

| |
|---|
| ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ |
| Αριθ. Πρωτ. 90 |
| Ημερομηνία 22-9-98 |

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ-ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΑΦΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΗΣ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ

ΤΑΜΠΑΛΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑΣ

Τίτλος: Προσδιορισμός των νιτρικών και νιτρωδών ιόντων σε νερά γεωτρήσεων του νομού Μαγνησίας. Καθορισμός της ρυθμιστικής ικανότητας των νερών αυτών.

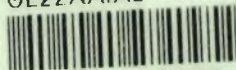
ΒΟΛΟΣ 1998



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 29/1
Ημερ. Εισ.: 05-08-2003
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ
1998
TAM

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070086

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

-ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Δειγματοληψία

1.2 Μετεωρολογικά στοιχεία

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ.

2.1 Ειδική αγωγιμότητα

2.2 pH

2.3 Προσδιορισμός των ιόντων Νατρίου(Na^+)

2.4 Προσδιορισμός των ιόντων Καλίου(K^+)

2.5 Προσδιορισμός των ιόντων Ασβεστίου(Ca^{+2})

2.6 Προσδιορισμός των ιόντων Μαγνησίου(Mg^{+2})

2.7 Προσδιορισμός των ιόντων Χλωρίου(Cl^-)

2.8 Προσδιορισμός των Ανθρακικών ιόντων(CO_3^{-2})

2.9 Προσδιορισμός των όξινών ανθρακικών ιόντων(HCO_3^-)

2.10 Προσδιορισμός των Θεικών ιόντων(SO_4^{-2})

2.11 Προσδιορισμός Νιτρικών ιόντων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

1.1 Υπολογισμός του Δείκτη Κορεσμού Langelier (LSI)

1.2 Ρυθμιστική Ικανότητα του νερού.

1.3 Γραφική παράσταση της ρυθμιστικής ικανότητας της κάθε γεώτρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Συμπεράσματα-Συζήτηση

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά εκφράζονται ευχαριστίες στον Καθηγητή μου κ.Ιωάννη Μήτσιο για το ερέθισμα της απασχόλησης μου με την εδαφολογία. Επίσης τον ευχαριστώ για την επιλογή του θέματος, την θεωρητική και πρακτική κατάρτιση στο συγκεκριμένο θέμα ως και για τη συνεχή καθοδήγηση του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής αυτής..

Θα ήταν παράλειψη μου να μην εκφράσω την ικανοποίησή μου για την διάθεση όλων των επιστημονικών οργάνων και συσκευών από το Εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που χωρίς αυτά δεν θα γινόταν η εργασία αυτή.

Στους καθηγητές κ^ο Πέτρο Λόλα και Νικόλαο Δαλέζιο εκφράζω τις ευχαριστίες μου για τη συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής αυτής.Στον ερευνητή Α' Δρ.Ιωάννη Ρούμπο Διευθυντή του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Βόλου,θέλω να εκφράσω τις άπειρες ευχαριστίες μου για τη διάθεση όλων των μετεωρολογικών στοιχείων της περιόδου 1987-1997.

Επίσης εκφράζω τις ευχαριστίες μου στην χημικό και υποψήφια διδάκτορα κα Ε.Γκόλια για τις συμβουλές και διευκρινήσεις σε απορίες για τη μέθοδο χημικής ανάλυσης του νερού και τον προσδιορισμό των νιτρικών και νιτρικών ιόντων. Επίσης στον γεωπόνο και υποψήφιο διδάκτορα κ. Φ.Γάτσιο εκφράζω τις ευχαριστίες μου για την βοήθεια του σε πρακτικά θέματα του εργαστηρίου.

Ευχαριστίες εκφράζονται και στο γεωπόνο και υποψήφιο διδάκτορα κ. Ε.Σταυρινό και την κα Τσακμάκη για την συμπαράστασή τους καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και αρκετούς φίλους που με στήριξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και ιδιαίτερα κατά την περίοδο της εκπόνησης της πτυχιακής αυτής διατριβής.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό που χρησιμοποιείται για άρδευση είτε αυτό προέρχεται από ποτάμια ,πηγάδια ή γεωτρήσεις δεν είναι ποτέ καθαρό αλλά περιέχει πάντα διαλυτά άλατα.Το περισσότερο νερό που χρησιμοποιείται για το πότισμα των φυτών απορροφάται από τα φυτά. ένα όμως ποσοστό από το νερό αυτό εξατμίζεται από το έδαφος..Όταν η συγκέντρωση των αλάτων του νερού είναι υψηλή ,τότε τα άλατα αυτά παραμένουν στο έδαφος.Η υψηλή συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα έχει ως συνέπεια τις ακόλουθες επιδράσεις στις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών:

- 1)Φυσιολογική δίψα λόγω της αύξησης της οσμωτικής πίεσης
- 2)Αυξημένη υδραυλική αντίσταση των ριζών και των φύλλων.
- 3)Μεταβολή των ορμονικών επιπέδων που επηρεάζουν τα ποσοστά αύξησης τους.
- 4)Άμεση βλάβη ,ιδιαίτερα των φωτοσυνθετικών μηχανισμών.

5)Ιοντικός ανταγωνισμός,που αυξάνει την ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται για τη διατήρηση της ισορροπίας K:Na (Russell's soil conditions & plant growth κεφ.27 σελ.928και 932)

Γίνεται λοιπόν εμφανές ότι το νερό για την άρδευση των καλλιεργειών μιας συγκεκριμένης περιοχής θα πρέπει να αξιολογηθεί πριν χρησιμοποιηθεί και είναι απαραίτητο να λάβουμε υπόψη μας τις μεταβολές που θα δημιουργηθούν στο σύστημα έδαφος- νερό -φυτό.Οι μεταβολές που θα επέλθουν στο σύστημα έδαφος-νερό -φυτό μετά από συνεχή χρησιμοποίηση του νερού αρδεύσεως εξαρτώνται από τις ιδιότητες που έχει το νερό αρδεύσεως.Τα εδάφη θα πρέπει να διατηρούνται σε καλή κατάσταση(μη αλατούχα -μη νατριωμένα)και αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση καλής ποιότητας νερού και την επαρκή στράγγιση των εδαφών.Τα κριτήρια για την ποιοτική κατάταξη του νερού αρδεύσεως είναι :

-μικρή αλατότητα (που εκφράζεται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα ECw)

- μικρό SAR για να εμποδίζεται ο σχηματισμός νατριωμένων εδαφών

-μικρή συγκέντρωση των ιόντων που μπορεί να επηρεάσουν τα ευαίσθητα φυτά.Τέτοια ιόντα είναι το B , Na^+ , Cl^- , HCO_3^- καθώς και το Mg^{+2} και Ca^{+2} σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

Εδώ θα πρέπει να πούμε ότι η καταλληλότητα του νερού για άρδευση δε στηρίζεται μόνο στην ποιότητά του αλλά και σε κλιματικούς παράγοντες (π.χ ύψος βροχοπτώσεων), εδαφικούς (π.χ Exchangeable Sodium Percentage ESP) και φυτικούς παράγοντες (ανθεκτικότητα σε άλατα) καθώς και στον τρόπο διαχείρισης του νερού αρδεύσεως.

Η εργασία αυτή αποτελεί συνέχεια της έρευνας που πραγματοποιεί το Εργαστήριο Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ποιότητα των νερών άρδευσης στο Νομό Μαγνησίας και η οποία ξεκίνησε το Νοέμβριο του 1996 με δείγματα από γεωτρήσεις και πηγές του Δυτικού Πηλίου. Ειδικότερα συγκεντρώθηκαν δείγματα νερού από τις παραλιακές κοινότητες του Δυτικού Πηλίου από την περιοχή της Αγριάς μέχρι και τα Καλά Νερά. Η δειγματοληψία των νερών πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 1997 από τις ίδιες γεωτρήσεις που ελήφθησαν τα δείγματα νερού και το 1996 καθώς και από γεωτρήσεις και πηγές του Νοτίου Πηλίου και συγκεκριμένα από τις κοινότητες Αργαλαστής, Μετοχίου και Λαύκου. Επίσης πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία νερού από τις περιοχές των Αλυκών, Νέας Αγχιάλου, Διμηνίου, Βελεστίου και Ριζομύλου. Συνολικά μελετήθηκαν 43 δείγματα από το Πήλιο και 48 δείγματα από τις υπόλοιπες περιοχές του Νομού Μαγνησίας.

Σε κάθε δείγμα μελετήθηκε η ηλεκτρική αγωγιμότητα EC_w, το pH, τα κατιόντα (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+), τα ανιόντα (CO_3^{-2} , HCO_3^- , SO_4^{-2} , NO_3^- , NO_2^-), ο δείκτης κορεσμού Langelier (Langelier Saturation Index, LSI) και η ρυθμιστική ικανότητα του νερού. Η ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως έγινε με βάση τις παραμέτρους όπως χρησιμοποιήθηκαν από το εργαστήριο Αλατούχων Εδαφών των Η.Π.Α., με βάση το υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο (Residual Sodium Carbonate RSC), με βάση τις ερευνητικές εργασίες των Christiansen, et al (1977) και με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot, (1976).

Στο παράρτημα παρουσιάζονται οι πίνακες με τις συγκεντρώσεις των κατιόντων, των ανιόντων, των νιτρικών και νιτρωδών ιόντων, του pH, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας EC_w, το S.A.R και ο δείκτης L.S.I.

Ο σκοπός αυτής της έρευνας είναι η εκτίμηση και αξιολόγηση της ποιότητας των νερών για την άρδευση των καλλιεργειών καθώς και η σύγκριση των παραμέτρων EC_w, SAR, και των συγκεντρώσεων των ιόντων NO_3^- , και NO_2^- στα νερά των γεωτρήσεων του Δυτικού Πηλίου και των υπολοίπων περιοχών του Νομού. Επίσης η εργασία αυτή αποβλέπει στον εντοπισμό ή όχι διαφορών στους παραπάνω παράγοντες και στοιχεία που αποδεικνύουν τη σταδιακή ή όχι υποβάθμιση της ποιότητας των μελετούμενων νερών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1) ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

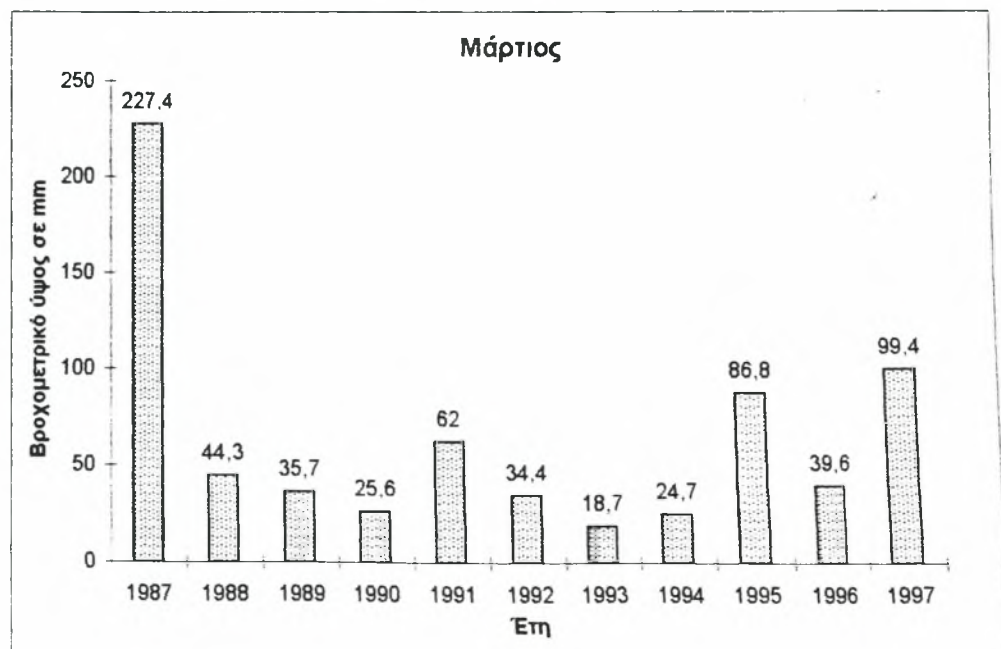
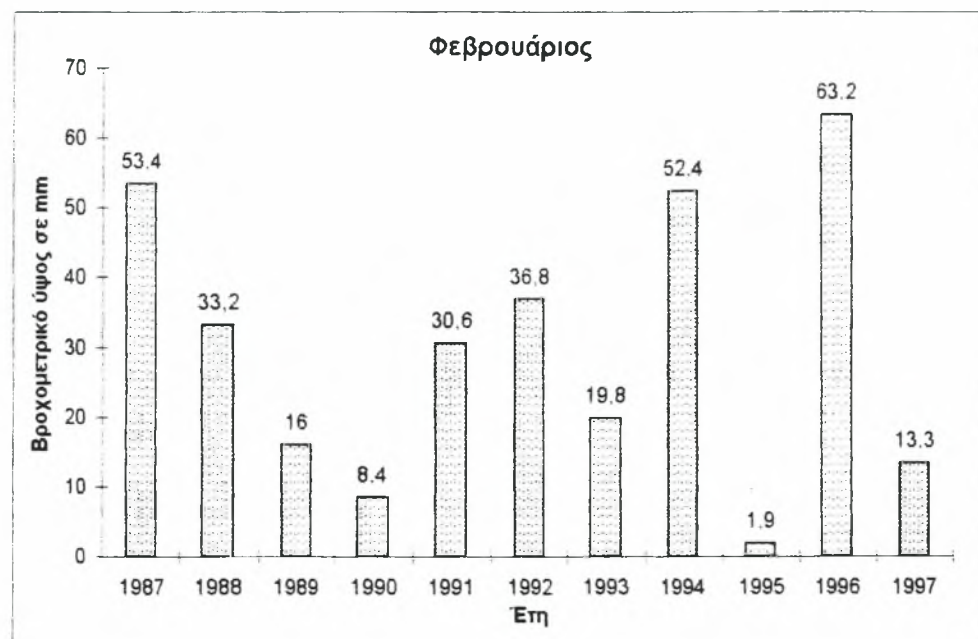
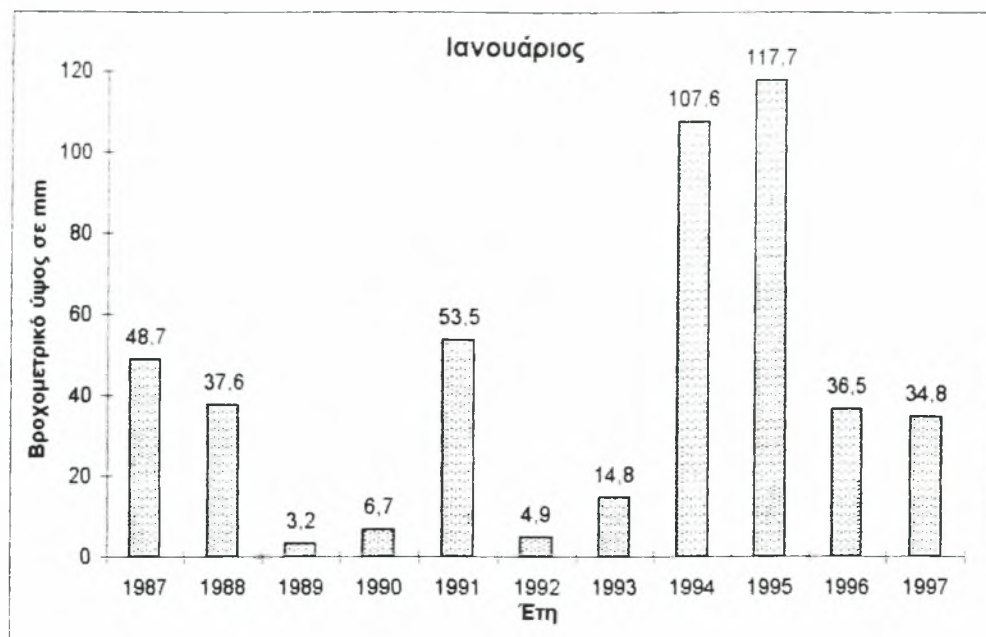
Η δειγματοληψία έγινε από 91 γεωτρήσεις που κατανέμονται στις περιοχές Κάτω και Άνω Λεωνίων, Γατζέας, Καλών Νερών, Νοτίου Πηλίου, της ευρύτερης περιοχής της πόλης του Βόλου, Αλυκών, Αγκιάλου, Διμηνίου, Βελεστίνου, Ριζομύλου. Το κάθε δείγμα τοποθετήθηκε σε καθαρή πλαστική φιάλη του 1,5 lt και 0,5 lt. Οι φιάλες των 0,5 lt τοποθετήθηκαν στην κατάψυξη στους -20^οC για να προβούμε στη συνέχεια στη μέτρηση των νιτρικών χωρίς αυτά να αναχθούν σε νιτρώδη. Η μέτρηση των νιτρικών και νιτρωδών ιόντων ολοκληρώθηκε στα μέσα του Αυγούστου 1997, ενώ οι μετρήσεις όλων των υπό μελέτη στοιχείων του νερού ολοκληρώθηκε τον Οκτώβριο του 1997.

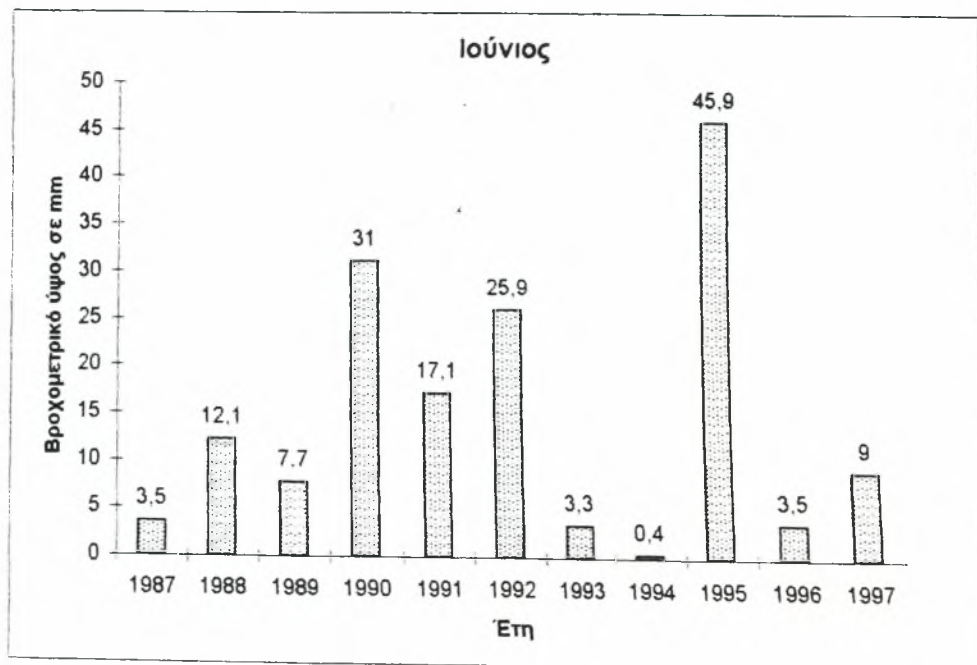
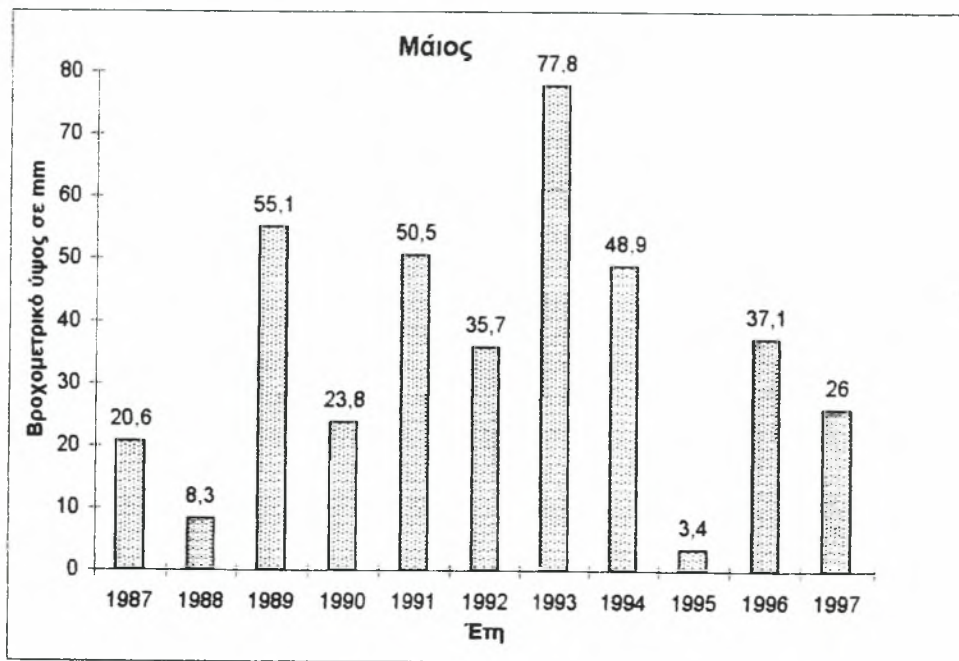
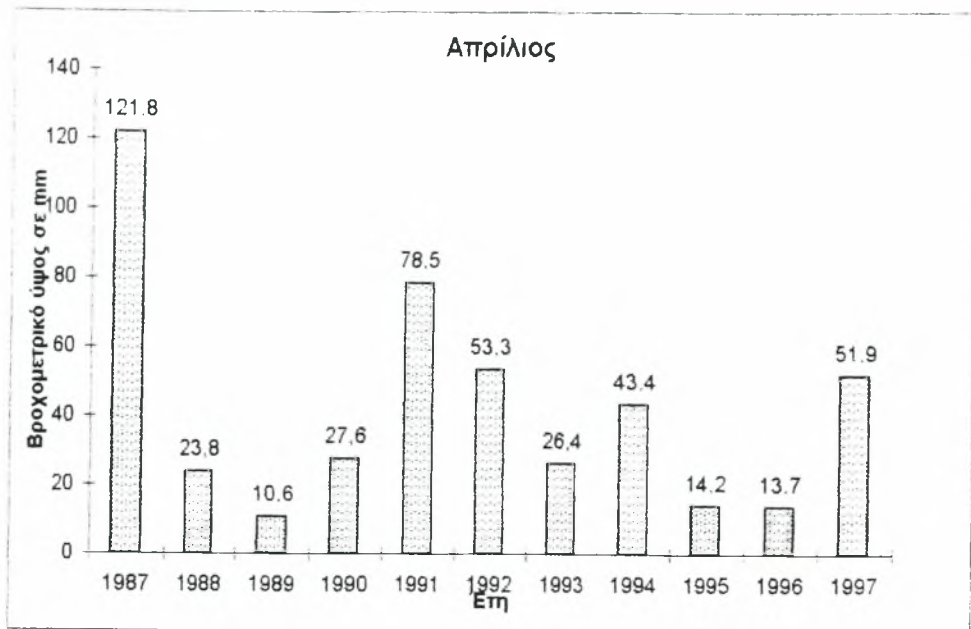
Τα βάθη των γεωτρήσεων ποικίλουν. Έτσι τα βάθη των γεωτρήσεων στις παραθαλάσσιες περιοχές του Πηλίου κυμαίνονται από 3 έως 13 μέτρα, ενώ οι πιο απομακρυσμένες από τη θάλασσα γεωτρήσεις έχουν βάθος από 20 έως 100m. Συγκεκριμένα οι γεωτρήσεις X27 στα Καλά Νερά και X36 στη θέση Άσπρο Μάτι του Νοτίου Πηλίου το βάθος αυτών ανέρχεται στα 100 m. Στις άλλες παραθαλάσσιες περιοχές του Νομού Μαγνησίας απ' όπου ελήφθησαν δείγματα το βάθος κυμαίνεται από 5-70 m για τις Αλυκές, από 10-45 m για τις περιοχές της Αγκιάλου και στις περιοχές του Διμηνίου από 12 έως 300m. Το βάθος των 300 m παρατηρείται σε γεωτρήσεις που είναι στις πιο υψηλές περιοχές του Διμηνίου. Στις περιοχές Ριζομύλου -Βελεστίνου το βάθος κυμαίνεται από 100-200m.

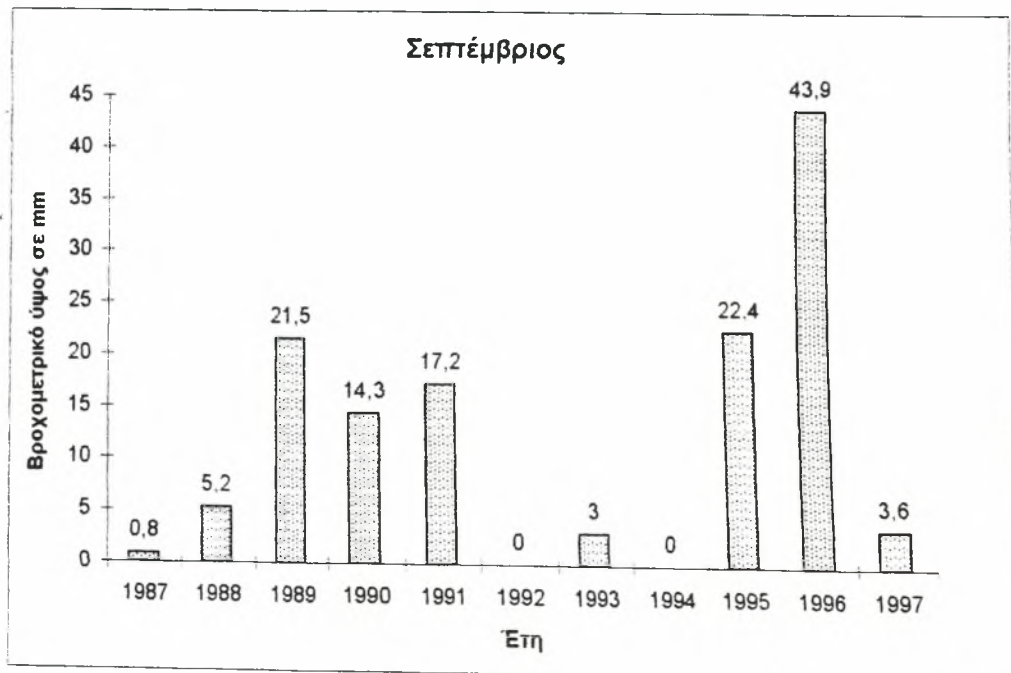
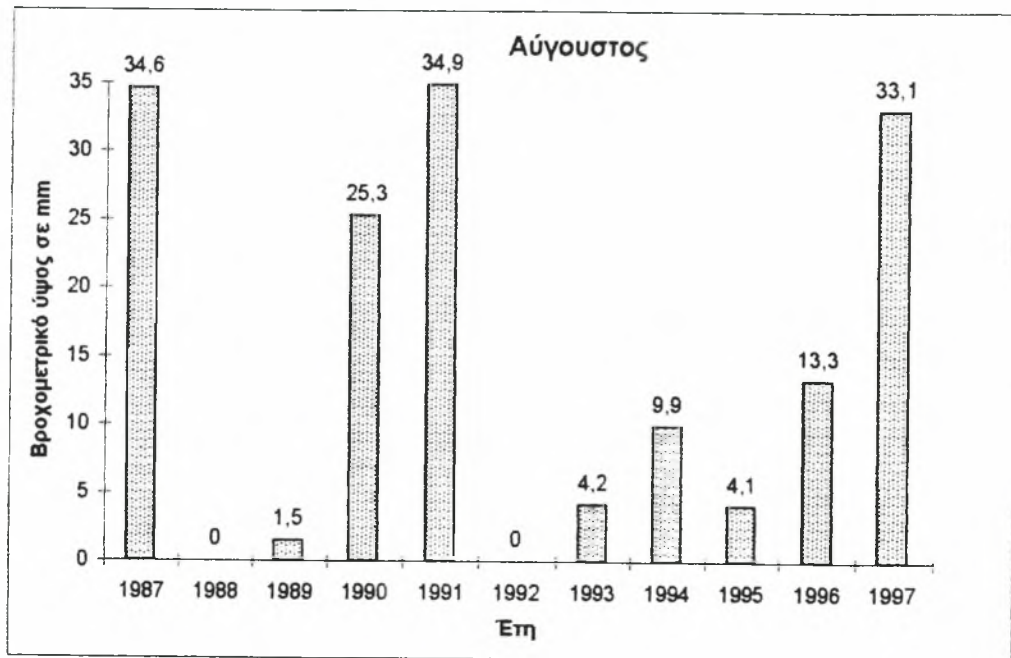
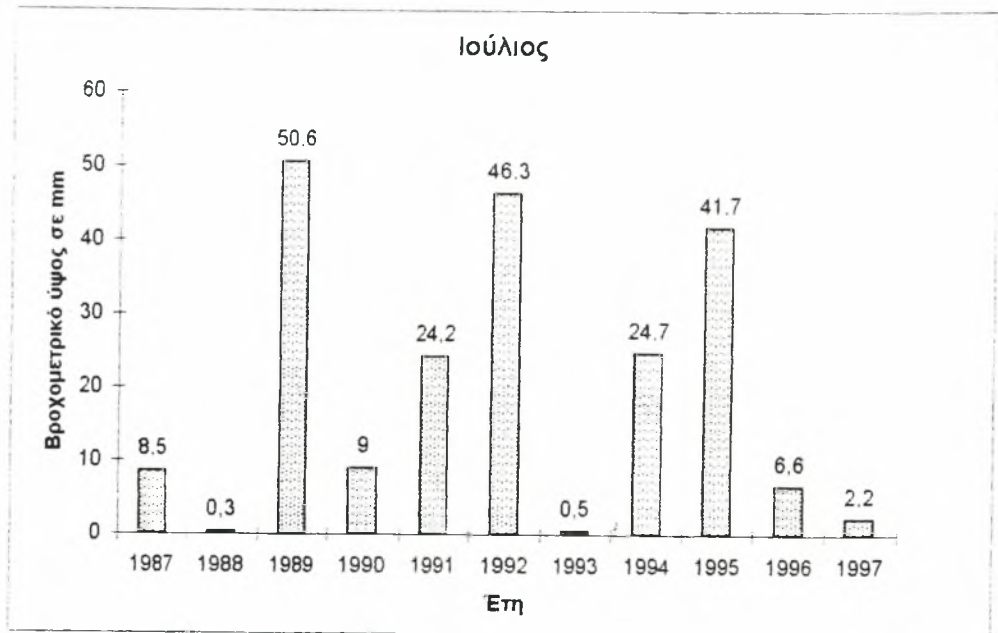
1.2) ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ

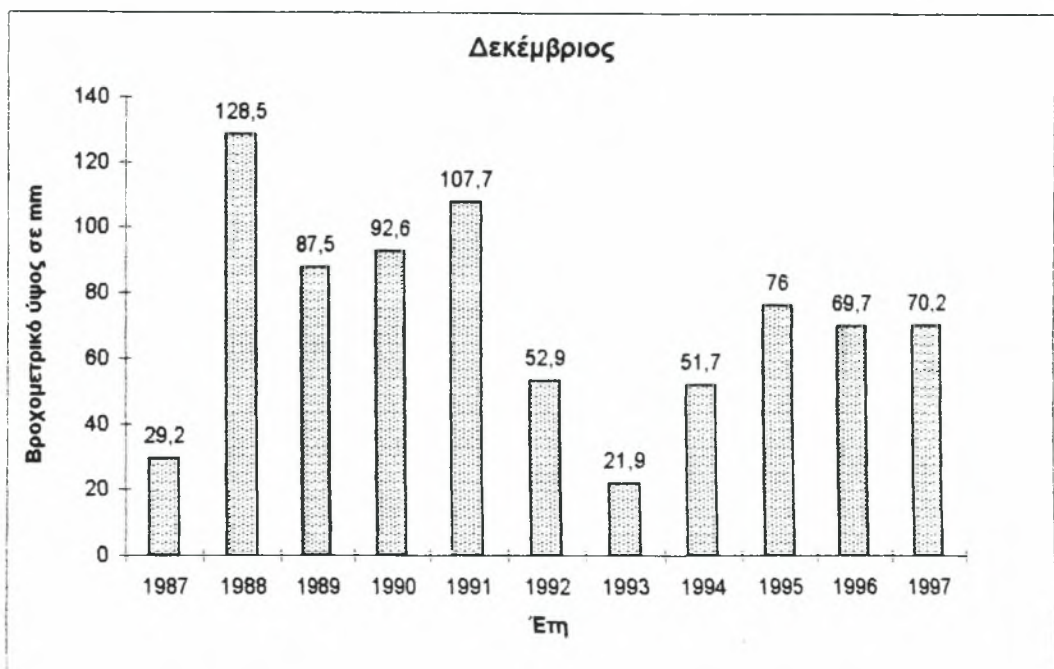
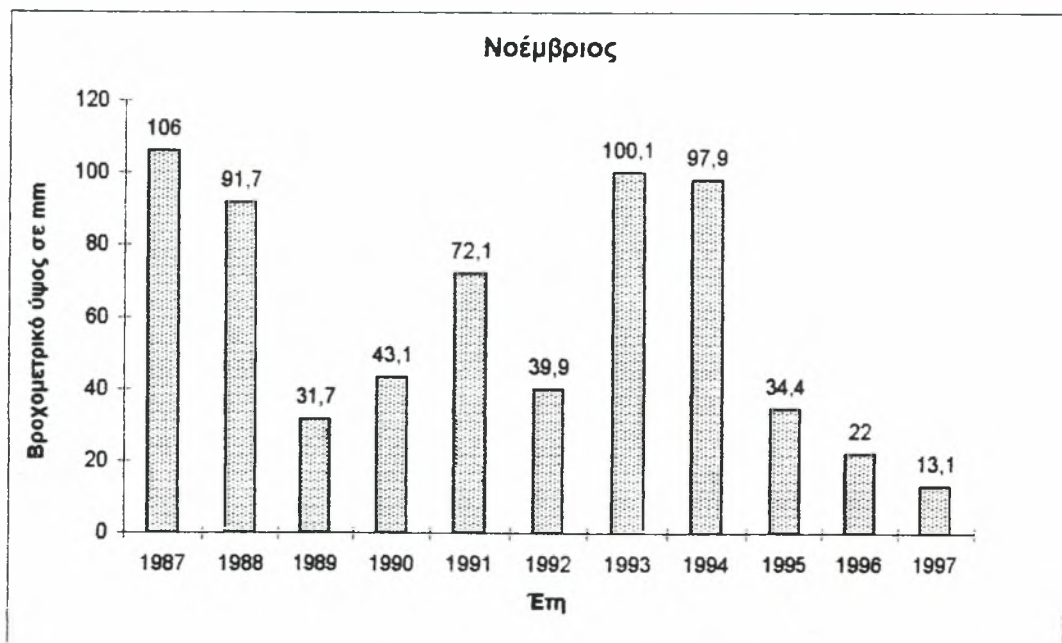
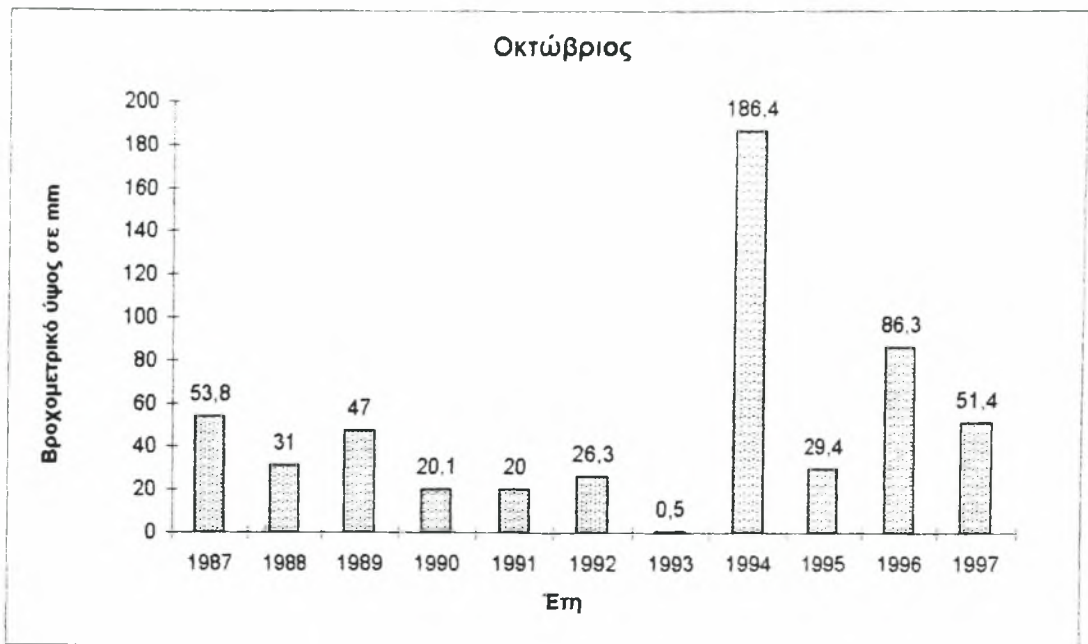
Παρακάτω παρουσιάζεται η κατανομή του αθροίσματος της βροχόπτωσης για κάθε μήνα κατά την περίοδο 1987-1997 καθώς και η κατανομή της μέσης απόλυτης μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας κάθε μήνα για την ίδια περίοδο. Τα μετεωρολογικά αυτά στοιχεία ελήφθησαν από το μετεωρολογικό σταθμό του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Βόλου (ΙΠΦΒ) και αφορούν την ευρύτερη περιοχή του Βόλου.

Κατανομή του βροχομετρικού ύψους κατά μήνα κατά την περίοδο 1987-1997 στο Νομό Μαγνησίας

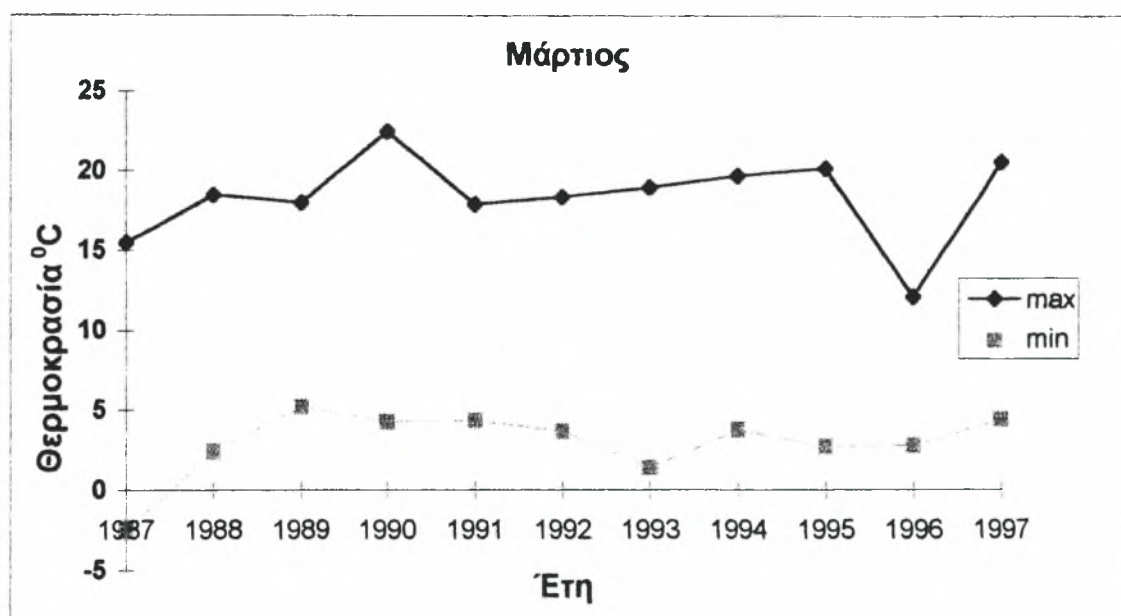
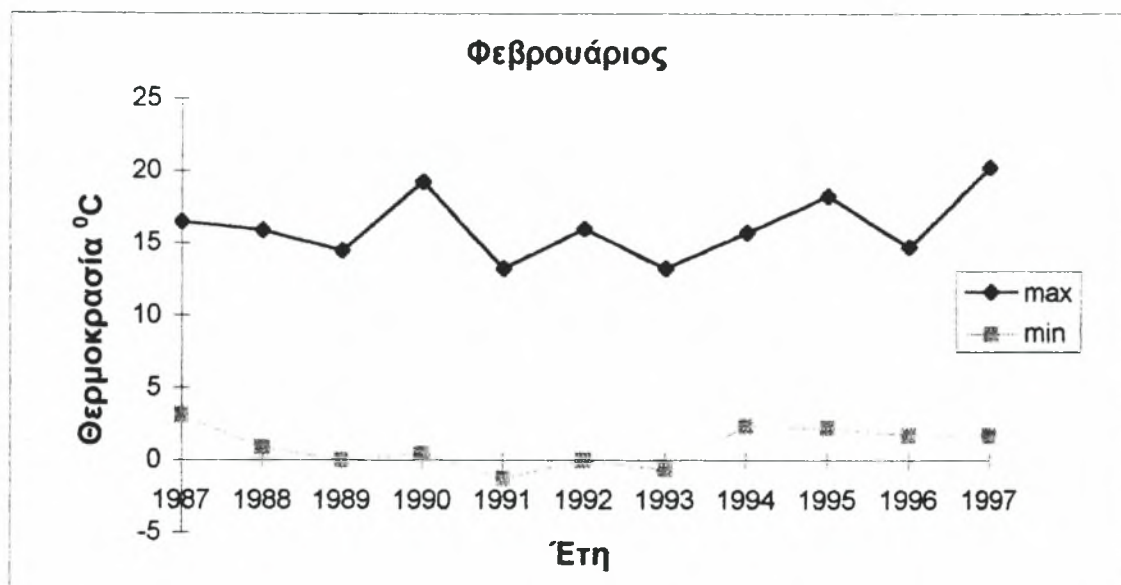
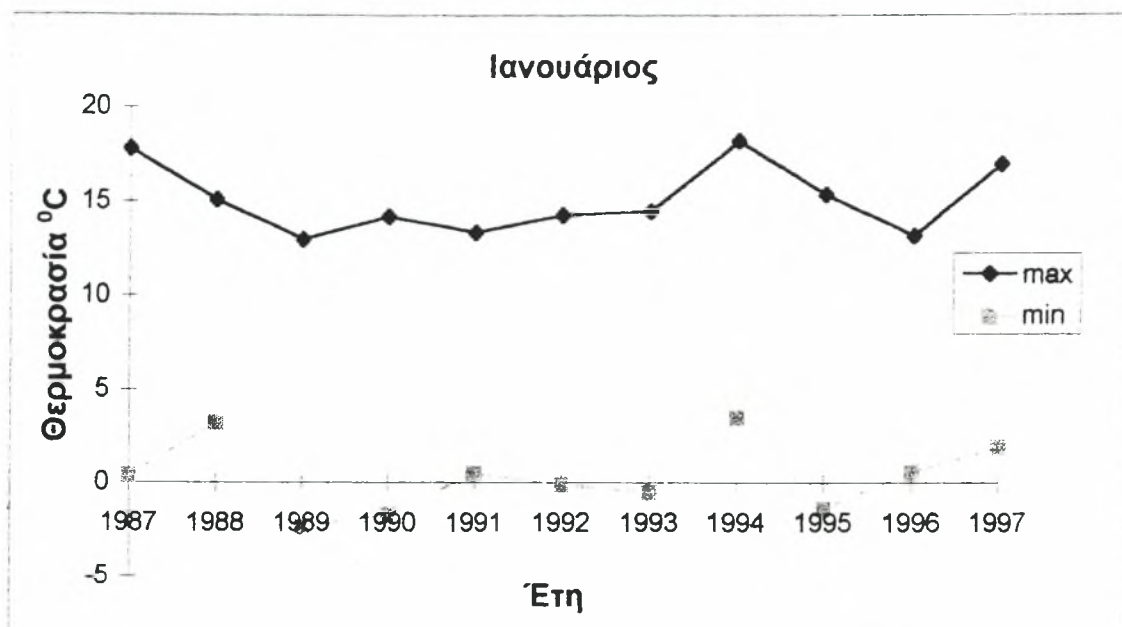


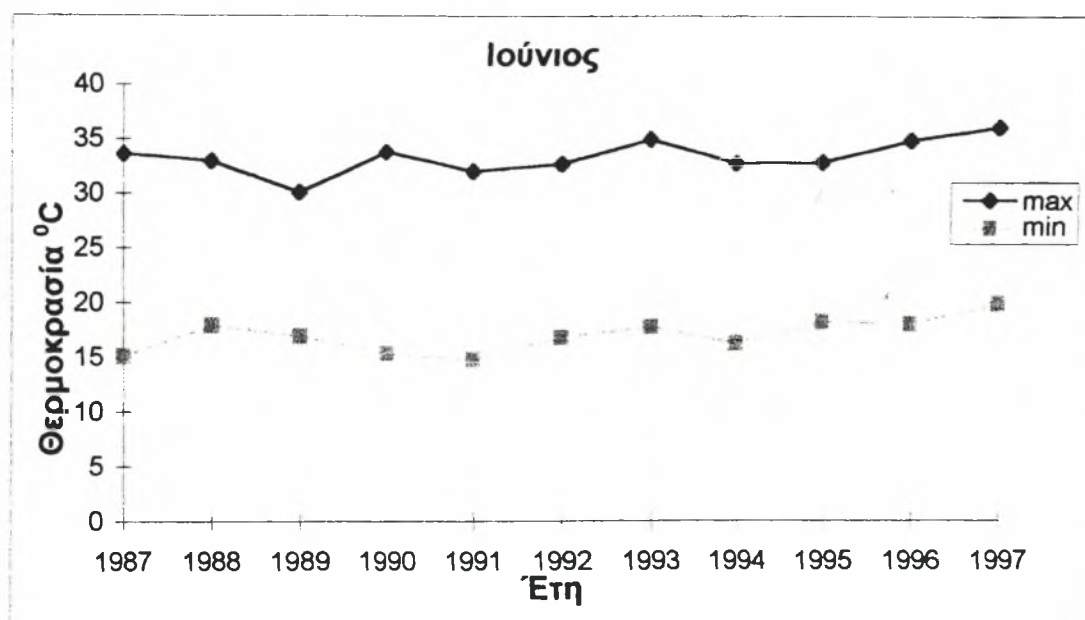
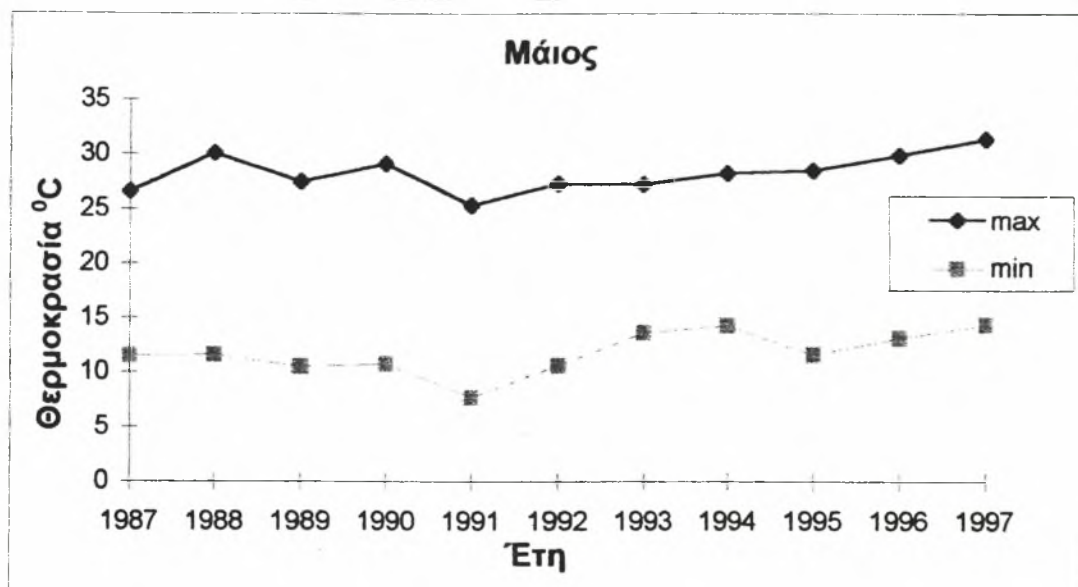
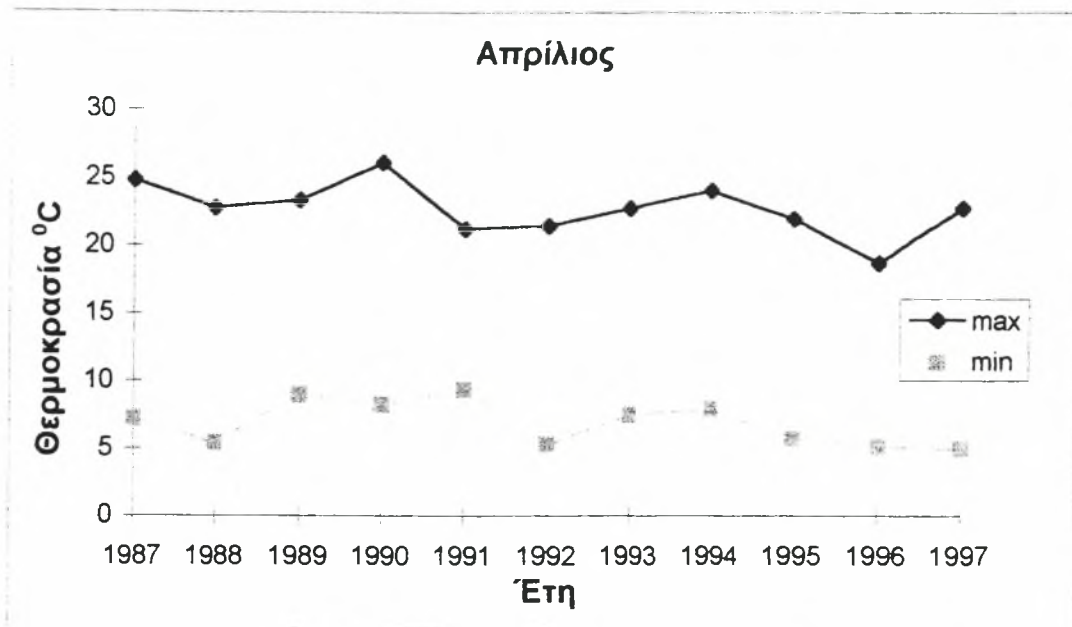


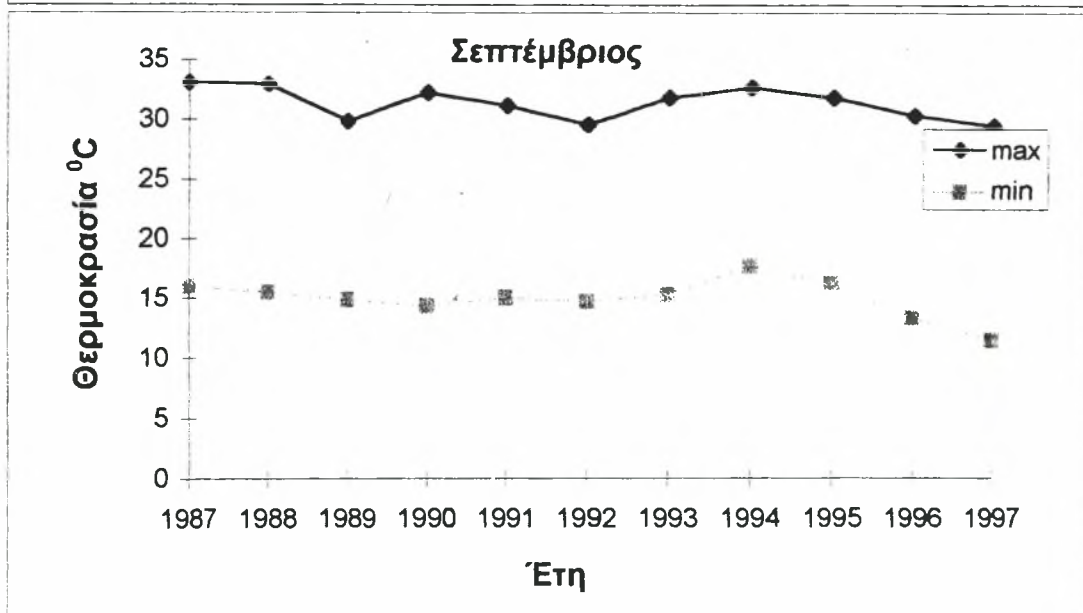
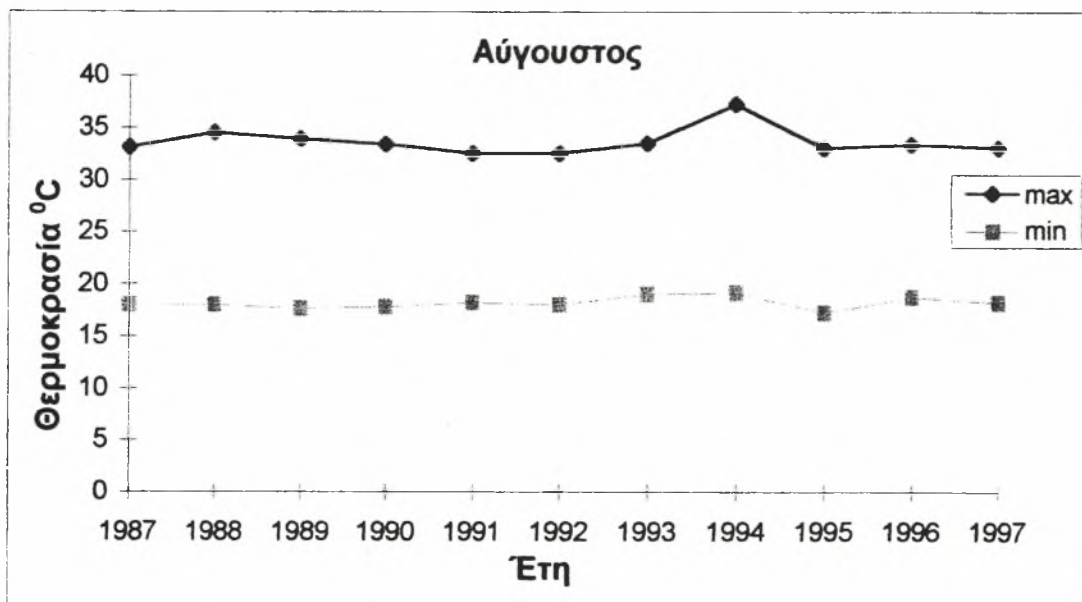
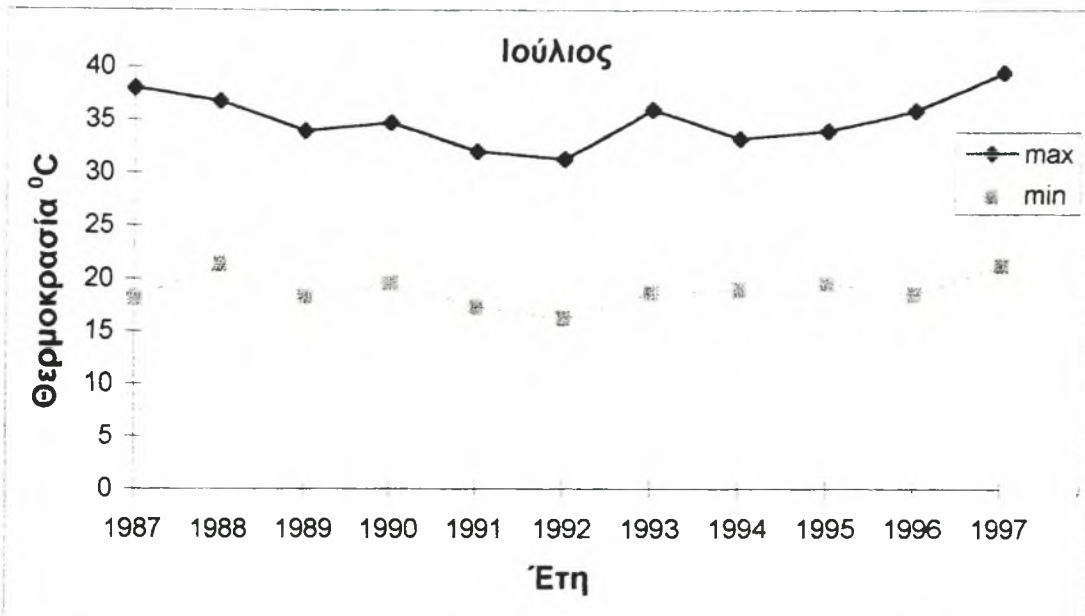


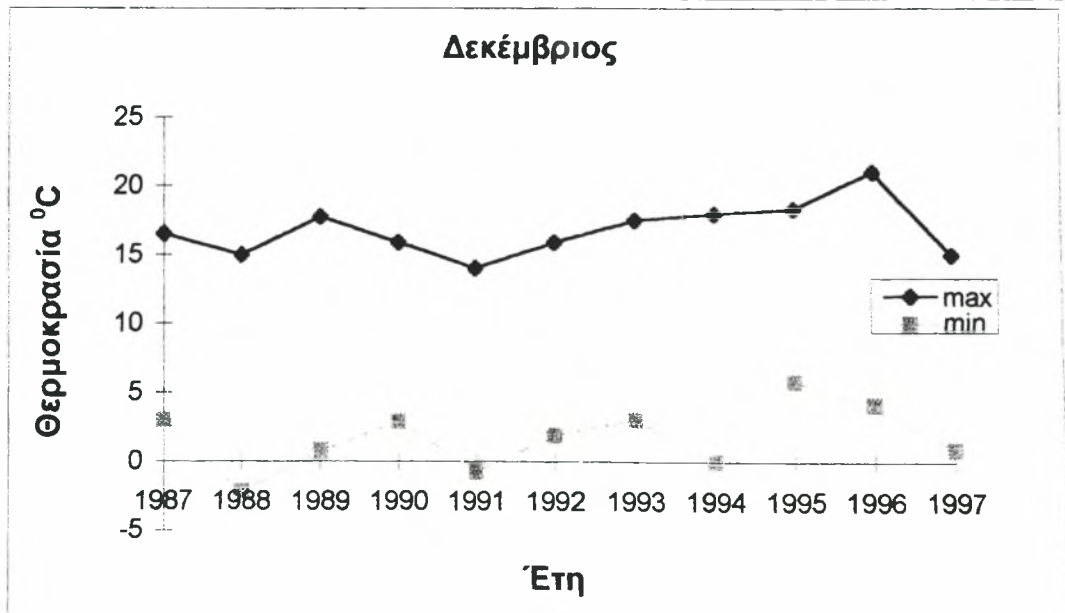
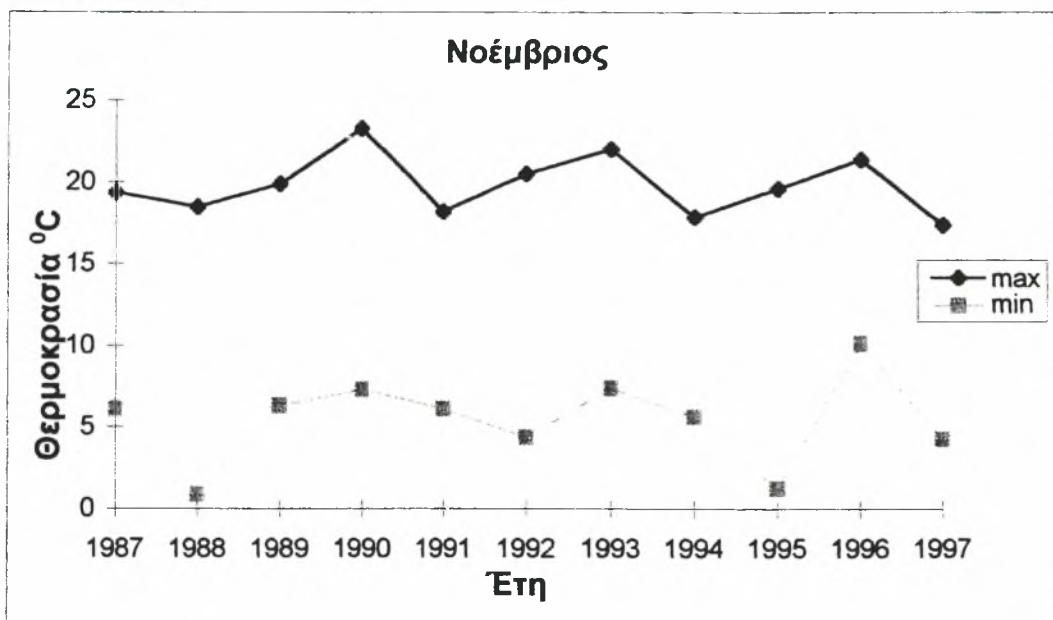
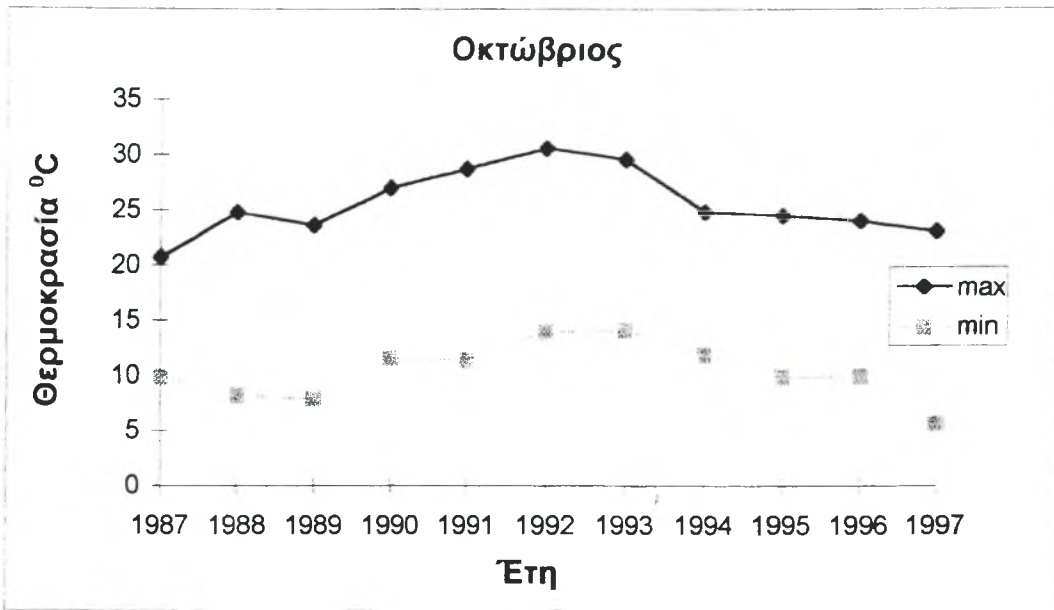


Κατανομή της μέσης απόλυτης μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας κατά μήνα κατά την περίοδο 1987-1997 στο Νομό Μαγνησίας.









2.ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

Προσδιορισμός ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού αρδεύσεως.

2.1 Ειδική αγωγιμότητα.

Η αντίσταση ενός ομογενούς μέσου με ομοιόμορφη κάθετη διατομή εμβαδού s (cm^2) και μήκος l (cm) δίνεται από τον τύπο :

$$R = \frac{\rho \times l}{s}$$

όπου :

R =Αντίσταση (ohm)

ρ = Ειδική αντίσταση (S)

Ειδική αγωγιμότητα K ορίζεται το αντίστροφο του ρ και έχει μονάδες $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Αρχή της μεθόδου.

Η αγωγιμότητα μετρείται με μια κυψελίδα που αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια πλατίνας.

Η ειδική αγωγιμότητα δίνεται από τον τύπο :

$$K_{25^\circ\text{C}} = \frac{L_1 \times \kappa}{1 + \alpha(t - 25)}$$

όπου :

$K_{25^\circ\text{C}}$ = Ειδική αγωγιμότητα στους 25°C , σε $\mu\text{S}/\text{cm}$

L_1 =Αγωγιμότητα στους $t^\circ\text{C}$, σε μS

α =Θερμικός συντελεστής αντίστασης, σε $\% / \text{K}$

t =Θερμοκρασία του διαλύματος, σε $^\circ\text{C}$

κ =Σταθερά κυψελίδας (cell constant), σε cm^{-1}

Η αγωγιμότητα L_1 είναι το μέγεθος που μετρείται απ' ευθείας από το όργανο κατά την εμβάπτιση της κυψελίδας στο δείγμα.

Ο θερμικός συντελεστής αντίστασης 'α' υπολογίζεται από το όργανο με βάση μία καμπύλη α(t) διαλύματος NaCl που είναι ενσωματωμένη στον μικροϋπολογιστή του οργάνου.

Η θερμοκρασία 't' του διαλύματος προσδιορίζεται με την βοήθεια θερμομέτρου και εισάγεται στο όργανο.

Η σταθερά της κυψελίδας k προσδιορίζεται κατά την βαθμονόμηση με την μέτρηση της αγωγιμότητας L_{25°C} διαλύματος 0,01M KCl 25°C γνωστής ειδικής αγωγιμότητας 1413 μS/cm οπότε :

$$k = \frac{L_{25^{\circ}\text{C}}}{1413}$$

όπου :

k = Σταθερά κυψελίδας (cm⁻¹)

L_{25°C} = αγωγιμότητα 0,01M KCl στους 25°C

Όργανα

Αγωγιμόμετρο (Conductometer 712)

Βαθμονόμηση

Το αγωγιμόμετρο αυτό μπορεί να αυτοβαθμονομείται μόνο του με αναγωγή στους 25 °C.

Μέτρηση

Εμβαπτιζουμε τον αισθητήρα του οργάνου στο δείγμα και ενεργοποιώντας την διαδικασία της μέτρησης παίρνουμε απ' ευθείας την ειδική αγωγιμότητα K_{25°C} του δείγματος ανηγμένη στους 25°C.

2.2 pH

Εάν με [H⁺] συμβολίσουμε την συγκέντρωση των ιόντων του υδρογόνου στο δείγμα μας ,τότε το pH του δείγματος ορίζεται βάσει του τύπου :

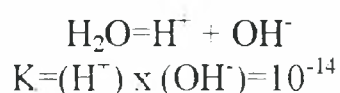
$$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$$

όπου $(H^+) = \gamma[H^+]$

γ είναι ο συντελεστής ενεργότητας του H^+ και

$[H^+] =$ η συγκέντρωση ιόντων H^+ σε mol/l.

Η συγκέντρωση των ιόντων H^+ σχετίζεται με την σταθερά διάστασης, K , του νερού που εκφράζεται με την παρακάτω εξίσωση :



$(OH^-) =$ συγκέντρωση των OH^- σε mol/l.

Σε ένα ουδέτερο διάλυμα η συγκέντρωση των ιόντων H^+ είναι 10^{-7} ή $pH=7$.

Σε ένα όξινο διάλυμα η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου είναι μεγαλύτερη από 10^{-7} ή $pH < 7$.

Σε ένα αλκαλικό διάλυμα η συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου είναι μικρότερη από 10^{-7} ή $pH > 7$.

Αρχή της μεθόδου

Στην μέθοδο αυτή το pH προσδιορίζεται με την βοήθεια πεχαμέτρου που είναι εφοδιασμένο με ενδεικτικό ηλεκτρόδιο υάλου και αισθητήριο θερμοκρασίας. Επομένως το pH προσδιορίζεται βάσει του τύπου :

$$pH = \frac{E - K}{0.0001982 \times T}$$

όπου :

$E =$ Η.Ε.Δ. (ηλεκτρεγερτική δύναμη) σε V (Volt) που παράγεται στο σύστημα: Ag, AgCl/HCl/ύαλος/δείγμα/KCl, Hg₂Cl₂/Hg.

$K =$ Σταθερά σε V που εξαρτάται από την σύσταση της υάλου.

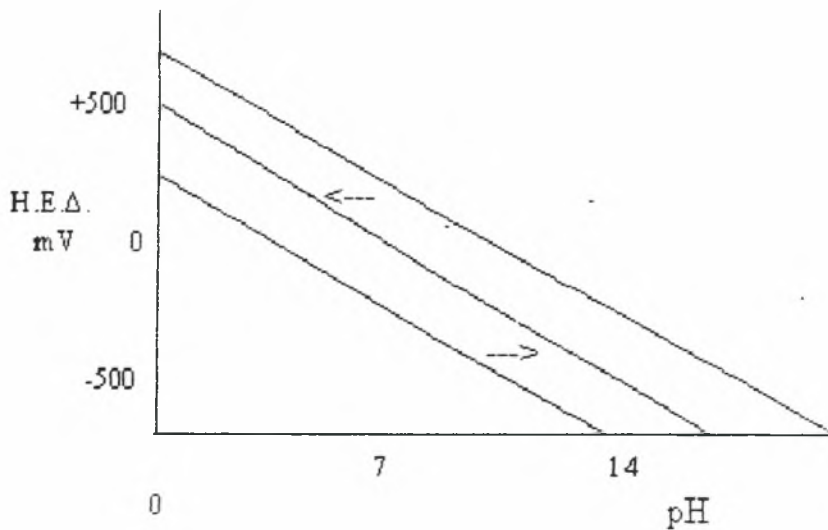
$T =$ Θερμοκρασία του δείγματος σε K.

Η σταθερά K μεταβάλλεται ελαφρά με τον χρόνο και σχετίζεται με την εμφάνιση του καλούμενου δυναμικού ασυμμετρίας.

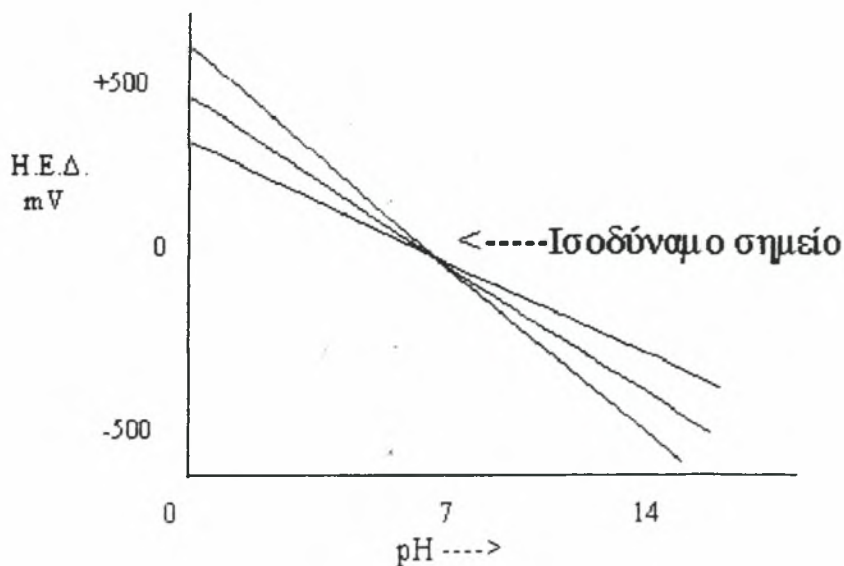
Όσον αφορά την βαθμονόμηση αυτή περιλαμβάνει δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο της παράλληλης μετατόπισης, όπου με την βοήθεια του buffer 7,02 μετατοπίζεται παράλληλα η ευθεία μέχρις ότου περάσει από το σημείο 0,7 (ισοδυναμικό pH) του διαγράμματος $E(pH) - pH$. Αυτό επιτρέπει τον μηδενισμό του οργάνου στην κλίμακα του E/mV με το pH 7 buffer. Το

δεύτερο στάδιο όπου το όργανο ρυθμίζεται με ένα δεύτερο p 4.00 ή 9.26 ώστε να δείχνει την σωστή ένδειξη λαμβάνοντας υπόψη την θερμοκρασία του buffer ρυθμίζοντας το $^{\circ}$ slope.

Διευκρινιστικά αναφέρουμε ότι το ισοδυναμικό pH (Phi) είναι η τιμή του pH όπου η Η.Ε.Δ.(ηλεκτρεργετική δύναμη) είναι ανεξάρτητη της θερμοκρασίας, είναι ίσο ή περίπου ίσο με 7 και εξαρτάται από τον ηλεκτρολύτη του ηλεκτροδίου υάλου και το ηλεκτρόδιο αναφοράς.



Εικόνα 1 :Πρώτο στάδιο βαθμονόμησης



Εικόνα 2 : Δεύτερο στάδιο βαθμονόμησης.

Μέθοδος

Αντιδραστήρια

- Buffer pH 7,02** : Έτοιμο Διάλυμα προμηθευόμενο από την CRISON με Cat.N⁰.23-111-02.
- Buffer pH 4,00** : Έτοιμο Διάλυμα προμηθευόμενο από την CRISON με Cat.N⁰.23-110-02.
- Buffer pH 9,26** : Έτοιμο Διάλυμα προμηθευόμενο από την CRISON με Cat.N⁰.23-112-02.
- Ηλεκτρολύτης KCl 3M + AgCl** : Έτοιμο Διάλυμα προμηθευόμενο από τη CRISON με Cat.N⁰.23-130-02.

Όργανα

Πεχάμετρο CRISON micropH 2002

Βαθμονόμηση

Η βαθμονόμηση γίνεται πριν από τις μετρήσεις και αν αυτές είναι πολλές επαναλαμβάνεται κάθε 2-3 ώρες. Το CRISON αυτοβαθμονομείται δεδομένου ότι έχει αποθηκευμένο στην μνήμη του ένα πίνακα με τις τιμές pH των buffer με διάφορες θερμοκρασίες. Ενεργοποιώντας επομένως την διαδικασία `calibration` αν το pH του δείγματος είναι μικρότερο του 7 βαθμονομείται με τα buffers pH 7,02 και 4,00 ενώ αν το pH του δείγματος είναι μεγαλύτερο του 7 βαθμονομείται με τα buffers pH 7,02 και 9,26 ξεπλένοντας το ηλεκτρόδιο πριν από κάθε εμβάπτιση σε buffer.

Πίνακας 1 : Πίνακας τιμών pH των Buffers σε σχέση με την θερμοκρασία.

| $^{\circ}\text{C}$ | pH | | | |
|--------------------|------|------|------|------|
| 0 | 2,03 | 4,01 | 7,12 | 9,52 |
| 10 | 2,01 | 4,00 | 7,06 | 9,38 |
| 20 | 2,00 | 4,00 | 7,02 | 9,26 |
| 25 | 2,00 | 4,01 | 7,00 | 9,21 |
| 30 | 1,99 | 4,02 | 6,99 | 9,16 |
| 40 | 1,98 | 4,03 | 6,97 | 9,06 |
| 50 | 1,98 | 4,06 | 6,97 | 8,99 |
| 60 | 1,98 | 4,10 | 6,98 | 8,93 |
| 70 | 1,99 | 4,16 | 7,00 | 8,88 |
| 80 | 2,00 | 4,22 | 7,04 | 8,83 |
| 90 | 2,00 | 4,30 | 7,09 | 8,79 |

Μέτρηση

Το ηλεκτρόδιο του πεχαμέτρου το ξεπλένουμε με το δείγμα και σημειώνουμε την ένδειξη του πεχαμέτρου (η ένδειξη του οργάνου είναι ανηγμένη στους 25°C), ενεργοποιώντας την διαδικασία της μέτρησης.

2.3 Προσδιορισμός των ιόντων Νατρίου (Na^+)

Η συγκέντρωση των ιόντων Na^+ , εκφράζεται σε $\text{meq Na}^+ / \text{l}$ δείγματος.

Αρχή της μεθόδου

Το δείγμα νεφελοποιείται σε φλόγα αέρα - βουτανίου οπότε εξατμίζονται οι ενώσεις του νατρίου ατομοποιούνται με αποτέλεσμα τα άτομα νατρίου που σχηματίζονται να εκπέμπουν ακτινοβολία, της οποίας η ένταση μετράται σε μήκος κύματος 589 nm.

Μέθοδος

Αντιδραστήρια

Απιονισμένο - απεσταγμένο νερό : Χρησιμοποιείται για την προετοιμασία όλων των διαλυμάτων καθώς και για τα standards διαλύματα.

Διάλυμα Na^+ (Stock I) : Διαλύουμε 2.542 g ξηραθέντος NaCl στους 140°C επί 24 ώρες και αραιώνουμε μέχρι όγκου 1000ml με απεσταγμένο νερό (1 ml= 1 mg Na^+).

Διάλυμα Na^+ (Stock II) : Αραιώνουμε 10 ml από το stock I διάλυμα νατρίου μέχρι όγκου 100ml (1 ml= 0.1 mg Na^+).

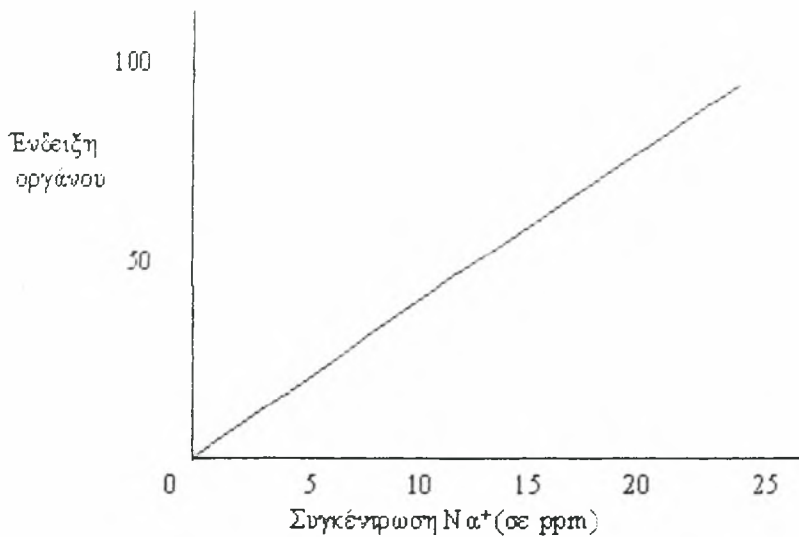
Σειρά standards : Μεταφέρουμε 0-5-10-15-20-25 ml από το διάλυμα νατρίου stock II, μέσα σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml και συμπληρώνουμε μέχρι όγκου με απιονισμένο-απεσταγμένο νερό. Τα standards διαλύματα που προκύπτουν έχουν συγκεντρώσεις 0-5-10-15-20-25 ppm αντίστοιχα.

Όργανα

Φλογοφωτόμετρο Sherwood 410

Βαθμονόμηση

Η βαθμονόμηση του φλογοφωτομέτρου γίνεται με τα standards που έχουν προαναφερθεί. Ρυθμίζεται πρώτα το μηδέν της κλίμακας του οργάνου με το blank και στη συνέχεια το 100 της κλίμακας με το πυκνότερο standard. Ακολούθως μετρούνται τα υπόλοιπα standards αρχίζοντας από το αραιότερο και κατασκευάζεται καμπύλη συγκέντρωσης-ένδειξης οργάνου.



