

M.176

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ
ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

Π Ρ Ο Μ Ε Λ Ε Τ Η

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ
Γ. ΚΟΥΚΟΥΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΑΙ

ΙΟΥΛΙΟΣ 1981

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ
ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

Π Ρ Ο Μ Ε Λ Ε Τ Η

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ
Γ. ΚΟΥΚΟΥΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΑΙ

ΙΟΥΛΙΟΣ 1981

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛΙΔΑ
1. ΓΕΝΙΚΑ	1
2. ΑΠΟΔΕΚΤΗΣ - ΟΡΟΙ ΔΙΑΘΕΣΕΩΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	2
3. ΘΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ	3
4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ- ΣΥΝΘΕΣΕΩΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	4
4.1. Πληθυσμός μελέτης	4
4.2. Ύπολογισμός παροχών	4
4.3. Σύνθεση λυμάτων	4
5. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	6
5.1. Μέθοδοι έπεξεργασίας λυμάτων - Γενικά	6
5.2. Έπιλογή μεθόδου	8
5.3. Περιγραφή τής εγκαταστάσεως	9
5.4. Περιγραφή τής λειτουργίας	11
5.5 Διάθεση τής ιλύος	12
5.6. Μελλοντικές δυνατότητες πρόσθετου καθαρισμού	12
6. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΡΓΩΝ	13
6.1. Έσχάρα κατακρατήσεως στερεών	13
6.2. Μετρητής παροχής	13
6.3. Τάφροι άερισμού	13
6.4. Μηχανικοί άεριστήρες (βοϋρτσες)	14
6.5. Δεξαμενή τελικής καθιζήσεως	15
6.6. Δεξαμενή χλωρίωσης	15
6.6.1. Διαστάσεις	15
6.6.2. Χλωρίωση	16
6.7. Έπανακυκλοφορία ιλύος - Έισχύς άντλιών	16
6.8. Κλίνες ξηράνσεως	16
6.9. Άντλιοστάσιο διηθήματος	17
7. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	18
7.1. Χρονικές φάσεις κατασκευής	18
7.2. Προυπολογισμός τών έργων	18
7.3. Δαπάνη σέ συνάλλαγμα	19
7.4. Έτήσια Οίκονομική έπιβάρυνση	19

8. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	20
8.1. Γενικά	20
8.2. Άγωγός I	20
8.3. Άγωγός II + II'	20
8.4. Ύδραυλικοί υπολογισμοί στη διώρυγα δεξαμενών καθιζήσεως	21
8.5. Άγωγός III	21
8.6. Άγωγός IV	21
8.7. Άγωγοί διακινήσεως ύψους V και VI	21
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	23

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Ἡ παρούσα Προμελέτη τῆς ἐγκαταστάσεως βιολογικοῦ Καθαρισμοῦ ἔχει ἐκπονηθεῖ στά πλαίσια τῆς μελέτης ἀποχετεύσεως Νεαπόλεως Λασιθίου, πού ἀνατέθηκε μέ τήν ἀπό 24/1/1980 σχετική σύμβαση στό γραφεῖο μελετῶν Γ. Κουκουράκης καί Συνεργάται". Ἐχει προηγηθεῖ ἡ ἐκπόνηση τῆς προκαταρκτικῆς μελέτης πού ἐγκρίθηκε μέ τήν ἀπό 13/8/80 σχετική ἀπόφαση τοῦ ΔΣ τοῦ Νομαρχιακοῦ Ταμεῖου Λασιθίου, μέ βάση τό φύλλο ἐπεξεργασίας τῆς ἀρμοδίας ὑπηρεσίας τοῦ Ὑπουργεῖου Ἑσωτερικῶν ἀπό 12/7/80.

Σύμφωνα μέ τό νόμο ἔχει ἤδη ἐκδοθεῖ ἀπόφαση τῆς Νομαρχίας Λασιθίου ἀπό 30/6/1980 πού καθορίζει σάν ἀποδέκτη τῶν λυμάτων τοῦ Δήμου Νεαπόλεως τόν ποταμό πού ἐκβάλλει στή Μίλατο.

Στή σχετική γνωμοδότηση τῆς ἐπιτροπῆς πού συστάθηκε καθορίζεται σάν θέση τῆς ἐγκαταστάσεως ἐνδεικτικά αὐτή πού προτάθηκε στήν φάση τῆς προκαταρκτικῆς μελέτης.

Σύμφωνα μέ τό Π.Δ. 696/74 ἡ μελέτη τῆς ἐγκαταστάσεως καθαρισμοῦ ἀντιμετωπίζεται μόνο μέχρι τό στάδιο τῆς προμελέτης, ἐπομένως τό στάδιο αὐτό εἶναι τελικό. Σέ ἐφαρμογή τοῦ ἴδιου Π.Δ. στό στάδιο αὐτό συντάχθηκαν καί τά τεύχη δημοπρατήσεως τῶν ἔργων Α' φάσεως τῆς ἐγκαταστάσεως, δυναμικότητας 2.750 κατοίκων.

Στήν παρούσα προμελέτη καθορίζεται σάν σύστημα ἐπεξεργασίας τῶν λυμάτων τό σύστημα τῆς ἐνεργοῦ ἰλύος στήν παραλλαγή τοῦ παρατεταμένου ἀερισμοῦ.

Ἐπίσης καθορίζεται καί ὁ τρόπος ἐφαρμογῆς τοῦ συστήματος μέ τήν μέθοδο τῆς τάφρου ἀερισμοῦ.

Ἀντίθετα τά τεύχη δημοπρατήσεως συντάχθηκαν ἔτσι ὥστε νά μή ὑπάρχουν δεσμεύσεις γιά τούς διαγωνιζόμενους ὡς πρός τόν τρόπο ἐφαρμογῆς τοῦ συστήματος καί τόν ἠλεκτρομηχανολογικό ἐξοπλισμό πού θά ἀπαιτηθεῖ. Ἐτσι ἡ γενική διάταξη τῶν ἐπιμέρους μονάδων οἱ ὁμοιότητες τους, καθώς καί τό εἶδος τοῦ ἐξοπλισμοῦ θά ἀποτελέσουν στοιχεῖα τῆς προσφορᾶς τῶν διαγωνιζομένων καί θά ὑποβληθοῦν μαζί μέ τά ὑπόλοιπα ἀπαιτούμενα στοιχεῖα ὑπό μορφή προμελέτης, πού φυσικά δέν εἶναι ἀπαραίτητο νά ταυτίζεται μέ τήν παρούσα προμελέτη, παρά μόνο νά εἶναι σύμφωνη μέ τούς ὅρους τῶν τευχῶν δημοπρατήσεως.

Ἡ τελευταία θά χρησιμεύσει γιά τόν ἔλεγχο καί τήν ἀξιολόγηση τῶν προσφορῶν καί θά βοηθήσει τήν λήψη τῶν σχετικῶν ἀποφάσεων.

2. ΑΠΟΔΕΚΤΗΣ - ΟΡΟΙ ΔΙΑΘΕΣΕΩΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Σάν τελικός αποδέκτης τῶν λυμάτων τῆς Νεαπόλεως καθορίστηκε ὁ χείμαρρος Μ, ὁ ὁποῖος ἀρχίζει ἀπό τήν Νεάπολη καί ἐκβάλλει στόν κόλπο Μαλίων, κοντά στή Μίλατο.

Σοβαρό μειονέκτημα αὐτῆς τῆς λύσεως εἶναι ὅτι ὁ χείμαρρος δέν παρουσιάζει ροή βάσεως καί μόνο κατά τίς ἐποχές μεγάλων βροχοπτώσεων ἐμφανίζεται ροή. Ἔτσι δέν γίνεται ἀνάμειξη τῶν ἐξερχομένων λυμάτων (μετά τόν καθαρισμό τους) μέ καθαρά ὕδατα, πού θά ὀδηγοῦσε σέ μείωση τῶν συγκεντρώσεων τροφῆς καί ἄλλων ἐπιβλαβῶν οὐσιῶν (ἀζώτου, φωσφόρου κλπ.).

