



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΔΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ - ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ



**Έργο LIFE-Nature : Διατήρηση-Διαχείριση των λιμνών Χειμαδίτιδα-Ζάζαρη
(LIFE00/GR/NAT/7242)**

**Χημική ανάλυση ιζήματος από θέσεις περιφερειακά
της λίμνης Χειμαδίτιδας Ν. Φλώρινας**

**Μανώλης Αναστασιάδης
Γεωπόνος**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2003**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	2
2.1. Δειγματοληψία	2
2.2. Αναλύσεις ιζήματος	3
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	5
3.1. Αναλύσεις ιζήματος	5
3.2. Πείραμα απελευθέρωσης θρεπτικών	7
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	25

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λίμνη Χειμαδίτιδα βρίσκεται στο Νομό Φλώρινας στη Βόρειο Ελλάδα. Μαζί με τις λίμνες Ζάζαρη, Πετρών και Βεγορίτιδα, αποτελούν τμήμα ενός ευρύτερου συμπλέγματος τεσσάρων λιμνών οι οποίες συνδέονται υδρολογικά μεταξύ τους. Η λίμνη Ζάζαρη αποτελεί το υψηλότερο τμήμα του συμπλέγματος αυτού, ενώ η λίμνη Βεγορίτιδα το χαμηλότερο. Όλες οι λίμνες δέχονται άμεσα τα νερά των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων αλλά και των ρεμάτων και χειμάρρων που αποστραγγίζουν την ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής τους.

Η λεκάνη απορροής της λίμνης Χειμαδίτιδας, καταλαμβάνει έκταση περίπου ίση με 34,7 km², ενώ η έκταση την οποία καταλαμβάνει η λίμνη είναι περίπου ίση με 9,5 km².

Έως τη δεκαετία του '50, η τροφοδοσία των δύο λιμνών (Χειμαδίτιδας και Ζάζαρης) πραγματοποιούνταν από τα απορροϊκά νερά της ευρύτερης λεκάνης απορροής τους, ενώ εκφόρτιζαν στην περιοχή βόρεια των λιμνών (έλος Χειμαδίτιδας). Η περίσσεια των υδάτων του έλους διοχετεύονταν μέσω του ρέματος του Αμύντα στη λίμνη Πετρών.

Στα μέσα περίπου της δεκαετίας του '60, ολοκληρώθηκε η αποξήρανση του έλους Χειμαδίτιδας, ενώ κατασκευάστηκε ενωτική διώρυγα μεταξύ των λιμνών Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα μέσω της οποίας επιτρέπεται η είσοδος των υπερχειλιζόντων υδάτων από τη Ζάζαρη προς τη Χειμαδίτιδα, κατά τη χειμερινή κυρίως περίοδο. Παράλληλα, και για λόγους προστασίας των αποκαλυπτόμενων εκτάσεων βορειοανατολικά της Χειμαδίτιδας από την άνοδο της στάθμης της, κατασκευάστηκε περιφερειακό αντιπλημμυρικό ανάχωμα (ύψους 0,5 – 1,0 m) στο βόρειο τμήμα αυτής. Η υπερχειλίση της λίμνης (μέγιστη στάθμη αυτής), καθορίστηκε στο υψόμετρο των 591,3 m.

Οι εκτάσεις οι οποίες αποκαλύφθηκαν μετά την αποξήρανση (περίπου 22.000 στρέμματα), διανεμήθηκαν στους κατοίκους της περιοχής για γεωργική κυρίως χρήση.

Με την πάροδο των ετών, οι ανωτέρω παρεμβάσεις είχαν ως αποτέλεσμα την σταδιακή πτώση της στάθμης της λίμνης Χειμαδίτιδας και την σταδιακή επέκταση της έκτασης που κατελάμβανε ο καλαμώνας, σε βάρος της έκτασης που καταλάμβανε η ελεύθερη επιφάνεια του νερού. Την τελευταία δεκαετία, η ελεύθερη στάθμη των υδάτων της λίμνης έχει πέσει κάτω του μέσου όρου, παραμένοντας σε χαμηλά επίπεδα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η μείωση του όγκου νερού και οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες στη λεκάνη (με κύριες τη γεωργία και την κτηνοτροφία) είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στα νερά της λίμνης και τη μετατροπή της τροφικής της κατάστασης, από 'μεσοτροφική' σε 'ευτροφική'.

Σύμφωνα με το υλοποιούμενο σενάριο αποκατάστασης, η ανύψωση και στεγανοποίηση του υπάρχοντος αναχώματος στα ΒΑ της λίμνης Χειμαδίτιδας, θα έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης και την κατάκλυση τόσο του καλαμιώνα στα νότια της λίμνης, όσο και μέρους των χερσαίων εκτάσεων στα βόρεια

αυτής. Είναι λοιπόν σημαντικό, και συμπληρωματικά αυτών των ενεργειών, να προσδιορισθεί εάν και κατά πόσο θα απελευθερωθούν στην υδάτινη στήλη θρεπτικά στοιχεία υπεύθυνα για τον ευτροφισμό (P και N), από τις εκτάσεις που πρόκειται να κατακλυσθούν με νερό, με σκοπό την πρόβλεψη της τροφικής κατάστασης της λίμνης, μετά την αποκατάσταση αυτής.

Η παρούσα εργασία αφορά τη χημική ανάλυση του ιζήματος από θέσεις περιφερειακά της λίμνης Χειμαδίτιδας, οι οποίες (σύμφωνα με το εκπονηθέν σχέδιο αποκατάστασης) πρόκειται να κατακλυσθούν με νερό μετά την άνοδο της στάθμης αυτής. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται α) τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των δειγμάτων ιζήματος που ελήφθησαν (pH, EC, οργανική ουσία, NH_4^+ , NO_3^- , οργανικό-N και PO_4^{3-}) και β) η συμπεριφορά των ιζημάτων στην κατάκλυση, μέσω εκπόνησης πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία έγινε τον Ιούλιο του 2002 από τις ακόλουθες δύο ζώνες περιφερειακά της λίμνης Χειμαδίτιδας (Σχήμα 1)

Ζώνη Α: Το Νότιο-Ανατολικό τμήμα της λίμνης, το οποίο έχει καλυφθεί από ψαθί (το γένος *Typha*)

Ζώνη Β: Το Βόρειο-Δυτικό τμήμα της λίμνης το οποίο είναι από τα πρώτα τμήματα περιφερειακά της λίμνης που θα κατακλυσθούν με νερό μετά την ανύψωση της στάθμης αυτής.

Σε κάθε μία από τις ανωτέρω δύο ζώνες, έγινε δειγματοληψία επάνω σε δύο νοητές ευθείες (τομές) μήκους περίπου 150 m (τομές A1-A2 και B1-B2).

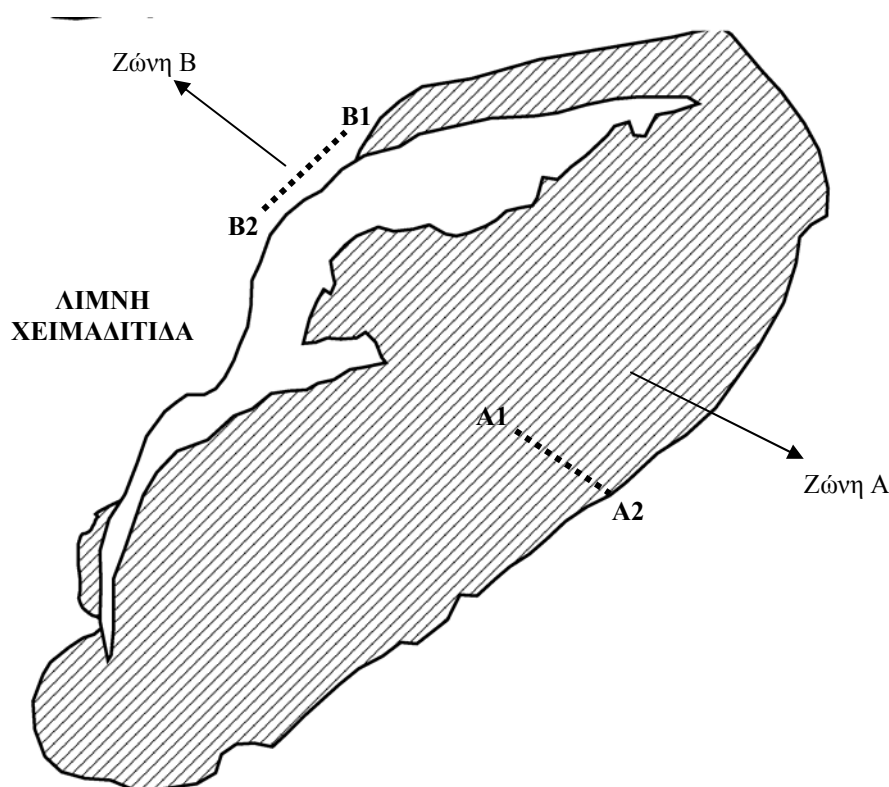
Τομή A1-A2:

Κατά μήκος της τομής αυτής, αρχικά έγινε διάνοιξη διαδρόμου εντός του καλαμώνα. Το υπόστρωμα ήταν καθαρά οργανικό (υπολείμματα νεκρών καλαμιών). Δείγματα ελήφθησαν από τις ακόλουθες τρεις θέσεις: α) αρχή της τομής (θέση A1 – δείγματα LA1, LA2), β) μέση της απόστασης A1-A2 (δείγματα LB1, LB2) και γ) τέλος της τομής (θέση A2 – δείγματα LC1, LC2). Σημειώνεται ότι οι δύο πρώτες θέσεις της τομής A1-A2 βρίσκονταν εντός της πυκνής μάζας του καλαμώνα (επικρατών γένος: *Typha*), ενώ η τρίτη θέση των δειγμάτων εκτός της πυκνής μάζας του καλαμώνα και σε περιοχή στην οποία επικρατούσε αραιή βλάστηση.

Από κάθε θέση δειγματοληψίας ελήφθησαν: α) μία αδιατάρακτη στήλη ιζήματος βάθους 20 cm για την εκπόνηση πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών στο εργαστήριο και β) μία επιπλέον αδιατάρακτη στήλη ιζήματος, η οποία χωρίστηκε σε

4 επί μέρους δείγματα (βάθος 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm και 15-20 cm), για ανάλυση της σύστασής τους στο εργαστήριο.

Η δειγματοληψία έγινε με τη βοήθεια αδιατάρακτου αυτοσχέδιου κυλινδρικού δειγματολήπτη από PE, διαμέτρου 8 cm και ύψους περίπου 50 cm. Ο δειγματολήπτης τοποθετούνταν κάθετα εντός του υποστρώματος και μέχρι το βάθος των 20 cm, στη συνέχεια έκλεινε ερμητικά το επάνω άκρο του και τέλος αφαιρούνταν ο δειγματολήπτης από το υπόστρωμα, έχοντας μέσα του ένα αδιατάρακτο δείγμα ιζήματος (από το βάθος 0-20 cm). Στη συνέχεια, το δείγμα είτε διατηρούνταν εντός του δειγματολήπτη (για το πείραμα απελευθέρωσης θρεπτικών), είτε τεμαχίζονταν ανά 5 cm (για ανάλυση της σύστασής του).



Σχήμα 1. Ζώνες δειγματοληψίας περιφερειακά της λίμνης

Τομή B1-B2

Η δειγματοληψία έγινε με παρόμοιο τρόπο (βλέπε τομή A1-A2). Το ίζημα ήταν πολύ πιο συμπαγές και σκληρό σε σχέση με αυτό της ζώνης A, γεγονός που έκανε τη δειγματοληψία πολύ πιο δύσκολη. Τα δείγματα που ελήφθησαν ήταν: α) δύο δείγματα στη θέση B1 (δείγματα SA1, SA2), β) δύο δείγματα στο μέσο της απόστασης B1-B2 (δείγματα SB1, SB2) και γ) δύο δείγματα στη θέση B2 (δείγματα SC1, SC2).

