



Πανεπιστήμιο Αιγαίου



Τμήμα Περιβάλλοντος



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΛΟΣΗΣ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ**

Όνοματεπώνυμο:

◆ Εταιρίδου Κυριακή (Α.Μ 141/99015)

Υπεύθυνος καθηγητής:

◆ Παρασκευάς Παναγιώτης

Μυτιλήνη Απρίλιος 2004

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αποφοιτώντας από το Τμήμα Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου νοιώθω την ανάγκη να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους εκείνους τους ανθρώπους που με βοήθησαν κατά την τετραετή φοίτηση μου στη Μυτιλήνη. Όλα αυτά τα χρόνια μπόρεσα με τη βοήθεια των καθηγητών μου να μάθω να σκέφτομαι με κεντρικό άξονα το περιβάλλον το οποίο αποτελεί το υπέρτατο αγαθό του πλανήτη μας.

Έτσι λοιπόν θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές αλλά και το διοικητικό προσωπικό του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου για τη βοήθειά τους.

Πιο συγκεκριμένα τώρα για την πραγματοποίηση της πτυχιακής μου εργασίας με θέμα «Παρακολούθηση και εκτίμηση της απόδοσης λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων του Δήμου Μυτιλήνης» θέλω αρχικά να ευχαριστήσω τον κύριο Παρασκευά Παναγιώτη που μου ανέθεσε το θέμα και στάθηκε κοντά μου από την πρώτη στιγμή που το ανέλαβα. Η βοήθεια του υπήρξε καθοριστική προκειμένου να ολοκληρώσω με επιτυχία την διπλωματική μου εργασία και να κατανοήσω το αντικείμενο της Επεξεργασίας Λυμάτων. Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Σκαναβή Κωνσταντίνα και τον κύριο Χαραλαμπόπουλο Δία που δέχτηκαν να παραστούν στην τριμελή επιτροπή για την παρουσίαση της πτυχιακής μου. Ιδιαίτερες ευχαριστίες πρέπει να απευθύνω στη Διοίκηση της ΔΕΥΑΜ που με δέχτηκαν για την πραγματοποίηση της πτυχιακής μου εργασίας στη μονάδα και στον προϊστάμενο της Μονάδας Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων κύριο Βασίλαρο Σωτήρη για την καθοδήγηση και τη συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης των μετρήσεων.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους δικούς μου ανθρώπους όπως τους γονείς μου αλλά και τους φίλους μου για τις πραγματικά όμορφες στιγμές που περάσαμε αυτά τα τέσσερα χρόνια στη Μυτιλήνη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό και η σημασία του	1
Ποιοτική προστασία του νερού.....	1
Σημερινές συνθήκες και μελλοντικές τάσεις	2
α. Προβλήματα	2
β. Προεπεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων	2
γ. Διάθεση	2
♦ Τελική απορροή	2
♦ Λάσπη	3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1.1 Έργα αποχέτευσης και επεξεργασίας αποβλήτων	4
1.2 Κατηγορίες αποβλήτων	4
1.3 Χαρακτηριστικά αποβλήτων	6
1.3.1 Φυσικά χαρακτηριστικά	7
1.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά	9
1.3.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.1 Στάδια επεξεργασίας	20
2.2 Φυσικοχημικές	21
2.3 Βιολογικές	22
2.4 Προεπεξεργασία	23
2.5 Πρωτοβάθμια επεξεργασία	24
2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία	25
2.6.1 Συστήματα ενεργού ιλύος	25
2.6.2 Λίμνες επεξεργασίας	29
2.6.3 Βιολογικά φίλτρα – βιολογικοί δίσκοι	29
2.7 Τριτοβάθμια επεξεργασία	30
2.8 Απολύμανση αποβλήτων	31
2.9 Διάθεση	31
2.10 Επεξεργασία ιλύος	32
2.11 Πύκνωση ιλύος	34
2.12 Σταθεροποίηση ιλύος	34
2.13 Απολύμανση ιλύος	34
2.14 Αφυδάτωση ιλύος	34
2.15 Τελική διάθεση ιλύος	35

2.16	Διαδικασία επιλογής συνδυασμού μονάδων επεξεργασίας	35
------	---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ (ΜΕΓΑ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ)

Περιγραφή – υπολογισμοί Ε.Ε.Λ

Α' Φάση

Β' Φάση

3.1	Σύστημα επεξεργασίας – αποδόσεις	37
3.2	Συνοπτική περιγραφή του συστήματος επεξεργασίας	39
3.2.1	<i>Έργα εισόδου και επεξεργασίας</i>	39
	α. Εγκατάσταση υποδοχής βοθρολυμάτων	39
	β. Φρεάτιο άφιξης ΚΑΑ	39
	γ. Φρεάτιο εισόδου	39
	δ. Εσχάρωση	40
	ε. Εξάμμωση	40
	στ. Μέτρηση παροχής λυμάτων	40
3.2.2	<i>Έργα βιολογικής επεξεργασίας</i>	40
	α. Αναερόβια δεξαμενή	40
	β. Βιολογικές δεξαμενές	41
	γ. Δεξαμενή καθίζησης	41
	δ. Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος	41
3.2.3	<i>Έργα απολύμανσης</i>	42
	α. Μέτρηση παροχής απολύμανσης	42
	β. Δεξαμενή χλωρίωσης	42
	γ. Συγκρότημα δοσομέτρησης χλωρίου	42
	δ. Συγκρότημα δοσομέτρησης θειώδους νατρίου	42
	ε. Φρεάτιο μεταερισμού	42
3.2.4	<i>Έργα διάθεσης λυμάτων στη θάλασσα</i>	42
3.2.5	<i>Έργα επεξεργασίας ιλύος</i>	43
3.2.6	<i>Μονάδα ανακύκλωσης νερού</i>	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ Ε.Ε.Λ

4.1	Εγκατάσταση υποδοχής βοθρολυμάτων	44
4.1.1	<i>Τεχνική περιγραφή</i>	44
4.1.2	<i>Η/Μ εξοπλισμός</i>	45
4.1.3	<i>Έλεγχος λειτουργίας</i>	45
4.2	Φρεάτιο άφιξης εισόδου	45
4.2.1	<i>Τεχνική περιγραφή</i>	45
4.2.2	<i>Η/Μ εξοπλισμός</i>	46

4.3	Μονάδα εσχάρωσης	46
	4.3.1 Τεχνική περιγραφή	46
	4.3.2 Η/Μ εξοπλισμός	47
	4.3.3 Έλεγχος λειτουργίας	47
4.4	Αεριζόμενος εξαμμωτής	48
	4.4.1 Τεχνική περιγραφή	48
	4.4.2 Η/Μ εξοπλισμός	49
	4.4.3 Έλεγχος λειτουργίας	50
4.5	Μετρήσεις παροχής	50
	4.5.1 Τεχνική περιγραφή	50
	4.5.2 Η/Μ εξοπλισμός	51
	4.5.3 Έλεγχος λειτουργίας	51
4.6	Αναερόβια δεξαμενή – Φρεάτιο διανομή αερισμού	51
	4.6.1 Τεχνική περιγραφή	51
	4.6.2 Η/Μ εξοπλισμός	52
	4.6.3 Έλεγχος λειτουργίας	52
4.7	Βιολογικές δεξαμενές (ανοξικές – αερισμού)	52
	4.7.1 Τεχνική περιγραφή	52
	4.7.2 Η/Μ εξοπλισμός	55
4.8	Αντλιοστάσιο ανάμικτου υγρού	63
	4.8.1 Τεχνική Περιγραφή	63
	4.8.2 Η/Μ εξοπλισμός	63
	4.8.3 Έλεγχος λειτουργίας	63
4.9	Φρεάτιο διανομής καθίζησης	63
	4.9.1 Τεχνική περιγραφή	63
	4.9.2 Η/Μ εξοπλισμός	64
	4.9.3 Έλεγχος λειτουργίας	64
4.10	Δεξαμενές τελικής καθίζησης – Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος	64
	4.10.1 Τεχνική περιγραφή	64
	4.10.2 Η/Μ εξοπλισμός	65
	4.10.3 Έλεγχος λειτουργίας	66
4.11	Μηχανική πάχυνση και αφυδάτωση ιλύος	67
	4.11.1 Τεχνική περιγραφή	67
	4.11.2 Η/Μ εξοπλισμός	70
	4.11.3 Έλεγχος λειτουργίας	70
4.12	Απολύμανση (Χλωρίωση – Αποχλωρίωση)	70
	4.12.1 Τεχνική περιγραφή	70
	4.12.2 Η/Μ εξοπλισμός	71
	4.12.3 Έλεγχος λειτουργίας	72
4.13	Μεταερισμός	72
	4.13.1 Τεχνική περιγραφή	72
4.14	Αντλιοστάσιο στραγγιδίων	73

4.14.1	Τεχνική περιγραφή	73
4.14.2	Η/Μ εξοπλισμός	73
4.14.3	Έλεγχος λειτουργίας	73
4.15	Μονάδα ανακυκλωμένου νερού	73
4.15.1	Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας	74
4.15.2	Ανοικτό φίλτρο διύλισης	74
4.15.3	Μονάδα απολύμανσης	76
4.15.4	Δεξαμενή αποθήκευσης	77
4.15.5	Δεξαμενή αποθήκευσης βιομηχανικού νερού	78
4.15.6	Αντλητικό συγκρότημα βιομηχανικού νερού	78
4.15.7	Αντλητικό συγκρότημα πόσιμου νερού	78
4.15.8	Αεροφυλάκια	78
4.16	Μονάδες απόσμησης	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΡΓΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

5.1	Γενικά	81
5.2	Διάθεση στη θάλασσα	81
5.3	Διάθεση στο έδαφος – επαναχρησιμοποίηση λυμάτων	84
5.3.1	Γενικά	84
5.4	Αγωγός διάθεσης	85
5.4.1	Υφιστάμενη κατάσταση	85
5.4.1.1	Φυσική ωκεανογραφία	85
5.4.1.2	Χημική ωκεανογραφία	85
5.4.1.3	Βιολογική ωκεανογραφία	85
5.5	Περιγραφή –υπολογισμοί αγωγού διάθεσης	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ, ΜΗΝΙΑΙΑ ΔΕΛΤΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΥΑ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ - ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

6.1	Γενικά	88
6.2	Αξιολόγηση	88
6.3	Συμπεράσματα	88

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΥΘΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΛΥΣΕΩΝ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ
ΔΙΑΘΕΣΗΣ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ : ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ –
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό και η σημασία του

Το νερό είναι ζωτικό στοιχείο για τη ζωή και βασική πρώτη ύλη για την ανθρώπινη οικονομία.

Ο άνθρωπος, που το σώμα του αποτελείται κατά σημαντικό ποσοστό από νερό (περίπου 57%), μπορεί να εξυπηρετηθεί με πολύ μικρή ποσότητα για πόση (περίπου 35 ml/kg βάρους την ημέρα), αλλά έχει την ανάγκη από πολύ μεγαλύτερη ποσότητα για την κάλυψη των απαιτήσεων της ατομικής και οικιακής καθαριότητας και των λειτουργιών της πόλης (100 – 500 λιτ./ ατ. ημ.) Εξάλλου οι οικονομικές δραστηριότητες (γεωργία, βιομηχανία, ενέργεια κλπ.) καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού.

Με βάση ορισμένες εκτιμήσεις (1975) το συνολικό δυναμικό της χώρας ανέρχεται σε $65.320 * 10^6 \text{ m}^3$ το χρόνο από το οποίο $62.868 * 10^6 \text{ m}^3$ / χρ οι επιφανειακές απορροές και $2.452 * 10^6 \text{ m}^3$ / χρ η συντηρητική εκτίμηση των υπογείων νερών.

Από το δυναμικό αυτό αξιοποιήθηκαν συνολικά (1975) 4.276,2

$* 10^6 \text{ m}^3$ (6,55%) και ειδικότερα για ύδρευση $585,2 * 10^6 \text{ m}^3$ (13,7% του αξιοποιηθέντος) στη βιομηχανία $74,8 * 10^6 \text{ m}^3$ (1,7%), για ενέργεια (εκτός από υδροηλεκτρική) $40 * 10^6 \text{ m}^3$ (1%) και για άρδευση $3.576,2 * 10^6 \text{ m}^3$ (83,6%).

Με την παραδοχή ότι 80% του νερού, που καταναλίσκεται για τις αστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες καταλήγει στην αποχέτευση, προκύπτει ότι το $700 * 10^6 \text{ m}^3$ το χρόνο γίνονται απόβλητα και μπορεί να επηρεάσουν σοβαρά την ποιότητα των αποδεκτών, το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία, αν δεν υποβληθούν στην κατάλληλη επεξεργασία καθαρισμού.

Ποιοτική προστασία του νερού

Το χημικώς καθαρό νερό (αποσταγμένο) δεν βρίσκεται στη φύση, γιατί είναι ισχυρό διαλυτικό μέσο και εμπλουτίζεται κατά την επαφή του με το περιβάλλον με διάφορες ουσίες, που διαλύονται οι παρασύρονται από αυτό. Έτσι το φυσικό νερό παρουσιάζει ποικιλία ποιοτικών χαρακτηριστικών (φυσικά, χημικά, ραδιολογικά, βιολογικά – μικροβιολογικά) ανάλογα με τις περιεχόμενες ξένες προσμίξεις.

Για κάθε χρήση (ύδρευση, άρδευση, διαβίωση ψαριών κλπ.) απαιτείται ορισμένη διακύμανση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού, που καθορίζεται συνήθως από τα πρότυπα της ποιότητας.

Το νερό μετά τη χρήση του – ιδίως για ύδρευση και βιομηχανία – έχει αλλοιωμένα και σημαντικά υποβαθμισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά, που δημιουργούν σοβαρά προβλήματα ρυπάνσεως και ακαταλληλότητας του τελικού αποδέκτη (θάλασσα, λίμνη, ποτάμι, έδαφος) για τις επιθυμητές χρήσεις.

Εξάλλου όσο κι αν το διαθέσιμο νερό στον πλανήτη είναι φαινομενικά πάρα πολύ (εκτιμάται $1.397 * 10^6 \text{ km}^3$) το σημαντικότερο μέρος του είναι αλμυρό και δεν προσφέρεται για τις περισσότερες χρήσεις, ενώ από το γλυκό νερό (1,22%) το πιο

πολύ (1,195%) είναι παγιδευμένο στα πολικά καλύμματα των πάγων. Επομένως το διαθέσιμο τελικά νερό είναι ασήμαντο ποσοστό του συνολικού, που όταν ρυπαίνεται, γίνεται ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις.

Επομένως από την πλευρά της υδατικής οικονομίας, προκειμένου να προστατευθεί το υδατικό κεφάλαιο και παράλληλα η δημόσια υγεία και το περιβάλλον γενικότερα, είναι ανάγκη τα υγρά απόβλητα να υποβληθούν στην απαραίτητη επεξεργασία καθαρισμού, προτού φθάσουν στον τελικό αποδέκτη.

Σημερινές συνθήκες και μελλοντικές τάσεις

α. Προβλήματα

Η αποτελεσματική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων γίνεται καθημερινά δυσκολότερη εξαιτίας των νέων χημικών ουσιών, που έχουν παρασκευασθεί από τον άνθρωπο ή των πυκνών αποβλήτων, που παράγονται από ζωοτροφικές ή βιομηχανικές μονάδες σε σύγκριση με τα αστικά λύματα.

Στις τεχνικές αυτές δυσκολίες προστίθεται σήμερα η αφύπνιση και το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον της κοινής γνώμης, που δεν δέχεται πια μοιρολατρικά τη ρύπανση και υποβάθμιση του περιβάλλοντος, αλλ' απαιτεί πειστικά και πολλές φορές δυναμικά τη λήψη αποτελεσματικών μέτρων κατά της ρυπάνσεως. Οι πιέσεις και αντιδράσεις θα είναι εντονότερες στο μέλλον.

β. Προεπεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων

Σχετικά με τα βιομηχανικά απόβλητα η μέχρι σήμερα εφαρμοσμένη τακτική της αναμίξεως με τα αστικά λύματα και της κοινής επεξεργασίας αρχίζει να επανεξετάζεται, λόγω των περιεχόμενων τοξικών ουσιών, που παρεμποδίζουν την κανονική επεξεργασία ή την ελεύθερη διάθεση. Σε περιπτώσεις συγκεντρωμένων βιομηχανιών με αναλογικά μεγάλο όγκο αποβλήτων, σε σύγκριση με τα λύματα, είναι πιο σκόπιμο να γίνει συλλογή και προεπεξεργασία των αποβλήτων σε ιδιαίτερη μονάδα ή απομάκρυνση των ιδιαζόντων βλαπτικών χαρακτηριστικών μέσα στο εργοστάσιο, προτού τα απόβλητα αναμιχθούν με τα αστικά λύματα για περαιτέρω επεξεργασία.

γ. Διάθεση

Η τελική διάθεση των υγρών αποβλήτων, της λάσπης και των συμπυκνωμένων ρύπων, που απομακρύνονται με την επεξεργασία, αποτελεί το κρίσιμο πρόβλημα και απαιτεί συλλογική απόφαση, που πρέπει να στηρίζεται σε κριτήρια τεχνικά, οικονομικά, περιβάλλοντος κοινωνικά και πολιτικά.

◆ Τελική απορροή

Στο παρελθόν η διάθεση της τελικής απορροής των αποβλήτων γίνονταν με τον πιο εύκολο κάθε φορά τρόπο χωρίς πολύ θεώρηση των συνεπειών. Συνηθισμένοι αποδέκτες ήταν το έδαφος με άρδευση και τα επιφανειακά νερά (ποτάμια, λίμνες, θάλασσα), χωρίς να λαμβάνεται ιδιαίτερα υπόψη η ικανότητα "αποδοχής".

Σήμερα εξετάζεται προοδευτικά όλο και συστηματικότερα η διασκορπιστική και αφομοιωτική ικανότητα του αποδέκτη και μελετάται ενιαία η επεξεργασία καθορισμού μαζί με την τελική διάθεση με τρεις εναλλακτικές επιλογές:

- Σημαντικό βαθμό καθαρισμού και περιορισμένη αξιοποίηση του αποδέκτη.
- Ελάχιστο βαθμό καθαρισμού και μέγιστη αξιοποίηση του αποδέκτη.
- Οποιοδήποτε ενδιάμεσο συνδυασμό.

Πρόσθετη μέθοδος, που έχει εφαρμοσθεί σε περιορισμένη ακόμα κλίμακα για τη διάθεση των αποβλήτων, είναι η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίησή τους με τρόπο άμεσο ή έμμεσο (βιομηχανία, άρδευση, εμπλουτισμό υπογείων νερών, ανάσχεση εισόδου θαλασσινού νερού λόγω εντατικής αντλήσεως, ύδρευσης κλπ.).

Με τη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση υδατικών πόρων, κυρίως για παραγωγικούς σκοπούς, προβλέπεται μελλοντικά η γενίκευση της ανακυκλώσεως και επαναχρησιμοποίησεως, εφόσον στο μεταξύ θα έχουν βελτιωθεί οι μέθοδοι επεξεργασίας, ώστε να μη δημιουργούνται κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον γενικότερα μέσα στα οικονομικά αποδεκτά πλαίσια.

♦ Λάσπη

Στις μικρές εγκαταστάσεις η διάθεση της λάσπης και των συμπυκνωμένων ρύπων δεν αποτελεί σοβαρό πρόβλημα (χώνευση, αφυδάτωση και διάθεση στους αγρούς ή μαζί με τα απορρίμματα). Στις μεγάλες όμως μονάδες των μητροπολιτικών περιοχών οι μεγάλες ποσότητες λάσπης και τα δυσμενή ποιοτικά χαρακτηριστικά της (βαριά μέταλλα και άλλες τοξικές ή ανεπιθύμητες ουσίες κυρίως από τις βιομηχανίες) καθιστούν οξύ το πρόβλημα επεξεργασίας και τελικής διάθεσης. Η μέχρι τώρα πρακτική της διαθέσεως στην ανοικτή θάλασσα με υποβρύχιο μεγάλου μήκους αγωγό δεν ευνοείται πια. Γι' αυτό απομένει η κατάλληλη επεξεργασία, αφυδάτωση και διάθεση με υγειονομική ταφή, καύση ή διάθεση σε λίπασμα, αν απομακρυνθούν οι τοξικές ουσίες για το έδαφος και τις καλλιέργειες. Ο τομέας αυτός θ' απαιτήσει σημαντική έρευνα για το μέλλον.

(Μαρκαντωνάτου Γ, «Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων» Αθήνα, 1986

1. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1.1 Έργα αποχέτευσης και επεξεργασίας αποβλήτων

Τα τελευταία χρόνια τα έργα αποχέτευσης και επεξεργασίας αποβλήτων έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία, καθώς αποτελούν ένα μέρος της συνολικής κοινωνικής προσπάθειας για την λήψη άμεσων και δραστικών μέτρων στην αντιμετώπιση της ραγδαίας αύξησης της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Σκοπός των έργων αυτών είναι η όσο το δυνατό γρηγορότερη και οικονομικότερη απομάκρυνση των νερών εκείνων, που χρησιμοποιούνται με διάφορους τρόπους και είναι ακάθαρτα και βλαβερά για το περιβάλλον, καθώς και η κατάλληλη επεξεργασία τους ώστε να διατεθούν ακίνδυνα στο περιβάλλον.

Το σύνολο των έργων αποχέτευσης και επεξεργασίας αποβλήτων αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

1. Σύστημα αποχέτευσης ομβρίων και ακάθαρτων.

Διακρίνεται σε:

α) Χωριστικό σύστημα. Περιλαμβάνει ξεχωριστό δίκτυο αγωγών συλλογής και μεταφοράς των ακάθαρτων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας (ή τον αποδέκτη) και ξεχωριστό δίκτυο συλλογής και μεταφοράς των ομβρίων.

β) Παντοροικό σύστημα. Περιλαμβάνει κοινό δίκτυο ομβρίων και ακάθαρτων.

γ) Μικτό σύστημα. Μέρος της αποχετευόμενης περιοχής εξυπηρετείται με χωριστικό και μέρος με παντοροικό.

2. Εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων.

3. Έργα μεταφοράς και διάθεσης των επεξεργασμένων αποβλήτων στον αποδέκτη.

4. Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας κατοικημένων περιοχών από τα όμβρια γειτονικών λεκανών απορροής.

1.2 Κατηγορίες αποβλήτων

Τα απόβλητα που καταλήγουν στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας διακρίνονται ανάλογα με την προέλευση τους στις παρακάτω κατηγορίες (Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων, Ζ. Βογιατζής, Α. Στάμου, Αθήνα 1986):

α) **Αστικά απόβλητα**, που προέρχονται από κατοικίες, καταστήματα, σχολεία, νοσοκομεία, ξενοδοχειακά συγκροτήματα κ.α.

β) **Απόβλητα βιομηχανιών και βιοτεχνιών** που διοχετεύονται στο αποχετευτικό σύστημα ανεπεξέργαστα ή μετά από μερική επεξεργασία.

γ) **Επιφανειακά νερά απορροής**, δηλαδή τα νερά της βροχής και τα προϊόντα έκπλυσης των δρόμων, που καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα.

δ) **Νερά διήθησης-εισροής**, που δέχεται το αποχετευτικό σύστημα λόγω της μη απόλυτης στεγανότητας του (αρμοί αγωγών, σημεία με φθορές), τα οποία προέρχονται από τον υδροφόρο ορίζοντα και τις επιφανειακές απορροές.

Στον υπολογισμό των παροχών που δέχονται οι Μονάδες Επεξεργασίας Αποβλήτων (ΜΕΑ) πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι παραπάνω κατηγορίες αποβλήτων. Ο προσδιορισμός των διαφόρων μεγεθών που αφορούν τον υπολογισμό της παροχής σχεδιασμού των ΜΕΑ, γίνεται είτε αναλυτικά, είτε με την βοήθεια βιβλιογραφίας κάνοντας ορισμένες παραδοχές ή απλοποιήσεις για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.

Αστικά λύματα ονομάζουμε τα υγρά οικιακά απόβλητα που περιέχουν και υγρά απόβλητα από νοσοκομεία, σχολεία, υπηρεσίες, ξενοδοχεία και σε ορισμένες περιπτώσεις κάποιες βιομηχανικές απορροές σε ποσοστό όμως αρκετά μικρό για να χαρακτηρίσουν την ποιότητα τους.

Τα λύματα περιέχουν αιωρούμενες και διαλυτές, ανόργανες και οργανικές ουσίες που προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες και από την ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται. Οι ανόργανες ουσίες που περιέχονται στα αστικά λύματα είναι συνήθως αβλαβείς, ενώ οι οργανικές ουσίες που αποτελούν και το 40 με 75 % επιβαρύνουν σημαντικά την ποιότητα των λυμάτων. Αυτό συμβαίνει γιατί ενώ η ικανότητα οξειδωσης τους είναι ταχεία, εάν υποστούν σήψη (αναερόβια αποδόμηση), δημιουργούνται δυσοσμίες και γενικά ανθυγιεινές καταστάσεις με προβλήματα στην τελική τους διάθεση.

Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που βρίσκονται στα λύματα, οι οποίοι μπορεί να αποτελέσουν κίνδυνο μετάδοσης ασθενειών και ανάπτυξης επιδημιών εφόσον τα λύματα διατίθενται ανεπεξέργαστα στους τελικούς αποδέκτες.

Βοθρολύματα χαρακτηρίζονται τα υγρά και τα στερεά που αντλούνται από σηπτικές δεξαμενές και απορροφητικούς βόθρους κατά το καθάρισμα τους. Συνήθως περιέχουν μεγάλες ποσότητες άμμου και λιπαρών ουσιών, έχουν έντονη και ενοχλητική οσμή, δημιουργούν έντονο αφρό κατά την ανάδευση τους και έχουν μεγάλο ποσοστό στερεών και οργανικών υλών. Τα βοθρολύματα που προέρχονται από οικιακές χρήσεις, παρουσιάζουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά. Δεν διαφέρουν ουσιαστικά από τα πτητικά οικιακά λύματα, είναι όμως πολύ πιο ισχυρά. Η ιδιαιτερότητα τους αυτή, δηλαδή οι μικρές σχετικά παροχές σε συνδυασμό με μεγάλες συγκεντρώσεις ρυπαντικών φορτίων καθώς και ορισμένα χαρακτηριστικά τους όπως π.χ. η σηπτικότητα, έχουν σαν αποτέλεσμα την ανάγκη υιοθέτησης ειδικά προσαρμοσμένων μεθόδων επεξεργασίας, που βασίζονται στις ίδιες γενικές αρχές που ισχύουν και για τα αστικά λύματα.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως τα οικιακά βοθρολύματα έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά. Ωστόσο μπορεί να παρατηρηθούν αξιόλογες διαφοροποιήσεις από περιοχή σε περιοχή. Οι διαφοροποιήσεις αυτές είναι δυνατό ως ένα βαθμό να οφείλονται στις διαφορετικές τροφικές συνήθειες του πληθυσμού, την χρήση ή όχι

διάφορων οικιακών συσκευών όπως π.χ. οι σκουπιδοφάγοι, τις κλιματολογικές συνθήκες κ.α. Ο κυριότερος όμως λόγος διαφοροποίησης εντοπίζεται στο είδος και το μέγεθος του βόθρου αλλά και στα χαρακτηριστικά του εδάφους που καθορίζουν και την συχνότητα εκκένωσης του βόθρου. Έτσι διακρίνουμε τις παρακάτω δύο περιπτώσεις βόθρων:

1. Στεγανοί βόθροι ή σηπτικές δεξαμενές:

Συνήθως ακολουθούνται από καλά σχεδιασμένους απορροφητικούς βόθρους ή απορροφητικές τάφρους. Σε αυτή την περίπτωση τα βοθρολύματα προέρχονται από την εκκένωση της σηπτικής δεξαμενής, η οποία γίνεται σε αραιά χρονικά διαστήματα (από 6 μήνες έως 2 χρόνια ή και παραπάνω μερικές φορές). Η πρακτική που εφαρμόζεται συνήθως είναι να εκκενώνεται η σηπτική δεξαμενή όταν το στρώμα της λάσπης, που δημιουργείται κατά την καθίζηση των λυμάτων, καταλάβει τον μισό όγκο της δεξαμενής. Δεδομένου ότι η λάσπη αυτή παρουσιάζει αξιόλογο βαθμό συμπίκνωσης, η συγκέντρωση στερεών κυμαίνεται ως συνήθως από 3 - 5 %. Κατά συνέπεια τα βοθρολύματα κατά την εκκένωση της δεξαμενής, θα έχουν τις μισές περίπου συγκεντρώσεις στερεών, δηλαδή 15.000 - 25.000 mg/l.

Αν θεωρήσουμε ότι τα τυπικά οικιακά λύματα έχουν συγκέντρωση στερεών περίπου 300 mg/l (65 % των οποίων καθιζάνουν στην σηπτική δεξαμενή όπου και διασπάται το 25 % του ιζήματος λόγω αναερόβιας διάσπασης), τότε εκτιμάται ότι τα βοθρολύματα των σηπτικών δεξαμενών αποτελούν ποσοστό μικρότερο από 1 % της αρχικής παροχής των λυμάτων (το υπόλοιπο 99 % διηθείται στο έδαφος), με συγκεντρώσεις όμως κατά πολύ υψηλότερες.

2. Απορροφητικοί βόθροι:

Στις περιπτώσεις απορροφητικών βόθρων, τα χαρακτηριστικά των βοθρολυμάτων εξαρτώνται από τον τρόπο λειτουργίας και την συχνότητα εκκένωσης του βόθρου. Η απορροφητικότητα του εδάφους ελαττώνεται ως συνήθως με την πάροδο του χρόνου με συνέπεια την ανάγκη εκκένωσης του βόθρου σε συχνότερα χρονικά διαστήματα. Στην περίπτωση αυτή, καθώς μειώνεται το ποσοστό της υγρής φάσης των λυμάτων που διηθείται μέσω του εδάφους, τα βοθρολύματα δεν είναι τόσο πυκνά όσο στην περίπτωση των σηπτικών δεξαμενών. Η δεύτερη περίπτωση είναι και η συνηθέστερη στον ελληνικό χώρο.

1.3 Χαρακτηριστικά των αποβλήτων

Τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων διακρίνονται στις παρακάτω τρεις κατηγορίες (Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων, Ζ. Βογιατζής, Α. Στάμου, Αθήνα 1986) :

- Φυσικά χαρακτηριστικά
- Χημικά χαρακτηριστικά
- Βιολογικά χαρακτηριστικά

1.3.1 Φυσικά χαρακτηριστικά

Τα φυσικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων είναι τα στερεά, η θερμοκρασία, το χρώμα και η οσμή τους.

α) **Στερεά:** Αυτά βρίσκονται διαλυμένα ή αιωρούμενα στην μάζα των αποβλήτων και αποτελούνται από ανόργανα και οργανικά συστατικά. Τα ολικά στερεά (Total Solids - TS) ορίζονται σαν το υπόλειμμα δείγματος αποβλήτων μετά από εξάτμιση του στους 105 °C και μετριοούνται σε mg υπολείμματος ανά lt δείγματος. Τα ολικά στερεά διακρίνονται σε διαλυμένα και αιωρούμενα.

Τα διαλυμένα στερεά (Dissolved Solids - DS) αφορούν τη συγκέντρωση των στερεών συστατικών που βρίσκονται σε διαλυμένη ή κolloειδή μορφή στη μάζα των αποβλήτων και ορίζονται σαν τα στερεά δείγματος που περνούν μέσα από ειδικό φίλτρο. Προσδιορίζονται με την ξήρανση του διηθήματος και μετριοούνται σε mg υπολείμματος μετά την ξήρανση, ανά lt.

Τα αιωρούμενα στερεά διακρίνονται σε καθιζάνοντα (settleable) και μη καθιζάνοντα. Σαν καθιζάνοντα στερεά ορίζονται αυτά που καθιζάνουν σε συνθήκες ηρεμίας, σε ειδικό βαθμονομημένο κώνο, σε διάστημα μίας ώρας και μετριοούνται σε mg στερεών ανά lt δείγματος.

Όλα τα παραπάνω είδη στερεών αποτελούνται από οργανικά και ανόργανα συστατικά. Κατά την θέρμανση δείγματος στους 600°C τα οργανικά συστατικά εξαερώνονται (εξαερώσιμα στερεά, Volatile Solids - VS), ενώ τα ανόργανα (αδρανή) μένουν σαν στάχτη (μη εξαερώσιμα στερεά, Non Volatile Solids - NVS).

Εκτίμηση των συγκεντρώσεων των διαλυμένων και των κolloειδών στερεών γίνεται επίσης και με την μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της θολότητας αντίστοιχα, αφού η ηλεκτρική αγωγιμότητα εξαρτάται από την παρουσία ιονισμένων διαλυμένων στερεών σε ένα απόβλητο, ενώ η θολότητα οφείλεται στην απορρόφηση ακτινοβολίας φωτός από τα κolloειδή.

Από άποψη ρύπανσης του υδάτινου περιβάλλοντος μεγαλύτερη σημασία έχουν τα SS, γιατί κατά την διοχέτευση των αποβλήτων σε έναν υδάτινο φορέα συσσωρεύονται στον πυθμένα δημιουργώντας στρώμα ιλύος και ανεπιθύμητες συνθήκες για το οικοσύστημα του φορέα. Μαζί με το BOD αποτελούν τις βασικές παραμέτρους ρύπανσης αλλά και διαστασιολόγησης των ΜΕΑ.

Στις διαδικασίες επεξεργασίας, σημαντικό ρόλο έχουν και τα VS καθόσον χρησιμοποιούνται ευρύτατα σαν μέτρο του οργανικού μέρους των στερεών στα διάφορα βιολογικά στάδια επεξεργασίας, όπως π.χ. στα συστήματα ενεργού ιλύος (τα VSS παριστάνουν κατά προσέγγιση τη μάζα των μικροοργανισμών) και στην επεξεργασία ιλύος (δείχνουν το βαθμό σταθεροποίησης της).

β) **Θερμοκρασία :** Η θερμοκρασία των αποβλήτων είναι σε γενικές γραμμές μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του πόσιμου νερού γιατί επηρεάζεται από τα θερμά απόβλητα κατοικιών, βιομηχανιών κλπ. και ως συνήθως κυμαίνεται από 10 μέχρι 22 °C, θερμοκρασίες μεγαλύτερες από αυτήν του περιβάλλοντος για το μεγαλύτερο μέρος του έτους με εξαίρεση τις ζεστές ημέρες του καλοκαιριού.

Η θερμοκρασία των αποβλήτων αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα του βιολογικού και χημικού χαρακτήρα τους, καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας έχει σαν αποτέλεσμα:

1. Την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που ευνοούνται σε υψηλές θερμοκρασίες
2. Την επιτάχυνση των βιολογικών διεργασιών
3. Την μείωση της διαλυτότητας των αερίων στη μάζα των αποβλήτων και κυρίως του οξυγόνου
4. Την επιτάχυνση των χημικών αντιδράσεων.
5. Μείωση του ιξώδους με συνέπεια να βελτιώνεται η απόδοση της καθίζησης.

Από άποψη ρύπανσης του περιβάλλοντος, η διοχέτευση θερμών αποβλήτων σε έναν υδάτινο φορέα, έχει σαν αποτέλεσμα την σοβαρή μείωση του διαλυμένου οξυγόνου του φορέα (τόσο λόγω της μειωμένης διαλυτότητας του οξυγόνου σε υψηλές θερμοκρασίες, όσο και λόγω του αυξημένου ρυθμού κατανάλωσης του στις βιολογικές διεργασίες), ενώ παράλληλα επιδρά αρνητικά στο οικοσύστημα του φορέα, προκαλώντας την ανάπτυξη ανεπιθύμητων οργανισμών αλλά και το θάνατο ωφέλιμων οργανισμών.

Στα διάφορα στάδια επεξεργασίας η υψηλή θερμοκρασία είναι ευεργετική σε πολλές διεργασίες όπως: καθίζηση, απολύμανση, βιολογική επεξεργασία. Είναι δυνατόν όμως, παράλληλα να προκαλέσει και προβλήματα (π.χ. την μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου στον αερισμό).

γ) **Χρώμα:** Το χρώμα είναι ενδεικτικό της ηλικίας και της προέλευσης των αποβλήτων. Έτσι, απόβλητα που έχουν υποστεί σήψη έχουν μαύρο χρώμα, ενώ όσα δεν έχουν υποστεί σήψη έχουν γκριζό χρώμα. Η αλλαγή του χρώματος οφείλεται στην κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς που διασπούν τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων. Διαφορετικοί χρωματισμοί των αποβλήτων είναι πιθανό να οφείλονται στην παρουσία χρωστικών ουσιών αποβλήτων βιομηχανικής προέλευσης. Η παρουσία χρωστικών ουσιών στα απόβλητα μπορεί να οφείλονται στην παρουσία χρωστικών ουσιών από βιομηχανικά απόβλητα.

δ) **Οσμή:** Η οσμή των αποβλήτων αποτελεί ενδεικτικό στοιχείο της

κατάστασης τους. Έτσι, απόβλητα που δεν έχουν υποστεί σήψη έχουν ελαφρά δυσάρεστη οσμή, ενώ εκείνα που έχουν υποστεί σήψη έχουν πολύ ενοχλητική οσμή, που οφείλεται στην έκλυση υδρόθειου. Στην δημιουργία δυσάρεστων οσμών συμμετέχουν και ουσίες από βιομηχανικά απόβλητα, κυρίως οργανικές όπως φαινόλες, χλωροφαινόλες κλπ.

Ε) **Διαύγεια:** Τα λύματα είναι θολά και κατά κανόνα όσο περισσότερο ισχυρά είναι τόσο περισσότερο θολά είναι.

1.3.2 Χημικά χαρακτηριστικά

Τα λύματα περιέχουν μια μεγάλη ποικιλία χημικών ενώσεων που είναι δυνατόν να ταξινομηθούν με πολλούς τρόπους. Η κατάλληλη ταξινόμηση είναι αυτή που βοηθά στην καλύτερη κατανόηση και αντιμετώπιση των προβλημάτων ρύπανσης και μεθόδων επεξεργασίας των λυμάτων.

Η χημική ανάλυση των λυμάτων μας δίνει πληροφορίες για την κατάσταση αποσύνθεσης και την δύναμη των λυμάτων, για τον έλεγχο λειτουργίας της εγκατάστασης καθαρισμού και τον τρόπο διάθεσης των λυμάτων στους φυσικούς αποδέκτες.

Οι χημικές ενώσεις των λυμάτων κατατάσσονται στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες : α) ανόργανες ενώσεις, β) οργανικές ενώσεις, γ) αέρια.

1. Οργανικά συστατικά : Οι οργανικές ουσίες των λυμάτων (αιωρούμενες, κολλοειδείς και διαλυμένες) έχουν σαν κύρια συστατικά τους τον άνθρακα, το υδρογόνο και το οξυγόνο και σε μερικές περιπτώσεις το άζωτο, ενώ άλλα συστατικά όπως το θείο, ο φώσφορος και ο σίδηρος βρίσκονται συχνά σε μικρότερες ποσότητες.

Οι κυριότερες κατηγορίες οργανικών ενώσεων των λυμάτων είναι οι πρωτεΐνες (40-60%), οι υδατάνθρακες (25-50%) και τα λιπίδια (10%). Παράλληλα σε μικρότερες ποσότητες υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία από διάφορες συνθετικές οργανικές ενώσεις (απορρυπαντικά, φαινόλες κ.λ.π.) που σε ορισμένες περιπτώσεις δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα κατά την επεξεργασία των λυμάτων, εξαιτίας της δυσκολίας με την οποία βιοδιασπώνται.

α) Πρωτεΐνες: Πρόκειται για τα βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών και περιέχονται εκτός από τα αστικά και σε βιομηχανικά απόβλητα. Οι πρωτεΐνες είναι μακρομοριακές ασταθείς ενώσεις που αποσυντίθενται εύκολα από μικροοργανισμούς και αποτελούνται κυρίως από (C, H, O, N αλλά και S, P και Fe. Η περιεκτικότητα των αστικών αποβλήτων σε πρωτεΐνες είναι 40 - 60 %.

β) Υδρογονάνθρακες: Περιέχουν C, H και O. Ορισμένοι διασπώνται εύκολα από μικροοργανισμούς (ζάχαρες), ενώ άλλοι δυσκολότερα (άμυλο). Η περιεκτικότητα των αστικών αποβλήτων σε υδρογονάνθρακες είναι 25 - 50 %.

γ) Λιπίδια: Περιέχονται τόσο στα αστικά απόβλητα (αφού αποτελούν συστατικά των τροφών του ανθρώπου, όσο και στα νερά επιφανειακής απορροής από την έκπλυση των δρόμων (λάδια, πετρέλαια κλπ). Είναι ενώσεις που αποτελούνται κυρίως από υδρογονάνθρακες και δεν διαλύονται στη μάζα των αποβλήτων. Τα πιο σημαντικά λιπίδια είναι τα λάδια (υγρά λιπίδια) και τα λίπη (στερεά λιπίδια). Η περιεκτικότητα των αστικών αποβλήτων σε λιπίδια είναι περίπου 10 %.

δ) Επιφανειακά ενεργές ουσίες: Αυτές περιέχονται στα αστικά αλλά και στα βιομηχανικά απόβλητα σαν συστατικά των απορρυπαντικών, σαπουνιών κλπ. Πρόκειται για μακρομοριακές ενώσεις διαλυτές στη μάζα των αποβλήτων και δρουν στη διαχωριστική επιφάνεια υγρού - αέρα δημιουργώντας αφρούς. Ορισμένες απλά δεν διασπώνται από μικροοργανισμούς, ενώ άλλες είναι παράλληλα και τοξικές.

ε) Φαινόλες: Αυτές περιέχονται σε βιομηχανικά απόβλητα και δεν διασπώνται από μικροοργανισμούς σε μεγάλες συγκεντρώσεις (> 500 mg/l).

στ) **Εντομοκτόνα - Φυτοφάρμακα** : Είναι ενώσεις τοξικές και επικίνδυνες για όλες τις μορφές ζωής, οι οποίες καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα από τις απορροές των γεωργικών εκτάσεων.

Από άποψη ρύπανσης του περιβάλλοντος, όταν οι οργανικές ουσίες διοχετευτούν σ' έναν υδάτινο φορέα, οι μικροοργανισμοί που περιέχονται στα απόβλητα ή στο φορέα, τις χρησιμοποιούν σαν τροφές, καταναλώνοντας παράλληλα το διαλυμένο οξυγόνο του φορέα. Όταν ο ρυθμός κατανάλωσης του διαλυμένου οξυγόνου ξεπεράσει την ικανότητα επανοξυγόνωσης του φορέα και η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου πέσει κάτω από μια ορισμένη τιμή, ανατρέπεται η ισορροπία του οικοσυστήματος του φορέα (θάνατος ψαριών, δημιουργία σπηπτικών συνθηκών). Εκτός από την μείωση του διαλυμένου οξυγόνου, που είναι και η κύρια επίπτωση της διοχέτευσης οργανικών ουσιών στο περιβάλλον, άλλα προβλήματα είναι η δημιουργία επιφανειακού αντιαισθητικού στρώματος από τα λιπίδια, ενδεικτικού της ρύπανσης, η δημιουργία αφρών από τις επιφανειακά ενεργές ουσίες και ο άμεσος θάνατος οργανισμών από τοξικές ουσίες.

Στα στάδια επεξεργασίας, για το λόγο ότι η απομάκρυνση των οργανικών ουσιών γίνεται κυρίως από μικροοργανισμούς με κάποια βιολογική διαδικασία, προβλήματα μπορεί να προέλθουν από την παρουσία οργανικών ουσιών που διασπώνται δύσκολα ή και καθόλου, από την παρουσία τοξικών ουσιών, θανατηφόρων για τους μικροοργανισμούς και από την παρουσία λιπιδίων, που εμποδίζουν τη μεταφορά οξυγόνου στους μικροοργανισμούς.

Η μέτρηση των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου είναι πρακτικά αδύνατη λόγω της πολύπλοκης σύστασης του. Έτσι σαν μέτρο των οργανικών συστατικών, αλλά και γενικότερα του ρυπαντικού φορτίου ενός αποβλήτου, χρησιμοποιείται η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για να οξειδώσει πλήρως τα οργανικά συστατικά του.

Η απαιτούμενη αυτή ποσότητα οξυγόνου εκφράζεται με τις παρακάτω παραμέτρους:

(I) Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand - BOD)

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ποσότητα του οξυγόνου (mg/l) που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου από μικροοργανισμούς σε αερόβιες συνθήκες. Η παράμετρος αυτή δεν χαρακτηρίζει το σύνολο των οργανικών ενώσεων που περιέχονται στα απόβλητα, αλλά εκείνες που είναι δυνατόν να αποδομηθούν (οξειδωθούν) από τους μικροοργανισμούς. Η οξείδωση αυτή δίνεται παραστατικά από την παρακάτω αντίδραση:

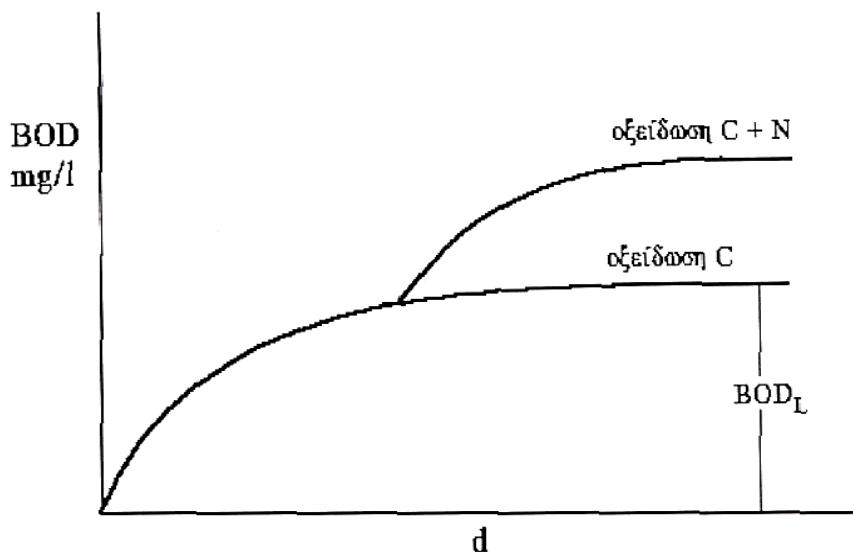
u/o

Οργαν. Ενώσεις+O₂ → Νέοι μ/ο + CO₂ + NH₃ + H₂O + ενέργεια

Η παραπάνω διαδικασία γίνεται με αργούς ρυθμούς και ολοκληρώνεται σε 20 ημέρες, οπότε το προσδιοριζόμενο απαιτούμενο οξυγόνο καλείται τελικό BOD, (BOD_L).

Στη συνηθισμένη πρακτική έχει επικρατήσει ο προσδιορισμός του BOD στις 5 ημέρες (BOD₅), μέσα στις οποίες οξειδώνονται απλές οργανικές ουσίες που αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό 60 - 70 % των συνολικών οργανικών ουσιών.

Τα απόβλητα περιέχουν και οργανικά αμμωνιακά συστατικά που οξειδώνονται σε NO_2^- και NO_3^- από ειδικά νιτροποιά βακτηρίδια με πολύ αργό ρυθμό. Η οξείδωση αυτή (νιτροποίηση) αρχίζει να γίνεται σημαντική μετά από 8 - 12 ημέρες, όταν τα νιτροποιά βακτηρίδια έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλους σχετικά αριθμούς. Το BOD που εκφράζει την ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την αερόβια βιολογική οξείδωση των αμμωνιακών οργανικών συστατικών λέγεται BOD δευτέρου σταδίου (Σχήμα 1).



Σχήμα 1 : Καμπύλη BOD (Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων, Ζ. Βογιατζής, Α. Στάμου, Αθήνα 1986, σελ 8).

(II) Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand-COD)

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση των οργανικών και μερικών ανόργανων συστατικών ενός αποβλήτου σε CO_2 και H_2O από ισχυρό οξειδωτικό μέσο (διχρωμικό κάλιο) και σε όξινες συνθήκες. Κατά τον προσδιορισμό του COD οξειδώνονται όλες οι οργανικές καθώς και κάποιες ανόργανες ενώσεις ανεξάρτητα από το αν είναι βιολογικά διασπάσιμες. Έτσι οι βιολογικά διασπάσιμες οργανικές ουσίες καθώς και ο ρυθμός βιολογικής διάσπασης τους δεν προσδιορίζονται από το COD. Το βασικό πλεονέκτημα του COD είναι ο σχετικά γρήγορος προσδιορισμός του (περίπου 3 ώρες) που επιτρέπει και την ανάλογα γρήγορη χρήση των σχετικών πληροφοριών.

Έτσι όταν υπάρχει δυνατότητα συσχέτισης του COD με το BOD, το COD μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν παράμετρος ελέγχου της λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Επίσης με το συνδυασμό COD και BOD διαπιστώνεται η ύπαρξη τοξικών και δύσκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ουσιών σ' ένα απόβλητο. Στην περίπτωση που όλες οι οργανικές ενώσεις είναι βιοαποδομήσιμες και δεν έχουμε ανόργανες οξειδώσιμες ενώσεις, το ολικό BOD έχει την ίδια τιμή με το COD. Το

COD χρησιμοποιείται και αυτό ευρύτατα, ιδιαίτερα για βιομηχανικά απόβλητα, τόσο σαν παράμετρος ρύπανσης, όσο και σαν παράμετρος διαστασιολόγησης των μονάδων επεξεργασίας.

Σύγκριση BOD₅ και COD.

Τόσο το BOD₅ όσο και το COD αποτελούν έμμεση μέτρηση της ποσότητας τροφής των λυμάτων. Το BOD₅ εξομοιώνει το φαινόμενο της βιολογικής διασπάσεως της τροφής στο νερό και σε μια εγκατάσταση βιολογικής επεξεργασίας. Το COD αντίθετα βασίζεται σε μια καθαρά χημική διαδικασία είναι γνωστό ότι στα λύματα υπάρχει ένα μεταβαλλόμενο ποσοστό από οργανικές ενώσεις που ενώ οξειδώνονται χημικά, εν τούτοις δεν είναι βιοδιασπάσιμες. Συνεπώς το COD, γενικά υπερεκτιμά την ποσότητα της τροφής. Αλλά το BOD₅ εμφανίζει σημαντικά μειονεκτήματα που αποτελούν και την αιτία της ευρείας χρησιμοποίησεως του COD.

Τα κυριότερα από τα μειονεκτήματα αυτά είναι: α) πολύ μεγαλύτερος χρόνος για την πραγματοποίηση του πειράματος. Όπως αναφέρθηκε απαιτούνται 20 ημέρες για την οξείδωση πρακτικά όλης της τροφής. Συνήθως το πείραμα περιορίζεται στις 5 ημέρες που και πάλι είναι πολύ μεγαλύτερο διάστημα από τις τρεις ώρες που απαιτούνται για το COD. Ο μεγάλος χρόνος που απαιτείται για τη μέτρηση του BOD₅, δεν δίνει τη δυνατότητα για γρήγορες λειτουργικές επεμβάσεις σε μια εγκατάσταση καθαρισμού. Η μείωση του χρόνου από 20 ημέρες σε 5 ημέρες δημιουργεί ένα πρόσθετο μειονέκτημα. Το BOD₅ δεν μετρά την συνολική τροφή αλλά ένα ποσοστό της που μεταβάλλεται όχι μόνο με το είδος της τροφής αλλά και τον βαθμό της προηγηθείσας βιολογικής της διασπάσεως. Στα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα το ποσοστό αυτό είναι περίπου 75% αλλά για βιολογικώς επεξεργασμένα αστικά λύματα μπορεί να κυμαίνεται από 40-70% ανάλογα με τον βαθμό της βιολογικής επεξεργασίας, β) η αναπαραγωγή των αποτελεσμάτων του πειράματος παρουσιάζει δυσκολίες λόγω της αδυναμίας εξομοίωσης με απόλυτη ακρίβεια των πειραματικών συνθηκών για κάθε μέτρηση, με αποτέλεσμα σοβαρή διασπορά των αποτελεσμάτων των μετρήσεων.

(III) Συνολικά απαιτούμενο οξυγόνο (Total Oxygen Demand - TOD)

Το συνολικά απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την χημική οξείδωση των οργανικών (και ορισμένων ανόργανων) ενώσεων σε τελικά σταθερά προϊόντα, σε θερμοκρασία 900°C και με παρουσία καταλύτη.

(IV) Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο (Theoretical Oxygen Demand- ThOD)

Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο είναι το οξυγόνο που απαιτείται θεωρητικά για την οξείδωση κάποιας οργανικής ουσίας και υπολογίζεται από τον μοριακό τύπο της ουσίας αυτής. Για ένα συγκεκριμένο απόβλητο ισχύει:

$$BOD_5 < BOD_L < COD < TOD < ThOD$$

(V) Συνολικός οργανικός άνθρακας**(Total Organic Carbon - TOC)**

Εκτός από το οξυγόνο χρησιμοποιείται και ο άνθρακας σαν μέτρο των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου, επειδή είναι το κύριο συστατικό τους και η βασική πηγή απαίτησης οξυγόνου.

Λόγω της πολύπλοκης σύνθεσης των αποβλήτων δεν υπάρχει μια γενική σχέση μεταξύ των διαφόρων παραμέτρων μέτρησης των οργανικών ουσιών τους.

Σχέσεις που αναφέρονται για ανεπεξέργαστα αστικά απόβλητα είναι $BOD_5 / COD = 0,4 - 0,8$ και $BOD_5 / TOC = 1 - 1,612$, ενώ για απόβλητα μετά από πρωτοβάθμια καθίζηση $BOD_5 / COD = 0,4-0,55$ και $BOD_5 / TOC = 0,9 - 1,110$.

2. Ανόργανα συστατικά : Στα αστικά λύματα περίπου 20-25% των αιωρούμενων στερεών είναι ανόργανα ενώ για τα κολλοειδή και διαλυμένα το αντίστοιχο ποσοστό είναι μεγαλύτερο και κυμαίνεται γύρω στα 60%. Έτσι, δεδομένου ότι τα αιωρούμενα στερεά στην περίπτωση των αστικών λυμάτων είναι το 70-80% των ολικών στερεών, τα τελευταία είναι κατά 35% περίπου ανόργανα. Οι τιμές αυτές είναι ενδεικτικές για αστικά λύματα και είναι σκόπιμο να γίνονται εργαστηριακοί προσδιορισμοί. Ο αναλυτικός προσδιορισμός των ανόργανων στερεών βασίζεται στην υπόθεση ότι τα ανόργανα στερεά δεν είναι πτητικά στους 600 °C. Η υπόθεση ότι τα οργανικά στερεά ταυτίζονται με τα πτητικά στερεά δεν είναι απόλυτα σωστή, δίνει όμως την δυνατότητα για έναν εύκολο και ικανοποιητικής ακρίβειας προσδιορισμό των οργανικών και ανόργανων υλών των λυμάτων. Από τα ανόργανα συστατικά και τις ιδιότητες των λυμάτων που οφείλονται σ' αυτά, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα παρακάτω:

α) Άζωτο (N) : Το άζωτο είναι ένα από τα βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών και περιέχεται στα αστικά απόβλητα στις παρακάτω μορφές:

- οργανικό N (πρωτεΐνες, ουρία και αμινοξέα)
- αμμωνιακό N (άλατα NH_4^+ ή NH_3)

Σαν προϊόν οξείδωσης των προηγούμενων μορφών το άζωτο μπορεί να υπάρχει σαν NO_3^- .

Στις διαδικασίες επεξεργασίας το άζωτο έχει μεγάλη σημασία γιατί αποτελεί μια από τις κυριότερες θρεπτικές ουσίες για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές διαδικασίες και γενικά ενώ βρίσκεται σε επαρκείς ποσότητες στα αστικά απόβλητα, για πολλές περιπτώσεις βιομηχανικών αποβλήτων πρέπει να προστίθεται.

Η διοχέτευση αποβλήτων που περιέχουν αμμωνιακό άζωτο σε έναν υδάτινο φορέα, δημιουργεί απαίτηση οξυγόνου για την οξείδωση του σε NO_3^- και NO_2^- κάτω από ορισμένες συνθήκες. Επίσης η αμμωνία είναι τοξική για τα ψάρια, ενώ το NO_3^- χρησιμοποιείται από τα άγλη και διάφορα υδρόβια φυτά του φορέα για την ανάπτυξη τους.

Έτσι, μεγάλες συγκεντρώσεις Ν σε υδάτινους φορείς, σε συνδυασμό με την παρουσία Ρ, είναι δυνατόν να ευνοήσουν την υπερβολική ανάπτυξη των αλγών και διάφορων άλλων υδρόβιων φυτών, φαινόμενο γνωστό ως ευτροφισμός.

β) Φώσφορος (Ρ) : Ο φώσφορος είναι ένα ακόμη βασικό συστατικό των ζώντων οργανισμών και περιέχεται στα απόβλητα στις παρακάτω μορφές:

- ανόργανος Ρ, σαν ορθοφωσφορικά και λιγότερο σαν πολυφωσφορικά.
- οργανικός Ρ, σε μικρότερες ποσότητες απ' ότι ο ανόργανος.

Στις διαδικασίες επεξεργασίας ο Ρ είναι απαραίτητος στους μικροοργανισμούς που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές διαδικασίες και στα αστικά απόβλητα βρίσκεται σε επαρκείς ποσότητες.

Η διοχέτευση αποβλήτων που περιέχουν Ρ σε έναν υδάτινο φορέα ευνοεί όπως αναφέραμε πιο πάνω, σε συνδυασμό με την παρουσία Ν, το φαινόμενο του ευτροφισμού. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο Ρ είναι ο καθοριστικός παράγοντας του φαινομένου του ευτροφισμού και έτσι η απομάκρυνση του από τα απόβλητα έχει αποκτήσει μεγάλη σημασία, ιδίως λόγω της διαρκώς αυξανόμενης χρήσης του στην παραγωγή απορρυπαντικών.

γ) pH : Το pH είναι πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των αποβλήτων, από το οποίο εξαρτάται ένα πλήθος φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών που γίνονται στο υδάτινο περιβάλλον.

Οι αυξομειώσεις του είναι δυνατόν να επηρεάσουν σημαντικά τις διεργασίες αυτές δημιουργώντας ανεπιθύμητες καταστάσεις.

Το pH επηρεάζει όλες σχεδόν τις διαδικασίες επεξεργασίας (χημική και βιολογική επεξεργασία, απολύμανση, επεξεργασία ιλύος κλπ). Επειδή πολλές διαδικασίες απαιτούν ορισμένες τιμές pH για την βέλτιστη απόδοση τους κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχος του, τόσο για τον σχεδιασμό όσο και για την ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας.

δ) Αλκαλικότητα : Η αλκαλικότητα οφείλεται στην παρουσία ιόντων HCO_3^- , CO_3^{2-} ή OH^- που βρίσκονται ενωμένα με τα Ca , Mg , Na , K ή NH_4^+ . Η παρουσία των παραπάνω ιόντων στα αστικά απόβλητα οφείλεται στο πόσιμο νερό καθώς και στις εισροές στο αποχετευτικό σύστημα.

Η αλκαλικότητα των αποβλήτων είναι σημαντική παράμετρος γιατί ρυθμίζει το pH των αποβλήτων και κατά συνέπεια επηρεάζει διάφορες διεργασίες επεξεργασίας.

ε) Χλωριούχα : Αυτά περιέχονται στα αστικά απόβλητα από το πόσιμο νερό και τα ανθρώπινα απόβλητα (περίπου 6gr / άτομο*d) αλλά και σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα.

Η διοχέτευση τους σε έναν υδάτινο φορέα γενικά δεν δημιουργεί προβλήματα ρύπανσης.

Στις διαδικασίες επεξεργασίας η κύρια επίδραση της παρουσίας των χλωριούχων στα απόβλητα είναι η μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου. Επίσης επηρεάζεται ο προσδιορισμός του COD και γι'αυτόν τον λόγο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

στ) Ενώσεις θείου : Το θείο είναι επίσης βασικό συστατικό των ζώντων οργανισμών και συναντάται στα αστικά απόβλητα σε διάφορες μορφές. Η σημαντικότερη από τις ενώσεις του θείου είναι το SO_4^{-2} γιατί η παρουσία του στα απόβλητα δημιουργεί προβλήματα που οφείλονται στο σχηματισμό H_2S και H_2SO_4 .

Βασικό πρόβλημα που δημιουργεί η παρουσία του H_2S είναι η έκλυση δυσάρεστων οσμών, που είναι δυνατόν να συμβεί στο αποχετευτικό δίκτυο και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

ζ) Τοξικά συστατικά - Βαρέα μέταλλα : Περιέχονται κυρίως στα βιομηχανικά απόβλητα αλλά και στα αστικά. Ιόντα όπως των στοιχείων Cu, Pb, As, Bo, Ni, Mn, Cd, Zn, Fe, Hg πάνω από ορισμένες συγκεντρώσεις είναι τοξικά για διάφορους οργανισμούς, όπως επίσης και διάφορες οργανικές ενώσεις που περιέχονται σε εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα κλπ. Πρέπει να σημειώσουμε όμως ότι πολλά από τα παραπάνω ιόντα, σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις όχι μόνο δεν είναι τοξικά, αλλά είναι και απαραίτητα για τη ζωή σημαντικών ειδών μικροοργανισμών.

3. Αέρια : Τα βασικά αέρια που περιέχονται στα απόβλητα είναι τα : N_2 , O_2 , CH_4 , CO_2 , NH_3 και H_2S . Για το άζωτο και το H_2S αναφερθήκαμε στις προηγούμενες παραγράφους, ενώ από τα υπόλοιπα μεγάλη σημασία έχουν κυρίως το O_2 και κατά δεύτερο λόγο το CH_4 .

* **Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen - DO) :** Αποτελεί το πιο σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό ενός υδάτινου φορέα, καθώς η παρουσία του εξασφαλίζει την ύπαρξη ζωής σ' αυτόν. Το DO αποτελεί βασική παράμετρο ελέγχου ρύπανσης των υδάτινων φορέων και πρέπει να βρίσκεται πάνω από ορισμένα επίπεδα σύμφωνα με κανονισμούς και ανάλογα με τη χρήση του νερού του φορέα. Στις διαδικασίες επεξεργασίας το DO είναι απαραίτητο στις αερόβιες βιολογικές διαδικασίες για την οξειδωση των οργανικών ενώσεων των αποβλήτων από τους μικροοργανισμούς και διατηρείται στα απαραίτητα για κάθε διαδικασία επίπεδα με ειδικές διατάξεις αερισμού ή με φυσικές διαδικασίες.

4. Μεθάνιο (CH_4) : Σχηματίζεται κατά την αναερόβια αποσύνθεση οργανικών ενώσεων των αποβλήτων από ειδικούς μικροοργανισμούς και συνήθως δεν περιέχεται στα απόβλητα γιατί η παρουσία οξυγόνου δεν επιτρέπει τον σχηματισμό του. Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας παράγεται από την αναερόβια χώνευση της ύλης και γίνεται εκμετάλλευση του για την παραγωγή ενέργειας, λόγω της υψηλής απόδοσης ενέργειας που παρουσιάζει κατά την καύση του.

1.3.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά

Οι μικροοργανισμοί που περιέχονται στα απόβλητα έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί, χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία των αποβλήτων και είναι δυνατόν να προκαλέσουν εξάπλωση ασθeneιών μέσω του νερού.

A) Κατηγορίες και είδη μικροοργανισμών

Οι μικροοργανισμοί διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με την πηγή άνθρακα που χρησιμοποιούν σαν τροφή τους ως εξής:

1. Αυτότροφοι, αυτοί που χρησιμοποιούν CO₂ σαν τροφή

2. Ετερότροφοι, αυτοί που χρησιμοποιούν οργανικό άνθρακα σαν τροφή και ανάλογα με την παρουσία ή όχι οξυγόνου στο περιβάλλον που αναπτύσσονται και δρουν διακρίνονται με τη σειρά τους σε:

α) Αερόβιους, αν δρουν μόνο κάτω από την παρουσία οξυγόνου,

β) Αναερόβιους, αν δρουν μόνο κάτω από την απουσία οξυγόνου

γ) Αερόβιους-αναερόβιους, αν δρουν κάτω από την παρουσία ή την απουσία οξυγόνου.

Τα βασικότερα είδη μικροοργανισμών που ενδιαφέρουν στην επεξεργασία των αποβλήτων είναι τα βακτηρίδια, οι μύκητες, τα πρωτόζωα, τα άλγη, τα μαλακόστρακα και οι ιοί.

• Βακτηρίδια.

Τα βακτηρίδια αποτελούν την πιο σημαντική από τις παραπάνω κατηγορίες. Είναι μονοκύτταροι οργανισμοί, οι οποίοι καταναλίσκουν διαλυμένη τροφή και αναπαράγονται κατά κανόνα με διχοτόμηση. Υπάρχουν αυτοτροφικά βακτηρίδια αλλά ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ετεροτροφικά βακτηρίδια.

Τα βακτηρίδια αποτελούνται κατά 80% περίπου από νερό και 20% στερεά ύλη, από την οποία το 90% περίπου είναι οργανική ύλη. Κύρια συστατικά της οργανικής ύλης είναι ο άνθρακας, το υδρογόνο, το οξυγόνο και το άζωτο σε αναλογίες που μπορούν να ποικίλουν αλλά συνήθως βρίσκονται σε συμφωνία με τον γενικό τύπο O₅H₇O₂N. Στα συστατικά της ανόργανης ύλης περιλαμβάνονται τα P, S, Na, Ca, Mg, K και Fe.

Τόσο το σχήμα τους όσο και το μέγεθος των βακτηριδίων ποικίλει. Συνήθως είναι σφαιρικά, κυλινδρικά ή ελικοειδή σε μεγέθη που κυμαίνονται από 0,5-5 μm.

Από τα βακτηρίδια τα ετεροτροφικά αερόβια χρησιμοποιούνται στην οξείδωση του άνθρακα, τα ετεροτροφικά αναερόβια στην απονιτροποίηση και τα αυτοτροφικά αερόβια στην νιτροποίηση.

• Μύκητες.

Οι μύκητες είναι πολυκύτταροι, ετεροτροφικοί και κατά κανόνα αερόβιοι μικροοργανισμοί. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι ότι μπορούν να επιζήσουν σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας και χαμηλού pH. Έτσι, κάτω από τέτοιες συνθήκες επικρατούν μερικές φορές σε εγκαταστάσεις καθαρισμού και παίζουν σημαντικό ρόλο. Αναπτύσσονται σε νηματοειδής μορφή διαμέτρου 3-8 μm και μήκους 300-1000 μm. Συνήθως δημιουργούν προβλήματα στην καθίζηση της ιλύος στις δεξαμενές τελικής καθίζησης.

- **Πρωτόζωα.**

Μονοκύτταροι, ζωικοί, ετεροτροφικοί αερόβιοι μικροοργανισμοί μεγέθους 5-500 μm. Αποτελούν το 5-12% των ολικών στερεών (100-100000/ml). Τρέφονται με βακτηρίδια, διαλυτή οργανική τροφή και άλλα πρωτόζωα. Η σημασία τους στην ενεργό ύλη είναι μεγάλη διότι μειώνουν τα αιωρούμενα στερεά, παράγουν κολλοειδής ουσίες που συμβάλλουν στην βιοκροκίδωση ενώ αποτελούν και καλούς δείκτες της τοξικότητας των λυμάτων ή ακατάλληλων περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως υψηλή θερμοκρασία, χαμηλό DO και pH<6 ή pH>8.

Η παρουσία τους στις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού είναι ενδεικτική της καλής λειτουργίας του συστήματος.

- **Άλγη.**

Τα άλγη (ή φύκη) είναι μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι φωτοσυνθετικοί μικροοργανισμοί. Χρησιμοποιούν CO_2 , NH_3 και PO_4-P για την σύνθεση τους. Μια ειδική κατηγορία αλγών, τα κυανοφύκη παρουσιάζουν το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό να μπορούν να χρησιμοποιούν το ατμοσφαιρικό άζωτο για την σύνθεση τους.

- **Ιοί.**

Οι ιοί είναι μικροοργανισμοί πολύ μικρού μεγέθους (~ 0.3 μ) που δρουν μόνο μέσα σε άλλα κύτταρα από όπου παίρνουν τα απαραίτητα για την αναπαραγωγή τους υλικά. Είναι υπεύθυνοι για πολλές ασθένειες, λόγω δε του μικρού τους μεγέθους είναι δύσκολο να απομακρυνθούν από το νερό, ενώ παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις συνηθισμένες μεθόδους απολύμανσης από ότι τα παθογενή βακτηρίδια.

B) Δραστηριότητα μικροοργανισμών

Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες επεξεργασίας δρουν σε ελεγχόμενο περιβάλλον και έχουν σαν πηγή ενέργειας και τροφής τις οργανικές ουσίες των αποβλήτων. Για να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιαστούν καταναλώνουν τις ουσίες αυτές και τις μετατρέπουν με πολύπλοκες βιολογικές διαδικασίες σε ενδιάμεσα και τελικά προϊόντα, που το είδος τους εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και τις κατηγορίες των μικροοργανισμών. Αυτή η διαδικασία είναι δυνατόν να γίνει είτε με την παρουσία , είτε με την απουσία οξυγόνου, οπότε χαρακτηρίζεται αερόβια ή αναερόβια αντίστοιχα.

Τα οργανικά συστατικά μετατρέπονται σε τελικά σταθερά προϊόντα (σταθεροποίηση) που στην αναερόβια διαδικασία είναι CH_4 , NH_3 , S^{2-} και H_2O ενώ στην αερόβια, που είναι και ταχύτερη διαδικασία, είναι CO_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} και H_2O .

Όσο αναφορά την πληθυσμιακή εξέλιξη των μικροοργανισμών μπορεί να γίνει παραστατικά κατανοητή αν θεωρηθεί ένας αντιδραστήρας κλειστός, όπου διοχετεύεται ορισμένη ποσότητα μικροοργανισμών κάτω από ορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος και ύπαρξης αρχικά ορισμένης ποσότητας τροφής.

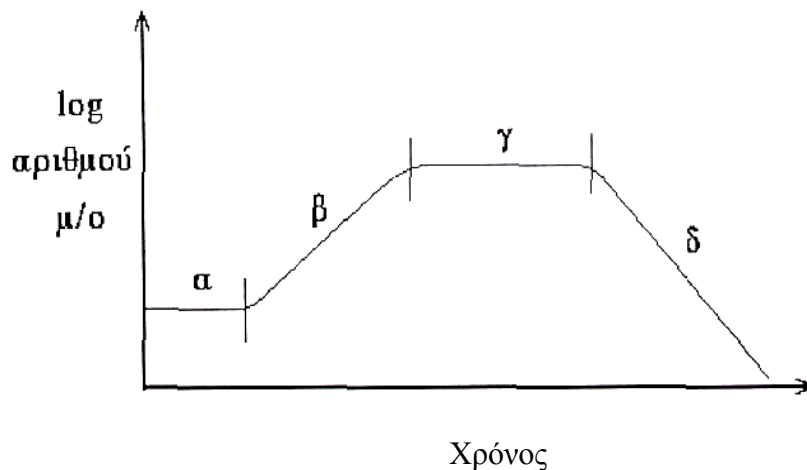
Οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται ακολουθώντας διαχρονικά την καμπύλη του Σχήματος 2, που χαρακτηρίζεται από τις παρακάτω φάσεις:

α. Φάση προσαρμογής : Οι μικροοργανισμοί προσαρμόζονται στο περιβάλλον που βρίσκονται και αρχίζουν την παραγωγή ενζύμων.

β. Λογαριθμική φάση ανάπτυξης : Οι μικροοργανισμοί πολλαπλασιάζονται καταναλώνοντας την άφθονη τροφή που υπάρχει.

γ. Στάσιμη φάση : Η τροφή έχει περιοριστεί, ο ρυθμός πολλαπλασιασμού μειώνεται και ο αριθμός των νέων μικροοργανισμών εξισορροπείται από τον αριθμό των μικροοργανισμών που πεθαίνουν.

δ. Λογαριθμική φάση θανάτου - ενδογενής φάση: Η τροφή πλέον είναι ελάχιστη αν όχι ανύπαρκτη. Έτσι οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν άλλους μικροοργανισμούς ή το ίδιο τους το πρωτόπλασμα με αποτέλεσμα ο ρυθμός θανάτου να είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό πολλαπλασιασμού. Σημειώνεται ότι η παρακάτω καμπύλη πληθυσμιακής εξέλιξης αφορά ένα μόνο είδος μικροοργανισμών. Στα διάφορα είδη βιολογικής επεξεργασίας, συμμετέχουν πολλά είδη μικροοργανισμών, που το κάθε ένα έχει μια ξεχωριστή καμπύλη πληθυσμιακής εξέλιξης.



Σχήμα 2 : Πληθυσμιακή εξέλιξη των μικροοργανισμών ((Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων, Ζ. Βογιατζής, Α. Στάμου, Αθήνα 1986 σελ 20).

Όταν συμβεί κάποια αλλαγή στις συνθήκες (θερμοκρασίας ή pH), που ευνοεί την ανάπτυξη ενός είδους μικροοργανισμών τότε αυτοί κυριαρχούν έναντι άλλων που δεν ευνοούνται από την αλλαγή αυτή, και συνεχίζουν τη διαδικασία επεξεργασίας σε ένα ορισμένο βαθμό. Στις περισσότερες βιολογικές διαδικασίες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία αποβλήτων, πρωταρχικό ρόλο έχουν συνήθως τα βακτηρίδια χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η συμβολή των άλλων ειδών μικροοργανισμών είναι μικρή.

Γ) Παθογόνοι μικροοργανισμοί

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί περιέχονται στα αστικά απόβλητα σαν προϊόντα αποβολών ασθενών ή φορέων ασθενειών και μπορούν να μεταφέρουν και να προκαλέσουν ασθένειες μέσω του νερού στον άνθρωπο όπως χολέρα, δυσεντερία, ηπατίτιδα κλπ.

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί είναι κυρίως βακτηρίδια αλλά και πρωτόζωα και ιοί. Επειδή βρίσκονται στους υδάτινους φορείς, σε μικρές συγκεντρώσεις και σε μεγάλη ποικιλία ειδών, η ανίχνευση και ο ποσοτικός προσδιορισμός κάθε είδους τους είναι πρακτικά αδύνατος. Έτσι, αντί για τον προσδιορισμό κάθε είδους παθογόνων μικροοργανισμών γίνεται ο προσδιορισμός ενδεικτικών μικροοργανισμών, που η παρουσία τους στο νερό σημαίνει και την πιθανή παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών. Σαν ενδεικτικοί μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται τα κολοβακτηριοειδή, που βρίσκονται σε μεγάλους αριθμούς στα έντερα του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων.

Τα δύο βασικά είδη κολοβακτηριοειδών είναι τα *Escherichia Coli*, που περιέχονται στα περιττώματα και η παρουσία τους στο νερό δείχνει ανεπιφύλακτα ότι υπάρχει μόλυνση από περιττώματα, και τα *Enterobacter Aerogenes* που αν και υπάρχουν στα περιττώματα ζουν συνήθως στο έδαφος και έτσι η παρουσία τους δεν αποτελεί σαφή ένδειξη περιττωματικής μόλυνσης. Έτσι για τον χαρακτηρισμό της μικροβιολογικής ποιότητας του νερού χρησιμοποιούνται τα κολοβακτηρίδια (περιττωματικής προέλευσης - fecal - coliforms) και τα ολικά κολοβακτηριοειδή (περιττωματικής και μη προέλευσης - total coliforms) και μετριοούνται σε αριθμό μικροοργανισμών ανά 100 ml δείγματος.

(Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων, Ζ. Βογιατζής, Α. Στάμου, Αθήνα 1986, σελ 8).

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.1 Στάδια επεξεργασίας

Τα αστικά απόβλητα ή λύματα όπως είναι ευρύτερα γνωστά είναι τα ακάθαρτα νερά που προέρχονται από οικιακή χρήση καθώς και από τις εμπορικές ή διοικητικές δραστηριότητες της πόλης. Συνήθως στα λύματα της πόλης που καταλήγουν στον αποδέκτη ή σε κάποια μονάδα επεξεργασίας εμπεριέχονται και οι εκροές ομβρίων.

Τα αστικά λύματα περιέχουν σε σημαντικές συγκεντρώσεις αιωρούμενα στερεά, οργανική ύλη, άζωτο, και φώσφορο σε οργανική και ανόργανη μορφή καθώς επίσης και κολοβακτηρίδια περιττωμάτων. Έτσι τα αστικά απόβλητα δεν είναι δυνατόν να διατεθούν στους φυσικούς αποδέκτες χωρίς επεξεργασία. Απαιτείται η επεξεργασία τους, έτσι ώστε να μειωθεί το ρυπαντικό τους φορτίο και η διάθεση τους στον αποδέκτη να μην προκαλεί προβλήματα.

Η επεξεργασία που απαιτείται βασίζεται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων και στα χαρακτηριστικά του αποδέκτη τελικής διάθεσης.

Οι γραμμές επεξεργασίας στις Μονάδες Επεξεργασίας Αποβλήτων (ΜΕΑ) είναι δύο. Η πρώτη (Σχήμα.1) αφορά την επεξεργασία, δηλαδή την απομάκρυνση ουσιών επιβλαβών για τον τελικό αποδέκτη, από την υγρή μάζα των αποβλήτων και η δεύτερη αφορά την επεξεργασία της ιλύος, δηλαδή την επεξεργασία των επιβλαβών ουσιών που θα απομακρυνθούν στην πρώτη γραμμή.

Η επεξεργασία των λυμάτων πραγματοποιείται σε διαδοχικές βαθμίδες (στάδια), για τις οποίες χρησιμοποιούνται οι όροι: Προκαταρκτική (ή προεπεξεργασία), πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία. Εντούτοις οι όροι δεν είναι απόλυτα αντιπροσωπευτικοί, αφού μερικές διαδικασίες όπως η απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου, μπορούν να πραγματοποιούνται σε τρίτη, δεύτερη ή και πρώτη βαθμίδα.

Τα στάδια επεξεργασίας και οι διαδικασίες κάθε σταδίου φαίνονται παρακάτω:

1. Προεπεξεργασία.

Εσχάρωση.

2. Πρωτοβάθμια επεξεργασία.

Μείωση στερεών.

3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία.

Μείωση οργανικού φορτίου.

Μείωση στερεών.

Ρύθμιση pH.

4. Τριτοβάθμια επεξεργασία.

Απολύμανση.

Μείωση θρεπτικών (N, P).

Μείωση στερεών.

Επίσης οι μέθοδοι επεξεργασίας διακρίνονται ανάλογα με το ποια χαρακτηριστικά των αποβλήτων εκμεταλλεύονται σε:

2.2 Φυσικοχημικές.

