, οθόνη και εκτυπωτή για την καταγραφή φάσματος και δεδομένων.
2. Οπτικό σύστημα ακριβείας, διπλής δέσμης, περιοχής 190-1100 nm.
3. Οπτικό σύστημα με οπτικά μέρη πλήρως προφυλαγμένα από σκόνη και ατμούς.
4. Δυνατότητα χρήσεως κυψελίδων κοινών υαλίνων και χαλαζίου καθώς και μελλοντική χρήση κυψελίδων συνεχούς ροής.
5. Ακρίβεια μήκους κύματος: καλύτερη από 0.4 nm.
6. Επαναληψιμότητα μήκους κύματος: καλύτερη από 0.2 nm.
7. Φωτομετρικές ενδείξεις σε απορρόφηση, διαπερατότητα ή συγκέντρωση:

Εύρος απορρόφησης : -1 έως 3 Abs
Εύρος διαπερατότητας: 0, 0 έως 300% Transm
Εύρος συγκέντρωσης : 0 έως 9999 Conc

8. Εύρος μονοχρωματικής δέσμης: 2 nm.
9. Ξένο φώς: λιγότερο από 0.05%
10. Ακρίβεια φωτομέτρησης: καλύτερη από 0.002 Abs (στην περιοχή 0-0.5 Abs), 0.004 Abs (στην περιοχή 0.5-1 Abs).
11. Σταθερότητα του μηδενός (γραμμής αναφοράς - baseline) καλύτερη από 0.001 Abs/h.
12. Φωτομετρική επαναληψιμότητα: 0.001 έως 0.002 Abs.
13. Τάση λειτουργίας 220V/50 Hz.
14. Αυτόματος μηδενισμός (auto-zero).
15. Αυτόματη αλλαγή λυχνίας και φίλτρου.
16. Αυτόματη αυτοδιάγνωση βλαβών και βαθμονόμησης.
17. Έξι τουλάχιστον ταχύτητες σάρωσης του μήκους κύματος από 2 έως 2400 nm/min, για επαναληψιμότητα μεταξύ των σαρώσεων και συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων με άλλα όργανα. Ενδεικτικές τιμές των ταχυτήτων σαρώσεως: 2, 10, 100, 400, 1200, 2400 nm/min.
18. Παραγωγοί 1ης, 2ης, 3ης και 4ης τάξης.
19. Δυνατότητα επέκτασης του συστήματος (κινηματικές αντιδράσεις κλπ) ανάλογα με τις ανάγκες του εργαστηρίου.
20. Έξοδος RS 232 C για σύνδεση μελλοντικά με PC.
21. Ενδεικτικές λειτουργίες του ενσωματωμένου μικροϋπολογιστή:
 - α. Λειτουργία 2 και 3 μηκών κύματος.
 - β. Πρόγραμμα μηκών κύματος: μέχρι 6 μήκη κύματος.
 - γ. Προσδιορισμός κορυφών απορρόφησης.

- δ. Εξομάλυνση καμπύλης απορρόφησης.
- ε. Αριθμητικοί υπολογισμοί μεταξύ φασμάτων:
πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμό, διαίρεση, πολλαπλασιασμό με σταθερά και πρόσθεση σταθεράς
- στ. Αυτόματος υπολογιστής συγκέντρωσης με διαφορετικούς τρόπους:
γραμμική, πολυωνυμικές συναρτήσεις καμπυλών βαθμονόμησης από το σύστημα κλπ.
- ζ. Μνήμη φασμάτων και μεθόδων ανάλυσης.

22.Υποδοχέας δύο (2) ορθογωνικών κυψελίδων οπτικής διαδρομής 10 nm.

23.Λυχνίες δευτερίου και αλογόνου, με αυτόματη αλλαγή των φωτεινών πηγών.

24.Ενσωματωμένος εκτυπωτής και οθόνη 9 ιντσών για παρουσίαση συνθηκών μέτρησης, αποτελεσμάτων και γραφικών παραστάσεων.

ΚΛΙΒΑΝΟΣ ΞΗΡΑΣ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ

Παράμετρος παρακολούθησης: Διαπερατότητα

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 1.320 Ευρώ

Κλίβανος ξηράς αποστείρωσης με τις παρακάτω τουλάχιστον τεχνικές προδιαγραφές:

1. Μεγίστη θερμοκρασία λειτουργίας έως 250⁰C.
2. Χωρητικότητα 250 λίτρα περίπου με εσωτερικές διαστάσεις 80x60x50 cm (ΥxBxΠ).
3. Η εσωτερική επένδυση και τα θερμαντικά στοιχεία θα είναι κατασκευασμένα είτε από ανοξείδωτο χάλυβα, είτε από αλουμίνιο.
4. Η εξωτερική κατασκευή θα είναι είτε από χάλυβα προστατευμένο από ειδική βαφή είτε από φύλλο γαλβανισμένου χάλυβα.
5. Ο κλίβανος θα αναπτύσει θερμοκρασίες από 5⁰C πάνω από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος μέχρι τη μέγιστη θερμοκρασία 250⁰C.
6. Το εσωτερικό του κλιβάνου θα είναι αποτελεσματικά μονωμένο από το εξωτερικό περιβάλλον ώστε η θερμοκρασία του στην εξωτερική του επιφάνεια να μην υπερβαίνει τους 60-65⁰C.

7. Η ακρίβεια της θερμοστάτησης θα είναι 1°C στη μέγιστη θερμοκρασία.
8. Η λειτουργία του κλιβάνου θα ελέγχεται με microprocessor με ψηφιακή ένδειξη θερμοκρασίας με ακρίβεια 1°C και ψηφιακή επιλογή θερμοκρασίας 1°C.
9. Θα διαθέτει γενικό διακόπτη, χρονοδιακόπτη 0-24 ωρών με θέση συνεχούς λειτουργίας και ενδεικτικές λυχνίες θερμοστάτησης, χρονομέτρου και ολοκλήρωσης του κύκλου.
10. Θα διαθέτει ένα επιπλέον θερμοστάτη ρυθμιζόμενο για την προστασία έναντι της υπερθέρμανσης.
11. Θα διαθέτει απαραίτητα είσοδο για την εισαγωγή και εξαγωγή του αέρα.
12. Εφοδιασμένος με τέσσερα ράφια μεταβλητής θέσης από αντιδιαβρωτικό υλικό και υπάρχει δυνατότητα υποδοχής περισσότερων ραφιών.
13. Τα θερμαντικά στοιχεία θα αντικαθίστανται εύκολα χωρίς να χρειάζεται αποσυναρμολόγηση του φούρνου.
14. Θα είναι απαραίτητα κατασκευασμένα σύμφωνα με τα Διεθνή Πρότυπα ασφαλείας DIN-12880, UDE 07000, IP 20.
15. Πλήρης και έτοιμος για λειτουργία σε ρεύμα 220V/50HZ.

ΘΕΡΜΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ

Παράμετρος παρακολούθησης: Συνθήκες οξυγόνωσης

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 1.200 Ευρώ

Θερμοαντιδραστήρας ασφαλείας για τον προσδιορισμό του COD (Chemical Oxygen Demand), των ολικών φωσφορικών, ολικών χρωμικών όπως και βαρέων μετάλλων στο νερό, στα λύματα και στην ανάλυση λάσπης, με τα παρακάτω τουλάχιστον τεχνικά χαρακτηριστικά:

1. Τύπος αντιδραστήρα: σύστημα θερμικής επεξεργασίας για σωλήνες με έτοιμα αντιδραστήρια για διάφορες περιοχές COD.

