

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ:ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ
ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ O_2 ΣΤΟ ΝΕΡΟ.**

ΤΣΑΜΠΟΥΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΕΜ:4067

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ Κ. (ΑΠΘ)
ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ Α.(ΕΘΙΑΓΕ)**



ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ	5
ΦΥΣΙΚΟ ΝΕΡΟ.....	7
ΓΙΑΤΙ ΤΟ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΕΙΝΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ.....	15
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ	16
ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	20
ΜΕΘΟΔΟΣ WINKLER.....	25
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΩΝ.....	28
ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ	29
ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	30
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ	33
ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	35
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	49



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πτυχιακή εργασία μου ανατέθηκε από τον Επ. Καθηγητή Βουδούρη Κωνσταντίνο και πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας του Αριστοτέλειου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης σε συνεργασία με το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ) στο Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων, κάτω από την σημαντική καθοδήγηση του Δρ. Ανδρέα Παναγόπουλου (Εντεταλμένου Ερευνητή Υδρογεωλόγου).

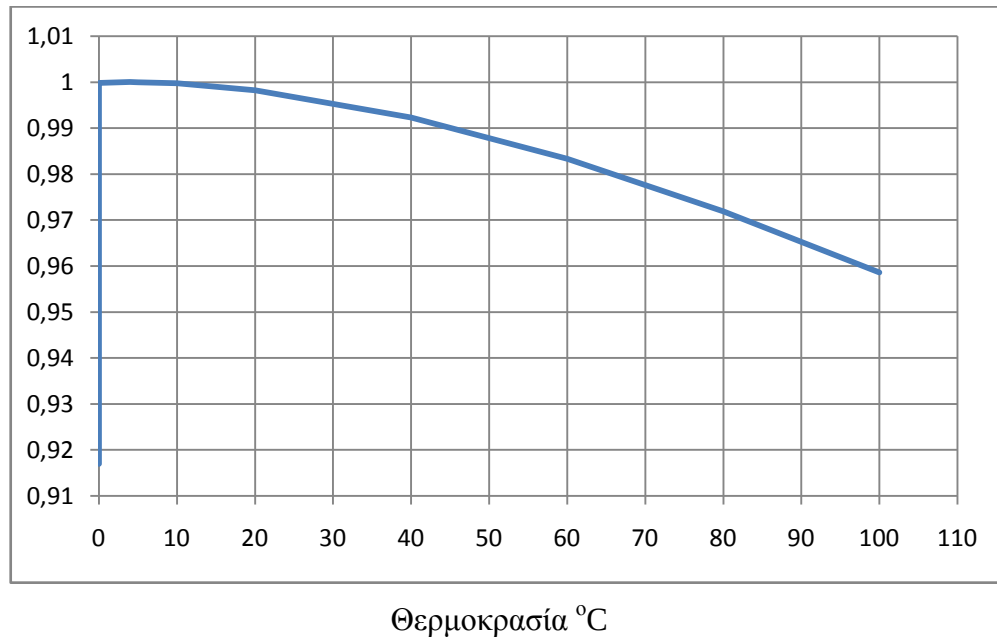
Το θέμα της εργασίας είναι "η ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, οι παράγοντες που την επηρεάζουν και ο τρόπος με τον οποίο την επηρεάζουν" .

Στο ΕΘΙΑΓΕ μου παράχθηκε όση βοήθεια χρειάστηκα ίσως και περισσότερη και για το λόγο αυτό τους ευχαριστώ θερμά. Είχα στη διάθεση μου ότι όργανο χρειάστηκα, πολλά λογισμικά και σημαντική στήριξη. Το χρονοδιάγραμμα της εργασίας περιλάμβανε 12 εβδομάδες , όπως φαίνεται παρακάτω.

Εβδομάδα	Εργασία
1	Σύνταξη χρονοδιαγράμματος εργασίας, συλλογή και μελέτη τεχνικών εγχειριδίων οργάνων, συλλογή βιβλιογραφίας (είδη αισθητηρίων και μεθοδολογίας μέτρησης διαλυμένου O_2 , παράγοντες και τρόποι επηρεασμού συγκέντρωσης διαλυμένου O_2)
2	Μελέτη-ανασκόπηση βιβλιογραφίας, πρώτη επαφή με τα όργανα (λογισμικό λειτουργίας, συντήρηση-βαθμονόμηση-μέτρηση)
3	Σχεδίαση πειραματικών διατάξεων : Α. Λειτουργία σε εργαστηριακές μη ελεγχόμενες συνθήκες των δύο οργάνων για 72-96+ ώρες ,σταθερή αλατότητα+οξυγόνωση+ροή (α) με τυρβώδη ροή, (β) χωρίς τυρβώδη ροή. Β. Λειτουργία σε εργαστηριακές συνθήκες για 48-72 ώρες με ελεγχόμενη-μεταβαλλόμενη θερμοκρασία (όσο το δυνατό μεγαλύτερο εύρος κύμανσης). Γ. Λειτουργία σε εργαστηριακές συνθήκες για 48-72 ώρες με ελεγχόμενη-μεταβαλλόμενη αλατότητα και σταθερή θερμοκρασία +ροή+οξυγόνωση.
4	Εκτέλεση-υλοποίηση των πειραματικών διατάξεων.
5	
6	
7	Ανάλυση δεδομένων πειραματικών διατάξεων. Ανάλυση-αναγωγή υφισταμένων δεδομένων πεδίου (Άγρας, Κιλκίς) Ερμηνεία δεδομένων
8	
9	
10	Σύνθεση τελικών συμπερασμάτων-διορθώσεις. Συγγραφή πτυχιακής εργασίας.
11	
12	

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ

Το νερό είναι υγρό, διαυγές, άχρωμο σε λεπτά στρώματα, κυανίζον σε μεγάλους όγκους. Η καθαρή ουσία είναι άγευστη, ενώ το καλό πόσιμο νερό έχει ευχάριστη γεύση, που οφείλεται στα διαλυμένα άλατα και αέρια. Η πυκνότητα του νερού είναι διαφορετική σε διάφορες θερμοκρασίες με μέγιστη στους 4°C. Στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 1) δίνονται οι τιμές της πυκνότητας του νερού σε διάφορες θερμοκρασίες.



Σχήμα 1: Διάγραμμα μεταβολής Θερμοκρασίας-πυκνότητας.

Από τον πίνακα φαίνεται πως το νερό σε στερεή κατάσταση έχει μικρότερη πυκνότητα απ' ό,τι στην υγρή. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για την οικονομία της φύσης: Οι πάγοι επιπλέουν στο νερό και δρουν ως μονωτικά, εμποδίζοντας το νερό που βρίσκεται από κάτω να παγώσει, μ' όλες τις ευεργετικές συνέπειες στη ζωή του υδρόβιου κόσμου. Χωρίς την "ανωμαλία" αυτή της πυκνότητας του νερού, η ζωή στον πλανήτη μας δε θα υπήρχε, τουλάχιστον με τη σημερινή της μορφή, εξαιτίας της βαθμιαίας ψύξης του νερού της επιφάνειας της Γης. Η ιδιορρυθμία της πυκνότητας του νερού είναι η αιτία της αποσάθρωσης των βράχων. Το νερό που εισέρχεται στις ρωγμές των βράχων στερεοποιείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα και προκαλεί την αποσάθρωσή τους. Ακόμα, το σπάσιμο των σωλήνων διανομής του νερού κατά το χειμώνα οφείλεται στην αύξηση του όγκου του νερού κατά τη μετάβαση από την υγρή στη στερεή κατάσταση.

Το νερό έχει ειδική θερμότητα (θερμοχωρητικότητα) πολύ μεγάλη. Χρησιμοποιείται ευρύτατα ως ψυκτικό μέσο και ως φορέας θερμότητας στα καλοριφέρ.

Χημικές ιδιότητες

Το νερό έχει ποικίλη χημική δράση. Σχηματίζει "ενώσεις διά προσθήκης" με πολλά άλατα, καθώς και με πολλά μόρια άλλων ουσιών. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται υδρίτες ή ένυδρες ενώσεις. Οι δυνάμεις που ενώνουν τα μόρια των ουσιών και του νερού είναι:

1. Ελκτικές δυνάμεις μεταξύ του θετικού ιόντος του μετάλλου και του αρνητικού οξυγόνου του πεπολωμένου μορίου του νερού
2. Σχηματισμός ημιπολικού δεσμού μεταξύ του ατόμου του οξυγόνου και του ιόντος του μετάλλου με ένα ζεύγος ηλεκτρονίων.
3. Σχηματισμός γέφυρας υδρογόνου μεταξύ του μορίου του νερού και της ουσίας.

Άλλος σημαντικός τύπος αντίδρασης του νερού είναι η υδρόλυση.

Το νερό επιτελεί αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, όπου δρα άλλοτε ως οξειδωτικό και άλλοτε ως αναγωγικό μέσο.

Βαρύ και υπερβαρύ ύδωρ

Εκτός από το συνηθισμένο νερό (H_2O), που είναι το οξείδιο του πρωτίου (H), έχουμε και το βαρύ ύδωρ, που είναι το οξείδιο του δευτερίου (D_2O), καθώς και το υπερβαρύ ύδωρ, που είναι το οξείδιο του τριτίου (T_2O). Βρέθηκε ότι στο φυσικό νερό περιέχεται το D_2O (βαρύ ύδωρ) σε ποσότητα 1:6.000 περίπου. Καθαρό D_2O παρασκευάζεται με εξαντλητική ηλεκτρόλυση υδατικών διαλυμάτων αλκαλίων, γιατί ηλεκτρολύεται κατά προτίμηση το κοινό νερό και συνεπώς, τα υπολείμματα της ηλεκτρόλυσης του νερού εμπλουτίζονται σε βαρύ νερό.

ΦΥΣΙΚΟ ΝΕΡΟ

Το φυσικό νερό (πηγών, ποταμών κ.λ.π.) δεν είναι καθαρή χημική ένωση. Περιέχει σχεδόν πάντοτε διαλυμένα ανόργανα άλατα, αέρια και άλλες ουσίες, πολλές φορές και οργανικές. Σχηματίζεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών που παράγονται από την εξάτμιση του νερού των ποταμών, των λιμνών και των θαλασσών που πέφτει ως βροχή, χιόνι ή χαλάζι. Η ανακύκλωση του νερού του πλανήτη μέσω συνεχών μετατροπών στη φυσική του κατάσταση είναι γνωστή και ως υδρολογικός κύκλος ή κύκλος του νερού.

Το νερό της βροχής διαλύει διάφορα συστατικά της ατμόσφαιρας, π.χ. διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), λίγο οξυγόνο και άζωτο, συμπαρασύρει σκόνη, αιθάλη και άλλες αιωρούμενες ουσίες. Φτάνει στη γη ως αραιότατο οξύ, λόγω του διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα. Για το λόγο αυτόν, το φυσικό νερό διαλύει τα δυσδιάλυτα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου και τα μετατρέπει σε ευδιάλυτα όξινα ανθρακικά άλατα των στοιχείων.

Άλατα στο νερό και αποσκλήρυνση

Όλα σχεδόν τα πόσιμα νερά περιέχουν, εκτός από τα όξινα ανθρακικά άλατα, και άλλα που διαλύονται στο νερό, όταν αυτό τα συναντά στο έδαφος, όπως χλωριούχο νάτριο ($NaCl$), θειϊκό ασβέστιο ($CaSO_4$), θειϊκό μαγνήσιο ($MgSO_4$) κ.λ.π. Όταν το νερό περιέχει μεγάλη ποσότητα διαλυμένων αλάτων, λέγεται σκληρό νερό. Το σκληρό νερό είναι ακατάλληλο για την πλύση με σαπούνι, γιατί σχηματίζονται σ' αυτό αδιάλυτοι σάπωνες ασβεστίου και μαγνησίου, δηλ. ελαϊκά, παλμιτικά και στεατικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου που δεν έχουν καμία απορρυπαντική ικανότητα και επιπλέον δε σχηματίζεται καθόλου αφρός σαπουνιού. Το σκληρό νερό προκαλεί διάφορες σοβαρές βιομηχανικές ενοχλήσεις στους ατμολέβητες και αφήνει μετά την εξάτμιση σημαντικές ποσότητες στερεών αποθεμάτων (πουρί).

Παλαιότερα, η αποσκλήρυνση του νερού, η αφαίρεση δηλαδή των όξινων ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου, γινόταν χημικώς, αναμειγνύοντας και αναταράζοντας το νερό με γάλα ασβέστου. Μετά την ανατάραξη κατακαθόταν το ευδιάλυτο όξινο ανθρακικό ασβέστιο ως αδιάλυτο ανθρακικό ασβέστιο. Αφηνόταν να καταπέσει το στερεό ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$) και λαμβανόταν το διαυγές νερό, που ήταν σχεδόν απαλλαγμένο από σκληρότητα.

Με βρασμό το νερό χάνει τη σκληρότητά του.

Άλλωστε στην αντίδραση αυτή οφείλεται ο σχηματισμός των σταλακτιτών (από την οροφή του σπηλαίου) και των σταλαγμιτών (από το δάπεδο). Οι μεγάλες όμως βιομηχανίες δεν μπορούσαν να καλυφθούν με τις μεθόδους αυτές αποσκλήρυνσης του νερού. Εδώ και πολλά χρόνια χρησιμοποιείται η μέθοδος αποσκλήρυνσης με περμουτίτες. Οι περμουτίτες είναι τεχνητοί ζεόλιθοι (ένυδρα πολυπυριτικό - αργιλικά άλατα αλκαλίων, όπως π.χ. ο νατρόλιθος).

Το σκληρό νερό αφήνεται να κατέλθει από ένα στενό πύργο γεμάτο με κόκκους περμουτίτη, οπότε τα κατίοντα του ασβεστίου και του μαγνησίου που περιέχονται στο σκληρό νερό ανταλλάσσονται με ισοδύναμη ποσότητα κατιόντων νατρίου από το ζεόλιθο, ενώ τα ανιόντα παραμένουν στο νερό.

Η ανταλλαγή αυτή είναι αμφίδρομη, και όταν εξαντληθεί ο ζεόλιθος, δηλ. όταν όλο το νάτριο αντικατασταθεί από ασβέστιο και μαγνήσιο, τότε διαβιβάζεται από τον πύργο διάλυμα χλωριούχου νατρίου, το οποίο εκτοπίζει το ασβέστιο ή το μαγνήσιο που είναι ενωμένο με το ζεόλιθο και έτσι "αναγεννιέται" ο ζεόλιθος.

Πιο σύγχρονη μέθοδος αποσκλήρυνσης του νερού είναι η μέθοδος με ανταλλαγή ιόντων. Κατά τη μέθοδο αυτή είναι δυνατό να αφαιρούνται και τα θετικά και τα αρνητικά ιόντα με χρησιμοποίηση κατάλληλων συνθετικών ρητινών από γιγαντιαία οργανικά μόρια. Το νερό αυτό χρησιμοποιείται ως απεσταγμένο.