Εσχάρωση: Αμμοδιαχώρισμός-Λιποδιαχωρισμός

Απομάκρυνση στερεών: Συσσωμάτωση- Κροκίδωση- Καθίζηση.
Επίπλευση. Λεπτή Εσχάρωση

Απολύμανση:

Χλώριο (CL₂, CLO₂, δ/μα NaOCL)

Όζον.

UV Ακτινοβολία.

Μεταερισμός.

2.3 Βιολογικές.

Μέθοδος ενεργού ιλύος. Αεριζόμενες λίμνες. Αβαθείς λίμνες. Βιολογικά φίλτρα.

Το κάθε στάδιο (ή βαθμίδα) μπορεί να περιλαμβάνει φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες απομάκρυνσης των διαφόρων ουσιών από τα απόβλητα. Στις φυσικές, η απομάκρυνση γίνεται με την εκμετάλλευση των φυσικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων, στις χημικές γίνεται με την πρόσθεση χημικών ουσιών και στις βιολογικές με κάποια βιολογική διεργασία.

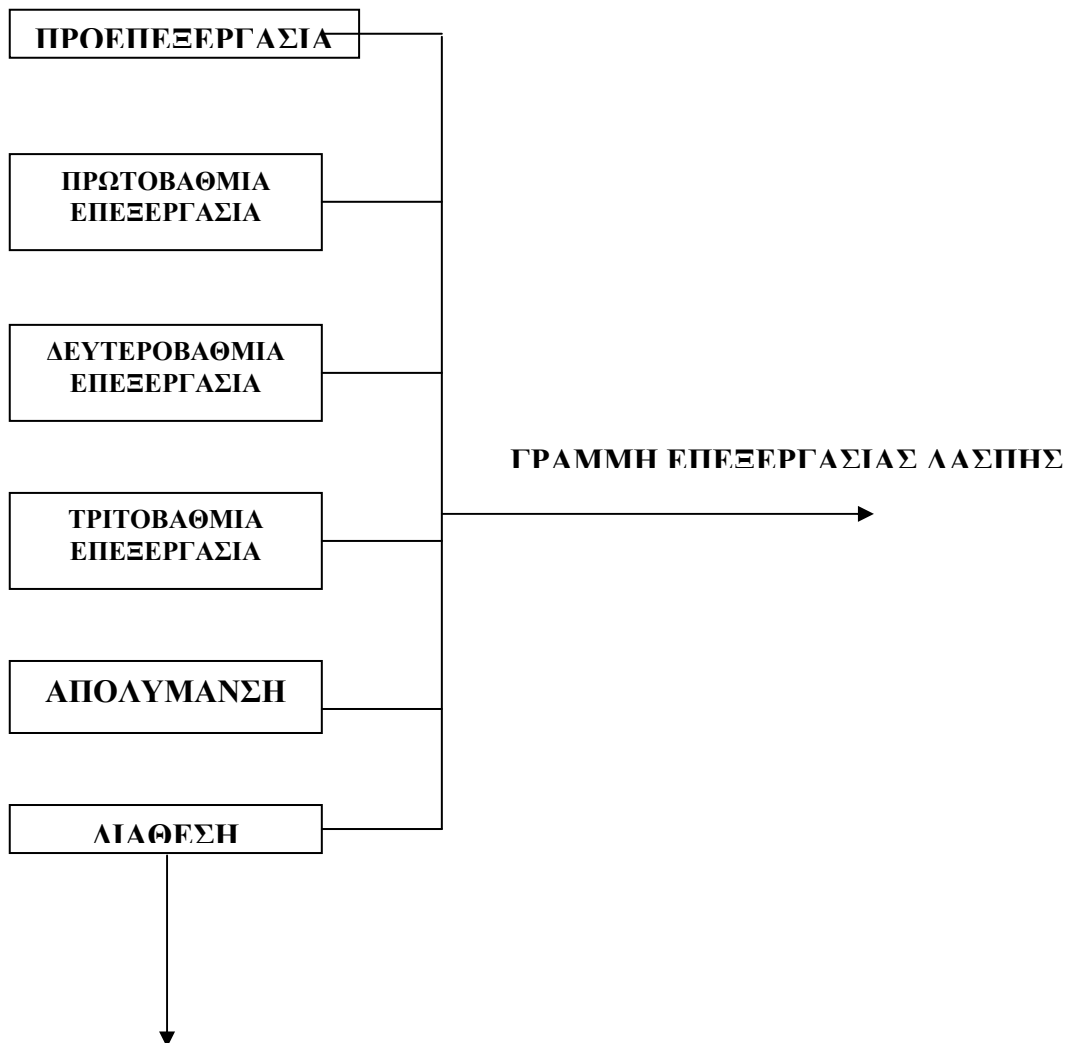
Οι μέθοδοι που έχουν βρει ευρεία εφαρμογή στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι : η μέθοδος της ενεργού ιλύος με τις παραλλαγές της, η μέθοδος των βιολογικών φίλτρων, οι λίμνες αερισμού ή δεξαμενές σταθεροποίησης κ.α.

Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η επιλογή της διαδικασίας επεξεργασίας είναι πολλοί. Από αυτούς άλλοι είναι σχετικά εύκολο να εκτιμηθούν, όπως το κόστος κατασκευής και το λειτουργικό κόστος, ενώ άλλοι όπως η σταθερότητα και η αξιοπιστία της κατασκευής είναι δύσκολο να εκτιμηθούν, παρόλο που συχνά είναι και οι πιο σημαντικοί παράγοντες.

Οι κυριότεροι παράγοντες που παίζουν ρόλο στην διαδικασία επιλογής της επεξεργασίας των αποβλήτων είναι:

- ◆ Η προστασία της δημόσιας υγείας
- ◆ (π.χ. αφαίρεση παθογόνων μικροοργανισμών).
- ◆ Το ελάχιστο λειτουργικό κόστος (ενέργεια, συντήρηση, μηχανήματα).
- ◆ Το κόστος κατασκευής
- ◆ Η μέγιστη χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων

ΓΡΑΜΜΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



Σχήμα 1. Στάδια Επεξεργασίας Αποβλήτων (Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων, Ζ. Βογιατζής, Α. Στάμου, Αθήνα 1986, σελ 30).

2.4 Προεπεξεργασία

Η προκαταρκτική επεξεργασία ή προεπεξεργασία γίνεται με στόχο να προστατευτούν οι επόμενες κύριες διαδικασίες επεξεργασίας. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει εσχάρωση, εξάμμωση και τεμαχισμό, για την απομάκρυνση των μεγάλου σχετικά μεγέθους στερεών των αποβλήτων και σπάνια δεξαμενή εξισορρόπησης για την άμβλυση των αιχμών της παροχής και των συγκεντρώσεων των ρύπων.

α. Εσχάρωση : Προστατεύει τις μονάδες επεξεργασίας από ογκώδη αντικείμενα (κουρέλια, κομμάτια ξύλων, πλαστικά, κλαδιά κλπ) που εάν εισέλθουν είναι δυνατό να προκαλέσουν διάφορα φραξίματα στις εγκαταστάσεις, καταστρέφοντας τις αντλίες και τον υπόλοιπο εξοπλισμό των ΜΕΑ. Η απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων επιτυγχάνεται με την συγκράτηση τους σε εσχάρες κατά την διέλευση των αποβλήτων μέσα από αυτές.

Οι εσχάρες είναι διατάξεις που αποτελούνται από παράλληλες μπάρες και η απόδοση τους εξαρτάται από τα διάκενα μεταξύ των παράλληλων μπάρων. Μπορούν δε να διακριθούν σε:

Λεπτές εσχάρες με διάκενα 3 - 10 mm Μεσαίες εσχάρες με διάκενα 10 - 20 mm
Χοντρές εσχάρες με διάκενα 50 - 100 mm

Επίσης διακρίνονται σε **εσχάρες χειρωνακτικού καθαρισμού** και **εσχάρες αυτόματου καθαρισμού**.

β. Τεμαχισμός : Σκοπός του είναι ο θρυμματισμός των ογκωδών αντικειμένων σε πολύ μικρού μεγέθους στερεά, που παραμένουν στη μάζα των αποβλήτων και απομακρύνονται σε επόμενα στάδια. Πραγματοποιείται με ειδικές συσκευές (τεμαχιστές), κυρίως στις πολύ μεγάλες μονάδες και συνήθως συνδυάζεται με τις εσχάρες.

γ. Εξάμμωση : Σκοπός της είναι η απομάκρυνση των χαλικιών, των κόκκων άμμου, σωματιδίων αργίλου ή άλλων ανόργανων βαριών σωματιδίων, διαμέτρου μεγαλύτερης των 200 μ, τα οποία αν δεν απομακρυνθούν, δημιουργούν προβλήματα στις ΜΕΑ όπως εναπόθεση φερτών υλών στον πυθμένα αγωγών, φράξιμο σωληνώσεων, φθορά μηχανολογικού εξοπλισμού (αντλίες, ξέστρα κλπ) και μείωση της απόδοσης διαφόρων μονάδων επεξεργασίας. Η εξάμμωση γίνεται σε ειδικές δεξαμενές, τους εξαμμοτές, με την δημιουργία κατάλληλων συνθηκών ροής που ευνοούν την καθίζηση και την απομάκρυνση της άμμου και των ανόργανων σωματιδίων.

Η εξάμμωση συνήθως συνδυάζεται με διάταξη λιποσυλλέκτη να έπεται αυτής, διάταξη που χρησιμεύει για την συγκράτηση των επιπλεόντων ουσιών, κυρίως λιπών και ελαίων.

Τελευταία έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται νέοι αεριζόμενοι εξαμμοτές, οι οποίοι έχουν το πλεονέκτημα της επίτευξης σχεδόν 100 % απομάκρυνσης άμμου απαλλαγμένης από οργανικές ουσίες.

δ. Εξισορρόπηση παροχής: Η δεξαμενή εξισορρόπησης που σπάνια χρησιμοποιείται στις ΜΕΑ, σχεδιάζεται έτσι ώστε να φορτίζονται ομοιόμορφα οι επόμενες βαθμίδες επεξεργασίας και να βελτιώνεται η απόδοση τους.

2.5 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Σκοπός της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών με χημική επεξεργασία και καθίζηση. Δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο που η πρωτοβάθμια (μαζί με την προεπεξεργασία) είναι το μοναδικό είδος επεξεργασίας που γίνεται, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις, ανάλογα με το είδος επεξεργασίας που ακολουθεί, η πρωτοβάθμια επεξεργασία μπορεί και να παραληφθεί.

Οι δεξαμενές καθίζησης έχουν πρακτικά σταθερή στάθμη νερού, που εξασφαλίζεται από μεγάλου μήκους υπερχειλιστή εξόδου. Ομοίμορφα διανεμημένη και ήρεμη (κατά το δυνατόν) εκροή επιτυγχάνεται με κατάλληλο διάφραγμα.

Το νερό διαρρέει τη δεξαμενή μέχρι τον υπερχειλιστή εξόδου ενώ μέρος των αιωρούμενων στερεών καθιζάνει στον πυθμένα της δεξαμενής.

Η ιλύς που συγκεντρώνεται στον πυθμένα των δεξαμενών σαρώνεται από μηχανικούς σαρωτές προς το φρεάτιο ιλύος.

1. Καθίζηση - Επίπλευση : Σκοπός της είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων οργανικών και ανόργανων στερεών μεγέθους 0.1-0.001mm.

Η απομάκρυνση που επιτυγχάνεται συνήθως είναι 30 - 40 % για το οργανικό φορτίο (BOD) και 50 - 60 % για τα αιωρούμενα στερεά (SS).

Η πρωτοβάθμια καθίζηση γίνεται σε δεξαμενές όπου τα στερεά καθιζάνουν σε συνθήκες ηρεμίας με την επίδραση της βαρύτητας. Η επίπλευση γίνεται σε δεξαμενές όπου τα στερεά παρασύρονται προς την επιφάνεια από φυσαλίδες αέρα που διοχετεύονται στη μάζα των αποβλήτων με κατάλληλη διάταξη.

Τα καθιζάνοντα ή επιπλέοντα στερεά (ιλύς), αν και μικρού όγκου, περιέχουν μεγάλο ρυπαντικό φορτίο και επομένως είναι απαραίτητο να υποστούν επεξεργασία πριν διατεθούν στο περιβάλλον, οπότε οδηγούνται στη γραμμή επεξεργασίας ιλύος.

2. Χημική επεξεργασία και καθίζηση : Σκοπός της είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών που δεν απομακρύνονται με απλή καθίζηση. Η διαδικασία στοχεύει στη μείωση των ολικών στερεών, στη βελτίωση της απόδοσης της πρωτοβάθμιας καθίζησης και στην απομάκρυνση του φωσφόρου.

Η χημικά υποβοηθούμενη καθίζηση γίνεται με την προσθήκη συνήθως αλάτων του αργιλίου ή σιδήρου ή υδροξειδίου του ασβεστίου με τα οποία διευκολύνεται η συσσωμάτωση των λεπτών αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών με αποτέλεσμα να καθιζάνουν και να επιτυγχάνεται απομάκρυνση στερεών (SS) μέχρι 90 % και οργανικού φορτίου (BOD) μέχρι 50 - 70 %. Επίσης χρησιμοποιούνται με επιτυχία και πολυμερή σε συνδυασμό με υδράσβεστο και αργίλιο. Ταυτόχρονα γίνεται απομάκρυνση φωσφορικών, τα οποία σχηματίζουν αδιάλυτες ενώσεις με τα ιόντα αργιλίου, σιδήρου και ασβεστίου, ενώσεις που κατακρημνίζονται στη δεξαμενή. Η πρωτοβάθμια χημική επεξεργασία των λυμάτων είναι συνήθως οικονομικά δικαιολογημένη όταν αρκεί μια μέτρια απομάκρυνση οργανικής ύλης και φωσφόρου.

2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

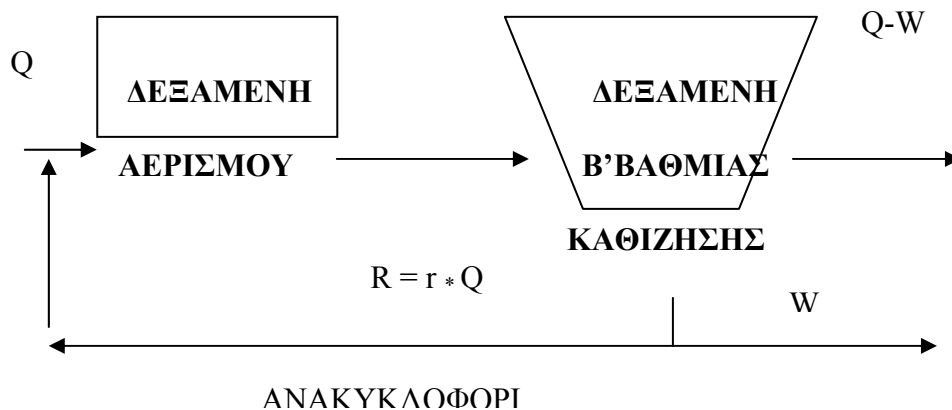
Σε αυτό το στάδιο γίνεται απομάκρυνση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων, με βιολογικές διεργασίες στις οποίες χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί που καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες. Στη συνέχεια οι μικροοργανισμοί απομακρύνονται από τα απόβλητα με καθίζηση ή κάποια άλλη διαδικασία.

Η βιολογική επεξεργασία γίνεται με διάφορες μεθόδους που χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες, ανάλογα με το αν οι μικροοργανισμοί βρίσκονται σε αιώρηση μέσα στα απόβλητα (ενεργός ιλύς, λίμνες) ή προσκολλημένοι σε κάποια επιφάνεια (βιολογικά φίλτρα, βιολογικοί δίσκοι).

2.6.1 Συστήματα ενεργού ιλύος

Ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος αποτελείται από δύο δεξαμενές, την δεξαμενή αερισμού (ΔΑ) και την δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης (ΔΔΚ). (Σχήμα 2)

Τα λύματα διαρρέουν την ΔΑ, στην οποία παρέχεται από το σύστημα αερισμού αρκετή ποσότητα αέρα ώστε να εξασφαλίζονται αερόβιες συνθήκες.



Σχήμα 2. Τυπικό Σύστημα Ενεργού Ιλύος (E.I.)

Η μέθοδος της ενεργού ιλύος, στηρίζεται στην επιστροφή της βιομάζας από τον πυθμένα της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης (ΔΔΚ), στην δεξαμενή αερισμού (ΔΑ), με στόχο τη διατήρηση υψηλής συγκέντρωσης μικροοργανισμών στην ΔΑ.

Η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στην ΔΑ είναι μια λειτουργική παράμετρος ελέγχου που επιτρέπει την ρύθμιση της λειτουργίας της διεργασίας. Έτσι η ελεγχόμενη αυξομείωση της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτυγχάνεται απόκριση σε μεταβαλλόμενες συνθήκες εισόδου.

Τα λύματα περιέχουν διάφορες οργανικές και ανόργανες ουσίες που αποτελούν την απαραίτητη τροφή για την συντήρηση και ανάπτυξη των μικροοργανισμών και είναι ακριβώς οι ρύποι των οποίων επιδιώκεται η απομάκρυνση. Ο βαθμός απομάκρυνσης καθορίζεται από την ταχύτητα με την οποία οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν τις τροφές - ρύπους ενώ η ταχύτητα αυτή εξαρτάται από την μάζα των μικροοργανισμών αλλά και την διαθεσιμότητα των τροφών. Με τα λύματα και το οξυγόνο του συστήματος αερισμού αναπτύσσεται στη ΔΑ μια πλούσια κοινότητα αερόβιων ετεροτροφικών μικροοργανισμών, κυρίως βακτηρίων, τα οποία χρησιμοποιούν την οργανική ύλη κατά ένα μέρος για οξείδωση και κατά το υπόλοιπο για σύνθεση νέας κυτταρικής ύλης. Επειδή τα βακτήρια βρίσκονται σε αιώρηση η δεξαμενή αερισμού ονομάζεται βιολογικός αντιδραστήρας αιωρούμενης βιομάζας και το μείγμα λυμάτων- μικροοργανισμών ονομάζεται μικτό υγρό.

Το σημαντικότερο αποτέλεσμα της βιολογικής επεξεργασίας είναι η μετατροπή της νεκρής οργανικής ύλης των λυμάτων σε ζωντανή βιομάζα. Το κρίσιμο πλεονέκτημα αυτής της μετατροπής βρίσκεται στο ότι η βιομάζα κροκιδώνεται και καθιζάνει εύκολα στη ΔΔΚ, απομακρυνόμενη έτσι από τα λύματα, ενώ η οργανική ύλη μετά από την πρωτοβάθμια καθίζηση έχει κυρίως διαλυμένη και κολλοειδή μορφή, πράγμα που σημαίνει αδυναμία καθίζησης.

Η βιομάζα συμπαρασύρει στην καθίζηση το μεγαλύτερο μέρος των διακριτών στερεών των λυμάτων, ανόργανων αλλά και οργανικών που δεν διαλύθηκαν στην ΔΑ. Η ιλύς που σχηματίζεται με αυτόν τον τρόπο στον πυθμένα της ΔΔΚ ονομάζεται **ενεργός ιλύς**. Μικρό μέρος των παραπάνω στερεών των λυμάτων και της βιομάζας διαφεύγει από την ΔΔΚ με την εκροή από τον υπερχειλιστή της.

Στην οργανική τους συνιστώσα και στα μη χρησιμοποιηθέντα από τους μικροοργανισμούς διαλυμένα οργανικά στερεά οφείλεται το BOD (οργανική ύλη) των επεξεργασμένων λυμάτων που εκρέουν από την ΔΔΚ. Μέρος της ενεργού ιλύος ανακυκλοφορείται στη ΔΑ προκειμένου να διατηρείται η επιθυμητή συγκέντρωση της βιομάζας στο ανάμικτο υγρό. Εξαιτίας της συνεχούς παραγωγής ενεργού ιλύος θα πρέπει να πραγματοποιείται αντίστοιχα και συνεχής απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος με κατάλληλη παροχή. Η περίσσεια ιλύος περιέχει μεγάλο μέρος οργανικού φορτίου, καθώς μόνο ένα περιορισμένο μέρος (συνήθως) του οργανικού φορτίου των λυμάτων οξειδώνεται στον αντιδραστήρα. Το κλάσμα της βιομάζας που απομακρύνεται από το σύστημα αντιστοιχεί στις οργανικές ενώσεις που δεν οξειδώθηκαν προς διοξείδιο του άνθρακα και νερό, αλλά μετατράπηκαν σε βακτηριακή μάζα. Η επιλογή του βιοαντιδραστήρα γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια:

1. Χαρακτηριστικά των αποβλήτων
2. Τη διαχρονική μεταβολή των χαρακτηριστικών αυτών
3. Την απαίτηση για μεταφορά οξυγόνου
4. Το αρχικό κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων
5. Το κόστος λειτουργίας και
6. Το κόστος συντήρησης.

Οι συνθήκες περιβάλλοντος που επηρεάζουν την ενεργό ιλύ είναι κυρίως η θερμοκρασία και το pH. Η θερμοκρασία έχει σημαντική επίδραση στην ταχύτητα βιοαποδόμησης άρα και στο χρόνο παραμονής των υγρών αποβλήτων στη δεξαμενή αερισμού.

Η ύπαρξη διαφόρων χημικών ενώσεων με τοξική επίδραση στους μικροοργανισμούς, επηρεάζει αρνητικά την αύξηση των μικροοργανισμών και κάτω από ορισμένες συνθήκες την αποκλείουν τελείως προκαλώντας παρεμποδίσεις.

Κάτω από κατάλληλες προϋποθέσεις μπορούν να αναπτυχθούν στη ΔΑ επαρκείς πληθυσμοί αυτοτροφικών νιτροποιών βακτηρίων, που πραγματοποιούν υψηλού βαθμού οξείδωση του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικά (νιτροποίηση).

Η δεξαμενή αερισμού διαμορφώνεται σαν δεξαμενή με πρακτικά σταθερή στάθμη του μικτού υγρού, πράγμα που εξασφαλίζεται με επαρκώς μεγάλο μήκος του υπερχειλιστή εκροής. Όταν επιδιώκεται προσέγγιση της εμβολώδους ροής, η δεξαμενή διαμορφώνεται σαν επιμήκης ή μαιανδρική διώρυγα. Προσέγγιση της εμβολώδους ροής επιτυγχάνεται επίσης με δεξαμενή κυκλικής ροής. Η προσέγγιση της πλήρους ανάμιξης γίνεται συνήθως με κατάλληλη τοποθέτηση των αεριστών σε δεξαμενή, της οποίας η διαφορά μήκους και πλάτους δεν είναι μεγάλη. Το πλεονέκτημα σ' αυτήν την περίπτωση είναι ότι αμβλύνεται, μ' αυτόν τον τρόπο, η διακύμανση των συγκεντρώσεων των οργανικών και άλλων (π.χ. τοξικών) ρύπων.

Οι δεξαμενές αερισμού (ΔΑ) κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και αν είναι μεγάλου όγκου μπορεί να χωρίζονται σε ομάδες με κοινά τοιχεία, που πρέπει όμως να είναι ανθεκτικά στις υδροστατικές πιέσεις που δημιουργούνται από την εκκένωση διπλανών μονάδων. Οι ΔΑ συνήθως έχουν βάθη από 3.5 έως 4.5 μέτρα.

Οι βασικές μέθοδοι αερισμού είναι:

A) Με τη διοχέτευση φυσαλίδων αέρα στα απόβλητα, από διάχυτρες τοποθετημένους κοντά στη δεξαμενή αερισμού, από τους οποίους το οξυγόνο μεταφέρεται στα απόβλητα και

B) Με την ανάδευση των αποβλήτων με μηχανικά μέσα και την μεταφορά οξυγόνου από την ατμόσφαιρα μέσω της τριβής που δημιουργείται.

Οι ΔΔΚ μπορεί να είναι κυκλικού, ορθογωνικού, ή τετραγωνικού σχήματος και βάθους 3 έως 5 μέτρων. Συνήθως για λόγους κόστους χρησιμοποιούνται κυκλικές δεξαμενές, οι οποίες μπορεί να είναι κεντρικής ή περιφερειακής εισροής.

Η συλλογή της ιλύος γίνεται είτε με περιστρεφόμενο ξέστρο, είτε με περιστρεφόμενη διάταξη αναρρόφησης της ιλύος. Η κλίση του πυθμένα όταν χρησιμοποιείται αναρρόφηση είναι πολύ μικρή ενώ όταν χρησιμοποιείται μηχανικό ξέστρο είναι 0.5 - 8 % για την εκκένωση της ΔΔΚ.

Η δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης δεν είναι απαραίτητη από λειτουργική άποψη. Απομακρύνει μέρος των αιωρούμενων στερεών και του οργανικού φορτίου των λυμάτων, με αποτέλεσμα να προκύπτει οικονομικότερο σύστημα ΔΑ, ΔΔΚ και συστήματος αερισμού.

Επίσης εξασφαλίζει σχετικά καθαρισμένη εκροή ακόμα και όταν η βιολογική μονάδα βρεθεί εκτός λειτουργίας. Εντούτοις σε πολλές περιπτώσεις μικρών πόλεων και κυρίως όταν εφαρμόζεται η μέθοδος του παρατεταμένου αερισμού, η πρωτοβάθμια καθίζηση αποφεύγεται. Έτσι η όλη εγκατάσταση επεξεργασίας γίνεται απλούστερη, με λειτουργικά και οικονομικά πλεονεκτήματα.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας υπάρχουν διάφορες παραλλαγές του συστήματος ενεργού ιλύος με συνηθέστερη τη συμβατική μέθοδο. Αναλυτικά αναφέρονται οι παρακάτω:

Συμβατικό (κλασσικό) σύστημα (Conventional) : Αποτελείται από μια ΔΑ, μια ΔΔΚ και μια γραμμή επιστροφής ιλύος. Ακολουθεί την πρωτοβάθμια καθίζηση και αποτελεί την δευτεροβάθμια επεξεργασία. Η περίσσεια ιλύος απομακρύνεται από τη γραμμή ανακύκλωσης της ιλύος ή από την γραμμή του μικτού υγρού.

1. Πλήρης ανάμιξη (Complete mix) : Τα απόβλητα μετά από την πρωτογενή καθίζηση αναμιγνύονται με την επιστρέφουσα ιλύ και εισέρχονται σε διάφορα σημεία της δεξαμενής αερισμού από ένα κεντρικό κανάλι.

2. Βηματικός αερισμός (Step aeration) : Τα απόβλητα τροφοδοτούνται σε διάφορα σημεία της δεξαμενής αερισμού για την ύπαρξη σταθερής σχέσης τροφής / μικροοργανισμών.

3. Επαφή - σταθεροποίηση (Contact - stabilization) : Στην είσοδο της ενεργούς ιλύος, οι οργανικές ουσίες προσροφούνται στους θρόμβους της ιλύος και στην συνέχεια αποδομούνται για απόληψη ενέργειας και δημιουργία κυτταρικής μάζας.

4. Εκτεταμένος αερισμός (Extended aeration) : Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στη συνεχή προσφορά οξυγόνου χωρίς την ανάλογη τροφή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πολύ λίγης ή καθόλου περίσσειας ιλύος, λόγω της αυτοκατανάλωσης της ιλύος.

5. Μέθοδος Kraus : Αποτελεί παραλλαγή της μεθόδου επαφής -σταθεροποίησης. Μαζί με μέρος της επιστρέφουσας ιλύος αερίζεται χωνεμένη ιλύς και υγρό από τους χωνευτήρες ιλύος.

2.6.2 Λίμνες επεξεργασίας

Πρόκειται για διατάξεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με κύρια χαρακτηριστικά τους την απλότητα και το σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής και λειτουργίας τους (δεν απαιτούν πρωτοβάθμια επεξεργασία ή επεξεργασία ιλύος), αλλά και την σχετικά μεγάλη επιφάνεια που απαιτούν. Πιο συγκεκριμένα είναι μεγάλες, ανοιχτές, χωμάτινες και ρηχές λεκάνες που είναι δυνατόν να επιτύχουν υψηλή απόδοση, κυρίως στην απομάκρυνση της διαλυμένης οργανικής ύλης και είναι από τις πιο οικονομικές μονάδες επεξεργασίας. Οι οργανικές ουσίες (διαλυμένες ή σε μορφή στερεών) απομακρύνονται με μια σειρά βιολογικών και φυσικοχημικών διεργασιών, που περιλαμβάνουν καθίζηση, αερόβια και αναερόβια αποσύνθεση, οξειδωση και φωτοσύνθεση.

Στις λίμνες αυτές είναι δυνατόν να γίνεται αερισμός, οπότε ονομάζονται λίμνες αερισμού, ή να μην γίνεται αερισμός οπότε έχουμε τις λίμνες σταθεροποίησης ή και συνδυασμό των δύο αυτών περιπτώσεων, οπότε ονομάζονται αερόβιες-αναερόβιες ή επαμφοτερίζουσες.

Το οξυγόνο προστίθεται στις λίμνες είτε με διατάξεις αερισμού (αεριζόμενες λίμνες), είτε μέσα από την φυσική διαδικασία της φωτοσύνθεσης (λίμνες σταθεροποίησης).

Η απομάκρυνση των μικροοργανισμών γίνεται συνήθως με καθίζηση στις ίδιες τις λίμνες ή σε ξεχωριστές μονάδες καθίζησης (λίμνες ή δεξαμενές) και απομάκρυνσης (σχάρες, φίλτρα κλπ).

2.6.3 Βιολογικά φίλτρα - Βιολογικοί δίσκοι

Τα βιολογικά φίλτρα απομακρύνουν τις διαλυμένες και κολλοειδείς οργανικές ενώσεις των αποβλήτων. Είναι στρώματα υλικών με μεγάλη διαπερατότητα, όπου τα υγρά απόβλητα σκορπίζονται με διάφορους μηχανισμούς στην επιφάνεια και συλλέγονται στον πυθμένα αφού διαβρέξουν τα υλικά που αποτελούν το στρώμα.

Ένα τυπικό βιολογικό φίλτρο (ΒΦ) διαμορφώνεται ως μια κλίνη (στρώμα), όπου είναι τοποθετημένο το διηθητικό μέσο (φυσικά χαλίκια διαφόρων μεγεθών ή πλαστικά), με βάθος στρώματος χαλικιών που συνήθως δεν υπερβαίνει τα 2 - 2.5 μέτρα. Η διάμετρος σπάνια είναι μεγαλύτερη των 50 μέτρων. Τα λύματα διανέμονται στην επιφάνεια του στρώματος των χαλικιών από περιστρεφόμενο σύστημα σωλήνων με οπές πυκνωμένες προς την περιφέρεια ώστε να πραγματοποιείται ομοιόμορφη διανομή των λυμάτων.

Στην επιφάνεια των χαλικιών σχηματίζεται ένα μικροβιολογικό στρώμα από μικροοργανισμούς που καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες των αποβλήτων και τις μετατρέπουν σε σταθερά τελικά προϊόντα όπως CO₂, NH₃, H₂O ενώ παράλληλα έχουμε και την δημιουργία νέας κυτταρικής μάζας. Στη συνέχεια εισέρχονται από τα ανοίγματα του δαπέδου στο υποκείμενο σύστημα αποχέτευσης και συλλέγονται από περιφερειακή συνήθως διάρρυγα.

Τα βιολογικά φίλτρα δεν απαιτούν συνήθως τεχνητό αερισμό και από αυτήν την άποψη είναι λιγότερο ενεργοβόρα συστήματα από το σύστημα της ενεργού ιλύος.

Η προσκολλημένη στην επιφάνεια των χαλικιών βιοστοιβάδα, που είναι κατά βάση αερόβια, παρασύρεται κατά διαστήματα από το ρεύμα των λυμάτων (απολέπιση) και μια νέα στιβάδα αρχίζει να δημιουργείται. Η τελική απομάκρυνση των μικροοργανισμών συντελείται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Οι μικροοργανισμοί που δρουν στα βιολογικά φίλτρα μπορούν να χωριστούν σε: Βακτήρια, μύκητες, μικροφύκη, πρωτόζωα-μετάζωα, καθώς επίσης και σκουλήκια και έντομα.

Ανάλογη διαδικασία παρατηρείται και στους βιολογικούς δίσκους, όπου οι μικροοργανισμοί βρίσκονται προσκολλημένοι πάνω σε επίπεδες επιφάνειες (δίσκους) που περιστρέφονται μέσα στη μάζα των αποβλήτων σε ειδικές δεξαμενές.

Τα βιολογικά φίλτρα και οι βιολογικοί δίσκοι είναι αντιδραστήρες προσκολλημένης βιομάζας, σε αντίθεση με τα κλασσικά συστήματα ενεργού ιλύος που είναι αντιδραστήρες αιωρούμενης βιομάζας.

2.7 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Σκοπός της τριτοβάθμιας ή προχωρημένης επεξεργασίας αποβλήτων, είναι η απομάκρυνση ορισμένων ρυπαντικών ουσιών που δεν απομακρύνονται στα προηγούμενα στάδια επεξεργασίας όπως διάφορες ανόργανες ουσίες (χλωριούχα, θειικά κ.α), ιχνοστοιχείων, ρυπαντών προτεραιότητας (priority pollutants) και πτητικών ενώσεων (VOC). Πολλές από τις ενώσεις αυτές είναι τοξικές στον άνθρωπο και στο υδρόβιο περιβάλλον. Έτσι αποκτούν ιδιαίτερη σημασία όταν περιέχονται σε επεξεργασμένα απόβλητα που διατίθενται σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά που μπορεί στη συνέχεια να εισέλθει στο δίκτυο του πόσιμου νερού. Η απομάκρυνση αυτή αποσκοπεί στην προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από ορισμένες ουσίες ή στην προετοιμασία των αποβλήτων για επαναχρησιμοποίηση.

Στην τριτοβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνονται φυσικές, χημικές και βιολογικές διαδικασίες. Οι φυσικές περιλαμβάνουν την απομάκρυνση της αμμωνίας με εκρόφιση των αιωρούμενων στερεών με διήθηση και των διαλυμένων στερεών με ηλεκτροδιάλυση ή αντίστροφη ώσμωση. Οι χημικές περιλαμβάνουν την απομάκρυνση των νιτρικών και της αμμωνίας με ίο ντο εναλλαγή, του φωσφόρου με χημική επεξεργασία- καθίζηση και των διαλυμένων οργανικών ουσιών, χλωρίου και βαρέων μετάλλων με ενεργό άνθρακα. Από τις βιολογικές σημαντικότερη είναι η νιτροποίηση - απονιτροποίηση για την απομάκρυνση των ενώσεων του αζώτου.

Δεδομένου ότι η νιτροποίηση πραγματοποιείται συνήθως στη δεξαμενή αερισμού, αν το απαιτεί η μορφή και η φύση του αποδέκτη, η τριτοβάθμια επεξεργασία των αστικών αποβλήτων περιλαμβάνει την απονιτροποίηση (απομάκρυνση νιτρικών) και την αφαίρεση φωσφόρου.

Η απονιτροποίηση πραγματοποιείται με προσθήκη μεθανόλης σε ανοξικό (χωρίς παρουσία οξυγόνου) αντιδραστήρα, με βραχύ αερισμό για πλήρη απομάκρυνση του αζώτου και δεξαμενή τριτοβάθμιας καθίζησης από την οποία ανακυκλοφορείται ιλύς στον ανοξικό αντιδραστήρα. Είναι δυνατόν όμως να κατασκευασθεί και μονοβάθμιο σύστημα απομάκρυνσης αζώτου με συνδυασμένη απομάκρυνση οργανικής ύλης, νιτροποίηση και απονιτροποίηση σε κοινό αντιδραστήρα.

Η απομάκρυνση του φωσφόρου συνήθως γίνεται με κροκίδωση και καθίζηση στην πιο πρόσφορη μορφή του, τα ορθοφωσφορικά, χρησιμοποιώντας υδροξείδιο του ασβεστίου ή άλατα του αργιλίου και του σιδήρου. Η προσθήκη ανάλογα με το κροκιδωτικό γίνεται ή στην πρωτοβάθμια καθίζηση ή σε διάφορες θέσεις της βιολογικής μονάδας. Είναι δυνατόν όμως (σπανιότερα), η κροκίδωση και καθίζηση να γίνουν σαν ξεχωριστή τριτοβάθμια επεξεργασία.

2.8 Απολύμανση αποβλήτων

Η απολύμανση είναι το τελευταίο στάδιο επεξεργασίας, γίνεται με την χρήση χημικών ουσιών (χλώριο, όζον, βρώμιο) ή με φυσικά μέσα (ακτινοβολία, θερμότητα), και στοχεύει στην καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών των αποβλήτων (αν και μερική απομάκρυνση ή καταστροφή τους γίνεται και στα άλλα στάδια επεξεργασίας), έτσι ώστε να εξαλείφεται ο κίνδυνος μετάδοσης ασθενειών μέσω του νερού στον αποδέκτη.

Συνηθέστερο μέσο απολύμανσης είναι το χλώριο. Η χλωρίωση γίνεται μέσα σε ορθογώνιες δεξαμενές συνήθως μαιανδρικής μορφής, όπου οι μικροοργανισμοί έρχονται σε επαφή με το χλώριο και καταστρέφονται.

2.9 Διάθεση

Η διάθεση των επεξεργασμένων αποβλήτων μπορεί να γίνει είτε στο έδαφος (επιφανειακά ή υπεδάφια) είτε σε κάποιο υδάτινο φορέα. Επίσης μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για άρδευση εκτάσεων. Η άρδευση των καλλιεργειών με τα επεξεργασμένα λύματα προμηθεύει στα φυτά νερό και θρεπτικά στοιχεία. Ακόμα επιτυγχάνεται η εξασφάλιση νερού σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές καθώς και σε περιοχές με ελλειμματικό ισοζύγιο νερού.

Οι παράγοντες που καθορίζουν την εφαρμογή των επεξεργασμένων λυμάτων στο έδαφος είναι οι παρακάτω:

1. Οι κίνδυνοι για την δημόσια υγεία, όπως η μετάδοση των παθογόνων βακτηρίων και μυκήτων στους ανθρώπους και στα ζώα, η ανάπτυξη εντόμων που είναι δείκτες ασθενειών.
2. Η περιορισμένη διαθεσιμότητα των εδαφών.
3. Οι μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους.
4. Η δημόσια αποδοχή των προϊόντων που παράγονται από καλλιεργείες που αναπτύσσονται σε εδάφη αρδευόμενα με επεξεργασμένα λύματα.

2.10 Επεξεργασία ιλύος

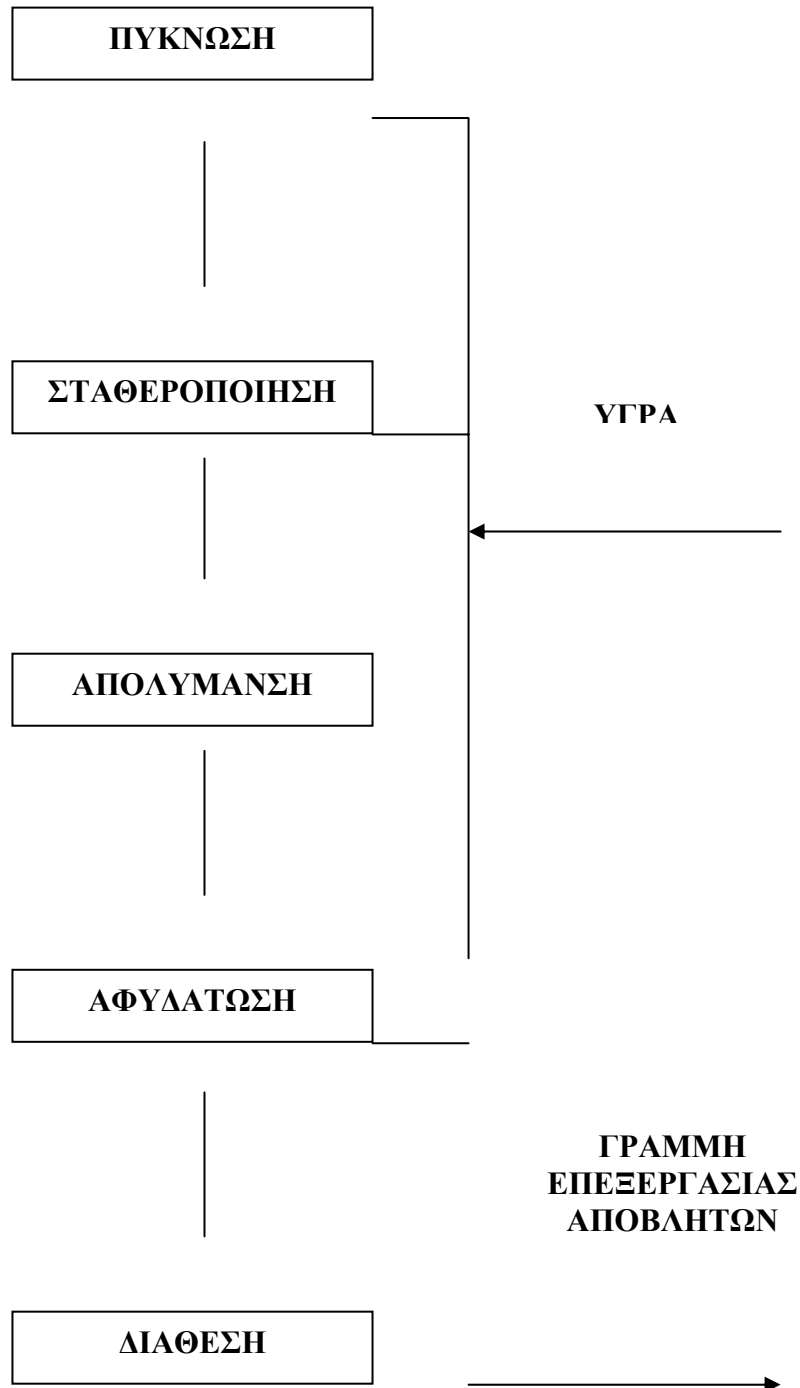
Τα οργανικά και ανόργανα στερεά που περιέχονται στα λύματα, οι δημιουργούμενοι μικροοργανισμοί κατά την βιολογική επεξεργασία και οι διάφορες προστιθέμενες ύλες κατά τη χημική κατακρήμνιση, καθιζάνοντας στον πυθμένα των δεξαμενών καθίζησης σχηματίζουν χαλαρές μάζες αναμιγμένες με μεγάλες ποσότητες νερού. Οι μάζες αυτές συμπυκνώνονται σε κάποιο βαθμό κατά την καθίζηση αλλά η περιεκτικότητά τους σε νερό παραμένει γενικά υψηλή, εξαρτώμενη από τον τρόπο απόληψής τους από τις δεξαμενές. Το μείγμα αυτό νερού και στερεών, μεγάλου ποσοστού υγρασίας (95 - 99 %), είναι η ιλύς και αποτελεί το αναπόφευκτο υποπροϊόν της επεξεργασίας των λυμάτων περιέχοντας όλα τα ανεπιθύμητα συστατικά τους. Η τελική διάθεση της ιλύος με τρόπο ασφαλή και ωφέλιμο για το περιβάλλον, αποτελεί ένα δύσκολο και δαπανηρό θέμα γιατί ενώ αποτελεί περίπου το 1 % του όγκου των λυμάτων, το κόστος για την επεξεργασία και διάθεση της αντιστοιχεί στο 20 - 50 % του συνολικού κόστους κατασκευής και λειτουργίας μιας εγκατάστασης.

Τα δύο κύρια προβλήματα που καθιστούν δύσκολο το χειρισμό της ιλύος είναι:

α) Το μεγάλο ποσοστό υγρασίας (που κυμαίνεται όπως αναφέρθηκε παραπάνω από 95 - 99 %) και

β) Το γεγονός ότι στην ιλύ καταλήγουν όλα τα ενοχλητικά συστατικά των λυμάτων.

Τα κυριότερα στάδια επεξεργασίας της ιλύος φαίνονται στο (Σχήμα 3.).

ΓΡΑΜΜΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Σχήμα 3. Κυριότερα Στάδια Επεξεργασίας της Ιλύος (Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων, Ζ. Βογιατζής, Α. Στάμου, Αθήνα 1986, σελ 8).

2.11 Πύκνωση ιλύος

Η πυκνωση στοχεύει στη μείωση του όγκου της ιλύος, που επιτυγχάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών της, απομακρύνοντας μέρος του νερού που περιέχει. Η μείωση του όγκου επιφέρει σημαντική μείωση του κόστους των επόμενων μονάδων επεξεργασίας (π.χ. αύξηση της συγκέντρωσης ιλύος από 1 σε 3 % επιφέρει μείωση του όγκου της κατά το 1/3) και παράλληλα αυξάνει την απόδοση μερικών από αυτές. Η πυκνωση της ιλύος (ή πάχυνση) γίνεται με βαρύτητα, με επίπλευση με αέρα και με μηχανικά μέσα (φυγοκέντριση).

Η συνηθέστερη περίπτωση πυκνωσης μείγματος πρωτοβάθμιας - δευτεροβάθμιας ιλύος γίνεται σε πυκνωτές βαρύτητας. Αυτοί είναι κυκλικές δεξαμενές όμοιες με τις δεξαμενές καθίζησης. Η ιλύς εισάγεται στη δεξαμενή και αφού αφεθεί να καθιζήσει και να πυκνωθεί, συλλέγεται με κατάλληλο μηχανισμό και απομακρύνεται.

2.12 Σταθεροποίηση ιλύος

Η σταθεροποίηση της ιλύος έχει στόχο τη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών, των οσμών και της δυνατότητας της ιλύος να γίνει σηπτική. Η σταθεροποίηση της ιλύος μπορεί να γίνει με την χημική ή τη βιολογική οξειδωση του οργανικού της μέρους και την δημιουργία συνθηκών ακατάλληλων για την επιβίωση των μικροοργανισμών. Οι κυριότερες μέθοδοι σταθεροποίησης είναι η αναερόβια και η αερόβια χώνευση ενώ ακόμα χρησιμοποιούνται οι λίμνες σταθεροποίησης, η επεξεργασία με ασβέστη ή χλώριο και η θερμική επεξεργασία.

2.13 Απολύμανση ιλύος

Η απολύμανση έχει στόχο την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών και την εξουδετέρωση της δυνατότητας τους να μολύνουν, ώστε να μην κινδυνεύει η δημόσια υγεία από την διάθεση της ιλύος. Η ανάγκη για απολύμανση της ιλύος ξεκινά από την δυνατότητα χρήσης της για διάφορους σκοπούς, όπως εμπλουτισμός του εδάφους, λίπασμα κλπ.

Η απολύμανση επιτυγχάνεται με χημικά μέσα (χλώριο, ασβέστη, όζον κλπ), με παρατεταμένη αποθήκευση πάνω από 60 ημέρες για σταθεροποίηση ιλύος, με θερμική επεξεργασία, με λιπασματοποίηση και με ακτινοβολία υψηλής ενέργειας.

2.14 Αφυδάτωση ιλύος

Η αφυδάτωση είναι μια φυσική διαδικασία διαχωρισμού του νερού από τα στερεά της ιλύος με σκοπό τη μείωση του τελικού προϊόντος για διάθεση. Η διαφορά με την πυκνωση είναι ότι ενώ η πυκνωμένη ιλύς διατηρεί την υγρή κατάσταση, η αφυδατωμένη ιλύς έχει στερεά κατάσταση όπως αυτή του χόματος. Η αφυδατωμένη ιλύς είναι σε μη υγρή κατάσταση και με μειωμένο όγκο, γεγονός που κάνει την μεταφορά της φθηνότερη και ευκολότερη, μειώνει το κόστος της επεξεργασίας που τυχόν ακολουθεί (ιδιαίτερα της αποτέφρωσης) και δεν προκαλεί ρύπανση λόγω αποστράγγισης αν διατίθεται στο έδαφος.

Η αφυδάτωση γίνεται είτε με φυσική εξάτμιση και αποστράγγιση του νερού της ιλύος σε κλίνες και λίμνες ξήρανσης ή με μηχανικά μέσα, όπως πρέσες, φυγοκέντριση, φίλτρα.

2.15 Τελική διάθεση ιλύος

Η τελική διάθεση ιλύος είναι δυνατόν να γίνει στο έδαφος στη θάλασσα ή στον αέρα (σαν αέριο από καύση), με σκοπό τη χρήση της για κάποια ωφέλεια (λίπασμα, εμπλουτισμός εδάφους, παραγωγή ενέργειας, ανάκτηση χρήσιμων ουσιών κλπ) ή την απλή απόρριψη της. Σύμφωνα με τον τρόπο διάθεσης της ιλύος καθορίζονται τα απαιτούμενα στάδια επεξεργασίας της, ώστε η διάθεση να είναι περιβαλλοντικά ασφαλής και οικονομικά συμφέρουσα.

Στον Ελλαδικό χώρο, μέχρι να ερευνηθεί από τεχνοοικονομική και περιβαλλοντική άποψη το θέμα της διάθεσης της ιλύος για κάποια χρήση (π.χ. γεωργική), σαν πιο απλή και οικονομικότερη λύση, εφαρμόζεται η τελική διάθεση της σε χωματερές με σκουπίδια.

2.16 Διαδικασία επιλογής συνδυασμού μονάδων επεξεργασίας

Η επιλογή του κατάλληλου συνδυασμού μονάδων επεξεργασίας για μια συγκεκριμένη περίπτωση απαιτεί ιδιαίτερη διερεύνηση και συνοψίζεται στα παρακάτω στάδια :

α) Για τον επιθυμητό χρόνο ζωής του έργου εκτιμούνται τα χαρακτηριστικά και οι ποσότητες των αποβλήτων.

β) Προσδιορίζονται οι προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων που θα διοχετεύονται σε ένα συγκεκριμένο αποδέκτη. Οι προδιαγραφές αυτές ορίζονται από κάποιο νόμο ή σε περίπτωση έλλειψης σχετικού νόμου, προσδιορίζονται από ειδική διερεύνηση της δυνατότητας του αποδέκτη να δεχτεί συγκεκριμένες ποσότητες και ποιότητες αποβλήτων.

γ) Εξετάζονται όλες οι πιθανές εναλλακτικές λύσεις που μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές λαμβάνοντας υπόψη ν όλους τους τοπικούς παράγοντες όπως είναι το κλίμα, οι εδαφολογικές συνθήκες, το είδος και η θέση του αποχετευτικού συστήματος, η διαθεσιμότητα των υλικών και προσωπικού για τη λειτουργία - συντήρηση της εγκατάστασης, η πρόσβαση σε συγκοινωνιακό δίκτυο, δίκτυο παροχής ενέργειας, ύδρευσης, η θέση εκροής των αποβλήτων στον αποδέκτη , η απόσταση από κατοικημένες περιοχές κλπ. Έτσι ο μελετητής, έχοντας υπόψιν τα παραπάνω μπορεί να επιλέξει αρχικά τις πιο κατάλληλες εφικτές λύσεις και να προχωρήσει σε αναλυτικότερη εξέταση τους.

δ) Οι λύσεις που επιλέχθηκαν εξετάζονται τεχνοοικονομικά.

Η ανάλυση αυτή περιλαμβάνει :

(1) καθορισμό των κριτηρίων και παραμέτρων σχεδιασμού των διαφόρων μονάδων επεξεργασίας,

(2) διαστασιολόγηση των διαφόρων μονάδων κάθε εναλλακτικού σχεδίου, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή απόδοση με το χαμηλότερο κόστος,

(3) ανάλυση του κόστους των εναλλακτικών λύσεων, που περιλαμβάνει τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής (έργα πολιτικού μηχανικού και ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός) και του κόστους λειτουργίας - συντήρησης (προσωπικό, ενέργεια, υλικά κλπ).

(“Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων”, Ζ. Βογιατζής, Α. Στάμου, Αθήνα 1986, σελ 8).

(“Περιβαλλοντική Μηχανική : Διαχείριση υγρών αποβλήτων” Θ.Δ. Λέκκας, Μυτιλήνη, Απρίλιος 2001)

3. Γενική περιγραφή των έργων (ΜΕΥΑ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ)

Περιγραφή - Υπολογισμοί Ε.Ε.Λ

Α' Φάση

ΠΑΡΟΧΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
Έτος σχεδιασμού: 2015			
Εξυπηρετούμενος πληθυσμός	ατ	27.000	40.000
Μέση ετήσια κατανάλωση νερού	λτ/κατ/ημ	230	230
Αποχετευόμενη έκταση	εκτ	300	300
Συντελεστής εισροών για μέση παροχή		0,3	0,1
Συντελεστής εισροών για παροχή αιχμής			0,6
Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων	μ ³ /ημ	4.619	9.775
Εισροές	μ ³ /ημ	2.485	828
		7.104	10.603
Παροχή βοθρολυμάτων	μ ³ /ημ	150	150
		7.254	10.753
Παροχή σχεδιασμού	μ³/ημ	7.250	10.750
Μέγιστη ημερήσια	λτ/δλ		136
Συντελεστής αιχμής			1.71
Θερινή παροχή αιχμής λυμάτων	λτ/δλ		233
			58
			290
Παροχή αιχμής (σχεδιασμού)	λτ/δλ		330
Φορτία αστικών λυμάτων			
BOD ₅	γρ/κατ/ημ	60	60
Αιωρούμενα στερεά	γρ/κατ/ημ	75	75
Άζωτο	γρ/κατ/ημ	10	10
Φώσφορος	γρ/κατ/ημ	2,5	3
Φορτία βοθρολυμάτων			
BOD ₅	mg/l	1.200	1.200
Αιωρούμενα στερεά	mg/l	2.500	2.500
Άζωτο	mg/l	250	250
Φώσφορος	mg/l	100	100
Ημερήσια ρυπαντικά φορτία			
BOD ₅	χγρ/ημ	1.800	2.580
Αιωρούμενα στερεά	χγρ/ημ	2.400	3.375
Άζωτο	χγρ/ημ	308	438
Φώσφορος	χγρ/ημ	83	115
Ποιότητα εκροής			
BOD ₅	mg/l	25	25
Αιωρούμενα στερεά	mg/l	35	35
Άζωτο	mg/l	15	15
Φώσφορος	mg/l	5	5

ΠΑΡΟΧΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΘΕΡΟΣ
Έτος σχεδιασμού: 2015			
<i>Ημερήσια ρυπαντικά φορτία επεξεργασμένων λιμμάτων</i>			
BOD ₅	χγρ/ημ	181	269
Αιωρούμενα στερεά	χγρ/ημ	254	376
Άζωτο	χγρ/ημ	109	161
Φώσφορος	χγρ/ημ	36	54

Β' Φάση

ΠΑΡΟΧΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		ΧΕΙΜΩΝ	ΘΕΡΟΣ
Έτος σχεδιασμού: 2035			
Εξυπηρετούμενος πληθυσμός	<i>ατ</i>	27.000	40.000
Μέση ετήσια κατανάλωση νερού	λτ/κατ/ημ	250	250
Αποχετευόμενη έκταση	εκτ	450	450
Συντελεστής εισροών για μέση παροχή		0,3	0,1
Συντελεστής εισροών για παροχή αιχμής			0,6
Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων	μ ³ /ημ	7.438	15.938
Εισροές	μ ³ /ημ	3.437	1.146
		10.875	17.083
Παροχή βοθρολυμάτων	μ ³ /ημ	150	150
		11.025	17.233
Παροχή σχεδιασμού	μ³/ημ	11.000	17.250
Μέγιστη ημερήσια	λτ/δλ		221
Συντελεστής αιχμής			1.67
Θερινή παροχή αιχμής λυμάτων	λτ/δλ		369
			80
			449
Παροχή αιχμής (σχεδιασμού)	λτ/δλ		500
Φορτία αστικών λυμάτων			
BOD ₅	γρ/κατ/ημ	60	60
Αιωρούμενα στερεά	γρ/κατ/ημ	75	75
Αζωτο	γρ/κατ/ημ	10	10
Φώσφορος	γρ/κατ/ημ	2,5	2.5
Φορτία βοθρολυμάτων			
BOD ₅	mg/l	1.200	1.200
Αιωρούμενα στερεά	mg/l	2.500	2.500
Αζωτο	mg/l	250	250
Φώσφορος	mg/l	100	100
Ημερήσια ρυπαντικά φορτία			
BOD ₅	χγρ/ημ	2.580	3.780
Αιωρούμενα στερεά	χγρ/ημ	3.375	4.875
Αζωτο	χγρ/ημ	438	638
Φώσφορος	χγρ/ημ	115	165
Ποιότητα εκροής			
BOD ₅	mg/l	25	25
Αιωρούμενα στερεά	mg/l	35	35
Αζωτο	mg/l	15	15
Φώσφορος	mg/l	5	5

ΠΑΡΟΧΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		ΧΕΙΜΩΝ	ΘΕΡΟΣ
Έτος σχεδιασμού: 2015			
<i>Ημερήσια ρυπαντικά φορτία επεξεργασμένων λυμάτων</i>			
BOD ₅	χγρ/ημ	275	431
Αιωρούμενα στερεά	χγρ/ημ	385	604
Άζωτο	χγρ/ημ	165	259
Φώσφορος	χγρ/ημ	55	86

3.1 Σύστημα Επεξεργασίας – Αποδόσεις

Η μέθοδος επεξεργασίας που προσφέρεται είναι αυτή της ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό που επιτυγχάνει υψηλό βαθμό απομάκρυνσης των ρυπαντικών φορτίων και ταυτόχρονα παρουσιάζει μεγάλη ευελιξία και αντοχή στις διακυμάνσεις των υδραυλικών και ρυπαντικών φορτίων.

Το προσφερόμενο σύστημα επεξεργασίας παρέχει τη δυνατότητα για βιολογική απομάκρυνση του αζώτου (νιτροποίηση – απονιτροποίηση) και φωσφόρου με παράλληλα σταθεροποίηση της παραγόμενης ιλύος.

Τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων θα πληρούν κατά ελάχιστο τα όρια της πρότασης οδηγίας της ΕΟΚ/91/271 για ευαίσθητες περιοχές ειδικότερα. Επισημαίνεται η αναγκαιότητα απομάκρυνσης φωσφόρου με στόχο την τήρηση των απαιτήσεων της οδηγίας της ΕΟΚ για ευαίσθητες περιοχές (συγκέντρωση φωσφόρου στην έξοδο < 3 mg/l).

Στις περισσότερες περιπτώσεις άμεσης διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων σε θαλάσσιους αποδέκτες μέσω υποβρυχίων αγωγών, δίνεται προτεραιότητα στην απομάκρυνση του αζώτου και πρόβλεψη μελλοντικής απομάκρυνσης φωσφόρου. Η ιεράρχηση αυτή είναι δικαιολογημένη δεδομένου ότι κατά κανόνα σε θαλάσσιες περιοχές περιοριστικός παράγοντας του ευτροφισμού είναι το άζωτο, γεγονός που καθιστά την απομάκρυνσή του πιο άμεσης προτεραιότητας από την απομάκρυνση του φωσφόρου.

Ως μέθοδος απομάκρυνσης του φωσφόρου επιλέχθηκε η μέθοδος της βιολογικής απομάκρυνσης η οποία αποτελεί την λειτουργικά οικονομικότερη και περιβαλλοντικά ορθότερη (απουσία χημικών προσθέτων) διαδικασία. Η μέθοδος της χημικής απομάκρυνσης φωσφόρου έχει μεν χαμηλό αρχικό κόστος κατασκευής χαρακτηρίζεται όμως, όταν αποτελεί την αποκλειστική μέθοδο απομάκρυνσης φωσφόρου, από ιδιαίτερα υψηλές λειτουργικές δαπάνες λόγω του υψηλού κόστους των χημικών.

Επισημαίνεται ότι λόγω της απουσίας αναερόβιας χώνευσης και της επιλογής μηχανικής πάχυνσης ιλύος στις προσφερόμενες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων η μέθοδος της βιολογικής απομάκρυνσης του φωσφόρου έχει τη δυνατότητα επίτευξης πολύ υψηλού βαθμού απόδοσης (85 – 90 %) με συνέπεια τη δυνατότητα διατήρησης της συγκέντρωσης φωσφόρου στην εκροή σε επίπεδα μικρότερα των 3mg/l.

Η απομάκρυνση του φωσφόρου επιτυγχάνεται σε αναερόβια δεξαμενή ανάντη των βιολογικών αντιδραστηρίων, χωρισμένη σε 4 διαμερίσματα. Η δεξαμενή λειτουργεί και ως δεξαμενή βιοεπιλογής για την απάλειψη του φαινομένου διόγκωσης της ιλύος στην τελική καθίζηση. Κατά τον τρόπο αυτό δημιουργείται υψηλή φόρτιση στη δεξαμενή φωσφόρου που εξασφαλίζει την εξαίρεση των νηματοειδών βακτηριδίων που είναι υπεύθυνα για την διόγκωση της ιλύος.

Για την εύρυθμη λειτουργία του έργου έχουν κατασκευασθεί 2 ανεξάρτητες δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας που καλύπτουν όλες τις περιόδους της Α' φάσης με τον βέλτιστο αριθμό δεξαμενών σε λειτουργία και τη μικρότερη συντήρηση και την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Η κάθε δεξαμενή βιολογικής επεξεργασίας αποτελείται από 5 διακεκριμένες ζώνες. Οι δύο πρώτες ζώνες αποτελούν την αναερόβια ζώνη που επιτυγχάνεται η αναγωγή των νιτρικών σε αέριο άζωτο, ενώ οι τρεις τελευταίες αποτελούν την αερόβια ζώνη για την διάσπαση του οργανικού φορτίου και τη σταθεροποίηση της ιλύος.

Ο διαχωρισμός των παραπάνω ζωνών κρίθηκε απαραίτητος για την επίτευξη των υψηλών αποδόσεων στην απομάκρυνση του αζώτου και BOD₅ και την καλύτερη ρύθμιση της εσωτερικής ανακυκλοφορίας του ανάμεικτου υγρού. Επί πλέον των ανωτέρω παρέχεται ανάδευση κάθε ζώνης με ιδιαίτερους αργόστροφους αναδευτήρες.

Ο αερισμός των λυμάτων επιτυγχάνεται με διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας, διασκορπισμένους στον πυθμένα της αερόβιας ζώνης. Οι διαχυτές είναι του τύπου κυκλικού δίσκου ελαστικής μεμβράνης λεπτή φυσαλίδα.

Η ελαστική μεμβράνη είναι κατασκευασμένη με τη μέθοδο της ομοιόμορφης έγχυσης ελαστομερούς υλικού σε καλούπια έτσι ώστε να διασφαλίζεται η ομοιογενής κατανομή των μορίων του ελαστομερούς σε όλη τη μάζα της μεμβράνης. Η μεμβράνη είναι ειδικά κατασκευασμένη ώστε να μη χάνει τις αρχικές ελαστικές της ιδιότητες ακόμα και μετά από πολλά χρόνια εντατικής λειτουργίας. Το υλικό της έχει επίσης υψηλή χημική ανθεκτικότητα σε προσβολή από το διαβρωτικό περιβάλλον των προς επεξεργασία υγρών αποβλήτων.

Το πάχος του υλικού της μεμβράνης μεταβάλλεται από 2mm στην περιφέρεια σε 3mm προς το κέντρο ώστε να διασφαλίζεται ότι κατά την λειτουργία το άνοιγμα των οπών της μεμβράνης θα είναι το ίδιο τόσο στην περιφέρεια όσο και στο κέντρο γεγονός που διασφαλίζει την κατά το δυνατό σταθερή απόδοση μεταφοράς οξυγόνου σε όλο το εύρος παροχών της συνήθους λειτουργίας.

Οι οπές της μεμβράνης έχουν σχήμα I που έχει μελετηθεί ειδικά τόσο για την μεγιστοποίηση της απόδοσης σε μεταφορά οξυγόνου όσο και για το πλήρες κλείσιμο της οπής κατά την παύση λειτουργίας ώστε αφενός να μην εισέρχεται νερό προς τα πίσω στο εσωτερικό του διαχυτή και των σωληνώσεων παροχής αέρα, αφ'ετέρου δε να μην επιτρέπει επικάθηση ακαθαρσιών στο εσωτερικό της οπής του διαχυτή. Ο διαχυτής είναι έτσι αυτοκαθαριζόμενου τύπου ικανός για διακοπτόμενη λειτουργία (τουλάχιστον 50 κύκλοι/ ημέρα) δεδομένου ότι με το άνοιγμα της οπής κατά την έναρξη της διέλευσης του αέρα τυχόν ακαθαρσίες απομακρύνονται αυτόματα χωρίς να βουλώνουν οι οπές.

Επίσης για την εξοικονόμηση ενέργειας έχουν εγκατασταθεί φυσητήρες με σύστημα συνεχούς μεταβολής παροχής αέρα που λαμβάνουν σήματα από μετρητές D.O που είναι τοποθετημένα σε δύο αντιπροσωπευτικά σημεία της αερόβιας ζώνης.

Για την απολύμανση των λυμάτων χρησιμοποιείται διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (χλωρίωση), ενώ τα λύματα θα αποχλωριώνονται με διάλυμα θειώδους νατρίου (αποχλωρίωση) πριν την έξοδό τους προς τη θάλασσα.

Τέλος, έχει δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην περιβαλλοντική προστασία της περιοχής καθόσον προσφέρονται κτιριακά έργα εναρμονισμένα με το χαρακτήρα της περιοχής (επικλινείς κεραμμοσκεπείς στέγες), υπόγειες δεξαμενές, συστήματα απόσμησης και ηχοπροστασία κτιρίων φυσητήρων.

3.2 Συνοπτική περιγραφή του συστήματος επεξεργασίας

3.2.1 Έργα εισόδου και επεξεργασίας.

Τα έργα εισόδου και προεπεξεργασίας περιλαμβάνουν την εγκατάσταση υποδοχής των βοθρολυμάτων, το φρεάτιο άφιξης του ΚΑΑ, το φρεάτιο εισόδου, την εσχάρωση, την εξάμμωση και τον μετρητή παροχής.

Το φρεάτιο εισόδου, η εσχάρωση και ο εξαμμωτής είναι τοποθετημένα σε κλειστό κτίριο προεπεξεργασίας εφοδιασμένο με σύστημα μηχανικού εξαερισμού και απόσμησης. Σε ιδιαίτερο κλειστό χώρο πλήρως ηχομονωμένο του ίδιου κτιρίου είναι τοποθετημένοι οι αεροσυμπιεστές εξαμμωτή και δεξαμενής βοθρολυμάτων. Επίσης η δεξαμενή βοθρολυμάτων είναι κλειστή και εφοδιασμένη με σύστημα αεραγωγών που μεταφέρουν τον αέρα για απόσμηση στο κτίριο εσχάρωσης.

α. Εγκατάσταση υποδοχής βοθρολυμάτων

Κοντά στην είσοδο των ΕΕΛ και σε ειδικά διαμορφωμένο γήπεδο εκκένωσης τα βυτιοφόρα εκκενώνουν σε ειδικό κλειστό κανάλι εκκένωσης εφοδιασμένο με δύο ειδικές αεροστεγείς υποδοχές. Από το κανάλι εκκένωσης τα βοθρολύματα οδηγούνται σε κλειστή δεξαμενή συγκέντρωσης – εξισορρόπησης απ' όπου αντλούνται στο φρεάτιο εισόδου. Στη δεξαμενή τα βοθρολύματα αερίζονται με δίκτυο διαχυτήρων και διατηρούνται σε αιώρηση με τη βοήθεια χημικών αναδευτήρων.

β. Φρεάτιο άφιξης ΚΑΑ

Στο φρεάτιο άφιξης ΚΑΑ καταλήγει ο Κεντρικός Αποχετευτικός Αγωγός (ΚΑΑ) της Μυτιλήνης. Από το φρεάτιο άφιξης τα λύματα οδηγούνται με βαρύτητα στο φρεάτιο εισόδου στο κτίριο προεπεξεργασίας.

γ. Φρεάτιο εισόδου

Στο φρεάτιο εισόδου καταλήγουν τα λύματα της Μυτιλήνης, τα βοθρολύματα και τα στραγγίδια των ΕΕΛ. Το φρεάτιο έχει διπλό θάλαμο του οποίου τα δύο τμήματα μπορούν να απομονωθούν εναλλάξ με χειροκίνητα θυροφράγματα.

δ. Εσχάρωση

Η εσχάρωση αποτελείται από μια μηχανική εσχάρα και μια χειροκαθαριζόμενη. Τα εσχαρίσματα απομακρύνονται με συσκευή μεταφοράς – συμπίεσης και συγκεντρώνονται σε κάδους συλλογής.

ε. Εξάμμωση

Η αφαίρεση της άμμου από τα λύματα γίνεται με δίδυμο αεριζόμενο εξαμμωτή στον οποίο υπάρχουν επιμήκεις χώροι ηρεμίας για την συγκράτηση των λυπών. Η απομάκρυνση της άμμου θα γίνεται με κινούμενες παλινδρομικές γέφυρες και επιφανειακά ξέστρα για τα λύπη.

Η άμμος καθιζάνει στους πυθμένες των διαμερισμάτων και αντλείται σε ειδικό κεκλιμένο κοχλία πλύσης και διαχωρισμού του μείγματος άμμου/ νερού και καταλήγει σε κάδους συλλογής.

στ. Μέτρηση παροχής λυμάτων

Η μέτρηση της παροχής πραγματοποιείται με την μέτρηση Venturi, σε ανοικτά κανάλια και σε δύο θέσεις. Ένας μετρητής εγκαθίσταται ανάντη του αναερόβιου αντιδραστήρα και ο δεύτερος ανάντη της δεξαμενής επαφής.

3.2.2 Έργα βιολογικής επεξεργασίας

Τα έργα της βιολογικής επεξεργασίας σχεδιάστηκαν για να καλύψουν τις ανάγκες της Α' φάσης και αποτελούνται από φρεάτια διανομής, μια αναερόβια δεξαμενή, δυο βιολογικές δεξαμενές, κτίριο αεροσυμπιεστών, δύο δεξαμενές καθίζησης και αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού και ιλύος. Το κτίριο των αεροσυμπιεστών και τα φρεάτια διανομής καλύπτουν τις ανάγκες της Α' φάσης για τον ΗΛΜ εξοπλισμό και της Β' φάσης για τα έργα Π.Μ.

Στο φρεάτιο εισόδου της αναερόβιας δεξαμενής έχει τοποθετηθεί χειροκίνητο θυρόφραγμα και αγωγός παράκαμψής της. Ο αγωγός καταλήγει στο φρεάτιο εκροής της ίδιας δεξαμενής, που είναι συγχρόνως το φρεάτιο διανομής αερισμού. Επίσης στο φρεάτιο διανομής αερισμού έχει τοποθετηθεί χειροκίνητο θυρόφραγμα με αγωγό για την παράκαμψη του αερισμού, της καθίζησης και της απολύμανσης. Ο αγωγός θα καταλήγει στο θάλαμο εκροής του μεταερισμού.

α. Αναερόβια δεξαμενή

Η αναερόβια δεξαμενή η οποία χρησιμοποιείται για την βιολογική αφαίρεση του φωσφόρου χωρίζεται σε 4 διαμερίσματα και έχει εγκατασταθεί ανάντη του αερισμού. Η δεξαμενή λειτουργεί και ως δεξαμενή επιλογής για τον έλεγχο της πιθανής διόγκωσης της ιλύος. Η ανάμιξη του ανάμικτου υγρού στα επιμέρους διαμερίσματα θα γίνεται με αργόστροφους μηχανικούς αναμκτήρες.

Από την αναερόβια δεξαμενή τα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο διανομής αερισμού απ' όπου και ισοκατανέμεται προς τους δυο βιολογικούς αντιδραστήρες.

β. Βιολογικές δεξαμενές (ανοξικές – αερισμού)

Οι δυο γραμμές βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνουν τις **ανοξικές δεξαμενές** – όπου απομακρύνονται τα νιτρικά αναγόμενα σε αέριο άζωτο (απονιτροποίηση) – και τις **δεξαμενές αερισμού** – όπου απομακρύνονται οι οργανικές ουσίες και οξειδώνονται η αμμωνία σε νιτρικά (νιτροποίηση). Ανάντη της εκροής της αερόβιας ζώνης των δεξαμενών αερισμού βρίσκεται και το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού, που καταθλίβει τα λύματα στις ανοξικές ζώνες για να πραγματοποιείται η απονιτροποίηση. Από τις βιολογικές δεξαμενές τα λύματα υπερχειλίζουν και οδηγούνται στο φρεάτιο διανομής καθίζησης απ' όπου ισοκατανέμονται προς τις δύο δεξαμενές καθίζησης.

Η παροχή οξυγόνου στις δεξαμενές γίνεται με εμφύσηση αέρα στο ανάμικτο υγρό και η ανάμιξη στις δεξαμενές (αερισμού – ανοξικές) γίνεται με αργόστροφους μηχανικούς αναδευτήρες.

Λόγω της εφαρμοσμένης μεθόδου του παρατεταμένου αερισμού η ηλικία της ιλύος είναι αρκετά μεγάλη ούτως ώστε η παραγόμενη ιλύς να είναι πλήρως σταθεροποιημένη και να μπορεί να παχυνθεί και να αφυδατωθεί χωρίς να απαιτείται περαιτέρω σταθεροποίηση.

γ. Δεξαμενές Καθίζησης

Οι δεξαμενές καθίζησης είναι κυκλικές και το ανάμικτο υγρό οδηγείται από το φρεάτιο διανομής στο τύμπανο ηρεμίας κάθε δεξαμενής.

Στην περιφέρεια της δεξαμενής υπάρχει οδοντωτός υπερχειλιστής από τον οποίο υπερχειλίζουν τα επεξεργασμένα λύματα και από το περιμετρικό κανάλι καταλήγουν στη μονάδα απολύμανσης.

Η ενεργός ιλύς καθιζάνει στον πυθμένα της δεξαμενής απ'όπου ειδικά σχεδιασμένο σύστημα σάρωσης την ωθεί προς το κεντρικό κώνο συλλογής. Από τον κώνο η καθημένη ιλύς απομακρύνεται με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος.

Στην επιφάνεια κάθε δεξαμενής ανέρχονται οι επιπλέουσες ουσίες οι οποίες συγκρατούνται από μεταλλικό φράγμα και ωθούνται από επιφανειακό αποξεστήρα προς την ειδική χοάνη συλλογής απ'όπου καταλήγουν στα φρεάτια αφρών.

δ. Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος

Στο αντλιοστάσιο ιλύος καταλήγει με βαρύτητα η ιλύς που συλλέγεται από τον πυθμένα των δεξαμενών καθίζησης. Το μεγαλύτερο ποσοστό ιλύος αντλείται στην αναερόβια δεξαμενή για να διατηρείται σταθερή η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στις βιολογικές δεξαμενές. Η περίσσεια ιλύς απομακρύνεται από τη βιολογική επεξεργασία κατά τακτά χρονικά διαστήματα προς τη μονάδα μηχανικής πάχυνσης.

3.2.3 Έργα απολύμανσης

Τα έργα της μονάδας απολύμανσης είναι σχεδιασμένα για την τελική Β' φάση λειτουργίας και αποτελούνται από τον μετρητή παροχής, τη δεξαμενή χλωρίωσης, το φρεάτιο μετααερισμού και το συγκρότημα δοσομέτρησης χλωρίου και θειώδους νατρίου εγκατεστημένα στο κτίριο χλωρίωσης.

α. Μέτρηση παροχής απολύμανσης

Τα επεξεργασμένα λύματα από τις δεξαμενές καθίζησης καταλήγουν με βαρύτητα σε ανοικτό κανάλι όπου είναι εγκατεστημένος μετρητής Venturi.

β. Δεξαμενή χλωρίωσης

Από το μετρητή παροχής τα επεξεργασμένα λύματα καταλήγουν σε φρεάτιο ανάμιξης στο οποίο γίνεται προσθήκη υποχλωριώδους νατρίου και ισοκατανέμεται προς τα δύο διαμερίσματα χλωρίωσης που έχουν μαιανδρική μορφή. Από τη δεξαμενή τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο μετααερισμού.

γ. Συγκρότημα δοσομέτρησης χλωρίου

Το συγκρότημα δοσομέτρησης χλωρίου βρίσκεται εγκατεστημένο στο κτίριο χλωρίωσης και περιλαμβάνει αντλίες δοσομέτρησης, δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης και δεξαμενή αποθήκευσης.

δ. Συγκρότημα δοσομέτρησης θειώδους νατρίου

Το συγκρότημα αποχλωρίωσης βρίσκεται εγκατεστημένο σε ξεχωριστό θάλαμο του οικίσκου χλωρίωσης και περιλαμβάνει δοσομετρικές αντλίες και δοχεία αποθήκευσης και τροφοδοσίας διαλύματος θειώδους νατρίου.

ε. Φρεάτιο μεταερισμού

Τα επεξεργασμένα και απολυμασμένα λύματα οδηγούνται σε κλειστό φρεάτιο μεταερισμού όπου το υγρό εμπλουτίζεται σε διαλυμένο οξυγόνο με αλληπάλληλες υδραυλικές πτώσεις σε κλίμακα οξυγόνωσης.

Από το φρεάτιο τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού. Στο φρεάτιο καταλήγει και ο αγωγός παράκαμψης της βιολογικής επεξεργασίας.

3.2.4 Έργα διάθεσης λυμάτων στη θάλασσα

Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται στη θάλασσα. Στο φρεάτιο διάθεσης καταλήγει ο αγωγός επεξεργασμένων λυμάτων τα οποία διοχετεύονται από τον θάλαμο κανονικής λειτουργίας στον αγωγό διάθεσης και μέσω αυτού στο φρεάτιο εκτόνωσης του υποθαλάσσιου αγωγού. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης έχει προβλεφθεί αυτόματη υπερχειλίση των επεξεργασμένων λυμάτων στο θάλαμο υπερχειλίσης και διοχέτευση αυτών στον αγωγό παράκαμψης του αγωγού διάθεσης.

Ο αγωγός διάθεσης αποτελείται από το επίγειο τμήμα μήκους 145 m και το υποθαλάσσιο τμήμα μήκους 592 m εκ των οποίων τα τελευταία 42 m διαμορφώνονται σε διαχυτήρα. Ο διαχυτήρας εκβάλλει σε βάθος – 15 m.

3.2.5 Έργα επεξεργασίας ιλύος

Η περίσσεια ιλύς αντλείται με το αντλιοστάσιο περίσσειας ιλύος που βρίσκεται στο κτίριο ιλύος σε ενιαίο συγκρότημα τράπεζας πάχυνσης – ταινιοφιλτρόπρεσσας για να μειωθεί περαιτέρω ο όγκος της πριν την τελική διάθεσή της. Το κτίριο ιλύος είναι εφοδιασμένο με σύστημα μηχανικού εξερισμού και απόσμησης. Η εγκατάσταση πάχυνσης και αφυδάτωσης της ιλύος καλύπτει τις ανάγκες της Α' φάσης για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.