Δυστυχῶς ὅμως δέν ὑπάρχει καμμιά πρόσφορη ἐναλλακτική λύση. Τό ἐνδεχόμενο νά χρησιμοποιηθεῖ σάν ἀποδέκτης ὁ χείμαρρος Ξηροπόταμος, πού ἐπίσης ξεκινάει ἀπό τή Νεάπολη καί ἐκβάλλει στόν κόλπο Μιραμπέλλου, κοντά στόν Ἅγιο Νικόλαο, θά πρέπει νά ἀποκλειστεῖ γιατί ὁ ἐν λόγω χείμαρρος δέν παρουσιάζει πλεονεκτικότερη δίαιτα ροῆς, ἐνῶ παράλληλα ἡ λύση αὐτή θά ἀπαιτοῦσε ἀντληση τῶν λυμάτων σέ μεγάλο ὕψος καί μεγάλο μήκος καταθλιπτικοῦ ἀγωγοῦ, χωρίς κανένα ὄφελος.

Ἐξ ἄλλου ἡ μεταφορά τῶν λυμάτων, μετά τόν καθαρισμό τους, στή θάλασσα (στόν κόλπο Μαλίων ἢ στόν κόλπο Μιραμπέλλου) θά ἀπαιτοῦσε ἕνα συνολικό μήκος ἀγωγοῦ 15 ἕως 20 χιλιόμετρα, πράγμα πού θεωρεῖται οἰκονομικά ἀσύμφορο γιά ἕνα ἔργο αὐτῆς τῆς κλίμακας.

Ἡ ἐν λόγω λύση, νά χρησιμοποιηθεῖ δηλαδή ὁ χείμαρρος Μ σάν ἀποδέκτης λυμάτων, ἔχει ἤδη ἐγκριθεῖ μέ τή σχετική ἀπόφαση τῆς Νομαρχίας Λασιθίου, πού ἀναφέρθηκε στό κεφάλαιο 1.

Γιά τίς παραπάνω συνθήκες διαθέσεως τῶν καθαρισμένων λυμάτων τίθενται οἱ ἐξῆς ὅροι:

- Ὄργανική τροφή: BOD₅ ἐκροῆς 20 mg/l.
- Αἰωρούμενα στερεά: S.S. ἐκροῆς 40 mg/l.

3. ΘΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ

Ἡ θέση πού καθορίζεται γιά τήν κατασκευή τῆς ἐγκαταστάσεως καθαρισμοῦ λυμάτων βρίσκεται κοντά στό χείμαρρο Μ, σέ ἀπόσταση 600 περίπου μέτρα βορειοδυτικά τῆς Νεαπόλεως.

Διοικητικά ἡ περιοχή ἀνήκει στήν Κοινότητα Βουλισμένης. Γιά τήν ἐπιλογή τῆς θέσεως αὐτῆς εἶχε προηγηθεῖ σχετική πρόταση τοῦ μελετητῆ στό στάδιο τῆς Προκαταρκτικῆς Μελέτης. Μέ τήν πρόταση συμφώνησε καί ἡ ἀρμόδια Ὑπηρεσία τοῦ Ὑπουργείου Ἑσωτερικῶν, στό σχετικό φύλλο ἐπεξεργασίας, καθώς καί ἡ ἐπιτροπή τῆς Νομαρχίας πού συστάθηκε σύμφωνα μέ τό νόμο, γιά τό θέμα αὐτό, στή γνωμοδότησή της. Σημειώνεται ὅτι στήν παρούσα φάση ἔγινε μικρή μετατόπιση τῆς θέσεως, μέ βάση τίς παρατηρήσεις ἀπό ἐπιτόπια ἐξέταση τῆς καταλληλότητας ἀπό τό μελετητή.

Τά βασικά πλεονεκτήματα τῆς ἐνλόγω θέσεως εἶναι:

- α) Βρίσκεται ἔξω ἀπό κατοικημένες περιοχές καί οὔτε προβλέπεται ἐπέκταση κάποιου οἰκισμοῦ πρός τή θέση αὐτή.
- β) Εἶναι προσπελάσιμη καί ἀπό δύο κατευθύνσεις μέσω τῆς παλιᾶς ἐθνικῆς ὁδοῦ καί μέσω τῆς ἐπαρχιακῆς ὁδοῦ Νεαπόλεως-Λατσίδας.
- γ) Εἶναι ἐφικτή ἡ μελλοντική ἐπέκταση τῆς ἐγκαταστάσεως σέ ἐνδεχόμενη ἀνάγκη.
- δ) Εἶναι δυνατή μελλοντικά καί ἡ σύνδεση τῆς κοινότητας Βουλισμένης μέ τήν ἐγκατάσταση, σέ περίπτωση κατασκευῆς δικτύου ἀποχετεύσεως τῆς Βουλισμένης.
- ε) Ἀπέχει λίγο ἀπό τήν Νεάπολη καί ἐλάχιστα ἀπό τόν χείμαρρο Μ.

4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ - ΣΥΝΘΕΣΕΩΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

4.1. Πληθυσμός της μελέτης

Ἡ ἐγκατάσταση μελετᾶται γιὰ τὴν κάλυψη τῶν ἀναγκῶν τῆς εἰκοσαετίας μέχρι τὸ ἔτος 2000.

Ὁ πληθυσμὸς τοῦ ἔτους 2000 ἔχει ἐκτιμηθεῖ, ἤδη κατὰ τὸ στάδιο τῆς προκαταρκτικῆς μελέτης, ὡς ἑξῆς:

Μόνιμοι κάτοικοι:	4.700
Μὴ μόνιμοι κάτοικοι:	----- 800
Σύνολο	5.500

Λόγω τῆς ἀνυπαρξίας βιομηχανικῶν λυμάτων δὲν θὰ ληφθεῖ πρόσθετος ἰσοδύναμος πληθυσμὸς.

4.2. Ὑπολογισμὸς παροχῶν

Στὸ τεῦχος τῆς τεχνικῆς ἐκθέσεως τῶν δικτύων ἔγιναν, οἱ ἑξῆς παραδοχές, ὡς πρὸς τὶς παροχές:

- Εἰδικὴ παροχὴ ἀκαθάρτων (θερινή) ἔτους 2000: $160 \text{ λ} / 24 \text{ ὠρ} \cdot \text{κάτοικο}$.
- Συντελεστὴς αἰχμῆς παροχῆς ἀκαθάρτων $P = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{\mu}}}$
- Εἰσοδὸς ὀμβρίων: $0,5 \text{ λ} / \delta \text{ λ}$. ἔκτ.

Μετὰ ἀπὸ αὐτὰ προκύπτουν οἱ ἑξῆς τιμὲς τῆς παροχῆς:

Μέση ἡμερήσια θερινὴ παροχὴ $Q_{\mu} = 160 \times 5.500 / 1000 = 880 \text{ μ}^3 / \text{ἡμ} = 10,2 \text{ λ} / \delta \text{ λ}$.

Παροχὴ εἰσοδῶν $Q_{\epsilon\iota\sigma} = 84,1 \times 0,05 = 4,2 \text{ λ} / \delta \text{ λ}$.

Συντελεστὴς αἰχμῆς $P = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{10,2}} = 2,28$

Παροχὴ αἰχμῆς ἀκαθάρτων $Q_{\max} = 2,28 \times 10,2 = 23,3 \text{ λ} / \delta \text{ λ}$.