Εικόνα 3: Ενδεικτική καμπύλη βαθμονόμησης του φλογοφωτομέτρου για το Na⁺

Μέτρηση

Μετά την βαθμονόμηση εισάγεται το άγνωστο δείγμα και σημειώνεται η ένδειξη του οργάνου. Εάν η ένδειξη είναι εκτός κλίμακος τότε το δείγμα αραιώνεται.

Υπολογισμοί

Με βάση την καμπύλη που έχει κατασκευαστεί κατά την βαθμονόμηση του οργάνου, αντιστοιχίζεται η ένδειξη του οργάνου για το άγνωστο δείγμα με την συγκέντρωση (σε ppm).

Η συγκέντρωση του Νατρίου σε meq/l δίνεται από τον τύπο :

$$[\text{Na}^+] (\text{meq/l}) = \frac{A}{23}$$

όπου :A= Συγκέντρωση του δείγματος σε ppm και 22,9898= AB χσθένος

2.4 Προσδιορισμός των ιόντων Καλίου (K^+)

Η συγκέντρωση των ιόντων K^+ , εκφράζεται σε meq/l δείγματος.

Αρχή της μεθόδου

Το δείγμα νεφελοποιείται σε φλόγα αέρα-βουτανίου, οπότε εξατμιζόμενο οι ενώσεις του καλίου ατομοποιούνται με αποτέλεσμα τα άτομα καλίου που σχηματίζονται να εκπέμπουν ακτινοβολία της οποίας η ένταση μετρείται σε μήκος κύματος 766,5 nm.

Μέθοδος

Αντιδραστήρια

Απιονισμένο-απεσταγμένο νερό : Χρησιμοποιείται για την προετοιμασία όλων των διαλυμάτων καθώς και για την παρασκευή των standards διαλυμάτων.

Διάλυμα K^+ (Stock I) : Διαλύουμε 1,907 g άνυδρου KCl σε απεσταγμένο νερό και αραιώνουμε μέχρι όγκου 1000 ml. (1 ml = 1 mg K^+).

Διάλυμα K^+ (Stock II) : Μεταφέρουμε 10 ml από το διάλυμα K^+ (Stock I) σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και αραιώνουμε μέχρι όγκου (1 ml = 0,1 mg K^+).

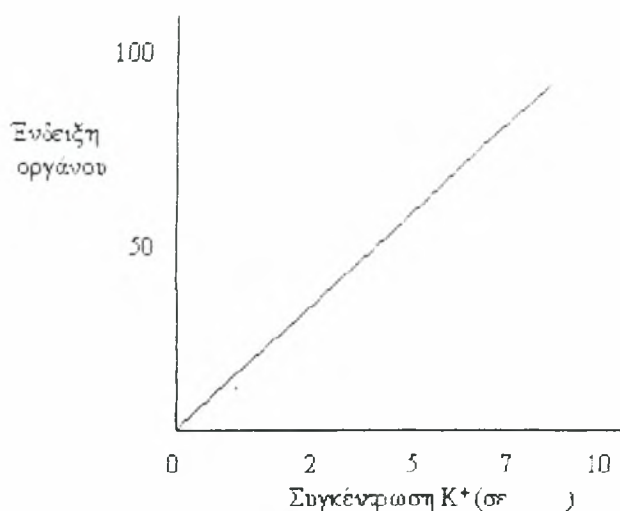
Σειρά Standards : Μεταφέρουμε 0-2-5-7-10 ml διαλύματος K^+ (Stock II) σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml και συμπληρώνουμε μέχρι όγκου με απεσταγμένο νερό. Τα standards διαλύματα που προκύπτουν έχουν συγκεντρώσεις 0-2-5-7-10 ppm αντίστοιχα.

Όργανα

Φλογοφωτόμετρο Sherwood 410

Βαθμονόμηση

Η βαθμονόμηση του φλογοφωτομέτρου γίνεται με τα standards διαλύματα 0-2-5-7-10 ppm. Πρώτα ρυθμίζεται το μηδέν της κλίμακας του οργάνου με το blank και στη συνέχεια το 100 με το πυκνότερο standard. Ακολούθως μετρούνται τα υπόλοιπα standards αρχίζοντας από το αραιότερο και κατασκευάζεται καμπύλη συγκέντρωσης-ένδειξης οργάνου.



Εικόνα 4 : Ενδεικτική καμπύλη βαθμονόμησης του ολογοφωτιμέτρου για το K⁺

Μέτρηση

Μετά την βαθμονόμηση εισάγεται το άγνωστο δείγμα και σημειώνεται η ένδειξη του οργάνου. Εάν η ένδειξη είναι εκτός κλίμακας τότε θα πρέπει να αραιώσουμε το δείγμα.

Υπολογισμοί

Με βάση την καμπύλη που έχει κατασκευαστεί κατά την βαθμονόμηση του οργάνου, αντιστοιχίζεται η ένδειξη του οργάνου για το άγνωστο δείγμα, με την συγκέντρωση (σε ppm). Η συγκέντρωση του K⁺, σε meq/l δίνεται από το τύπο :

$$[K^+] \text{ (meq/l)} = \frac{A}{39,1}$$

όπου :

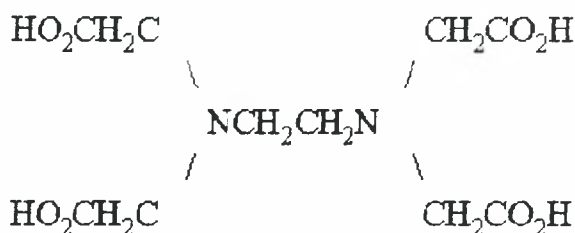
A = Η συγκέντρωση του δείγματος σε ppm.

2.5 Προσδιορισμός των ιόντων ασβεστίου Ca⁺²

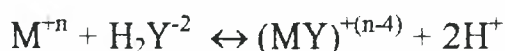
Η συγκέντρωση των ιόντων ασβεστίου εκφράζεται σε meq/l δείγματος.

Αρχή της μεθόδου

Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι συμπλοκομετρική τιτλοδότηση με τιτλοδότη διάλυμα $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$, όταν H_4Y είναι το γνωστό EDTA του τύπου:



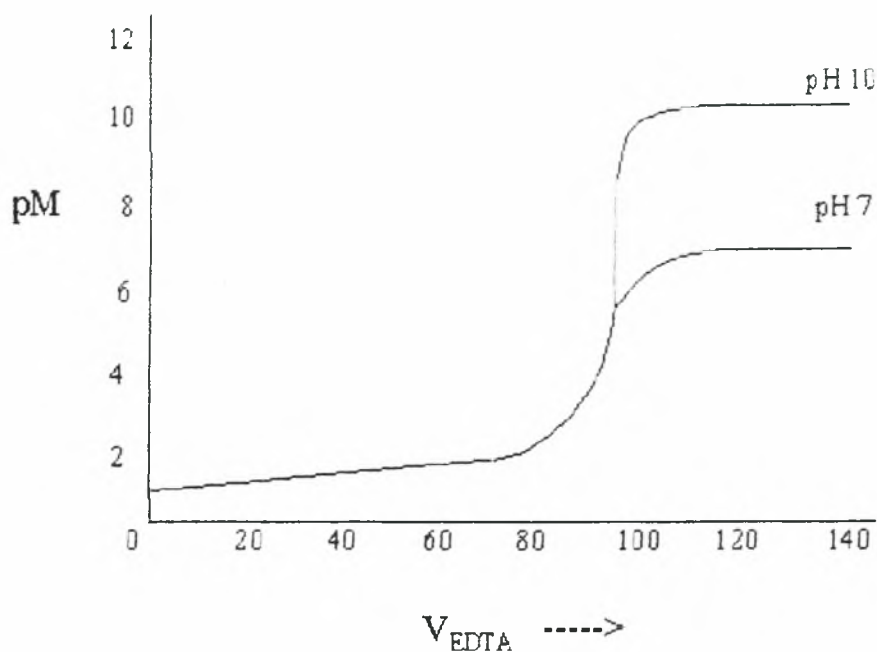
αντιδρά δε με ένα μεταλλοϊόν M^{+n} ως ακολούθως :



απ' όπου γίνεται εμφανές ότι, αφ' ενός μεν 1 γραμμοϊόν H_2Y^{-2} αντιδρά με 1 γραμμοϊόν M^{+n} αφ' ετέρου δε ότι το EDTA δημιουργεί σύμπλοκα με μεταλλοϊόντα ευκολότερα σε αλκαλικό περιβάλλον.

Το τελικό σημείο της αντίδρασης αντιστοιχεί στο απότομο σημείο καμπής της καμπύλης τιτλοδότησης pM και V_{EDTA} και προσδιορίζεται με μεταλλικό δείκτη Δ που σχηματίζει σύμπλοκο $M\Delta$ ασταθέστερο του $(\text{MY})^{+(n-4)}$ προκειμένου στο τελικό σημείο το H_4Y να αποσπά τα προσδιοριζόμενα M^{+n} από το σύμπλοκο $M\Delta$. Ο δείκτης Δ επομένως πρέπει να εμφανίζει απότομη αλλαγή χρώματος στο τελικό σημείο και συγκεκριμένο pH που επιτυγχάνεται, δεδομένου ότι συνήθως ο δείκτης Δ επηρεάζεται από το pH .

Στην συγκεκριμένη μέθοδο η συγκέντρωση του ασβεστίου προσδιορίζεται απ' ευθείας με διάλυμα $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ και σε pH από 12 έως 13, οπότε τα τυχόν ιόντα μαγνησίου (Mg^{+2}) καταβυθίζονται σαν $\text{Mg}(\text{OH})_2$, ο δε χρησιμοποιούμενος δείκτης είναι η murexide.



Εικόνα 3

Μέθοδος

Αντιδραστήρια

Διάλυμα 1N NaOH: Διαλύουμε 4 g στερεού NaOH σε απεσταγμένο νερό και αραιώνουμε μέχρις όγκου 100 ml.

Δείκτης murexide : Παρασκευάζεται με ανάμιξη 200 mg murexide και 100 g στερεού NaCl και λειοτριβείται μέχρις μεγέθους από 40 έως 50 mesh (0,3-0,4mm).

Πρότυπος τιτλοδότης 0,01M EDTA: Παρασκευάζεται και προσδιορίζεται ο συντελεστής διόρθωσης του όπως αναφέρεται στην μέθοδο προσδιορισμού Mg^{+2} . (1 ml EDTA = 0,02 meq Ca^{+2}).

Πορεία

Μεταφέρουμε 10 ml δείγματος σε κωνική φιάλη των 100 ml και προσθέτουμε 40 ml απεσταγμένο νερό. Προσθέτουμε 2 ml διαλύματος NaOH 1N προκειμένου να πετύχουμε pH 12-13. Προσθέτουμε 100-200 mg δείκτη murexide και αμέσως υπό ταυτόχρονη ανάδευση με μαγνητικό

αναδευτήρα τιτλοδοτούμε αργά με τιτλοδότη EDTA 0.01M μέχρι την απότομη αλλαγή του χρώματος του διαλύματος από κόκκινο σε μπλε-βιολετί. (Το τελικό χρώμα προκύπτει αν σε κωνική φιάλη προσθέσω 50 ml απεσταγμένο νερό, 2 ml διαλύματος NaOH 1N, 200 mg murexide και 0.05 ml τιτλοδότη EDTA).

Υπολογισμοί

$$[Ca^{+2}] \text{ (meq/l)} = \frac{A \times f_{EDTA} \times 20}{\text{ml δειγματος}}$$

όπου :

A = ml τιτλοδότη που καταναλώθηκαν

f_{EDTA} = συντελεστής διόρθωσης τιτλοδότη

2.6 Προσδιορισμός των ιόντων Μαγνησίου (Mg^{+2})

Η συγκέντρωση των ιόντων μαγνησίου εκφράζεται σε meq/l δείγματος.

Αρχή της μεθόδου

Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι συμπλοκομετρική τιτλοδότηση, με τιτλοδότη διάλυμα Na_2H_2Y .

Στην συγκεκριμένη μέθοδο η συγκέντρωση των ιόντων μαγνησίου προσδιορίζεται υπολογιστικά δεδομένου ότι κατά την τιτλοδότηση με διάλυμα Na_2H_2Y προσδιορίζεται η συγκέντρωση του συνόλου των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου. Δηλαδή, όταν προσθέτουμε το διάλυμα Na_2H_2Y στο δείγμα, αυτό δημιουργεί με τα ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου σύμπλοκα, το δε τελικό σημείο προσδιορίζεται με δείκτη Eriochrome Black T. Επειδή ο δείκτης αυτός για να δώσει ευκρινές τελικό σημείο απαιτεί την παρουσία ιόντων μαγνησίου (Mg^{+2}), προστίθεται στο χρησιμοποιούμενο buffer μικρή ποσότητα $MgCl_2$. Τέλος, με το ανωτέρω buffer επιτυγχάνουμε pH $10.0 \pm 0,1$ που είναι το μέγιστο δυνατό χωρίς την εμφάνιση καθίζησης $CaCO_3$ και $Mg(OH)_2$.

Μέθοδος

Αντιδραστήρια

Buffer διάλυμα : Διαλύουμε 1,179 g $Na_2H_2Y \cdot 2H_2O$ και 644 mg $MgCl_2 \cdot 7H_2O$ ακριβώς σε 50 ml απεσταγμένου νερού. Προσθέτουμε σε αυτό το διάλυμα 16,9g NH_4Cl και 143 ml πυκνό NH_4OH και αραιώνουμε μέχρις όγκου 250 ml με απεσταγμένο νερό.

Δείκτης Eriochrome Black T (EBT) : Διαλύουμε 0.5 g Eriochrome Black T σε 100 g τριαιθανολαμίνης (2.2.2 nitrilotriethanol).

Διάλυμα 3N NH₄OH: Παρασκευάζεται με αραιώση 49 ml NH₄OH 58° με μέχρι όγκου 250 ml με απεσταγμένο νερό.

Διάλυμα HCl 1+1 : Παρασκευάζεται με αραιώση 200 ml HCl 37% σε 200 ml απεσταγμένου νερού.

Δείκτης methyl-red : Διαλύουμε 0, 1 g methyl red σε 100 ml αιθανόλης.

Πρότυπο διάλυμα ασβεστίου (Ca⁺²) : Ζυγίζουμε 1 g άνυδρου CaCO₃(ξηραίνεται για δύο ώρες στους 400⁰C) σε κωνική φιάλη των 500 ml.

Με την βοήθεια χωνιού προσθέτουμε αργά HCl 1+1 μέχρις ότου διαλυθεί όλο το CaCO₃. Προσθέτουμε 200 ml απεσταγμένου νερού και βράζουμε για λίγα λεπτά προκειμένου να απομακρυνθεί το CO₂. Κρυώνουμε το διάλυμα, προσθέτουμε λίγες σταγόνες δείκτη methyl-red και ρυθμίζουμε το χρώμα του διαλύματος σε ένα ενδιάμεσο πορτοκαλί χρώμα προσθέτοντας NH₄OH 3N ή HCl 1+1. Μεταφέρουμε ποσοτικά και αραιώνουμε μέχρις όγκου 1000 ml με απεσταγμένο νερό.

(1 ml πρότυπου διαλύματος Ca⁺² = 0,02 meq Ca⁺² = 0,01 mmole Ca⁺²).

Πρότυπος τιτλοδότης 0,01M EDTA: Ζυγίζουμε 3,723 g Na₂H₂Y.2H₂O και διαλύουμε σε απεσταγμένο νερό μέχρις όγκου 1000 ml.

(1 ml EDTA 0,01M = 0,02 meq Ca⁺² = 0,02 meq Mg⁺²)

Ο συντελεστής διόρθωσης f_{EDTA} του διαλύματος αυτού προσδιορίζεται όπως αναφέρεται παρακάτω.

Μεταφέρουμε 25 ml πρότυπου διαλύματος Ca⁺² σε κωνική φιάλη των 100 ml , προσθέτουμε 25 ml απεσταγμένου νερού, 2 ml διαλύματος buffer, 1-2 σταγόνες δείκτη EBT και τιτλοδοτούμε με τον πρότυπο τιτλοδότη 0,01M EDTA, υπό συνεχή ανάδευση μαγνητικού αναδεύτηρα, μέχρι την αλλαγή του χρώματος από ερυθροϊώδες σε κυανούν. Τότε :

$$f_{EDTA} = \frac{25}{D}$$

όπου :

D = ml τιτλοδότη που καταναλώθηκαν

Πορεία

Μεταφέρουμε 10 ml δείγματος σε κωνική φιάλη των 100 ml, προσθέτοντας 40 ml απεσταγμένου νερού, 2 ml διαλύματος buffer, 1-2

σταγόνες δείκτη EBT και τιτλοδοτούμε με τον πρότυπο τιτλοδότη EDTA 0.01M. υπό συνεχή ανάδευση μαγνητικού αναδευτήρα. μέχρι την αλλαγή του χρώματος από ερυθροϊώδες σε κυανούν.

Υπολογισμοί

$$[\text{Mg}^{+2}] \text{ (meq/l)} = \frac{A \times 20}{\text{ml δειγματος}} \times f_{\text{EDTA}} - [\text{Ca}^{+2}]$$

όπου :

A = ml τιτλοδότη που καταναλώθηκαν

f_{EDTA} = συντελεστής διόρθωσης τιτλοδότη

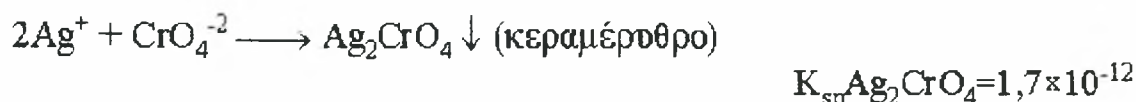
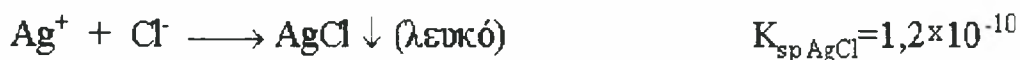
$[\text{Ca}^{+2}]$ = συγκέντρωση ιόντων ασβεστίου στο δείγμα σε meq/l.

2.7 Προσδιορισμός των ιόντων χλωρίου(Cl)

Η συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου εκφράζεται σε meq/l δείγματος.

Αρχή της μεθόδου

Ο προσδιορισμός των ιόντων χλωρίου βασίζεται στην ογκομετρική καταβύθιση από ιόντα αργύρου (Ag^+) της οποίας το τελικό σημείο προσδιορίζεται με τον σχηματισμό ένχρωμου ιζήματος (Mohr) λόγω των χρησιμοποιούμενων CrO_4^{-2} τα οποία καταβυθίζονται μετά τα ιόντα Cl^- σαν κεραμέρυθρο ίζημα Ag_2CrO_4 . Οι αντιδράσεις που γίνονται είναι :



Για να έχουμε ταυτόχρονη καταβύθιση Ag_2CrO_4 στο ισοδύναμο σημείο της πρώτης αντίδρασης θα πρέπει η συγκέντρωση των CrO_4^{-2} στο δείγμα να είναι 0,0141M όπως αποδεικνύεται παρακάτω :

$$[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = K_{\text{sp AgCl}} = 1,2 \times 10^{-10}$$

$$[\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{-2}] = K_{\text{sp Ag}_2\text{CrO}_4} = 1,7 \times 10^{-12}$$

$$[Ag^+] = \frac{K_{spAgCl}}{[Cl^-]} = \sqrt{\frac{K_{spAg_2CrO_4}}{[CrO_4^{2-}]}}$$

$$\frac{[Cl^-]}{\sqrt{[CrO_4^{2-}]}} = \frac{K_{spAgCl}}{\sqrt{K_{spAg_2CrO_4}}} = \frac{1,2 \cdot 10^{-10}}{\sqrt{1,7 \cdot 10^{-12}}} = 9,2 \cdot 10^{-5}$$

Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει : $[Cl^-] = \sqrt{K_{spAgCl}} = 1,1 \cdot 10^{-5}$

Για να έχουμε ταυτόχρονη καταβύθιση Ag_2CrO_4 θα πρέπει :

$$[CrO_4^{2-}] = \left(\frac{[Cl^-]}{9,2 \cdot 10^{-5}} \right)^2 = \left(\frac{1,1 \cdot 10^{-5}}{9,2 \cdot 10^{-5}} \right)^2 = 1,4 \cdot 10^{-2}$$

Στην πράξη όταν προστεθεί η ισοδύναμη ποσότητα Ag^+ και καταβυθιστεί το σύνολο (ή καλύτερα το μεγαλύτερο μέρος) των Cl^- η επόμενη σταγόνα διαλύματος $AgNO_3$ αντιδρά με τα CrO_4^{2-} και δημιουργεί το κεραμέρυθρο ίζημα Ag_2CrO_4 . Δηλαδή κατά την ογκομέτρηση, μια ποσότητα Ag^+ καταναλώνεται από τα CrO_4^{2-} και για τον λόγο αυτό εκτελείται τυφλός προσδιορισμός.

Το τελικό σημείο αντιστοιχεί στο απότομο σημείο καμπής της καμπύλης τιτλοδότησης pCl συναρτήσει V_{AgNO_3} .

Το σφάλμα της μεθόδου περιορίζεται όταν οι συνθήκες pH του δείγματος βρίσκονται σε ελαφρά αλκαλικό περιβάλλον δηλαδή $7 < pH < 10$. Σε pH μεγαλύτερο από 10 γίνεται καταβύθιση $AgOH$ ενώ σε pH μικρότερο από 7 δεν καταβυθίζεται Ag_2CrO_4 .

Μέθοδος

Αντιδραστήρια

Δείκτης K_2CrO_4 : Διαλύουμε 5 g K_2CrO_4 σε 100 ml απεσταγμένο νερό. Προσθέτουμε διάλυμα $AgNO_3$ μέχρι να εμφανιστεί ελαφρό ερυθρό ίζημα. Παραμένει το διάλυμα για 12 ώρες, διηθείται και συμπληρώνεται στα 100 ml με απεσταγμένο νερό.

Δείκτης φαινολοφθαλείνης : Διαλύουμε 500 mg αντιδραστηρίου σε 50 ml αιθυλικής αλκοόλης και προσθέτουμε 50 ml απεσταγμένο νερό υπό συνεχή ανάδευση. Διηθούμε αν το διάλυμα δεν είναι διαυγές.

Διάλυμα 1N NaOH : Διαλύουμε 40 g NaOH σε απεσταγμένο νερό και αραιώνουμε μέχρις όγκου 1000 ml.

Διάλυμα 1N H₂SO₄ : Διαλύουμε 28 ml H₂SO₄ 96% σε απεσταγμένο νερό και αραιώνουμε μέχρις όγκου 1000 ml.

Πρότυπο διάλυμα 0,0141N NaCl: Διαλύουμε 0,824 g NaCl (προξηραθέντος στους 140°C επί 24 ώρες) σε απεσταγμένο νερό και αραιώνουμε μέχρις όγκου 1000 ml (1 ml = 0,0141 meq Cl⁻).

Πρότυπο διάλυμα AgNO₃ 0,0141N : Διαλύουμε 2,395 g AgNO₃ σε απεσταγμένο νερό και συμπληρώνουμε μέχρις όγκου 1000 ml (1 ml = 0,0141 meq Cl⁻)

Ο συντελεστής διόρθωσης f_{AgNO_3} του διαλύματος αυτού προσδιορίζεται ως εξής : Μεταφέρουμε 20 ml πρότυπου διαλύματος NaCl 0,0141N σε κωνική φιάλη των 250 ml και ακολουθούμε την παρακάτω πορεία.

$$f_{AgNO_3} = \frac{20}{A_2 - B}$$

όπου :

A₂ = ml τιτλοδότη που καταναλώθηκαν για τον προσδιορισμό του f_{AgNO_3} .

B = ml τιτλοδότη που καταναλώθηκαν για το τυφλό

Πορεία

Μεταφέρουμε 10 ml δείγματος σε κωνική φιάλη των 250 ml και αραιώνουμε μέχρι τα 100 ml περίπου. Αν το pH του αραιωμένου δείγματος δεν βρίσκεται στην περιοχή 7 -10 ρυθμίζεται με δείκτη φαινολοφθαλείνη και με προσθήκη σταγόνων διαλύματος NaOH 1N ή διαλύματος H₂SO₄ 1N ανάλογα.

Προσθέτουμε 1 ml δείκτη K₂CrO₄ και τιτλοδοτούμε με διάλυμα AgNO₃ 0,0141N με την βοήθεια μαγνητικού αναδευτήρα μέχρις εμφανίσεως κεραμέρυθρου ιζήματος Ag₂CrO₄.

Τιτλοδοτούμε με AgNO₃ 0,0141N και ένα τυφλό που αποτελείται από 100 ml απεσταγμένο νερό και 1 ml K₂CrO₄.

Υπολογισμοί

$$[\text{Cl}^-](\text{meq/l}) = \frac{14,1 \times (A_1 - B)}{m \text{ δειγματος}} \times f_{\text{AgNO}_3}$$

όπου :

A_1 = ml AgNO_3 0,0141N που καταναλώθηκαν για το δείγμα

B = ml AgNO_3 0,0141N που καταναλώθηκαν για το τυφλό

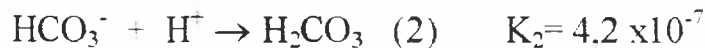
f_{AgNO_3} = συντελεστής διόρθωσης του τιτλοδότη

2.8 Προσδιορισμός των Ανθρακικών ιόντων(CO_3).

Η συγκέντρωση των ανθρακικών ιόντων εκφράζεται σε meq/l δείγματος.

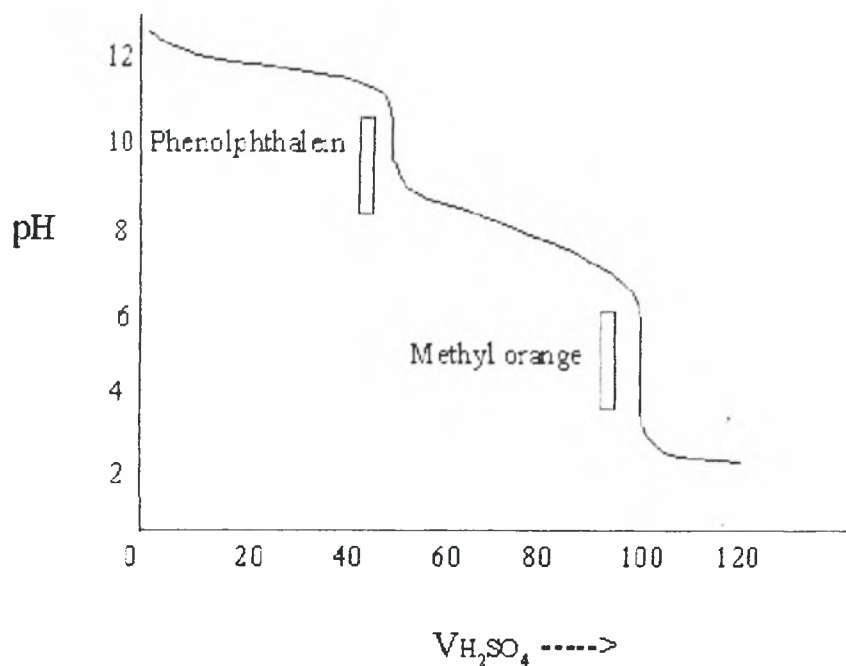
Αρχή της μεθόδου

Ο προσδιορισμός των ανθρακικών και όξινων ανθρακικών ιόντων είναι μια ογκομετρική αντικατάσταση ανιόντων που προέρχονται από ασθενή οξέα, με ισχυρά οξέα και περιγράφεται από τις παρακάτω αντιδράσεις :



Οπότε το μεν ισοδύναμο σημείο της (1) εμφανίζεται σε pH ($0,5\text{p}K_1 + 0,5\text{p}K_2$)=8,3 και προσδιορίζεται με την βοήθεια δείκτη φαινολοφθαλεΐνης, το δε ισοδύναμο σημείο της (2) εμφανίζεται σε pH=3,8 περίπου και προσδιορίζεται με την βοήθεια δείκτη πορτοκαλοχρόου του μεθυλίου. Τα δύο αυτά τελικά σημεία αντιστοιχούν στα δύο απότομα σημεία καμπής της καμπύλης τιτλοδότησης του pH συναρτήσεως του $V_{\text{H}_2\text{SO}_4}$.

Το άθροισμα των διαλυμένων στο δείγμα HCO_3^- και CO_3^{-2} εκφράζει προσεγγιστικά τον όρο 'αλκαλικότητας' του νερού.



Εικόνα 4

Μέθοδος

Αντιδραστήρια

Ανοδρο Na_2CO_3

Δείκτης *Bromocresol green* : Διασπείρουμε 0,15 g Bromocresol green σε 100 ml αιθανόλης 96 %(v/v). Προσθέτουμε σε σταγόνες NaOH 0,1 N μέχρις ότου το κόκκινο χρώμα μετατραπεί σε σκοτεινό κόκκινο (1,5 ml περίπου). Διαλύουμε με ανάδευση.

Δείκτης *Methyl-red* : Διαλύουμε 0,1 g Methyl-red σε 100 ml αιθανόλης 96%(v/v).

Μικτός δείκτης *Bromocresol-green Methyl-red* : Αναμιγνύουμε σε αναλογία ένα προς ένα τους δείκτες Bromocresol-green και Methyl-red.

Πρότυπος τιτλοδότης 0,05N H_2SO_4 : 1.4 ml H_2SO_4 96% (w/w), πυκνότητας $d=1,835$ αραιώνεται μέχρις όγκου 1000 ml με απεσταγμένο νερό.

(1 ml = 0.05 meq CO_3^{2-} = 0.05 meq HCO_3^-).

Ο συντελεστής διόρθωσης του διαλύματος αυτού H_2SO_4 προσδιορίζεται ως ακολούθως :

Ζυγίζουμε επακριβώς 100 mg Na_2CO_3 , το οποίο έχει λειοτριβηθεί και ξηρανθεί στους 270°C επί 2 ώρες και το μεταφέρουμε σε κωνική φιάλη

των 250 ml. Το διαλύουμε σε 35 ml απεσταγμένου νερού και προσθέτουμε τρεις σταγόνες μικτού δείκτη Bromocresol-green Methyl-red.

Ογκομετρούμε με τον πρότυπο τιτλοδότη H_2SO_4 0,05N μέχρις ότου το χρώμα μετατραπεί από πράσινο ,μέσω καστανού σε κόκκινο. Στην συνέχεια βράζουμε το διάλυμα για να απομακρυνθεί το CO_2 , ψύχουμε και συνεχίζουμε την ογκομέτρηση μέχρις ότου το χρώμα γίνει και πάλι κόκκινο.

(1 ml H_2SO_4 0,05N = 2,65 mg Na_2CO_3).

Ο συντελεστής διόρθωσης $f_{H_2SO_4}$ δίνεται από τον τύπο :

$$f_{H_2SO_4} = \frac{w}{2,65 \times V}$$

όπου :

V = ml τιτλοδότη που καταναλώθηκαν συνολικά.

w = mg ζυγισθέντος Na_2CO_3 .

Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης : Διαλύουμε 500 mg αντιδραστηρίου σε 50 ml αιθυλικής αλκοόλης και προσθέτουμε 50 ml απεσταγμένο νερό υπό συνεχή ανάδευση. Διηθούμε αν το διάλυμα δεν είναι διαυγές.

Πορεία

Μεταφέρουμε 50 ml δείγματος σε κωνική φιάλη των 250 ml και προσθέτουμε τρεις σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Τυχόν εμφάνιση ρόδινης χροιάς αποτελεί ένδειξη παρουσίας ανθρακικών ιόντων, τα οποία προσδιορίζονται ογκομετρικά με διάλυμα H_2SO_4 0,05N με την βοήθεια μαγνητικού αναδευτήρα, μέχρι το διάλυμα να αποχρωματιστεί (pH=8.3). Αν κατά την προσθήκη της φαινολοφθαλεΐνης δεν εμφανιστεί ρόδινη χροιά, αυτό δηλώνει απουσία ανθρακικών ιόντων.

Υπολογισμοί

Δεδομένου ότι 1 ml H_2SO_4 0,05N ισοδυναμεί με 0,05 meq ανθρακικών ιόντων έχουμε :

$$[CO_3^{2-}](meq/l) = \frac{50 * A}{m \text{ Δείγματος}} \times f_{H_2SO_4}$$

όπου :

A = κατανάλωση H_2SO_4 0,05N σε ml

$f_{H_2SO_4}$ = συντελεστής διόρθωσης τιτλοδότη.

2.9 Προσδιορισμός των Όξινων ανθρακικών ιόντων (HCO_3^-)

Η συγκέντρωση των όξινων ανθρακικών ιόντων, εκφράζεται σε meq/l δείγματος.

Αρχή της μεθόδου

Ήδη έχει αναφερθεί στα ανθρακικά ιόντα.

Μέθοδος

Αντιδραστήρια

Πρότυπος τιτλοδότης 0,05N H_2SO_4

Δείκτης πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου : Διαλύουμε 50 mg του νατριούχου άλατος του methyl-orange σε 100 ml H_2O , τα οποία περιέχουν 15,2 ml διαλύματος 0,01N HCl . Η διάλυση επιτυγχάνεται με ήπια θέρμανση και αφού κρυώσει το διάλυμα ακολουθεί διήθηση αν δεν είναι διαυγές.

Πορεία

Μετά το τέλος της ογκομέτρησης των ανθρακικών ιόντων προστίθεται στο ίδιο δείγμα τρεις σταγόνες πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου οπότε παρουσία όξινων ανθρακικών ιόντων το διάλυμα χρωματίζεται κίτρινο. Ογκομετρούμε με διάλυμα 0,05N H_2SO_4 με την βοήθεια μαγνητικού αναδευτήρα μέχρι εμφανίσεως ελαφρού ερυθρού χρωματισμού. Το τελικό χρώμα προκύπτει προσθέτοντας σε κωνική φιάλη των 250 ml, 50 ml απεσταγμένο, τρεις σταγόνες πορτοκαλόχρουν του μεθυλίου και 0,05 ml διαλύματος 0,05N H_2SO_4 .

Υπολογισμοί

Δεδομένου ότι 1ml 0.05N H_2SO_4 ισοδυναμεί με 0.05 meq όξινων ανθρακικών ιόντων έχουμε :

$$[\text{HCO}_3^-](\text{meq/l}) = \frac{50(\text{B} - \text{A})}{\text{ml δειγματος}} \times f_{\text{H}_2\text{SO}_4}$$

όπου :

B= Κατανάλωση 0,05N H₂SO₄ σε ml για τον προσδιορισμό των όξινων ανθρακικών ιόντων.

A=Κατανάλωση 0,05N H₂SO₄ σε ml για τον προσδιορισμό των ανθρακικών ιόντων.

$f_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ = Συντελεστής διόρθωσης του τιτλοδότη.

2.10 Προσδιορισμός των Θεικών ιόντων(SO₄⁻²)

Η συγκέντρωση των θεικών ιόντων, εκφράζεται σε meq/l δείγματος.

Αρχή της μεθόδου

Η συγκέντρωση των θεικών ιόντων, προσδιορίζεται υπολογιστικά δεχόμενοι ότι ισχύει η σχέση :

$$[\text{Ca}^{+2}] + [\text{Mg}^{+2}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{CO}_3^{-2}] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{SO}_4^{-2}]$$

όταν όλες οι συγκεντρώσεις εκφράζονται σε meq/l.

Υπολογισμοί

Η συγκέντρωση των θεικών ιόντων υπολογίζεται βάσει του τύπου :

$$[\text{SO}_4^{-2}] (\text{meq/l}) = \{[\text{Ca}^{+2}] + [\text{Mg}^{+2}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+]\} - \{[\text{Cl}^-] + [\text{CO}_3^{-2}] + [\text{HCO}_3^-]\}$$

2.11 Προσδιορισμός Νιτρικών ιόντων

Θεωρία

Τα νιτρικά ιόντα αντιστοιχούν στην ανώτατη οξειδωτική κατάσταση του αζώτου(A.O=+5). Είναι θερμοδυναμικός σταθερά και οι μεταβολές της συγκέντρωσης τους στα νερά, οφείλονται σε βιολογικές δράσεις.

Στα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών στα υπόγεια και επιφανειακά νερά εξαιτίας των υπερβολικών λιπάνσεων και κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων.

Η ανώτατη επιτρεπτή τιμή των νιτρικών στο πόσιμο νερό είναι 50ppm, δηλαδή 500 φορές μεγαλύτερη των νιτρικών. Στην πράξη γίνεται πολλές φορές προσπάθεια η συγκέντρωση των νιτρικών να μην υπερβαίνει τα 10ppm.

Όταν το πόσιμο νερό υπόκειται σε καθαρισμό με ενεργό άνθρακα (αποχρωματισμό-απόσπηση), τότε είναι δυνατό να παρατηρηθεί αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη, τα οποία είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα για την υγεία.

Τα νιτρικά είναι ένα ουσιώδες θρεπτικό συστατικό πολλών φωτοσυνθετικών αυτότροφων οργανισμών και σε ορισμένες περιπτώσεις είναι περιοριστικός παράγοντας ανάπτυξης.

Τα νιτρώδη ιόντα είναι μια μορφή ενδιάμεσης βαθμίδας της κλίμακας σθένους του αζώτου ($A.O.=+3$). Προέρχεται τόσο από την οξείδωση της αμμωνίας, όσο και από την αναγωγή των νιτρικών ιόντων.

Η συγκέντρωση των νιτρικών στα φυσικά νερά είναι πολύ μικρή, συνήθως κάτω του 0,1ppm NO_2^-N . Η συγκέντρωσή τους ελαττώνεται επειδή οξειδώνονται προς νιτρικά ιόντα. Η παρουσία τους στο πόσιμο νερό το καθιστά ακατάλληλο για πόση, επειδή αποτελεί ένδειξη αποσύνθεσης πρωτεϊνικών ενώσεων και δράσης ορισμένων οργανισμών. Τα νιτρώδη απαντούν στα νερά ψύξης των βιομηχανιών όπου προστίθεται ως αντιδιαβρωτικό, σε διάφορα βιομηχανικά απόβλητα και στα απόβλητα που έχουν υποστεί βιολογικό καθαρισμό.

Τα νιτρώδη ιόντα είναι επικίνδυνα για τον οργανισμό, κυρίως επειδή σε όξινο περιβάλλον αντιδρούν με τις δευτεροταγείς αμίνες και σχηματίζουν τις νιτρωζαμίνες $RR-N-NO$. Οι ενώσεις αυτές είναι καρκινογόνες.

Μέθοδοι προσδιορισμού νιτρικών ιόντων

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι προσδιορισμού των νιτρικών ιόντων, η επιλογή των οποίων καθορίζεται από την τάξη συγκέντρωσης και από τις παρεμποδίσεις.

Η μέθοδος που θα χρησιμοποιήσουμε βασίζεται στην αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη με την βοήθεια αναγωγικής στήλης καδμίου. Η μέθοδος προσφέρεται όταν οι συγκεντρώσεις είναι μεταξύ 0-1ppm NO_3^- .

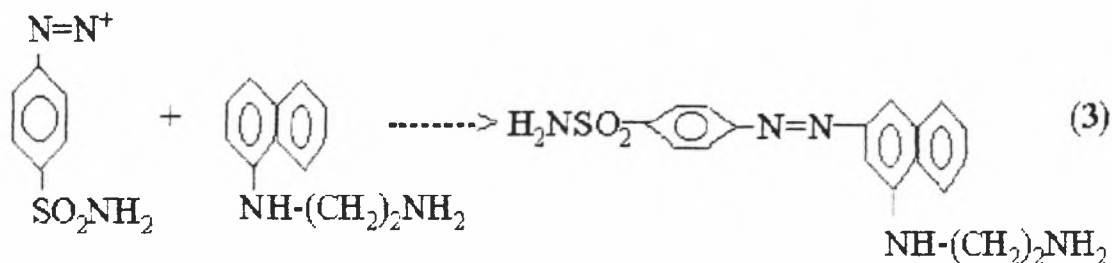
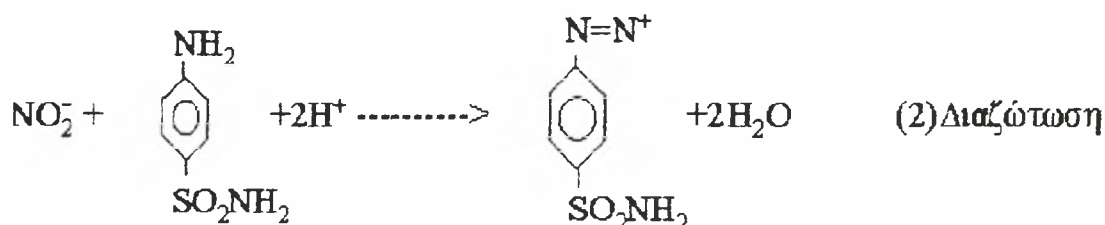
Τα νιτρικά και τα νιτρώδη, πρέπει να προσδιορίζονται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Στην αντίθετη περίπτωση, το δείγμα τοποθετείται στους $-20^{\circ}C$ ή προσθέτουμε 40mg $HgCl_2$ ανά lt δείγματος και το τοποθετούμε στους $4^{\circ}C$, όπου διατηρείται για 2 ημέρες.

Προσδιορισμός νιτρικών ιόντων με αναγωγική στήλη καδμίου.

Αρχή της μεθόδου.

Τα νιτρικά ιόντα διερχόμενα από ρινίσματα αμαλγάματος καδμίου ανάγονται σχεδόν ποσοτικά προς νιτρώδη ιόντα. Με προσδιορισμό των νιτρώδων που προκύπτουν προσδιορίζονται έμμεσα τα νιτρικά. Τα νιτρώδη προσδιορίζονται φασματοφωτομετρικά με διαζώτωση του σουλφανιλαμιδίου. Το σχηματιζόμενο διαζωνικό ιόν αντιδρά με N-(1-νάφλυλο)-αιθυλενοδιαμίνη, οπότε το τελικό προϊόν είναι εντόνως έγχρωμο αζώχρωμα.

Η πορεία των αντιδράσεων δίνεται παρακάτω :



Το μέγιστο της απορρόφησης του αζωχρώματος είναι στα 543nm. Αν στο προς ανάλυση δείγμα υπάρχουν νιτρώδη ιόντα τότε αυτά προσδιορίζονται χωριστά και αφαιρούνται από την τελική τιμή των προσδιοριζομένων νιτρώδων αμέσως μετά την αναγωγή.

Αντιδραστήρια

Διάλυμα 2M: KCl 149 gr KCl διαλύονται σε 800ml απιονισμένου νερού και στη συνέχεια αραιώνονται μέχρι τα 1000ml.

Διάλυμα 6N HCl: Σε ογκομετρική φιάλη των 500ml τοποθετούμε 250ml από το πυκνό διάλυμα HCl (12,076M).

Διάλυμα 2,4N HCl

Διάλυμα 0,12N HCl: Τα διαλύματα αυτά παρασκευάζονται με κατάλληλες αραιώσεις των πυκνότερων διαλυμάτων χρησιμοποιώντας το νόμο της αραιώσης : $C_1V_1=C_2V_2$, όπου $V_2=V_1+V_{H_2O}$.

Διάλυμα $GuSO_4 \cdot 5H_2O$ 2% w/v: 2gr $GuSO_4 \cdot 5H_2O$ διαλύονται σε 100ml απιονισμένου νερού.

Διάλυμα (20% w/v NH_4Cl) : 200gr NH_4Cl διαλύονται σε 1000ml απιονισμένου νερού και το διάλυμα διατηρείται σε γυάλινο ή πλαστικό δοχείο.

Διάλυμα (0,5% w/v NH_4Cl): 25ml πυκνού NH_4Cl αραιώνονται σε 1lt απιονισμένο νερό και φυλάσσεται σε γυάλινο ή πλαστικό δοχείο.

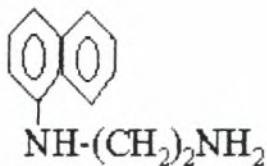
Μικτό αντιδραστήριο NH_4Cl -EDTA: Σε 1 lt διαλύματος 0,5% w/v NH_4Cl προστίθεται 1,5 gr EDTA.

Αντιδραστήριο σουλφανιλαμίνης.



0,5 gr σουλφανιλαμίνης διαλύονται σε 100ml διαλύματος HCl 2,4N. Το διάλυμα διατηρείται στο ψυγείο στους 4°C.

Αντιδραστήριο N-1(1-νάφθυλο)-αιθυλενοδιαμίνης.



: 0,3gr N-1(1-νάφθυλο)-αιθυλενοδιαμίνης διαλύονται σε 100ml διαλύματος HCl 0,12N. Το διάλυμα διατηρείται στο ψυγείο στους 4°C σε αδιαφανή φιαλίδιο.

Επιχαλωμένο Cd : 50gr Cd (διαμέτρου 1mm και πάχους 2mm το πολύ) αναμιγνύονται με 250ml διαλύματος HCl 6N για ένα λεπτό. Μετά την απομάκρυνση του HCl, το Cd ξεπλένεται διεξοδικά με απιονισμένο νερό. Οι κόκκοι του Cd αναμιγνύονται στη συνέχεια με 250ml διαλύματος $GuSO_4 \cdot 5H_2O$ 2% w/v έως την αλλαγή χρώματος. Κατόπιν απομακρύνεται το διάλυμα του $GuSO_4 \cdot 5H_2O$ και το Cd ξεπλένεται διεξοδικά με απιονισμένο νερό, έως ότου το νερό εξέρχεται διαυγέστατο. Το επιχαλωμένο Cd είναι έτοιμο να τοποθετηθεί στις αναγωγικές στήλες.

Standards NO_3^- : 0,18045gr KNO_3 διαλύονται σε απιονισμένο νερό και αραιώνονται στα 500ml. Η συγκέντρωση του διαλύματος που προκύπτει είναι 50ppm N- NO_3^- . **Φυλάσσεται στο ψυγείο.**

Μεταφέρουμε (1-2-3-5)ml του προηγούμενου διαλύματος στην στήλη καδμίου και ακολουθούμε για το κάθε ένα την διαδικασία μέτρησης των NO_3^- όπως αναφέρονται παρακάτω. Τα standards που προκύπτουν έχουν συγκεντρώσεις N- NO_3^- : (2 - 4 - 8 - 10)ppm.

Προετοιμασία της αναγωγικής στήλης.

Γεμίζουμε την προχοΐδα με αραιό διάλυμα NH_4Cl και προσθέτουμε το επιχαλκωμένο κάδμιο μέχρι ύψους 20cm. Πρέπει να εξακριβωθεί ότι οι φυσαλίδες έχουν απομακρυνθεί από την στήλη του επιχαλκωμένου καδμίου και το πλεονάζον διάλυμα απομακρύνεται. Η στήλη ξεπλένεται διεξοδικά με αραιό διάλυμα και ρυθμό ροής 8ml/min. Κατά το χρονικό διάστημα που η στήλη δεν χρησιμοποιείται, πρέπει να είναι καλυμμένη ως 1ml πάνω από το Cd με αραιό διάλυμα NH_4Cl . Λίγο πριν χρησιμοποιηθεί η στήλη προστίθεται 1ml πυκνού NH_4Cl και η στάθμη του υγρού στην προχοΐδα χαμηλώνεται στο υψός της στήλης καδμίου.

Διαδικασία μετρήσεων.

A) Μέτρηση N- NO_2^-

Τοποθετούνται 50ml δείγματος σε ποτήρι ζέσεως των 100ml. Προσθέτουμε 1ml διαλύματος σουλφανιλαμίνης και μετά από 5 λεπτά 1ml διαλύματος N-1(1-νάφθυλο)-αιθυλενοδιαμίνης. Μετά 20 λεπτά η ένταση του ροζ χρώματος μετρείται στο φασματοφωτόμετρο υπεριώδους και σε μήκος κύματος 543nm.

B) Μέτρηση N- NO_3^-

Το υπερκείμενο διάλυμα NH_4Cl απομακρύνεται μέχρις ότου το διάλυμα στην προχοΐδα καλύπτει μόλις την κορυφή της στήλης. Προστίθενται 1ml πυκνού διαλύματος NH_4Cl στην κορυφή της στήλης και στην συνέχεια 2 έως 5 ml δείγματος του οποίου η περιεκτικότητα δεν ξεπερνά τα 20μg. Το δείγμα διέρχεται από την στήλη του καδμίου και καταλήγει σε ογκομετρική φιάλη των 100ml, ενώ προστίθεται συνεχώς διάλυμα αραιού NH_4Cl από την κορυφή, μέχρι τελικού όγκου 90ml περίπου. Στην συνέχεια απομακρύνουμε την φιάλη και ξεπλένουμε το εσωτερικό της στήλης με 2ml πυκνού διαλύματος NH_4Cl και 75ml αραιού διαλύματος NH_4Cl , προσέχοντας το διάλυμα του NH_4Cl να καλύπτει συνεχώς την στήλη.

Στην ογκομετρική φιάλη των 100ml, προσθέτουμε 2ml διαλύματος σουλφανιλαμίνης και μετά από 5 λεπτά 2ml διαλύματος N-1(1-νάφθυλο)-

αιθυλενοδιαμίνης. Συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι όγκου 100ml.

Μετά από 20 λεπτά, η ένταση του ροζ χρώματος μετρείται στο φασματοφωτόμετρο υπεριώδους και σε μήκος κύματος 543nm.

Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται με τα standards N-NO_3^- (νιτρικά τα οποία μέσα στη στήλη ανάγονται σε νιτρώδη) τα οποία χρησιμοποιούνται για την καμπύλη βαθμονόμησης του οργάνου.

Standards N-NO_3^- : (2 - 4- 6 - 10-14-20)ppm

Παρεμποδίσεις-Σφάλματα

Τα αιωρούμενα στερεά δημιουργούν προβλήματα στη στήλη αναγωγής. Για το λόγο αυτό τα θολά δείγματα διηθούνται πριν περάσουν από τη στήλη. Όταν η συγκέντρωση του σιδήρου, χαλκού και άλλων μετάλλων είναι σχετικά μεγάλη, ελαττώνεται η αναγωγική ικανότητα της στήλης. Η παρεμπόδιση αυτή αποφεύγεται με την προσθήκη EDTA στα δείγματα. Το ελεύθερο χλώριο οξειδώνει το κάδμιο και περιορίζει την αναγωγική ικανότητα της στήλης. Έτσι όταν υπάρχει χλώριο προσθέτουμε στα δείγματα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Υπολογισμός του N-NO_3^-

Το όργανο βαθμονομείται με standards NO_3^- με συγκεντρώσεις (0,2,4,6,10,14,20)ppm. Από την πρότυπη καμπύλη προσδιορίζουμε σε ppm τη συγκέντρωση των νιτρικών του αγνώστου δείγματος. Για το υπολογισμό της πραγματικής συγκέντρωσης των νιτρικών πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε την συγκέντρωση νιτρωδών πριν την αναγωγή και να την αφαιρέσουμε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

1.1 Υπολογισμός του Δείκτη Κορεσμού Langelier(L.S.I)

Στην στάγδην άρδευση η εφαρμογή του νερού γίνεται με πολύ βραδύ ρυθμό μέσα από σταλακτήρες που έχουν μικρή δίοδο διέλευσης του νερού και δημιουργούνται κίνδυνοι έμφραξης αυτών. Σε κάθε σύστημα στάγδην αρδύσεως εγκαθίσταται τα αναγκαία φίλτρα για τη συγκράτηση των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων του αρδευτικού νερού που θα προκαλέσουν έμφραξη των σταλακτήρων. Αντίθετα σπάνια λαμβάνεται υπόψη ο κίνδυνος έμφραξης από χημικούς παράγοντες όπως είναι η απόθεση ανθρακικού ασβεστίου που παρουσιάζεται αρκετά συχνά και μπορεί να οδηγήσει σε μερική ή πλήρη απόφραξή τους.

Η απόθεση του ανθρακικού ασβεστίου ευνοείται από το υψηλό pH και την ανύψωση της θερμοκρασίας του νερού που παραμένει στους σταλακτοφόρους αγωγούς μετά το πέρας της αρδύσεως ,εφ'όσον βέβαια υπάρχει περίσσεια ασβεστίου και όξινων ανθρακικών στο νερό.(Nakayama και Bucks,1985)

Ο κίνδυνος έμφραξης από την απόθεση μπορεί να προβλεφθεί αλλά δεν υπάρχει μέθοδος που να εκτιμά ποσοτικά το μέγεθος του κινδύνου , μια και το όλο φαινόμενο επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες .Μια πρώτη προσέγγιση της εκτίμησης της απόθεσης του CaCO₃ γίνεται με την τιμή του δείκτη κορεσμού Langelier (Ayers and Westcot ,1976,1987) που αναφέρει ότι στο σημείο κορεσμού ασβεστίου το οποίο χαρακτηρίζεται από τη διαλυτότητα του όξινου ανθρακικού ασβεστίου και συνεπώς την παρουσία όξινων ανθρακικών ιόντων,αποτίθεται το CaCO₃ όταν υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και pH.Η τιμή του δείκτη κορεσμού του Langelier (Langelier Saturation Index,LSI) είναι η διαφορά μεταξύ του μετρούμενου στο εργαστήριο pH του νερού (pHa) και του θεωρητικού pH (pHc) που υπολογίζεται με βάση τα δεδομένα της χημικής ανάλυσης

$$L.S.I=pH_a-pH_c \quad [1]$$

Θετικές τιμές της εξίσωσης φανερώνουν τάση καθίζησης του CaCO_3 ενώ αρνητικές τιμές δε δημιουργούν πρόβλημα έμφραξης των σταλακτήρων.

Η τιμή του θεωρητικού pH υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\text{pHc} = (\text{pK}_{\text{HCO}_3^-} - \text{pKsp}) + \text{p}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{p}(\text{CO}_3 + \text{HCO}_3) \quad [2]$$

όπου

$\text{pK}_{\text{HCO}_3^-}$ είναι η σταθερά ιονισμού του και εξαρτάται από τη θερμοκρασία.

pKsp είναι η σταθερά του γινομένου της διαλυτότητας του που εξαρτάται από τη θερμοκρασία.

$\text{p}(\text{Ca} + \text{Mg})$ είναι η τιμή που λαμβάνεται από τον Πίνακα με βάση το άθροισμα της συγκέντρωσης των ιόντων Ca^{+2} και Mg^{+2} σε meq/l.

Οι τιμές των όρων της εξίσωσης [2] υπολογίζονται με τη βοήθεια των Πινάκων [α] και [β].

Πίνακας α. Σχέση θερμοκρασίας και τιμής του όρου $\text{pK}_{\text{HCO}_3^-} - \text{pKsp}$

| Θερμοκρασία (T) | $\text{pK}_{\text{HCO}_3^-} - \text{pKsp}$ |
|-----------------|--|
| 0 | 2.60 |
| 10 | 2.34 |
| 20 | 2.10 |
| 30 | 1.89 |
| 40 | 1.70 |
| 50 | 1.54 |
| 80 | 1.14 |

Πίνακας [β] Υπολογισμός της τιμής των όρων $p(\text{Ca}+\text{Mg})$ και $p(\text{CO}_3+\text{HCO}_3)$ από το άθροισμα της συγκέντρωσης ιόντων.

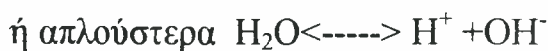
| Συγκ/ση meq/l | Τιμή $p(\text{Ca}-\text{Mg})$ | Τιμή $p(\text{CO}_3+\text{HCO}_3)$ | Συγκ/ση meq/lt | Τιμή $p(\text{Ca}+\text{Mg})$ | Τιμή $p(\text{CO}_3+\text{HCO}_3)$ |
|------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 0,05 | 4,6 | 4,3 | 2,50 | 2,9 | 2,6 |
| 0,10 | 4,3 | 4,0 | 3,00 | 2,8 | 2,5 |
| 0,15 | 4,1 | 3,8 | 4,00 | 2,7 | 2,4 |
| 0,20 | 4,0 | 3,7 | 5,00 | 2,6 | 2,3 |
| 0,25 | 3,9 | 3,6 | 6,00 | 2,5 | 2,2 |
| 0,30 | 3,8 | 3,5 | 8,00 | 2,4 | 2,1 |
| 0,40 | 3,7 | 3,4 | 10,00 | 2,3 | 2,0 |
| 0,50 | 3,6 | 3,3 | 12,00 | 2,2 | 1,9 |
| 0,75 | 3,4 | 3,1 | 15,00 | 2,1 | 1,8 |
| 1,00 | 3,3 | 3,0 | 20,00 | 2,0 | 1,7 |
| 1,25 | 3,2 | 2,9 | 30,00 | 1,8 | 1,5 |
| 1,50 | 3,1 | 3,1 | 50,00 | 2,8 | 1,6 |
| 2,00 | 3,0 | 2,7 | 80,00 | 2,2 | 1,1 |

(Ι.Κ.Μήτσιος-Εδαφολογία).

1.2 Ρυθμιστική ικανότητα του νερού.

Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να αναφερθούμε στη ρυθμιστική ικανότητα του νερού. Είναι γνωστό ότι η ρυθμιστική ικανότητα ενός διαλύματος είναι η ικανότητα που έχει το διάλυμα να αντιστέκεται στη μεταβολή του pH του με την προσθήκη μικρής ποσότητας βάσεως ή οξέος. Τα ρυθμιστικά διαλύματα είναι υδατικά διαλύματα ασθενών οξέων με τα άλατά τους με ισχυρές βάσεις ή ασθενών βάσεων με τα άλατά τους με ισχυρά οξέα. Η ρυθμιστική ικανότητα των διαλυμάτων οφείλεται στο γεγονός ότι τα προστιθέμενα ιόντα H^+ ή OH^- (προσθήκη οξέος ή βάσεως) δεσμεύονται από τα ιόντα του διαλύματος και σχηματίζουν τα πολύ λίγο διστάμενα μόρια του ασθενούς οξέος ή της ασθενούς βάσεως.

Έχει παρατηρηθεί ότι και το πλέον καθαρό νερό παρουσιάζει μια μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα. Τα ελάχιστα ιόντα στα οποία οφείλεται η αγωγιμότητα του υπερκαθαρού νερού προέρχονται από την αυτοδιάσταση του η οποία γίνεται κατά την εξίσωση



και η οποία έχει σταθερά διαστάσεως ή ιονισμού

$$K_w = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Η ρυθμιστική ικανότητα των νερών που έχουν δείκτη κορεσμού θετικό ($LSI > 0$) στη συγκεκριμένη έρευνα υπολογίστηκε με τιτλοδότηση 100 ml νερού με διάλυμα H_2SO_4 0,5N. Κάθε 3 min 0,05 ml H_2SO_4 0,5N προστίθεται στα 100 ml του νερού υπό ταυτόχρονη ανάδευση και λαμβάνεται η τιμή του pH του νερού. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρις ότου το pH του νερού να φτάσει στην τιμή 6. Η τιμή αυτή του pH δεν δημιουργεί προβλήματα στα φυτά. Η συνολική ποσότητα του οξέος που



χρησιμοποιήθηκε για τη μείωση του pH μας δίνει τη ρυθμιστική ικανότητα του νερού η οποία εκφράζεται σε meq H^+ /lt νερού. Η μεταβολή του pH του νερού σε σχέση με την προστιθέμενη ποσότητα οξέος μας δίνει την καμπύλη της ρυθμιστικής ικανότητας. Από την καμπύλη αυτή υπολογίσαμε τα gr του H_2SO_4 96 % κ.β που προσθέτουμε σε 1000 lt νερού ώστε να αντιμετωπίσουμε την έμφραξη των σταλακτιών.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πίνακες με τα ολικά meq H^+ /lt νερού ή mole H^+ /lt νερού που χρειάζονται για να φτάσει το pH στην τιμή 6 και τα gr του H_2SO_4 96 % κ.β που προσθέτουμε σε 1000 lt νερού ώστε να αντιμετωπίσουμε την έμφραξη των σταλακτιών. Ακόμη παρουσιάζονται οι γραφικές παραστάσεις της ρυθμιστικής ικανότητας για τις αντίστοιχες γεωτρήσεις.

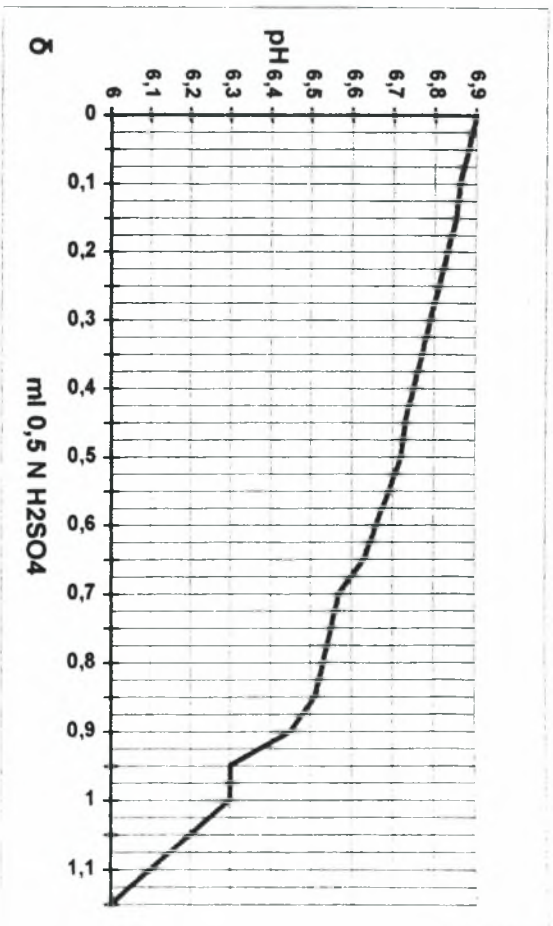
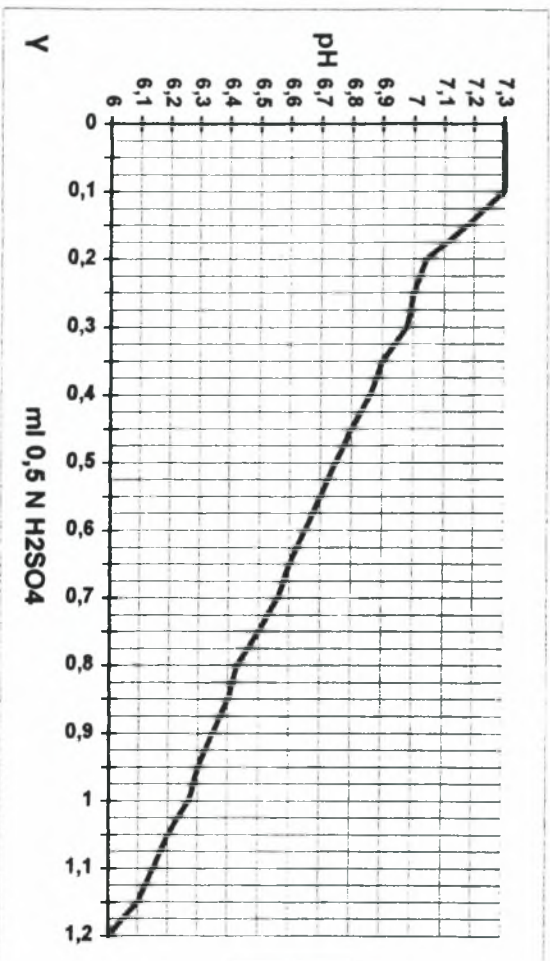
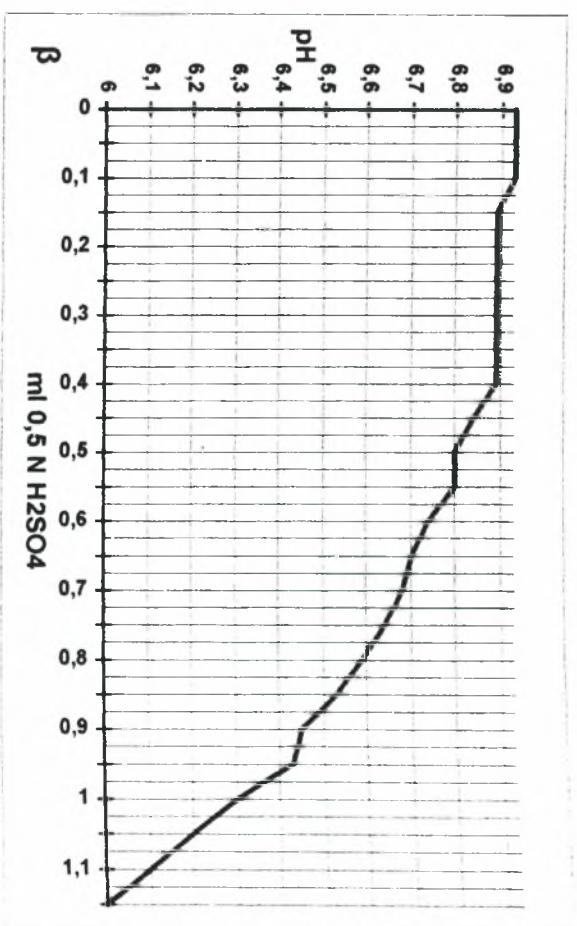
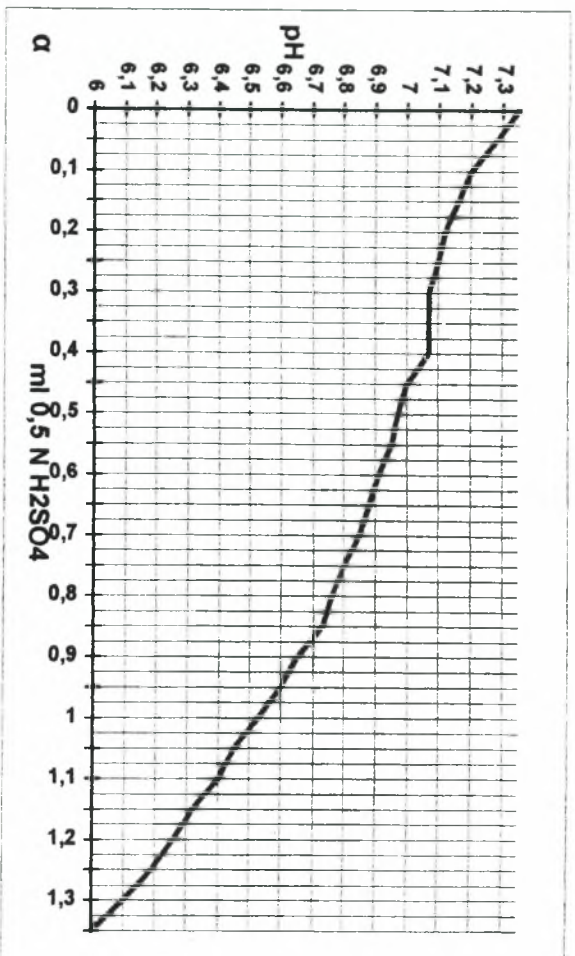
Ρυθμιστική ικανότητα των νερών αρδεύσεως σε meq/lit νερού ή σε mole /lit νερού.

| Κωδικός γεώτρησης | pH | Επιθυμητό pH | meqH ⁺ /lit H ₂ O | mole H ⁺ / lit H ₂ O | gr H ₂ SO ₄ (96%κβ)/lit H ₂ O |
|----------------------|------|-----------------|---|---|---|
| X1 | 7,35 | 6 | 5 | 5000 | 330 |
| X2 | 6,92 | 6 | 6,1 | 6100 | 287,5 |
| X3 | 7,3 | 6 | 4,61 | 4610 | 300 |
| X4 | 6,9 | 6 | 6,38 | 6380 | 287,5 |
| X5 | 7,3 | 6 | 5,3 | 5300 | 300 |
| X6 | 7,3 | 6 | 5,78 | 5780 | 312,5 |
| X7 | 7,08 | 6 | 5,78 | 5780 | 312,5 |
| X8 | 8,38 | 6 | 4,43 | 4430 | 450 |
| X9 | 6,87 | 6 | 6,88 | 6880 | 337,5 |
| X10 | 7,12 | 6 | 6,02 | 6020 | 337,5 |
| X12 | 7,44 | 6 | 7,44 | 7440 | 375 |
| X13 | 7,01 | 6 | 5,25 | 5250 | 262,5 |
| X14 | 7,18 | 6 | 5,08 | 5080 | 300 |
| X15 | 7,34 | 6 | 5,92 | 5920 | 337,5 |
| X16 | 7,31 | 6 | 5,15 | 5150 | 337,5 |
| X17 | 7,37 | 6 | 5,72 | 5720 | 337,5 |
| X18 | 7,25 | 6 | 6,52 | 6520 | 375 |
| X19 | 7,12 | 6 | 6,86 | 6860 | 350 |
| X21 | 6,97 | 6 | 6,7 | 6700 | 325 |
| X22 | 6,94 | 6 | 7,44 | 7440 | 350 |
| X23 | 6,96 | 6 | 6,25 | 6250 | 300 |
| X24 | 7,28 | 6 | 7,28 | 7280 | 350 |
| X25 | 7,18 | 6 | 6,35 | 6350 | 375 |
| X26 | 7,22 | 6 | 6,69 | 6690 | 375 |
| X27 | 7,17 | 6 | 6,3 | 6300 | 337,5 |
| X28 | 7,51 | 6 | 5,67 | 5670 | 400 |
| X29 | 7,18 | 6 | 5,5 | 5500 | 325 |
| X30 | 7,15 | 6 | 5,43 | 5430 | 312,5 |
| X31 | 7,13 | 6 | 5,53 | 5530 | 312,5 |
| X32 | 7,09 | 6 | 5,5 | 5500 | 300 |
| X33 | 6,94 | 6 | 5,31 | 5310 | 250 |
| X35 | 7,46 | 6 | 5,75 | 5750 | 362,5 |
| X36 | 7,14 | 6 | 7 | 7000 | 325 |
| X37 | 7,16 | 6 | 5,38 | 5380 | 312,5 |
| X38 | 7,18 | 6 | 6,3 | 6300 | 337,5 |
| X39 | 7,29 | 6 | 7,07 | 7070 | 350 |
| X40 | 7,51 | 6 | 6,4 | 6400 | 387,5 |
| X41 | 6,99 | 6 | 7 | 7000 | 350 |
| X42 | 7,56 | 6 | 5,28 | 5280 | 412,5 |
| X43 | 6,97 | 6 | 7 | 7000 | 337,5 |

Ρυθμιστική ικανότητα των νερών αρδεύσεως σε meq/lit νερού ή σε mole /lit νερού.

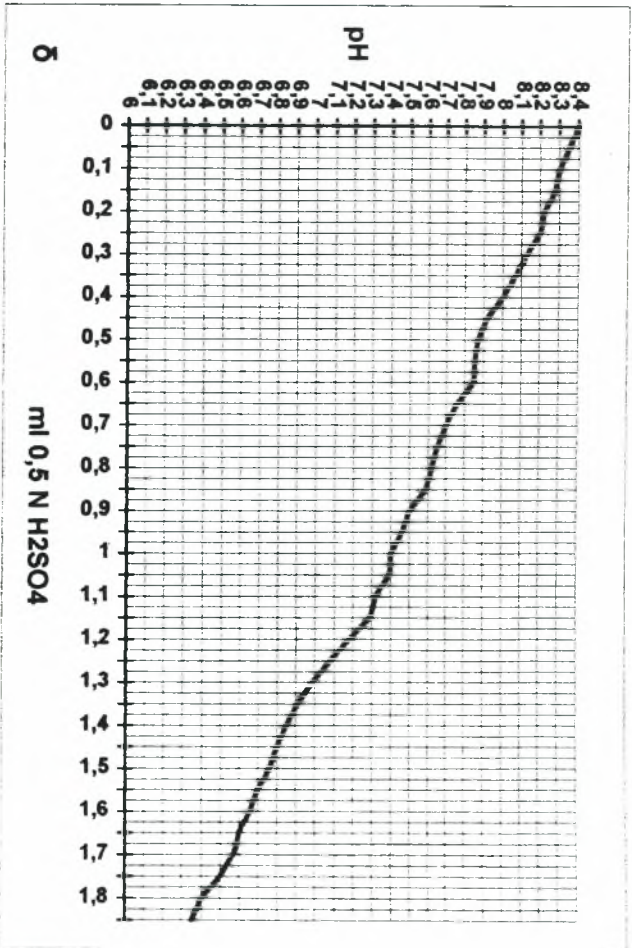
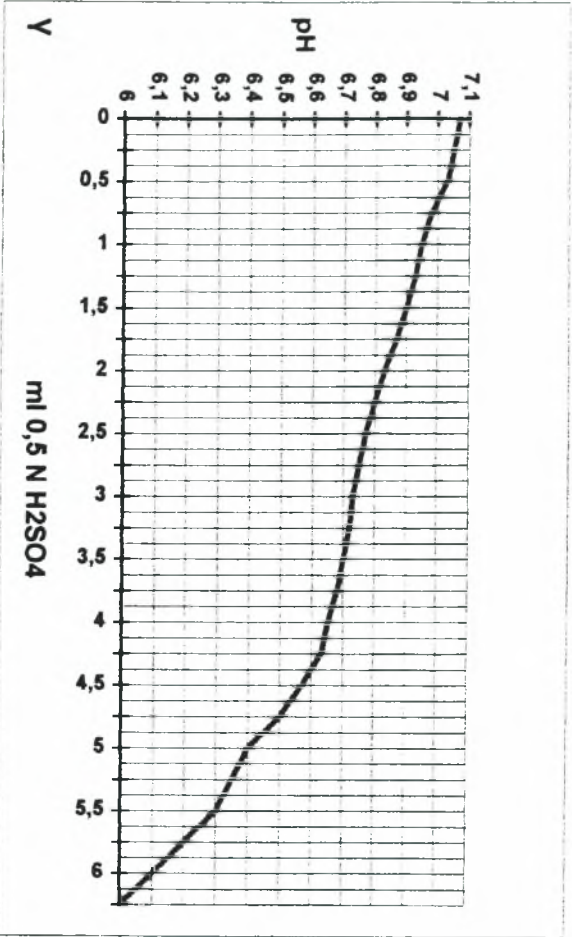
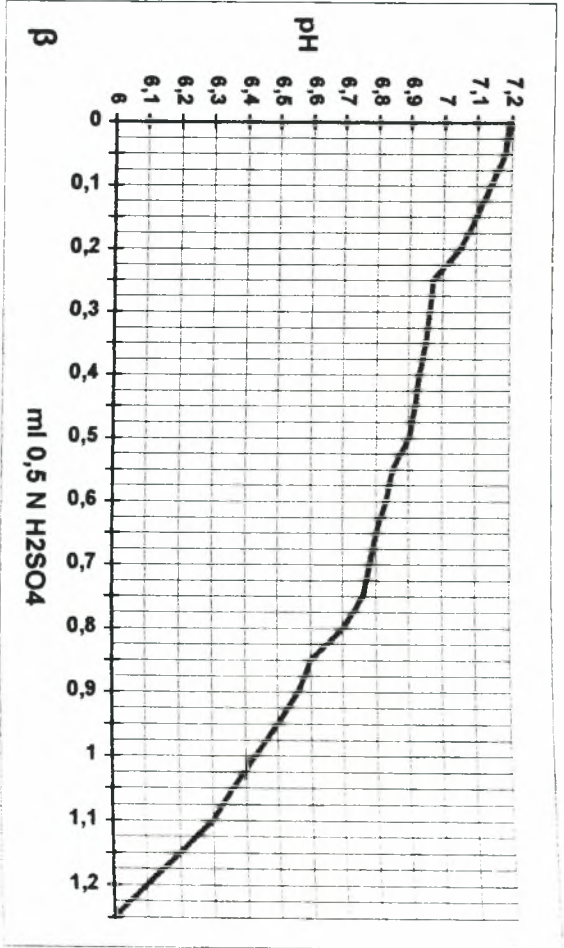
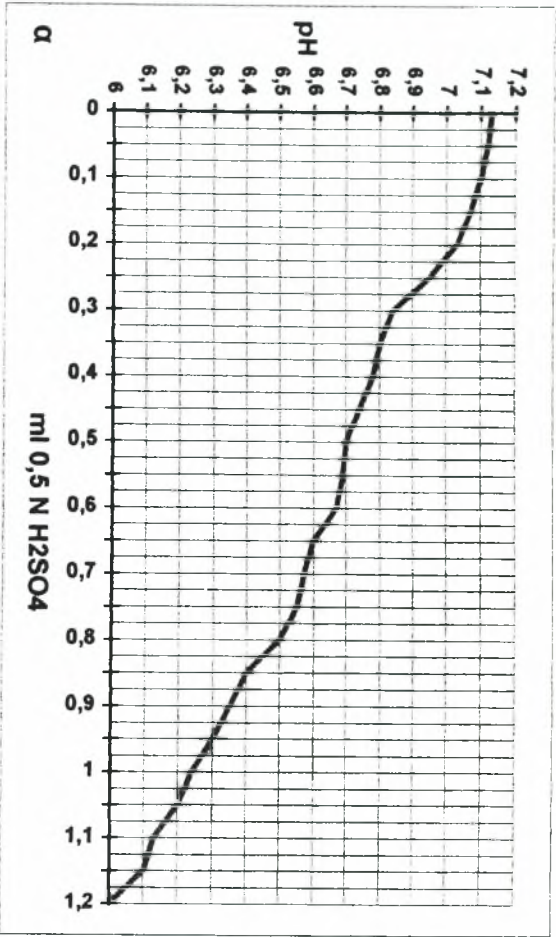
| Κωδικός γεώτρησης | pH | Επιθυμητό pH | ολικά meqH ⁺ /lt H ₂ O | mole H ⁺ /lt H ₂ O | gr H ₂ SO ₄ (96%κβ)/tn H ₂ O |
|----------------------|------|-----------------|---|--|--|
| T2 | 7 | 6 | 6,5 | 6500 | 325 |
| T3 | 6,9 | 6 | 7,22 | 7220 | 325 |
| T4 | 6,8 | 6 | 6,56 | 6560 | 262,5 |
| T5 | 6,75 | 6 | 7,3 | 7300 | 275 |
| T6 | 7,16 | 6 | 5,38 | 5380 | 312,5 |
| T7 | 6,97 | 6 | 6,98 | 6980 | 325 |
| T8 | 7,23 | 6 | 5,69 | 5690 | 350 |
| T9 | 7,31 | 6 | 5,15 | 5150 | 337,5 |
| T10 | 7,34 | 6 | 5,22 | 5220 | 350 |
| T11 | 7,39 | 6 | 5,81 | 5810 | 375 |
| T12 | 7,05 | 6 | 6,19 | 6190 | 325 |
| T13 | 6,75 | 6 | 7 | 7000 | 262,5 |
| T14 | 7,46 | 6 | 5,47 | 5470 | 400 |
| T15 | 7,15 | 6 | 5,65 | 5650 | 325 |
| T16 | 7,27 | 6 | 5,51 | 5510 | 350 |
| T17 | 7,33 | 6 | 6,19 | 6190 | 350 |
| T18 | 7,66 | 6 | 5,12 | 5120 | 425 |
| T19 | 7,24 | 6 | 6,73 | 6730 | 350 |
| T20 | 7,29 | 6 | 7 | 7000 | 350 |
| T21 | 7,63 | 6 | 5,5 | 5500 | 425 |
| T22 | 7,41 | 6 | 5,67 | 5670 | 400 |
| T23 | 7,37 | 6 | 5,47 | 5470 | 375 |
| T24 | 7,29 | 6 | 5,81 | 5810 | 375 |
| T25 | 6,95 | 6 | 6,57 | 6570 | 312,5 |
| T26 | 6,85 | 6 | 7,64 | 7640 | 325 |
| T27 | 6,77 | 6 | 7,46 | 7460 | 287,5 |
| T28 | 7,14 | 6 | 6,79 | 6790 | 387,5 |
| T29 | 6,7 | 6 | 7,5 | 7500 | 262,5 |
| T30 | 7,02 | 6 | 6,37 | 6370 | 325 |
| T31 | 7,46 | 6 | 7,93 | 7930 | 500 |
| T32 | 7,13 | 6 | 5,97 | 5970 | 330 |
| T33 | 7 | 6 | 6,5 | 6500 | 325 |
| T34 | 7,16 | 6 | 6,03 | 6030 | 350 |
| T35 | 7,33 | 6 | 7,83 | 7830 | 462,5 |
| T36 | 7,36 | 6 | 7,84 | 7840 | 537,5 |
| T37 | 7,37 | 6 | 8,39 | 8390 | 575 |
| T38 | 7,61 | 6 | 8,51 | 8510 | 600 |
| T39 | 7 | 6 | 6,25 | 6250 | 312 |
| T40 | 7,12 | 6 | 6,02 | 6020 | 330 |
| T41 | 7,12 | 6 | 5,8 | 5800 | 325 |
| T42 | 7,71 | 6 | 7,89 | 7890 | 675 |
| T43 | 7,22 | 6 | 5,32 | 5320 | 325 |
| T44 | 7,33 | 6 | 5,48 | 5480 | 330 |
| T45 | 7,32 | 6 | 5,11 | 5110 | 330 |
| T46 | 7,55 | 6 | 7,25 | 7250 | 562,5 |
| T47 | 6,83 | 6 | 6,02 | 6020 | 250 |
| T48 | 7,12 | 6 | 5,58 | 5580 | 312 |

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζίας, Καλών Νερών, Δαύκου.