Πριν την είσοδο στην τράπεζα πάχυνσης η ιλύς αναμιγνύεται με διάλυμα πολυηλεκτρολύτη σε δεξαμενή κροκίδωσης. Το συγκρότημα δοσομέτρησης του πολυηλεκτρολύτη λειτουργεί αυτόματα. Η αφυδατωμένη ιλύς περιέχει τουλάχιστον

20% ολικά στερεά και μεταφέρεται με σύστημα μεταφορικών κοχλιών σε στεγασμένο κλειστό χώρο αποθήκευσης ιλύος.

3.2.6 Μονάδα ανακύκλωσης νερού

Έχει κατασκευασθεί μονάδα διύλισης σε αμμοδιυλιστήριο με U.V. δυναμικότητας 1200 m³ / ημ. Η εκροή συγκεντρώνεται σε δεξαμενή αποθήκευσης και χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των εσωτερικών αναγκών σε βιομηχανικό νερό και νερό άρδευσης.

4. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ Ε.Ε.Α.

4.1 Εγκατάσταση υποδοχής βοθρολυμάτων

4.1.1 Τεχνική περιγραφή

Η εγκατάσταση υποδοχής βοθρολυμάτων αποτελείται από το γήπεδο εκκένωσης βυτιοφόρων, τη δεξαμενή συγκέντρωσης εξισορρόπησης και το αντλιοστάσιο βοθρολυμάτων.

Όλη η εγκατάσταση βρίσκεται κοντά στην είσοδο των Ε.Ε.Α. σε μακρινή απόσταση από το κτίριο διοίκησης και σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο που επιτρέπει την κανονική πορεία των οχημάτων προς τα εμπρός χωρίς μανούβρες για την έξοδο των βυτιοφόρων και χωρίς άμεση επαφή με τα λοιπά κτίρια ή μονάδες.

Υπάρχουν δύο θέσεις – φρεάτια για εκκένωση βυτιοφόρων σε ειδικά κατασκευασμένες αεροστεγείς υποδοχές, Φ150 που καταλήγουν σε ανοικτό κανάλι πλάτους 0,6m για την μεταφορά των βοθρολυμάτων στη δεξαμενή συγκέντρωσης. Το κανάλι είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα ανθεκτικό στα θειικά και φέρει διαμορφωμένο με κλίση πυθμένα ώστε να διευκολύνει τη ροή των βοθρολυμάτων.

Πριν από την είσοδο στη δεξαμενή συγκέντρωσης έχει τοποθετηθεί χειροκαθαριζόμενη εσχάρα με διάκενα των 50 χιλιοστών για τη συγκράτηση των ογκωδών στερεών.

Η δεξαμενή συγκέντρωσης – εξισορρόπησης έχει όγκο 180 m³ φέρει διαμορφωμένο με κλίση πυθμένα ώστε να μπορεί να αδειάζει πλήρως η δεξαμενή με το αντλιοστάσιο βοθρολυμάτων.

Προκειμένου να μη δημιουργούνται ιζήματα στη δεξαμενή, αλλά και για τον προαερισμό των βοθρολυμάτων έχουν εγκατασταθεί στη δεξαμενή δύο αναδευτήρες (ο ένας εφεδρικός) οριζόντιας ροής τύπου έλικα με τους κατάλληλους μηχανισμούς καθώς και σύστημα παροχής και διανομής αέρα (δύο αεροσυμπιεστές και ανοξείδωτοι διαχυτήρες χονδρής φυσαλίδας).

Οι αεροσυμπιεστές έχουν τοποθετηθεί στο κτίριο προεπεξεργασίας μαζί με τους αεροσυμπιεστές της εξάμμισης σε ειδικά διαμορφωμένο και ανεξάρτητο θάλαμο για σύστημα μηχανικού εξαερισμού.

Στην έξοδο της δεξαμενής είναι εγκατεστημένα δύο όμοια αντλητικά συγκροτήματα (το ένα εφεδρικό) που καταθλίβουν τα βοθρολύματα στο φρεάτιο εισόδου. Τα αντλητικά συγκροτήματα είναι μη φρασσόμενου τύπου με πτερωτές τύπου Vortex που επιτρέπουν την διόδο των μεγάλων στερεών που περιέχονται συνήθως στα βοθρολύματα.

Για τον περιορισμό των οσμών έχει εγκατασταθεί δίκτυο αεραγωγών που μεταφέρει τον αέρα στο κτίριο της εσχάρωσης όπου είναι εγκατεστημένο και το σύστημα της απόσμησης.

4.1.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ 1 αφαιρετή εσχάρα με διάκενα 50 χιλ.
- ◆ 2 αεροστεγείς υποδοχές
- ◆ (1+1) αναδευτήρες οριζόντιας ροής, τύπου έλικα FLYGT SR4530, παροχής 0,24 m³ /s.
- ◆ (1+1) αεροσυμπιεστές θετικής εκτόπισης Robuschi, RB 40, παροχής 150 m³ / s στα 400 mbar.
- ◆ (1+1) υποβρύχιες αντλίες βοθρολυμάτων, FLYGT CP 3085 MT, παροχής 20 m³ /s στα 8 m.
- ◆ 2 x 6 ανοξείδωτους διαχυτήρες , Wiffley – Weber, CBS – 12, παροχής 3 – 40 m³/h.
- ◆ Ένας κάδος συλλογής εσχαρισμένων βοθρολυμάτων χωρητικότητας 1100 l.
- ◆ Ηλεκτρόδιο στάθμης.
- ◆ Αγωγό αέρα από τους αεροσυμπιεστές στους διαχυτήρες.
- ◆ Δίκτυο αεραγωγών για απόσμηση.

4.1.3 Έλεγχος λειτουργίας

Η λειτουργία των αεροσυμπιεστών αναδευτήρων, αντλιών ελέγχεται από ηλεκτρόδια στάθμης και με χρονοδιακόπτες και εναλλάσσεται με κατάλληλο αυτοματισμό για την ομαλή φθορά της. Επίσης υπάρχει αυτόματη χειροκίνητη επιλογή καθώς και τοπικοί διακόπτες.

Οπτικοακουστικό σήμα στο χώρο της εκκένωσης και στο κτίριο της διοίκησης για την απαγόρευση εκκένωσης βυτιοφόρων ενεργοποιείται στην περίπτωση που η στάθμη των υγρών στη δεξαμενή συγκέντρωσης – εξισορρόπησης υπερβεί καθορισμένη στάθμη.

4.2 Φρεάτιο άφιξης και εισόδου

4.2.1 Τεχνική περιγραφή

Το φρεάτιο άφιξης διαστάσεων 2,4 x 2,4 m² έχει τοποθετηθεί στην είσοδο των Ε.Ε.Α. και καταλήγει σε αυτό ο Κ.Α.Α Φ600. Στο φρεάτιο έχουν τοποθετηθεί επίσης δύο αναμονές σωληνώσεων Φ150 όπου μελλοντικά θα καταλήγουν δυο μελλοντικοί αγωγοί.

Από το φρεάτιο άφιξης ξεκινά αγωγός βαρύτητας που καταλήγει στο φρεάτιο εισόδου που βρίσκεται τοποθετημένο στο χώρο της εσχάρωσης.

Στο φρεάτιο εισόδου καταλήγουν επίσης οι καταθλιπτικοί αγωγοί των βοθρολυμάτων και των στραγγιδίων, έχουν τοποθετηθεί δε δυο χειροκαθαριζόμενες εσχάρες με διάκενα 50 χιλιοστά για προστασία του κατάντη η/μ εξοπλισμού.

4.2.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ 2 θυροφράγματα, πλάτους 1,0 m.
- ◆ 2 αφαιρετές χειροκαθαριζόμενες εσχάρες, πλάτους 1,0 m με διάκενα 50 χιλ.

4.3 Μονάδα εσχάρωσης

4.3.1 Τεχνική περιγραφή

Η μονάδα εσχάρωσης αποτελείται από δύο μηχανικά καθαριζόμενες εσχάρες (η μία για τη Β' φάση), μία χειρονακτικά καθαριζόμενη εσχάρα παράκαμψης καθώς και τον συναφή εξοπλισμό για την αποκομιδή, μεταφορά και αφυδάτωση και τελική απομάκρυνση των εσχαρισμάτων.

Η διώρυγες των εσχάρων έχουν πλάτος 1,00 m και ύψος 1,6 m ενώ στους πυθμένες είναι τοποθετημένοι αγωγοί Φ400 με δικλείδες για τη στράγγιση των καναλιών. Κάθε κανάλι αυτόματης εσχάρας απομονώνεται ανάντη και κατάντη με χειροκίνητα θυροφράγματα, τα οποία είναι επισκέψιμα μέσω διαδρομών από εσχαρωτό δάπεδο, όπως εξ' άλλου καλυμμένα είναι και η διώρυγα της παρακαμπτήριας εσχάρας.

Όλος ο εξοπλισμός είναι εγκατεστημένος σε κτίριο που φέρει σύστημα απαγωγής του αέρα και διοχέτευσης του σε φίλτρο απόσμησης.

Μηχανικά καθαριζόμενες εσχάρες

Κάθε εσχάρα περιλαμβάνει συστοιχία παράλληλων και ευθύγραμμων ράβδων από ανοξείδωτο χάλυβα, ενσωματωμένων σε χαλύβδινο πλαίσιο, ανοίγματα μεταξύ τους. Επιλέχθηκε η εγκατάσταση εσχάρας με μικρά διάκενα 15 mm.

Η κλίση της εσχάρας είναι περίπου 75°. Το πλαίσιο περιβάλλει τις ράβδους και διαμορφώνει μια στιβαρή κατασκευή που αντέχει στις μέγιστες δυνατές στατικές υδραυλικές δυνάμεις λόγω της ροής των λυμάτων και δεν παρουσιάζει καμπτικές παραμορφώσεις ή τρανταγμούς που μπορεί να επιδράσουν αρνητικά στη λειτουργία της εσχάρας. Όλα τα κινούμενα μέρη βρίσκονται πάνω από την ανώτατη στάθμη υγρού και μπορούν να λιπανθούν ενώ ταυτόχρονα μεγιστοποιείται η διάρκεια ζωής τους.

Η απομάκρυνση των εσχαρισμάτων που συγκρατούνται από τις ράβδους της εσχάρας γίνεται με σύστημα συνεχούς καθαρισμού, ατέρμονος τύπου που λειτουργεί ανάντη της εσχάρας. Το ξέστρο είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα και τα κτένια εμπλέκονται σε όλο το πλάτος των ράβδων. Τα εσχαρίσματα κατά την ανοδική κίνηση του ξέστρου μεταφέρονται στο άνω σημείο των ράβδων και στη συνέχεια συνεχίζουν σε επίπεδη ποδιά σε προέκταση των ράβδων μέχρι του ανώτατου σημείου κίνησης του ξέστρου από όπου απορρίπτονται στον μεταφορικό κοχλία κατάντη της εσχάρας.

Κατά την παύση της λειτουργίας ο βραχίονας με το ξέστρο βρίσκεται έξω από τα λύματα. Η κίνηση του βραχίονα γίνεται με τη βοήθεια ενός ηλεκτροκινητήρα αντiekρηκτικού τύπου 0,75 kW και ατέρμονη αλυσίδα.

Η εσχάρα διαθέτει εξέδρα συντήρησης για τον έλεγχο και τη συντήρηση της μονάδας κίνησης. Η εξέδρα είναι εφοδιασμένη με κιγκλίδωμα ασφαλείας και κλίμακα πρόσβασης.

Χειροκίνητη εσχάρα

Η χειροκίνητη εσχάρα έχει άνοιγμα 20 mm και διαστάσεις 1,00 x 0,60 m, είναι δε κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα. Τα εσχαρίσματα απομακρύνονται με δίκρανο και απορρίπτονται σε διάτρητο καλάθι κατάντη της εσχάρας. Το καλάθι είναι αφαιρετό και τα εσχαρίσματα αδειάζονται στο δοχείο αποθήκευσης.

Βοηθητικός εξοπλισμός

Ο βοηθητικός εξοπλισμός αποτελείται από το μεταφορικό κοχλία, την πρέσα εσχαρισμάτων και τα δοχεία συλλογής.

Η πρέσα εσχαρισμάτων είναι τύπου έλικα χωρίς κεντρικό άξονα. Τα νερά που κατά τη συμπίεση εκρέουν οδηγούνται στο φρεάτιο του δικτύου στραγγιδίων.

4.3.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ 1 μηχανικά καθαριζόμενη εσχάρα, πλάτους 1,0 m με διάκενα 15 χιλ.
- ◆ 1 χειροκαθαριζόμενη σταθερή εσχάρα, πλάτους 1,0 m με διάκενα 15 χιλ.
- ◆ 1 μεταφορικός κοχλίας εσχαρισμάτων.
- ◆ 1 πρέσα εσχαρισμάτων.
- ◆ 2 τροχήλατοι κάδοι μεταφοράς εσχαρισμάτων χωρητικότητας 1.100 l.
- ◆ 4 θυροφράγματα, πλάτους 1,0 m.
- ◆ 1 μετρητή διαφορικής στάθμης.
- ◆ 1 πλήρες σύστημα απόσμησης.

Όλοι οι κινητήρες των μηχανημάτων είναι αντιακρηκτικού τύπου.

4.3.3 Έλεγχος λειτουργίας

Η αυτόματη εσχάρα λειτουργεί αυτόματα με την ανίχνευση διαφοράς στάθμης ανάντη και κατάντη της εσχάρας. Κατά τη λειτουργία της εσχάρας με τη σταδιακή έμφραξή της παρατηρείται ανύψωση της στάθμης ροής.

Η διαφορά στάθμης (ανάντη/ κατάντη) μετράται συνεχώς με τη βοήθεια του ανιχνευτή στάθμης και όταν η διαφορά είναι να υπερβεί μια προκαθορισμένη ρύθμιση ενεργοποιείται αυτόματα το κτένι της εσχάρας και μεταφέρει τα εσχαρίσματα στον μεταφορικό κοχλία. Η κίνηση του μεταφορικού κοχλία για την μεταφορά των εσχαρισμάτων στην πρέσα και την απόρριψή τους στους κάδους ενεργοποιείται από το σύστημα μέτρησης της διαφοράς στάθμης και προηγείται της ενεργοποίησης της εσχάρας.

Ο έλεγχος της λειτουργίας της εσχάρας μπορεί να γίνει και με χρονικό προγραμματισμό, έτσι ώστε σε κάθε περίπτωση να εξασφαλίζεται η περιοδική ενεργοποίηση του χτενιού και του μεταφορικού κοχλία.

Επιπλέον η εκκίνηση της εσχάρας μπορεί να γίνει και χειρονακτικά.

Σε περίπτωση βλάβης της εσχάρας τα λύματα υπερχειλίζουν προς τη διώρυγα της χειρονακτικά καθαριζόμενης εσχάρας.

4.4 Αεριζόμενος εξαμμωτής

4.4.1 Τεχνική περιγραφή

Η μονάδα εξάμμωσης – απολίπανση αποτελείται από δύο παράλληλες δεξαμενές ωφέλιμης δυναμικότητας $2 \times 90 \text{ m}^3$ με μήκος 11,20 m και πλάτος 5,0 m και ωφέλιμο βάθος υγρού 3,6 m.

Η είσοδος των λυμάτων γίνεται μέσω ανοιγμάτων διαστάσεων 1,00 x 0,75 m και η έξοδος μέσω δύο υπερχειλιστών πλάτους 2,8 m ο κάθε ένας. Η απομόνωση των εξαμμωτών γίνεται με χειροκίνητα θυροφράγματα, έτσι ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση της μιας εκ των δύο δεξαμενών. Δεν κρίθηκε απαραίτητο να κατασκευαστεί κανάλι παράκαμψης των εξαμμωτών για τους παρακάτω λόγους:

- ◆ Προσφέρονται δύο εξαμμωτές και σύμφωνα με τους υδραυλικούς υπολογισμούς είναι δυνατή η διέλευση του συνόλου της παροχής αιχμής από τον ένα εξαμμωτή.
- ◆ Το είδος του εξοπλισμού είναι τέτοιο, που δεν απαιτεί εργασίες παρατεταμένης συντήρησης.

Για την επίτευξη σπειροειδούς κίνησης των λυμάτων, κατά μήκος κάθε εξαμμωτή τοποθετούνται διαχυτήρες για τη διοχέτευση αέρα. Η διοχέτευση του αέρα γίνεται με τρεις αεροσυμπιεστές δυναμικότητας $300 \text{ m}^3 / \text{h}$ ο καθένας, εκ των οποίων ο ένας εφεδρικός, που είναι τοποθετημένοι στο κτίριο προεπεξεργασίας σε ιδιαίτερο θάλαμο.

Η άμμος που συλλέγεται στις αύλακες των πυθμένων απομακρύνεται με αντλίες άμμου και οδηγείται σε συγκρότημα αμμοδιαχωριστή που είναι τοποθετημένος στο κτίριο της εσχάρωσης.

Πλευρικά σε κάθε εξαμμωτή είναι κατασκευασμένα πετάσματα για την καταστροφή ενέργειας και τη δημιουργία πλευρικής ζώνης ηρεμίας πλάτους 1,5 m. Στην επιφάνεια της ζώνης ηρεμίας συγκεντρώνονται τα επιπλέοντα λίπη τα οποία στη συνέχεια οδηγούνται από επιφανειακούς σαρωτές, που βρίσκονται στην παλινδρομική γέφυρα, προς φρεάτια συλλογής λιπών που βρίσκονται στο κατάντη των εξαμμωτών.

Τα φρεάτια συλλογής λιπών συνδέονται μεταξύ τους με παράπλευρο φρεάτιο αποθήκευσης λιπών που φέρει θυροφράγμα στον αγωγό στραγγιδίων για τη μεταφορά των στραγγιδίων στο δίκτυο.

Παλινδρομική γέφυρα

Η γέφυρα είναι κατασκευασμένη από ολόσωμους φορείς από κοιλοδοκούς ενισχυμένους εγκαρσίως. Το δάπεδο έχει εσχάρες από χαλυβδόλαμες 30 x 3 mm.

Η γέφυρα κινείται επάνω στα εξωτερικά τοιχία μέσω τεσσάρων τροχών διαμέτρου 150 mm. Δύο από τους τροχούς είναι κινητήριοι και κινούνται, μέσω αμφίπλευρου άξονα, από ηλεκτροκινητήρα με μειωτήρα στροφών που βρίσκεται στη γέφυρα. Τέσσερις μικρότεροι τροχοί κατευθύνουν τη γέφυρα στη στέψη των τοιχωμάτων. Η

ρευματοδότηση γίνεται με εναέριο καλώδιο ισχύος εξοπλισμένο με στροφείο. Η κίνηση της γέφυρας οριοθετείται από ηλεκτρονικούς διακόπτες τέρματος.

Από τα δύο άκρα της γέφυρας είναι αναρτημένα σάρωτρα λιπών τα οποία ωθούν τα λίπη προς τα φρεάτια συλλογής κατάντη των εξαμωτών. Το φρεάτιο διαμορφώνεται με κεκλιμένη γλίστρα και κλίση 15° , ώστε το σάρωτρο να αποθέτει τα επιπλέοντα μέσα στο φρεάτιο.

Φυσητήρες

Οι τρεις λοβοειδείς φυσητήρες βρίσκονται μέσα στο κτίριο προεπεξεργασίας. Στο ίδιο κτίριο είναι εγκατεστημένος ο ηλεκτρικός πίνακας σε ξεχωριστό θάλαμο.

Οι σωλήνες κατάθλιψης του αέρα είναι εφοδιασμένες με σιγαστήρες εξόδου, βαλβίδες αντεπιστροφής, βαλβίδες ασφαλείας και βαλβίδες απομόνωσης. Η αναρρόφηση του αέρα γίνεται μέσω φίλτρων και σιγαστήρων εισόδου. Είναι επίσης εξοπλισμένοι με αντικραδασμικούς συνδέσμους και στηρίγματα βάσης. Οι φυσητήρες χαρακτηρίζονται από τη δυνατότητα διοχέτευσης μεγάλης παροχής αέρα σε μικρή πίεση, με διατήρηση της παροχής σταθερής για μεταβαλλόμενες τιμές πίεσης.

Η διοχέτευση του αέρα στις δεξαμενές γίνεται μέσω ανοξείδωτων διαχυτήρων χονδρής φυσαλίδας, που διατάσσονται κατά μήκος και παράλληλα προς τον διαχωριστικό τοίχο των δύο εξαμωτών σε βάθος 3,00 m. Είναι εγκατεστημένοι 2 x 12 διαχυτήρες.

Η παροχέτευση αέρα σε κάθε διαχυτήρα γίνεται με κατακόρυφους ανοξείδωτους σωλήνες. Κάθε σωλήνας διαμέτρου 1,5 στερεώνεται στο πλευρικό τοίχιο και μεταφέρει δύο διαχυτήρες, απομονώνεται δε με ball valves και ρακόρ αποσύνδεσης.

Αντλίες άμμου

Η αφαίρεση της άμμου από τον πυθμένα του κάθε εξαμωτή γίνεται με αντλία τύπου Vortex.

Οι αντλίες είναι τοποθετημένες στον ειδικά διαμορφωμένο κώνο στο άκρο εισόδου του κάθε εξαμωτή, ενώ εναλλακτικά μπορούν να αναρτηθούν από την παλινδρομική γέφυρα.

4.4.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ 2 παλινδρομικές γέφυρες εξάμωσης, W.D.A. 8, Waterplan s.p.a
- ◆ (2+1) ανοξείδωτους αποσυμπιεστές RB – LP 50, Robuschi, παροχής $300 \text{ m}^3 / \text{h}$ στα 4 m.
- ◆ (2x12) ανοξείδωτους διαχυτήρες Wilfley – Weber, CBS – 12
- ◆ (2+1) αντλίες άμμου FLYGT, D45, παροχής $9 \text{ m}^3 / \text{h}$ στα 7m.
- ◆ 1 συγκρότημα αμμοδιαχωριστή, Ecoplants SES30, δυναμικότητας $40 \text{ m}^3/\text{h}$.
- ◆ 2 θυροφράγματα, πλάτους 1,0 m.
- ◆ 2 τροχήλατοι κάδοι χωρητικότητας 1100 λίτρων.
- ◆ 1 πλήρες σύστημα απόσμησης.

4.4.3 Έλεγχος λειτουργίας

Οι παλινδρομικές γέφυρες λειτουργούν αυτόματα μέσω σήματος από τον μετρητή παροχής προεπεξεργασίας και με ρυθμιζόμενο χρονοδιακόπτη.

Η λειτουργία των αεροσυμπιεστών είναι συνεχής και με χρονοδιακόπτες και εναλλάσσεται με κατάλληλο αυτοματισμό για την ομαλή φθορά τους. Επίσης, υπάρχει αυτόματη και χειροκίνητη επιλογή καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας. Το σύστημα τροφοδότησης αέρα λειτουργεί με τον εφεδρικό αποσυμπιεστή συνδεδεμένο έτσι ώστε να μπαίνει σε λειτουργία εάν δημιουργηθεί μια μη αναμενόμενη πτώση πίεσης στο σύστημα σωλήνων διανομής.

Ο κοχλίας πλύσης και διαχωρισμού άμμου θα διασυνδεθεί λειτουργικά με τις γέφυρες ώστε να έχει καθυστερημένη έναρξη και παράταση λειτουργίας, ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρης αφυδάτωση της άμμου. Επίσης, υπάρχει αυτόματη και χειροκίνητη επιλογή καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας.

Σε περίπτωση βλάβης οποιουδήποτε μηχανήματος τίθεται αυτόματα σε λειτουργία το αντίστοιχο εφεδρικό, με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο διοίκησης.

Ανάντη του άκρου εξόδου του κάθε εξαμμωτή έχει εγκατασταθεί ένας αυτόματος ανιχνευτής στάθμης λυμάτων, που σε περίπτωση υπέρβασης της ανώτατης στάθμης λειτουργίας θα διακοπεί η παροχέτευση λυμάτων στις εγκαταστάσεις (διακόπτοντας τη λειτουργία των αντλιοστασίων της πόλης), με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο διοίκησης.

4.5 Μετρήσεις παροχής

4.5.1 Τεχνική περιγραφή

Η μέτρηση της παροχής γίνεται σε μετρητή Venturi με στένωση 0,84 m. Η στένωση σχεδιάζεται σύμφωνα με το BS 3680.

Το πλάτος της διώρυγας ανάντη και κατάντη της στένωσης είναι 1,20 m και το ευθύγραμμο μήκος ανάντη της στένωσης είναι μεγαλύτερο από 25 m. Όπως προκύπτει από του υδραυλικούς υπολογισμούς σε κάθε περίπτωση ο λόγος του κατάντη βάθους προς το ανάντη είναι μικρότερος του 0,70 %.

Ο μετρητής τύπου υπερήχων και αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

- ◆ Αισθητήριο στάθμης
- ◆ Πομπό σήματος
- ◆ Όργανο στιγμιαίας παροχής
- ◆ Καταγραφικό παροχής

4.5.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ♦ 2 μετρητές παροχής (Venturi) με αισθητήριο υπερήχων FDU 80 και ενισχυτή FMU 861, Endress + Hauser.

4.5.3 Έλεγχος λειτουργίας

Το όργανο στιγμιαίας ένδειξης παροχής κάθε μετρητή είναι τοποθετημένο στον κεντρικό πίνακα ελέγχου των Ε.Ε.Α.

Το όργανο είναι ψηφιακό και δίνει τη στιγμιαία ένδειξη παροχής $m^3/ώρα$. Η κεντρική μονάδα ελέγχου δέχεται σήμα από το όργανο και το μετατρέπει σε αθροιστικές ενδείξεις της παροχής.

Το όργανο διαθέτει την κατάλληλη υποδοχή στην οποία έχει συνδεθεί το καταγραφικό παροχής, ενώ διαθέτει επίσης κατάλληλο μηχανισμό μετάδοσης σήματος στο PLC για το αυτόματο έλεγχο της λειτουργίας διαφόρων μηχανημάτων.

4.6 Αναερόβια δεξαμενή – Φρεάτιο διανομής αερισμού

4.6.1 Τεχνική περιγραφή

Στην αναερόβια δεξαμενή γίνεται απελευθέρωση του φωσφόρου και πρόσληψη άνθρακα και η ανάπτυξη των πολυφωσφορικών βακτηριδίων τα οποία στη συνέχεια στις δεξαμενές αερισμού υπό αερόβιες συνθήκες επαναπροσλαμβάνουν το φώσφορο και δημιουργούν την πλούσια σε φώσφορο ιλύ μέσω της οποίας, με την απομάκρυνση της, επιτυγχάνεται μείωση των συγκεντρώσεων φωσφόρου στα λύματα.

Τα λύματα από τον εξαμμωτή οδηγούνται στη μονάδα βιολογικής απομάκρυνσης του φωσφόρου (αναερόβια δεξαμενή). Έχει κατασκευαστεί μια αναερόβια δεξαμενή συνολικού όγκου $1,715 m^3$, που αποτελείται από τέσσερα επιμέρους διαμερίσματα διαστάσεων $9,50 \times 9,50 m$, τα οποία επικοινωνούν με υποβρύχιες οπές. Σε επόμενη φάση έχει γίνει πρόβλεψη για επέκταση της δεξαμενής με την κατασκευή δύο ακόμη ιδίων διαμερισμάτων.

Μετά την αναερόβια δεξαμενή τα λύματα καταλήγουν στο φρεάτιο μερισμού των δεξαμενών αερισμού. Στην είσοδο της δεξαμενής εγκαθίσταται θυρόφραγμα διαστάσεων $1,00 / 1,20$ για την απομόνωση της δεξαμενής, ώστε να είναι δυνατή η συντήρηση. Για το λόγο αυτό έχει τοποθετηθεί θυρόφραγμα στον πυθμένα και αγωγός που οδηγεί απ' ευθείας τα λύματα στο φρεάτιο μερισμού των δεξαμενών αερισμού.

Το φρεάτιο διανομής αερισμού κατασκευάζεται από την παρούσα φάση για την κάλυψη των αναγκών και της επομένης. Στη θέση των υπερχειλιστών της επόμενης φάσης κατασκευάζεται τοίχιο προσωρινής απομόνωσης.

Οι υπερχειλιστές είναι ανοξείδωτοι, ενώ τα δύο θυροφράγματα απομόνωσης των δεξαμενών αερισμού διαμέτρου $\Phi 800$ χυτοσίδηρα.

Αναδευτήρες

Η ανάδευση στη δεξαμενή επιτυγχάνεται μέσω τεσσάρων αργόστροφών αναδευτήρων (ένα σε κάθε διαμέρισμα) απορροφούμενης ισχύος $4 \times 4 = 16 \text{ kW}$, τοποθετημένοι στα άκρα των διαμερισμάτων για τη βέλτιστη ανάδευση.

Οι αναδευτήρες είναι κατακόρυφου άξονα, με προπέλα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα διαμέτρου 2,200 mm.

4.6.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ (4+1) αργόστροφοι αναδευτήρες, FLYGT, SR 4430
- ◆ 1 θυρόφραγμα απομόνωσης της δεξαμενής, πλάτους, 1,20 m
- ◆ 1 θυρόφραγμα πυθμένα Φ800 παράκαμψης της δεξαμενής
- ◆ 2 θυροφράγματα πυθμένα για διανομή της παροχής της δεξαμενής αερισμού Φ800
- ◆ 2 αυτόματοι ανιχνευτές στάθμης λυμάτων

4.6.3 Έλεγχος λειτουργίας

Η λειτουργία των αναδευτήρων ελέγχεται με χρονοδιακόπτες ενώ θα υπάρχει αυτόματη και χειροκίνητη επιλογή καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας.

Σε περίπτωση βλάβης ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα στο κτίριο διοίκησης.

Στην έξοδο της δεξαμενής έχει εγκατασταθεί ένας αυτόματος ανιχνευτής στάθμης λυμάτων, που σε περίπτωση υπέρβασης της ανώτατης στάθμης λειτουργίας θα διακόπτει την παροχέτευση των λυμάτων στις εγκαταστάσεις (διακόπτοντας τη λειτουργία των αντλιοστασίων της πόλης), με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο διοίκησης.

4.7 Βιολογικές δεξαμενές (ανοξικές – αερισμού)

4.7.1 Τεχνική περιγραφή

Σε πρώτη φάση έχουν κατασκευαστεί δύο βιολογικοί αντιδραστήρες συνολικού όγκου $2 \times 4.290 = 8.580 \text{ m}^3$.

Σε κάθε αντιδραστήρα είναι διαμορφωμένο ένα φρεάτιο ιλύος και πέντε διαμερίσματα, που επικοινωνούν με υποβρύχιες οπές. Ειδικότερα κάθε αντιδραστήρας χωρίζεται σε :

Διαμέρισμα Δ1	ενεργού όγκου	740 m ³
Διαμέρισμα Δ2	ενεργού όγκου	775 m ³
Διαμέρισμα Δ3	ενεργού όγκου	590 m ³
Διαμέρισμα Δ4	ενεργού όγκου	1.165 m ³
Διαμέρισμα Δ5	ενεργού όγκου	985 m ³

Φρεάτιο ιλύος	ενεργού όγκου	35 m ³
Σύνολο		4.290 m ³

Τα ανεπεξέργαστα λύματα και η ανακυκλοφορούσα ιλύς από το φρεάτιο μερισμού οδηγείται στο Διαμέρισμα Δ1 κάθε αντιδραστήρα. Στη συνέχεια το ανάμικτο υγρό αφού διέλθει διαδοχικά από τα υπόλοιπα διαμερίσματα που επικοινωνούν μέσω ανοιγμάτων εξέρχονται από τον αντιδραστήρα μέσω υπερχειλιστή που εγκαθίσταται στο άκρο του Διαμερίσματος Δ5 και οδηγείται μέσω διάβρυγας συλλογής και αγωγού Φ800 στο φρεάτιο μερισμού των Δεξαμενών Τελικής Καθίζησης.

Για την υποβοήθηση της απονιτροποίησης γίνεται εσωτερική ανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού από το Διαμέρισμα Δ5 προς το Διαμέρισμα Δ1.

Πριν από την είσοδο του στην ανοξική περιοχή (Διαμέρισμα Δ1) το εσωτερικά ανακυκλοφορούμενο ανάμικτο υγρό εισέρχεται σε φρεάτιο/δεξαμενή χωρητικότητας 35 m³ στο οποίο η πυκνή ιλύς του φρεατίου σε συνδυασμό με την ανοδική πορεία του ανάμικτου υγρού επιτυγχάνει την κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου που μεταφέρεται από τη δεξαμενή αερισμού (Δ5) έτσι ώστε εξασφαλίζονται ανοξικές συνθήκες στα ανοξικά διαμερίσματα.

Ο απαιτούμενος συντελεστής ανακυκλοφορίας νιτρικών (άθροισμα των συντελεστών εσωτερικής ανακυκλοφορίας rA και ανακυκλοφορίας από τις ΔTK, r) μπορεί να υπολογισθεί από το ισοζύγιο νιτρικών στο σύστημα.

Με την παραδοχή ότι το άζωτο που χρησιμοποιείται για σύνθεση ισούται με το 15% του αζώτου εισόδου προκύπτει:

$$r + rA = [0,85 (NH_4 \times N_{ε_{ις}}) \times (NH_4 \times N_{ε_{ξ}}) / (NO_3 \times N_{ε_{ξ}})] - 1$$

$$\text{Για } NH_4 - N_{ε_{ισόδου}} = 35 \text{ mg/l}$$

$$NH_4 - N_{ε_{ξόδου}} = 2 \text{ mg/l}$$

$$NO_3 - N_{ε_{ξόδου}} = 5\omega \text{ mg/l}$$

το σύνολο r + rA ισούται με 4,55 και δεδομένου ότι η ανακυκλοφορία ιλύος ανέρχεται σε : r = 670 x 24/10.750 = 1,5 ο απαιτούμενος συντελεστής εσωτερικής ανακυκλοφορίας rA = 3,05.

Σε κάθε δεξαμενή είναι εγκατεστημένες τρεις αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 134 l/s η κάθε μία.

Στο φρεάτιο ιλύος έχει διαμορφωθεί υπερχειλιστής καμπύλης στέψης απ' όπου η εσωτερική ανακυκλοφορία εισέρχεται στο Διαμέρισμα Δ1.

Τα διαμερίσματα Δ1 και Δ2 συνολικού όγκου 2 x 1.515 = 3.030 m³ λειτουργούν πάντα σε ανοξικές συνθήκες για την απομάκρυνση των νιτρικών. Κάθε διαμέρισμα είναι εξοπλισμένο με δύο υποβρύχιους αναδευτήρες τύπου SR 4430 της Flygt ισχύος

4 kW (27 rpm) για να διατηρείται το ανάμικτο υγρό σε αιώρηση. Συνεπώς η παρεχόμενη ισχύς ανάδευσης ανέρχεται σε $2 \times 4.000/775 = 10,3 \text{ W/m}^3 > 8 \text{ W/m}^3$ που είχαν καθοριστεί από τα τεύχη δημοπράτησης.

Το διαμέρισμα Δ3 συνολικού όγκου 1.080 m^3 λειτουργεί είτε ως ανοξική ζώνη είτε ως αερόβια. Για τον λόγο αυτό είναι εξοπλισμένο με δύο μπαταρίες διαχυτήρων και ένα υποβρύχιο αναδευτήρα τύπου SR 4650 της Flygt ισχύος 5,0 kW (490 rpm). Η παρεχόμενη ισχύς ανάδευσης ανέρχεται σε $5.000/540 = 9,3 \text{ W/m}^3 > 5 \text{ W/m}^3$ που είχε καθοριστεί από τα τεύχη δημοπράτησης. Ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες κατά τη διάρκεια του έτους το Δ3 λειτουργεί είτε σαν αερόβια ζώνη είτε σαν ανοξική. Ειδικότερα το χειμώνα λειτουργεί σαν αερόβια ζώνη ώστε να παρέχεται σύνολο αερόβιου όγκου 5.450 m^3 . Τις άλλες περιόδους του χρόνου (θερμοκρασία λυμάτων $T > 18^\circ\text{C}$) λειτουργεί σαν ανοξική ζώνη. Έτσι παρέχεται επαρκής όγκος αερόβιας ζώνης ($V = 4.300 \text{ m}^3$) ώστε η συγκέντρωση αμμωνίας να διατηρείται $< 2 \text{ mg/l}$ με συντελεστή ασφαλείας 2, ενώ παράλληλα αυξάνει ο όγκος της ανοξικής ζώνης σε 3.610 m^3 . Έτσι η συγκέντρωση νιτρικών στην εκροή είναι μικρότερη από 5 mg/l ενώ παράλληλα γίνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Στη συνέχεια το ανάμικτο υγρό εισέρχεται στα διαμερίσματα Δ4 και Δ5 συνολικού όγκου $2 \times 2.150 = 4.300 \text{ m}^3$ που λειτουργούν συνέχεια σαν αερόβιες ζώνες. Στη ζώνη Δ4 ($V = 1.165 \text{ m}^3$) είναι εγκατεστημένες τέσσερις μπαταρίες διαχυτήρων και ένας υποβρύχιος αναδευτήρας SR 4660 της Flygt ισχύος 10 kW (490 rpm). Η παρεχόμενη ισχύς ανάδευσης ανέρχεται σε $10.000/1.165 = 8,5 \text{ W/m}^3$.

Στη ζώνη Δ5 ($V = 985 \text{ m}^3$) είναι εγκατεστημένες τρεις μπαταρίες διαχυτήρων και ένας υποβρύχιος αναδευτήρας SR 4650 της Flygt ισχύος 5 kW (490 rpm). Η ανερχόμενη ισχύς ανάδευσης ανέρχεται σε $5.000/985 = 5,1 \text{ W/m}^3$. Η τελευταία μπαταρία διαχυτήρων είναι εγκατεστημένη σε αρκετή απόσταση από τις αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν θα εισέρχεται αέρας στην προπέλα της αντλίας για την αποφυγή σπηλαίωσης. Ανάντη του υπερχειλιστή εξόδου είναι εγκατεστημένο ανοξείδωτο φράγμα ηρεμίας ώστε να μην υπερχειλίζουν τα επιπλέοντα προς τις δεξαμενές καθίζησης. Ο υπερχειλιστής εξόδου κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα μήκους 8m.

Είναι επίσης εγκατεστημένα δύο DOμετρα σε κάθε δεξαμενή. Το πρώτο είναι εγκατεστημένο στη ζώνη Δ3. Το DOμετρο αυτό ελέγχει τον παρεχόμενο αέρα στη δεξαμενή έτσι ώστε το DO να κυμαίνεται σε επιθυμητά επίπεδα.

Το δεύτερο DOμετρο είναι εγκατεστημένο στο διαμέρισμα Δ5. Είναι σύνηθες στο τελευταίο τμήμα της αερόβιας ζώνης να παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου (άνω των 2 mg/l) με αποτέλεσμα να γίνεται σπατάλη ενέργειας και παράλληλα η εσωτερική ανακυκλοφορία να είναι πλούσια σε οξυγόνο. Έτσι εξασφαλίζονται ικανοποιητικές ανοξικές συνθήκες στην ανοξική δεξαμενή. Το δεύτερο αυτό DOμετρο επιτηρεί το DO στην έξοδο έτσι ώστε να όταν γίνεται υπέρβαση μιας καθορισμένης τιμής να μειώνεται η παρεχόμενη ποσότητα αέρα στο διαμέρισμα αυτό με χειρισμό της βάνας ρύθμισης παροχής που εγκαθίσταται σε κάθε κλάδο/ μπαταρία διαχυτήρων.

Όπως έχει αναφερθεί οι προσφερόμενοι διαχυτήρες δεν χρειάζονται καθαρισμό από τυχόν έμφραξη, κάτι που είναι απαραίτητο στην περίπτωση εγκατάστασης κεραμικού διαχυτήρα. Ωστόσο έχει εγκατασταθεί δοσομετρική αντλία για την διοχέτευση μυρμιγκικού οξέος.

Για την κάλυψη των απαιτήσεων σε αέρα έχουν τοποθετηθεί διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας ελαστικής μεμβράνης, αυτοκαθαριζόμενοι, ικανοί για διακοπόμενοι λειτουργία (τουλάχιστον 50 κύκλοι ανά ημέρα), με μέγιστη ονομαστική παροχή 21 m³/h ανά διαχυτήρα.

Η διάμετρος του προσφερόμενου διαχυτή 330 mm είναι από τις μεγαλύτερες που απαντώνται σε διαχυτές αυτού του τύπου στις διεθνείς αγορές, γεγονός που επιτρέπει μεγάλο εύρος παροχών αέρα ανά διαχυτή εξασφαλίζοντας έτσι ταυτόχρονα και σχετικά μικρό αριθμό διαχυτών αλλά και μεγάλο εύρος παροχής αέρα για την εγκατάσταση για απρόβλεπτες μελλοντικές ανάγκες.

Οι διαχυτήρες συντάσσονται σε ανεξάρτητους κλάδους των 54 διαχυτήρων. Σε κάθε δεξαμενή είναι τοποθετημένοι 9 κλάδοι των 54 διαχυτήρων (συνολικά 2 x 486 = 972 διαχυτήρες). Συνεπώς η παρεχόμενη ποσότητα αέρα ανά διαχυτήρα ανέρχεται σε 13.440 m³/h : 972 διαχ = 13,8 m³/h . διαχυτήρα. Δοθέντος ότι η μέγιστη ονομαστική παροχή ανά διαχυτήρα ανέρχεται σε 21 m³/h εξασφαλίζεται ότι σε κάθε περίπτωση η παρεχόμενη ποσότητα αέρα δεν υπερβαίνει το 70% της μέγιστης δυναμικότητας.

Οι διαχυτές κάθε κλάδου διατάσσονται σε εννέα παράλληλους κατά το πλάτος της δεξαμενής αερισμού αγωγούς που έκαστος φέρει έξι διαχυτές τοποθετημένους ανά ένα μέτρο απόστασης μεταξύ τους. Οι αποστάσεις μεταξύ των παράλληλων αγωγών που φέρουν τους διαχυτές είναι επίσης ένα μέτρο. Έτσι δημιουργείται ομοιομορφία κατανομής των διαχυτών σε όλη την έκταση του πυθμένα της δεξαμενής αερισμού.

Η παροχή αυτή γίνεται από 2 + 1 λοβοειδείς αεροσυμπιεστές με κινητήρες μεταβαλλόμενων στροφών σε όλο το εύρος μεταξύ ελάχιστης και μέγιστης αποδιδόμενης ισχύος, αυτόματα ρυθμιζόμενων μέσω ρυθμιστή στροφών. Η ρύθμιση επιτυγχάνεται αυτόματα στο εύρος από 30 – 100% από το κεντρικό σύστημα ελέγχου.

4.7.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ (2+1) αεροσυμπιεστές, RB 140 LP, Robuschi, παροχής 6.700 m³/h στα 5.800 mbar με σύστημα inverter.
- ◆ 972 διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας, ελαστικής μεμβράνης, Wilfley – Weber.
- ◆ (8+1) αναδευτήρες, Flygt, SR 4430, για ανάδευση των ανοξικών ζωνών.
- ◆ (4+1) αναδευτήρες, Flygt, SR 4650 και δύο SR 4660, για ανάδευση των αερόβιων ζωνών
- ◆ 4 μετρητές D.O. με καταγραφικό
- ◆ 6 αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας της Flygt PP 4630
- ◆ σωληνώσεις κλάδων και διανομής αέρα
- ◆ 1 πλήρες σύστημα δοσομέτρησης μυρμηγκικού οξέος
- ◆ 1 γερανοδοκός ανύψωσης των αεροσυμπιεστών στο κτίριο φυσητήρων
- ◆ 2 ανοξικοί ανεμιστήρες στο κτίριο φυσητήρων

α. Διαχυτήρες

Οι προσφερόμενοι διαχυτές έχουν κατασκευαστεί από τον Αμερικάνικο οίκο Wilfley – Weber Inc. Παγκοσμίως γνωστός για την υψηλή ποιότητα των διαχυτών που κατασκευάζει. Οι διαχυτές του είναι του τύπου κυκλικού δίσκου ελαστικής μεμβράνης και φυσαλίδας, που είναι η πλέον τεχνολογικά εξελιγμένη σήμερα μορφή διαχυτικών στοιχείων για περιπτώσεις πλήρους διάστροφης πυθμένα δεξαμενών αερισμού.

Η ελαστική μεμβράνη είναι από τελευταίας τεχνολογίας ελαστομερές υλικό EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer) κατασκευασμένη με τη μέθοδο της ομοιομορφης έγχυσης του ελαστομερούς υλικού σε καλούπια ώστε να διασφαλίζεται η ομοιογενής κατανομή των μορίων του ελαστομερούς σε όλη τη μάζα της μεμβράνης. Η μεμβράνη είναι ειδικά κατασκευασμένη ώστε να μη χάνει τις αρχικές ελαστικές της ιδιότητες ακόμα και μετά από πολλά χρόνια εντατικής λειτουργίας. Το υλικό της έχει επίσης υψηλή χημική ανθεκτικότητα σε προσβολή από το διαβρωτικό περιβάλλον των προς επεξεργασία υγρών αποβλήτων.

Το πάχος του υλικού της μεμβράνης μεταβάλλεται από 2 mm στην περιφέρεια σε 3 mm προς το κέντρο ώστε να διασφαλίζεται ότι κατά την λειτουργία το άνοιγμα των οπών της μεμβράνης είναι το ίδιο τόσος στην περιφέρεια όσο και στο κέντρο γεγονός που διασφαλίζει την κατά το δυνατό σταθερή απόδοση μεταφοράς οξυγόνου σε όλο το εύρος παροχών της συνήθους περιοχής λειτουργίας.

Οι οπές της μεμβράνης έχουν σχήμα I που έχει μελετηθεί ειδικά τόσο για την μεγιστοποίηση της απόδοσης σε μεταφορά οξυγόνου όσο και για το πλήρες κλείσιμο της οπής κατά την παύση λειτουργίας ώστε αφ' ενός μεν να μην εισέρχεται νερό προς τα πίσω στο εσωτερικό του διαχυτή και των σωληνώσεων παροχής αέρα, αφετέρου δε να μην επιτρέπει την επικάθηση ή διείσδυση ακαθαρσιών στο εσωτερικό της οπής του διαχυτή. Ο διαχυτής είναι έτσι αυτοκαθαριζόμενος ικανός για διακοπτόμενη λειτουργία δεδομένου ότι το άνοιγμα της οπής κατά την έναρξη της διέλευσης του αέρα τυχόν ακαθαρσίες απομακρύνονται αυτόματα χωρίς να βουλώνουν οι οπές.

Το κεντρικό τμήμα της μεμβράνης είναι ειδικά ενισχυμένο, παχύτερο και χωρίς οπές ώστε το τμήμα αυτό να επικάθεται κατά την παύση της λειτουργίας πάνω στην κεντρική οπή εισόδου αέρα και διαχυτή και δρα έτσι σαν ενσωματωμένη βαλβίδα αντεπιστροφής που επιτρέπει την ασφαλή χωρίς εισροή νερού διακοπτόμενη λειτουργία.

Στην περιφέρεια η μεμβράνη ασφαρίζεται πάνω στον κυκλικό πλαστικό δίσκο μέσω σειράς περιφερειακών κοχλιών ώστε και η αφαίρεση της μεμβράνης να γίνεται εύκολα αλλά και η στερέωση και περιφερειακή μόνωση μεταξύ δίσκου και μεμβράνης να γίνεται όσο το δυνατόν πιο ερμητικά και στεγανά. Στην περιφέρεια όπου η μεμβράνη καταπονείται μηχανικά περισσότερο, έχει υποστεί βουλκανισμό ώστε να ενισχύεται κατά το μέγιστο η μηχανική της αντοχής.

Η στερέωση του διαχυτή πάνω στους αγωγούς παροχής αέρα είναι απλή και γίνεται μέσω μιας ελαστικής (από EPDM) σέλλας που αποτελεί πατέντα της κατασκευάστριας εταιρίας Wilfley – Weber Inc. Η στερέωση και σύσφιξη της ειδικής αυτής σέλλας πάνω στον αγωγό αέρα γίνεται με μια απλή οπή διαμέτρου 32 mm στο πάνω μέρος του αγωγού. Δεν απαιτούνται ούτε σπειρώματα, ούτε συγκολλήσεις επί των αγωγών που θα πρόσδιδαν ανελαστικότητα και πολυπλοκότητα στην σύνδεση

διαχυτή αγωγού. Αντίθετα η ελαστική σέλλα που αποτελεί το συνδετικό κρίκο διαχυτή – αγωγού προσδίδει την απαραίτητη ελαστικότητα στην σύνδεση που εκμηδενίζει την πιθανότητα θραύσης της σύνδεσης λόγω των ταλαντώσεων λειτουργίας.

Με βάση τεστ οξυγονωτικής ικανότητας που έγιναν από έγκυρο ινστιτούτο των ΗΠΑ για αντίστοιχες συνθήκες με αυτές του έργου, η απόδοση σε πρότυπες συνθήκες πιστοποιείται σε 26% (παροχή ανά διαχυτή περίπου $13 \text{ Nm}^3/\text{hr}$, βύθιση διαχυτών 4,72 m, βάθος δεξαμενής 5 m και πυκνότητα $0,75 \text{ διαχυτές} / \text{m}^3$). Αρκεί επομένως ένας πολύ συντηρητικός συντελεστής μετατροπής από πρότυπες συνθήκες σε συνθήκες ανάμεικτου υγρού της τάξης των 0,6 ώστε να προκύψει απόδοση 15% σε βάθος υγρών 5 m. Σε μικρότερη παροχή λειτουργίας η απόδοση ξεπερνά το 30% σε πρότυπες συνθήκες. Με βάση το συνημμένο πιστοποιητικό δοκιμών η απόδοση των διαχυτών βρέθηκε περίπου $6,5 \text{ IbO}_2/\text{hr} - \text{HP}$ που είναι ίση με $3,95 \text{ kgO}_2/\text{kWh}$.

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω οι προσφερόμενοι διαχυτές είναι αυτοκαθαριζόμενοι. Ο μόνος τρόπος καθαρισμού που συστήνει ο κατασκευαστής (όπου και όταν χρειάζεται) είναι ένα απλό βούρτσισμα της εξωτερικής επιφάνειας της μεμβράνης του διαχυτή. Το βούρτσισμα ακολουθεί πλύσιμο των διαχυτών πάνω στο πλαίσιο τους με βιομηχανικό νερό υπό πίεση. Δεν προτείνεται συγκεκριμένη συχνότητα καθαρισμού δεδομένου ότι αυτή εξαρτάται από αστάθμητους παράγοντες όπως η σκληρότητα των υδάτων της περιοχής, τυχόν εισροή βιομηχανικών αποβλήτων πλούσιων σε ασβέστιο κ.ά.

Δεδομένου ότι οι προδιαγραφές απαιτούν συγκεκριμένα την προμήθεια ενός πλήρους συγκροτήματος καθαρισμού των διαχυτών από την έμφραξη ανθρακικών αλάτων, προσφέρεται ένα σύστημα δοσομέτρησης και έγχυσης διαλύματος μυρμηγκικού οξέος (πολύ ασθενές που δεν προσβάλλει τον κοινό ανοξείδωτο χάλυβα) που επαναδιαλυτοποιεί την ανθρακική σκληρότητα τοπικά του διαχυτή. Το σύστημα αυτό (καθώς και το αντίστοιχο με υδροχλωρικό οξύ) χρησιμοποιήθηκαν κατά το παρελθόν σε κεραμικούς διαχυτές οι οποίοι κατά τα γνωστά υπέφεραν από έμφραξη του πορώδους υλικού τους λόγω των επικαθήσεων ανθρακικών αλάτων. Στους αυτοκαθαριζόμενους διαχυτές ελαστικής μεμβράνης το σύστημα αυτό δεν κρίνεται απαραίτητο αλλά προσφέρεται για λόγους συμφωνίας με τις προδιαγραφές και μόνο. Προτείνεται δοσομέτρηση 50 ml ανά λεπτό μυρμηγκικού οξέος για περίπου 10 λεπτά κάθε 15 μέρες. Η έγχυση γίνεται μέσω λεπτών ακροφυσίων εντός των αγωγών παροχής αέρα προς τους διαχυτές.

Δεδομένου ότι οι διαχυτές ελαστικής μεμβράνης χρησιμοποιούνται ευρέως μόλις τα τελευταία 19 χρόνια δεν υπάρχει ισχυρή βάση δεδομένων σχετικά με την συχνότητα αντικατάστασής τους. Η διάρκεια ζωής των διαχυτών σε βιολογικούς καθαρισμούς αστικών λυμάτων εξαρτάται ιδιαίτερα από τη φόρτιση τους. Υπολογίζεται ότι ο χρόνος ζωής των προσφερόμενων διαχυτών ξεπερνά κατά πολύ τα πέντε έτη, ενδέχεται δε να ξεπεράσει και τα δέκα έτη. Για λόγους ασφαλούς προϋπολογισμού εξόδων και διαχρονικής συντήρησης της όλης εγκατάστασης προτείνεται να θεωρηθεί ότι οι διαχυτές θα πρέπει να αντικαθίστανται κάθε δέκα χρόνια.

Το κόστος αντικατάστασης των συγκεκριμένων διαχυτών που προσφέρονται είναι ιδιαίτερα χαμηλό δεδομένου ότι όπως περιγράφηκε και πιο πάνω οι διαχυτές βγαίνουν και επανατοποθετούνται πολύ εύκολα στους αγωγούς μέσα σε ελάχιστο χρόνο χωρίς χρήση ειδικών εργαλείων.

Σε κάθε διαχυτή υπάρχει ειδικό σωληνάκι που αποτελεί πατέντα της Wilfley – Weber Inc. που δρα ως συλλέκτης συμπυκνώματος και αναρροφά συμπύκνωμα από τα χαμηλά σημεία του δικτύου των σωληνώσεων που φέρουν τους διαχυτές. Η εκκένωση του συμπυκνώματος είναι αυτόματη και γίνεται μέσω των διαχυτών προς τη δεξαμενή αερισμού του ανάμικτου υγρού.

β. Πλαίσια ανέλκυσης

Οι διαχυτές διατάσσονται σε ανεξάρτητα πλαίσια των 54 διαχυτών έκαστο. Κάθε πλαίσιο περιέχει λιγότερους από το 10% του συνόλου των διαχυτών (όπως απαιτούν οι προδιαγραφές). Η εγκατάσταση περιλαμβάνει 18 τέτοια πλαίσια (9 σε κάθε δεξαμενή – γραμμή επεξεργασίας). Η μέγιστη προδιαγραφόμενη παροχή λειτουργία ανά διαχυτή είναι περίπου $14\text{Nm}^3/\text{hr}$.

Οι διαχυτές κάθε πλαισίου διατάσσονται σε εννέα παράλληλους κατά το πλάτος της δεξαμενής αερισμού αγωγούς που έκαστος φέρει έξι διαχυτές τοποθετημένους ανά ένα μέτρο απόσταση μεταξύ τους. Οι αποστάσεις μεταξύ των παράλληλων αγωγών που φέρουν τους διαχυτές είναι επίσης ένα μέτρο. Έτσι δημιουργείται ομοιομορφία κατανομής των διαχυτών σε όλη την έκταση του πυθμένα της δεξαμενής αερισμού.

Η ονομαστική διάμετρος των αγωγών που φέρουν τους διαχυτές είναι τουλάχιστον 2,5 ίντσες (72 mm) και το πάχος τοιχώματος 3 mm. Οι αγωγοί των διαχυτών τροφοδοτούνται μέσω των τους από κάθετα διερχόμενο κεντρικό αγωγό ονομαστικής διαμέτρου 150 mm και πάχος 1,5 mm που συνδέεται με τους αγωγούς μέσω ειδικών τεμαχίων συνδέσεων μορφής ταυ. Όλοι οι αγωγοί είναι από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας 304L. Η ταχύτητα του αέρα μέσα στους αγωγούς δεν ξεπερνά τα 15 m/sec.

Ο κεντρικός αγωγός εξέρχεται κατακόρυφα από την επιφάνεια της στάθμης του υγρού της δεξαμενής και συνδέεται με τον κύριο αγωγό τροφοδοσίας αέρα όπου έρχεται από το κτίριο των φυσητήρων και διατρέχει το μήκος της δεξαμενής πάνω στη γέφυρα επίσκεψης. Ο κεντρικός αγωγός αέρα έχει μεταβαλλόμενη διατομή για ομοιόμορφη παροχή τροφοδοσίας των κλάδων. Προ της σύνδεσης με τον κύριο αγωγό τροφοδοσίας υπάρχει φλάντζα αποσύνδεσης του κεντρικού αγωγού του κάθε πλαισίου από τον κύριο αγωγό τροφοδοσίας και βάνια απομόνωσης και ρύθμισης παροχής τύπου πεταλούδας. Κάθε κατακόρυφος αγωγός φέρει ειδική στένωση με ανάντη και κατάντη σωληνάκια που εκτείνονται μέχρι τη γέφυρα και που χρησιμοποιούνται για σύνδεση του οργάνου που μετρά τη διαφορά πίεσης που μεταφράζεται σε παροχή αέρα προς κάθε πλαίσιο διαχυτών.

Οι αγωγοί που φέρουν τους διαχυτές στηρίζονται πάνω σε δύο οριζόντιες παράλληλες κύριες δοκούς σχήματος διατομής Π (συμμετρικά τοποθετημένες περί τον άξονα του κεντρικού αγωγού τροφοδοσίας κλάδου) που εκτείνονται κατά πλάτος της δεξαμενής και εισέρχονται μέσα σε κατακόρυφες εγκοπές στον απέναντι από τον διάδρομο πρόσβασης πλευρικό τοίχο δεξαμενής. Οι εγκοπές αυτές χρησιμοποιούνται σαν οδηγοί για τη ανέλκυση και καθέλκυση των πλαισίων. Οι εγκοπές φέρουν καθ' όλο το κατακόρυφο μήκος τους μεταλλικό έλασμα βιδωμένο στον τοίχο που καλύπτει την μισή περίπου εγκοπή και το οποίο λειτουργεί σαν φράγμα που εμποδίζει τις δοκούς του πλαισίου να εξέλθουν από την εγκοπή. Η μόνη δυνατότητα εξόδου (και εισόδου) των δοκών από τις οδηγούς εγκοπές είναι κατακόρυφα από πάνω.

Οι δύο δοκοί συνδέονται μεταξύ τους με δύο κάθετες προς αυτές και στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με αυτές δευτερεύουσες δοκούς σχήματος διατομής Η συμμετρικά

τοποθετημένες περί το κέντρο βάρους του πλαισίου. Οι δοκοί αυτές εξασφαλίζουν την απαιτούμενη στιβαρότητα του πλαισίου και συγκρατούν τις κύριες δοκούς μεταξύ τους. Στηρίζουν επίσης (σε δύο σημεία) τον κεντρικό αγωγό τροφοδοσίας του πλαισίου με κατάλληλα στηρίγματα.

Κάθε κύρια δοκός διαθέτει τρία στηρίγματα για την ελεύθερη τοποθέτησή της πάνω στο δάπεδο της δεξαμενής αερισμού. Κάθε στήριγμα διαθέτει δυνατότητα κατακόρυφης ρύθμισης ώστε να επιτυγχάνεται η απόλυτη οριζοντίωση του πλαισίου και των διαχυτών που αυτό φέρει.

Η ανέλκυση και η καθέλκυση του κάθε πλαισίου επιτυγχάνεται μέσω τεσσάρων ανυψωτικών αλυσίδων συμμετρικών περί το κέντρο βάρους του πλαισίου που συνδέονται στο πάνω άκρο τους σε κοινό κρίκο από όπου περνάει το άγκιστρο του γερανού. Ο κοινός κρίκος βρίσκεται αναρτημένος σε προσβάσιμο σημείο πάνω στο διάδρομο επίσκεψης που διατρέχει το μήκος των δεξαμενών. Τα κάτω άκρα των αλυσίδων στηρίζονται πάνω στις δοκούς του πλαισίου συμμετρικά.

Στο σημείο όπου ο κεντρικός αγωγός παροχής περνά κάθετα δίπλα από τον διάδρομο πρόσβασης υπάρχει ένας ακόμα οδηγός (αποτελούμενος από δύο τμήματα δοκού σχήματος διατομής Γ) που εγκλωβίζουν τον κατακόρυφο αγωγό και διασφαλίζουν έτσι την ευθύγραμμη πορεία ανέλκυσης και καθέλκυσης του πλαισίου των διαχυτών.

Το συνολικό βάρος κάθε πλαισίου είναι περίπου 800 κιλά.

γ. Αναδευτήρες ανοξικής ζώνης

Ο αναδευτήρας έχει ειδικά σχεδιασμένη προπέλα που κινείται με χαμηλό ρυθμό περιστροφής, για καλύτερα αποτελέσματα με κατανάλωση της λιγότερης δυνατών ενέργειας. Το ειδικό σχεδιασμένο σχήμα της προπέλας εξασφαλίζει ομαλή λειτουργία και αποτελεσματική λειτουργία αυτοκαθαρισμού.

Η προπέλα συνδέεται με το κιβώτιο του μειωτήρα κατά τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι κραδασμοί. Ο μειωτήρας είναι σχεδιασμένος για 100.000 ώρες λειτουργίας. Την ίδια περίοδο λειτουργίας έχουν και όλοι οι ένσφαιροι τριβείς οι οποίοι δε χρειάζονται συντήρηση. Ο κινητήρας έχει προστασία IP και ο στάτωρ είναι κλάσης F.

Διαθέτει προστατευτικό μέσο υδατοστεγανότητας του άξονα το Silicon Carbide που βρίσκεται σε μανιέρα λαδιού και μπορεί να περιστρέφεται προς όλες τις φορές περιστροφής.

Ο αναδευτήρας είναι εφοδιασμένος με αισθητήρα ανίχνευσης παρουσίας νερού, που προειδοποιεί τους χρήστες καθώς και με ειδικό θερμοκοντρόλ. Ειδικοί αισθητήρες ανιχνεύουν αυξήσεις της θερμοκρασίας και διακόπτουν την λειτουργία του κινητήρα για να προλάβουν υπερφορτώσεις και φθορές.

Ο αναδευτήρας διαθέτει τους απαραίτητους μηχανισμούς για την ανύψωσή του για αντικατάσταση ή συντήρηση.

Ο κινητήρας είναι τριφασικός ασύγχρονος τύπου κλωβού για 50 Hz ή 60 Hz. Ο κινητήρας τίθεται σε κίνηση με απ' ευθείας εκκίνηση ή με διακόπτη αστέρα –

τρίγωνο. Ο κινητήρας μπορεί να λειτουργεί συνεχώς ή διακεκομμένα και μπορεί να έχει 15 εκκινήσεις την ώρα.

δ. Αναδευτήρες αερόβιας ζώνης

Ο αναδευτήρας είναι οριζόντιας ροής τύπου έλικα με ειδικά σχεδιασμένη προπέλα που εξασφαλίζει ομαλή λειτουργία.

Η προπέλα συνδέεται με το κιβώτιο του μειωτήρα κατά τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι κραδασμοί. Η προπέλα αποτελείται από τρία πτερύγια με εξωτερική διάμετρο 360 mm.

Τα πτερύγια της προπέλας έχουν μεγάλο πλάτος, λεπτό προφίλ, λεία επιφάνεια και με κλίση προς τα πίσω, που δίνει διπλή απόδοση.

Ο κινητήρας είναι τριφασικός, ασύγχρονος τύπου κλωβού και μπορεί να λειτουργεί συνεχώς ή διακεκομμένα. Ο κινητήρας μπορεί να έχει 15 εκκινήσεις την ώρα.

Ο αναδευτήρας φέρει δύο μηχανικούς στυπιοθλίπτες.

Τα έδρανα του άξονα αποτελούνται από 2 ένσφαιρους τριβείς γωνιακής επαφής και από ένα βαρελοειδούς. Ο στάτορας ψύχεται από το υγρό που το περιβάλλει, ενώ το λάδι λιπαίνει και ψύχει τις τσιμούχες και δρα να πρόσθετο εμπόδιο στην είσοδο υγρού. Ο στάτορας διαθέτει τρεις ενσωματωμένους θερμικούς διακόπτες συνδεδεμένους εν σειρά. Οι θερμικοί διακόπτες ανοίγουν στους 125°C.

ε. Αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας νιτρικών

Στο τέλος των δεξαμενών αερισμού όπου πραγματοποιείται νιτροποίηση, το ανάμικτο υγρό πλούσιο σε νιτρικά αντλείται προς τις ανοξικές ζώνες για περαιτέρω απομάκρυνση αζώτου.

Σε κάθε βιολογικό αντιδραστήρα τοποθετούνται τρεις υποβρύχιες αντλίες ανακυκλοφορίας νιτρικών, με προπέλα αξονικής ροής δυναμικότητας 134 lt/sec έκαστη, που μεταφέρουν το ανάμικτο υγρό προς το φρεάτιο ιλύος.

Οι αντλίες είναι κατασκευασμένες από χυτοσίδηρο, με επιφανειακή επεξεργασία των τμημάτων που έρχονται σε επαφή με το αντλούμενο υγρό.

Έχουν προπέλα διπλής λεπίδας υδραυλικά σχεδιασμένη με άριστα χαρακτηριστικά αυτοκαθαρισμού. Η αντλία στερεώνεται αυτόματα πάνω στη σταθερή σύνδεση μέσω συστήματος διπλών ράβδων – οδηγών.

4.7.3 Έλεγχος λειτουργίας

Η οργανική φόρτιση θα υπολογίζεται βάση του εισερχόμενου οργανικού φορτίου (BOD x παροχή και COD x παροχή) και της μάζας των ολικών ή πτητικών στερεών του ανάμικτου υγρού (MLSS x όγκος αντιδραστήρα και MLVSS x όγκος αντιδραστήρα). Η συγκέντρωση MLSS εκτός του εργαστηριακού προσδιορισμού θα μετριέται και συνεχώς με τη βοήθεια του μετρητικού οργάνου.

Ο χρόνος παραμονής στερεών υπολογίζεται βάση της μάζας των στερεών του ανάμικτου υγρού και της ημερήσιας απομακρυνόμενης ιλύος.

Η καθιζησιμότητα της ιλύος προσδιορίζεται αφ' ενός με καθημερινές μετρήσεις του SVI και του DSVI και αφ' ετέρου με παρατηρήσεις μικροσκοπίου για προσδιορισμό μεταξύ άλλων του μεγέθους και σχήματος των βιοκροκιδών και του αριθμού των νηματοειδών μικροοργανισμών.

Από τη συσχέτιση της απόδοσης του συστήματος με τις άνω λειτουργικές παραμέτρους προσδιορίζονται οι βέλτιστες τιμές λειτουργικών παραμέτρων για την επίτευξη των οποίων μπορεί να γίνουν οι ακόλουθες ρυθμίσεις:

- ◆ Αύξηση της ανοξικής ζώνης με μείωση ή παύση τροφοδοσίας αέρα στο διαμέρισμα Δ3
- ◆ Αλλαγή της κατανομής μεταξύ των αερόβιων και ανοξικών περιοχών, που επιτυγχάνεται με μεταβολή της προσφοράς οξυγόνου (μεγαλύτερη οξυγόνωση αυξάνει τον όγκο της αερόβιας ζώνης και ενισχύει την νιτροποίηση, μικρότερη οξυγόνωση αυξάνει τον όγκο της ανοξικής ζώνης και ενισχύει την απονιτροποίηση).
- ◆ Μεταβολή της οργανικής φόρτισης με αυξομείωση της μάζας των στερεών του ανάμικτου υγρού. Μείωση της μάζας επιφέρει αύξηση της φόρτισης και επιτυγχάνεται με αύξηση της απομακρυσμένης περίσσειας ιλύος. Αύξηση της μάζας των στερεών του ανάμικτου υγρού επιφέρει μείωση της φόρτισης και επιτυγχάνεται με μείωση της απομακρυσμένης περίσσειας ιλύος.
- ◆ Μεταβολή του χρόνου παραμονής στερεών, η οποία συνδυάζεται με τη μεταβολή της φόρτισης. Αύξηση της περίσσειας ιλύος επιφέρει μείωση του χρόνου παραμονής των στερεών, ενώ αντίθετα μείωση της περίσσειας ιλύος επιφέρει αύξηση του χρόνου παραμονής των στερεών.

Η μεταβολή της παροχτευόμενης ποσότητας οξυγόνου για την διαμόρφωση σε κάθε περίπτωση επαρκών όγκων αερόβιων και ανοξικών ζωνών με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- ◆ On /off αεροσυμπιεστών
- ◆ Μεταβολή στροφών του κινητήρα αεροσυμπιεστών

Όλες οι παραπάνω ενέργειες θα γίνονται αυτόματα από το PLC της εγκατάστασης και ανάλογα με τις μετρήσεις διαλυμένου οξυγόνου στην αερόβια ζώνη. Για το λόγο αυτό σε κάθε δεξαμενή είναι εγκατεστημένα δύο DOμετρα. Ο ένας μετρητής διαλυμένου οξυγόνου θα βρίσκεται αμέσως κατάντη του διαμερίσματος Δ3 (όπου μόνιμα λειτουργεί σαν αερόβια ζώνη) ανοξικής ζώνης και ο άλλος πλησίον της εξόδου αερόβιας ζώνης (διαμέρισμα Δ5). Στο φρεάτιο διανομής προς τις δεξαμενές καθίζησης θα γίνεται συνεχής μέτρηση της συγκέντρωσης των στερεών, ενώ στην έξοδο των δεξαμενών καθίζησης θα γίνεται συνεχής μέτρηση αμμωνίας, νιτρικών και φωσφόρου.

Η ρύθμιση του αέρα γίνεται με τη ρύθμιση του αεροσυμπιεστή με τελικό σκοπό την ελάχιστη ηλεκτρικά κατανάλωση για τη διατήρηση του D.O. μεταξύ 1 – 3 mg/l στις αερόβιες ζώνες. Για τον καλύτερο έλεγχο του συστήματος και την εξοικονόμηση ενέργειας με το δεύτερο D.O.μετρο ελέγχεται η παροχή αέρα στο διαμέρισμα Δ5, ώστε το διαλυμένο οξυγόνο να μη ξεπερνά τα 2 mg/l. Έτσι το ανάμικτο υγρό που ανακυκλοφορεί στην ανοξική ζώνη θα έχει χαμηλή στάθμη D.O. το οποίο σε συνδυασμό με την ανοδική πορεία του στο φρεάτιο ιλύος καταναλίσκεται, ώστε να εξασφαλίζονται ανοξικές συνθήκες στα ανοξικά διαμερίσματα.

Σε καθημερινή βάση υπολογίζονται κατ' ελάχιστο οι ακόλουθες λειτουργικές παράμετροι:

- ◆ Οργανική φόρτιση (ιλύος)
- ◆ Χρόνος παραμονής των στερεών
- ◆ Καθιζισιμότητα της ιλύος
- ◆ Απόδοση του συστήματος (διάσπαση BOD, νιτροποίηση, απονιτροποίηση)

Η λειτουργία των αεροσυμπιεστών εναλλάσσεται με κατάλληλο αυτοματισμό για την ομαλή φθορά τους. Υπάρχει και η δυνατότητα χειροκίνητης λειτουργίας. Επίσης υπάρχει αυτόματη και χειροκίνητη επιλογή καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας.

Σε περίπτωση βλάβης ενός αεροσυμπιεστή ή γενικά εάν εμφανιστεί πτώση της πίεσης στο σύστημα σωληνώσεων διανομής τίθεται αυτόματα σε λειτουργία το εφεδρικό μηχάνημα με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού συστήματος στο κτίριο της διοίκησης.

Η λειτουργία των αναδευτήρων ελέγχεται με χρονοδιακόπτες, ενώ υπάρχει και χειροκίνητη επιλογή καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας.

Σε περίπτωση βλάβης των αναδευτήρων ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα στο κτίριο της διοίκησης.

Στο άκρο εξόδου κάθε βιολογικού αντιδραστήρα έχει εγκατασταθεί αυτόματος ανιχνευτής στάθμης λυμάτων που σε περίπτωση υπέρβασης της ανώτατης στάθμης λειτουργίας διακόπτει την παροχέτευση των λυμάτων στην εγκατάσταση με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο της διοίκησης.

4.8 Αντλιοστάσιο ανάμικτου υγρού

4.8.1 Τεχνική περιγραφή

Στο κατάντη άκρο κάθε αερόβιας ζώνης έχουν τοποθετηθεί 3 αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας τύπου προπέλας που επιστρέφουν το νιτροποιημένο ανάμικτο υγρό στις ανοξικές ζώνες.

Επειδή το ανάμικτο υγρό στην αερόβια ζώνη είναι πλούσιο σε οξυγόνο, οι αντλίες καταθλίβουν σε ειδικά διαμορφωμένο φρεάτιο της ανοξικής ζώνης ώστε η υπερχειλίση του ανάμικτου υγρού στην ανοξική ζώνη να έχει μειωμένη ποσότητα οξυγόνου.

4.8.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ♦ (2+1) αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας, Flygt, PP 4630, σε κάθε φρεάτιο ύψους, σύνολο 6 αντλίες.

4.8.3 Έλεγχος λειτουργίας

Η λειτουργία των αντλιών ελέγχεται με χρονοδιακόπτη.

Το χρονοπρόγραμμα λειτουργίας καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη την παροχή των λυμάτων αλλά και την ένδειξη νιτρικών από τον μετρητή που εγκαθίσταται στην έξοδο καθίζησης.

Ο ρυθμός εσωτερικής ανακυκλοφορίας κυμαίνεται μεταξύ 200 – 500% (μαζί με την ανακυκλοφορούσα ιλύ) και καθορίζεται με χρονοπρόγραμμα η λειτουργία των αντλιών βάση της καμπύλης της ημερήσιας διακύμανσης παροχής λυμάτων.

Η λειτουργία των αντλιών εναλλάσσεται με κατάλληλο αυτοματισμό για την ομαλή φθορά τους. Υπάρχει και η δυνατότητα χειροκίνητης λειτουργίας καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας.

Σε περίπτωση βλάβης τίθεται αυτόματα σε λειτουργία το εφεδρικό αντλητικό συγκρότημα, με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού συστήματος στο κτίριο διοίκησης.

4.9 Φρεάτιο διανομής καθίζησης

4.9.1 Τεχνική περιγραφή

Το φρεάτιο διανομής καθίζησης εξωτερικών διαστάσεων 6,9 x 5,7 δέχεται το ανάμικτο υγρό από τους βιολογικούς αντιδραστήρες και το διανέμει στις δεξαμενές καθίζησης.

Τα φρεάτια φόρτισης των δεξαμενών καθίζησης είναι εξοπλισμένα με θυροφράγματα πυθμένα Φ600 για ηθελημένη παροχέτευση των λυμάτων στις δεξαμενές καθίζησης.

Στον θάλαμο εισροής έχει τοποθετηθεί μετρητής αιωρούμενων στερεών για μέτρηση της συγκέντρωσης ιλύος.

4.9.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ 2 θυροφράγματα πυθμένα Φ600
- ◆ 1 μετρητής αιωρούμενων στερεών

4.9.3 Έλεγχος λειτουργίας

Ο μετρητής αιωρούμενων στερεών μεταβιβάζει το σήμα στο κέντρο ελέγχου απ' όπου καθορίζεται ο ρυθμός άντλησης της περίσσειας ιλύος.

Ο μετρητής φέρει καταγραφικό και δίνει την πραγματική ένδειξη σε mg/l.

Στο θάλαμο εισόδου έχει εγκατασταθεί ανιχνευτής στάθμης λυμάτων, που σε περίπτωση υπέρβασης της ανώτατης στάθμης λειτουργίας διακόπτει την παροχέτευση λυμάτων στις εγκαταστάσεις (διακόπτοντας τη λειτουργία των αντλιοστασίων τα πόλης), με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο της διοίκησης.

4.10 Δεξαμενές τελικής καθίζησης – Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσεια ιλύος

4.10.1 Τεχνική περιγραφή

Σε πρώτη φάση έχουν κατασκευαστεί δύο δεξαμενές καθίζησης διαμέτρου 25,00 m ενώ σε δεύτερη φάση θα λειτουργήσει και τρίτη όμοια δεξαμενή καθίζησης. Οι δεξαμενές έχουν πλευρικό βάθους υγρού 3,50 m, με κλίση πυθμένα 1,10.

Το ανάμικτο υγρό εισέρχεται κεντρικά και διοχετεύεται στη δεξαμενή με ροή μέσω αγωγού Φ600 και του κεντρικού τύμπανου ηρεμίας διαμέτρου 3,2 m.

Το διαυγασμένο υγρό υπερχειλίζει περιμετρικά από οδοντωτό υπερχειλιστή και μέσω περιμετρικής διώρυγας πλάτους 0,7 m, οδηγείται προς το φρεάτιο εξόδου. Πριν από τον υπερχειλιστή τοποθετείται φράγμα συγκράτησης επιπλεόντων, το οποίο είναι βυθισμένο 10 cm κάτω από την κατώτατη στάθμη του υγρού. Και ο υπερχειλιστής και το φράγμα αφρών είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα.

Η καθιζάνουσα ιλύς σαρώνεται με τη βοήθεια του ξέστρου αναρτημένου από ακτινική μεταλλική γέφυρα και οδηγείται στο κεντρικό κώνο δεξαμενής, απ' όπου οδηγείται προς το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος μέσω αγωγών διαμέτρου 300 mm. Το αντλιοστάσιο ιλύος έχει ένα ενιαίο θάλαμο αναρρόφησης που δέχεται τους αγωγούς ιλύος, ανάντη των οποίων έχουν εγκατασταθεί ηλεκτρινδικλείδες σε ιδιαίτερο ξηρό θάλαμο.

Η μεταλλική γέφυρα είναι εξοπλισμένη και με σύστημα επιφανειακής σάρωσης των επιπλεόντων, τα οποία οδηγούνται σε κατάλληλο φρεάτιο συλλογής απ' όπου και απομακρύνονται.

Ο κύριος εξοπλισμός είναι το σάρωτρο ιλύος και επιπλεόντων, το οποίο αποτελείται από τη γέφυρα, το σύστημα κινήσεως, την κεντρική έδραση, την λεπίδα του ξέστρου τη λεπίδα επιπλεόντων και τον ηλεκτρικό εξοπλισμό.

Η λεπίδα του ξέστρου επιπλεόντων και ιλύος είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα.

Η γέφυρα είναι κατασκευασμένη από κοιλοδοκούς ορθογωνικής διατομής από χάλυβα Grade 42 και κατάστρωμα από γαλβανισμένη σχάρα.

Το σύστημα κινήσεως, είναι συνδεδεμένο με τη γέφυρα που κινείται στο περιμετρικό τοίχωμα της δεξαμενής με δύο τροχούς.

Η κεντρική έδραση με ένσφαιρη στεφάνη περιστροφής στηρίζει την περιστρεφόμενη γέφυρα στο κέντρο της δεξαμενής. Η λεπίδα του ξέστρου έλκεται με βραχίονες από σιδηρούς σωλήνες.

Σε κατάλληλη θέση κάθε περιστρεφόμενης γέφυρας έχει αναρτηθεί αυτόματο όργανο ανίχνευσης στάθμης ιλύος, ενώ στο φρεάτιο εκροής της Β' δεξαμενή καθίζησης όπου καταλήγουν και οι εκροές της Α' καθίζησης είναι εγκατεστημένοι αυτόματοι μετρητές, θολότητας, αμμωνίας, νιτρικών και φωσφόρου.