2.2. Αναλύσεις ιζήματος

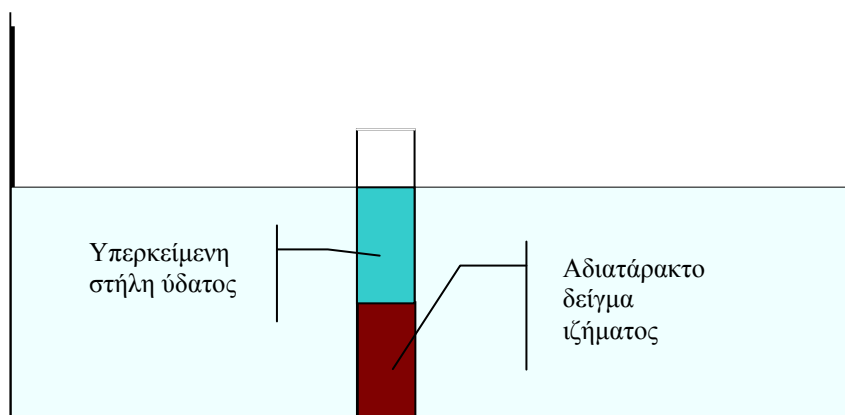
Οι παράμετροι που αναλύθηκαν ήταν οι ακόλουθες: pH, EC, οργανική ουσία, φωσφορικά (PO_4), νιτρικά (NO_3^-), NH_4^+ (κατά Kjeldahl) και οργανικό-N (κατά Kjeldahl).

Όλες οι αναλύσεις ιζήματος (εκτός της οργανικής ουσίας) έγιναν σύμφωνα με τις μεθόδους που αναφέρονται στο SSSA Book: Methods for Soil Analysis. Η οργανική ουσία προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της ξηρής καύσης (Loss on ignition), σύμφωνα με την οποία ποσότητα από κάθε δείγμα τοποθετήθηκε σε φούρνο και θερμάνθηκε μέχρι της πλήρους καύσεως της οργανικής ουσίας (550 °C, για 18 ώρες περίπου). Από τη διαφορά βάρους του δείγματος πριν και μετά την καύση, υπολογίστηκε το ποσοστό οργανικής ουσίας (% ξηρού βάρους δείγματος).

Πείραμα απελευθέρωσης θρεπτικών

Το πείραμα έλαβε χώρα ως ακολούθως:

Αρχικά, κάθε αδιατάρακτη στήλη, στεγανοποιήθηκε στο κατώτερο άκρο της, ενώ στη συνέχεια σε κάθε δείγμα προστέθηκε απεσταγμένο νερό, έτσι ώστε πάνω από κάθε στήλη ιζήματος να υπάρχουν 20 cm υπερκείμενης στήλης ύδατος. Όλες οι στήλες τοποθετήθηκαν εντός ενυδρείου με νερό, ώστε να εξασφαλισθεί μία ενιαία θερμοκρασία σε όλα τα δείγματα (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Διάταξη πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα (3 – 7 ημέρες), γινόταν λήψη δείγματος νερού από την υπερκείμενη στήλη και έλεγχος των ακόλουθων παραμέτρων: pH, EC, Redox, NH_4^+ , NO_3^- και PO_4^- . Μετά τη λήψη των δειγμάτων νερού, η κάθε στήλη συμπληρωνόταν με απεσταγμένο νερό.

Σημειώνεται ότι κατά τη διάρκεια του πειράματος έγινε χρήση απεσταγμένου νερού, με σκοπό τον προσδιορισμό των μέγιστων ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων (N και P), που είναι δυνατόν να απελευθερωθούν από τα εν λόγω ιζήματα. Επίσης, οι παράμετροι pH, EC και Redox, κρίθηκε αναγκαίο να προσδιορισθούν, διότι σύμφωνα με παρόμοια πειράματα που έγιναν και αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, είναι οι τρεις βασικές παράμετροι που ελέγχουν, την απελευθέρωση θρεπτικών από εδαφικά υποστρώματα υπό κατάκλυση.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Αναλύσεις ιζήματος

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του ιζήματος, φαίνονται στους ακόλουθους Πίνακες 1 και 2.

Πίνακας 1. pH, EC, οργανική ουσία, ολικός φωσφόρος.

Θέση	Βάθος	pH (1:2)	EC (mS/cm)	Οργανική ουσία (% ξ.β.)	PO ₄ ⁻ (mgr/kg)
LA1	0-5	6.75	1.516	65.3	18.050
LA1	5-10	7.15	0.561	62.3	9.583
LA1	10-15	7.83	2.74	46.0	7.724
LA1	15-20	7.84	2.93	39.7	4.213
LB1	0-5	7.66	2.34	64.6	11.235
LB1	5-10	7.38	2.46	55.0	9.376
LB1	10-15	6.59	1.106	52.1	8.757
LB1	15-20	7.43	2.73	41.9	5.452
LC1	0-5	6.95	0.243	58.3	20.735
LC1	5-10	4.81	0.7665	41.4	19.909
LC1	10-15	4.18	1.102	50.7	23.214
LC1	15-20	3.04	2.45	52.1	18.050
SA1	0-5	4.5	5.91	51.2	17.844
SA1	5-10	4.38	2.83	49.9	17.637
SA1	10-15	4.19	2.26	47.1	14.952
SA1	15-20	4.12	2.2	50.7	11.235
SB1	0-5	4.38	2.064	46.7	66.997
SB1	5-10	4.04	1.655	53.9	57.497
SB1	10-15	4.06	1.79	60.5	56.464
SB1	15-20	3.96	1.793	66.2	61.008
SC1	0-5	5.52	4.47	50.6	5.452
SC1	5-10	5.29	2.775	47.7	8.344
SC1	10-15	4.84	2.47	49.8	9.170
SC1	15-20	4.5	2.41	40.4	8.757
LA2	0-5	6.08	3.07	64.3	14.746
LA2	5-10	7.34	2.86	52.4	11.648
LA2	10-15	7.58	2.88	40.7	6.485
LA2	15-20	7.78	2.9	44.4	6.278
LB2	0-5	6.67	0.429	71.8	15.779
LB2	5-10	6.73	1.487	61.1	9.376
LB2	10-15	7.13	2.74	60.1	9.583
LB2	15-20	7.57	2.99	42.9	6.072
LC2	0-5	5.9	0.358	45.4	20.322
LC2	5-10	5.72	0.4535	32.9	16.811
LC2	10-15	5.1	0.9085	39.1	11.855
LC2	15-20	5.37	0.9995	45.1	16.605
SA2	0-5	5.04	7.63	48.3	13.713
SA2	5-10	4.17	2.99	52.1	18.463
SA2	10-15	4.13	2.53	47.3	15.159
SA2	15-20	4.25	2.78	42.6	11.029

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 1, σε όλα τα δείγματα υπάρχουν υψηλά ποσοστά οργανικής ουσίας. Επίσης, τα δείγματα της τομής B1-B2 παρουσιάζουν τιμές pH, στην όξινη περιοχή.

Πίνακας 2. NO₃-N, NH₄-N, Οργανικό-N

Θέση	Βάθος	NO ₃ ⁻ (mg/kg) (Επανάληψη 1)	NH ₄ ⁺ (% ξ.β.) (Kjeldahl) (Επανάληψη 1)	Οργανικό-N (% ξ.β.) (Kjeldahl) (Επανάληψη 1)
LA1	0-10	290.0	0.121	1.60
LA1	10-20	171.9	0.117	1.42
LB1	0-10	210.0	0.099	1.49
LB1	10-20	201.4	0.134	1.57
LC1	10-20	21.4	0.095	0.98
SA1	0-10	188.4	0.123	1.51
SA1	10-20	86.2	0.098	1.18
SB1	0-10	84.2	0.127	1.47
SB1	10-20	85.2	0.107	1.46
SC1	0-10	239.5	0.104	1.34
SC1	10-20	99.4	0.100	1.27
LA2	0-10	400.6	0.111	1.55
LA2	10-20	228.3	0.097	1.36
LB2	0-10	118.0	0.124	1.52
LB2	10-20	180.5	0.111	1.41
LC2	10-20	31.2	0.051	0.63
SA2	0-10	319.9	0.134	1.48
SA2	10-20	157.2	0.098	1.29

3.2. Πείραμα απελευθέρωσης θρεπτικών

Στους Πίνακες 3 - 8, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων από το πείραμα απελευθέρωσης θρεπτικών.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών, από τα δύο δείγματα της θέσης A1

Κωδικός δείγματος	Ημέρες μετά την κατάκλυση	Redox (mV)	T (oC)	pH	EC (μS/cm)	NH ₄ ⁺ (mg/lit)	NO ₃ ⁻ (mg/lit)	PO ₄ ⁻ (μg/lit)
LA1	3	147.2	22.6	7.9	259	0.50	10.26	214.8
LA1	7	139.3	23.1	7.8	394	1.25	12,9	731.1
LA1	11	108.3	22.2	7.7	496	0.30	9,75	1,020.2
LA1	14	107.6	23.8	7.8	516	0.09		1,206.1
LA1	18	177.5	22.2	7.8	517	0.09		1,825.7
LA1	21	123.8	19.7	7.8	498	0.08		1,288.7
LA1	28	135.2	17.1	7.8	528	0.15		1,268.1
LA1	33	-22.3	19.4	7.8	537	0.30		1,371.3
LA1	42	55.5	18.8	7.8	555	0.13	7.14	1,474.6
LA1	46	119.2	21.6	7.7	551	0.16	2.95	1,619.2
LA1	49	64.5	19.4	7.8	541	0.12	0.35	1,639.8
LA1	53	113.2	18.0	7.9	535	0.17	0.03	1,453.9
LA1	60	16.9	18.1	7.8	539	0.20	6.03	1,639.8
LA2	3	133.4	22.6	8.0	206	0.17	0.00	421.3
LA2	7	120.9	22.9	8.0	267	0.73	6,9	648.5
LA2	11	77.6	22.2	7.8	296	0.25	9,92	937.6
LA2	14	98.7	23.5	7.8	312	0.11		1,268.1
LA2	18	150.7	22.2	7.8	304	0.09		1,887.6
LA2	21	118.4	19.4	7.8	305	0.07		1,268.1
LA2	28	22.4	17.5	7.9	264	0.10		958.3
LA2	33	13.2	19.5	7.9	229	0.08		855.0
LA2	42	52.9	18.4	7.9	237	0.03	4.71	1,040.9
LA2	46	76.2	21.4	7.8	244	0.04	4.21	1,185.5
LA2	49	-31.5	19.1	7.4	379	0.39	0	3,539.9
LA2	53	127.4	17.8	7.9	379	0.05	3.91	1,557.2
LA2	60	18.5	18	7.8	373	0.04	4.62	1,474.6

Πίνακας 4. Αποτελέσματα πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών, των δειγμάτων από το μέσο της απόστασης A1-A2

Κωδικός δείγματος	Ημέρες μετά την κατάκλυση	Redox (mV)	T (oC)	pH	EC (μS/cm)	NH ₄ ⁺ (mg/lit)	NO ₃ ⁻ (mg/lit)	PO ₄ ⁻ (μg/lit)
LB1	3	142.8	22.6	7.9	294.0	0.45	8.61	958.3
LB1	7	50.5	23.0	7.9	276.0	0.80	6.39	1,102.9
LB1	11	23.6	22.3	7.9	227.0	0.37	5.60	1,226.8
LB1	14	37.5	23.5	7.8	176.4	0.06		999.6
LB1	18	106.2	22.2	7.8	130.4	0.09		1,887.6
LB1	21	79.2	19.8	7.7	126.3	0.04		627.8
LB1	28	35.9	17.3	7.7	116.1	0.08		627.8
LB1	33	52.3	19.6	7.7	85.9	0.06		400.7
LB1	42	60.7	18.2	7.8	118.9	0.05	5	503.9
LB1	46	74.8	21.3	7.7	131.5	0.05	0.57	524.6
LB1	49	18.8	18.9	7.7	132.1	0.06	1.07	503.9
LB1	53	112.8	17.9	7.7	146.1	0.08	0	462.6
LB1	60	47.7	18.1	7.7	161.2	0.04	0.71	503.9
LB2	3	148.4	22.7	7.7	113.2	0.33	3.42	483.3
LB2	7	74.4	23.1	7.8	215.0	0.92	5.49	958.3
LB2	11	43	22.4	7.6	254.0	0.22	10.86	1,412.6
LB2	14	77.7	23.8	7.7	261.0	0.05		1,598.5
LB2	18	123.7	22.2	7.7	311.0	0.09		1,722.4
LB2	21	75.1	20.0	7.6	305.0	0.06		2,238.7
LB2	28	123.2	17.2	7.6	358.0	0.15		2,755.1
LB2	33	82	19.4	7.6	357.0	0.18		2,672.4
LB2	42	103	18.5	7.6	409.0	0.19	0	3,044.2
LB2	46	94.3	21.7	7.5	416.0	0.24	0	2,982.2
LB2	49	52.4	19.3	7.6	405.0	0.14	4.85	2,734.4
LB2	53	135.1	18.2	7.8	401.0	0.15	9.77	2,114.8
LB2	60	124.9	18.3	7.6	433.0	0.16	2.16	2,404.0