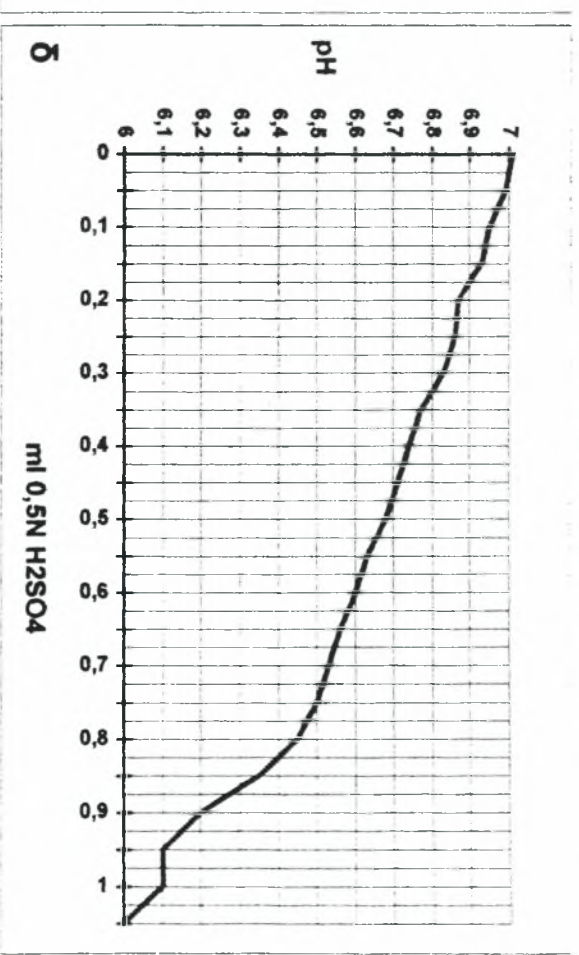
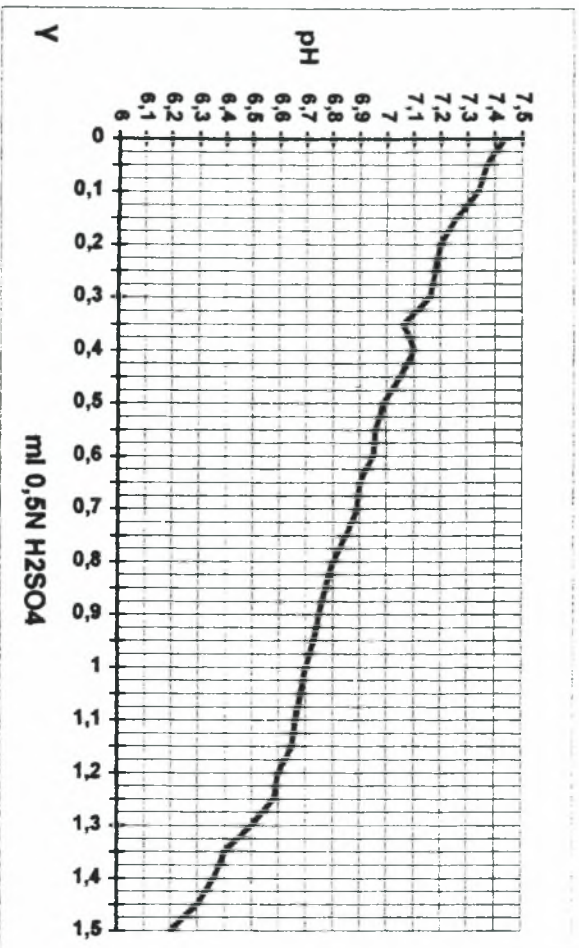
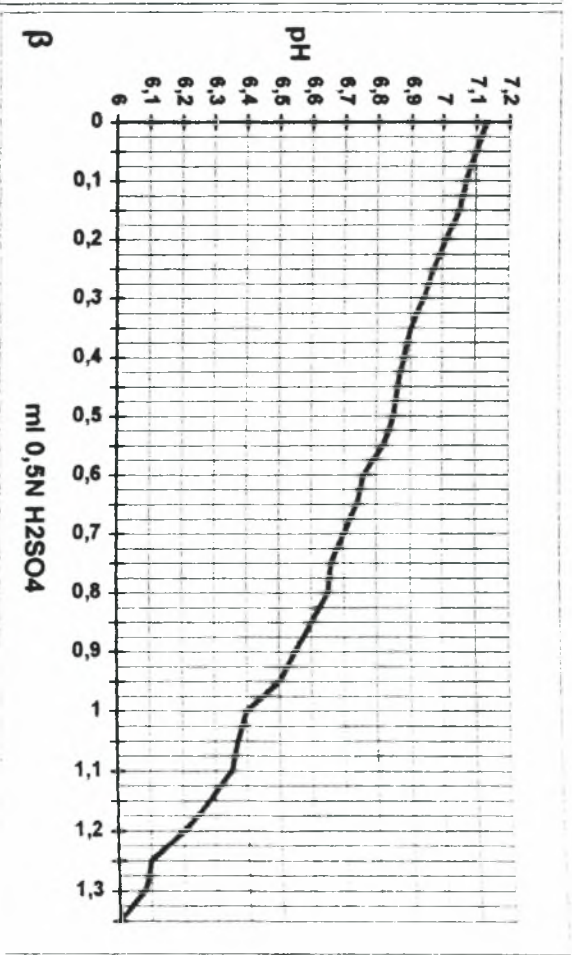
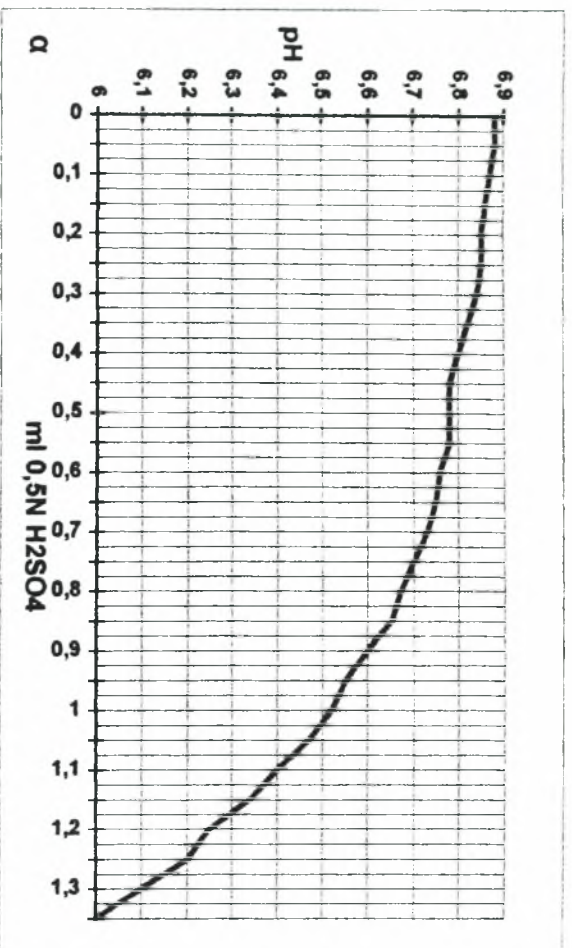
- (α): γεώτρηση X1
- (β): γεώτρηση X2
- (γ): γεώτρηση X3
- (δ): γεώτρηση X4

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω, Άνω Λεχωνίων, Γατζάς, Καλών Νερών, Δαύκου.



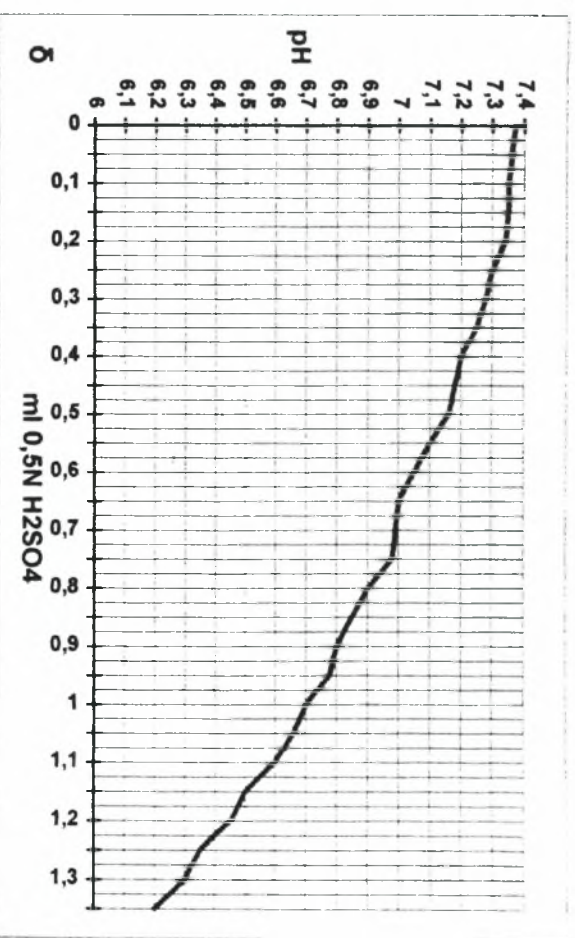
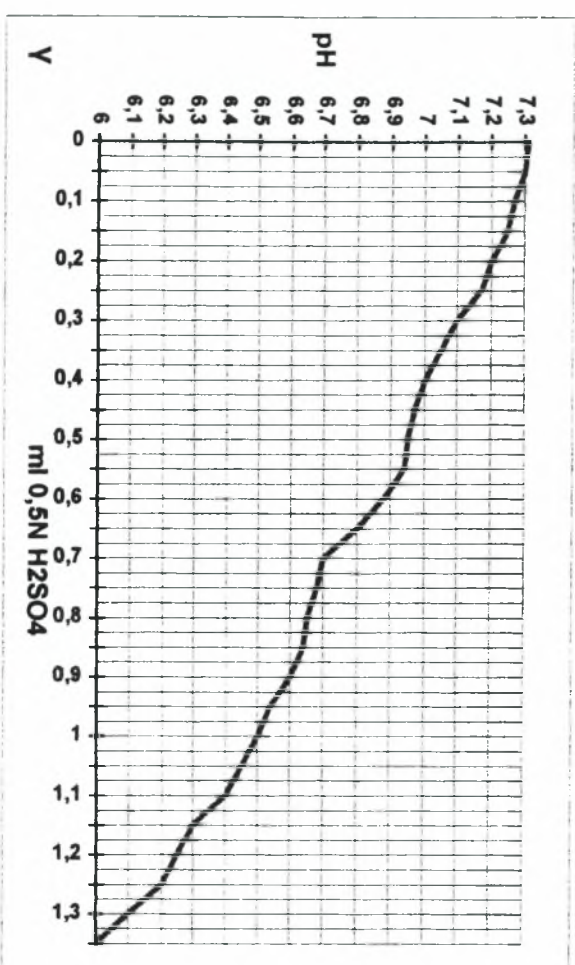
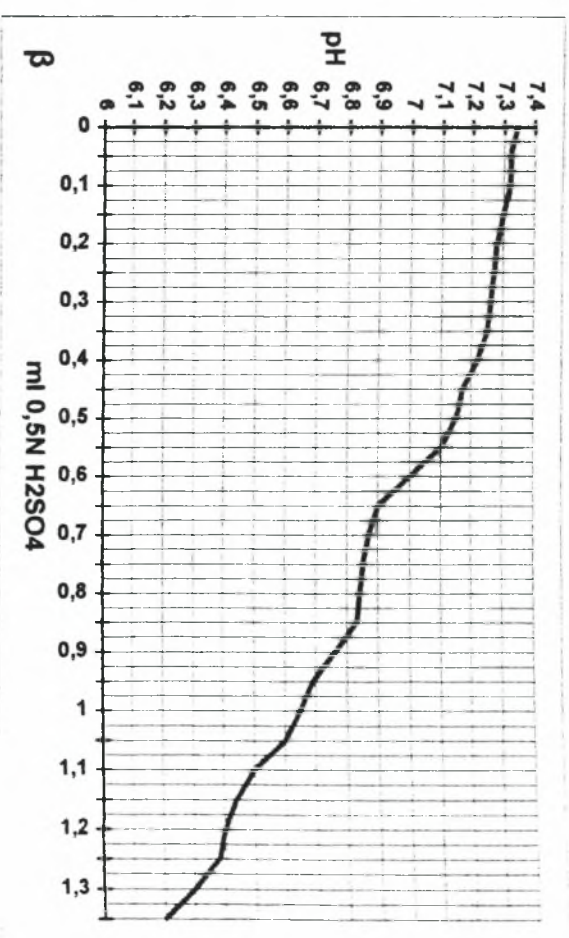
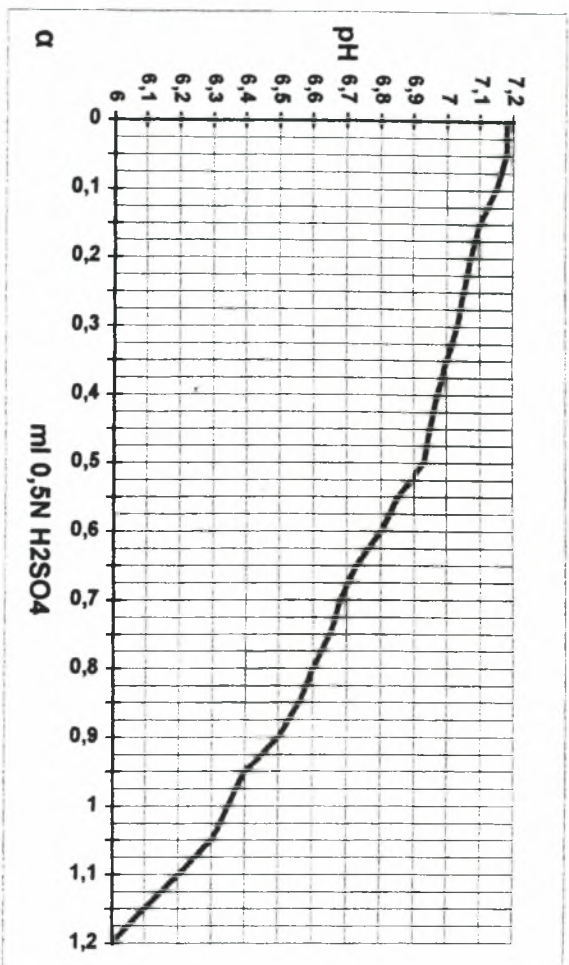
- (α): γεώτρηση X5
- (β): γεώτρηση X6
- (γ): γεώτρηση X7
- (δ): γεώτρηση X8

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζέας, Καλών Νερών, Λαύκου.



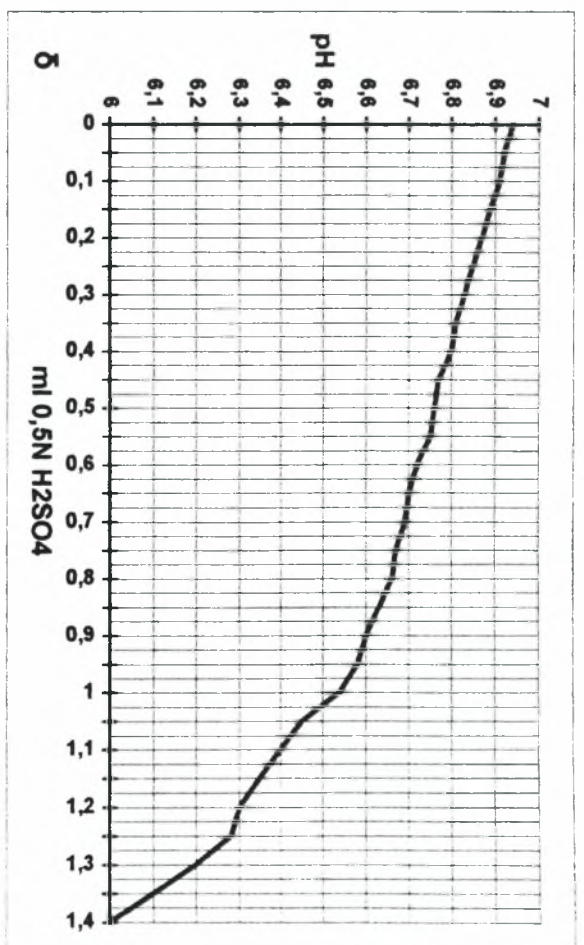
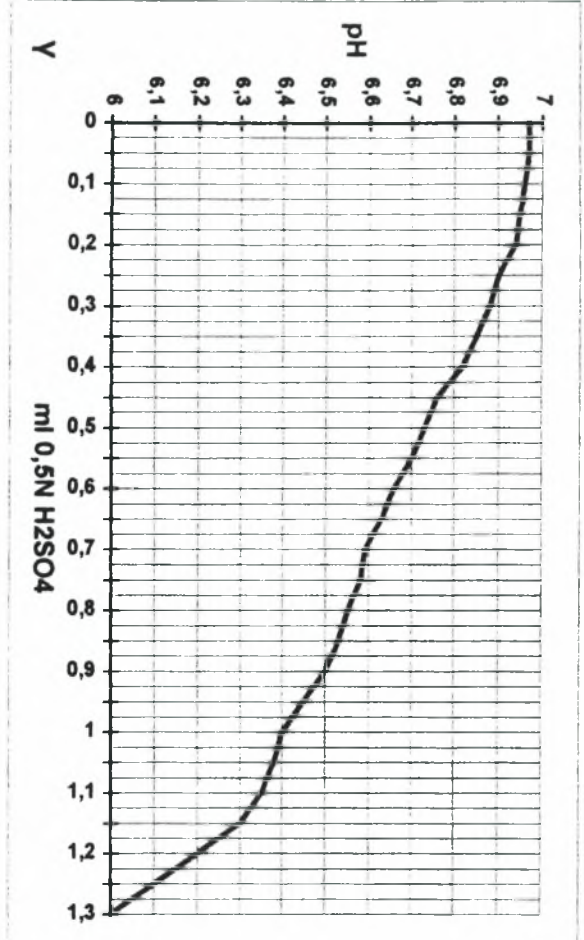
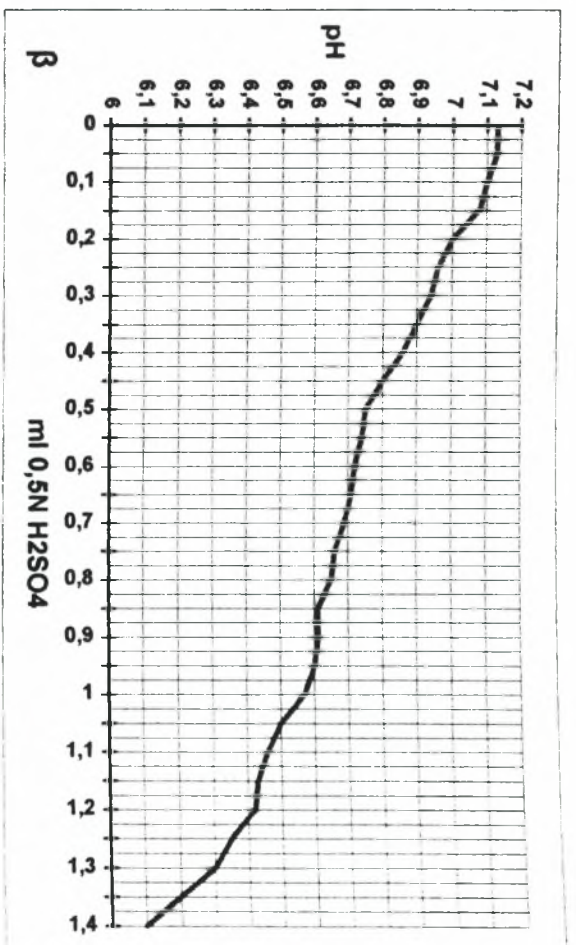
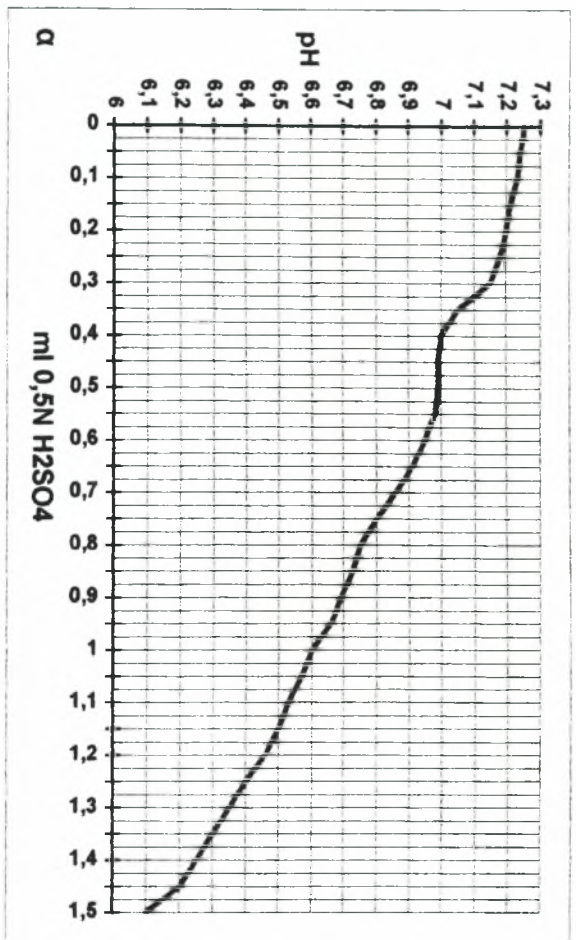
- (α): γεώτρηση X9
- (β): γεώτρηση X10
- (γ): γεώτρηση X12
- (δ): γεώτρηση X13

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζάσ, Καλών Νερών, Λαύκου.



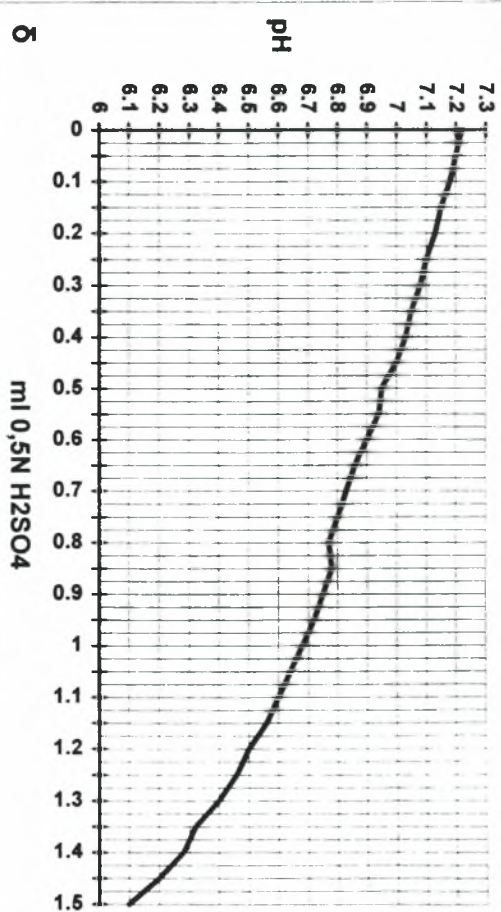
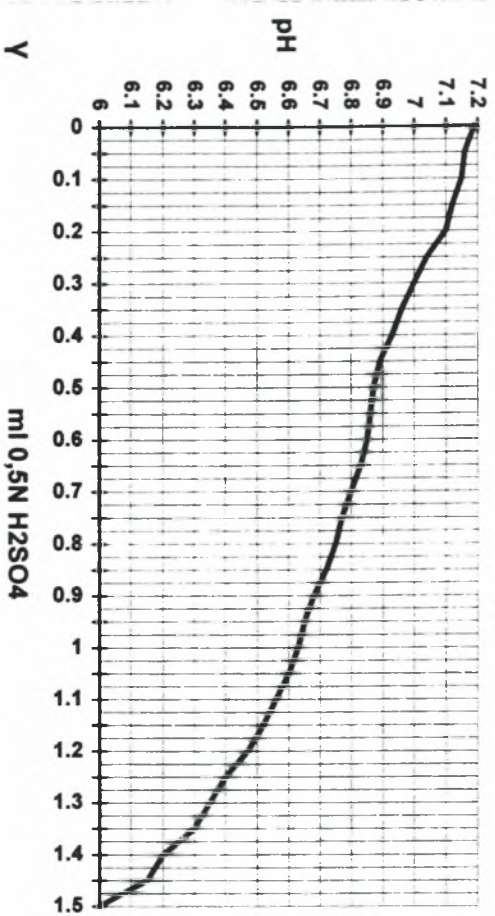
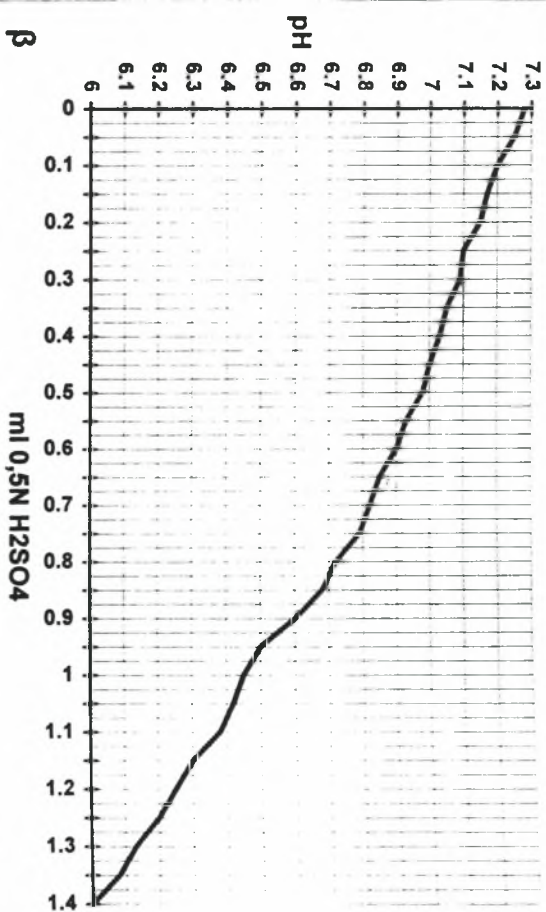
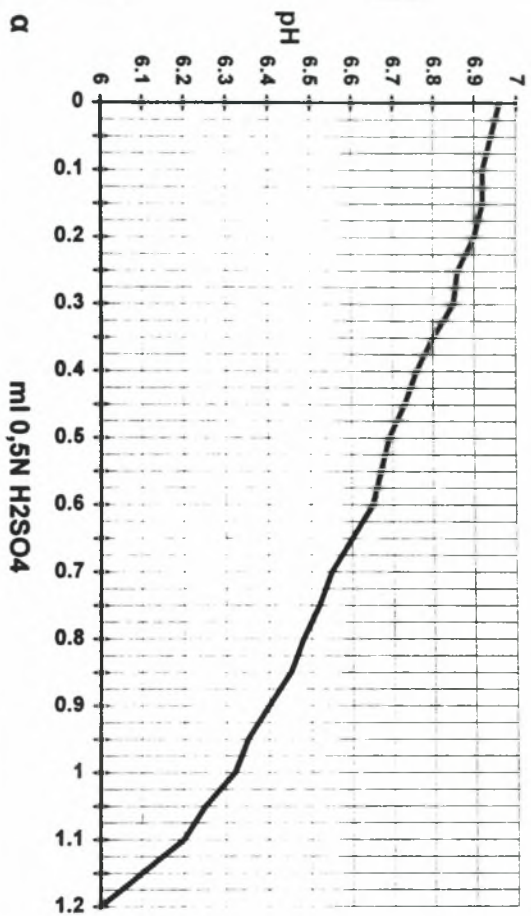
- (α): γεώτρηση X14
- (β): γεώτρηση X15
- (γ): γεώτρηση X16
- (δ): γεώτρηση X17

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζάσ, Καλών Νερών, Δαύκου.



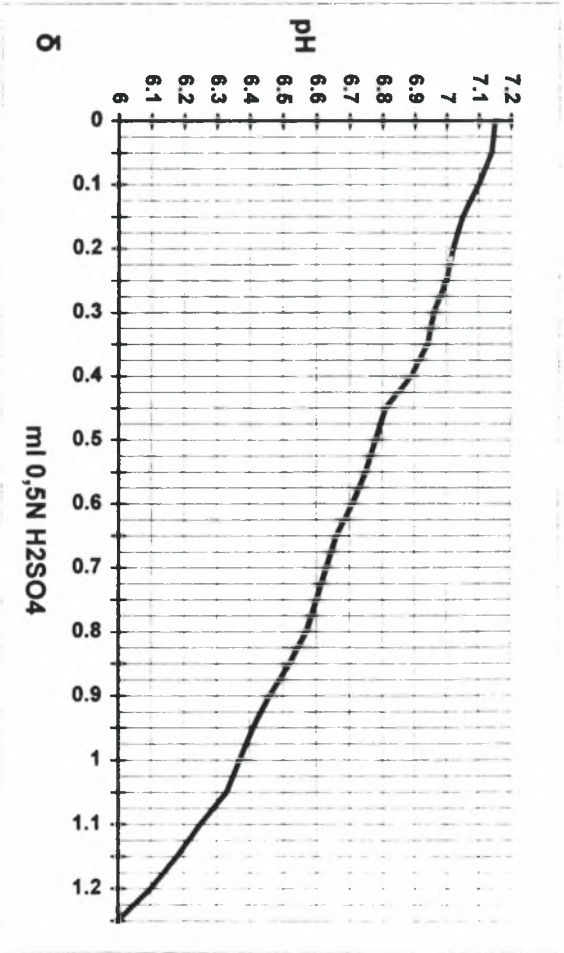
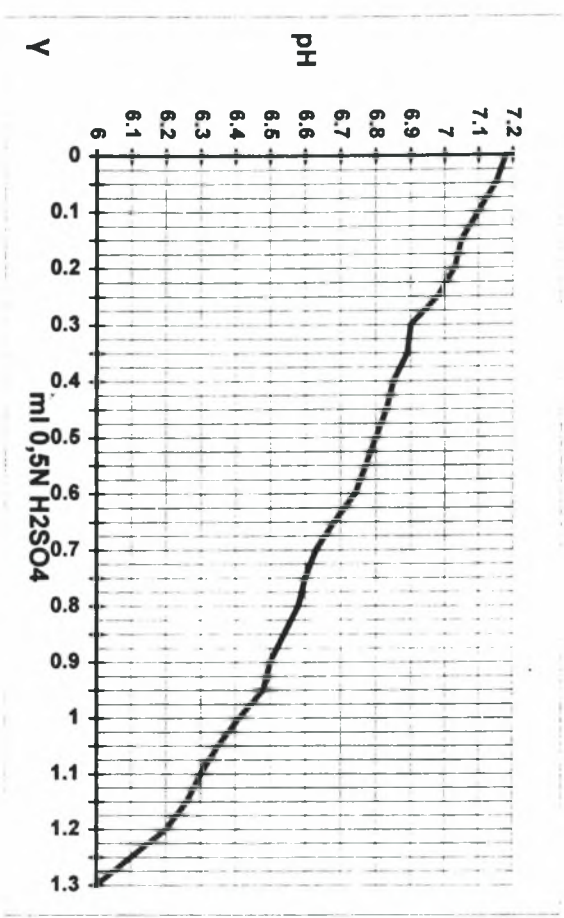
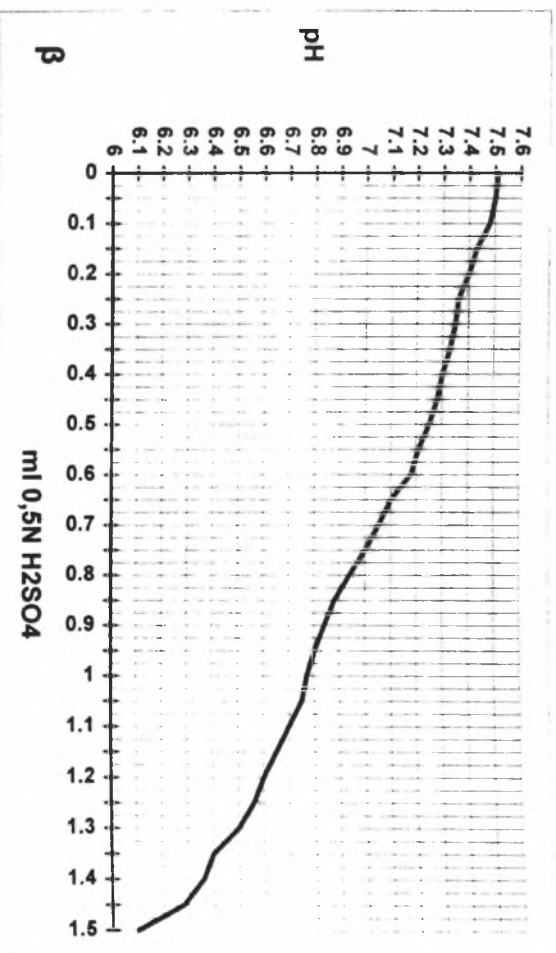
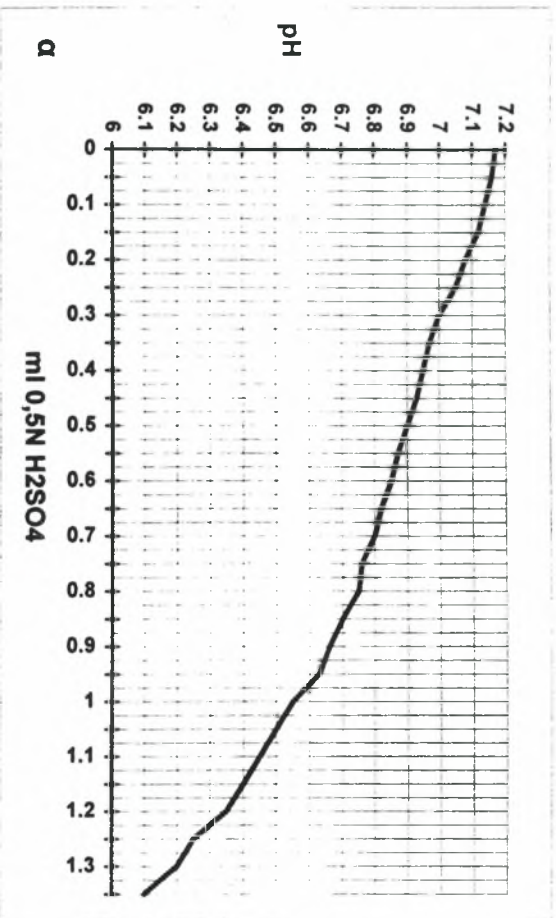
- (α): γεώτρηση X18
- (β): γεώτρηση X19
- (γ): γεώτρηση X21
- (δ): γεώτρηση X22

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω, Άνω Λεχωνίων, Γατζέας, Καλών Νερών, Δαύκου.



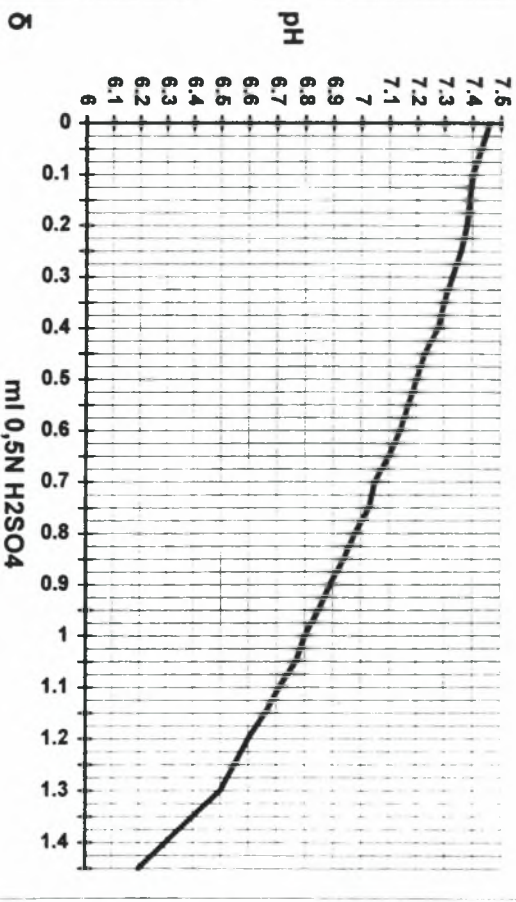
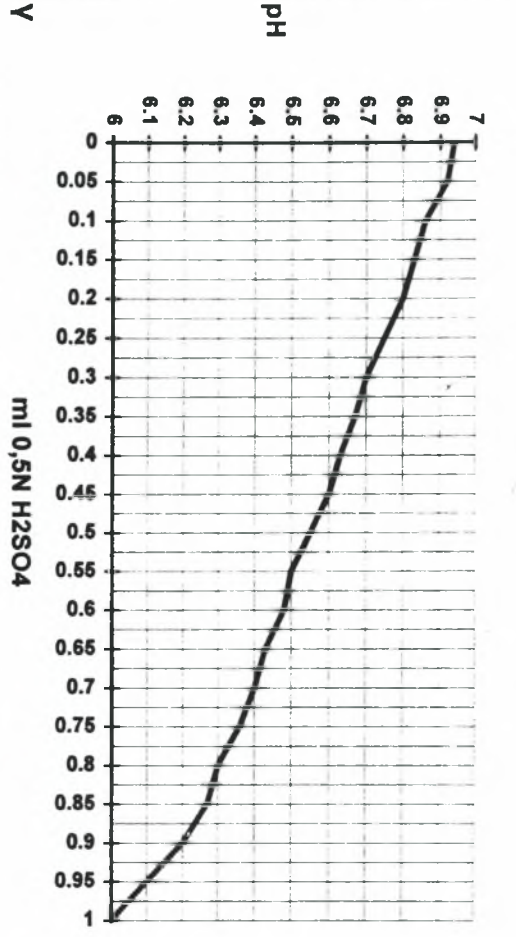
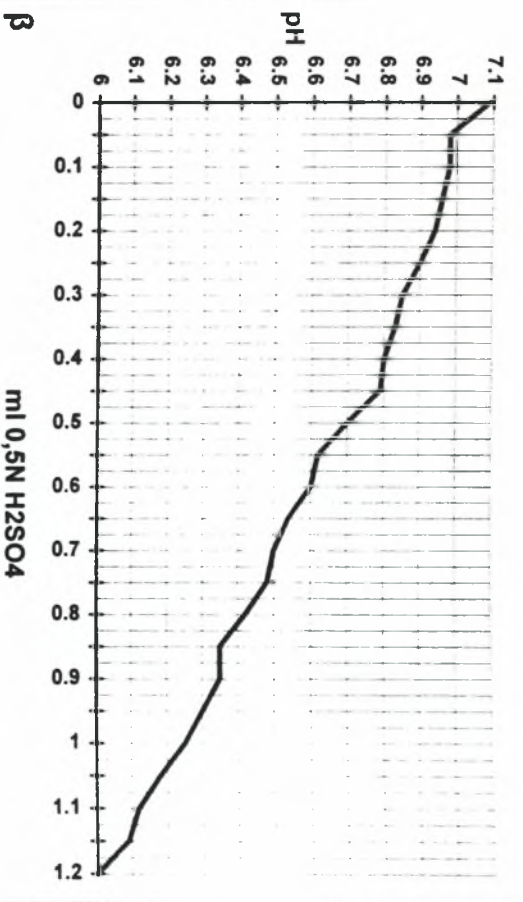
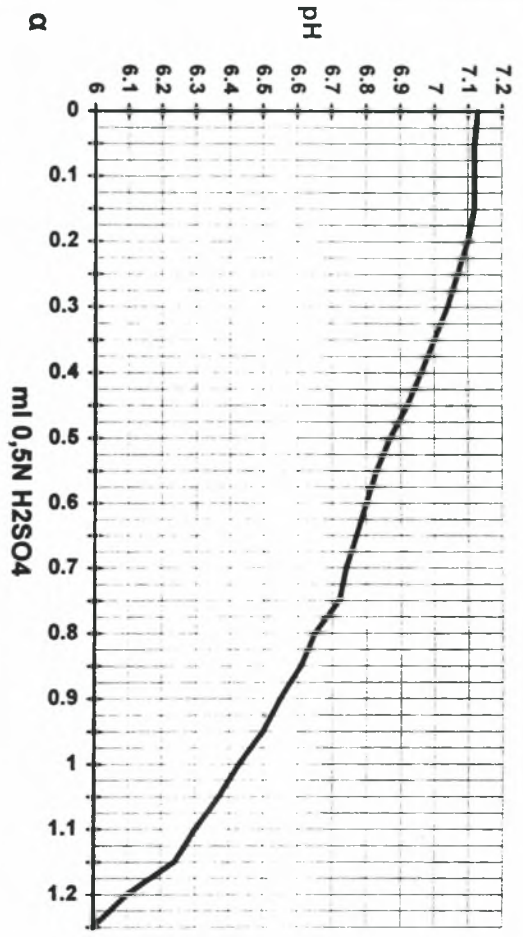
- (α): γεώτρηση X23
- (β): γεώτρηση X24
- (γ): γεώτρηση X25
- (δ): γεώτρηση X26

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζέας, Καλών Νερών, Δαύκου.



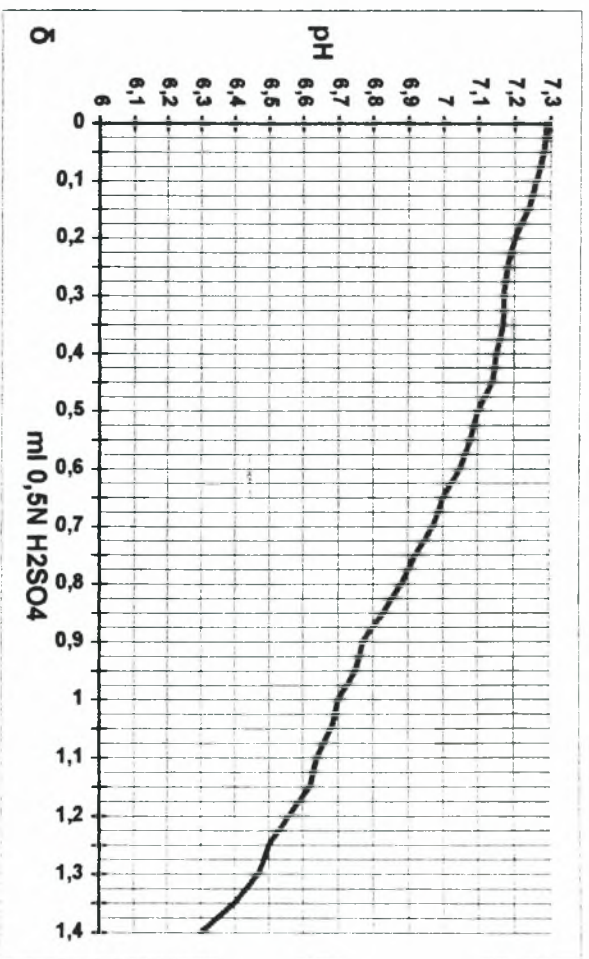
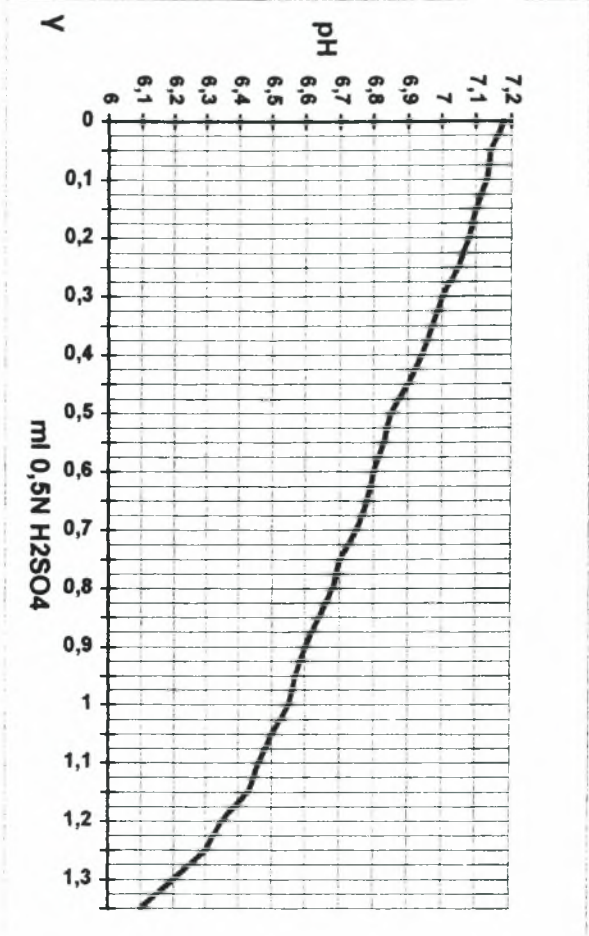
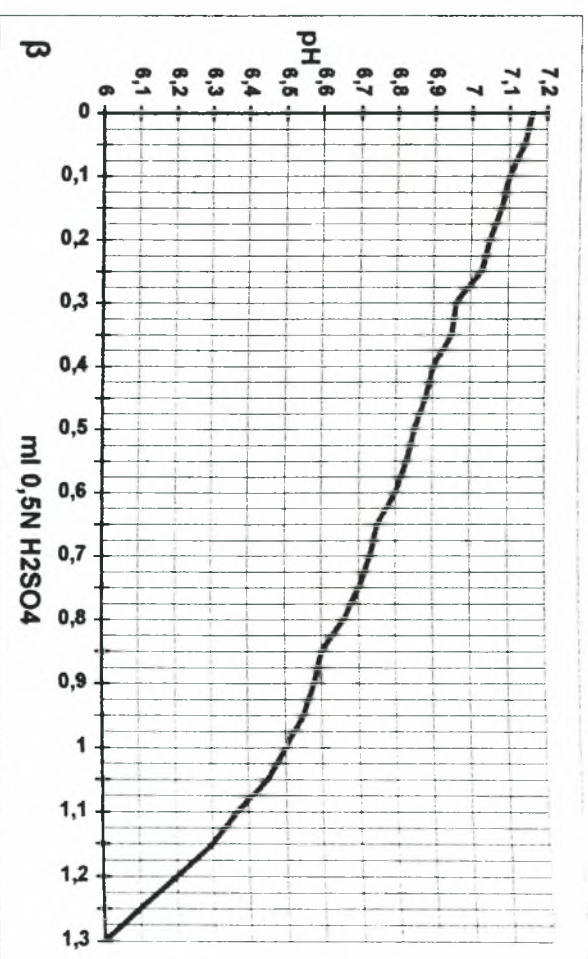
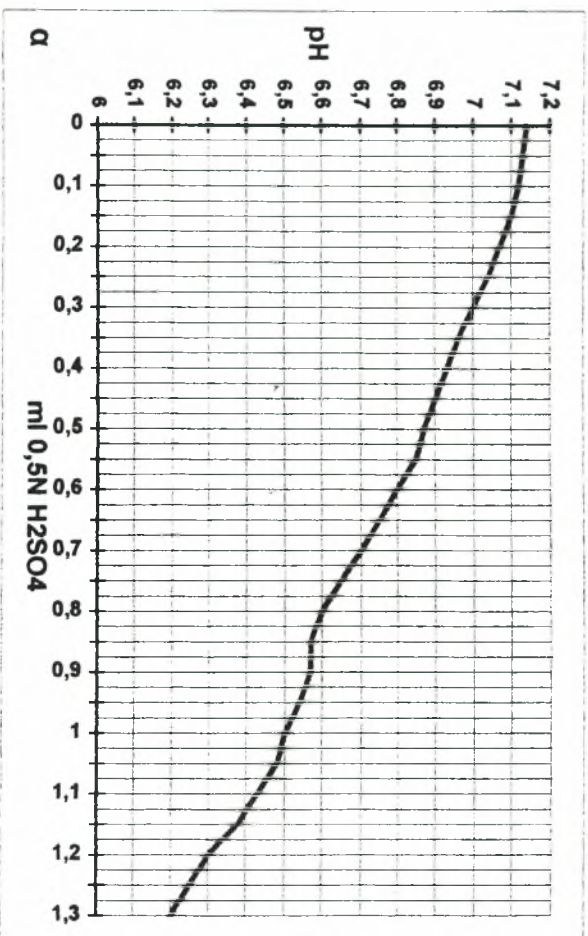
- (α): γεώτρηση X27
- (β): γεώτρηση X28
- (γ): γεώτρηση X29
- (δ): γεώτρηση X30

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζέας, Καλών Νερών, Δαύκου.



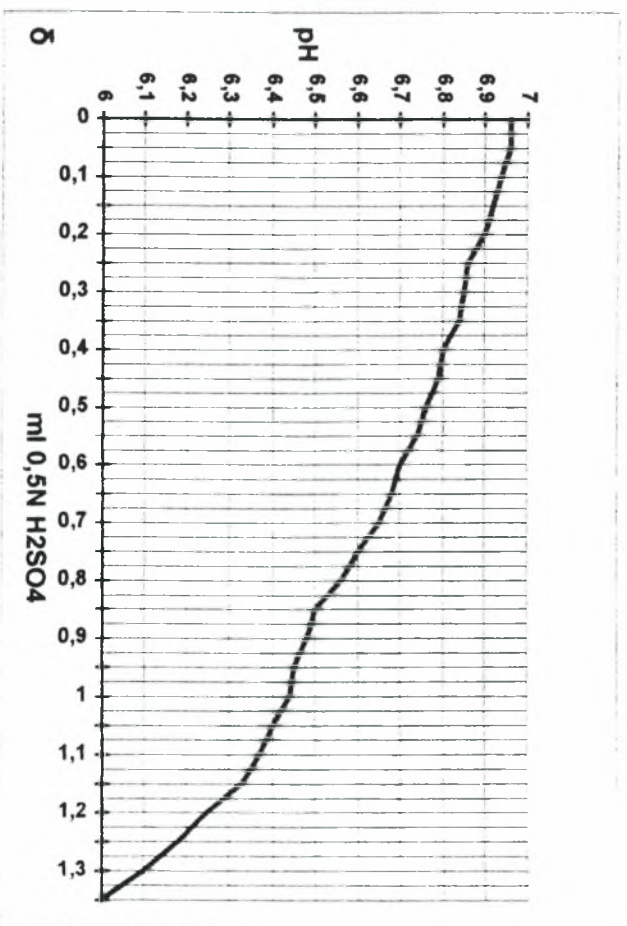
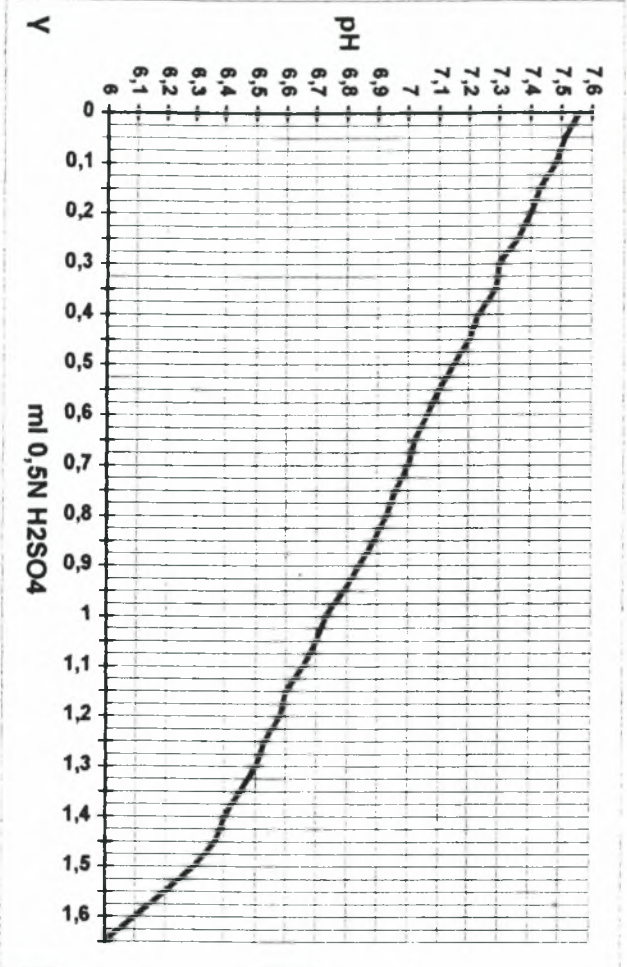
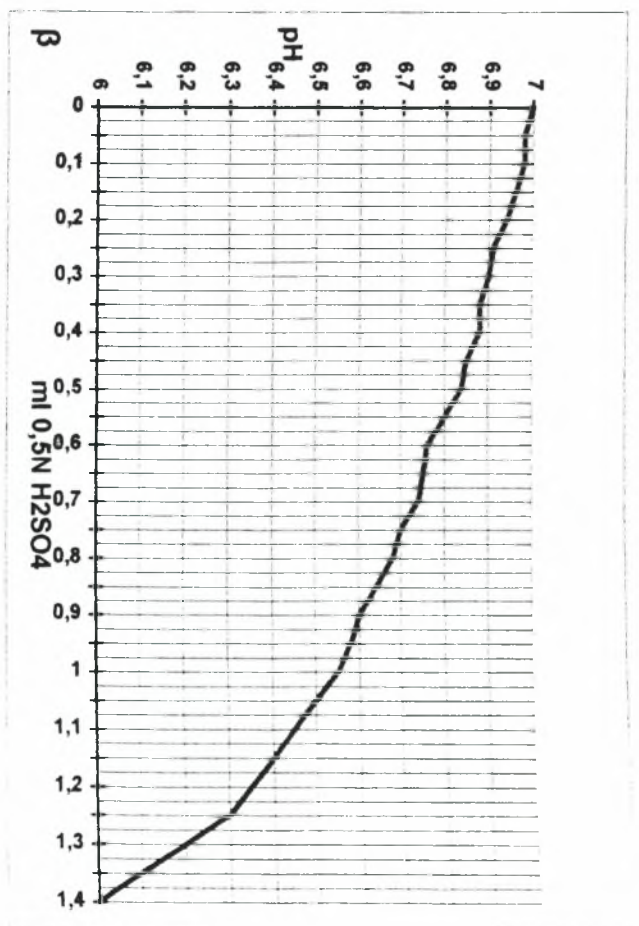
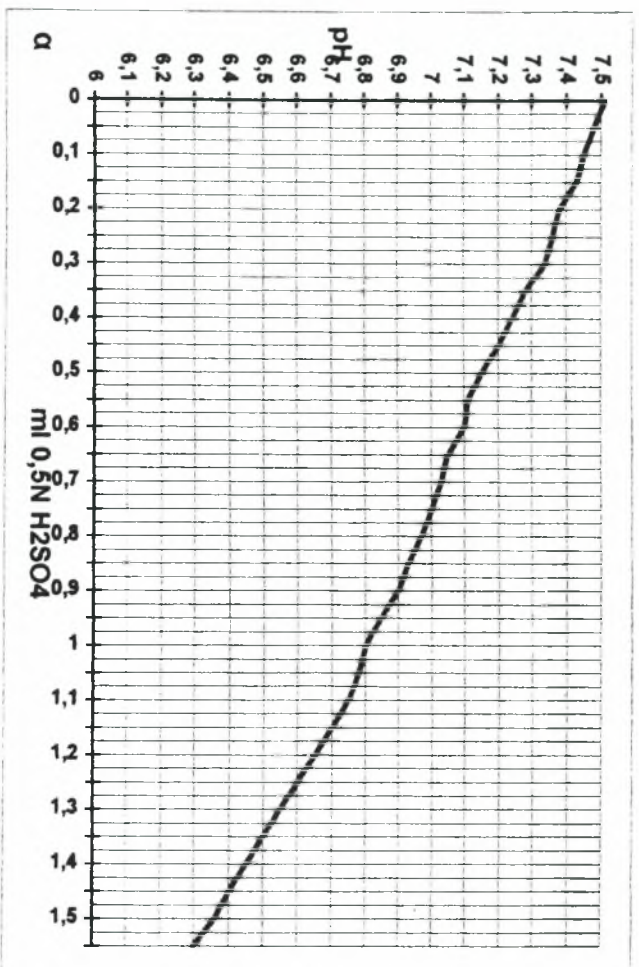
(α): Γεώτρηση X31
 (β): Γεώτρηση X32
 (γ): Γεώτρηση X33

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάρω, Άνω Λεχωνίων, Γατζάς, Καλών Νερών, Δαύκου.



- (α): γεώτρηση X36
- (β): γεώτρηση X37
- (γ): γεώτρηση X38
- (δ): γεώτρηση X39

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζάσ, Καλών Νερών, Δαύκου.



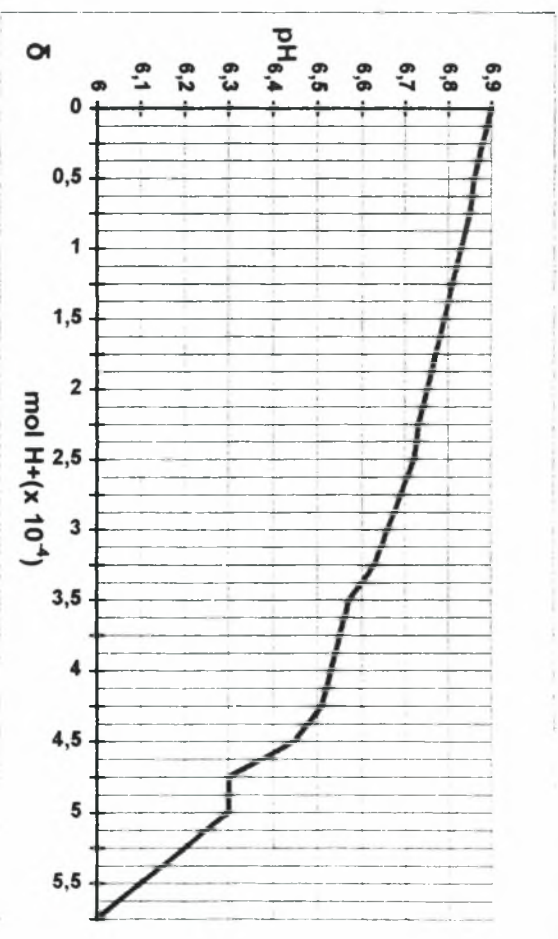
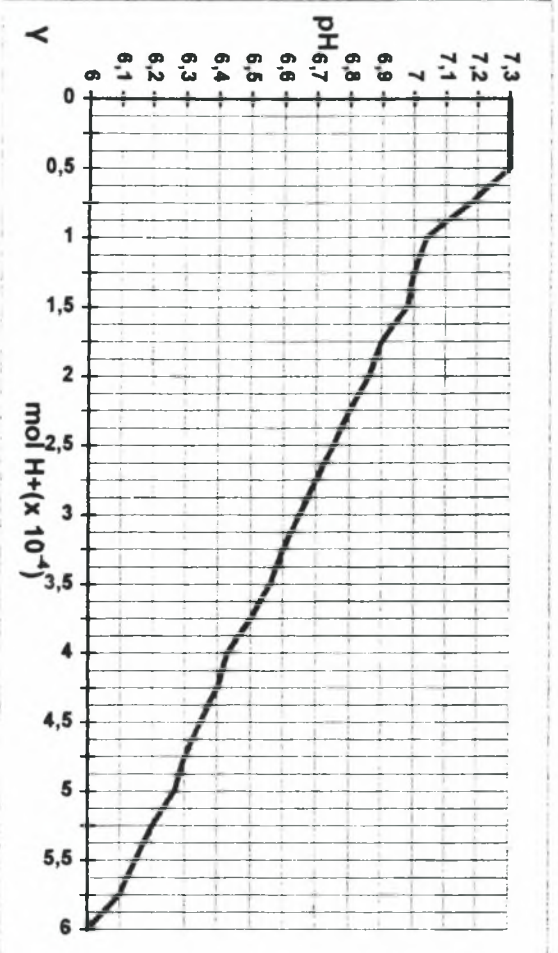
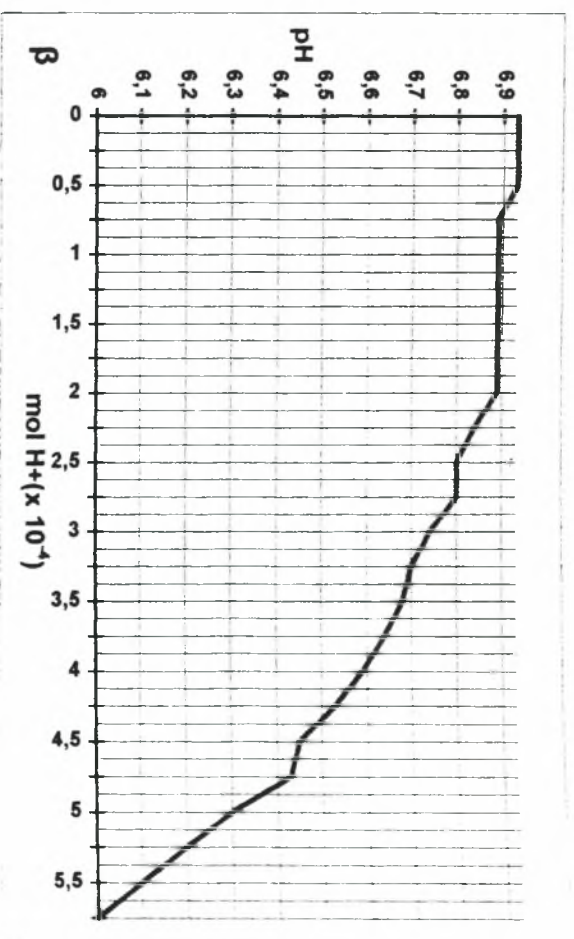
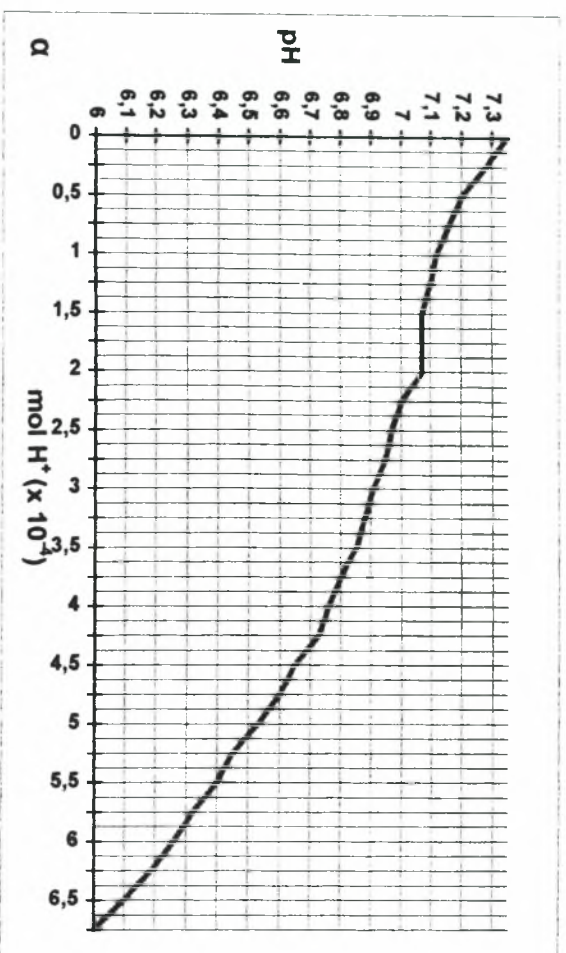
(Α): γεώτρηση X40

(Β): γεώτρηση X41

(Γ): γεώτρηση X42

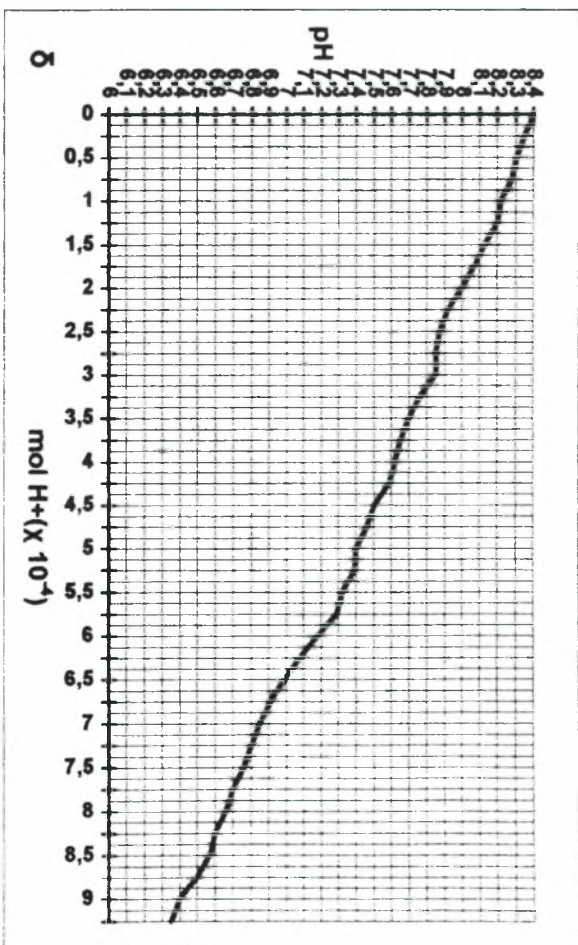
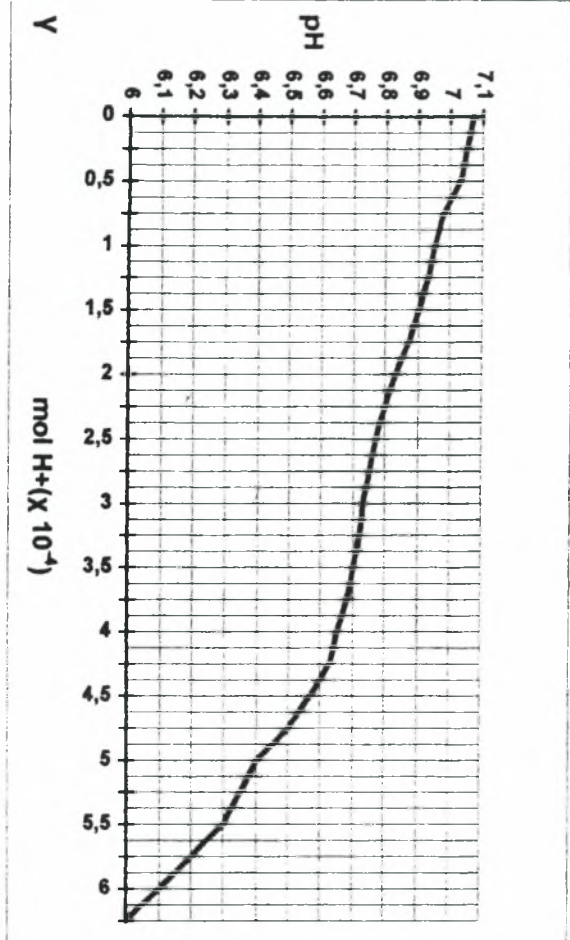
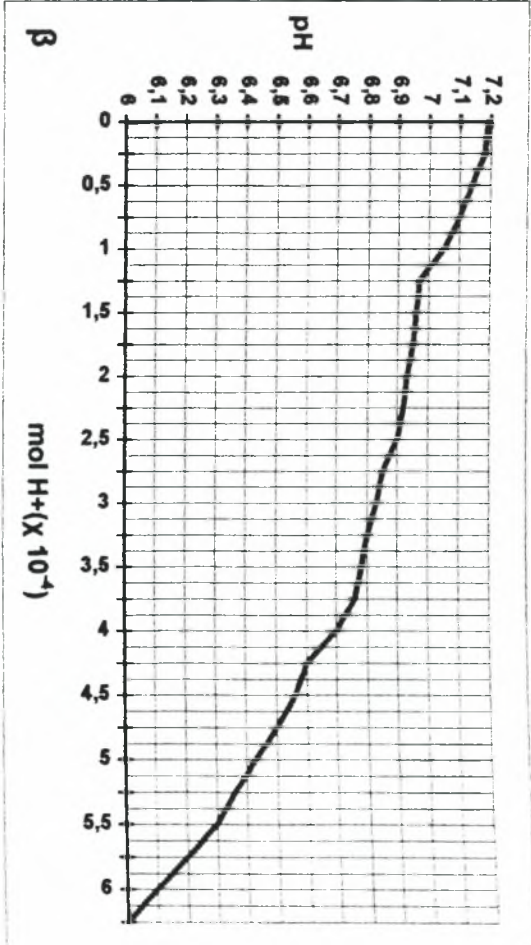
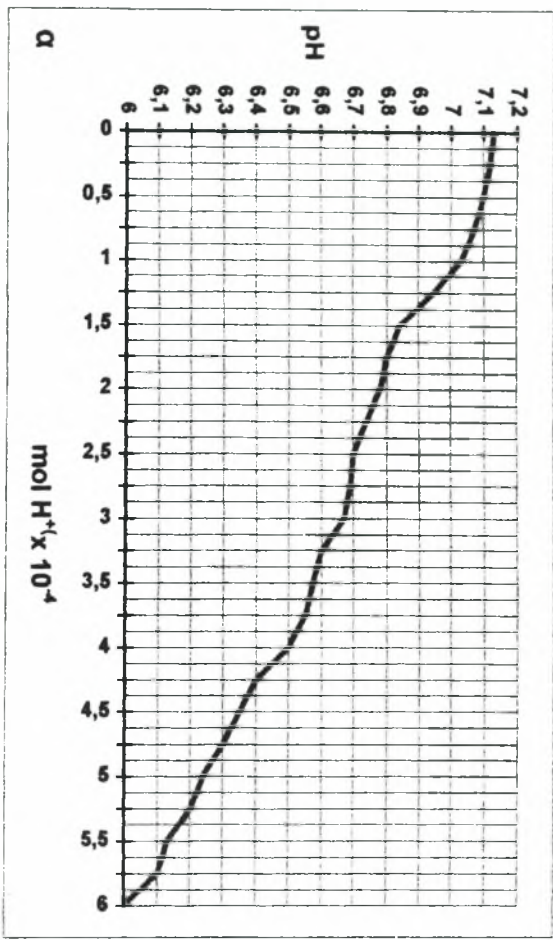
(Δ): γεώτρηση X43

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάρτυ, Άνω Λεχωνίων, Γατζέας, Καλών Νερών, Δαύκου.,



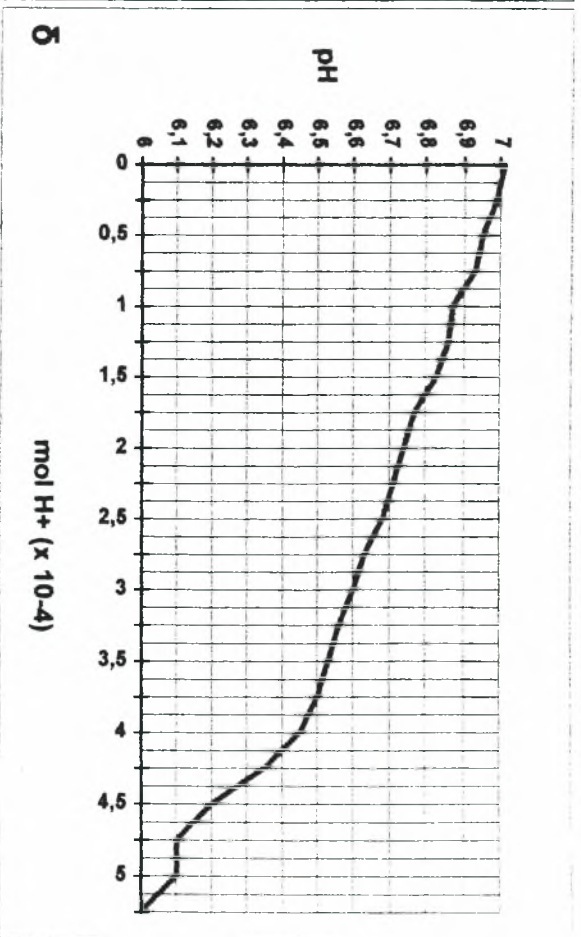
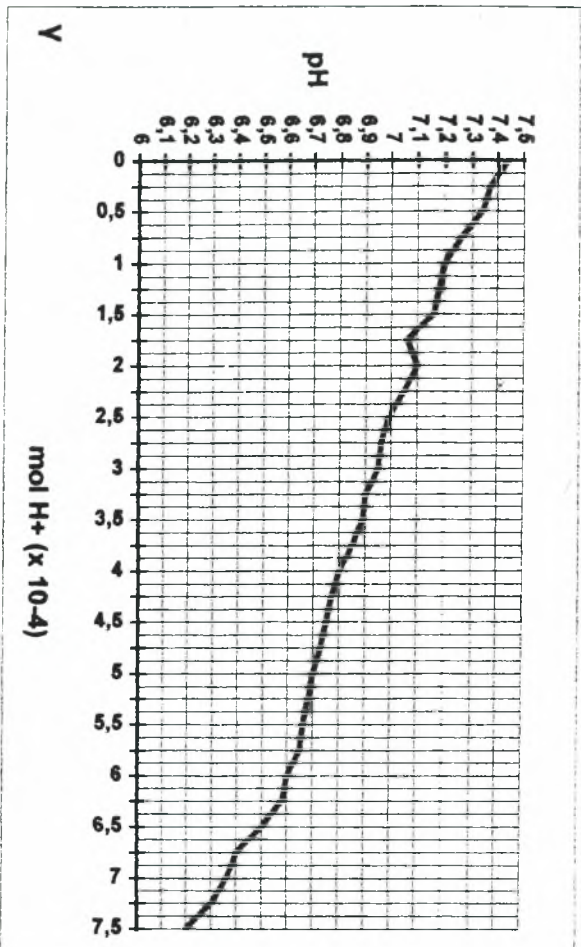
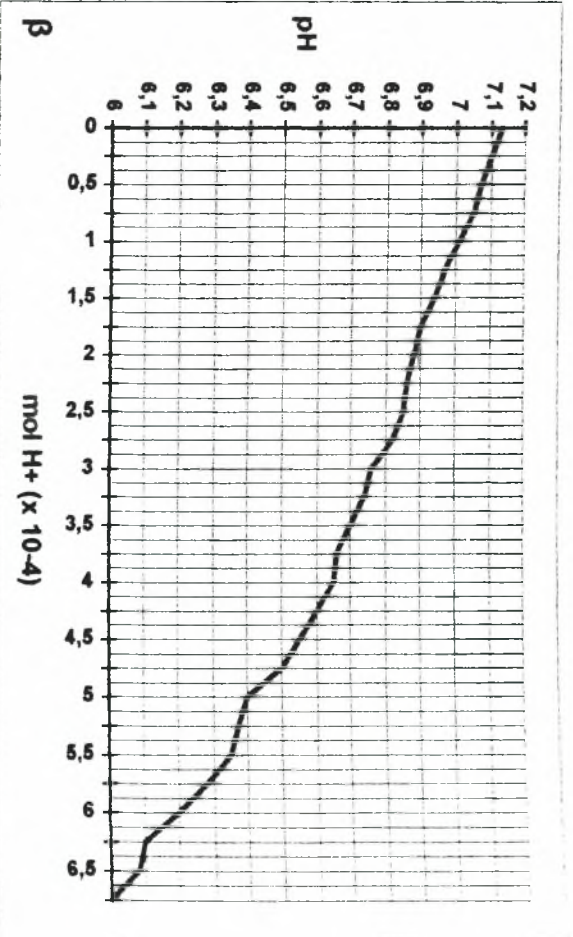
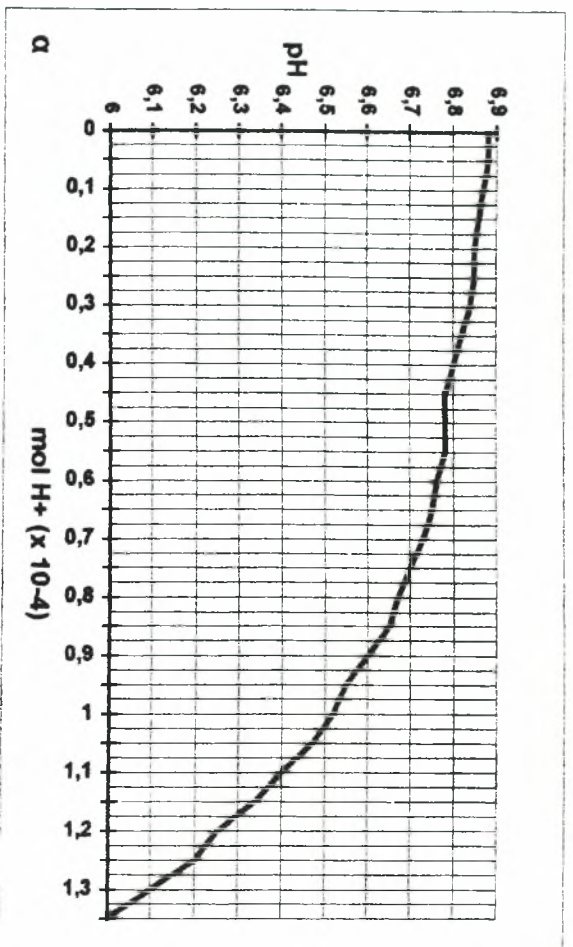
- (α): γεώτρηση X1
- (β): γεώτρηση X2
- (γ): γεώτρηση X3
- (δ): γεώτρηση X4

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζάς, Καλών Νερών, Δαύκου.