Το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας είναι εξοπλισμένο με τρεις υποβρύχιες αντλίες που καταθλίβουν την ιλύ στην αερόβια δεξαμενή φωσφόρου.

Από τον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου ιλύος αναρροφούν οι αντλίες περίσσειας ιλύος που είναι εγκατεστημένες στο κτίριο ιλύος και τροφοδοτούν το συγκρότημα της μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης.

4.10.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ 2 ξέστρα ιλύος, μήκους 13,20 m, Waterplan s.p.a.
- ◆ 2 αυτόματοι ανιχνευτές στάθμης ιλύος
- ◆ 1 αυτόματος μετρητής θολότητας
- ◆ 1 αυτόματος μετρητής αμμωνίας
- ◆ 1 αυτόματος μετρητής νιτρικών
- ◆ 1 αυτόματος μετρητής φωσφόρου
- ◆ (2 + 1) αντλίες ανακυκλοφορίας ιλύος, Flygt, CP 3152 LT
- ◆ 2 ηλεκτροκλείδες Φ300
- ◆ 1 μετρητής παροχής σε κλειστό αγωγό Φ450
- ◆ (1+1) αντλίες περίσσειας ιλύος, θετικής εκτόπισης BELLIN, NG 200m

4.10.3 Έλεγχος λειτουργίας

Τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται με υπερχειλίση προς τον μετρητή παροχής εξόδου και από εκεί προς την μονάδα απολύμανσης.

Από τους πυθμένες των ΔΤΚ η ιλύ οδηγείται προς το αντλιοστάσιο ιλύος από όπου μέρος της ιλύος επανακυκλοφορεί προς τους βιολογικούς αντιδραστήρες και η περίσσεια ιλύς οδηγείται στη μονάδα επεξεργασίας της ιλύος.

Η ανακυκλοφορία της ιλύος γίνεται με ενιαίο κεντρικό αντλιοστάσιο. Εγκαθίστανται τρεις αντλίες ανακυκλοφορίας δυναμικότητας 360 m³/h έκαστη. Για τον προσδιορισμό του εκάστοτε απαιτούμενου αριθμού αντλιών που βρίσκονται σε λειτουργία καθώς και του χρόνου λειτουργίας των αντλιών λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες απαιτήσεις:

- ◆ Η ιλύς στις ΔΚΤ δεν πρέπει να συσσωρεύεται και το στρώμα ιλύος δεν πρέπει να καλύπτει αξιόλογο τμήμα του κυλινδρικού τμήματος των δεξαμενών.
- ◆ Δεν πρέπει να γίνεται απονιτροποίηση στις ΔΤΚ με παραμονή της ιλύος επί μεγάλα χρονικά διαστήματα στους πυθμένες των δεξαμενών. Πρέπει να επισημανθεί ότι η ελεγχόμενη απονιτροποίηση στις ανοξικές ζώνες των βιολογικών αντιδραστηρίων εξασφαλίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό έναντι αυτού του ενδεχομένου.
- ◆ Η άντληση της ιλύος δεν πρέπει να γίνεται κατά τρόπο που να δημιουργεί βραχυκύκλωση της ροής με αποτέλεσμα την ανακυκλοφορία του υπερκείμενου υγρού και όχι της συσσωρευμένης ιλύος.
- ◆ Ο προγραμματισμός λειτουργίας των αντλιών ανακυκλοφορίας προκύπτει βάση της εμπειρίας που έχει αποκτηθεί και με γνώμονα την εκπλήρωση των προηγουμένως αναφερθεισών απαιτήσεων. Για την εξαγωγή των αναγκαίων συμπερασμάτων πρέπει να αξιολογούνται σε τακτική βάση τα αποτελέσματα των ακόλουθων μετρήσεων:
 - MLSS (στερεά ανάμικτου υγρού βιολογικών αντιδραστήρων), τα οποία πρέπει να διατηρούνται κατά το δυνατόν σταθερά. Η μέτρηση είναι εργαστηριακή αλλά και συνεχής με το σχετικό όργανο που εγκαθίσταται στο φρεάτιο διανομής παροχών καθίζησης.
 - Συγκέντρωση ανακυκλοφορούμενης ιλύος. Πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις υποδηλώνουν υπερβολική παροχή ανακυκλοφορίας ή βραχυκύκλωσης της ροής SS εξόδου τα οποία είναι ενδεικτικά του βαθμού διαύγασης στις ΔΤΚ. Μεγάλες συγκεντρώσεις υποδηλώνουν είτε κροκίδωση που οφείλεται στη λειτουργία των βιολογικών αντιδραστήρων ή διαφυγή στερεών λόγω έντονης τύρβης στις ΔΤΚ (μεγάλη επανακυκλοφορία, παροχές αιχμής, ανεπαρκής λειτουργία του κεντρικού τυμπάνου, ανισοκατανομή της υπερχειλιζόμενης παροχής από τους υπερχειλιστές).
 - Υψηλή στάθμη ιλύος στις ΔΤΚ με βάση ένδειξη από το προσφερόμενο όργανο μέτρησης στάθμης.
 - Ενδεχόμενη ανεξέλεγκτη απονιτροποίηση στις ΔΤΚ η οποία μπορεί να εντοπίζεται είτε εργαστηριακά (χρόνος που απαιτείται για την ανύψωση του στρώματος ιλύος στον κύλινδρο μέτρησης τους SVI) ή με παρατηρήσεις για την εμφάνιση φυσαλίδων στην επιφάνεια των ΔΤΚ.

- Μικροσκοπικές παρατηρήσεις ιλύος ανάμικτου υγρού. Η εμφάνιση νηματοειδών μικροοργανισμών και μεγάλων και ακανόνιστων βιοκροκιδών συνοδεύεται από κακή καθιζησιμότητα της ιλύος

Η απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος γίνεται με δύο ανεξάρτητες αντλίες (μία για κάθε δεξαμενή) δυναμικότητας 60 m³/h. Ο χρόνος λειτουργίας των αντλιών καθορίζεται έτσι ώστε να απομακρύνεται η ποσότητα της ιλύος, που αντιστοιχεί στον επιλεγμένο χρόνο παραμονής:

$$\text{Π περ.} = (V \times \text{MLSS}) / \theta_c$$

όπου

- ♦ V όγκος βιολογικών αντιδραστήρων
- ♦ MLSS συγκέντρωση MLSS στους βιολογικούς αντιδραστήρες
- ♦ θ_c επιθυμητός χρόνος παραμονής στερεών (ηλικία ιλύος)
- ♦ Π περ. ημερήσια μάζα περίσσειας ιλύος

Όλες οι μετρήσεις των οργάνων μεταδίδονται στο ΚΕΛ και καταγράφονται σε συνεχή βάση.

Η λειτουργία των αντλιών εκτός από την αυτόματη λειτουργία μέσω PLC, εναλλάσσεται με κατάλληλο αυτοματισμό για ομαλή φθορά, ενώ υπάρχει και δυνατότητα χειροκίνητης λειτουργίας καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας.

Σε περίπτωση βλάβης κάποιας αντλίας τίθεται αυτόματα σε λειτουργίας το εφεδρικό αντλητικό συγκρότημα με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο της διοίκησης.

Σε κάθε δεξαμενή καθίζησης έχει εγκατασταθεί ένας αυτόματος ανιχνευτής στάθμης λυμάτων που σε περίπτωση υπέρβασης της ανώτατης στάθμης λειτουργίας διακόπτει την παροχέτευση λυμάτων στην εγκατάσταση με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο της διοίκησης.

4.11 Μηχανική πάχυνση και αφυδάτωση ιλύος

4.11.1 Τεχνική περιγραφή

Η επεξεργασία της πλεονάζουσας σταθεροποιημένης ιλύος συνίσταται στην πάχυνση με μηχανικό τρόπο και στην αφυδάτωση με ταινιοφιλτροπρεσσες με στόχο τη μείωση του όγκου και την μετατροπή της σε ημιστερεή κατάσταση.

Η ιλύς από τις αντλίες περίσσειας ιλύος δυναμικότητας 60 m³/h καταθλίβεται στο ενιαίο συγκρότημα πάχυνσης – αφυδάτωσης. Ανάντη του συγκροτήματος υπάρχει μεταλλική δεξαμενή κροκίδωσης ιλύος – πολυηλεκτρολύτη που φέρει βραδύστροφο αναδευτήρα.

Τράπεζες πάχυνσης

Εγκαθίστανται δύο μηχανές πάχυνσης δυναμικότητας 60 m³/h που τοποθετούνται πάνω από την αντίστοιχη ταινιοφιλτρόπρεσσα.

Οι τράπεζες είναι κατάλληλες για πάχυνση ιλύος σε στερεά 6% περίπου και για συνεχή λειτουργία.

Η κάθε τράπεζα περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- ◆ Δεξαμενή κροκίδωσης
- ◆ Αυτόματη ευθυγράμμιση των ταινιών με πνευματικό έμβολο που διακόπτει τη λειτουργία σε περίπτωση ανεξέλεγκτης απευθυγράμμισης
- ◆ Σύστημα πλύσης
- ◆ Χειριστήρια μεταβολής ταχύτητας

Η μέθοδος της μηχανικής πάχυνσης που προσφέρεται είναι η μέθοδος της πάχυνσης με τράπεζες και η αρχή λειτουργίας βασίζεται στην στράγγιση του νερού από την κροκιδωμένη ιλύ με βαρύτητα. Η ιλύ αναμιγνύεται με πολυηλεκτρολύτη σε δεξαμενή αναδευτήρα, έτσι ώστε να δημιουργηθούν ενσωματώματα που στραγγίζουν ευκολότερα. Η αναμεμιγμένη με πολυηλεκτρολύτη ιλύ διαστρώνεται ομοιόμορφα στην ταινία της τράπεζας με τη βοήθεια λεπίδας.

Στη συνέχεια η ιλύ συμπιέζεται από τους κυλίνδρους της τράπεζας εκβάλλοντας τελικά την παχυμένη ιλύ στο απέναντι άκρο κατ' ευθείαν στην αντίστοιχη πρέσα, με συγκέντρωση 5 – 6 %.

Μονάδα παραγωγής διαλύματος PE συνεχούς λειτουργίας

Εγκαθίσταται μια μονάδα παρασκευής PE δυναμικότητας 3.000 l, που επαρκεί και για τις ανάγκες της επόμενης φάσης.

Ο πολυηλεκτρολύτης υπό μορφή σκόνης ή κόκκων, δοσομετρείται και διαλύεται με νερό σε ειδική διάταξη που αποτελείται από τα παρακάτω:

- ◆ Τροφοδοτικό σύστημα σκόνης πολυηλεκτρολύτη
- ◆ Δοχείο διάλυσης πολυηλεκτρολύτη και παρασκευής διαλύματος με αναδευτήρα
- ◆ Δεξαμενή ωρίμανσης όγκου 750 λίτρων
- ◆ Δεξαμενή αποθήκευσης όγκου 750 λίτρων

Δοσομετρικές αντλίες PE

Εγκαθίστανται δύο αντλίες δοσομετρικές θετικής εκτοπίσεως μεταβλητής παροχής δυναμικότητας 250 – 2750 l/h.

Ταινιοφιλτρόπρεσσες

Το σύστημα αφυδάτωσης αποτελείται από δύο ταινιοφιλτρόπρεσσες με πλάτος ταινίας 2,50 m, ενώ έχει προβλεφθεί μια εγκατάσταση παρόμοιας μονάδας για το μέλλον. Η παχυμένη ιλύς εξέρχεται από τις τράπεζες πάχυνσης και διατίθεται στην αντίστοιχη πρέσσα, ενώ στη συνέχεια η αφυδατωμένη ιλύς διατίθεται με μεταφορικό κοχλία.

Η αφυδάτωση της ιλύς επιτυγχάνεται με την διαδοχική διέλευσή της από σύστημα κυλίνδρων σε διάταξη S. Τα στάδια αφυδάτωσης περιλαμβάνουν την πάχυνση με βαρύτητα, την προσυμπίεση και κυρίως τη συμπίεση κατά την οποία η ιλύς περικλείεται ανάμεσα στις δύο φιλτροταινίες και συμπιέζεται ανάμεσα σε περιστρεφόμενα ράουλα κάτω από αυξανόμενη πίεση. Μετά την συμπίεση οι δύο ταινίες αποκλίνουν και η αφυδατωμένη ιλύς μέσω συστήματος απόξεσης αποκολλάται και με μεταφορικό κοχλία οδηγείται σε στεγασμένο χώρο δίπλα στο κτίριο αφυδάτωσης απ' όπου στη συνέχεια απομακρύνεται με φορτηγά.

Για την πλύση των ταινιοφιλτροπρεσσών χρησιμοποιείται βιομηχανικό νερό υπό πίεση. Τα στραγγίδια που προκύπτουν κατά τις διαδικασίες πάχυνσης και αφυδάτωσης της ιλύος συλλέγονται και οδηγούνται στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων.

Οι ταινιοφιλτρόπρεσσες είναι εξοπλισμένες με όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα όπως διατάξεις πλύσης, αυτόματης τάνυσης και ευθυγράμμισης των ταινιών, κίνησης των ταινιών, πίνακες κ.λ.π.

Το συγκρότημα της πρέσσας συναρμολογείται επί πλαισίου, κατασκευασμένο από χαλύβδινους κοιλοδοκούς, ορθογωνικής διατομής, οι οποίοι διαμορφώνουν ένα στιβαρό και άκαμπτο σύνολο οι κύλινδροι κίνησης και συμπίεσης είναι στιβαρής κατασκευής από χάλυβα ST 42, επικαλυμμένοι με ελαστικό ειδικής κατεργασίας πάχους 7 – 8 mm.

Όλοι οι κύλινδροι εδράζονται και περιστρέφονται μέσω ειδικών ρουλεμάν, διπλής σειράς βαρελοειδούς τύπου, υπερδιαστασιοποιημένοι για αντοχή σε οποιοδήποτε φορτίο αιχμής, απόλυτα υδατοστεγή με σφραγιστικά τύπου λαβυρίνθου.

Η κίνηση των ταινιών εξασφαλίζεται στο άνω μέρος του πλαισίου και μεταδίδει την κίνηση μέσω αλυσίδας σε αλυσοτροχούς εγκατεστημένους ομοαξονικά στους κύλινδρους κίνησης.

Υπάρχει διάταξη συνεχούς αυτόματου τάνυσης των δύο ταινιών. Οι κύλινδροι στην απέναντι πλευρά των κυλίνδρων κίνησης, οι οποίοι αναστρέφουν και τη φορά της κίνησης των ταινιών, αποτελούν τους κύλινδρους τάνυσης. Η τάνυση επιτυγχάνεται μέσω πνευματικών εμβόλων που εφαρμόζουν μια συνεχή επιθυμητή πίεση επί των κυλίνδρων.

Υπάρχει διάταξη πλυσίματος των ταινιών για κάθε ταινία, εγκατεστημένη σε κατάλληλη θέση, μετά την αναστροφή των ταινιών και αποτελείται από πολλαπλά στόμια ψεκασμού νερού ακριβώς στις ταινίες. Τα ακροφύσια είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα, αυτοκαθαριζόμενα.

Η ταινιοφιλτρόπρεσσα περιλαμβάνει δύο ατέρμονες ταινίες, πορώδεις, συνεχούς ύφανσης, υψηλής αντοχής σε εφελκυσμό που κατασκευάζονται από ειδικό πολυεστέρα.

Η διάθεση της αφυδατωμένης ιλύος γίνεται σε μεταφορικό κοχλία που την μεταφέρει εκτός του κτιρίου σε κλειστό χώρο. Η είσοδος των οχημάτων γίνεται από διπλή συρόμενη πόρτα. Η ιλύς διατίθεται σε κάδους μεταφοράς όγκου 10 m³ μέσω κυλιόμενου μεταφορικού κοχλία.

4.11.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ 1 σύστημα προετοιμασίας και δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη Polymatic, 2304, ANDRITZ SPROUT – BAUER S.A.
- ◆ (1+1) δοσομετρικές αντλίες πολυηλεκτρολύτη θετικής εκτοπίσεως, Bellin, EG 300 C, παροχής 250 – 2750 l/h σε πίεση 1 bar.
- ◆ (1+1) τράπεζα πάχυνσης, TEL 25, ANDRITZ SPROUT – BAUER S.A., πλάτους ταινίας 2,50 m, με ανοξείδωτο σκελετό.
- ◆ (1+1) τράπεζα πάχυνσης, VS 25 IP, ANDRITZ SPROUT – BAUER S.A., πλάτους ταινίας 2,50 m, με ανοξείδωτο σκελετό.
- ◆ (1+1) αντλίες πλύσης ταινίας, Marco Pumps, 503, παροχής 15 m³/h στα 7 bar.
- ◆ (1+1) αεροσυμπιεστές, SHAMAL, 25 – 130/25, παροχής 123 m³/h στα 8 bar.
- ◆ 2 μεταφορικές κοχλίες Ecorplants.
- ◆ 1 πλήρες σύστημα απόσμησης.
- ◆ 2 δοχεία αποθήκευσης αφυδατωμένης ιλύος όγκου 10 m³.
- ◆ 1 φορηγό όχημα χωρητικότητας 10 m³.

4.11.3 Έλεγχος λειτουργίας

Η λειτουργία είναι αυτοματοποιημένη. Οι αντλίες περίσσειας ιλύος ελέγχονται με βάση χρονοπρόγραμμα από το PLC. Όλος ο εξοπλισμός : αντλίες ιλύος, τράπεζες πάχυνσης, δοσομετρικές αντλίες, ταινιοφιλτρόπρεσσες είναι αλληλομανδλωμένες.

Επίσης η λειτουργία κάθε μηχανήματος μπορεί να γίνεται και χειροκίνητα και σε περίπτωση βλάβης ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σύστημα στο κτίριο της διοίκησης.

4.12 Απολύμανση (Χλωρίωση – Αποχλωρίωση)

4.12.1 Τεχνική περιγραφή

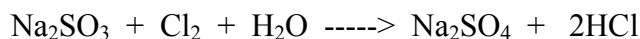
Τα επεξεργασμένα λύματα από τις δεξαμενές καθίζησης καταλήγουν στον μετρητή παροχής σε ανοικτό κανάλι και κατόπιν στο φρεάτιο εισόδου της χλωρίωσης όπου γίνεται η προσθήκη διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου και ισοκατανέμεται η ροή των λυμάτων προς δύο όμοια διαμερίσματα χλωρίωσης με μαιανδρική ροή.

Τα δύο διαμερίσματα χλωρίωσης έχουν συνολικά ωφέλιμο όγκο 600 m³ και βάθους υγρών 2,00 m και απομονώνονται με κατάλληλα θυροφράγματα.

Το συγκρότημα δοσομέτρησης χλωρίου βρίσκεται εγκατεστημένο στον οικίσκο χλωρίωσης και περιλαμβάνει δοσομετρικές αντλίες και δοχείο αποθήκευσης σε ξεχωριστό θάλαμο και δεξαμενή αποθήκευσης σε ξεχωριστό θάλαμο.

Στο φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής χλωρίωσης είναι εγκατεστημένος μετρητής υπολειμματικού χλωρίου με καταγραφικό.

Για την αποχλωρίωση των λυμάτων χρησιμοποιείται σκόνη θειώδους νατρίου (Na_2SO_3) που διαλυμένη στο νερό δοσομετρείτε εύκολα. Η χημική αντίδραση είναι η ακόλουθη:



Η παραπάνω αντίδραση απαιτεί 1,775 gr θειώδους νατρίου 1 gr απομακρυνόμενου χλωρίου, ενώ η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ιδιαίτερα μεγάλη.

Η δέσμευση του υπολειμματικού χλωρίου βάση της παραπάνω χημικής αντίδρασης παράγει μικρές ποσότητες οξέος με αποτέλεσμα τη μείωση της αλκαλικότητας των λυμάτων. Συνήθως όμως η αλκαλικότητα στα αστικά λύματα είναι υψηλή ώστε δεν προκύπτει η ανάγκη εξουδετέρωσής τους.

Η διαδικασία της αποχλωρίωσης επιτυγχάνεται στο φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής χλωρίωσης.

Το χημικό αποχλωρίωσης μεταφέρεται με σάκους και αποθηκεύεται σε ιδιαίτερο θάλαμο του οικίσκου χλωρίωσης.

Για τη διάλυση του θειώδους νατρίου και τη δοσομέτρησή του έχει εγκατασταθεί σύστημα προετοιμασίας και δοσομέτρησης του διαλύματος.

Η ποσότητα της σκόνης που απαιτείται για την ημερήσια δόση προστίθεται χειροκίνητα στη δεξαμενή αποθήκευσης και ανακατεύεται με το νερό της διάλυσης και προωθείται στο δοχείο ανάμιξης. Η πλήρης ανάμιξη επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ηλεκτροκίνητου αργόστροφου αναδευτήρα.

Το σύστημα δοσομέτρησης περιλαμβάνει την εγκατάσταση δύο δοσομετρικών αντλιών (μια εφεδρική) συνδεδεμένες με το σύστημα μέτρησης / ρύθμισης των τιμών του υπολειμματικού χλωρίου.

4.12.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ (2+1) δοσομετρικές αντλίες χλωρίου, παροχής 79 l/h.
- ◆ 1 δεξαμενή αποθήκευσης χλωρίου, όγκου 8.000 λίτρων.
- ◆ 1 δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης χλωρίου, όγκου 1000 λίτρων.
- ◆ 1 μετρητής υπολειμματικού χλωρίου.
- ◆ (1+1) δοσομετρικές αντλίες αποχλωρίωσης, παροχής 0 – 80 l/h.
- ◆ 2 δεξαμενές αποθήκευσης και κατανάλωσης διαλύματος θειώδους νατρίου όγκου 1.500 λίτρων η κάθε μια εξοπλισμένες με αναδευτήρα.

4.12.3 Έλεγχος λειτουργίας

Οι αντλίες χλωρίωσης διαθέτουν μικροεπεξεργαστή που δέχεται από τον μετρητή παροχή και ρυθμίζουν αυτόματα την δοσομέτρηση χλωρίου. Η λειτουργία των αντλιών εναλλάσσεται με κατάλληλο αυτοματισμό για την ομαλή φθορά τους, πρέπει όμως να υπάρχει αυτόματη και χειροκίνητη επιλογή καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας. Επί πλέον υπάρχει δυνατότητα χειροκίνητης ρύθμισης παροχής των αντλιών. Σε περίπτωση βλάβης τίθεται σε λειτουργία εφεδρικό αντλητικό συγκρότημα, με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού συστήματος στο κτίριο της διοίκησης.

Επίσης για την επιτυχή διεργασία της αποχλωρίωσης λαμβάνεται υπόψη τόσο η μεταβολή του υπολειμματικού χλωρίου όσο και η μεταβολή παροχής μέσω σήματος 4 – 20 mA από τον μετρητή.

Οι δεξαμενές χλωρίου διαθέτουν ηλεκτρόδια ανώτατης στάθμης και παραγγελίας χλωρίου κατώτατης στάθμης.

Όλες οι δοσομετρικές αντλίες εναλλάσσονται με κατάλληλο αυτοματισμό για την ομαλή φθορά τους ενώ υπάρχει και χειροκίνητη επιλογή.

Σε κάθε διαμέρισμα της δεξαμενής χλωρίωσης είναι εγκατεστημένος ένας αυτόματος ανιχνευτής στάθμης λυμάτων, που σε περίπτωση υπέρβασης της ανώτατης στάθμης λειτουργίας διακόπτει την παροχέτευση των λυμάτων στις εγκαταστάσεις (διακόπτοντας τη λειτουργία των αντλιοστασίων της πόλης), με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο διοίκησης.

4.13 Μετααερισμός

4.13.1 Τεχνική Περιγραφή

Τα επεξεργασμένα και απολυμασμένα λύματα μετά την χλωρίωση και την αποχλωρίωση οδηγούνται σε κλειστό φρεάτιο μετααερισμού όπου εμπλουτίζονται με διαλυμένο οξυγόνο με αλληπάλληλες υδραυλικές πτώσεις σε κλίμακα οξυγόνωσης.

Επίσης ο αγωγός παράκαμψης των ΕΕΛ που ξεκινά από την αναερόβια δεξαμενή και το φρεάτιο διανομής αερισμού καταλήγει στον θάλαμο εκροής του φρεατίου ώστε να μην απαιτείται καθαρισμός του φρεατίου μετά από κάθε χρήση αλλά και για να μην υπάρχει απότομη πτώση και εκροή αερίων.

Για την αποφυγή ανάπτυξης αλγών και εκπομπής σταγονιδίων το φρεάτιο είναι κλειστό και με διάταξη μηχανικού εξαερισμού εξασφαλίζεται η εισαγωγή και η εξαγωγή αέρα.

Από τον θάλαμο εκροής τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού.

Για τον εμπλουτισμό των λυμάτων με οξυγόνο χρησιμοποιείται κλίμακα οξυγόνωσης που αποτελείται ανά βαθμίδες πλάτους 6m, βήματος 30cm και ύψους 29 cm ώστε η συνολική υδραυλική πτώση να είναι 4.

Σε κάθε βαθμίδα έχει τοποθετηθεί ανοξείδωτος υπερχειλιστής καθ' όλο το πλάτος ροής.

4.14 Αντλιοστάσιο στραγγιδίων

4.14.1 Τεχνική περιγραφή

Παραγωγή στραγγιδίων και νερών πλύσης έχουμε από τις παρακάτω μονάδες:

- ◆ Προκαταρκτική επεξεργασία : 2 l/s
- ◆ Κτίριο ιλύος : 10 l/s
- ◆ Φρεάτιο εκροής : 3 l/s
- ◆ Φρεάτιο εκροής : 1 l/s
- ◆ Συνεργείο : 1 l/s
- ◆ Αμμοδιωλιστήριο : 5 l/s

Σύνολο **22 l/s**

Το αντλιοστάσιο στραγγιδίων δέχεται μέσω του δικτύου βαρύτητας τα στραγγίδια και τα καταθλίβει στο φρεάτιο εισόδου μέσω των δύο υποβρύχιων αντλητικών συγκροτημάτων.

4.14.2 Η/Μ εξοπλισμός

- ◆ (1+1) αντλίες FLYGT, CP 3152 MT, παροχής 80 m³/h στα 6 m.

4.14.3 Έλεγχος λειτουργίας

Η λειτουργία των αντλιών εναλλάσσεται με κατάλληλο αυτοματισμό για την ομαλή φθορά τους. Οι αντλίες τίθενται αυτόματα σε λειτουργία με ηλεκτρόδια στάθμης, υπάρχει όμως και χειροκίνητη επιλογή καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας.

Σε περίπτωση βλάβης τίθεται αυτόματα σε λειτουργία το εφεδρικό αντλητικό συγκρότημα με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο της διοίκησης.

Στην περίπτωση που η στάθμη των υγρών στον υγρό θάλαμο υπερβαίνει ορισμένη ανώτατη επιτρεπόμενη στάθμη ενεργοποιούνται και οι δύο αντλίες με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο κτίριο διοίκησης.

4.15 Μονάδα ανακυκλωμένου νερού

Η μονάδα ανακυκλωμένου νερού που αποτελεί πιλοτική μονάδα για πιθανά μελλοντική διύλιση και απολύμανση με U.V. της συνολικής παροχής αποτελείται από:

- ◆ Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας
- ◆ Ανοικτό φίλτρο διύλισης και σύστημα αντίστροφής πλύσης
- ◆ Μονάδα απολύμανσης
- ◆ Δεξαμενή αποθήκευσης (πριν την απολύμανση)

- ◆ Δεξαμενή αποθήκευσης (μετά την απολύμανση)
- ◆ Αντλητικό συγκρότημα βιομηχανικού νερού
- ◆ Αντλητικό συγκρότημα πόσιμου νερού
- ◆ Αεροφυλάκια

4.15.1 Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας

Η μονάδα ανακυκλωμένου νερού τροφοδοτείται από δύο υποβρύχιες αντλίες (μία εφεδρική), FLYGT, CP 3085 MT/ 432, παροχής 50 m³/h οι οποίες καταθλίβουν το νερό μέσω κοινού αγωγού PVC Φ110, 6 m, στο φρεάτιο εισόδου του φίλτρου διύλισης. Οι αντλίες είναι τοποθετημένες στο κοινό φρεάτιο των δύο καθιζήσεων.

Η παροχή των αντλιών είναι μεταβαλλόμενη μέσω μετατροπέα συχνότητας του ρεύματος τροφοδοσίας των ηλεκτροκινητήρων.

Οι αντλίες στην έξοδό τους διαθέτουν βαλβίδα αντεπιστροφής και δικλείδα φραγής τύπου πεταλούδας.

Η τροφοδοσία του ανοικτού φίλτρου είναι συνεχής, πλην των χρονικών διαστημάτων που γίνεται αντίστροφη έκπλυση.

Η επιθυμητή παροχή έχει καθοριστεί από τις ανάγκες των ΕΕΑ σε νερό για τις διάφορες χρήσεις.

4.15.2 Ανοικτό φίλτρο διύλισης

Γενικά

Ως διύλιση νοείται η διεργασία που επιτρέπει των διαχωρισμό στερεών από ένα υγρό χρησιμοποιώντας ένα διηθητικό μέσο ικανό να διαπερνάται από το υγρό και όχι από τα στερεά.

Η διύλιση του νερού είναι φυσική και χημική κατεργασία απομάκρυνσης των αιωρούμενων και κολλοειδών στερεών, κατά τη διέλευση του νερού από κοκκώδες υλικό, οπότε τα σωματίδια απορροφώνται στην επιφάνεια της κλίνης ή εγκλωβίζονται στις κοιλότητες της.

Τα βασικά στοιχεία των ανοικτών κλινών διύλισης είναι :

- ◆ Το διηθητικό μέσο
- ◆ Το σύστημα αντίστροφης πλύσης με νερό και αέρα με το σύνολο των απαιτούμενων σωληνώσεων.

Το διηθητικό μέσο είναι χαλαζιακή άμμος καθαρότητας > 98% σχεδόν ομοιογενούς κοκκομετρίας, ωφέλιμης διαμέτρου κόκκων 0,55 – 0,7 mm, με συντελεστή ομοιομορφίας κυμαινόμενο από 1,4 έως 1,7 μετά την πλύση. Το βάθος της άμμου καθορίζεται σε 1,40.

Η άμμος τοποθετείται σε υπόστρωμα από χαλίκια, κοκκομετρίας 3 – 5 mm πάχους 20cm.

Η πλάκες στις οποίες εγκιβωτίζονται τα ακροφύσια διήθησης από πολυπροπυλένιο, έχουν κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στις πλάκες τοποθετούνται 42 ακροφύσια ανά m^2 , η κατασκευή των οποίων είναι τέτοια ώστε αφενός να εξασφαλίζει την ομαλή και ομοιόμορφη λειτουργία του φίλτρου στη φάση διύλισης και αφ' ετέρου την ομοιόμορφη διανομή του αέρα και του νερού, εκ των κάτω προς τα άνω στη φάση της αντίστροφής πλύσης.

Περιγραφή λειτουργίας

Το νερό που εισέρχεται στο φίλτρο περνά με βαρύτητα από το διηθητικό μέσο και μέσω των ακροφυσίων καταλήγει στο αποστραγγιστικό σύστημα, το οποίο εξασφαλίζει την έξοδο του διυλισμένου νερού μέσω του σωλήνα συλλογής DN 150 και της ηλεκτροπνευματικής ρυθμιστικής βαλβίδας εξόδου, προς τη δεξαμενή διυλισμένου νερού.

Κατά τη λειτουργία του φίλτρου η στάθμη του νερού διατηρείται σταθερή μέσω της αυτόματης ρυθμιστικής δικλείδας, η οποία αντισταθμίζει την αύξηση της πτώσης πίεσης μέσω της άμμου, που οφείλεται στην αύξηση της πτώσης πίεσης στην άμμο και στη δικλείδα να παραμένει σταθερό.

Όταν η βαλβίδα ανοίξει εντελώς και η στάθμη στο φίλτρο υπερβεί το προκαθορισμένο σημείο, τότε ξεκινάει η διαδικασία της αντίστροφης πλύσης κλίνης.

Σύστημα αντίστροφής έκπλυσης

Η πλύση του διυλιστηρίου με συνδυασμένη χρήση αέρα και νερού. Η συχνότητα των πλύσεων καθορίζεται από τη στάθμη λειτουργίας του φίλτρου, δεν είναι όμως μικρότερη από μία φορά τη μέρα.

Το νερό αντίστροφης πλύσης, όπως και ο αέρας καταθλίβονται στον πυθμένα του φίλτρου και διανέμονται ομαλά μέσω των ακροφυσίων σε όλη την επιφάνεια του φίλτρου και ακολουθώντας ανοδική πορεία παρασύρουν τα σωματίδια που έχουν κατακρατηθεί από το διηθητικό μέσο. Το ανερχόμενο νερό υπερχειλίζει στα πλευρικά κανάλια και καταλήγει στο φρεάτιο φόρτισης απ' όπου απομακρύνεται μέσω ηλεκτροπνευματικής δικλείδας και αγωγού PVC Φ 160 προς το φρεάτιο στραγγιδίων.

Η διαδικασία αντίστροφής πλύσης περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- ◆ Εκκένωση φίλτρου μέχρι 5 cm άνω της επιφάνειας της άμμου
- ◆ Κλείσιμο βαλβίδας διυλισμένου νερού
- ◆ Άνοιγμα της πνευματική βαλβίδας αέρα και θέση σε λειτουργία του φυσητήρα επί 5 min
- ◆ Άνοιγμα βαλβίδων νερού και φρεατίου αντίστροφής πλύσης και θέτει σε λειτουργία την αντλία αντίστροφης πλύσης επί 10 έως 15 min
- ◆ Θέση εκτός λειτουργίας του φυσητήρα όταν το νερό φθάσει στη στάθμη υπερχειλίσσης και κλείσιμο της βαλβίδας αέρα
- ◆ Θέση εκτός λειτουργίας της αντλίας αντίστροφης πλύσης και κλείσιμο της βαλβίδας νερού και της βαλβίδας του φρεατίου.
- ◆ Θέση σε αυτόματη λειτουργία της βαλβίδας διύλισης

Η λειτουργία των αντλιών αντίστροφης πλύσης γίνεται εναλλάξ για την ομοιόμορφη καταπόνησή τους, το ίδιο δε συμβαίνει και για τους φυσητήρες. Σε περίπτωση απώλειας της πίεσης, τίθεται αυτόματα σε λειτουργία και ο δεύτερος φυσητήρας ενώ ταυτόχρονα γίνεται αναγγελία βλάβης.

Όλη η διαδικασία λειτουργίας και αντίστροφής πλύσης του φίλτρου γίνεται αυτόματα από το κεντρικό σύστημα ελέγχου ή χειροκίνητα από τα τοπικά χειριστήρια, μέσω των επιλογικών διακοπών AUTO / 0 / MAN και των μπουτόν ON / OFF.

Υπάρχει ακόμα δίδυμο συγκρότημα παραγωγής πεπιεσμένου αέρα παροχής $10 \text{ Nm}^3/\text{h}$ τουλάχιστον με αεροφυλάκιο 100 lt για τη λειτουργία των πνευματικών δικλίδων και των πιεστικών δοχείων ύδρευσης και βιομηχανικού νερού.

Μηχανοστάσιο

Το μηχανοστάσιο περιλαμβάνει το εξοπλισμό αντίστροφης πλύσης και απολύμανσης καθώς και το πιεστικό συγκρότημα πόσιμου και βιομηχανικού νερού. Η εγκατάσταση του εξοπλισμού γίνεται σε δύο επίπεδα, ώστε να μπορεί το σύστημα απολύμανσης να λειτουργεί με βαρύτητα και να εξυπηρετεί εύκολα το σύστημα σωληνώσεων και δικλίδων του φίλτρου.

Έκπλυση αγωγού διάθεσης

Οι αντλίες αντίστροφης πλύσης, μέσω χειροκίνητης δικλίδας μπορούν να τροφοδοτήσουν το φρεάτιο διάθεσης με διυλισμένο νερό ώστε να γίνεται περιοδικά έκπλυση του αγωγού διάθεσης.

4.15.3 Μονάδα απολύμανσης

Η απολύμανση των διυλισμένων λυμάτων γίνεται με δύο μονάδες U.V. κλειστού τύπου, δυναμικότητας $200 \text{ m}^3/\text{h}$ έκαστη. Η εισροή του νερού προς την εκάστοτε λειτουργούσα μονάδα ελέγχεται από ηλεκτροπνευματική βάνα.

Όλοι οι χώροι ακτινοβολίας είναι ερμητικά κλειστοί και εφ' όσον ανοιχθούν, διακόπτεται η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

Κάθε μονάδα αποτελείται από τα εξής:

- ◆ Χώρο εισροής λυμάτων
- ◆ Χώρο ακτινοβολίας
- ◆ Χώρο εκροής λυμάτων

Στο χώρο ακτινοβολίας υπάρχουν τέσσερις συστοιχίες τεσσάρων λυχνιών έκαστη. Οι λυχνίες είναι ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης τύπου 80 VI.

Ο ελάχιστος χρόνος παραμονής των λυμάτων στη μονάδα υπερβαίνει τα 5 sec και η ισχύς ακτινοβολίας υπερβαίνει τα $30 \text{ mW}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$ (mJ/cm^2) σε μήκος κύματος 254 min .

Οι αποδόσεις των λυχνιών έχουν εγγύηση για χρονικό διάστημα ενός έτους.

Το υλικό των κυλίνδρων είναι ανοξειδωτος χάλυβας AISI 316, κατάλληλο για συνεχή έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία, χωρίς μείωση της διαπερατότητάς του για τουλάχιστον 5 χρόνια.

Η καταναλισκόμενη ισχύς των λαμπτήρων ανέρχεται σε 74 W έκαστη και η παραγόμενη ισχύς UV 27, 4 W ήτοι 37%.

- ◆ Διάρκεια ζωής λαμπτήρων 8.000 h.
- ◆ Όλο το σύστημα διαθέτει προστασία IP 54
- ◆ Σύστημα καθαρισμού – συντήρησης

Η πρόσβαση στους λαμπτήρες είναι ευχερής και έχει γίνει πρόβλεψη του χώρου ώστε να είναι εύκολη η αντικατάσταση – συντήρησή τους.

Υπάρχει ακόμα πλήρως αυτόματο σύστημα καθαρισμού των λυχνιών.

Κάθε μονάδα συνοδεύεται από το ηλεκτρικό πίνακα που περιλαμβάνει μικροϋπολογιστή αυτόματης λειτουργίας, ο οποίος δέχεται τα σήματα 4 – 20 mA από το ροόμετρο και τους αισθητήρες υπεριώδους ακτινοβολίας Uvector και ρυθμίζει την εναλλαγή λειτουργίας των λυχνιών, ανάλογα με την παροχή και δίνει τη δόση ακτινοβολίας σε mJ/cm^2 και τη στιγμιαία παροχή, καθώς και πλήθος άλλων πληροφοριών όπως σφάλματα, φωτεινές ενδείξεις κ.λ.π.

Σε περίπτωση βλάβης, τίθεται αυτόματα σε λειτουργία αυτόματη εφεδρική μονάδα απολύμανσης και στέλνεται σήμα προς το κεντρικό σύστημα ελέγχου της εγκατάστασης.

4.15.4 Δεξαμενή αποθήκευσης

Τα λύματα μετά τη διύλιση οδηγούνται αποθήκευσης όγκου $50 m^3$ η οποία επικοινωνεί ελεύθερα με την μελλοντική δεξαμενή καθίζησης ωφέλιμου όγκου $1500 m^3$ που σ' αυτή τη φάση χρησιμοποιείται σαν δεξαμενή αποθήκευσης. Η πρώτη δεξαμενή των $50 m^3$ έχει προβλεφθεί έτσι ώστε στην περίπτωση υλοποίησης της επόμενης φάσης του έργου να μπορεί το σύστημα να εξακολουθεί να λειτουργεί χωρίς πρόβλημα αφού η συνεχής των $50 m^3$ καλύπτει πρακτικά τις ανάγκες των ΕΕΛ.

4.15.5 Δεξαμενή αποθήκευσης απολυμασμένου νερού

Η δεξαμενή είναι χωρητικότητας $30 m^3$ για την συγκέντρωση του απολυμασμένου νερού. Δεδομένου ότι η δυναμικότητα του συστήματος UV είναι $200 m^3/h$ και η ζήτηση $40 m^3/h$ είναι προφανές ότι ο ρόλος της δεξαμενής είναι αναρρύθμιση και όχι η αποθήκευση.

4.15.6 Αντλητικό συγκρότημα βιομηχανικού νερού

Το αντλητικό συγκρότημα βιομηχανικού νερού τροφοδοτεί της μονάδες πάχυνσης και αφυδάτωσης ιλύος καθώς και το δίκτυο έκπλυσης των μονάδων ΕΕΛ.

Το συγκρότημα αποτελείται από δύο αντλίες παροχής $40 m^3/h$ μανομετρικού 60 ΜΥΣ, του οίκου ΔΡΑΚΟΥ – ΠΟΛΥΜΗ, τύπος NORMABLOC NE – NIR 5x20.

Η λειτουργία τους είναι αυτόματη μέσω επιτήρησης στάθμης – πίεσης στο αεροφυλάκιο χωρητικότητας 10 m³.

4.15.7 Αντλητικό συγκρότημα πόσιμου νερού

Το αντλητικό συγκρότημα πόσιμου νερού αποτελείται από δύο αντλίες παροχής 25 m³ /h, μανομετρικού 60 ΜΥΣ, του οίκου ΔΡΑΚΟΥ – ΠΟΛΥΜΗ, τύπος NORMABLOC NE – NIR 4x25.

Η λειτουργία τους είναι αυτόματη μέσω επιτήρησης στάθμης – πίεσης στο αεροφυλάκιο χωρητικότητας 6 m³.

Οι αντλίες αναρροφούν από τη δεξαμενή πόσιμου νερού, χωρητικότητας 30 m³ η οποία γεμίζει μέσω φλοτεροβάννας από το δίκτυο της πόλης. Η δεξαμενή διαθέτει στόμιο σύνδεσης των αντλιών, δικλείδα εκκένωσης και διάταξη υπερχειλίσης.

4.15.8 Αεροφυλάκια

Τα αεροφυλάκια είναι κατασκευασμένα για πίεση 10 bar, είναι κατακόρυφα κυλινδρικά, με σφαιρικούς πυθμένες από χαλβδοελάσματα St 37,2 κατά DIN 17100.

Το κάθε αεροφυλάκιο στηρίζεται στο κυλινδρικό τμήμα σε 4 πλευρικά πόδια στήριξης κατά τρόπο που να επιτρέπει την ελεύθερη παραμόρφωση του πυθμένα του όταν μεταβάλλεται η πίεση μέσα σε αυτό. Στον κάτω πυθμένα είναι συγκολλημένο ένα μικρό κομμάτι σωλήνα, για να συνδεθεί με τον καταθλιπτικό αγωγό των αντλητικών συγκροτημάτων μέσω δικλείδας.

Για προστασία από διαβρώσεις τα αεροφυλάκια φέρουν εσωτερικά και εξωτερικά ειδική βαφή, η οποία όσον αφορά τις εσωτερικές επιφάνειες του αεροφυλακίου πόσιμου νερού, είναι κατάλληλη για πόσιμο νερό.

Το αεροφυλάκιο έχει κατάλληλη ανθρωποθυρίδα καθαρισμού Φ400 και είναι εφοδιασμένο με τα παρακάτω στόμια για τη σύνδεση αντίστοιχων οργάνων:

- ◆ Στόμιο σύνδεσης 3’’
- ◆ Βαλβίδα ασφαλείας διαμέτρου ¾, ορειχάλκινη.
- ◆ Στόμιο σύνδεσης του σωλήνα προσαγωγής πεπιεσμένου αέρα με ηλεκτροβάνα
- ◆ Στόμιο με ατμοφράκτη ½’’ για εκκένωση του αέρα
- ◆ Κρουνό εκκένωσης νερού διαμέτρου 1’’

Τα όργανα αυτοματισμού και ένδειξης στο αεροφυλάκιο είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Υάλινος υδροδείκτης για την ένδειξη της στάθμης με κρουνούς απομόνωσης
- ◆ Στοιχεία αντίληψης στάθμης νερού για τη λειτουργία του αεροσυμπιεστού
- ◆ Πρεσοστάτης για τον έλεγχο λειτουργίας των αντλητικών συγκροτημάτων
- ◆ Κρουνός εκκένωσης ½’’

4.16 Μονάδες απόσμησης

Είναι εγκατεστημένα 2 συστήματα απόσμησης που εξυπηρετούν τους παρακάτω χώρους:

- a) Μονάδα απόσμησης βοθρολυμάτων και εσχάρωσης – εξάμμωσης κτιρίου προεπεξεργασίας (I).
- b) Μονάδα απόσμησης πάχυνσης – αφυδάτωσης και αποθήκευσης ιλύος κτιρίου πάχυνσης – αφυδάτωσης (II).

Σε κάθε μονάδα απόσμησης πάχυνσης γίνεται απαγωγή αέρα από τα κύρια σημεία έκλυσης οσμών τοπικά με χοάνες απαγωγής και από τον ευρύτερο χώρο του κτιρίου με στόμιο απαγωγής.

Η απαγωγή αέρα συνεχίζεται μέσω δικτύου αεραγωγών από γαλβανισμένα ελάσματα πάχους αναλόγου με την διατομή του αεραγωγού σύμφωνα με τον κανονισμό της AMCA (Air Moving and Conditioning Association) και τη TOTEE. Μόνο για τα βοθρολύματα η απαγωγή γίνεται με σωλήνα από PVC, διατομής Φ250, τύπου HELIDOUR – 100 επειδή το δίκτυο είναι υπόγειο.

Στη συνέχεια ο απαγόμενος αέρας διέρχεται από ένα συγκρότημα φίλτρων ταχείας απόσμησης με τρία στάδια φίλτρανης του αέρα.

Οι ανεμιστήρες απόσμησης είναι φυγοκεντρικοί αντιοξεικού τύπου με περίβλημα και φτερωτή από πολυπροπυλένιο παροχής για 10 τουλάχιστον εναλλαγές ανά ώρα για κάθε αποσμούμενο χώρο και κατάλληλο μανομετρικό. Οι κινητήρες είναι τριφασικοί, βραχυκυκλωμένου δρομέα, προστασίας IP 54, αντιακρηκτικοί.

Ειδικά για τους χώρους εσχάρωσης και εξάμμωσης υπάρχουν αυτόματοι μετρητές H₂S που εντελούν αξονικούς ανεμιστήρες τοίχου ώστε για τους εν λόγω χώρους να έχουμε ταχεία εκκένωση του αέρα και η συνολική παροχή να είναι αυτή που απαιτείται ώστε να γίνονται 20 εναλλαγές ανά ώρα.

Οι μονάδες της απόσμησης περιλαμβάνουν τα παρακάτω εξαρτήματα:

Μηχανήματα και συσκευές	Μονάδα (I)	Μονάδα (II)
Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας	1	1
Φίλτρο απόσμησης	1	1
Συγκρότημα αεραγωγών	1	1
Χοάνες	3	3
Στόμια	6	2
Ρυθμιστικά διαφράγματα	3	2
Αυτόματοι μετρητές υδρόθειου	2	-
Αξονικοί ανεμιστήρες τοίχου	4	-

5. Έργο διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων

5.1 Γενικά

Τελικοί αποδέκτες των επεξεργασμένων λυμάτων του Δ. Μυτιλήνης μπορούν να αποτελέσουν το έδαφος και η θάλασσα.

Στην περιοχή εξετάστηκαν οι παρακάτω τρόποι διάθεσης:

1. Η διάθεση στη θάλασσα.
2. Η διάθεση των λυμάτων στο έδαφος (με ταχεία διήθηση).
3. Η διάθεση των υγρών αποβλήτων για άρδευση.

5.2 Διάθεση στη θάλασσα

Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων στη θάλασσα γίνεται κατά κανόνα με διαχυτήρες, που τοποθετούνται σε κατάλληλο βάθος και απόσταση από την ακτή. Με κατάλληλο σχεδιασμό και πάντα σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του αποδέκτη, επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός αραίωσης των επεξεργασμένων λυμάτων.

Η κύρια παράμετρος κατά το σχεδιασμό έργων διάθεσης σε θαλάσσιους αποδέκτες είναι ο προσδιορισμός της επιθυμητής ποιοτικής σύστασης του συγκεκριμένου αποδέκτη.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αποδέκτη καθορίζονται με βάση τις χρήσεις που προβλέπονται από την περιοχή διάθεσης και τις κοντινές ακτές. Οι ακτές στην ευρύτερη περιοχή χρησιμοποιούνται κύρια για σκοπούς αναψυχής, γι' αυτό θεωρήθηκε σκόπιμο το έργο διάθεσης να εξασφαλίζει:

- Της διατήρηση μιας αισθητικά αποδεκτής κατάστασης που επιτρέπει στη χρήση της περιοχής για ψυχαγωγικούς σκοπούς και δεν επηρεάζει τον τουρισμό.
- Τη διατήρηση ενός ικανοποιητικού επιπέδου ιχθυοπαραγωγής.

Η Κοινοτική οδηγία 91/271 αναφέρεται στις απαιτήσεις εκροής από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων και κάνει διάκριση μεταξύ « ευαίσθητων» και «λιγότερο ευαίσθητων» περιοχών. Στις ευαίσθητες περιοχές πέραν της αφαίρεσης οργανικού φορτίου προδιαγράφει και την απομάκρυνση των θρεπτικών. Κρίθηκε εύλογο ότι η θαλάσσια περιοχή εκβολής του Στενού Μυτιλήνης να καταλήγει στις ευαίσθητες περιοχές και πλέον του οργανικού φορτίου να σχεδιαστεί και για αφαίρεση θρεπτικών.

Η Κοινοτική οδηγία προδιαγράφει τις παρακάτω απαιτήσεις, καθώς και τους όρους δειγματοληψίας και ελέγχου των απαιτήσεων.

Παράμετροι	Μέχρι 100.000 l Π
BOD ₅	25 mg/l
COD	125 mg/l
SS	35 mg/l
Ολικός P	2 mg/l
Ολικό N	15 mg/l

Πίνακας 5.1

Διευκρινίζεται ότι από τις προδιαγραφόμενες δεσμεύσεις μπορούν να υιοθετηθούν, όσον αφορά το άζωτο και το φωσφόρο, είτε η μία εκ των δύο είτε και οι δύο ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες.

Από τα αποτελέσματα της ωκεανογραφικής έρευνας του Στενού της Μυτιλήνης από το ΙΩΚΑΕ το καλοκαίρι του 1983 προκύπτει, ότι ο περιοριστικός παράγοντας του ευτροφισμού είναι το άζωτο. Έτσι, η προτεινόμενη βιολογική αφαίρεση φωσφόρου κρίθηκε επαρκής για τη διασφάλιση του αποδέκτη. Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας, εφόσον απαιτηθεί μελλοντικά, παρέχουν τη δυνατότητα και χημικής αφαίρεσης του φωσφόρου.

Θεωρώντας ότι η ποιότητα των νερών στην περιοχή διάθεσης θα πρέπει να είναι κατάλληλη για κολύμβηση, οι εκροές πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της Υπουργικής απόφασης 46399/1352 (ΦΕΚ/Β/438-3/7/1986), που φαίνονται παρακάτω:

Παράμετροι	Επιθυμητό Όριο	Ανώτατο επιτρεπόμενο όριο
Σύνολο κολοβακτηριοειδών ανά 100 ml	500	10.000
Κολοβακτηρίδια ανά 100 ml	100	500
Εντερόκκοκοι ανά 100 ml	100	-
Σαλμονέλες ανά 100 ml	-	0
Εντεροϊοί ανά 10 l	-	0
ph μονάδες	-	6,6-8,5 (*)
Χρώμα		Όχι ασυνήθιστη μεταβολή χρώματος (*)
Ορυκτά Έλαια, mg/l	0,3	Χωρίς ορατή μεμβράνη στην επιφάνεια του νερού και χωρίς οσμή
Επιφανειακά ενεργές ουσίες που αντιδρούν με κυανού του μεθυλίου mg/l LAS	0,3	Αφρός που δεν διαρκεί
Φαινόλες / δείκτης φαινόλης mg/l CSH5OH	0,005	0,05
Διαφάνεια, m	5	2 (*)
Διαλυμένο οξυγόνο, % συγκέντρωσης κορεσμού O ₂	80 – 120	
Πισσώδη κατάλοιπα και επιπλέοντα υλικά	απουσία	

Πίνακας 5.2

(*) Μπορεί να γίνει παρέκκλιση λόγω εξαιρετικών καιρικών ή γεωγραφικών συνθηκών.

Στην ίδια Υπουργική απόφαση καθορίζονται και οι όροι δειγματοληψίας και ελέγχου των απαιτήσεων. Επίσης σύμφωνα με την (Υπ. Απόφαση "περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων" - ΦΕΚ 138 Β/24.2.1965), οι προδιαγραφόμενες χρήσεις θαλασσινών νερών είναι κατά σειρά:

- Για αλιεία οστρακόδερμων και κάθε άλλη χρήση.
- Για κολύμβηση και κάθε άλλη χρήση πλην αλιείας οστρακόδερμων.
- Για αλιεία και κάθε άλλη χρήση πλην αλιείας οστρακόδερμων και κολύμβησης.
- Για κάθε χρήση πλην αλιείας, κολύμβησης και αλιείας οστρακόδερμων.

Για τα δε νερά κολύμβησης θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω όροι:

- Χωρίς επιπλέοντα ή καθιζάνοντα στερεά, έλαια ή εναπόθεσης λάσπης, που προέρχεται από τα λύματα και τα βιομηχανικά απόβλητα.
- Διαλυμένο οξυγόνο, τουλάχιστον 5,0 mg/l.
- Χωρίς τοξικά ή επιβλαβή γενικά, ελαιώδη χρωματισμένα ή άλλα απόβλητα, που μπορούν μόνο τους ή σε συνδυασμό να κάνουν τα νερά αυτά ακατάλληλα για τις προβλεπόμενες χρήσεις.
- Ανάλογα με τον καθορισμό των περιεχομένων κολοβακτηριοειδών, τα νερά χαρακτηρίζονται ως εξής:

Κατηγορία νερών κολύμβησης	Μέσος όρος των περιεχομένων κολοβακτηριοειδών ανά 100 κατά την περίοδο κολύμβησης
Α. Κατάλληλα	0 - 50
Β. Παραδεκτά με επιφύλαξη	51 – 500
Γ. Υποπτα	501 – 1000
Δ. Ακατάλληλα	Πάνω από 1000

Πίνακας 5.3

Στις περιπτώσεις Β και Γ οι Υγειονομικές Υπηρεσίες μπορούν να επιτρέψουν την κολύμβηση μετά από αξιολόγηση των διαπιστώσεων των Υγειονομικών Αναγνώρισεων και των επιδημιολογικών δεδομένων της περιοχής.

Με την υπάρχουσα σχετική απόφαση Νομάρχη Λέσβου, όπως αυτή έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα, για τα θαλάσσια ύδατα του "Στενού της Μυτιλήνης" (από την περιοχή "Κουτσουμπάρα" και μέχρι τον όρμο της Θερμής), καθορίζεται ότι αυτά θα πρέπει να είναι της ανώτερης προδιαγραφόμενης ποιοτικής τάξης, δηλ. κατάλληλα για αλιεία οστρακόδερμων και για κάθε άλλη χρήση. Με την απόφαση αυτή καθορίζονται και οι απαιτήσεις για την ποιότητα των διατιθέμενων λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων, οι οποίες γενικά ακολουθούν την Κοινοτική οδηγία 91/271.

Κατ' αρχήν θα πρέπει να τονιστεί ότι η χρήση νερών του αποδέκτη για αλιεία οστρακόδερμων σε περιοχή διάθεσης σημαντικών παροχών λυμάτων θα πρέπει ν' αποκλειστεί για λόγους ασφαλείας, ανεξάρτητα από βαθμό επεξεργασίας αυτών.

Συνεκτιμώντας το υφιστάμενο νομικό καθεστώς, τις χρήσεις του αποδέκτη, τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων για διάθεση στο στενό "Στενό Μυτιλήνης" θα πρέπει να είναι τα παρακάτω:

Παράμετροι	Συγκέντρωση
BOD ₅	25 mg/l
COD	125 mg/l
Ολικά αιωρούμενα στερεά	35 mg/l
Ολικό άζωτο	15 mg/l
Ολικό φώσφορος	5 mg/l
Κολοβακτηρίδια	500/100 ml

Πίνακας 5.4

Η μορφολογία της περιοχής επιτρέπει την κατασκευή αγωγού διάθεσης ολικού μήκους 742 μ. εκ των οποίων τα 150 μ. αποτελούν το επίγειο τμήμα του. Το κατάντη τμήμα του αγωγού διαμορφώνεται σε διαχυτήρα και εκβάλλει δε σε βάθος -15.0 μ, εξασφαλίζοντας υψηλές τιμές τελικών διαλύσεων.

Επιμήκυνση του αγωγού σε μεγαλύτερα βάθη δεν κρίνεται σκόπιμη αφού η ποιότητα εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων είναι εξαιρετικά υψηλή και η εξασφάλιση των υψηλών διαλύσεων δεν αποτελεί την κύρια παράμετρο σχεδιασμού του έργου. Επιπλέον η επιμήκυνση του αγωγού πέραν της αύξησης της δαπάνης θα δημιουργούσε και τεχνικά προβλήματα από το μεγαλύτερο βάθος τοποθέτησης του.

Κατασκευή βραχύτερου υποθαλάσσιου αγωγού θα περιόριζε ελάχιστα την δαπάνη κατασκευής του, θα ελάττωνε όμως και πολύ τις διαλύσεις στον αποδέκτη με αποτέλεσμα το έργο διάθεσης να μην μπορεί να λειτουργήσει και σαν έργο ασφάλειας του όλου έργου.

Το μέγεθος των απαιτούμενων έργων φαίνεται να καθιστά οικονομικά εφικτή την υποθαλάσσια διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων, στην υπόψη περιοχή.

5.3 Διάθεση στο έδαφος – Επαναχρησιμοποίηση λυμάτων

5.3.1 Γενικά

Με την αύξηση των αναγκών σε νερό και την τάση εξάντλησης των οικονομικότερων εκμεταλλεύσιμων φυσικών πηγών, η θεώρηση των λυμάτων σαν εκμεταλλεύσιμου υδατικού πόρου δεν πρέπει να αποκλείεται.

Η έμμεση και κατά κύριο λόγο η άμεση επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων προϋποθέτει αφενός υψηλό βαθμό επεξεργασίας των λυμάτων και αφετέρου και την ύπαρξη χρηστών σε εύλογη απόσταση από τις εγκαταστάσεις.

Ο απαιτούμενος βαθμός επεξεργασίας εξαρτάται από τους εκάστοτε χρήστες, πάντως ο βιολογικός καθαρισμός και η υψηλού επιπέδου απολύμανση θα πρέπει να αποτελούν τις ελάχιστες βαθμίδες επεξεργασίας.

5.4 Αγωγός διάθεσης

5.4.1 Υφιστάμενη κατάσταση αποδέκτη

Η εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης της περιοχής έγινε με βάση τα αποτελέσματα της ωκεανογραφικής έρευνας του Στενού της Μυτιλήνης από το ΙΩΚΑΕ το καλοκαίρι του 1983.

Ειδικότερα έγιναν μετρήσεις παραμέτρων φυσικής και βιολογικής ωκεανογραφίας σ' ένα πλέγμα σταθμών δειγματοληψίας που καλύπτουν τα ανατολικά παράλια της περιοχής Μυτιλήνης.

Είναι απαραίτητο να τονιστεί ότι τα αποτελέσματα που προέκυψαν βασίζονται σε στοιχεία που συγκεντρώθηκαν σε μια μόνο δειγματοληψία και επομένως μπορούν να χαρακτηριστούν ενδεικτικά. Ωστόσο, είναι εξαιρετικά χρήσιμα για την προσέγγιση των ωκεανογραφικών χαρακτηριστικών της περιοχής και για την εκτίμηση των υγειονομικών αλλά και γενικότερα περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη διάθεση των λυμάτων.

5.4.1.1 Φυσική Ωκεανογραφία

- Η θερμοκρασία ελαττώνεται σημαντικά συναρτήσει του βάθους.
- Η αλατότητα μειώνεται από την επιφάνεια προς τα βαθύτερα στρώματα.
- Στην κίνηση των στρωμάτων υπάρχει σαφής νότια συνιστώσα.
- Η διαφάνεια του νερού βρέθηκε ικανοποιητική, της τάξης των 20 – 30 μ.
- Διαπιστώθηκε μια έντονη στρωμάτωση της υγρής στήλης, που οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στις μεγάλες μεταβολές της θερμοκρασίας.

5.4.1.2 Χημική Ωκεανογραφία

- Τα νερά του Στενού της Μυτιλήνης βρέθηκαν να είναι καλά οξυγονωμένα, τόσο από μέσες τιμές (4,8 – 6,6 ml/l) όσο και από το ποσοστό κορεσμού (90 – 116%).
- Οι συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών βρέθηκαν σχετικά χαμηλές.
- Περιοριστικός παράγοντας ευτροφισμού φαίνεται να είναι μόνο το ανόργανο άζωτο, ενώ επικρατούσα μορφή αζώτου είναι η αμμωνία.
- Οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στα ιζήματα ήταν χαμηλή, με εξαίρεση το νικέλιο και το χρώμιο στην περιοχή του αεροδρομίου που βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις.

5.4.1.3 Βιολογική Ωκεανογραφία

- Οι μετρήσεις φυτοπλαγκτού, ζωοπλαγκτού, φυτοσθενούς και ζωοσθενούς δείχνουν περιοχή με μη οικολογική επιβάρυνση.

5.5 Περιγραφή – υπολογισμοί αγωγού διάθεσης

Στο φρεάτιο διάθεσης καταλήγει ο αγωγός επεξεργασμένων λυμάτων από τη δεξαμενή χλωρίωσης και ο αγωγός παράκαμψης της εγκατάστασης.

Το φρεάτιο αποτελείται από το θάλαμο κανονικής λειτουργίας και από το θάλαμο υπερχειλίσης.

Σε κανονική λειτουργία τα επεξεργασμένα λύματα διοχετεύονται από το θάλαμο κανονικής λειτουργίας στον αγωγό διάθεσης και μέσω αυτού στο φρεάτιο εκτόνωσης του υποθαλάσσιου αγωγού. Ο θάλαμος κανονικής λειτουργίας έχει ωφέλιμο όγκο 30 m³ με μέγιστη διακύμανση στάθμης 1,5 m για την εξυπηρέτηση όλων των προβλεπόμενων λειτουργιών ελέγχου και αυτοματισμού.

Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης υπάρχει αυτόματη υπερχειλίση των επεξεργασμένων λυμάτων στον θάλαμο υπερχειλίσης και διοχετεύει αυτόν στον αγωγό παράκαμψης του αγωγού διάθεσης.

Το τμήμα του αγωγού διάθεσης από το φρεάτιο διάθεσης μέχρι την ρυθμιστική δικλείδα μήκους 60 m, καθώς και ο αγωγός παράκαμψης είναι κατασκευασμένοι από χαλυβδοσωλήνες ονομαστικής διαμέτρου Φ500, πάχους $t = 1,27$ mm με εσωτερική και εξωτερική προστασία.

Ανάντη του θαλάμου εκτόνωσης, στη θέση που φαίνεται και στο σχήμα 5.1 είναι τοποθετημένη ειδική ηλεκτρονική δικλείδα διαμέτρου Φ400 mm με έλεγχο της θέσεώς της από τη στάθμη του φρεατίου διάθεσης των εγκαταστάσεων, ώστε τελικά ο αγωγός από το φρεάτιο διάθεσης μέχρι τη ρυθμιστική δικλείδα να παραμένει πάντοτε κατά το δυνατό γεμάτος.

Με κατάλληλη διάταξη σωληνώσεων ο αγωγός παράκαμψης συνδέεται, κατάντη της ρυθμιστικής δικλείδας, με τον κύριο αγωγό και με κοινό αγωγό διοχετεύονται τα λύματα στο θάλαμο εκτόνωσης του υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης λυμάτων.

Ο θάλαμος εκτόνωσης του υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης των λυμάτων έχει κατασκευαστεί στην ξηρά παρά την ακτογραμμή και έχει διαστάσεις 1,5x3,0x2,0 m. Στο θάλαμο υπάρχει στεγανή ανθρωποθυρίδα. Το υψόμετρο πυθμένα του θαλάμου εκτόνωσης δεν είναι μεγαλύτερο του υψομέτρου – 2,50 m.

Για την απομάκρυνση του τυχόν εγκλωβισμένου αέρα από τον θάλαμο εκτόνωσης έχει κατασκευαστεί αγωγός από σωλήνες υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου εξωτερικής διαμέτρου Φ200, ο οποίος καταλήγει στο φρεάτιο διάθεσης και υπέρκειται της ανώτατης στάθμης του νερού κατ' ελάχιστον 1,5 m. Ο αγωγός έχει συνεχή ανοδική κλίση για να διευκολύνεται η εξαγωγή του εγκλωβισμένου αέρα.

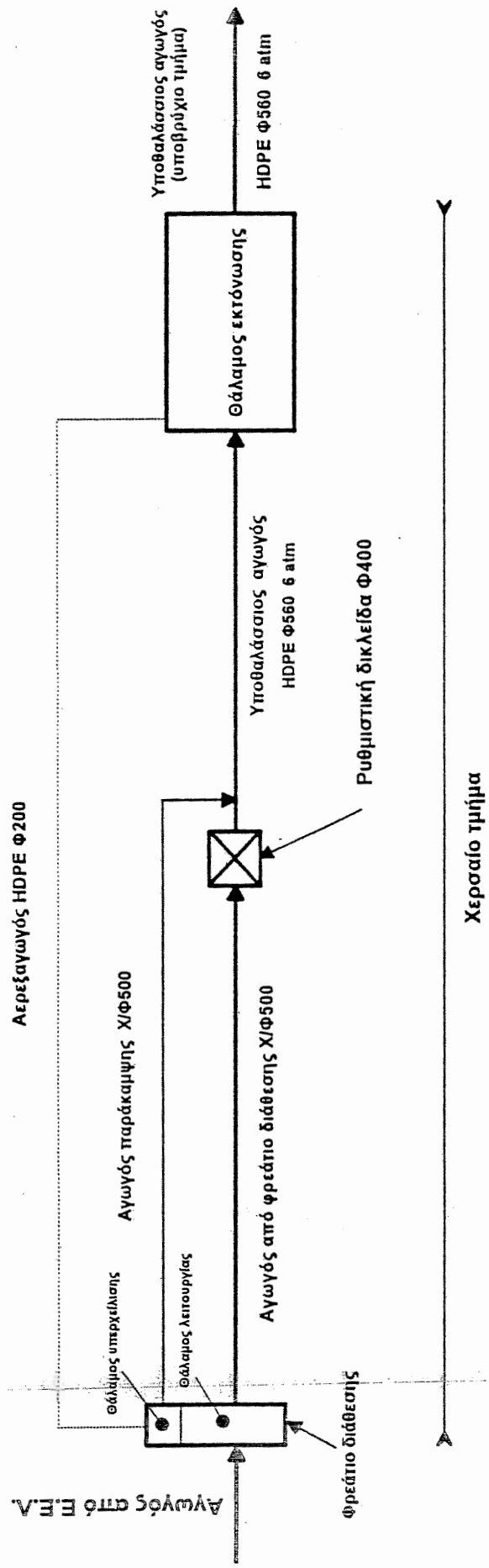
Ο υποθαλάσσιος αγωγός λυμάτων έχει ολικό μήκος 682 m εκ των οποίων τα 90 είναι χερσαίο τμήμα και 592 m υποβρύχιο που καταλήγει σε βάθος περίπου 1,50 m.

Ο αγωγός είναι κατασκευασμένος από σωλήνες υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου εξωτερικής διαμέτρου Φ560 και ελάχιστης ονομαστικής πίεσης λειτουργίας 6atm. Το κατάντη τμήμα του αγωγού μήκους 42 m διαμορφώνεται σε διαχυτήρα.

Με βάση σχετικών υπολογισμών προκύπτει ότι δεν χρειάζεται να υπάρξει περιορισμός στη χρήση των θαλασσινών νερών. Πάντως συνίσταται να μην επιτραπεί η αλιεία οστρακόδερμων σ' απόσταση περίπου 500 m εκατέρωθεν της εκβολής, ανεξάρτητα της ποιότητας εκροής.

Γύρω από τον αγωγό τοποθετούνται έρματα από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 1,00x1,00x0,50 m. Το κατάντη τμήμα του αγωγού μήκους 42 m είναι διαμορφωμένο με διαχυτήρα που φέρει 8 κατακόρυφα επιστόμια (ανά 6m).

ΑΓΩΓΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ



Χερσαίο τμήμα

6. Συμπεράσματα – Αξιολόγηση , Μηνιαία Δελτία Απόδοσης της ΜΕΥΑ Μυτιλήνης - Γραφήματα

6.1 Γενικά

Σκοπός αυτής της πτυχιακής ήταν να διαπιστωθεί μετά από συγκεκριμένες μετρήσεις το επίπεδο λειτουργίας της Μονάδας. Για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός έγιναν μετρήσεις σε ορισμένες παραμέτρους που καθορίζουν το ρυπαντικό φορτίο και οι οποίες είναι το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD), χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), τα αιωρούμενα στερεά (SS), τα νιτρικά, αμμωνιακά και φωσφορικά ($N - NO_3$, $N - NH_4$ και $P - PO_4$) τόσο κατά την είσοδο των λυμάτων στη μονάδα όσο και κατά την έξοδο τους από αυτή και πριν καταλήξουν στη θάλασσα.

Έτσι λοιπόν κατά το διάστημα από τις 3 Φεβρουαρίου 2003 έως και τις 30 Ιουνίου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του COD, BOD, SS, $N - NO_3$, $N - NH_4$ και $P - PO_4$ δύο με τρεις φορές την εβδομάδα ενώ από 1 Ιουλίου έως 29 Αυγούστου οι δειγματοληψίες – μετρήσεις των ίδιων παραμέτρων γινόταν καθημερινά. Οι λήψεις των δειγμάτων και στις δύο περιόδους γινόταν στις 9.30 το πρωί.

Η εξαγωγή των αποτελεσμάτων έγινε με την βοήθεια ειδικών αντιδραστηρίων (Hach), φίλτρων Whatman (για τη μέτρηση των αιωρούμενων στερεών). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο χημείο που βρίσκεται μέσα στο χώρο της Μονάδας.

6.2 Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων των παραμέτρων που πραγματοποιήθηκαν στην Ε.Ε.Α. της Μυτιλήνης είναι σωστή από τη στιγμή που τα αποτελέσματα δεν αποκλίνουν από τις απαιτήσεις για την ποιότητα των διατιθέμενων λυμάτων οι οποίες ακολουθούν την Κοινοτική Οδηγία 91/271 (βλ. κεφάλαιο 5, Πίνακας 5.4) η οποία καθορίζει τις μέγιστες τιμές συγκεντρώσεις, σε (mg/l), των διαφόρων παραμέτρων που πρέπει να ανιχνεύονται στα επεξεργασμένα λύματα.

6.3 Συμπεράσματα

Έχοντας υπόψη της παραπάνω απόφαση μπορούμε να πούμε ότι οι τιμές των παραμέτρων (με εξαίρεση τα $P - PO_4$) κατά την έξοδο των λυμάτων από τη μονάδα είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές που έχουν τεθεί σαν όριο. Οι τιμές των αιωρούμενων στερεών (SS) ελάχιστες φορές έχουν ξεπεράσει τα 20 mg/l με όριο το 35 mg/l. Επίσης οι τιμές των $N - NO_3$ και $N - NO_4$ που προέκυψαν από τις μετρήσεις είναι των λυμάτων κατά την έξοδό τους είναι κατά πολύ μικρότερες από το όριο των 15 mg/l.

Μελετώντας τα γραφήματα που παρουσιάζουν την διακύμανση των παραμέτρων με το χρόνο, βλέπουμε ότι υπάρχουν κάποιες απότομες διακυμάνσεις κυρίως κατά την είσοδο των λυμάτων τους μήνες Φεβρουάριο και Μάρτιο. Αυτό οφείλεται στις αυξημένες βροχοπτώσεις που είχαμε εκείνη την εποχή, οι οποίες αύξαναν την παροχή εισόδου και εκτός από τα λύματα μετέφεραν και βρόχινα νερά τα οποία ήταν επιβαρημένα με επιπλέον ρυπαντικό φορτίο.

Ημ/νια	Εισροή Μ.Ε.Α.								
	T C	pH	Cond. $\mu\text{S}/\text{cm}$	BOD5 mg/l	COD mg/l	SS mg/l	NO3-N mg/l	NH4 -N mg/l	PO4-P mg/l
3/2/2003	15,6	7,22	5290	22,1		176	1,8	33,7	-
4/2/2003									
5/2/2003	14,8	7,26	5300	38,9	78	106	2,1	32,6	-
6/2/2003									
7/2/2003	14,1	7,11	5016	91,7			1,8	30,7	-
10/2/2003									
11/2/2003	12,5	7,18	4800	97,3	121	210,8	1,7	29,2	-
12/2/2003									
13/2/2003	13	7,25	4910	30	118	198	18	31,4	-
14/2/2003									
17/2/2003	14,8	7,2	4370	23,6	94	165	2	28,9	-
18/2/2003									
19/2/2003									
20/2/2003									
21/2/2003	15,4	7,25	5280	17,7	88	139	1,6	32,4	-
24/2/2003	15,2	7,27	5100	51,6	93		2,3	36,25	-
25/2/2003									
26/2/2003	14	7,3	4900	54,9	106,7	140,7	2,2	34,6	-
27/2/2003									
28/2/2003	14,8	7,29	4980	53,4	98	132	2,1	33,6	-

Ημ/μία	Ανάμικτο Υγρό			
	T C	pH	MLSS mg/l	Settleable solids ml/l
3/2/2003	16,5	7,16	4250	420
4/2/2003				
5/2/2003	16,1	7,12	4160	450
6/2/2003				
7/2/2003	15	7,15	4890	480
10/2/2003				
11/2/2003	14,6	7,06	4100	390
12/2/2003				
13/2/2003	14,7	7,2	4700	450
14/2/2003				
17/2/2003	14,8	7,16	4580	370
18/2/2003				
19/2/2003				
20/2/2003				
21/2/2003	14,7	7,08	4810	430
24/2/2003	15	7,09	4260	400
25/2/2003				
26/2/2003	15,5	7,1	4750	450
27/2/2003				
28/2/2003				

Εκροή Μ.Ε.Α.

Ημ/νία	T °C	pH	DO mg/l	Cond. μS/cm	NO ₃ -N mg/l	NH ₄ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	SS mg/l	Free Cl ₂ mg/l
1/2/2003											
2/2/2003											
3/2/2003	14,4	7,15	6,5	4290	0,88	0,56	4,7	1,8	16,7	7,8	0,28
4/2/2003											
5/2/2003	13,9	7,18	6	4670	0,9	0,44	5,2	1,1		6,9	0,29
6/2/2003											
7/2/2003	13,8	7,28	6	4800	0,76	0,6	5,6	4	20	7,6	0,29
8/2/2003											
9/2/2003											
10/2/2003											
11/2/2003	12,4	7,24	6	5000	1,21	0,27	4,9	13,9	22,8	8	0,3
12/2/2003											
13/2/2003	12,1	7,36	6	4780	1,38	0,173	5	0,6		5,6	0,28
14/2/2003											
15/2/2003											
16/2/2003											
17/2/2003	13	7,25	6	5100	1,07	0,37	5,1	0,3	15	4,7	0,3
18/2/2003											
19/2/2003											
20/2/2003											
21/2/2003	14,7	7,15	6	4770	1,02	0,57	4,8	1,76		3	0,3
22/2/2003											
23/2/2003											
24/2/2003	15	7,21	6	4760	1,2	0,4	4,9	1,2	21,7	5,6	0,29
25/2/2003											
26/2/2003	15,2	7,18	6	4730	1,17	0,38	5	1,12	18,3	5,3	0,3
27/2/2003											
28/2/2003	15,1	7,16	6	4690	1,15	0,4	5	1,2	19,7	5,1	0,3

Είσοδοι Μ.Ε.Α.

Ημ/νία	T °C	pH	Cond. μS/cm	BOD5 mg/l	COD mg/l	SS mg/l	NO3-N mg	NH4 -N mg	PO4-P mg/l
1/3/2003									
2/3/2003									
3/3/2003		13,6	4990	78,8	161,7	181	1,5	36,25	-
4/3/2003									
5/3/2003									
6/3/2003		14,8	4120	90	168	162,8	1,7	22,7	-
7/3/2003									
8/3/2003									
9/3/2003									
10/3/2003		16,2	4680	129,7	184	189	1,6	21,4	-
11/3/2003									
12/3/2003		16,8	5010	143,7	197	218,9	1,5	19,6	-
13/3/2003									
14/3/2003		16,4	5080	139	210	200	1,6	20,1	-
15/3/2003									
16/3/2003									
17/3/2003		16,5	5080	147	231	208	1,3	18,94	-
18/3/2003									
19/3/2003		16,3	6240	156,8	243	221	1,4	15,125	-
20/3/2003									
21/3/2003		16,2	6130	171	289	236	1,6	17,3	-
22/3/2003									
23/3/2003									
24/3/2003		16	5160	158,9	244	210	1,5	20,1	-
25/3/2003									
26/3/2003									
27/3/2003		15,9	4520	165,8	258	216,8	1,4	18,125	-
28/3/2003									
29/3/2003									
30/3/2003									
31/3/2003		16,1	5010	161,7	267	220	1,3	20,4	-

Αλλαγή
Δ. Καθίζ.

Αλλαγή
Δ. Αερισμ.

Ημ/νία	Ανάμικτο Υγρό			
	T C	pH	MLSS mg/l	Settleable solids ml/l
3/3/2003	16	7,35	5180	510
4/3/2003				
5/3/2003				
6/3/2003	16,1	7,46	5200	520
7/3/2003				
Αλλαγή Δ.Καθίζ.				
10/3/2003	16,3	7,3	4160	420
11/3/2003				
12/3/2003	16,4	7,25	4600	440
13/3/2003				
14/3/2003	16,1	7,3	4090	400
Αλλαγή Δ.Αερισμ.				
17/3/2003	16	7,2	3800	270
18/3/2003				
19/3/2003	16,5	7,41	3760	310
20/3/2003				
21/3/2003	16,8	7,46	3900	360
24/3/2003	16,9	7,52	3410	350
25/3/2003				
26/3/2003	16,7	7,32	3200	340
27/3/2003				
28/3/2003	17,2	7,3	3780	370
31/3/2003	17	7,29	3300	320

Εκπονή Μ.Ε.Α.