2. Θερμαντική εστία υποδοχής 25 τουλάχιστον σωλήνων (κυψελίδες αντίδρασης) Φ16 mm. Επιθυμητό να υπάρχουν υποδοχές και για άλλου μεγέθους σωλήνων χώνευσης (Φ22mm ή Φ41mm).
3. Θα υπάρχει η δυνατότητα απ'ευθείας μέτρησης του COD μετά τη χώνευση με το φωτόμετρο που περιγράφεται σε προηγούμενη παράγραφο (ίδιες κυψελίδες θερμοαντιδραστήρα και φωτομέτρου ή ειδικοί προσαρμογείς, έτοιμα-τυποποιημένα αντιδραστήρια).
4. Θερμοκρασία θέρμανσης 100⁰C και 148⁰C με επιλογή διακόπτη.
5. Σταθερότητα της θερμοκρασίας 1C.
6. Χρονοδιακόπτης προγραμματισμένης λειτουργίας 0 . . . 180 λεπτά με ηχητικό σήμα και αυτόματα κλείσιμο.
7. Προστασία από υπερθέρμανση: 170⁰C + 3%.
8. Χρόνος θέρμανσης: στους 100⁰C - 8 λεπτά και στους 148⁰C -15 λεπτά.
9. Θερμοκρασία περιβλήματος: < 30⁰C όταν η θερμοκρασία των οπών είναι 148⁰C.
- 10.Κάλυμμα ασφαλείας για την προστασία από την επαφή με το θερμαντικό μπλοκ.
- 11.Ο θερμοαντιδραστήρας θα συνοδεύεται από τα παρακάτω φιαλίδια (κυψελίδες) αντιδραστηρίων.
 - 11.1 25 φιαλίδια ετοιμών χημικών περιοχής COD 1- 40 mgr/l.
 - 11.2 25 φιαλίδια ετοιμών χημικών περιοχής COD 10- 150 mgr/l.
 - 11.3 25 φιαλίδια ετοιμών χημικών περιοχής COD 100- 1500 mgr/l.
 - 11.4 25 φιαλίδια ετοιμών χημικών περιοχής COD 500-10.000 mgr/l.
- 12.Τροφοδοσία 220V/50HZ. Ισχύς περίπου 400 W.
- 13.Κλάση προστασίας: I κατά DIN VDE 0700 part 1/11.90.
- 14.Κλάση μόνωσης: B κατά DIN VDE 0110/11.72.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΖΥΓΟΣ

Παράμετρος παρακολούθησης: Διαπερατότητα

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 2.400 Ευρώ

Αναλυτικός ηλεκτρονικός ζυγός με τα παρακάτω τουλάχιστον τεχνικά χαρακτηριστικά:

1. Περιοχή ζύγισης : 0 - 200g
2. Ακρίβεια ζύγισης: 0.1mg (=0.0001g)
3. Επαναληψιμότητα:
από 0 έως 50g : 0.04 mgr
από 50 έως 200g: 0.07mgr
4. Γραμμικότητα: 0.15 mgr
5. Χρόνος σταθεροποίησης 3 έως 5 sec.
6. Ηλεκτρονική ψηφιακή ένδειξη του βάρους καθώς και αναλογική ηλεκτρονική ένδειξη της περιοχής που έχει καλυφθεί ανεξάρτητα από τις τυχόν αφαιρέσεις απόβαρου.
7. Δυνατότητα αλλαγής μονάδων μέτρησης, % ζύγιση και μέτρηση κομματιών.
8. Αυτόματη αφαίρεση απόβαρου σε όλη την περιοχή ζύγισης.
9. Αυτόματη και αυτόνομη (μέσω συστήματος ανίχνευσης των αλλαγών στο περιβάλλον του ζυγού) βαθμονόμηση πολλαπλών σημείων με ενσωματωμένα πρότυπα βάρη. Ο ζυγός θα βαθμονομείται στο maximum φορτίο και θα γίνεται ο έλεγχος και η διόρθωση της γραμμικότητας γεγονός που εξασφαλίζει την μεγίστη ακρίβεια σε όλη την περιοχή ζύγισης.
10. Αυτόματο ή δια χειρός άνοιγμα και κλείσιμο των θυρών.
11. Ρυθμιζόμενος ανιχνευτής για δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος (κραδασμοί, ρεύματα αέρος κλπ). Οι αντίστοιχες ενδείξεις φαίνονται στην οθόνη του ζυγού.
12. Θα διαθέτει έξοδο RS 232 C για σύνδεση του ζυγού με H/Y ή άλλα ηλεκτρονικά όργανα.

13. Τάση λειτουργίας 220V/50HZ.

ΠΛΗΡΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Παράμετρος παρακολούθησης: Συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας και συγκεκριμένοι μη προτεραιότητας ρύποι

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 60.000 Ευρώ

Πλήρες σύστημα ατομικής απορρόφησης με τεχνική φούρνου γραφίτου ZEEMAN, που θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

1. Οπτικό σύστημα απλής δέσμης, υψηλής ενέργειας. Να διαθέτει οπτικό πάγκο θερμοχωρητικότητας και συντελεστών διαστολής ώστε να εξασφαλίζουν απόλυτη σταθερότητα.
2. Περιοχή μετρήσεων τουλάχιστον 190-870 nm.
3. Ο μονοχρωμάτορας να διαθέτει διπλό φράγμα περιθλάσεως: ένα για την υπεριώδη περιοχή και ένα για την ορατή περιοχή.
4. Μέγεθος φράγματος άνω των 3500nm.
5. Ο μονοχρωμάτορας να έχει μέγιστα απόδοσης και στην υπεριώδη (κάτω του 245nm) και στην ορατή περιοχή (πάνω από 550 nm).
6. Προγραμματιζόμενο και αυτόματο σύστημα αερίων ελεγχόμενο από τον υπολογιστή με επίδειξη της ροής επί της οθόνης και αυτόματα ρυθμιζόμενες ηλεκτρονικές βαλβίδες χωρίς ροόμετρα για όλες τις τεχνικές.
7. Σύστημα ZEEMAN που θα επιτρέπει διαδοχικές μετρήσεις με και χωρίς εφαρμογή μαγνητικού πεδίου στον εξαχνωγή γραφίτου.
8. Το μαγνητικό πεδίο να έχει τέτοια διεύθυνση (longitudinal) ώστε να μη χρησιμοποιεί σύστημα πολωτών.

9. Θα χρησιμοποιεί ειδικούς γραφίτες για ατμοποίηση του δείγματος επί πλατφόρμας με θέρμανση του γραφίτη κατά μήκος (θέρμανση Transverse) και όχι στα άκρα. Να έχει την ίδια θερμοκρασία σε όλο τον εσωτερικό χώρο της κυψέλης γραφίτη και να δοθεί το σχετικό διάγραμμα.
10. Το καλύτερο δυνατό σύστημα θέρμανσης του γραφίτη για αύξηση της ευαισθησίας και ελαχιστοποίηση των πιθανών παρεμβολών (να περιγραφεί).
11. Να εκτελεί διόρθωση θορύβου με την παρακολούθηση των σημείων καμπής πριν και μετά το peak του γραφίτη (Baseline Offset Correction) ώστε να αναγνωρίζει το πραγματικό μηδέν.
12. Να περιλαμβάνει αυτόματο δειγματολήπτη φούρνου τουλάχιστον 50 θέσεων, ο οποίος να έχει τη δυνατότητα προσθήκης προτύπων (Standard additon), αυτόματης επαναβαθμονόμησης (reslope/ recalibration) δυνατότητα επαναληπτικών εισαγωγών ανά δείγμα για προσυγκέντρωση (multiple injection).
13. Να περιλαμβάνει μηχανοκίνητο υποδοχέα τουλάχιστον τεσσάρων (4) λυχνίων που θα περιστρέφεται προγραμματισμένα για αυτόματη ανάλυση πολλών στοιχείων στο ίδιο δείγμα.
14. Να περιλαμβάνει ειδικό σύστημα αυτόματης επαγωγής ατμών από τον εξαχνωτή γραφίτου ZEEMAN που να ελέγχεται απόλυτα από το πρόγραμμα του οργάνου.
15. Να προσφερθεί φιάλη αργού.
16. Πλήρης έλεγχος του όλου συστήματος από υπολογιστή.
17. Πλήρη έλεγχο του όλου συστήματος από υπολογιστή. Επίσης ο υπολογιστής θα έχει έγχρωμη οθόνη 17'' υψηλής διακριτικής ικανότητας. Το σύνολο θα συμπληρώνεται από πληκτρολόγιο, mouse και εκτυπωτή καταγραφέα 24 pin ταχύτητας άνω των 200 cps.
18. Να συνοδεύεται από πλήρη πρόγραμμα χρήσεων που θα περιλαμβάνει:
- Αρχαιοθήτηση και αποθήκευση δεδομένων συμπεριλαμβανομένων των συνθηκών λειτουργίας.
 - Δυνατότητα αυτόματης "διόρθωσης βάρους".
 - Δυνατότητα αυτόματης ανάλυσης πολλών στοιχείων (multielement analysis) για τουλάχιστον 12 στοιχεία σε όλα τα δείγματα αυτόματου δειγματολήπτη.
 - Δυνατότητα χρήσης προγράμματος Quality Control.