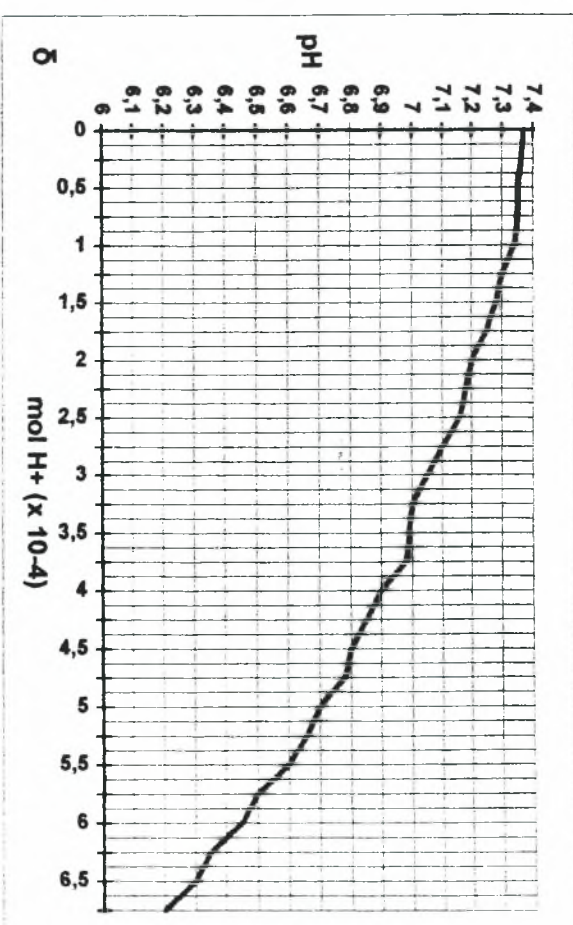
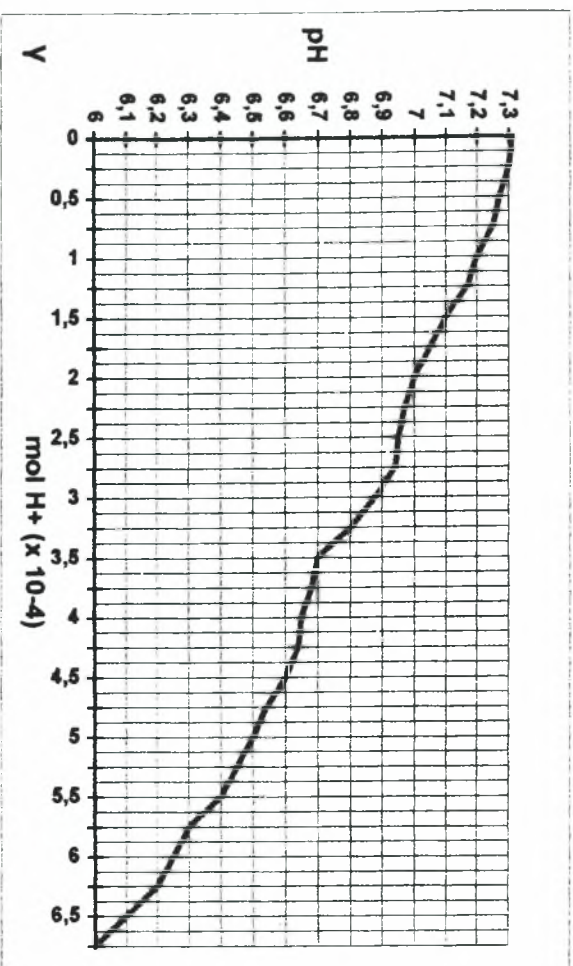
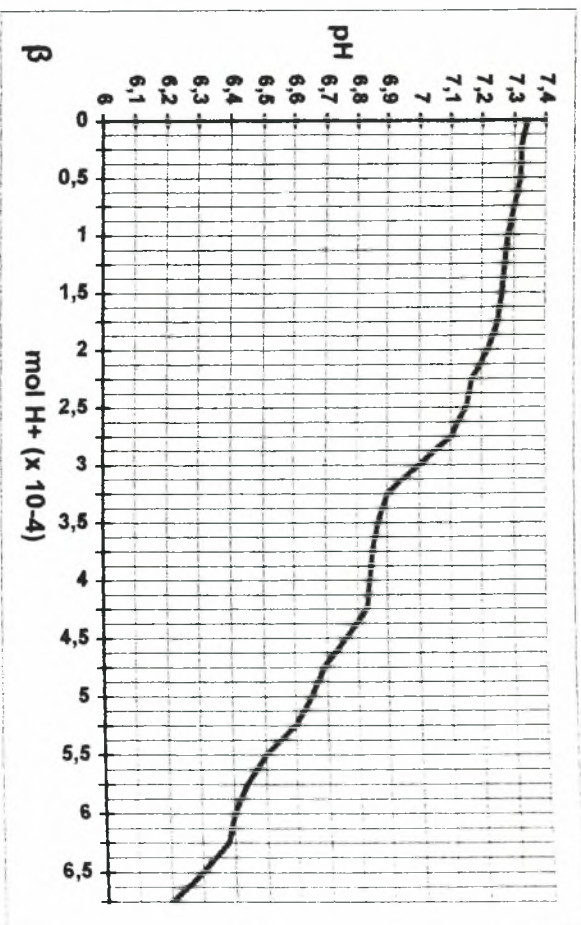
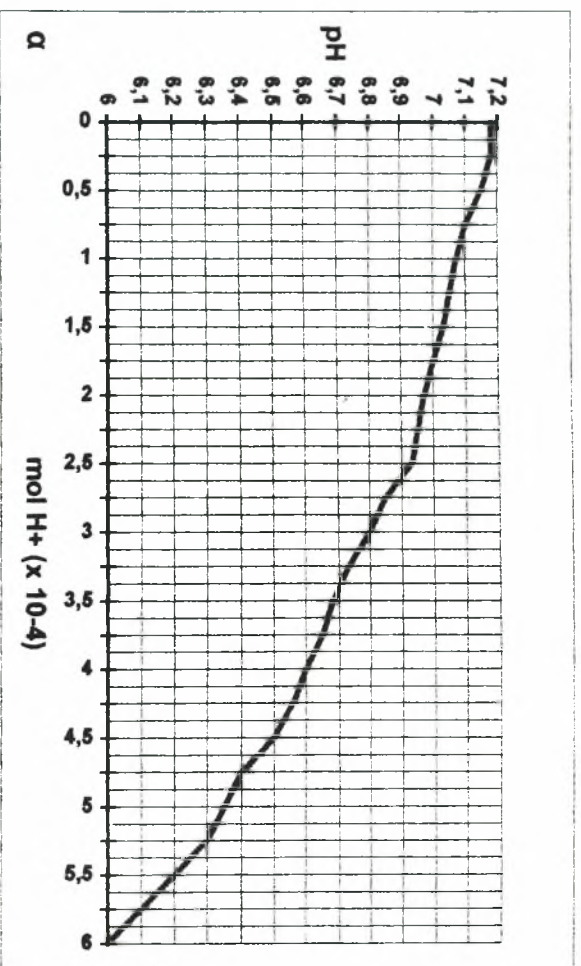
- (α): γεώτρηση X5
- (β): γεώτρηση X6
- (γ): γεώτρηση X7
- (δ): γεώτρηση X8

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζέας, Καλών Νερών, Δαύκου.



(α): γεώτρηση X9
 (β): γεώτρηση X10
 (γ): γεώτρηση X12
 (δ): γεώτρηση X9

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζάς, Καλών Νερών, Δαύκου.



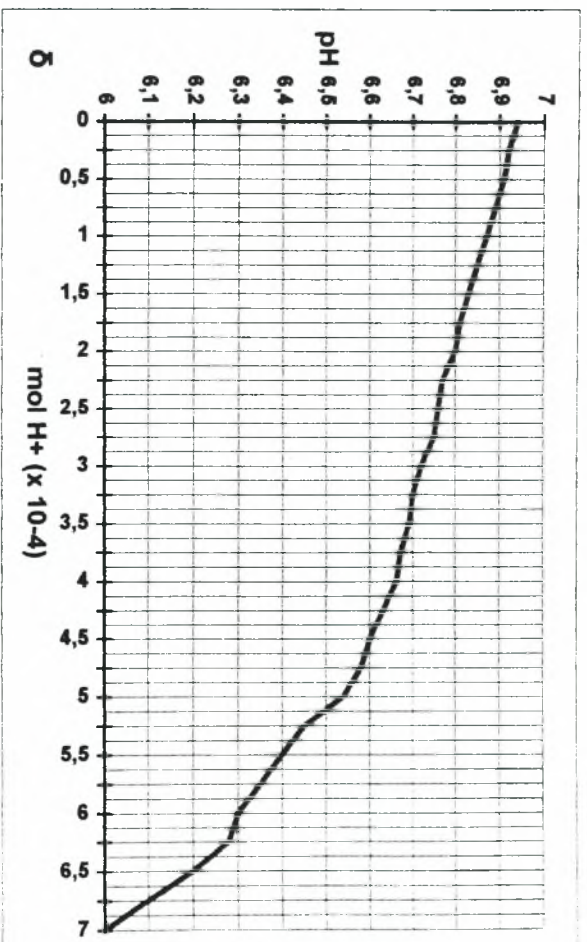
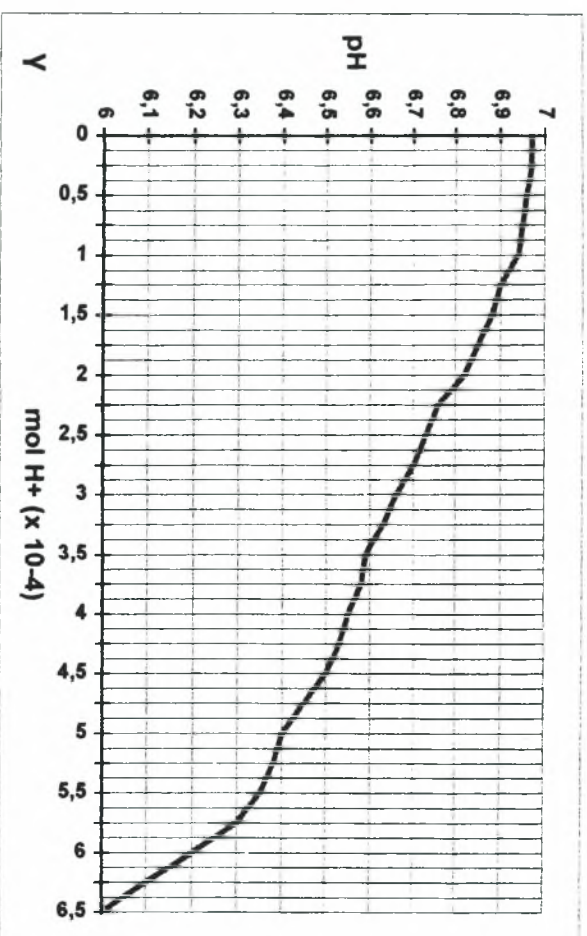
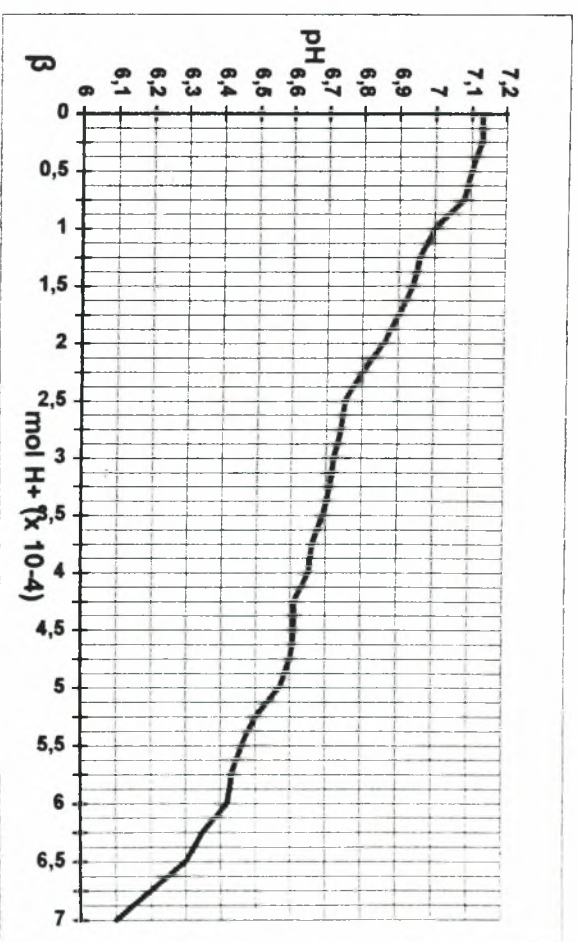
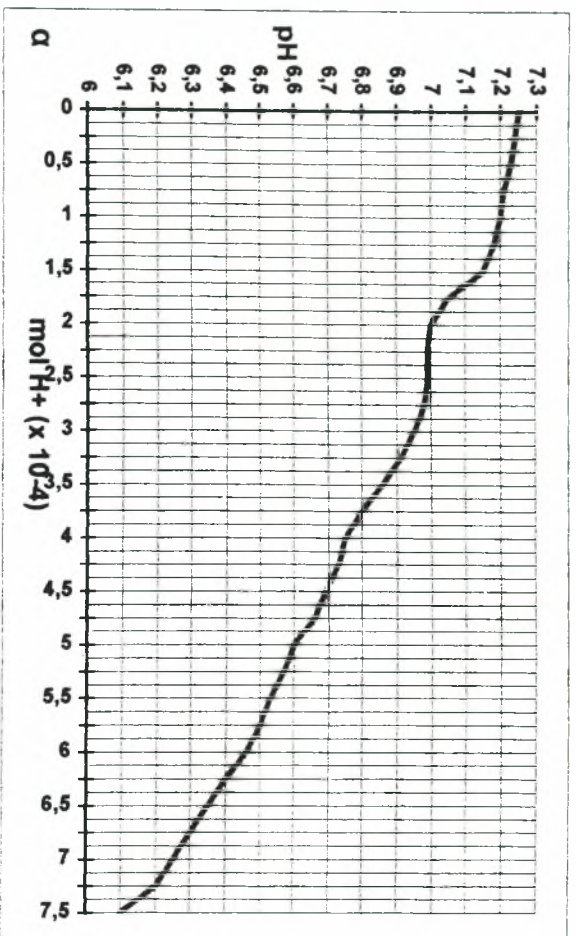
(α): γεώτρηση X14

(β): γεώτρηση X15

(γ): γεώτρηση X16

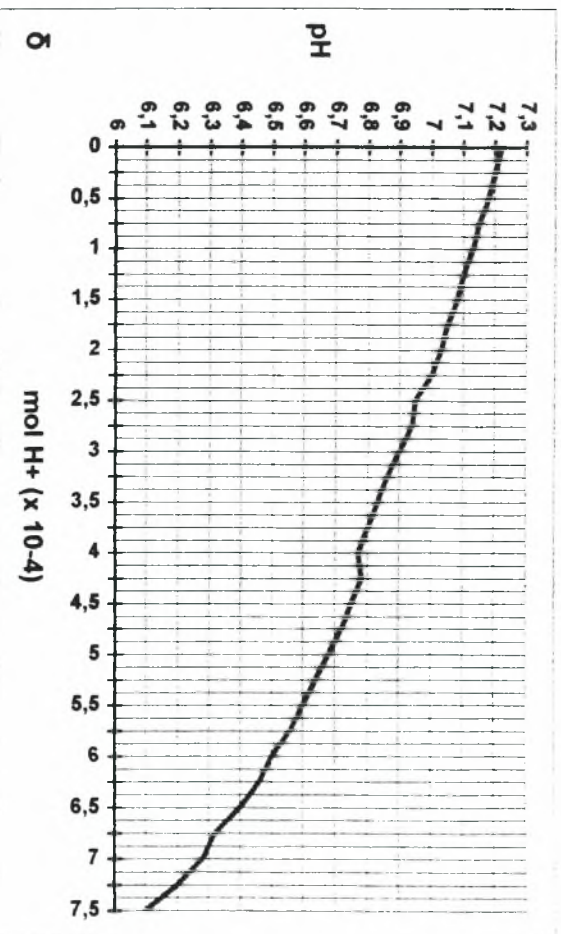
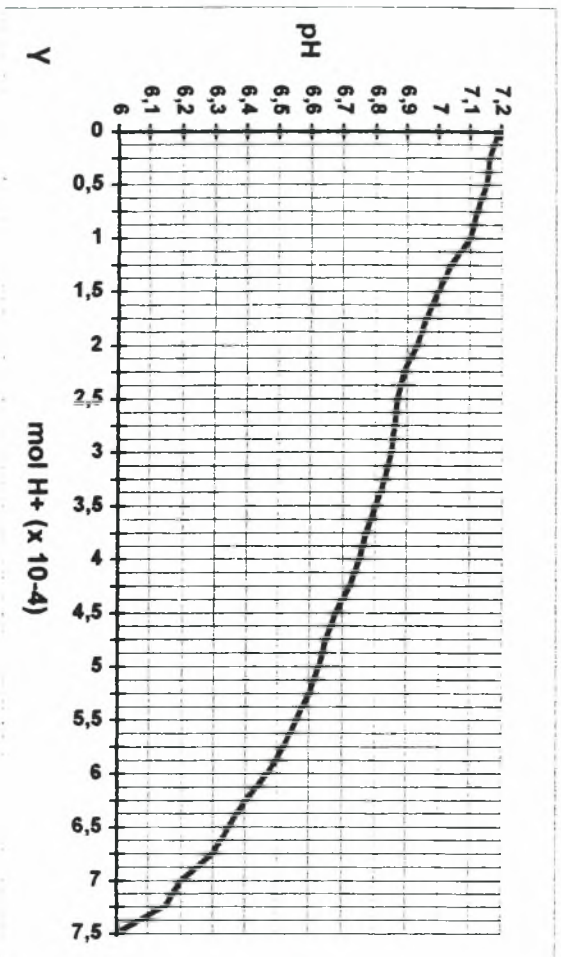
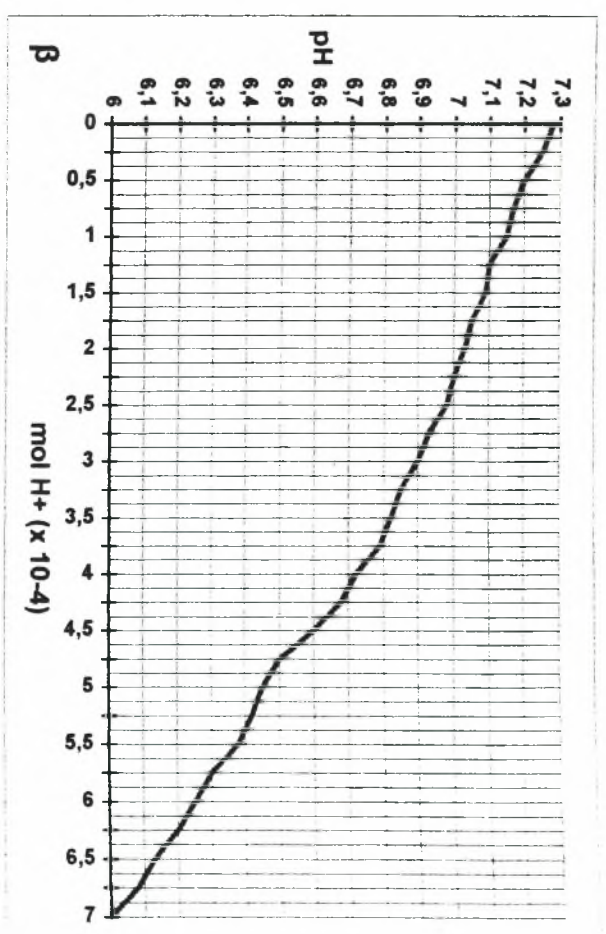
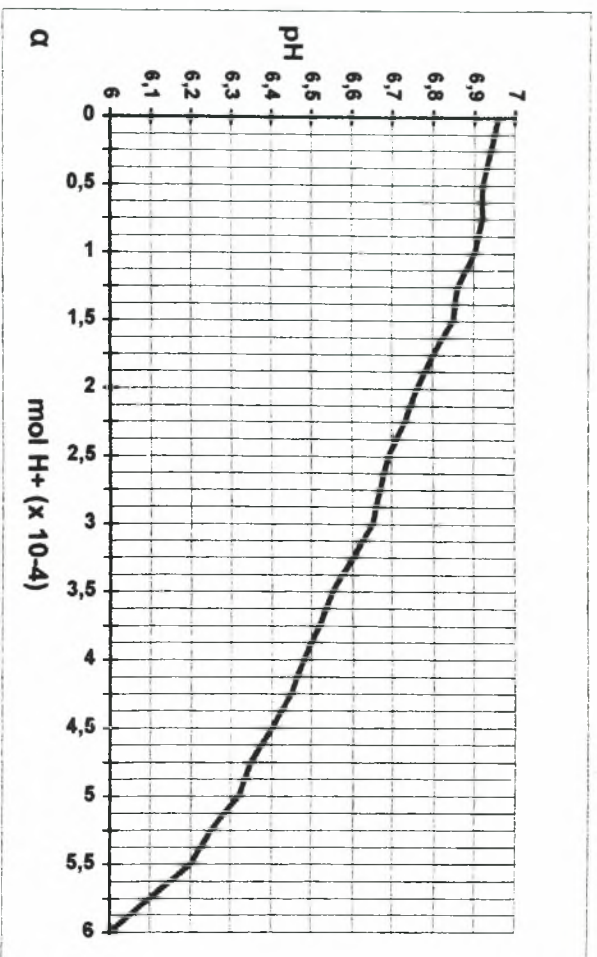
(δ): γεώτρηση X17

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω, Άνω Λεχωνίων, Γατζάς, Καλών Νερών, Λαύκου.



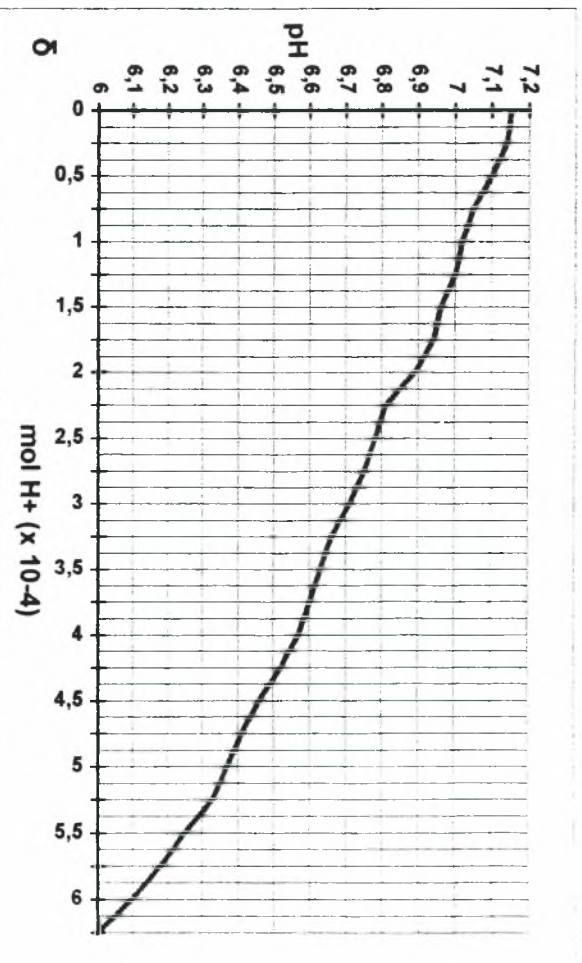
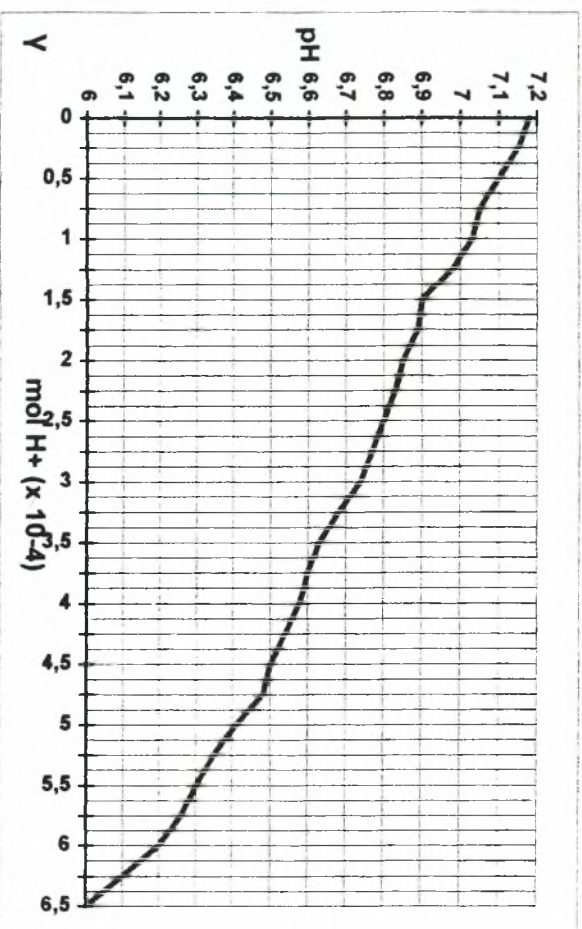
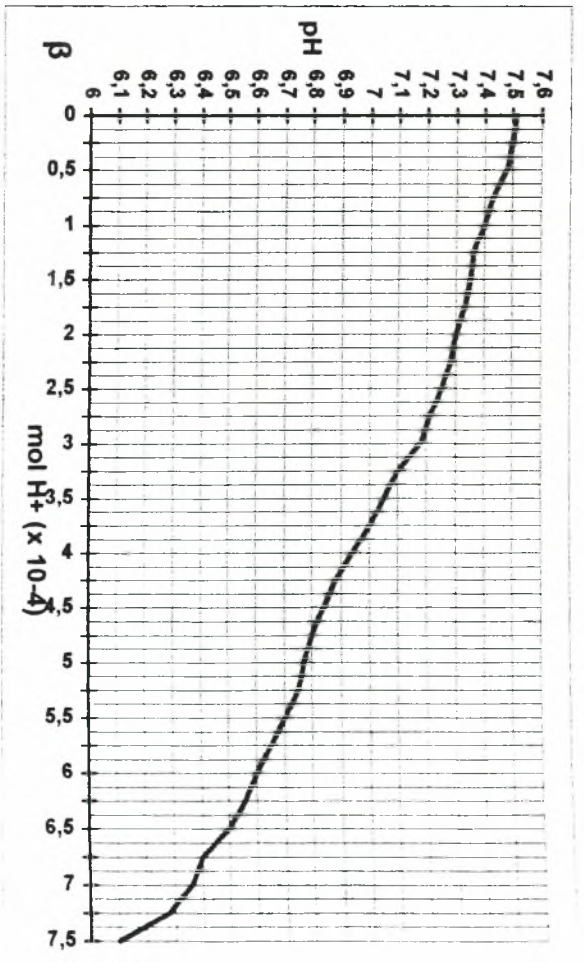
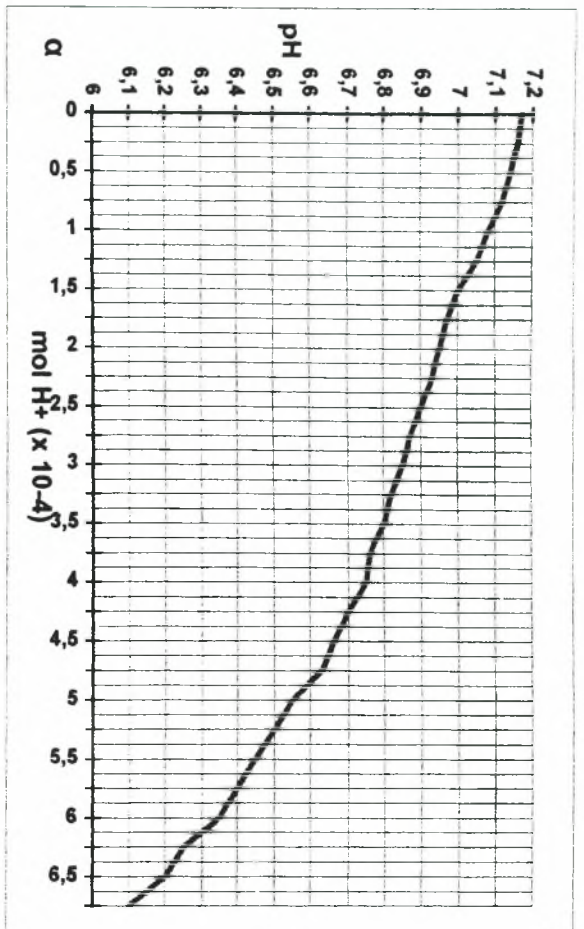
- (α): γεώτρηση X18
- (β): γεώτρηση X19
- (γ): γεώτρηση X21
- (δ): γεώτρηση X22

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζάς, Καλών Νερών, Λαύκου.



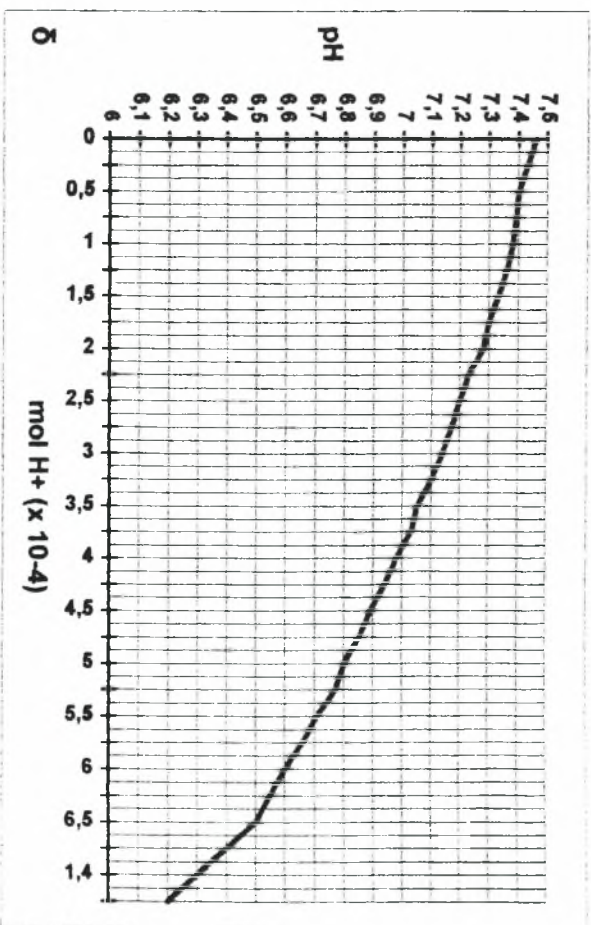
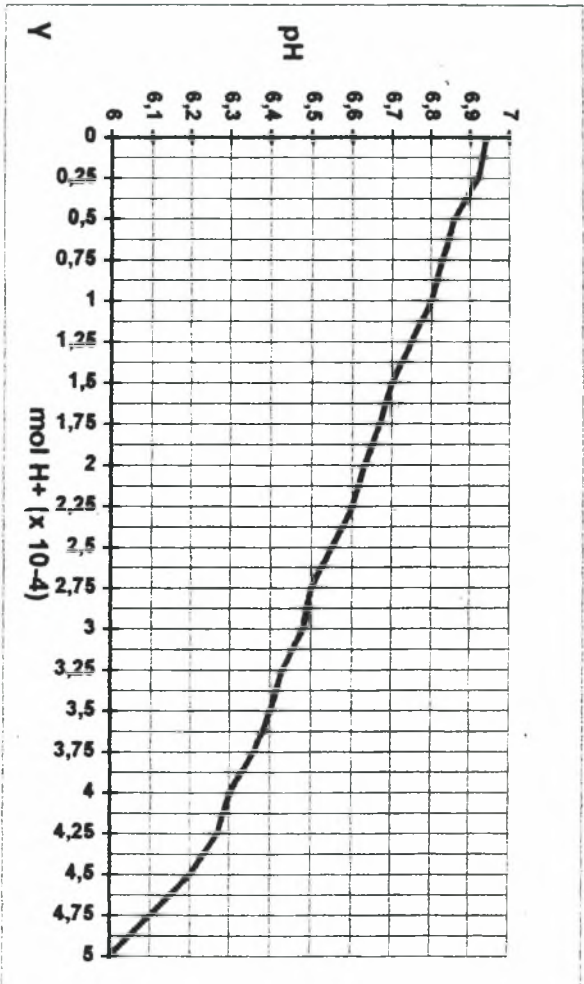
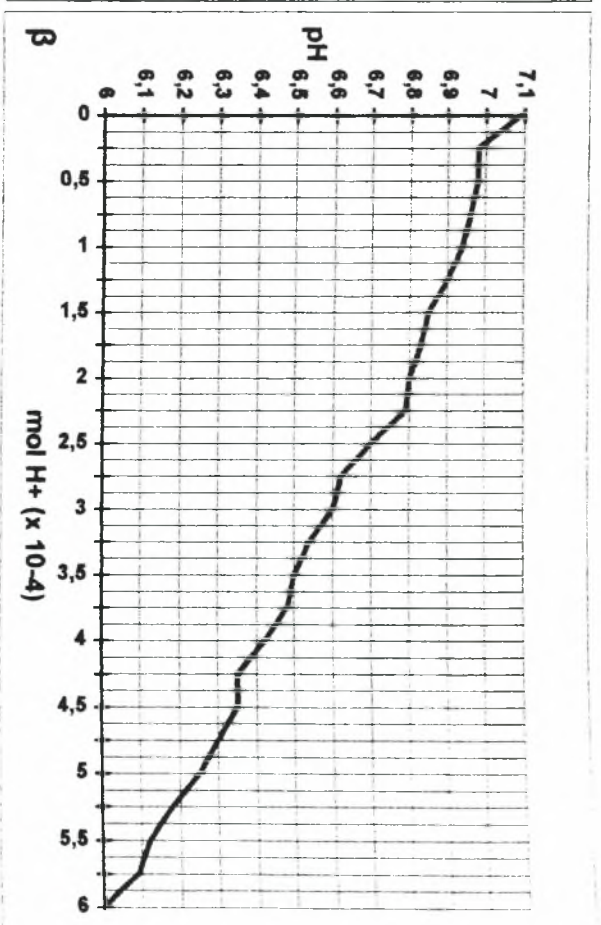
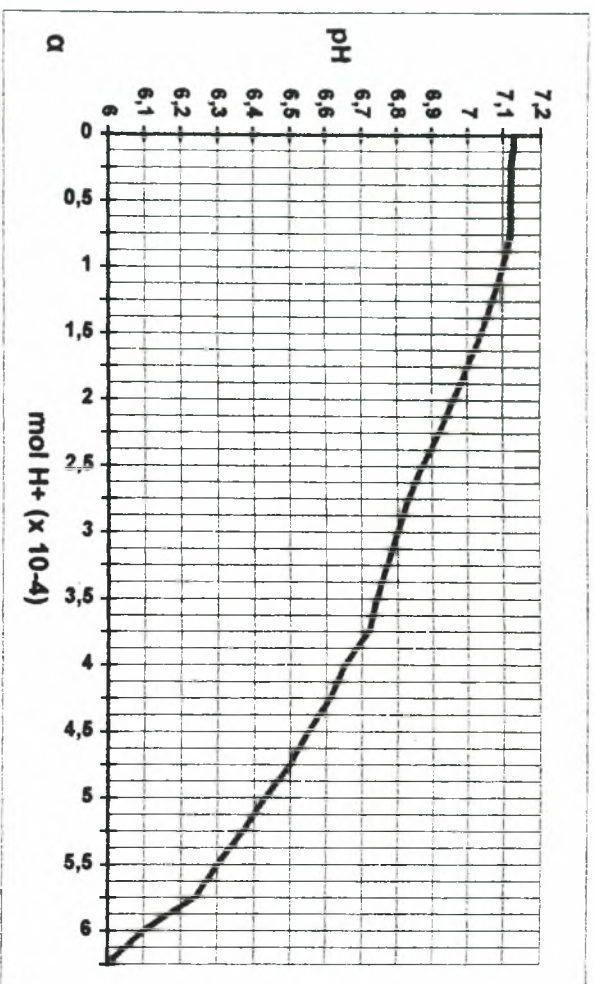
- (α): γεώτρηση X23
- (β): γεώτρηση X24
- (γ): γεώτρηση X25
- (δ): γεώτρηση X26

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω, Άνω Λεχωνίων, Γατζάς, Καλών Νερών, Λαύκου.

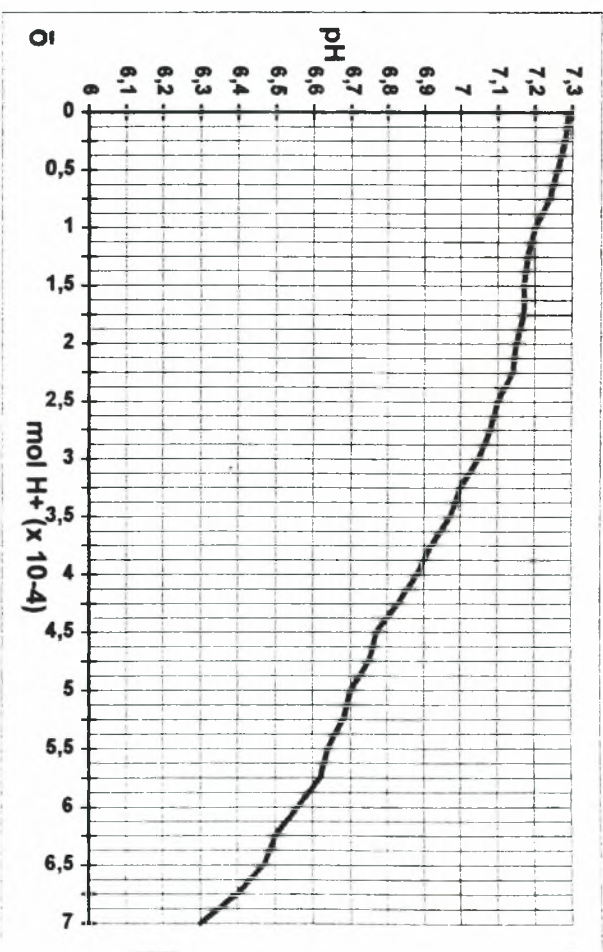
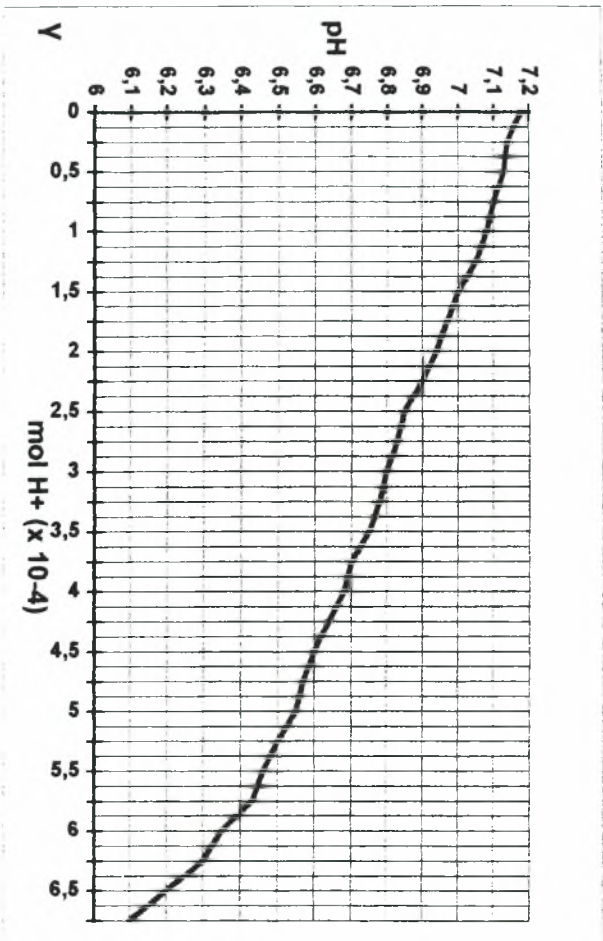
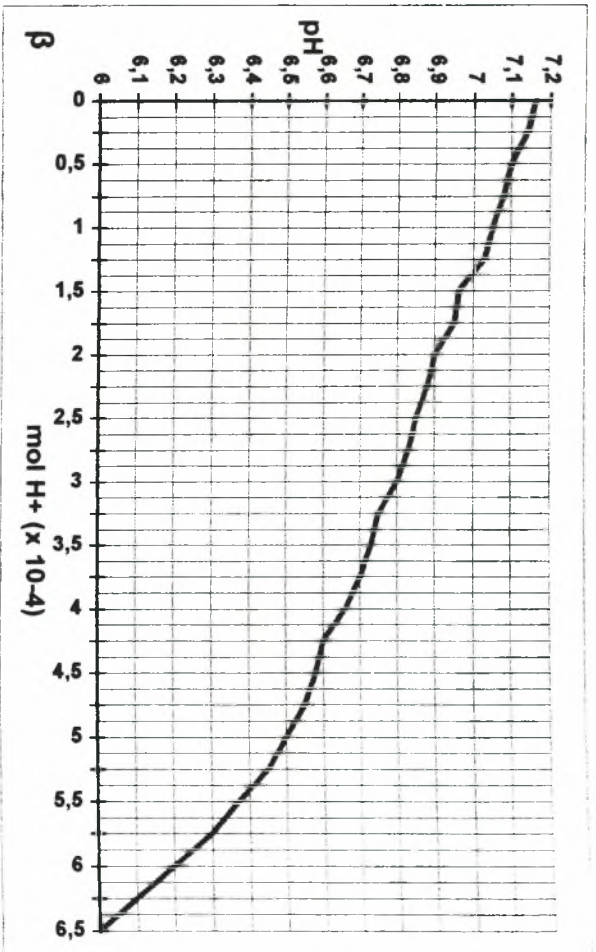
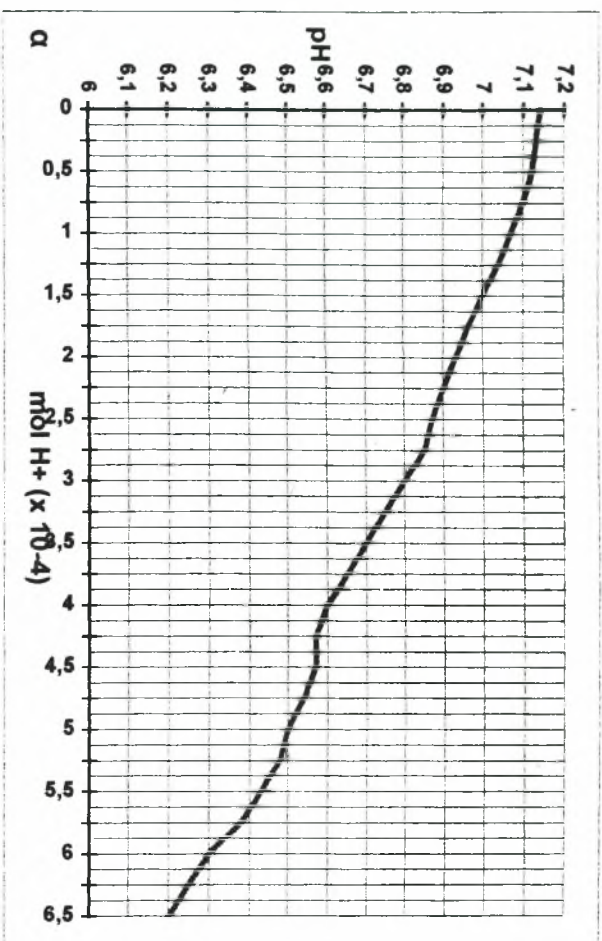


- (α): γεώτρηση X27
- (β): γεώτρηση X28
- (γ): γεώτρηση X29
- (δ): γεώτρηση X30

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω Άνω Λεχωνίων, Γατζίας, Καλών Νερών, Δαύκου.

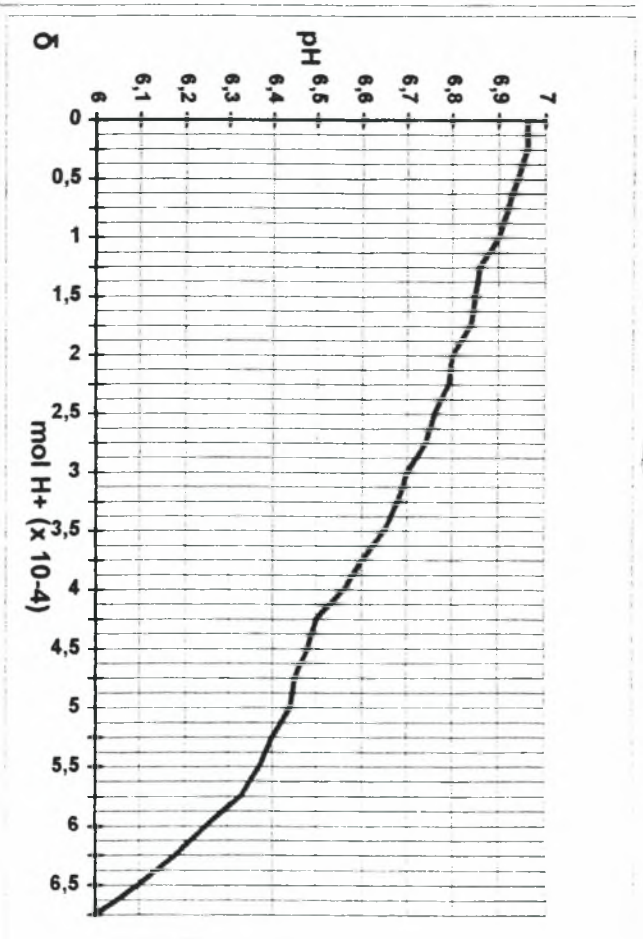
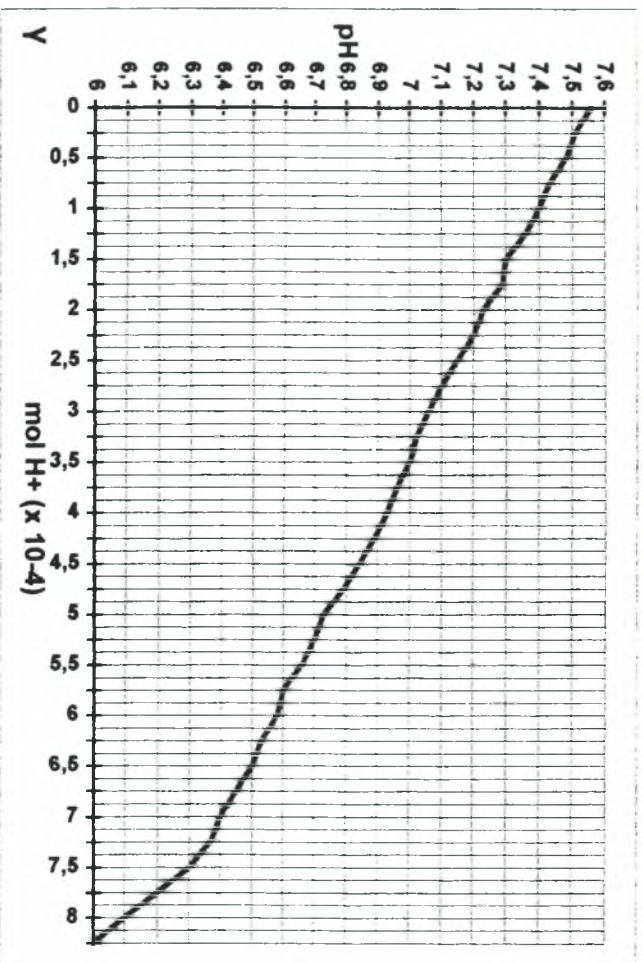
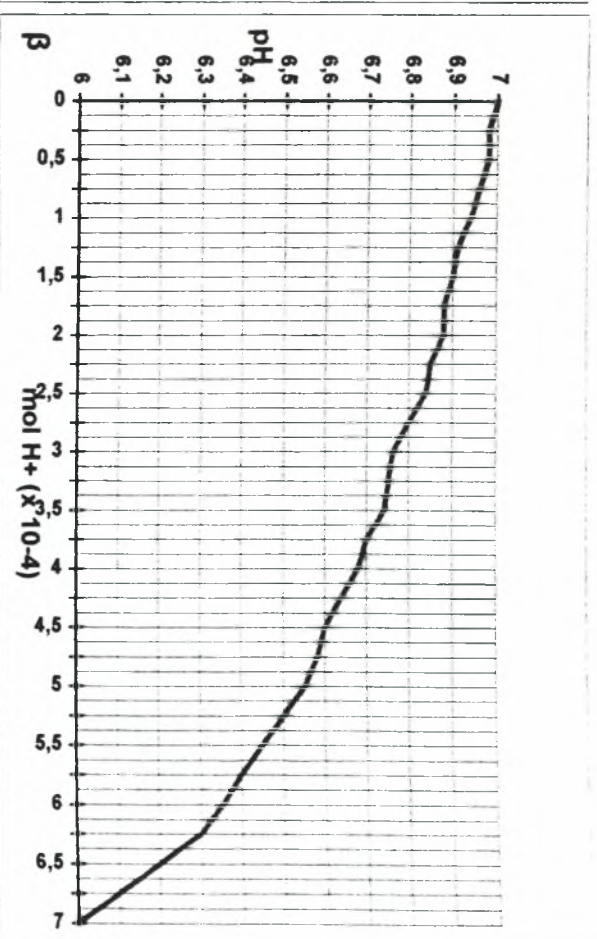
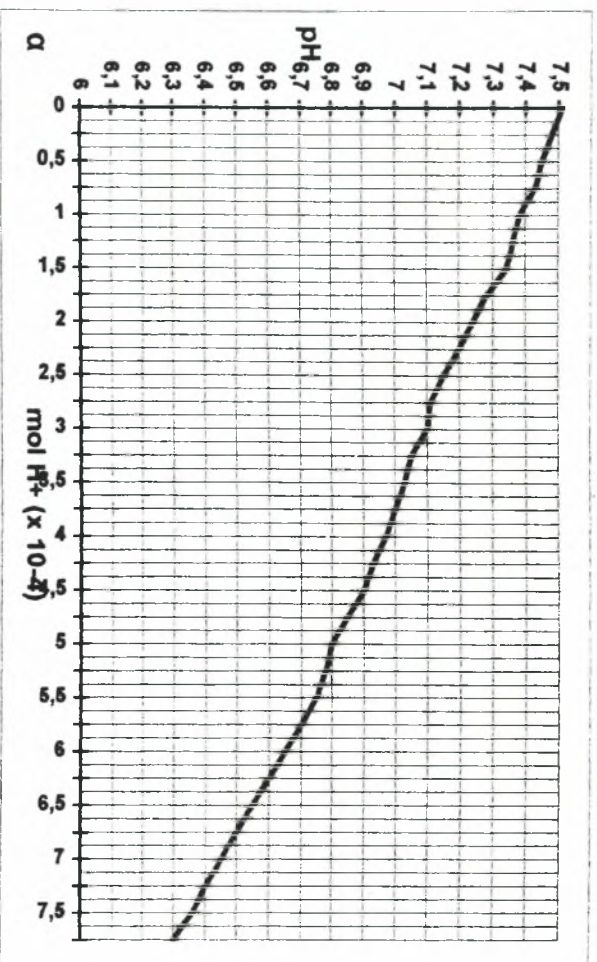


- (α): γεώτρηση X31
- (β): γεώτρηση X32
- (γ): γεώτρηση X33
- (δ): γεώτρηση X34



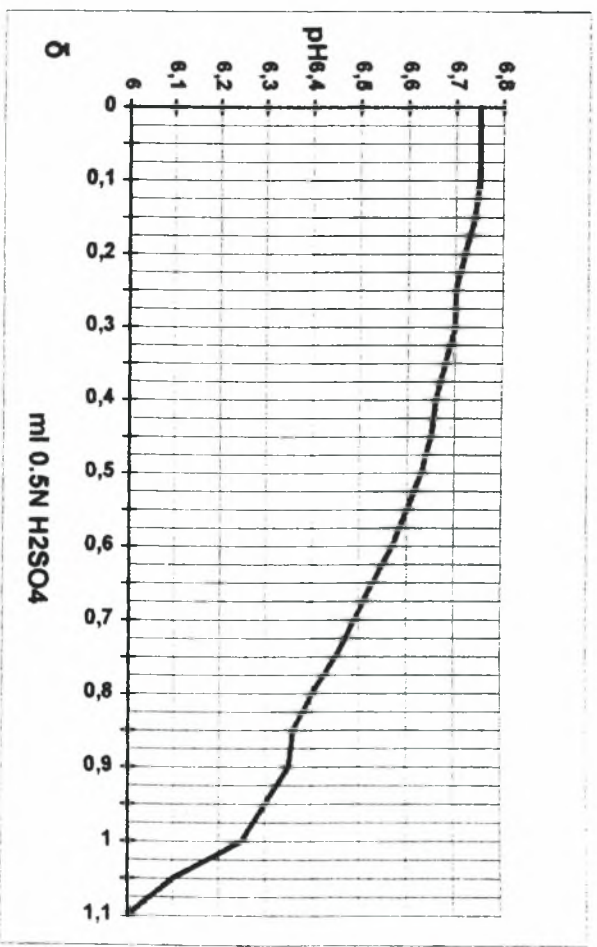
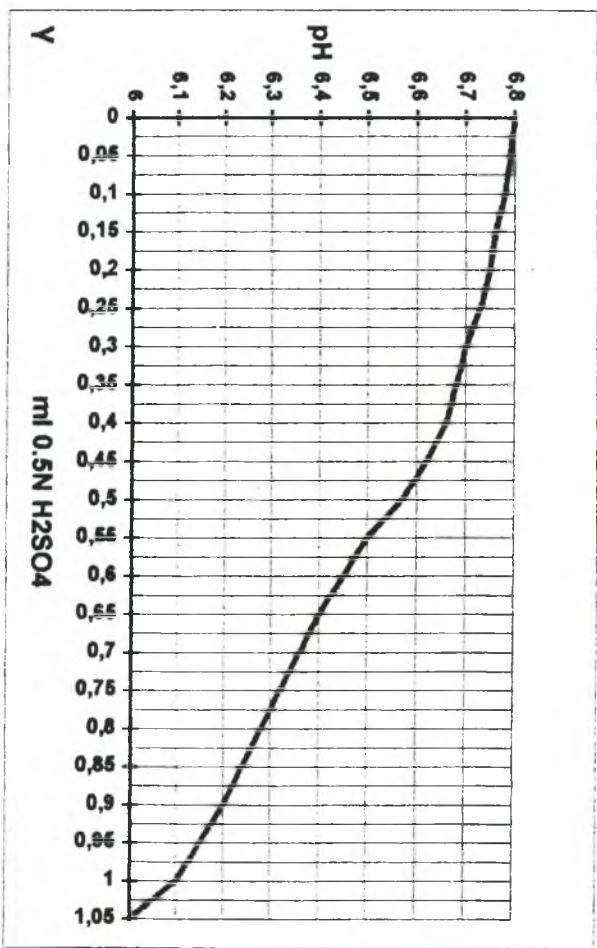
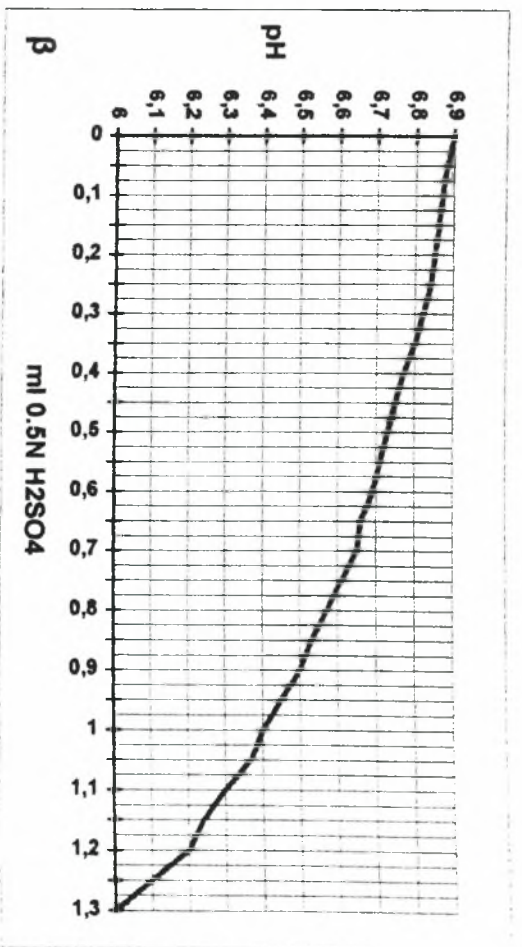
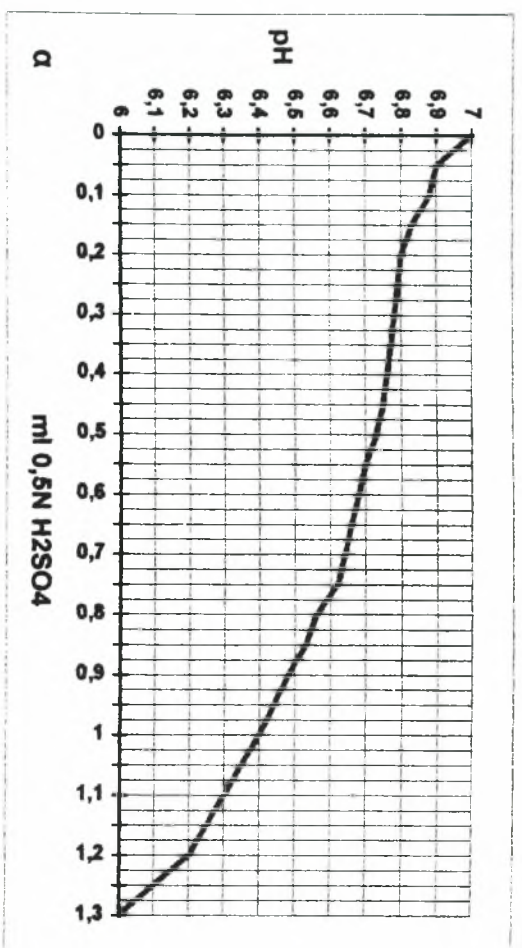
- (α): γεώτρηση X36
- (β): γεώτρηση X37
- (γ): γεώτρηση X38
- (δ): γεώτρηση X39

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Κάτω, Άνω Λεχωνίων, Γατζάς, Καλών Νερών, Λαύκου.



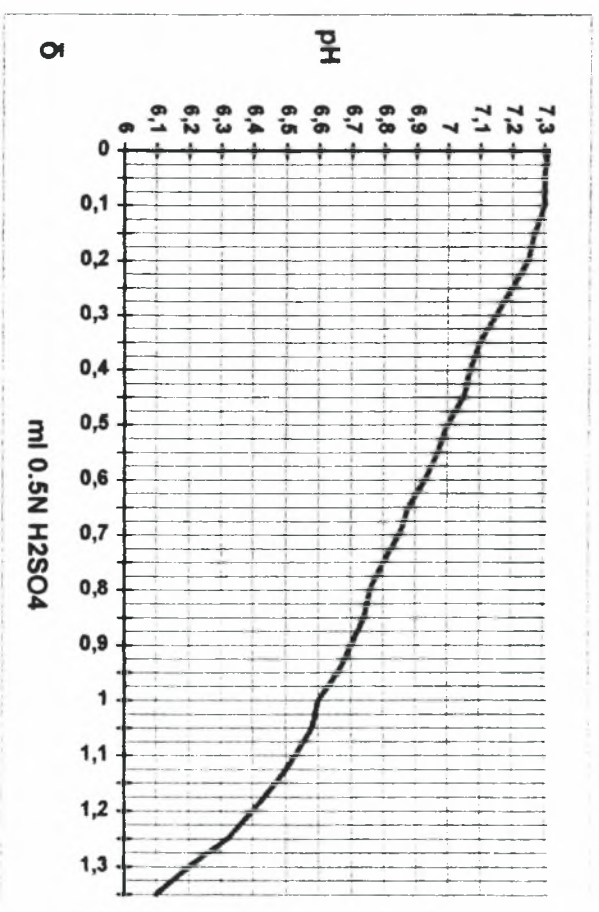
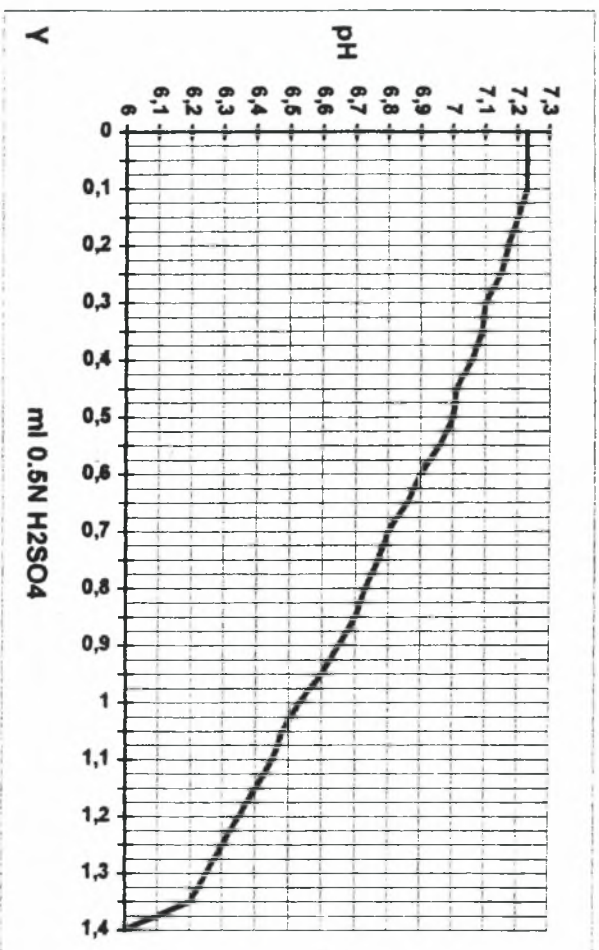
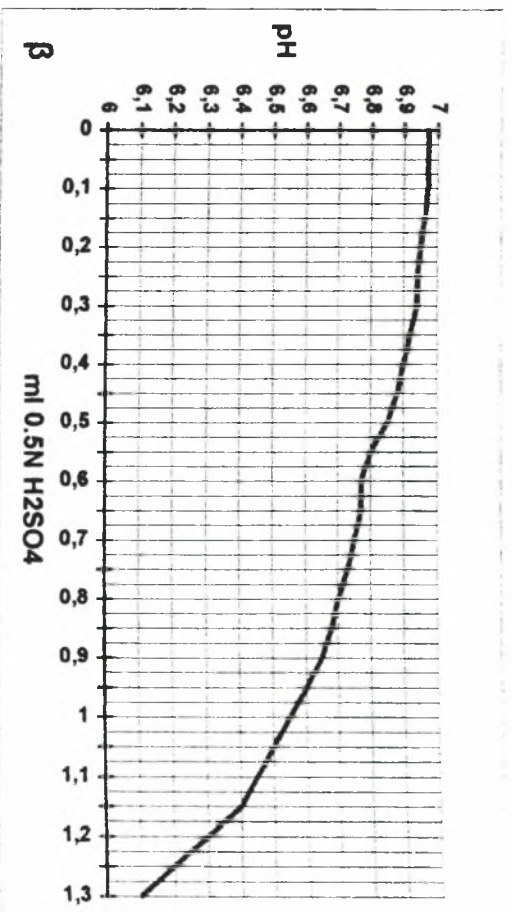
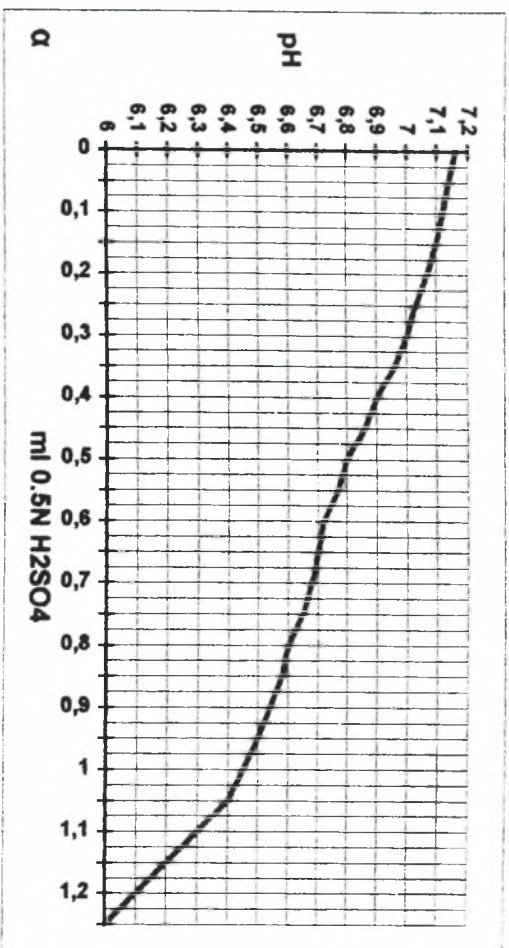
- (α): γεώτρηση X40
- (β): γεώτρηση X41
- (γ): γεώτρηση X42
- (δ): γεώτρηση X43

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδικών, Αγγιόλου, Διμηλίου, Βελεστίνου, Ριζομάδου.



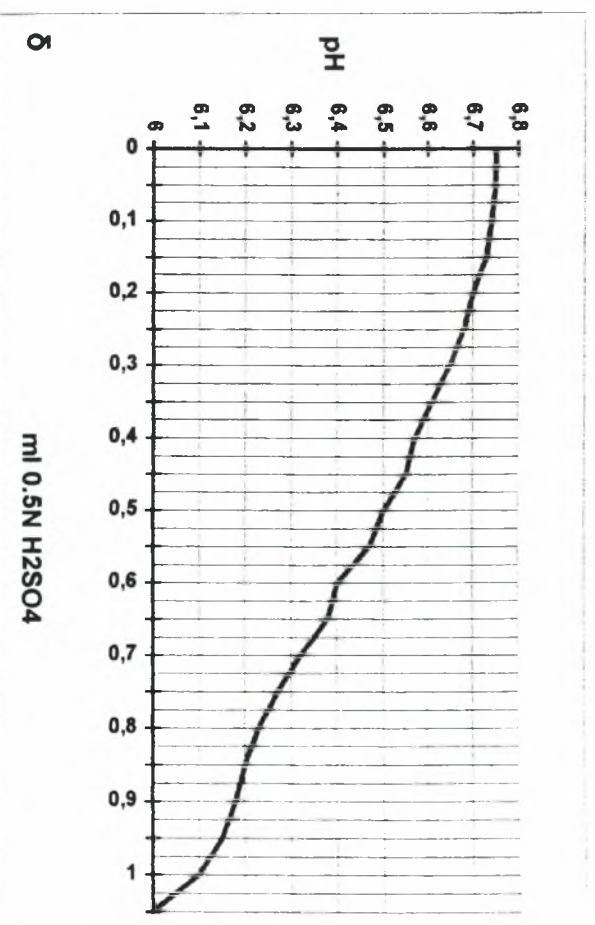
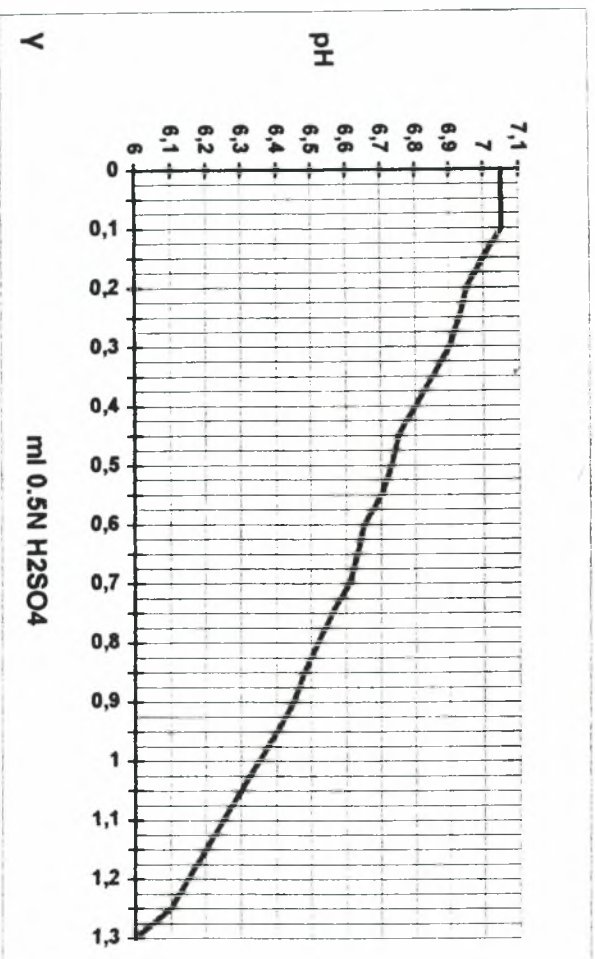
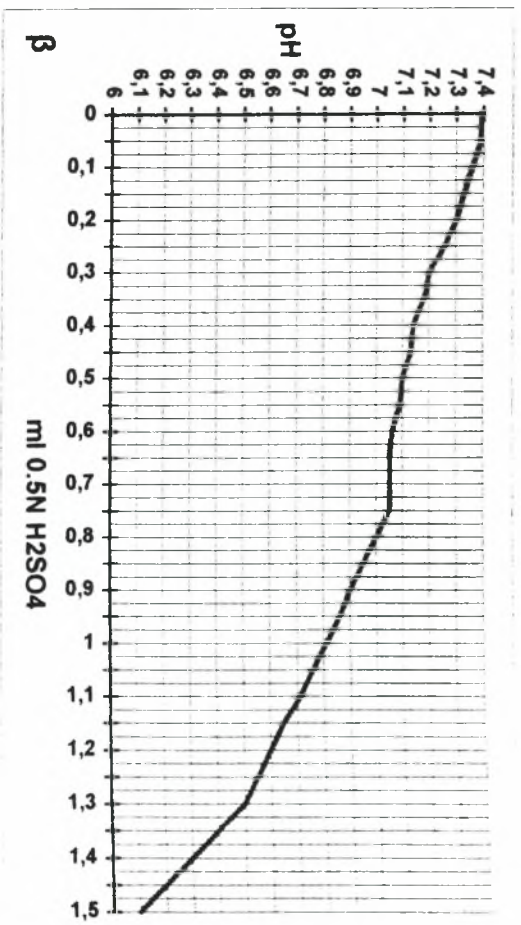
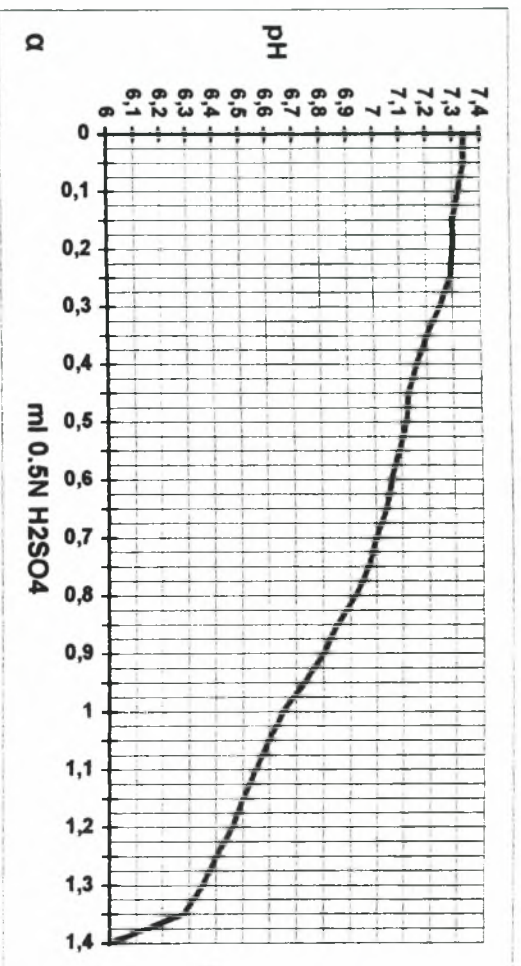
- (α): γεώτρηση T2
- (β): γεώτρηση T3
- (γ): γεώτρηση T4
- (δ): γεώτρηση T5

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδικιών, Αγκιάδου, Διμηγίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.



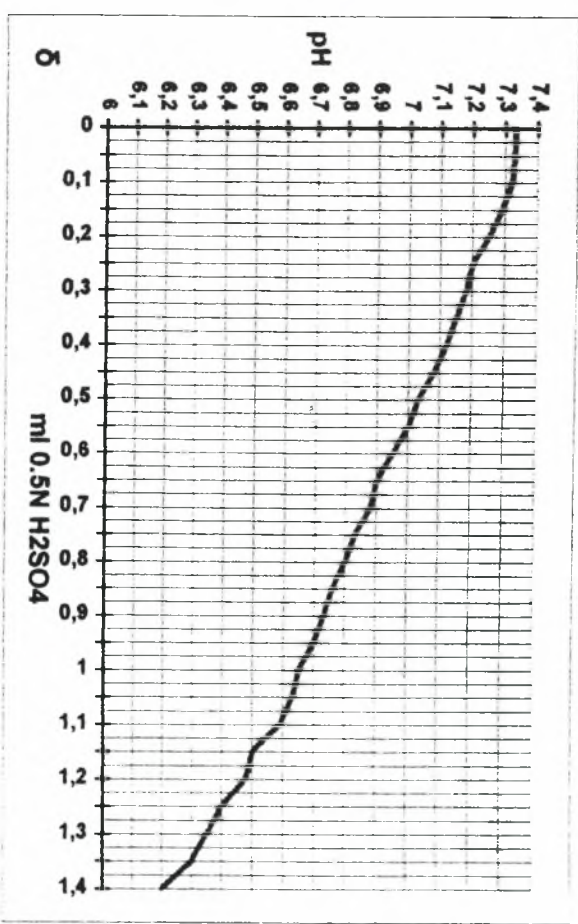
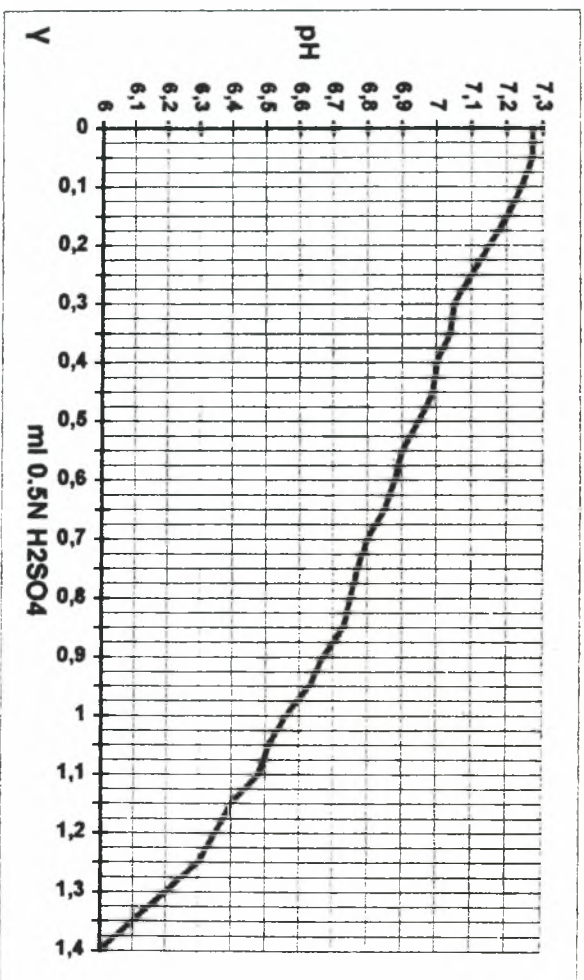
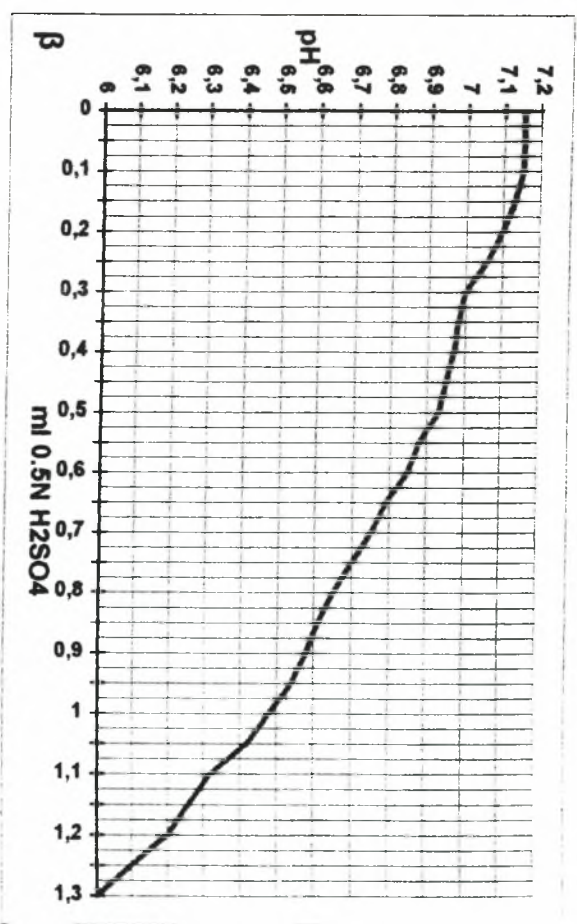
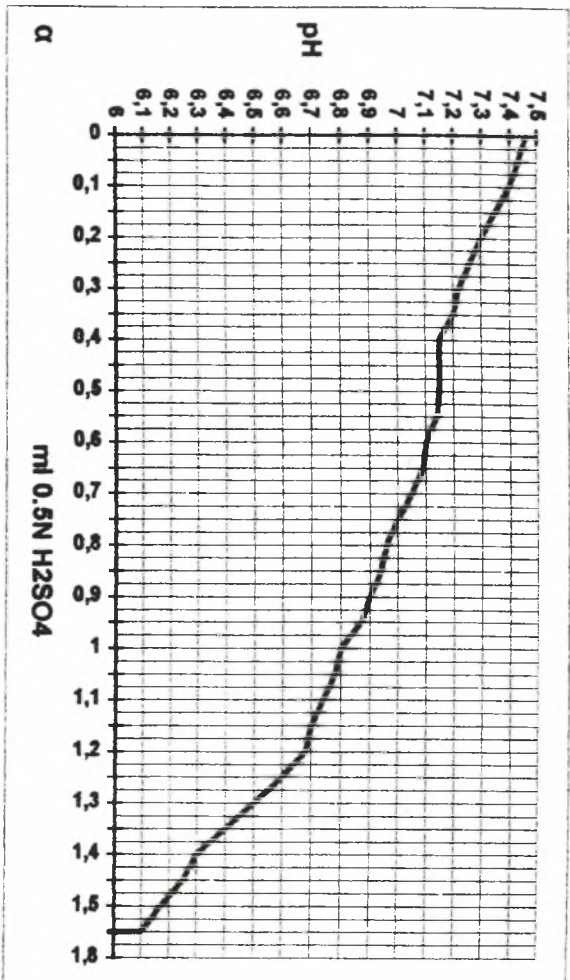
- (α): γεώτρηση T6
- (β): γεώτρηση T7
- (γ): γεώτρηση T8
- (δ): γεώτρηση T9

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδικών, Αγγιόλου, Διμηνίου, Βελεστίνου, Ριζομύλου.