- Μέση (θερινὴ) παροχὴ ὑπολογισμοῦ $Q_0 = 10,2 + 4,2 = 14,4 \text{ λ} / \delta \text{ λ}$.

- Μέγιστη παροχὴ ὑπολογισμοῦ $Q_1 = 23,3 + 4,2 = 27,5 \text{ λ} / \delta \text{ λ}$.

- Μέγιστη παροχὴ 40ετίας (γιὰ ἔλεγχο ὀιωρῶν καὶ ἀγωγῶν ἐκβολῆς)
 $Q_2 = 37,5 \text{ λ} / \delta \text{ λ}$.

4.3. Σύνθεση λυμάτων

Ὡς πρὸς τὴν σύνθεση τῶν λυμάτων γίνονται οἱ ἑξῆς παραδοχές:

- Τροφή $BOD_5 = 64 \text{ γρ} / 24 \text{ ὠρ} \cdot \text{κάτοικο}$.
- Αἰωρούμενα στερεὰ $S.S. = 100 \text{ γρ} / 24 \text{ ὠρ} \cdot \text{κάτοικο}$.

Μέ βάση αυτά προκύπτουν:

- Ημερήσια ποσότητα BOD₅ = 64 X 5.500/1000 = 352 Kg.
- Ημερήσια ποσότητα αιωρούμενων στερεών S.S. = 100 X 5.500/1000 = 550 Kg.
- Συγκέντρωση τροφής στα εισερχόμενα λύματα (μέση)
$$F_o = \frac{352 \times 10^6}{14,4 \times 86400} = 283 \text{ mg/l.}$$
- Συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών στα εισερχόμενα λύματα (μέση)
$$\frac{550 \times 10^6}{14,4 \times 86400} = 442 \text{ mg/l.}$$
- Απαιτούμενος βαθμός καθαρισμού (ως προς BOD₅).
$$E = \frac{283 - 20}{283} = 0,93.$$

5. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

5.1. Μέθοδοι επεξεργασίας λυμάτων-Γενικά

Οί μέθοδοι επεξεργασίας λυμάτων πού χρησιμοποιούνται είναι κυρίως δύο:

α) Βιολογικά φίλτρα (TRICKLING FILTERS)

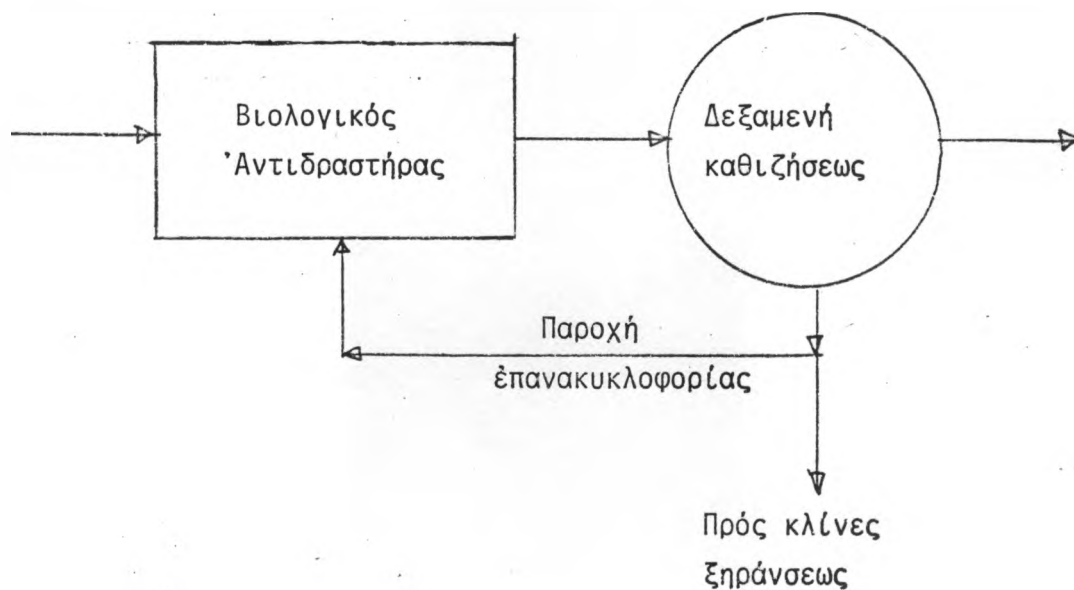
β) Ένεργός Ίλύς (ACTIVATED SLUDGE).

Ή πρώτη μέθοδος επεξεργασίας είναι βάσιμο μέσο βιολογικού καθαρισμού για μικρές πόλεις. Ή ανεξάρτητα όμως από τόν πληθυσμό ή μέθοδος τής ένεργου ίλύος προτιμάται έν γένει εφόσον απαιτείται βαθμός βιολογικού καθαρισμού μεγαλύτερος από 85% ή στην περίπτωση πού ή γειτνίαση μέ κατοικημένη περιοχή έπιβάλλει τίς μικρότερες δυνατές όχλήσεις από όσμές.

Γιά τούς παραπάνω λόγους ή μέθοδος τής ένεργου ίλύος εφαρμόζεται σχεδόν αποκλειστικά σέ όλο τόν κόσμο.

Κατά τή μέθοδο τής ένεργου ίλύος έπιτυγχάνεται ή διάσπαση τών όργανικών ούσιών μέ τήν βοήθεια αεροβίων μικροοργανισμών, καί συνεπώς είναι απαραίτητος ό αερισμός τών λυμάτων πού γίνεται μέ διάφορες μεθόδους.

Τό τυπικό λειτουργικό διάγραμμα τής μεθόδου δίνεται στό ακόλουθο σχήμα.



Ή υπάρχουν διάφορες παραλλαγές τής μεθόδου τής ένεργου ίλύος όπως ή Συμβατική (Conventional), ή πλήρους μίξεως (Complete-mix), ή μέθοδος σταθεροποίησης δι' έπαφής (Contact-Stabilization), ή μέθοδος του παρατεταμένου αερισμού (Extended-aeration) κλπ.

Τά βασικά μεγέθη πού χαρακτηρίζουν κάθε παραλλαγή τής μεθόδου τής ενεργού ιλύος είναι αφ'ένός μόν ό λόγος $\frac{\text{Τροφή}}{\text{Μικροοργανισμοί}} = \frac{\text{Είσερχόμενα λύματα}}{\text{Ενεργός Ιλύς}}$ στην δεξαμενή αερισμού καί αφ'έτέρου ό χρόνος φορτίσεως πού είναι συνάρτηση τής όργανικής φορτίσεως.

Έτσι ή συμβατική μέθοδος χαρακτηρίζεται από μικρό σχετικά χρόνο αερισμού τών λυμάτων(περί τίς 6 ώρες) καί από μικρό ποσοστό έπανακυκλοφορίας τής ιλύος(25% - 50%).

Η μέθοδος τής σταθεροποιήσεως δι'έπαφής έχει άρχικό χρόνο αερισμού τών λυμάτων 30-90 λεπτά καί σέ δεύτερη φάση έπαναερισμό για 3-6 ώρες. Τό ποσοστό έπανακυκλοφορίας τής ιλύος είναι (25% - 100%).

Η μέθοδος του παρατεταμένου αερισμού χαρακτηρίζεται από μεγάλο χρόνο αερισμού τών λυμάτων(Μεγαλύτερος τών 16 ώρων) καί μεγάλο ποσοστό έπανακυκλοφορίας ιλύος (R = 100%).