Ημ/νία	T °C	pH	DO mg/l	Cond. μS/cm	NO ₃ -N mg/l	NH ₄ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	SS mg/l	Free Cl ₂ mg/l
1/3/2003											
2/3/2003		7,33		4540	0,6	0,472	4,7	2,8	19,8	3	2,9
3/3/2003	14,9										
4/3/2003											
5/3/2003											
6/3/2003	15,6	7,7	5,8	4180	0,7	0,5	5	3,2	20,7	5,6	2,9
7/3/2003											
8/3/2003											
9/3/2003											
10/3/2003	16,1	7,28	6	4270	0,7	0,508	5	4,6	24	9,8	3
11/3/2003											
12/3/2003	16	7,31	6	4300	0,65	0,6	6,3	3,8	26	6	3
13/3/2003											
14/3/2003	15,8	7,3	6,5	4460	0,8	0,97	5,2	4,2	25,5	5,1	3
15/3/2003											
16/3/2003											
17/3/2003	16	7,2	7	4505	0,46	1,3	4	3,9	24,9	19,8	3,5
18/3/2003											
19/3/2003	16,2	7,14	7,5	4500	0,3	5,75	4,8	4	24,7	10,9	3,2
20/3/2003											
21/3/2003											
22/3/2003											
23/3/2003											
24/3/2003	17	7,3	6	4270	0,28	4,65	5	3,5	26,3	6,7	3
25/3/2003											
26/3/2003											
27/3/2003	17	6,93	6	4300	0,31	3,675	5,6	4,2	28	7	2,9
28/3/2003											
29/3/2003											
30/3/2003											
31/3/2003	17,2	7,5	6	4600	0,29	4,1	5,3	3,8	30,1	3,8	3

Αλλανή
Δ.Καθίζ.

Αλλανή
Δ.Αερισμ.

Ημ/μία	Ανάμικτο Υγρό			
	T C	pH	MLSS mg/l	Settleable solids ml/l
1/4/2003				
2/4/2003	17	7,36	2300	360
3/4/2003				
4/4/2003	16,9	7,4	2980	310
7/4/2003	17,1	7,32	3010	340
8/4/2003				
9/4/2003	17,3	7,25	3030	380
10/4/2003				
11/4/2003	17,2	7,28	2980	360
14/4/2003	17	7,26	2760	310
15/4/2003				
16/4/2003	17,2	7,33	2860	330
17/4/2003				
18/4/2003	17,1	7,39	3010	340
21/4/2003				
22/4/2003	18	7,4	2810	320
23/4/2003				
24/4/2003	17,8	7,5	2910	330
25/4/2003				
28/4/2003				
29/4/2003	18,5	7,6	3400	400
30/4/2003				

Ημ/νία	Ανάμικτο Υγρό			
	T C	pH	MLSS mg/l	Settleable solids ml/l
1/5/2003				
2/5/2003				
5/5/2003	21,5	7,8	3320	380
6/5/2003				
7/5/2003	21,8	7,12	3390	400
8/5/2003				
9/5/2003	21,7	7,06	2906	360
12/5/2003	21,8	7,14	2829	360
13/5/2003				
14/5/2003	22	7,12	2900	370
15/5/2003				
16/5/2003	22,1	1,08	2920	350
19/5/2003				
20/5/2003	21,9	7,28	2460	330
21/5/2003				
22/5/2003	21,8	7,3	2585	340
23/5/2003				
26/5/2003				
27/5/2003	22	7,15	2906	370
28/5/2003				
29/5/2003	21,9	7,26	2480	320
30/5/2003				

Εισορή Μ.Ε.Α.

Ημ/νία	T C	pH	Cond. $\mu\text{S}/\text{c}$	BOD5 mg	COD mg/l	SS mg/l	NO3-N mg	NH4 -N mg	PO4-P mg/l
1/6/2003									
2/6/2003	22,6	7,16	4760	184	268	298,6	1,1	20,6	10,2
3/6/2003									
4/6/2003									
5/6/2003	22,3	7,25	5200	117	198,5	186,7	1,4	21,21	9,94
6/6/2003									
7/6/2003									
8/6/2003									
9/6/2003	22,7	7,21	4650	128	210	197,6	1,3	19,3	12,4
10/6/2003									
11/6/2003	22,3	7,18	4890	136	168,7	213	1,5	20,14	9,35
12/6/2003									
13/6/2003	22,9	7,06	4320	116	171	209	1,6	18,42	11,2
14/6/2003									
15/6/2003									
16/6/2003									
17/6/2003	22,9	7,09	4405	156	198	244,3	1,4	20,4	14,6
18/6/2003									
19/6/2003									
20/6/2003	23	7,05	5100	161	216	268	1,7	18,34	12,6
21/6/2003									
22/6/2003									
23/6/2003									
24/6/2003	23	7,16	5120	140	348	238,9	1,5	22,1	12,4
25/6/2003									
26/6/2003									
27/6/2003	24,6	7,3	5320	137	198,7	191,7	1,6	20,7	11,7
28/6/2003									
29/6/2003									
30/6/2003	24,2	7,28	5680	131	216	201,3	1,5	19,82	10,3

Ημ/μία	Ανάμικτο Υγρό			
	T C	pH	MLSS mg/l	Settleable solids ml/l
2/6/2003	22,6	7,98	2290	300
3/6/2003				
4/6/2003				
5/6/2003	23	7,07	2650	330
6/6/2003				
9/6/2003	23	7,16	2450	330
10/6/2003				
11/6/2003	23,2	7,22	2560	320
12/6/2003				
13/6/2003	23,1	7,18	3120	350
16/6/2003				
17/6/2003	24,6	7,09	2500	320
18/6/2003				
19/6/2003				
20/6/2003	23	7,1	2650	340
23/6/2003				
24/6/2003	23,5	7,2	2510	320
25/6/2003				
26/6/2003				
27/6/2003	24	7,08	2870	310
30/6/2003	24	7,16	2605	300

Εκπονή Μ.Ε.Α.

Ημ/νια	T ° C	pH	DO mg/l	Cond. μS/cm	NO ₃ -N mg/l	NH ₄ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	SS mg/l	Free Cl ₂ mg/l
1/6/2003											
2/6/2003	22,7	7,35	5	4370	0,38	0,26	> 10	5,3	21,6	3,3	0,38
3/6/2003											
4/6/2003											
5/6/2003	22,1	7,27	6	4600	0,46	0,17	-	3,5	23,1	4,4	0,29
6/6/2003											
7/6/2003											
8/6/2003											
9/6/2003	22,6	7,2	5,5	4510	0,63	0,13	-	5,2	20,9	4,8	0,3
10/6/2003											
11/6/2003	22,8	7,3	5,5	4680	0,68	0,14	-	5,4	22,7	5	0,27
12/6/2003											
13/6/2003	23	7,31	5	4430	0,71	0,17	-	5,8	27,3	5,8	0,28
14/6/2003											
15/6/2003											
16/6/2003											
17/6/2003	23,3	7,2	6	4370	0,57	0,15	-	4,9	26,7	2,7	0,3
18/6/2003											
19/6/2003											
20/6/2003	23,6	7,16	6	4560	0,67	0,13	-	4,6	23,6	2,6	0,29
21/6/2003											
22/6/2003											
23/6/2003											
24/6/2003	23,8	7,21	6	4370	0,56	0,26	-	7,15	43	4,5	0,29
25/6/2003											
26/6/2003											
27/6/2003	23,7	7,3	5,5	4860	0,38	0,51	-	5	31	6,8	0,3
28/6/2003											
29/6/2003											
30/6/2003	24	7,28	6	4900	0,41	0,6	-	6,2	30,8	7,6	0,28

Ημ/νία	Ανάμικτο Υγρό			
	T C	pH	MLSS mg/l	Settleable solids ml/l
1/7/2003	24,1	7,15	2860	310
2/7/2003	24,3	7,17	2880	330
3/7/2003	24,1	7,12	2910	330
4/7/2003	24,2	7,07	3010	340
7/7/2003	24,2	7,23	2760	310
8/7/2003	24,3	7,28	2670	300
9/7/2003	24,5	7,26	2820	320
10/7/2003	24,6	7,28	2940	310
11/7/2003	24,6	7,27	3080	340
14/7/2003	25	7,2	2780	360
15/7/2003	24,4	7,21	2830	370
16/7/2003	24	7,16	2890	380
17/7/2003	24,5	7,11	3030	360
18/7/2003	24,3	7,08	3180	380
21/7/2003	24,8	7,21	2780	328
22/7/2003	24,6	7,2	2860	340
23/7/2003	24,7	7,18	2910	368
24/7/2003	24,8	7,18	3075	370
25/7/2003	24,5	7,1	3090	380
28/7/2003	24,4	7	3100	380
29/7/2003	24,6	7,01	3120	400
30/7/2003	24,5	7,12	2980	370
31/7/2003	24,6	7,09	2880	380

Εκπονή Μ.Ε.Α.

Ημ/νία	T °C	pH	DO mg/l	Cond. μS/cm	NO ₃ -N mg/l	NH ₄ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	SS mg/l	Free Cl ₂ mg/l
1/7/2003	24	7,33	5,5	5530	1,2	0,69	6,8	8,5	36,4	6,8	0,3
2/7/2003	24,3	7,31	5,5	5510	0,8	0,65	6,5	7,8	34,8	6,5	0,31
3/7/2003	24,1	7,32	6	5520	0,2	0,65	6	8,2	31,5	5,9	0,29
4/7/2003	24	7,31	5,5	5610	0,18	0,64	7,3	7,1	28,4	5,3	0,3
5/7/2003											
6/7/2003											
7/7/2003	24,6	7,33	6	5520	0,3	0,26	0,71	4,3	25	4,3	0,3
8/7/2003	24,7	7,38	6,5	5500	1,2	0,78	1,56	6,2	26,5	4,6	0,29
9/7/2003	24,5	7,34	6	5480	0,3	0,54	1,32	5,6	28,3	4,2	0,31
10/7/2003	24,3	7,28	5,5	5460	0,3	0,4	3,68	6,9	35,7	3,2	0,3
11/7/2003	24,4	7,3	6	5400	0,4	0,68	1,56	7	32,6	3,9	0,28
12/7/2003											
13/7/2003											
14/7/2003	24,6	7,27	5,5	5230	1	0,98	2,96	6,8	29,7	4,6	0,27
15/7/2003	24,7	7,47	6	5280	0,3	0,45	3,76	6,5	26,2	5,6	0,29
16/7/2003	24,9	7,45	6,5	5190	9,2	0,64	3,76	6,9	25,4	5,2	0,28
17/7/2003	25,2	7,5	6	5020	0,4	0,7	4,94	5,3	24,9	3	0,3
18/7/2003	25,1	7,56	5,5	5160	0,3	0,87	2,98	4,8	26,3	3,3	0,31
19/7/2003											
20/7/2003											
21/7/2003	25	7,61	6	5290	0,1	0,93	1,91	5,9	29,3	2,8	0,32
22/7/2003	24,9	7,4	6	5140	0,2	0,94	2,41	5,4	30,3	3,2	0,31
23/7/2003	24,7	7,32	6	5030	0,3	0,92	2,9	4,9	31,7	3,9	0,29
24/7/2003	24,8	7,37	6,5	4980	0,48	0,2	2,8	5,1	21,1	4,4	0,3
25/7/2003	25,1	7,41	6	4930	0,2	0,66	0,87	6,5	22	5,6	0,29
26/7/2003											
27/7/2003											
28/7/2003	25,5	7,32	6	4980	0,4	0,38	0,97	5,7	25	6	0,31
29/7/2003	25,4	7,39	5,5	4940	0,3	0,68	1,8	5,3	25,3	4,3	0,29
30/7/2003	25,3	7,28	5,5	5320	0,3	0,67	1,5	5,5	25,4	3,9	0,28
31/7/2003	25,5	7,3	6	5440	0,4	0,71	2,1	6,2	24,1	3,7	0,3

28/7/2003	24	7,61	5470	148	330	177	1,4	20,5	10,5
29/7/2003	24,1	7,62	5490	149	357	167	0,8	16,9	8,1
30/7/2003	24,3	7,62	5540	139	275	143	1	15,3	9,1
31/7/2003	24,3	7,63	5720	131	192	113	1,1	14,2	9,4

Εταιρεία Μ.Ε.Α.

Ημ/νία

T.C	pH	Cond. µS/c	BOD5 mg/l	COD mg/l	SS mg/l	NO3-N mg/l	NH4 -N mg/l	PO4-P mg/l
1/8/2003	24,7	7,51	5230	112	307	290	1,7	22,2
4/8/2003	24,6	7,54	5420	128	313	310	2,1	19,7
5/8/2003	24,3	7,48	5410	121	291	308	1,9	17,4
6/8/2003	24,4	7,52	5390	109	287	280	2,2	14,3
7/8/2003	24,5	7,52	5270	126	320	275	1,6	16,3
8/8/2003	24,8	7,51	5240	147	240	260	1,2	18,2
11/8/2003	24,1	7,62	5410	111	366	267	1,4	17,9
12/8/2003	24,3	7,63	5200	117	325	256	1,6	21,1
13/8/2003	24,9	7,47	5380	129	359	240	2,1	20,6
14/8/2003	24,6	7,49	5250	121	294	267	1,8	19,6
15/8/2003								
18/8/2003	24,8	7,63	5380	132	281	290	2	21,2
19/8/2003	24,7	7,68	5400	165	680	307	1,3	20,4
20/8/2003	24,4	7,69	5479	154	301	313	1,1	22,3
21/8/2003	24,5	7,65	5290	132	274	287	1,7	19,8
22/8/2003	24,7	7,59	5439	143	265	230	1	15,6
25/8/2003	24,3	7,43	5320	116	379	132	1,4	19,3
26/8/2003	24,4	7,45	5368	117	296	144	1,6	20,2
27/8/2003	24,5	7,49	5400	121	313	180	1,9	18,4
28/8/2003	24,1	7,5	5390	119	290	128,6	1,2	16,3
29/8/2003	24,3	7,52	5480	129	284	132,4	2,1	15,8

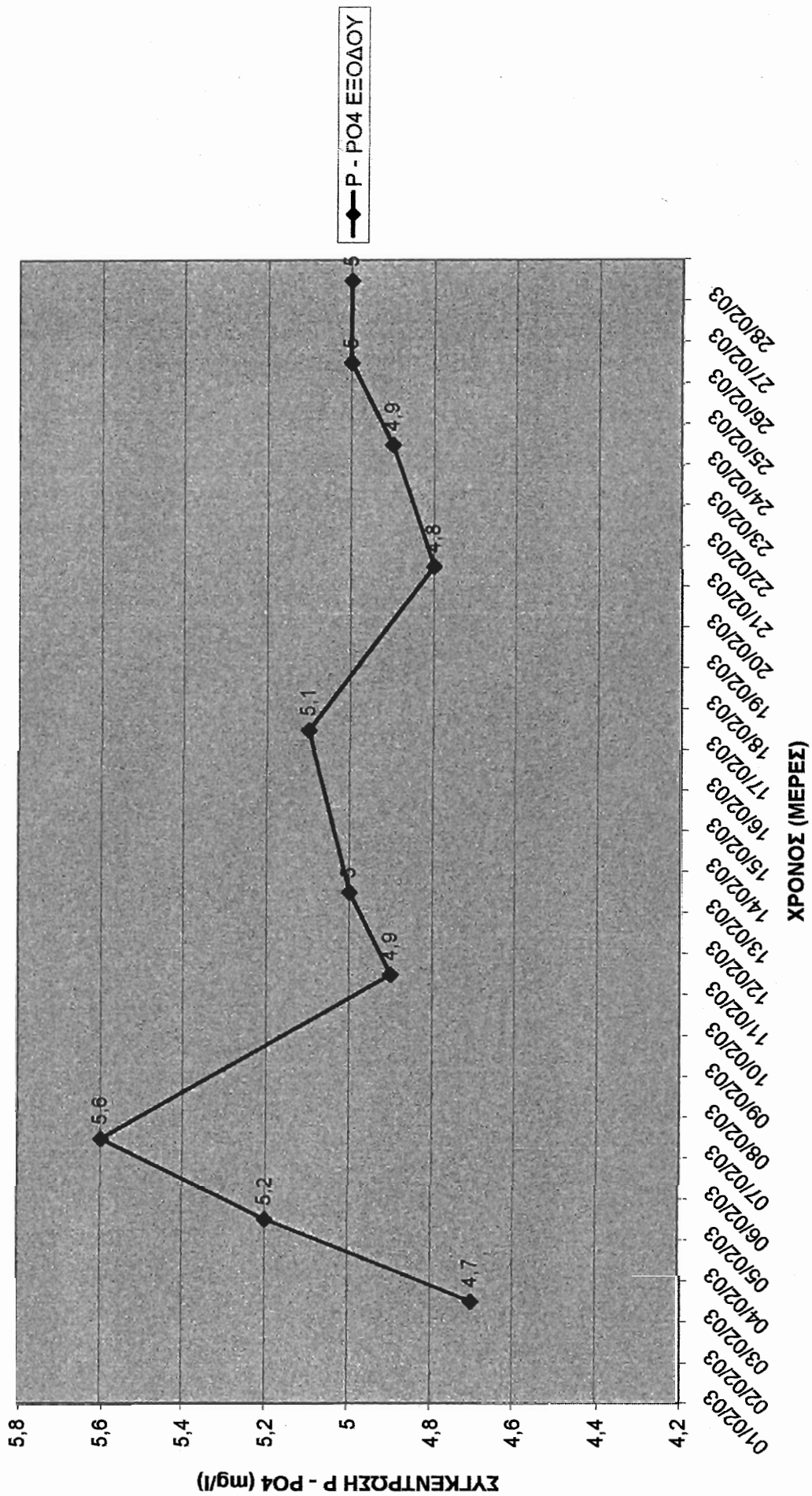
11,3 9,4 10,4 11,3 11,2 12,5 13,2 11,7 10,7 11,2 9,8 10,4 11,3 12,7 13,2

Ημ/ία	Ανάμικτο Υγρό			
	T C	pH	MLSS mg/l	Settleable solids ml/l
1/8/2003	24,5	7,2	3700	430
4/8/2003	24,6	7,17	3800	410
5/8/2003	24,8	7	3860	420
6/8/2003	24,2	7,05	4100	400
7/8/2003	24,5	7,3	4310	390
8/8/2003	24,6	7,23	4420	430
11/8/2003	25,3	7,18	3180	340
12/8/2003	25	7,2	3330	360
13/8/2003	25,1	7,09	3450	380
14/8/2003	25,2	7	3540	340
15/8/2003				
18/8/2003	24,6	7	3600	410
19/8/2003	24,5	7,14	3470	400
20/8/2003	24,7	7,2	3290	380
21/8/2003	24,8	7,09	3320	370
22/8/2003	24,6	7	3300	380
25/8/2003	25,2	7,16	3260	330
26/8/2003	25,1	7,31	3190	340
27/8/2003	25,3	7,21	3200	330
28/8/2003	25,6	7,8	3120	360
29/8/2003	25,4	7,4	3210	350

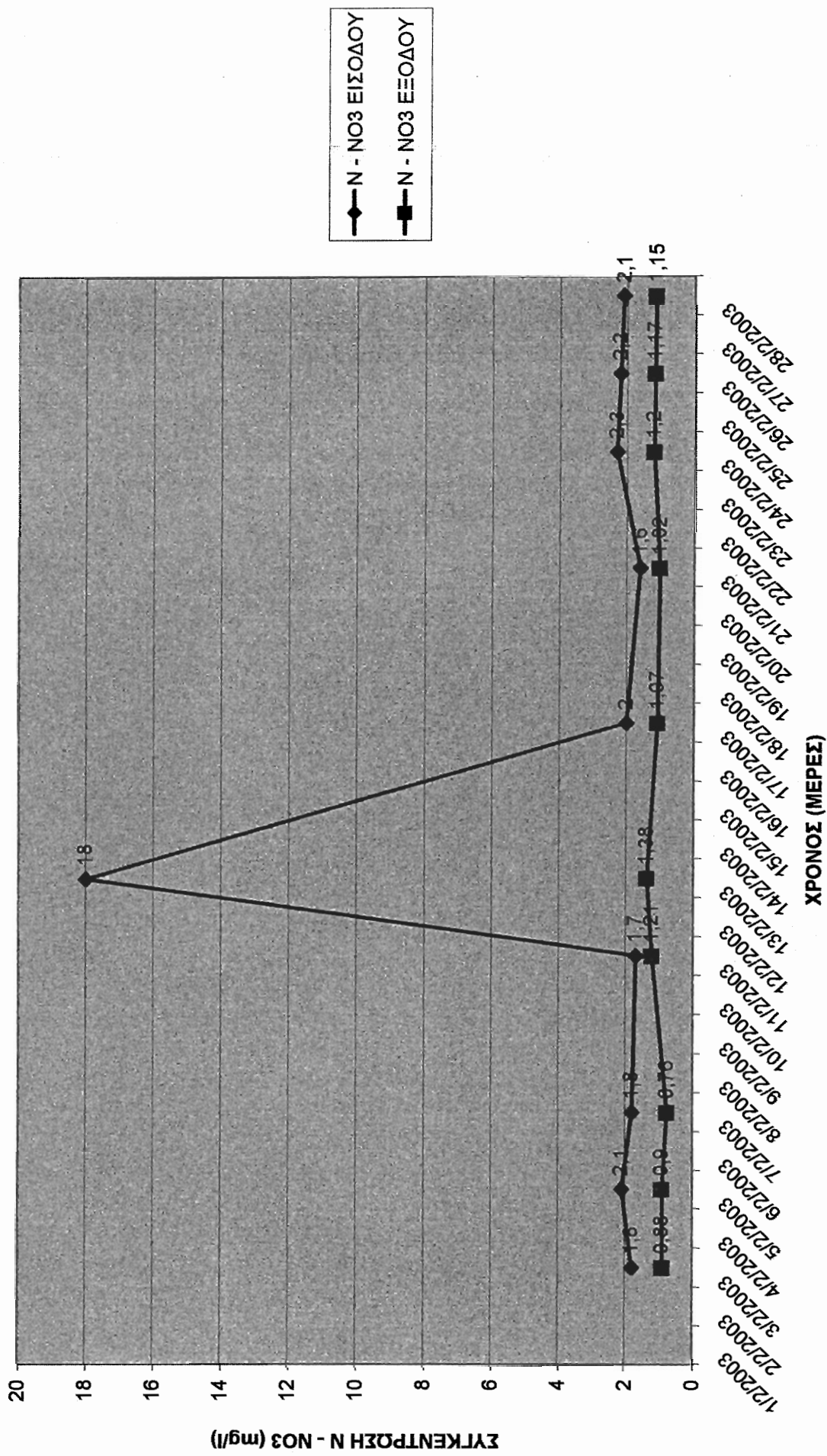
Εκπονή Μ.Ε.Α.

Ημ/μια	T °C	pH	DO mg/l	Cond. μS/cm	NO ₃ -N mg/l	NH ₄ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	BOD ₅ mg/l	COD mg/l	SS mg/l	Free Cl ₂ mg/l
1/8/2003	24,9	7,22	6	5670	0,15	0,89	0,97	9,7	32,7	3,8	0,3
4/8/2003	25,1	7,38	6,5	5400	0,2	3,05	1,45	10,1	46,9	4	0,29
5/8/2003	25,2	7,36	5,5	5260	0,3	1,76	1,51	12,1	47,4	4,4	0,3
6/8/2003	25	7,34	6	4890	0,3	0,658	1,64	13,1	51,8	4,2	0,31
7/8/2003	25,2	7,36	6	4900	0,4	0,87	1,23	8,6	34,2	5	0,3
8/8/2003	25	7,35	6,5	4840	0,6	1,875	1,17	6,5	25,7	5,1	0,3
11/8/2003	25,1	7,33	5,5	4910	0,6	0,65	1,1	9,2	16,2	3,2	0,3
12/8/2003	25,2	7,34	5,5	4920	0,6	0,39	0,53	7,9	18,9	2,7	0,31
13/8/2003	25,1	7,34	6	4870	0,5	0,421	1,42	8,9	27,4	2,4	0,3
14/8/2003	25,1	7,35	5,5	4900	0,5	0,47	1,32	8,1	25,4	3,1	0,29
15/8/2003											
18/8/2003	25,2	7,38	6	5000	0,3	0,377	1,05	7,3	11,2	2,2	0,3
19/8/2003	25,3	7,42	5,5	4860	0,6	0,351	1,03	7,7	10,8	3,6	0,29
20/8/2003	25,4	7,41	6	4900	0,6	0,41	1,22	6,9	16,4	2,6	0,3
21/8/2003	25,2	7,35	6,5	5140	0,57	0,54	1,12	7,2	12,9	3,4	0,31
22/8/2003	25,3	7,3	7	5100	0,45	0,603	1,39	6,3	17,8	3	0,32
25/8/2003	25	7,28	7,5	5020	0,4	0,73	0,97	5	22,3	5,1	0,29
26/8/2003	25,2	7,24	7	5000	0,38	0,63	0,94	4,3	17,9	6,2	0,3
27/8/2003	25,3	7,3	6,5	5050	0,52	0,049	1,07	5,2	14,6	4,8	0,29
28/8/2003	25,1	7,25	7	4980	0,44	0,37	1,03	4,7	12,7	8,3	0,3
29/8/2003	25,2	7,24	6,5	4990	0,3	0,51	1,1	5,5	13,6	7,2	0,31

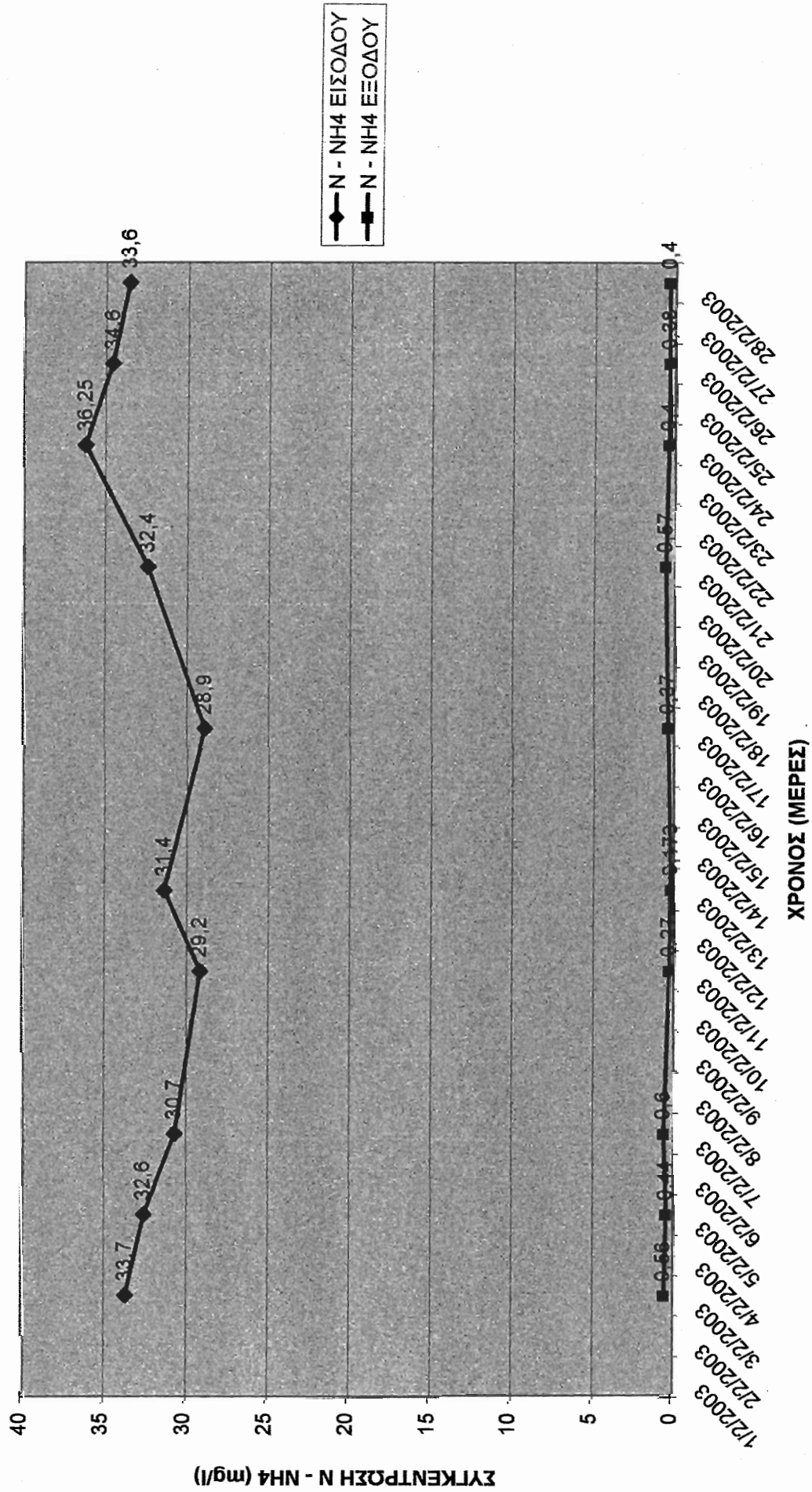
P - ΡΟ4 ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2002



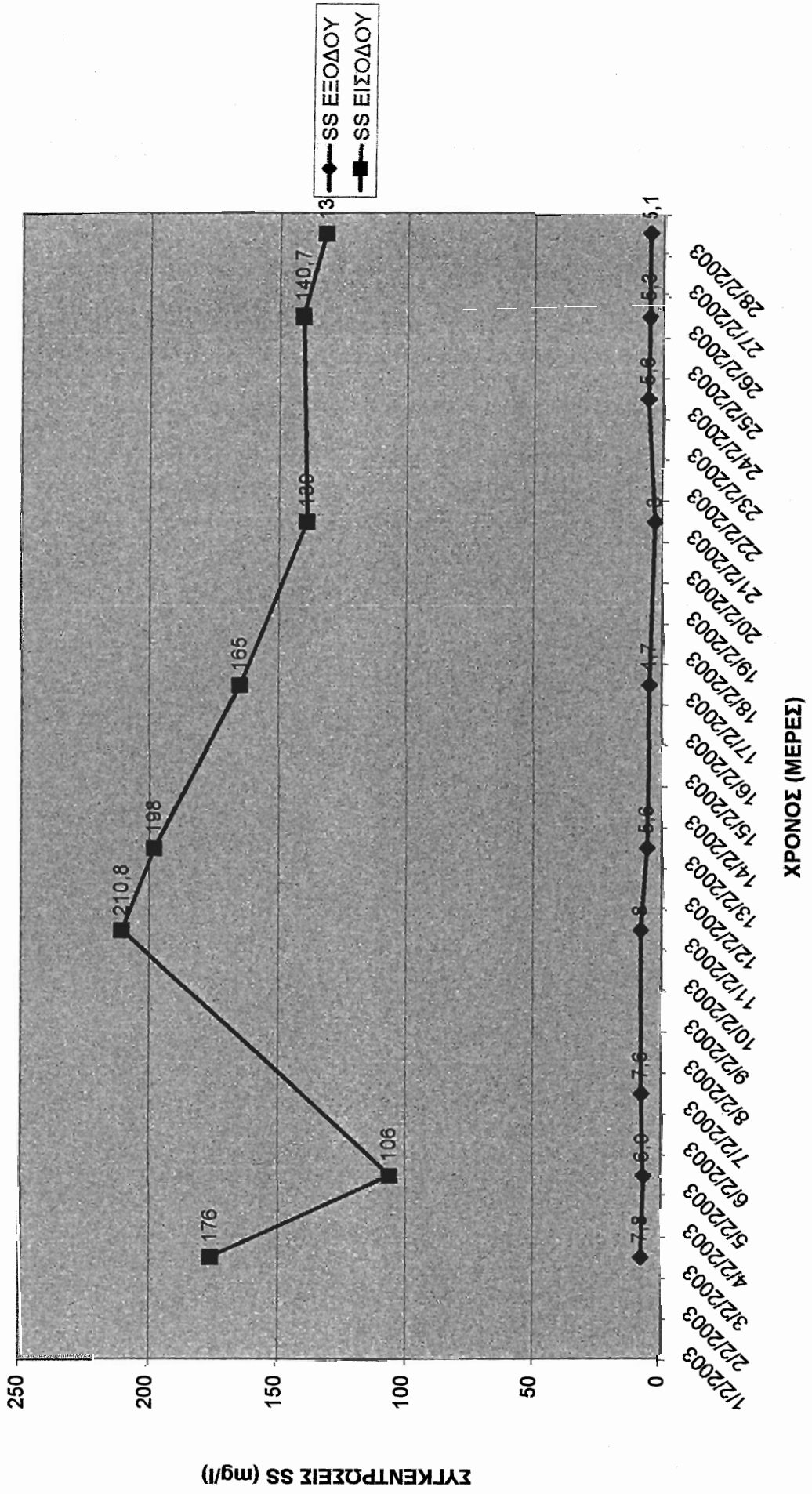
N - NO3 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2003



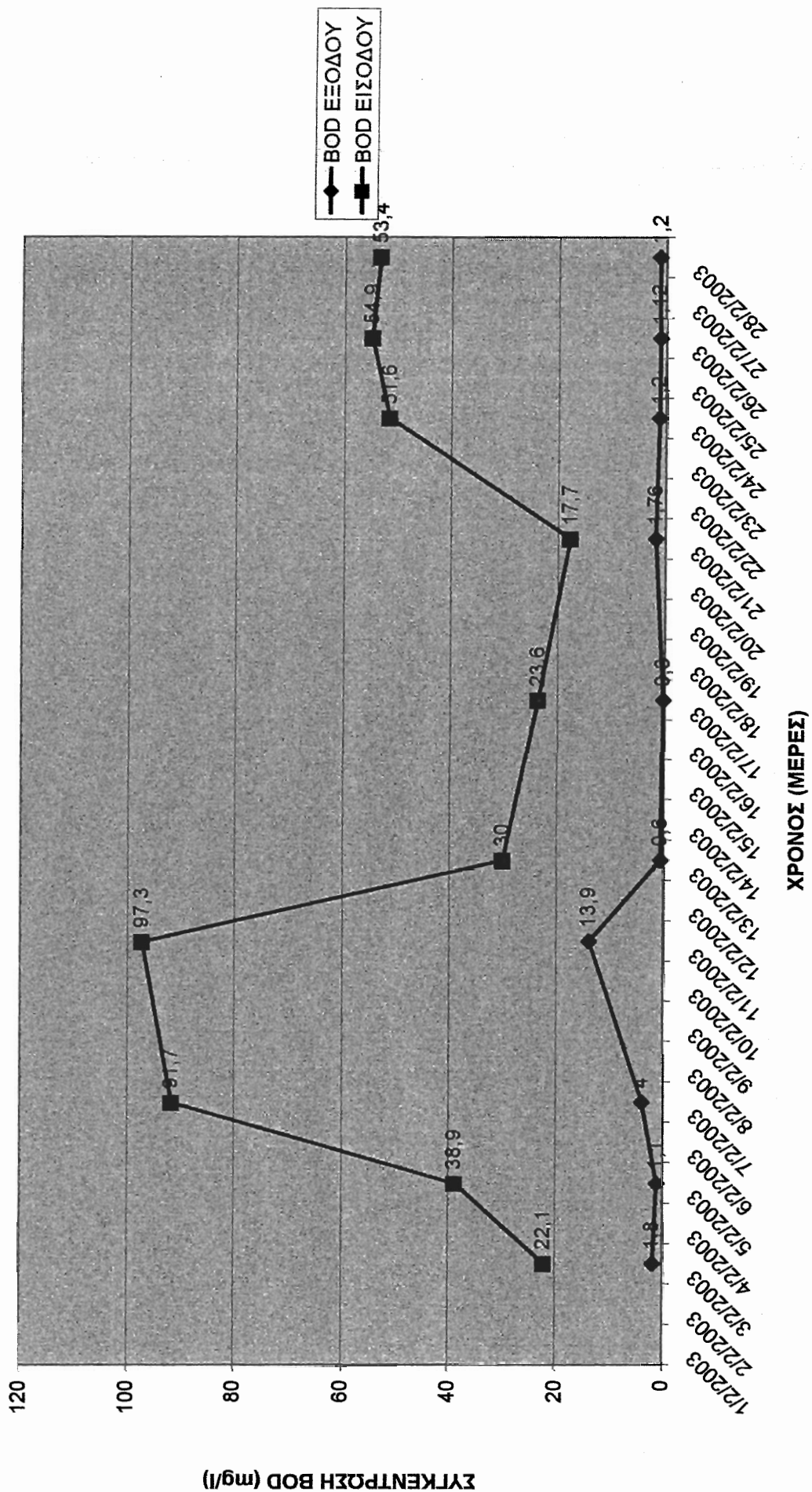
N - NH4 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2003



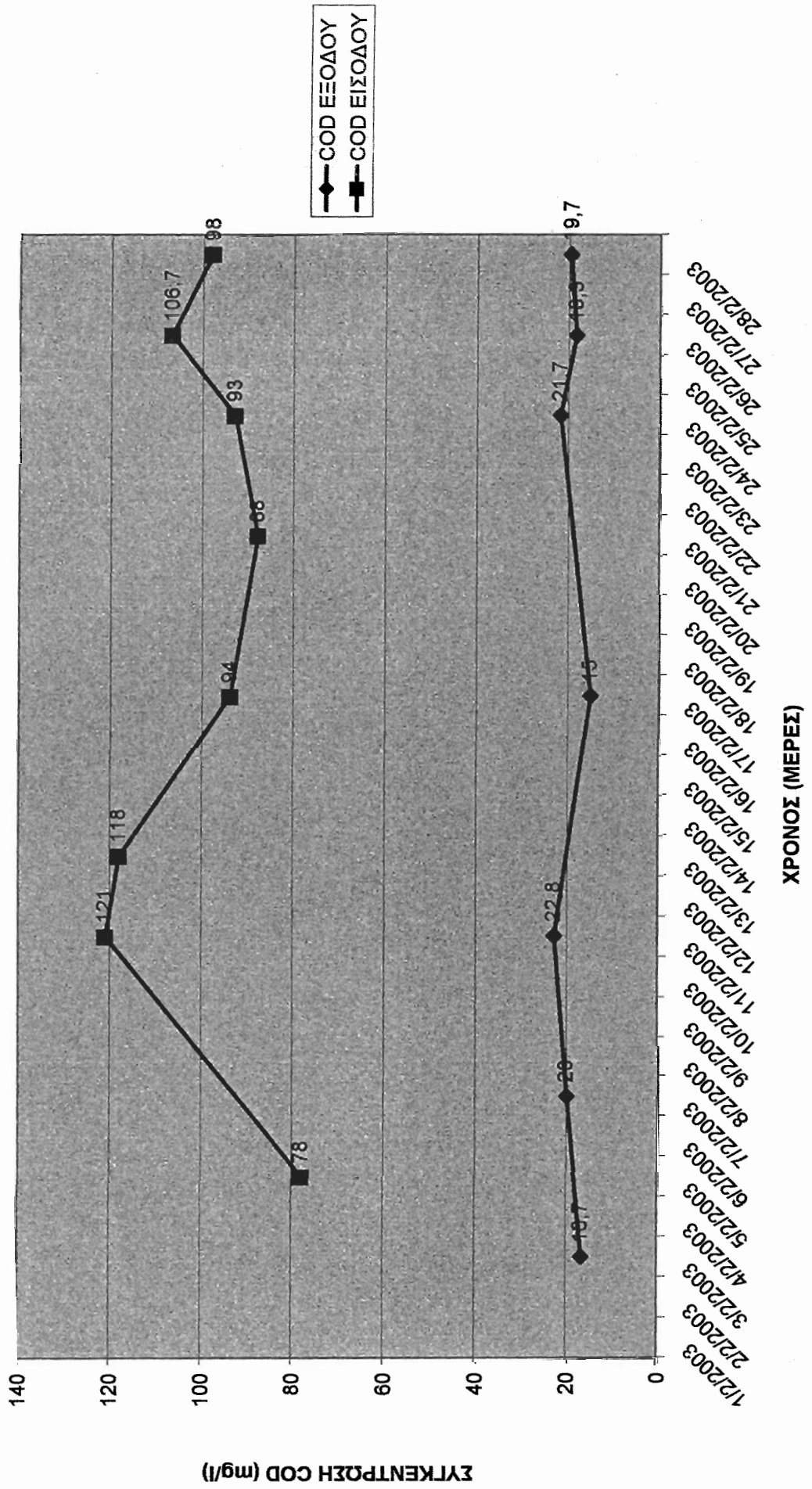
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (SS) ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2003



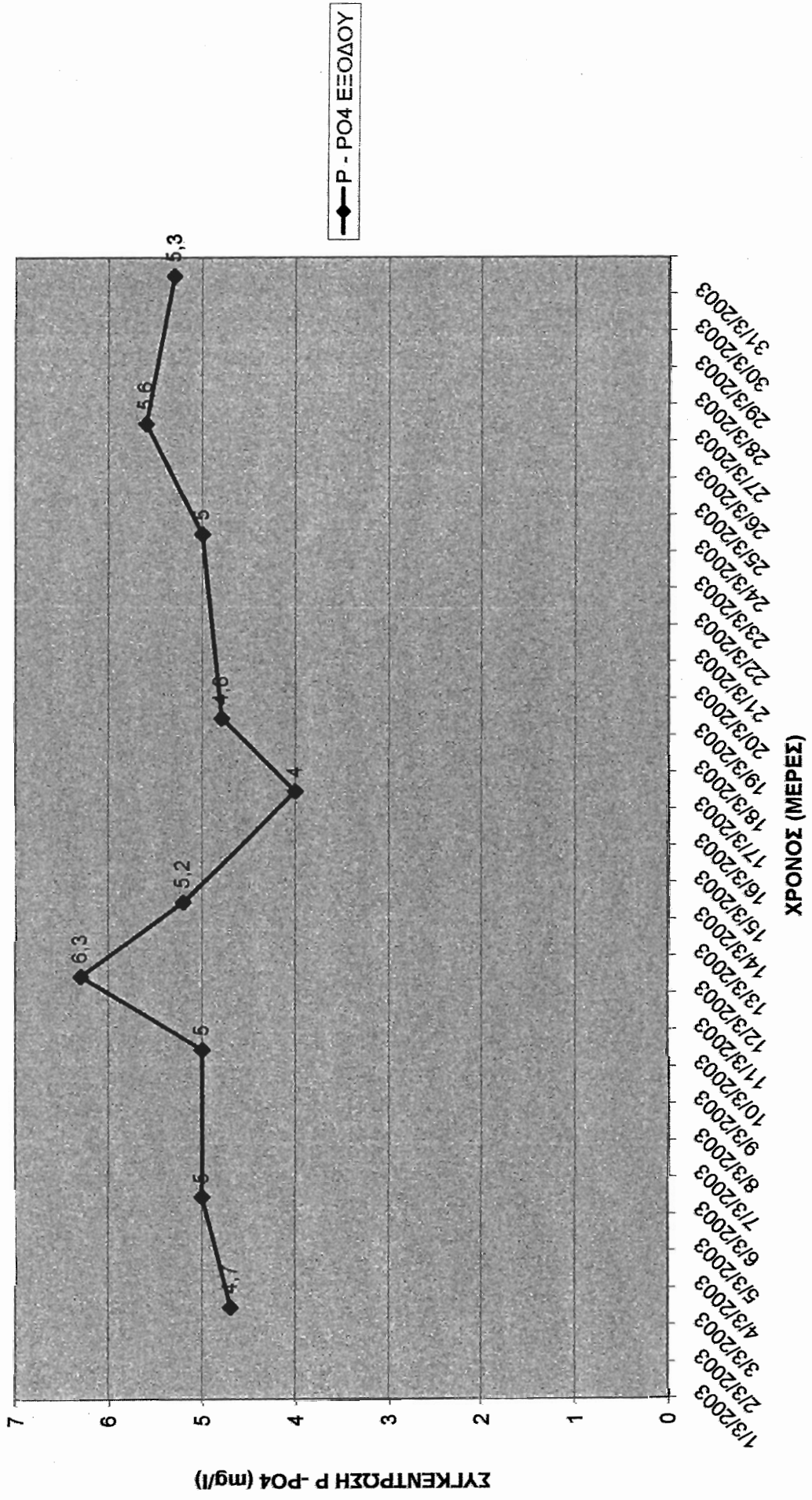
BOD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2003



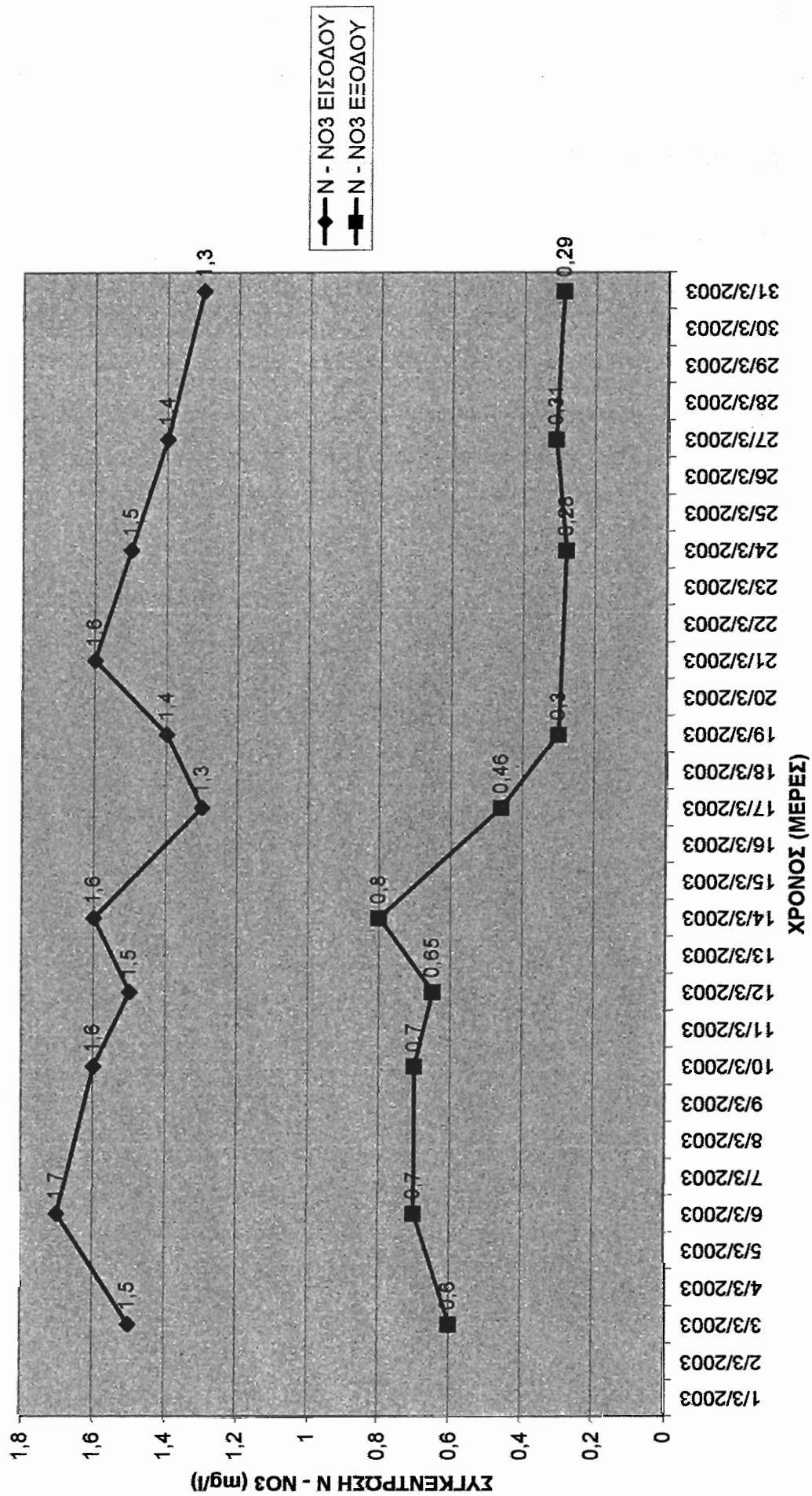
COD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2003



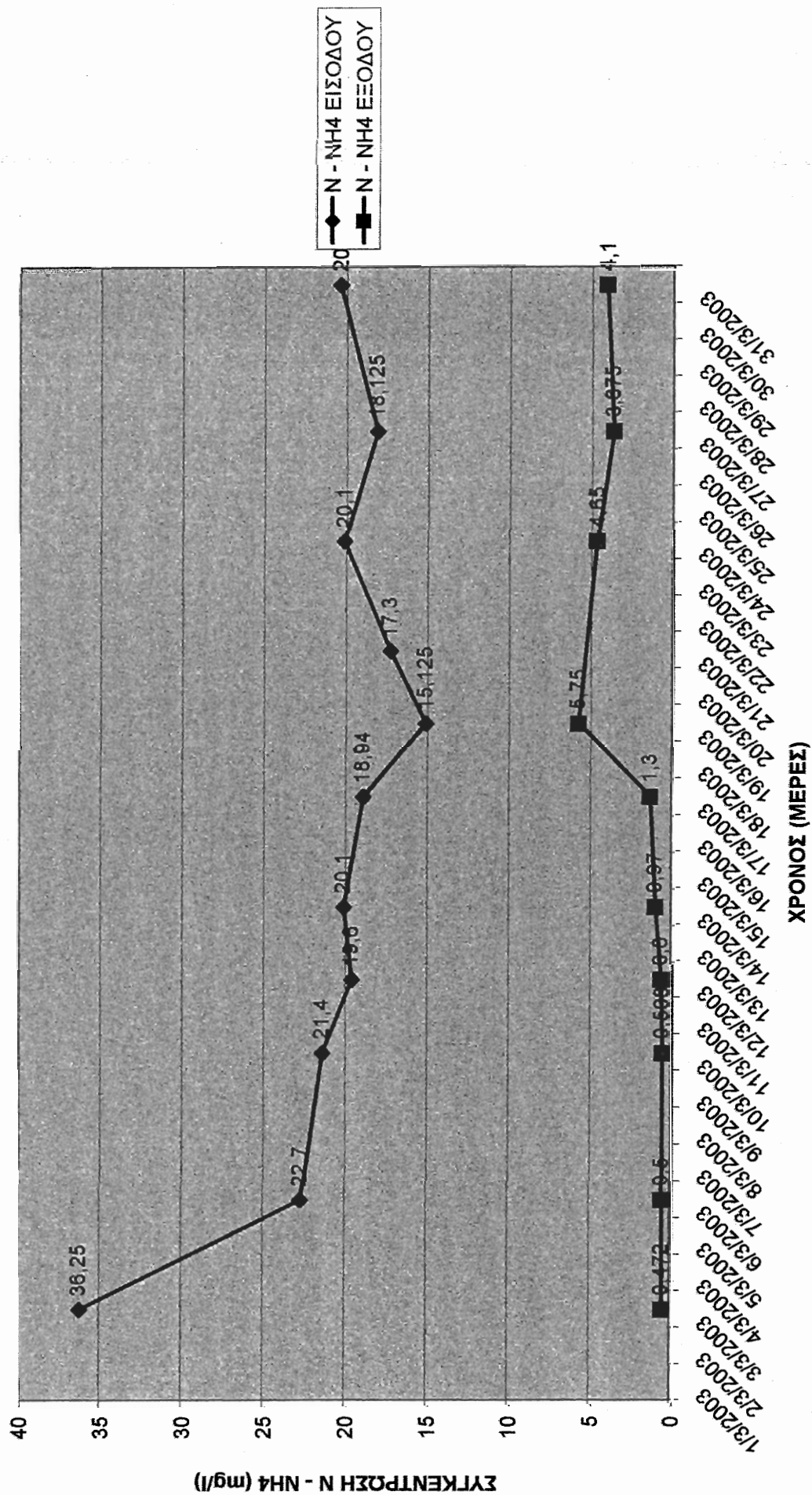
P - PO4 ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΡΤΙΟΥ 2003



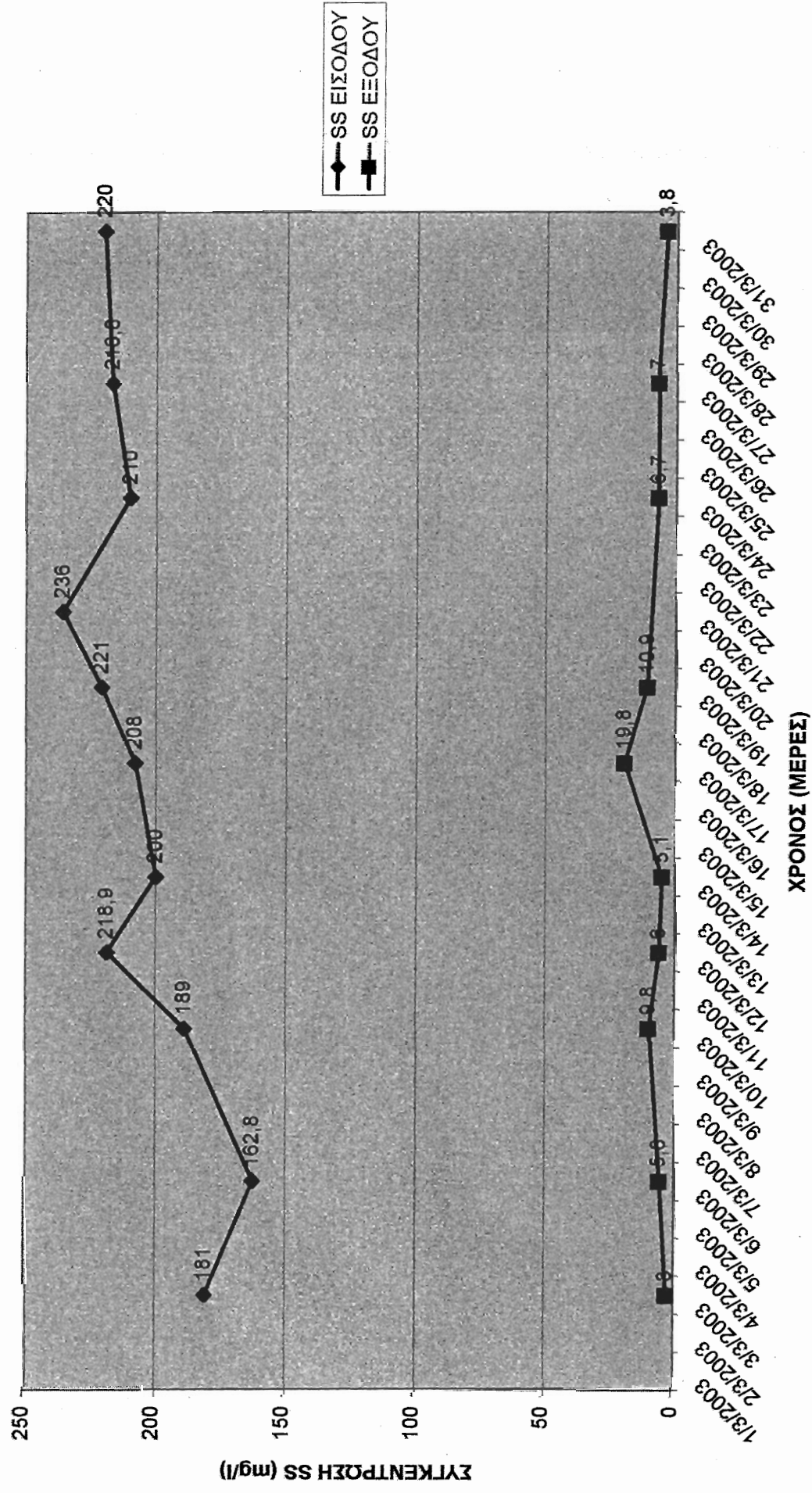
N - NO3 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΡΤΙΟΥ 2003



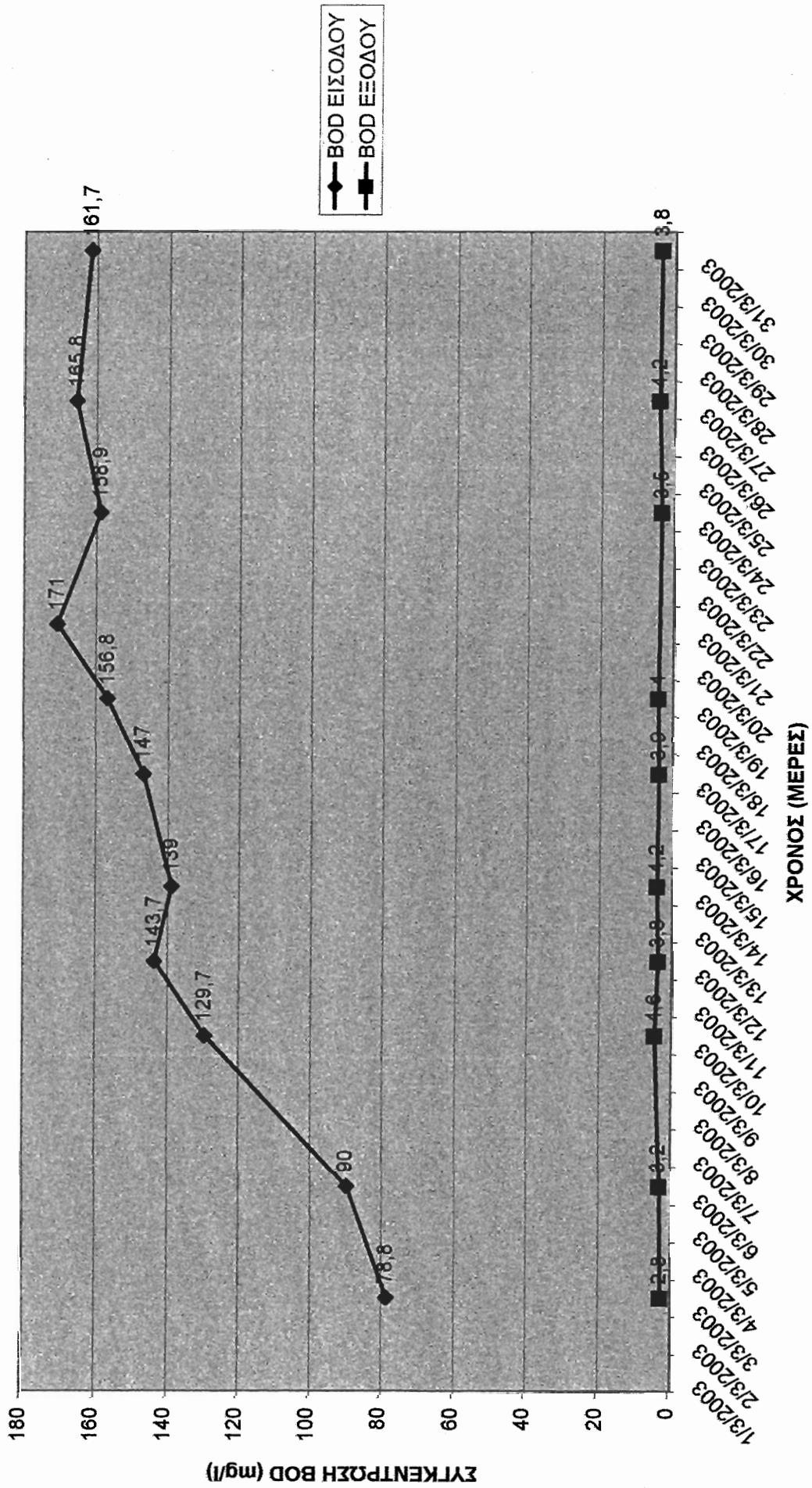
N - NH4 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΡΤΙΟΥ 2003



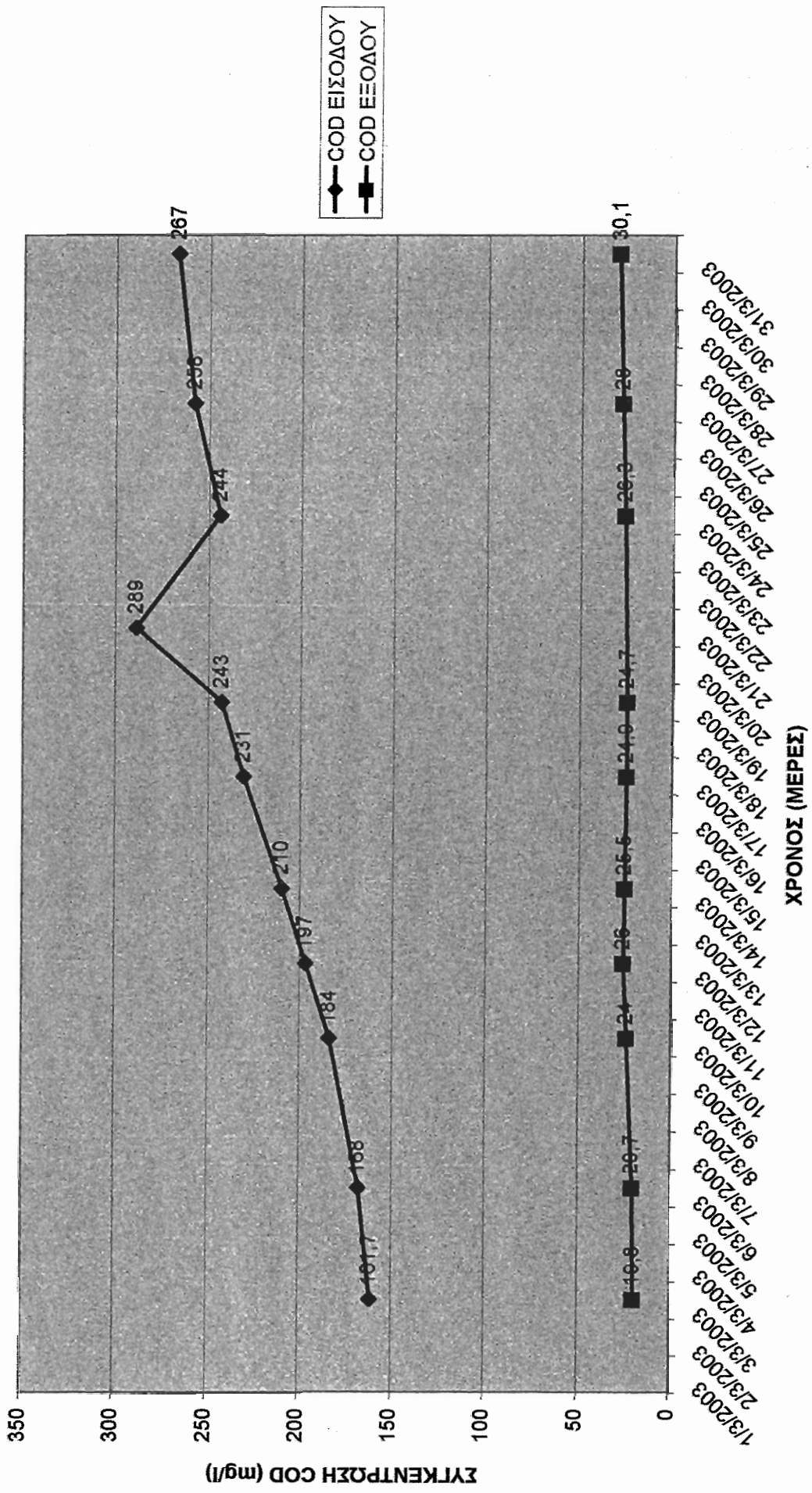
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (SS) ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΡΤΙΟΥ 2003



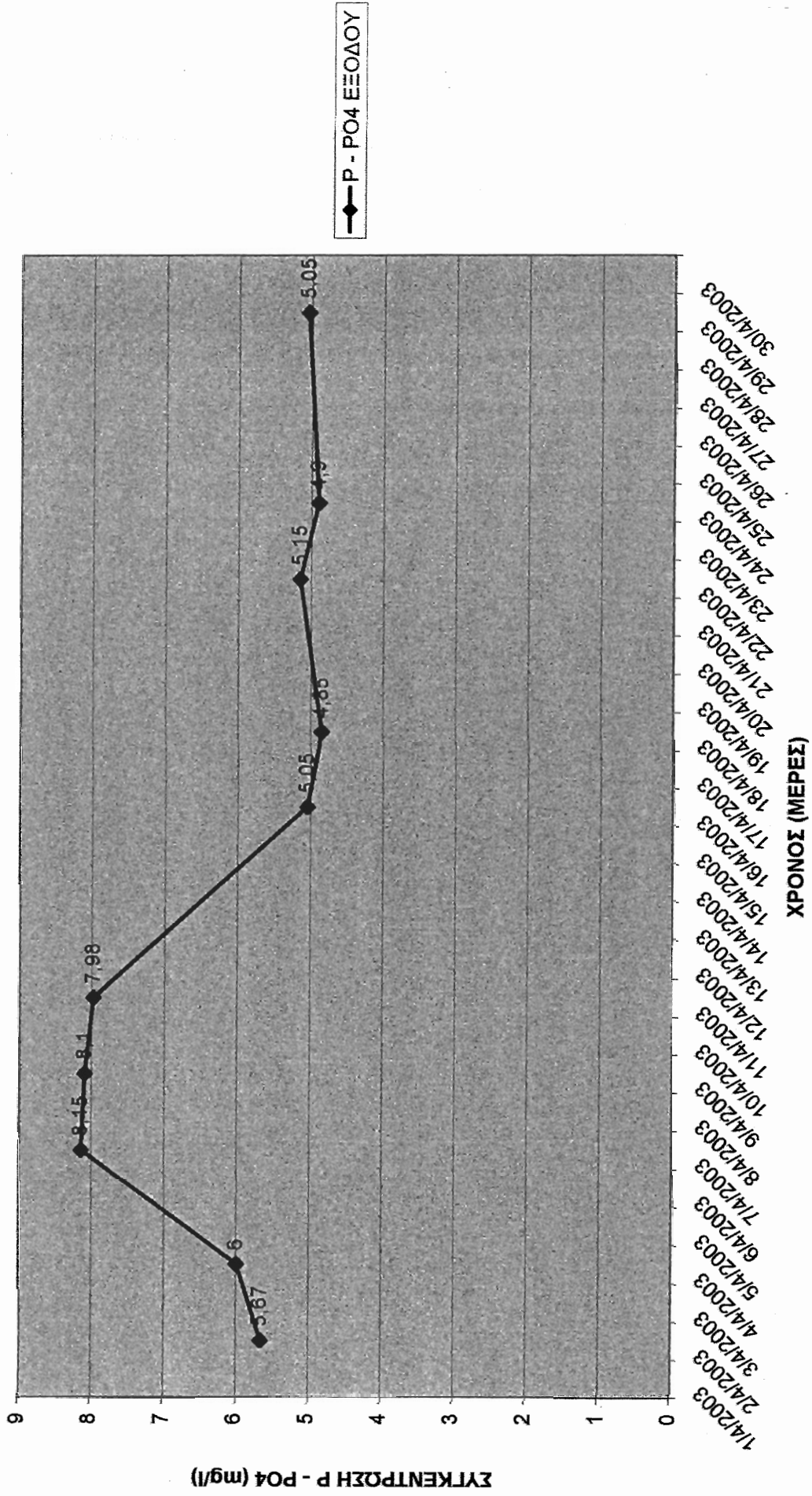
BOD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΡΤΙΟΥ 2003



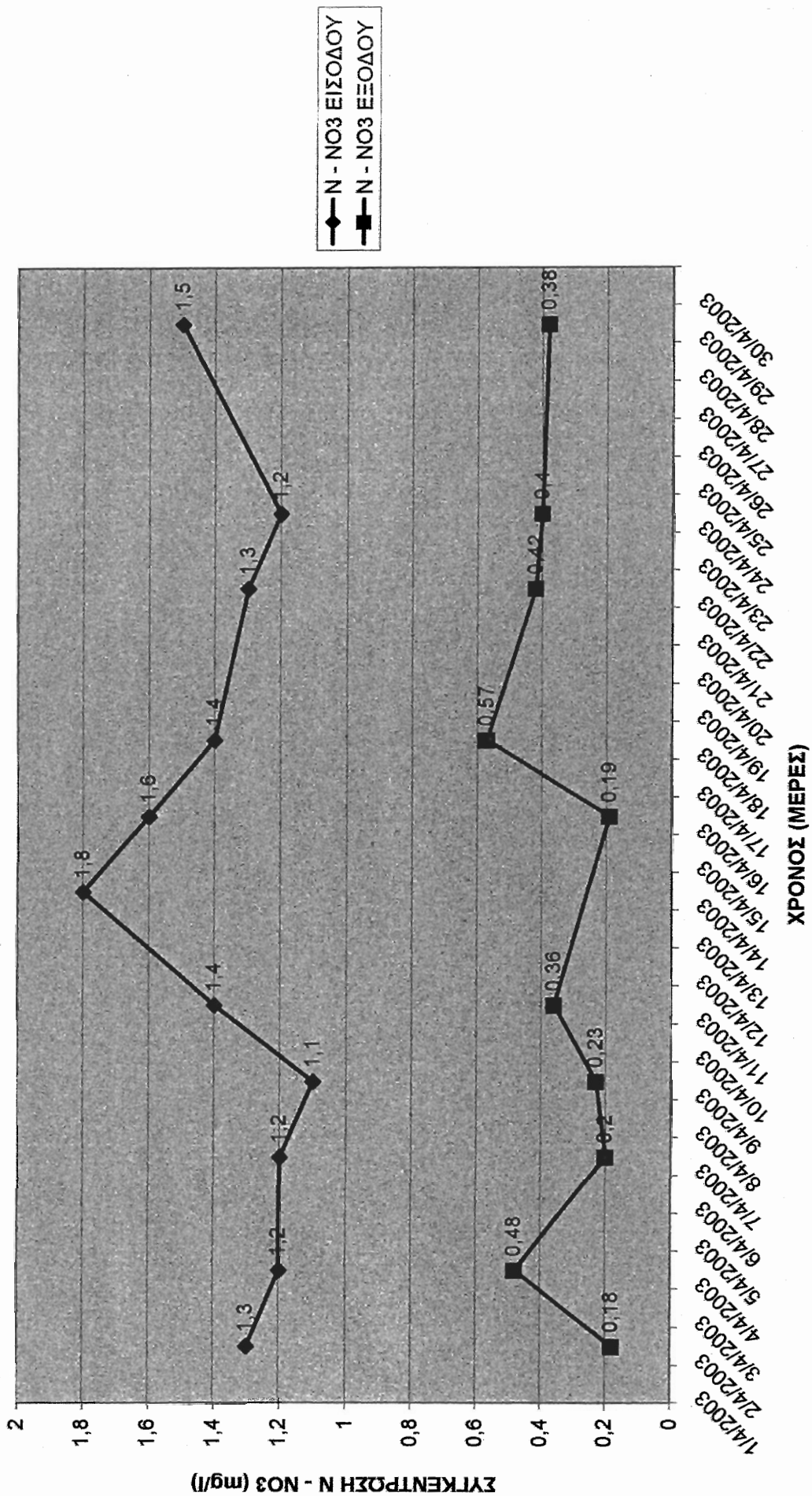
COD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΡΤΙΟΥ 2003



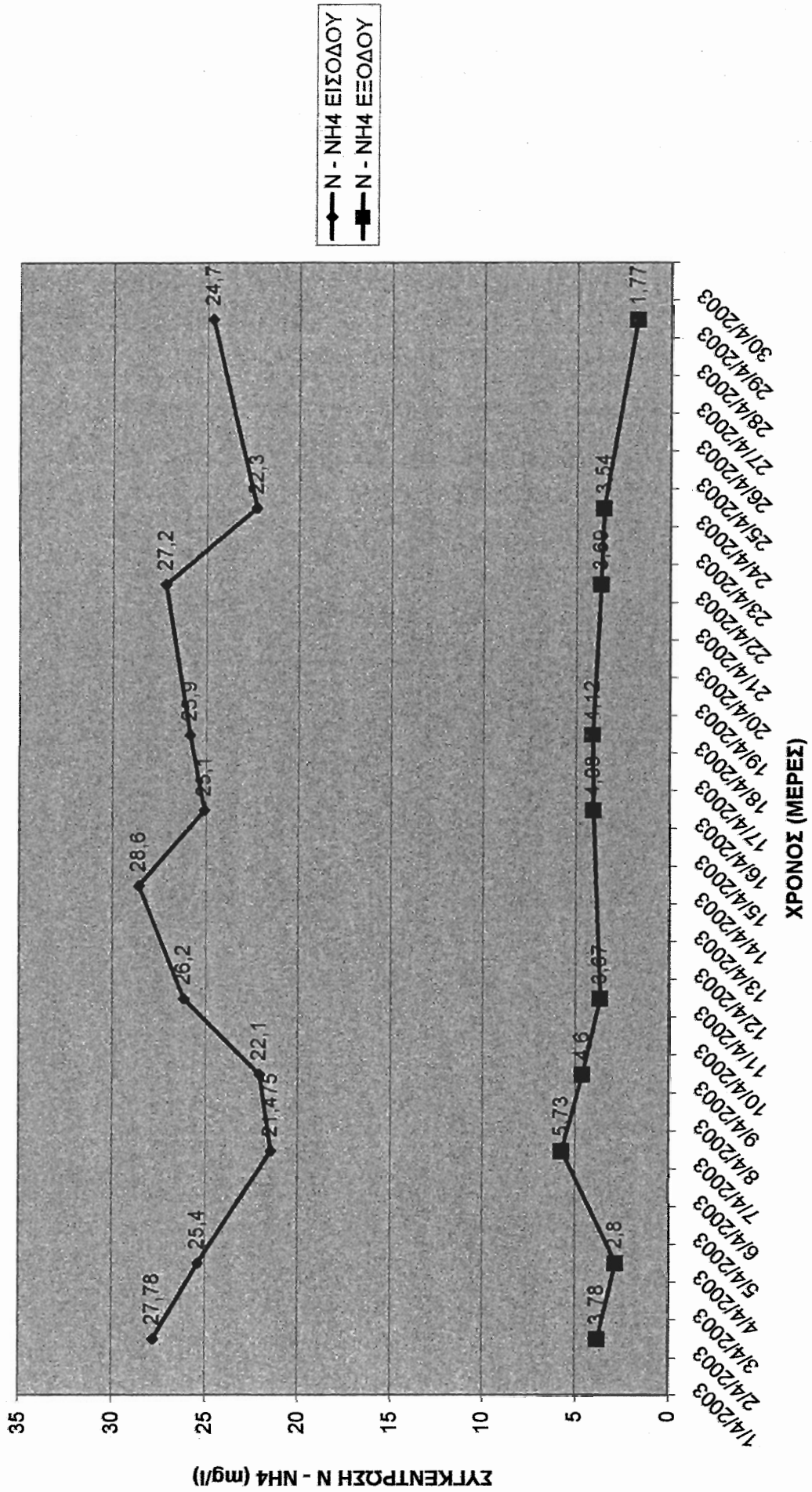
P - ΡΟ4 ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2003



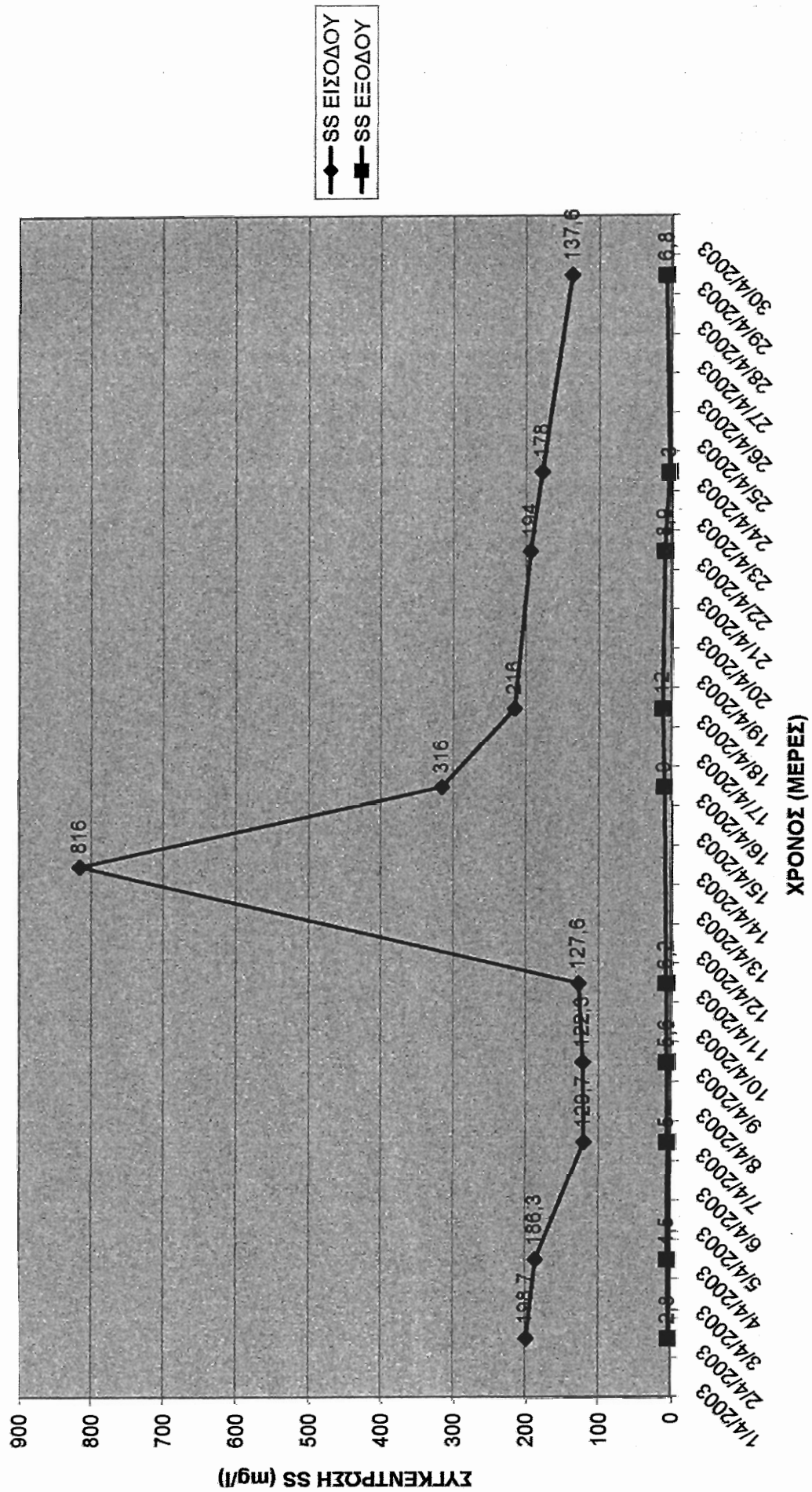
N - NO3 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2003