Πίνακας 5. Αποτελέσματα πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών, από τα δύο δείγματα της θέσης A2

Κωδικός δείγματος	Ημέρες μετά την κατάκλυση	Redox (mV)	T (oC)	pH	EC (μS/cm)	NH ₄ ⁺ (mg/lit)	NO ₃ ⁻ (mg/lit)	PO ₄ ⁻ (μg/lit)
LC1	3	180.7	22.7	7.1	82.7	0.32	1.35	214.8
LC1	7	40.3	23.2	6.6	254.0	0.71	0	586.5
LC1	11	17.7	22.3	6.7	352.0	0.58	0	1,577.9
LC1	14	6.6	23.8	6.8	393.0	0.41		462.6
LC1	18	9	22.3	6.8	449.0	0.09		1,701.8
LC1	21	-0.3	19.8	6.9	470.0	0.31		1,929.0
LC1	28	-5.4	17.2	6.9	493.0	0.09		2,651.8
LC1	33	-22.6	19.7	6.8	487.0	0.12		3,168.1
LC1	42	-1.7	18.5	6.9	497.0	0.08	17.88	3,477.9
LC1	46	-6.1	21.8	6.8	492.0	0.15	11.01	3,250.7
LC1	49	-0.4	19.2	6.9	464.0	0.09	9.27	3,292.0
LC1	53	-27.7	18.2	7.2	441.0	0.16	6.43	173.5
LC1	60	22.8	18.2	6.9	430.0	0.09	13.78	3,498.6
LC2	3	179.3	22.7	7.1	142.3	0.24	1.04	1,268.1
LC2	7	25.3	23.2	7.2	248.0	0.50	0.88	896.3
LC2	11	27.8	22.4	7.0	334.0	0.27	3.24	400.7
LC2	14	2.1	23.8	7.1	395.0	0.04		28.9
LC2	18	-51.7	22.4	7.1	540.0	0.09		1,474.6
LC2	21	-63.6	20.0	7.1	555.0	0.09		90.9
LC2	28	-52.7	17.3	7.2	590.0	0.17		132.2
LC2	33	-73.9	19.4	7.1	571.0	0.16		111.5
LC2	42	-73.1	18.4	7.1	612.0	0.29	0	152.8
LC2	46	-62.4	21.8	7.0	592.0	0.30	5.45	90.9
LC2	49	-59.3	19.1	7.1	551.0	0.16	8.34	28.9
LC2	53	-30.8	18.2	7.2	524.0	0.22	7.48	8.3
LC2	60	-47.8	18.3	7.0	522.0	0.21	0	111.5

Πίνακας 6. Αποτελέσματα πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών, από τα δύο δείγματα της θέσης B1

Κωδικός δείγματος	Ημέρες μετά την κατάκλυση	Redox (mV)	T (oC)	pH	EC (μS/cm)	NH ₄ ⁺ (mg/lit)	NO ₃ ⁻ (mg/lit)	PO ₄ ⁻ (μg/lit)
SA1	3	235.2	22.8	4.8	1,331.0	1.55	8.28	194.1
SA1	7	228.1	23.2	4.7	1,717.0	2.40	6.58	0.0
SA1	11	394.5	22.3	3.6	2,010.0	2.63	6.73	0.0
SA1	14	293.5	23.8	4.3	1,953.0	3.92		70.2
SA1	18	154.9	22.3	5.3	1,869.0	2.88		194.1
SA1	21	151.2	20.0	5.4	1,798.0	4.94		70.2
SA1	28	107.2	17.4	5.9	1,863.0	7.15		28.9
SA1	33	90.3	19.4	5.9	1,819.0	7.43		132.2
SA1	42	92.1	18.9	6.1	1,814.0	7.68	6.63	70.2
SA1	46	73.9	21.6	6.1	1,789.0	7.86	0	173.5
SA1	49	66.3	19.1	6.3	1,749.0	7.80	0	111.5
SA1	53	71.1	18.4	6.6	1,640.0	7.16	6.87	28.9
SA1	60	57.6	18.4	6.4	1,644.0	7.25	5.40	214.8
SA2	3	200	22.8	5.6	1,135.0	1.01	0.00	90.9
SA2	7	172.6	23.1	5.7	1,356.0	1.48	12.44	0.0
SA2	11	170.1	22.4	5.4	1,609.0	1.63	1.37	0.0
SA2	14	188.6	23.7	5.4	1,531.0	0.99		28.9
SA2	18	146.9	22.3	5.5	1,576.0	2.94		586.5
SA2	21	149.9	19.9	5.6	1,499.0	1.41		90.9
SA2	28	102.6	17.3	5.9	1,583.0	2.57		49.6
SA2	33	104.8	19.4	5.9	1,520.0	2.48		70.2
SA2	42	78.6	19.0	6.1	1,585.0	3.46	0	49.6
SA2	46	76.9	21.6	6.1	1,536.0	3.27	3.59	8.3
SA2	49	98.3	19.3	6.1	1,436.0	3.03	0	70.2
SA2	53	91.2	18.5	6.5	1,400.0	3.09	9.61	8.3
SA2	60	81.8	17.8	6.2	1,395.0	3.11	0	70.2

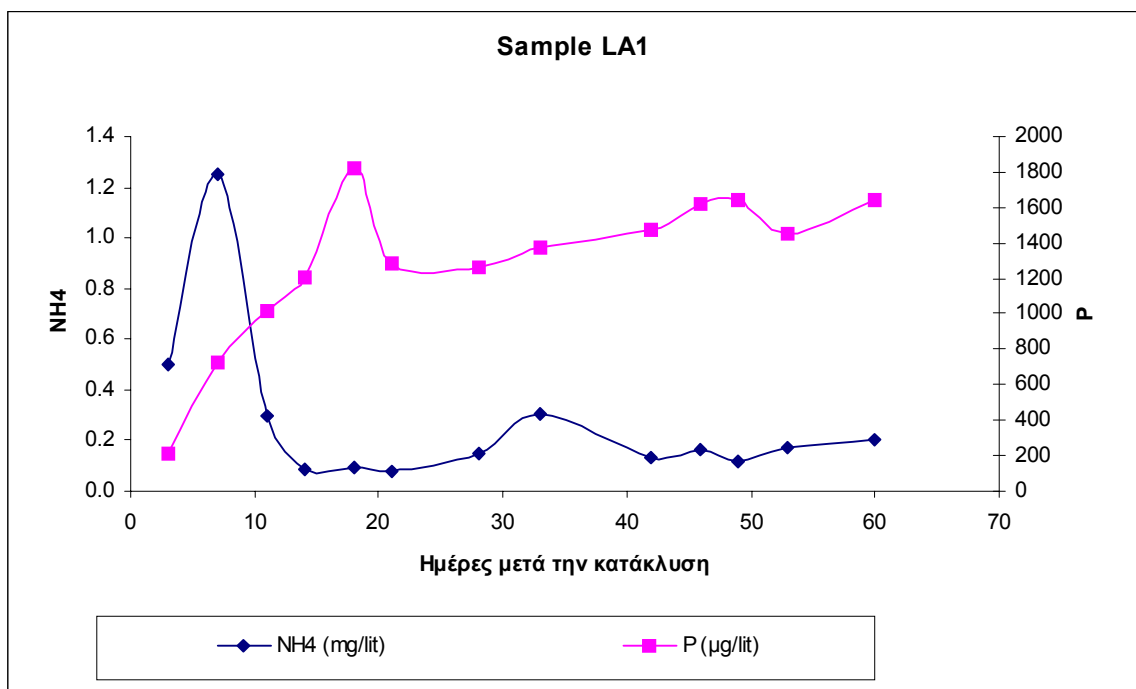
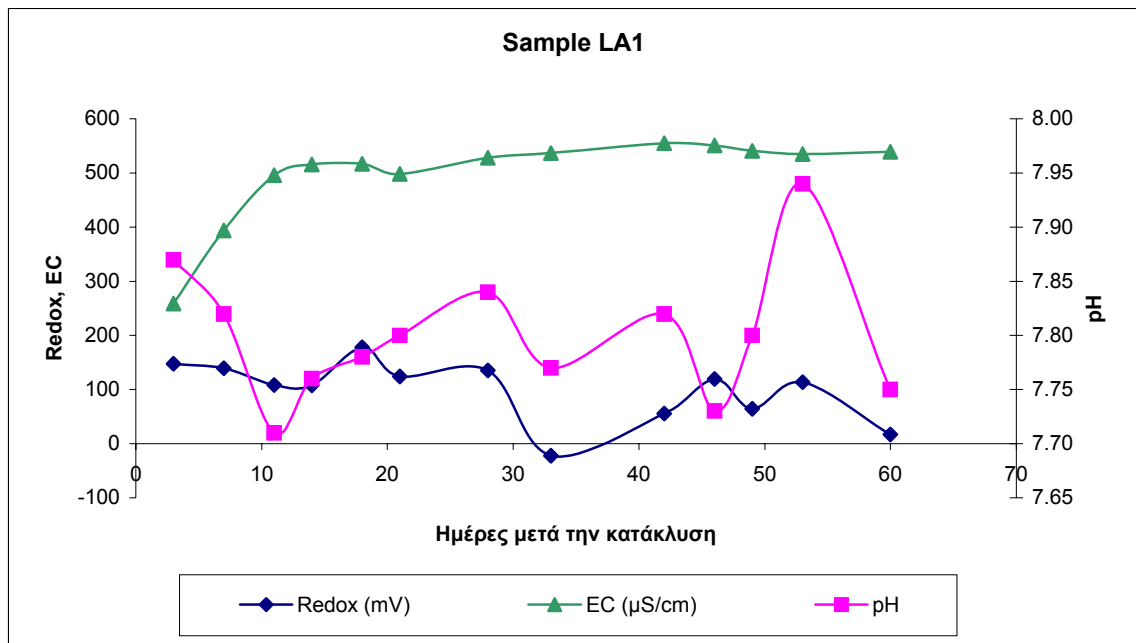
Πίνακας 7. Αποτελέσματα πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών, των δειγμάτων από το μέσο της απόστασης B1-B2