Μέ τή μέθοδο του παρατεταμένου αερισμού έπιτυγχάνεται ή μεγαλύτερη δυνατή διάσπαση τών όργανικών ούσιων καί συνεπώς ή ελάχιστη ποσότητα πλεονάζουσας ιλύος πού είναι άοσμη καί σταθεροποιημένη. Βέβαια για νά έπιτευχθεϊ αυτό άπαιτείται πολύ μεγαλύτερος όγκος δεξαμενών αερισμού καθώς καί μεγαλύτερη παροχή όξυγόνου, σέ σχέση μέ άλλες μεθόδους, δεδομένου ότι ή διάσπαση τής ιλύος γίνεται μέ αερόβιο τρόπο. Τό γεγονός αυτό καθιστά άντιοικονομική τή μέθοδο, όταν εφαρμόζεται σέ πολύ μεγάλες πόλεις.

Αντίθετα, στίς άλλες μεθόδους ή πλεονάζουσα ιλύς δέν είναι σταθεροποιημένη καί ή ποσότητά της είναι άρκετά μεγάλη. Έτσι άπαιτεί σχεδόν πάντα πρόσθετη ειδική έπεξεργασία. Αυτό άποτελεϊ σοβαρό μειονέκτημα τών μεθόδων, διότι ή έπεξεργασία τής πλεονάζουσας ιλύος είναι πολύ δαπανηρή.

Συνεπώς ή μέθοδος του παρατεταμένου αερισμού είναι συμφέρουσα έφ'όσον πρόκειται για μικρές πόλεις (πληθυσμός μικρότερος τών 30.000 κατοίκων) καί αυτό γιατί ούτε ή δαπάνη κατασκευής είναι μεγάλη ούτε ή δαπάνη λειτουργίας, ένw ταυτόχρονα ή λειτουργία της είναι άπλή.

Η όξειδωτική τάφρος(oxidation ditch) άποτελεϊ μία μορφή τής μεθόδου του παρατεταμένου αερισμού, πού εφαρμόζεται σέ μικρές πόλεις.

Στή μορφή αυτή ό βιολογικός άντιδραστήρας είναι ένα κλειστό δακτυλιοειδές αύλακι συνήθως έπίμηκες, τραπεζοειδοϋς διατομής στό όποιο τοποθετούνται μηχανικοί αεριστήρες, πού έκτός από τόν αερισμό, προκαλοϋν καί μία κλειστή κίνηση του νερού κατά μήκος τής τάφρου.

Τά τοιχώματα καί ό πυθμένας τής τάφρου πρέπει νά είναι στεγανά για τήν άποφυγή διεϊσδυσης τών άποβλήτων στά ύπόγεια νερά.

Άλλες μορφές της μεθόδου διαφέρουν μόνο ως προς τό σχήμα του βιολογικού αντιδραστήρα (π.χ. δεξαμενή όρθογωνικής κατόψεως) καί τόν τρόπο άερισμοϋ (έπιφανειακοί άεριστήρες, διαχυτήρες κ.λ.π.), ενώ στηρίζονται άκριβώς στό ίδιο λειτουργικό σχήμα.

Ή έγκατάσταση δέν περιλαμβάνει πρωτοβάθμια καθίζηση καί ή ίλύς έπανακυκλοφορεΐ στό σύνολό της.

5.2. Έπιλογή μεθόδου

Λόγω του μικροϋ μεγέθους της έγκαταστάσεως (πληθυσμός μελέτης = 5.500 κάτοικοι) τό βασικό κριτήριο για τήν έπιλογή της μεθόδου είναι ή άπλό-τητα καί ή οίκονομικότητα της λειτουργίας της έγκαταστάσεως σέ συνδυασμό μέ τήν οίκονομικότητα της κατασκευής.

Οί πολύπλοκες λειτουργίες κατά τόν καθαρισμό είναι όσες έχουν σχέση μέ τήν έπεξεργασία της ίλύος καί μάλιστα στίς τυπικές περιπτώσεις έπεξεργασίας λυμάτων τό αντίστοιχο κόστος μπορεΐ νά φθάσει μέχρι τό 50% του όλικού κόστους της έγκαταστάσεως.

Γιά τό λόγο αυτό βασική μας προσπάθεια είναι ή άποφυγή τέτοιων λειτουργιών.

Ή καταλληλότερη μέθοδος για τέτοιο σκοπό όπως άναφέρθηκε καί παραπάνω είναι ή μέθοδος της ένεργου ίλύος στήν μορφή του παρατεταμένου άερισμοϋ, όπου ή προκύπτουσα ίλύς είναι μικρής ποσότητας καί σταθεροποιημένη χωρίς δυνατότητα για πρᾶπερα σήψη.

Γιά τήν κλίμακα της έγκαταστάσεως πού μάς άπασχολεΐ (5.500 άτο-μων) πιο κατάλληλη θεωρεΐται ή παραλλαγή μέ:

- Τάφρο άερισμοϋ(oxidation ditch).
- Δεξαμενή τελικής καθιζήσεως

Ή τάφος μέ μηχανικούς άεριστήρες μέ όριζόντιο άξονα, είναι προτιμότερη από τήν δεξαμενή όρθογωνικής κατόψεως, για τούς ακόλουθους λόγους:

- Ή κατασκευή της τάφρου είναι άπλούστερη καί οίκονομικότερη από τήν κατασκευή μιᾶς οποιασδήποτε άλλης δεξαμενής. Στήν περίπτωση της τάφρου τό σκυρόδεμα επενδύσεως είναι άοπλο ή έλαφρά όπλισμένο μέ δομικό πλέγμα, δεδομένου ότι δέν είναι φέρον στοιχεΐο.
- Για τόν ίδιο λόγο οί έπισκευές σέ περίπτωση βλάβης είναι άπλούστερες στήν περίπτωση της τάφρου.