- Δυνατότητα μετατροπής των φακέλων δεδομένων, ώστε να είναι άμεσα συμβατά με άλλα λογισμικά (spread sheet, data base word processing).

Να δοθεί περιγραφή των δυνατοτήτων του προγράμματος.

19. Να περιλαμβάνει σύστημα Flow Injection Analysis κατασκευασμένο από τον ίδιο οίκο με το φασματοφωτόμετρο AAS για πλήρη ομοιομορφία με τις ακόλουθες τεχνικές δυνατότητες:

- Το σύστημα FIAS θα είναι με δύο περισταλτικές αντλίες.
- Τροφοδοσία δειγμάτων με υψηλές συγκεντρώσεις σε διαλελυμένα στερεά.
- Να δέχεται χρωματογραφική στήλη ιοντοεναλλαγής για καθαρισμό του χημικού υποστρώματος (matrix) με την απομάκρυνση κατιόντων που παρεμβάλλουν στη μέτρηση.
- Να έχει δυνατότητα αυτόματης αραίωσης του δείγματος on line όταν είναι έξω από τη δυναμική περιοχή συγκέντρωσης χωρίς να σταματάει.
- Να περιλαμβάνει σύστημα υδριδίων/υδραργύρου με ηλεκτρική θέρμανση της κυψελίδας και να περιλαμβάνει σχετική κυψελίδα χαλαζία.
- Να αναφερθούν τυχόν πρόσθετες δυνατότητες και να περιληφθούν τα σχετικά αναλυτικά έντυπα του εργαστασίου που να αποδεικνύουν ότι το σύστημα έχει όλες τις ζητούμενες δυνατότητες.
- Να μπορεί να συνδεθεί με φασματοφωτόμετρο UV/VIS για αυτόματη ανάλυση ανιόντων εν σειρά.
- Να εκτελεί αυτόματη αραίωση ή προσυγκέντρωση (σε σύνδεση με τον H/Y και τον αυτόματο δειγματολήπτη).

20. Να συνοδεύεται από πλήρη εγχειρίδια λειτουργίας (operation manuals) και αναλυτικών μεθόδων (cook book).

21. Θα ληφθεί ιδιαίτερα υπόψη η εμπειρία του κατασκευαστή, του αντιπροσώπου του στην Ελλάδα και θα πρέπει να προσκομισθεί κατάλογος πελατών και τηλέφωνα πελατών που χρησιμοποιούν αντίστοιχα συστήματα ιδιαίτερα σε έλεγχο περιβάλλοντος (πόσιμο νερό, θαλασσινό νερό, ιλύς βιολογικού καθαρισμού).

22. Ο προμηθευτής θα παράσχει εγγύηση καλής λειτουργίας τουλάχιστον ενός έτους, πλήρη εγκατάσταση του συστήματος, επίδειξη λειτουργίας και εκπαίδευση του προσωπικού της ΔΕΥΑΡ.

23. Όλα τα ζητούμενα στη παραπάνω περιγραφή θα αποδεικνύονται υποχρεωτικά από τα έντυπα της κατασκευάστριας εταιρείας.

24. Το προσφερόμενο σύστημα θα συνοδεύεται από τις παρακάτω λυχνίες:

Al	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 25 mA
Cd	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 16 mA
Cu	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 20 mA
Cr	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 25 mA
Fe	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 30 mA
Pb	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 10 mA
Mn	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 25 mA
Zn	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 10 mA
Hg	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 8 mA.
Ni	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 25 mA
Mo	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 30 mA
As	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 16 mA
Co	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 20 mA
V	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 40 mA
T	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 40 mA
Ba	με ικανότητα λειτουργίας σε ένταση τουλάχιστον 25 mA

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΑΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ/ ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ ΜΑΖΑΣ

Παράμετρος παρακολούθησης: Συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας και συγκεκριμένοι μη προτεραιότητας ρύποι κυρίως φυτοφάρμακα.

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 80.000 Ευρώ

Πλήρες σύστημα αέριας χρωματογραφίας (GC) με τα παρακάτω τουλάχιστον τεχνικά χαρακτηριστικά:

A. ΒΑΣΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ

- A.1 Να διαθέτει ενσωματωμένο μικροϋπολογιστή και ηλεκτρολόγιο μεμβράνης ανθεκτικής σε διαλύτες, οξέα και βάσεις.
- A.2 Να διαθέτει φωτεινή ψηφιακή οθόνη περίπου 40 χαρακτήρων για ένδειξη προγραμματισμένων και πραγματικών παραμέτρων και θερμοκρασιών.
- A.3 Η βασική μονάδα του αεριοχρωματογράφου να έχει τις ακόλουθες ικανότητες:

- Μνήμη διατήρησης του συνόλου των παραμέτρων για τουλάχιστον πέντε (5) αναλυτικές μεθόδους οι οποίες προστατεύονται από διακοπές ρεύματος από ενσωματωμένη μπαταρία.
 - Μηνύματα για διάγνωση λαθών χειρισμού και λειτουργίας οργάνων.
 - Αυτόματη προστασία από την εισαγωγή εσφαλμένων παραμέτρων λειτουργίας.
 - Σύστημα διόρθωσης της βασικής γραμμής τουλάχιστον δύο (2) καναλιών.
- A.4 Να διαθέτει θερμοστατούμενο κλίβανο στηλών κατάλληλης χωρητικότητας ώστε να δέχεται ταυτόχρονα δύο τριχοειδείς στήλες ή δύο απλές ή μία απλή και μία τριχοειδή με μήκος κάθε στήλης τουλάχιστον 100m.
- A.5 Να διαθέτει ειδικό πλευρικό χώρο με ικανότητα υποδοχής τουλάχιστον τεσσάρων (4) βαλβίδων δειγματοληψίας και τρίτης στήλης για λειτουργία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ώστε να επεκτείνεται και για ανάλυση βιοαερίου.
- A.6 Ικανότητα πολυγραμμικού προγραμματισμού θερμοκρασίας του φούρνου από περιοχή πλησίον της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος μέχρι 450°C, με μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης τουλάχιστον 100°C/min, σταθερότητα και ακρίβεια θερμοκρασίας εντός ορίων $\pm 0.05^\circ\text{C} \%$ της προγραμματισμένης θερμοκρασίας.
- A.7 Να έχει δυνατότητα ταχείας ψύξης 100-130°C/min και να αναφερθεί σε ποια περιοχή το επιτυγχάνει.
- A.8 Δυνατότητα να δεχθεί μελλοντικά ψυκτικό εξάρτημα με CO₂ ή υγρού αζώτου για ψύξη μέχρι -50°C.
- A.9 Να διαθέτει δύο εισαγωγείς: Έναν προγραμματιζόμενο τριχοειδών στηλών και ένα απλών στηλών on-column.
- A.9.1 Προγραμματιζόμενος τριχοειδής εισαγωγέας split-splitless:
- Να περιλαμβάνει ενσωματωμένη παγίδα ενεργού άνθρακα για αποφυγή μόλυνσης της βαλβίδας.
 - Να έχει ικανότητα λειτουργίας on-column.
 - Να έχει ικανότητα solvent purging και να δέχεται δείγματα έως και 50ml χωρίς να κορένεται ώστε να επιτυγχάνεται προσυγκέντρωση του δείγματος.
 - Ικανότητα λειτουργίας μέχρι 450°C τουλάχιστον.
 - Να έχει προγραμματισμό της θερμοκρασίας του εισαγωγέα και ικανότητα να ανέρχεται ακαριαία από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος στην τελική με επιλεγόμενη ταχύτητα ανόδου.
- A.9.2 Εισαγωγέας απλών στηλών:
- Ικανότητα λειτουργίας μέχρι 450°C τουλάχιστον.
 - Δυνατότητα λειτουργίας on-column και flash vaporization.
- A.10 Να δοθεί το διάγραμμα του χρόνου καθυστέρησης καθαρισμού του εισαγωγέα split/splitless (delay time) από δείγμα σε δείγμα. Εάν η καθυστέρηση κρίνεται μεγάλη να περιλαμβάνει το κατάλληλο σύστημα ρύθμισης της πίεσης.