Πόσιμο νερό

Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι διαυγές, άχρωμο, άοσμο, δροσερό (θερμοκρασίας 7 - 11 °C). Πρέπει να περιέχει μικρή ποσότητα ανόργανων αλάτων (0,5 g/l.), γιατί το απιονισμένο νερό δεν περιέχει διαλυμένα άλατα, που δρουν σαν ηλεκτρολύτες οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την λειτουργία των οργανισμών, εξαιτίας της μεγάλης διαπιδυτότητας των κυττάρων. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο τα θαλασσινά ψάρια πεθαίνουν όταν μεταφερθούν σε γλυκό νερό και ψάρια του γλυκού νερού πεθαίνουν αμέσως μόλις τοποθετηθούν μέσα σε απεσταγμένο νερό, γιατί καταστρέφονται τα ερυθρά αιμοσφαίρια (αιμόλυση). Το πόσιμο νερό περιέχει διαλυμένο οξυγόνο, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα, ελάχιστα ίχνη οργανικών ουσιών, καθώς και ίχνη φυτικών μικροοργανισμών.

Έλεγχος του πόσιμου νερού

Το πόσιμο νερό πρέπει να εξετάζεται φυσικώς (θερμοκρασία, διαύγεια, γεύση, οσμή), χημικώς (ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος ουσιών, σκληρομετρία), μικροσκοπικώς (έρευνα μικροοργανισμών), βακτηριολογικώς (καλλιέργεια των μικροβίων του νερού) και τοπογραφικώς (θέση πηγής, διαδρομής του νερού)

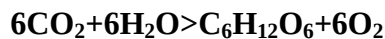
ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό αποτελεί αναμφισβήτητο δείκτη της κατάστασης και της βιωσιμότητας του λιμναίου οικοσυστήματος. Η ανάπτυξη των περισσότερων μορφών ζωής (ζωικών, φυτικών, μυκήτων, πρωτίστων και βακτηρίων) προϋποθέτει την παρουσία οξυγόνου. Απαραίτητη είναι η γνώση της προελεύσεως του νερού, τα ζώνης τροφοδοσίας, της κατάστασης των υδροφόρων και του χρόνου παραμονής στον υδροφόρο. Η καύση οργανικών ουσιών (κυρίως σακχάρων και λιπαρών οξέων), **κυτταρική αναπνοή**, εξασφαλίζει την απαραίτητη για την επιβίωση, ανάπτυξη και αναπαραγωγή ενέργεια στην πλειονότητα του έμβιου κόσμου. Η παρακάτω αντίδραση περιγράφει συνοπτικά την καύση της γλυκόζης, της πιο άμεσης πηγής ενέργειας:



Ο εμπλουτισμός μιας λίμνης σε οξυγόνο γίνεται μέσω:

- 1.διάχυσής του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο νερό της λίμνης .
- 2.φωτοσυνθετικής παραγωγής οξυγόνου από τα ανώτερα υδρόβια φυτά, το φυτοπλαγκτόν και το περίφυτον.



- 3.Τροφοδοσία από πηγαία ύδατα
- 4.Τροφοδοσία από ποτάμια ή/και χειμαρρώδεις απορροές

Το μεγαλύτερο ποσοστό του οξυγόνου που υπάρχει στον αέρα και στο νερό σχηματίστηκε στο πέραςμα των γεωλογικών αιώνων από τους αυτότροφους οργανισμούς. Όλοι οι αερόβιοι οργανισμοί χρησιμοποιούν το οξυγόνο στη διαδικασία της αναπνοής. Το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό που παράγονται αποτελούν τα υλικά της φωτοσύνθεσης η οποία γίνεται στους αυτότροφους οργανισμούς και προϊόν της είναι το οξυγόνο. Ο κύκλος αυτός συμβαίνει και στα χερσαία και στα υδάτινα οικοσυστήματα και γενικά υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στην παραγωγή και την κατανάλωση του οξυγόνου, όταν οι συνθήκες είναι κανονικές και δεν εμποδίζονται οι διαδικασίες της αναπνοής και της φωτοσύνθεσης (π.χ όταν μια λίμνη ρυπανθεί προκαλείται μείωση ή ακόμα και έλλειψη οξυγόνου) .

Όταν εξαιτίας φυσικών ή ανθρώπινων δραστηριοτήτων εισέλθει στη λίμνη άφθονο θρεπτικό υλικό προκαλείται υπερβολική ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού (άνθιση του νερού) .Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο να μειώνεται σε περιοχές κοντά στην ακτή και στον πυθμένα, όπου καταλήγουν μεγάλες ποσότητες νεκρής υδρόβιας βλάστησης και αποσυντίθενται από τα αερόβια βακτήρια, τα οποία χρησιμοποιούν το διαλυμένο οξυγόνο μέσω της φωτοσύνθεσης.

Η μείωση οξυγόνου που θα προκύψει μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο μεγάλο μέρος της ιχθυοπανίδας κι αν συνεχιστεί η αύξηση των θρεπτικών συστατικών που εισρέουν στη λίμνη θα δημιουργηθούν ανοξικές συνθήκες. Τα ίδια τα φυτά κατά τις νυκτερινές ώρες που δεν φωτοσυνθέτουν, παράγουν CO₂ και όχι οξυγόνο. Άρα το βράδυ η ποσότητα O₂ και DO στις λίμνες και αυξάνει αντίστοιχα το CO₂. Αναερόβια βακτήρια θα κατακλύσουν την περιοχή τα οποία θα δημιουργήσουν αέρια προϊόντα αποσύνθεσης όπως το ιδιαίτερα δύσοσμο αλλά και τοξικό υδρόθειο και το εύφλεκτο μεθάνιο. Όταν υπάρχει έλλειψη οξυγόνου ο αριθμός των ειδών μειώνεται, αλλά αυξάνονται οι ανθεκτικοί σε αυτές τις συνθήκες οργανισμοί. Η κατάσταση αυτή μπορεί να παρατηρηθεί σε μια δεδομένη χρονική στιγμή και σε ένα συγκεκριμένο σημείο της λίμνης και δεν είναι οριστική. Όταν οι συνθήκες με την πάροδο του χρόνου ξαναγίνουν "κανονικές" οι αλλαγές εξαφανίζονται.

Σε γενικές γραμμές το οξυγόνο διαλύεται εύκολα στο νερό. Τα δίπολα του νερού μετατρέπουν τα μη πολικά μόρια του οξυγόνου σε ηλεκτρικά δίπολα. Η διάλυση του οξυγόνου στο νερό συντελείται με την ανάπτυξη ασθενών ελκτικών δυνάμεων ανάμεσα στα πολικά μόρια του νερού και στα σχηματιζόμενα πολικά μόρια του οξυγόνου.

Ωστόσο τόσο η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό όσο και η κατανομή του σε μια υδάτινη μάζα εξαρτώνται από ποικιλία παραγόντων:

- κλίμα - μετεωρολογικές συνθήκες στην περιοχή
- θερμοκρασία νερού και θερμική στρωμάτωση της υδάτινης στήλης
- ατμοσφαιρική πίεση (υψόμετρο)
- ρεύματα αέρα - κυματισμός
- αφθονία φωτοσυνθετικών οργανισμών
- αφθονία αερόβιων οργανισμών
- αφθονία οργανικού και ανόργανου υλικού (που παράγεται στο εσωτερικό της λίμνης ή που εισέρχεται στη λίμνη)
- περιεκτικότητα των εισερχόμενων στη λίμνη νερών σε οξυγόνο (υπολίμνιες πηγές, επιφανειακά ρεύματα που απορρέουν στη λίμνη)
- σχήμα και μέγεθος της λεκάνης απορροής

Θερμοκρασία: Αύξηση της θερμοκρασίας του νερού συνεπάγεται μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου (αρχή Le Chatelier). Καθώς η θερμοκρασία ενός διαλύματος αυξάνεται, το περιεχόμενο αέριο εκδιώχνεται μέχρι να συμβεί πλήρης εξαέρωση του διαλύτη στο σημείο βρασμού.

Κατά τη φθινοπωρινή και την εαρινή αναστροφή, η ανάμιξη του νερού διαμορφώνει ομοιόμορφες σχεδόν συνθήκες ως προς τη συγκέντρωση του οξυγόνου σε όλο τον όγκο της υδάτινης μάζας. Ο συνδυασμός της θερμικής στρωμάτωσης και των βιολογικών δραστηριοτήτων επηρεάζει σημαντικά τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου.

Εαρινή στρωμάτωση: Στις εύκρατες περιοχές και στη διάρκεια του καλοκαιριού, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο **επιλίμνιο** παραμένει υψηλή εξαιτίας της έντονης φωτοσυνθετικής δραστηριότητας που αναπτύσσεται (το καλοκαίρι είναι ευνοϊκή περίοδος για την ανάπτυξη των φωτοσυνθετικών οργανισμών - η ηλιακή ακτινοβολία είναι έντονη και επιταχύνει τους φωτοσυνθετικούς ρυθμούς) και της διάχυσής του από την ατμόσφαιρα.

Ωστόσο, στη διάρκεια της συγκεκριμένης περιόδου, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο **υπολίμνιο** εξαρτάται από την τροφική κατάσταση της λίμνης. Σε εύτροφες (περισσότερο παραγωγικές) λίμνες, το διαλυμένο οξυγόνο του υπολίμνιου μειώνεται καθώς το διαχεόμενο από την ατμόσφαιρα και το παραγόμενο από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς των ανώτερων στρωμάτων οξυγόνο δεν εισέρχεται στην υδάτινη αυτή ζώνη (λόγω θερμικής στρωμάτωσης). Παράλληλα οι αερόβιοι οργανισμοί του υπολίμνιου (καταναλωτές, αποικοδομητές) μειώνουν σταδιακά την ποσότητα του διαθέσιμου οξυγόνου. Σε ακραίες περιπτώσεις τα βαθύτερα στρώματα της λίμνης γίνονται ανοξικά (απουσία οξυγόνου).

Σε ολιγότροφες λίμνες, η μικρή σχετικά βιομάζα του φυτοπλαγκτού επιτρέπει τη διείσδυση του φωτός σε μεγαλύτερα βάθη και συνεπώς φωτοσυνθετικοί οργανισμοί - παραγωγοί οξυγόνου - εμπλουτίζουν με οξυγόνο βαθύτερα στρώματα του νερού. Σε ολιγότροφες λίμνες και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου μπορεί να αυξάνεται με το βάθος, στις υδάτινες ζώνες κάτω από το θερμοκλινές, καθώς οι χαμηλές θερμοκρασίες στο υπολίμνιο αυξάνουν τη διαλυτότητα του οξυγόνου.

Χειμερινή στρωμάτωση: Σε εύτροφες λίμνες και κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, η κάλυψη των επιφανειακών νερών με πάγο προκαλεί στρωμάτωση της λίμνης ως προς τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στα διάφορα βάθη. Περιορισμένη κάλυψη της επιφάνειας με πάγο επιτρέπει τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας και την ανάπτυξη φωτοσυνθετικής δραστηριότητας. Στις παραπάνω συνθήκες η συγκέντρωση του οξυγόνου παρουσιάζεται αυξημένη στα στρώματα κοντά στην επιφάνεια και μειώνεται με το βάθος εξαιτίας της κατανάλωσης οξυγόνου από τους ετερότροφους οργανισμούς.

Σε περιπτώσεις όπου η λίμνη καλύπτεται από πάγο σε όλη την έκταση της επιφάνειάς της, η διάχυση οξυγόνου από την ατμόσφαιρα παρεμποδίζεται και το διαθέσιμο οξυγόνο στο εσωτερικό της σταδιακά μειώνεται. Η παραπάνω κατάσταση (ανεπάρκεια οξυγόνου) επιδεινώνεται σε περιπτώσεις όπου χιόνι καλύπτει τα επιφανειακά στρώματα του πάγου. Η έλλειψη φωτός καταστέλλει τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα διαμορφώνοντας πιθανά ανοξικές συνθήκες στο εσωτερικό της λίμνης.

Ατμοσφαιρική πίεση: Η διαλυτότητα του οξυγόνου μπορεί να περιγραφεί από το γενικό τύπο του νόμου του Henry που αναφέρεται στη διαλυτότητα των αερίων:

$$P=K \cdot N$$

Όπου P=πίεση του αερίου

N=το μοριακό κλάσμα του αερίου

K= συντελεστής Henry εξαρτάται απ' τη φύση του αερίου, το διαλύτη τη θερμοκρασία

Σε σταθερή θερμοκρασία, η πίεση που ασκεί το ατμοσφαιρικό οξυγόνο στην επιφάνεια του νερού της λίμνης είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του οξυγόνου στο νερό. Συνεπώς, αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης αυξάνει τη διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντίστροφα.

Οι υδρόβιοι οργανισμοί χρειάζονται διαφορετικά ποσά διαλυμένου οξυγόνου. Όταν τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου βρίσκονται κάτω από **3ppm**, προκαλούν στρες στους περισσότερους υδρόβιους οργανισμούς, ενώ επίπεδα κάτω από **2 ή 1ppm**

δεν ευνοούν τη ζωή των ψαριών. Επίπεδα **5 ή 6ppm** είναι συνήθως τα χαμηλότερα όρια για την ανάπτυξη και τις δραστηριότητες των υδρόβιων οργανισμών.

ΓΙΑΤΙ ΤΟ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΕΙΝΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ

Η παρουσία του οξυγόνου στο υπόγειο νερό, υποδηλώνει πρόσφατη έκθεση του νερού στην επίδραση της ατμόσφαιρας. Το οξυγόνο παρουσιάζει μικρή διαλυτότητα στο νερό, η οποία κυμαίνεται από 6 έως 15 ppm. Μικρές τιμές περιεκτικότητας σε οξυγόνο παρατηρούνται σε παλαιά νερά που δεν ανανεώνονται, ενώ αντίθετα μεγάλες συγκεντρώσεις συναντώνται σε νερά, τα οποία δεν παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στους υδροφόρους ορίζοντες και ανανεώνονται συνεχώς. Μικρές τιμές του διαλυμένου οξυγόνου μπορεί να φανερώσουν έντονα ρυπασμένα νερά με οργανικές ουσίες.

Γενικά η περιεκτικότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό εξαρτάται από:

- α) Τη θερμοκρασία. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του νερού, τόσο μικρότερη είναι η περιεκτικότητα σε οξυγόνο.
- β) Την ποσότητα της οργανικής ύλης, η οποία αποσυντίθεται στο νερό.
- γ) Την παρουσία ή απουσία φυτών (μικροσκοπικών και μακροσκοπικών), τα οποία μπορούν να κάνουν φωτοσύνθεση.
- δ) Το βαθμό της διείσδυσης του φωτός, που εξαρτάται από το βάθος.

Κατά την κίνηση του νερού στην ακόρεστη ζώνη μειώνεται η συγκέντρωση του οξυγόνου, λόγω κατανάλωσης στις οξειδωτικές διεργασίες που συντελούνται εκεί. Η μείωση του οξυγόνου με το βάθος είναι εκθετική και σπάνια περιέχεται διαλυμένο οξυγόνο σε βάθη μεγαλύτερα των 20 m από την υδροστατική επιφάνεια. Στα στάσιμα νερά η περιεκτικότητα σε οξυγόνο μεταβάλλεται με το βάθος και την εποχή. Το θέρος η περιεκτικότητα οξυγόνου στα μεγάλα βάθη ελαττώνεται και μπορεί να μηδενισθεί.