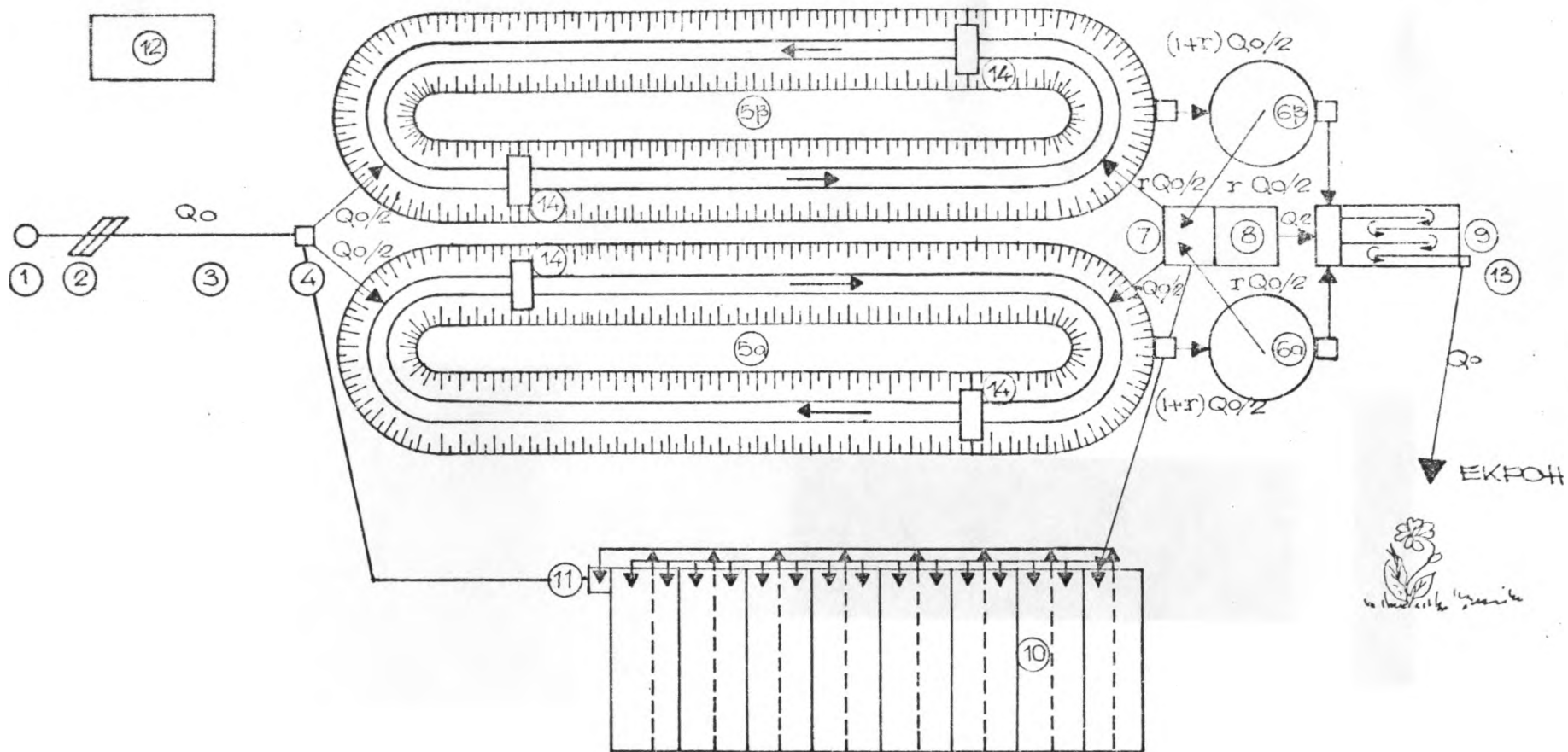
- Οί μηχανικοί αεριστήρες οριζοντίου άξονα πού χρησιμοποιούνται για τόν αεριομό και τήν κίνηση τών λυμάτων κατά τόν διαμήκη άξονα, έχουν τεχνικά πλεονεκτήματα γιατί δέν άπαιτούν έγκατάσταση άγωγών, δικλείδων, φίλτρων άέρα κ.λ.π. και ή λειτουργία τοῦ καθένα είναι άνεξάρτητη, ένῶ παράλληλα ή συντήρησή τους άπαιτεῖ μικρές σχετικά δαπάνες (βλέπε {1} σελ. 154,156).
- Ἡ κυκλική κυκλοφορία τών λυμάτων στην τάφρο δημιουργεῖ πλήρη άνά-μειξη, έτσι ώστε τό περιεχόμενο είναι άπόλυτα όμοιογενές όσον άφορᾷ τίς συγκεντρώσεις τροφής, ίλύος, μικροοργανισμών και όξυγόνου. Τό γεγονός αυτό οδηγεῖ σέ μιá σταθερή και όμοιόμορφη βιοκοινωνία μικροοργανισμών κατά μήκος τής τάφρου, πού προσαρμόζεται μέ τόν καλύτερο δυνατό τρόπο στις συνθήκες τοῦ περιβάλλοντός της.
- Για τόν ίδιο λόγο ή τάφρος είναι πλεονεκτικότερη στις διακυμάνσεις τής ύδραυλικής και ρυπαντικῆς φορτίσεως, δεδομένου ότι τά εισερχόμενα λύματα από τό δίκτυο άκαθάρτων κατανέμονται άμεσα σέ όλο τόν όγκο τής τάφρου.
- Τέλος είναι προφανή τά αισθητικά πλεονεκτήματα τής τάφρου σέ σχέση μέ όποιαδήποτε άλλη λύση.

5.3. Περιγραφή τής έγκαταστάσεως

Γιά νά είναι δυνατή ή σταδιακή κατασκευή τών έργων αλλά και για νά είναι εύκολότερη ή συντήρηση τών έργων, θά κατασκευαστοῦν δύο ίσοδύναμες παράλληλες μονάδες βιολογικοῦ καθαρισμοῦ, για πληθυσμό 2.750 κατοίκους ή κάθε μιá.

Ἡ έγκατάσταση θά άποτελεῖται από τά έξῆς μέρη:

1. Φρεάτιο εισόδου
2. Ἐσχάρα για τήν κατακράτηση εὔμεγεθῶν στερεῶν
3. Μετρητής παροχῆς
4. Φρεάτιο διανομῆς, πού μοιράζει τήν παροχή προς τίς δύο μονάδες
5. Τάφροι αερισμοῦ(2) οί όποῖες άποτελοῦν τούς βιολογικούς αντιδραστήρες
6. Δεξαμενές τελικῆς καθιζήσεως(2) στις όποῖες διαχωρίζεται τό νερό, πού έξέρχεται από τήν έγκατάσταση στον άποδέκτη, από τήν ίλύ πού καθιζάνει.
7. Ἄντλιοστάσιο ίλύος, τό όποῖο άνυψώνει τήν ίλύ από τήν δεξαμενή τελικῆς καθιζήσεως στην τάφρο αερισμοῦ.
8. Οικίσκο χλωρίσεως
9. Δεξαμενή χλωρίσεως όπου γίνεται ή άπολύμανση τών λυμάτων μέ προσθήκη χλωρίου.
10. Κλίνες ξηράνσεως στις όποῖες κατά καιρούς οδηγεῖται ή ίλύς από τίς δεξαμενές καθιζήσεως για ξήρανση.



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ | 8. ΟΙΚΙΣΚΟΣ ΧΛΟΡΙΟΣΕΩΣ |
| 2. ΕΣΥΑΡΑ ΧΕΙΡΟΚΑΘΑΡΙΖΟΜΕΝΗ | 9. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΟΡΙΟΣΕΩΣ. |
| 3. ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ | 10. ΚΛΙΜΕΣ ΣΗΡΑΝΣΕΩΣ |
| 4. ΦΡΕΑΤΙΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ | 11. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ. |
| 5. ΤΑΦΡΟΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ | 12. ΚΤΙΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ |
| 6. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΣ | 13. ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΞΟΔΟΥ |
| 7. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ | 14. ΨΗΚΤΡΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ |



11. Άντλιοστάσιο διηθήματος.
12. Κτίριο έλέγχου - Έργαστήριο
13. Φρεάτιο έξόδου καί άγωγός διαθέσεως

Τά παραπάνω φαίνονται καί στό λειτουργικό διάγραμμα.

5.4. Περιγραφή τής λειτουργίας

Τά λύματα όδηγοῦνται μέ άγωγό σέ σταθερή έσχάρα όπου κατακρατοῦνται τά εὔμεγέθη στερεά τῶν λυμάτων καί άποφεύγεται ἔτσι ό κίνδυνος έμφράξεως στά κατάντη τής έσχάρας ἔργα έπεξεργασίας. Άπό τήν έσχάρα τά λύματα όδηγοῦνται στό φρεάτιο διανομής άφου προηγουμένως περάσουν άπό ειδικό άνοικτό άγωγό για τήν μέτρηση τής παροχής τους(PARSHALL FLUME). Άπό τό φρεάτιο διανομής τά λύματα όδηγοῦνται στίς τάφρους άερισμοῦ.

Στίς τάφρους άερισμοῦ καί στίς δεξαμενές τελικῆς καθιζήσεως πραγματοποιεῖται ό βιολογικός καθαρισμός τῶν λυμάτων.

Στήν τάφρο άερισμοῦ πραγματοποιεῖται ή βιοχημική όξειδωση τῶν τροφῶν σέ άνόργανες ὕλες. Η όξειδωση πραγματοποιεῖται άπό τούς άερόβιους μικροοργανισμούς, οί όποιοι περιέχονται μέσα στό ὑγρό τής τάφρου. Στή συνέχεια τό ὑγρό όδηγεῖται στή δεξαμενή τελικῆς καθιζήσεως, στήν όποία καθιζάνει ή ίλύς καί έπαναφέρεται στήν τάφρο άερισμοῦ (έπανακυκλοφορία). Μέ αυτό τόν τρόπο οί μικροοργανισμοί πού βρίσκονται στήν ίλύ έπανερχονται στήν τάφρο.