- A.11 Ο εισαγωγέας split/splitless να δέχεται τον όγκο δείγματος χωρίς απώλεια και να δοθεί το σχετικό διάγραμμα.
- A.12 Να διαθέτει έναν ανιχνευτή ECD (Electron Capture Detector), λειτουργίας τουλάχιστον μέχρι 450°C, που να δέχεται αέριο πληρώσεως Ar/CH₄.
- A.13 Να διαθέτει έναν ανιχνευτή NPD (Nitrogen Phosphorus Detector)
- A.14 Να διαθέτει ηλεκτρονικούς ρυθμιστές πίεσης ή ροής φέροντος αερίου, με συστήματα ρυθμίσεως και ελέγχου σε θέση απ'ευθείας ορατή από τον χρήστη. Να διαθέτει απαραίτητα ψηφιακή ένδειξη πίεσης ή ροής φέροντος αερίου στην οθόνη του οργάνου.
- A.15 Να έχει τη δυνατότητα μελλοντικής σύνδεσης με φασματογράφο μάζης (Mass spectrometer)

B. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

- B.1 Σύστημα επεξεργασίας δεδομένων και πλήρους ελέγχου του αεριοχρωματογράφου το οποίο να είναι ανεξάρτητος υπολογιστής συμβατός με IBM με τα ακόλουθα ελάχιστα χαρακτηριστικά:
- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας Pentium με ταχύτητα 120 MHZ τουλάχιστον και μικροεπεξεργαστή INTEL.
 - Μνήμη RAM 32 MB.
 - Σκληρός δίσκος 1000 MB.
 - Δύο οδηγοί δισκετών 3.5 και 5.25 ιντσών των 1.44 και 1.2 MB αντίστοιχα.
 - Κάρτα γραφικών super VGA με ανάλυση 1024x768, μνήμη 1 MB RAM και ανάλογη έγχρωμη οθόνη 15 ιντσών Low Radiation, Non Interlaced.
 - Πληκτρολόγιο τύπου QUARTY 101 πλήκτρων και mouse.
 - Εκτυπωτής 24 pin ταχύτητας 260 cps με τροφοδοσία μηχανογραφικού χαρτιού.
- B.2 Ικανότητα αποθήκευσης πρακτικά άπειρου αριθμού αναλυτικών μεθόδων και χρωματογραφημάτων.
- B.3 Να περιλαμβάνει εξελιγμένο software επεξεργασίας δεδομένων χρωματογραφίας με ικανότητα:
- εμφάνισης των χρωματογραφημάτων κατά τη γένεση τους
 - πλήρη αναφορά κάθε ανάλυσης
 - σύγκριση χρωματογραφημάτων
 - εμφάνιση και εξέταση χρωματογραφημάτων πριν την εκτύπωσή τους
 - replotting & re-integration
 - ολοκλήρωση αρνητικών κορυφών.
- B.4 Να έχει πλήρη αμφίδρομη επικοινωνία με τον αεριοχρωματογράφο και μνήμη απεριόριστου αριθμού αναλυτικών μεθόδων.
- B.5 Multi-level calibration.
- B.6 Φόρμα αναφοράς αποτελεσμάτων προσδιοριζόμενη από τον χρήστη.

Γ. ΓΕΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Γ.1 Να προσφερθούν πέντε φιάλες με τα αερίά τους που είναι:
He, N₂, H₂, αέρας, Ar/CH₄.
- Γ.2 Τρεις τριχοειδείς στήλες και τρεις απλές επιλογής μας.
- Γ.3 Σετ εξαρτημάτων τριχοειδών στηλών.
- Γ.4 Συνδυασμός φίλτρων υγρασίας-οξυγόνου.
- Γ.5 50 septa.
- Γ.6 Μετρητής ροής.
- Γ.7 Εξαρτήματα συνδεσμολογίας.
- Γ.8 Πρότυπα για την εκτέλεση των παραπάνω αναλύσεων.

Δ. ΓΕΝΙΚΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ

- Δ.1 Να υπάρχει ομοιομορφία και πλήρη συμβατότητα του όλου συστήματος.
- Δ.2 Το σύστημα να παραδοθεί πλήρες και έτοιμο για λειτουργία σε ρεύμα 220V/50HZ.
- Δ.3 Το σύστημα πρέπει να συνοδεύεται από εγγύηση καλής λειτουργίας τουλάχιστον ενός έτους από την προσωρινή παραλαβή του, μέσα στο οποίο ο προμηθευτής αναλαμβάνει την υποχρέωση επισκευής ή και αντικατάστασης σε περίπτωση βλάβης μη οφειλόμενης σε κακό χειρισμό.
- Δ.4 Το προς προμήθεια όργανο πρέπει να ανήκει σε τυποποιημένη σειρά παραγωγής του κατασκευαστικού οίκου και να είναι τελευταίου τύπου, να μην έχει σταματήσει η παραγωγή του και να είναι δυνατόν να συμπληρωθεί με την προσθήκη και άλλων συσκευών. Να αναφερθούν οι δυνατότητες επέκτασής του.
- Δ.5 Ο προμηθευτής αναλαμβάνει την υποχρέωση να εκπαιδεύσει το προσωπικό της Υπηρεσίας στο χειρισμό και αποκατάσταση των κυριότερων βλαβών της συσκευής.
- Δ.6 Ο προμηθευτής υποχρεούται με την εγκατάσταση να δημιουργήσει βιβλιοθήκη φασμάτων με τις επιθυμητές ουσίες.
- Δ.7 Ο προμηθευτής υποχρεούται να παράσχει επιστημονική υποστήριξη ενός έτους για την ανάπτυξη των μεθόδων ανάλυσης.
- Δ.8 Ο προμηθευτής οφείλει να δηλώσει ότι θα προσφέρει service, ανταλλακτικά και αναλώσιμα όταν ζητηθούν από την υπηρεσία μας και για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 10 ετών από την εγκατάσταση.
- Δ.9 Ο προμηθευτής οφείλει να προσκομίσει τα εγχειρίδια λειτουργίας (operation manuals) και αναλυτικών μεθόδων (cook-book).

ΣΤ.100 προμηθευτής οφείλει να προσκομίσει κατάλογο παρομοίων συσκευών του κατασκευαστικού οίκου που λειτουργούν στην Ελλάδα (Εταιρεία ή Υπηρεσία, Διεύθυνση, τηλέφωνο και όνομα χειριστού).

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΑΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ / ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ ΜΑΖΑΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ (PURGE AND TRAP)

Παράμετρος παρακολούθησης: Συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας και συγκεκριμένοι μη προτεραιότητας ρύποι – κυρίως πτητικές και ημιπτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs).

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 90,000 Ευρώ.