Η διαλυμένη ανάλυση οξυγόνου μετρά το ποσό αεριώδους οξυγόνου (O_2) που διαλύεται σε ένα διάλυμα ύδατος. Το οξυγόνο περνάει στο νερό από τη διάχυση από τον περιβάλλοντα αέρα, από τον αερισμό (γρήγορη μετακίνηση), και ως προϊόν αποβλήτων της φωτοσύνθεσης.

Κατά εκτέλεση της διαλυμένης δοκιμής οξυγόνου, μόνο τα δείγματα αρπαγών πρέπει να χρησιμοποιηθούν, και η ανάλυση πρέπει να εκτελεσθεί αμέσως. Επομένως, αυτό είναι μια δοκιμή τομέων που πρέπει να εκτελεσθεί στην περιοχή.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ

Οι διαλυμένες σε σύνολο συγκεντρώσεις αερίου στο νερό δεν πρέπει να υπερβούν 110 %. Οι συγκεντρώσεις επάνω από αυτό το επίπεδο μπορούν να είναι επιβλαβείς στην υδρόβια ζωή. Τα ψάρια στα νερά που περιέχουν τα υπερβολικά διαλυμένα αέρια μπορούν να πάσχουν από «την ασθένεια φυσαλίδων αερίου» εντούτοις, αυτό είναι ένα πολύ σπάνιο περιστατικό. Οι φυσαλίδες ή τα έμβολα εμποδίζουν τη ροή του αίματος μέσω των αιμοφόρων αγγείων προκαλώντας το θάνατο. Οι εξωτερικές φυσαλίδες (εμφύσημα) μπορούν επίσης να εμφανιστούν και να βρεθούν στα πτερύγια, στο δέρμα και σε άλλο ιστό. Τα υδρόβια ασπόνδυλα επηρεάζονται επίσης από την ασθένεια φυσαλίδων αερίου αλλά σε επίπεδα της υψηλά από εκείνοι θανατηφόροι για να αλιεύσουν.

Το επαρκές διαλυμένο οξυγόνο είναι απαραίτητο για την υψηλή ποιότητα νερού. Το οξυγόνο είναι ένα απαραίτητο στοιχείο σε όλες της μορφές ζωής. Οι φυσικές διαδικασίες καθαρισμού ρευμάτων απαιτούν τα επαρκή επίπεδα οξυγόνου προκειμένου να προσφέρουν της αεροβικές μορφές ζωής. Όταν στα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου έχουμε πτώση κάτω από 5.0 mg/l, η υδρόβια ζωή τίθεται σε κίνδυνο. Όσο χαμηλότερη η συγκέντρωση, τόσο μεγαλύτερη η πίεση. Τα επίπεδα οξυγόνου που παραμένουν κάτω από 1-2 mg/l για ώρες μπορούν να οδηγήσουν στις μεγάλες θανατώσεις ψαριών.

Το επίπεδο διαλυμένου οξυγόνου στα φυσικά νερά είναι συχνά μια άμεση ένδειξη της ποιότητας, δεδομένου ότι οι υδρόβιες μορφές ζωής παράγουν το οξυγόνο, ενώ οι μικροοργανισμοί το καταναλώνουν και γενικά προσφέρουν ρύπους. Στις χαμηλές θερμοκρασίες η διαλυτότητα του οξυγόνου αυξάνεται, έτσι ώστε το χειμώνα, συγκεντρώσεις τόσο υψηλές της τάξης των 20 PPM μπορούν να βρεθούν στα φυσικά νερά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού τα επίπεδα κορεσμού μπορούν να είναι τόσο χαμηλά της τάξης των 4 ή 5 PPM. Το διαλυμένο οξυγόνο είναι ουσιαστικό για την υποστήριξη των ψαριών και της υδρόβιας ζωής και επίσης ενισχύει στη φυσική αποσύνθεση της οργανικής ουσίας. Τα εργοστάσια επεξεργασίας αποβλήτων που υιοθετούν την αεροβική αποσύνθεση πρέπει να διατηρήσουν ένα επίπεδο τουλάχιστον 2 PPM διαλυμένου οξυγόνου. Αυτό ολοκληρώνεται συνήθως από το μηχανικό αερισμό.

Στις ανυψωμένες θερμοκρασίες, το οξυγόνο είναι ιδιαίτερα διαβρωτικό στα μέταλλα. Για να αποτρέψουν τη δαπανηρή ζημία διάβρωσης, τα υγρά σε επαφή με τις επιφάνειες μετάλλων πρέπει να αντιμετωπιστούν συνήθως με έναν συνδυασμό φυσικών και χημικών μέσων. Η εξαέρωση μπορεί να μειώσει τη διαλυμένη συγκέντρωση οξυγόνου feedwater λεβήτων από διάφορα PPM σε μερικό PPB. Οι χημικοί μειώνουν παράγοντες όπως η υδροζίνη, DEHA, ή το θειώδες άλας νατρίου και τα χρησιμοποιούν αντί ή από κοινού με την εξαέρωση.

Οι χρωματομετρικές μέθοδοι. Οι δοκιμές για τις εφαρμογές περιβαλλοντικού και νερού κατανάλωσης (σειρά PPM) υιοθετούν τη μέθοδο καρμινίου λουλακιού. Η μειωμένη μορφή καρμινίου λουλακιού αντιδρά με D.O. για να διαμορφώσει ένα μπλε προϊόν. Η μεθοδολογία καρμινίου λουλακιού δεν υπόκειται σε παρεμβάσεις από τη θερμοκρασία, την αλατότητα ή τα διαλυμένα αέρια της το σουλφίδιο, οι οποίες μολύνουν της χρήστες D.O. των μετρητών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως O₂ PPM (mg/l).

Εξετάστε τις δοκιμές για τα νερά λεβήτων και οι εφαρμογές που απαιτούν τα επίπεδα ιχνών D.O. (ppb σειρά) υιοθετούν τη μεθοδολογία Rhodazine . Αναπτυγμένη από CHEMetrics, η ένωση Rhodazine με μειωμένη μορφή αντιδρά με το διαλυμένο οξυγόνο για να διαμορφώσει ένα φωτεινό ρόδινο προϊόν αντίδρασης. Αυτή η μέθοδος δεν υπόκειται στην αλατότητα ή τις παρεμβάσεις διαλυμένου αερίου που μολύνουν τους μετρητές διαλυμένου οξυγόνου. Οι φορείς οξείδωσης, συμπεριλαμβανομένου benzoquinone, μπορούν να προκαλέσουν τα υψηλά αποτελέσματα. Οι παράγοντες όπως η υδροζίνη και το θειώδες άλας δεν παρεμβαίνουν. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως PPM (mg/l) ή PPB (μg/L) O₂.

Τα προϊόντα διαλυμένα οξυγόνου παρέχουν γρήγορα, ακριβή χρωματομετρικά προσδιορισμός οξυγόνου. Η εξάρτηση K-7512 δοκιμής χρησιμοποιείται για να ελέγξει τα νερά επιφάνειας. Τα φιαλίδια ULR CHEMets™ ανιχνεύουν το οξυγόνο σε 1 ppb. Η δοκιμή K-7540 χρησιμοποιείται ευρέως για να ελέγξει feedwater λεβήτων.

Οι δοκιμή διαλυμένου οξυγόνου περιλαμβάνει έναν πρόσθετο «σωλήνα δειγματοληψίας» για τη χρήση με feedwater λεβήτων. Αυτή η συσκευή επιτρέπει στο χρήστη να σπάσει στην άκρη το φιαλλιδίου σε ένα ρέοντα ρεύμα δειγμάτων προκειμένου να αποκλειστεί το λάθος από τη μόλυνση από το ατμοσφαιρικό οξυγόνο.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού αναφέρεται στην ικανότητά του να μεταφέρει – άγει ηλεκτρικά φορτία. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, από τη συγκέντρωσή της, την ευκινησία, το σθένος και τη θερμοκρασία.

Οι τιμές της αγωγιμότητας είναι ενδεικτικές για την ποιότητα του νερού της λίμνης. Απόβλητα και ρύποι που εισέρχονται στη λίμνη τροποποιούν την αγωγιμότητα, ειδικότερα αν οι ρύποι περιλαμβάνουν ιόντα της ανθρακικά, θειικά, χλωρίου, μαγνησίου, νατρίου, καλίου και φωσφόρου. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα αυξάνεται με το βάθος στη διάρκεια του καλοκαιριού σε λίμνες που εμφανίζουν στρωμάτωση, εξαιτίας της αναπνοής στο υπολίμνιο κατά την οποία παράγονται ανθρακικά ιόντα. Μετά το καλοκαίρι, όταν συμβεί αναστροφή στη λίμνη και το νερό της αναμιχθεί σε όλο τον όγκο του, η αγωγιμότητα των επιφανειακών νερών θα αυξηθεί συγκριτικά με το καλοκαίρι. Η αγωγιμότητα στο υπολίμνιο θα μειωθεί εξαιτίας της ανάμιξης του νερού του με το νερό της επιφάνειας. Στη διάρκεια του καλοκαιριού η αγωγιμότητα στο επιλίμνιο μπορεί να αυξηθεί εξαιτίας της εξάτμισης, αλλά μπορεί της να επηρεαστεί και από την άμεση κατακρήμνιση νερού στη λίμνη ή από υπόγειες εισροές νερού στη λίμνη.

Υπολίμνιο: το κατώτερο και βαρύτερο στρώμα της λίμνης. Σε λίμνες εύκρατων περιοχών που παρουσιάζουν θερμική στρωμάτωση, το υπολίμνιο είναι συνήθως το ψυχρότερο τμήμα στη διάρκεια των θερμών μηνών του έτους και το θερμότερο κατά τους ψυχρούς μήνες όταν η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας πλησιάζει τους 0 βαθμούς C.

Επιλίμνιο: το επιφανειακό στρώμα νερού (πάνω από το θερμοκλινές) μιας λίμνης. Επηρεάζεται ευκολότερα από τις καιρικές συνθήκες και αποτελεί το βίοτοπο μεγάλης μάζας φυτοπλαγκτού

Απότομη αύξηση της αγωγιμότητας του νερού της λίμνης αποτελεί ένδειξη ρύπανσης. Η αύξηση της αγωγιμότητας συνδέεται με την ενηλικίωση (παλαίωση) μιας υδάτινης μάζας εξαιτίας της αύξησης των θρεπτικών συστατικών της (ευτροφισμός). Όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα στα γλυκά νερά τόσο μεγαλύτερη είναι η βιολογική παραγωγικότητα. Συνήθως στα φυσικά γλυκά νερά η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται από 50 – 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (μονάδα αγωγιμότητας είναι το mho/cm , δηλαδή το αντίστροφο της αντίστασης (ohm) ή το $\text{Siemens}/\text{m}$). Σύνηθες τιμές για υπόγεια νερά είναι από 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, τα ελαφρά νερά παίρνουν τιμές από 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -900 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Τα υφάλμυρα νερά πάνω από 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -3000 Ms/cm έως και 30000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ενώ κάποιες σαλαμούρες έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα έως και πάνω από 100.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταβάλλεται περίπου 2% ανα 1 $^{\circ}\text{C}$

Σε μερικά βιομηχανικά απόβλητα η τιμή υπερβαίνει τα 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Η λίμνη Τριχωνίδα ως λίγο – μεσότροφη λίμνη εμφανίζει τιμές από 40 – 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$, η μικρή Πρέσπα από 60 – 520 $\mu\text{S}/\text{cm}$, η Κορώνεια από 1150 – 1660 $\mu\text{S}/\text{cm}$, η λίμνη Καστοριάς 300 – 340 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει θετικά την τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Αυτό συμβαίνει επειδή η αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνει τη διάσταση των ηλεκτρολυτών (υδατικά διαλύματα οξέων – βάσεων – αλάτων). Για να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα, ανεξάρτητα από την εποχή και το βάθος που γίνεται η μέτρηση, είναι καλό η τιμή της αγωγιμότητας ν' ανάγεται σε θερμοκρασία 25 $^{\circ}\text{C}$.

$$\text{EC (σε θερμοκρασία } 25^{\circ}\text{C)} = \text{EC}(t) / [1+0,019(t - 25)] .$$

ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Οι συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου μπορούν να αλλάξουν δραστικά στις λίμνες ανάλογα με το βάθος και την απόσταση από την ακτή. Οι σταθμοί και τα βάθη δειγματοληψίας πρέπει να επιλεχτούν σύμφωνα με το εάν ή όχι προσπαθείτε να μετρήσετε αυτές τις διαφορές ή όχι. Εάν μόνο ένας σταθμός επιφάνειας μετριέται, επιλέγουμε έναν σταθμό κοντά στη μέση της λίμνης και συλλέγουμε το δείγμα στο μήκος του βραχίονα κάτω από την επιφάνεια νερού.

Κατά συλλογή μετρήσεων DO σε διάφορους σταθμούς για τη σύγκριση, είναι σημαντικό να επιλεχτούν οι σταθμοί με τους παρόμοιους όρους ροής. Δεν επιλέγουμε έναν σταθμό σε μια αργή λίμνη και άλλου σε μια περιοχή ρευμάτων ποταμού (εκτός αν φυσικά ένας από τους στόχους σας είναι να μετρηθούν αυτές οι διαφορές). Οι καλύτερες περιοχές ομαλός-ρέουν - όπως την περιοχή «ολίσθησης» μεταξύ των ρευμάτων ποταμού και των λιμνών.

Τα δείγματα πρέπει να αντιπροσωπεύσουν τους μέσους όρους στη δειγματοληψία ρευμάτων που μετριέται. Ένα δείγμα που συλλέγεται στη μέση του ρεύματος τουλάχιστον μερικές ίντσες κάτω από την επιφάνεια νερού είναι ένα. Εάν το δείγμα πρέπει να συλλεχθεί από την ακτή, πρέπει να είμαστε βέβαιοι να επιλέξουμε μια περιοχή όπου υπάρχει αρκετά τρέχων νερό για να εξασφαλίσει επαρκή μίξη – δεν επιλέγουμε από το στάσιμο αργό νερό εάν δεν είναι αντιπροσωπευτικό του τμήματος ρευμάτων.

Ο στόχος όταν πρόκειται να συγκριθούν οι μετρήσεις μεταξύ των σταθμών ή μεταξύ των εποχών, τα δείγματα πρέπει να συλλεχθούν σχεδόν στον ίδιο χρόνο της ημέρας κάθε φορά που επιλέγετε. Διαφορετικά, οι καθημερινές παραλλαγές μέσα τη συγκέντρωση που περιγράφηκαν στα κεφάλαια μπορούν να καλύψουν τις αλλαγές λόγω άλλων παραγόντων. Ο χρόνος της δειγματοληψίας και της θερμοκρασίας ύδατος πρέπει να καταγραφεί. Αυτό το πρόβλημα με τις καθημερινές παραλλαγές (και άλλες παράμετροι)επηρεάζει έναν αλλά και περισσότερους από έναν σταθμούς. Παραδείγματος χάριν, εάν διαρκέσει μια πλήρη μέρα για να ολοκληρώσει την ολόκληρη προσπάθεια ελέγχου, κατόπιν εξ ορισμού μερικοί σταθμοί θα επιλεχτούν σε μεσοπρωινό, ενώ άλλοι θα επιλεχτούν στα μέσα του απόγευμα. Να διατηρήσουμε όσο το δυνατόν περισσότερη συνέπεια στα στοιχεία.