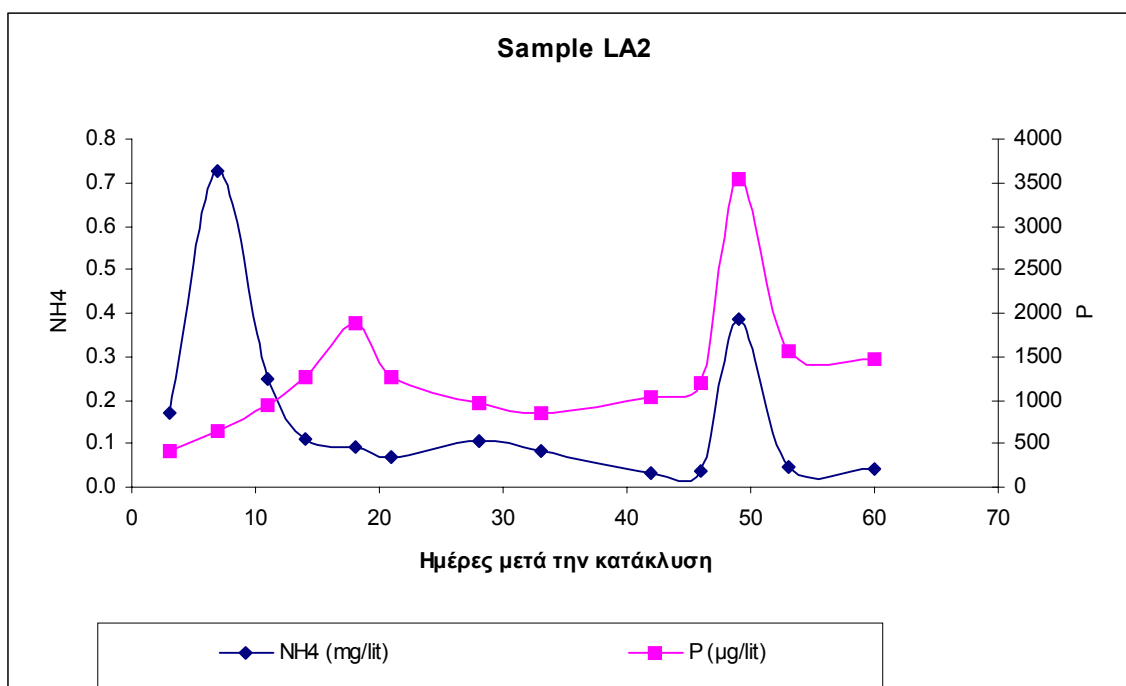
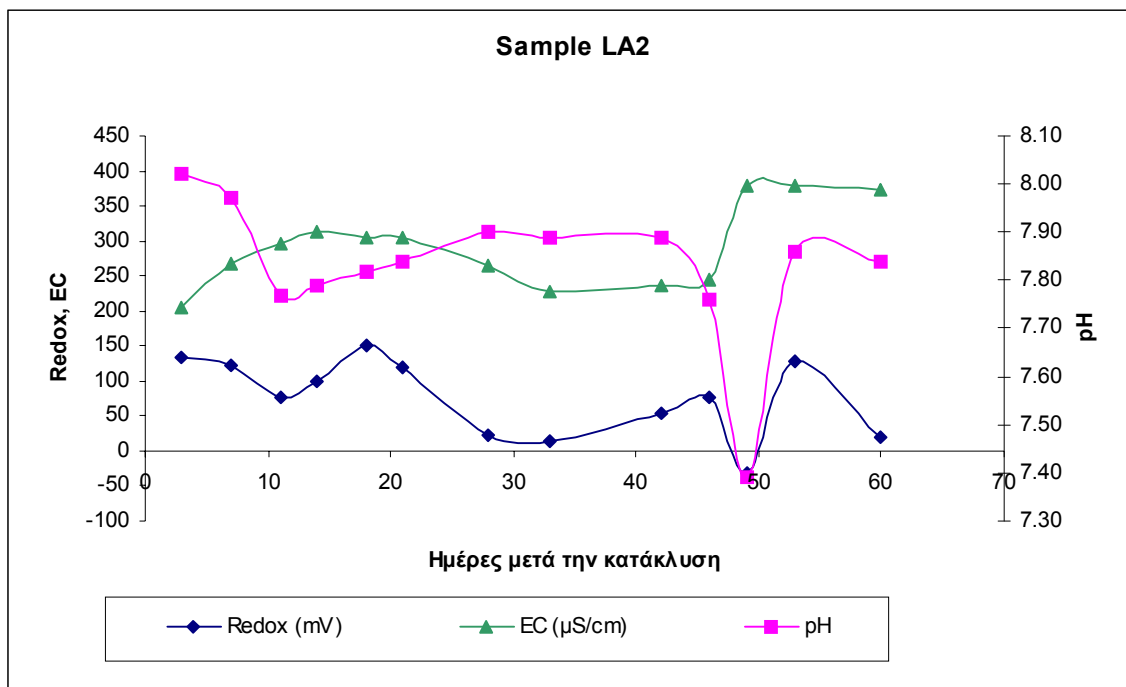
Κωδικός δείγματος	Ημέρες μετά την κατάκλυση	Redox (mV)	T (oC)	pH	EC (μS/cm)	NH ₄ ⁺ (mg/lit)	NO ₃ ⁻ (mg/lit)	PO ₄ ⁻ (μg/lit)
SB1	3	231.7	22.8	4.9	588.0	38.84	0	70.2
SB1	7	238.8	23.2	4.8	713.0	2.57	14.17	90.9
SB1	11	226.3	22.4	4.7	816.0	2.63	15.83	380.0
SB1	14	218.1	23.9	4.8	830.0	3.21		545.2
SB1	18	217	22.4	4.9	784.0	2.94		586.5
SB1	21	201.1	20.1	5.2	741.0	3.66		2,073.5
SB1	28	171.1	17.4	5.5	728.0	5.31		3,312.7
SB1	33	107.1	19.4	5.7	707.0	5.43		4,221.4
SB1	42	91.7	18.8	6.0	705.0	6.13	0	5,439.9
SB1	46	95.9	21.7	6.0	654.0	5.93	0	5,811.6
SB1	49	90.2	19.8	6.3	600.0	5.95	0	6,493.2
SB1	53	103.3	18.6	6.5	562.0	5.41	78.47	6,968.2
SB1	60	82.9	18.9	6.4	531.0	5.35	84.87	7,298.6
SB2	3	84	22.7	6.3	433.0	2.03	3.82	2,176.8
SB2	7	24.5	23.2	6.3	641.0	2.66	16.27	710.5
SB2	11	10	22.5	6.5	709.0	2.70	17.33	2,114.8
SB2	14	2.9	23.9	6.6	686.0	4.39		132.2
SB2	18	-0.3	22.3	6.8	644.0	2.94		400.7
SB2	21	38.6	20.1	7.0	604.0	4.39		1,453.9
SB2	28	-26.5	17.4	6.9	624.0	5.66		1,392.0
SB2	33	-47.2	19.7	6.8	629.0	5.48		1,619.2
SB2	42	-29.4	19.3	6.8	627.0	4.55	41.34	1,268.1
SB2	46	-27.6	21.8	6.8	563.0	3.95	37.00	1,268.1
SB2	49	-30.9	19.6	6.9	530.0	3.41	44.42	1,371.3
SB2	53	-0.3	18.7	6.9	491.0	2.63	31.39	49.6
SB2	60	-15.9	18.2	6.7	479.0	1.45	43.79	1,288.7

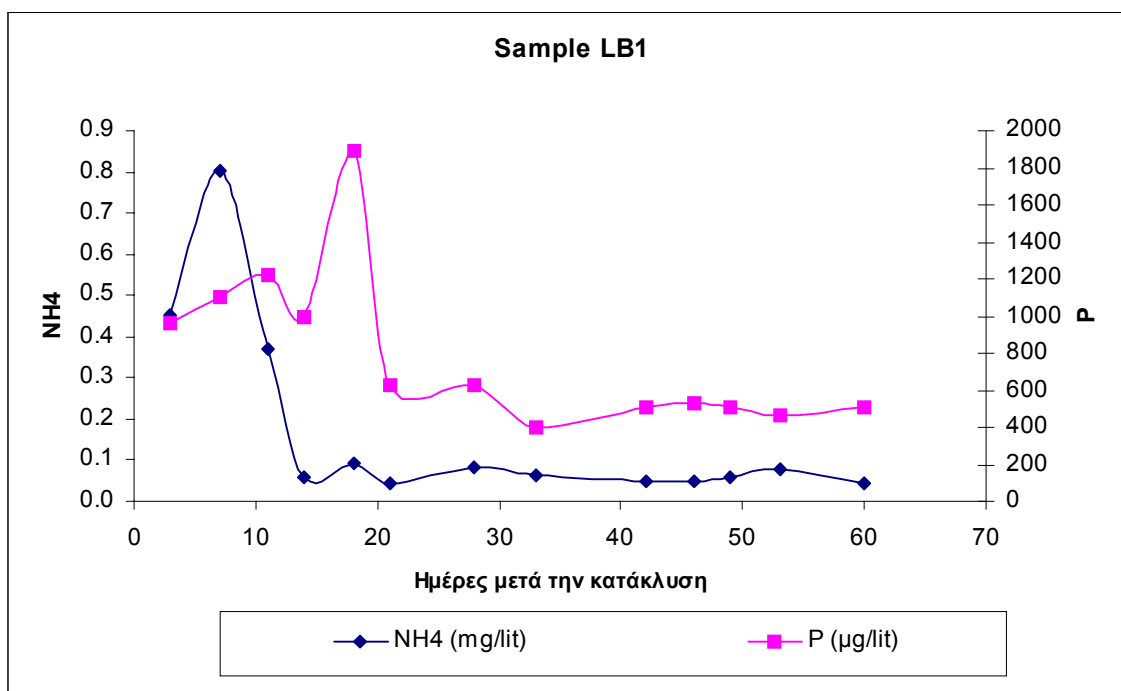
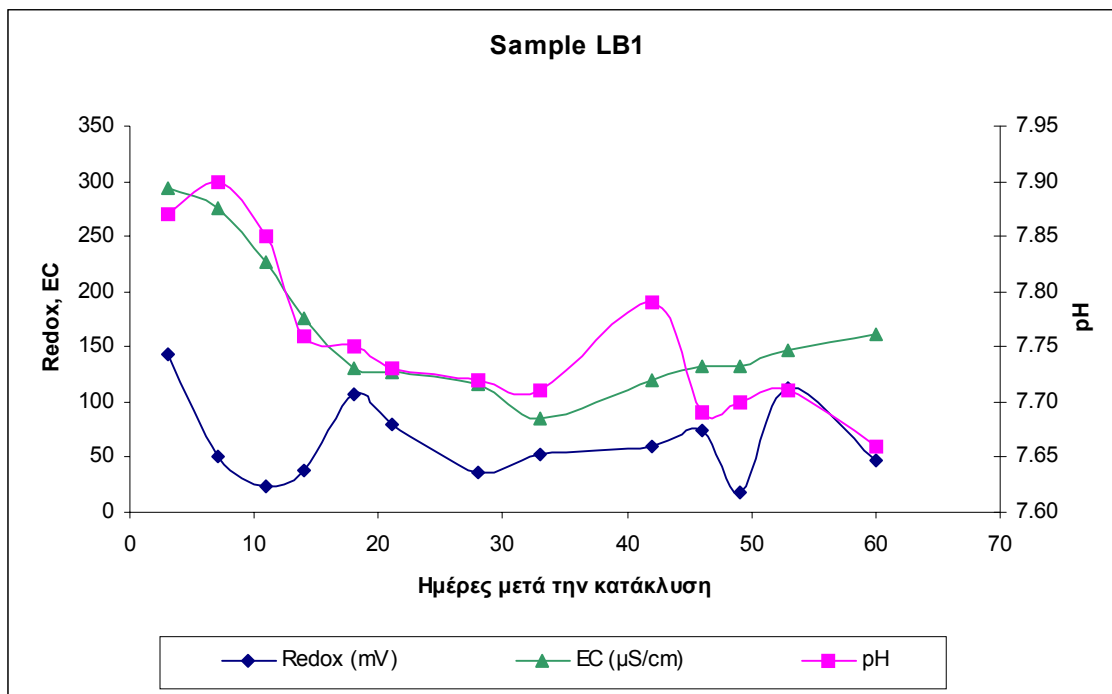
Πίνακας 8. Αποτελέσματα πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών, από τα δύο δείγματα της θέσης B2