Γιά νά πραγματοποιηθεῖ ή όξειδωση τῶν τροφῶν άπαιτεῖται παροχή όξυγόνου, ή όποία έπιτυγχάνεται μέ μηχανικούς άεριστήρες μέ όριζόντιο άξονα(βοῦρτσες) κάθετο στόν άξονα τής τάφρου. Οί κύλινδροι κατά τήν περιστροφή τους, προκαλοῦν άνάμειξη τοῦ ὑγροῦ τής τάφρου μέ τόν άτμοσφαιρικό άέρα καί παράλληλα προσδίδουν στό ὑγρό ταχύτητα τής τάξης 0,3 μ/δλ. Μέ τήν κίνηση τοῦ ὑγροῦ έπιτυγχάνεται πλήρης μείξη καί όμοιομορφία συγκεντρώσεως, πράγμα πού εῖναι πολύ θετική λειτουργική συνθήκη για τήν όξειδωση.

Όταν ή συγκέντρωση αἰωρούμενων στερεῶν φθάσει σέ μεγάλα επίπεδα, ή ίλύς ἔχει άποικοδομηθεῖ σέ πολύ μεγάλο βαθμό, όποτε άπό τήν δεξαμενή τελικῆς καθιζήσεως όδηγεῖται στίς κλίνες ξηράσεως. Η μέση ήλικία τής έξερχομένης ίλύος εῖναι περίπου 30 ήμέρες. Μετά τήν καθίζηση τής ίλύος στήν δεξαμενή καθιζήσεως τό έξυγισμένο ὑγρό τῶν λυμάτων όδηγεῖται μέ τήν βοήθεια περιφερειακοῦ ὑπερχειλιστή στήν δεξαμενή χλωρίωσης όπου γίνεται ή άπολύμανση τῶν βιολογικά έξυγισμένων λυμάτων μέ τήν προσθήκη μίγματος άερίου χλωρίου καί νεροῦ Σέ μικρές έγκαταστάσεις ή για ειδικές χρήσεις άντί άερίου χλωρίου χρησιμοποιοῦνται για τήν χλωρίωση ένώσεις τοῦ χλωρίου ὅπως τό ὑποχλωριῶδες νάτριο καί τό ὑποχλωριῶδες άσβέστιο.

Ἐκ τῆς δεξαμενῆς χλωρίωσης τὰ λύματα ὁδηγοῦνται τελείως ἐπεξεργασμένα πλέον σὺν τελικῷ ἀποδέκτη.

Ἡ ἐγκατάσταση χλωρίωσης στεγάζεται σὲ ἰδιαίτερο οἰκίσκο ὅπου πραγματοποιεῖται καὶ ἡ ἀποθήκευση τῶν δοχείων χλωρίου. Ἡ θερμοκρασία τοῦ χώρου χλωρίωσης διατηρεῖται συνήθως ὄχι κάτω τῶν 20⁰ C. Ἀναγκαῖα εἶναι ἐπίσης ἡ λήψη μέτρων γιὰ τὴν περίπτωση διαφυγῶν χλωρίου.

5.5. Διάθεση ἰλύος

Ἡ ἰλύς μετὰ τὴν ξήρανση μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ ὡς λίπασμα ἢ νὰ ἀπορριφθεῖ σὲ ὁποιαδήποτε χωματερή. Πρόβλημα δὲν ὑπάρχει λόγω τῶν μικρῶν ποσοτήτων τῆς ἰλύος.

5.6. Μελλοντικὲς δυνατότητες πρόσθετου καθαρισμοῦ

Στὸ μέλλον, μετὰ τὴν παρατήρηση τῆς συμπεριφορᾶς τοῦ ὑποδοχέα (χειμάρου Μ.) εἶναι δυνατὸ νὰ προκύψουν πρόσθετες ἀνάγκες χημικοῦ καθαρισμοῦ τῶν ἐπεξεργασμένων λυμάτων πρὶν τὴν διάθεσή τους.

Οἱ ἀνάγκες αὐτές θὰ ἐξαρτηθοῦν καὶ ἀπὸ τὴν μελλοντικὴ χρήση τῶν ὑδάτων τοῦ ὑποδοχέα.

Μία ἀπὸ τίς ἀνάγκες ποὺ φαίνεται ἤδη πιθανὴ νὰ προκύψει εἶναι ἡ ἀνάγκη ἀφαιρέσεως τῶν νιτρικῶν καὶ φωσφορικῶν ἀπὸ τὰ ἐπεξεργασμένα λύματα, γιὰ τὴν ἀποφυγὴ ἀναπτύξεως εὐτροφίας σὺν ὑποδοχέα.

Ἡ πιὸ πρόσφορη λύση στὴν περίπτωση αὐτὴ θὰ εἶναι ἡ χημικὴ κατακρήμνιση τῶν πιὸ πάνω οὐσιῶν μὲ προσθήκη καταλλήλων χημικῶν ἐνώσεων.

Τὸ ἐνδεχόμενον αὐτὸ λήφθηκε ὑπόψη κατὰ τὴν ἐκπόνηση τῆς γενικῆς διατάξεως στὴν παρούσα προμελέτη, ὥστε νὰ μπορεῖ ἡ ἐγκατάσταση νὰ περιλαμβάνει τὴν πρόσθετη βαθμίδα χημικοῦ καθαρισμοῦ χωρὶς μετατροπές καὶ προσθήκες στὰ δομικὰ ἔργα. Συγκεκριμένα ἡ βαθμίδα αὐτὴ θὰ μπορεῖ νὰ πραγματοποιηθεῖ σὺν προθάλαμο τῆς δεξαμενῆς χλωρίωσης.

6. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΡΓΩΝ

6.1. Έσχαρά κατακρατήσεως εὐμεγεθῶν στερεῶν

Τοποθετεῖται κεκλιμένη με γωνία 45° καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ σιδερένιες ράβδους Φ 20 χιλ. Ἡ ἐσχάρα ὑπολογίζεται γιὰ τὴν συνολικὴ παροχὴ 40ετίας $Q = 37,5$ λ/δλ.

Γιὰ βάθος ροῆς 20 ἐκ. καὶ ταχύτητα 0,9 μ/δλ προκύπτει καθαρὸ πλάτος $\frac{0,0375}{0,9 \times 0,2} = 0,21$ μ.

Ἐκλέγεται διάκενο 19 χιλ.

Ἀριθμὸς διακένων $0,21/0,019 = 11$.

Συνολικὸ πλάτος ἐσχάρας $12 \times 20 + 11 \times 19 = 449$ χιλ.

Πλάτος διώρυγας 0,45 μ.

6.2. Μετρητὴς παροχῆς

Ἡ μέτρηση τῆς παροχῆς γίνεται σὲ εἰδικὰ κατασκευασμένο τμήμα τῆς διώρυγας τύπου PARSHALL FLUME, με τὴν βοήθεια εἰδικοῦ μηχανισμοῦ ἐξοπλισμένου με πλωτῆρα πού τοποθετεῖται ἀμέσως μετὰ τὴν ἐσχάρα.

Τὸ εὖρος τῶν παροχῶν τοῦ μετρητῆ εἶναι 2 λ/δλ- $37,5$ λ/δλ= $0,07 \approx 1$ cfs.

Ἀπὸ τὸ OPEN CHANNEL HYDRAULICS (VEN TE CHOW) {6} σελ.73 ἐκλέγεται ὁ πρῶτος τύπος με $W = 3 \text{ in} = 0,076$ M.

Οἱ ἀντίστοιχες διαστάσεις γιὰ $W = 0,076$ εἶναι (σέ μ.)