Πολλές από τις μετρήσεις που περιγράφονται σε αυτόν τον οδηγό μπορούν να γίνουν με τη χρήση του ελέγχου «δοκιμές ποιότητας νερού υπαίθρου.» Πρέπει να ξεχάσουμε για τους σωλήνες δοκιμής, τις κούπες γυαλιού, τον ακριβό ηλεκτρονικό εξοπλισμό, ή έναν τεχνικό σε ένα άσπρο παλτό εργαστηρίων. Αυτές οι δοκιμές είναι κατάλληλες, εύχρηστες για απλές κατευθύνσεις. Οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν γρήγορα ενώ είμαστε ακόμα στο ύπαιθρο. Αυτό έρεται σε αντίθεση βεβαίως με την εναλλακτική λύση της λήψης των δειγμάτων σε ένα εργαστήριο και να περάσουμε ώρες κάνοντας τις σύνθετες αναλύσεις.

Η στιγμιαία έκδοση ακριβώς δεν ανταποκρίνεται στα πρότυπα της παραδοσιακής μεθόδου. Επιπλέον, οι μετρήσεις δοκιμών δεν καλύπτουν τις απαιτήσεις για την ακρίβεια και την ακρίβεια που απαιτούνται για τα επαγγελματικά ποιοτικά στοιχεία. Συγχρόνως, οι δοκιμές μπορούν να διαδραματίσουν έναν σημαντικό ρόλο στα προγράμματα ελέγχου. Η χρησιμότητά τους είναι ιδιαίτερα - εξαρτώμενη από τους στόχους ελέγχου. Είναι ένα μεγάλο εκπαιδευτικό εργαλείο και μπορούν να παρέχουν καλά σε ευρεία βάση στοιχεία για τη γενική χρήση.

ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Υπάρχουν τρεις κοινές μέθοδοι γιατί η μέτρηση. Ο πρώτος και ο πιο αξιόπιστος είναι η μέθοδος τιτλοδότησης Winkler, ενάντια στις όποιες άλλες συγκρίνονται με τη δοκιμή για την ακρίβεια. Εντούτοις, αυτή η μέθοδος απαιτεί επίσης την κατάρτιση και τη χρήση μερικών ισχυρών χημικών ουσιών. Για αυτούς τους λόγους, δεν χρησιμοποιείται συχνά στα προγράμματα ελέγχου. Ο δεύτερος και πιθανώς πιο κοινός τρόπος είναι η χρήση του α. Επίσης μπορεί να μετρηθεί με τις δοκιμές υπαίθρου.

Και για τις τρεις μεθόδους, το σημαντικότερο βήμα μπορεί να είναι η συλλογή του δείγματος. Οι προφυλάξεις πρέπει να ληφθούν για να εξασφαλίσουν ότι το δείγμα δεν αερίζεται κατά τη διάρκεια της συλλογής και ότι καμία φυσαλίδα δεν είναι παγιδευμένη στο εμπορευματοκιβώτιο. Και η μέθοδος Winkler και οι δοκιμές υπαίθρου απαιτούν ότι τα δείγματα συλλέγονται σε έναν πρόσθετο τύπο μπουκαλιού αποκαλούμενο μπουκάλι BOD.

Εάν βυθίζουμε με το χέρι το μπουκάλι BOD, χαμηλώνουμε το μπουκάλι περίπου στα μισά της επιφάνειας στο νερό και το αφήνουμε να γεμίσει αργά. Εάν επιλέγουμε σε ένα ρεύμα, επιτρέπουμε στο νερό την υπερχειλίση για το ελάχιστο 2 λεπτά ή έως ότου έχει αντικατασταθεί το νερό στο μπουκάλι δύο ή τρεις φορές. Έλεγχος για να είμαστε βέβαιοι ότι καμία αεροφυσαλίδα δεν είναι παρούσα προτού να ανυψώσουμε το μπουκάλι - φαίνεται ακριβώς κάτω από το λαιμό του μπουκαλιού, όπου οι φυσαλίδες παίρνουν συχνά πιασμένες. Εάν βλέπουμε τις φυσαλίδες, τοποθετούμε αιχμή ήπια στο μπουκάλι σε καθεμία πλευρά για να επιτρέψουμε στη φυσαλίδα για να δραπετεύσει. Προσεκτικά βουλώνουμε το μπουκάλι έτσι που κανένα κενό αέρα δεν διαμορφώνει κάτω από το καπάκι. Κάνουμε αυτό με την κλίση του μπουκαλιού BOD ελαφρώς και αργά μέχρι να κλείσει το καπάκι. Μπορούμε να γυρίσουμε την άνω πλευρά μπουκαλιού - κάτω και το ρολόι για τη μετακίνηση φυσαλίδων. Εάν βλέπουμε τις φυσαλίδες, αδειάζουμε το δείγμα και ξαναρχίζουμε από την αρχή.

Εάν το δείγμα λήφθηκε από μια συσκευή δειγματοληψίας άλλου είδους, το νερό δεν μπορεί να χυθεί απλά σε ένα μπουκάλι BOD, δεδομένου ότι αυτό θα προκαλούσε τον αερισμό του δείγματος. Αντ' αυτού, το δείγμα πρέπει να ληφθεί από έναν σωλήνα κοντά στο κατώτατο σημείο της συσκευής δειγματοληψίας. Τοποθετούμε το λαστιχένιο σωλήνα στο κατώτατο σημείο του μπουκαλιού BOD και

γεμίζουμε το μπουκάλι, επιτρέποντας πάλι το μπουκάλι στην υπερχείλιση έως ότου έχει αντικατασταθεί το νερό δύο ή τρεις φορές. Ακόμα αφήνοντας το δείγμα η ροή του νερού κάτω από το σωλήνα, τραβά αργά το σωλήνα από το κατώτατο σημείο του μπουκαλιού και γεμίζει το μπουκάλι στο χείλο της. Έλεγχος για τις φυσαλίδες. Προσεκτικά βουλώνουμε το μπουκάλι BOD όπως περιγράφεται ανωτέρω.

ΜΕΘΟΔΟΣ WINKLER

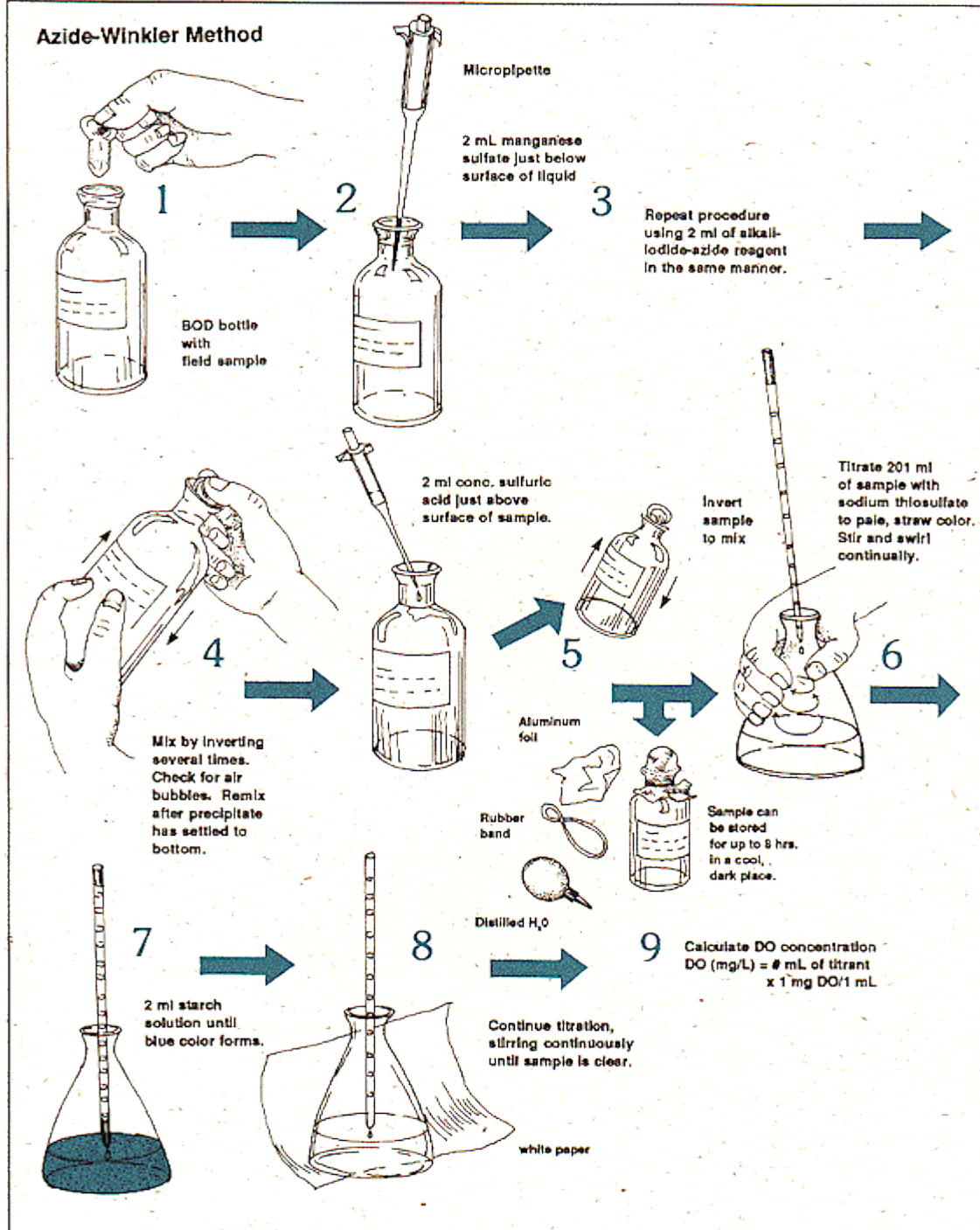
1. Γεμίζουμε ένα βουλωμένο BOD γυαλί μπουκάλι 300ml. με το νερό δειγμάτων. Θυμηθείτε - καμία φυσαλίδα!
2. Αμέσως προσθέτουμε 2mL του θειικού άλατος μαγγάνιου στο μπουκάλι συλλογής με την παρεμβολή του βαθμολογημένου σιφωνίου ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του υγρού. (Εάν το αντιδραστήριο προστίθεται επάνω από την επιφάνεια δειγμάτων, θα εισαγάγουμε το οξυγόνο στο δείγμα.) Συμπιέζουμε το σιφώνιο αργά έτσι καμία φυσαλίδα δεν εισάγεται μέσω του σιφωνίου.
3. Προσθέτουμε 2ml του αντιδραστηρίου alkali-iodide-azide με τον ίδιο τρόπο.
4. Βουλώνουμε το μπουκάλι με την προσοχή για να είμαστε βέβαιοι ότι κανένας αέρας δεν εισάγεται. Αναμιγνύουμε το δείγμα με να αναστρέψει αρκετές φορές. Έλεγχος για τις αεροφυσαλίδες απορρίπτουμε το δείγμα και την έναρξη εάν υπάρχουν φυσαλίδες. Εάν το οξυγόνο είναι παρόν, ένα πορτοκαλί με τάση προς το καφέ σύννεφο του ιζήματος θα εμφανιστεί. Όταν αυτό εγκατασταθεί στο κατώτατο σημείο, αναμιγνύεται το δείγμα πάνω-κάτω από αρκετές φορές και το αφήνουμε να κατακαθήσει πάλι.
5. Προσθέτουμε 2 ml του συγκεντρωμένου θειικού οξέος μέσω ενός σιφωνίου που κρατιέται ακριβώς επάνω από την επιφάνεια του δείγματος. Προσεκτικά βουλώνουμε και αναστρέφουμε αρκετές φορές για να διαλύσουμε το ίζημα. Σε αυτό το σημείο, το δείγμα «καθορίζεται» και μπορεί να αποθηκευτεί μέχρι και 8 ώρες εάν κρατιούνται σε μια δροσερή θέση. Σαν προστιθέμενη προφύλαξη, πλένουμε με αποσταγμένο νερό κατά μήκος του πώματος και κλείνουμε το μπουκάλι με το φύλλο αλουμινίου κ μια λαστιχένια ζώνη κατά τη διάρκεια της περιόδου αποθήκευσης.
6. Σε μια φιάλη γυαλιού, τιτλοδοτήστε 201 ml του δείγματος με το sodium thiosulfate σε ένα χλωμό χρώμα αχύρου. Ρίχνουμε αργά titrant από ένα βαθμολογημένο σιφώνιο στη φιάλη και ανακατεύοντας συνεχώς το νερό δειγμάτων.
7. Προσθέτουμε 2ml starch solution έτσι ώστε να πάρει ένα μπλε χρώμα
8. Συνεχίζουμε αργά έως ότου το δείγμα γίνεται σαφές. Καθώς αυτό το πείραμα φθάνει στο σημείο τέλους, θα πάρει μόνο μια πτώση του tritrant για να εξαλείψει το μπλε χρώμα. Να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί ότι κάθε πτώση αναμιγνύεται πλήρως στο δείγμα πριν προσθέτει τον επόμενο. Είναι μερικές φορές

χρήσιμο να κρατηθεί η φιάλη μέχρι ένα άσπρο φύλλο να ελέγξει για την απουσία του μπλε χρώματος.

9. Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο δείγμα είναι ισοδύναμη με τον αριθμό milliliters titrant χρησιμοποιούμενα. Κάθε milliliter του νατρίου thiosulfate που προστίθεται στα βήματα 6 και 8 είναι ίσο με 1 mg/l D.O

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Να είμαστε πολύ προσεκτικοί κάνοντας τις αναλύσεις. Τα αντιδραστήρια είναι διαβρωτικά, να τα κρατήσουμε έτσι μακριά από το δέρμα και τα ενδύματά μας. Φοράμε τα προστατευτικά γυαλιά ασφάλειας και πλένουμε τα χέρια μας όταν τελειώνουμε.

Azide-Winkler Method



ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

1. Βαθμολογούμε το ακροσωλήνιο εναέριας πλήρωσης σύμφωνα με τις προτάσεις του κατασκευαστή.

2. Συλλέγουμε τη δειγματοληψία ύδατος σε οποιοδήποτε κατάλληλο εμπορευματοκιβώτιο δειγμάτων, που είναι προσεκτικό για να αποφύγει το δείγμα όπως να περιγράψει ανωτέρω.

3. Τοποθετούμε το ακροσωλήνιο εναέριας πλήρωσης στο δείγμα, επιτρέπουμε στο μετρητή για να ισοροπήσει και μετά διαβάζουμε την τιμή από την κλίμακα. Το ακροσωλήνιο εναέριας πλήρωσης μπορεί να πρέπει να ανακατευθεί ήπια στη μετακίνηση νερού πέρα από τη μεμβράνη.