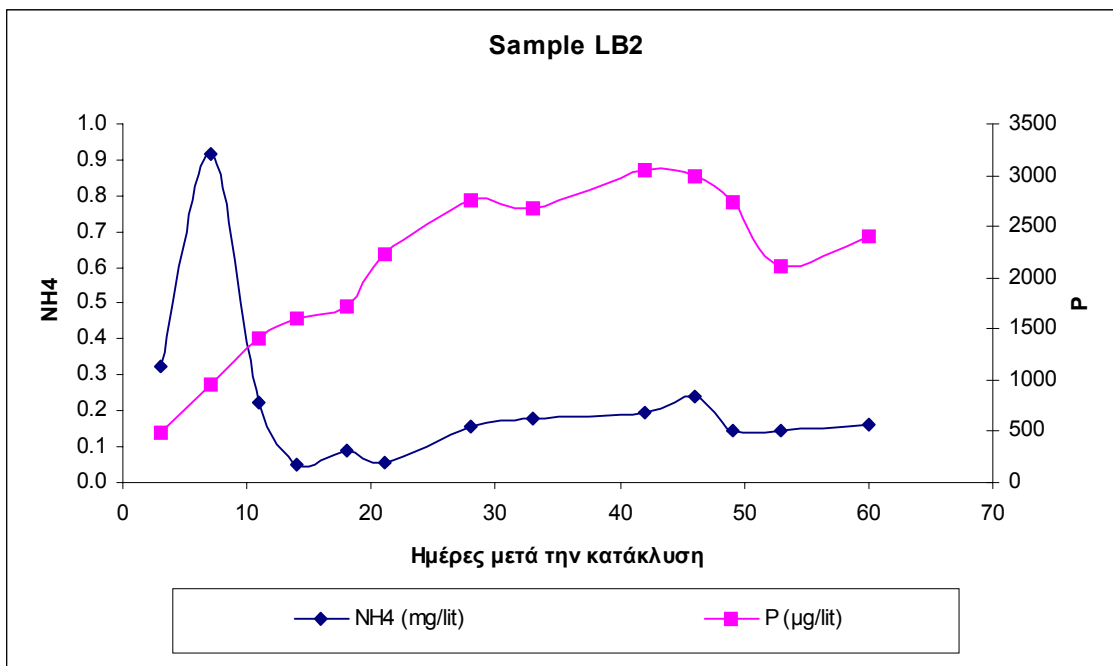
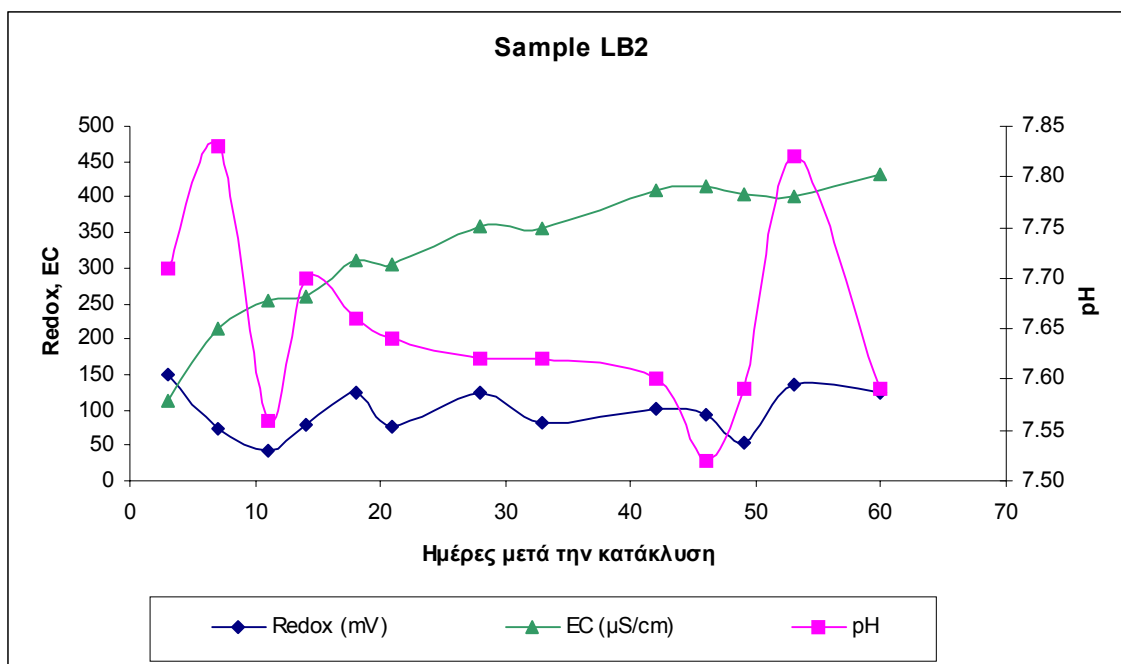
Κωδικός δείγματος	Ημέρες μετά την κατάκλυση	Redox (mV)	T (oC)	pH	EC (μS/cm)	NH ₄ ⁺ (mg/lit)	NO ₃ ⁻ (mg/lit)	PO ₄ ⁻ (μg/lit)
SC1	3	50.7	22.7	6.7	589.0	0.62	5.60	1,453.9
SC1	7	25.3	23.2	6.6	1,106.0	0.82	0.00	0.0
SC1	11	6.4	22.5	6.6	1,431.0	0.38	0	1,288.7
SC1	14	19	23.9	6.6	1,422.0	0.24		49.6
SC1	18	11	22.3	6.6	1,596.0	2.94		421.3
SC1	21	33.4	20.1	6.7	1,493.0	0.15		896.3
SC1	28	45.4	17.4	6.7	1,577.0	0.32		710.5
SC1	33	37.7	19.4	6.7	1,633.0	0.42		503.9
SC1	42	37.6	19.2	6.7	1,708.0	0.37	12.91	524.6
SC1	46	20.7	21.7	6.7	1,726.0	0.54	4.69	194.1
SC1	49	50.6	19.6	6.8	1,617.0	0.24	4.69	256.1
SC1	53	35.6	18.7	7.1	1,634.0	0.32	0.66	0.0
SC1	60	31.3	17.9	6.8	1,716.0	0.41	7.69	152.8
SC2	3	106.5	22.8	6.8	398.0	0.39	1.46	586.5
SC2	7	48.6	23.2	6.7	685.0	0.69	1.27	318.1
SC2	11	8.6	22.5	6.7	1,081.0	0.73	4.83	875.7
SC2	14	35.5	23.9	6.8	1,064.0	0.62		49.6
SC2	18	15.5	22.3	6.7	1,239.0	2.88		173.5
SC2	21	34.9	20.1	6.8	1,207.0	0.10		793.1
SC2	28	53.9	17.4	6.9	1,265.0	0.16		772.4
SC2	33	20.4	19.4	6.9	1,324.0	0.22		751.8
SC2	42	18	19.2	7.0	1,343.0	0.08	2.64	627.8
SC2	46	30.9	21.8	7.0	1,337.0	0.15	0	627.8
SC2	49	17	19.5	7.0	1,346.0	0.13	0	421.3
SC2	53	39.3	18.7	7.4	1,330.0	0.18	10.28	70.2
SC2	60	-1.7	18	7.1	1,331.0	0.15	0	1,309.4

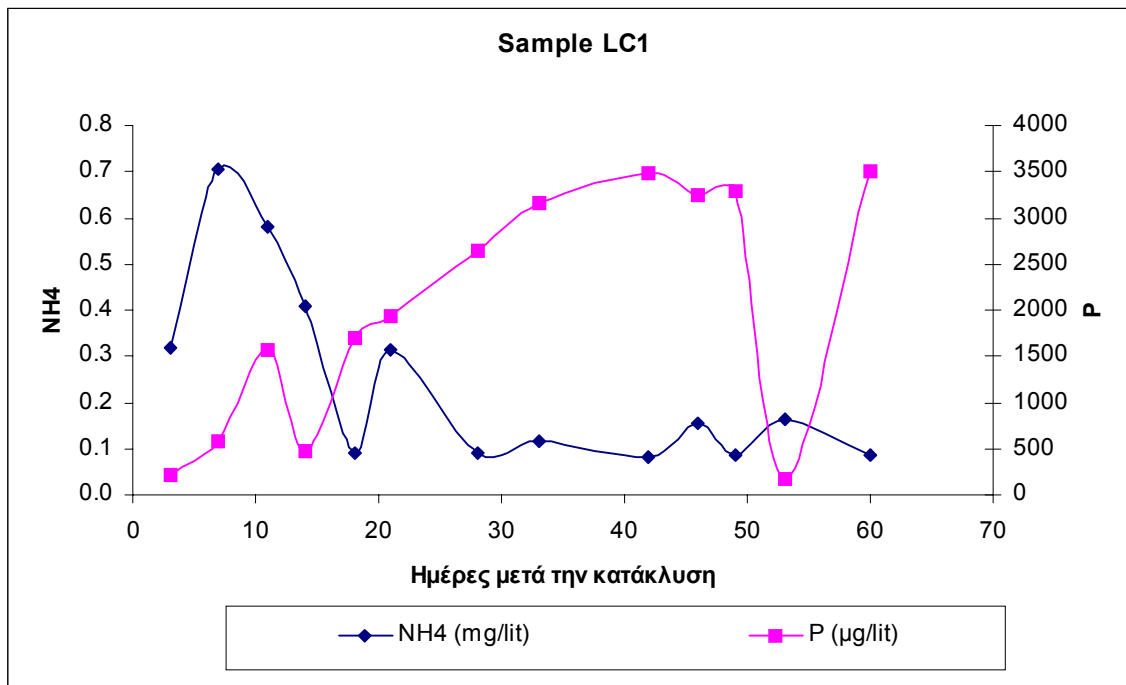
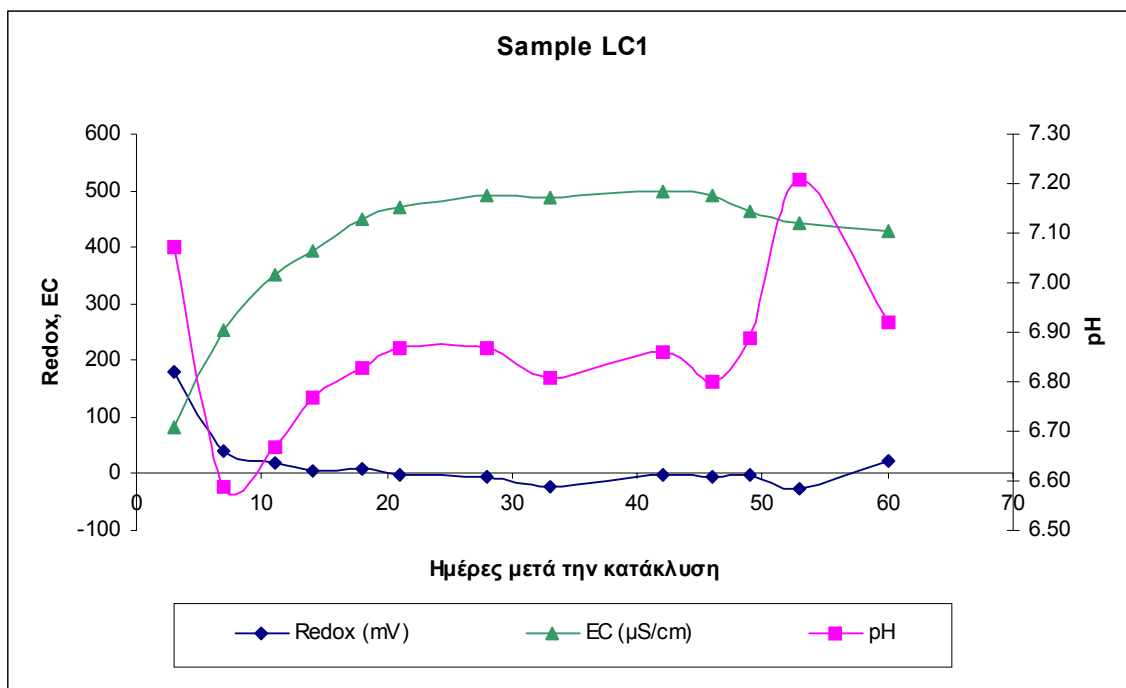
Στη συνέχεια παρουσιάζονται γραφικά, τα αποτελέσματα του πειράματος απελευθέρωσης θρεπτικών.