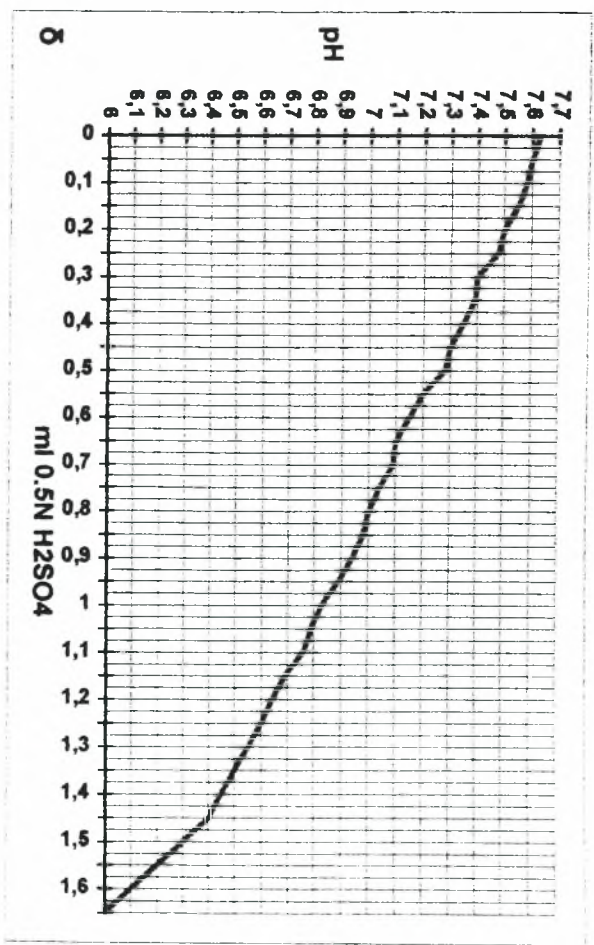
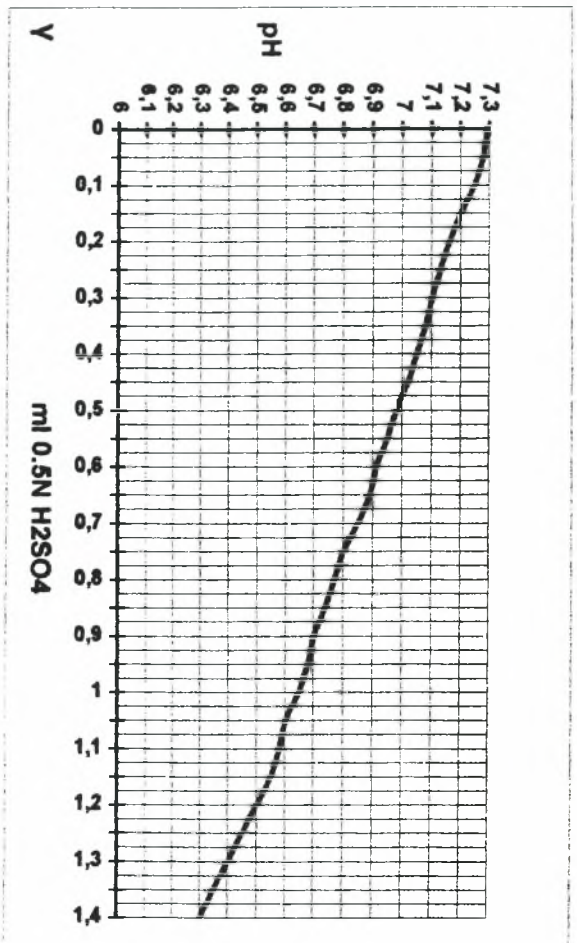
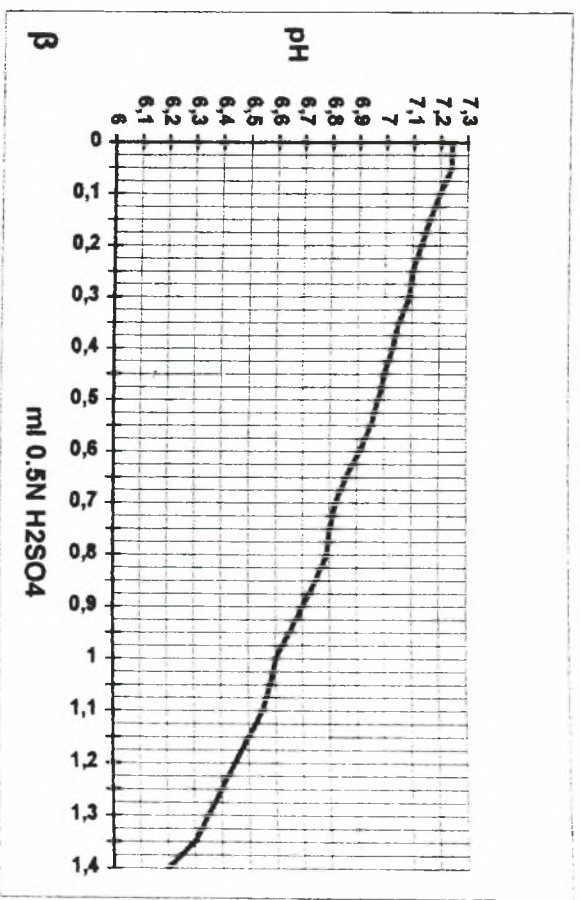
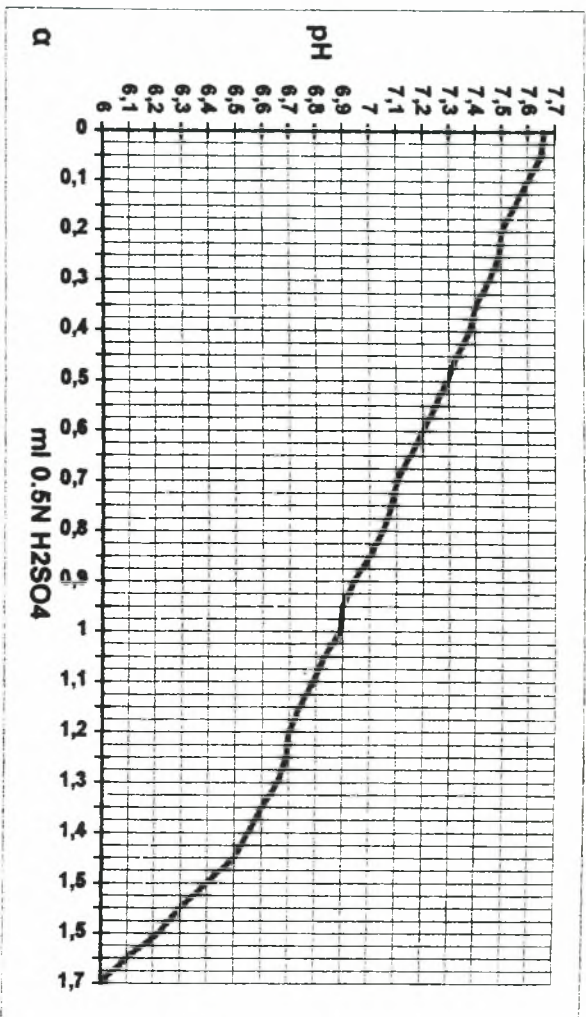
- (α): γεώτρηση T10
- (β): γεώτρηση T11
- (γ): γεώτρηση T12
- (δ): γεώτρηση T13

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Δαυκών, Αγγιόλου, Διμητίου, Βελεστίνου, Ριζομύλου.



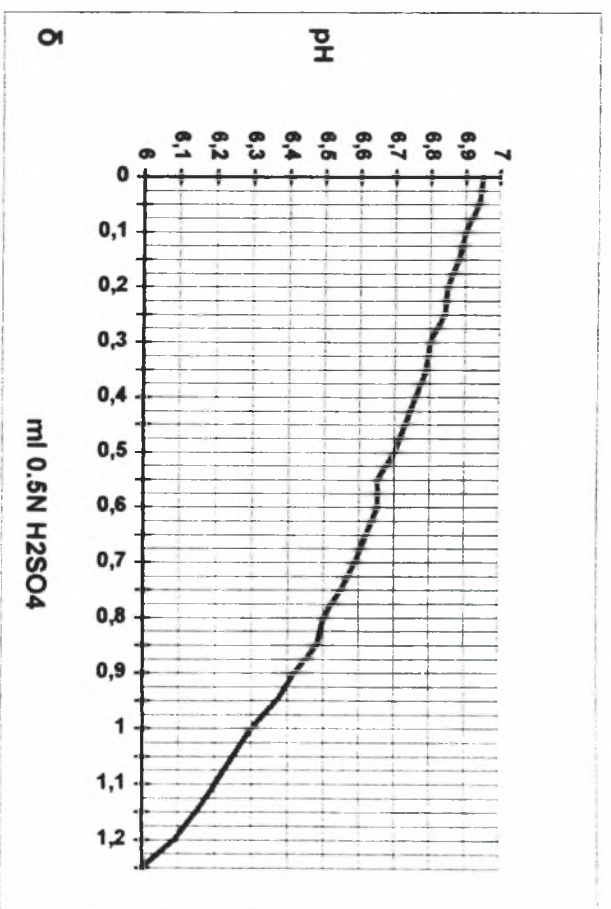
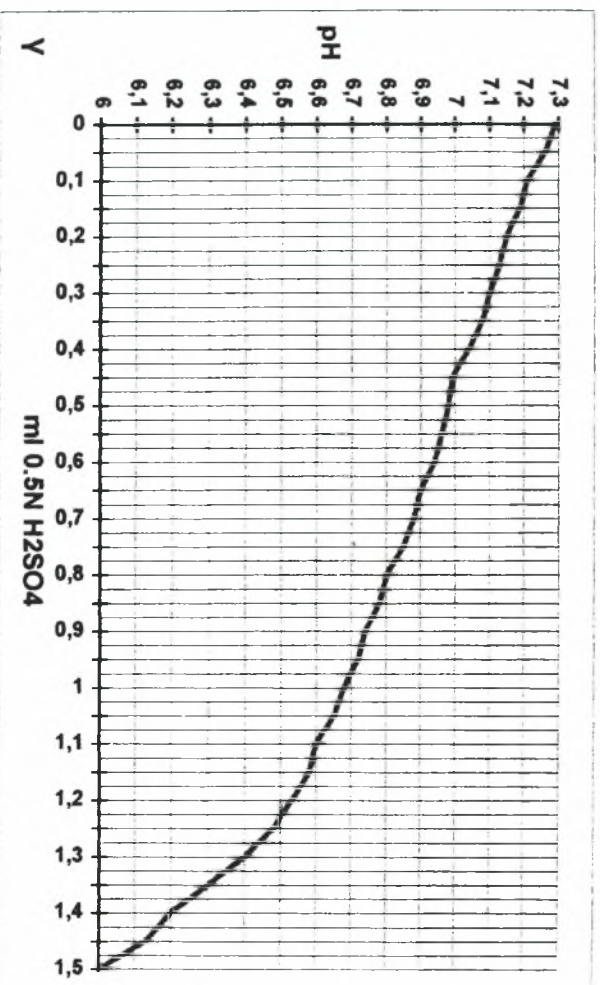
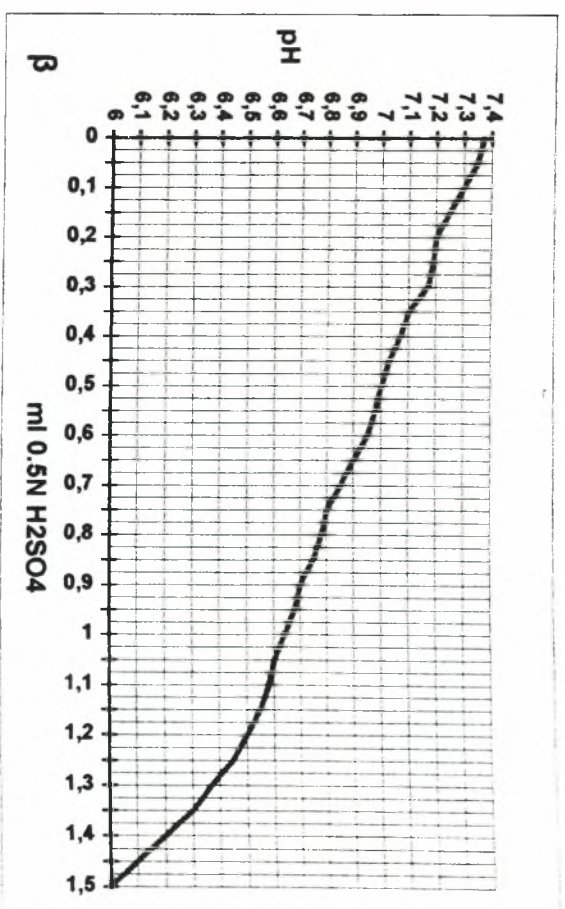
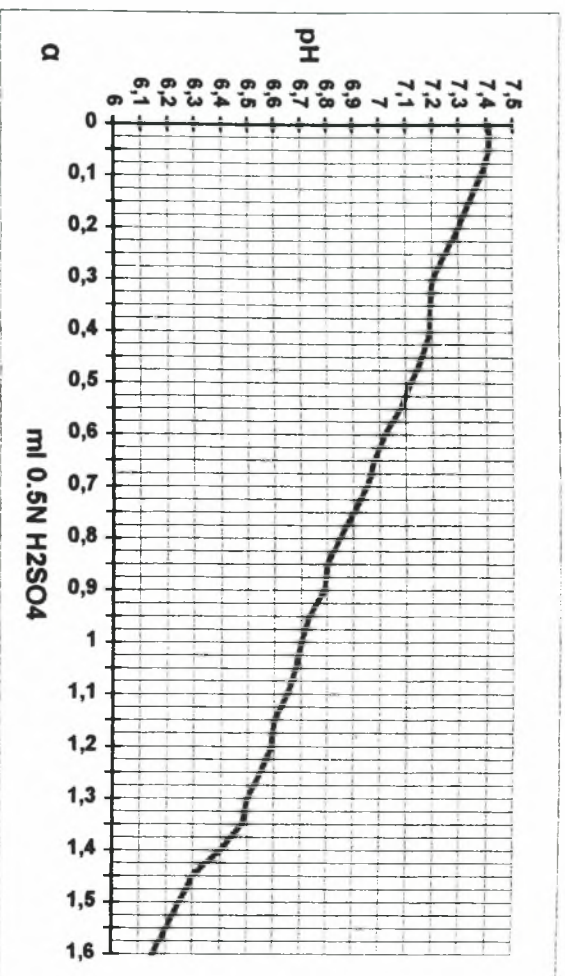
- (α): γεώτρηση T14
- (β): γεώτρηση T15
- (γ): γεώτρηση T16
- (δ): γεώτρηση T17

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδικών, Αγγιάδου, Διμηλίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.



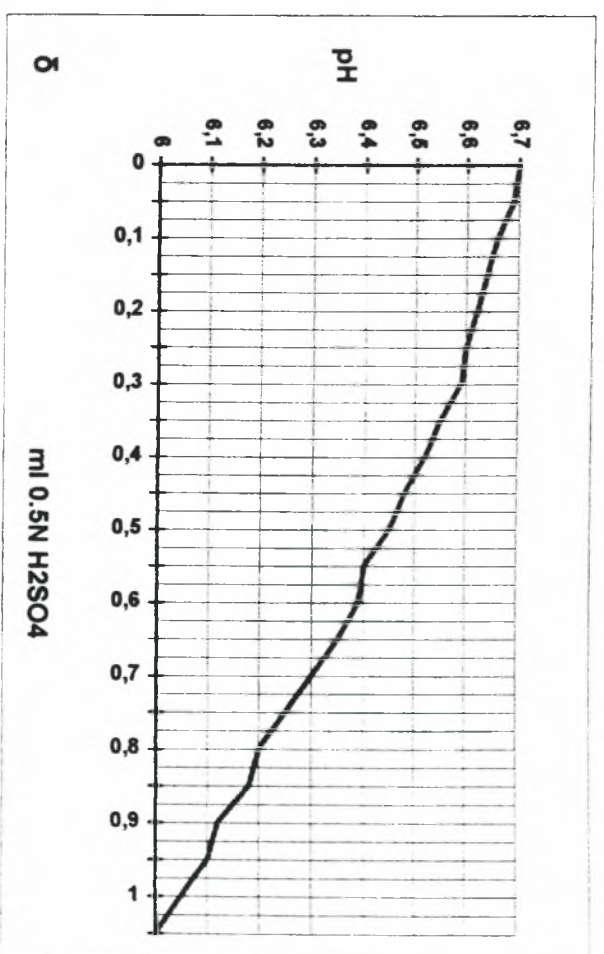
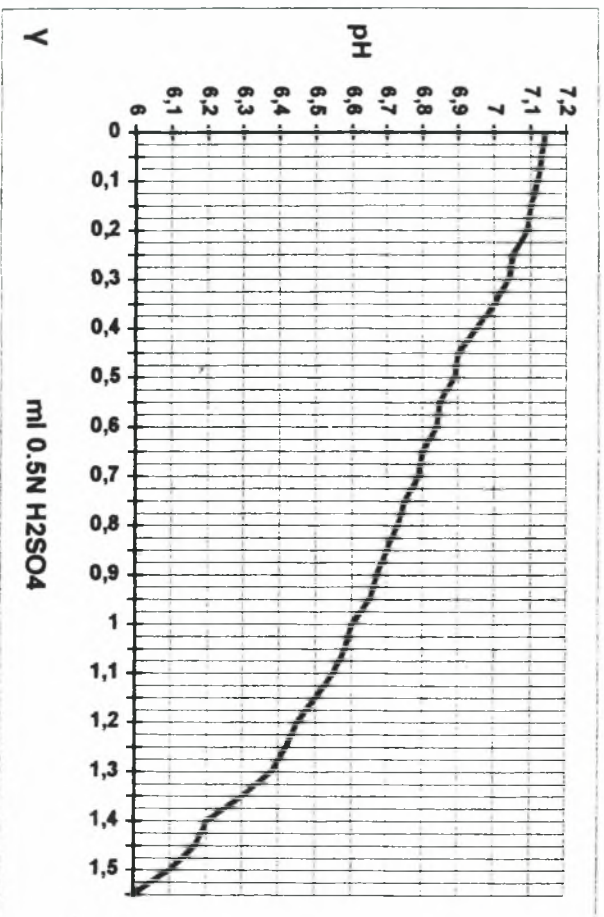
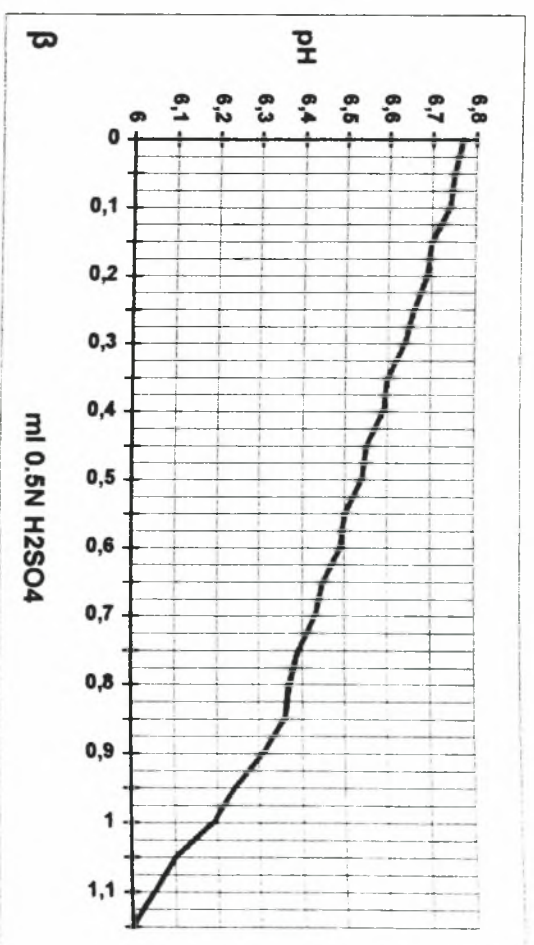
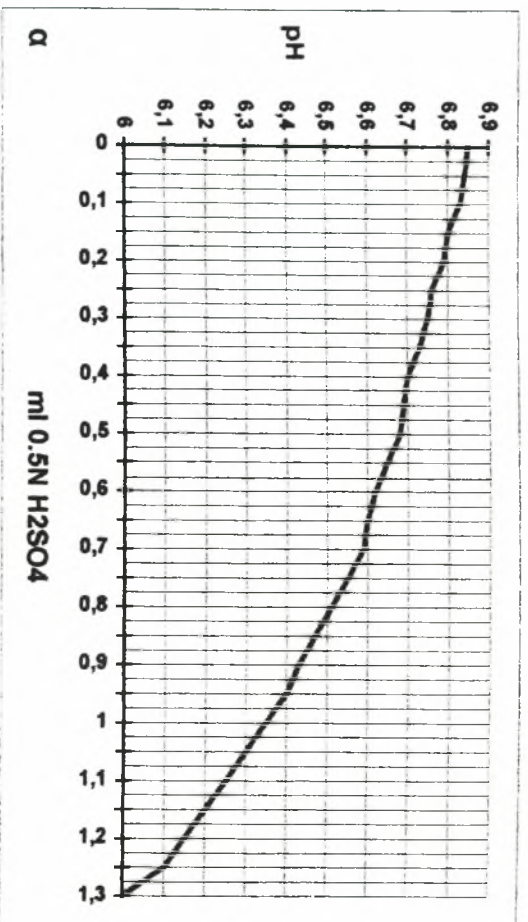
- (α): γεώτρηση T18
- (β): γεώτρηση T19
- (γ): γεώτρηση T20
- (δ): γεώτρηση T21

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκίων, Αγγιόλου, Διμηνίου, Βελεστίνου, Ριζομάδου.



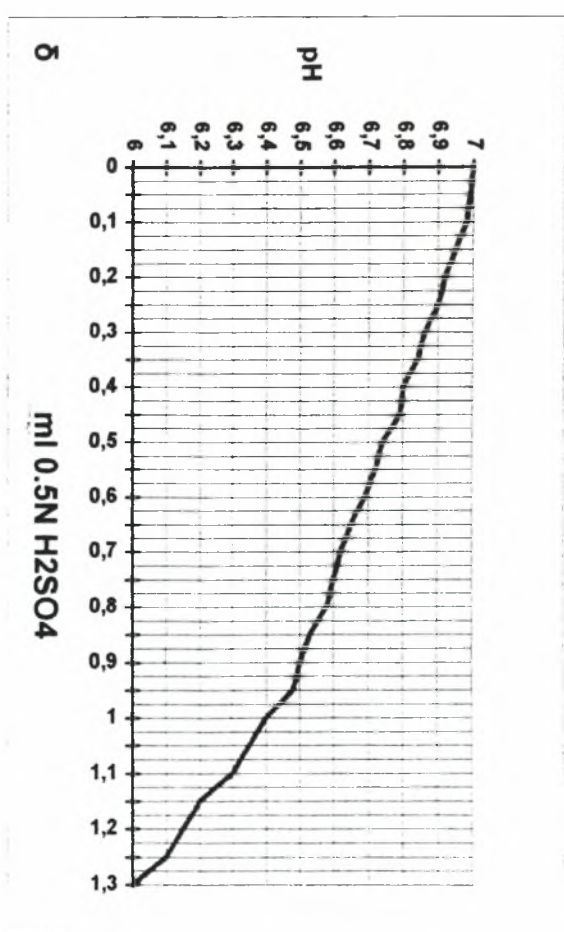
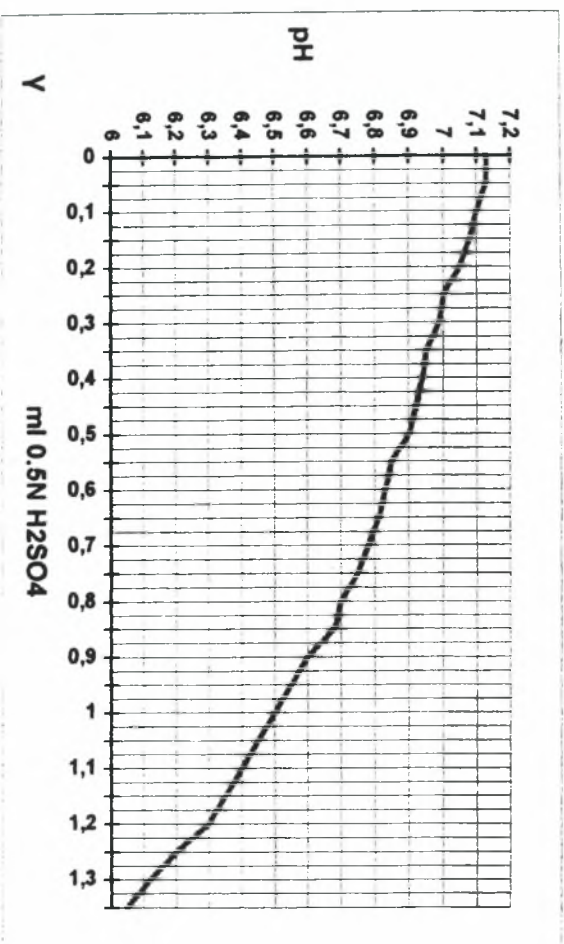
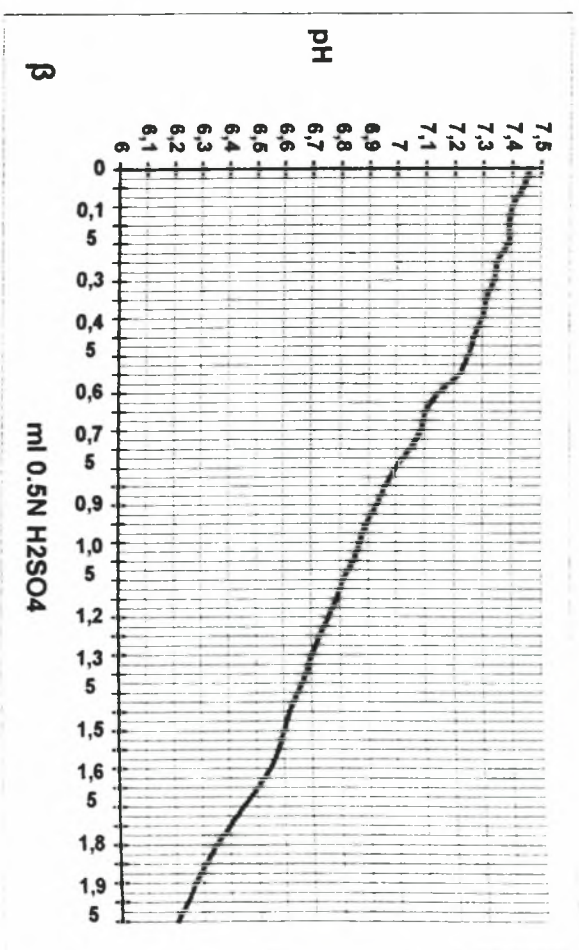
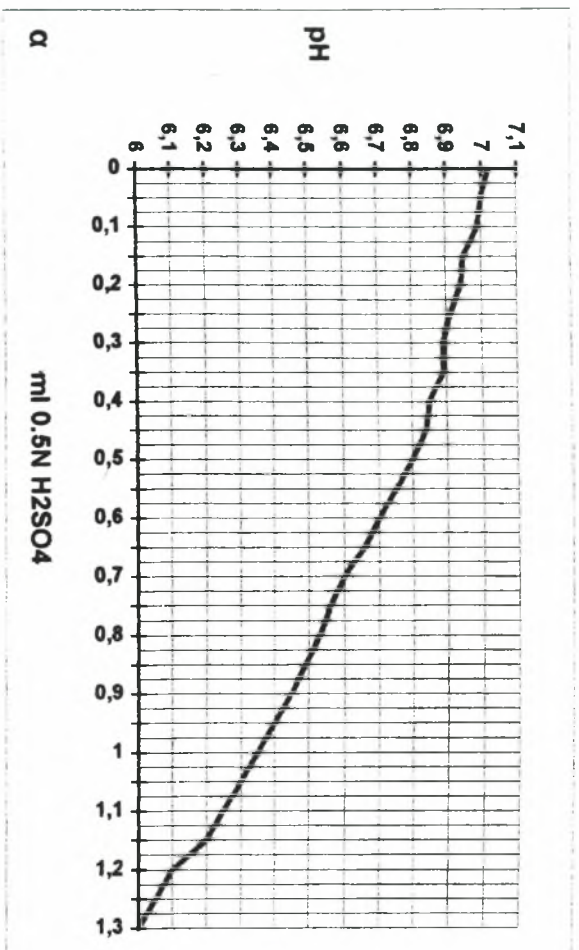
- (α): γεώτρηση T22
- (β): γεώτρηση T23
- (γ): γεώτρηση T24
- (δ): γεώτρηση T25

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδικών, Αγγιάδου, Διμηλίου, Βελεστίνου, Ριζομούδου.



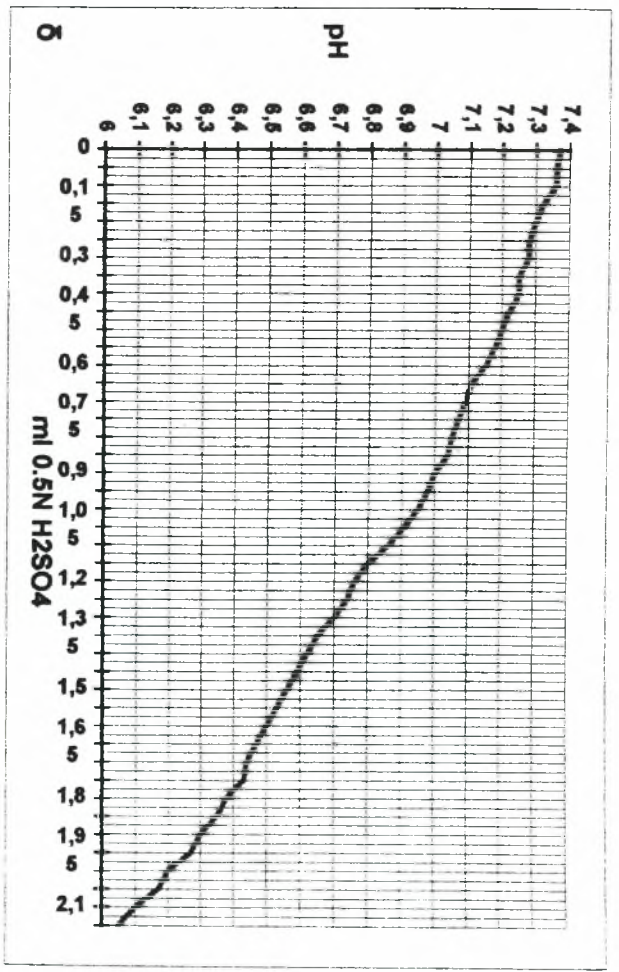
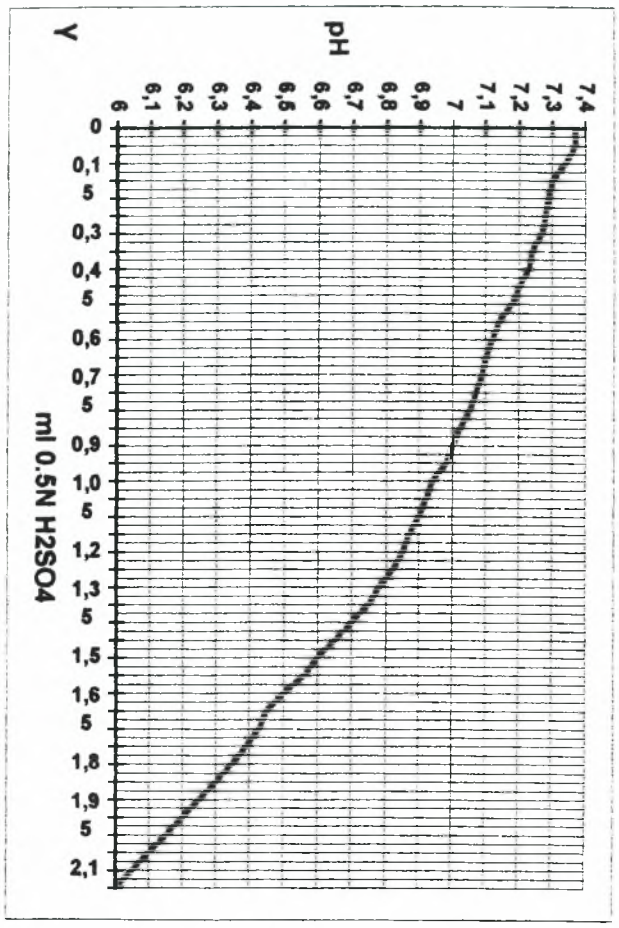
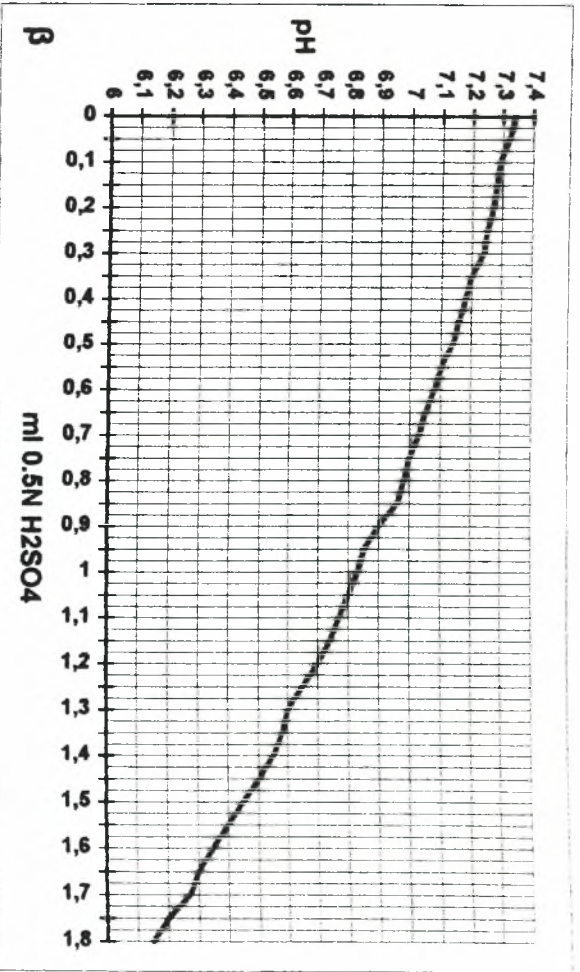
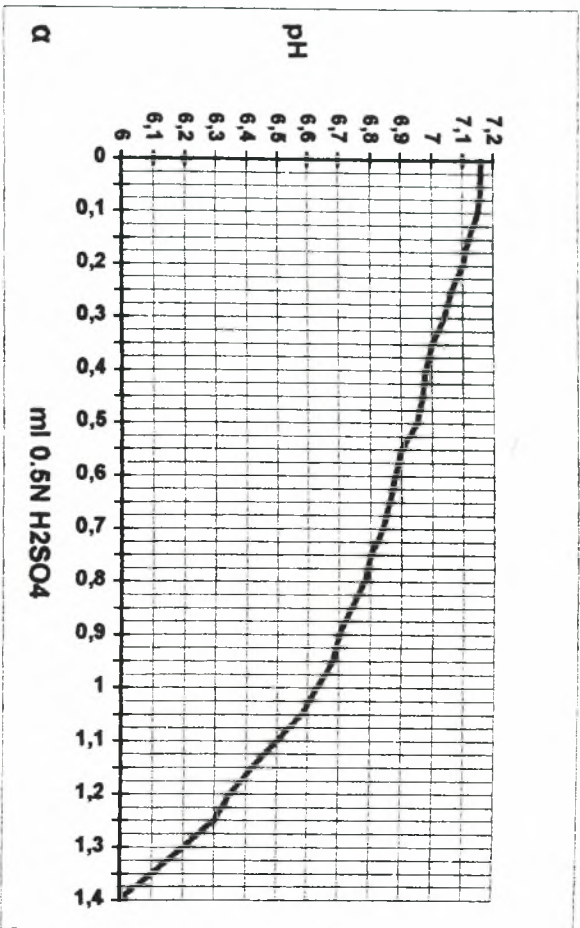
- (α): γεώτρηση T26
- (β): γεώτρηση T27
- (γ): γεώτρηση T28
- (δ): γεώτρηση T29

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδικών, Αυγιάδου, Δημηγίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.



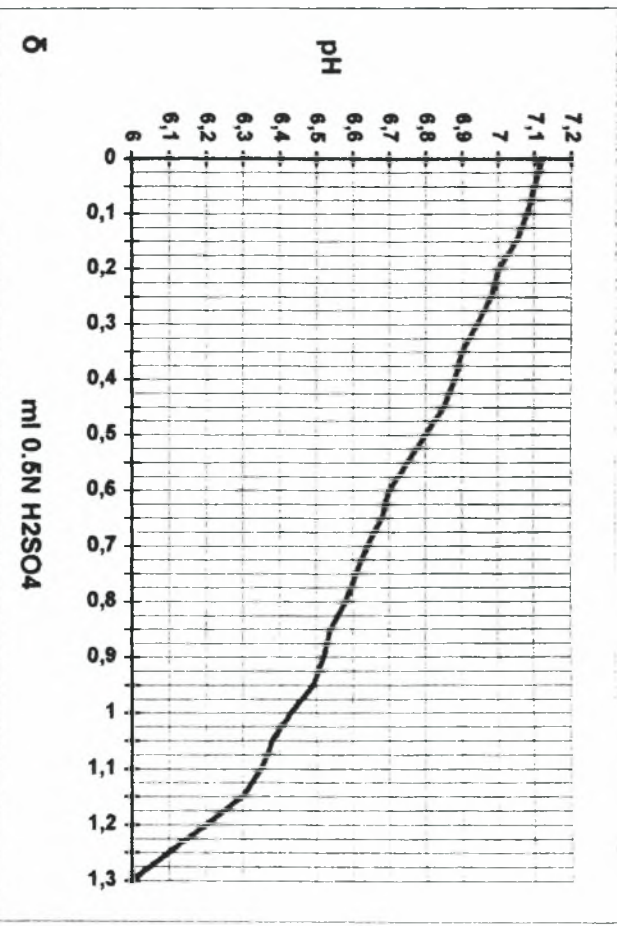
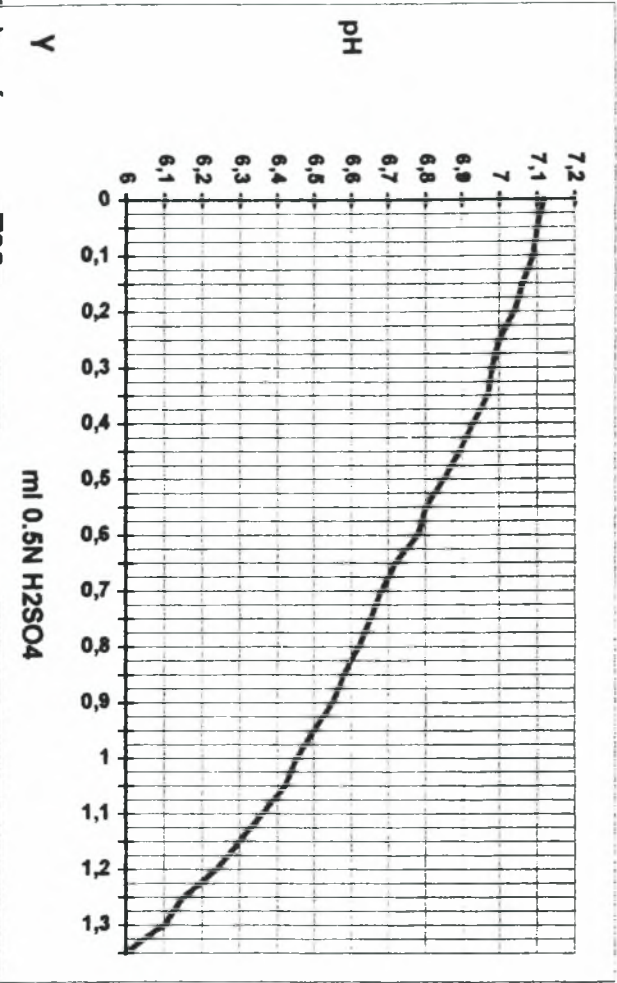
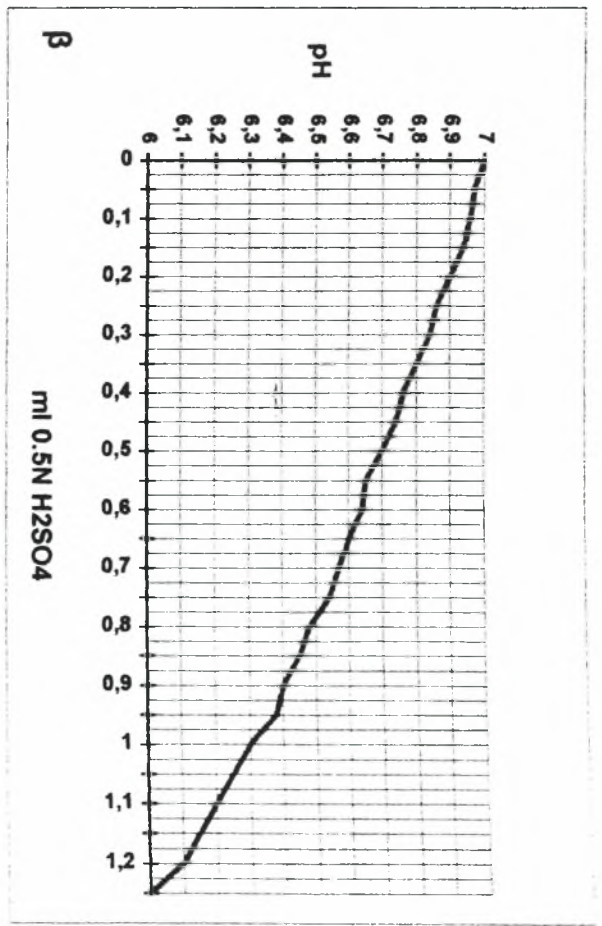
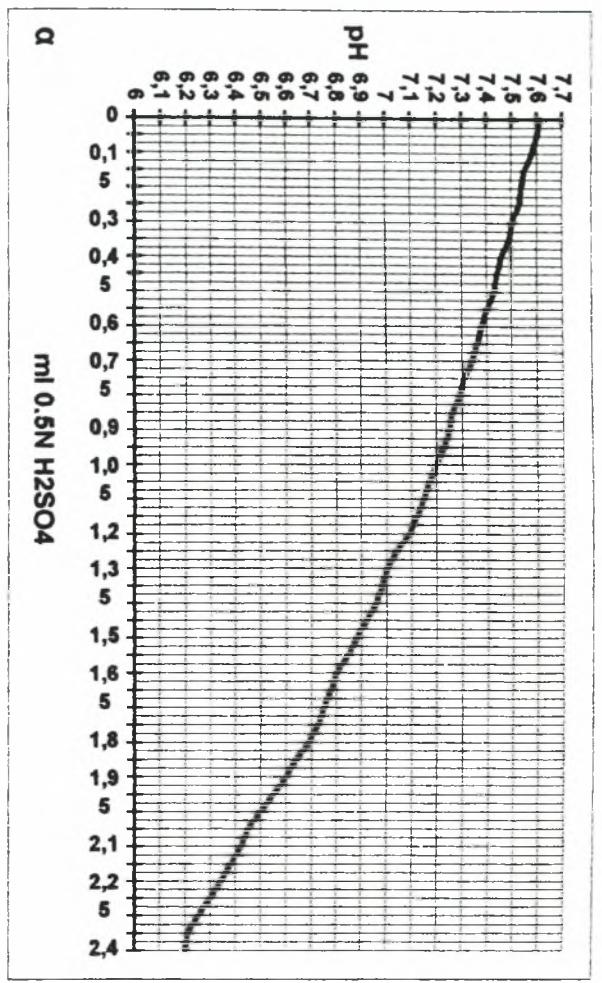
- (α): γεώτρηση T30
- (β): γεώτρηση T31
- (γ): γεώτρηση T32
- (δ): γεώτρηση T33

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκίων, Αγκιάδου, Δημηνίου, Βελεστίνου, Ριζομάδου.



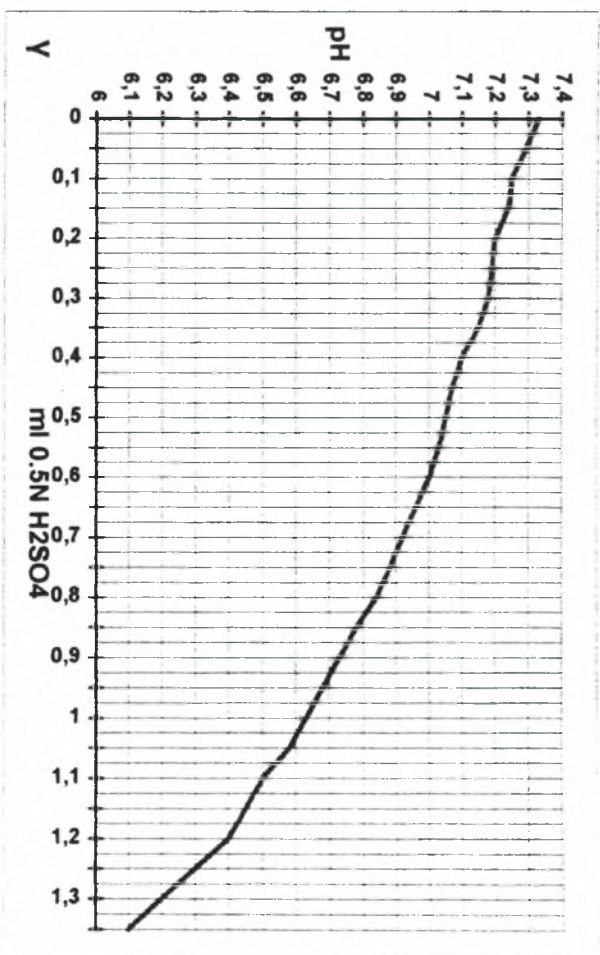
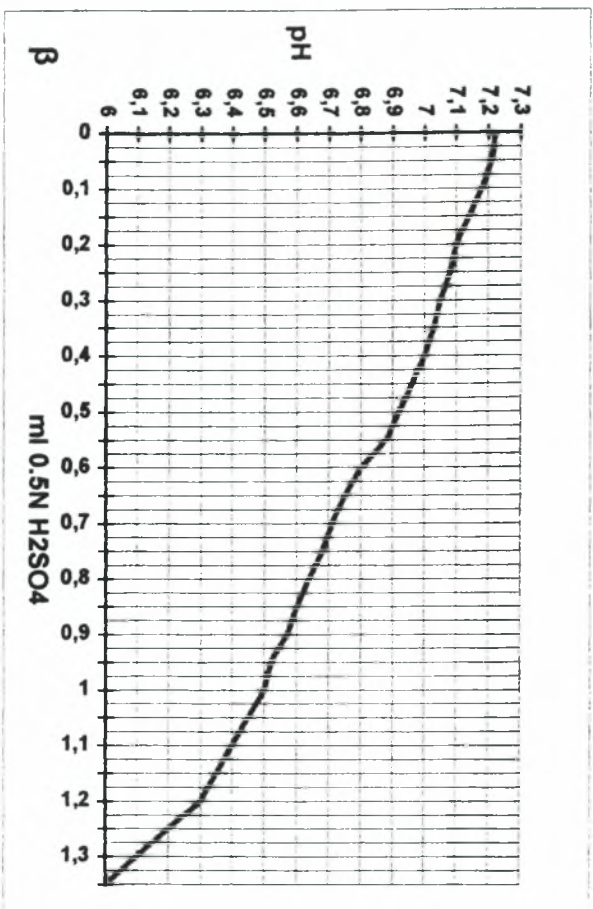
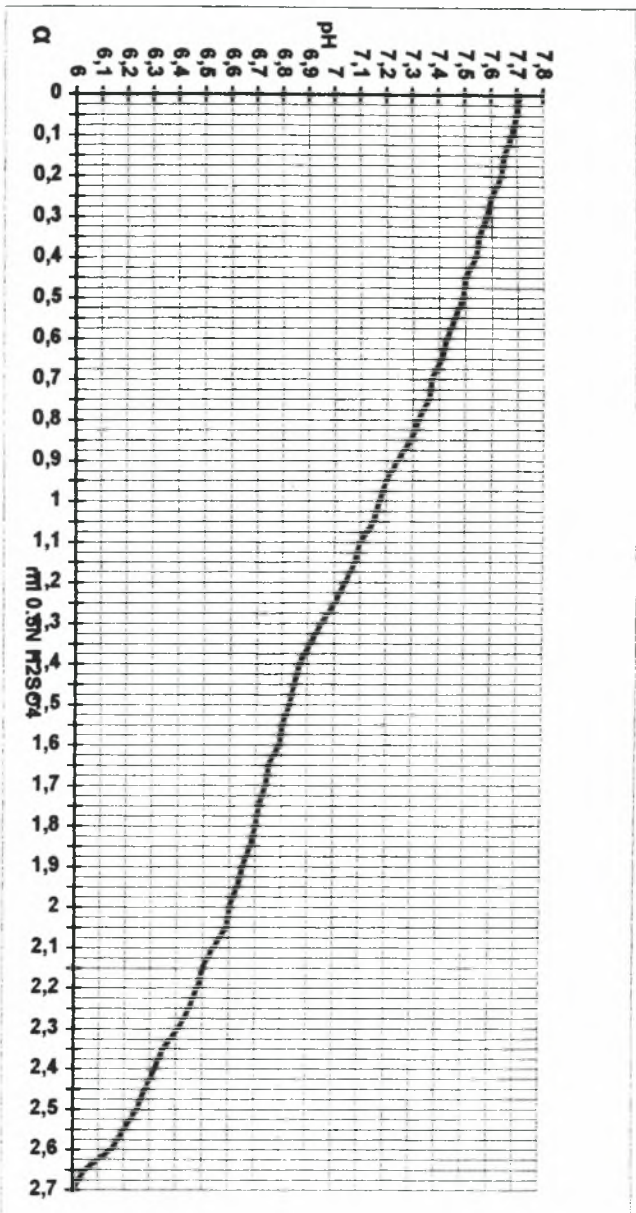
- (α): γεώτρηση T34
- (β): γεώτρηση T35
- (γ): γεώτρηση T36
- (δ): γεώτρηση T37

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκών, Αγγιάδου, Διμηλίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.



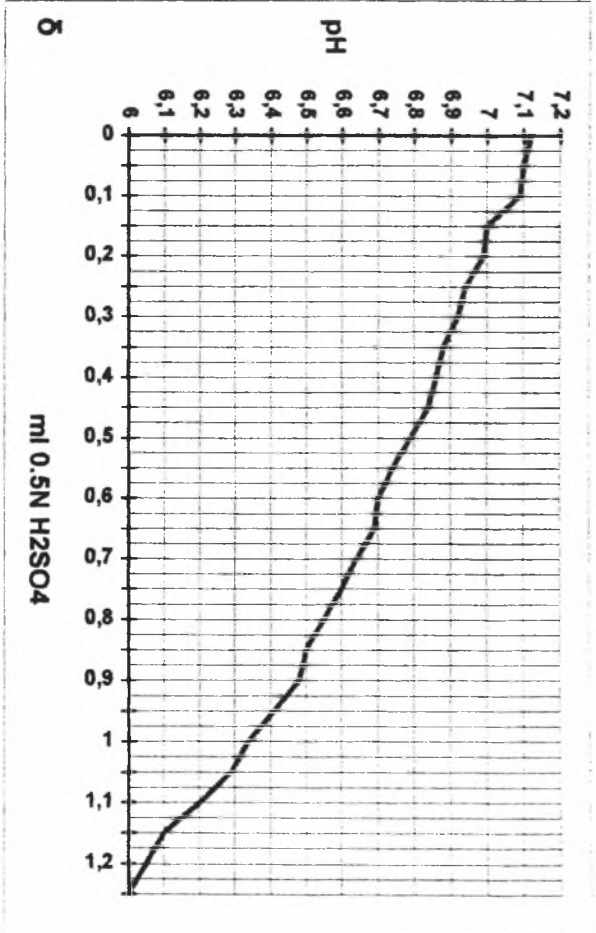
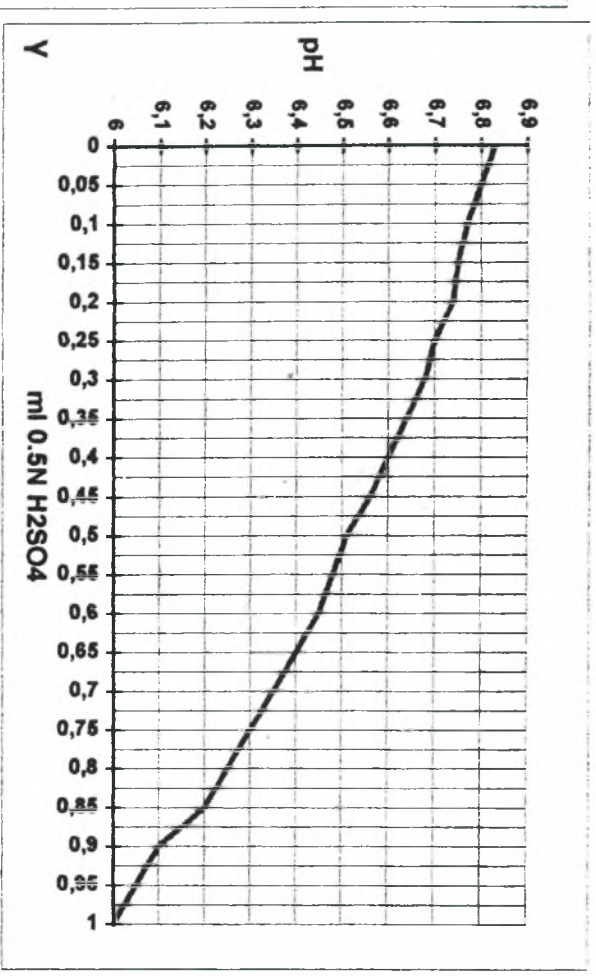
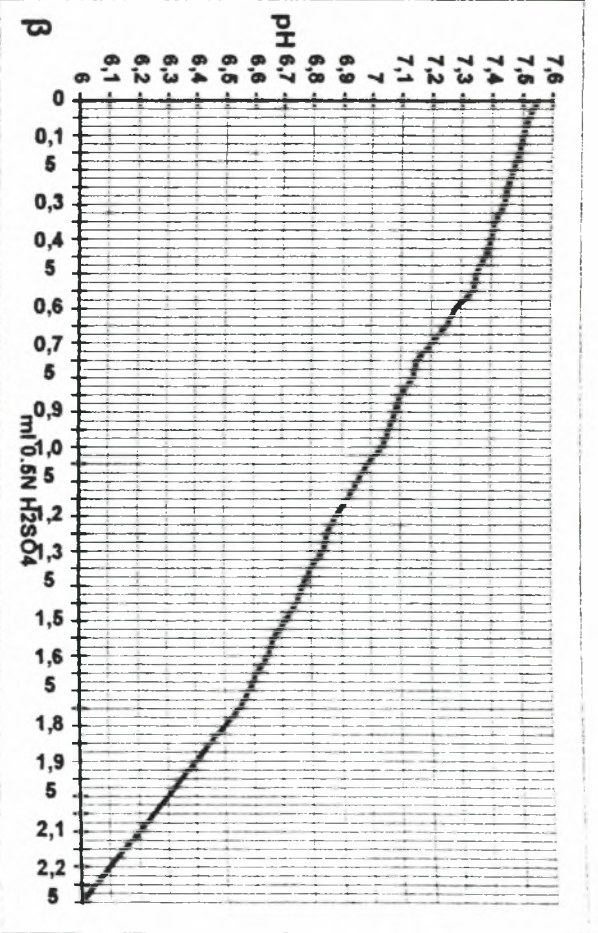
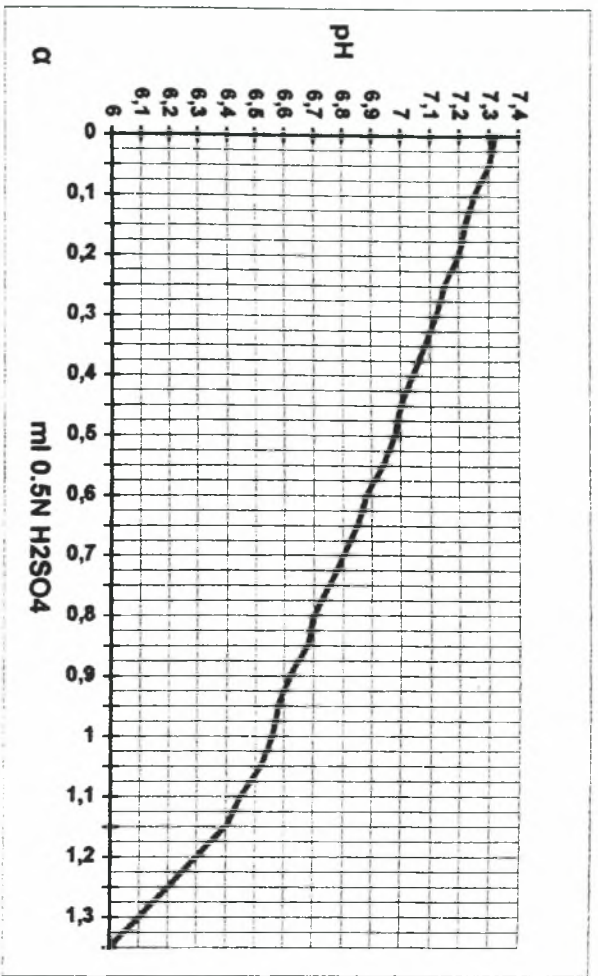
(α): γεώτρηση T38
 (β): γεώτρηση T39
 (γ): γεώτρηση T40
 (δ): γεώτρηση T41

Ρυθμιστική Ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκίων, Αγκιάδου, Δημηγίου, Βελιστίου, Ριζομύδου.



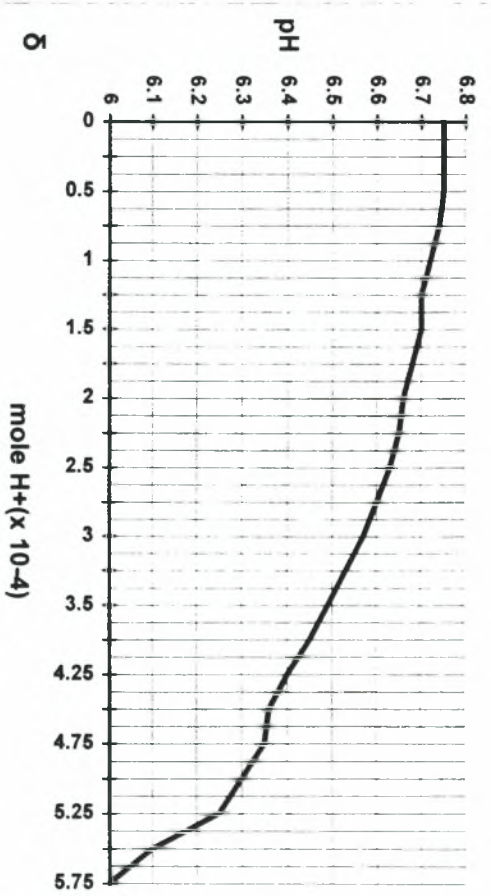
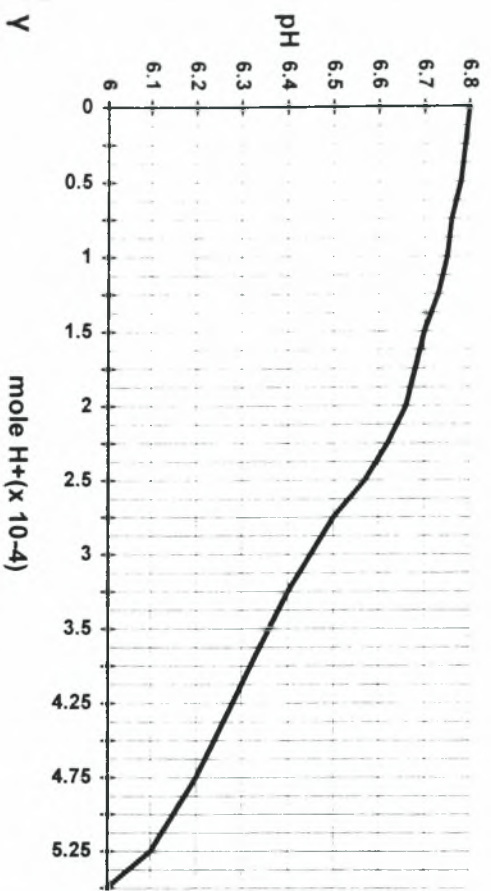
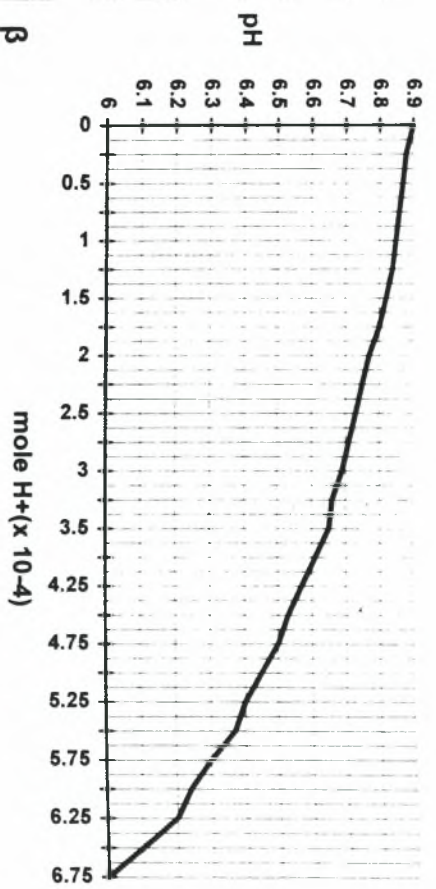
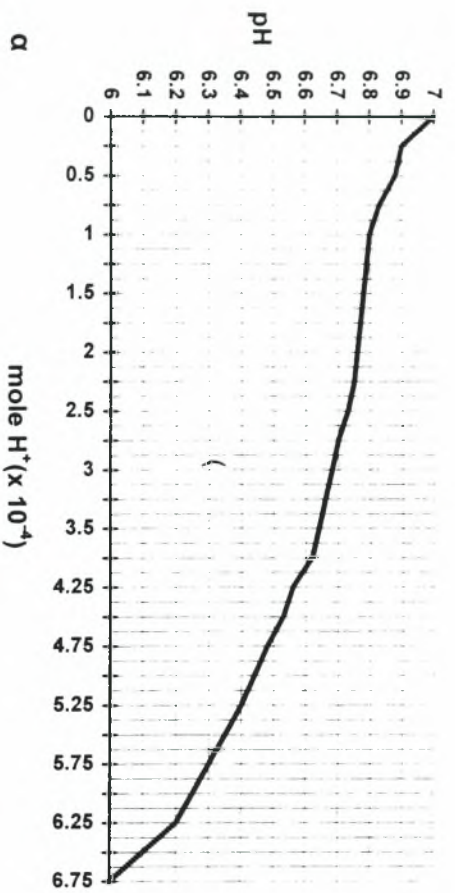
- (α): γεώτρηση T42
- (β): γεώτρηση T43
- (γ): γεώτρηση T44

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκών, Αγγιάδου, Διμητίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.



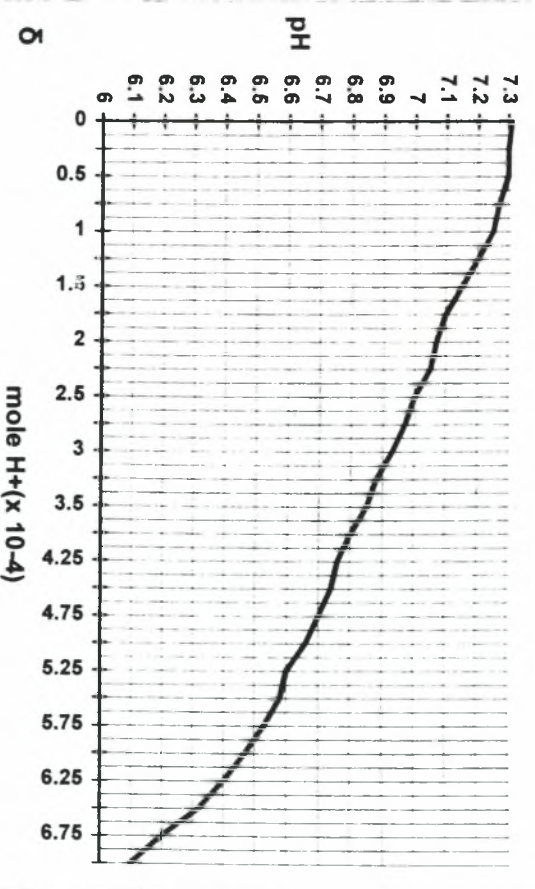
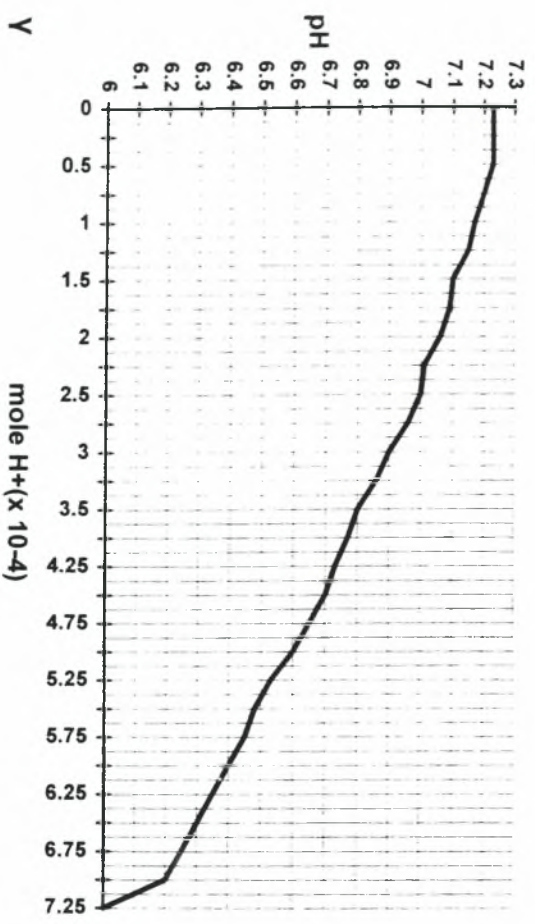
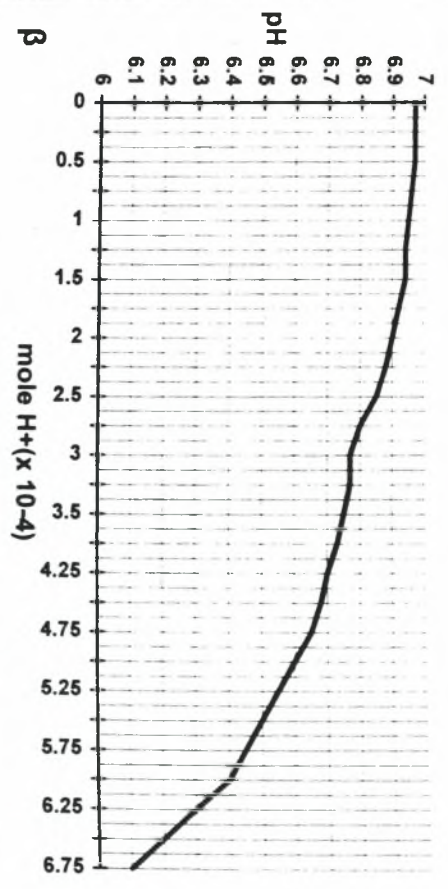
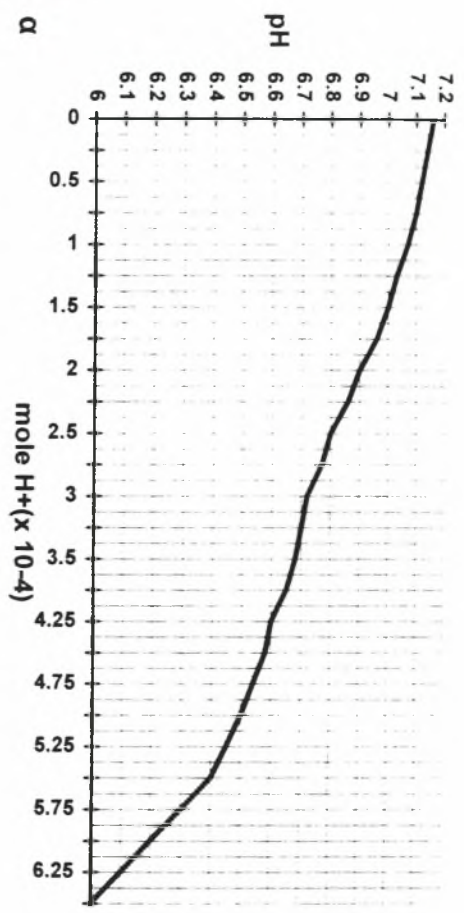
- (α): γεώτρηση T45
- (β): γεώτρηση T46
- (γ): γεώτρηση T47
- (δ): γεώτρηση T48

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκίων, Αγκιάδου, Διμηγίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.



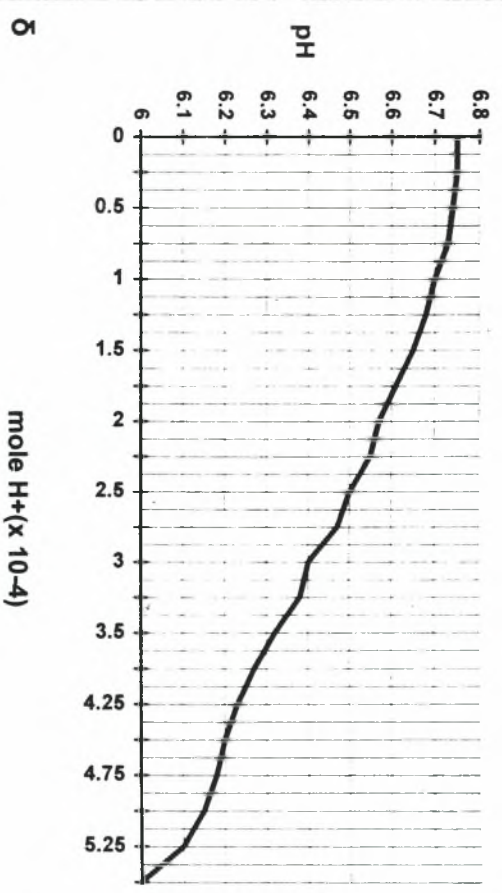
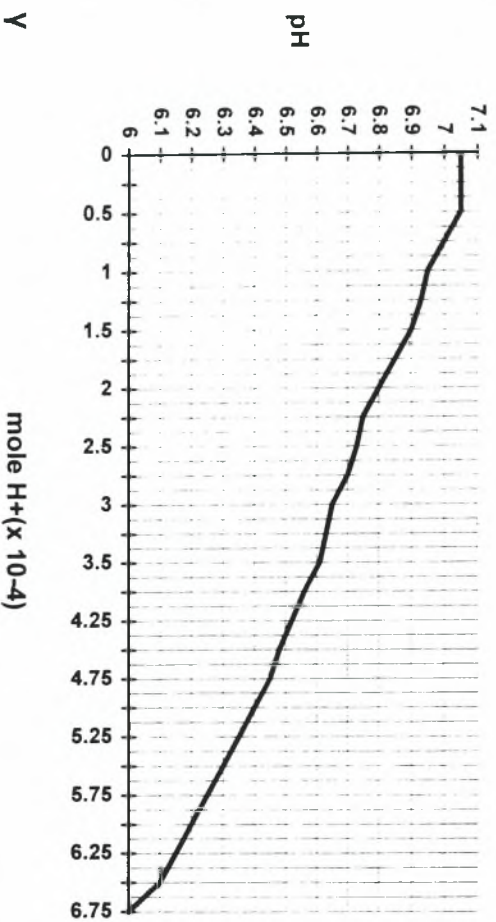
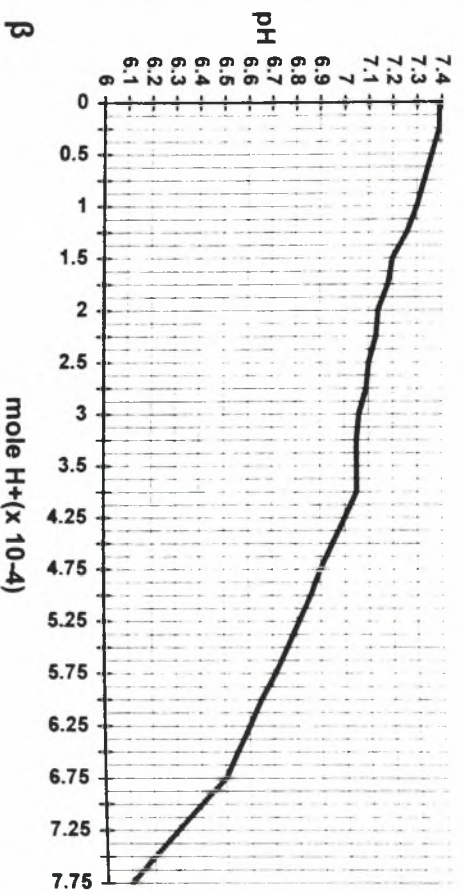
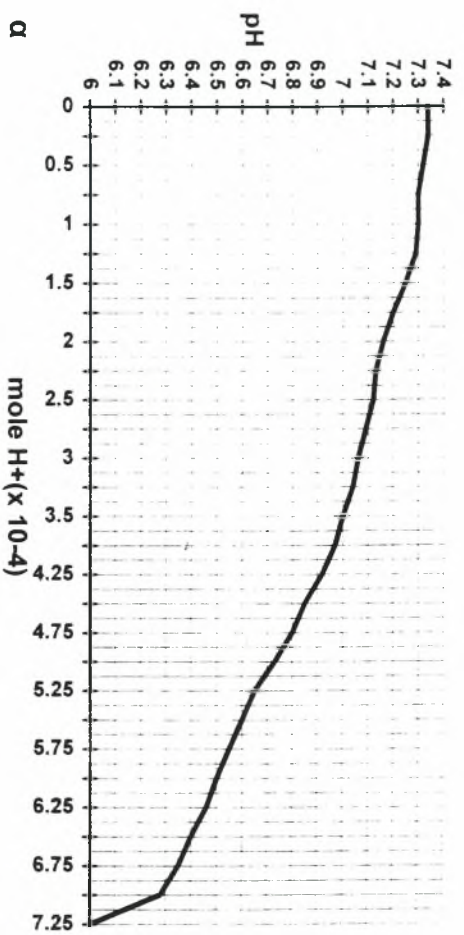
(α): γεώτρηση T2
(β): γεώτρηση T3
(γ): γεώτρηση T4
(δ): γεώτρηση T5

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδικών, Αγγιάδου, Διμηλίου, Βελεστίνου, Ριζομάδου.