Το ακροσωλήνιο εναέριας πλήρωσης είναι εύκολο μέσω της επιδείνωσης της μεμβράνης να δώσει λάθος τιμές, παγίδευση των αεροφυσαλίδων κάτω από τη μεμβράνη, και της μόλυνσης του αισθαμένου στοιχείου. Είναι συχνά δύσκολο να αξιολογηθεί ή όχι εάν ένας έλεγχος λειτουργεί κατάλληλα. Λόγω αυτού, ο μετρητής πρέπει να βαθμολογηθεί πριν και μετά από κάθε σειρά μετρήσεων. Όταν βαθμολογούμε το όργανο, συγκρίνουμε τις συγκεντρώσεις που μετριοούνται από τον ακροσωλήνιο εναέριας πλήρωσης με εκείνα που μετρίεται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Winkler που περιγράφεται ανωτέρω και διορθώνουμε έπειτα όλα τα δείγματα για οποιοδήποτε λάθος μέτρησης. Η διαδικασία βαθμολόγησης του κατασκευαστή μετρητών πρέπει να ακολουθηθεί ακριβώς. Εάν το λάθος είναι υψηλό ή ακανόνιστο, όλα τα αποτελέσματα δειγμάτων πρέπει να απορριφθούν.

ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Ακόμα κι αν η Winkler μέθοδος οξυγόνου είναι ενάντια σε άλλες μεθόδους που είναι βαθμολογημένες, υπάρχουν ακόμα δοκιμές που μπορούν να γίνουν για να εξασφαλίσουν ότι η Winkler είναι ακριβής. Για να εξετάσουμε τη μέθοδο, πρέπει να έχουμε τα δείγματα με μια γνωστή συγκέντρωση οξυγόνου έτσι μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματά μας με αυτό που ξέρουμε ότι είναι η πραγματική απάντηση. Αυτά καλούνται τα δείγματα πρότυπης βαθμολόγησης. Μια λύση κορεσμού 100% μπορεί να προετοιμαστεί βράζοντας στο αποσταγμένο νερό. Εάν το χαμηλό D.O αναμένεται, μπορεί να γίνει με την προσθήκη του υπερβολικού θειώδους άλατος νατρίου και ενός ίχνους χλωριδίου κοβαλτίου σε ένα δείγμα. Σε ένα επαγγελματικό εργαστήριο, πρότυπα βαθμολόγησης θα αναλύονταν με κάθε ανάλυση δειγμάτων.

Τυχαία επιλέγουμε 5 έως 10 % των δειγμάτων για τη διπλή εργαστηριακή ανάλυση. Εάν ενδιαφερόμαστε για τη μεταβλητότητα τομέων, επιλέγουμε 5 έως 10 % των δειγμάτων για το διπλασιασμό τομέων (π.χ., συλλέγουμε δύο δείγματα από τον ίδιο σταθμό).

Εάν χρησιμοποιούμε μια δοκιμή ελέγχων και μετρητών ή τομέων για τη μέτρηση, 5 έως 10 % των δειγμάτων μας πρέπει να ελεγχθούν σε σχέση με τη Winkler μέθοδο.

ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Το Multi-Parameter TROLL 9000 είναι ιδανικό για τον έλεγχο ποιότητας νερού. Σχεδιασμένο με το υψηλότερο ποιοτικό 316L και είναι ανοξείδωτο, το TROLL 9000 είναι πολύ τραχύ όμως ελαφρύ. Ικανό να φέρει μέχρι 9 αισθητήρες ταυτόχρονα, το TROLL 9000 είναι το τελευταίο εργαλείο για την ποιότητα νερού που σχεδιάζει περίγραμμα με τις εφαρμογές και τις μακροπρόθεσμες επεκτάσεις. Συσκευάζεται με τους κρίσιμους αισθητήρες και τα εξοικονομητικά χαρακτηριστικά χρόνου. Το TROLL 9000 είναι ελαφρύ πολυ και χρησιμοποιεί την πιο τρέχουσα τεχνολογία αισθητήρων και ηλεκτρονικής που φέρει για να εμπορευτεί έναν γερό, ανθεκτικό και φιλικό προς το χρήστη έλεγχο. Οι πολλές νέες τεχνολογικές καινοτομίες του 9000 έχουν ως σκοπό να εξετάσουν πολλά από τα ελλείμματα που βρίσκονται σε παρόμοια προϊόντα αυτήν την περίοδο στην αγορά. Περιλαμβάνονται στον κατάλογο καινοτομιών οι «έξυπνοι αισθητήρες», οι «μεμβράνες D.O.», «RDO - οπτικό διαλυμένο οξυγόνο», «προ-βαθμολογημένοι από το εργοστάσιο αισθητήρες» και «διαλύματα γρήγορης-βαθμολόγησης».

Με τα διαλύματα γρήγορης-βαθμολόγησης μπορείτε να βαθμολογήστε τους περισσότερους αισθητήρες συγχρόνως!

Οι περισσότεροι αισθητήρες είναι σε μια διάμετρο 45mm (1.79 ") και δίνεται η δυνατότητα να φέρει μέχρι 9 αισθητήρες, που προ-βαθμολογούνται και είναι έτοιμοι να χρησιμοποιηθούν.

Εσωτερικό μνήμη μέχρι 4MB (1.760.000 σημεία μετρήσεων)

Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει αναπληρώσιμες, ισχυρές μπαταρίες προβλέπουν τη μέγιστη χρήση έως μέχρι 6 μήνες.

Εσωτερικός βαρομετρικός αισθητήρας σε πραγματικό χρόνο βαρομετρικές μετρήσεις και τηλεμετρία αλλαγών αρχείων.

Οι συμπαγείς 1.79 " έλεγχοι διαμέτρων προσφέρονται σε 5 εκδόσεις, με τις επιλογές να ελέγξει, αγωγιμότητα (TDS, ειδική αντίσταση), θερμοκρασία, pH, ORP, αλατότητα, πίεση (επίπεδο, βάθος,), νιτρικό άλας, χλωρίδιο, αμμώνιο (αμμωνία), και θολερότητα..

Διαλυμένο οξυγόνο (% & mg/l) οπτικό D.O./Clark Polarographic

- Αγωγιμότητα, ειδική αντίσταση, TDS

- Θερμοκρασία

- pH

- ORP

- Αλατότητα

- Επίπεδο, πίεση, βάθος

- Βαρομετρική πίεση

- Νιτρικό άλας

- Χλωρίδιο

- Αμμώνιο

- Θολούρα

- Μέχρι 9 αισθητήρες ταυτόχρονα!

- Κάθε αισθητήρας έχει σχεδιαστεί ειδικά για να παρέχει πρόσθετους μακράς

διαρκείας

Ακρίβεια θερμοκρασίας: 0.1C πέρα από την ολόκληρη σειρά

Αυτόματα αντισταθμισμένη θερμοκρασία

Οι αναγνώσεις είναι αντισταθμισμένες με την βαρομετρική πίεση, τη

θερμοκρασία και την αλατότητα

Ακρίβεια πίεσης: 0.05% FS

Οι αναγνώσεις επιπέδων αντισταθμίζονται:

Θερμοκρασία από -5 σε 50°C

Ρευστή πυκνότητα

Βαρύτητας επιτάχυνση

Βαρομετρική πίεση (με το αερισμένο καλώδιο)

Ισχυρή αναγραφή στοιχείων με 4MB της μνήμης

Μεταφορτώνουμε τα στοιχεία οποτεδήποτε, ακόμα και όταν τρέχει μια δοκιμή δεν υπάρχει καμία ανάγκη να σταματήσει. Μόνο το νέο στοιχείο μεταφορτώνεται και επισυνάπτεται αυτόματα στο αρχικό αρχείο. Όλο το στοιχείο δοκιμής αποθηκεύεται στη μνήμη μέχρι αφαιρούμενος, ακόμα κι αν μια άλλη δοκιμή τρέχει.

Μέχρι 16 δοκιμές που σχεδιάζονται για να τρέξουν ή που αποθηκεύονται

Μεταφορτώνουμε μόνο τα νέα στοιχεία

Αμετάβλητη μνήμη

Πάνω από 1 εκατομμύριο σημεία στοιχείων

Σε πραγματικό χρόνο ρολόι κρυστάλλου ακριβές σε 2 ελάχιστα/το έτος

Έρχεται πρότυπα με το κύμα και την προστασία αστραπής!

Εύχρηστος

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Η πρώτη διάταξη αφορούσε την μέτρηση της απόκλισης των δύο οργάνων και την σταθερότητα τους με το χρόνο. Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιήθηκε:

1. υποαστικός θάλαμος(AQUA LYTIC) που διατηρούσε σταθερή θερμοκρασία 25 °C
2. αντλία οξυγόνου (Atec AR-7500) με 2 παροχές οξυγόνου και δυνατότητα παροχής 400 l/h Max
3. Multiparameter troll 9000
4. Multiparameter troll 9500
5. 2 δοχεία με νερό
6. διάλυμα Quick Cal solution για την βαθμονόμηση των δύο οργάνων

Την Παρασκευή 14 Μαρτίου τέθηκαν σε λειτουργία τα όργανα στις 10:00 στους 25 °C(αφού είχε τεθεί ο θάλαμος να δουλεύει από την Τρίτη 11 Μαρτίου ώστε να έχει φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία), με σταθερή οξυγόνωση. Την Τρίτη 18 Μαρτίου σταμάτησα την λειτουργία του οξυγονωτή και άφησα τα όργανα να παίρνουν μετρήσεις έως τις 28 Μαρτίου Παρασκευή όπου και σταμάτησε εντελώς η λειτουργία της διάταξης αυτής στις 9:45. Στην διάταξη αυτή τα όργανα είχαν προγραμματιστεί να παίρνουν μετρήσεις ανά 10 λεπτά.

Η δεύτερη διάταξη αφορούσε την μέτρηση της μεταβολής του διαλυμένου οξυγόνου D.O με τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Χρησιμοποιήθηκαν ακριβώς τα ίδια όργανα όπως και στην προηγούμενη διάταξη. Την Δευτέρα 7 Απριλίου ρυθμίστηκε ο θάλαμος να δουλέψει στους 2 °C αφού το εύρος λειτουργίας του είναι από 2-40 °C. Άρα οι μετρήσεις θα γίνουν από την ελάχιστη έως την μέγιστη δυνατή θερμοκρασία. Την Τετάρτη 9 Απριλίου ξεκίνησαν οι μετρήσεις στις 8:00 και το βήμα μέτρησης ήταν 3 °C και σταμάτησαν στις 11 Απριλίου 12:30. Στους παρακάτω πίνακες δίνεται ένα χρονοδιάγραμμα της μεταβολής της θερμοκρασίας (Τετάρτη 9- Παρασκευή 11 Απριλίου). Στη διάταξη αυτή τα όργανα είχαν προγραμματιστεί να παίρνουν μετρήσεις ανά 7,5 λεπτά.

T°C	2-5	5-8	8-11	11-14	14-17	17-20	20-23	23-26	26-29
H h:m	8:50	9:50	10:30	11:15	12:10	13:10	14:00	15:10	16:20

T°C	29-32	32-35	35-38	38-40
H h:m	8:30	10:30	11:45	

Η Τρίτη πειραματική διάταξη αφορούσε τη μεταβολή της ποσότητας διαλυμένου οξυγόνου D.O με τη μεταβολή της αλατότητας. Για αυτό τον σκοπό χρησιμοποίησα :

1. υποαστικός θάλαμος (AQUA LYTIC) που διατηρούσε σταθερή θερμοκρασία 25 °C
2. αντλία οξυγόνου (Atec AR-7500) με 2 παροχές οξυγόνου και δυνατότητα παροχής 400 l/h Max
3. Multiparameter troll 9500
4. 1 δοχεία με 4 λίτρα νερό
5. διάλυμα Quick Cal solution για την βαθμονόμηση των δύο οργάνων
6. Αλάτι
7. Αναδευτήρας Heidolph Piomax 2020

Την Δευτέρα 5 Μαΐου ρυθμίστηκε ο υποαστικός θάλαμος να λειτουργεί στους 25 °C. Μέσα στον θάλαμο τοποθετήθηκε ο αναδευτήρας Heidolph Piomax 2020 και λειτουργούσε με ρυθμό ανάδευσης 102 στροφές το λεπτό. Πάνω στον αναδευτήρα τοποθετήθηκε ένα δοχείο με 4 λίτρα απεσταγμένο νερό με συνεχή οξυγόνωση και μέσα του τοποθετήθηκε το Multiparameter troll 9500 να πραγματοποιεί μετρήσεις ανά 5 λεπτά. Ανά 5 λεπτά ήταν και ο ρυθμός πρόσθεσης άλατος για να αυξηθεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Η δομική μέτρησης μεταβολής της πίεσης με την πίεση δεν πραγματοποιήθηκε λόγω τεχνικών δυσκολιών (αδυναμία εύρεσης θαλάμου με εύρος λειτουργίας 20-25 bar) και προσωπικών συμβάντων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στο πρώτο πείραμα παρατηρήσαμε ότι η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό D.O παραμένει σταθερή όταν οι συνθήκες είναι αμετάβλητες. Επίσης όταν σταμάτησε η λειτουργία του οξυγονωτή παρατηρήσαμε μία ταυτόχρονη μείωση του D.O στις μετρήσεις και των 2 οργάνων. Μετά το πέρας 4 ημερών κάτω από τις ίδιες συνθήκες παρατηρείται μια σταδιακή απόκλιση στις μετρήσεις του Troll 9000 η οποία συνεχιζόταν μέχρι το τέλος του πειράματος με συνεχή μείωση, ο ρυθμός της οποίας ελλατώθηκε στις τελευταίες μετρήσεις (Σχήμα 2 και 3). Η μέγιστη απόκλιση έφτασε το 63%, τη στιγμή που το Troll 9500 έδειχνε 6,91 mg/l το Troll 9000 έδειχνε 2,5 mg/l (Σχήμα 4 και 5). Φυσικά και οι μετρήσεις του Troll 9500 είναι πιο έγκυρες και αξιόπιστες γιατί δεν παρουσιάζεται κάποια μεταβολή στις μετρήσεις, πράγμα αναμενόμενο αφού δεν μεταβάλλονται καθόλου οι συνθήκες μέσα στον υποαστικό θάλαμο. Άρα ως πιο αξιόπιστη μέθοδος μέτρησης, θεωρείται η οπτική μέθοδος μέτρησης της ποσότητας διαλυμένου οξυγόνου D.O. παρά η μέθοδος του Troll 9000 με τη μεμβράνη απορρόφησης του οξυγόνου γιατί παρουσιάζονται αξιόλογες διακυμάνσεις σε μεγάλης χρονικής διάρκειας μετρήσεις ($t > 3-4$ ημερών).

Στο δεύτερο πείραμα παρατηρήσαμε τη μεταβολή της ποσότητας του διαλυμένου οξυγόνου σε σχέση με την μεταβολή της θερμοκρασίας. Το εύρος των θερμοκρασιών ήταν από 0°C βαθμούς έως και 39 °C. Το Troll 9000 στις μετρήσεις του έδειξε μία απόκλιση στις τιμές της ποσότητας D.O πράγμα αναμενόμενο (Σχήμα 6). Στα διαγράμματα που θα παρουσιαστούν τα ζεύγη τιμών έχουν υποστεί επεξεργασία γιατί υπήρχαν κάποιες διακοπές ρεύματος και υπήρξαν κάποιες αστοχίες οι οποίες και αφαιρέθηκαν. Από το διάγραμμα προκύπτει μία εξίσωση που διέπει αυτήν την μείωση και είναι η παρακάτω:

$y = -0,25x + 13,87$ ($R^2 = 0,95$) ενώ αντίστοιχη εξίσωση που προκύπτει από το διάγραμμα των μετρήσεων του Troll 9500 (Σχήμα 7) είναι η παρακάτω: **$y = -0,17x + 12,43$ ($R^2 = 0,89$)**.