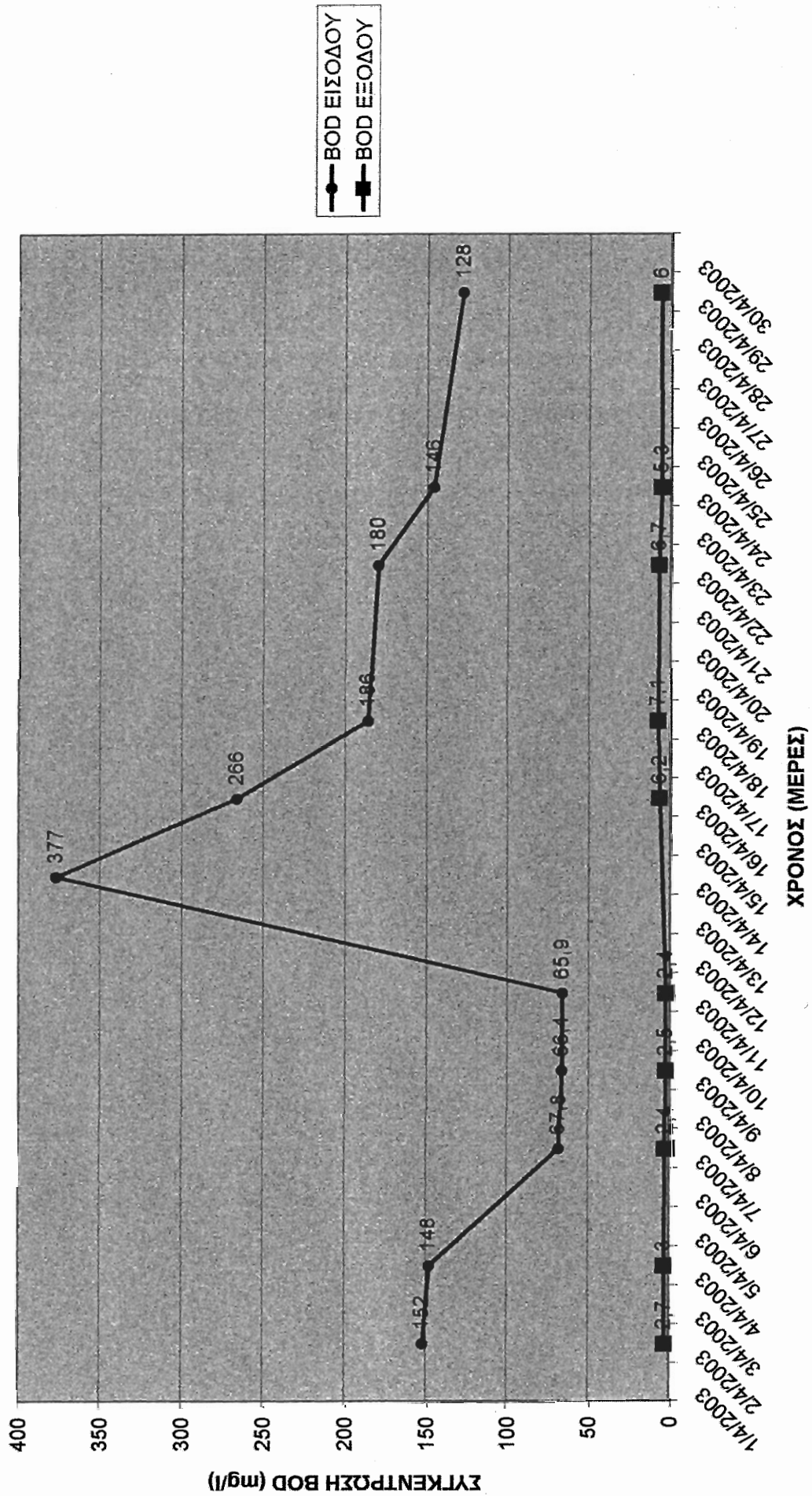
N - NH4 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2003



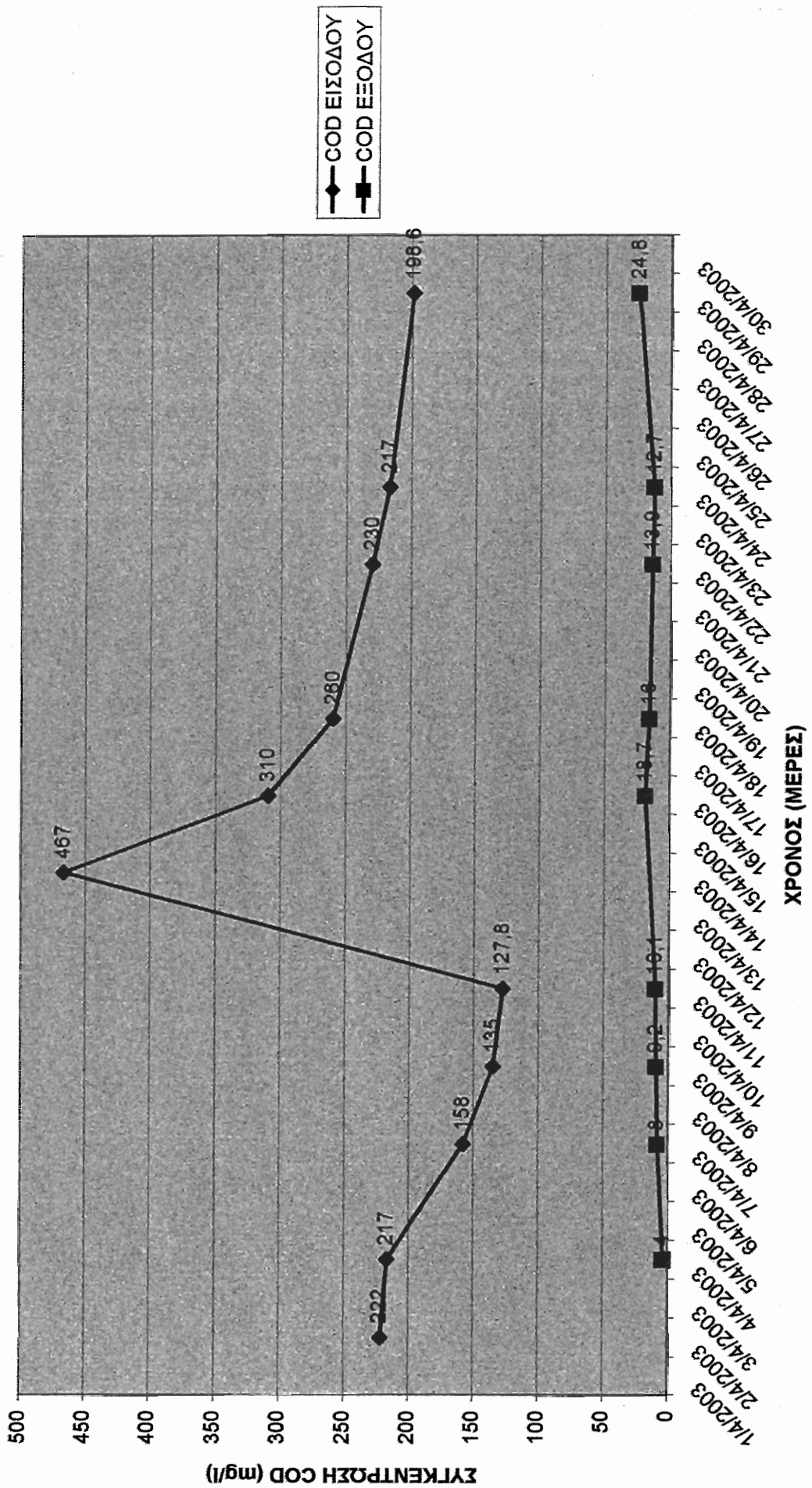
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (SS) ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2003



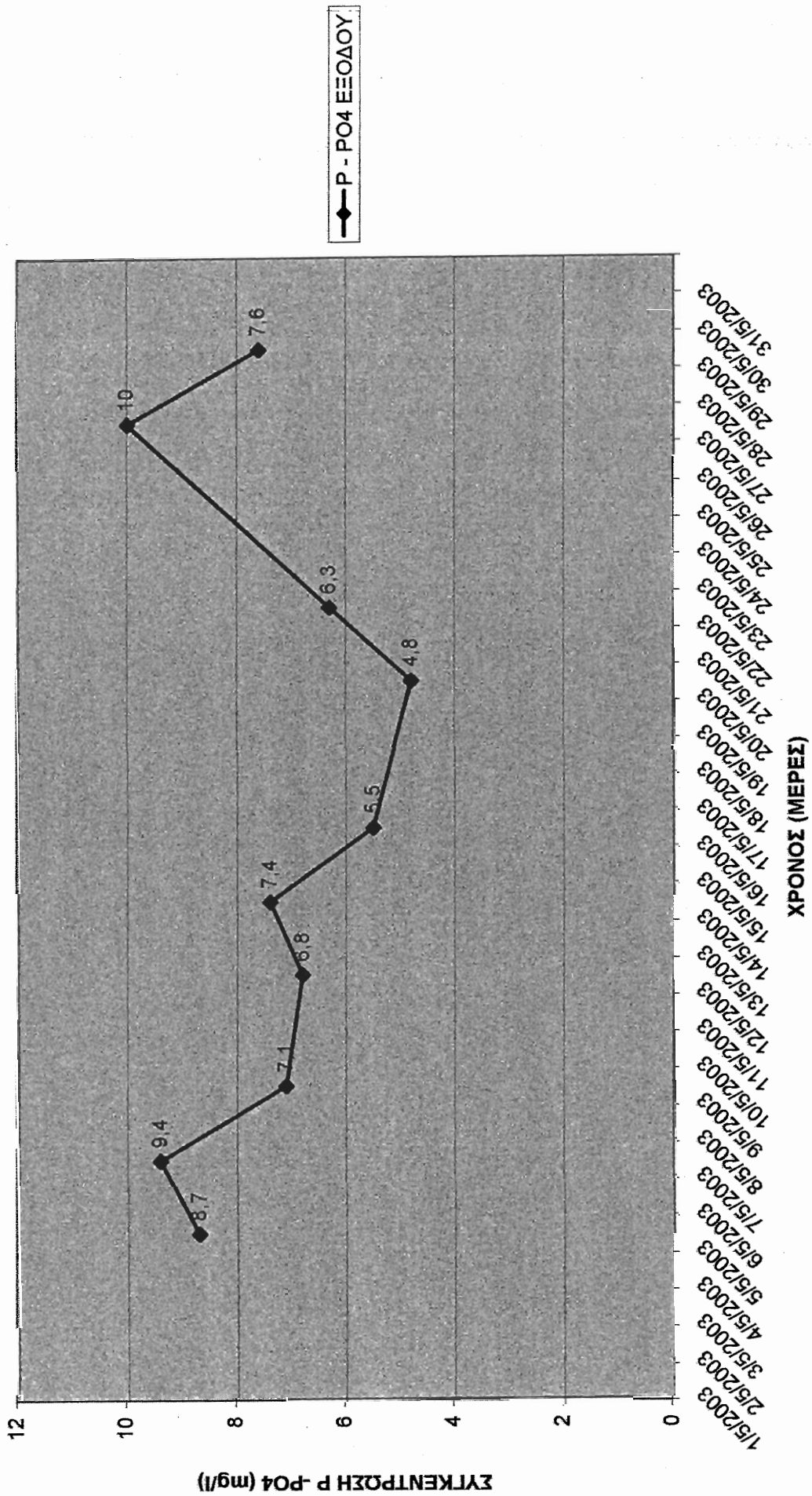
ΒΟΔ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2003



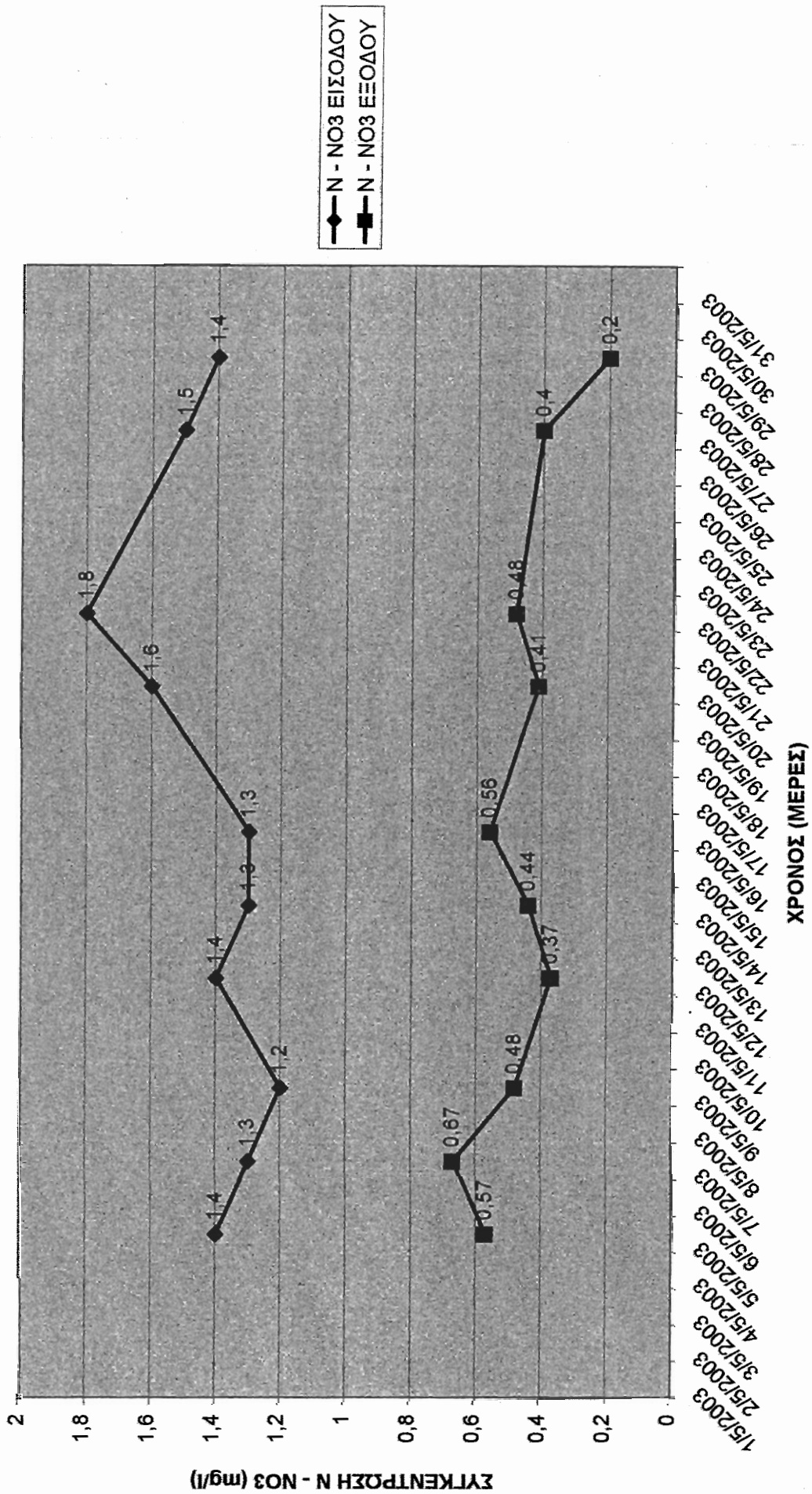
COD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2003



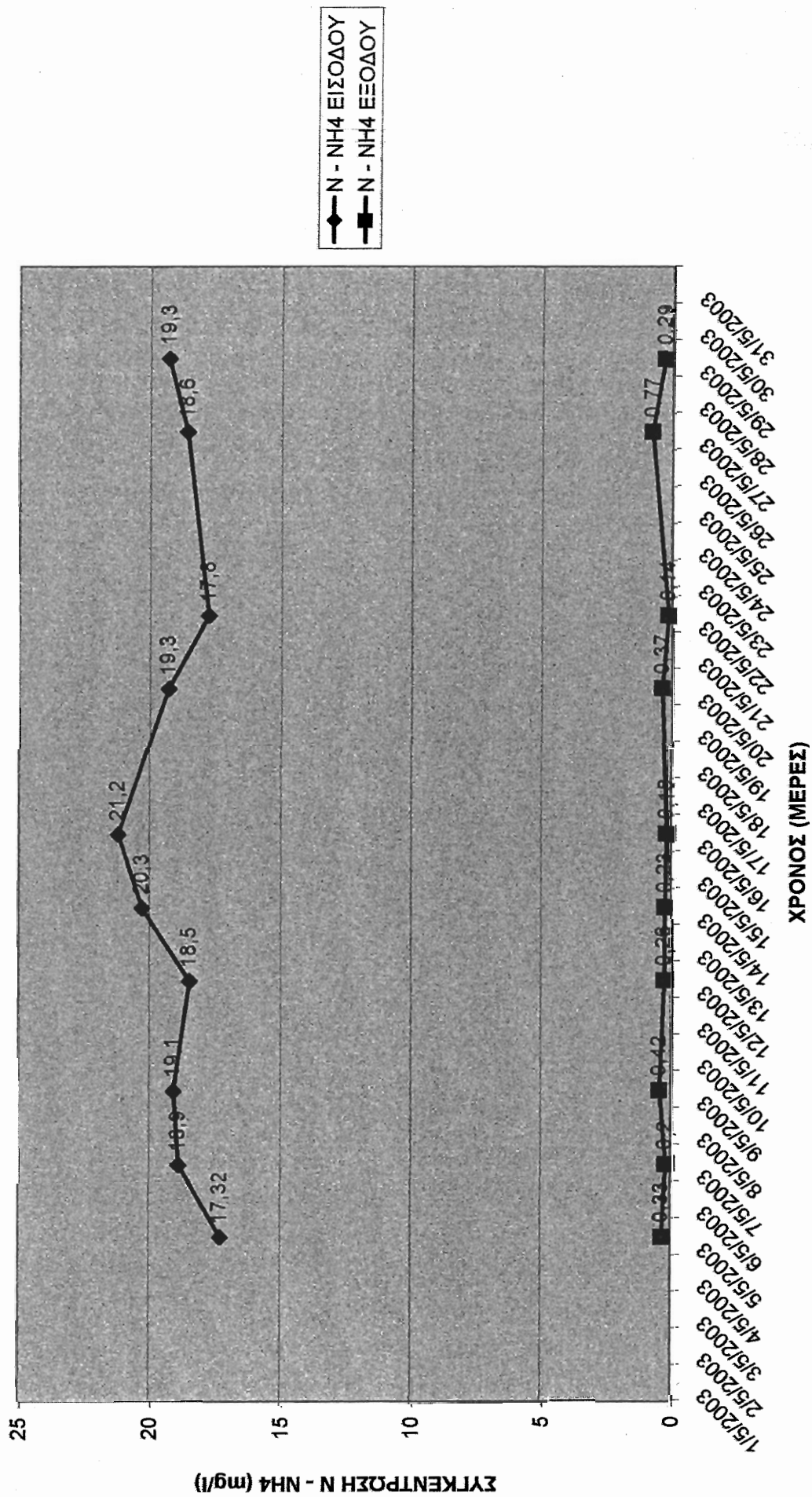
P - PO4 ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΙΟΥ 2003



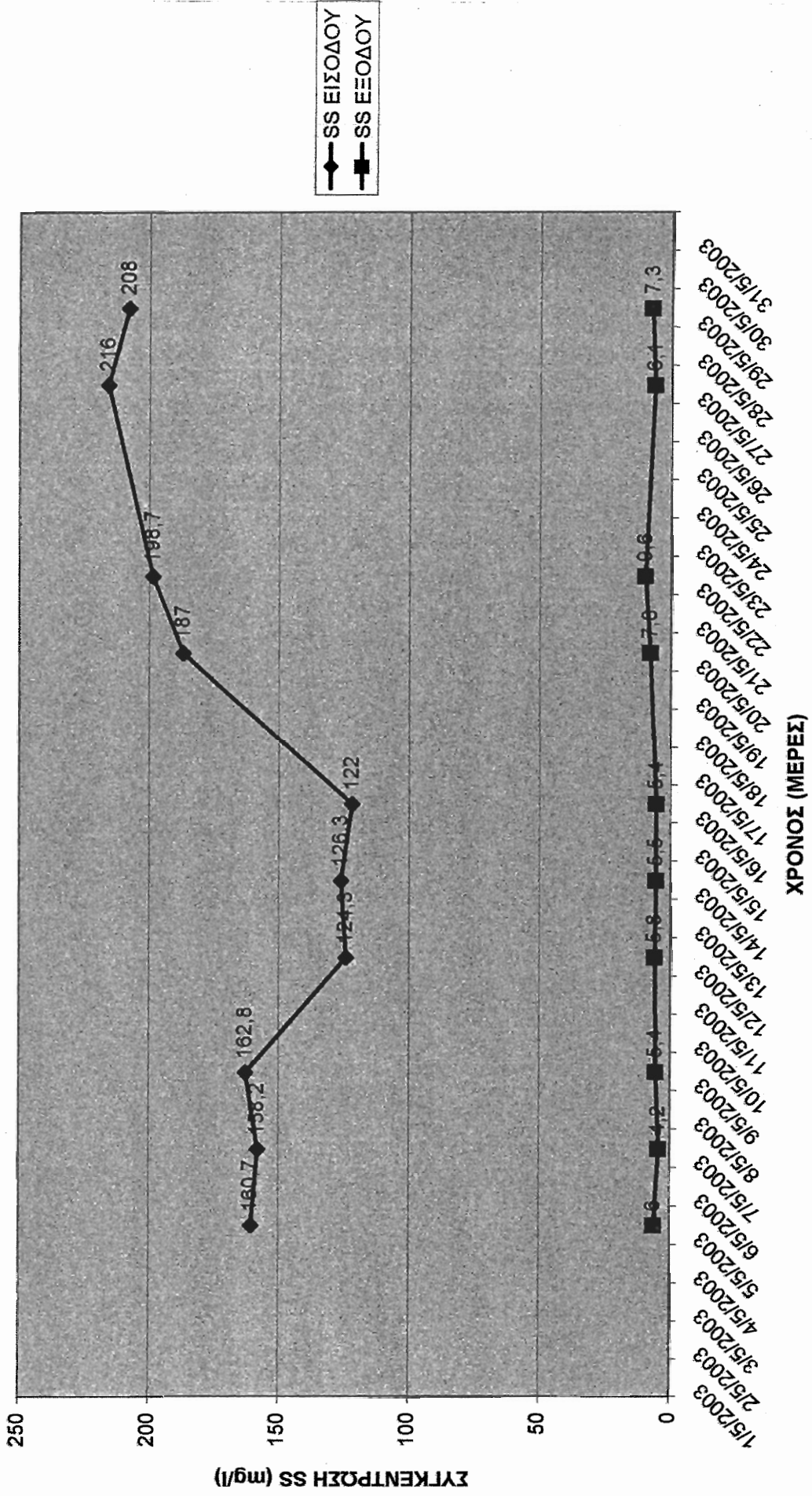
N - NO3 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΙΟΥ 2003



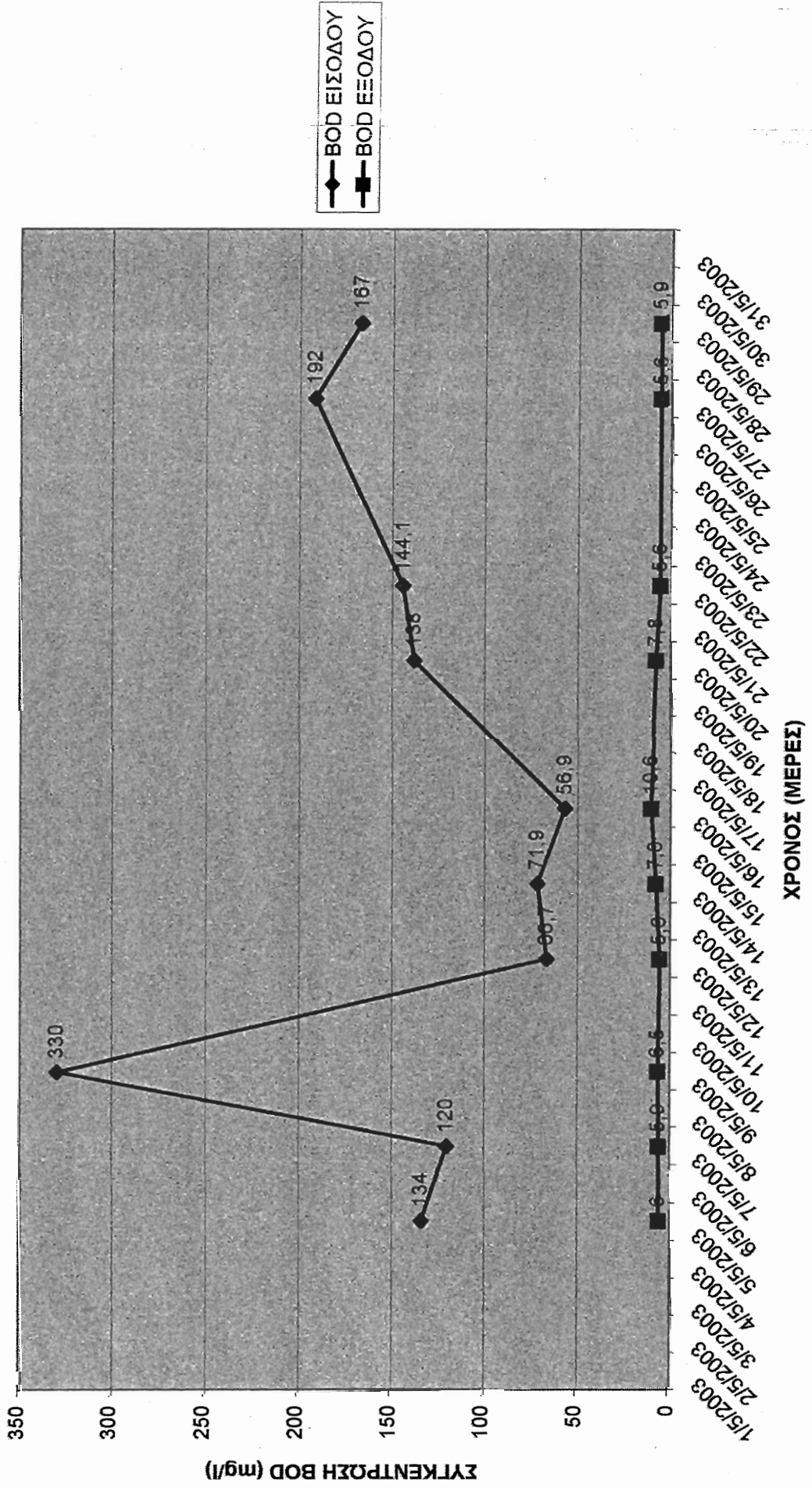
N - NH4 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΙΟΥ 2003



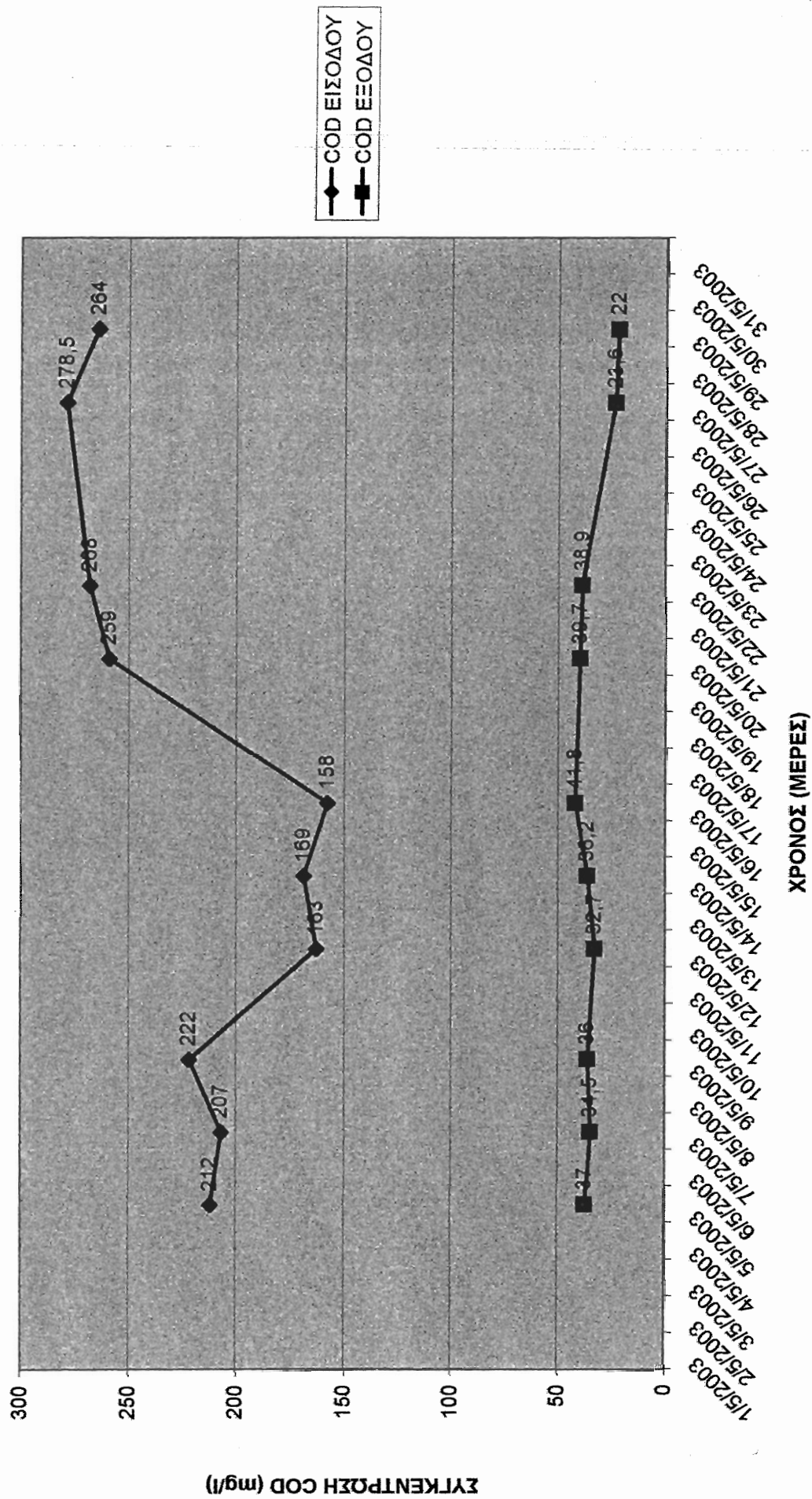
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (SS) ΕΙΣΟΔΟΥ ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΙΟΥ 2003



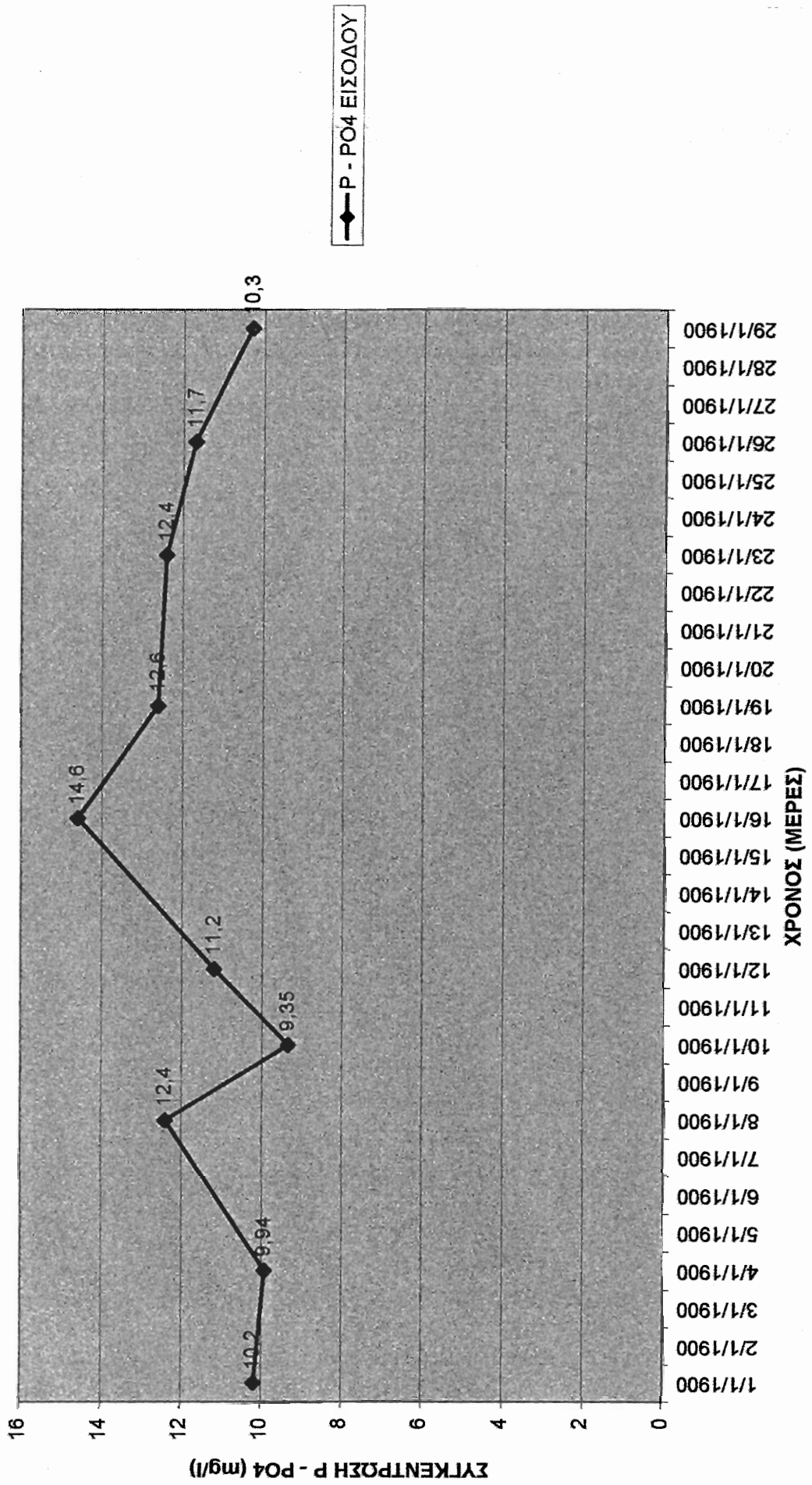
BOD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ



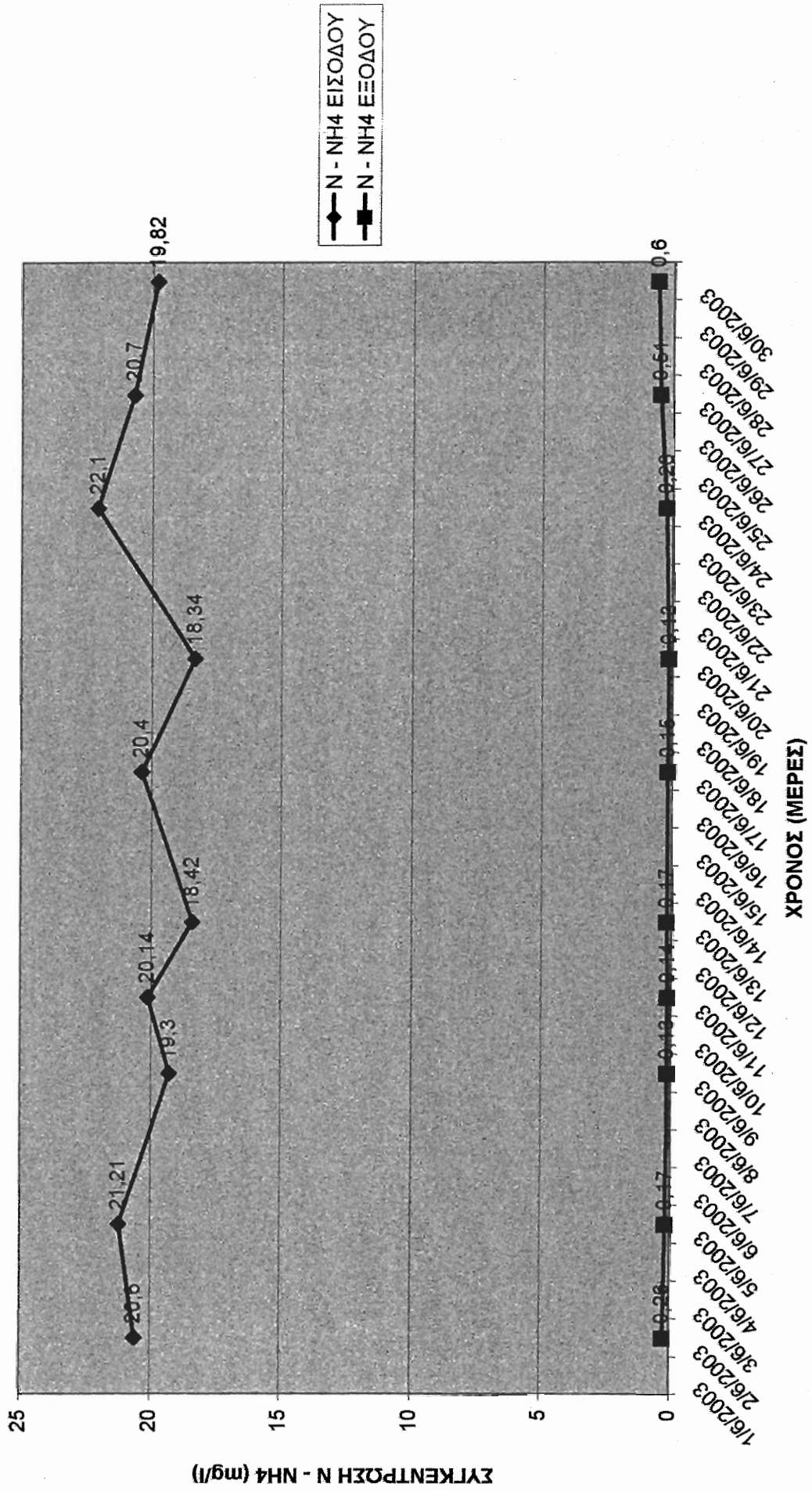
COD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΜΑΙΟΥ 2003



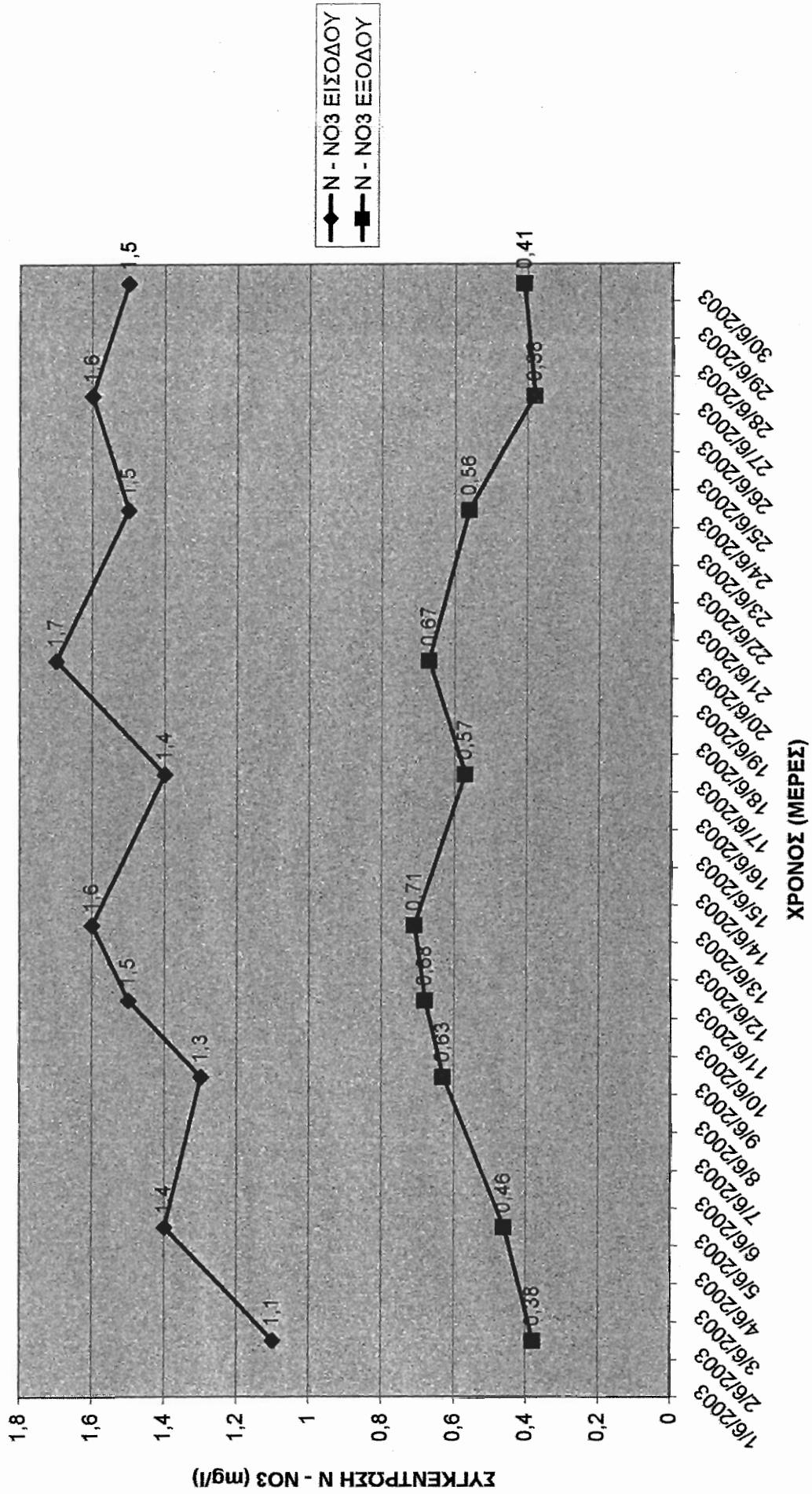
P - PO4 ΕΙΣΟΔΟΥ ΙΟΥΝΙΟΥ 2003



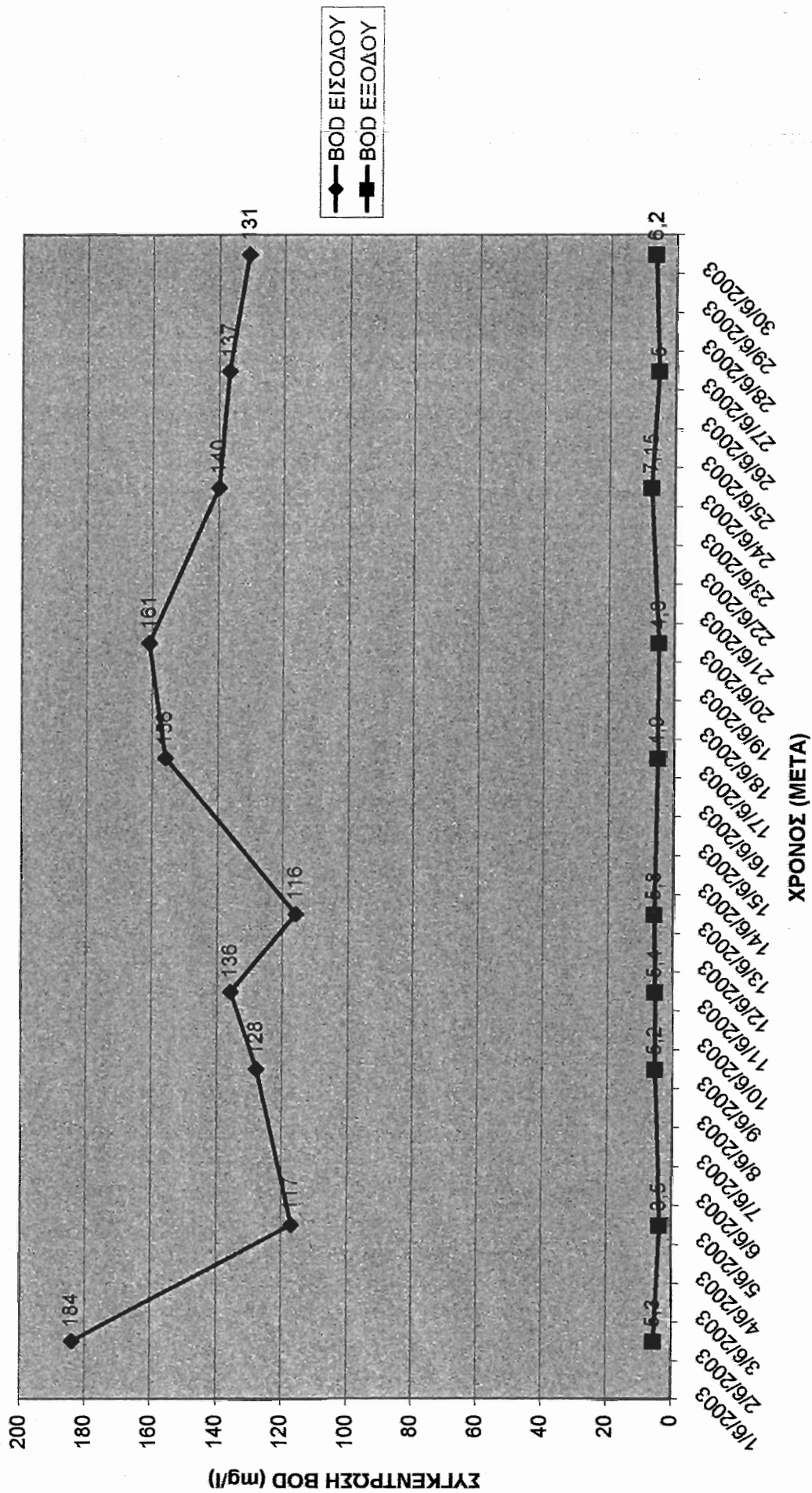
N - NH4 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΝΙΟΥ 2003



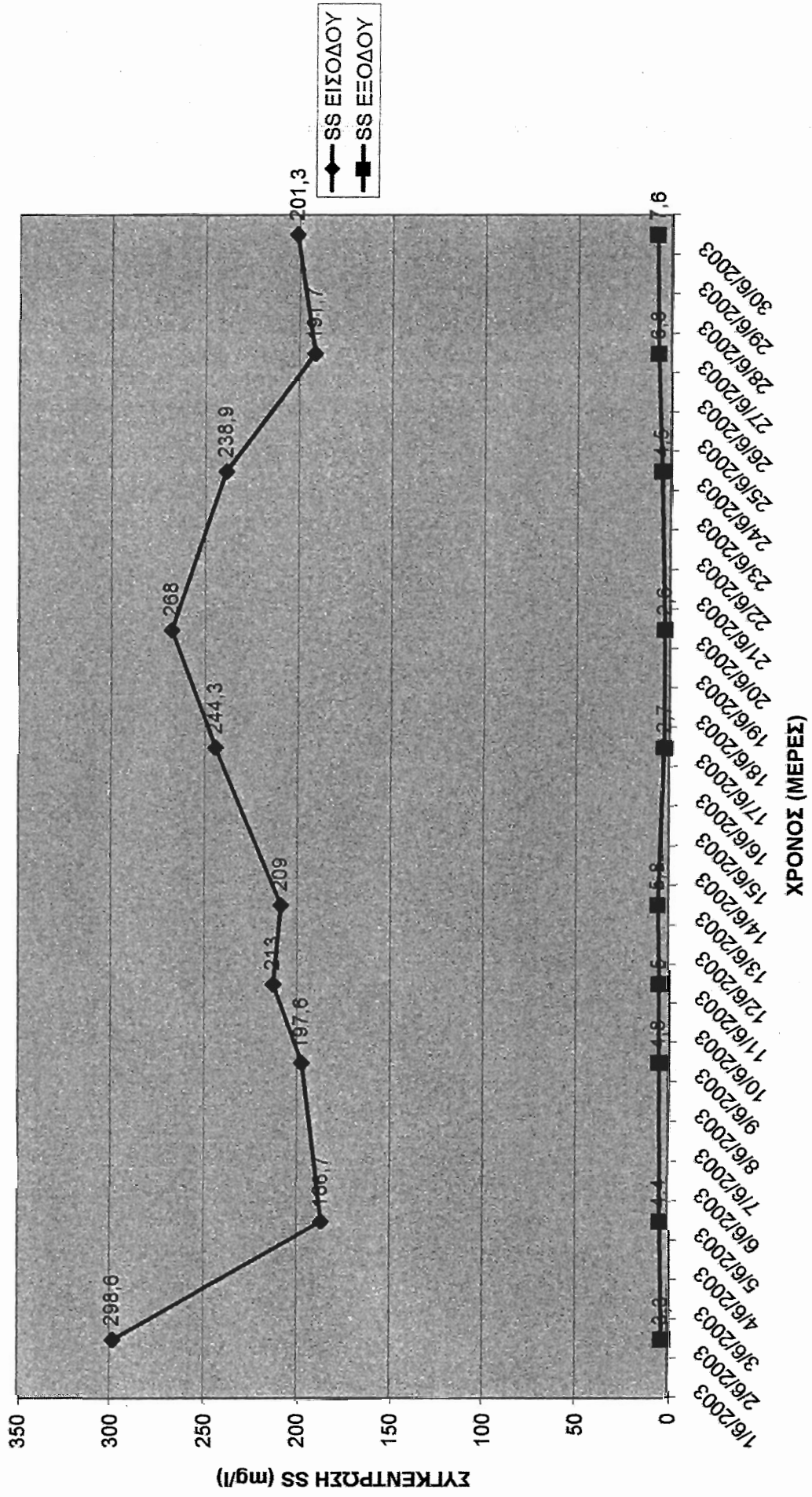
N - NO3 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΝΙΟΥ 2003



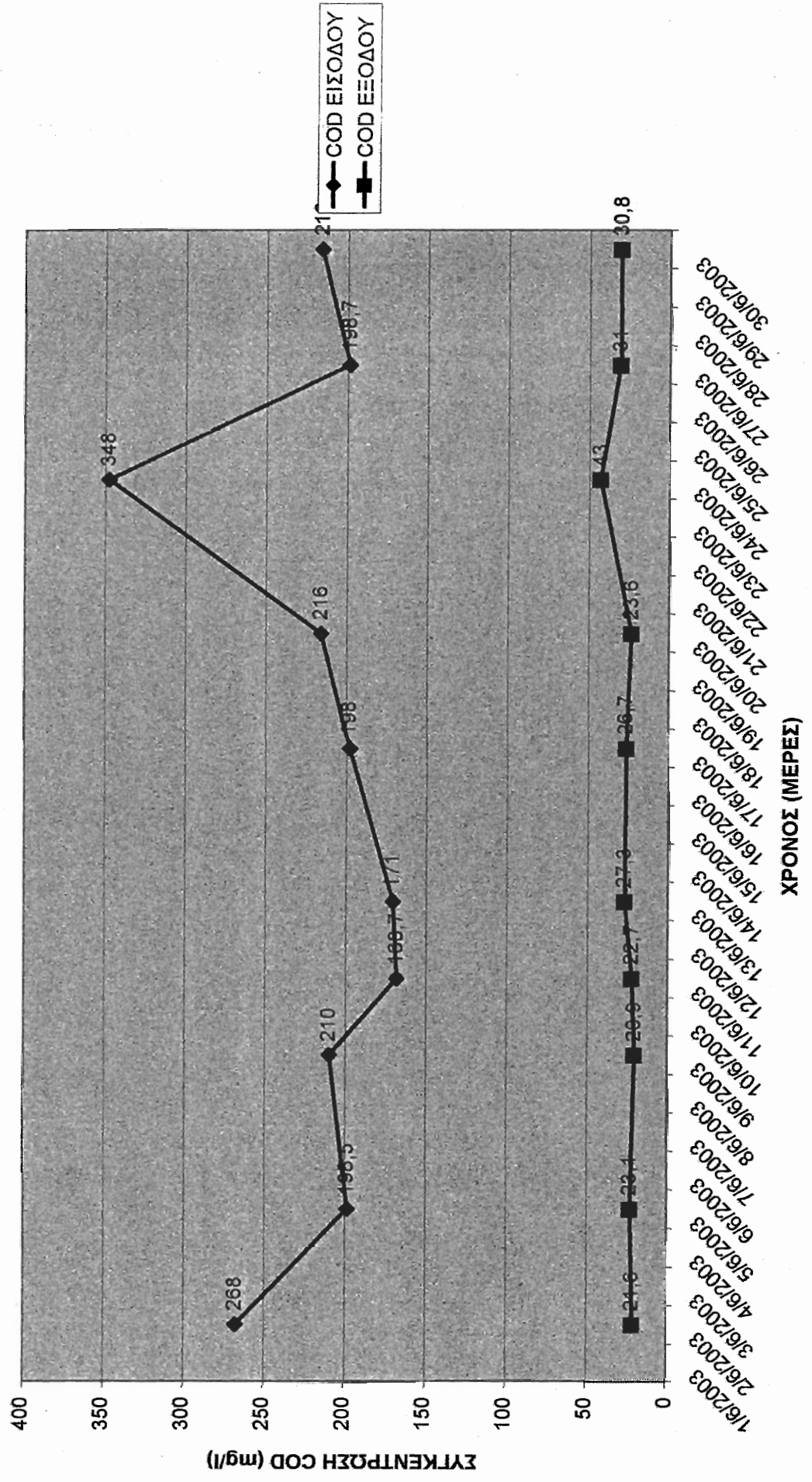
BOD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΝΙΟΥ 2003



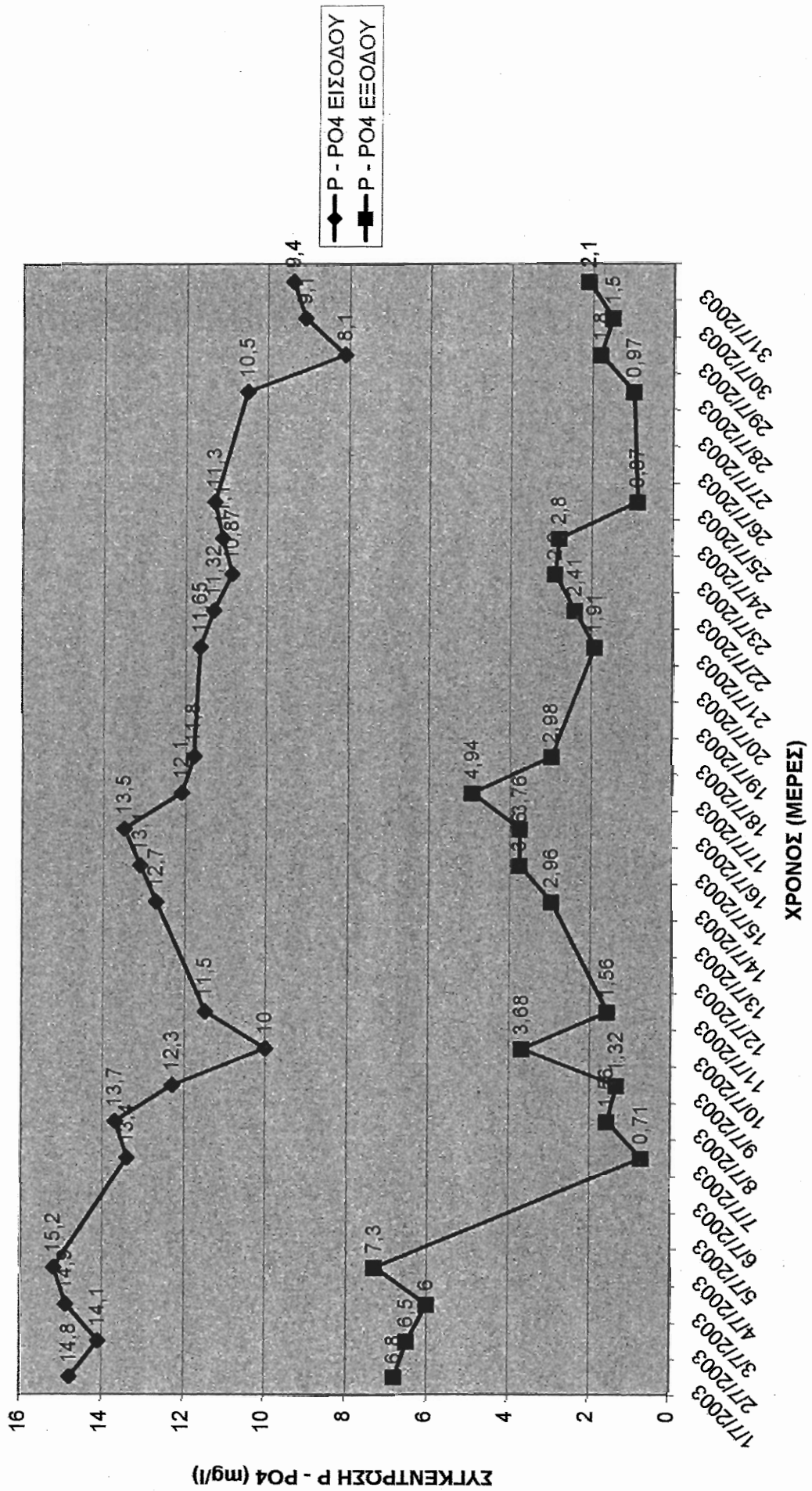
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (SS) ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΝΙΟΥ 2003



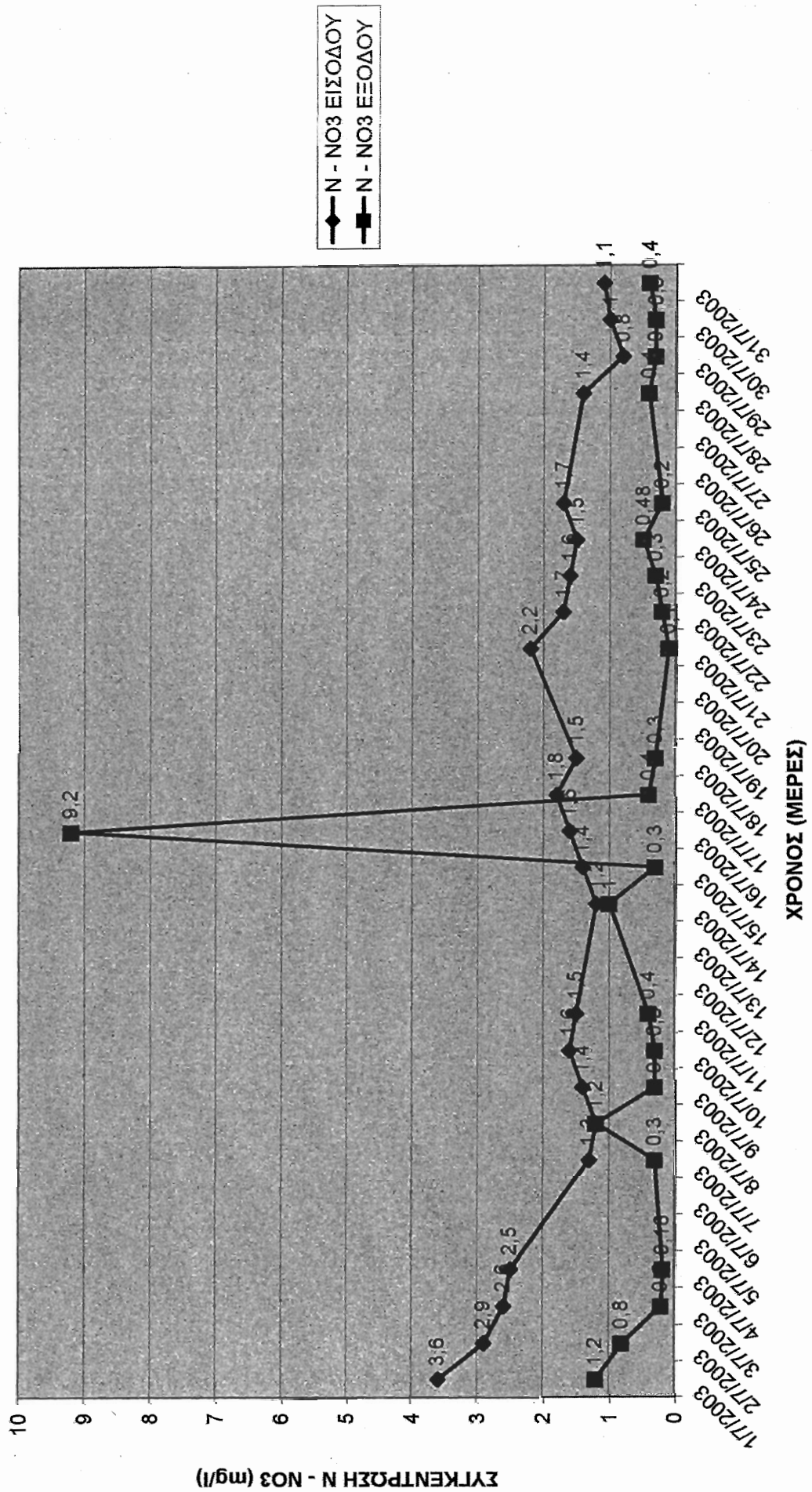
COD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΝΙΟΥ 2003



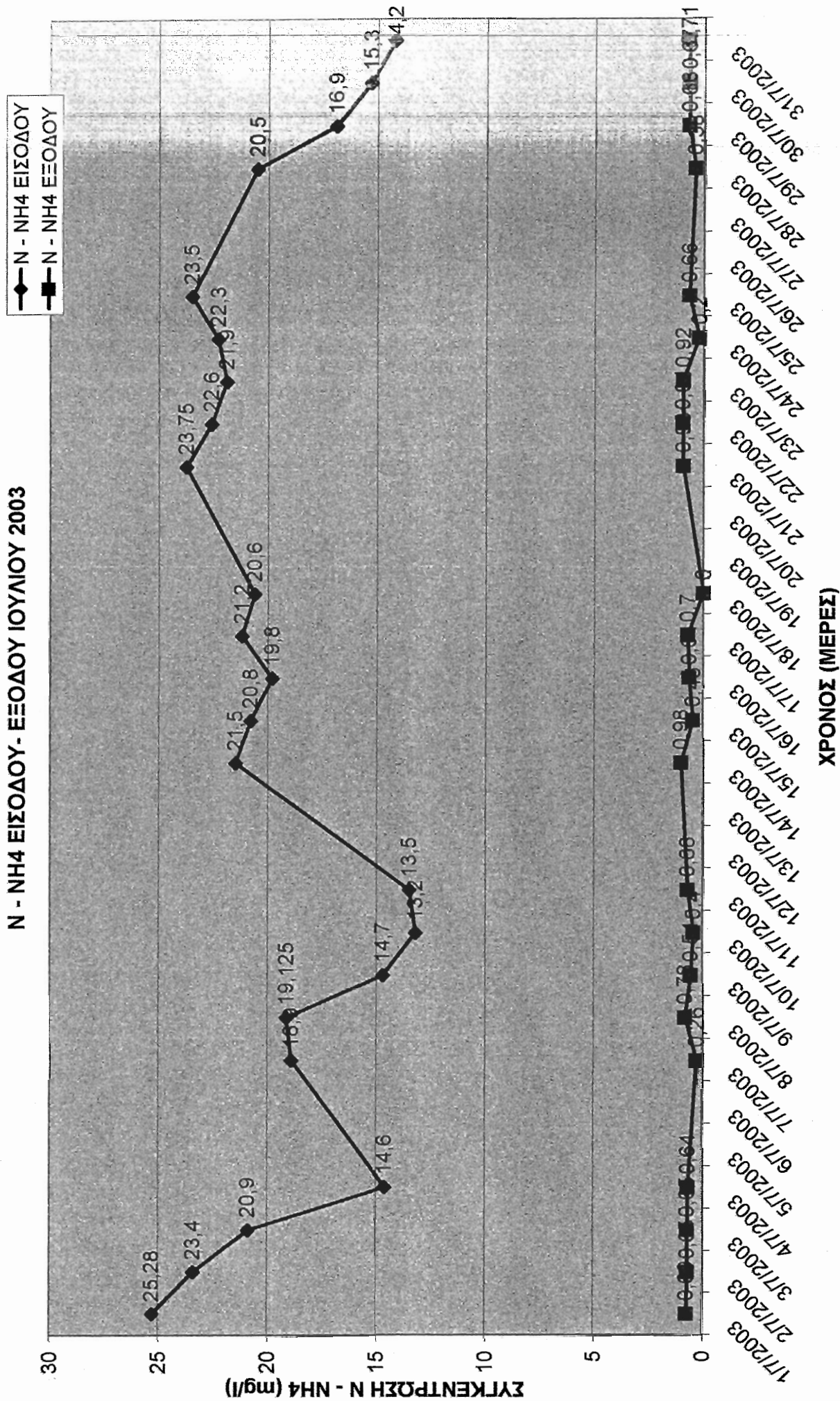
P - PO4 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ 2003



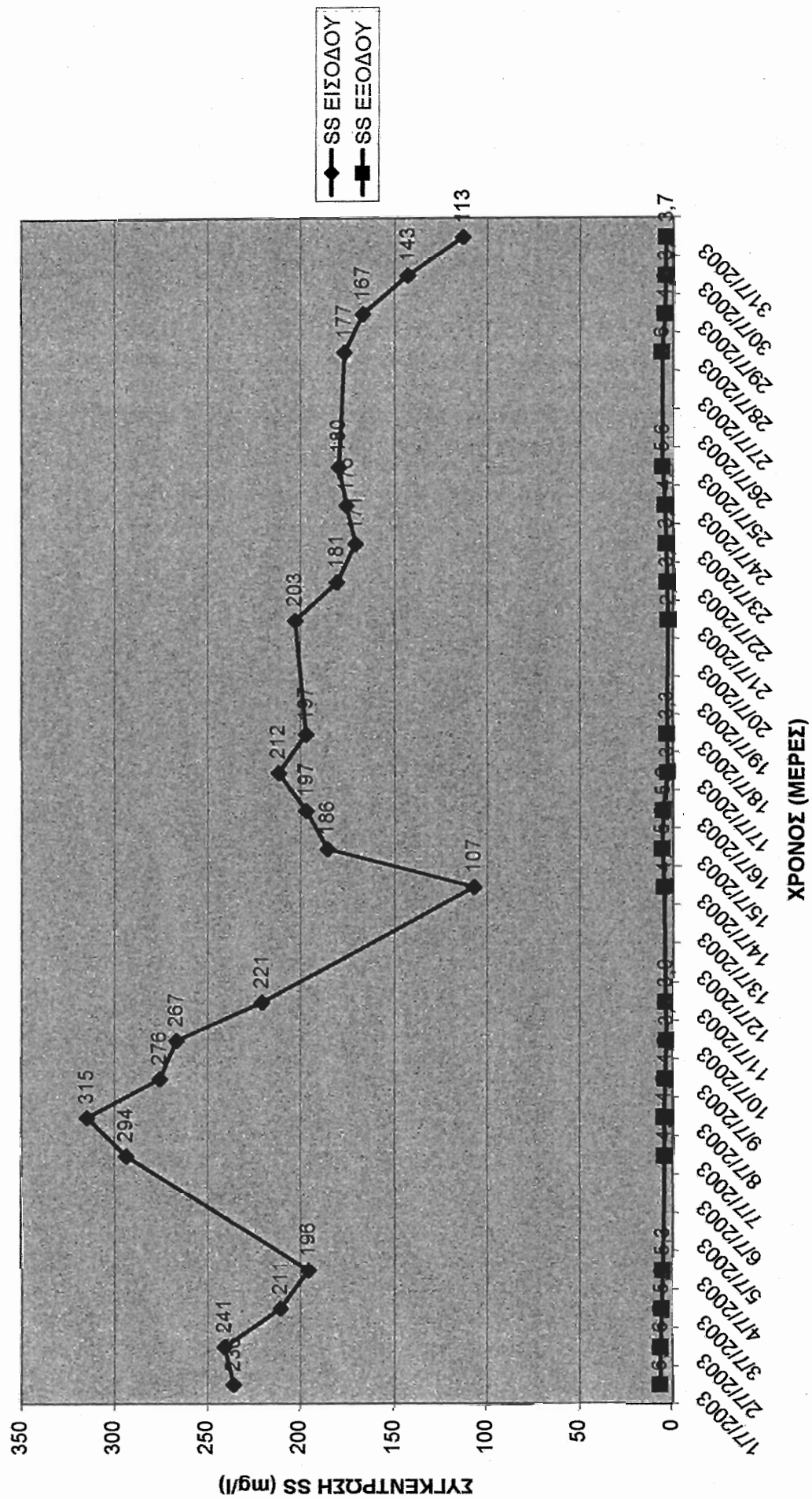
N - NO3 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ 2003



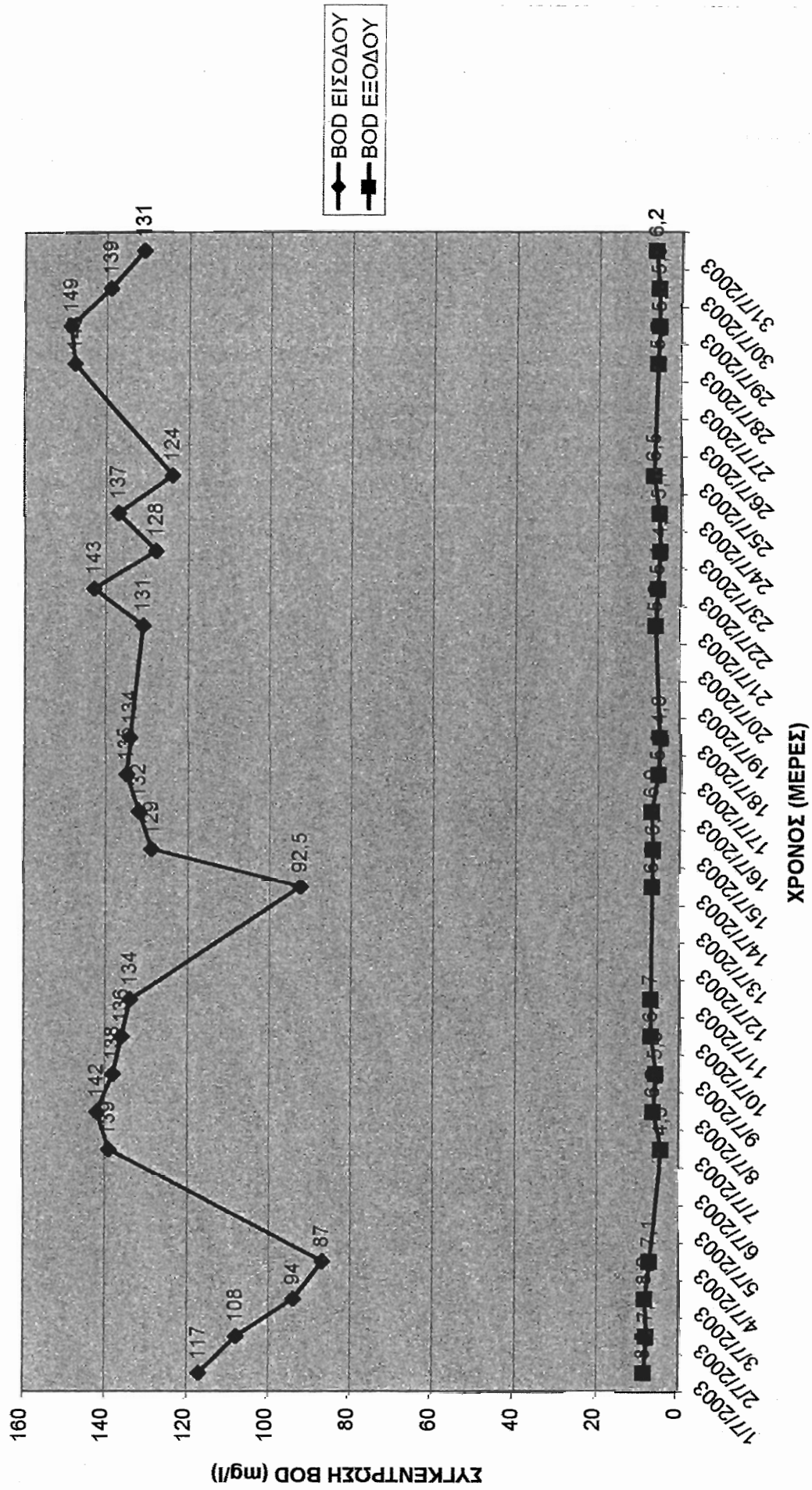
N - NH4 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ 2003



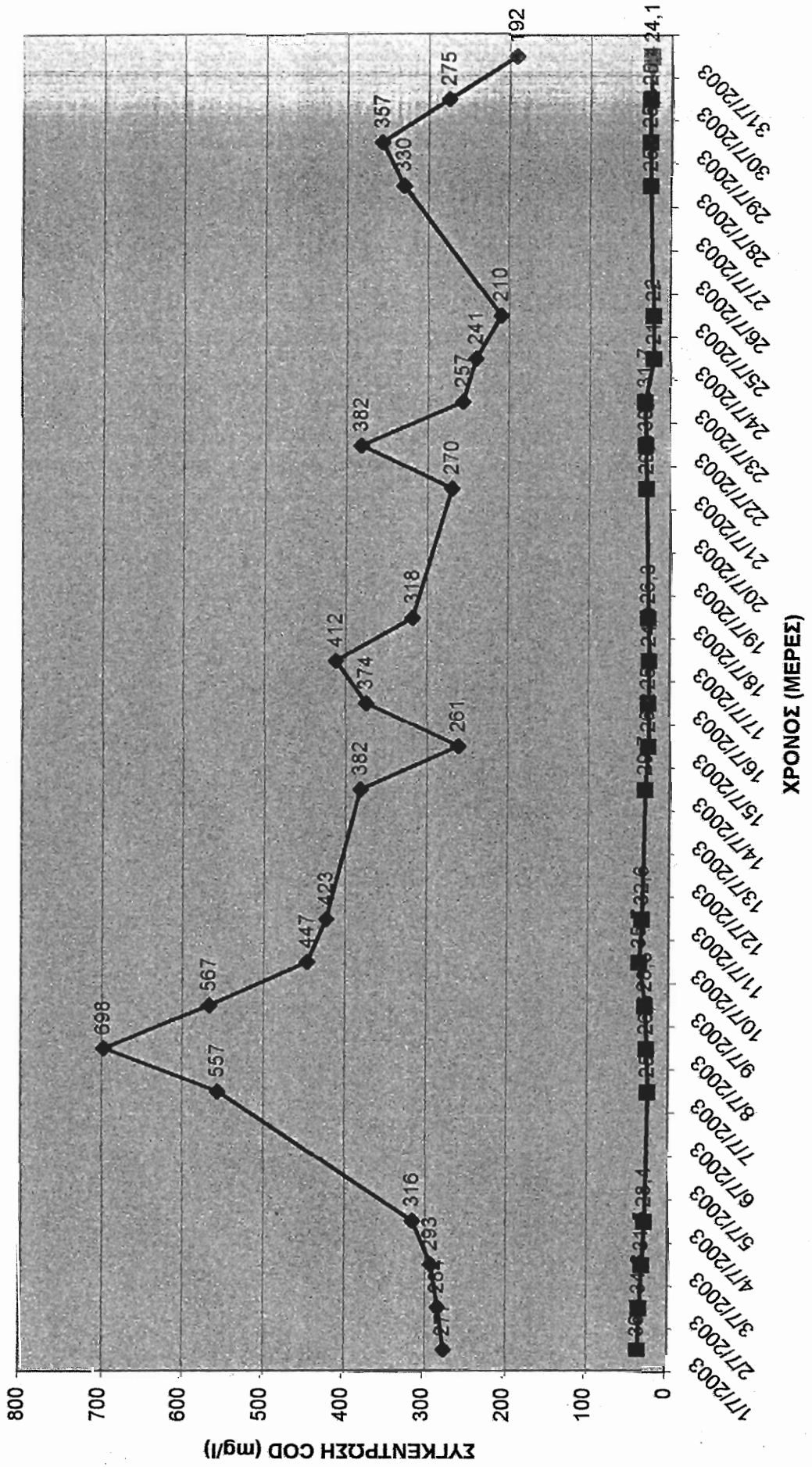
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (SS) ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ 2003



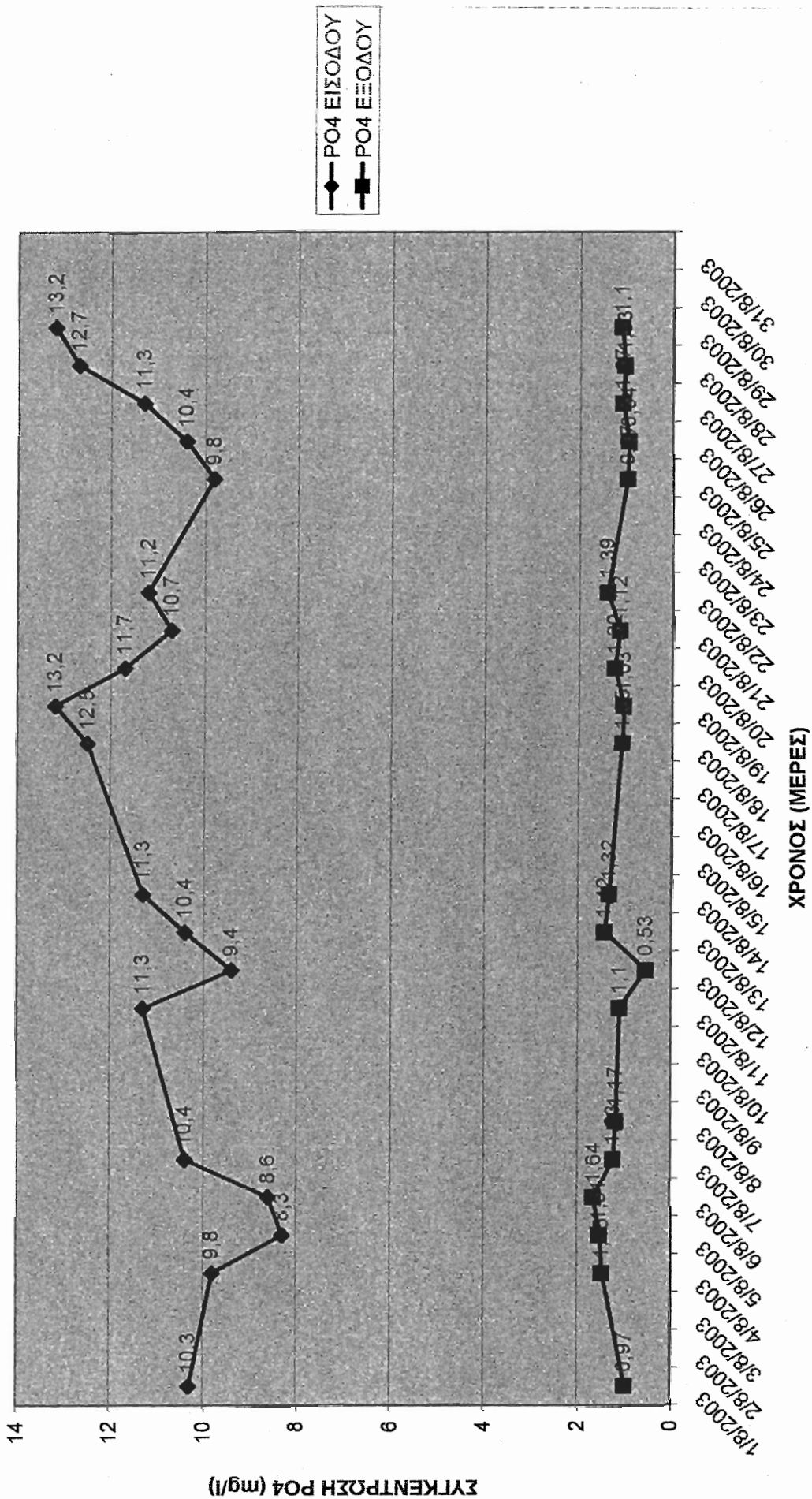
BOD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ 2003