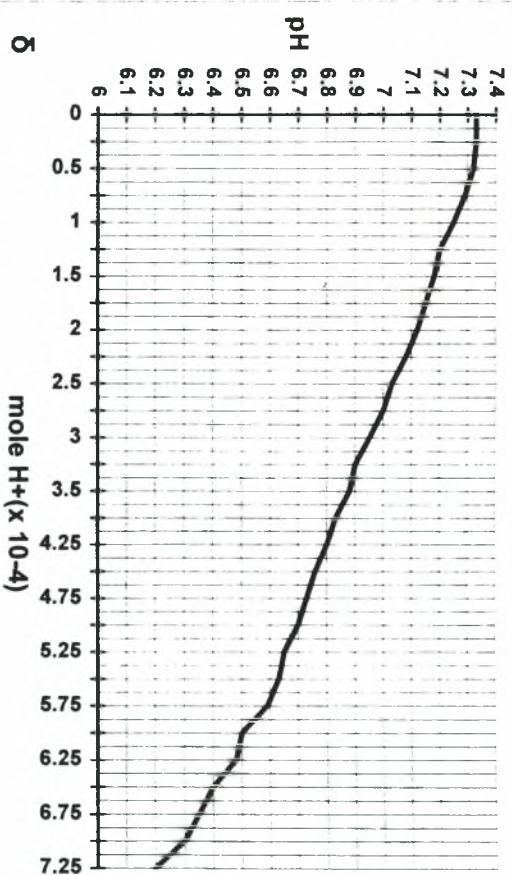
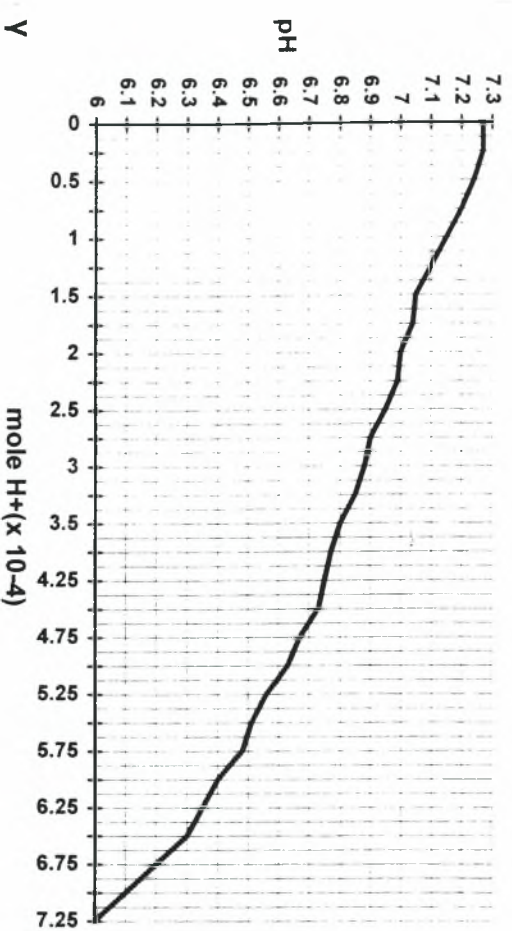
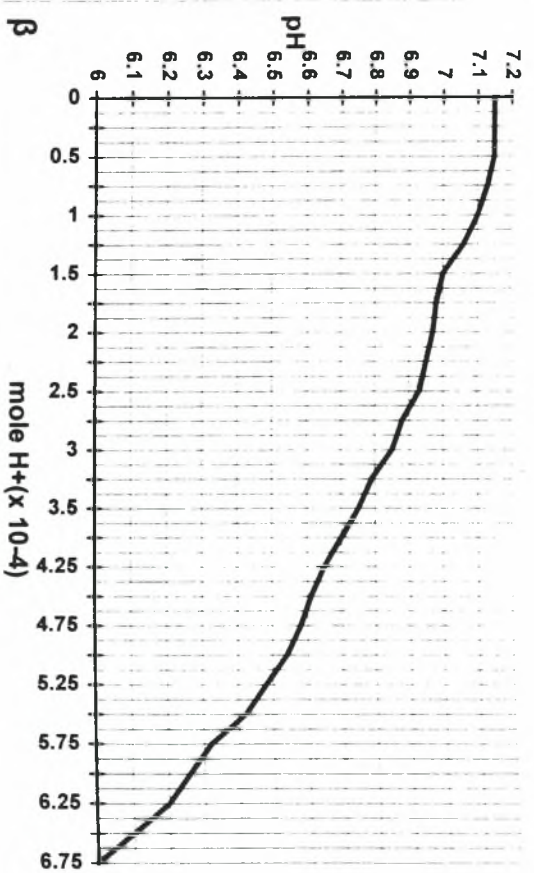
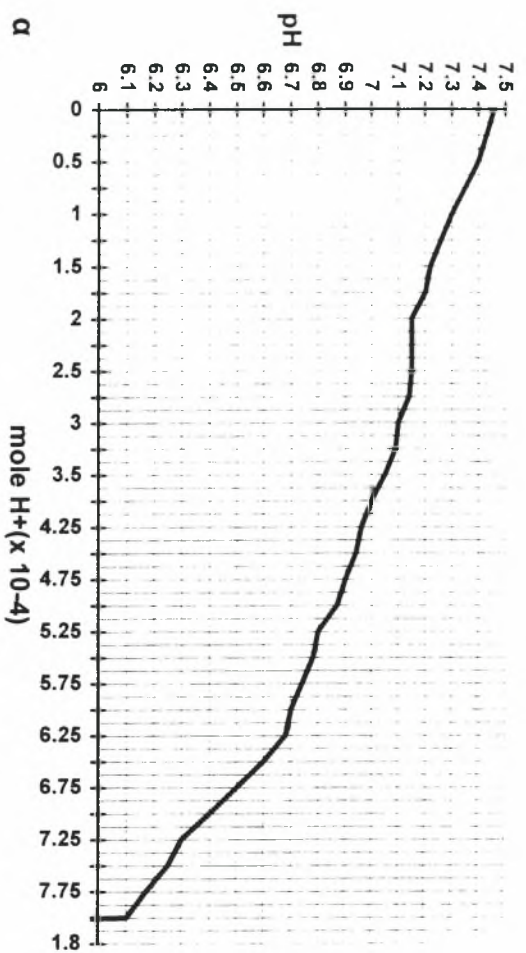
- (α): γεώτρηση T6
- (β): γεώτρηση T7
- (γ): γεώτρηση T8
- (δ): γεώτρηση T9

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδυκίων, Αγκιάδου, Διμηνίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.



(α):γεώτρηση T10
(β):γεώτρηση T11
(γ):γεώτρηση T12
(δ):γεώτρηση T13

Ρυθμιστική Ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδυκίων, Αγγιάδου, Διληνίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.



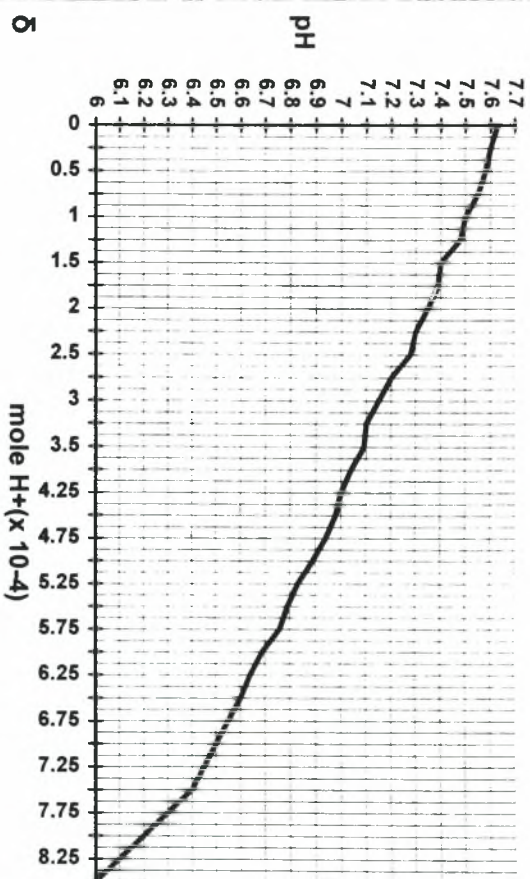
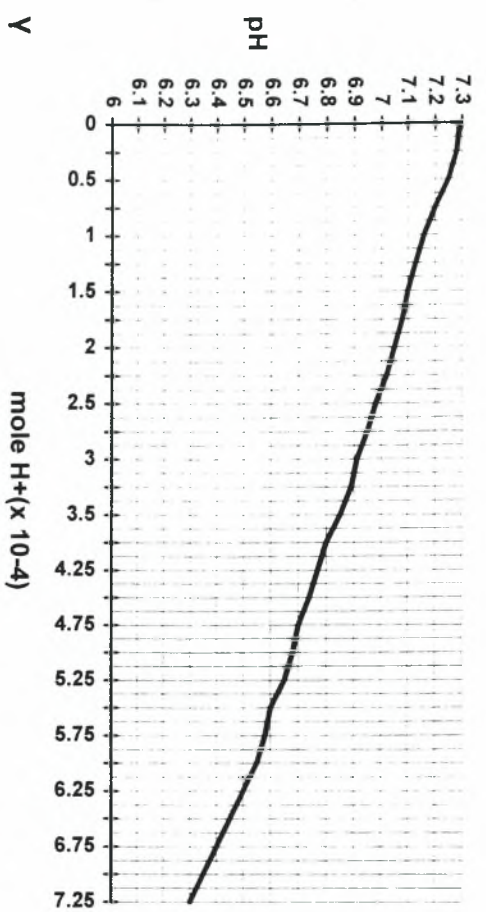
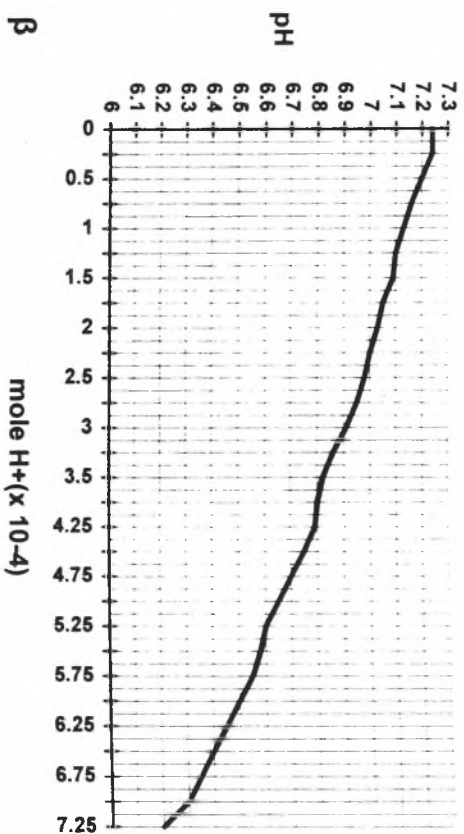
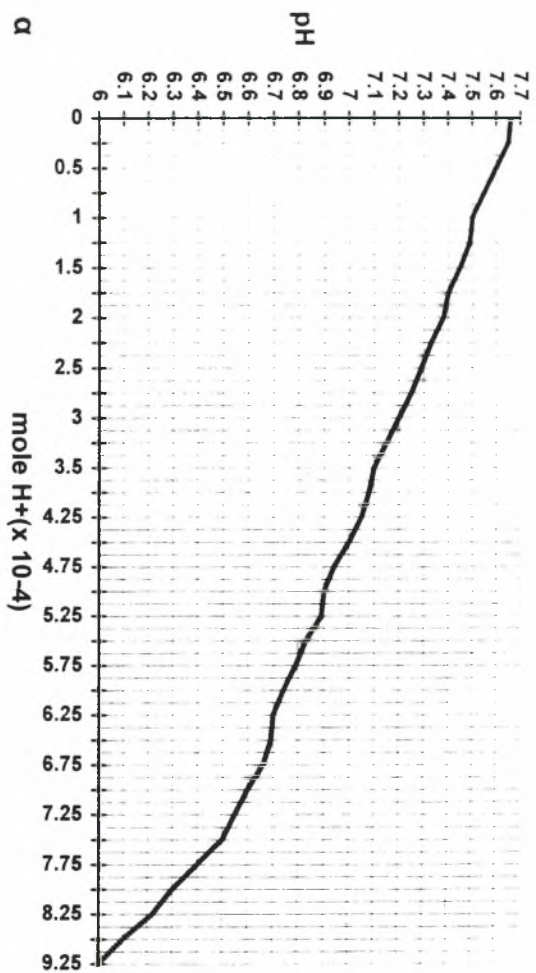
(α):γεώτρηση T14

(β):γεώτρηση T15

(γ):γεώτρηση T16

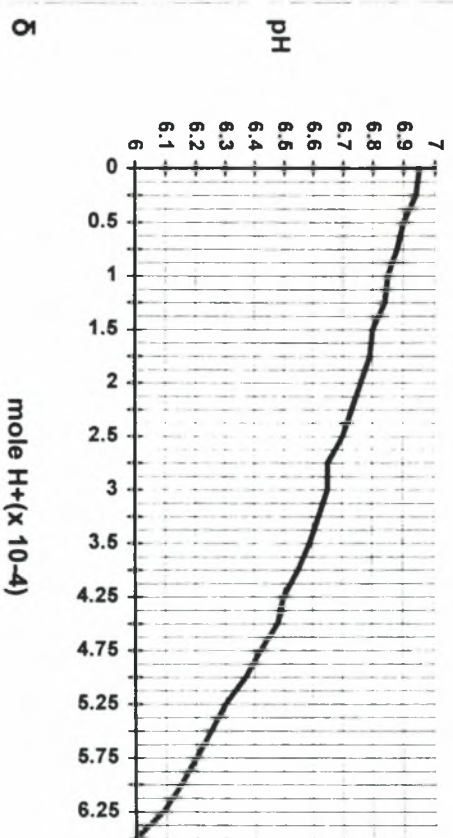
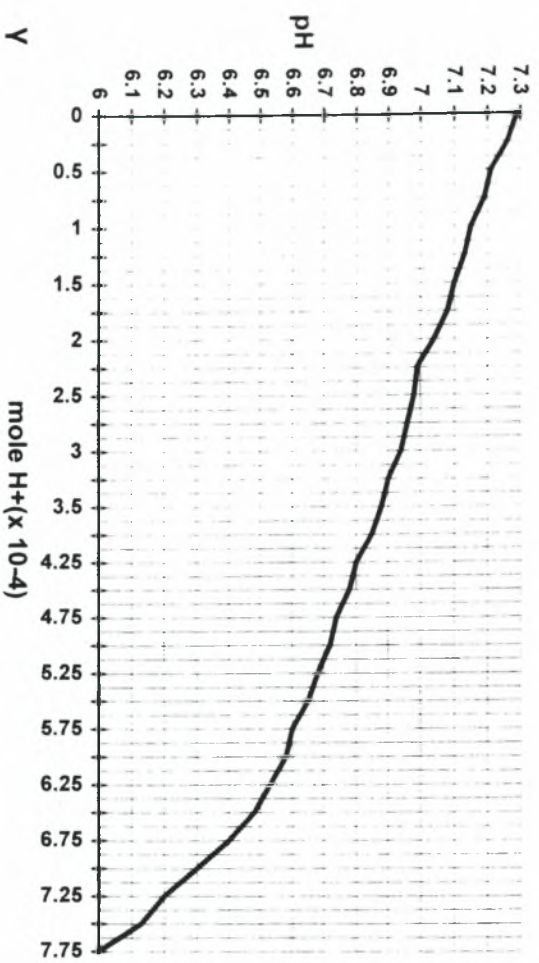
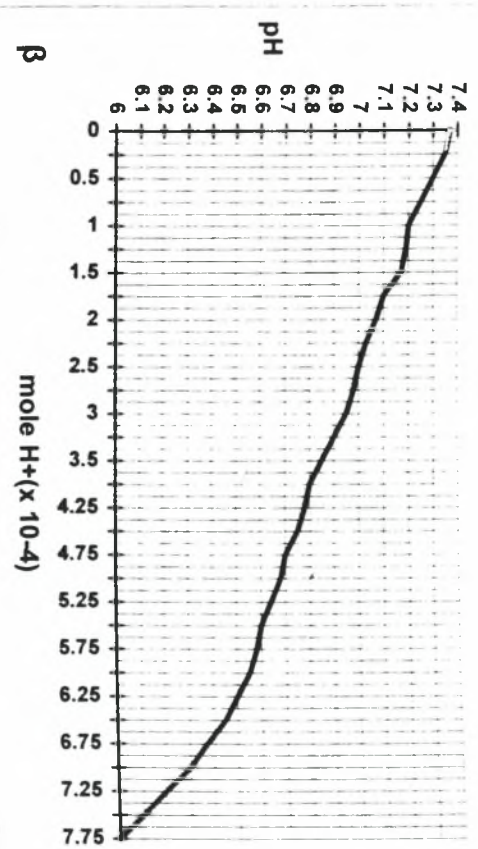
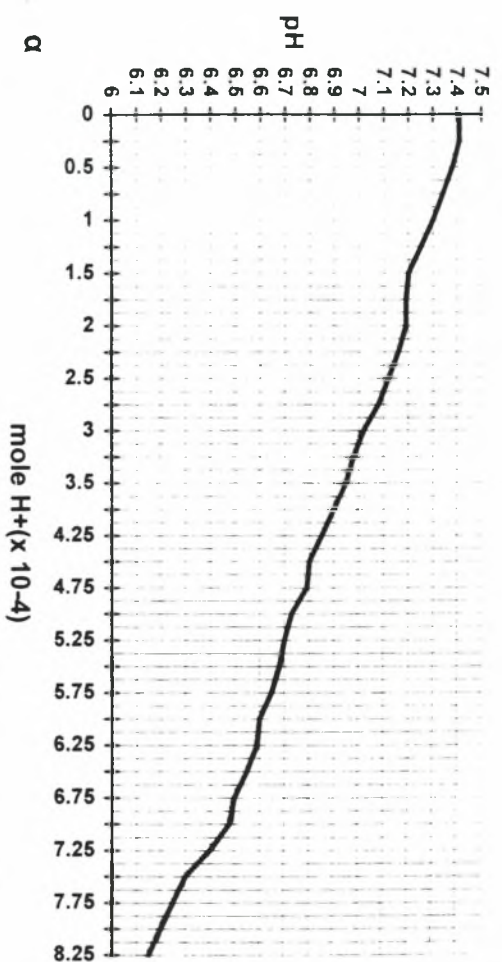
(δ):γεώτρηση T17

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αδυκίων, Αγγιάδου, Δημηλίου, Βελεστίου, Ριζομούδου.



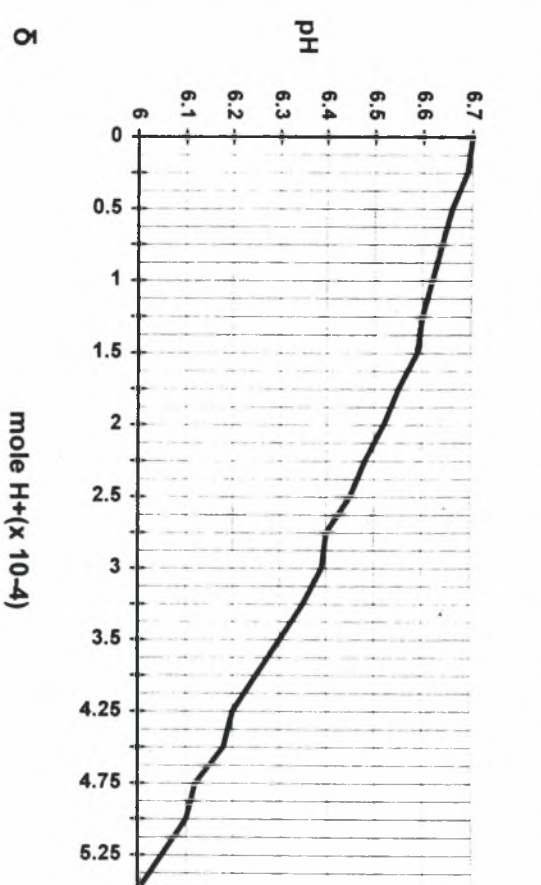
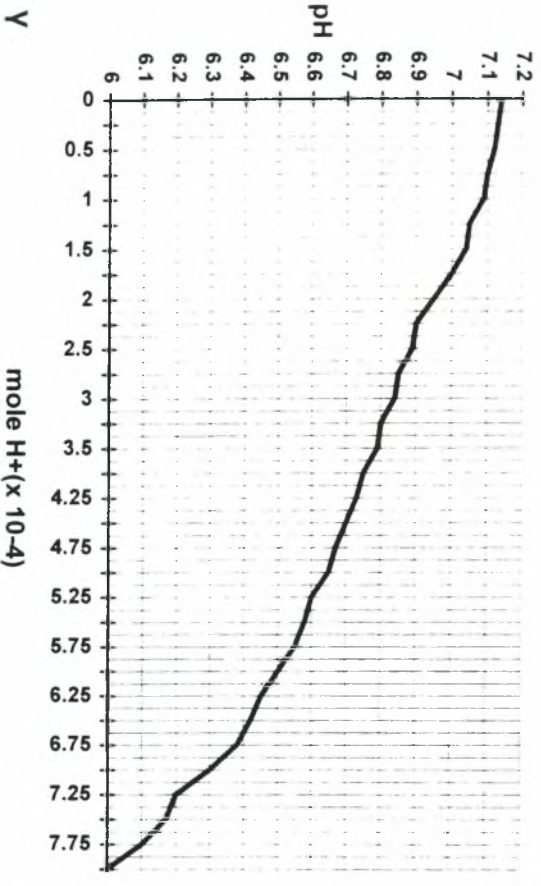
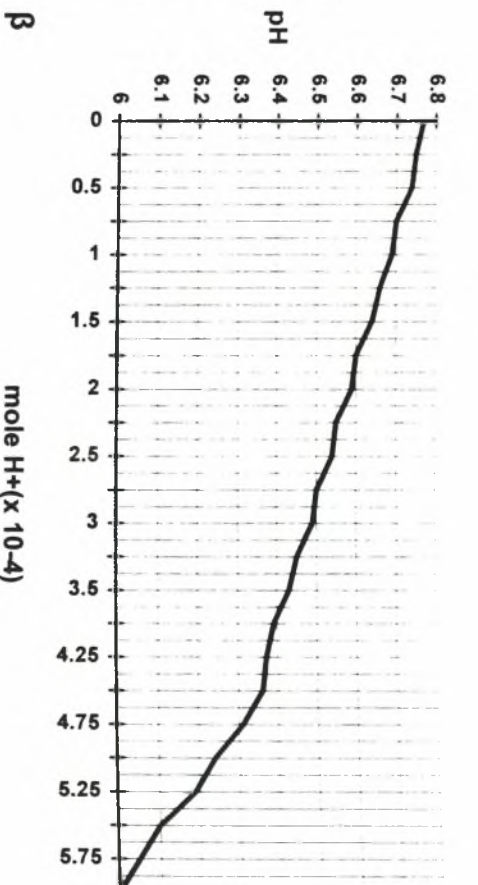
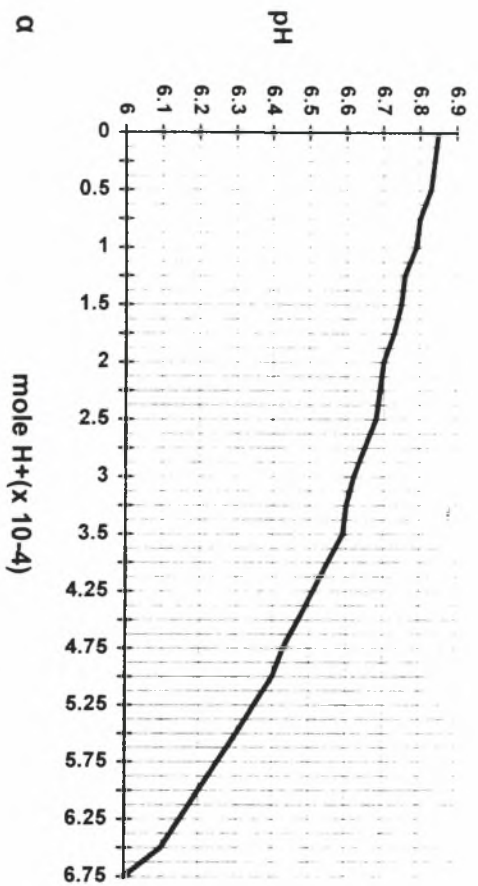
- (α): γεώτρηση T18
- (β): γεώτρηση T19
- (γ): γεώτρηση T20
- (δ): γεώτρηση T21

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκίων, Αγχιάδου, Διμηλίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.



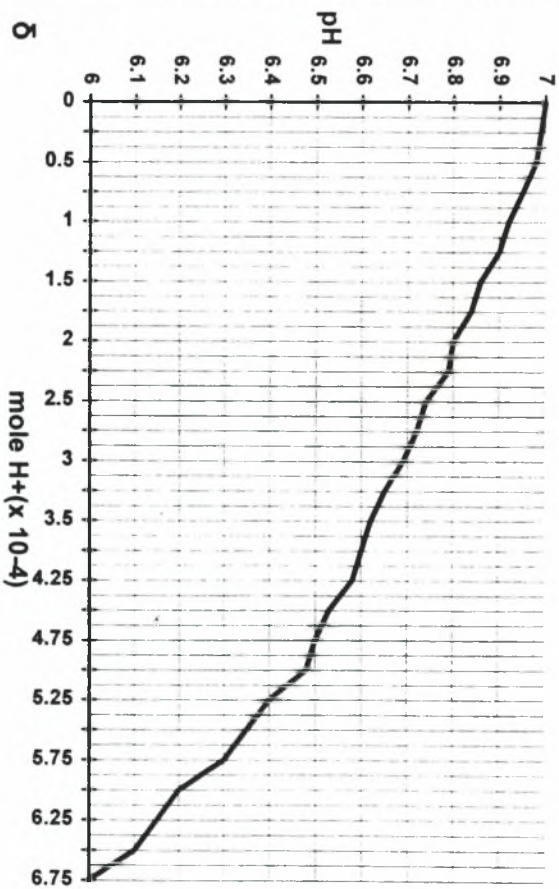
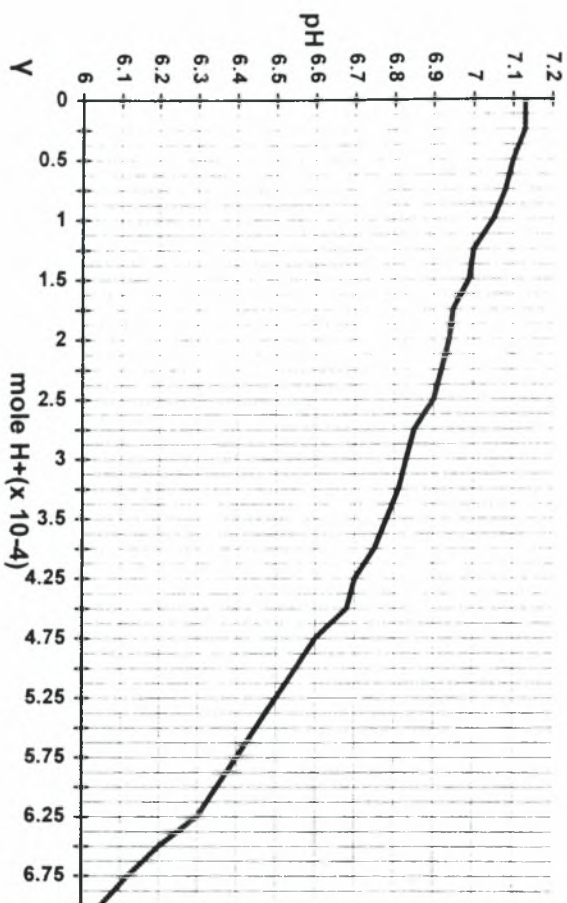
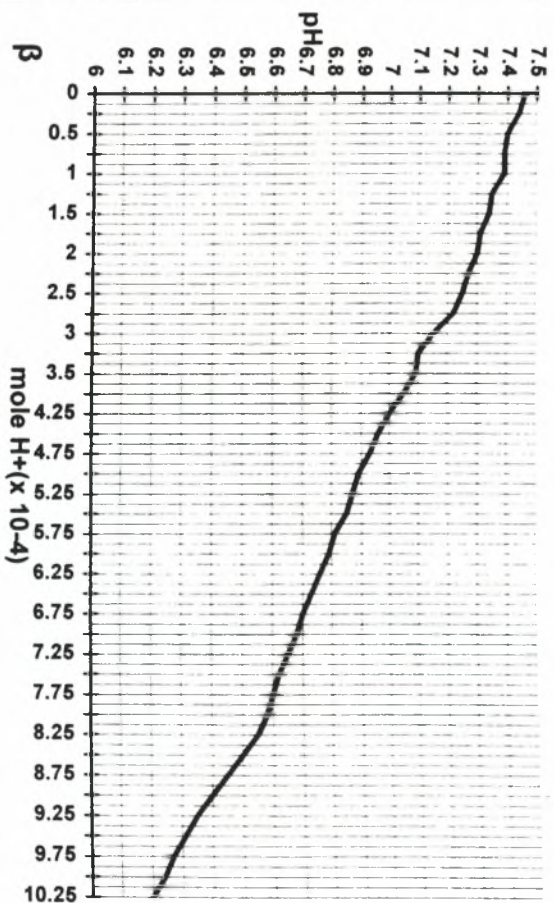
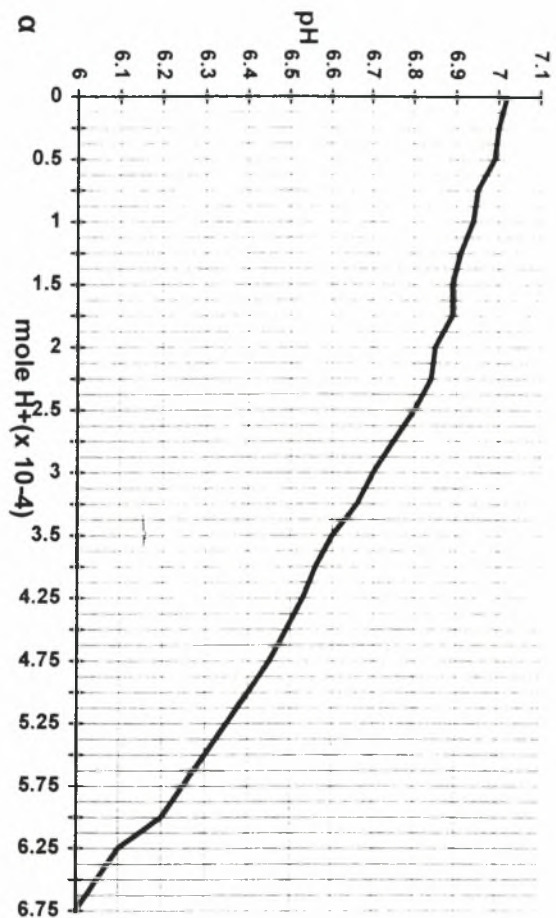
- (α): γεώτρηση T22
- (β): γεώτρηση T23
- (γ): γεώτρηση T24
- (δ): γεώτρηση T25

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκών, Αγγιάδου, Διμηνίου, Βελεστίνου, Ριζομούδου.



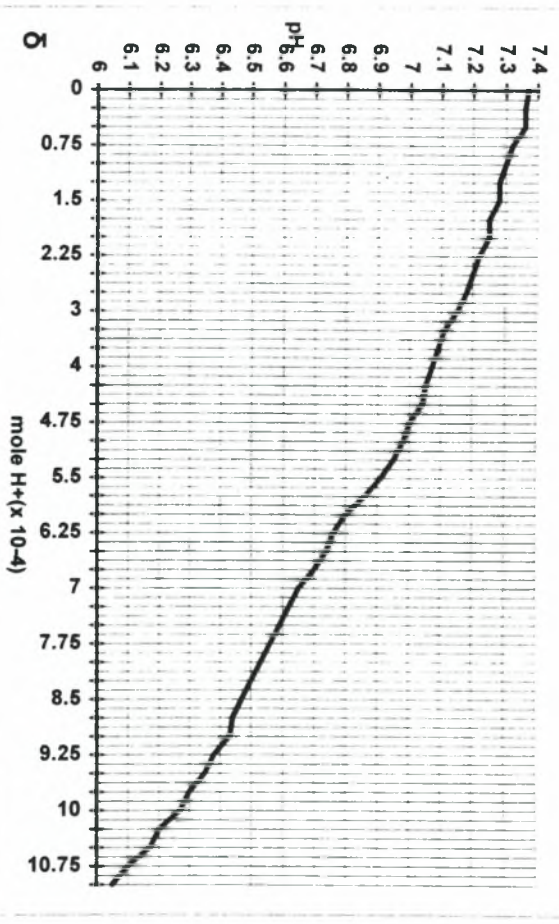
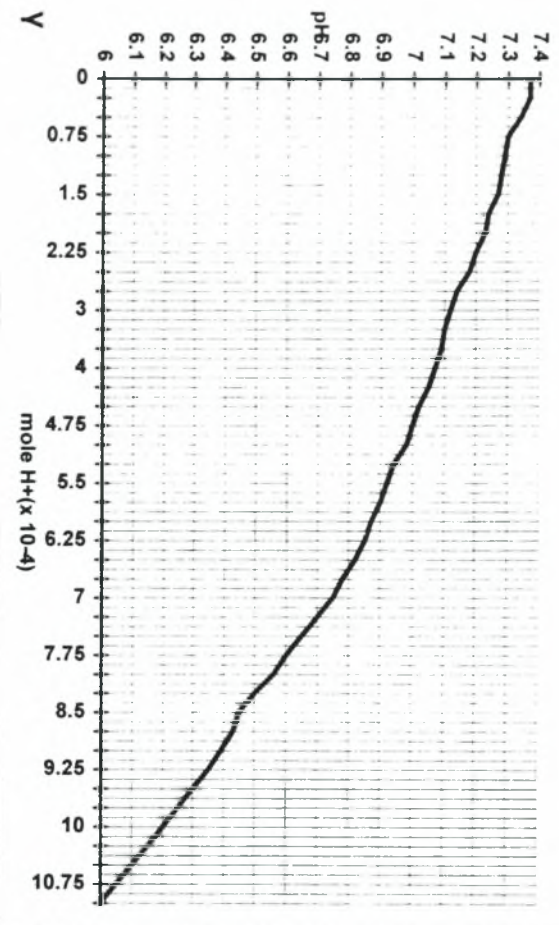
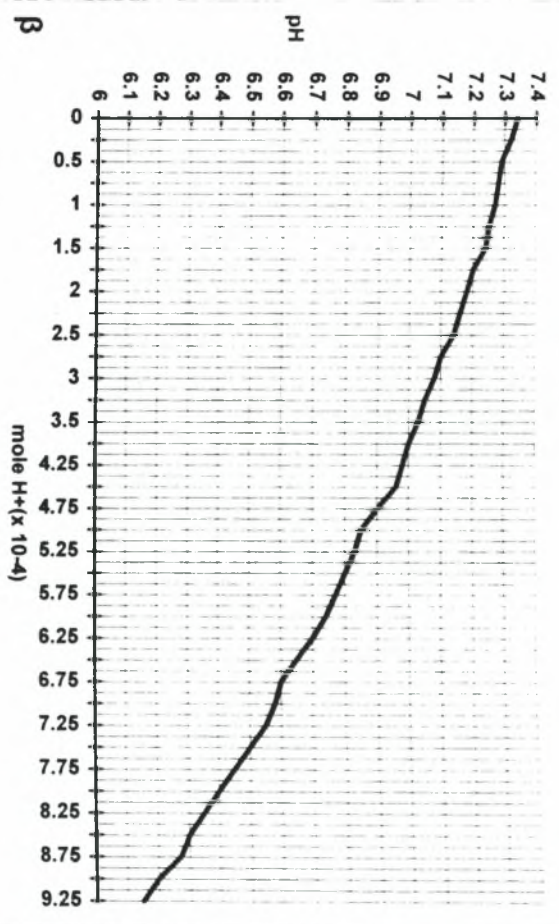
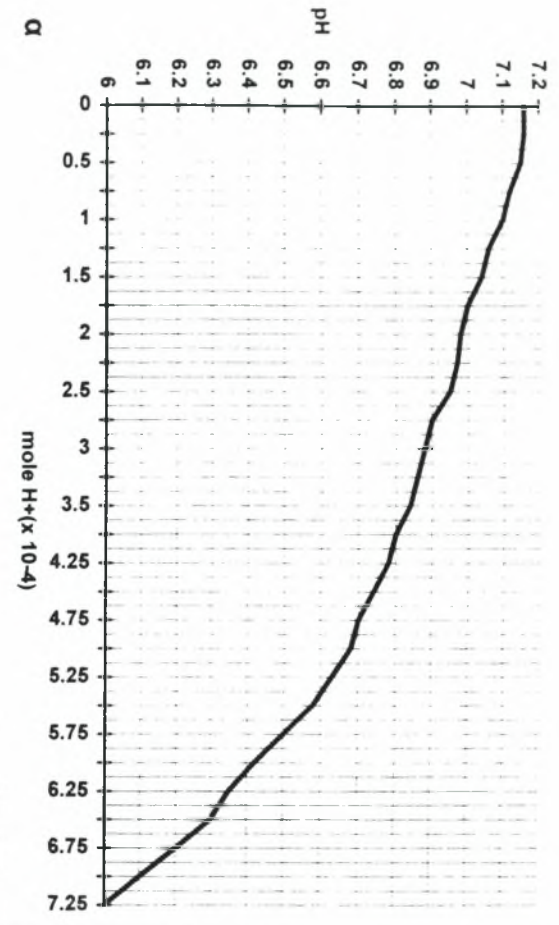
- (α): γεώτρηση T26
- (β): γεώτρηση T27
- (γ): γεώτρηση T28
- (δ): γεώτρηση T29

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκίων, Αγγιάδου, Διμηνίου, Βελεστίνου, Ριζομούδου.



- (α): γεώτρηση T30
- (β): γεώτρηση T31
- (γ): γεώτρηση T32
- (δ): γεώτρηση T33

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλικίων, Αγκιάδου, Διμηγίου, Βελεστίνου, Ριζομύδου.

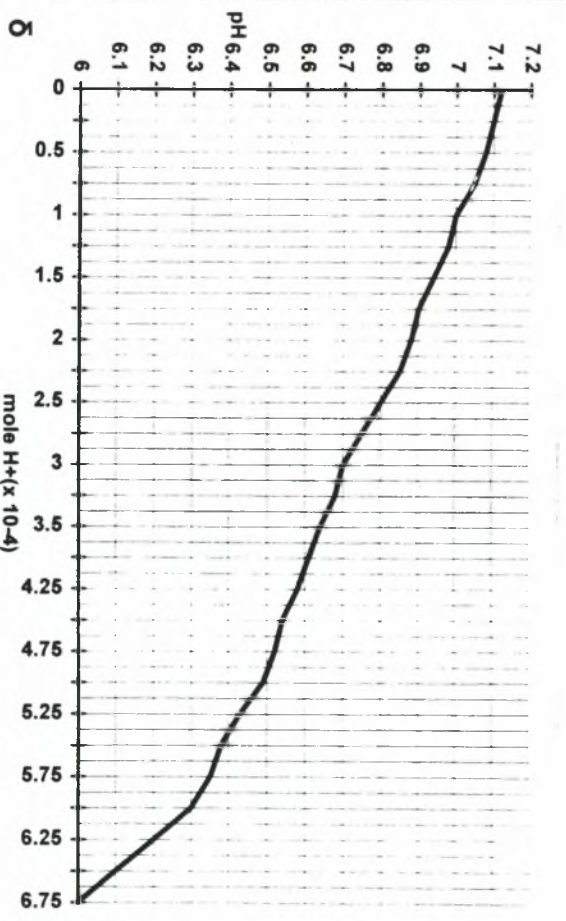
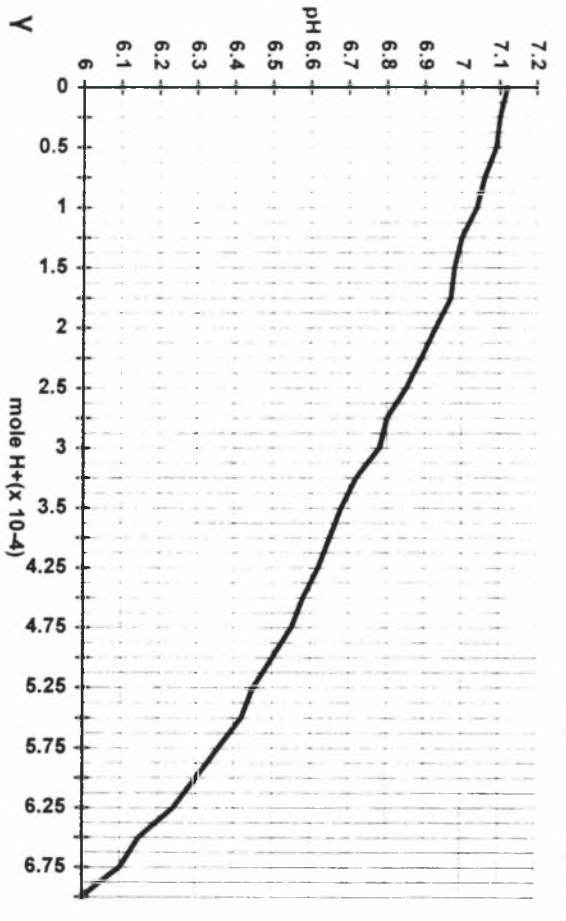
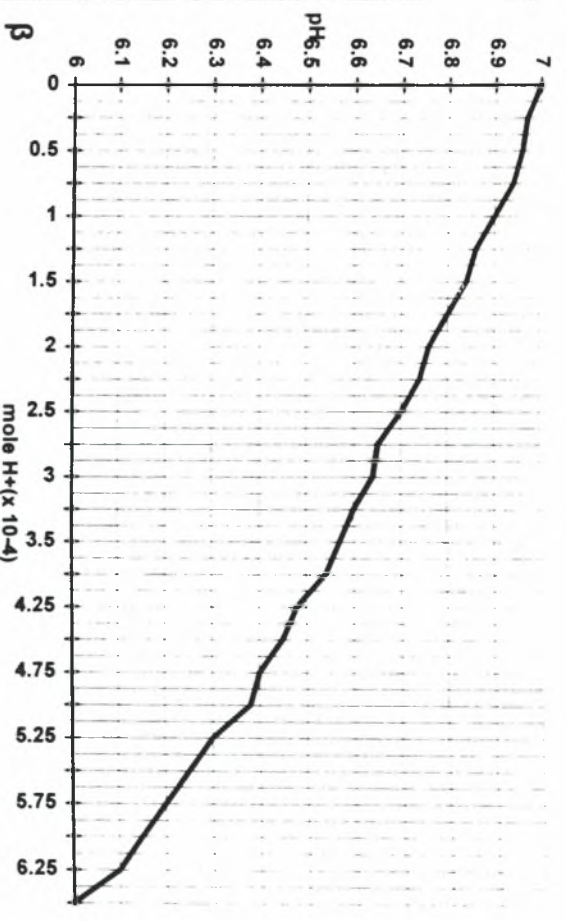
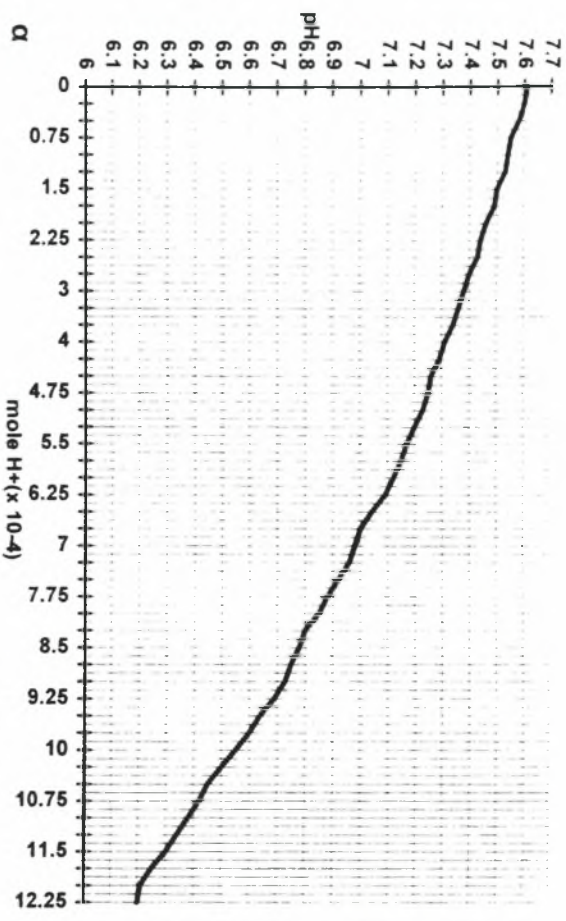


(α):γεώτρηση T34

(β):γεώτρηση T35

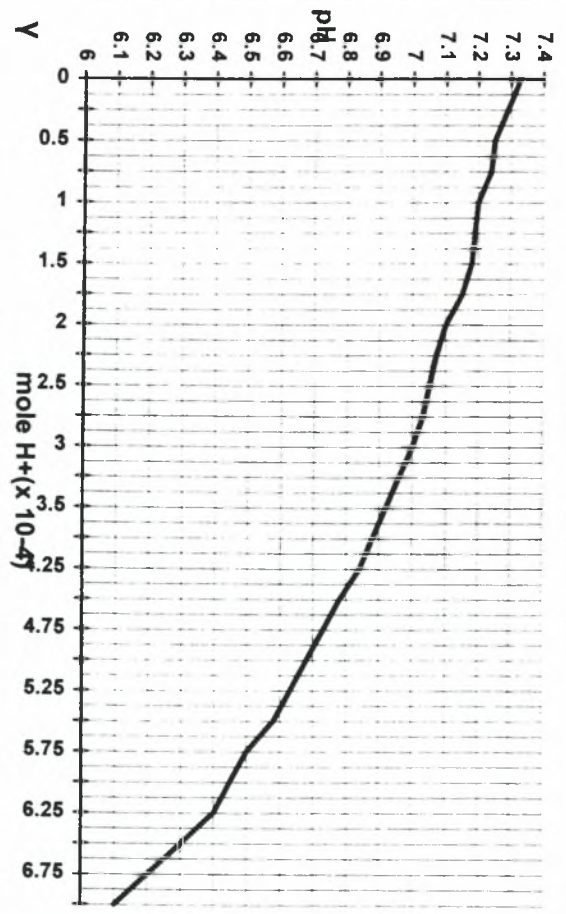
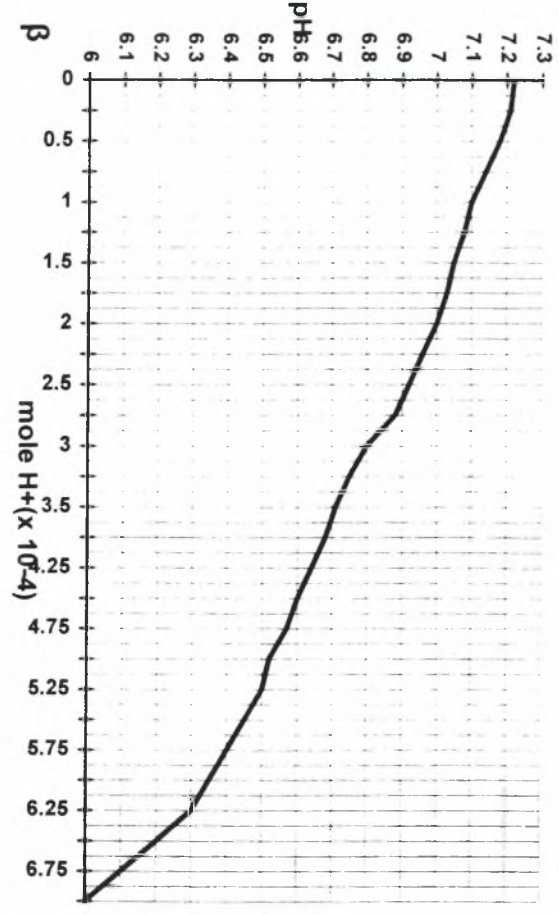
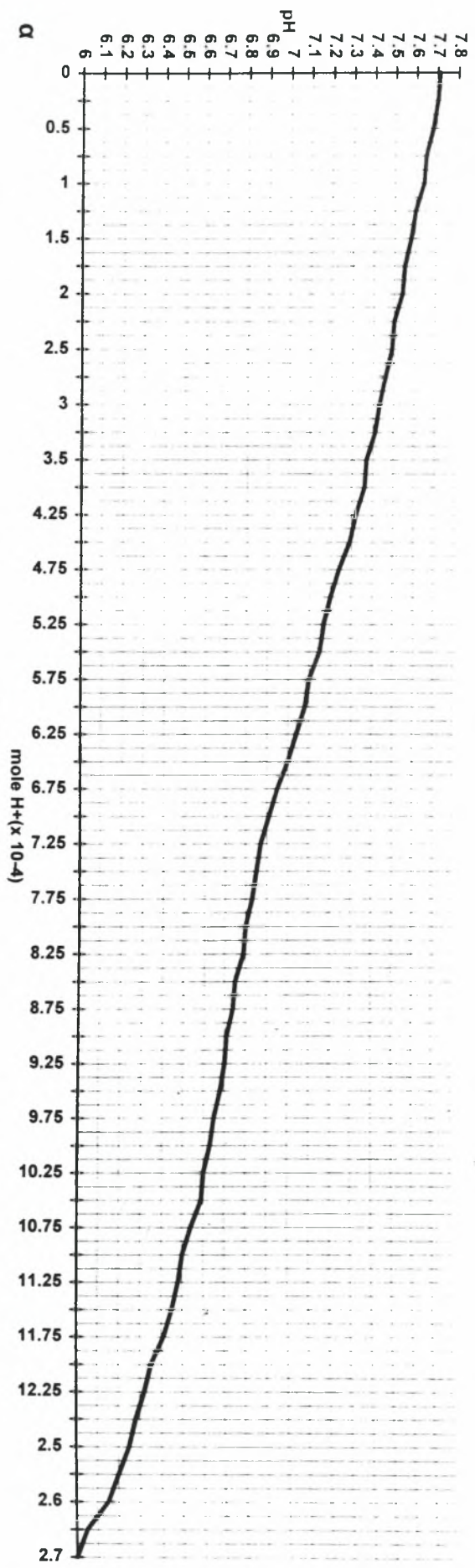
(γ):γεώτρηση T36

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκιάς, Διμηνίου, Βελεστινίου, Ριζομύδου.



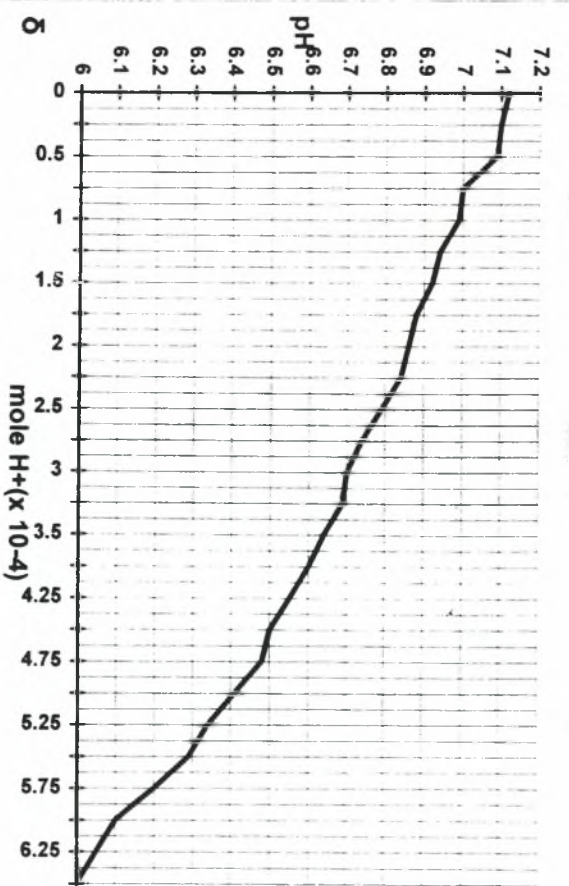
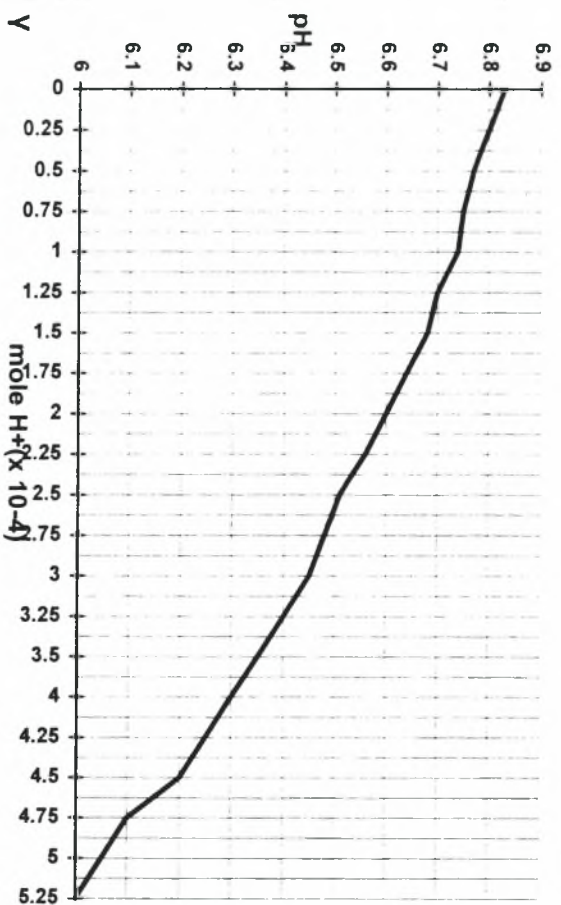
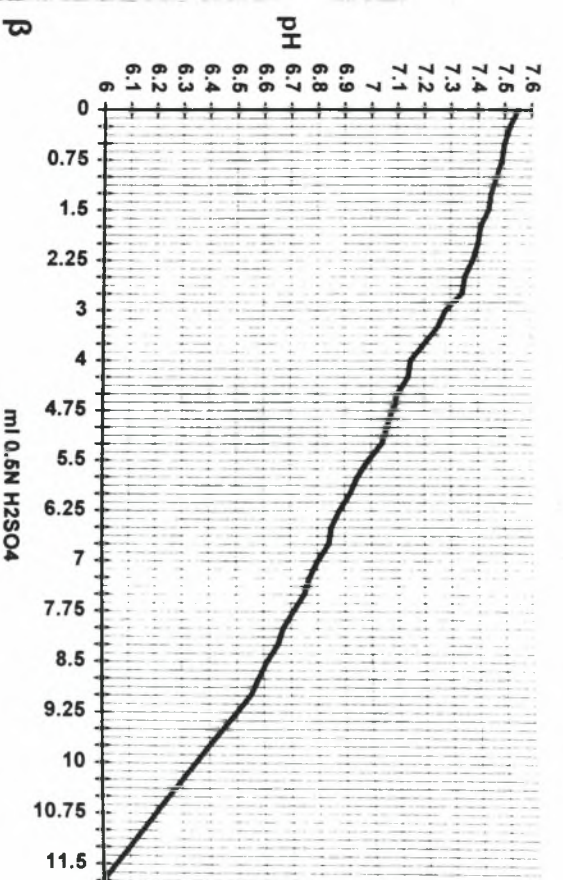
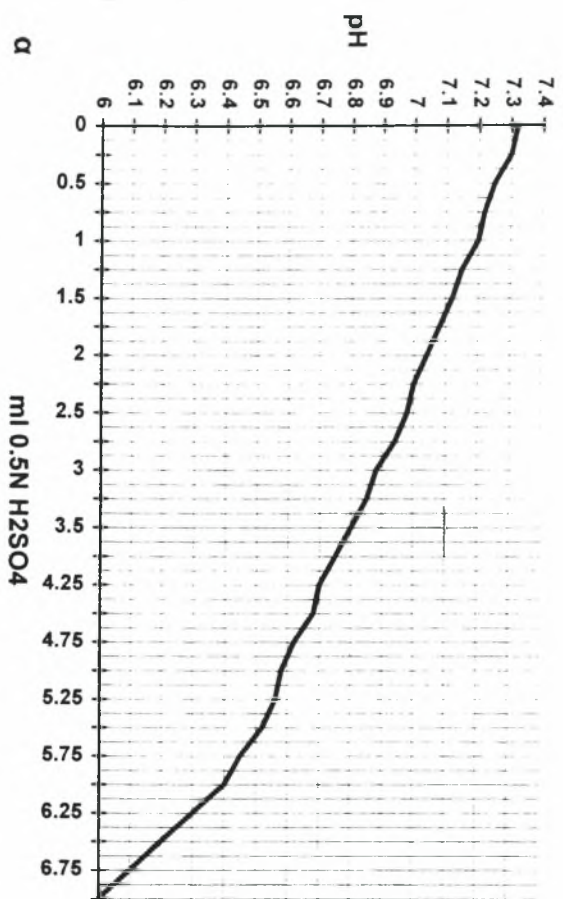
- (α): γεώτρηση T38
- (β): γεώτρηση T39
- (γ): γεώτρηση T40
- (δ): γεώτρηση T41

Ρυθμιστική Ικανότητα νερού από γεωτοήσεις των περιοχών Δακκών, Αντιλάου, Διπνίου, Βελεστίνου, Ριζούδου.



(α): γεώτρηση T42
 (β): γεώτρηση T43
 (γ): γεώτρηση T44

Ρυθμιστική ικανότητα νερού από γεωτρήσεις των περιοχών Αλωκών, Αλχιδάου, Διηηνίου, Βελεστίνου, Ριζομύλου.



(α): γεώτρηση T45
 (β): γεώτρηση T46
 (γ): γεώτρηση T47
 (δ): γεώτρηση T48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Α. Η κατάταξη των νερών αρδεύσεως σύμφωνα με το εργαστήριο αλατούχων εδαφών των Η.Π.Α έχει ως εξής:(**Διάγραμμα 1**)

1. Περιοχή Πηλίου

| Κατηγορία | | Ποσοστά |
|-----------|--|---------|
| C1S1 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι πολύ μικρός και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι πολύ μικρός. | 2,3% |
| C2S1 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μικρός και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι μέτριος. | 32,5% |
| C3S1 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μικρός και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι σχετικά υψηλός. | 53,48% |
| C3S2 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μέσος και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι σχετικά υψηλός. | 2,3% |
| C4S2 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μέσος και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι υψηλός. | 9,3% |

2. Περιοχές Αλυκών -Αγχιάλου-Διμηνίου

| Κατηγορία | | Ποσοστά |
|-----------|---|---------|
| C2S1 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μικρός και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι μέτριος. | 3,7% |
| C3S1 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μικρός και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι μέτριος. | 25,9% |
| C3S2 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μέσος και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι σχετικά υψηλός. | 14,81% |
| C4S1 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μικρός και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι υψηλός. | 3,7% |
| C4S2 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μέσος και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι υψηλός. | 11,1% |
| C4S4 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι πολύ μεγάλος και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι υψηλός. | 11,1% |
| C5S1 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μικρός και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι πολύ υψηλός, | 3,7% |
| C5S4 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι πολύ μεγάλος και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι πολύ υψηλός. | 25,99% |

3. Περιοχές Βελεστίνου -Ριζομύλου

| Κατηγορία | | Ποσοστά |
|-----------|--|---------|
| C2S1 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μικρός και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι μέτριος. | 72,2% |
| C3S1 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μικρός και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι σχετικά υψηλός. | 22,2% |
| C3S2 | Ο κίνδυνος νατρίου είναι μέσος και ο κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών είναι σχετικά υψηλός, | 5,5% |

B. Η κατάταξη των νερών με βάση το υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο (Residual Sodium Carbonate,R.S.C), έχει ως εξής: **(Διάγραμμα 2)**

1.Περιοχή Πηλίου

| Κατηγορίες R.S.C | | Ποσοστά |
|------------------|--|---------|
| <<1,25 | Νερά χωρίς κίνδυνο υπολειμματικού ανθρακικού νατρίου. | 81,42% |
| <1,25 | Τα νερά περιέχουν λίγο υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο. | 11,6% |
| 1,25-2,5 | Τα νερά περιέχουν μέτριο υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο. | 4,65% |
| >2,5 | Τα νερά περιέχουν πολύ υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο. | 2,32% |

2. Περιοχές Αλυκών-Αγχιάλου-Διμηνίου

| Κατηγορίες R.S.C | | Ποσοστά |
|------------------|--|---------|
| <<1,25 | Νερά χωρίς κίνδυνο υπολειμματικού ανθρακικού νατρίου. | 92,6% |
| <1,25 | Τα νερά περιέχουν λίγο υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο. | 7,4% |

3. Περιοχές Βελεστίνου -Ριζομύλου

| Κατηγορίες R.S.C | | Ποσοστά |
|------------------|--|---------|
| <<1,25 | Νερά χωρίς κίνδυνο υπολειμματικού ανθρακικού νατρίου. | 83,4% |
| <1,25 | Τα νερά περιέχουν λίγο υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο. | 16,6% |

Γ. Η κατάταξη των νερών αρδεύσεως σύμφωνα με τις ερευνητικές εργασίες των Chridtiansen,et al (1977) έχει ως εξής:

Με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα ECw(μS/cm). (Διάγραμμα 3)

| | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχιάλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|----------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| Κατηγορίες νερών | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| Άριστο(0-500) | 9,3 | 0 | 5,5 |
| Καλό(500-1000) | 51,19 | 14,81 | 89 |
| Ανεκτό(1000-2000) | 27,9 | 25,92 | 5,5 |
| Αμφίβολο(2000-3000) | 11,6 | 14,81 | 0 |
| Επιβλαβές(3000-4000) | 0 | 11,1 | 0 |
| >4000 | | 33,3 | |

Με βάση το ποσοστό νατρίου.(Διάγραμμα 4)

| | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχιάλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|-------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| Κατηγορίες νερών | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| Άριστο(<40%) | 13,95 | 11,1 | 0 |
| Καλό(40-60%) | 62,79 | 37,03 | 66,6 |
| Ανεκτό(60-70%) | 9,3 | 3,7 | 11,1 |
| Αμφίβολο(70-80%) | 0 | 7,4 | 11,1 |
| Επιβλαβές(80-90%) | 0 | 7,4 | 5,5 |
| >90% | | 33,37 | |

Με βάση το S.A.R (Διάγραμμα 5)

| | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχίαλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|---------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| Κατηγορίες νερών | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| Άριστο(<3) | 83,73 | 11,1 | 0 |
| Καλό(3-6) | 62,79 | 37,03 | 66,6 |
| Ανεκτό(6-9) | 9,3 | 3,7 | 11,1 |
| Αμφίβολο(9-12) | 0 | 7,4 | 11,1 |
| Επιβλαβές(12-15) | 0 | 7,4 | 5,5 |
| >15 | 0 | 33,37 | 0 |

Με βάση το R.S.C (Διάγραμμα 6)

| | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχίαλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|--------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| Κατηγορίες νερών | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| Άριστο(<0,5) | 90,71 | 92,6 | 100 |
| Καλό(0,5-1) | 2,82 | 7,4 | 0 |
| Ανεκτό(1,0-2,0) | 4,65 | 0 | 0 |
| Αμφίβολο(2,0-3,0) | 0 | 0 | 0 |
| Επιβλαβές(3,0-4,0) | 2,32 | 0 | 0 |

Με βάση τη συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου(meq/l).
(Διάγραμμα7)

| | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχιάλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|---------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| Κατηγορίες νερών | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| Άριστο(<3) | 79,08 | 14,81 | 88,9 |
| Καλό(3-6) | 6,97 | 14,81 | 0 |
| Ανεκτό(6-10) | 4,65 | 7,4 | 11,1 |
| Αμφίβολο(10-15) | 4,65 | 14,81 | 0 |
| Επιβλαβές(15-20) | 4,65 | 7,4 | 0 |
| >20 | | 33,3 | 0 |

Δ. Η κατάταξη των νερών αρδεύσεως σύμφωνα με τους Ayers και Westcot ,1976 , έχει ως εξής:

Με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα ECw(μS/cm): (Διάγραμμα 8)

| | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχιάλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|--|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| Βαθμός προβλήματος | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| Καμία επίπτωση(0- 700) | 25,58 | 0 | 33,3 |
| Μικρή μέχρι μέση επίπτωση(700-3000) | 74,42 | 55,5 | 66,6 |
| Μεγάλη επίπτωση(>3000) | 0 | 44,5 | 0 |

Με βάση το S.A.R και την ECw(μS/cm):

Πήλιο (Διάγραμμα 9)

| | Καμία επίπτωση | | Μικρή μέχρι μέση επίπτωση | |
|-------|-------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| S.A.R | ECw | Ποσοστά % | ECw | Ποσοστά % |
| 0-3 | >700 | 58,13 | 700-200 | |
| 3-6 | >1200 | 2,32 | 1200-300 | 0 |
| 6-12 | >1900 | 6,97 | 1900-500 | |
| 12-20 | >2900 | 0,23 | 2900- 1300 | 4,65 |

Αλυκές -Αγγιάλος-Διμήνη (Διάγραμμα 10)

| | Καμία επίπτωση | | Μικρή μέχρι μέση επίπτωση | |
|-------|-------------------|-----------|---------------------------------|---------------|
| S.A.R | ECw | Ποσοστά % | ECw | Ποσοσ τά % |
| 0-3 | >700 | 18,5 | 700-200 | 0 |
| 3-6 | >1200 | 11,1 | 1200-300 | 3,7 |
| 6-12 | >1900 | 11,1 | 1900-500 | 11,1 |
| 12-20 | >2900 | 0 | 2900-1300 | 11,1 |
| | >5000 | 14,8 | 5000-2900 | 7,4 |

Βελεστίνο -Ριζόμυλος (Διάγραμμα 11)

| | Καμία επίπτωση | | Μικρή μέχρι μέση επίπτωση | |
|-------|-------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| S.A.R | ECw | Ποσοστά % | ECw | Ποσοστά % |
| 0-3 | >700 | 50 | 700-200 | 33,3 |
| 3-6 | >1200 | 0 | 1200-300 | 11,1 |
| 6-12 | >1900 | 0 | 1900-500 | 5,5 |
| 12-20 | >2900 | 0 | 2900-1300 | 0 |

Με βάση το Νάτριο: (Διαγράμματα 12 και 13)

| Επιφανειακή άρδευση | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχιάλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|------------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| S.A.R | | | |
| <3 | 9,3 | 14,81 | 77,7 |
| 3-9 | 53,4 | 25,9 | 11,1 |
| >9 | 37 | 59,26 | 5,5 |
| Καταιονισμός | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχιάλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
| | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| S.A.R | | | |
| <3 | 9,3 | 14,81 | 77,7 |
| >3 | 53,48 | 85,16 | 16,6 |

Με βάση το γλώριο: (Διαγράμματα 14 και 15)

| Επιφανειακή άρδευση | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχίαλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|---------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| <4 meq/lt | 83,72 | 14,81 | 88,8 |
| 4-10 meq/lt | 6,97 | 22,2 | 11,1 |
| >10 meq/lt | 9 | 62,97 | |
| | | | |
| Καταιονισμός | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχίαλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
| | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| <3 meq/lt | 79 | 14,81 | 88,8 |
| >3 meq/lt | 20,94 | 85,19 | 11,1 |

Με βάση το άζωτο (NO₃ - N) (Διάγραμμα 16)

| NO ₃ -N | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχίαλος.- Διμήνι. | Βελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|--------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| <5 meq/lt | 100 | 100 | 100 |
| 5-30 meq/lt | 0 | 0 | 0 |
| >30 meq/lt | 0 | 0 | 0 |

Με βάση τη συγκέντρωση των HCO_3^- (Διάγραμμα 17)

| HCO_3^- | Πήλιο | Αλυκές.- Αγχιάλος.- Διμήνι. | Μελεστίνο.- Ριζόμυλος |
|------------------|-----------|-----------------------------------|--------------------------|
| | Ποσοστά % | Ποσοστά % | Ποσοστά % |
| <1,5meq/l | 2,32 | 0 | 0 |
| 1,5-3meq/l | 95,35 | 77,7 | 100 |
| >8,5 meq/l | 2,32 | 25,92 | 0 |

Στα διαγράμματα 22 και 23 παρουσιάζονται συγκριτικά οι τιμές του SAR και της EC_w για τις γεωτρήσεις των περιοχών του Πηλίου. Από τη μελέτη των διαγραμμάτων αυτών φαίνεται ότι οι τιμές του λόγου προσρόφησης του νατρίου (SAR) παρουσιάζουν αύξηση κατά την περίοδο 1997 εξαιτίας της άυξησης της συγκέντρωσης του νατρίου στα νερά, ενώ οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC_w) κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα και στα δύο έτη 1996 και 1997.

Η ανάλυση και η κατάταξη των νερών από τις γεωτρήσεις των περιοχών του Πηλίου στις περιοχές Κάτω και Άνω Λεχωνίων και των Καλών Νερών έδειξε ότι οι γεωτρήσεις αυτές έχουν άριστο μέχρι καλό νερό με ηλεκτρική αγωγιμότητα που φτάνει τα 1000 μS/cm, ενώ η περιοχή της Γατζέας έχει νερό ανεκτό μέχρι αμφίβολο αφού οι γεωτρήσεις της περιοχής έχουν νερά με ηλεκτρική αγωγιμότητα από 2000-3000 μS/cm.

Οι περιοχές Αλυκών -Αγχιάλου -Διμηνίου έχουν νερά που η ποιότητά τους κυμαίνεται από ανεκτή μέχρι ακατάλληλη διότι τα νερά αυτά έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα από 1000 μέχρι 3000 μS/cm και άνω με ελάχιστες εξαιρέσεις όπου η ηλεκτρική αγωγιμότητα των νερών είναι μικρότερη από 1000 μS/cm.

Οι κύριες καλλιέργειες στις περιοχές του Πηλίου είναι οπωρώνες με γιγαρτόκαρπα (αχλαδιές), εσπεριδοειδή, πυρηνόκαρπα (Santa Rosa, τζανεριές), κερασιές, αμπέλια και κηπευτικά (ντομάτες, κολοκυθάκια, μελιτζάνες, λάχανα) τόσο υπαίθρια όσο και υπό κάλυψη. Στις περιοχές Αλυκών, Αγχιάλου, Διμηνίου υπάρχουν ανάλογες καλλιέργειες. Αν και οι καλλιέργειες αυτές δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στις υψηλές αγωγιμότητες του νερού, ωστόσο υφίστανται τις δυσμενείς συνέπειες που προκαλεί η αυξημένη αλατότητα του νερού στα φυτά.

Στο Βελεστίνο και στο Ριζόμυλο κυριαρχούν οι καλλιέργειες του βαμβακιού και καλαμποκιού καθώς και οπωρώνες αχλαδιάς, ροδακινιάς, αμυγδαλιάς, φιστικιάς. Η πλειοψηφία των γεωτρήσεων των περιοχών αυτών έχουν νερό άριστο μέχρι καλό δηλαδή με ηλεκτρική αγωγιμότητα μέχρι 1000 μS/cm.

Στα διαγράμματα 18-21 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις (ppm) των νιτρικών και νιτρωδών ιόντων στα νερά των γεωτρήσεων στις υπό μελέτη περιοχές.

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων των γεωτρήσεων όπως φαίνονται στο διάγραμμα 19 και στη σελίδα 60 παρουσιάζουν

στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Οι τιμές των νιτρικών ιόντων για κάθε γεώτρηση συγκρίθηκαν κατά ζεύγη ,παίρνοντας όλες τις διαφορές D από κάθε ζεύγος και χρησιμοποιώντας το κριτήριο t με τη μορφή

$$t = \frac{\bar{D}}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2 / n}{n(n-1)}}$$

όπου

$$\bar{D} = \frac{\sum D}{n}$$

και $n=30$, ο αριθμός των ζευγών.

Η τιμή του $t=6,39$ είναι μεγαλύτερη από το t του πίνακα για πιθανότητα 5% ($t_{05} = 2,045$) και συνεπώς υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Η ελάχιστη σημαντική διαφορά (ΕΣΔ) δίνεται από τον τύπο:

$$ΕΣΔ = t_{05} \sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2 / n}{n(n-1)}}$$

και είναι $ΕΣΔ=4,45$.

Από τη στατιστική ανάλυση των δειγμάτων προκύπτουν τα εξής:(σελίδα 60)

i) Στην περιοχή των Κάτω Λεχωνίων οι γεωτρήσεις με κωδικούς M1-X41, M2-X37, M3-X38, M5-X39, M6-X40, M7-X43, M8-X2, M11-X4, M12-X7, M19-X36, M20-X6 το 1997 παρουσιάζουν μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων σε σχέση με το 1996, ενώ στη γεώτρηση με κωδικό M13-X5 η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων παραμένει η ίδια και στα δύο έτη.

ii) Στην περιοχή των Άνω Λεχωνίων οι γεωτρήσεις με κωδικούς M15-X14, M21-X16, M28-X8, M32-X9, M33-X19, M34-X12, M35-X13,

M36-X11 το 1997 παρουσιάζουν μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων σε σχέση με το 1996, ενώ στη γεώτρηση με κωδικό M22-X17 η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων κατά τα δύο έτη δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική διαφορά.

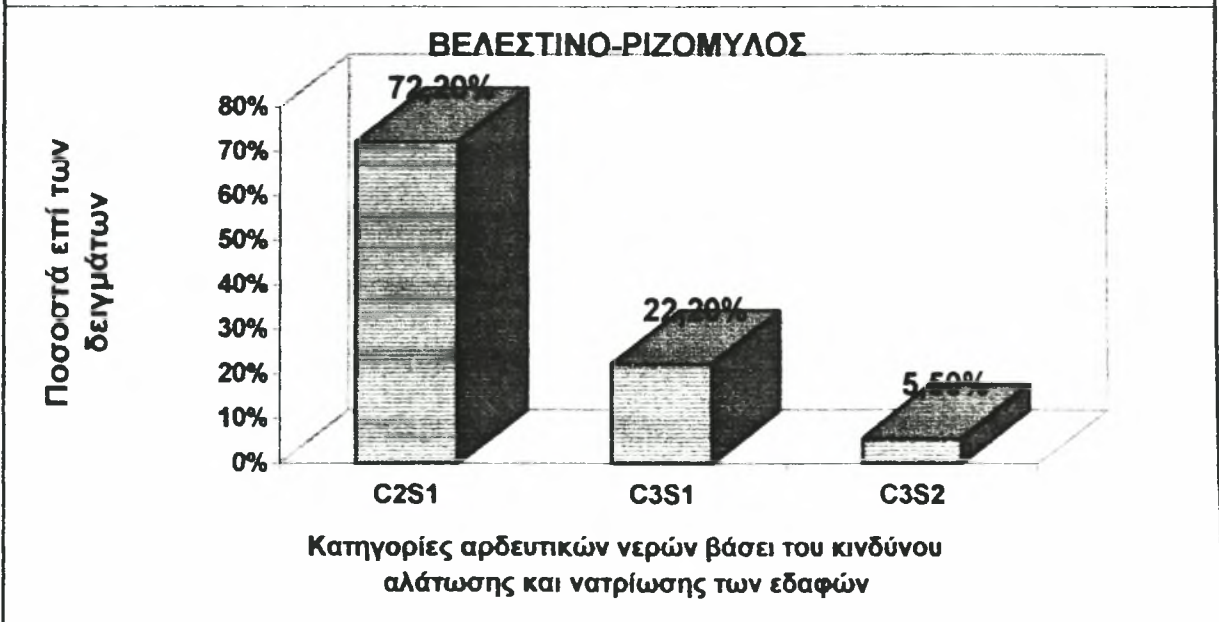
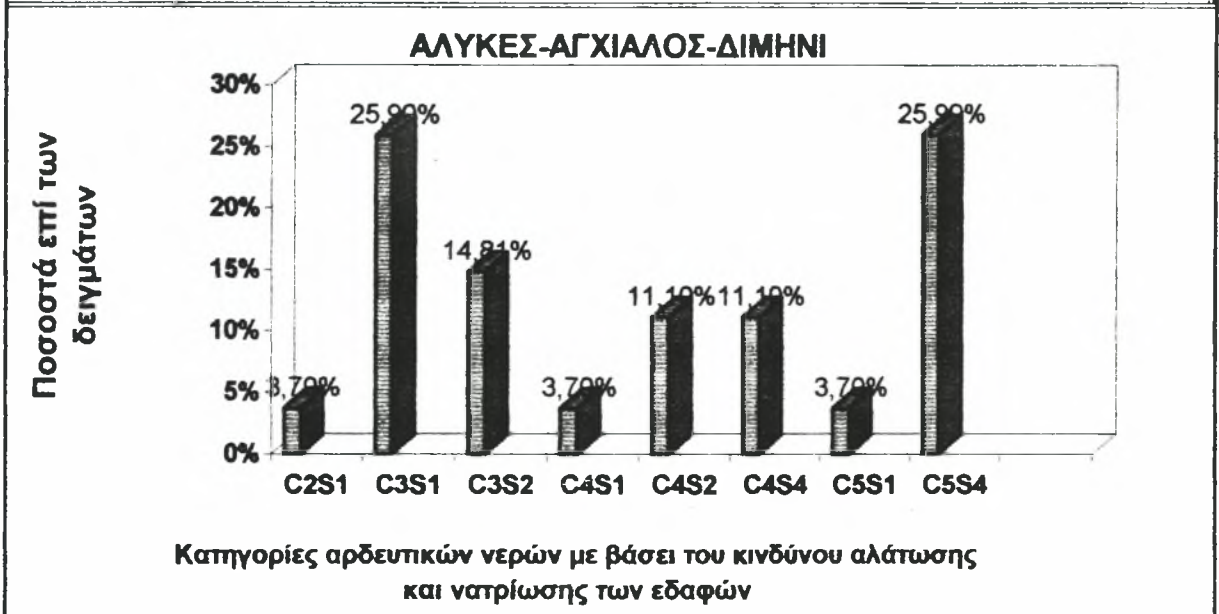
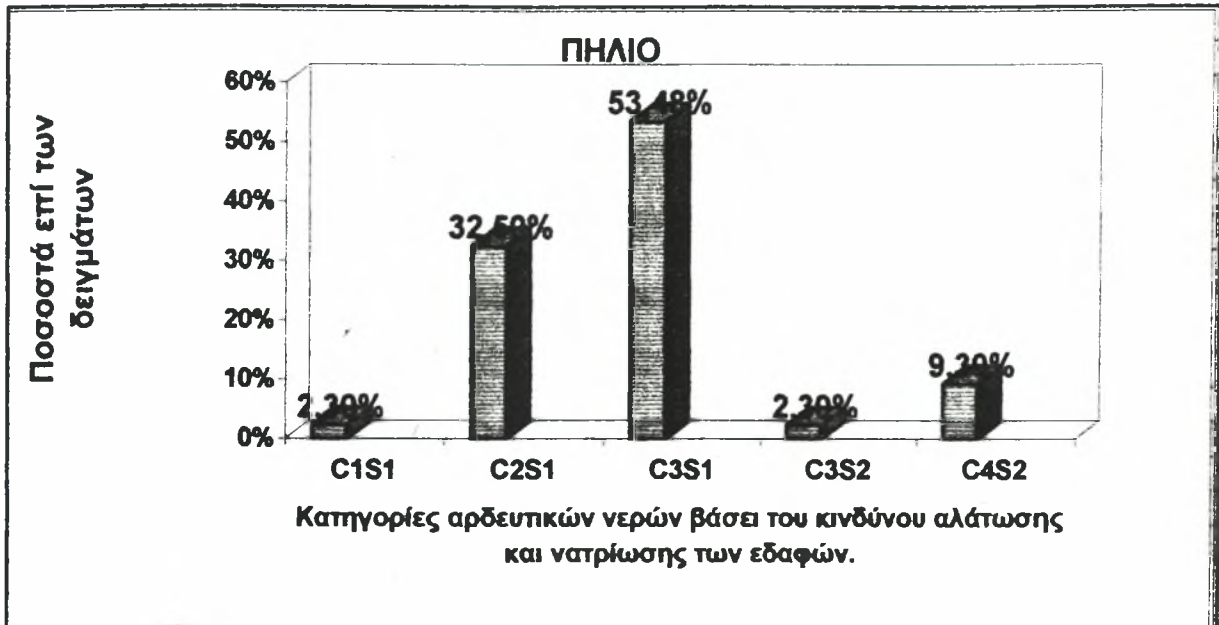
iii) Στην περιοχή των Καλών Νερών οι γεωτρήσεις με κωδικούς M39-X26, M53-X27, M53-X29, παρουσιάζουν μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων το 1997 σε σχέση με το 1996, ενώ στις γεωτρήσεις με κωδικούς M42-X28 και M43-X30 η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων κατά τα δύο έτη δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντική διαφορά.