Επειδή ο όγκος των δεδομένων είναι πολύ μεγάλος >100 σελίδων κρίθηκε μη σκόπιμο να παρατεθούν όλα στην εργασία αλλά ένα μικρό χαρακτηριστικό δείγμα.

Τμήμα των δεδομένων της πρώτης πειραματικής διάταξης για το Troll 9000

είναι:

Date	Time	ET(sec)	T	P	Bar	Volt	ph	D.O	D.O%	E.C
14/3/2008	9:30:00	0	23,69	0,287	1,014	2,941	8,66	8,5	100,451	467,27
14/3/2008	9:40:00	600	23,6	0,262	1,014	2,968	8,46	8,43	99,4678	465,22
14/3/2008	9:50:00	1200	23,54	0,255	1,014	2,889	8,55	8,4	99,0778	459,4
14/3/2008	10:00:00	1800	23,54	0,261	1,014	2,968	8,45	8,4	98,9661	459,35
14/3/2008	10:10:00	2400	23,54	0,265	1,014	2,968	8,43	8,4	99,0594	459,4
14/3/2008	10:20:00	3000	23,53	0,271	1,014	2,941	8,43	8,4	99,0678	459,16
14/3/2008	10:30:00	3600	23,55	0,265	1,014	2,968	8,38	8,41	99,1544	459,25
14/3/2008	10:40:00	4200	23,55	0,275	1,014	2,968	8,4	8,42	99,2212	459,15
14/3/2008	10:50:00	4800	23,55	0,275	1,014	2,941	8,41	8,42	99,2542	458,96
14/3/2008	11:00:00	5400	23,57	0,269	1,014	2,915	8,39	8,41	99,183	459,1
14/3/2008	11:10:00	6000	23,56	0,274	1,014	2,941	8,42	8,42	99,268	459,39
14/3/2008	11:20:00	6600	23,57	0,273	1,014	2,968	8,4	8,41	99,2545	459,15
14/3/2008	11:30:00	7200	23,58	0,273	1,014	2,915	8,43	8,42	99,3529	459,05
14/3/2008	11:40:00	7800	23,58	0,278	1,014	2,941	8,39	8,42	99,3102	459,2
14/3/2008	11:50:00	8400	23,61	0,277	1,014	2,968	8,38	8,41	99,3267	459,68
14/3/2008	12:00:00	9000	23,6	0,277	1,014	2,968	8,41	8,42	99,3865	459,34
14/3/2008	12:10:00	9600	23,61	0,282	1,014	2,968	8,4	8,41	99,3331	459,25
14/3/2008	12:20:00	10200	23,62	0,281	1,014	2,968	8,39	8,42	99,45	459,97
14/3/2008	12:30:00	10800	23,63	0,276	1,014	2,968	8,41	8,42	99,4515	459,83
14/3/2008	12:40:00	11400	23,64	0,285	1,014	2,889	8,39	8,42	99,3948	459,78
14/3/2008	12:50:00	12000	23,64	0,291	1,014	2,968	8,42	8,42	99,4742	459,73
14/3/2008	13:00:00	12600	23,65	0,285	1,014	2,968	8,4	8,42	99,4367	459,87
14/3/2008	13:10:00	13200	23,65	0,29	1,014	2,941	8,4	8,42	99,4218	460,26
14/3/2008	13:20:00	13800	23,66	0,28	1,014	2,968	8,41	8,41	99,3562	459,54
14/3/2008	13:30:00	14400	23,67	0,289	1,014	2,941	8,39	8,41	99,4064	460,36
14/3/2008	13:40:00	15000	23,67	0,279	1,014	2,968	8,42	8,41	99,3914	459,83
14/3/2008	13:50:00	15600	23,68	0,293	1,014	2,941	8,4	8,4	99,3274	459,82
14/3/2008	14:00:00	16200	23,67	0,288	1,014	2,941	8,42	8,41	99,3551	459,92
14/3/2008	14:10:00	16800	23,68	0,288	1,014	2,968	8,41	8,41	99,362	460,16
14/3/2008	14:20:00	17400	23,68	0,288	1,014	2,941	8,42	8,4	99,3344	459,82
14/3/2008	14:30:00	18000	23,69	0,288	1,014	2,889	8,41	8,4	99,3321	460,31
14/3/2008	14:40:00	18600	23,69	0,282	1,014	2,941	8,4	8,4	99,3523	460,16
14/3/2008	14:50:00	19200	23,69	0,287	1,014	2,968	8,42	8,4	99,3218	460,21
14/3/2008	15:00:00	19800	23,71	0,287	1,014	2,968	8,4	8,4	99,3086	460,45
14/3/2008	15:10:00	20400	23,7	0,287	1,014	2,968	8,42	8,4	99,3233	460,31
14/3/2008	15:20:00	21000	23,71	0,291	1,014	2,889	8,41	8,41	99,4202	460,45
14/3/2008	15:30:00	21600	23,71	0,281	1,014	2,915	8,42	8,4	99,3649	460,5
14/3/2008	15:40:00	22200	23,72	0,291	1,014	2,968	8,42	8,4	99,3754	460,46
14/3/2008	15:50:00	22800	23,74	0,29	1,014	2,889	8,4	8,4	99,3929	460,74
14/3/2008	16:00:00	23400	23,73	0,281	1,014	2,968	8,42	8,4	99,391	460,26
14/3/2008	16:10:00	24000	23,74	0,29	1,014	2,968	8,41	8,39	99,2956	460,31
14/3/2008	16:20:00	24600	23,75	0,284	1,014	2,968	8,41	8,39	99,3327	460,55
14/3/2008	16:30:00	25200	23,75	0,285	1,014	2,968	8,42	8,39	99,3261	460,21
14/3/2008	16:40:00	25800	23,77	0,289	1,014	2,941	8,41	8,39	99,3159	460,55
14/3/2008	16:50:00	26400	23,76	0,289	1,014	2,915	8,43	8,39	99,3017	460,5
14/3/2008	17:00:00	27000	23,77	0,289	1,014	2,889	8,42	8,39	99,298	460,36
14/3/2008	17:10:00	27600	23,77	0,284	1,014	2,941	8,42	8,39	99,3293	460,55

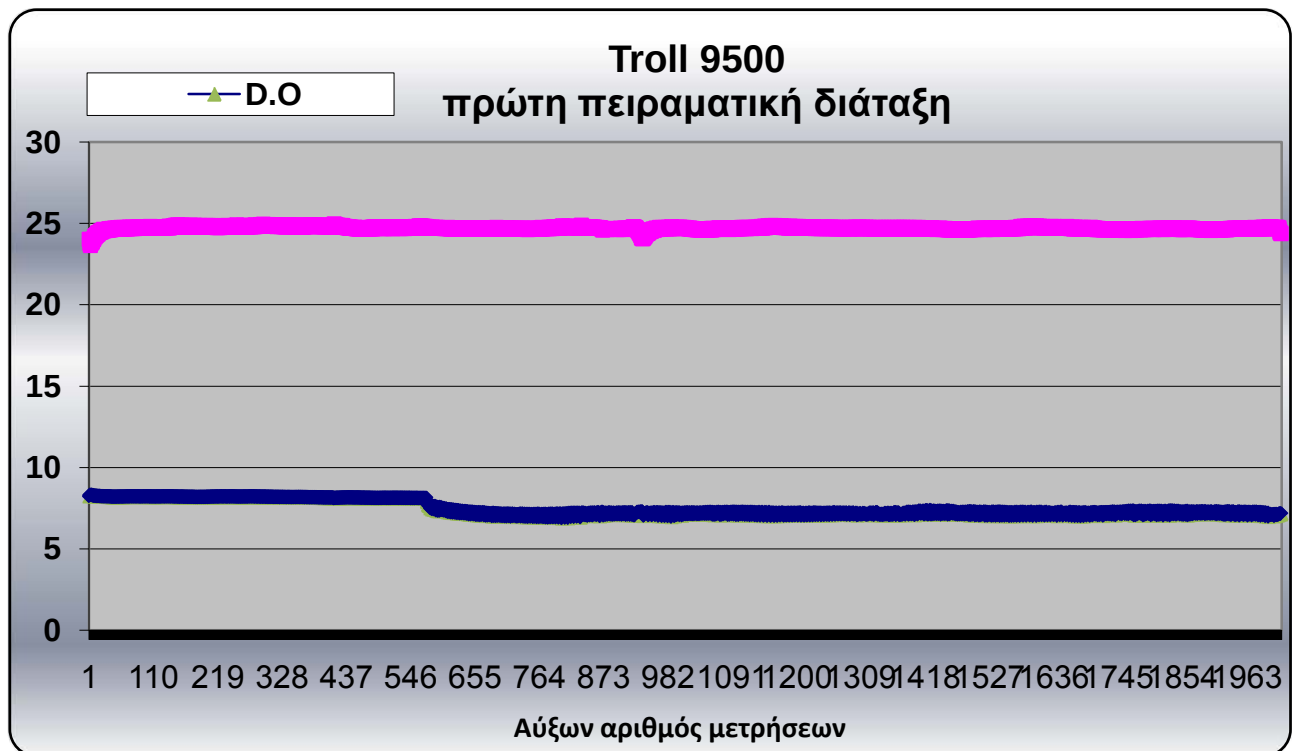
Στο τρίτο πείραμα παρατηρήσαμε ότι η μεταβολή της ποσότητας του D.O. ήταν της τάξεως των 1,3 mg/l (Σχήμα 8) ενώ την ίδια στιγμή η μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ήταν από απεσταγμένο νερό έως και 75000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, δηλαδή νερό υπερκορεσμένο σε άλατα, τιμή που ούτε στη βόρειο **Μεσόγειο Θάλασσα** δεν παρατηρείται. Η εξίσωση που διέπει την μεταβολή αυτή είναι **$y = 0,079x + 8,70$** (**$R^2 = 0,95$**).

Τα δεδομένα της τρίτης πειραματικής διάταξης για το Troll 9500 είναι:

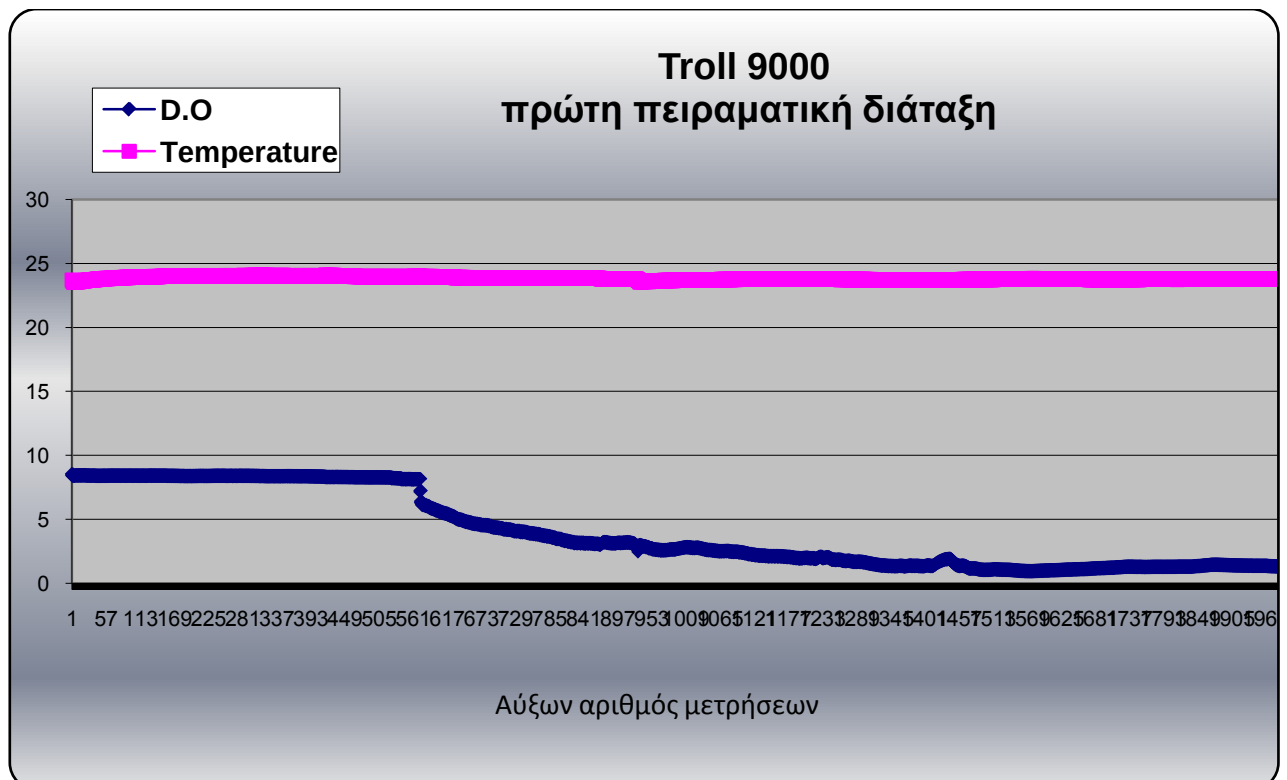
Βάρος Άλατος (gr)	E.C	d	D.O
0	14,94	0	8,73
0,2	102,23	0,05	8,7445
0,5	256,87	0,1125	8,859
0,3	401,34	0,1875	8,9855
0,2	504,34	0,2375	9,1745
0,8	911,57	0,4375	9,2745
2,1	1923,43	0,9625	9,3845
2,25	3038,01	1,525	9,4645
1,8	3987,53	1,975	9,4745
2	5001,12	2,475	9,4845
6	8004,97	3,975	9,5
19	16985,67	8,725	9,5545
33	30250,61	16,975	9,6745
21	40456,87	22,225	9,7745
35,5	56679,62	31,1	9,8545
38	75603,86	40,6	9,9779

Οι θεωρητικές αυτές εξισώσεις θα μας βοηθήσουν στο να ερμηνεύσουμε αργότερα τα δεδομένα και τις μετρήσεις από τον περιοχή του Άγρα.