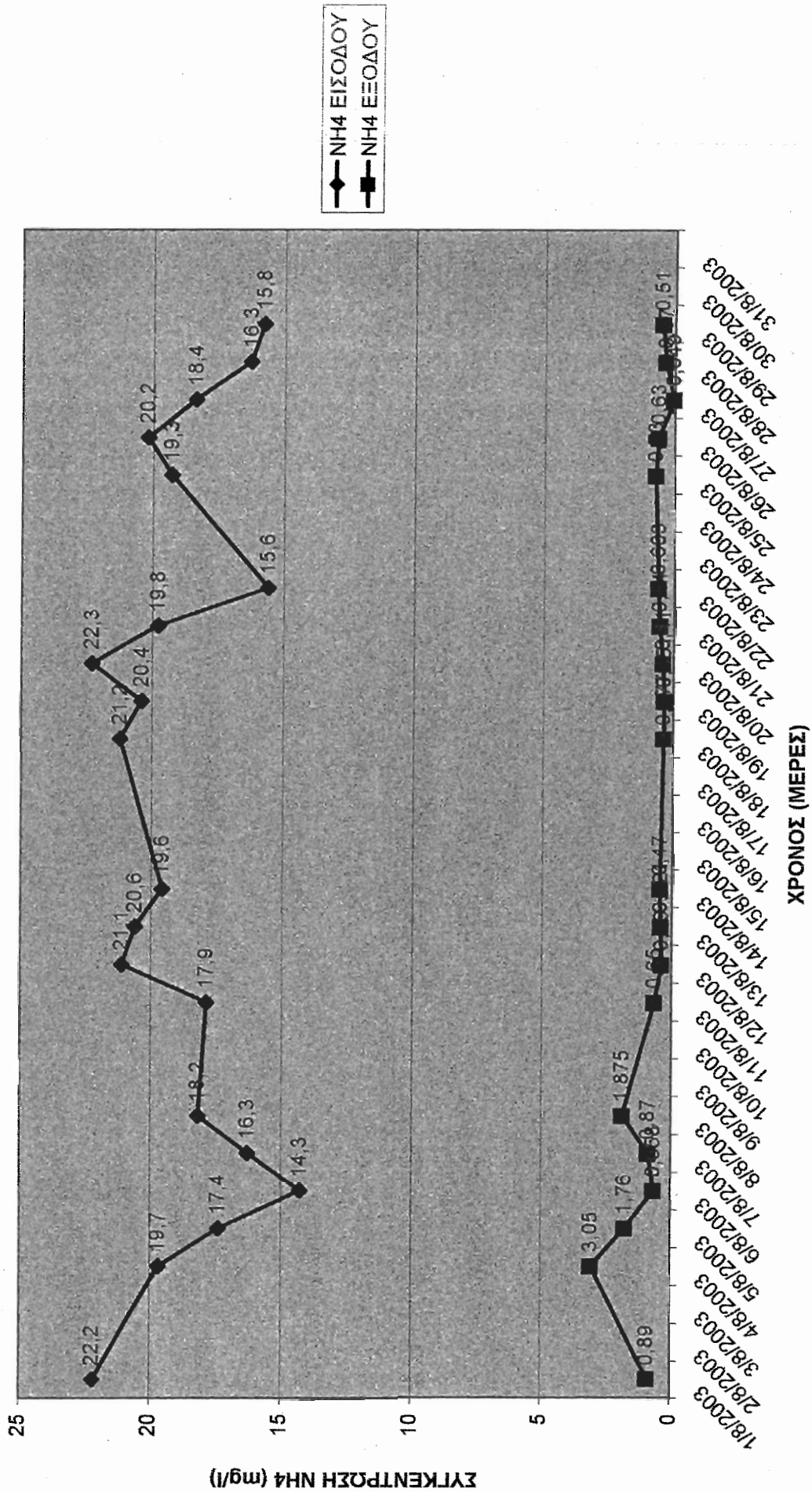
COD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΙΟΥΛΙΟΥ 2003



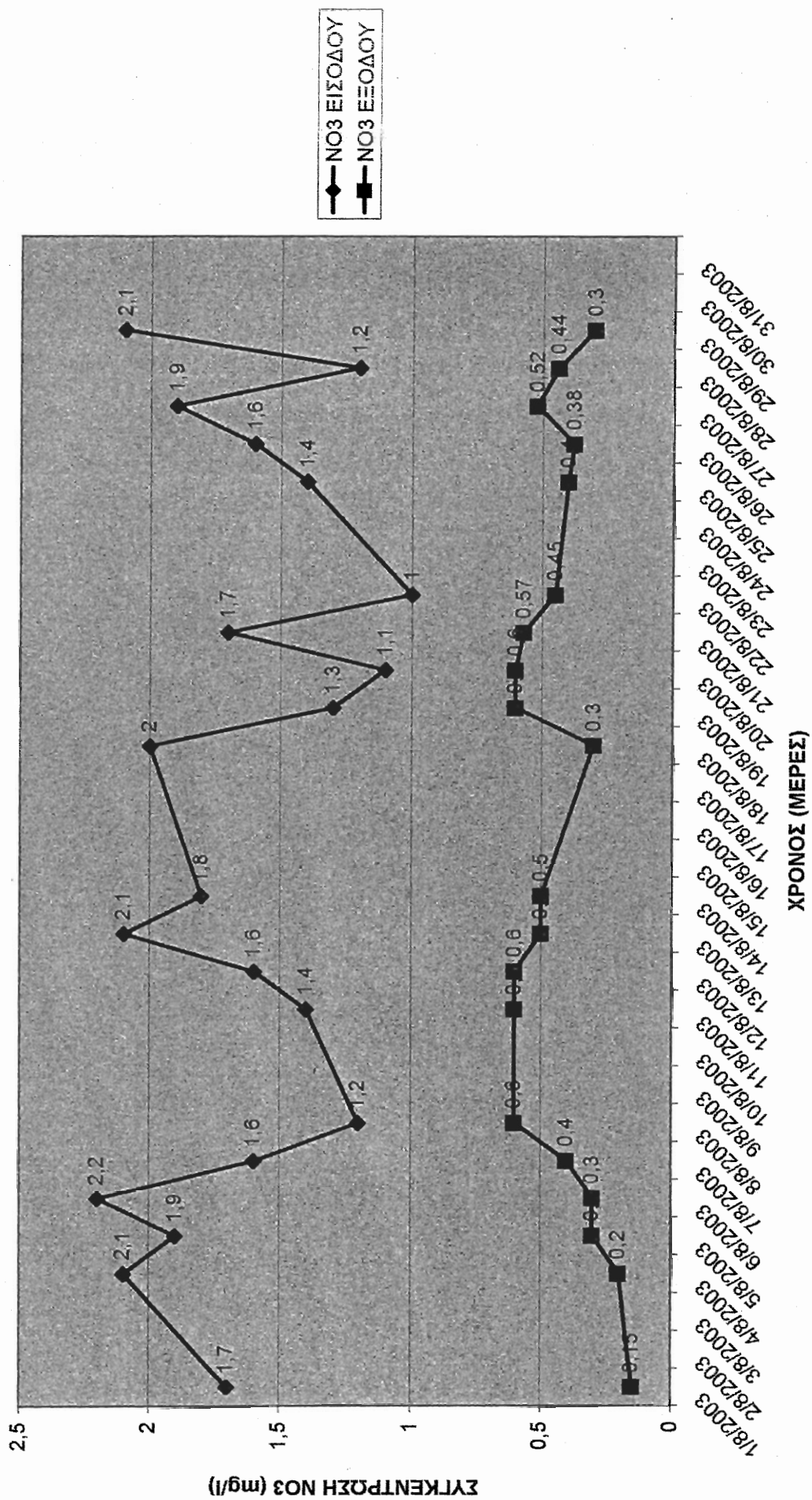
ΡΟ4 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2003



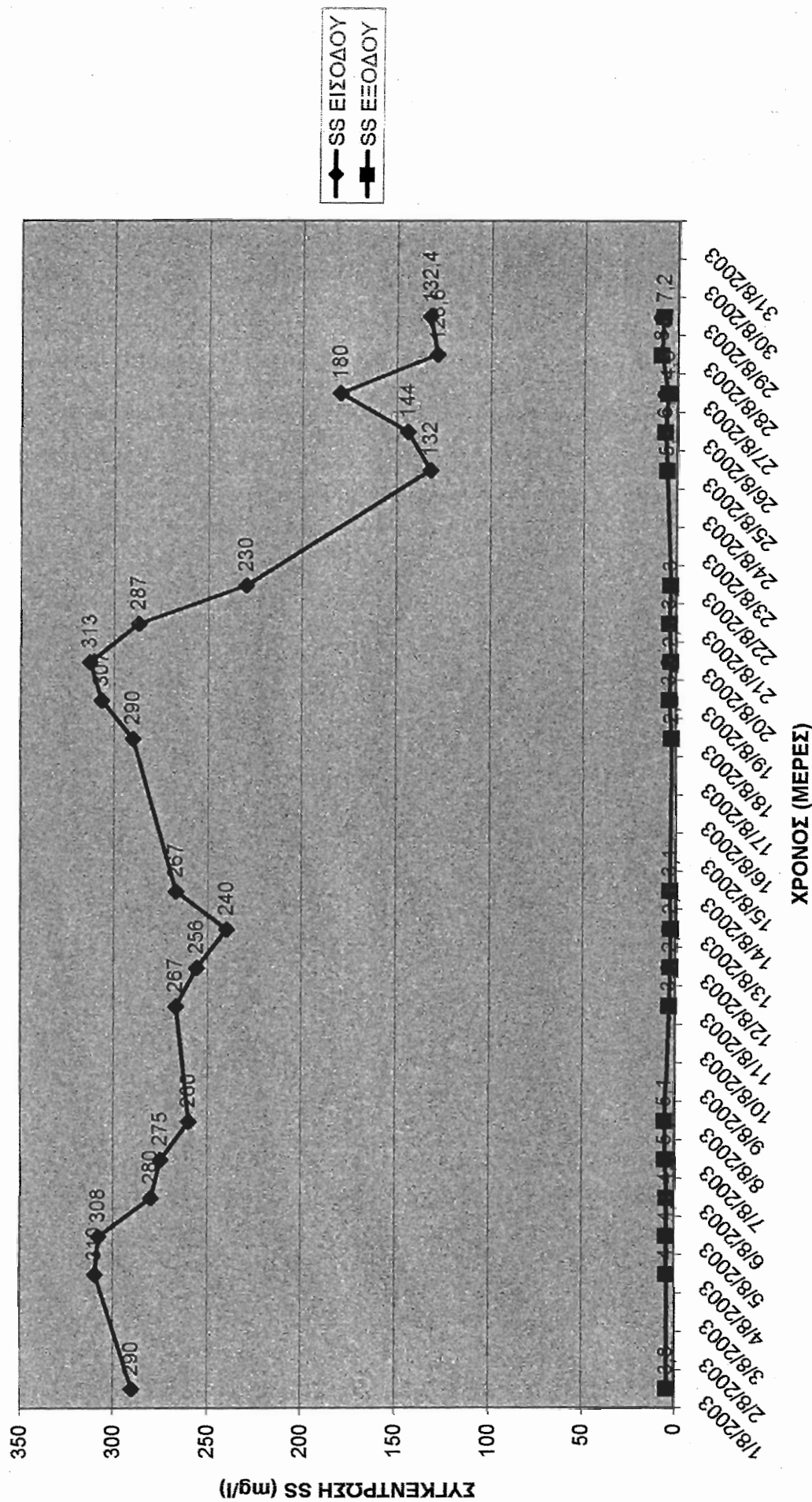
NH4 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2003



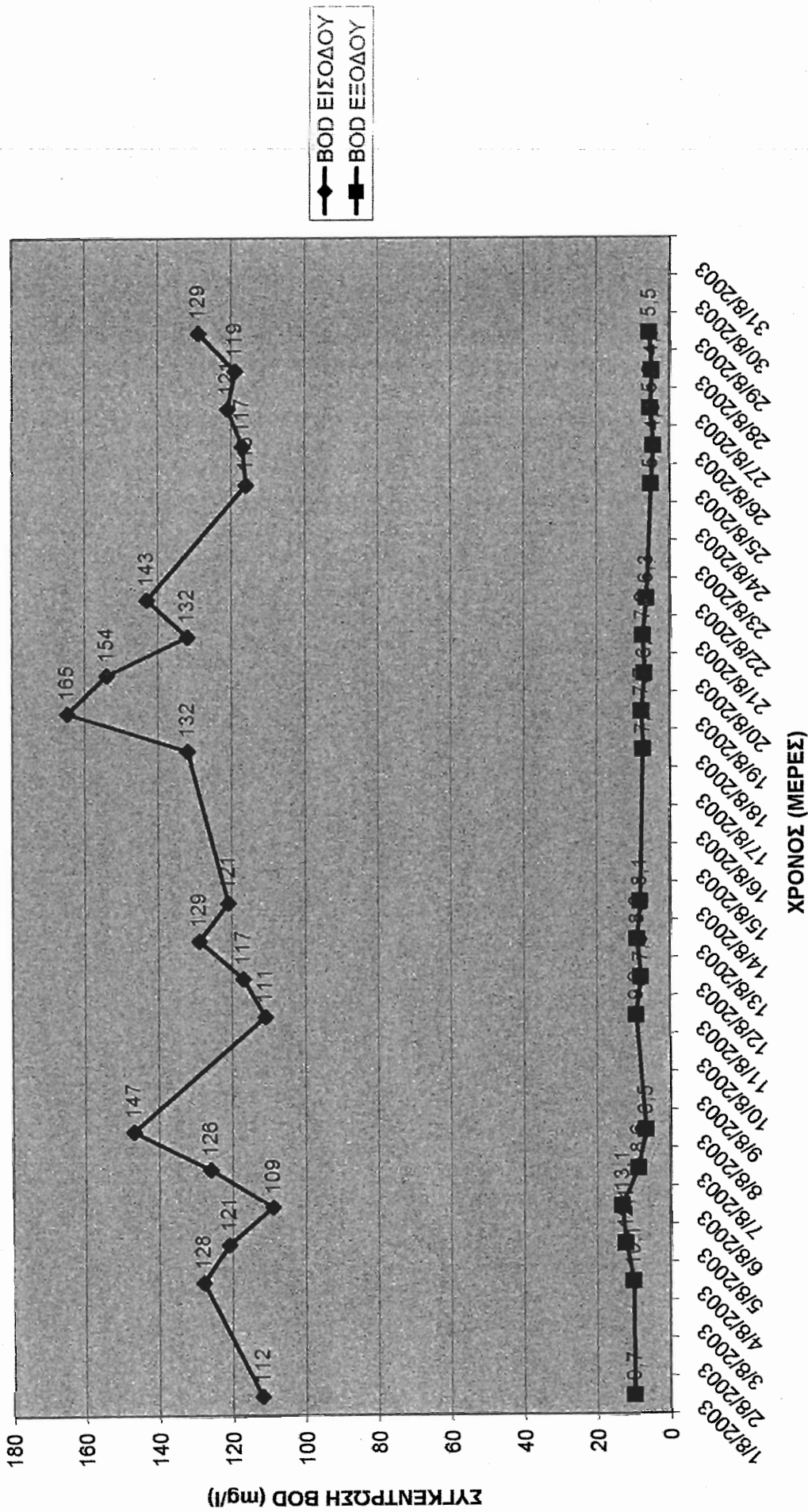
NO3 ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2003



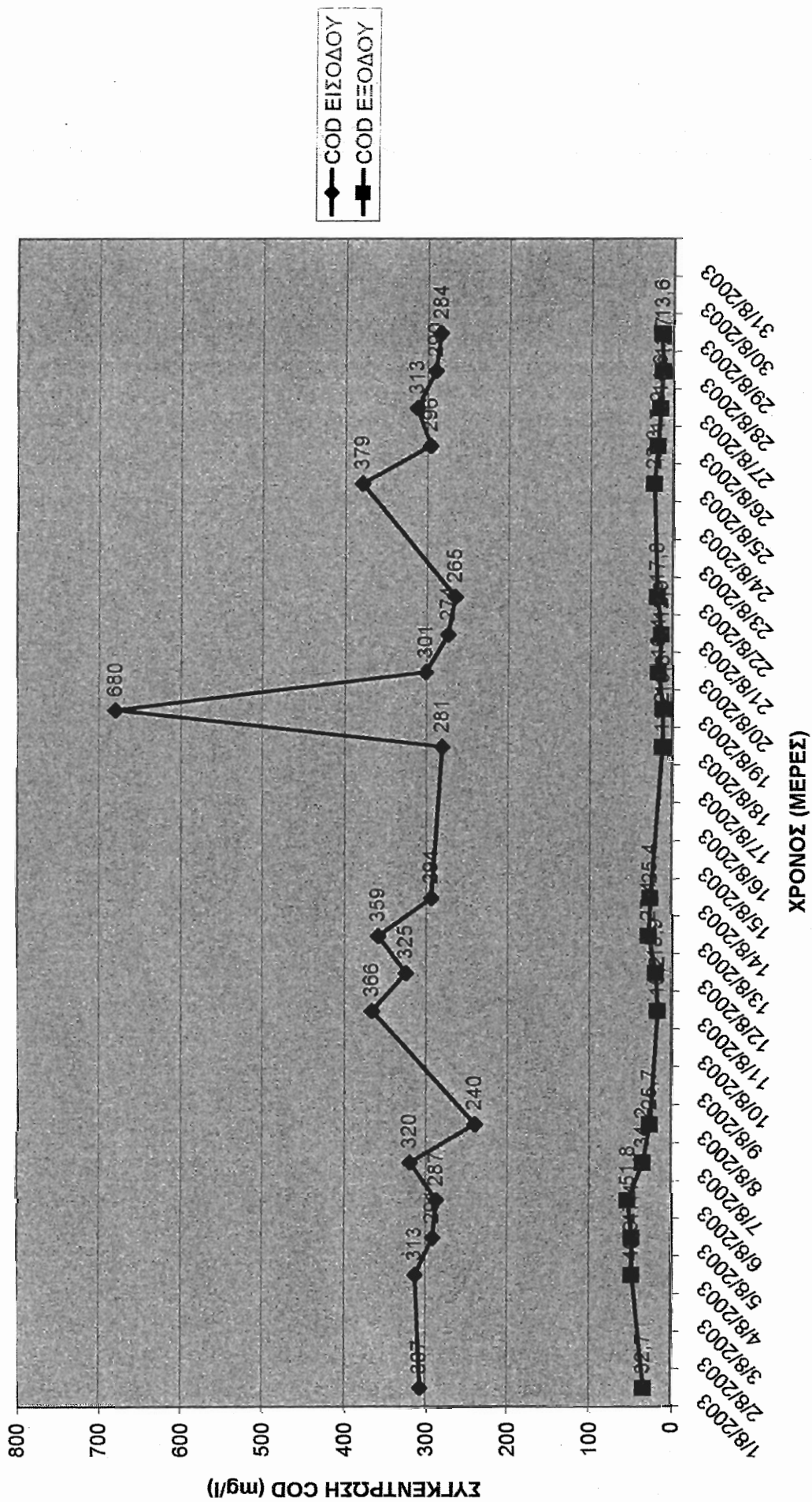
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (SS) ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2003



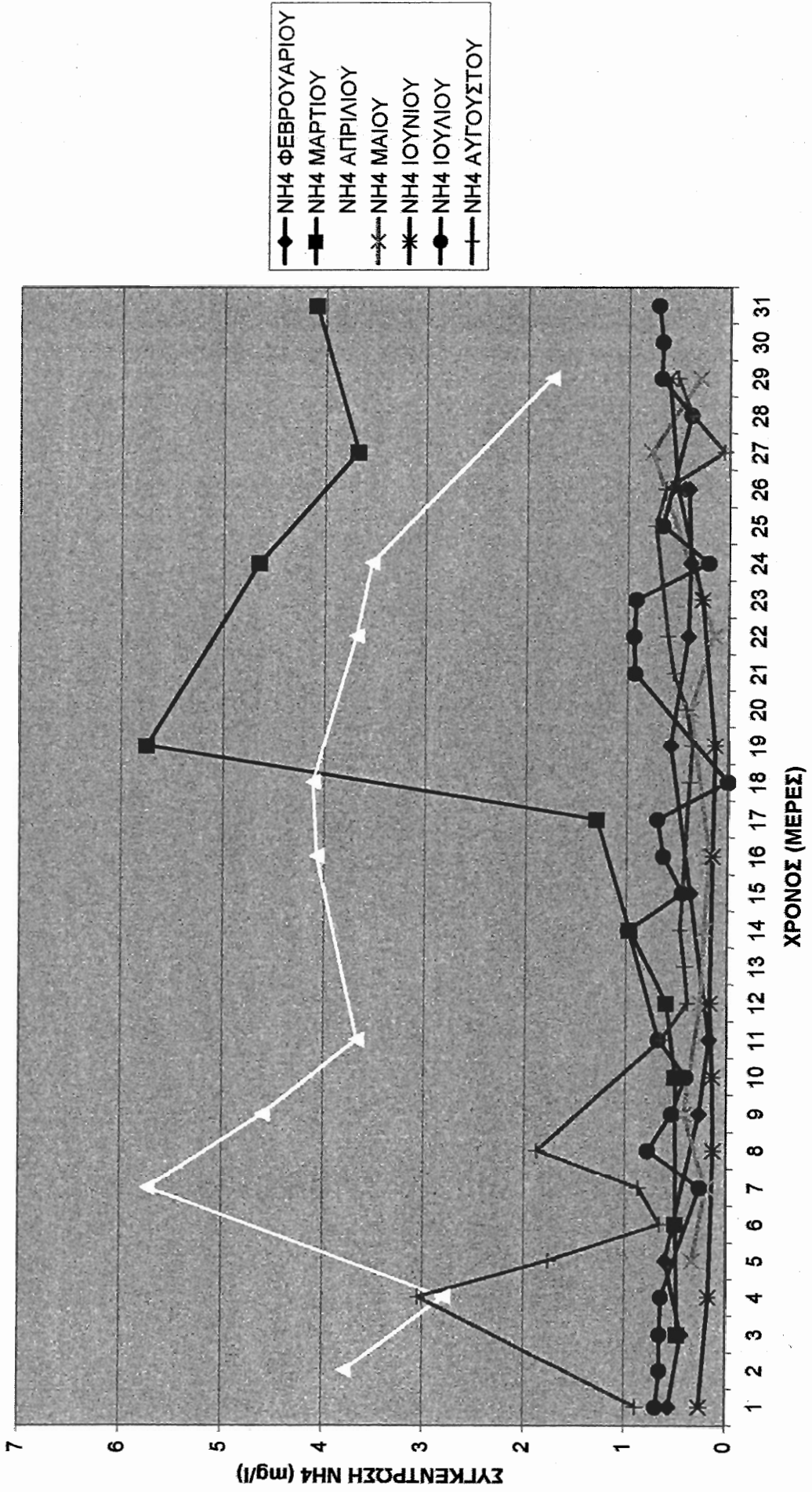
BOD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2003



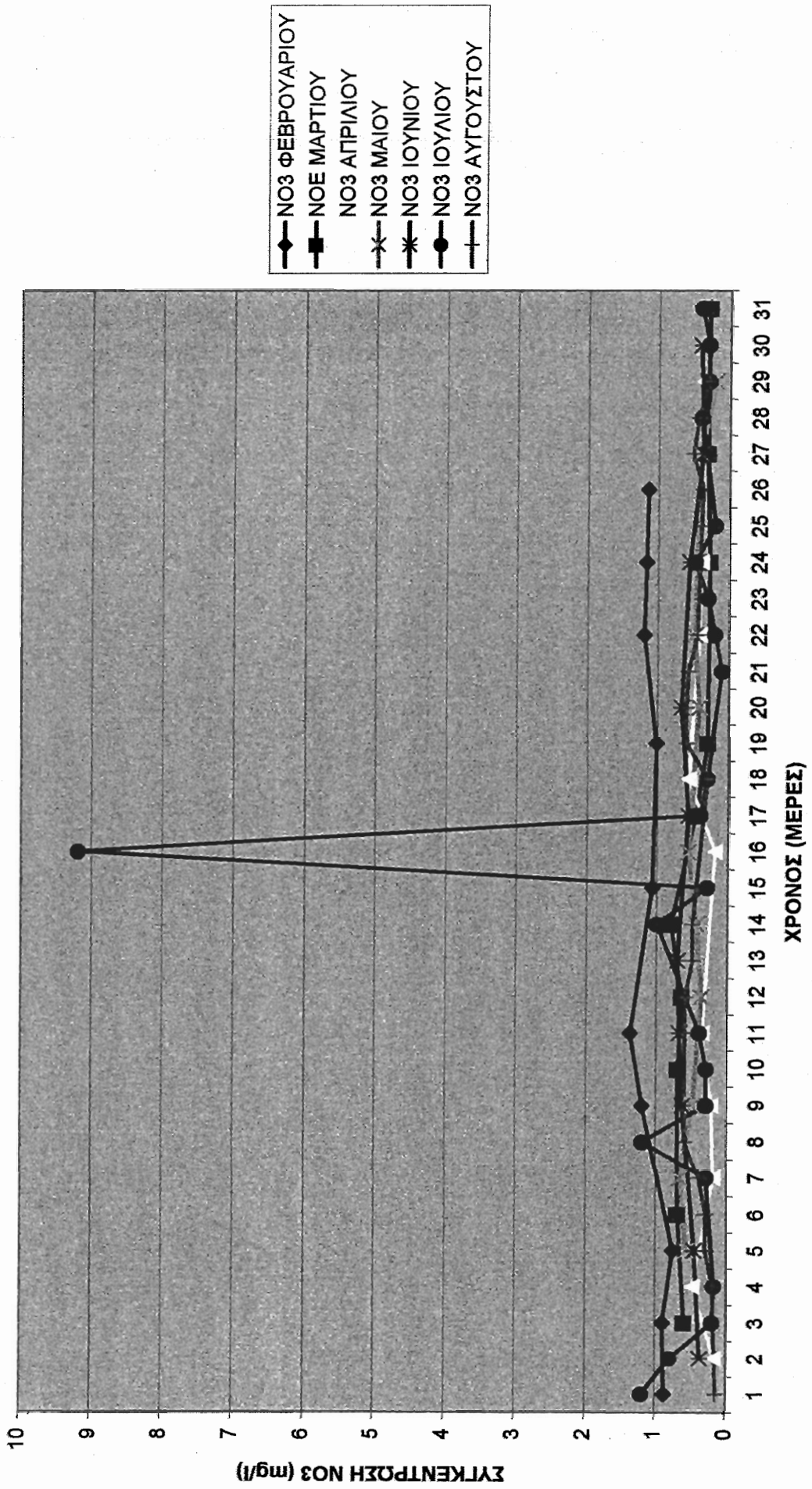
COD ΕΙΣΟΔΟΥ - ΕΞΟΔΟΥ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2003



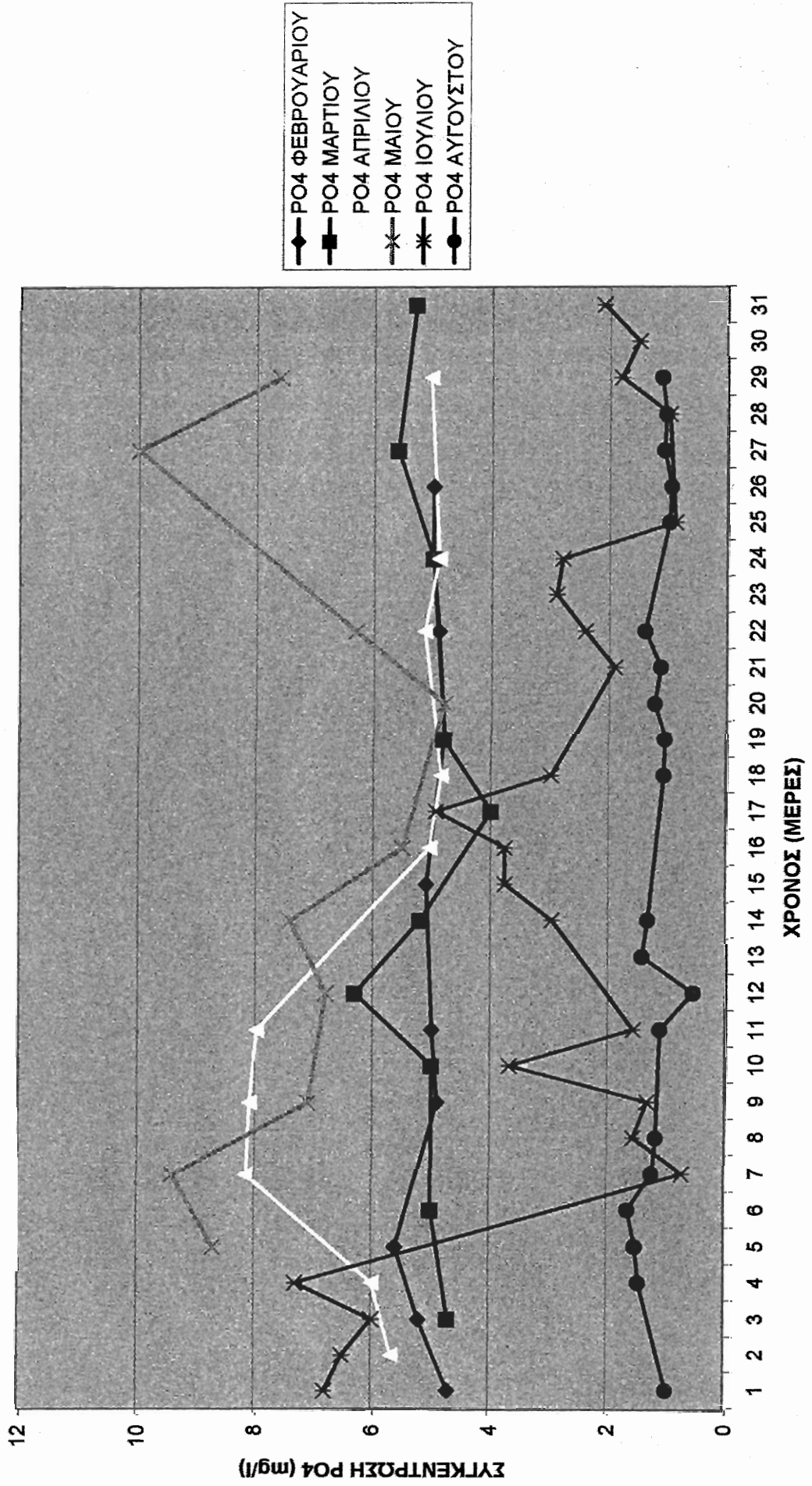
ΝΗ4 ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥΣ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΥΣ



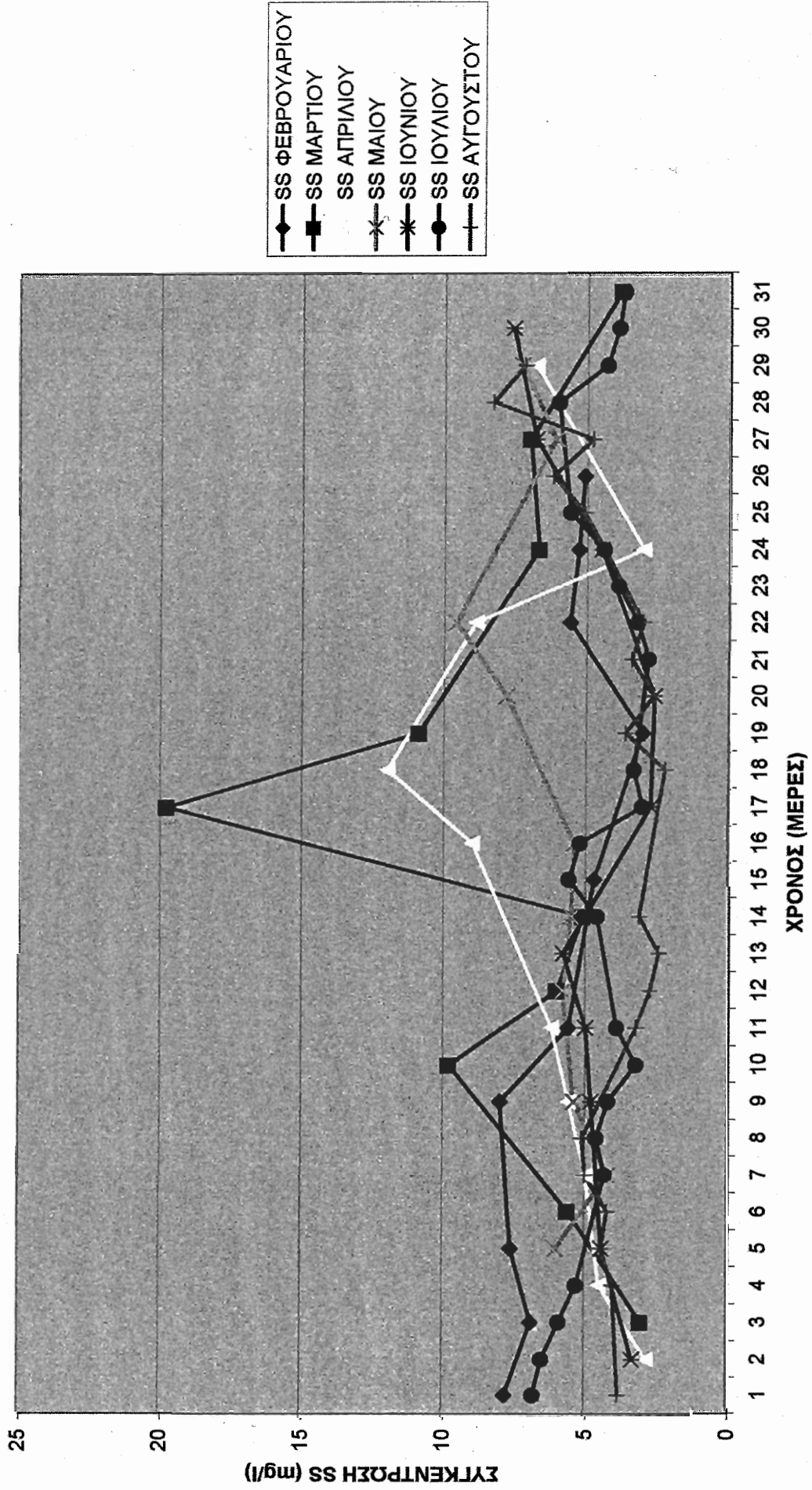
NO3 ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



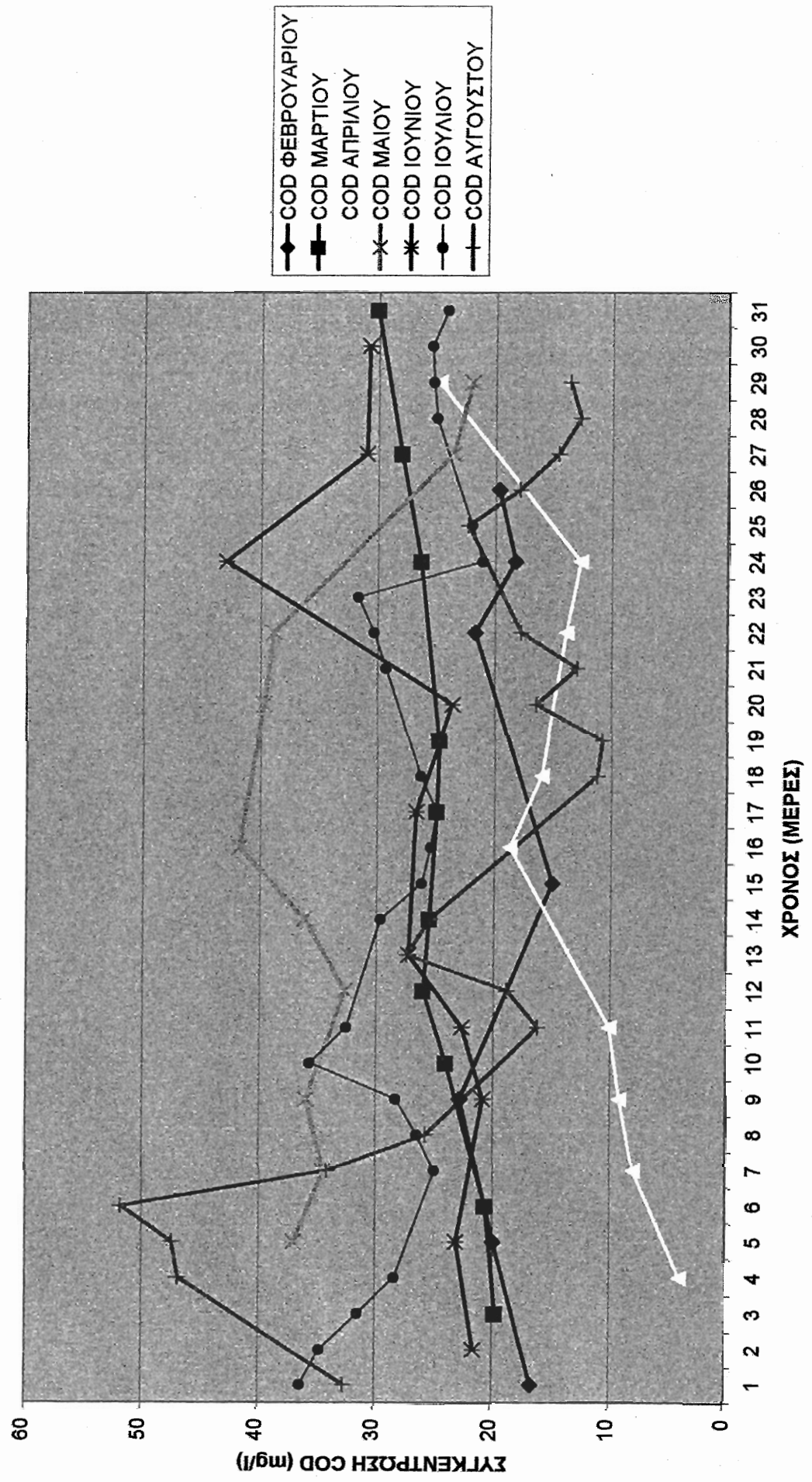
ΡΟ4 ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥΣ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ



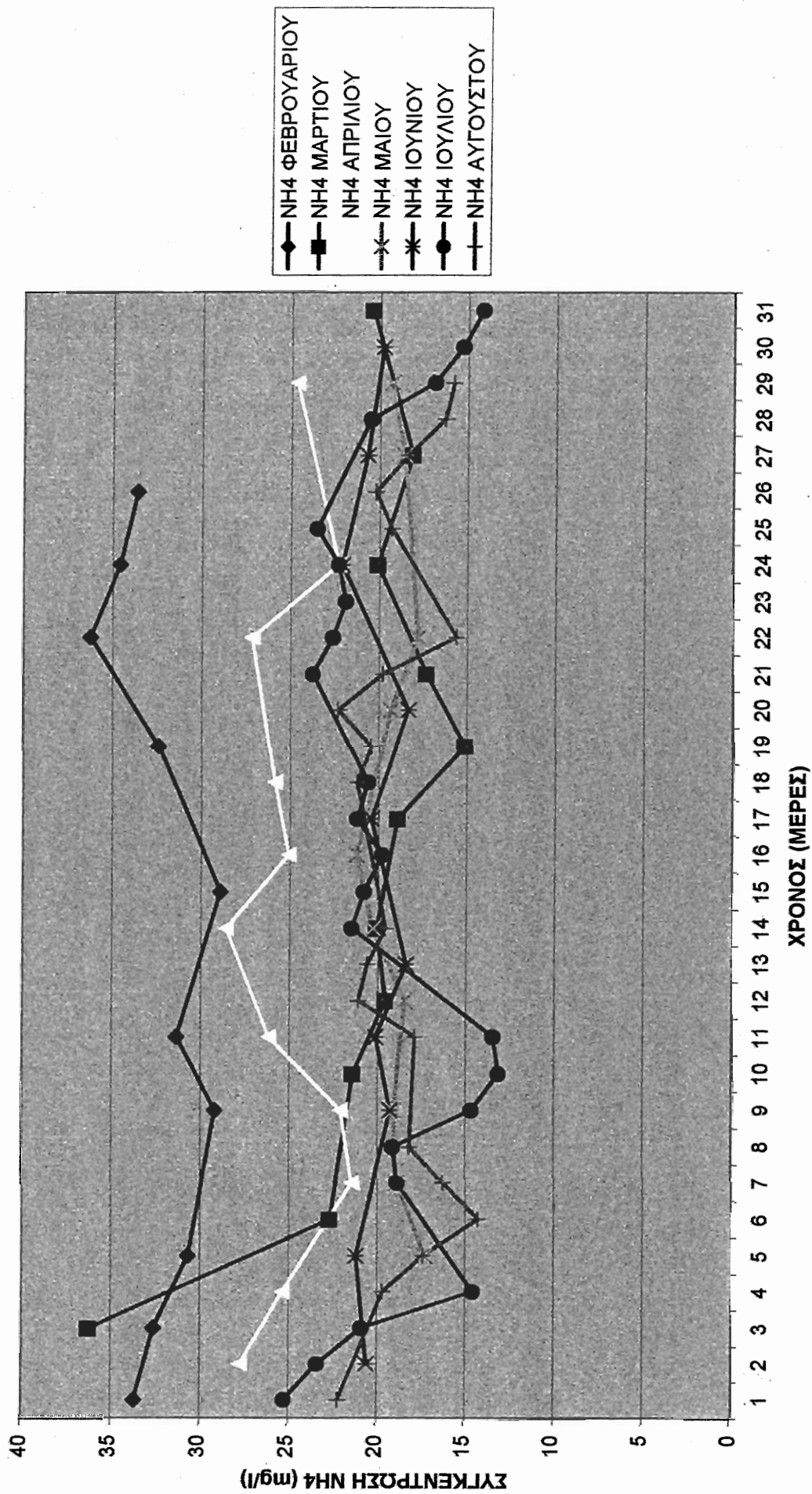
ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (SS) ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥΣ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



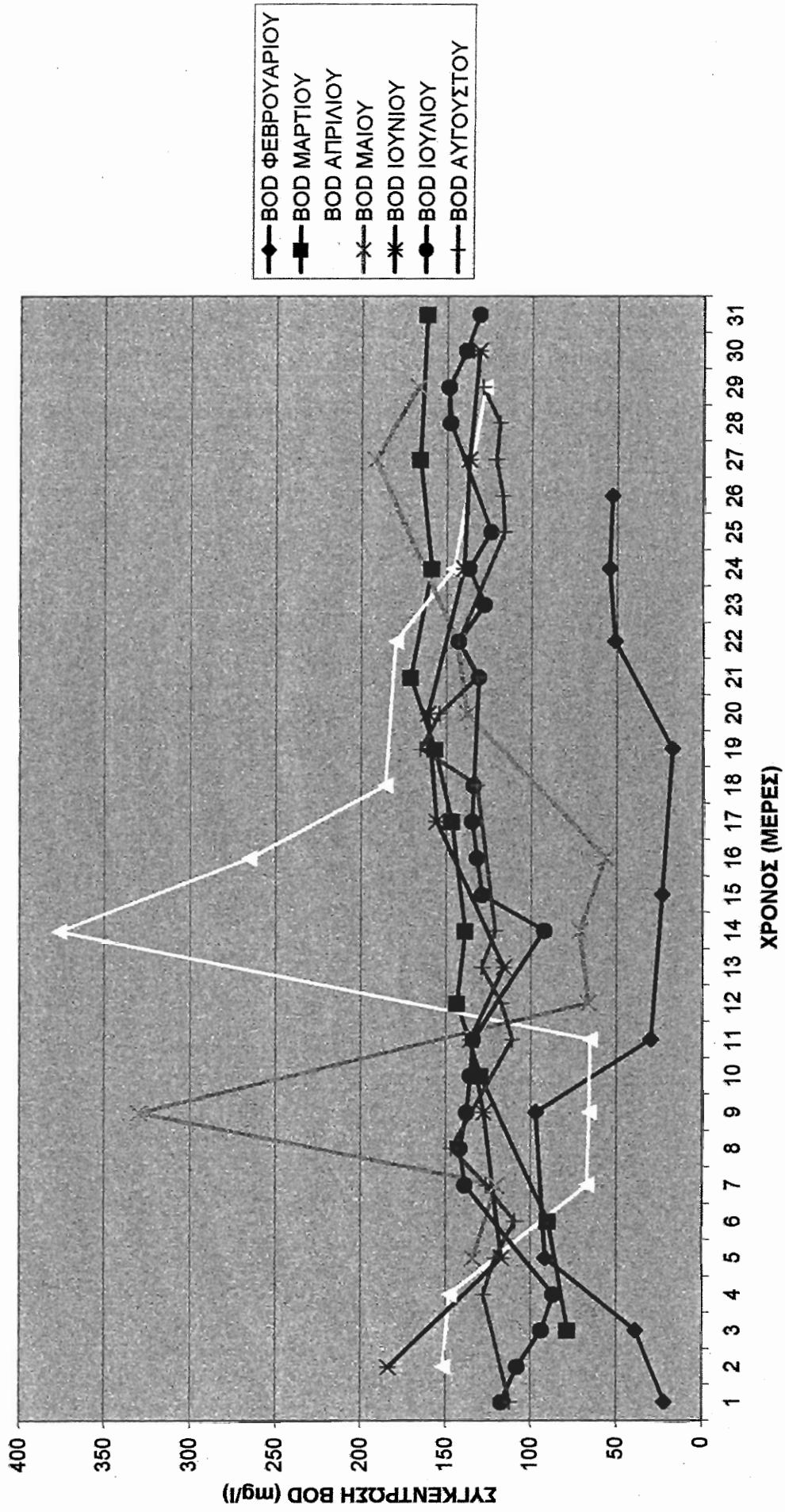
COD ΕΞΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥΣ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



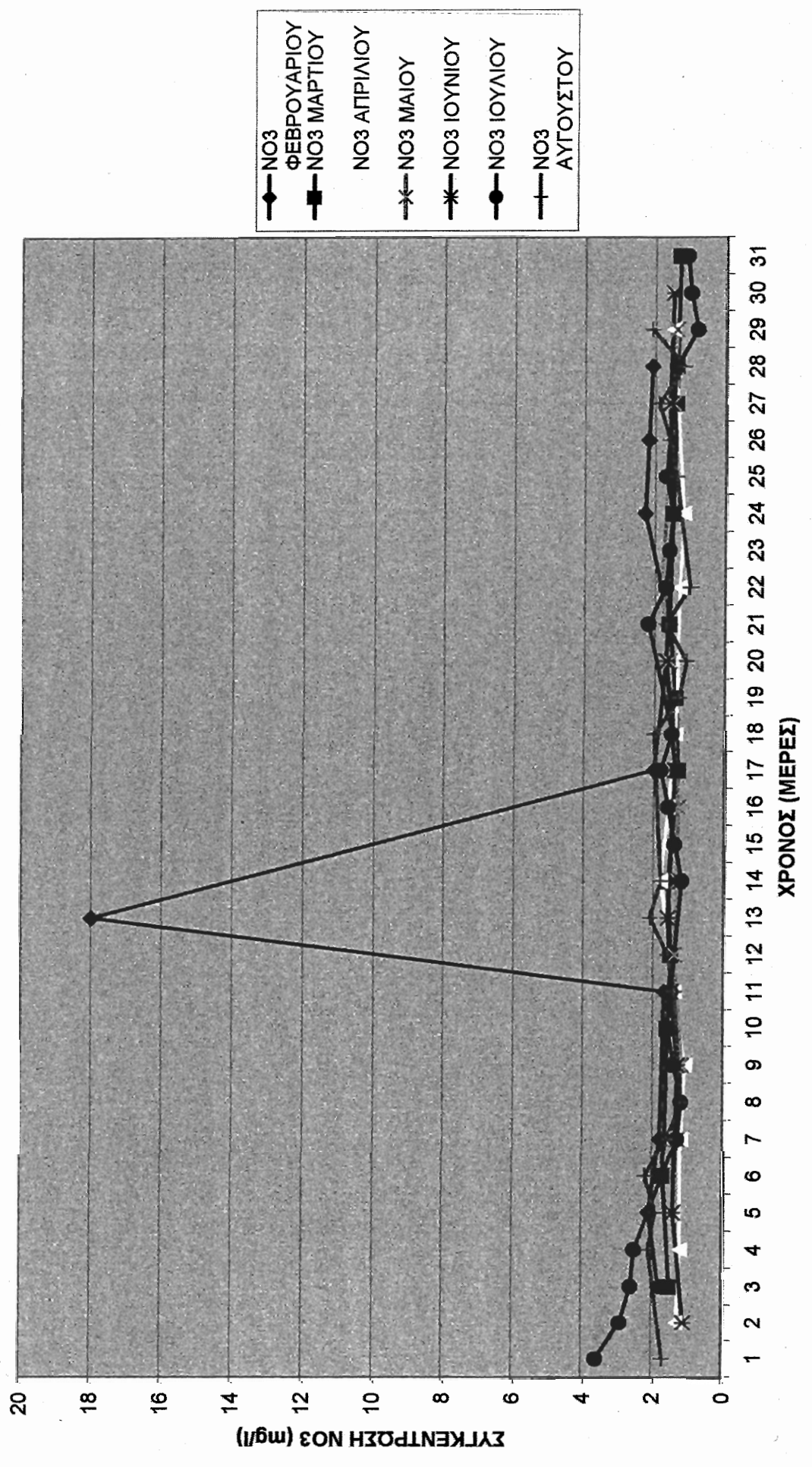
ΝΗ4 ΕΙΣΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



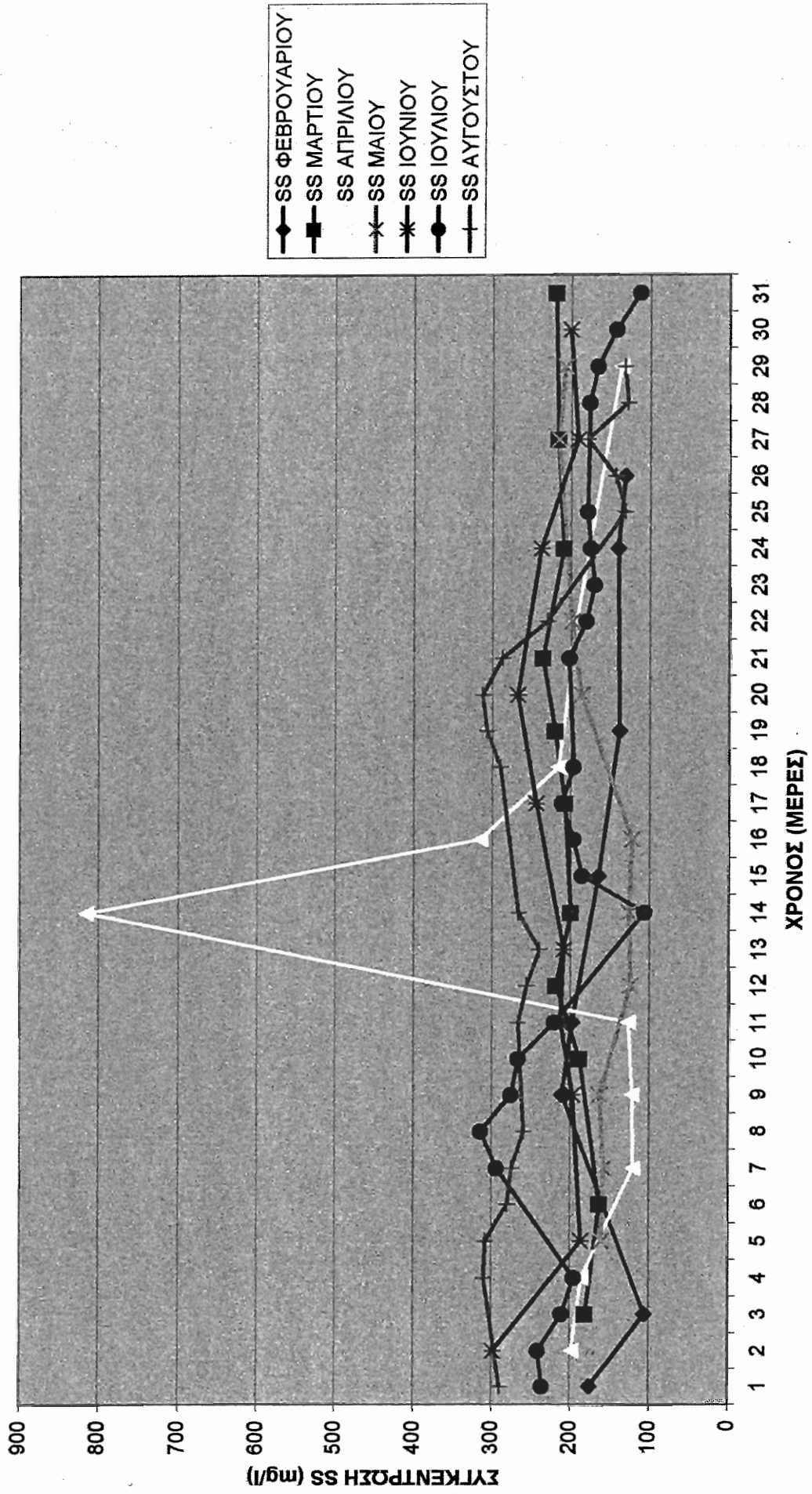
BOD ΕΙΣΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



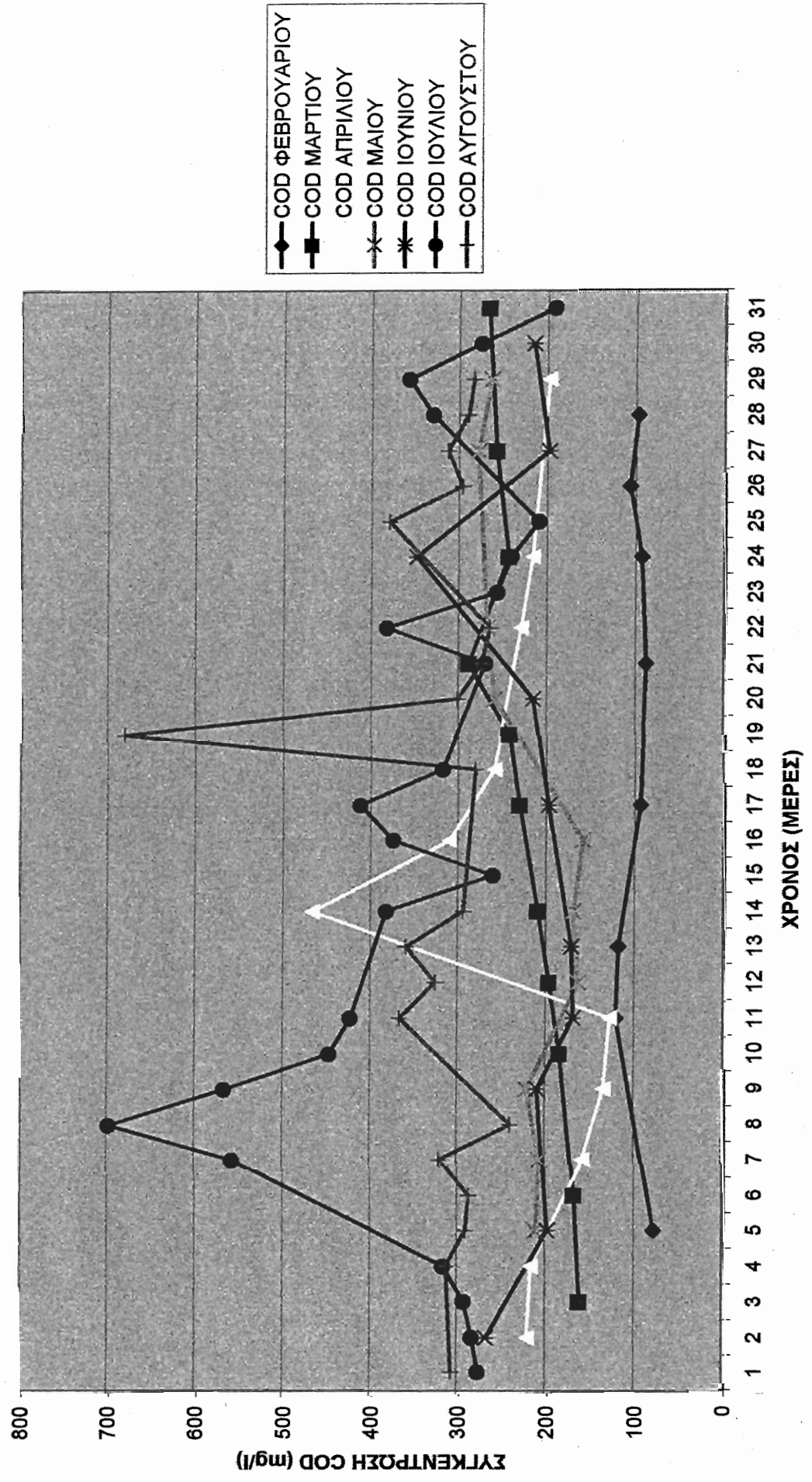
NO3 ΕΙΣΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥΣ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (SS) ΕΙΣΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ



COD ΕΙΣΟΔΟΥ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ - ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ
(ΜΕΥΑ ΔΗΜΟΥ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ)

9. Υδραυλικοί υπολογισμοί Εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων

9.1 Παραδοχές υπολογισμού - υπολογισμοί

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί που ακολουθούν έγιναν για τη δυσμενέστερη κατά περίπτωση παροχή αιχμής της Α' ή της Β' φάσης, έτσι ώστε οι επεκτάσεις να πραγματοποιηθούν χωρίς να απαιτηθούν αντικαταστάσεις αγωγών και χωρίς να σταματήσει η λειτουργία της εγκατάστασης.

	<u>Α' φάση</u>	<u>Β' φάση</u>
Παροχή αιχμής (μ ³ /δλ)	0.330	0.500
Ανακυκλοφορία ιλύος (μ ³ /δλ)	0.194	0.292
Ανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού (μ ³ /δλ)	0.555	0.833

Για τον υπολογισμό των υδραυλικών απωλειών χρησιμοποιούνται οι παρακάτω σχέσεις :

- Γραμμικές απώλειες σε αγωγό υπό πίεση

$$h = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

όπου : h : υδραυλικές απώλειες σε μ

L : μήκος αγωγού σε μ

V : ταχύτητα σε μ/δλ

D : διάμετρος του αγωγού σε μ

f : συντελεστής γραμμικών απωλειών, υπολογιζόμενος κατά Colebrooke - White

- Τοπικές απώλειες σε αγωγό υπό πίεση

$$h = K_m \times \frac{V^2}{2g}$$

όπου : h : υδραυλικές απώλειες σε μ

Km = 1.0 για είσοδο

Km = 0.5 για έξοδο

Km = 0.3 για στροφή 90

Km = 0.3 για στροφή 45

Km = 2.6 για ροή διαμέσου οπής

- Υπερχειλιστής λεπτής στέψης

$$h = 0,683 \times \left(\frac{Q}{L} \right)^{2/3}$$

όπου : h : υδραυλικές απώλειες σε μ

Q : παροχή σε μ³/δλ

L : μήκος υπερχειλιστή σε μ

- Οδοντωτός υπερχειλιστής γωνίας 90°

$$h = 0,793 \times q^{2/5}$$

όπου : h : υδραυλικές απώλειες σε μ

q : παροχή σε κάθε υπερχειλιστή σε μ³/δλ

- Ροή σε κανάλι τύπου Parshall

$$Q = k \times h^n$$

όπου : Q : παροχή σε μ³/ώρα

h : υδραυλικές απώλειες σε μ

k, n : σταθερές ανάλογες του πλάτους στένωσης,
(για στένωση 30.5 εκ. : k = 2407 και n = 1,519)

ΜΟΝΑΔΑ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	ΣΤΑΘΜΗ (m)
<u>Φρέατιο εξόδου</u>	
Στάθμη υγρού	15.73
<u>Φρέατιο εξόδου- φρέατιο εξόδου χλωρίωσης</u>	
$Q = 0.500 \text{ m}^3/\text{sec}$ $L = 80 \text{ m}$ $D = 800 \text{ mm}$ $\Sigma Km = 2 \times 1 + 2 \times 0.5 = 3.0$ $V = 0.99 \text{ m}/\text{sec}$ $R = 795775$ $f = 0.0233$ $h = 0.12 + 0.15 = 0.27 \text{ m}$	
Φρέατιο εξόδου χλωρίωσης	16.00
<u>Χλωρίωση και διάυλος Parshall</u>	
Ελεύθερη πτώση : 0.54 m	
Υπερχειλιστής εξόδου χλωρίωσης	16.54
$Q = 0.250 \text{ m}^3/\text{sec}$ $L = 2 \text{ m}$ $h = 0.17 \text{ m}$	
Δεξαμενή χλωρίωσης	16.71
Ελεύθερη πτώση : 0.15 m	
Υπερχειλιστής εισόδου χλωρίωσης	16.86
$Q = 0.250 \text{ m}^3/\text{sec}$ $L = 2 \text{ m}$ $h = 0.17 \text{ m}$	
Φρέατιο εισόδου χλωρίωσης	17.03
Ελεύθερη πτώση : 0.05 m	
Πυθμένος Parshall	17.08
$Q = 0.500 \text{ m}^3/\text{sec}$ Μέγεθος διαύλου : 30.5 cm Σταθερά k : 2407 Σταθερά n : 1.52 $h = 0.83 \text{ m}$	
Κανάλι Parshall	17.91

ΜΟΝΑΔΑ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΣΤΑΘΜΗ (m)

Δίαυλος Parshall- Φρεάτιο καθίζησης

$Q = 0.500 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $L = 3 \text{ m}$
 $D = 800 \text{ mm}$
 $\Sigma Km = 1 + 0.5 = 1.5$
 $V = 0.99 \text{ m/sec}$
 $R = 795775$
 $f = 0.0233$
 $h = 0.00 + 0.08 = 0.08 \text{ m}$

Φρεάτιο καθίζησης

17.99

Φρεάτιο καθίζησης - Καθίζηση No.2

$Q = 0.330 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $L = 17 \text{ m}$
 $D = 476 \text{ mm}$
 $\Sigma Km = 1 + 0.5 = 1.5$
 $V = 1.86 \text{ m/sec}$
 $R = 883450$
 $f = 0.0268$
 $h = 0.17 + 0.26 = 0.43 \text{ m}$

Φρεάτιο εξόδου καθίζησης No.2

18.42

Καθίζηση No. 2 - Καθίζηση No. 1

$Q = 0.167 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $L = 28 \text{ m}$
 $D = 380 \text{ mm}$
 $\Sigma Km = 1 + 0.5 = 1.5$
 $V = 1.47 \text{ m/sec}$
 $R = 558967$
 $f = 0.0286$
 $h = 0.23 + 0.17 = 0.40 \text{ m}$

Φρεάτιο εξόδου καθίζησης No. 1

18.82

ΜΟΝΑΔΑ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΣΤΑΘΜΗ (m)

Καθίζηση

Ελεύθερη πτώση : 0.15 m

Πυθμένας καναλιού κατάντη :

18.97

$$Q = 0.167 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Πλάτος περιμετρικού καναλιού $b = 0.70 \text{ m}$

Διάμετρος δεξαμενής : 24.0 m

Μήκος περιμετρικού καναλιού $L = 37.7 \text{ m}$

Κλίση καναλιού $S = 0.1 \%$

Κρίσιμο βάθος $Y_{cr} = 0.18 \text{ m}$

Βάθος καναλιού κατάντη $Y_{κα} = 0.18 \text{ m}$

Περιμετρικό κανάλι κατάντη

19.14

Πυθμένας καναλιού ανάντη

19.00

Βάθος καναλιού ανάντη : 0.28 m

Περιμετρικό κανάλι ανάντη :

19.28

Ελεύθερη πτώση : 0.10 m

Οδοντωτός υπερχειλιστής καθίζησης

19.38

Ανοίγματα ανά μέτρο : 5

Αριθμός ανοιγμάτων : 377

$$q = 0.44 \text{ l}/\text{sec}$$

$$h = 0.04 \text{ m}$$

Δεξαμενή καθίζησης

19.42

Καθίζηση - Φρεάτιο διανομής καθίζησης

$$Q = 0.270 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ (με παροχή ανακυκλοφορίας)}$$

$$L = 36 \text{ m}$$

$$D = 476 \text{ mm}$$

$$\Sigma Km = 1 + 0.5 + 0.3 = 1.8$$

$$V = 1.52 \text{ m}/\text{sec}$$

$$R = 722823$$

$$f = 0.0268$$

$$h = 0.24 + 0.21 = 0.45 \text{ m}$$

Εξοδος φρεατίου διανομής καθίζησης

19.87

ΜΟΝΑΔΑ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	ΣΤΑΘΜΗ (m)
<u>Φρεάτιο διανομής καθίζησης</u>	
Ελεύθερη πτώση : 0.15 m	
Υπερχειλιστής φρεατίου	20.02
Q = 0.270 m ³ /sec (με παροχή ανακυκλοφορίας)	
L = 2.0 m	
h = 0.18 m	
Είσοδος φρεατίου διανομής καθίζησης	20.20
<u>Φρεάτιο διανομής καθίζησης - Αερισμός</u>	
Q = 0.800 m ³ /sec (με παροχή ανακυκλοφορίας)	
L = 50 m	
D = 700 mm	
ΣKm = 1+0.5= 1.5	
V = 2.08 m/sec	
R = 1455131	
f = 0.0240	
h = 0.38 + 0.33 = 0.71 m	
Φρεάτιο εξόδου αερισμού	20.91
<u>Βιολογική δεξαμενή</u>	
Ελεύθερη πτώση : 0.15 m	
Υπερχειλιστής αερισμού	21.06
Q = 0.163 m ³ /sec (με παροχή ανακυκλοφορίας)	
L = 3 m	
h = 0.10 m	
Αερόβιο διαμέρισμα βιολογικής δεξαμενής	21.15
Αριθμός οπών : 2x1	
Επιφάνεια οπών : 1x1= 1.00 m ²	
Q = 0.270 m ³ /sec (με παροχή ανακυκλοφορίας λάσπης	
V = 0.270 m/sec και ανάμικτου υγρού)	
ΣKm = 1x2.6= 2.6	
h = 0.01 m έστω 0.05 m	
Ανοξικό διαμέρισμα βιολογικής δεξαμενής	21.20

ΜΟΝΑΔΑ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	ΣΤΑΘΜΗ (m)
<u>Αερισμός - Φρεάτιο διανομής αερισμού</u>	
$Q = 0.270 \text{ m}^3/\text{sec}$ (με παροχή ανακυκλοφορίας) $L = 5 \text{ m}$ $D = 600 \text{ mm}$ $\Sigma Km = 1+0.5+0.3 = 1.8$ $V = 0.95 \text{ m/sec}$ $R = 572958$ $f = 0.0252$ $h = 0.01 + 0.08 = 0.09 \text{ m}$	
Εξοδος φρεατίου διανομής αερισμού	21.30
<u>Φρεάτιο διανομής αερισμού</u>	
Ελεύθερη πτώση : 0.05 m	
Υπερχειλιστής αερισμού	21.35
$Q = 0.270 \text{ m}^3/\text{sec}$ (με παροχή ανακυκλοφορίας) $L = 2.0 \text{ m}$ $h = 0.18 \text{ m}$	
Είσοδος φρεατίου διανομής αερισμού	21.53
<u>Φρεάτιο διανομής αερισμού - Αναερόβια δεξαμενή</u>	
$Q = 0.800 \text{ m}^3/\text{sec}$ (με παροχή ανακυκλοφορίας) $L = 40 \text{ m}$ $D = 700 \text{ mm}$ $\Sigma Km = 1+0.5 = 1.5$ $V = 2.08 \text{ m/sec}$ $R = 1455131$ $f = 0.0240$ $h = 0.30 + 0.33 = 0.63 \text{ m}$	
6ο διαμέρισμα αναερόβιας δεξαμενής	22.16
<u>Αναερόβια δεξαμενή</u>	
Αριθμός οπών : 6x2	
Επιφάνεια οπών : 1.5x1.5 = 2.25 m ²	
$Q = 0.400 \text{ m}^3/\text{sec}$ (με παροχή ανακυκλοφορίας)	
$V = 0.178 \text{ m/sec}$	
$\Sigma Km = 6x2.6 = 15.6$	
$h = 0.03 \text{ m}$ έστω 0.05 m	
1ο διαμέρισμα αναερόβιας δεξαμενής	22.21

ΜΟΝΑΔΑ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	ΣΤΑΘΜΗ (m)
<u>Δίαυλος Parshall</u>	
Ελεύθερη πτώση : 0.05 m	
Πυθμένας Parshall	22.26
Q = 0.500 m ³ /sec	
Μέγεθος διαύλου : 30.5 cm	
Σταθερά k : 2407	
Σταθερά n : 1.52	
h = 0.83 m	
Κανάλι Parshall	23.09
<u>Δίαυλος Parshall - Εξαμμωτής</u>	
Q = 0.500 m ³ /sec	
L = 11 m	
D = 600 mm	
ΣKm = 1 + 0.5 = 1.5	
V = 1.77 m/sec	
R = 1061033	
f = 0.0251	
h = 0.07 + 0.24 = 0.31 m	
Φρεάτιο εξόδου εξαμμωτή	23.40
<u>Εξαμμωτής</u>	
Ελεύθερη πτώση : 0.15 m	
Υπερχειλιστής εξόδου εξαμμωτή	23.55
Q = 0.500 m ³ /sec	
L = 2.5 m	
h = 0.23 m	
Εξαμμωτής	23.78
<u>Εσχάρωση</u>	
Απώλειες δια μέσου εσχαρών, θυροφραγμάτων κλπ. : 0.22 m	
Φρεάτιο εισόδου	24.00

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί, που ακολουθούν ξεκινούν από την έξοδο της δεξαμενής κληρώσεως (στάθμη υπερχειλιστή στο +20,00m).

Ακολουθείται πορεία υπολογισμού κατάντη προς ανάντη και λαμβάνονται υπ' όψη τόσο οι γραμμικές όσο και οι τοπικές απώλειες.

2. ΠΑΡΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί που ακολουθούν καλύπτουν τα έργα Α' και Β' Φάσης και έγιναν για τις παρακάτω παροχές και συνθήκες λειτουργίας.

α) Παροχή Αιχμής - Έκτακτες συνθήκες λειτουργίας (μια μονάδα ανά ομάδα ομοειδών μονάδων εκτός λειτουργίας)

I. Παροχή Αιχμής:
$$\frac{A' \text{ Φάση}}{Q = 330l / s} \quad \frac{B' \text{ Φάση}}{Q = 500l / s}$$

II. Παροχή ανακυκλοφορίας (ανά λειτουργούσα δεξαμενή): $Q_{ar}=100l/s \quad Q_{ar}=100l/s$

β) Παροχή Αιχμής - Κανονικές συνθήκες λειτουργίας (λειτουργία όλων των μονάδων)

I. Παροχή Αιχμής:
$$\frac{A' \text{ Φάση}}{Q = 330l / s} \quad \frac{B' \text{ Φάση}}{Q = 500l / s}$$

II. Παροχή ανακυκλοφορίας (ανά λειτουργούσα δεξαμενή): $Q_{ar}=100l/s \quad Q_{ar}=100l/s$

γ) Ελάχιστη παροχή - Κανονικές συνθήκες λειτουργίας (λειτουργία όλων των μονάδων)

I. Ελάχιστη παροχή:
$$\frac{A' \text{ Φάση}}{Q = 165l / s} \quad \frac{B' \text{ Φάση}}{Q = 165l / s}$$

II. Παροχή ανακυκλοφορίας (ανά λειτουργούσα δεξαμενή): $Q_{ar}=100l/s \quad Q_{ar}=100l/s$

Εξάλλου λαμβάνεται εσωτερική επανακυκλοφορία στον Βιολογικό Αντιδραστήρα $R=270l/s$.

Ακολουθεί αναλυτικός πίνακας των παροχών υπολογισμού για κάθε τμήμα του έργου, τόσο για τα έργα Α' Φάσης όσο και γι' αυτά της Β' Φάσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ (Α' ΦΑΣΗ)

ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΟΥ	ΠΑΡΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ			
	Παροχή αιχμής(Καν. συνθήκες)	Παροχή αιχμής(Εκτ. συνθήκες)	Ελάχιστη παροχή (Καν. συνθήκες)	
	Q = 330 l/s, Qαν. = 100 l/s, R = 270 l/s	Q = 330 l/s, Qαν. = 100 l/s, R = 270 l/s	Q = 165 l/s, Qαν. = 100 l/s, R = 270 l/s	
Δεξαμενή Χλωρίωσης	Q/2 = 165	Q/1 = 330	Q/2 = 82,5	
Αγωγός υπό πίεση(απο κανάλι δ/λων εκροών προς χλωρίωση)	Q/1 = 330	Q/1 = 330	Q/1 = 165	
Venturi δευτεροβάθμιων εκροών	Q/1 = 330	Q/1 = 330	Q/1 = 165	
Διώρυγα δευτ/λων εκροών	1*Q/2 = 165	1*Q/1 = 330	1*Q/2 = 82,5	
Συληρέκτης Δ.Τ.Κ.	Q/2 = 165(Ουπ. = 165/2 = 82,5)	Q/1 = 330 (Ουπ. = 330/2 = 165)	Q/2 = 82,5(Ουπ. = 82,5/2 = 41,3)	
Αγωγός τροφοδόσας Δ.Τ.Κ. (απο μεριστή)	Q/2 + Qαν. = 265	Q/1 + Qαν. = 430	Q/2 + Qαν. = 182,5	
Μεριστής Δ.Τ.Κ.	Q/2 + Qαν. = 265	Q/1 + Qαν. = 430	Q/2 + Qαν. = 182,5	
Αγωγός υπό πίεση(απο Δ.Α. σε μεριστή Δ.Τ.Κ.)	Q + 2*Qαν. = 530	Q + 2*Qαν. = 530	Q + 2*Qαν. = 365	
Συληρέκτης Δ.Α.	Q + 2*Qαν. = 530	Q + 2*Qαν. = 530	Q + 2*Qαν. = 365	
Έξοδος Δεξαμενής Αερισμού	(Q + 2*Qαν.)/2 = 265	(Q + 2*Qαν.)/1 = 530	(Q + 2*Qαν.)/2 = 182,5	
Δεξαμενή Αερισμού	(Q + 2*Qαν.)/2 + R = 535	(Q + 2*Qαν.)/1 + R = 800	(Q + 2*Qαν.)/2 + R = 452,5	
Αγωγός τροφοδόσας Δ.Α. (απο μεριστή Δ.Α)	(Q + 2*Qαν.)/2 = 265	(Q + 2*Qαν.)/1 = 530	(Q + 2*Qαν.)/2 = 182,5	
Μεριστής Δ.Α.	(Q + 2*Qαν.)/2 = 265	(Q + 2*Qαν.)/1 = 530	(Q + 2*Qαν.)/2 = 182,5	
Έξοδος αναερόβιας δεξαμενής	Q + 2*Qαν. = 530	Q + 2*Qαν. = 530	Q + 2*Qαν. = 365	
Venturi κατάντι εξάμμωσης	Q/1 = 330	Q/1 = 330	Q/1 = 165	
Αγωγός υπό πίεση(έξοδος εξάμμωσης προς Venturi)	Q/1 = 330	Q/1 = 330	Q/1 = 165	
Εξάμμωση	Q/2 = 165	Q/1 = 330	Q/2 = 82,5	
Εσχάρωση	Q/1 = 330	Q/1 = 330	Q/1 = 165	
Αγωγός με ελεύθερη επιφάνεια,πρός προκαταρκτική επεξεργασία	Q/1 = 330	Q/1 = 330	Q/1 = 165	

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ (Β' ΦΑΣΗ)

ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΟΥ	ΠΑΡΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ		
	Παροχή αιχμής(Καν. συνθήκες)	Παροχή αιχμής(Έκτ. συνθήκες)	Ελάχιστη παροχή (Καν. συνθήκες)
	Q=500 l/s, Qαν.=100 l/s, R=270 l/s	Q=500 l/s, Qαν.=100 l/s, R=270 l/s	Q=165 l/s, Qαν.=100 l/s, R=270 l/s
Δεξαμενή Χλωρίωσης	Q/2=250	Q/1=500	Q/2=82,5
Αγωγός υπό πίεση(απο κανάλι δ/των εκροών προς χλωρίωση)	Q/1=500	Q/1=500	Q/1=165
Venturi δευτεροβαθμίων εκροών	Q/1=500	Q/1=500	Q/1=165
Διόρυγμα δευτ/των εκροών	2*Q/3=335	2*Q/2=500	2*Q/3=110
Αγωγός εξόδου Δ.Τ.Κ.	Q/3=167	Q/2=275	Q/3=55
Συλλέκτης Δ.Τ.Κ.	Q/3=167(Qυπ.=167/2=83,5)	Q/2=250 (Qυπ.=250/2=125)	Q/3=55(Qυπ.=55/2=27,5)
Αγωγός τροφοδοσίας Δ.Τ.Κ.(απο μεριστή)	Q/3+Qαν.=267	Q/2+Qαν.=375	Q/3+Qαν.=155
Μεριστής Δ.Τ.Κ	Q/3+Qαν.=267	Q/2+Qαν.=375	Q/3+Qαν.=155
Αγωγός υπό πίεση(απο Δ.Α. σε μεριστή Δ.Τ.Κ.)	Q+3*Qαν.=800	Q+3*Qαν.=800	Q+3*Qαν.=465
Συλλέκτης Δ.Α.	Q+3*Qαν.=800	Q+3*Qαν.=800	Q+3*Qαν.=465
Έξοδος Δεξαμενής Αερισμού	(Q+3*Qαν.)/3=267	(Q+3*Qαν.)/2=400	(Q+3*Qαν.)/3=155
Δεξαμενή Αερισμού	(Q+3*Qαν.)/3+R=537	(Q+3*Qαν.)/2+R=670	(Q+3*Qαν.)/3+R=425
Αγωγός τροφοδοσίας Δ.Α.(απο μεριστή Δ.Α)	(Q+3*Qαν.)/3=267	(Q+3*Qαν.)/2=400	(Q+3*Qαν.)/3=155
Μεριστής Δ.Α	(Q+3*Qαν.)/3=267	(Q+3*Qαν.)/2=400	(Q+3*Qαν.)/3=155
Έξοδος αναερόβιας δεξαμενής	Q+3*Qαν.=800	Q+3*Qαν.=800	Q+3*Qαν.=465
Venturi κατάντι εξάμωσης	Q/1=500	Q/1=500	Q/1=165
Αγωγός υπό πίεση(έξοδος εξάμωσης προς Venturi)	Q/1=500	Q/1=500	Q/1=165
Εξάμωση	Q/2=250	Q/1=500	Q/2=82,5
Εοαράωση	Q/2=250	Q/1=500	Q/2=82,5
Αγωγός με ελεύθερη επιφάνεια,πρός προκαταρκτική επεξεργασία	Q/1=500	Q/1=500	Q/1=165

3. ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

3.1 Τύπος υπολογισμού γραμμικών απωλειών

A. Αγωγοί υπό πίεση

Οι γραμμικές απώλειες υπολογίζονται από τον τύπο DARCY-WEISBACH:

$$h = \bar{\lambda} \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g} \quad (1)$$

όπου

L = μήκος αγωγού (m)

D = διάμετρος αγωγού (m)

V = ταχύτητα ροής (m/sec)

g = επιτάχυνση βαρύτητας (m²/sec)

$\bar{\lambda}$ = συντελεστής απωλειών

Ισχύει ο τύπος Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\bar{\lambda}}} = -2 \log_{10} \left(\frac{K_s}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\bar{\lambda}}} \right) \quad (2)$$

όπου:

Re = (v.D)/ ν , αριθμός Reynolds

Ks = ισοδύναμη τραχύτητα

v = κινηματική συνεκτικότητα

Θεωρούνται:

Ks = 0,10 mm

ν = $1,1 \times 10^{-6}$ m²/sec

B. Αγωγοί και διώρυγες ελεύθερης ροής

Οι γραμμικές απώλειες υπολογίζονται από τον τύπο του Manning

$$Q = 1/n E \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (3)$$

$$u = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (4)$$

όπου

E = εμβαδόν

R = υδραυλική ακτίνα

J = κλίση

n = συντελεστής τραχύτητας

$$\text{θεωρείται συντελεστής τραχύτητας } \frac{1}{n} = 75 \quad (5)$$

3.2 Τύπος υπολογισμού τοπικών απωλειών

Ο υπολογισμός των τοπικών απωλειών γίνεται από τη σχέση:

$$h_T = \Sigma K \frac{v^2}{2g} \quad (6)$$

όπου

K = συντελεστής τοπικών απωλειών

1,0 είσοδος σε φρεάτιο

0,5 είσοδος σε συμβολή αγωγών

0,5 έξοδος από φρεάτιο ή συμβολή αγωγών

0,75 στροφή 90°

0,30 στροφή 45°

0,15 στροφή 22,5°

0,20 έξοδος Bellmouth

v = ταχύτητα ροής (m/sec)

g = επιτάχυνση βαρύτητας (m^2/sec)

3.3. Τύπος υπολογισμού απωλειών υπερχειριστή λεπτής στέψης

Ισχύει η σχέση:

$$h = \left[\frac{Q}{1,84 \times (L - 0,1 \times n \times h)} \right]^{2/3} \quad (7)$$

όπου

h = ύψος φλέβας (m)

Q = παροχή (m^3/sec)

L = μήκος υπερχειριστή (m)

n = τερματικά σημεία (m)

3.4 Τύπος υπολογισμού απωλειών στους συλλέκτες

Υανάντι = $1,10 \times Y_0$

$$2 \times Q^2$$

$$Y_0 = (Y_u^2 + \frac{2 \times Q^2}{g \times b^2 \times Y_u})^{1/2} \quad \text{για } Y_u > Y_{\text{κρίσιμ.}} \quad (8)$$

όπου

Y_u = βάθος κατάντη στο φρεάτιο συλλογής (m)

Q = παροχή υπολογισμού ΔTK (m^3/sec)

b = πλάτος καναλιού (m)

Όταν:

$$Y_u \leq Y_{\text{κρίσιμο}} \text{ (Ελελεύθερη πτώση) ισχύει } Y_0 = 1,73 \times Y_{\text{κρίσιμο}} \quad (9)$$

$$Y_{\text{κρίσιμο}} = \left(\frac{Q^2}{g \times b^2} \right)^{1/3} \quad (10)$$

3.5 Τύπος υπολογισμού απωλειών τριγωνικών υπερχειλιστών

Για υπερχειλιστές τύπου V-notch, γωνίας 90°, εφαρμόζεται η σχέση:

$$h = q^{0,4} \quad (11)$$

όπου:

h = ύψος φλέβας (m)

q = n ανά υπερχειλιστή παροχή (m³/sec)

Q

$$\text{Ισχύει: } q = \frac{Q}{n} \quad (12)$$

όπου

Q = παροχή,

n = $n \cdot D / (\text{πλάτος} + \text{διάστημα υπερχειλιστή})$

3.6 Τύπος υπολογισμού απωλειών διαμέσου υποβρύχιας οπής

$1 \quad Q$

$$h = \left(\frac{Q}{2g} \right) \left(\frac{1}{C \times A} \right)^2 \quad (13)$$

όπου

Q = παροχή (m³/sec)

C = συντελεστής παροχής (θεωρείται $C=0,62$)

A = εμβαδόν οπής (m²)

3.7 Τύπος υπολογισμού απωλειών σε είσοδο-έξοδο από δεξαμενή διαμέσου ανοίγματος

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} * b * (H_1 - H_2)^{3/2} + C_d * b * H_2 \sqrt{2g} * (H_1 - H_2)^{1/2}$$

C_d = συντελεστής εκροής = 0,75

b = πλάτος ανοίγματος (m)

H_1 = βάθος ροής ανάντι (m)

$H_2 =$ βάθος ροής κατάντη (m)

$\Delta h = H_1 - H_2$ (m)

Τύπος υπολογισμού ανομοιομορφου βάθους ροής διωρύγων

Εφαρμόζεται η εξίσωση ειδικής ενέργειας μεταξύ δύο θέσεων 1 (άγνωστου βάθους ροής) και 2 που απέχουν απόσταση Δx :

$$H_{E1} = H_{E2} + J_E \cdot \Delta x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Y_1 + \alpha \frac{V_1^2}{2g} = Y_2 + \alpha \frac{V_2^2}{2g} + J_E \cdot \Delta x \quad (14)$$

όπου

$Y =$ βάθος ροής διατομών 1,2 (m)

$V =$ ταχύτητα διατομών 1,2 (m/sec)

$\alpha =$ συντελεστής συνορθώσεως κινητικής ενέργειας = 1

$J =$ μέση τιμή των κλίσεων

$$\text{ισχύει : } J_E = \left(\frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2$$

όπου

$n =$ συντελεστής τραχύτητας = 1/75

$R =$ υδραυλική ακτίνα (m)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΥΘΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ

(από την C.I. DIVING Π. Κοκκώνης – Γ. Στεργιόπουλος Ο.Τ.Ε.)