A. Βασική μονάδα αέριου χρωματογράφου

- A.1 Να διαθέτει ενσωματωμένο μικροϋπολογιστή και πληκτρολόγιο μεμβράνης ανθεκτικής σε διαλύτες, οξέα και βάσεις.
- A.2 Να διαθέτει φωτεινή ψηφιακή οθόνη περίπου 40 χαρακτήρων για ένδειξη προγραμματισμένων και πραγματικών παραμέτρων και θερμοκρασιών.
- A.3 Η βασική μονάδα του αεριοχρωματογράφου να έχει τις ακόλουθες ικανότητες:
- Μνήμη διατήρησης του συνόλου των παραμέτρων για τουλάχιστον πέντε (5) αναλυτικές μεθόδους οι οποίες προστατεύονται από διακοπές ρεύματος από ενσωματωμένη μπαταρία.
 - Μηνύματα για διάγνωση λαθών χειρισμού και λειτουργίας οργάνων.
 - Αυτόματη προστασία από την εισαγωγή εσφαλμένων παραμέτρων λειτουργίας.
 - Σύστημα διόρθωσης της βασικής γραμμής τουλάχιστον δύο (2) καναλιών.
- A.4 Να διαθέτει θερμοστατούμενο κλίβανο στηλών κατάλληλης χωρητικότητας ώστε να δέχεται ταυτόχρονα δύο τριχοειδείς στήλες ή δύο απλές ή μία απλή και μία τριχοειδή με μήκος κάθε στήλης τουλάχιστον 100m.
- A.5 Να διαθέτει ειδικό πλευρικό χώρο με ικανότητα υποδοχής τουλάχιστον τεσσάρων (4) βαλβίδων δειγματοληψίας και τρίτης στήλης για λειτουργία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ώστε να επεκτείνεται και για ανάλυση βιοαερίου.
- A.6 Ικανότητα πολυγραμμικού προγραμματισμού θερμοκρασίας του φούρνου από περιοχή πλησίον της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος μέχρι 450°C, με μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης τουλάχιστον 100°C/min, σταθερότητα και ακρίβεια θερμοκρασίας εντός ορίων $\pm 0.05^\circ\text{C}$ % της προγραμματισμένης θερμοκρασίας.
- A.7 Να έχει δυνατότητα ταχείας ψύξης 100-130°C/min και να αναφερθεί σε ποια περιοχή το επιτυγχάνει.

- A.8 Δυνατότητα να δεχθεί μελλοντικά ψυκτικό εξάρτημα με CO₂ ή υγρού αζώτου για ψύξη μέχρι - 50°C.
- A.9 Να διαθέτει δύο εισαγωγείς: Έναν προγραμματιζόμενο τριχοειδών στηλών και ένα απλών στηλών on-column.
- A.9.1 Προγραμματιζόμενος τριχοειδής εισαγωγέας split-splitless:
- Να περιλαμβάνει ενσωματωμένη παγίδα ενεργού άνθρακα για αποφυγή μόλυνσης της βαλβίδας.
 - Να έχει ικανότητα λειτουργίας on-column.
 - Να έχει ικανότητα solvent purging και να δέχεται δείγματα έως και 50ml χωρίς να κορένεται ώστε να επιτυγχάνεται προσυγκέντρωση του δείγματος.
 - Ικανότητα λειτουργίας μέχρι 450°C τουλάχιστον.
 - Να έχει προγραμματισμό της θερμοκρασίας του εισαγωγέα και ικανότητα να ανέρχεται ακαριαία από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος στην τελική με επιλεγόμενη ταχύτητα ανόδου.
- A.9.2 Εισαγωγέας απλών στηλών:
- Ικανότητα λειτουργίας μέχρι 450°C τουλάχιστον.
 - Δυνατότητα λειτουργίας on-column και flash vaporization.
- A.10 Να δοθεί το διάγραμμα του χρόνου καθυστέρησης καθαρισμού του εισαγωγέα split/splitless (delay time) από δείγμα σε δείγμα. Εάν η καθυστέρηση κρίνεται μεγάλη να περιλαμβάνει το κατάλληλο σύστημα ρύθμισης της πίεσης.
- A.11 Ο εισαγωγέας split/splitless να δέχεται τον όγκο δείγματος χωρίς απώλεια και να δοθεί το σχετικό διάγραμμα.
- A.12 Να διαθέτει έναν ανιχνευτή ECD (Electron Capture Detector), λειτουργίας τουλάχιστον μέχρι 450°C, που να δέχεται αέριο πληρώσεως Ar/CH₄.
- A.13 Να διαθέτει έναν ανιχνευτή NPD (Nitrogen Phosphorus Detector)
- A.14 Να διαθέτει ηλεκτρονικούς ρυθμιστές πίεσης ή ροής φέροντος αερίου, με συστήματα ρυθμίσεως και ελέγχου σε θέση απ'ευθείας ορατή από τον χρήστη. Να διαθέτει απαραίτητα ψηφιακή ένδειξη πίεσης ή ροής φέροντος αερίου στην οθόνη του οργάνου.
- A.15 Να έχει τη δυνατότητα μελλοντικής σύνδεσης με φασματογράφο μάζας (Mass spectrometer)

B. ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΟΣ ΜΑΖΑΣ

Φασματογράφος μάζας σύγχρονης σχεδίασης :

- Περιοχή 1-1200 amu για βέλτιστη απόδοση σε όλη την περιοχή λειτουργίας
- Σταθερότητα μαζών $\pm 0,1 \text{ m/z}$ για 48 ώρες

- Interface σύγχρονης σχεδίασης το οποίο έχει ικανότητα λειτουργίας με τριχοειδείς και widebore στήλες (εσωτερικής διαμέτρου έως 0.53 mm) σε ροές έως και **5 ml/min**. Επομένως δεν χρειάζεται εγκατάσταση άλλου τύπου interface για τις μεγάλες ροές, που είναι μία χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία.
- Ανιχνευτής ειδικής κατασκευής, που εξασφαλίζει προστασία από επιμόλυνση και εγγυημένη μακροχρόνια λειτουργία **10 ετών**.
- Ταχύτητα σάρωσης (Scan Rate) έως 6500 Da/sec.
- Ικανότητα λήψης φασμάτων 60 scans / sec.

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

1. Φασματοσκοπικός ανιχνευτής μάζας πραγματικό τετράπολο (Real Quadrupole) με προφίλτρο. με τέσσερις (4) υπερβολικές ράβδους. Παράγει φάσματα μάζης real quadrupole τα οποία είναι ανεξάρτητα της συγκέντρωσης των ενώσεων.
2. Περιοχή μαζών: 1 έως 1200 AMU με παρουσίαση της μάζης κάθε fragment ανά $\pm 0,1$ AMU.
3. Πηγή ιονισμού EI (Electron Impact) επιλεγόμενη από 10 έως 100 eV.
Η πηγή ιονισμού EI είναι ρυθμιζόμενης ισχύος από 10 έως 100 eV για απόλυτη ταύτιση με τις υπάρχουσες βιβλιοθήκες φασμάτων και για βελτιστοποίηση μεθόδων ανάλογα με τις εφαρμογές σας.
6. Ικανότητα επέκτασης με πηγή Θετικού και Αρνητικού Χημικού Ιονισμού (PCI/NCI). Η εναλλαγή PCI/NCI γίνεται από το πρόγραμμα.
7. Ο ανιχνευτής είναι τύπου φωτοπολλαπλασιαστή και περιλαμβάνει:
 - Off-axis Conversion Dynode (Ion to e⁻ conversion)
 - Phosphor Plate (e⁻ to photon conversion)
 - Photomultiplier (photon to e⁻ conversion)
 Ο φωτοπολλαπλασιαστής έχει ειδική κατασκευή που εξασφαλίζει προστασία από επιμόλυνση και μακροχρόνια λειτουργία (τουλάχιστον 10 χρόνια).
8. Διαθέτει τις ακόλουθες λειτουργίες :

- Πλήρη σάρωση (Full Scan)
- Πραγματική και χρονικό προγραμματιζόμενη λειτουργία «Παρακολούθησης Επιλεγμένων Ιόντων» (SIM=Selected Ion Monitoring).
- Ταυτόχρονη λειτουργία σε Selected Ion Mode and Full Ion Scanning (Simultaneous Selected Ion & Full Ion Scanning).