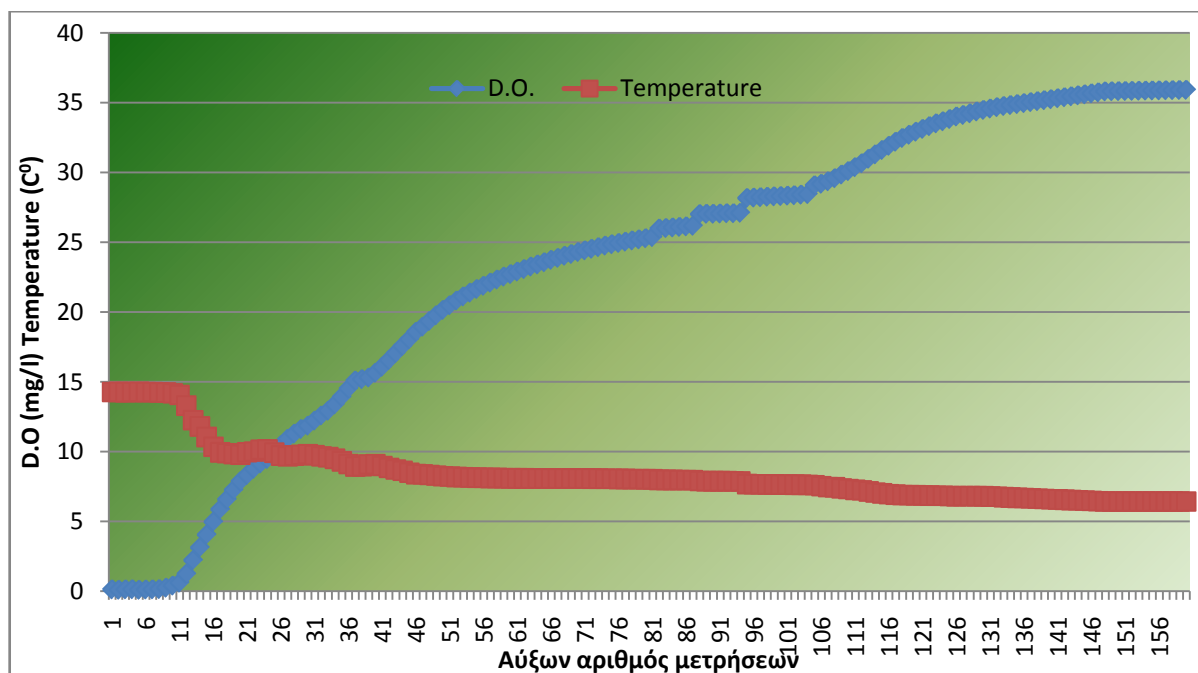
Παρακάτω δίνονται τα σχετικά διαγράμματα για κάθε πειραματική διάταξη.



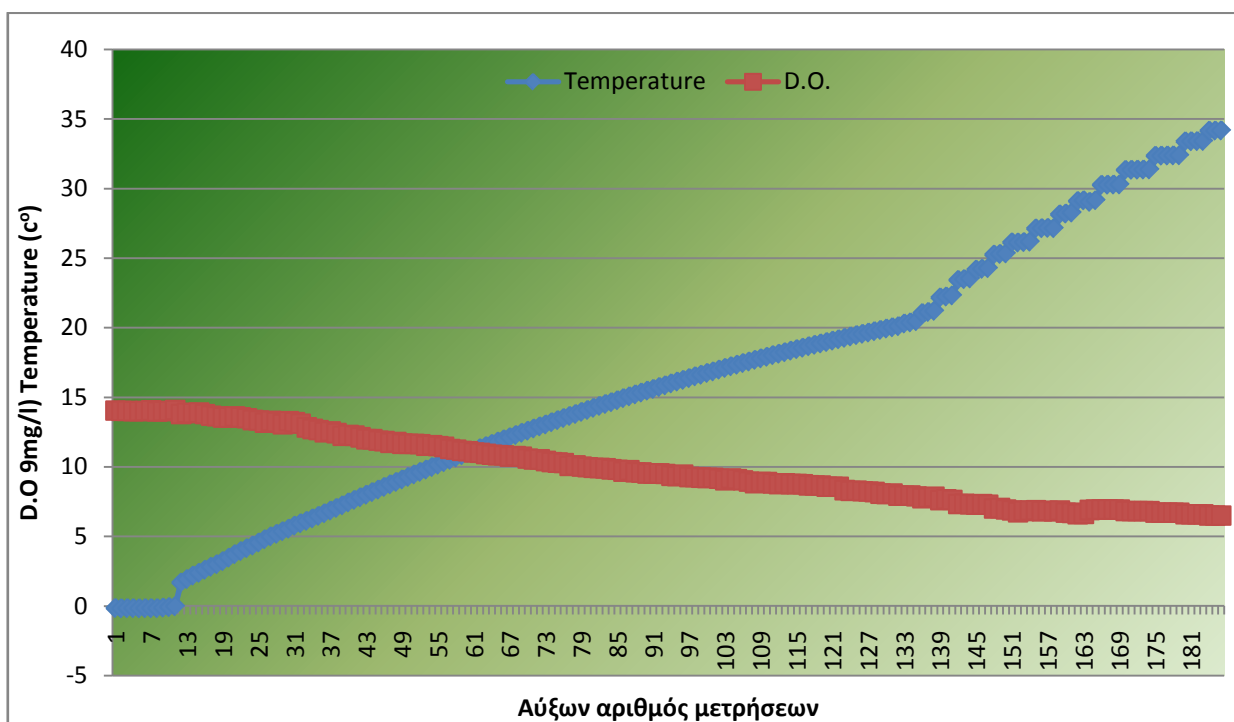
Σχήμα 2. Διάγραμμα μεταβολής της θερμοκρασίας και του διαλυμένου οξυγόνου.
(όργανο Troll 9500)



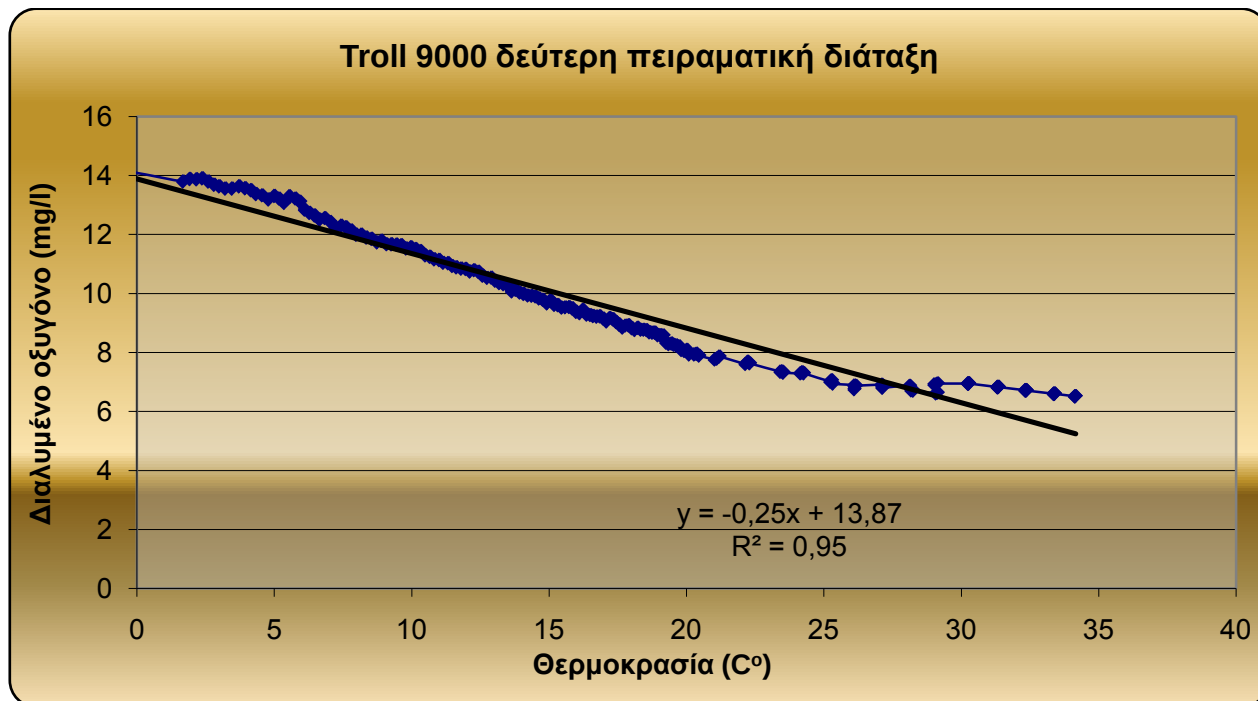
Σχήμα 3. Διάγραμμα μεταβολής της θερμοκρασίας και του διαλυμένου οξυγόνου.
(όργανο Troll 9000)



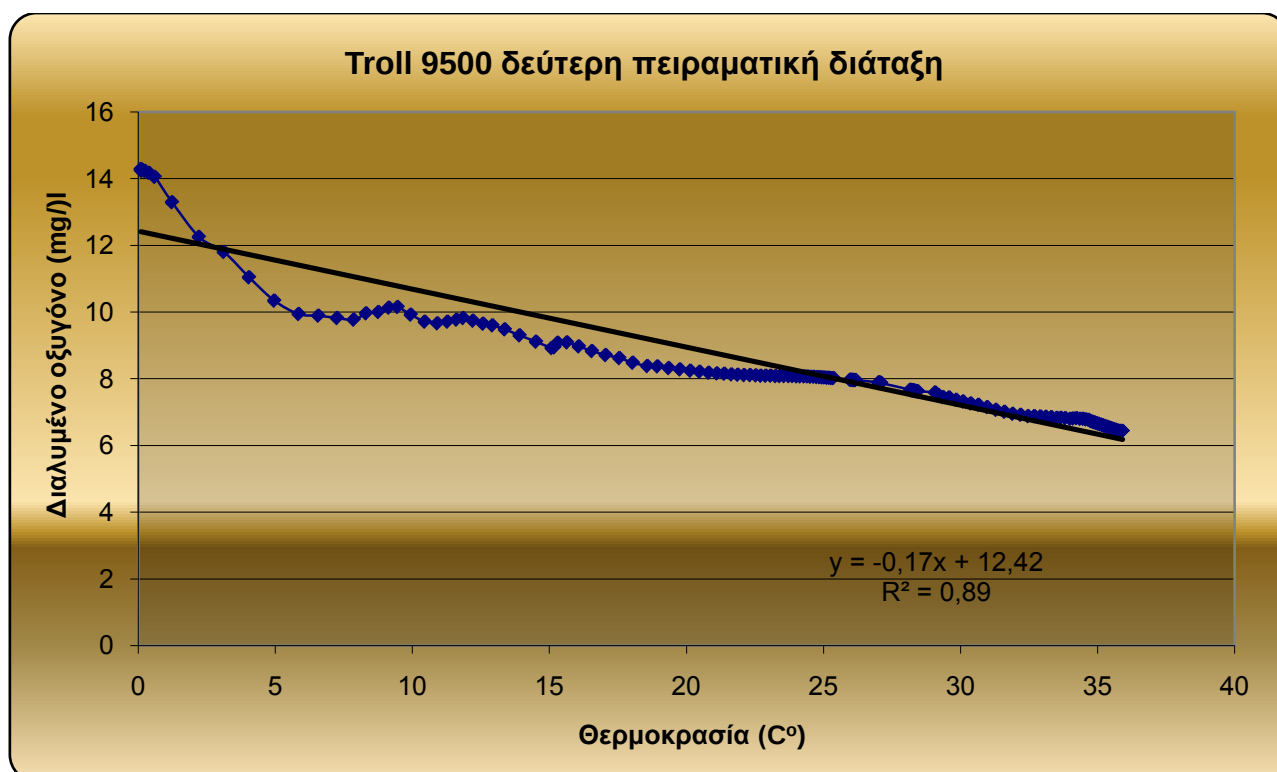
Σχήμα 4. Διάγραμμα μεταβολής της θερμοκρασίας σε σχέση με το διαλυμένο οξυγόνο κατά την διάρκεια πολλών μετρήσεων. (όργανο Troll 9500)



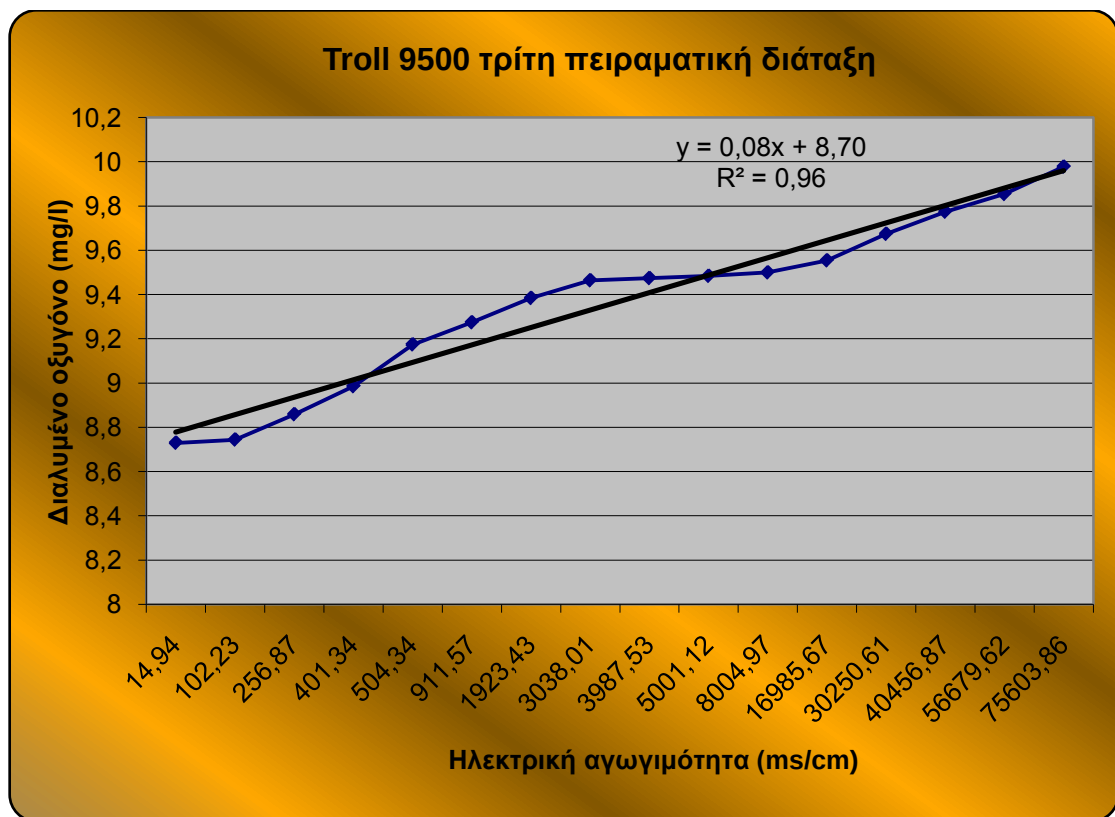
Σχήμα 5. Διάγραμμα μεταβολής της θερμοκρασίας σε σχέση με το διαλυμένο οξυγόνο κατά τη διάρκεια πολλών μετρήσεων. (όργανο Troll 9000)



Σχήμα 6. Διάγραμμα μεταβολή της θερμοκρασίας σε σχέση με το διαλυμένο οξυγόνο. (όργανο Troll 9000)



Σχήμα 7. Διάγραμμα μεταβολής της θερμοκρασίας σε σχέση με το διαλυμένο οξυγόνο. (όργανο Troll 9500)



Σχήμα 8. Διάγραμμα μεταβολής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε σχέση με το διαλυμένο οξυγόνο. (όργανο Troll 9500)