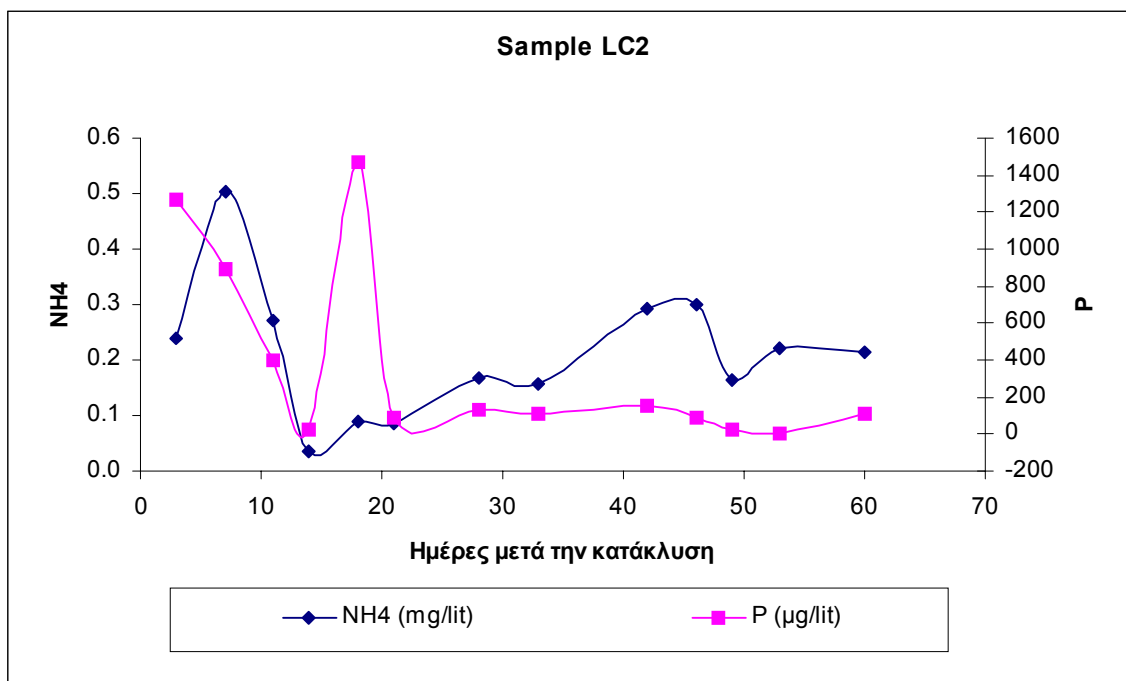
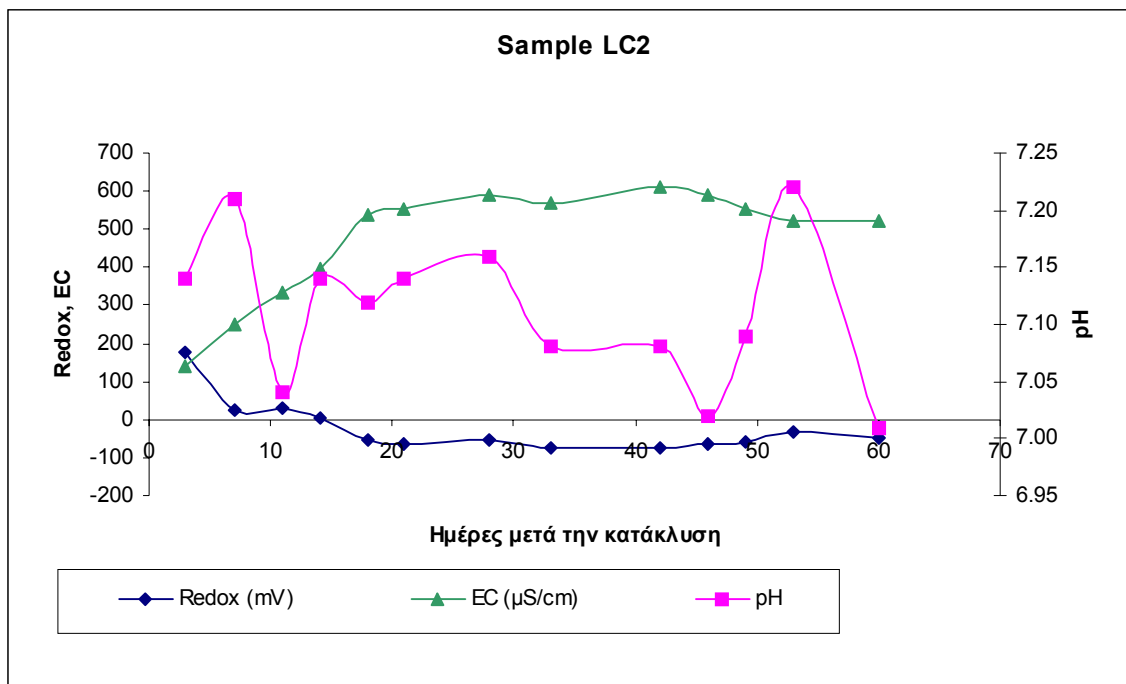


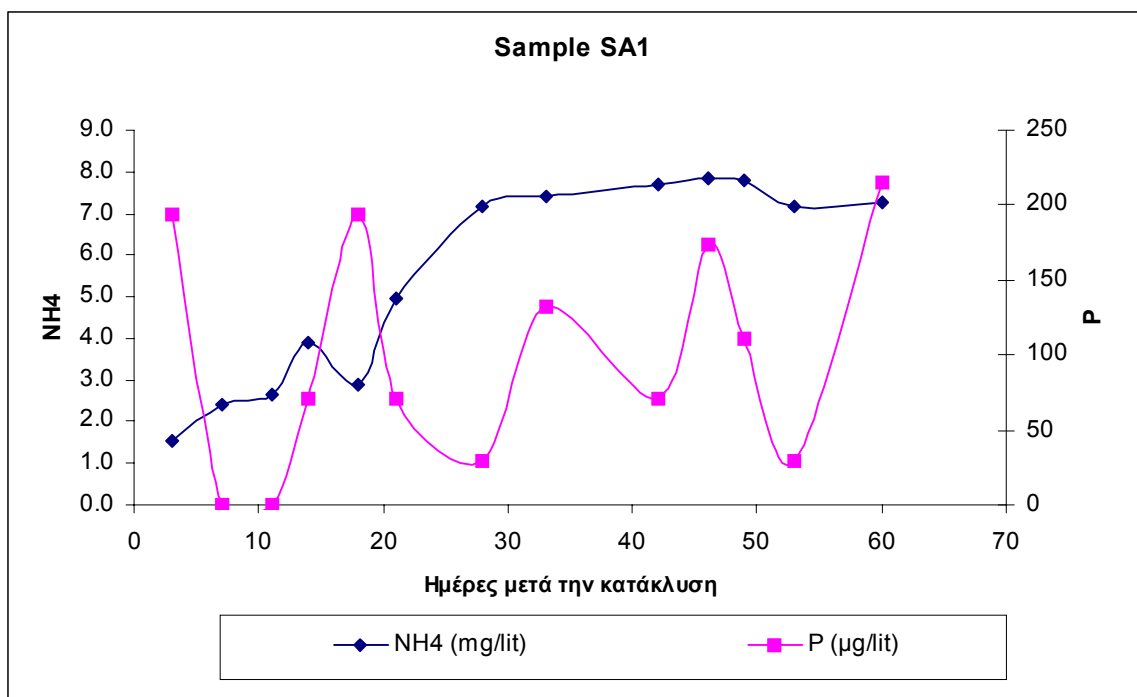
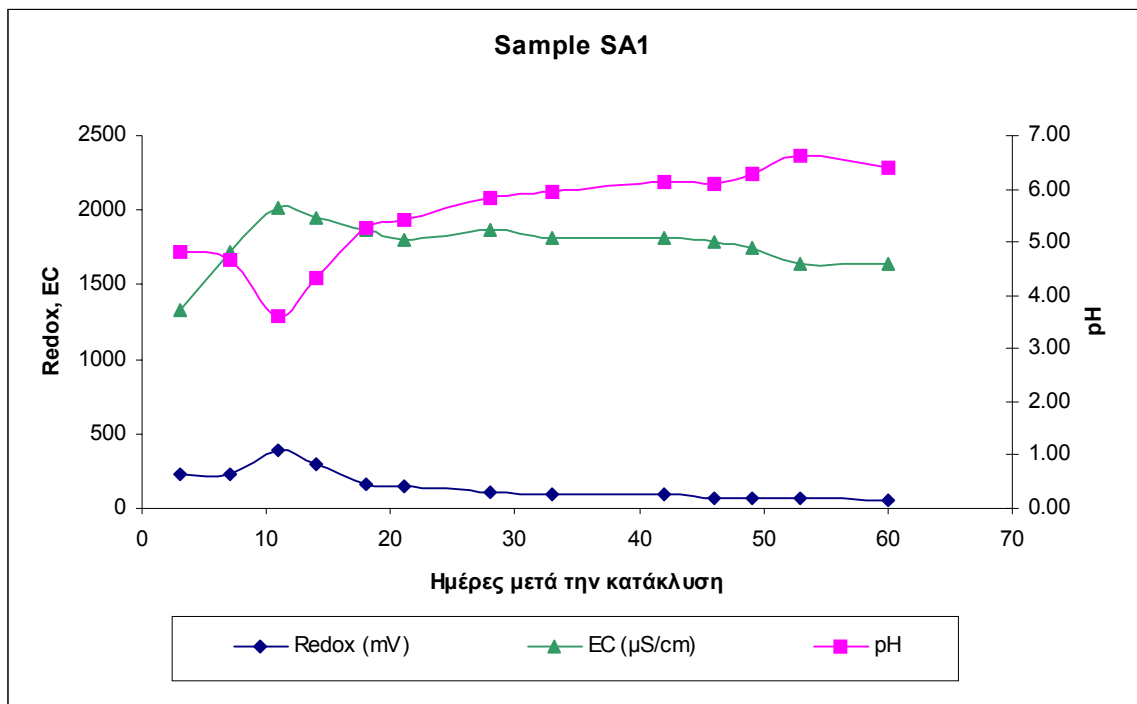


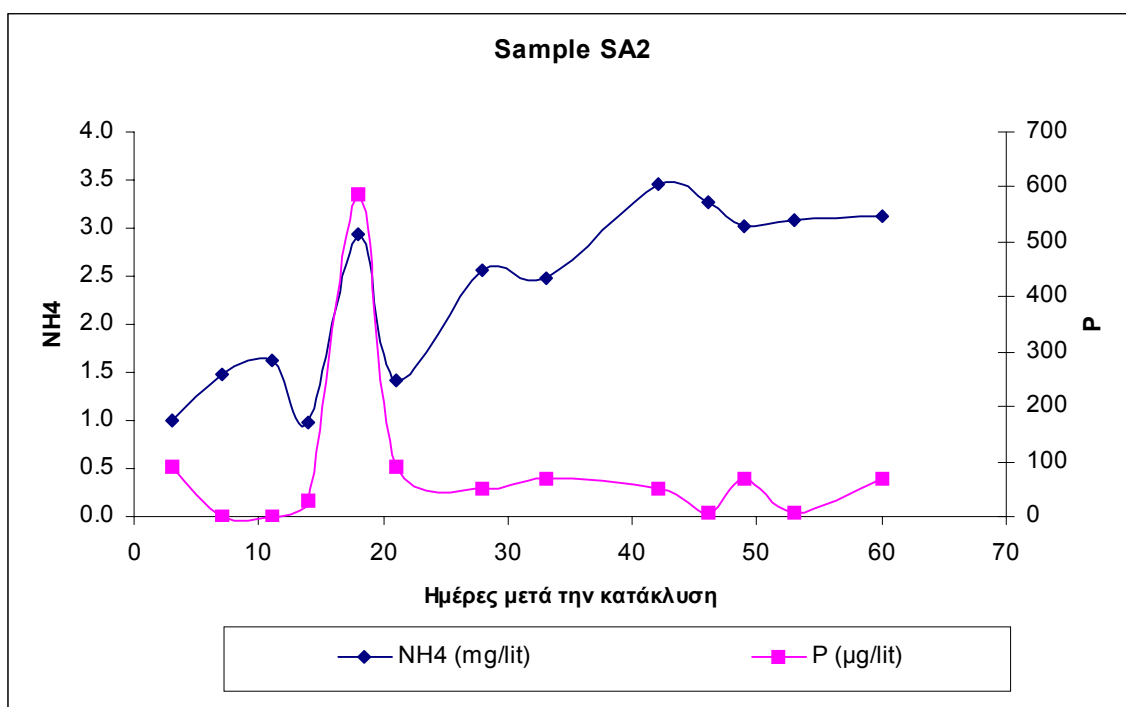
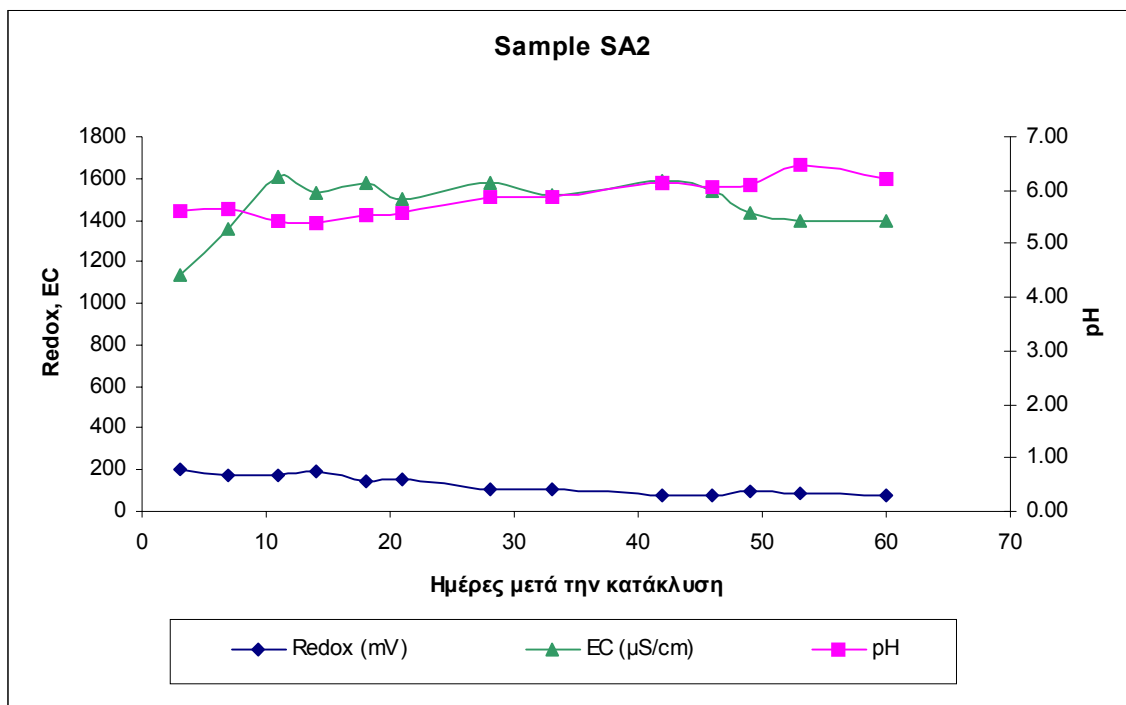