9. Ικανότητα μέγιστης ροής δείγματος έως 5 ml/min.

10. Διαθέτει σύστημα συνεχούς ελέγχου (Monitoring)

11. Έχει δυνατότητα ελέγχου των θερμοκρασιών της πηγής ιονισμού, της γραμμής μεταφοράς, του τετραπόλου, κλπ.

12. Διαθέτει όλα τα απαραίτητα συστήματα ασφαλείας

Γ. Σύστημα διαχείρισης δεδομένων (DATA SYSTEM)

Πλήρες σύστημα ελέγχου, προγραμματισμού, αποτίμησης και επεξεργασίας δεδομένων με υπολογιστή συμβατό με IBM, εκτυπωτή έγχρωμο και λογισμικό που λειτουργεί σε περιβάλλον WINDOWS NT ή XP με δυνατότητα υποδοχής οποιασδήποτε βιβλιοθήκης προσφέρονται συμπληρωματικά). Παρουσιάζει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

Γ1. Λογισμικό

Λογισμικό φιλικό προς τον χρήστη, σε περιβάλλον WINDOWS NT ή XP το οποίο προγραμματίζει και ελέγχει πλήρως την λειτουργία όλων ανεξαιρέτως των τμημάτων του συστήματος (αέριου χρωματογράφου, φασματογράφου μάζας, εισαγωγή δείγματος). Έχει τις παρακάτω δυνατότητες:

- Παράμετροι λειτουργίας: οι παράμετροι του GC, MS, επεξεργασίας δεδομένων και εκτύπωσης μπορούν να απομνημονευθούν σε φακέλους μνήμης για αυτόματο επαναπρογραμματισμό.
- Μέθοδοι ανάλυσης: Χρωματογραφία μάζας και με επιλογή ιόντων SIM (32 κανάλια x 32 σετ ιόντων).
- Αυτόματη ανάλυση: δυνατή με την προσθήκη αυτόματου δειγματολήπτη που ελέγχεται και προγραμματίζεται μέσω του λογισμικού.
- Επεξεργασία δεδομένων:
 - Εκτύπωση / εμφάνιση χρωματογραφήματος και φάσματος μαζών.
 - Διόρθωση υποστρώματος στο φάσμα μαζών.

- Μέσος όρος φάσματος μαζών.
- Υπολογισμός επιφανειών κορυφών.
- Βιβλιοθήκες:
 - Περιλαμβάνει βιβλιοθήκη 130.000 φασμάτων γενικής χρήσης, NIST 98, τελευταίας έκδοσης (Φθινόπωρο του 1998) με 107.886 φάσματα στην κύρια βιβλιοθήκη και 21.250 στην υποβιβλιοθήκη. Περιέχει στοιχεία που αφορούν τον αριθμό CAS, το μοριακό βάρος και τον μοριακό τύπο, πίνακα μαζών και μοριακής δομής. Απαιτεί περίπου 90 MB στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή.
 - Δυνατότητα δημιουργίας βιβλιοθήκης χρήστη.
 - Δυνατότητα υποδοχής οποιασδήποτε βιβλιοθήκης (προσφέρονται συμπληρωματικά)
- Έρευνα βιβλιοθήκης:
 - με βαθμό ομοιότητας
 - με έρευνα του ευρετηρίου
- Αριθμός βιβλιοθηκών που μπορούν να ερευνηθούν ταυτόχρονα: 5 το μέγιστο.
- Αριθμός κορυφών που μπορούν να ανιχνευτούν ταυτόχρονα: 1000 το μέγιστο.
- Μέθοδοι ανίχνευσης:
 - Μέθοδος απόλυτου χρόνου κατακράτησης (Absolute Retention Time Method).
 - Μέθοδος σχετικού χρόνου κατακράτησης (Relative Retention Time Method)
- Αριθμός ιόντων αναφοράς: έως 5 ιόντα το μέγιστο.
- Το όργανο έχει δυνατότητες πλήρους ποσοτικής ανάλυσης για τις εφαρμογές ποσοτικού προσδιορισμού των πτητικών οργανικών ενώσεων.
- Μέθοδοι Ποσοτικής ανάλυσης:
 - Μέθοδος επαναφοράς διορθωμένης περιοχής με ή χωρίς συντελεστή (corrected area normalization method).
 - Μέθοδος εσωτερικού προτύπου.
 - Μέθοδος εξωτερικού προτύπου
 - Μέθοδος απόλυτου υπολογισμού καμπύλης (absolute calibration curve method)
- Υπολογισμός καμπύλης:
 - γραμμικός με την μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων (1 ή 2 σημεία).
 - πολυγραμμικός έως 16 σημείων (16 πρότυπα).
- Εκτύπωση: Χρωματογράφημα, φάσμα μαζών, αποτελέσματα υπολογισμού κορυφών, αποτελέσματα έρευνας βιβλιοθήκης, δεδομένα ποσοτικής ανάλυσης, και καμπύλες ποσοτικού υπολογισμού, με τρόπο εκτύπωσης που θα επιλέξει ο χρήστης.
- Αυτοματοποίηση επεξεργασίας: Έχει δυνατότητα προγραμματισμού ακολουθίας επεξεργασιών που θα επιλέξει ο χρήστης και αυτόματη εκτέλεση.

- Παράλληλη λειτουργία διαφορετικών διεργασιών δηλαδή είναι σύστημα Real Multi Tasking με δυνατότητα επικοινωνίας με τα άλλα λογισμικά των Windows π.χ. με ταυτόχρονη λήψη και επεξεργασία δεδομένων, επεξεργασία μεθόδων, κλπ.
- Πραγματοποιεί εξαγωγή δεδομένων με Dynamic Data Exchange (D.D.E.) σε οποιαδήποτε εφαρμογή των Windows,
- Έχει ικανότητα άμεσης φασματομετρικής ανάλυσης μάζας διαχωρισθέντων συστατικών ακόμη και πριν ολοκληρωθεί ο όλος χρωματογραφικός διαχωρισμός, αλλά και σε Real Time Mode.
- Διαθέτει λειτουργία αυτόματου συντονισμού (Auto-tune) η οποία κάνει και βαθμονόμηση μάζας (Mass Calibration). Έχει επίσης δυνατότητα manual tuning, προσδιορισμό αριθμού μαζών, υπολογισμό συντελεστών διόρθωσης κλπ.
- Φύλλα εργασίας (Spread Sheet) π.χ. η νεώτερη έκδοση του Excel 7 και βάσεις δεδομένων.
- Το λογισμικό υποστηρίζει επίσης και την ανεξάρτητη λειτουργία του συστήματος, ως ανεξάρτητος αέριος χρωματογράφος (π.χ. έλεγχος του αυτόματου δειγματολήπτη, κ.λπ.).
- Το λογισμικό εκτελεί ποσοτική ανάλυση, αυτόματη βαθμονόμηση του οργάνου, αναζήτηση βιβλιοθήκης φασμάτων (διαθέτει τις κατάλληλες βιβλιοθήκες φασμάτων οι οποίες προσφέρονται και συμπληρωματικά).
- Έχει δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων ανάλυσης πριν ακόμη αυτή ολοκληρωθεί.

Δ. Σύστημα Συμπύκνωσης Πτητικών Ουσιών (Purge and Trap)

Διαθέτει τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

1. Το σύστημα αποτελεί ενιαία μονάδα με γραμμή μεταφοράς των πτητικών ουσιών στη χρωματογραφική στήλη.
2. Ικανότητα συμπύκνωσης πτητικών ουσιών από υγρά, αέρια και στερεά δείγματα.
Μπορεί να επεκταθεί με σύστημα θερμικής εκρόφησης για αναλύσεις στερεών και αερίων δειγμάτων. Έχει επίσης ικανότητα επέκτασης για ανάλυση αερίων δειγμάτων από κάνιστρα, δοχεία, κλπ. και απ ευθείας ανάλυση ατμοσφαιρικού αέρα.
3. Ικανότητα ελεγχόμενης λειτουργίας της παγίδας (trap) από θερμοκρασία περιβάλλοντος έως τους 350°C. Δυνατότητα λειτουργίας από -180°C έως 350°C με χρήση υγρού αζώτου.
4. Ρυθμός θέρμανσης της παγίδας 800°C/min.