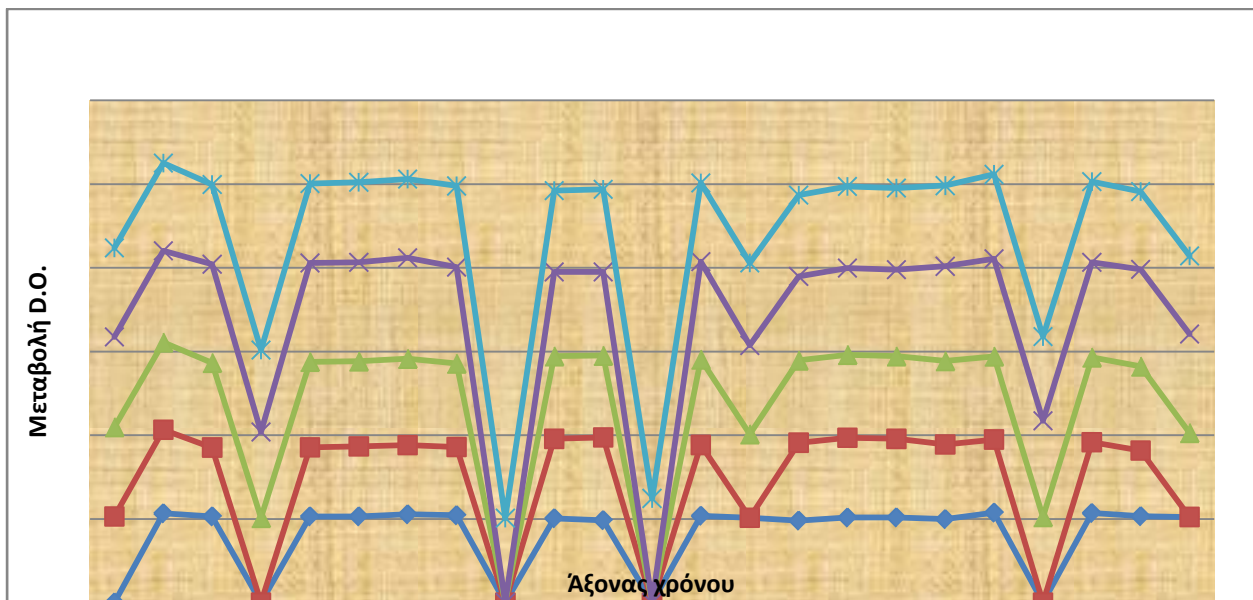
Να σημειωθεί ότι η Τρίτη πειραματική διάταξη πραγματοποιήθηκε μόνο με το όργανο Troll 9500 γιατί υπήρχε τεχνική και πρακτική δυσκολία στο να στερεωθεί το 9000 μέσα στο δοχείο με το νερό λόγω μικρής επιφάνειας βάσης σε αντίθεση με το 9500.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

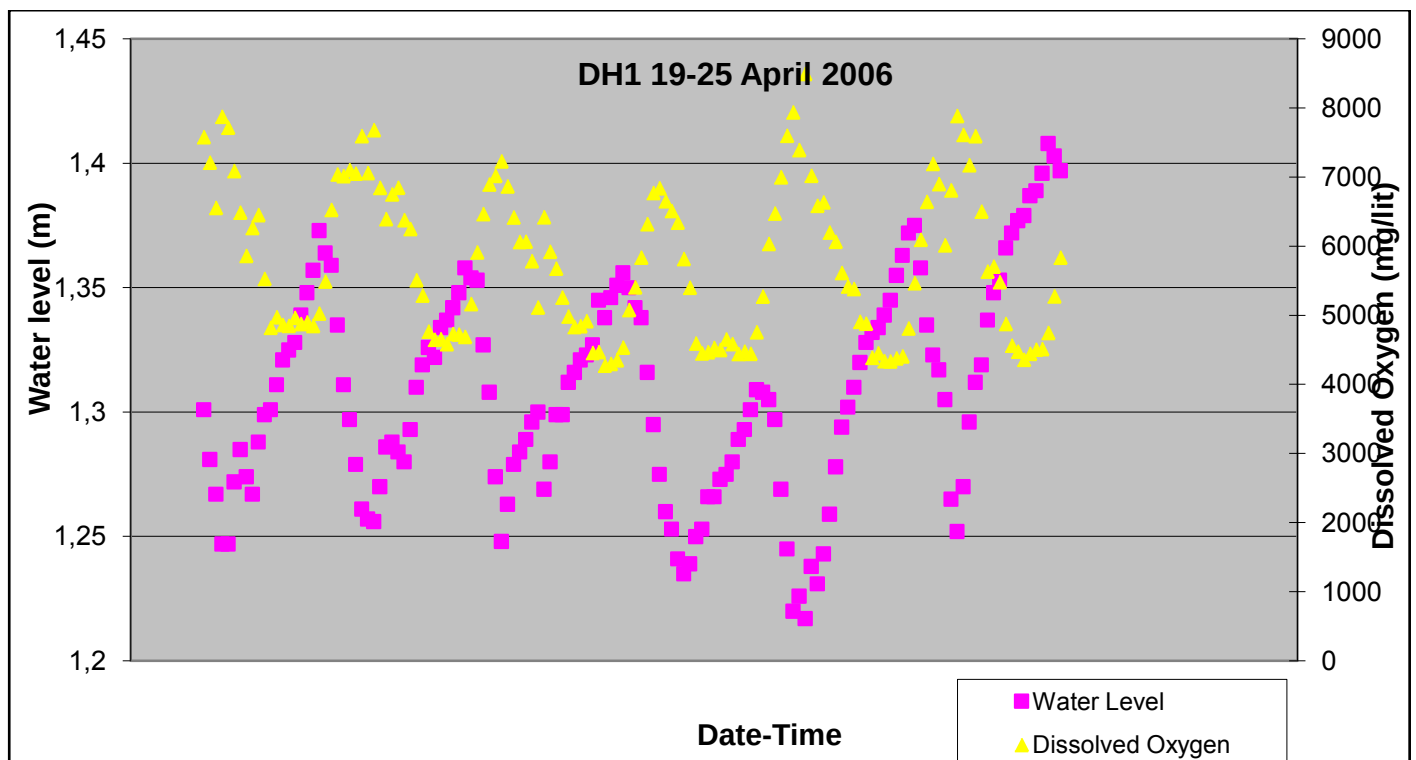
Από τα ζεύγη δεδομένων που παρατηρούνται για την περιοχή του Άγρα και ανάγοντας τα σε θερμοκρασία 25° C παρατηρούμε ότι μόνο τα σημεία δειγματοληψίας κοντά στις πηγές Νησίου έχουμε σταθερότητα στις τιμές της ποσότητας D.O. , ενώ σε όλα τα άλλα σημεία παρατηρείται μια περιοδικότητα στην μεταβολή της τιμής του D.O. Συγκεκριμένα η περίοδος μέτρησης ήταν ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ-04, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ-05, ΑΠΡΙΛΙΟΣ-05, ΙΟΥΛΙΟΣ-05, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ-05, ΑΠΡΙΛΙΟΣ-06, ΙΟΥΛΙΟΣ-06. Παρατηρήσαμε ότι την περίοδο των πρώτων δύο μετρήσεων είχαμε άνοδο της τιμής, τις επόμενες δύο μετρήσεις επικρατούσε σταδιακή πτώση, την πέμπτη μέτρηση ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ-05 υπήρχε πάλι μία άνοδος και στις τελευταίες δύο επικρατούσε πάλι σταδιακή πτώση. Αυτό ίσχυε για όλα τα σημεία εκτός από τα δυο που αναφέρονται πιο πάνω. Η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάστηκε στο δείγμα D16 (12,06 mg/l) την περίοδο ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ-05 και η μικρότερη τιμή παρουσιάστηκε D8 (7,85mg/l) την περίοδο ΙΟΥΛΙΟΣ-05. Αυτό παρατηρείται και σε ημερήσια βάση. Αυτό φυσικά δεν μπορεί να δικαιολογηθεί από κάποια ανθρωπογενή δραστηριότητα, να αποδοθεί δηλαδή σε κάποια υποβάθμιση του νερού από δραστηριότητες του ανθρώπου (αγροτικές, κτηνοτροφικές, βιομηχανικές). Αν ίσχυε κάτι τέτοιο στις μετρήσεις θα παίρναμε μια σταθερή μείωση ή αντίστοιχα κάποια σταθερή αύξηση, ενώ εδώ παρατηρείται μία περιοδικότητα στις τιμές. Επίσης τα δύο σημεία δειγματοληψίας στις πηγές Νησίου μας δίνουν σταθερή ποσότητα D.O. άρα ο μόνος προφανής λόγος που να προκαλεί το φαινόμενο αυτό είναι η λίμνη να είναι ευτροφική. Το φαινόμενο αυτό συνοδεύεται από έντονη βιολογική δραστηριότητα, ανάπτυξη φυκών αλγών και μείωση της ποσότητας διαλυμένου οξυγόνου. Τα θρεπτικά συστατικά υπάρχουν σε επάρκεια στα επιφανειακά στρώματα κυρίως P και N. Κυρίως αυτές οι ενώσεις προέρχονται από αγροτικές, κτηνοτροφικές δραστηριότητες, αλλά όπως εξηγήσαμε πιο πριν λόγω της περιοδικότητας του φαινομένου αυτού αποκλείεται η προέλευση αυτή. Ο ευτροφισμός σε μία λίμνη αναγνωρίζεται από τη θολότητα του νερού, την απότομη αύξηση των φυτικών οργανισμών και τη χαρακτηριστική μορφή του ανθισμένου νερού. Η λίμνη θα μετατραπεί σε έλος και μετέπειτα σε στεριά.

Παρακάτω παραθέτονται ο χάρτης της περιοχής και ο πίνακας τιμών.

ΚΩΔΙΚΟΣ ΘΕΣΗΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ Tw °C							ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ D.O. (mg/l)							ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ D.O. (mg/l) 25°C						
	ΙΟΥΛΙΟΣ-06	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-06	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ-05	ΙΟΥΛΙΟΣ-05	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-05	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ-05	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ-04	ΙΟΥΛΙΟΣ-06	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-06	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ-05	ΙΟΥΛΙΟΣ-05	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-05	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ-05	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ-04	ΙΟΥΛΙΟΣ-06	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-06	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ-05	ΙΟΥΛΙΟΣ-05	ΑΠΡΙΛΙΟΣ-05	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ-05	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ-04
D1			11,4	19,7	14,4	10,8	14,4			5,7	6,8	8	11,3	5,4			10,4	9	9,9	10,5	9,9
D10	10,6	10,5	10,2	12,4	10	9,5	10,2	6,9	4,65		11,1	13,6	13,6	10,8	10,5	10,6		10,2	10,6	10,7	10,5
D11	11,4	10,6	10,2	14,1	11,4	8,5	11,1	7,5	4,65	7,8	7,45	13	13,5	11,1	10,4	10,5	10,6	9,9	10,4	10,9	10,5
D12	23,1	14,8	12,3	24,2	13,2	3,7	16,6	5,2	2,95	7,7	7,7	10,7	10,1	3,6	8,4	9,8	10,2	8,2	10,1	11,7	9,5
D13	14,1	14,7			13,3	12,4	15,2	7	4,55			2,5	11,6	13,7	9,9	9,8			10,1	10,2	9,7
D14	22,7	16,4	12,3	24,1	12,6	3,5	16,9	6,2	5,05	7,75	12,2	12,4	8,1	7,9	8	9,5	10,2	8,2	10,2	11,8	9,4
D15	22,8	16,8	12,3	23,4	13	3,4	16,4	5,1	5,1	8	9,3	12,1	8,8	6,55	8,4	9	10,2	8,3	10,1	11,8	9,5
D16	22,7	17,1	10,9	23,9	12,1	2,1	17,3	4,6	5,6	8,5	7,4	11,55	15,6	7,6	8,4	9,4	10,5	8,2	10,3	12,0	9,4
D17	21,6	18,4	11,5	24,6	14,1	5,2	15,6	1,7	3,6	4,7	2,7	8,3	8,2	3	8,6	9,2	10,4	8,1	9,9	11,5	9,7
D18							13,5							5,6							10,0
D19	17	14,4	13,6	16,9	14,7	13,5	15,5	11	3,55	5,4	12,2	7,1	7,4	7	9,4	9,9	10,0	9,4	9,8	10,0	9,7
D2	14,7	14,5	14,9	14,6	15,3	13,9	14,6	5,1	16	4,8	3,6	5,85	4,9	5,55	9,8	9,9	9,8	9,8	9,7	10,0	9,8
D20						3							6								12,4
D21	21,4	16,9	11,9	22,8	12,7	4,3	17,2	5,1	4,9	8,5	6,9	10,7	12,5	8,65	8,7	9,49	10,3	8,4	10,2	11,6	9,4
D22	16,1	13,5	13,3		14	10,4	14,8	5,2	4,05	6,3	4,4	13,3	8,2	8,2	9,6	10,0	10,1		9,9	10,6	9,8
D3	15,8	12,7	15,2	18	14,9	13,6	15,6	4,8	3,7	5,5	6,7	4,5	7,3	7,25	9,6	10,2	9,7	9,0	9,8	10,0	9,7
D4A	17,2	14,2	13,1	16,6	14,5	11,9	15,3	8,7	3,6	5,3	11,3	5,9	9,2	6,75	9,4	9,9	10,1	9,5	9,9	10,3	9,7
D4B	17,6	14,2	13	17,5	14,7	11,9	15,3	9,5	3,55	5,4	11,6	6,6	9,1	6,25	9,3	9,9	10,1	9,3	9,8	10,3	9,7
D5A			14,2	20,2	14,1	6,3	16			7,8	5,05	14,2	9,4	6,3			9,9	8,9	9,9	11,3	9,6
D5B			9,7	21,3	14,3	4,3	13,5			8,2	10,9	15	10,7	8,3			10,7	8,7	9,9	11,6	10,0
D6					12,7	5,3	13,7					12,9	9,6	7,1					10,2	11,5	10,0
D7	20,6	14,4	10	22,9	13,1	6,1	15,9	6,2	6,2	7,1	10,5	9,04	11,7	9,5	8,8	9,9	10,6	8,4	10,1	11,3	9,6
D8	19,7	15,4	12,2	26,3	13,7	4,7	18	8,4	7,65	6,2	14,35	9,3	13,2	8,35	9,4	9,7	10,3	7,8	10,0	11,6	9,3
D9	21,7	17,5	12,7		13,7	3,5	17,8	3,7	5,8	7,4	8,3	13,6	11,1	10,4	8,6	9,3	10,2		10,0	11,8	9,3



Σχήμα 9. Διάγραμμα μεταβολής D.O στην πηγή Νησίου την περίοδο Οκτώβρης 2004-Ιούλιος 2006.



Σχήμα 10. Διάγραμμα μεταβολής D.O στην πηγή Νησίου για ένα μόνο σημείο δειγματοληψίας.

Troll 9500

Troll 9000



Αντλία οξυγόνου

Διάλυμα βαθμονόμησης

**Οπτικός αισθητήρας
μέτρησης D.O(Troll 9500)**

Όργανο μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Ζυγαριά ακριβείας(Max 620gr,d=0,01gr)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γεώργιος Χ.Σούλιος (2006) Γενική υδρογεωλογία.Τέταρτος τόμος σελ 22-25, 79-111, 171-190

Βουδούρης Κωνσταντίνος (2006)Υδρογεωλογία περιβάλλοντος τμήμα εκδόσεων ΑΠΘ σελ 39-49, 93

www.scopus.com

www.heal-link.gr

www.nebula.lib.auth.gr

el.wikipedia.org

www.livepedia.gr

[http://scholarbook.google.com\](http://scholarbook.google.com/)

<http://kpe-kastor.kas.sch.gr>

www.state.ky.us

www.watersave.gr

www.ncsu.edu

www.mt.com

www.hydromedia.gr

www.google.gr

www.waterinfo.gr

www.geo.auth.gr