Συγκεντρώσεις των νιτρικών και νιτρωδών ιόντων κατά τα έτη 1996-1997 και οι διαφορές D των νιτρικών από τα δύο έτη

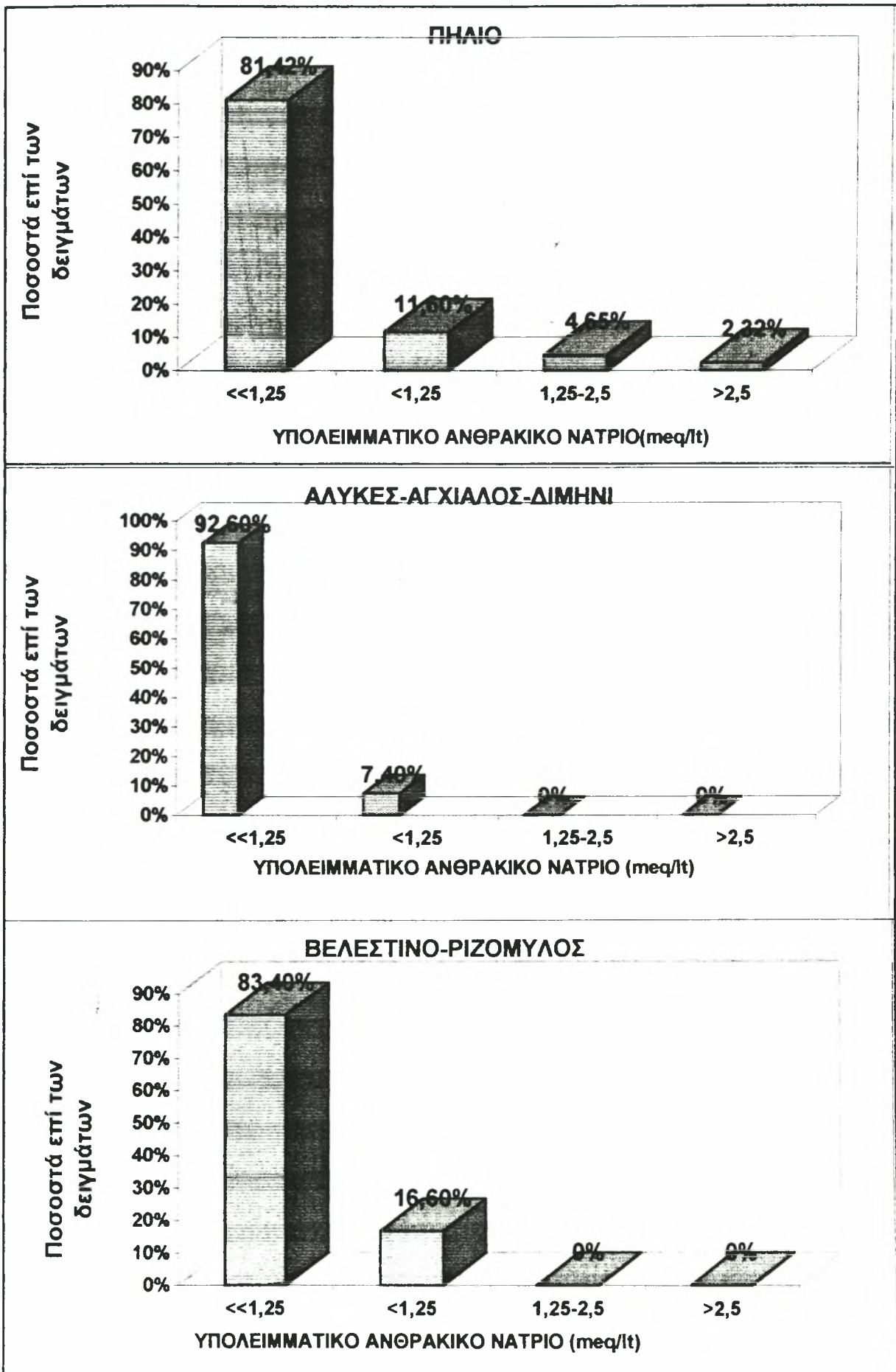
| | NO ₂ ppm | | NO ₃ ppm | | D(NO ₃) |
|---------|---------------------|-------|---------------------|------|---------------------|
| | 1996 | 1997 | 1996 | 1997 | |
| M1-X41 | 0,02 | 0 | 29 | 11,4 | 17,6 |
| M2-X37 | 0,02 | 0,25 | 18,9 | 7,7 | 11,2 |
| M3-X38 | 0,06 | 0 | 22,1 | 3,2 | 18,9 |
| M5-X39 | 0,04 | 0 | 21,3 | 0 | 21,3 |
| M6-X40 | 0,22 | 0 | 21,3 | 0,33 | 20,97 |
| M7-X43 | 0,16 | 0 | 35,1 | 0 | 35,1 |
| M8-X2 | 0,05 | 0 | 20,5 | 0 | 20,5 |
| M11-X4 | 0,09 | 0 | 46,6 | 24,3 | 22,3 |
| M12-X7 | 0,03 | 0 | 18,5 | 2 | 16,5 |
| M13-X5 | 0,02 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M15-X14 | 0,18 | 0 | 20,8 | 5,1 | 15,7 |
| M19-X36 | 0,05 | 0,025 | 38,3 | 19,3 | 19 |
| M20-X6 | 0,02 | 0 | 23,6 | 0 | 23,6 |
| M21-X16 | 0,02 | 0 | 50,2 | 17,5 | 32,7 |
| M22-X17 | 0,02 | 0 | 18,7 | 20 | -1,3 |
| M23-X42 | 0,02 | 0 | 19,7 | 0 | 19,7 |
| M24-X10 | 0,02 | 0,6 | 23 | 16,7 | 6,3 |
| M28-X8 | 0,04 | 0 | 21,3 | 6,7 | 14,6 |
| M32-X9 | 0,03 | 0 | 9,8 | 37,7 | -27,9 |
| M33-X19 | 0,06 | 0 | 26 | 13,5 | 12,5 |
| M34-X12 | 0,04 | 0 | 20,5 | 2,7 | 17,8 |
| M35-X13 | 0,03 | 0 | 21,2 | 0 | 21,2 |
| M36-X11 | 0,03 | 0 | 21,3 | 0 | 21,3 |
| M39-X26 | 0,04 | 0 | 19,4 | 13,7 | 5,7 |
| M42-X28 | 0,08 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M43-X30 | 0,03 | 0,5 | 0 | 0,67 | -0,67 |
| M45-X27 | 0,06 | 0 | 20,3 | 0,67 | 19,63 |
| M46-X20 | 0,03 | 0 | 18,8 | 2,7 | 16,1 |
| M50-X18 | 0,02 | 0 | 23,3 | 15 | 8,3 |
| M53-X29 | 0,05 | 0 | 21,7 | 12,6 | 9,1 |

Σημείωση: M- είναι η κωδικοποίηση των γεωτρήσεων όπως παρρουσιάζεται στην πτυχιακή διατριβή του κ Σαλτσιδη Μάριου.

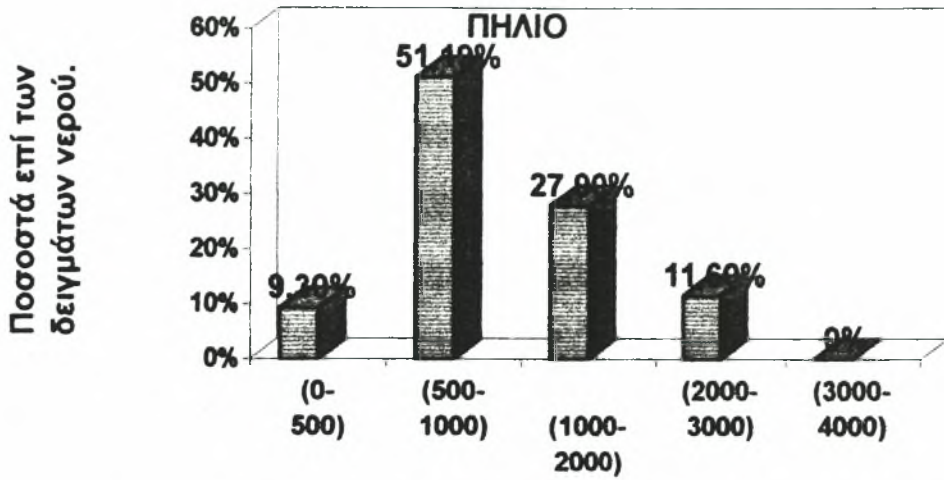
Διάγραμμα 1: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως σύμφωνα με το Εργαστήριο Αλατούχων Εδαφών των Η.Π.Α για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών-Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου-Ριζομύλου.



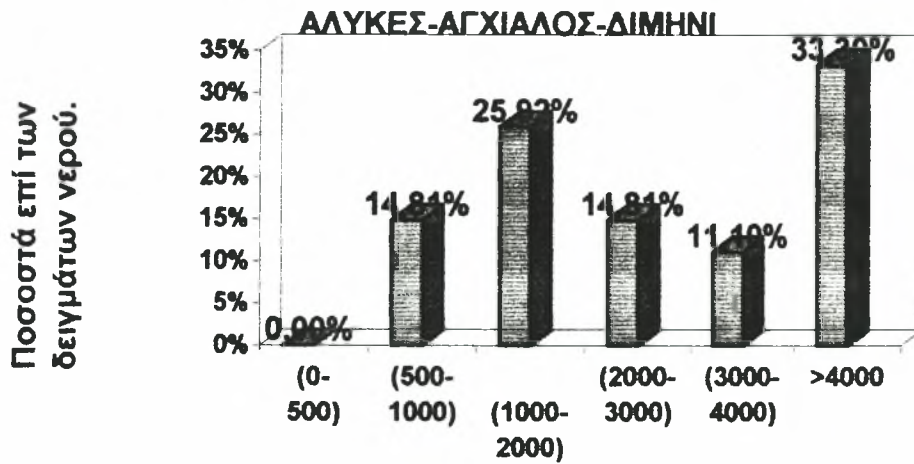
Διάγραμμα 2: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση το υπολειμματικό ανθρακικό νάτριο (Residual Sodium Carbonate RSC) για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών-Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου-Ριζομύλου



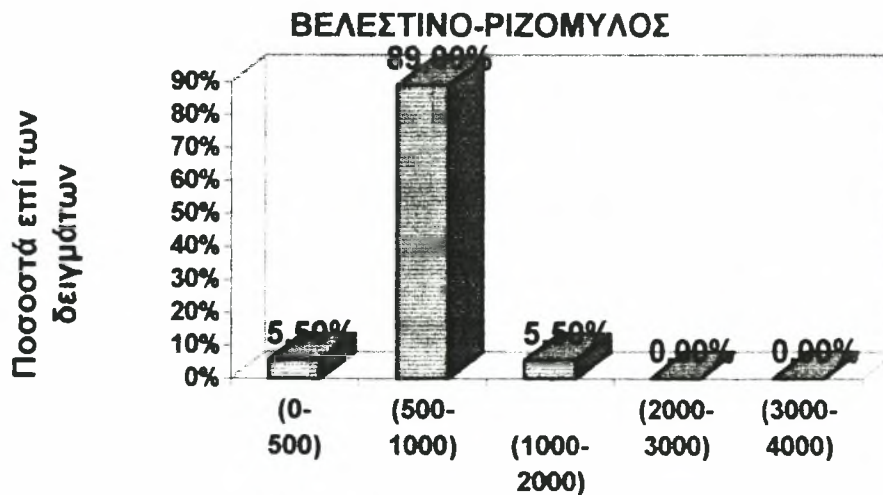
Διάγραμμα 3: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως σύμφωνα με τις ερευνητικές εργασίες των Christiansen, et al (1977) για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών-Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου-Ριζομούλου.



Ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού αρδεύσεως E.C.w ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

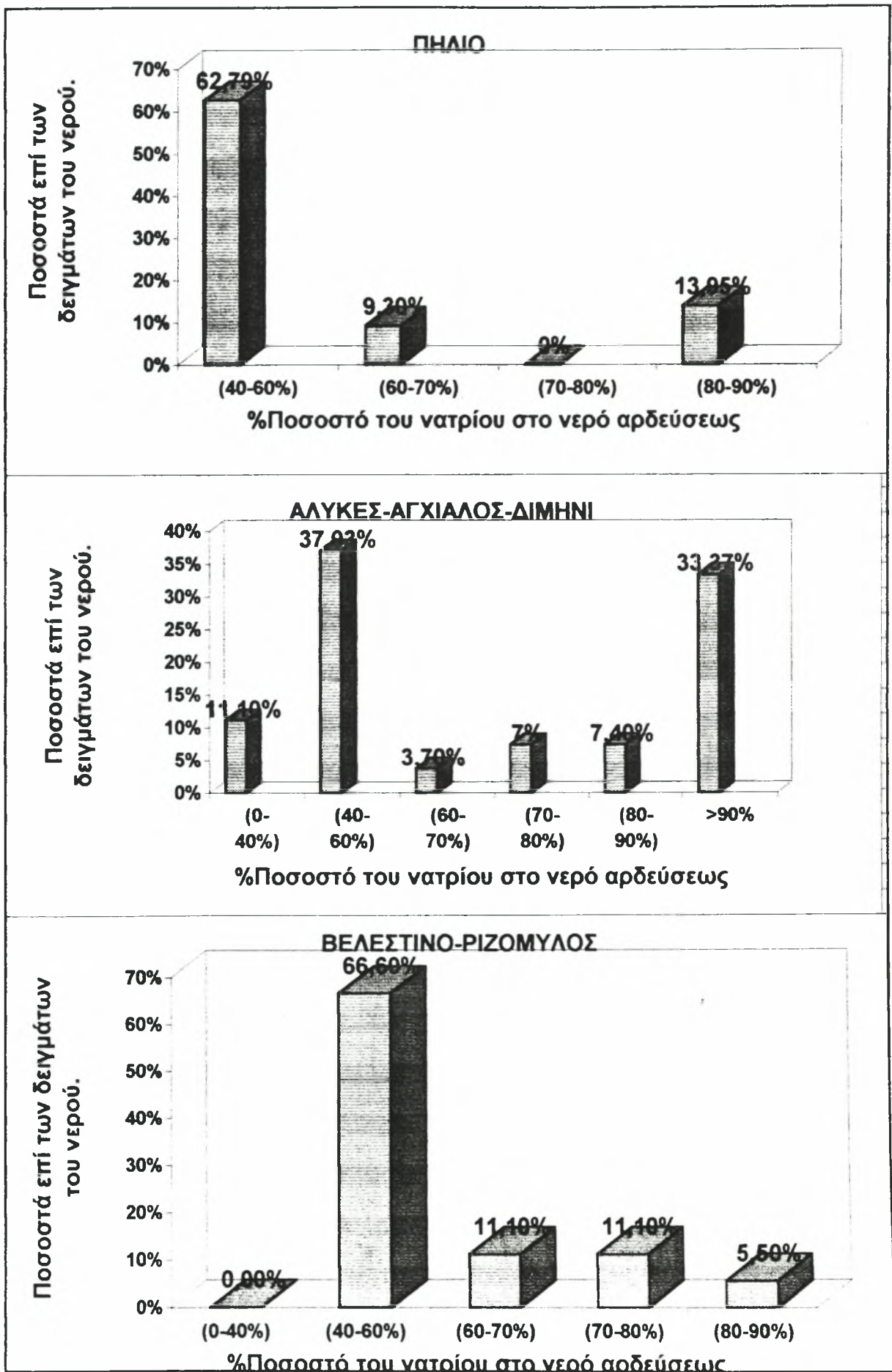


Ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού αρδεύσεως ECw $\mu\text{S}/\text{cm}$

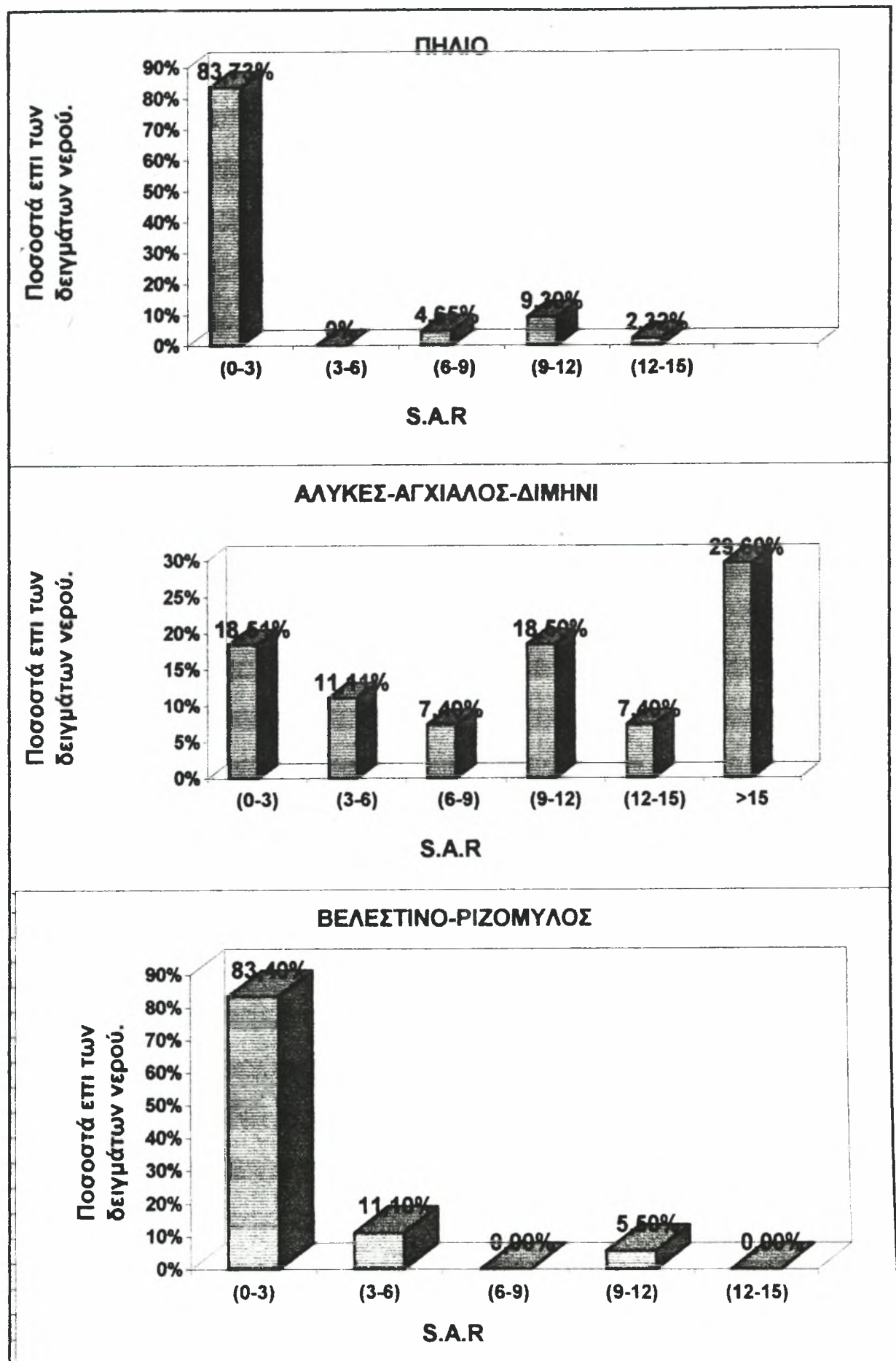


Ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού αρδεύσεως E.C.w ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

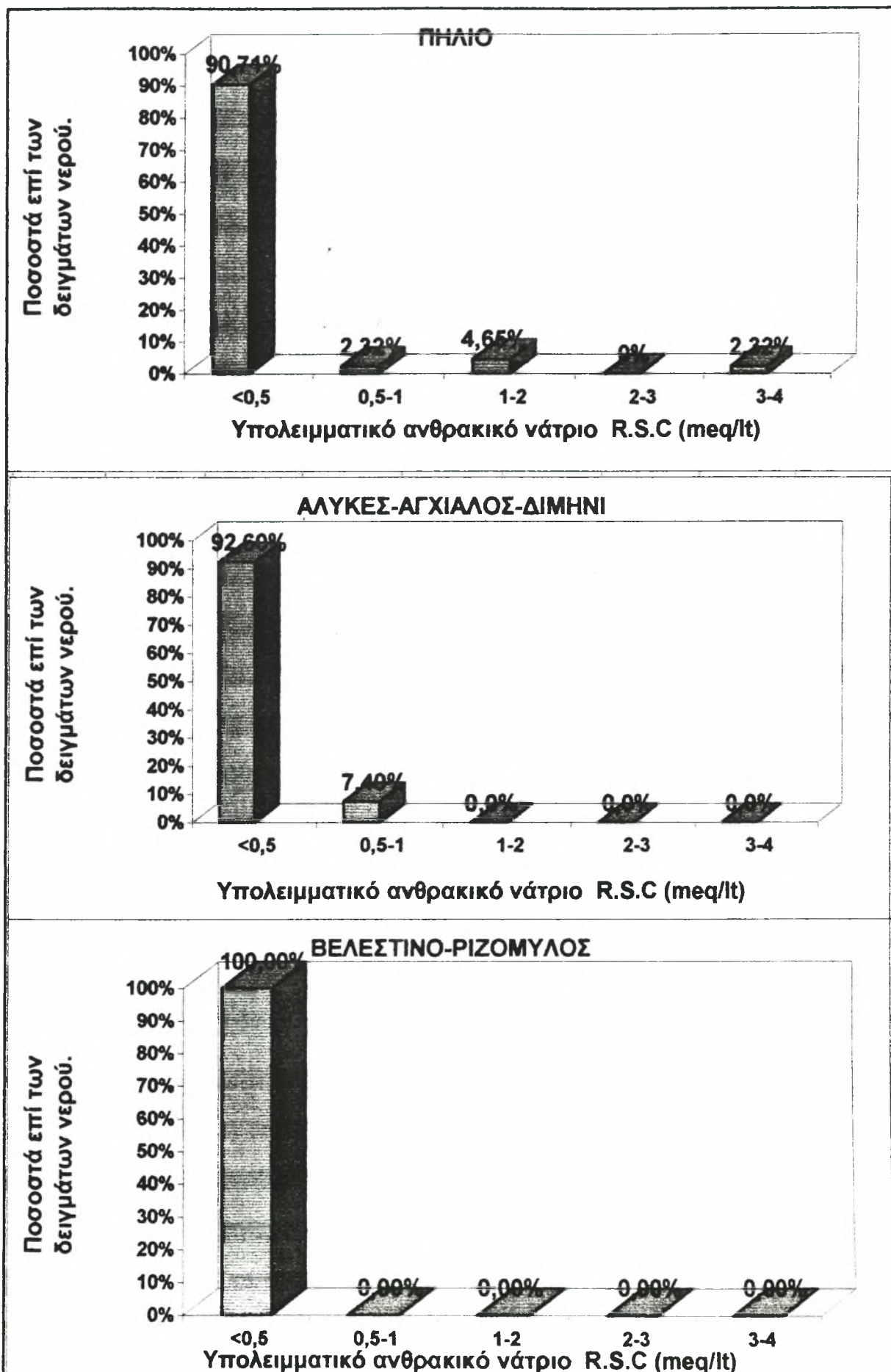
Διάγραμμα 4: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως σύμφωνα με τις ερευνητικές εργασίες των Christiansen, et al (1977) για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών-Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου-Ριζομύλου.



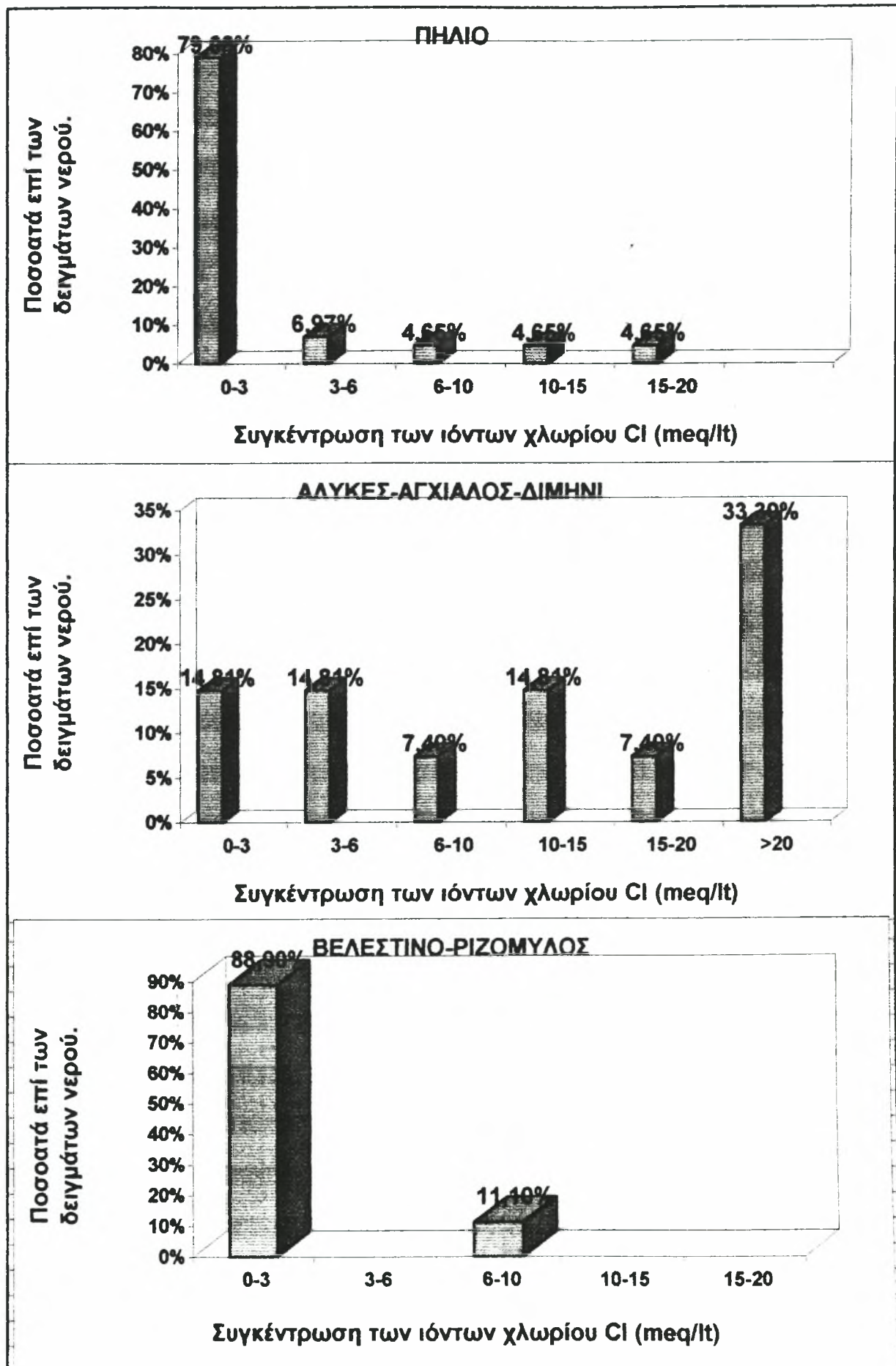
Διάγραμμα 5: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδύσεως σύμφωνα με τις ερευνητικές εργασίες των Christiansen, et al (1977) για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών-Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου-Ριζομύλου.



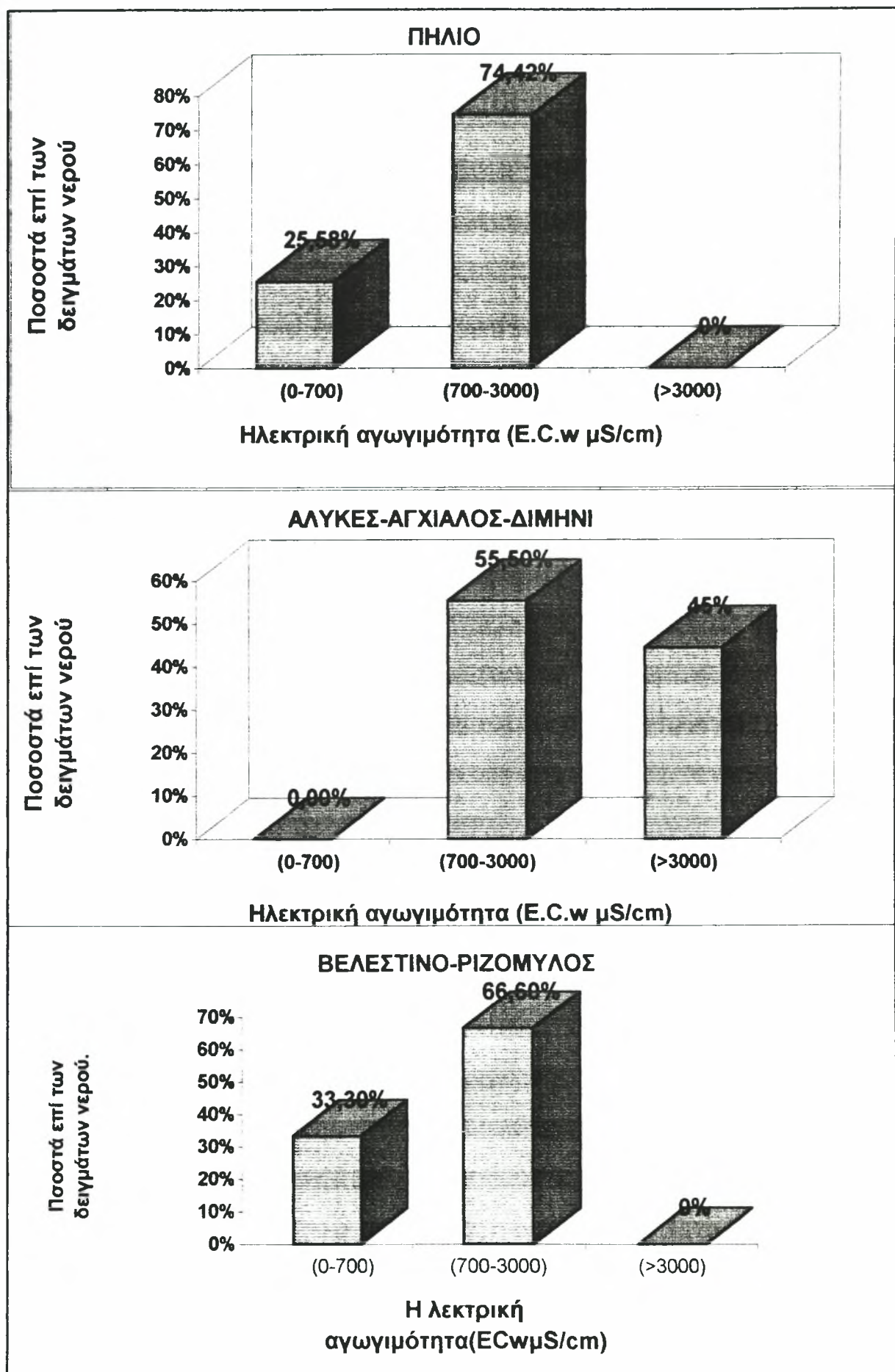
Διάγραμμα 6: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδύσεως σύμφωνα με τις ερευνητικές εργασίες των Christiansen, et al (1977) για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών-Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου-Ριζομύλου.



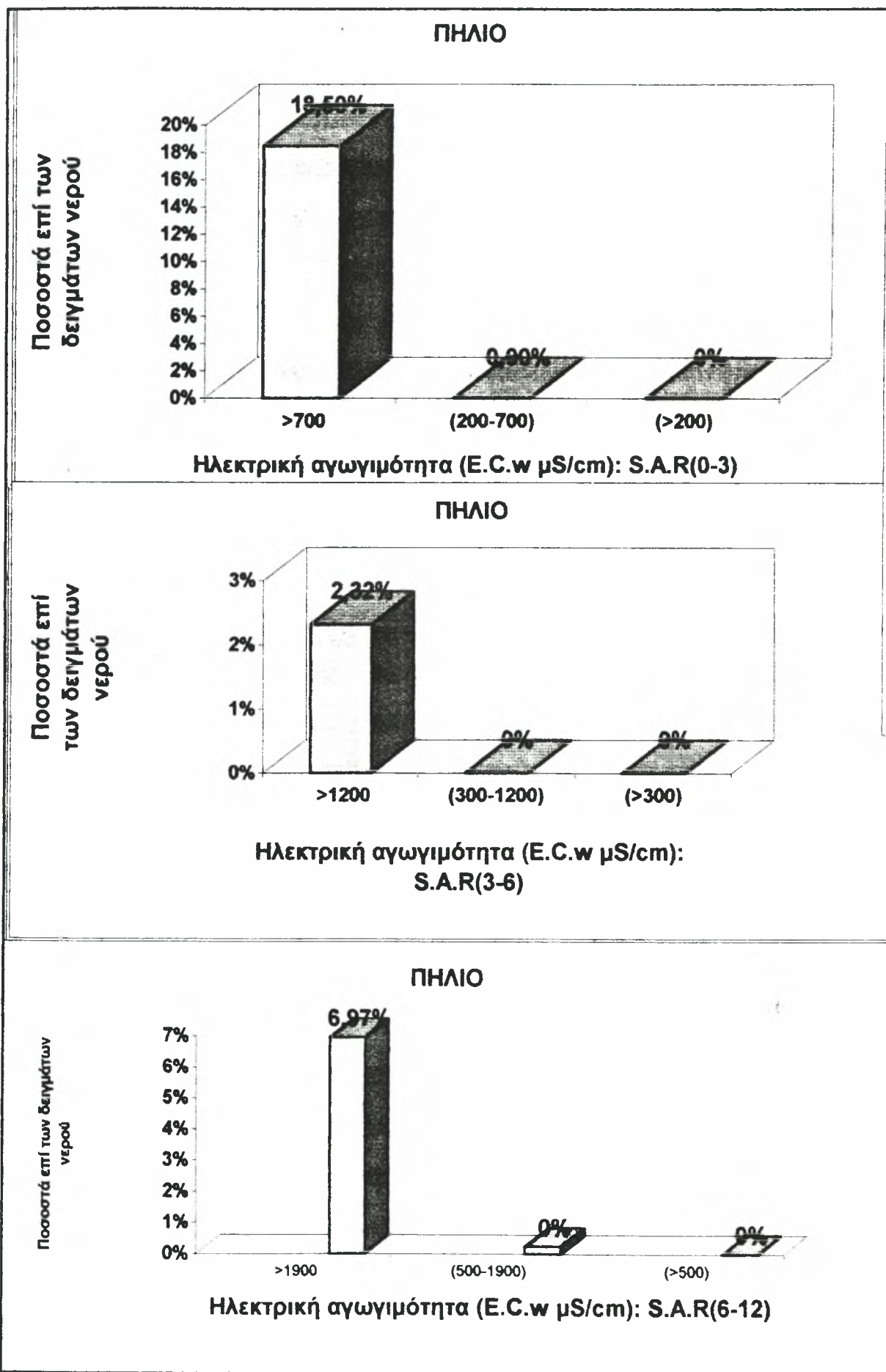
Διάγραμμα 7: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδύσεως σύμφωνα με τις ερευνητικές εργασίες των Christiansen, et al (1977) για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών-Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου-Ριζομύλου.



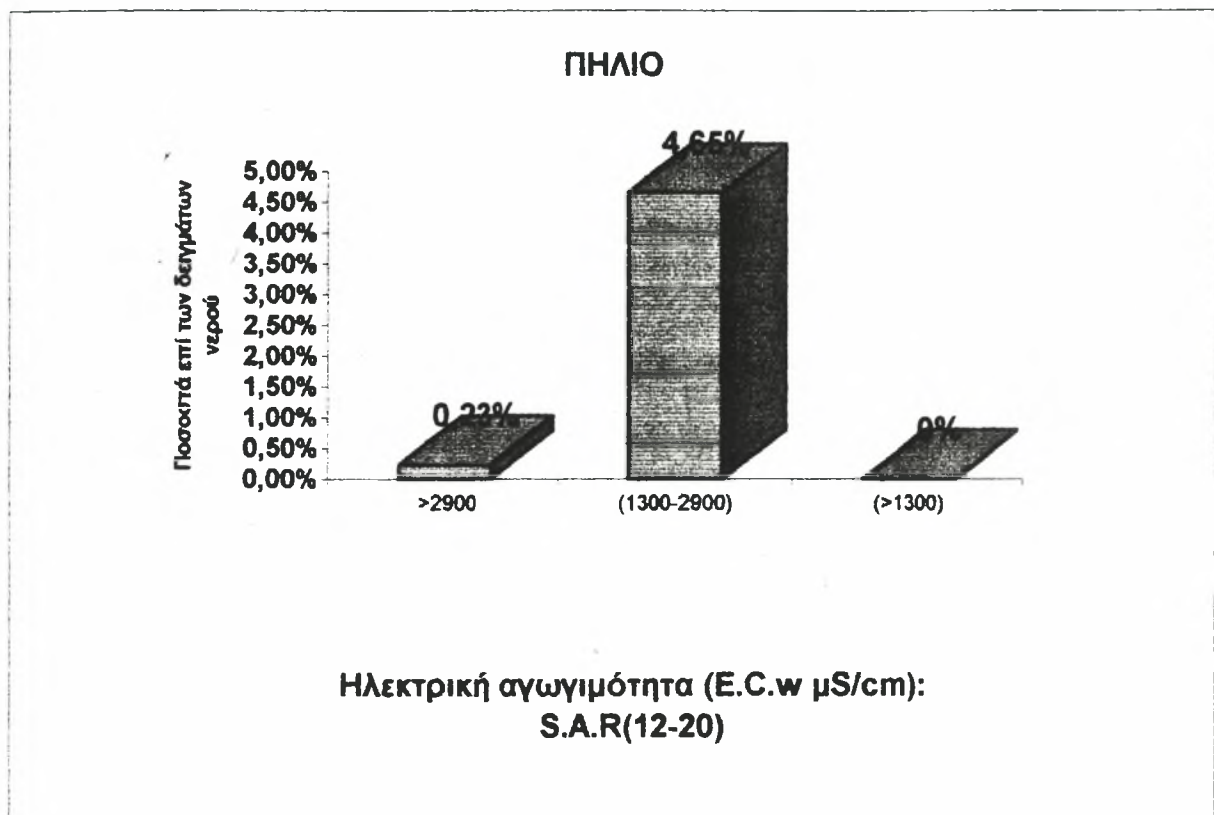
Διάγραμμα 8: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot, (1976), για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών-Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου-Ριζομύλου.



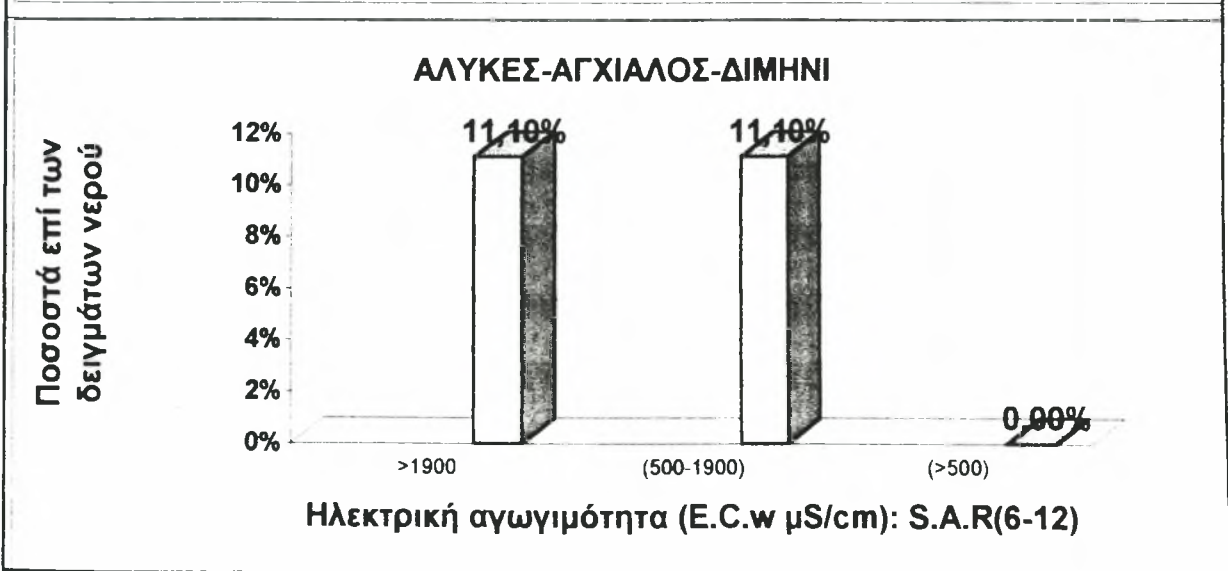
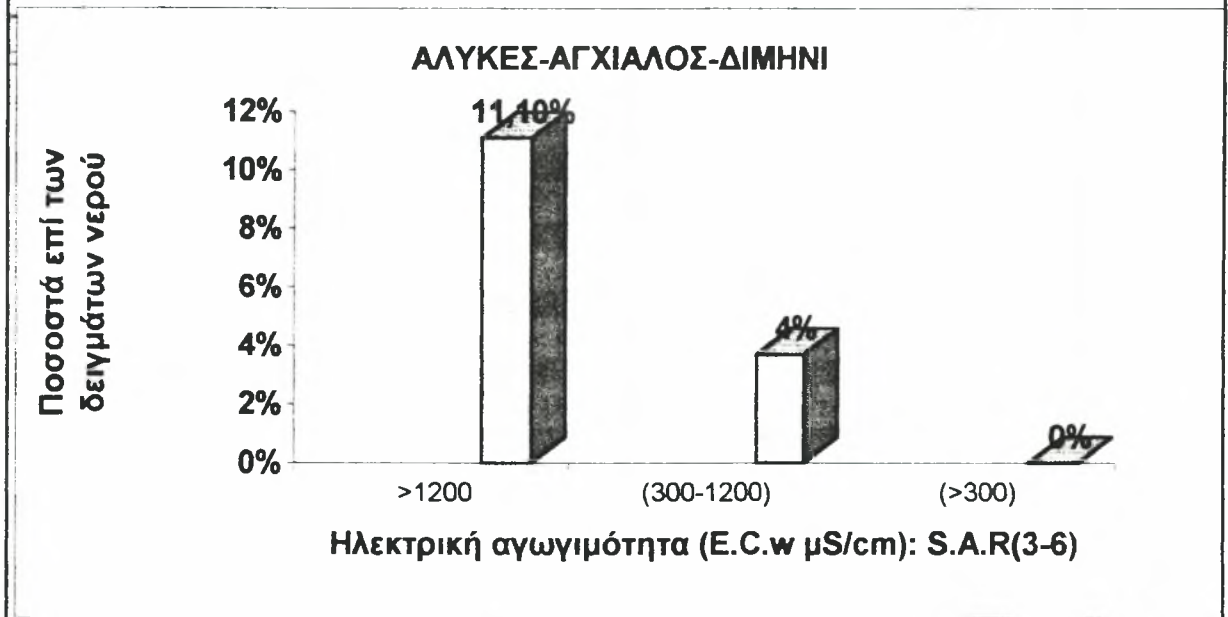
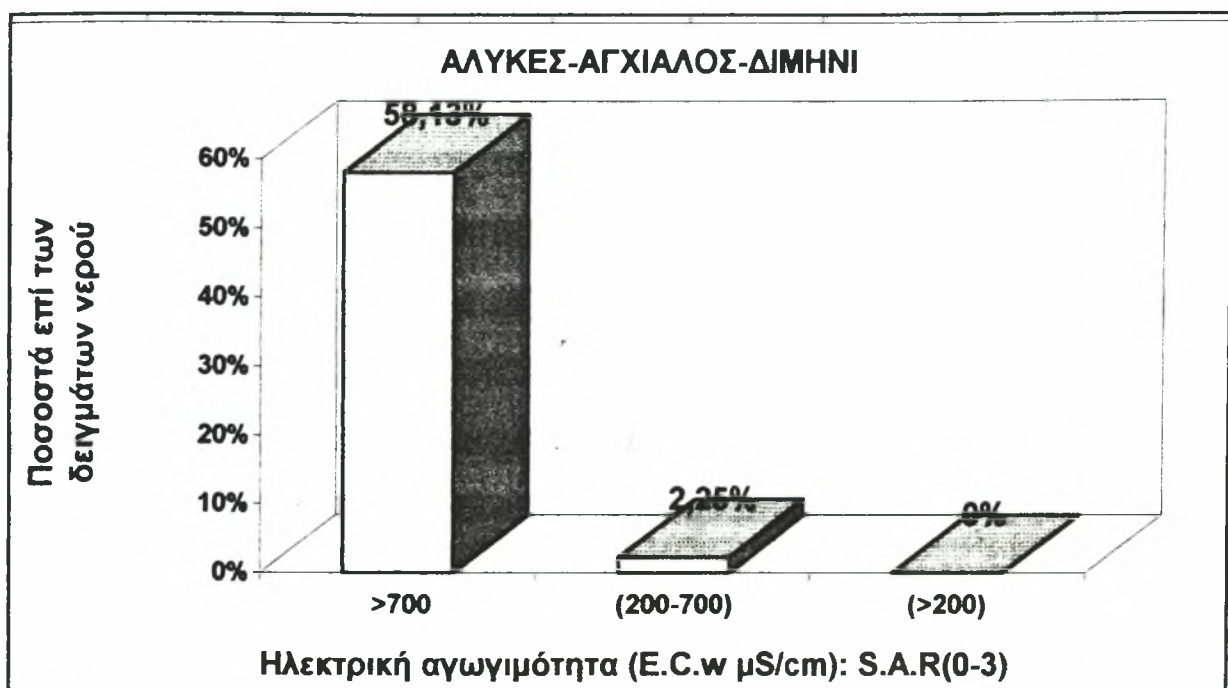
Διάγραμμα 9: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot (1976) για την περιοχή του Πηλίου σύμφωνα με το SAR και την ECw.



Διάγραμμα 9: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot, (1976), για την περιοχή του Πηλίου σύμφωνα με το SAR και την ECw.

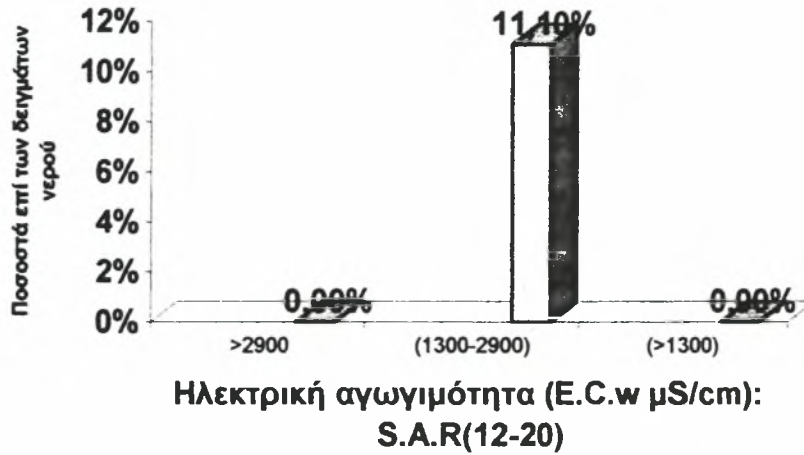


Διάγραμμα 10: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως... με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot, (1976), για τις περιοχές Αλυκών -Αγχιάλου-Διμηνίου σύμφωνα με το SAR και την ECw.

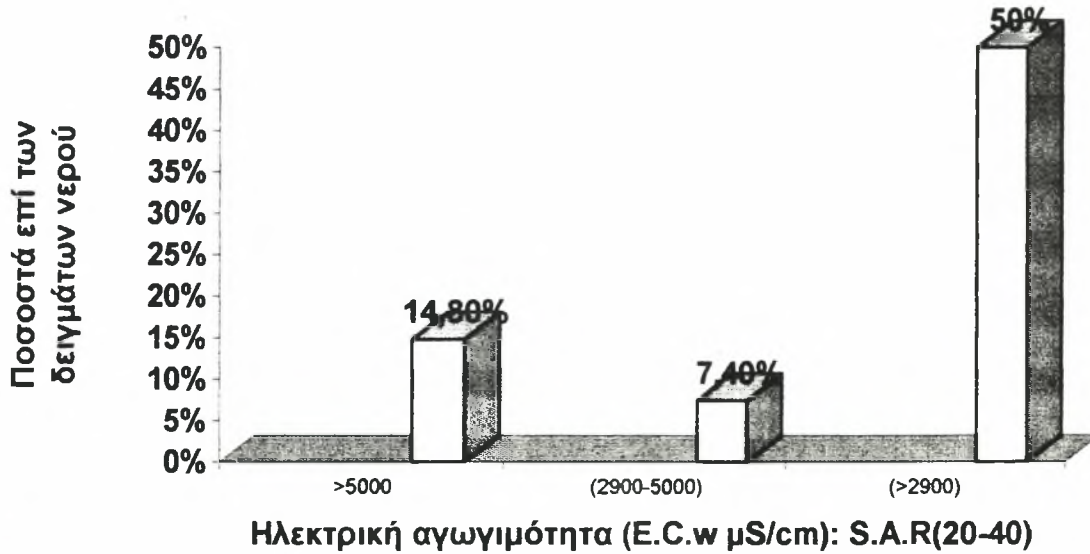


Διάγραμμα 10: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot, (1976), για τις περιοχές Αλυκών -Αγχιάλου-Διμηνίου σύμφωνα με το SAR και την ECw.

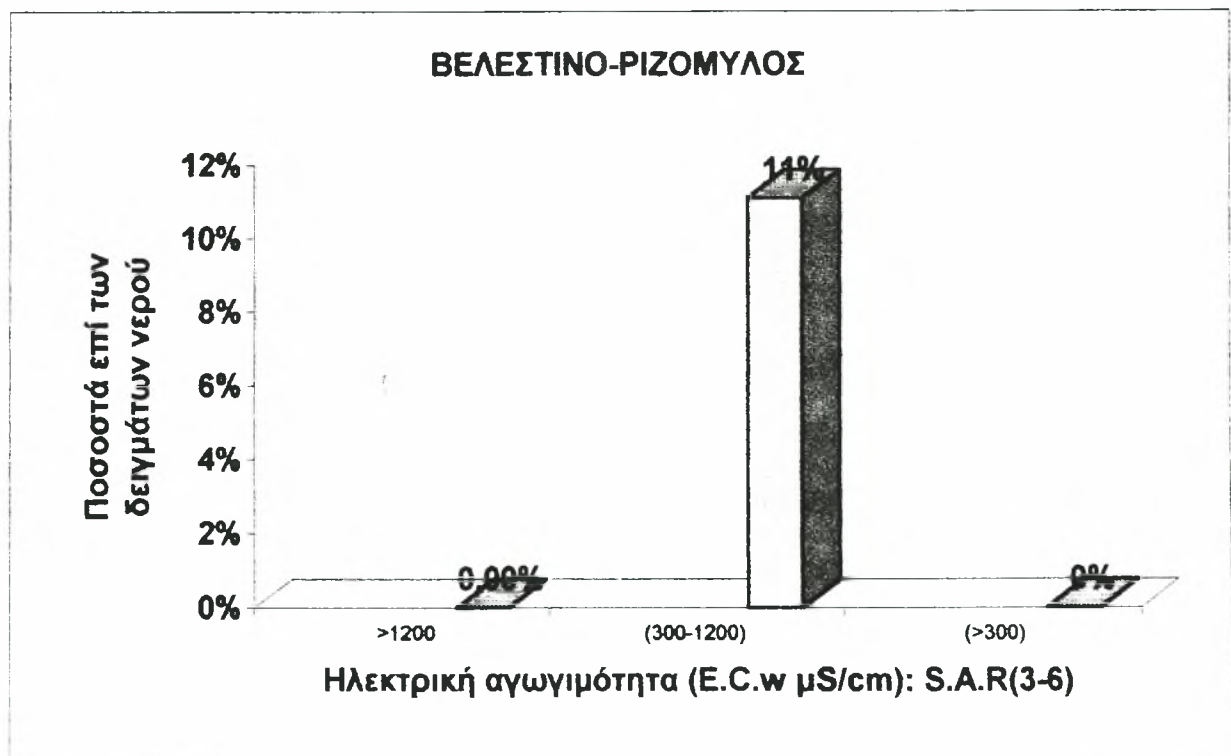
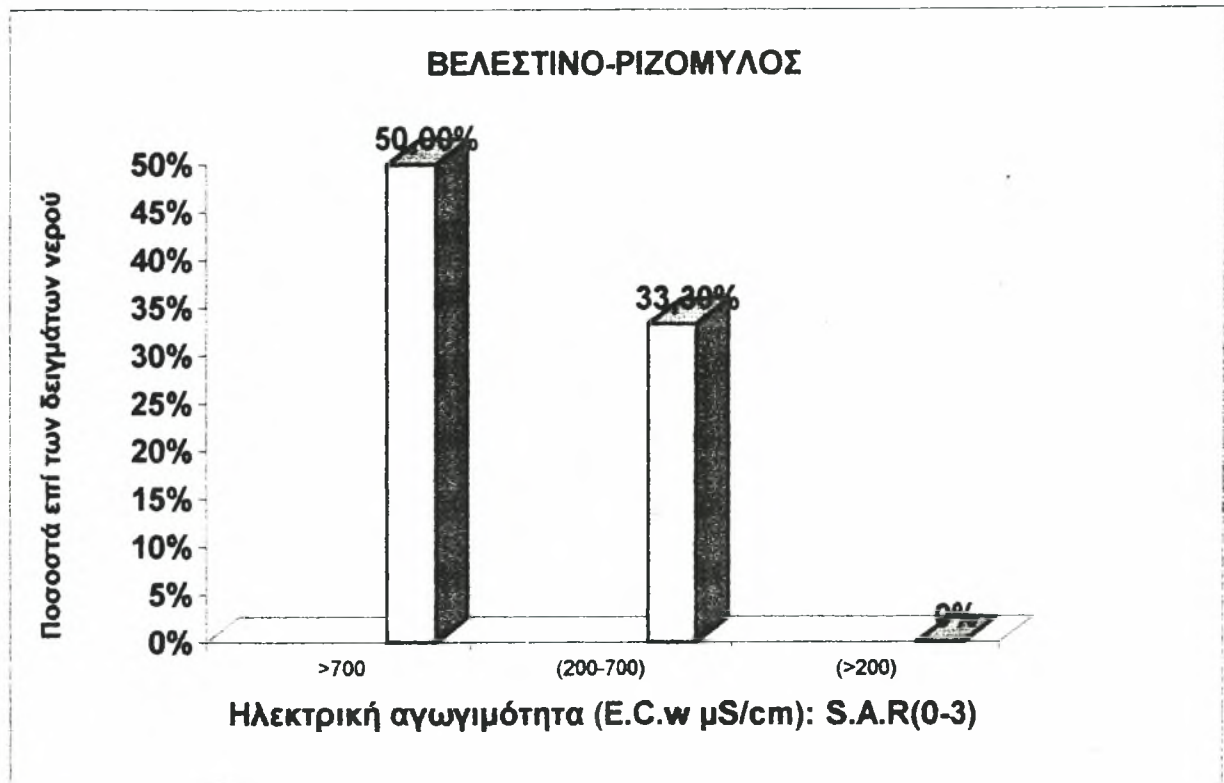
ΑΛΥΚΕΣ-ΑΓΧΙΑΛΟΣ-ΔΙΜΗΝΙ



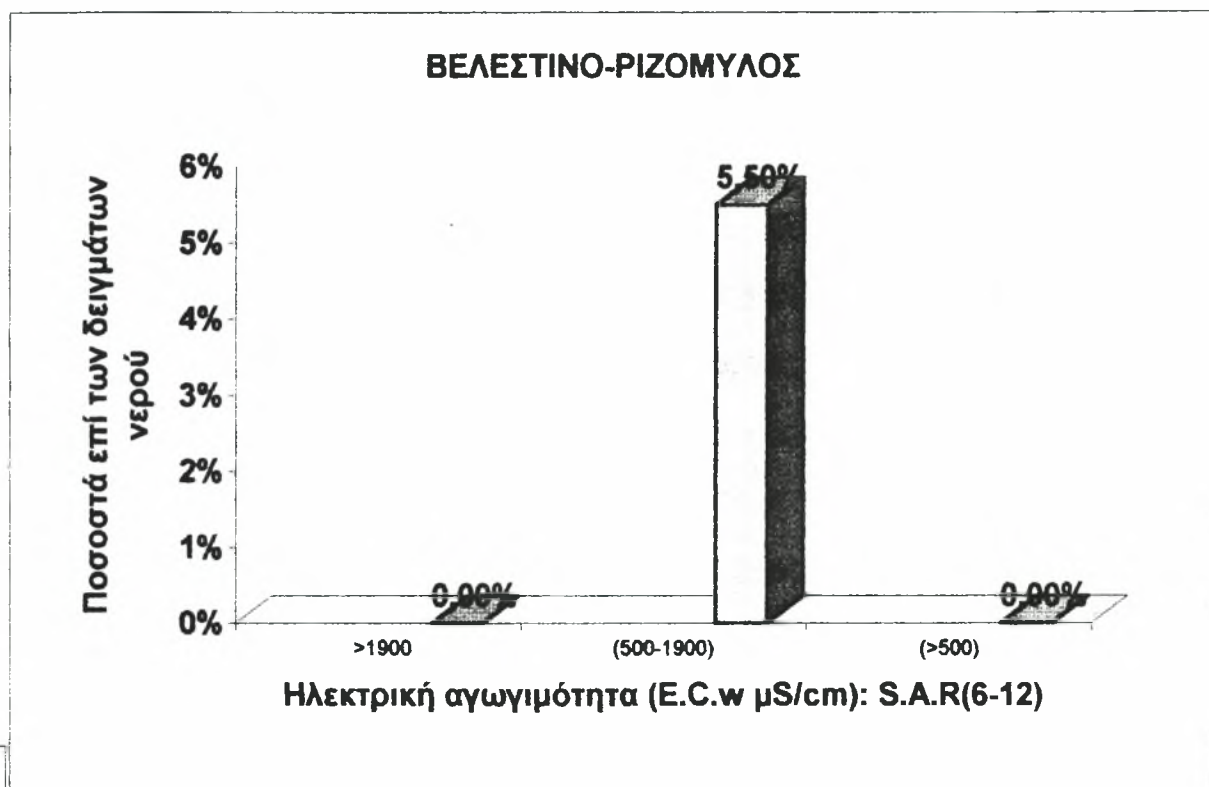
ΑΛΥΚΕΣ-ΑΓΧΙΑΛΟΣ-ΔΙΜΗΝΙ



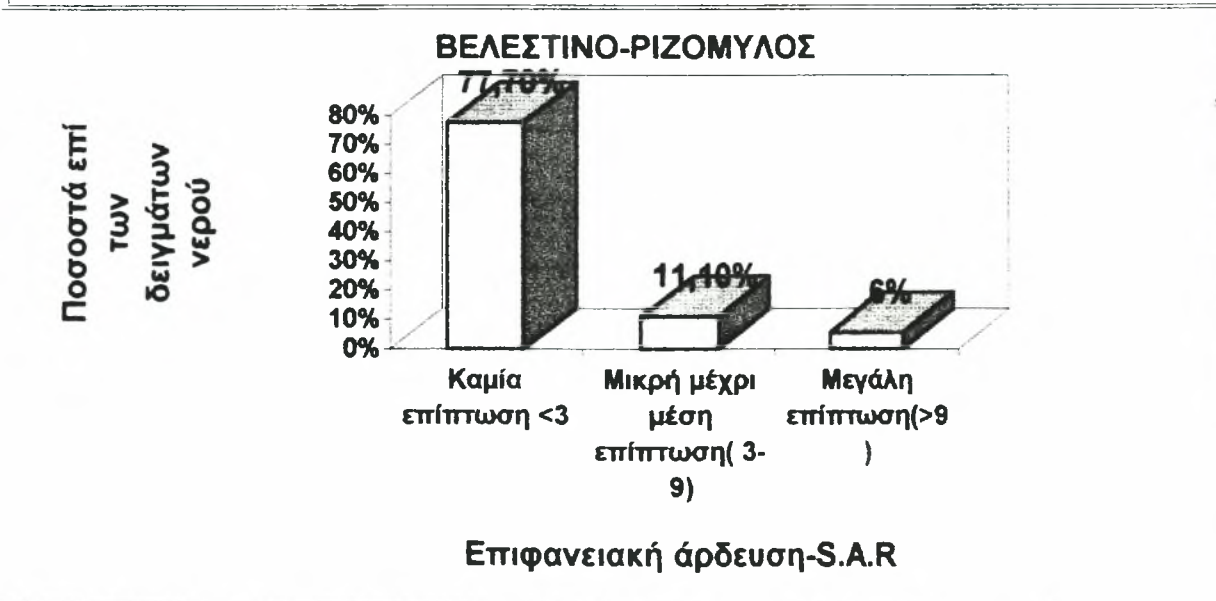
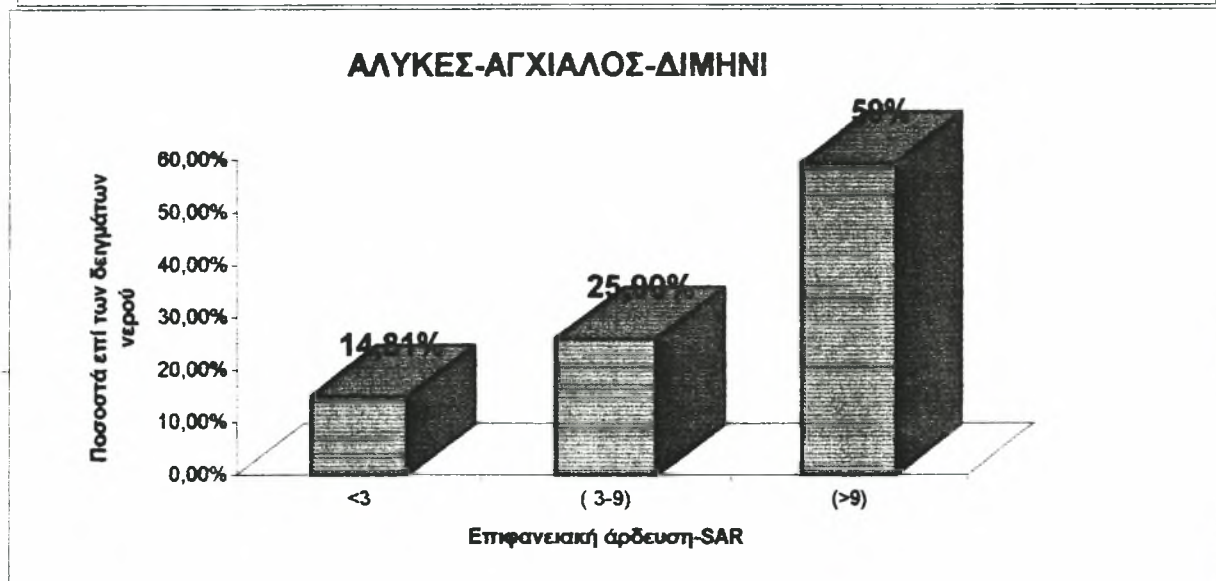
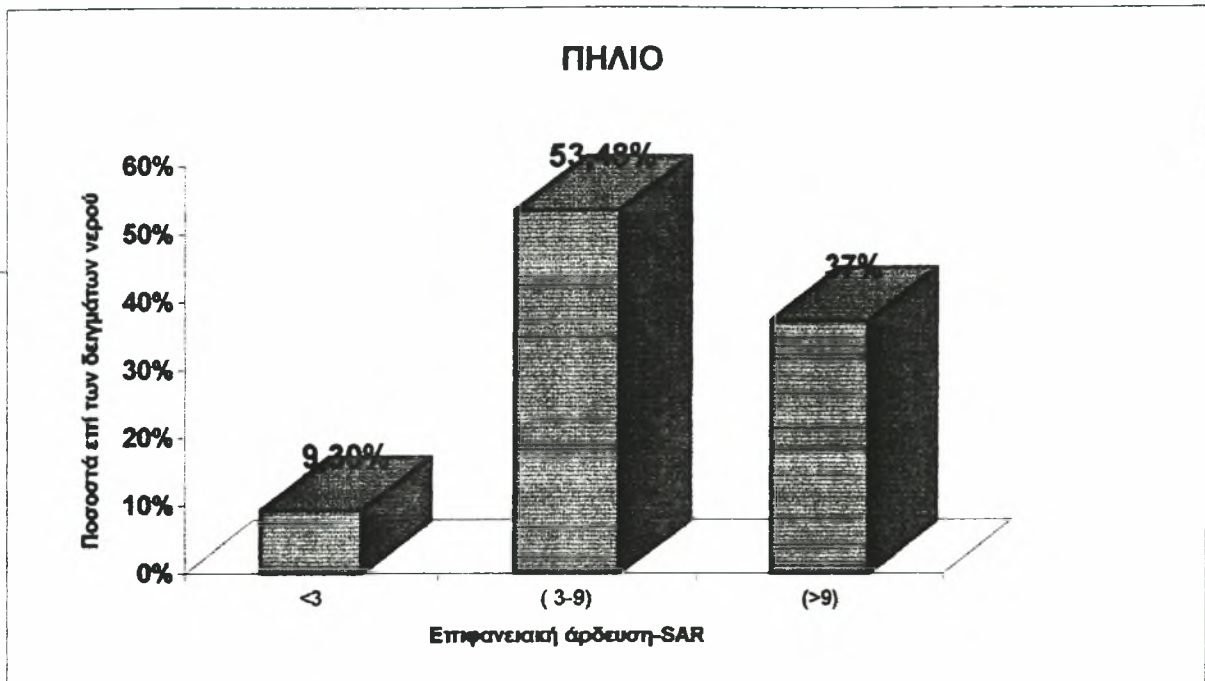
Διάγραμμα 11: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot (1976) για τις περιοχές Βελεστίνου -Ριζομύλου σύμφωνα με το SAR και την ECw.



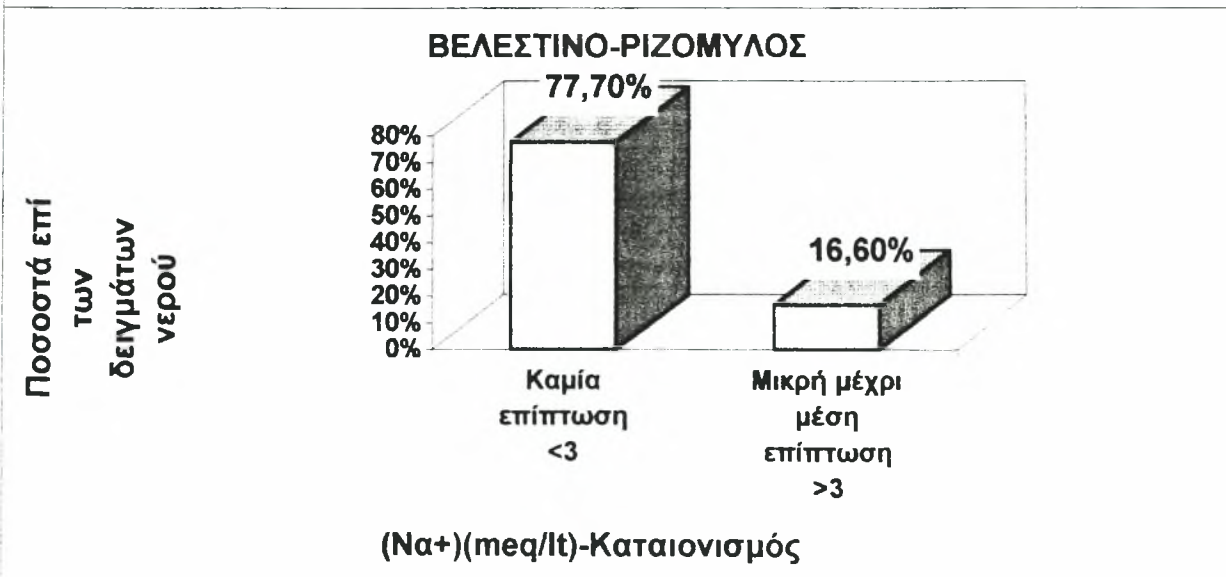
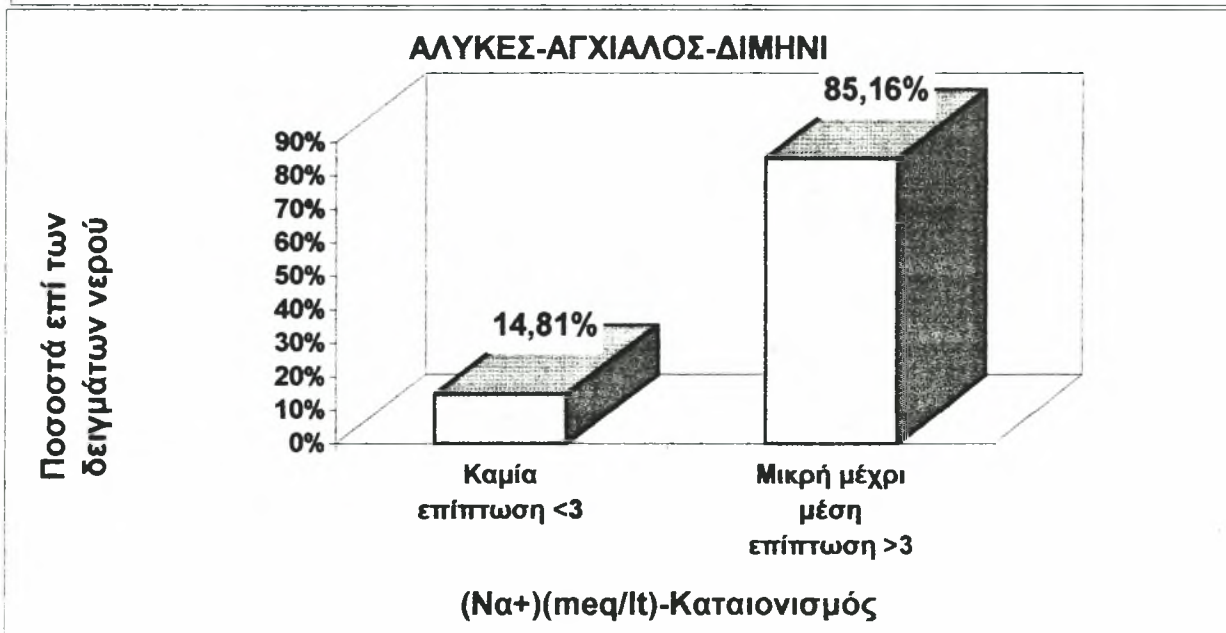
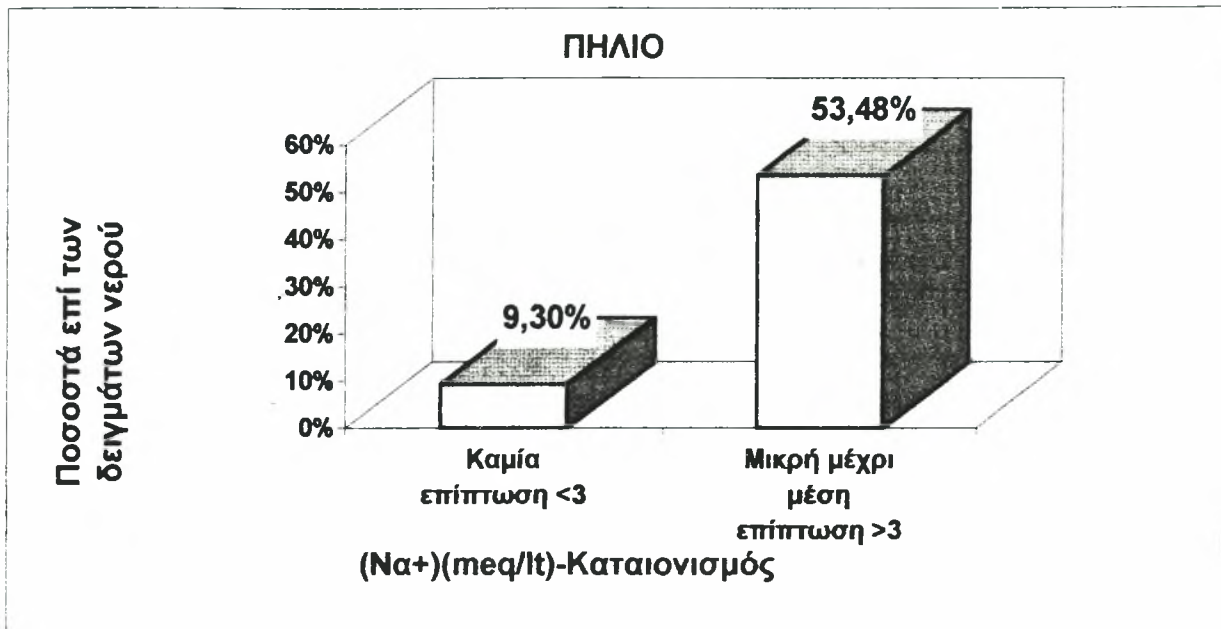
Διάγραμμα 11: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot (1976), για τις περιοχές Βελεστίου - Ριζομύλου σύμφωνα με το SAR και την ECw.



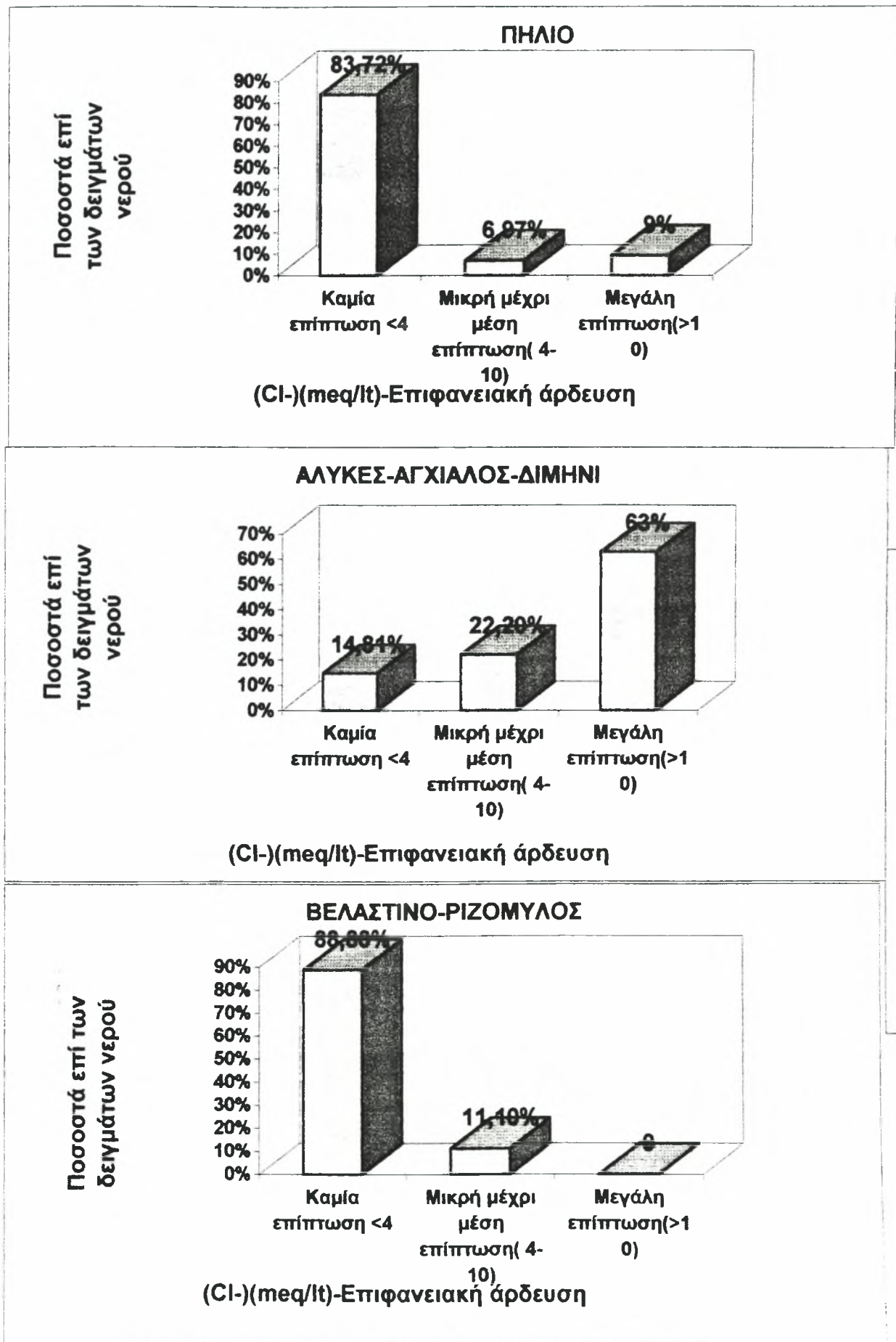
Διάγραμμα 12: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot (1976), για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών -Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου -Ριζομύλου.