5. Ρυθμός ψύξης της παγίδα ς μεγαλύτερος από 60°C/min. Ψύξη από τους 180°C σε θερμοκρασία περιβάλλοντος σε 150 sec.
6. Ακρίβεια θερμοστάτησης $\pm 1^\circ\text{C}$ για όλες τις ζώνες
7. Σύστημα κατακράτησης της υγρασίας στην παγίδα (Water Elimination Trap) θερμοστατούμενο από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος έως και τους 350°C ώστε να εξασφαλίζεται η απομάκρυνση του νερού πριν από τη στήλη.
8. Τα δείγματα έρχονται σε επαφή μόνο με αδρανή υλικά ώστε να αποφεύγεται χημική αλληλεπίδραση του δείγματος.
9. Ικανότητα υποδοχής θερμαντήρα δειγμάτων, αυτόματου δειγματολήπτη και εξαρτήματος cryofocusing.
10. Το σύστημα ελέγχεται: από τον ενσωματωμένο μικροπολογιστή με ικανότητα αποθήκευσης 20 αναλυτικών μεθόδων. Δυνατότητα να προστεθεί κατάλληλο λογισμικό ώστε να συμπεριλαμβάνονται κλασικές μέθοδοι πτητικών της EPA.
11. Συνοπτικά διαθέτει:
 - Έλεγχο από ενσωματωμένο μικροπολογιστή με ικανότητα αποθήκευσης 20 μεθόδων
 - Μία πεπληρωμένη παγίδα
 - Προγραμματιζόμενη παγίδα για συγκράτηση υγρασίας
 - Φιαλίδιο 5 ml (fritted sparging vessel)
 - Θερμαινόμενη γραμμή μεταφοράς (transfer line interface) 1.2m για σύνδεση με αέριο χρωματογράφο
 - Φούρνο βαλβίδας
 - Ο φούρνος βαλβίδας, η γραμμή μεταφοράς και η παγίδα μπορούν να θερμανθούν έως 350°C
 - Ρυθμός θέρμανσης παγίδας : 800°C/min
 - Περιλαμβάνει καλώδιο auto-start για αέριο χρωματογράφο
12. Δυνατότητα υποδοχής Cryogenic Accessory :
 - A) Cryogenic Trap: για ψύξη της παγίδας του οργάνου
 - B) Cryogenic Focuser: για προ συγκέντρωση του δείγματος πριν την είσοδο του στον αέριο χρωματογράφο.

13. Η εξελιγμένη σχεδίαση του συστήματος επιτρέπει την απροβλημάτιστη λειτουργία με σύστημα αερίου χρωματογράφου / φασματογράφου μάζας (GC/MS).

ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΓΡΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

Παράμετρος παρακολούθησης: Συγκεκριμένοι ρύποι προτεραιότητας και συγκεκριμένοι μη προτεραιότητας ρύποι – τριαζίνες, φαινυλουρίες και Phoxim.

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 28,000 Ευρώ.

Σύστημα υγρής χρωματογραφίας αποτελούμενο από:

A. Βασικό σύστημα υγρής χρωματογραφίας με σύστημα βαθμωτής έκπλυσης σε χαμηλή πίεση αποτελούμενο από:

- αντλία κατάλληλη για υγρό χρωματογράφο υψηλής απόδοσης που ακολουθείται από:
- σύστημα αυτόματης συνεχούς έκπλυσης των πιστονιών κατά τη διάρκεια λειτουργίας της αντλίας
- βαλβίδα επιλογής 4 διαλυτών που συνδέεται με την αντλία και επιτρέπει τη βαθμωτή έκπλυση με χαμηλή πίεση μαζί με το θάλαμο ανάμιξης των διαλυτών
- σύστημα ανάμιξης διαλυτών για τη λειτουργία του συστήματος με βαθμωτή επιλογή υψηλής πίεσης χωρητικότητας 0,5, 1,7 και 2,6 ml. Η ρύθμιση της συγκέντρωσης γίνεται από 0 – 100 % με βήμα 0,1 % για κάθε διαλύτη.
- Σύστημα απαέρωσης διαλυτών κατάλληλο για φιάλες με πόμα ασφαλείας ακολουθούμενο από ρυθμιστή πίεσης

B. Ανιχνευτής

Ανιχνευτής diode – array.

Γ. Σύστημα εισαγωγής δείγματος

Σύστημα εισαγωγής δείγματος αποτελούμενο από:

- Βαλβίδα εισαγωγής με πίεση μέχρι 6000 psi, με σταθερό βρόγχο 20 μl, με έξι εξόδους εισόδους και με ηλεκτρικό σήμα έναρξης
- Σύριγγα έγχυσης υγρής χρωματογραφίας όγκου της επιλογής του χρήστη
- Στήλη κατάλληλη για τριαζίνες, φαινυλουρίες και Phoxim π.χ. τύπου Zorbax. SB C18 διαστάσεων 4,6 mm x 15 cm (5 μm) με κατάλληλη προστήλη π.χ. Zorbax SB C18.

Δ. Σύστημα συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων

- Λογισμικό

Λογισμικό που λειτουργεί σε περιβάλλον Windows XP, κατάλληλο για συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από ένα σύστημα με τέσσερις ανιχνευτές

Ηλεκτρονικός υπολογιστής, συνβατός με IBM, Pentium IV και εκτυπωτής inkjet.

ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ BOD

Παράμετρος παρακολούθησης: Οξυγόνωση

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 2.700 Ευρώ

Μανομετρική συσκευή μέτρησης BOD (Biochemical Oxygen Demand) η οποία μετράει συνεχώς σε δώδεκα (12) δείγματα (12 θέσεων συσκευή). Η συσκευή θα έχει τα παρακάτω τουλάχιστον τεχνικά χαρακτηριστικά.

1. Θα φέρει 12 θέσεις (για 12 δείγματα).
2. Ψηφιακή μέτρηση BOD χωρίς υδράργυρο με 12 συσκευές με ψηφιακή οθόνη.
Μέθοδος μέτρησης μανομετρική με sensor πίεσης. Η συσκευή μέτρησης θα διαθέτει αυτόματη λειτουργία και θα μηδενίζεται αυτόματα πριν από κάθε ξεκίνημα μετρήσεων. Η συσκευή έχει την δυνατότητα αυτόματης μέτρησης και καταχώρησης στη μνήμη όλων των τιμών χωρίς να απαιτείται η καθημερινή μέτρησή τους.
3. Περιοχές μέτρησης: 0 - 5,000 mg/L BOD για πλήρες δείγμα. Ενδεικτικές υποπεριοχές μέτρησης BOD (mgr/l) 0-40 / 0-80 / 0-400 / 0-800/ 0-2,000 / 0-4,000 μεταβαλλόμενες με αλλαγή του όγκου.
4. Αντίστοιχες απαιτούμενες ποσότητες δείγματος: 432ml / 365ml / 250ml / 164ml / 97ml / 43,5ml / 22,7 ml.
5. Η συσκευή θα συνοδεύεται απαραίτητως από τα παρακάτω εξαρτήματα και accessories που συμπεριλαμβάνονται στην ανωτέρω συσκευή.
 - 5.1 12 φιάλες δείγματος των 500ml εκάστη
 - 5.2 12 μαγνητάκια
 - 5.3 1 ράβδος ανάκτησης μαγνητών από τις φιάλες

- 5.4 6 ειδικές φιάλες μετρήσεως του δείγματος των 432ml, 365ml, 250ml, 164ml, 97ml, 43,5ml, 22,7ml ή των ανάλογων όγκων σε σχέση με τις περιοχές μέτρησης της συσκευής.
 - 5.5 3 φιαλίδια με ταμπλέτες NaOH ή τρία φιαλίδια με πυκνό διάλυμα NaOH.
 - 5.6 1 γυάλινη χοάνη.
 - 5.7 6 πακέτα Hg των 2ml έκαστο
 - 5.8 100ml διαλύματος αναχαίτησης νιτρικοποίησης (nitrication inhibitor).
 - 5.9 1 σωλήνα με λιπαντικό για τα πόματα της συσκευής εάν απαιτείται λίπανση.
 - 5.10 50 κάψουλες ρυθμιστικών διαλυμάτων και θρεπτικών για το νερό αραίωσης προς προσδιορισμό BOD. Κάθε κάψουλα θα είναι για προετοιμασία νερού αραίωσης 3 λίτρων.
 - 5.11 1 βιβλίο οδηγιών λειτουργίας (operation manual) στην Αγγλική γλώσσα.
6. Ενδεικτικές διαστάσεις της συσκευής:
470 L x 240 B x 310 H mm
7. Τάση τροφοδοσίας: 220V/50HZ.

ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΤΡΙΩΝ (3) ΘΕΣΕΩΝ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΚΕΝΟΥ

Παράμετρος παρακολούθησης: Διαπερατότητα

Ενδεικτικό κόστος οργάνου (μη συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ): 1.500 Ευρώ

Συστοιχία διήθησης τριών (3) θέσεων με ηλεκτρική αντλία κενού, πλήρης με τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά τουλάχιστον:

1. Όλη η κατασκευή θα είναι εξ'ολοκλήρου από ανοξείδωτο χάλυβα. Όλο το σύστημα θα μπορεί να αποστειρωθεί σε αυτόκαυστο (έως 134⁰C) είτε σε ξηρό κλίβανο (έως 180⁰C). Μπορεί επίσης να απολυμανθεί με φλόγα.
2. Η συστοιχία θα αποτελείται από:
 - 2.1 Τρία χωνιά από ανοξείδωτο χάλυβα χωρητικότητας 500 ml έκαστο, με κάλυμμα
 - 2.2 Τρεις υποδοχείς φίλτρων μεμβρανών διαμέτρου 50mm.
 - 2.3 Τρεις λαβίδες συγκράτησης των υποδοχέων φίλτρων και των χωνίων διήθησης.
3. Η στεγανοποίηση του συστήματος θα επιτυγχάνεται με δακτύλιους σιλικόνης στα καλύματα των χωνιών και δακτύλιους PTFE μεταξύ των χωνιών και των υποδοχέων των φίλτρων.

4. Στη βάση κάθε χωνιού θα υπάρχει βάνα για ανεξάρτητο έλεγχο του κενού σε κάθε θέση.
5. Μεταξύ κάθε χωνιού και υποδοχέα μεμβράνης θα υπάρχει ειδικό εξάρτημα υποδοχής προφίλτρου ώστε να γίνεται το φιλτράρισμα και η τελική διήθηση ταυτοχρόνως.
6. Η συστοιχία θα φέρει παγίδα κενού που εμποδίζει την αναρρόφηση υγρών προς την αντλία κενού και φέρει βαλβίδα ελέγχου του κενού που ασκείται στο σύστημα διήθησης.
7. Ηλεκτρική αντλία 220V/50HZ ειδικά κατασκευασμένη για να παρέχει κενό σε συστήματα πολλαπλών διηθήσεων. Το σήμα και η κεφαλή της αντλίας θα είναι από βαμμένο αλουμίνιο ή άλλο υλικό ανθεκτικό στο οξειδωτικό περιβάλλον του εργαστηρίου. Οι εσωτερικές επιφάνειες της αντλίας θα είναι επικαλυμμένες με teflon.
Θα είναι εφοδιασμένη με υδρόφοβο φίλτρο για τη προστασία από την υγρασία. Ο μηχανισμός δημιουργίας κενού θα είναι διαφραγματικού τύπου από νεοπρένιο. Η αντλία θα διαθέτει βαλβίδα για τη ρύθμιση του δημιουργούμενου κενού, καθώς και μανόμετρο ακριβείας για την ένδειξη του κενού. Το μέγιστο κενό θα είναι 30 mbar και η μέγιστη παροχή 25 l/λεπτό.
8. Οι υποδοχείς μεμβρανών διήθησης θα διαθέτουν ειδικό μηχανισμό που αποκολλά την άκρη του φίλτρου μετά τη διήθηση από την οθόνη στήριξής του, γεγονός που εξασφαλίζει την ασφαλή αποκόλλησή του από τη συσκευή.
9. Η συστοιχία θα συνοδεύεται από λαβίδα με πεπλατυσμένο άκρο αποστειρώσιμη για χειρισμό των φίλτρων.
10. Το διήθημα συλλέγεται σε κωνική γιάλινη φιάλη κενού των 2 λίτρων ή μεγαλύτερη.
11. Το λάστιχο κενού θα είναι από σιλικόνη και τα πώματα των φιαλών από νεοπρένιο ή άλλα ανάλογα υλικά.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- COMMPS (1999), Revised proposal for a list of priority substances in the context of the Water Framework Directive.
- EC (2000), Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 *establishing a framework for Community action in the field of water policy*, L 327/1 Official Journal of the European Communities.
- EC (2003), Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No.10 'River and lakes – Typology, reference conditions and classification systems'.
- EC (2003), Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No.7 'Monitoring under the Water Framework Directive'.
- EC (2001), Απόφαση υπ' αριθμ. 2455/2001/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου 'Για την θέσπιση του καταλόγου ουσιών προτεραιότητας στον τομέα πολιτικής υδάτων και τροποποίησης της Οδηγίας 2000/60/EK'.
- ΚΥΑ 15782/1849/2001, Ειδικό πρόγραμμα μείωσης της ρύπανσης για τα επιφανειακά ύδατα των λιμνών Βεγορίτιδας, Πετρών και του ποταμού Σουλού, από απορρίψεις επικίνδυνων ουσιών του καταλόγου II, της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ.
- ΚΥΑ 15784/1864/2001, Ειδικό πρόγραμμα μείωσης της ρύπανσης των νερών του Παρασητικού κόλπου από απορρίψεις επικίνδυνων ουσιών του καταλόγου II, της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ.
- ΚΥΑ 46399/1352/1986, Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: "πόσιμα", "κολύμβηση", "διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά" και "καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών", μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις Οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/293/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ.
- ΚΥΑ 50388/2704/2003, Τροποποίηση και συμπλήρωση της ΠΥΣ 2/2001.
- Νόμος 3199/2003/Α'280. Προστασία και διαχείριση των υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000.
- Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου 2/2001, Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας του νερού από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάρχουν στον Κατάλογο II της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976.

- Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου 144/87, Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από την ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται σε αυτό και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ποιότητας του νερού σε κάδμιο, υδράργυρο και εξαχλωροκυκλοεξάνιο.
- Murphy, J., and Riley, J., "A modified Single Solution for the Determination of Phosphate in Natural Waters", *Anal. Chim. Acta.*, 27, 31(1962).
- Gales, M., Jr., Julian, E., and Kroner, R., "Method for Quantitative Determination of Total Phosphorus in Water", *Jour. AWWA*, 58, No. 10, 1363 (1966).
- Annual Book of ASTM Standards, Part 31, "Water", Standard D515-72, Method A, p389 (1976).
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th Edition, p 476 and 481, (1975).
- Booth, R. L., and Thomas, R. F., "Selective Electrode Determination of Ammonia in Water and Wastes", *Envir. Sci. Technology*, 7, p 523-526 (1973).
- Banwart, W. L., Bremner, J. M., and Tabatabai, M. A., "Determination of Ammonium in Soil Extracts and Water Samples by an Ammonia Electrode", *Comm. Soil Sci. Plant.*, 3, p 449 (1952).
- Midgley, D., and Torrance, K., "The Determination of Ammonia in Condensed Steam and Boiler Feed-Water with a Potentiometric Ammonia Probe", *Analyst*, 97 p 626-633 (1972).