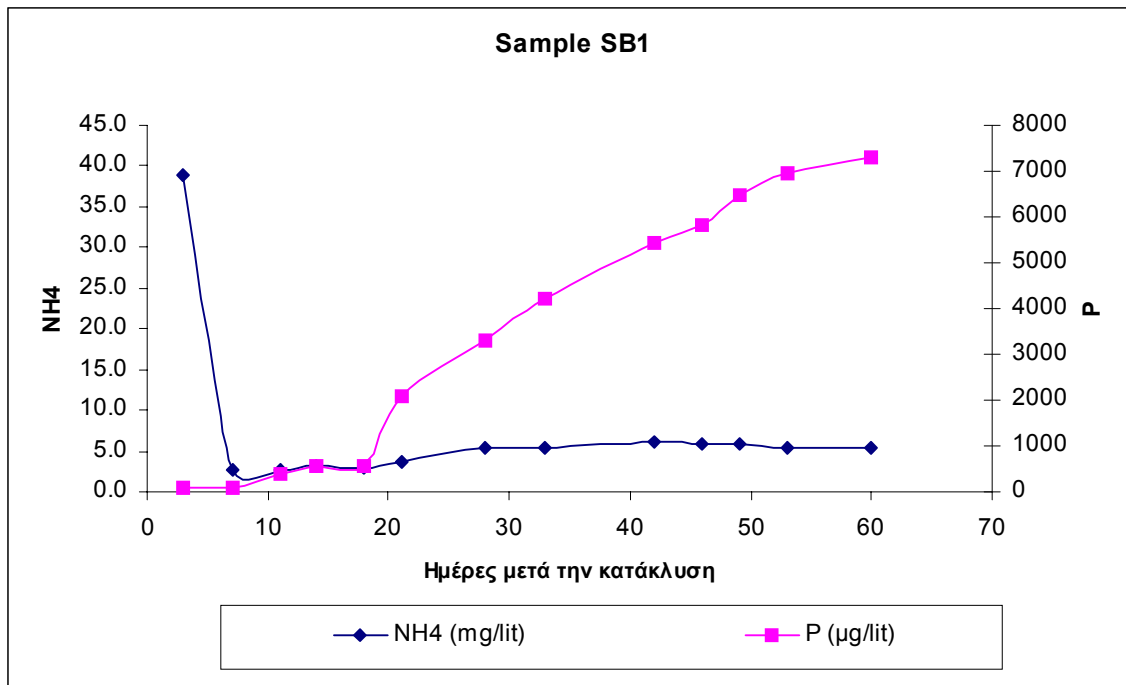
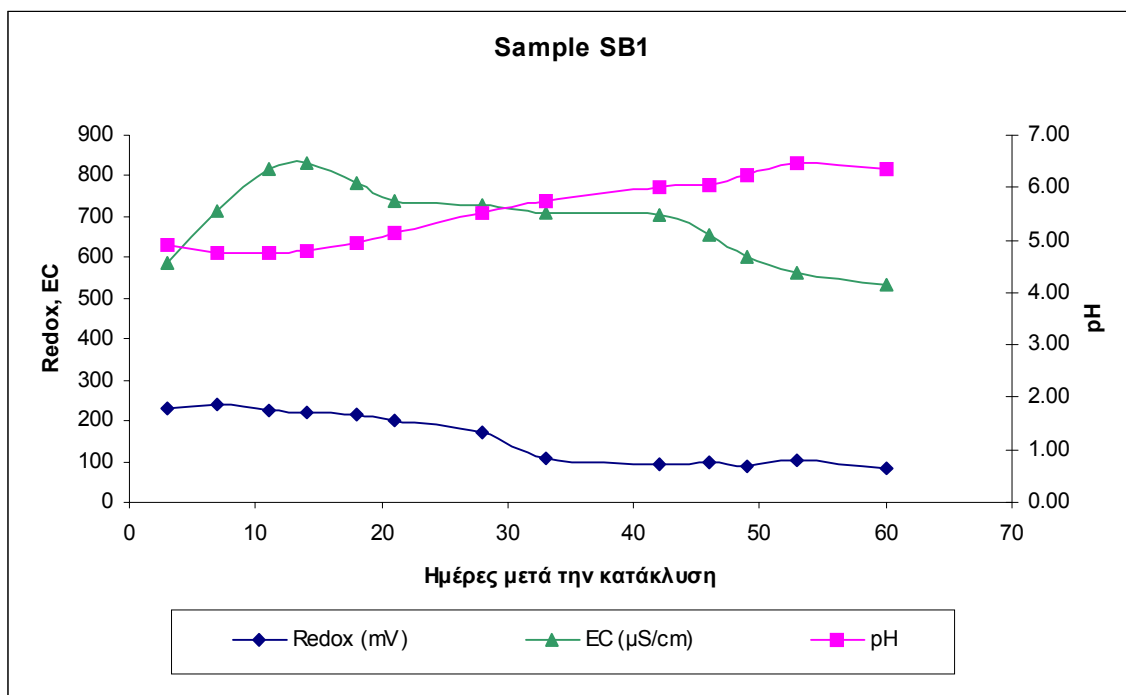


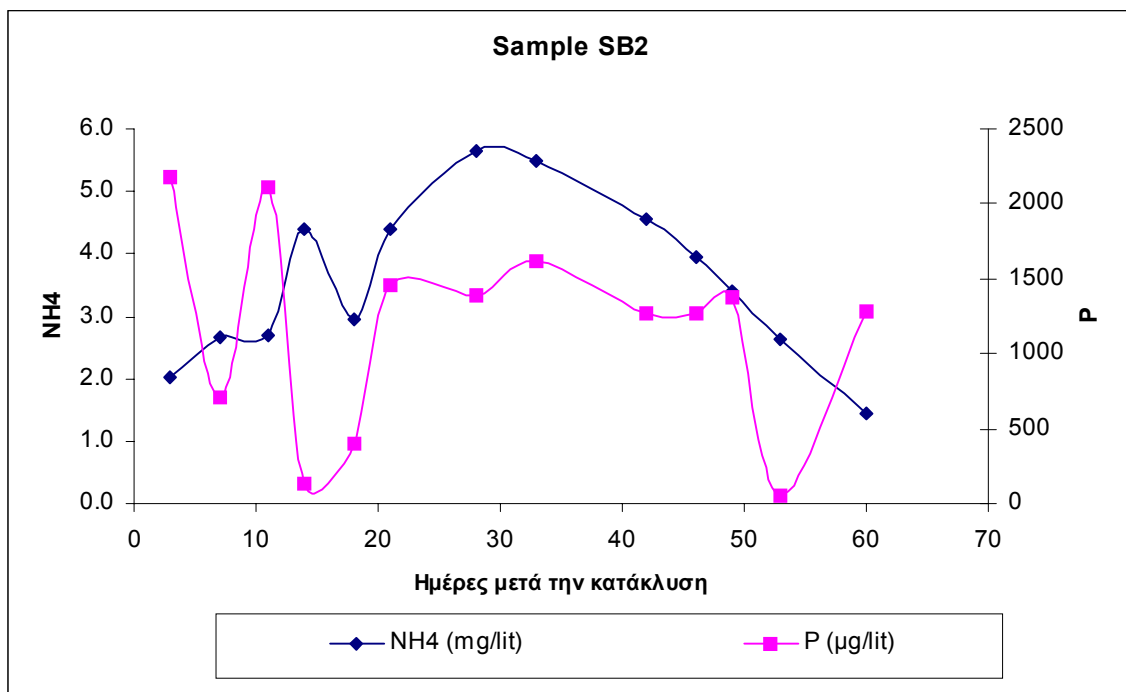
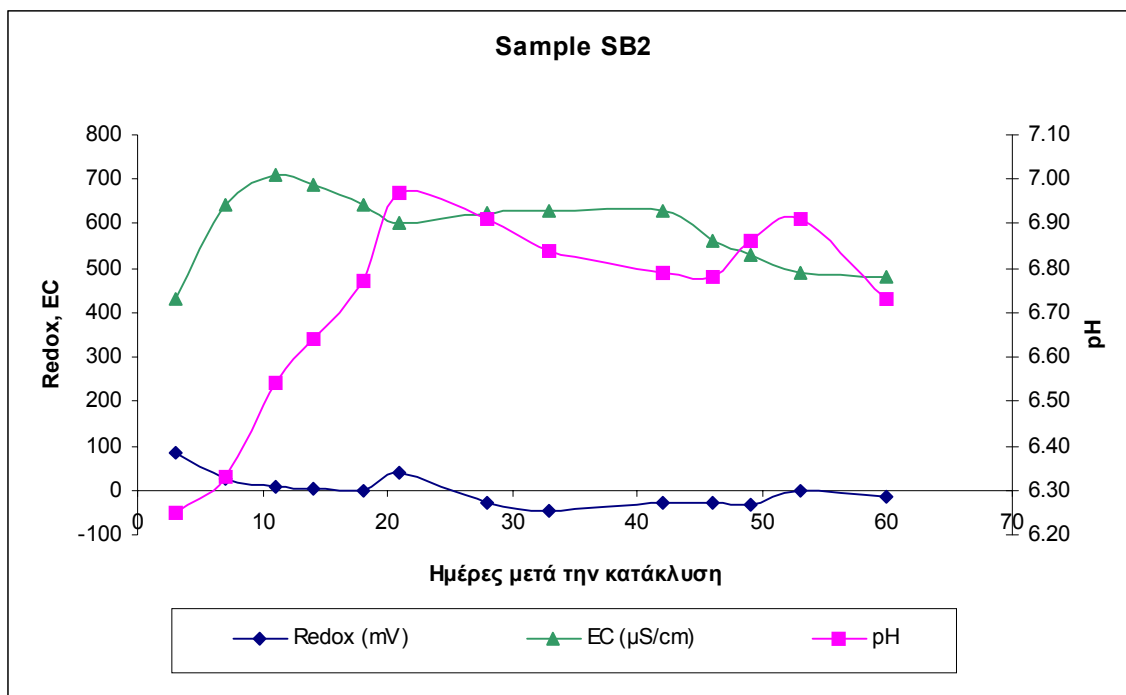