ΔΗΜΟΣ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ

Δ.Ε.Υ.ΑΜ

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΥΘΜΕΝΟΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΡΑ ΤΕΠΕ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ

ΑΠΟ ΤΗΝ

C.I. DIVING

Ι. ΚΟΚΚΩΝΗΣ - Γ. ΣΤΕΡΤΙΟΠΟΥΛΟΣ Ο.Τ.Ε.

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: "ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΑΧΑΙΡΑ" Α.Ε.

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΙΟΣ 1995

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αναγνώριση έγινε σύμφωνα με τους όρους της από 16-1-95 σύμβασης του γραφείου μελετών :

"ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΑΧΑΙΡΑ" ΑΕ

με την Δ.Ε.Υ.Α.Μ. μετά από ενημέρωση του Λιμεναρχείου Μυτιλήνης για την ημέρα άφιξης του συνεργείου των καταδύσεων.

Αντικείμενο της αναγνώρισης είναι η διερεύνηση των συνθηκών στον πυθμένα της θαλάσσιας περιοχής για την χάραξη του προβλεπομένου άξονα του αγωγού υποθαλάσσιας διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων.

2. ΓΕΝΙΚΑ

Η θαλάσσια περιοχή που εξετάσθηκε, όπως φαίνεται και στον χάρτη που περιλαμβάνεται στις τελευταίες σελίδες της έκθεσης, ξεκινά από την περιοχή του κόλπου νοτιώς του υπάρχοντος ρέμματος και επεκτείνεται προς την θάλασσα σε μήκος $600 \div 650$ μ. περίπου, σε κατεύθυνση περίπου 54.80° με τον Βορρά.

Για την επιλογή της κατάλληλης θέσης για την χάραξη του προβλεπομένου άξονα του αγωγού υποθαλάσσιας διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων εξετάσθηκε ο πυθμένας θαλάσσιας περιοχής μήκους 650μ και πλάτους περίπου 50μ. Στον γενικό χάρτη που συνοδεύει την έκθεση σημειώνεται ο κεντρικός άξονας της περιοχής που εξετάσθηκε. Στη θέση του κεντρικού άξονα έγινε πόντιση νήματος βάσει των υπάρχοντων σταθερών και τριγωνομετρικών σημείων

της περιοχής με τη συνεργασία του τοπογραφικού συνεργείου του γραφείου Κ. Αμπελικιώτη. Στη συνέχεια έγινε υποθαλάσσια μακροσκοπική εξέταση και φωτογράφιση της περιοχής του πυθμένα 25μ εκατέρωθεν του ποντισμένου νήματος.

Η μελέτη αποτελείται από το παρόν τεύχος, το παράρτημα με τις υποβρύχιες φωτογραφίες και τον γενικό χάρτη της θαλάσσιας περιοχής.

3 . ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Εκκίνηση των εργασιών έγινε την Πέμπτη 13/04/1995.

Οι καταδύσεις καθ' όλες τις ημέρες, έγιναν από ώρα 07:00 έως και ώρα 16:00, τα δέ βάθη που αναφέρονται είναι από την επιφάνεια της θαλάσσης κατά τις μετρήσεις και όχι απόλυτα βάθη (πιθανά παλιρροιακά φαινόμενα δέν έχουν ληφθεί υπ όψιν).

Κατά την διάρκεια των εργασιών η ηλιοφάνεια ήταν ικανοποιητική κατά τις πρωϊνές και μεσημεριανές ώρες. Οι άνεμοι κατά την ώρα των εργασιών ήσαν περίπου 3 - 4 Beaufort, ως επί το πλείστον ΒΔ. Η ατμοσφαιρική θερμοκρασία εκυμαίνετο από 13°C τις πρωϊνές ώρες, έως 21°C τις μεσημβρινές ώρες.

4. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

4.1 Περιοχή ακτής

Υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση της ακτής εκατέρωθεν του άξονα του νήματος. Το τμήμα ΝΔ του νήματος είναι έντονα βραχώδες, με άμεση διαφορά υψόμετρου απο την επιφάνεια της θάλασσας που φθάνει τα 6.5μ και δύσκολη πρόσβαση απο τη θάλασσα.

Αντίθετα, το τμήμα ΒΑ του νήματος είναι αμμώδες-γαιώδες με πολύ ήπια κλίση και εύκολη πρόσβαση απο τη θάλασσα.

4.2 Ποιότητα υδάτων

Όσον αφορά στα άμεσα φυσικά χαρακτηριστικά των θαλασσίων υδάτων της περιοχής (στις εργασίες δεν περιλαμβάνεται ανάλυση υδάτων), υπήρχε αρκετά έντονη διαύγεια καθ όλες τις ημέρες των εργασιών στα βάθη που εξετάστησαν, δηλαδή έως και -20.00μ. Η ορατότητα ήταν υψηλή, συχνά της τάξεως των 30 μ ή και περισσότερο και τα υδατα ευχάριστα και διαυγή.

Πρέπει να διευκρινισθει ότι ο όρος "ορατότητα" όπως χρησιμοποιείται στο παρόν κεφάλαιο, αναφέρεται στην δυνατότητα ενός δύτου να διακρίνει έναν άλλον δύτη που πλησιάζει, και όχι στην δυνατότητα να διακρίνονται λεπτομέρειες, ή να διαβάζονται γράμματα ή αριθμοί.

Η λήψη των υποβρυχίων φωτογραφιών έγινε με τις κλασσικές μεθόδους επειδή η διαύγεια των υδάτων και η ικανοποιητική ηλιοφάνεια το επέτρεπαν.

4.3 Ομαλότητα βυθού

Το περιεχόμενο αυτής της παραγράφου αναφέρεται στο τμήμα του βυθού κατά μήκος και 25μ εκατέρωθεν του άξονα του ποντισμένου νήματος.

Στο αρχικό τμήμα του πυθμένα που εξετάσθηκε (έως και τη θέση 0+350 περίπου), στον άξονα του ποντισμένου νήματος ο πυθμένας είναι βραχώδης και με διάσπαρτα κομμάτια βράχων μικρών διαστάσεων (μέσος όρος $0.5\mu \times 0.5\mu \times 0.5\mu$). Η περιοχή έως και 25μ Ν.Δ. και παράλληλα στον άξονα είναι ιδιαίτερα ανώμαλη και καλύπτεται από διάσπαρτες ξέρες μεγάλων διαστάσεων, μερικές από τις οποίες πλησιάζουν την επιφάνεια της θαλάσσης. Οι ογκόλιθοι δεν ευρίσκονται σε μεμονωμένα σημεία αλλά καλύπτουν μεγάλο τμήμα του πυθμένα. Οι διαφορές υψομέτρου είναι συχνά της τάξεως των 2μ ή και περισσότερο, όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες # 6 και 7. Αντίθετα, η περιοχή έως και 25μ Β.Α. και παράλληλα στον άξονα είναι πολύ πιο ήπια, με ελάχιστα μικρά κομμάτια βράχων τα οποία είναι διάσπαρτα και συχνά δεν είναι καν κολλημένα στον πυθμένα. Όσο μάλιστα απομακρυνόμαστε από το ποντισμένο νήμα, ο πυθμένας γίνεται απόλυτα ήπιος χωρίς καμμία ανωμαλία. Το πρώτο τμήμα του άξονα έχει συνεχή αρνητική κλίση, χωρίς υψηλά σημεία. Η κλίση 25μ Β.Α. του νήματος είναι ηπιότερη απ' ότι η κλίση ΝΔ του νήματος, όπως φαίνεται και από τις ισοβαθείς του γενικού χάρτη που περιλαμβάνεται στην έκθεση.

Το υπόλοιπο τμήμα πυθμένος που εξετάσθηκε, ήταν ομαλό και ομοιογενές. Η μόνη ιδιαιτερότητα παρουσιάσθηκε στην περιοχή 0+450 (περίπου) σε βάθος $\approx -5.5\mu$, όπου υπάρχει ένα συνεχές βραχώδες μέτωπο που εκτείνεται $\approx 15\mu$ εκατέρωθεν του ποντισμένου νήματος, με πλάτος 1μ-5μ και ύψος 2μ-4μ (φωτογραφίες #9 και 10).

Όπως φαίνεται στον πίνακα βυθομετρήσεων, η κλίση πυθμένος είναι συνέχεια αρνητική.

4.4 Υλικό βυθού - βλάστηση

Οι βράχοι στο αρχικό τμήμα πυθμένος που εξετάστηκε και σε απόσταση έως και 25μ ΝΑ του άξονα (βάθος ± 0 έως -5μ) έχουν μεγάλη συνεκτικότητα και δεν θρυμματίζονται καθόλου εύκολα ούτε με τη χρήση μεταλλικού αιχμηρού αντικειμένου. Το ποσοστό αμμώδους πυθμένος περιορίζεται σε πολύ μικρές περιοχές ανάμεσα στους βράχους και τους ογκολίθους. Η περιοχή έως και 25μ Β.Α. και παράλληλα στον άξονα είναι πολύ ήπια, με ελάχιστα μικρά κομμάτια βράχων τα οποία είναι διάσπαρτα και συχνά δεν είναι καν κολλημένα στον πυθμένα. Όσο μάλιστα απομακρυνόμαστε Β.Α. από το ποντισμένο νήμα, ο πυθμένας γίνεται αμμώδης, χωρίς καμία ανωμαλία, με εναλλαγές περιοχών με φύκια, όπως φαίνεται στη φωτογραφία #4.

Στη συνέχεια, ο πυθμένας είναι στο μεγαλύτερο τμήμα του καλυμμένος με πυκνά φύκια τα οποία με την αύξηση του βάθους γίνονται έντονη ποσειδωνία μέσου ύψους 0.50μ. Το υλικό πυθμένος αποτελείται από σύμπλεγμα ριζών. Οι ρίζες έχουν τη μορφή καλαμιών και το σύμπλεγμα είναι συμπαγές και αδιαπερατό από την μεταλλική βέργα με την οποία οι δύτες προσεπάθησαν να το διαπεράσουν. Υπάρχουν σε ελάχιστα σημεία περιοχές με μειωμένη ή και χωρίς βλάστηση, όπου ο πυθμένας είναι συμπαγής (φωτογραφία #11). Η μόνη ιδιαιτερότητα παρουσιάστηκε στην περιοχή 0+450 (περίπου) σε βάθος $\approx -5.5\mu$, όπου υπάρχει ένα συνεχές βραχώδες μέτωπο που εκτείνεται $\approx 15\mu$ εκατέρωθεν του ποντισμένου νήματος, με πλάτος 1μ-5μ και ύψος 2μ-4μ (φωτογραφίες #9 και 10). Οι βράχοι στο σημείο αυτό είναι συμπαγείς με περιορισμένη βλάστηση.

3.4 Ρεύματα - θερμοκρασία θαλάσσης

Ενώ τα επιφανειακά ρεύματα Β κατευθύνσεως ήσαν έντονα καθ' όλες τις ημέρες των εργασιών, οι σημειώσεις των αυτοδυτών δεν αναφέρουν πουθενά την ύπαρξη αισθητών ρευμάτων. Πρέπει να ληφθή υπ' όψιν ότι οι δύτες εκινούντο πλησίον του πυθμένος, οπότε ρεύματα σε μικρότερα βάθη δεν θα έπεφταν στην αντίληψή τους.

Οι ενδείξεις της θερμοκρασίας ήσαν οι ακόλουθες:

βάθος 00.00μ έως 10.00 μ 16°C

βάθος 10.00μ έως 20.00 μ 16°C

Η θερμοκρασία έδειξε ότι δεν υπήρχε θερμοκρασιακή στρωμάτωση στα βάθη έως -20μ.

Αθήνα, Μάιος 1995

Ο συντάξας:

Παύλος Α. Κοκκώνης



Γιά τον Μελετητή

Γ. Μαχαίρας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Οι αριθμημένες φωτογραφίες που ακολουθούν ελήφθησαν για να απεικονίσουν τις αλλαγές υλικού και βλαστήσεως του πυθμένος.

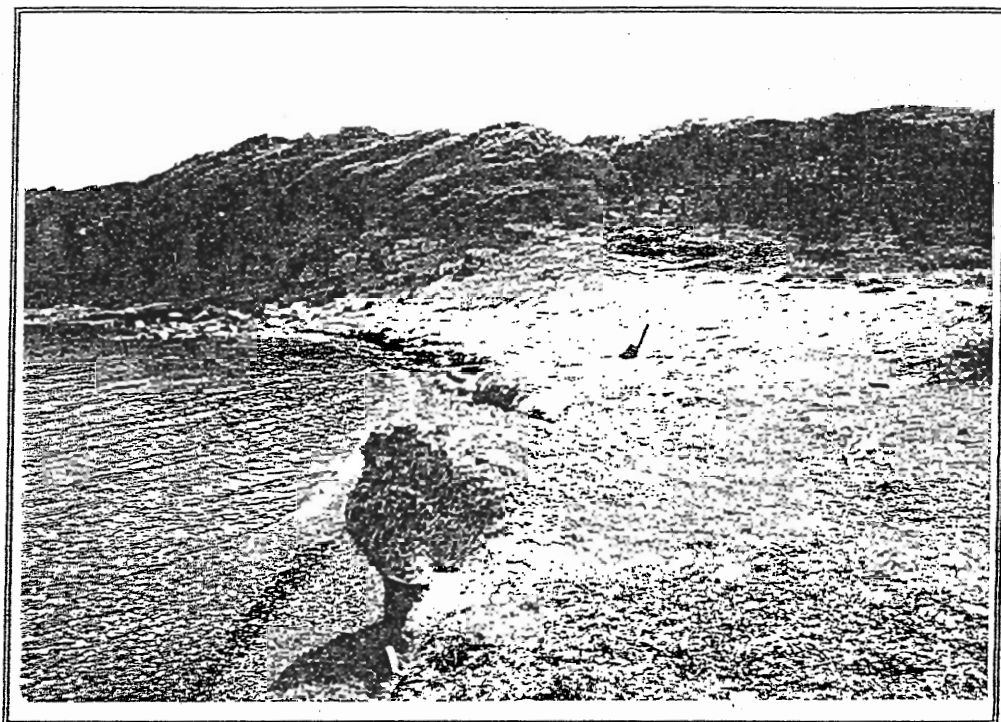
Ο πίνακας που ακολουθεί αναφέρεται σε θέσεις στην περιοχή του πυθμένα που εξετάσθηκε κατά μήκος του ποντισμένου άξονα, όπως φαίνονται στον γενικό χάρτη της περιοχής, και δίδει το μετρηθέν βάθος.

ΘΕΣΗ	ΒΑΘΟΣ (-μ)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΥΛΙΚΟ ΒΥΘΟΥ
------	---------------	---------------------	-------------

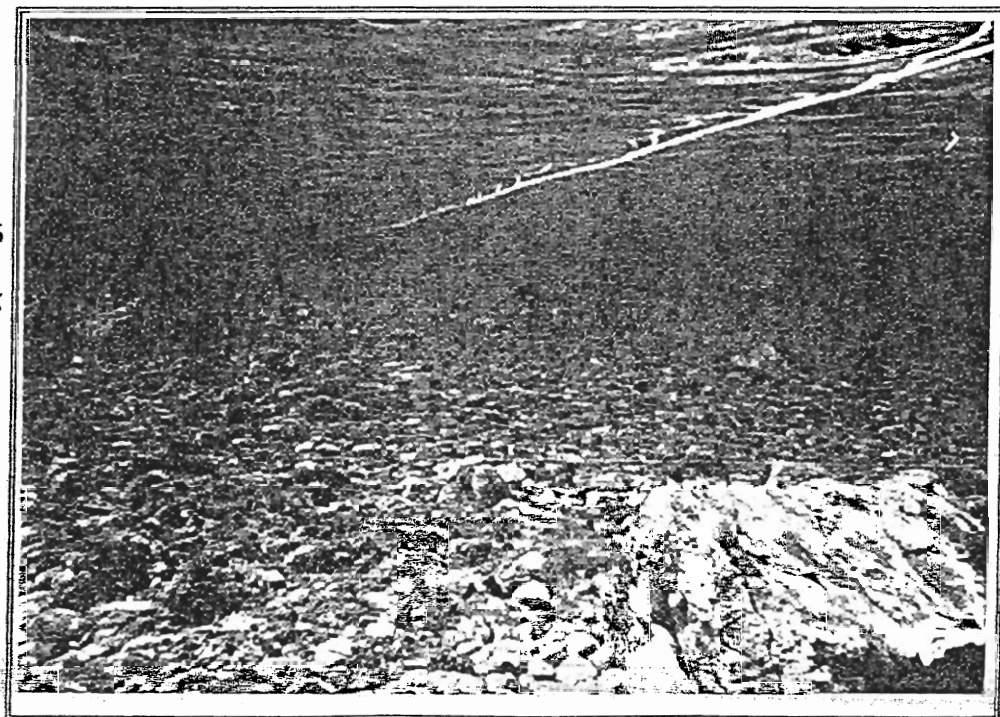
0+200	1.00	16	Συμπαγής - μικροί βράχοι
0+250	1.00	16	Συμπαγής - μικροί βράχοι
0+300	3.00	16	Συμπαγής - βράχοι και ογκόλιθοι
0+350	5.50	16	Συμπαγής - μικροί βράχοι
0+400	5.50	16	Εναλλαγές:συμπαγής-περιοχές με φύκια
0+450	6.00	16	Βραχώδες μέτωπο
0+500	7.50	16	Φύκια ύψους 0.3-0.5μ
0+550	10.0	16	Ποσειδωνία ύψους 0.3-0.5μ
0+600	12.0	16	Πυκνή ποσειδωνία ύψους 0.5μ
0+650	14.0	16	Πυκνή ποσειδωνία ύψους 0.5μ
0+700	14.5	16	Πυκνή ποσειδωνία ύψους 0.5μ
0+750	16.0	16	Πυκνή ποσειδωνία ύψους 0.5μ
0+800	17.5	16	Πυκνή ποσειδωνία ύψους 0.5μ
0+840	18.5	16	Πυκνή ποσειδωνία ύψους 0.5μ

ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 01
ΘΕΣΗ 0+000
ΒΑΘΟΣ 0.00
Φαίνεται ο
πάσσαλος
εκκλίσεως
του ποντι-
σμένου
νήματος

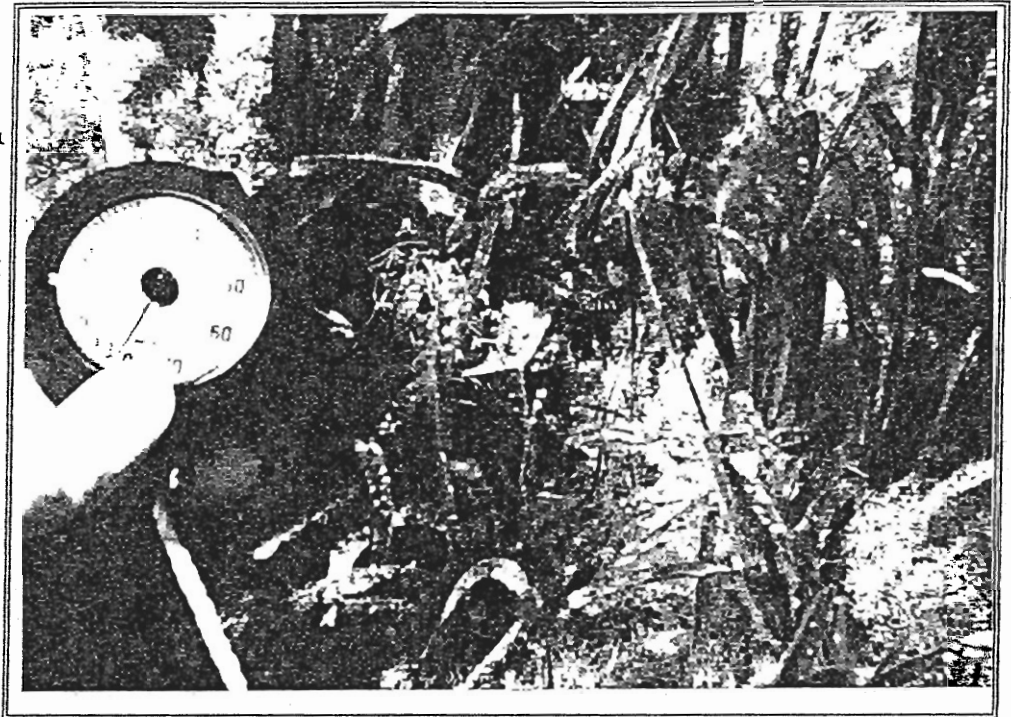


ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 02
ΘΕΣΗ 0+200
ΒΑΘΟΣ -1.50
Φαίνεται ο
πυθμένας
από το ± 0
έως το -1.5
κατά μήκος
του νήματος

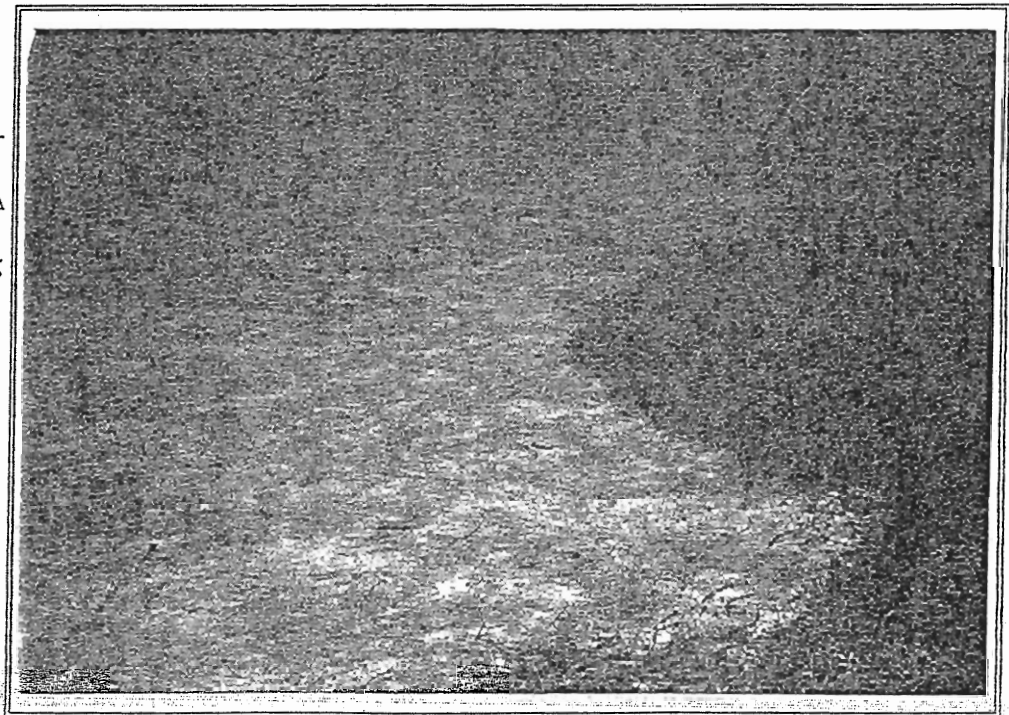


ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 03
ΘΕΣΗ 0+250
ΒΑΘΟΣ-1.50
Λεπτομέρεια
του υλικού
πυθμένος
στον άξονα
του νήματος

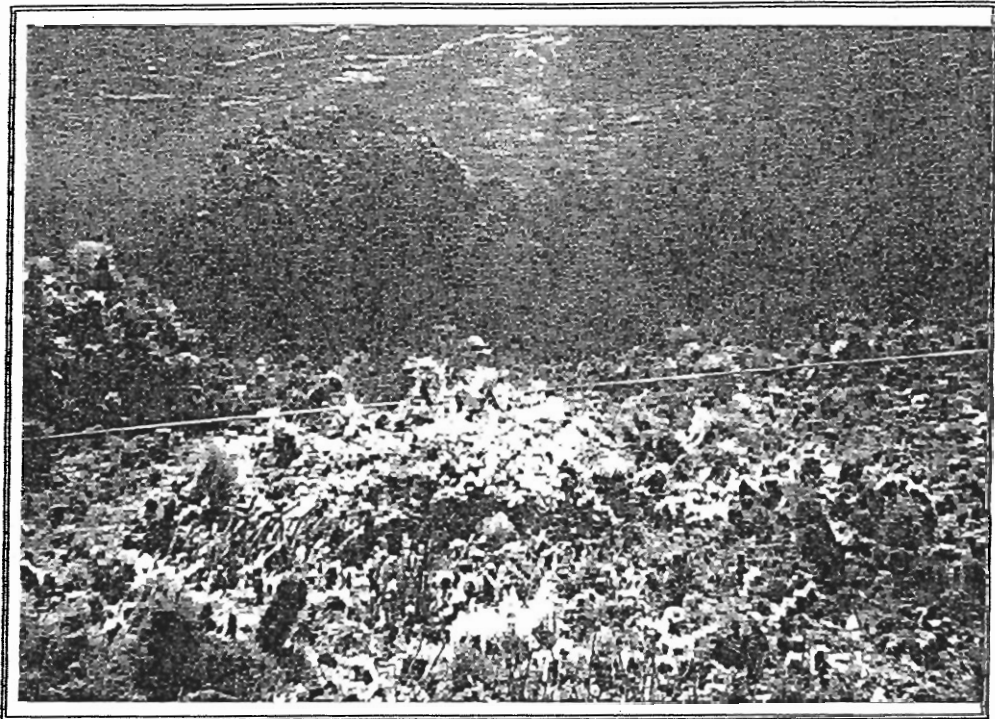


ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 04
ΘΕΣΗ A
ΒΑΘΟΣ-4.00
Πολύ ομαλό-
τερος ο
πυθμένος ΒΑ
του άξονα
του νήματος



ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 05
ΘΕΣΗ 0+310
ΒΑΘΟΣ-3.00
Ο άξονας
του νήματός
περνά ακρι-
βώς δίπλα
σε ξέρες &
ογκόλιθους

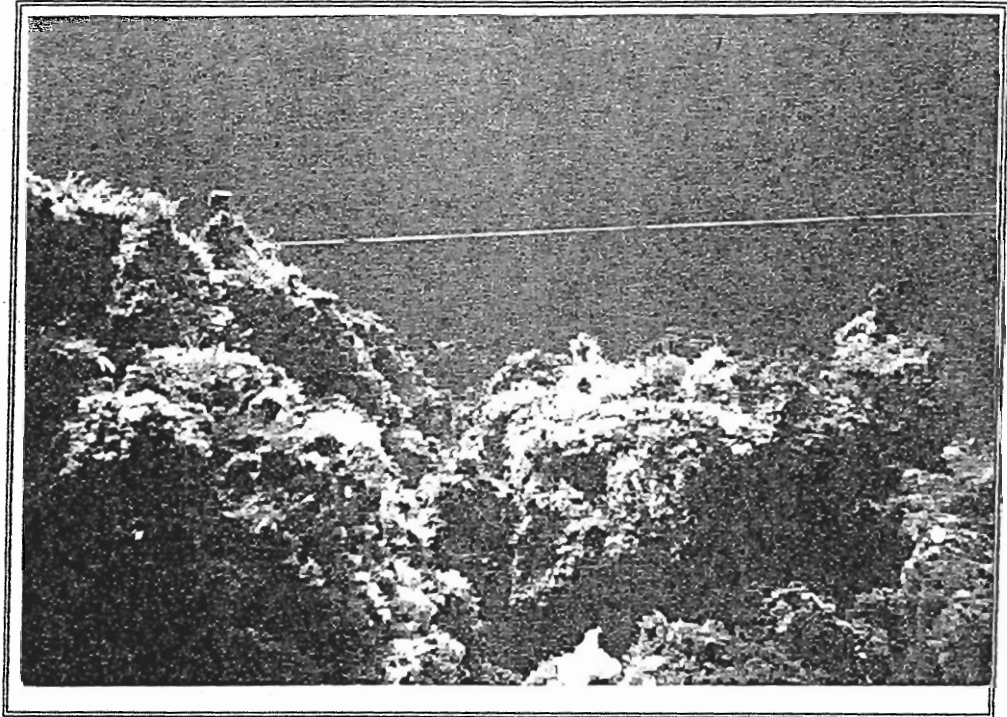


ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 06
ΘΕΣΗ Β
ΒΑΘΟΣ-3.00
Οι ξέρες &
ογκόλιθοι
ακριβώς
δίπλα στον
άξονα του
νήματος

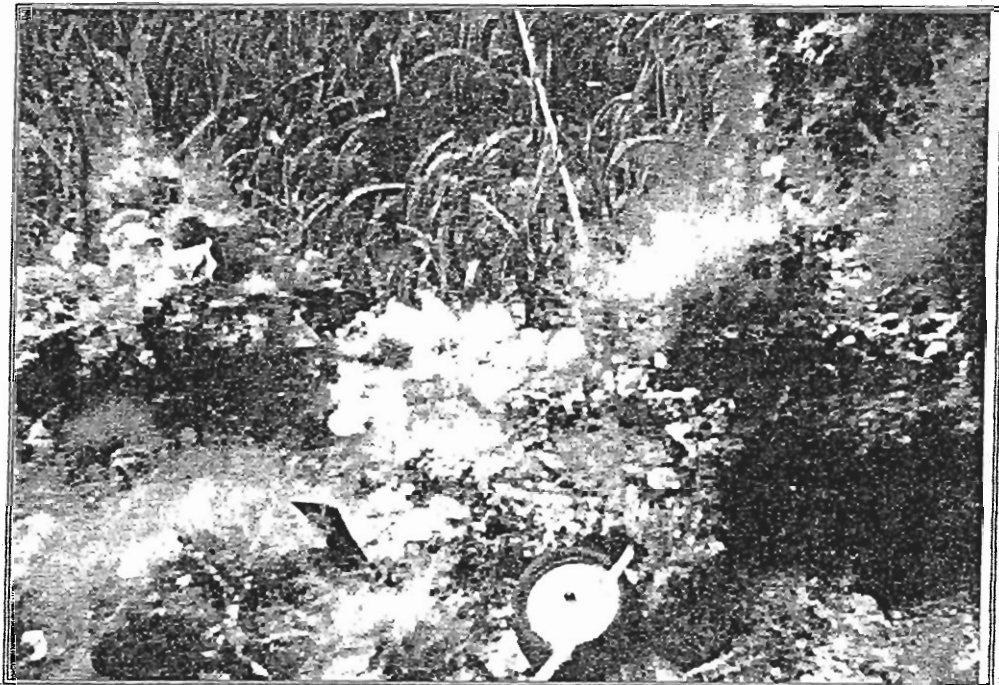


ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 07
ΘΕΣΗ Γ
ΒΑΘΟΣ-4.00
Μία ακόμη
εικόνα από
συμπαγείς
ογκολίθους

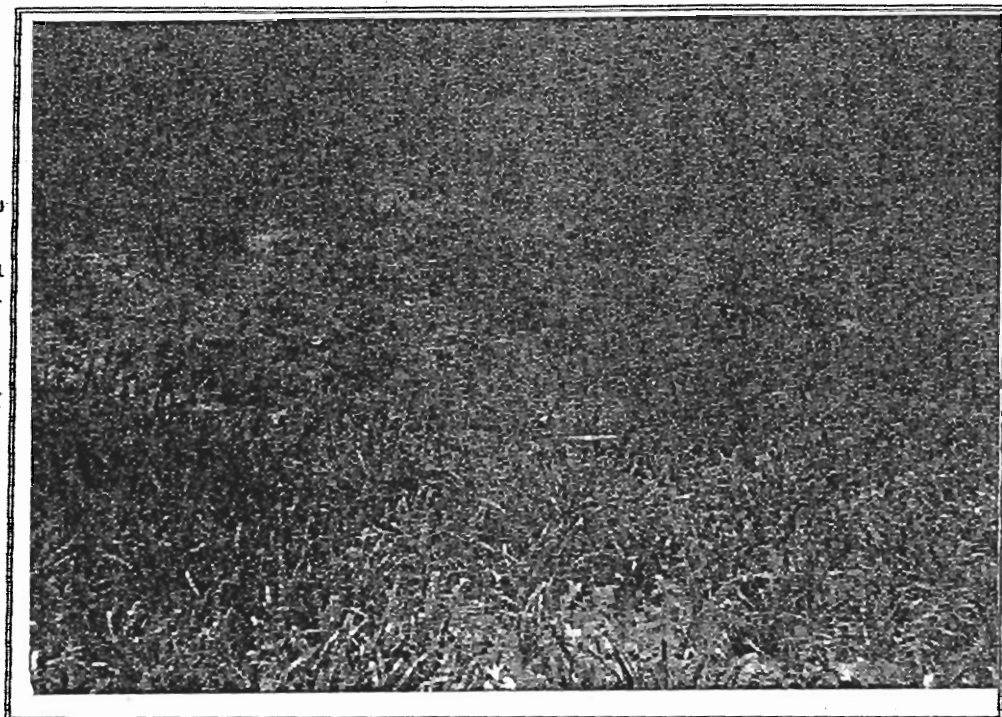


ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 08
ΘΕΣΗ 0+350
ΒΑΘΟΣ-5.00
Υλικό πυθ-
μένος στον
άξονα του
νήματος

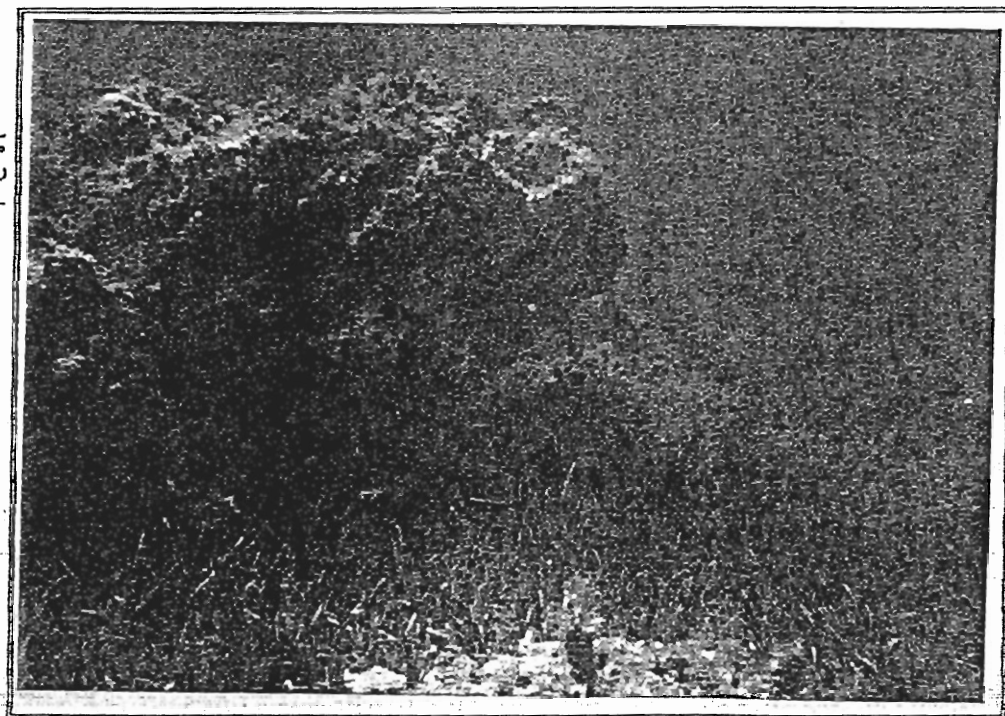


ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 09
ΘΕΣΗ 0+440
ΒΑΘΟΣ-5.50
Το απότομο
μέτωπο απο
βράχους που
διακόπτει
την κατά τα
άλλα απόλυ-
τα ήπια
κλίση του
πυθμένουςτης
περιοχής

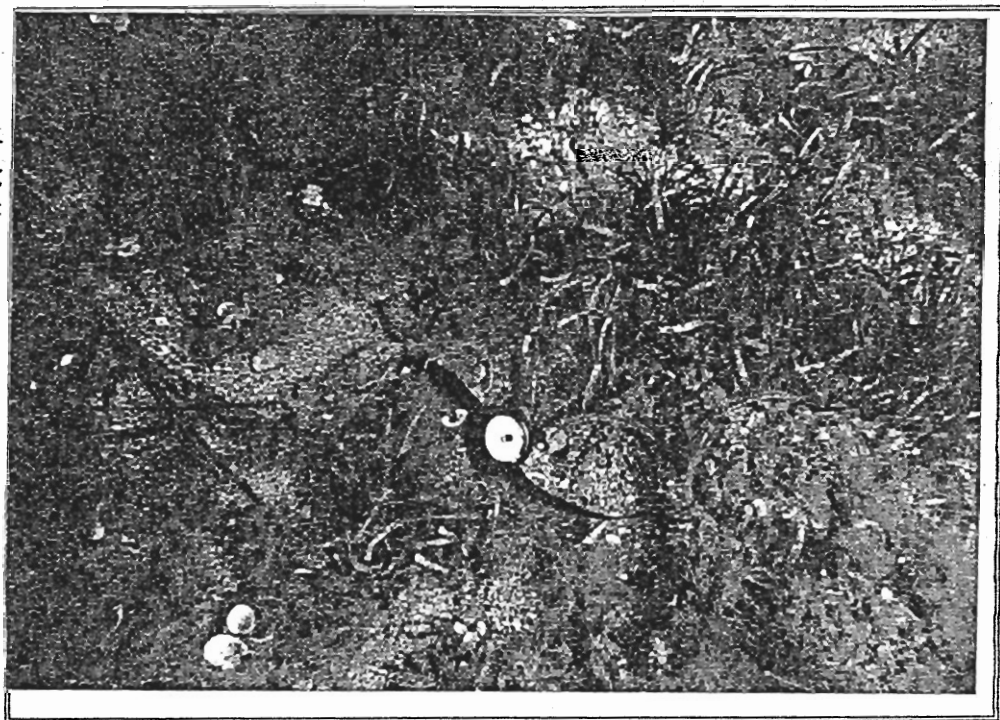


ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 10
ΘΕΣΗ Δ
ΒΑΘΟΣ-5.50
Το ΒΑ πέρας
του μετώπου
όπου φαίνε-
ται η ήπια
κλίση του
υπολοίπου
πυθμένους



ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 11
ΘΕΣΗ Ε
ΒΑΘΟΣ-6.00
Τυπικό υλι-
κό πυθμένος
περιοχής με
μειωμένη
βλάστηση

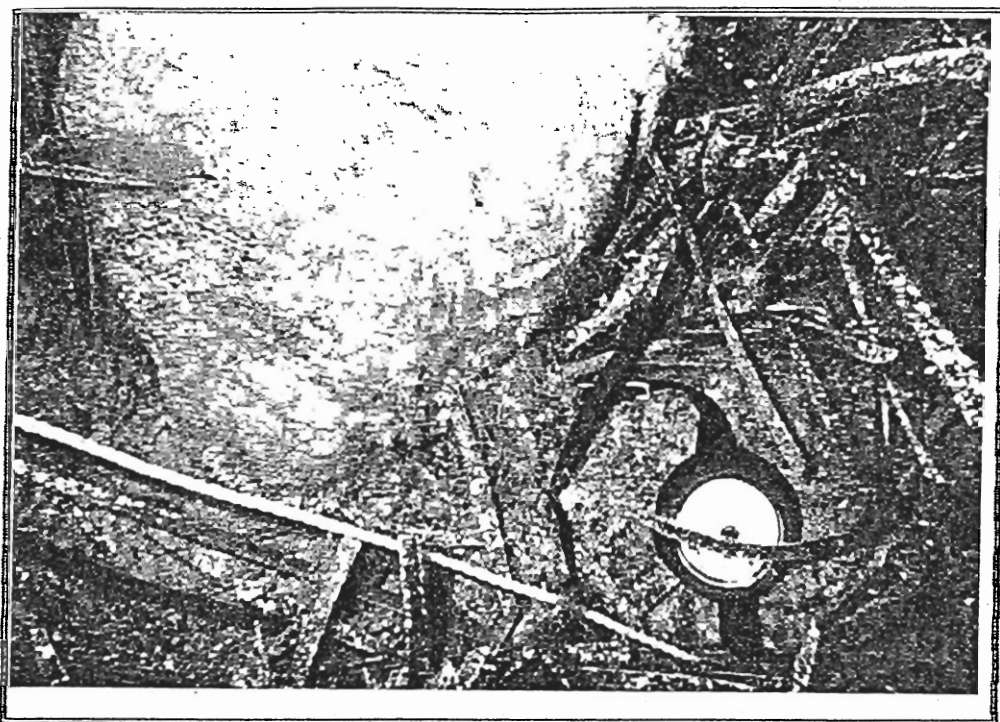


ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 12
ΘΕΣΗ 0+500
ΒΑΘΟΣ-7.50
Τυπική
βλάστηση

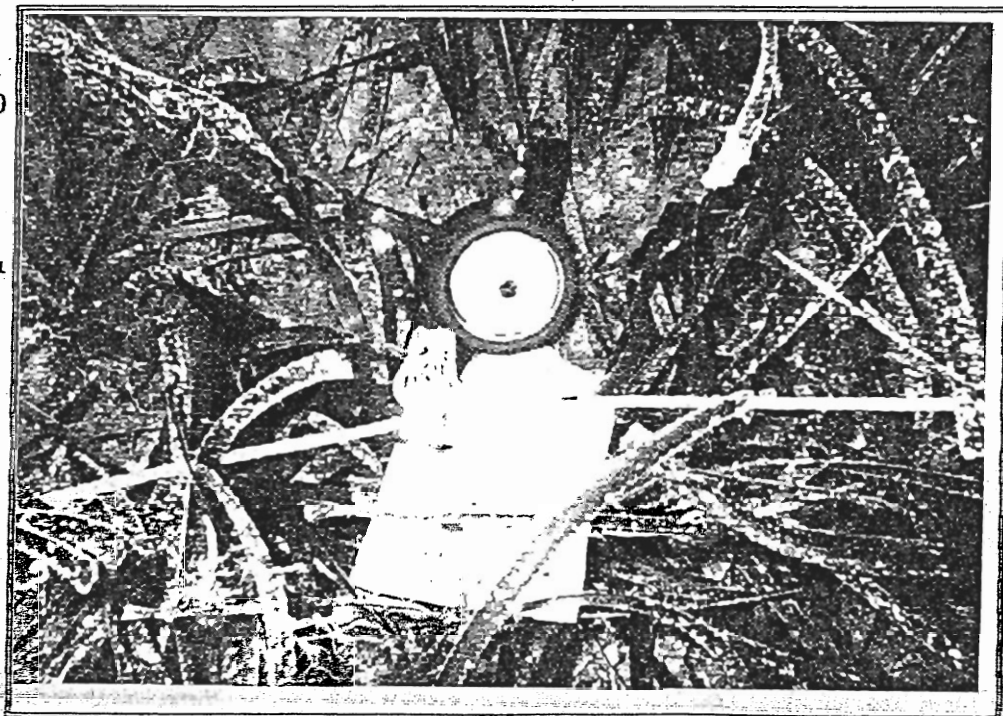


ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 13
ΘΕΣΗ 0+640
ΒΑΘΟΣ-13.5
Μία πείνα
και close
up του
υλικού πυθ-
μένος που
αποτελείται
απο σύμ-
πλεγμα
ριζών

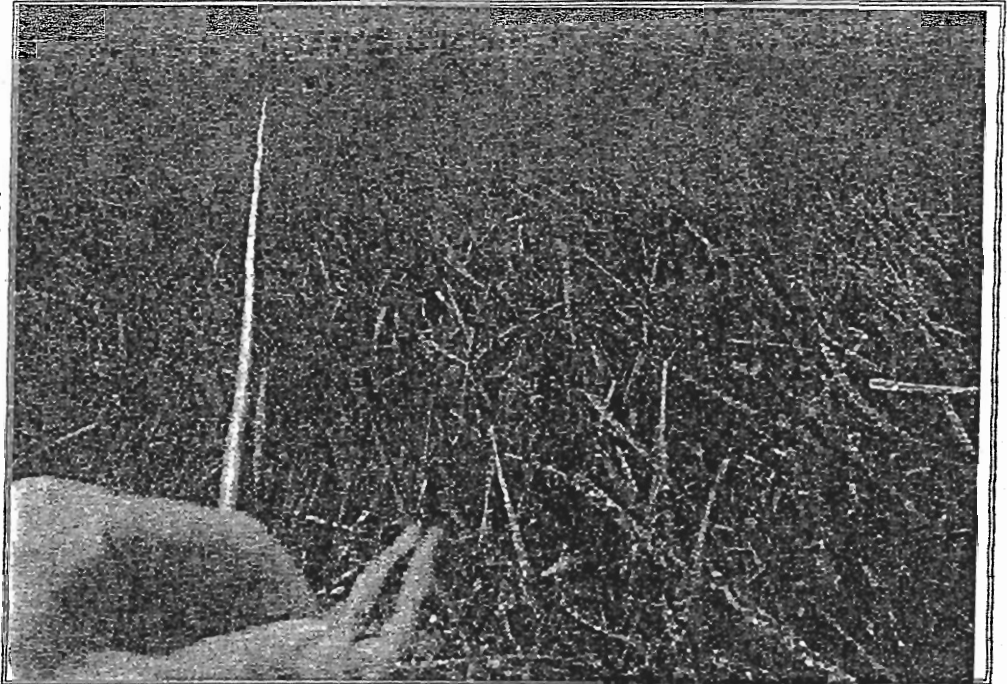


ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 14
ΘΕΣΗ 0+700
ΒΑΘΟΣ-14.00
Close up
της ποσει-
δωνίας που
καλύπτει
τον πυθμένα

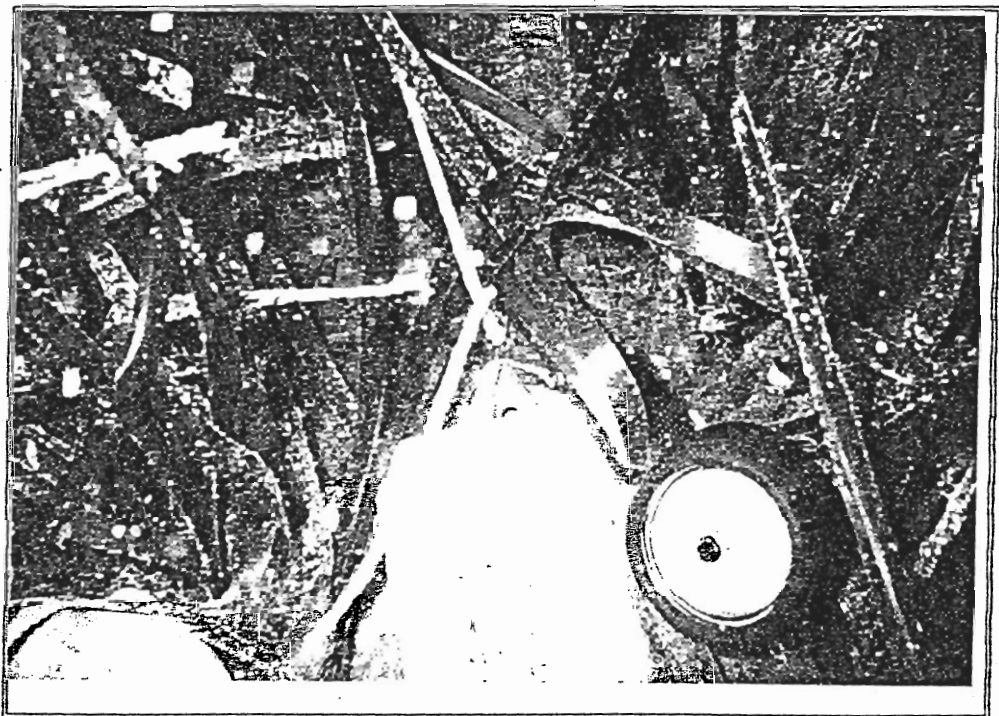


ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 15
ΘΕΣΗ 0+750
ΒΑΘΟΣ-16.0
Τυπική
περιοχή
ποσειδωνίας
όπου φαίνε-
ται και η
ήπια κλίση

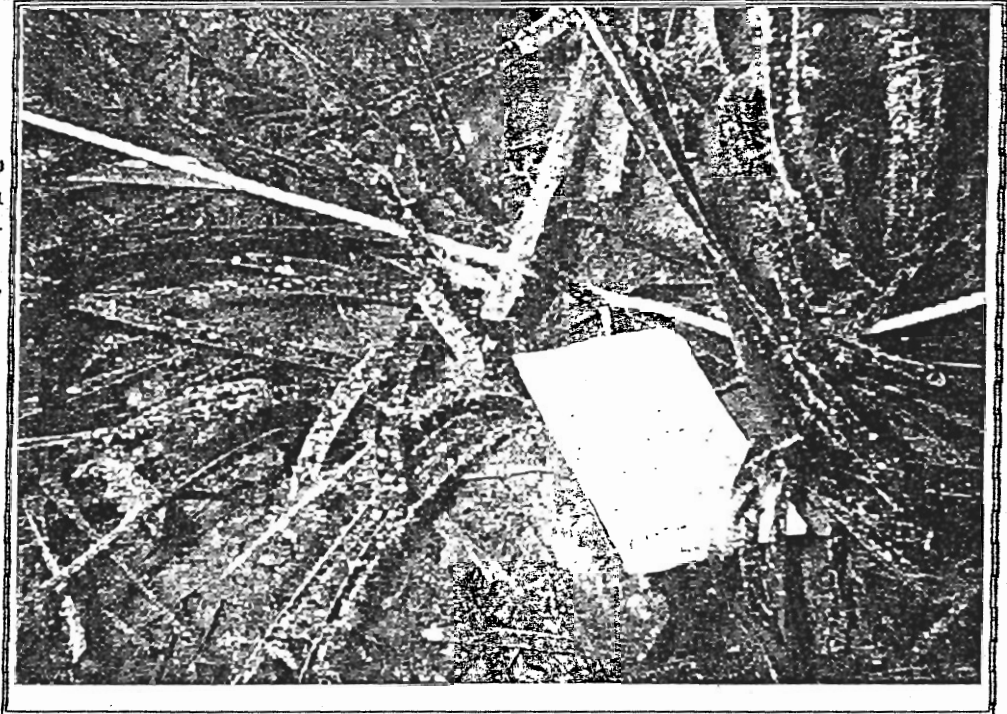


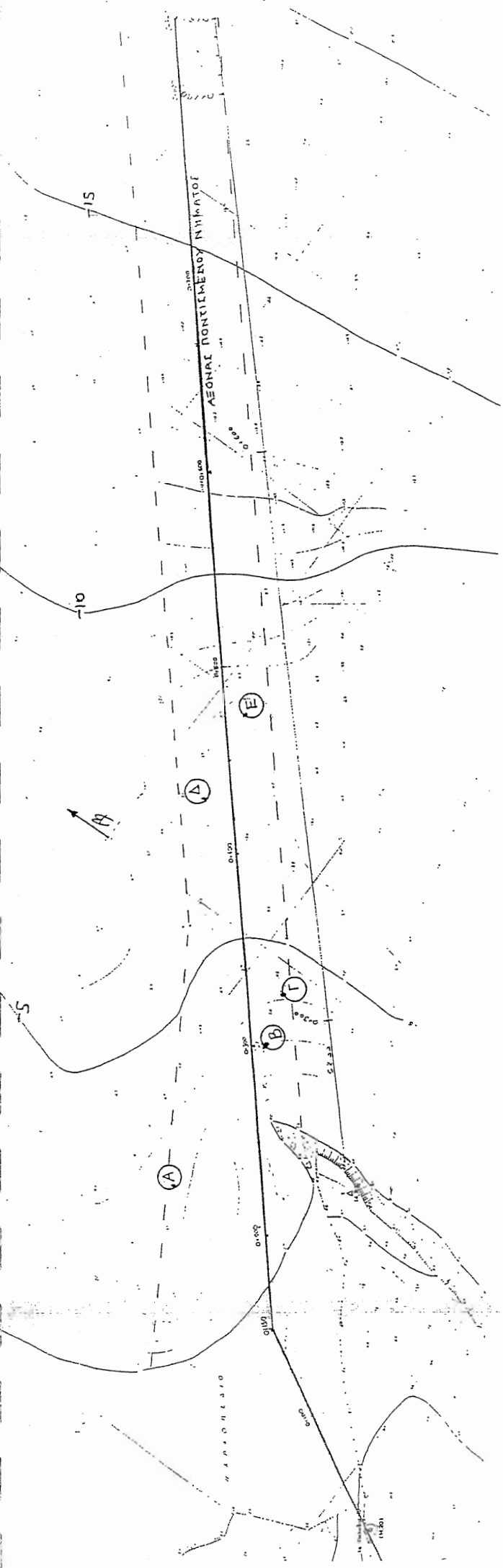
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 16
ΘΕΣΗ 0+800
ΒΑΘΟΣ-17.0
Close up
τυπικής πε-
ριοχής του
πυθμένα



ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
No 17
ΘΕΣΗ 0+840
ΒΑΘΟΣ-19.0
Πέρασ του
ποντισμένου
νήματος. Τα
χαρακτηρισ-
τικά του
πυθμένα δεν
αλλάζουν





ΓΕΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΘΗΚΕ
(άνευ κλιμακός)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

**ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ
ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ,
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ
ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΚΑΙ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΩΝ
ΣΤΟΝ ΑΠΟΔΕΚΤΗ**

ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΩΜΕΝΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟΒΑΝΤΩΝ

Q _{μεγ} : Παροχή αιχμής	0.500	μ3/δλ
Q : Παροχή σχεδιασμού	0.200	μ3/δλ
Q _{ελ} : Ελάχιστη παροχή	0.150	μ3/δλ
BOD5 : BOD5 αποβλήτων	25	mg/l
ρ _ο : Πυκνότητα αποβλήτων	0.997	gr/cm ³
T : Θερμοκρασία αποβλήτων	18	°C
N _ο : Συγκέντρωση κολοβακτηριδιοειδών (ανά 100 ml)	5.0E+02	

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

h _s : Στάθμη αποδέκτη	0.000	μ.
ρ _s : Πυκνότητα αποδέκτη	1.0285	gr/cm ³
DO _s : Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου	5.00	mg/l
K ₁ : Σταθερά αποξυγόνωσης	0.10	1/ημ.
K ₂ : Σταθερά επανοξυγόνωσης	0.30	1/ημ.
Επικρατούντα ρεύματα		

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

Αγωγός από σωλήνες HDPE (6 ατμ)		
L : Μήκος αγωγού	640	μ.
D : Εσωτερική διάμετρος αγωγού (εξωτ. φ 560)	497	χλσ.
b : Ολικό μήκος διαχυτήρα	42	μ.
Ο διαχυτήρας φέρει επιστομια κατακόρυφα (Με σταθερή ισαποχή επιστομιών κατά μήκος του διαχυτήρα)		
n : Ολικός αριθμός επιστομιών	8	
Δl : Ισαποχή επιστομιών	6.00	μ.
d : Εσωτερική διάμετρος επιστομιών (εξωτ. φ140)	124	χλσ.
H : Μέσο βάθος διαχυτήρα	14.50	μ.
h _ο : Μεγίστη δυνατή στάθμη στο φρεάτιο κεφαλής	15.80	μ.

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

K _s : Τραχύτητα αγωγού	0.5	χλσ.
T ₉₀ : Χρόνος εκλείψεως του 90% των κολοβακτηριδιοειδών	2.00	ώρες

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Οι γραμμικές απώλειες (h_f) υπολογίστηκαν κατά Darcy-Weisbach με συντελεστή τριβών κατά Colebrook-White . Το μήκος του υποθαλάσσιου αγωγού για τους υπολογισμούς έχει ληφθεί $L'=L+b/2 = 661$ μ. Για την εκτίμηση των τοπικών απωλειών (καμπύλες, φρεάτιο εκτόνωσης, κλπ) γίνεται προσάυξηση των γραμμικών απωλειών κατά 10%. Οι τοπικές απώλειες στα επιστόμια (h_e), υπολογίστηκαν με συντελεστή $K=2$. Στο άθροισμα των απωλειών προστίθεται το υδροστατικό φορτίο λόγω διαφοράς πυκνότητας αποβλήτων - αποδέκτη (h_d) και οι γραμμικές απώλειες στον αγωγό προσαγωγής (h_{f1}).

Προκύπτει :

α. ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ ($Q_{μεγ.}=0.500$ μ³/δλ.)

Ταχύτητα στον αγωγό $V_{αγ} = 2.58$ μ/δλ.
Ταχύτητα στα επιστόμια $V_{επ} = 5.18$ μ/δλ.
 $h_f = 1.1 \times 9.96$ μ.
 $h_e = 2.73$ μ.
 $h_d = 0.46$ μ.
Ταχύτητα στον αγωγό προσαγωγής ($\chi\phi 500$ $L=60$ μ) $V_{πρ} = 2.73$ μ/δλ.
 $h_{f1} = 1.1 \times 1.14 = 1.25$
Επομένως $h_f+h_e+h_d+h_s+h_{f1} = 14.30$ μ. < $h_o = 15.80$ μ.

β. ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ($Q=0.200$ μ³/δλ.)

Ταχύτητα στον αγωγό $V_{αγ} = 1.03$ μ/δλ.
Ταχύτητα στα επιστόμια $V_{επ} = 2.07$ μ/δλ.
 $h_f = 1.1 \times 1.46$ μ.
 $h_e = 0.44$ μ.
 $h_d = 0.46$ μ.
Ταχύτητα στον αγωγό προσαγωγής ($\chi\phi 500$ $L=60$ μ) $V_{πρ} = 1.09$ μ/δλ.
 $h_{f1} = 1.1 \times 0.18 = 0.20$
Επομένως $h_f+h_e+h_d+h_s+h_{f1} = 2.71$ μ.

γ. ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ ($Q_{ελ.}=0.150$ μ³/δλ.)

Ταχύτητα στον αγωγό $V_{αγ} = 0.77$ μ/δλ.
Ταχύτητα στα επιστόμια $V_{επ} = 1.55$ μ/δλ.
 $h_f = 1.1 \times 0.83$ μ.
 $h_e = 0.25$ μ.
 $h_d = 0.46$ μ.
Ταχύτητα στον αγωγό προσαγωγής ($\chi\phi 500$ $L=60$ μ) $V_{πρ} = 0.82$ μ/δλ.
 $h_{f1} = 1.1 \times 0.10 = 0.11$
Επομένως $h_f+h_e+h_d+h_s+h_{f1} = 1.73$ μ.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΕΚΒΟΛΗΣ ΣΕ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΤΡΩΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΛΥΣΕΩΝ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ

Η η κλίση του διαγράμματος μεταβολής πυκνοτήτων $1.6E-04$

Εφόσον ο διαχυτήρας φέρει κατακόρυφα επιστόμια η ελάχιστη αρχική διάλυση S_0 υπολογίζεται κατά Chen & Rodi συναρτήσει του F_0 από την σχέση $1/S_0 = 9.35 * F_0^{(2/3)} * (d/Z)^{(3/5)}$ εφόσον $Z/(d * F_0) = 14.59 > 5$ όπου :

$$Z = (3.8 * (g' * Q / H))^{(1/4)} / (g * R / \rho_0)^{(3/8)} = 12.68$$

F_0 πυκνομετρικός αριθμός του Froude

Η η κλίση του διαγράμματος μεταβολής πυκνοτήτων και $g' = g * (\rho_s - \rho_0) / \rho_s$

Η ελάχιστη αρχική διάλυση υπολογίστηκε $S_{0j} = 50$ το δε μέγιστο δυνατό ύψος ανόδου της φλέβας σε 12.68 μ. Όπως φαίνεται στο συνημμένο διάγραμμα μεταβολής πυκνοτήτων η ισχυρή κλίση στρωμάτωσης φτάνει μέχρι τα 12.00 μ. περίπου, δηλ. μόνο δύο μέτρα πάνω από τον διαχυτήρα. Επομένως η εκροή δεν μπορεί να παγιδευτεί και η εκτοξευόμενη φλέβα αναδύεται στην επιφάνεια του αποδέκτη.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΕΚΒΟΛΗΣ ΣΕ ΜΗ ΣΤΡΩΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΑΠΟΔΕΚΤΗ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΛΥΣΕΩΝ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ

Εφόσον $H/DL = 2.42 < 5$ κάθε επιστόμιο θεωρείται ότι συμπεριφέρεται σαν μεμονωμένη φλέβα

Εφόσον ο διαχυτήρας φέρει κατακόρυφα επιστόμια η ελάχιστη αρχική διάλυση S_{0j} υπολογίζεται κατά Chen - Rodi συναρτήσει των H, d, F_0

από την σχέση $1/S_{0j} = 9.35 * F_0^{(2/3)} * (H/d)^{(-5/3)}$ εφόσον $H/(d * F_0) = 11.07 > 5$ όπου :

F_0 πυκνομετρικός αριθμός του Froude

Η ελάχιστη αρχική διάλυση υπολογίστηκε $S_{0j} = 62$ το δε μέγιστο δυνατό ύψος ανόδου της φλέβας σε 14.50 μ.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΣΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ ΠΕΔΙΟΥ

Η μέση αρχική διάλυση του πεδίου εκτιμάται από την σχέση $S_{av} = \sqrt{2} * S_{0j} = \sqrt{2} * 62 = 88$, εφόσον δεν υπερβαίνει την ελάχιστη αρχική διάλυση σχισμής $S_{0s} = 101$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΣΕΙΣ

Η περαιτέρω διάλυση, η οποία επέρχεται λόγω τυρβώδους διάχυσης κατά την διαδρομή προς την ακτή μπορεί να εκτιμηθεί κατά Brooks συναρτήσει της βασικής παραμέτρου $0.12 X/U(b^*)^{0.667}$ όπου :

X η απόσταση που διανύει το πεδίο λυμάτων μέχρι να φτάσει στην εξεταζόμενη θέση, σε εκ.

U η ταχύτητα του ρεύματος σε εκ/δλ

b^* το αρχικό πλάτος πεδίου, $b^*=b*\sin\theta$ όπου θ η διεύθυνση του ρεύματος ως προς τον διαχυτήρα σε °

Για μικρά θ δηλ. όταν $b^*\leq b/2$ το αρχικό πλάτος πεδίου λαμβάνεται ίσο με $b/2$

Κατά Brooks υπολογίζεται η τελική διάλυση S στην δεδομένη θέση από την σχέση $S=So'* St/a$ όπου :

$So'=U*\sin\theta*b*0.3h_{max}/Q$, η μέση διάλυση του πεδίου υπό την επίδραση του ρεύματος με μέγιστο δυνατό ύψος ανόδου $h_{max}=14.50$ μ.

St πρόσθετη διάλυση στον άξονα του πεδίου λυμάτων λόγω διάχυσης

a παράμετρος, η οποία ισούται με τον λόγο της διάλυσης στην εξεταζόμενη θέση προς την μέγιστη διάλυση του πεδίου (κατά την διεύθυνση του ρεύματος)

Για τις διάφορες θέσεις προκύπτει :

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

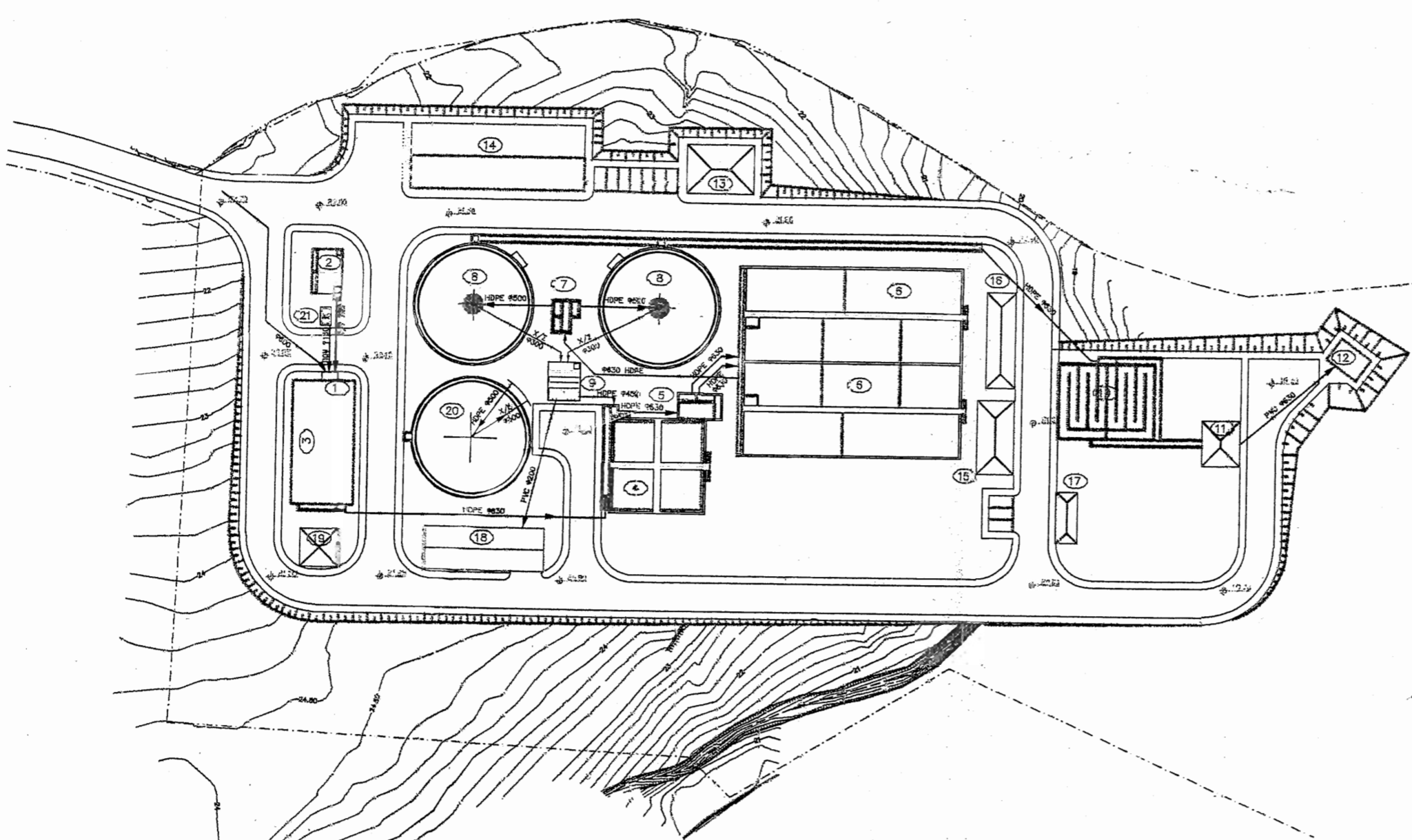
ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ
ΥΛΙΚΟ







B



Υ Π Ο Μ Ν Η Μ Α

1. ΦΡΕΑΤΟ ΑΡΕΣΕ ΚΑΛΑ
2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟΔΟΧΗΣ ΒΟΘΡΟΛΙΜΑΤΩΝ
3. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
4. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΔΕΣΑΜΕΝΗ ΚΩΣΤΟΦΟΡΟΥ
5. ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΣΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ
6. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑΣ
7. ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΣΗΣ ΚΑΘΩΣΤΙΣΗΣ
8. ΔΕΣΑΜΕΝΗ ΚΑΘΩΣΤΙΣΗΣ
9. ΑΥΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΕΩΣ
10. ΔΕΣΑΜΕΝΗ ΚΑΘΩΣΤΙΣΗΣ
11. ΦΡΕΑΤΟ ΜΕΤΑΛΕΡΕΣΜΟΥ
12. ΦΡΕΑΤΟ ΔΙΑΧΕΙΣΗΣ
13. ΚΤΙΡΙΟ ΔΟΚΟΚΩΣΗΣ
14. ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ - ΑΠΟΘΗΚΗ
15. ΚΤΙΡΙΟ ΨΥΞΗΣ ΠΗΡΙΝ
16. ΎΠΟΣΤΑΘΜΟΣ
17. ΚΤΙΡΙΟ ΧΑΛΩΣΕΩΣ
18. ΚΤΙΡΙΟ ΙΛΥΟΣ
19. ΑΜΜΟΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ - ΙΛΥΟ-ΔΕΣΑΜΕΝΗ ΝΕΡΟΥ
20. ΔΕΣΑΜΕΝΗ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟ ΝΕΡΟΥ
21. ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΑΣ ΣΤΡΑΤΙΣΙΩΝ

- ???±?????
- ▭ ΚΤΙΡΙΑ
- - - - - ΟΡΟΦΟ ΓΗΡΕΟΥ Ε.Ε.Α.
- ΣΟΛΗΝΕΣ ΛΥΜΑΤΩΝ
- ΣΟΛΗΝΕΣ ΙΛΥΟΣ

Α/Α	ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ	ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ
ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ				

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ
(Δ . Ε . Υ . Α . Μ .)
ΕΡΓΟ: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ ΠΟΛΗΣ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ

Ο Ρ Ι Σ Τ Ι Κ Η Μ Ε Λ Ε Τ Η

ΤΙΤΛΟΣ: ΣΟΛΗΝΩΣΕΙΣ ΛΥΜΑΤΩΝ-ΙΛΥΟΣ

ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ: 102.1
ΚΑΥΜΑΚΑ 1:500

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ

ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗ Α.Ε.-ΑΛΤΕΚ Α.Ε.-ΑΡΓΩ Α.Τ.Ε.

ΙΣΤΟΣ ΔΡΑΓΟΥΜΗ 48 - 115 28 ΑΘΗΝΑ
ΤΗΛ.72 58 882-3 , FAX 72 58 884

ΜΕΛΕΤΗ: **NAMA**
ΠΛΗΡΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- ◆ Λέκκας Θ. Δ., « Διαχείριση Υγρών αποβλήτων », Μυτιλήνη 1994.
- ◆ Λέκκας Θ. Δ. , « Περιβαλλοντική Μηχανική Ι : Διαχείριση υδατικών πόρων», Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη 1996.
- ◆ Λέκκας Θ. Δ. , « Περιβαλλοντική Μηχανική ΙΙ : Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων», Μυτιλήνη, Απρίλιος 2001.
- ◆ Αγγελίδης Ο. Μ. , « Εργαστηριακές Ασκήσεις Περιβαλλοντικής Χημείας», Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη 1993.
- ◆ Βογιατζής Σ.Ζ. - Στάμου Α. Ι. , « Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων», Αθήνα 1986.
- ◆ Ανώνυμο (1997), « Σχέδιο δράσης για την διαχείριση των υδατικών πόρων στην Ελλάδα», Υπουργείο Ανάπτυξης Αθήνα..
- ◆ Αγγελάκης Α. Ν. , « Φυσικά συστήματα Επεξεργασίας Αστικών υγρών Αποβλήτων», 1994.
- ◆ Κομιτζής Αθ. Θεμιστοκλής, « Χημεία Περιβάλλοντος», Θεσσαλονίκη 1997.
- ◆ Παρασκευας Παναγιώτης « Προχωρημένες μέθοδοι Επεξεργασίας υγρών Αποβλήτων» Μυτιλήνη 1993.
- ◆ Μανουσάκης Γ., « Γενική και Ανόργανη Χημεία», Θεσσαλονίκη 1994
- ◆ Τομέας Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, « Μελέτη έργου : καθαρισμός και ανακύκλωση λυμάτων Λειψών», Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος, Νοέμβρης 1992.
- ◆ Μαρκαντωνάτου Γ. , « Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων», Αθήνα 1986.
- ◆ Κορομηλάς Χρήστος, πτυχιακή εργασία « Εδαφική επεξεργασία υγρών αποβλήτων», Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη 1993.
- ◆ Τσιπλάκης Αθανάσιος, πτυχιακή εργασία «Μελέτη και έλεγχος δοκιμαστικής λειτουργίας Εγκατάστασης Επεξεργασίας λυμάτων της πόλης των Σερρών», Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη 2002.
- ◆ Τσουμάκης Χ, πτυχιακή εργασία, «Εκτίμηση απόδοσης της λειτουργίας της Μονάδας Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων της πόλης των Ιωαννίνων», Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη, Μάρτιος 1994.

- ◆ Μελέτη Έργου Επεξεργασίας και Διάθεσης Λυμάτων Δήμου Μυτιλήνης .

ΞΕΝΗ

- ◆ A. Angelakis, T. Asano, E. Diamandopoulos and G Tchobanoglou, « Second International Symposium on Wastewater Reclamation and Reuse», Iraklio 1995.
- ◆ Metcalf and Eddy « Wastewater Engineering Treatment Disposal / Reuse» , Mc Graw – Hill, 1979.
- ◆ Reed and crites, « Handbook of Land Treatment Systems for Introustrial and Municipal Wastes» , Noyes Publications, U.S.A., Park Ridge, 1984.
- ◆ Reed, Middlebooks and Crites, « Natural Systems for Waste Management and Treatment», Mc Graw – Hill, Book company, U.S.A., New York, 1988.
- ◆ Water Pollution Control Federation (WPCF) « Natural systems for wastewater treatment – Manual Practice FD 16», Alexandria, VA, U.S.A., 1990.
- ◆ U.S.EPA, « Process Design Manual for Land Treatment of Municipal Waterwaste», Cincinnati, OH, October 1981.