$A = 0,467,$	$2/3A = 0,311,$	$B = 0,457,$	$C = 0,178,$
$D = 0,259,$	$E = 0,610,$	$F = 0,152,$	$G = 0,305,$
$K = 0,025,$	$N = 0,057,$	$R = 0,406,$	$M = 0,305,$
$P = 0,768,$	$X = 0,025,$	$Y = 0,038$	(βλέπε {6}).

Ὀλικὸ μῆκος $M+B+F+G = 0,305+0,457+0,152+0,305 = 1,219$ μ.

Τὰ παραπάνω μῆκη φαίνονται στὸ ἀντίστοιχο σχέδιο.

6.3. Τάφοι ἀερισμοῦ

Γίνονται οἱ παρακάτω παραδοχές γιὰ τίς μεταβλητές σχεδιασμοῦ τῶν ταφρῶν σύμφωνα με τὴν διεθνῆ βιβλιογραφία {2}, {3} , {4} .

- Φόρτιση χώρου $0,35$ Kg BOD_5/μ^3 ἡμ.
- Φόρτιση ξηρᾶς οὐσίας $0,1$ Kg BOD_5/Kg ἰλ.ἡμ.
- Φορτίο ὀξυγόνου $2,2$ Kg $O_2 / \text{Kg } BOD_5$.

Σύμφωνα με τὰ παραπάνω ὁ ὄγκος κάθε μιᾶς τάφρου προκύπτει

$$\frac{0,064 \times 2750}{0,35} = 502 \approx 500 \mu^3.$$

Οἱ καμπύλες ἔχουν ἀκτίνα 5,00 μ., τὸ βάθος τῆς τάφρου εἶναι 1,00-1,50 μ. καί ἡ ταχύτητα τῶν λυμάτων εἶναι 0,30-0,50 μ/δλ.

Ἐκλέγοντας τραπεζοειδῆ διατομή με πλάτος πυθμένα 1,5 μ., κλίση πρανῶν 1:1,5 (κατ:ὀριζ) καί βάθος 1,2 μ. ἔχουμε:

$$\text{Πλάτος στήν ἐπιφάνεια: } 1,5 + 2 \times (1,2 \times 1,5) = 5,10 \mu.$$

$$\text{Ἐμβαδὸ διατομῆς: } 1/2 \times (5,10 + 1,50) \times 1,20 = 3,96 \mu^2.$$

$$\text{Ἀπαιτούμενο μῆκος τάφρου: } \frac{500}{3,96} = 126,3 \mu.$$

Μῆκος καμπύλων τμημάτων (γιά ἀκτίνα καμπυλότητας 5μ.) :

$$2 \times (3,14 \times 5,0) = 2 \times 15,70 = 31,4 \mu.$$

$$\text{Ἀπαιτούμενο μῆκος εὐθυγράμμων τμημάτων: } 126,3 - 31,4 = 94,9 \mu.$$

$$\text{Μῆκος κάθε τμήματος: } 94,9 / 2 = 47,4 \approx 48,0 \mu.$$

Ἡ τάφος θά κατασκευασθεῖ με συνολικό βάθος 1,5 μ. (0,3 ἐλεύθερο ὕψος) ὁπότε τὸ ἀντίστοιχο πλάτος στήν ἐπιφάνεια προκύπτει $1,5 + 2 \times 1,5 \times 1,5 = 6,00 \mu$.

6.4. Μηχανικοὶ ἀεριστήρες (βοῦρτσες)

Ὅπως ἤδη ἀναφέρθηκε ἡ διαστασιολόγηση θά γίνει με βάση τὴν παραδοχὴ φορτίου ὀξυγόνου 2,2 Kg O₂/Kg BOD₅.

$$\text{Ἡμερήσια ποσότητα BOD}_5 = 352 \text{ Kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{Συνολικὴ παροχὴ ὀξυγόνου } 2,2 \text{ Kg O}_2/\text{BOD}_5 \times 352 \text{ Kg BOD}_5 &= 2,2 \text{ Kg O}_2/\text{Kg BOD}_5 \times \\ &\times 352 \text{ Kg BOD}_5/\eta\mu \times 1/24 \eta\mu/\omega\rho = 32,27 \text{ Kg O}_2/\omega\rho. \end{aligned}$$

$$\text{Γιά κάθε τάφρο ἀπαιτοῦνται } 32,27/2 \text{ Kg}/\omega\rho = 16,13 \text{ Kg O}_2/\omega\rho.$$

Θά τοποθετηθοῦν 2 κύλινδροι μήκους 3,0 μέτρων, ἤτοι συνολικοῦ μήκους 6 μ. γιά κάθε τάφρο, με παροχὴ ὀξυγόνου ἀνά μέτρο, 2,70 Kg O₂/μ.ῶρα. Ἀπὸ διαγράμματα παροχῆς ὀξυγόνου συναρτήσῃ τῆς ἰσχύος προκύπτει ὅτι ἡ ἀπαιτούμενη ἰσχύς εἶναι 1,5 Kw/μέτρο, δηλαδή ἐγκατεστημένη ἰσχύς κάθε κυλίνδρου $1,5 \times 3 = 4,5 \text{ Kw}$.

Ἄρα συνολικὴ ἰσχύς γιά τὴν μία τάφρο 9Kw καί γιά τίς δύο τάφρους 18 Kw.

6.5. Δεξαμενή τελικής καθιζήσεως

Υπολογίζεται μέ υδραυλικό φορτίο 20 μ3/μ2/ημ. Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής εκλέγεται ίσος μέ 3 h.

Παροχή ύπολογισμοῦ (δέν λαμβάνεται υπ'όψη ή επανακυκλοφορία ιλύος).

$$Q = \frac{27,5}{2} = 13,75 \text{ λ/δλ} = 1188,00 \text{ μ3/ημ.}$$

Απαιτούμενη επιφάνεια δεξαμενής: $\frac{1188,00}{20} = 59,40 \text{ μ2.}$

Απαιτούμενη διάμετρος: $D = \sqrt{\frac{59,40}{0,785}} = 8,70 \text{ μ.}$

Εκλέγεται διάμετρος $D = 9,00 \text{ μ.}$

Η δεξαμενή μορφώνεται σέ σχήμα κολουροκωνικό (χωνιοῦ) δεδομένου ότι δέν θά χρησιμοποιηθοῦν μηχανικοί σαρωτές ιλύος, μέ ελάχιστο βάθος στήν περίμετρο 1,40 μ. καί κλίση γενέτειρας κώνου 1:1,2 (όριζ:κατακ). Η διάμετρος στόν πυθμένα τής δεξαμενής εκλέγεται ίση μέ 0,5 μ.

Μέ βάση αὐτά ό όγκος τής δεξαμενής προκύπτει:

α) Όγκος κυλίνδρου: $1,40 \times 9,0^2 \times 3,14 / 4 = 89,02 \text{ μ}^3.$

β) Όγκος κολουρού κώνου (μέχρι βάθους 2,5 μ. από τόν πυθμένα, στό όποιο φτάνει τό στόμιο είσόδου, βλ. σχέδιο)

$$\frac{3,14 \times (4,8 - 2,5)}{3} (4,5^2 + 2,5^2 + 4,5 \times 2,5) = 90,92.$$

Σύνολο: $89,02 + 90,92 = 179,94.$

Τελικά ό χρόνος παραμονής προκύπτει $t = \frac{V}{Q} = \frac{179,94}{0,01375 \times 3600} = 3,6 \text{ h.}$

Διάμετρος στομίου: Συνήθως είναι ίση μέ 15%-20% τής διαμέτρου τής δεξαμενής (βλέπε {3} σελ, 529). Εκλέγεται $d = 1,5 \text{ μ.} = 17\% D.$

Τό στόμιο φθάνει μέχρι βάθους 2,5 μ. από τόν πυθμένα.