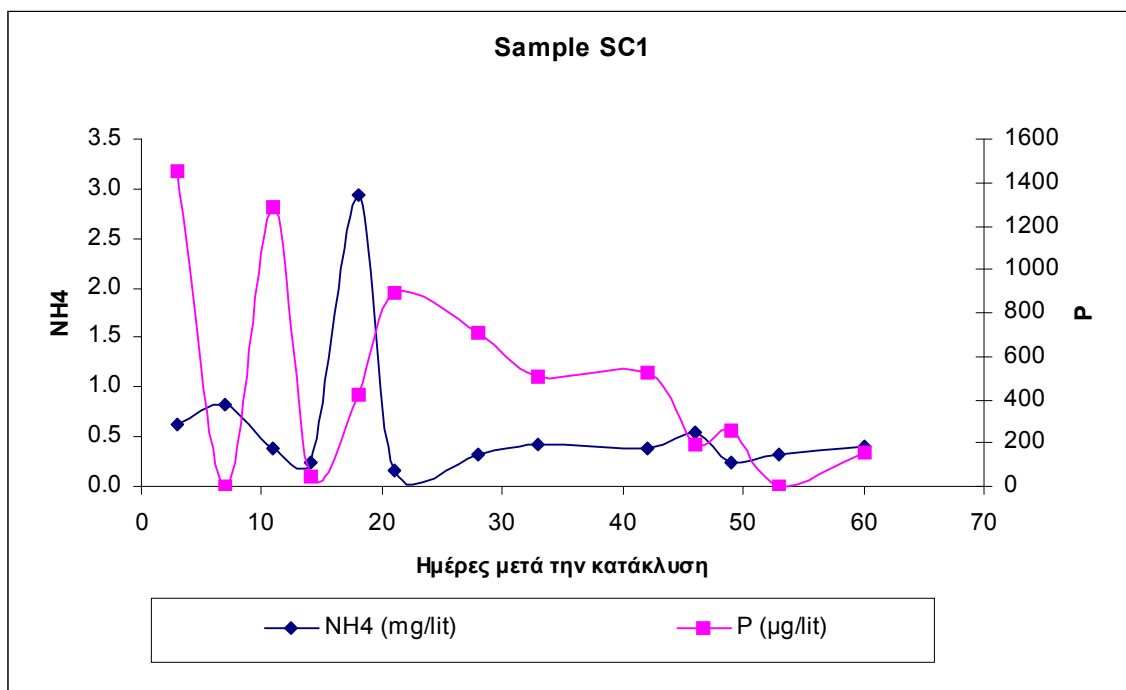
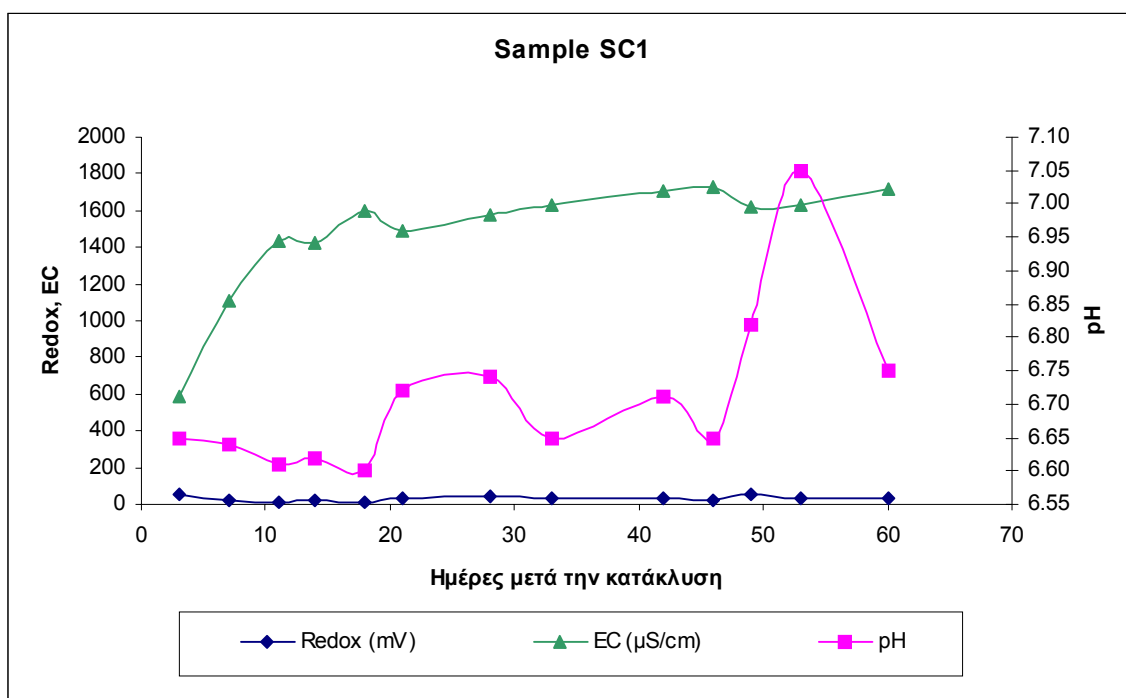


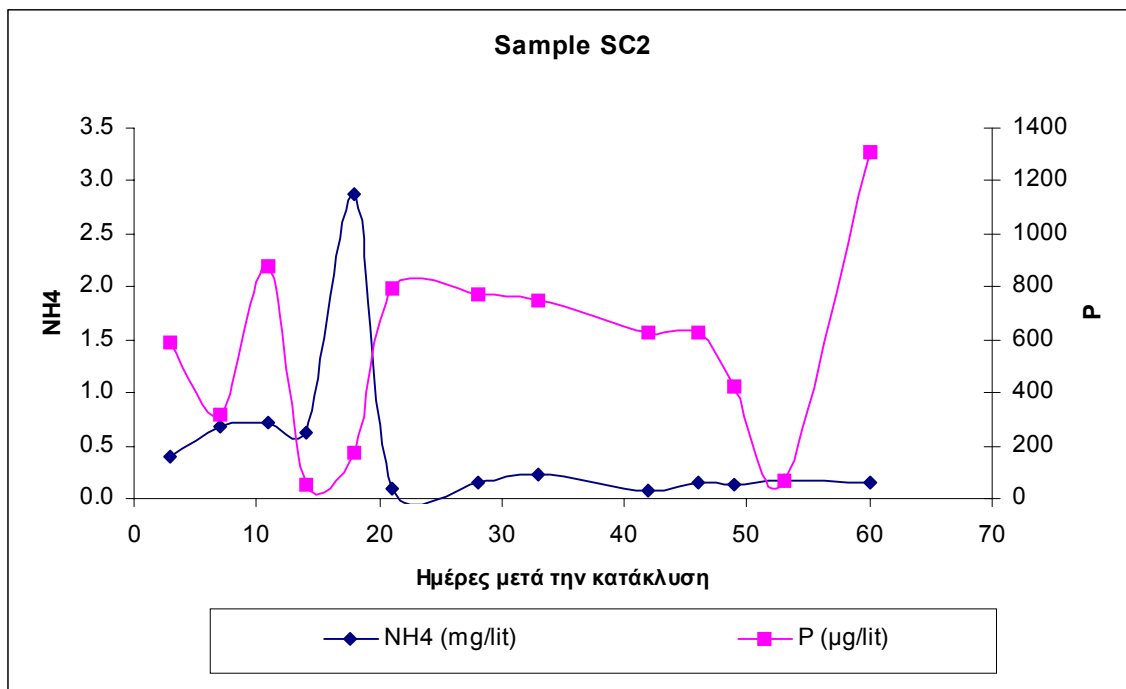
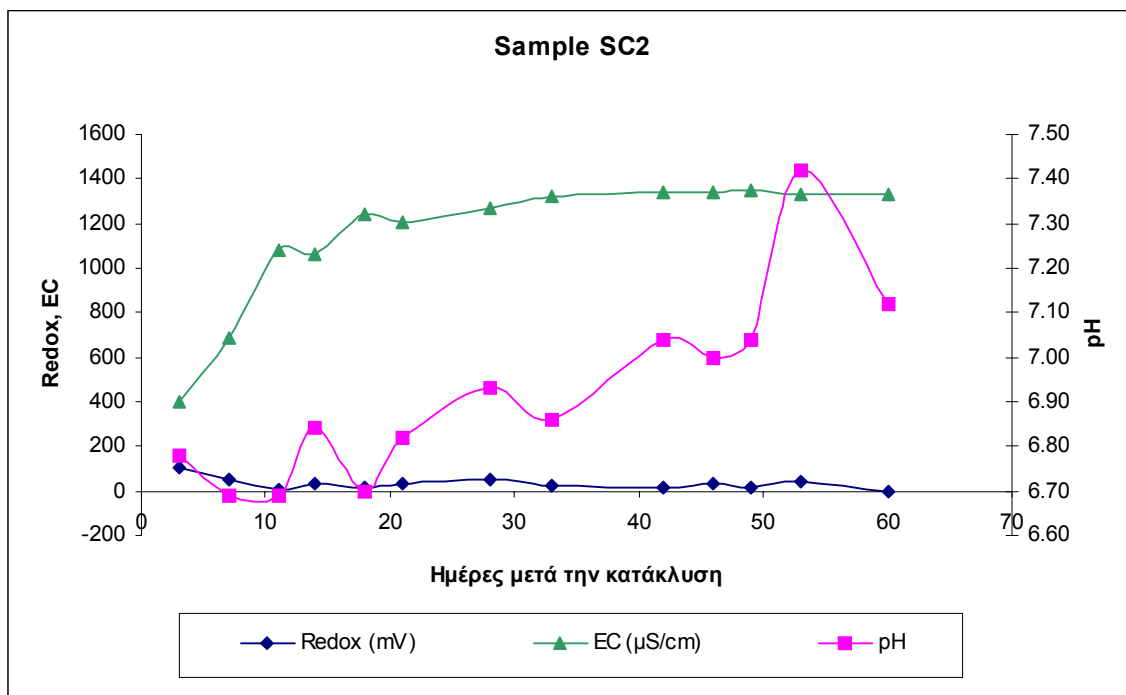












4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τις χημικές αναλύσεις του ιζήματος προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

1. Και στις δύο ζώνες δειγματοληψίας (Α και Β) και για τα βάθη 0 – 50 cm, προσδιορίστηκαν υψηλά ποσοστά οργανικής ουσίας που κυμαίνονταν μεταξύ 33% και 71% ξ.β. δείγματος (μέσος όρος 50.9% ξ.β. δείγματος).
2. Η μέση τιμή του pH των δειγμάτων της ζώνης Α και για τα βάθη 0-50 cm, βρέθηκε εντός της ουδέτερης περιοχής για τις δύο πρώτες θέσεις (μέσος όρος 7.3), και εντός της όξινης περιοχής για την τρίτη θέση (μέσος όρος 5.1).
3. Η μέση τιμή του pH των δειγμάτων της ζώνης Β, και για τα βάθη 0-50 cm, βρέθηκε εντός της όξινης περιοχής (μέσος όρος 4,46).
4. Η μέση τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για τα βάθη 0-50 cm, βρέθηκε ίση με 1.8 mS/cm για τη ζώνη Α και 3.03 mS/cm για τη ζώνη Β.
5. Η μέση συγκέντρωση NO_3^- για τα βάθη 0-50 cm, βρέθηκε ίση με 185,3 mgr/kgf στη ζώνη Α, και 157.5 mgr/kgf στη ζώνη Β.
6. Η μέση συγκέντρωση NH_4^+ (Kjeldahl) βρέθηκε και στις δύο ζώνες δειγματοληψίας ίση με 0.11 % ξηρού βάρους δείγματος.
7. Η μέση συγκέντρωση του οργανικού αζώτου (Kjeldahl), βρέθηκε και στις δύο ζώνες δειγματοληψίας ίση με 1.36 % ξηρού βάρους δείγματος.
8. Η μέση συγκέντρωση ορθο-φωσφορικών ιόντων, βρέθηκε ίση με 12.6 mgr/kgf δείγματος στη ζώνη Α και 24.6 mgr/kgf στη ζώνη Β.

Οι τιμές των παραμέτρων pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας και οργανικής ουσίας, είναι συγκρίσιμες με αυτές που μετρήθηκαν επί δειγμάτων των οργανικών εδαφών των Τεναγών Φιλίππων (μετρήσεις του έτους 1994), σύμφωνα με τις οποίες: α) το pH βρέθηκε εντός της ουδέτερης περιοχής (στην όξινη περιοχή μετρήθηκαν δείγματα τα οποία είχαν μηδενική περιεκτικότητα σε CaCO_3), β) το 85% της εξεταζόμενης έκτασης βρέθηκε να έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα μεγαλύτερη από 1.50 mS/cm και έως 4.49 mS/cm, γ) ποσοστό 76% της εξεταζόμενης έκτασης βρέθηκε να έχει περιεκτικότητα σε οργανική ουσία μεγαλύτερη από 30%.

Όσον αφορά το πείραμα απελευθέρωσης θρεπτικών, η μέση χημική σύσταση του υπερκείμενου (της στήλης ιζήματος) διαλύματος, ήταν η ακόλουθη:

	EC ($\mu\text{S/cm}$)	pH	PO_4^- ($\mu\text{gr/lit}$)	NH_4^+ (mgr/lit)	NO_3^- (mgr/lit)
Ζώνη Α	360.3	7.5	1,380.1	0.2	4.43
Ζώνη Β	1,192.0	6.2	958.7	3.3	11.51

Σημειώνεται ότι οι ανωτέρω αναφερόμενες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων, αποτελούν μέσο όρο όλων των μετρήσεων και αντιπροσωπεύουν τις μέγιστες συγκεντρώσεις φωσφορικών και αμμωνιακών ιόντων που είναι δυνατό να απελευθερωθούν, δεδομένου ότι κατά την εκπόνηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε αποσταγμένο νερό.