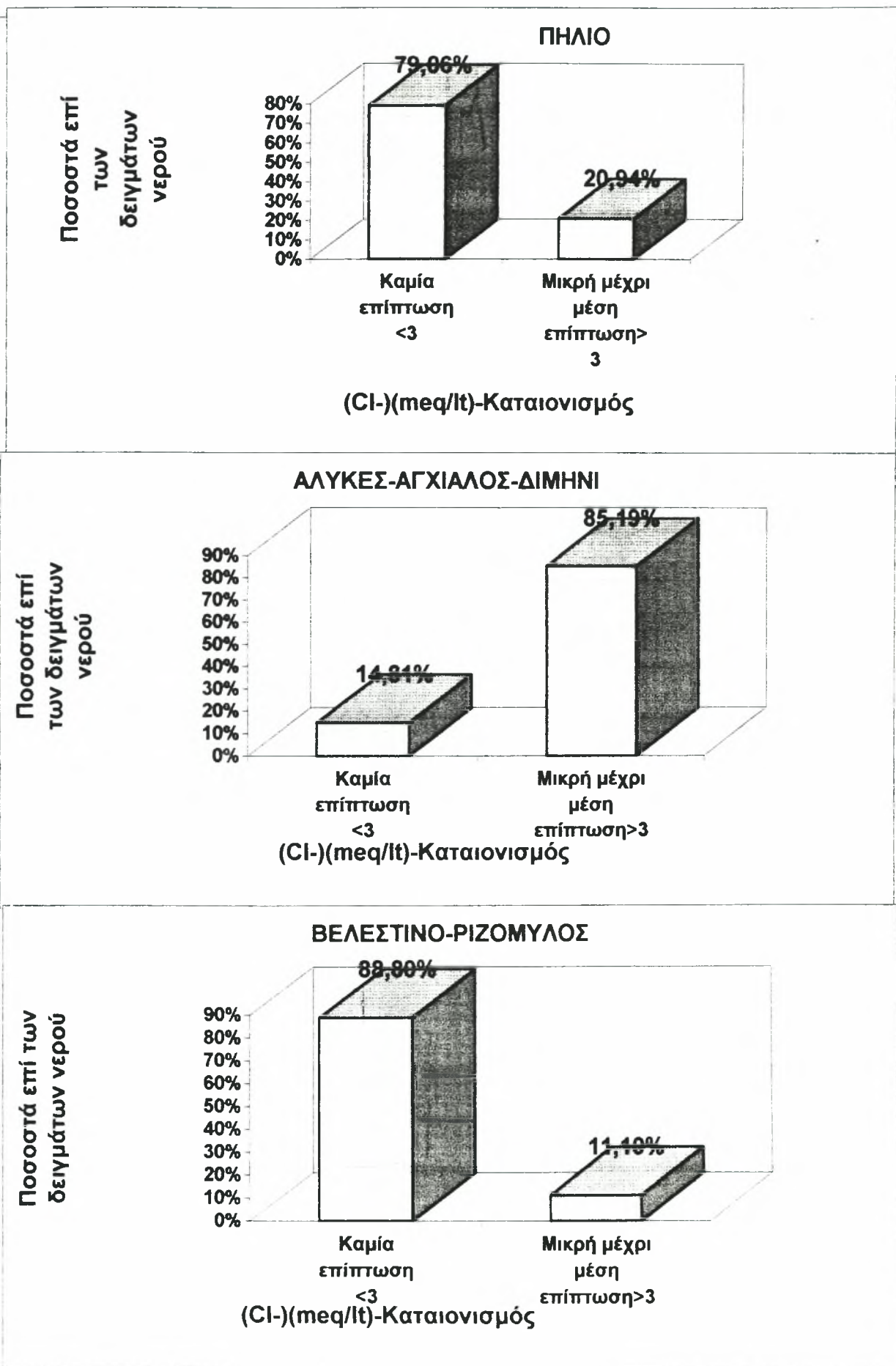
Διάγραμμα 13: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot (1976), για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών -Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου -Ριζομύλου.



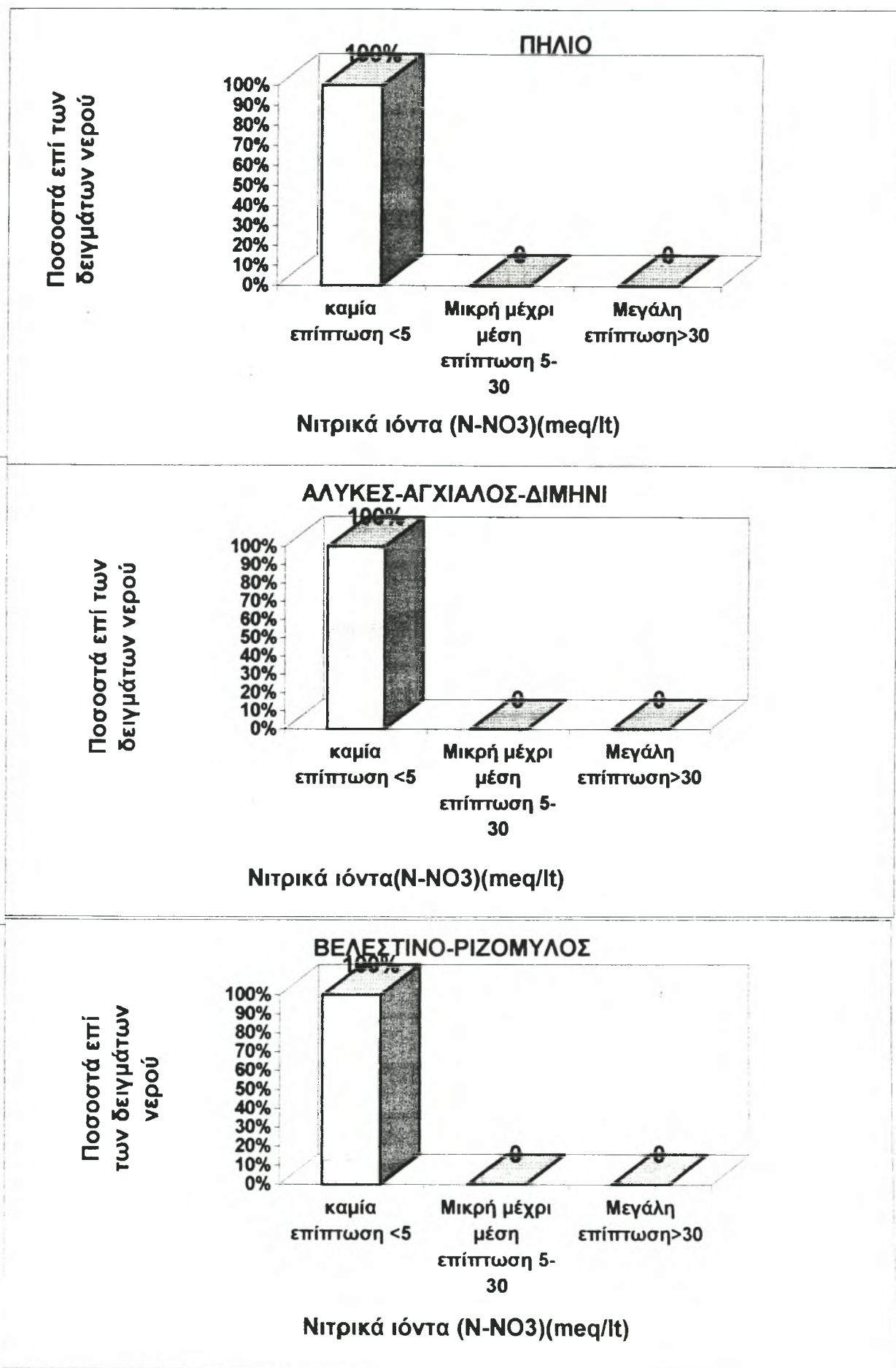
Διάγραμμα 14: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot (1976) ,για τις περιοχές Πηλίου,Αλυκών -Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου -Ριζομύλου .



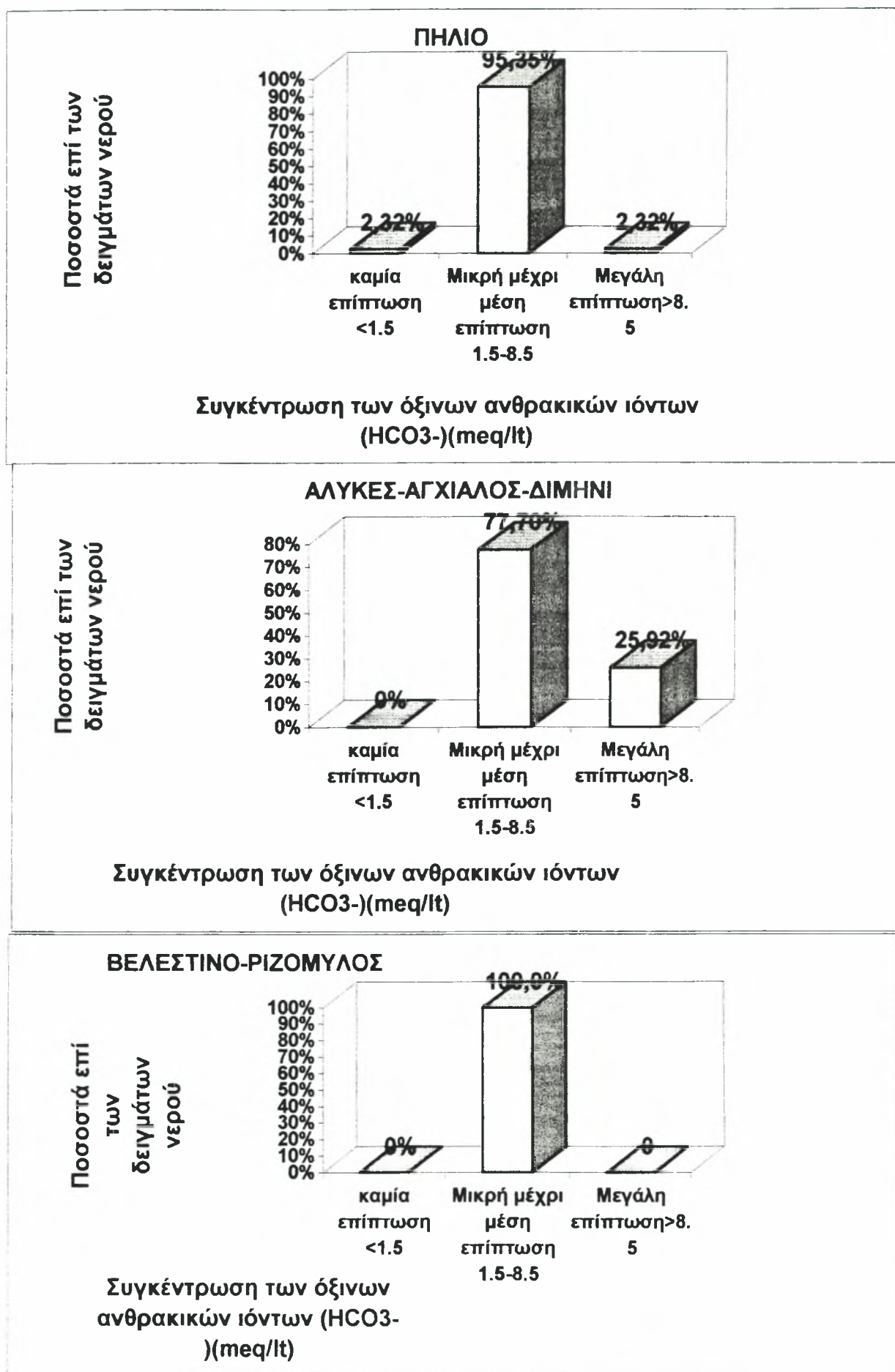
Διάγραμμα 15: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot (1976) ,για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών -Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίου -Ριζομύλου .



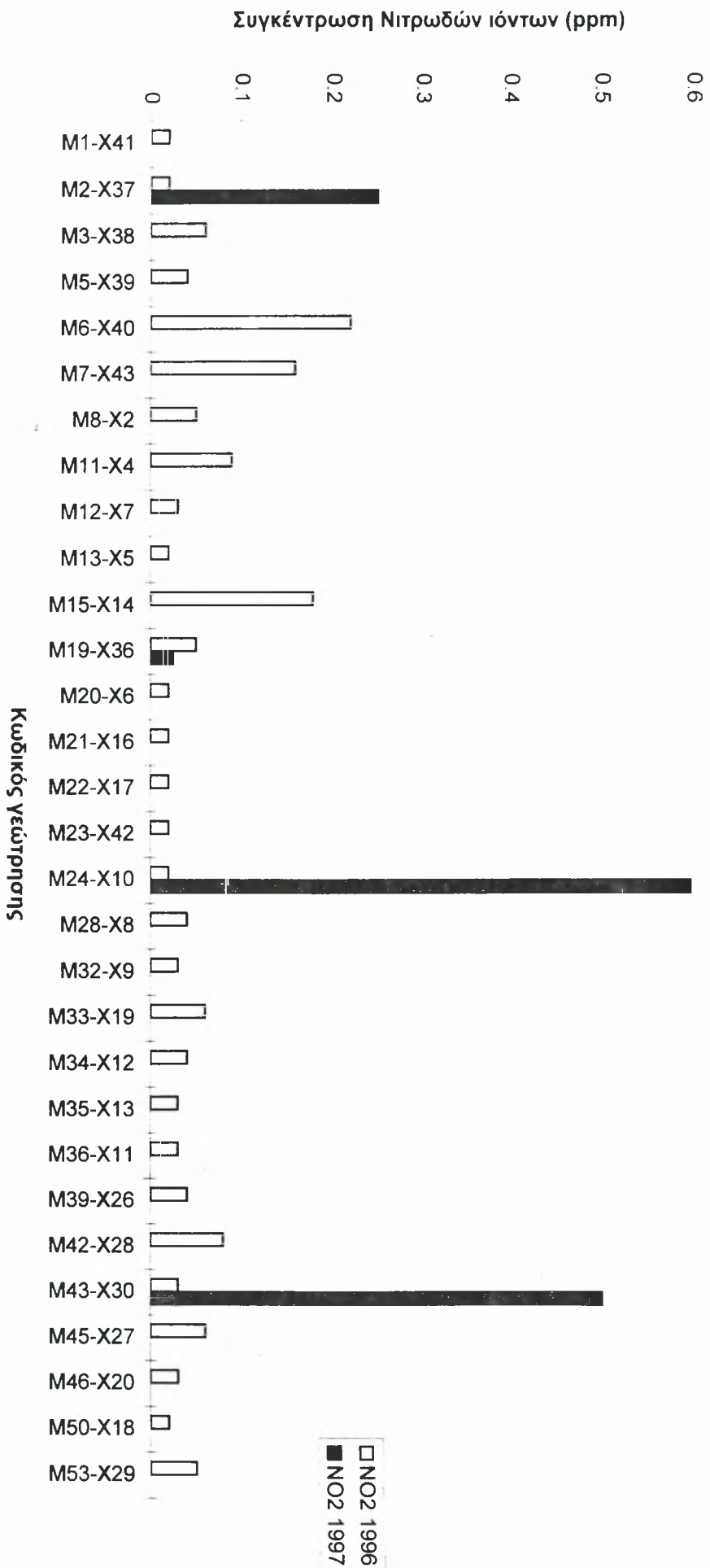
Διάγραμμα 16: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot (1976), για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών -Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεστίνου -Ριζομύλου .



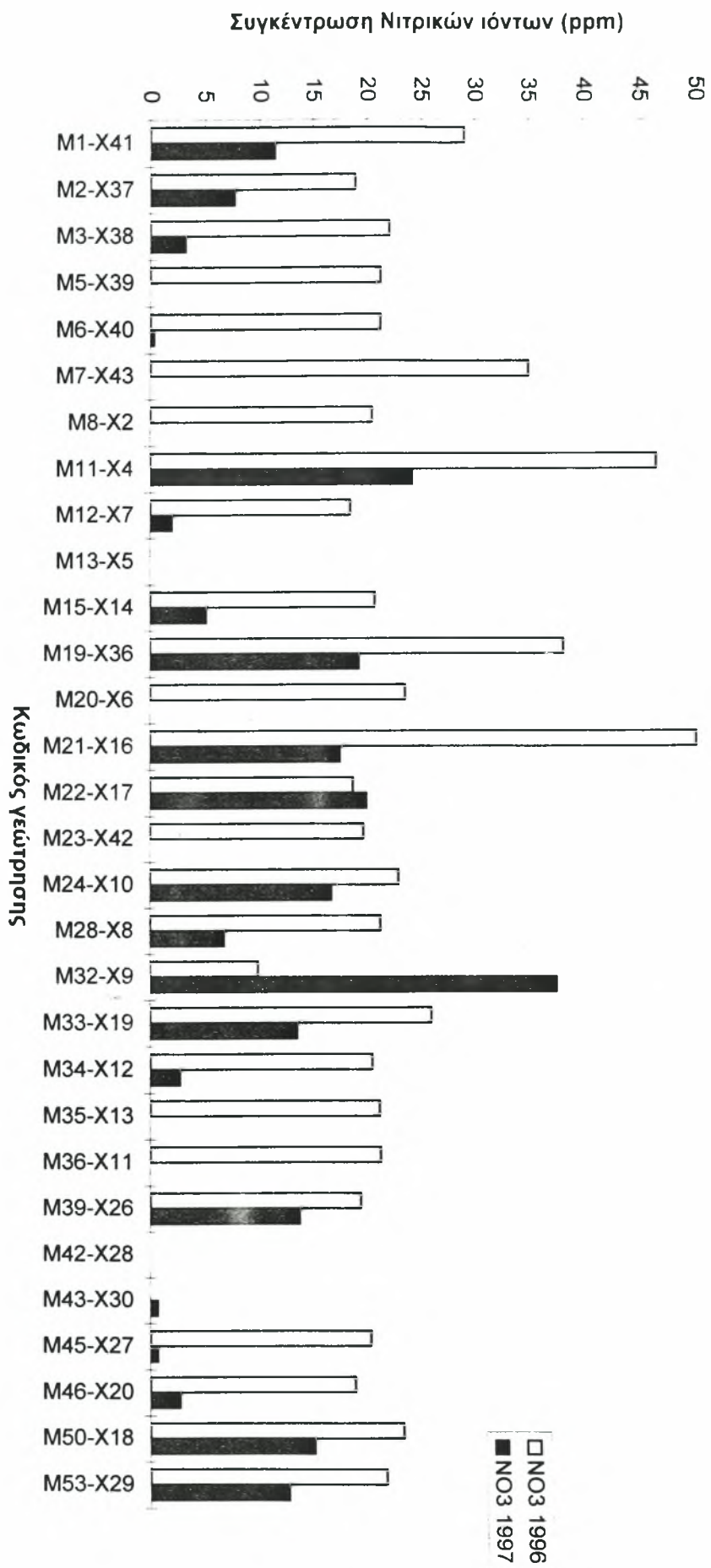
Διάγραμμα 17: Ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως με βάση τα δεδομένα των Ayers και Westcot (1976) για τις περιοχές Πηλίου, Αλυκών -Αγχιάλου-Διμηνίου, Βελεσίνου -Ριζομύλου .



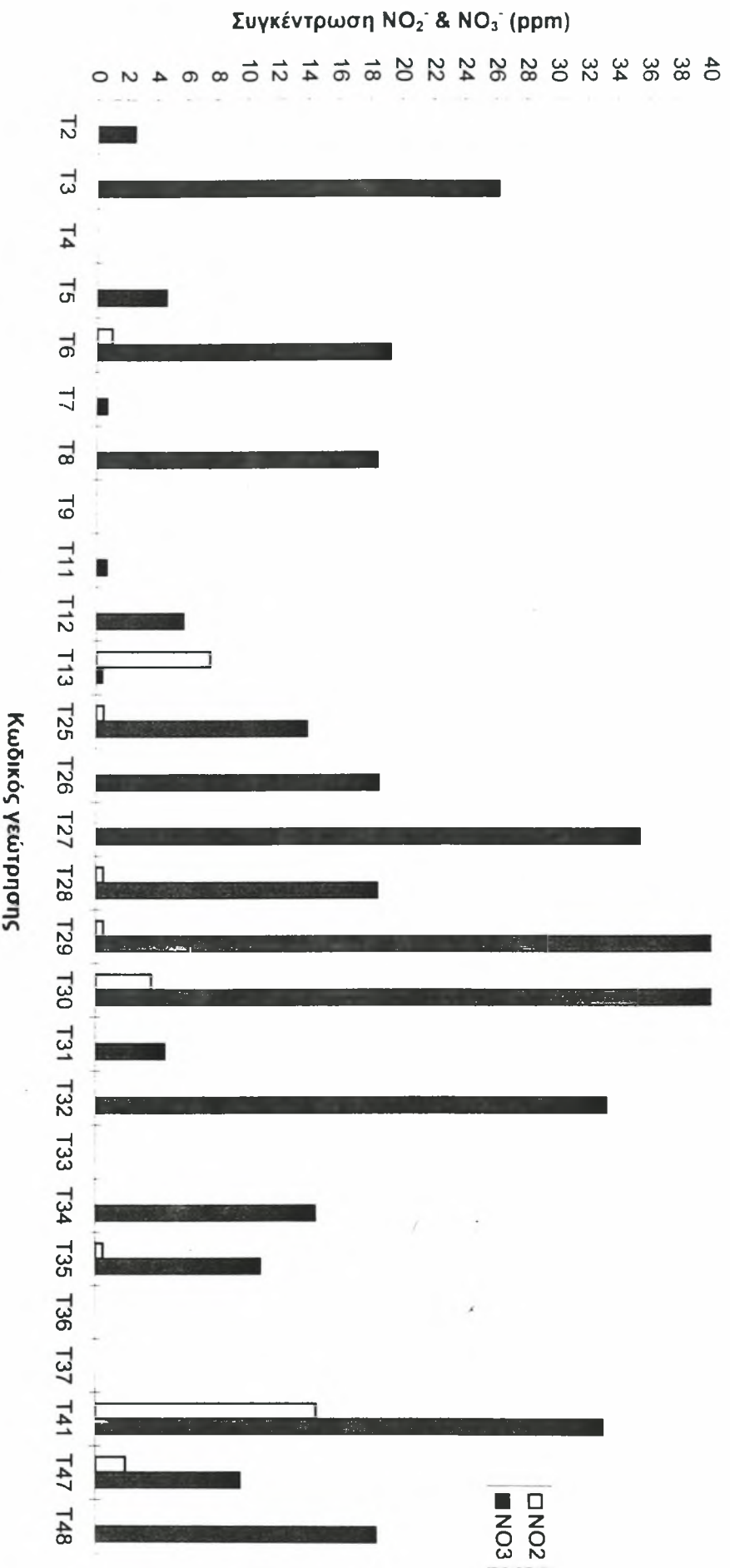
Διάγραμμα 18: Συγκέντρωση NO_2^- σε γεωτρήσεις των κοινοτήτων, Άνω και Κάτω Λεχωνίων, Καλών Νερών κατά τα έτη 1996 και 1997



Διάγραμμα 19: Συγκέντρωση NO_3^- σε γεωρήσεις των κοινοτήτων Άνω και Κάτω Λεχωνίων, Καλών Νερών κατά τα έτη 1996 και 1997

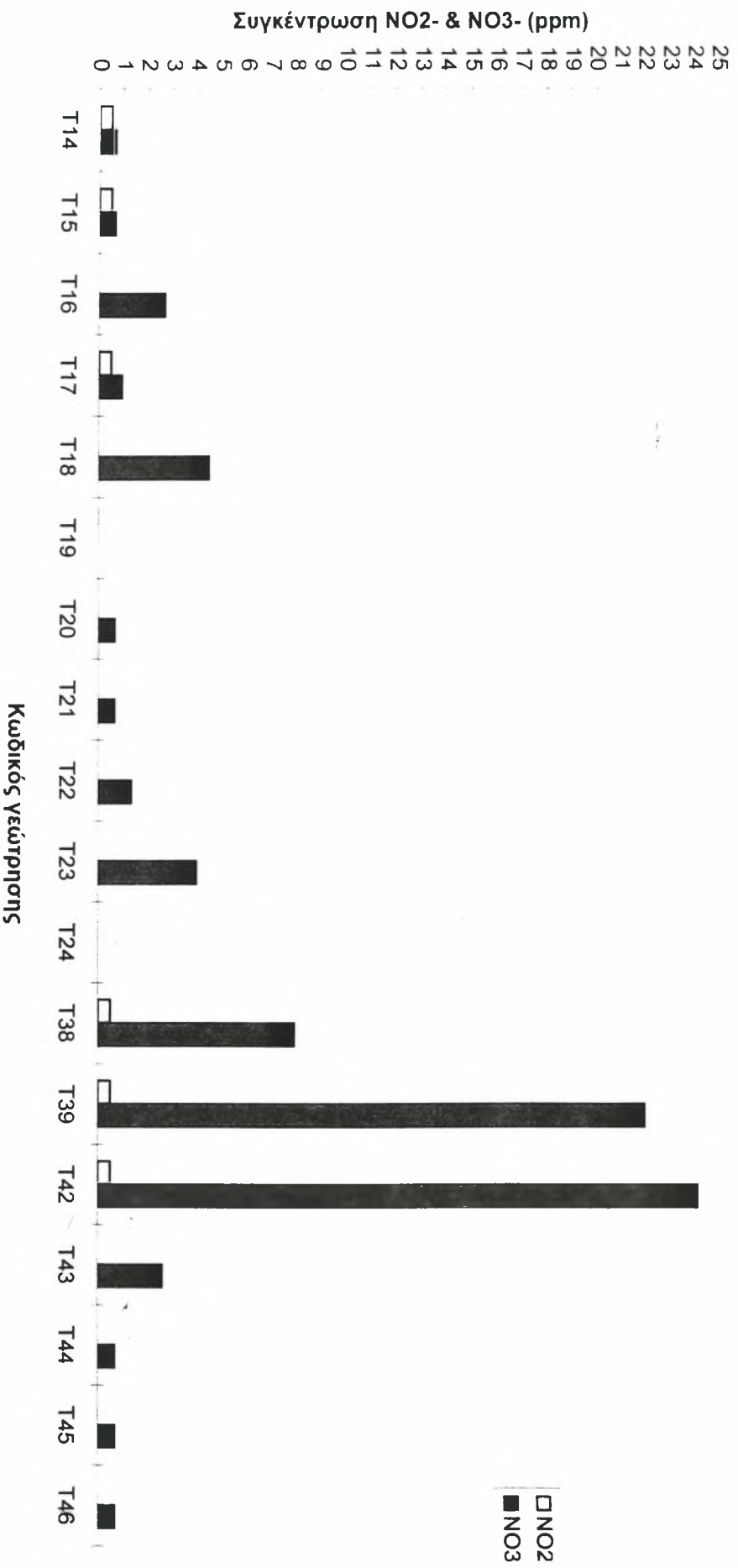


Διάγραμμα 20: Συγκέντρωση NO_2^- και NO_3^- σε γεωτρήσεις των περιοχών Αλυκών, Αγκιάδου, Δημηγίου κατά το έτος 1997

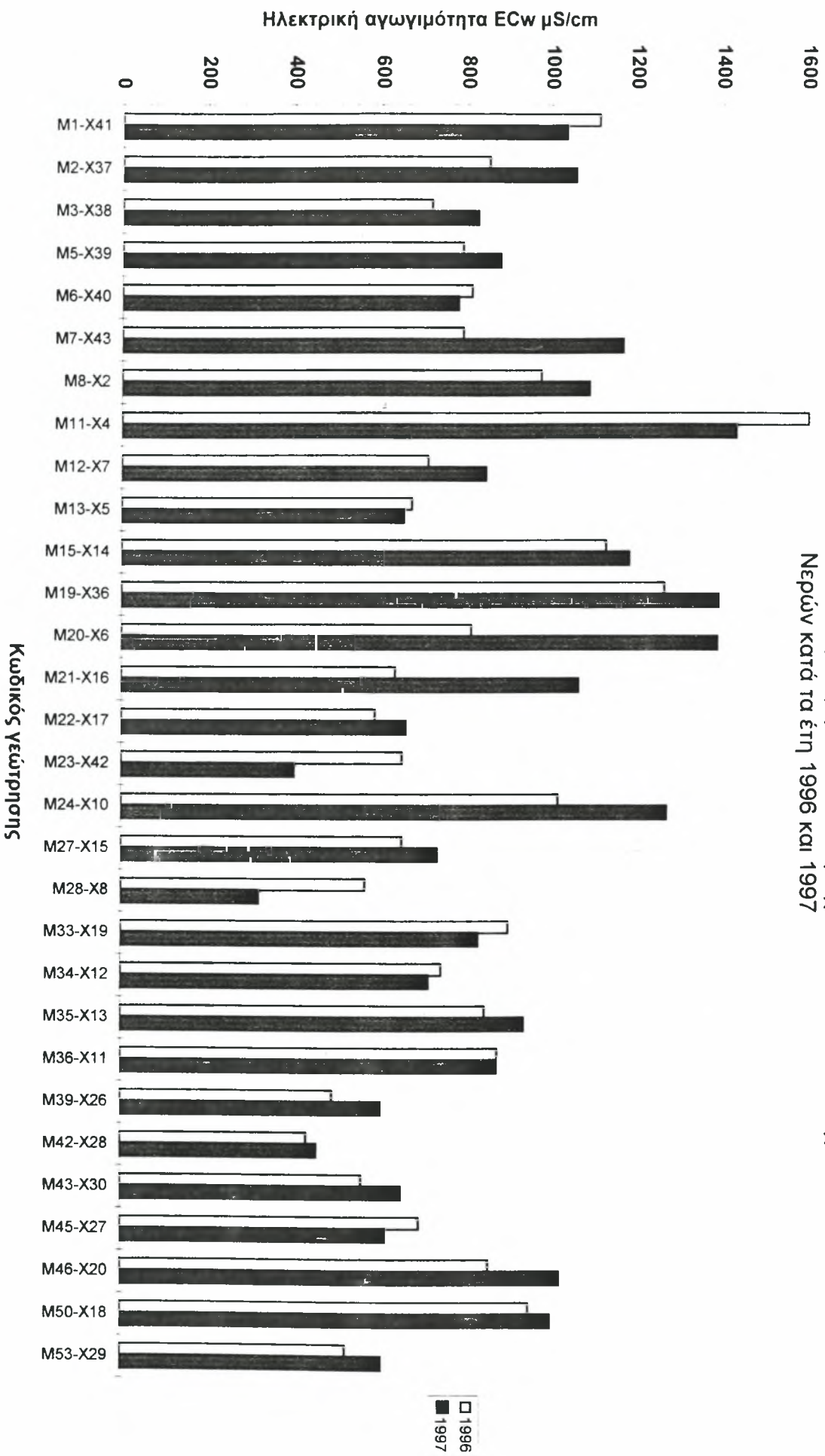


Σημείωση: Στις γεωτρήσεις με κωδικούς T29 T30 οι συγκεντρώσεις των NO_3^- είναι 177,2 και 89,3 αντίστοιχα.

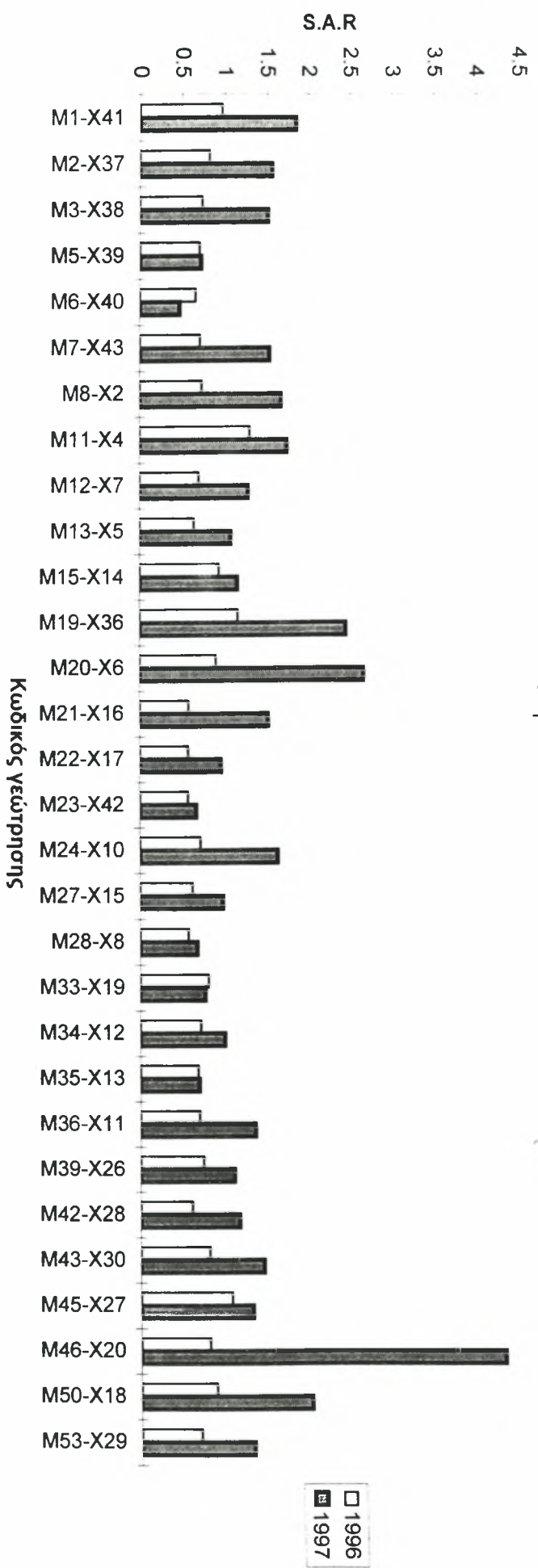
Διάγραμμα 21: Συγκέντρωση NO_2^- και NO_3^- σε γεωτρήσεις των περιοχών Βελεστίνου, Ριζομύδου κατά το έτος 1997



Διάγραμμα 22: Ηλεκτρική αγωγιμότητα των γεωτρήσεων των περιοχών Άνω και Κάτω Λεχωνίων, Καλλών Νερών κατά τα έτη 1996 και 1997



Διάγραμμα 23: Τιμές S.A.R σε γεωτρήσεις των περιοχών Άνω και Κάτω Λεχωνίων, Καλών Νερών κατά τα έτη 1996 και 1997



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1: Συγκέντρωση κατιόντων (Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺)

| Κωδ. δείγμ. | Περιοχή | Ca ⁺² | | Mg ⁺² | | Na ⁺ | | K ⁺ | |
|----------------|--------------|------------------|-----|------------------|---------|-----------------|------|----------------|------|
| | | meq/l | ppm | meq/l | ppm | meq/l | ppm | meq/l | ppm |
| X1 | Αγριά | 11 | 220 | 6.8 | 82.688 | 57.39 | 1320 | 0.11 | 4.1 |
| X2 | Κάτω Λεχώνια | 6.8 | 136 | 3.6 | 43.776 | 10.83 | 249 | 0.15 | 6 |
| X3 | Κάτω Λεχώνια | 4.8 | 96 | 2.8 | 34.048 | 7.22 | 166 | 0.06 | 2.5 |
| X4 | Κάτω Λεχώνια | 6.6 | 132 | 7.6 | 92.416 | 13.17 | 303 | 0.12 | 4.5 |
| X5 | Κάτω Λεχώνια | 4.2 | 84 | 1.8 | 21.888 | 5.26 | 121 | 0.06 | 2.4 |
| X6 | Κάτω Λεχώνια | 7.6 | 152 | 3 | 36.48 | 17.35 | 399 | 0.11 | 4.1 |
| X7 | Κάτω Λεχώνια | 4.8 | 96 | 2.8 | 34.048 | 7.09 | 163 | 0.07 | 2.9 |
| X8 | Άνω Λεχώνια | 2.2 | 44 | 1.8 | 21.888 | 2.70 | 62 | 0.04 | 1.4 |
| X9 | Άνω Λεχώνια | 4.6 | 92 | 14.6 | 177.536 | 19.57 | 450 | 0.13 | 5.1 |
| X10 | Άνω Λεχώνια | 8.8 | 176 | 0.8 | 9.728 | 10.04 | 231 | 0.16 | 6.1 |
| X11 | Άνω Λεχώνια | 6 | 120 | 2.4 | 29.184 | 7.83 | 180 | 0.12 | 4.5 |
| X12 | Άνω Λεχώνια | 3.8 | 76 | 4.8 | 58.368 | 5.83 | 134 | 0.12 | 4.5 |
| X13 | Άνω Λεχώνια | 5.4 | 108 | 2.6 | 31.616 | 3.91 | 90 | 0.15 | 5.7 |
| X14 | Άνω Λεχώνια | 3.2 | 64 | 6.4 | 77.824 | 7.17 | 165 | 0.11 | 4.4 |
| X15 | Άνω Λεχώνια | 3.4 | 68 | 4.4 | 53.504 | 5.43 | 125 | 0.12 | 4.8 |
| X16 | Άνω Λεχώνια | 5 | 100 | 2.4 | 29.184 | 8.26 | 190 | 0.11 | 4.1 |
| X17 | Άνω Λεχώνια | 3.4 | 68 | 4 | 48.64 | 5.17 | 119 | 0.11 | 4.4 |
| X18 | Άνω Λεχώνια | 4.8 | 96 | 1.2 | 14.592 | 9.83 | 226 | 0.09 | 3.5 |
| X19 | Άνω Λεχώνια | 5.2 | 104 | 2.8 | 34.048 | 4.35 | 100 | 0.10 | 3.8 |
| X20 | Άνω Λεχώνια | 6.6 | 132 | 2.6 | 31.616 | 9.04 | 208 | 0.12 | 4.5 |
| X21 | Κάτω Γατζέα | 9.6 | 192 | 5.6 | 68.096 | 104.35 | 2400 | 0.35 | 13.6 |
| X22 | Κάτω Γατζέα | 10 | 200 | 5.6 | 68.096 | 79.83 | 1836 | 0.28 | 11 |
| X23 | Κάτω Γατζέα | 12.2 | 244 | 6 | 72.96 | 92.35 | 2124 | 0.19 | 7.6 |
| X24 | Κάτω Γατζέα | 10 | 200 | 6.4 | 77.824 | 106.96 | 2460 | 0.45 | 17.5 |
| X25 | Κάτω Γατζέα | 6.8 | 136 | 0.8 | 9.728 | 41.39 | 952 | 0.06 | 2.4 |
| X26 | Καλά Νερά | 5.8 | 116 | -0.6 | -7.296 | 5.04 | 116 | 0.10 | 3.9 |
| X27 | Καλά Νερά | 4.6 | 92 | 1 | 12.16 | 6.22 | 143 | 0.03 | 1 |
| X28 | Καλά Νερά | 3 | 60 | 1.2 | 14.592 | 4.78 | 110 | 0.03 | 1 |
| X29 | Καλά Νερά | 3.8 | 76 | 2 | 24.32 | 6.35 | 146 | 0.03 | 1.1 |
| X30 | Καλά Νερά | 4.4 | 88 | 2 | 24.32 | 7.30 | 168 | 0.04 | 1.4 |
| X31 | Αργαλαστή | 6.4 | 128 | 1.2 | 14.592 | 5.65 | 130 | 0.09 | 3.4 |
| X32 | Μετόχι | 6.4 | 128 | -1.8 | -21.888 | 4.09 | 94 | 0.01 | 0.5 |
| X33 | Λαύκος | 6.2 | 124 | -1 | -12.16 | 8.04 | 185 | 0.03 | 1 |
| X34 | Λαύκος | 1.2 | 24 | 0.2 | 2.432 | 2.74 | 63 | 0.04 | 1.6 |
| X35 | Λαύκος | 5 | 100 | 0.4 | 4.864 | 5.52 | 127 | 0.04 | 1.7 |
| X36 | Κάτω Λεχώνια | 9 | 180 | 3.6 | 43.776 | 17.39 | 400 | 0.12 | 4.7 |
| X37 | Κάτω Λεχώνια | 8 | 160 | 1.4 | 17.024 | 9.57 | 220 | 0.09 | 3.6 |
| X38 | Κάτω Λεχώνια | 6.2 | 124 | 2.2 | 26.752 | 8.78 | 202 | 0.09 | 3.7 |
| X39 | Κάτω Λεχώνια | 5.8 | 116 | 3.2 | 38.912 | 4.35 | 100 | 0.07 | 2.8 |
| X40 | Κάτω Λεχώνια | 5 | 100 | 2.6 | 31.616 | 2.61 | 60 | 0.06 | 2.4 |
| X41 | Κάτω Λεχώνια | 6.6 | 132 | 3.8 | 46.208 | 11.96 | 275 | 0.16 | 6.4 |
| X42 | Κάτω Λεχώνια | 2.8 | 56 | 2.2 | 26.752 | 2.96 | 68 | 0.06 | 2.4 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------------|------|-----|------|---------|--------|-------|------|------|
| X43 | Κάτω Λεχώνια | 8.4 | 168 | 0.2 | 2.432 | 9.00 | 207 | 0.12 | 4.6 |
| T1 | Κρόκιο Αλμυρού | 5.4 | 108 | 2.4 | 29.184 | 4.00 | 92 | 0.04 | 1.7 |
| T2 | Αλυκές | 8.2 | 164 | 5.6 | 68.096 | 40.22 | 925 | 0.22 | 8.4 |
| T3 | Αλυκές | 10.4 | 208 | 22.6 | 274.816 | 467.39 | 10750 | 1.23 | 48 |
| T4 | Αλυκές | 12.6 | 252 | 10 | 121.6 | 87.39 | 2010 | 0.23 | 9 |
| T5 | Αλυκές | 12 | 240 | 15.6 | 189.696 | 17.57 | 404 | 0.18 | 7.2 |
| T6 | Νεάπολη | 4.6 | 92 | 3.8 | 46.208 | 13.04 | 300 | 0.06 | 2.5 |
| T7 | Κριθαριά * | 8.2 | 164 | 11.4 | 138.624 | 326.09 | 7500 | 0.86 | 33.7 |
| T8 | Κριθαριά * | 6.4 | 128 | 9.2 | 111.872 | 300.00 | 6900 | 1.08 | 42 |
| T9 | Μάραθος * | 6 | 120 | 9.4 | 114.304 | 386.09 | 8880 | 1.13 | 44 |
| T10 | Καραγάτς Βόλου | 5.4 | 108 | 8 | 97.28 | 14.13 | 325 | 0.09 | 3.4 |
| T11 | Διμήνι | 3.8 | 76 | 3.2 | 38.912 | 21.00 | 483 | 0.17 | 6.8 |
| T12 | Ξηρόκαμπος | 6.2 | 124 | 4.4 | 53.504 | 10.30 | 237 | 0.08 | 3 |
| T13 | Αλυκές | 10 | 200 | 12.4 | 150.784 | 108.52 | 2496 | 0.37 | 14.5 |
| T14 | Ριζόμυλος | 2.2 | 44 | 2 | 24.32 | 7.70 | 177 | 0.07 | 2.6 |
| T15 | Ριζόμυλος | 2.8 | 56 | 4.8 | 58.368 | 8.26 | 190 | 0.07 | 2.8 |
| T16 | Ριζόμυλος | 2.2 | 44 | 4.4 | 53.504 | 16.30 | 375 | 0.04 | 1.7 |
| T17 | Ριζόμυλος | 2.2 | 44 | 4.4 | 53.504 | 16.96 | 390 | 0.03 | 1.1 |
| T18 | Ριζόμυλος | 3 | 60 | 6 | 72.96 | 13.04 | 300 | 0.05 | 2 |
| T19 | Ριζόμυλος | 3.2 | 64 | 5.2 | 63.232 | 9.78 | 225 | 0.14 | 5.6 |
| T20 | Ριζόμυλος | 3.2 | 64 | 4.8 | 58.368 | 9.35 | 215 | 0.04 | 1.7 |
| T21 | Ριζόμυλος | 3 | 60 | 4.4 | 53.504 | 7.96 | 183 | 0.03 | 1.1 |
| T22 | Ριζόμυλος | 3.8 | 76 | 4.4 | 53.504 | 8.74 | 201 | 0.08 | 3 |
| T23 | Ριζόμυλος | 3.4 | 68 | 3.6 | 43.776 | 5.22 | 120 | 0.05 | 2.1 |
| T24 | Ριζόμυλος | 3.2 | 64 | 4.6 | 55.936 | 8.70 | 200 | 0.06 | 2.4 |
| T25 | Νεάπολη | 6.4 | 128 | 6 | 72.96 | 74.35 | 1710 | 0.06 | 2.4 |
| T26 | Νέες Παγασαί | 7.2 | 144 | 4.2 | 51.072 | 54.35 | 1250 | 0.19 | 7.4 |
| T27 | Διμήνι | 9.4 | 188 | 3.8 | 46.208 | 24.00 | 552 | 0.06 | 2.4 |
| T28 | Λάμια Διμηνίου | 8.8 | 176 | 6.6 | 80.256 | 38.26 | 880 | 0.25 | 9.6 |
| T29 | Λάμια Διμηνίου | 29.2 | 584 | 19.8 | 240.768 | 115.43 | 2655 | 0.17 | 6.6 |
| T30 | Λάμια Διμηνίου | 9.8 | 196 | 18.2 | 221.312 | 131.74 | 3030 | 0.38 | 15 |
| T31 | Λάμια Διμηνίου | 4 | 80 | 2.2 | 26.752 | 12.35 | 284 | 0.19 | 7.4 |
| T32 | Λάμια Διμηνίου | 5.6 | 112 | 6 | 72.96 | 108.70 | 2500 | 0.10 | 3.9 |
| T33 | Λάμια Διμηνίου | 6.6 | 132 | 7 | 85.12 | 97.83 | 2250 | 0.62 | 24 |
| T34 | Διμήνι | 5 | 100 | 5.8 | 70.528 | 86.96 | 2000 | 0.58 | 22.5 |
| T35 | Διμήνι | 5.8 | 116 | 2.8 | 34.048 | 131.09 | 3015 | 0.58 | 22.5 |
| T36 | Διμήνι | 3.8 | 76 | 4.2 | 51.072 | 65.22 | 1500 | 0.35 | 13.5 |
| T37 | Διμήνι | 3.8 | 76 | 2.6 | 31.616 | 8.70 | 200 | 0.07 | 2.9 |
| T38 | Βελεστίνο | 3.8 | 76 | 3 | 36.48 | 8.48 | 195 | 0.04 | 1.6 |
| T39 | Βελεστίνο | 4.2 | 84 | 6.8 | 82.688 | 64.35 | 1480 | 0.17 | 6.5 |
| T40 | Βελεστίνο | 4.6 | 92 | 4.8 | 58.368 | 61.48 | 1414 | 0.26 | 10.2 |
| T41 | Κριθαριά * | 14.8 | 296 | 2.4 | 29.184 | 271.74 | 6250 | 0.83 | 32.5 |
| T42 | Βελεστίνο | 4.2 | 84 | 3.4 | 41.344 | 14.13 | 325 | 0.05 | 1.8 |
| T43 | Βελεστίνο | 5 | 100 | 5.2 | 63.232 | 9.04 | 208 | 0.05 | 2 |
| T44 | Βελεστίνο | 4 | 80 | 2.6 | 31.616 | 10.43 | 240 | 0.03 | 1.3 |
| T45 | Βελεστίνο | 4.8 | 96 | 4.2 | 51.072 | 10.22 | 235 | 0.05 | 1.8 |
| T46 | Βελεστίνο | 3.8 | 76 | 4.6 | 55.936 | 8.78 | 202 | 0.06 | 2.5 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|-----|-----|--------|--------|------|------|----|
| T47 | Μάραθος * | 7.2 | 144 | 8.2 | 99.712 | 200.00 | 4600 | 0.72 | 28 |
| T48 | Μάραθος * | 6.4 | 128 | 7 | 85.12 | 220.00 | 5060 | 0.64 | 25 |

Πίνακας 2: Συγκέντρωση ανιόντων (CO_3^{-2} , HCO_3^- , SO_4^{-2} , Cl^-)

| Κωδικός δείγματος | Περιοχή | CO_3^{-2} | | HCO_3^- | | SO_4^{-2} | | Cl^- | |
|----------------------|--------------|--------------------|-----|------------------|-------|--------------------|---------|---------------|--------|
| | | meq/l | ppm | meq/l | ppm | meq/l | ppm | meq/l t | ppm |
| X1 | Αγριά | 0 | 0 | 7.5 | 457.5 | 58.66 | 2815.66 | 9.14 | 324.36 |
| X2 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.9 | 420.9 | 13.46 | 646.31 | 1.02 | 36.04 |
| X3 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 4.1 | 250.1 | 8.12 | 389.60 | 2.66 | 94.60 |
| X4 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.7 | 408.7 | 19.01 | 912.61 | 1.78 | 63.07 |
| X5 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 5.4 | 329.4 | 5.41 | 259.91 | 0.51 | 18.02 |
| X6 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 3.4 | 207.4 | 16.28 | 781.32 | 8.38 | 297.33 |
| X7 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 4 | 244 | 7.84 | 376.45 | 2.92 | 103.61 |
| X8 | Άνω Λεχώνια | 0.4 | 12 | 2.1 | 128.1 | 3.34 | 160.48 | 0.89 | 31.53 |
| X9 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 7.6 | 463.6 | 28.25 | 1356.02 | 3.05 | 108.12 |
| X10 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.9 | 420.9 | 11.00 | 527.83 | 1.90 | 67.57 |
| X11 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.5 | 396.5 | 8.57 | 411.48 | 1.27 | 45.05 |
| X12 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 5.7 | 347.7 | 7.32 | 351.30 | 1.52 | 54.06 |
| X13 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.3 | 384.3 | 4.74 | 227.71 | 1.02 | 36.04 |
| X14 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 7.2 | 439.2 | 8.54 | 410.14 | 1.14 | 40.54 |
| X15 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 5.7 | 347.7 | 6.39 | 306.67 | 1.27 | 45.05 |
| X16 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 7.4 | 451.4 | 7.22 | 346.75 | 1.14 | 40.54 |
| X17 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 5.6 | 341.6 | 5.44 | 260.98 | 1.65 | 58.56 |
| X18 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.7 | 408.7 | 7.95 | 381.45 | 1.27 | 45.05 |
| X19 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 5.8 | 353.8 | 5.50 | 264.15 | 1.14 | 40.54 |
| X20 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 | 5.5 | 335.5 | 97.00 | 4655.77 | 1.78 | 63.07 |
| X21 | Κάτω Γατζέα | 0 | 0 | 6.7 | 408.7 | 96.95 | 4653.76 | 16.24 | 576.63 |
| X22 | Κάτω Γατζέα | 0 | 0 | 7 | 427 | 75.89 | 3642.78 | 12.82 | 455.00 |
| X23 | Κάτω Γατζέα | 0 | 0 | 7.2 | 439.2 | 90.09 | 4324.38 | 13.45 | 477.52 |
| X24 | Κάτω Γατζέα | 0 | 0 | 6.6 | 402.6 | 99.31 | 4766.99 | 17.89 | 635.20 |
| X25 | Κάτω Γατζέα | 0 | 0 | 11 | 671 | 33.74 | 1619.44 | 4.31 | 153.17 |
| X26 | Καλά Νερά | 0 | 0 | 5.1 | 311.1 | 1.44 | 68.95 | 3.81 | 135.15 |
| X27 | Καλά Νερά | 0 | 0 | 4.7 | 286.7 | 6.00 | 288.04 | 1.14 | 40.54 |
| X28 | Καλά Νερά | 0 | 0 | 3.9 | 237.9 | 3.97 | 190.38 | 1.14 | 40.54 |
| X29 | Καλά Νερά | 0 | 0 | 4.6 | 280.6 | 6.18 | 296.65 | 1.40 | 49.55 |
| X30 | Καλά Νερά | 0 | 0 | 5 | 305 | 7.60 | 364.71 | 1.14 | 40.54 |
| X31 | Αργαλαστή | 0 | 0 | 6.2 | 378.2 | 5.49 | 263.50 | 1.65 | 58.56 |
| X32 | Μετόχι | 0 | 0 | 6.6 | 402.6 | 1.08 | 52.06 | 1.02 | 36.04 |
| X33 | Λαύκος | 0 | 0 | 6.8 | 414.8 | 4.18 | 200.88 | 2.28 | 81.09 |
| X34 | Λαύκος | 0 | 0 | 1.1 | 67.1 | 2.57 | 123.48 | 0.51 | 18.02 |
| X35 | Λαύκος | 0 | 0 | 5.7 | 347.7 | 3.87 | 185.73 | 1.40 | 49.55 |
| X36 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.9 | 420.9 | 21.05 | 1010.62 | 2.16 | 76.58 |
| X37 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.1 | 372.1 | 10.67 | 512.32 | 2.28 | 81.09 |

| | | | | | | | | | |
|-----|----------------|---|---|------|-------|--------|----------|-------|---------|
| X38 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 5.4 | 329.4 | 9.97 | 478.75 | 1.90 | 67.57 |
| X39 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 4.7 | 286.7 | 6.18 | 296.72 | 2.54 | 90.10 |
| X40 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 3.8 | 231.8 | 3.04 | 146.11 | 3.43 | 121.63 |
| X41 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.5 | 396.5 | 14.12 | 677.62 | 1.90 | 67.57 |
| X42 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 3.2 | 195.2 | 4.06 | 194.72 | 0.76 | 27.03 |
| X43 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 | 6.8 | 414.8 | 8.76 | 420.51 | 2.16 | 76.58 |
| T1 | Κρόκιο Αλμυρού | 0 | 0 | 7 | 427 | 4.08 | 195.95 | 0.76 | 27.03 |
| T2 | Αλυκές | 0 | 0 | 8.9 | 542.9 | 38.99 | 1871.41 | 6.35 | 225.25 |
| T3 | Αλυκές | 0 | 0 | 7.6 | 463.6 | 424.23 | 20362.0 | 69.80 | 2477.72 |
| T4 | Αλυκές | 0 | 0 | 6 | 366 | 83.92 | 4028.07 | 20.30 | 720.79 |
| T5 | Αλυκές | 0 | 0 | 7.3 | 445.3 | 0.61 | 29.49 | 37.44 | 1328.96 |
| T6 | Νεάπολη | 0 | 0 | 7.4 | 451.4 | 12.20 | 585.80 | 1.90 | 67.57 |
| T7 | Κριθαριά * | 0 | 0 | 8 | 488 | 301.62 | 14477.1 | 36.93 | 1310.94 |
| T8 | Κριθαριά * | 0 | 0 | 6.4 | 390.4 | 270.43 | 12980.66 | 39.85 | 1414.55 |
| T9 | Μάραθος * | 0 | 0 | 12.2 | 744.2 | 348.92 | 16748.11 | 41.50 | 1473.12 |
| T10 | Καραγάτς Βόλου | 0 | 0 | 7.7 | 469.7 | 17.89 | 858.59 | 2.03 | 72.08 |
| T11 | Διμήνι | 0 | 0 | 6.9 | 420.9 | 18.99 | 911.53 | 2.28 | 81.09 |
| T12 | Ξηρόκαμπος | 0 | 0 | 7 | 427 | 11.32 | 543.19 | 2.66 | 94.60 |
| T13 | Αλυκές | 0 | 0 | 4.9 | 298.9 | 110.66 | 5311.58 | 15.74 | 558.61 |
| T14 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 3.7 | 225.7 | 6.61 | 317.41 | 1.65 | 58.56 |
| T15 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 7.5 | 457.5 | 7.67 | 368.22 | 0.76 | 27.03 |
| T16 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 5.8 | 353.8 | 15.50 | 743.92 | 1.65 | 58.56 |
| T17 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 5.8 | 353.8 | 16.39 | 786.66 | 1.40 | 49.55 |
| T18 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 6.4 | 390.4 | 14.17 | 680.25 | 1.52 | 54.06 |
| T19 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 7.9 | 481.9 | 8.90 | 427.36 | 1.52 | 54.06 |
| T20 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 7.2 | 439.2 | 9.30 | 446.55 | 0.89 | 31.53 |
| T21 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 7.5 | 457.5 | 7.38 | 354.10 | 0.51 | 18.02 |
| T22 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 7.8 | 475.8 | 7.31 | 351.00 | 1.90 | 67.57 |
| T23 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 7.2 | 439.2 | 3.42 | 164.23 | 1.65 | 58.56 |
| T24 | Ριζόμυλος | 0 | 0 | 7 | 427 | 8.03 | 385.65 | 1.52 | 54.06 |
| T25 | Νεάπολη | 0 | 0 | 7 | 427 | 69.53 | 3337.46 | 10.28 | 364.90 |
| T26 | Νέες Παγασαί | 0 | 0 | 9.5 | 579.5 | 51.11 | 2453.17 | 5.33 | 189.21 |
| T27 | Διμήνι | 0 | 0 | 4.4 | 268.4 | 26.90 | 1291.07 | 5.96 | 211.73 |
| T28 | Λάμια Διμηνίου | 0 | 0 | 3 | 183 | 39.61 | 1901.42 | 11.29 | 400.94 |
| T29 | Λάμια Διμηνίου | 0 | 0 | 6.8 | 414.8 | 126.97 | 6094.43 | 30.84 | 1094.70 |
| T30 | Λάμια Διμηνίου | 0 | 0 | 10.3 | 628.3 | 131.04 | 6290.04 | 18.78 | 666.73 |
| T31 | Λάμια Διμηνίου | 0 | 0 | 2.9 | 176.9 | 11.14 | 534.83 | 4.70 | 166.68 |
| T32 | Λάμια Διμηνίου | 0 | 0 | 7.5 | 457.5 | 99.95 | 4797.69 | 12.94 | 459.50 |
| T33 | Λάμια Διμηνίου | 0 | 0 | 7.6 | 463.6 | 95.94 | 4605.08 | 8.50 | 301.83 |
| T34 | Διμήνι | 0 | 0 | 7.7 | 469.7 | 78.96 | 3790.01 | 11.67 | 414.46 |
| T35 | Διμήνι | 0 | 0 | 9.4 | 573.4 | 119.82 | 5751.53 | 11.04 | 391.93 |
| T36 | Διμήνι | 0 | 0 | 4.8 | 292.8 | 62.93 | 3020.45 | 5.84 | 207.23 |
| T37 | Διμήνι | 0 | 0 | 7.3 | 445.3 | 5.84 | 280.30 | 2.03 | 72.08 |
| T38 | Βελεστίνο | 0 | 0 | 6.8 | 414.8 | 7.38 | 354.10 | 1.14 | 40.54 |
| T39 | Βελεστίνο | 0 | 0 | 8 | 488 | 59.77 | 2869.13 | 7.74 | 274.80 |
| T40 | Βελεστίνο | 0 | 0 | 6.2 | 378.2 | 56.56 | 2715.09 | 8.38 | 297.33 |
| T41 | Κριθαριά * | 0 | 0 | 8 | 488 | 245.35 | 11776.90 | 36.42 | 1292.92 |
| T42 | Βελεστίνο | 0 | 0 | 7.3 | 445.3 | 12.32 | 591.33 | 2.16 | 76.58 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-----------|---|---|-----|-------|--------|---------|-------|---------|
| T43 | Βελεστίνο | 0 | 0 | 7.6 | 463.6 | 9.92 | 476.07 | 1.78 | 63.07 |
| T44 | Βελεστίνο | 0 | 0 | 6.4 | 390.4 | 8.89 | 426.79 | 1.78 | 63.07 |
| T45 | Βελεστίνο | 0 | 0 | 7.6 | 463.6 | 9.76 | 468.48 | 1.90 | 67.57 |
| T46 | Βελεστίνο | 0 | 0 | 6.8 | 414.8 | 1.56 | 75.06 | 8.88 | 315.35 |
| T47 | Μάραθος * | 0 | 0 | 8.7 | 530.7 | 177.85 | 8536.81 | 29.57 | 1049.65 |
| T48 | Μάραθος * | 0 | 0 | 7.4 | 451.4 | 198.85 | 9544.80 | 27.79 | 986.58 |

Πίνακας 3: Συγκέντρωση νιτρικών και νιτρωδών ιόντων (NO_3^- , NO_2^-)

| Κωδικός δείγματος | Περιοχή | NO_3^- | NO_2^- |
|----------------------|--------------|-----------------|-----------------|
| | | ppm | ppm |
| X1 | Αγριά | 16.2 | 0 |
| X2 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 |
| X3 | Κάτω Λεχώνια | 0.67 | 0 |
| X4 | Κάτω Λεχώνια | 24.3 | 0 |
| X5 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 |
| X6 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 |
| X7 | Κάτω Λεχώνια | 2 | 0 |
| X8 | Άνω Λεχώνια | 6.7 | 0 |
| X9 | Άνω Λεχώνια | 37.7 | 0 |
| X10 | Άνω Λεχώνια | 16.7 | 7.6 |
| X11 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 |
| X12 | Άνω Λεχώνια | 2.7 | 0 |
| X13 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 |
| X14 | Άνω Λεχώνια | 5.1 | 0 |
| X15 | Άνω Λεχώνια | 0 | 0 |
| X16 | Άνω Λεχώνια | 17.5 | 0 |
| X17 | Άνω Λεχώνια | 20 | 0 |
| X18 | Άνω Λεχώνια | 15 | 0 |
| X19 | Άνω Λεχώνια | 13.5 | 0 |
| X20 | Άνω Λεχώνια | 2.7 | 0 |
| X21 | Κάτω Γατζέα | 20.5 | 0 |
| X22 | Κάτω Γατζέα | 0 | 0 |
| X23 | Κάτω Γατζέα | 6.5 | 1 |
| X24 | Κάτω Γατζέα | 24.4 | 15.1 |
| X25 | Κάτω Γατζέα | 2.02 | 0.5 |
| X26 | Καλά Νερά | 13.7 | 0 |
| X27 | Καλά Νερά | 0.67 | 0 |
| X28 | Καλά Νερά | 0 | 0 |
| X29 | Καλά Νερά | 12.6 | 0 |
| X30 | Καλά Νερά | 0.67 | 0 |
| X31 | Αργαλαστή | 0 | 0 |
| X32 | Μετόχι | 0 | 0 |
| X33 | Λαύκος | 17.8 | 0.5 |
| X34 | Λαύκος | 2.8 | 0 |

| | | | |
|-----|-------------------|-------|------|
| X35 | Λαύκος | 0.33 | 0 |
| X36 | Κάτω Λεχώνια | 19.3 | 0.25 |
| X37 | Κάτω Λεχώνια | 7.7 | 0.25 |
| X38 | Κάτω Λεχώνια | 3.2 | 0 |
| X39 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 |
| X40 | Κάτω Λεχώνια | 0.33 | 0 |
| X41 | Κάτω Λεχώνια | 11.4 | 0 |
| X42 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 |
| X43 | Κάτω Λεχώνια | 0 | 0 |
| T1 | Κρόκιο Αλμυρού | 13.5 | 0 |
| T2 | Αλυκές | 2.5 | 0 |
| T3 | Αλυκές | 26.2 | 0 |
| T4 | Αλυκές | 0 | 0 |
| T5 | Αλυκές | 4.6 | 0 |
| T6 | Νεάπολη | 19.3 | 1 |
| T7 | Κριθαριά * | 0.67 | 0 |
| T8 | Κριθαριά * | 1805 | 0 |
| T9 | Μάραθος * | 0 | 0 |
| T10 | Καραγάτς Βόλου | 18.2 | 0 |
| T11 | Διμήνι | 0.67 | 0 |
| T12 | Ξηρόκαμπος | 5.8 | 0 |
| T13 | Αλυκές | 0.4 | 7.6 |
| T14 | Ριζόμυλος | 0.67 | 0.5 |
| T15 | Ριζόμυλος | 0.67 | 0.5 |
| T16 | Ριζόμυλος | 2.7 | 0 |
| T17 | Ριζόμυλος | 0.95 | 0.5 |
| T18 | Ριζόμυλος | 4.5 | 0 |
| T19 | Ριζόμυλος | 0 | 0 |
| T20 | Ριζόμυλος | 0 | 0 |
| T21 | Ριζόμυλος | 0.67 | 0 |
| T22 | Ριζόμυλος | 1.35 | 0 |
| T23 | Ριζόμυλος | 4 | 0 |
| T24 | Ριζόμυλος | 0 | 0 |
| T25 | Νεάπολη | 14 | 0.5 |
| T26 | Νέες Παγασαί | 18.6 | 0 |
| T27 | Διμήνι | 35.6 | 0 |
| T28 | Λάμια Διμηνίου | 18.5 | 0.5 |
| T29 | Λάμια Διμηνίου | 177.2 | 0.5 |
| T30 | Λάμια Διμηνίου | 89.3 | 3.7 |
| T31 | Λάμια Διμηνίου | 4.6 | 0 |
| T32 | Λάμια Διμηνίου | 33.4 | 0 |
| T33 | Λάμια Διμηνίου | 0 | 0 |
| T34 | Διμήνι | 14.8 | 0 |
| T35 | Διμήνι | 10.9 | 0.5 |
| T36 | Διμήνι | 0 | 0 |
| T37 | Διμήνι | 0 | 0 |
| T38 | Βελεστίνο | 8 | 0.5 |

| | | | |
|-----|------------|------|------|
| T39 | Βελεστίνο | 22.1 | 0.5 |
| T40 | Βελεστίνο | 51.5 | 1.8 |
| T41 | Κριθαριά * | 33 | 14.5 |
| T42 | Βελεστίνο | 24.3 | 0.5 |
| T43 | Βελεστίνο | 2.6 | 0 |
| T44 | Βελεστίνο | 0.67 | 0 |
| T45 | Βελεστίνο | 0.67 | 0 |
| T46 | Βελεστίνο | 0.67 | 0 |
| T47 | Μάραθος * | 9.5 | 2 |
| T48 | Μάραθος * | 18.2 | 0 |

Πίνακας 4: pH, EC_w, SAR, LSI

| Κωδικός δείγματος | Περιοχή | pH | EC _w (μS/cm) | SAR | LSI |
|-------------------|--------------|------|-------------------------|--------|-------|
| X1 | Αγριά | 7.35 | 2218 | 6.802 | 0.99 |
| X2 | Κάτω Λεχώνια | 6.92 | 1090 | 1.679 | 0.37 |
| X3 | Κάτω Λεχώνια | 7.3 | 720 | 1.309 | 0.5 |
| X4 | Κάτω Λεχώνια | 6.9 | 1433 | 1.748 | 0.5 |
| X5 | Κάτω Λεχώνια | 7.13 | 652 | 1.074 | 0.23 |
| X6 | Κάτω Λεχώνια | 7.19 | 1390 | 2.664 | 0.29 |
| X7 | Κάτω Λεχώνια | 7.08 | 844.5 | 1.285 | 0.18 |
| X8 | Άνω Λεχώνια | 8.38 | 317.6 | 0.674 | 0.98 |
| X9 | Άνω Λεχώνια | 6.87 | 1913 | 2.233 | 0.67 |
| X10 | Άνω Λεχώνια | 7.12 | 1269 | 1.621 | 0.57 |
| X11 | Άνω Λεχώνια | 5.97 | 871 | 1.350 | -0.73 |
| X12 | Άνω Λεχώνια | 7.44 | 710.4 | 0.993 | 0.74 |
| X13 | Άνω Λεχώνια | 7.01 | 935 | 0.692 | 0.31 |
| X14 | Άνω Λεχώνια | 7.18 | 1183 | 1.158 | 0.63 |
| X15 | Άνω Λεχώνια | 7.34 | 731 | 0.973 | 0.64 |
| X16 | Άνω Λεχώνια | 7.31 | 1065 | 1.518 | 0.66 |
| X17 | Άνω Λεχώνια | 7.37 | 657.7 | 0.951 | 0.57 |
| X18 | Άνω Λεχώνια | 7.25 | 993 | 2.006 | 0.5 |
| X19 | Άνω Λεχώνια | 7.12 | 827 | 0.769 | 0.42 |
| X20 | Άνω Λεχώνια | 6.69 | 1015 | 4,3 | 0 |
| X21 | Κάτω Γατζέα | 6.97 | 2622 | 13.382 | 0.62 |
| X22 | Κάτω Γατζέα | 6.94 | 2365 | 10.105 | 0.59 |
| X23 | Κάτω Γατζέα | 6.96 | 2802 | 10.823 | 0.53 |
| X24 | Κάτω Γατζέα | 7.28 | 2820 | 13.206 | 0.93 |
| X25 | Κάτω Γατζέα | 7.19 | 1578 | 7.507 | 0.74 |
| X26 | Καλά Νερά | 7.22 | 599.7 | 1.106 | 0.22 |
| X27 | Καλά Νερά | 7.17 | 609.9 | 1.314 | 0.27 |
| X28 | Καλά Νερά | 7.51 | 450.4 | 1.167 | 0.31 |
| X29 | Καλά Νερά | 7.18 | 598.5 | 1.318 | 0.23 |
| X30 | Καλά Νερά | 7.15 | 646.8 | 1.444 | 0.25 |

| | | | | | |
|-----|-------------------|------|-------|--------|------|
| X31 | Αργαλαστή | 7.13 | 813.2 | 1.025 | 0.43 |
| X32 | Μετόχι | 7.09 | 743.2 | 0.953 | 0.24 |
| X33 | Λαύκος | 6.94 | 885 | 1.764 | 0.09 |
| X34 | Λαύκος | 7.55 | 153.1 | 1.157 | -0.6 |
| X35 | Λαύκος | 7.46 | 624.2 | 1.188 | 0.56 |
| X36 | Κάτω Λεχώνια | 7.14 | 1393 | 2.450 | 0.69 |
| X37 | Κάτω Λεχώνια | 7.16 | 1056 | 1.560 | 0.56 |
| X38 | Κάτω Λεχώνια | 7.18 | 823.3 | 1.515 | 0.43 |
| X39 | Κάτω Λεχώνια | 7.29 | 876.7 | 0.725 | 0.54 |
| X40 | Κάτω Λεχώνια | 7.51 | 777.6 | 0.473 | 0.61 |
| X41 | Κάτω Λεχώνια | 6.99 | 1033 | 1.854 | 0.39 |
| X42 | Κάτω Λεχώνια | 7.56 | 398.5 | 0.661 | 0.36 |
| X43 | Κάτω Λεχώνια | 6.97 | 1167 | 1.534 | 0.37 |
| T1 | Κρόκιο Αλμυρού | 7.13 | 727.5 | 0.716 | 0.48 |
| T2 | Αλυκές | 6.78 | 1792 | 5.413 | 0.53 |
| T3 | Αλυκές | 6.87 | 9038 | 40.681 | 1.27 |
| T4 | Αλυκές | 6.77 | 3284 | 9.191 | 0.47 |
| T5 | Αλυκές | 6.75 | 5300 | 1.672 | 0.7 |
| T6 | Νεάπολη | 7.16 | 1002 | 2.250 | 0.51 |
| T7 | Κριθαριά * | 6.97 | 5480 | 36.828 | 0.77 |
| T8 | Κριθαριά * | 7.23 | 5450 | 37.978 | 0.83 |
| T9 | Μάραθος * | 7.31 | 5720 | 49.192 | 1.21 |
| T10 | Καραγάτς Βόλου | 7.34 | 1204 | 1.930 | 0.99 |
| T11 | Διμήνι | 7.39 | 840 | 3.969 | 0.69 |
| T12 | Ξηρόκαμπος | 7.05 | 720 | 1.582 | 0.5 |
| T13 | Αλυκές | 6.75 | 3115 | 11.465 | 0.35 |
| T14 | Ριζόμυλος | 7.46 | 432.3 | 1.878 | 0.26 |
| T15 | Ριζόμυλος | 7.15 | 720.1 | 1.498 | 0.55 |
| T16 | Ριζόμυλος | 7.27 | 740 | 3.173 | 0.47 |
| T17 | Ριζόμυλος | 7.33 | 746 | 3.300 | 0.53 |
| T18 | Ριζόμυλος | 7.66 | 795.7 | 2.174 | 1.01 |
| T19 | Ριζόμυλος | 7.24 | 817 | 1.688 | 0.64 |
| T20 | Ριζόμυλος | 7.29 | 727 | 1.652 | 0.64 |
| T21 | Ριζόμυλος | 7.63 | 699.4 | 1.462 | 0.98 |
| T22 | Ριζόμυλος | 7.41 | 800.6 | 1.526 | 0.81 |
| T23 | Ριζόμυλος | 7.37 | 689.9 | 0.986 | 0.67 |
| T24 | Ριζόμυλος | 7.29 | 725.5 | 1.557 | 0.64 |
| T25 | Νεάπολη | 6.95 | 1760 | 10.557 | 0.5 |
| T26 | Νέες Παγασαί | 6.85 | 1589 | 8.048 | 0.55 |
| T27 | Διμήνι | 6.77 | 1497 | 3.303 | 0.07 |
| T28 | Λάμια Διμηνίου | 7.14 | 1873 | 4.875 | 0.44 |
| T29 | Λάμια Διμηνίου | 6.7 | 6100 | 8.245 | 0.85 |
| T30 | Λάμια Διμηνίου | 7.02 | 4415 | 12.448 | 1.12 |
| T31 | Λάμια Διμηνίου | 7.46 | 793 | 2.480 | 0.36 |
| T32 | Λάμια Διμηνίου | 7.13 | 2451 | 15.957 | 0.68 |
| T33 | Λάμια Διμηνίου | 7.04 | 2136 | 13.263 | 0.64 |
| T34 | Διμήνι | 7.16 | 2196 | 13.230 | 0.66 |

| | | | | | |
|-----|------------|------|-------|--------|------|
| T35 | Διμήνι | 7.31 | 2472 | 22.350 | 0.76 |
| T36 | Διμήνι | 7.37 | 1375 | 11.529 | 0.57 |
| T37 | Διμήνι | 7.34 | 723.8 | 1.719 | 0.59 |
| T38 | Βελεστίνο | 7.61 | 663.5 | 1.626 | 0.86 |
| T39 | Βελεστίνο | 7 | 1500 | 9.701 | 0.55 |
| T40 | Βελεστίνο | 7.12 | 1566 | 10.026 | 0.52 |
| T41 | Κριθαριά * | 7.12 | 5070 | 32.761 | 0.87 |
| T42 | Βελεστίνο | 7.71 | 719.4 | 2.563 | 1.06 |
| T43 | Βελεστίνο | 7.22 | 720 | 1.416 | 0.72 |
| T44 | Βελεστίνο | 7.33 | 620 | 2.031 | 0.53 |
| T45 | Βελεστίνο | 7.32 | 773.2 | 1.703 | 0.77 |
| T46 | Βελεστίνο | 7.55 | 620 | 1.515 | 0.9 |
| T47 | Μάραθος * | 6.83 | 3818 | 25.482 | 0.58 |
| T48 | Μάραθος * | 7.12 | 4200 | 30.050 | 0.72 |

Οι περιοχές με το αστεράκι (*) υπάγονται στο Δήμο Αγχιάλου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ayers, R.S. and Westcott, D.L. (1976). Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, FAO, Rome. 97p.
2. Christiansen, J.E., Olsen, E.G., and Willardson L.S. (1977). Irrigation water quality. J.Irrig. and Drain. Div. ASCE, 103, 2, 155-169.
3. Eaton, F.M. (1950). Significance of Carbonates in irrigation water. Soil Science, 69, 123-133.
4. Μήτσιος Ι.Κ. (1996) : Αλατούχα και Αλκαλιωμένα (με νάτριο) εδάφη, ποιοτική κατάταξη των νερών αρδεύσεως. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.
5. Μήτσιος Ι.Κ. (1996) : Εδαφολογία (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)
6. Μήτσιος Ι.Κ. (1997) : «Γονιμότητα εδαφών και στοιχεία θρέψης φυτών» (Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)
7. Μήτσιος Ι.Κ. Ph.D :Εδαφολογία
8. Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ. ΑΘΗΝΩΝ (1991). «Μέθοδοι ανάλυσης νερού αρδεύσεως».
9. Russell's Soil Conditions & Plant Growth
10. Westcott, D.V. and Ayers, R.S.(1984). Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater. Calif. State Water Pres. Control Board Rept., No 84-1, ch. 3.
11. Wilcox, L.V. and Durum, W.H. (1967). Irrigation of Agriculture Lands. Amer.Soc. Argon. Monograph, 11, Madison, Wisc.



ΠΑΝΤΕΡΕΤΑ
 ΕΛΛΗΝΙΚΟ
 ΚΟΝΝΟΣ
 ΓΙΚΟΣ



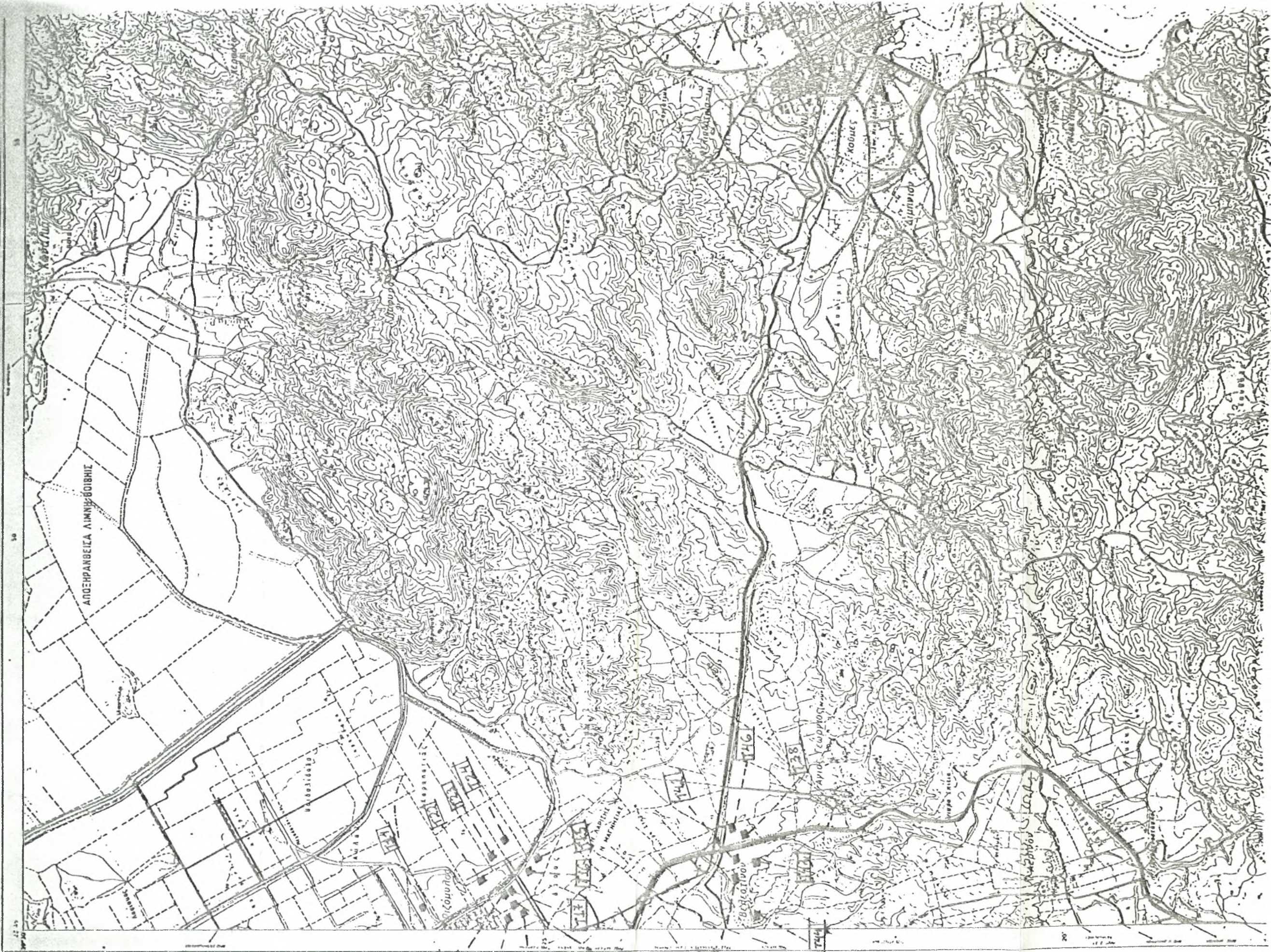
№ 157

Χάρτης των περιοχών επί της Αιγύπτου - Αιγύπτου

Χάρτης των γεωργικών των περιοχών Κάτω-Άνω Λεωνίου, Γαβίας, Καίων Νερών



Χάρτης των γεωγραφικών των περιοχών Βελβιδίου - Ριζοβίου.



ΑΝΘΡΩΠΙΝΑ ΛΙΜΝΟΘΕΣΗ

118
119
120
121
125

Γεωγραφία.