6.6. Δεξαμενή χλωριώσεως

6.6.1. Διαστάσεις

Η εξασφάλιση τοῦ απαιτούμενου χρόνου επαφής λυμάτων-χλωρίου καί ή καλή μίξη είναι τά βασικά κριτήρια σχεδιασμοῦ τής δεξαμενής χλωριώσεως. Επειδή ένας συνηθισμένος τύπος δεξαμενής πού εξασφαλίζει τούς δύο αὐτούς όρους είναι ό μαιανδρικός (διάταξη κατακορύφων τοιχείων μέσα στήν δεξαμενή) εκλέγεται αὐτός.

Ο απαιτούμενος χρόνος επαφής λυμάτων-χλωρίου είναι 15-30 min καί ή όριζόντια ταχύτητα τών λυμάτων στήν δεξαμενή πρέπει νά είναι τουλάχιστον 1,5-4,5 μ/λ, ώστε νά μήν πραγματοποιειται σοβαρή καθίζηση στερεών.

Ἡ δεξαμενή χλωρίωσης ὑπολογίζεται γιὰ τὴν μέγιστη παροχὴ $Q_{\max}=27,5\lambda/\delta\lambda$ καί γιὰ χρόνον ἐπαφῆς ἀπὸ τῆς εἰσόδου τοῦ χλωρίου μέχρι τῆς διαθέσεως τῶν λυμάτων $t = 20 \text{ min.}$

$$\text{Ἄρα } V = 27,5 \times \frac{60}{1000} \times 20 = 33,00 \mu^3.$$

$$\text{Δεχόμεστε ταχύτητα } v = 2,0 \mu/\lambda \quad \text{ἄρα } L = 2 \times 20 = 40.$$

Γιὰ τὴν καλύτερη μίξη διατάσσουμε 4 κατακόρυφα τοιχεῖα ἄρα

$$5 \cdot S = L = 40 \rightarrow S = 8 \mu.$$

$$\text{Γιὰ ὠφέλιμο βάθος } h = 1,00 \mu. \text{ προκύπτει } b = \frac{33}{8,0 \times 1,0} = 4,13 \mu.$$

Τελικὰ ἐκλέγεται δεξαμενὴ ὀρθογωνικῆς κατόψεως διαστάσεων $8,0\mu \times 4,50\mu.$, πού χωρίζεται σὲ 5 θαλάμους (βλέπε σχέδιο).

6.6.2. Χλωρίωση

Ἡ χλωρίωση ὅπως προαναφέρθηκε γίνεται μὲ προσθήκη μίγματος ἀερίου χλωρίου καί νεροῦ. Οἱ ἀπαιτούμενες δόσεις χλωρίου ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὰ χαρακτηριστικά τῶν λυμάτων. Στὴν περίπτωσι λυμάτων προερχομένων ἀπὸ καθαρισμὸ μὲ τὴν μέθοδο τῆς ἐνεργοῦ ἰλύος ἡ ἀπαιτούμενη δόσι χλωρίου κυμαίνεται μεταξὺ 2 καί 8 mg/λ (βλέπε {3}, TABLE 11-8).

6.7. Ἐπανακυκλοφορία ἰλύος - Ἴσχύς ἀντλιῶν

Τὸ ποσοστὸ τῆς ἐπανακυκλοφορίας καθορίζεται σὲ 100% τῆς θερινῆς παροχῆς ἀκαθάρτων $14,4 \lambda/\delta\lambda = 51,8 \mu^3/\omega\rho.$

Τὸ μανομετρικὸ ὕψος τῶν ἀντλιῶν ὑπολογίζεται σὲ $0,39 \mu.$ (βλ. κεφάλαιο 6).

Ἄρα ἡ συνολικὴ ἰσχύς προκύπτει, θεωρώντας $n = 0,5$

$$N_P = \frac{14,4 \times 0,39}{75 \times 0,5} = 0,15 \text{ PS.}$$

Τοποθετοῦνται δύο ἀντλίες τῶν $0,5 \text{ PS}$ καί μία ἴδια ἐφεδρική.

6.8. Κλίνες ξηράνσεως

Ἀπὸ ἐμπειρικά δεδομένα γιὰ τίς Ἑλληνικὲς κλιματικὲς συνθῆκες ἀπαιτοῦνται $0,08 \mu^2$ ἕως $0,14 \mu^2$ ἀνά κάτοικο, ὅπου ἡ μικρότερη τιμὴ ἀναφέρεται σὲ ἐπεξεργασμένη ἰλύ.

Χρησιμοποιώντας ἐδῶ τὴν τιμὴ $0,1 \mu^2/\text{κάτοικο}$ προκύπτει ἐπιφάνεια $0,1 \times 5.500 = 550 \mu^2.$

Θὰ κατασκευασθοῦν 8 κλίνες διαστάσεων $5,0 \times 14,0$ ἢ κάθε μιά μὲ συνολικὴ ἐπιφάνεια $8 \times 5,0 \times 14,0 = 560 \mu^2.$

6.9. Άντλιοστάσιο διηθήματος

Ἡ ποσότητα τοῦ διηθήματος ἀπὸ τὶς κλίνες ξηράνσεως εἶναι μικρή. Τὰ διηθήματα θὰ συγκεντρώνονται σὲ φρεάτιο, ἀπ' ὅπου θὰ ἀντλοῦνται κατὰ καιροὺς σὲ φρεάτιο διανομῆς μὲ μία ἀντλία ἰσχύος 0,5 PS.

7. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

7.1. Χρονικές φάσεις κατασκευής

Δεδομένου ότι το δίκτυο ακαθάρτων της πόλεως δεν μπορεί εκ των πραγμάτων να κατασκευαστεί σε μία φάση, προτείνεται η κατασκευή της εγκαταστάσεως καθαρισμού να γίνει σε δύο φάσεις, ακολουθώντας τις δύο φάσεις του δικτύου ακαθάρτων.

Η πρώτη φάση θα δημοπρατηθεί ταυτόχρονα με τη δημοπράτηση της Α'φάσεως δικτύων και θα περιλαμβάνει τα πιο κάτω έργα:

- Φρεάτιο εισόδου
- Έσχάρα
- Μετρητή παροχής
- Τάφρο αερισμού(1)
- Δεξαμενή τελικής καθιζήσεως(1)
- Αντλιοστάσιο ύψους
- Οικόσκη χλωρίωσης
- Κλίνες ξηράσεως(4)
- Αντλιοστάσιο διηθήματος
- Οικόσκη έλέγχου
- Έργο διαθέσεως,
καθώς και τον απαραίτητο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.

Με τα έργα αυτά θα εξυπηρετείται πληθυσμός 2.750 κατοίκων(περίπου όσος ο σημερινός πληθυσμός).

Η δεύτερη φάση θα δημοπρατηθεί με τη συμπλήρωση των άγωγών ακαθάρτων Β'φάσεως ή και νωρίτερα αν αποδειχτεί ότι οι ανάγκες δεν καλύπτονται από την πρώτη μονάδα, θα περιλαμβάνει τα εξής έργα:

- Τάφρο αερισμού(1)
- Δεξαμενή τελικής καθιζήσεως(1)
- Κλίνες ξηράσεως(4)
- καθώς και τον απαραίτητο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.

Ο διαχωρισμός αυτός των έργων σε δύο φάσεις, εκτός από τα προφανή οικονομικά πλεονεκτήματα, δίνει και τη δυνατότητα να γίνουν οι αναγκαίες τροποποιήσεις στην κατασκευή των έργων Β'φάσεως, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις από τη λειτουργία της πρώτης μονάδας, αλλά και τη δυνατότητα να εφαρμοστούν τυχόν νεώτερες κατακτήσεις της τεχνολογίας.

7.2. Προϋπολογισμός των έργων

Στό τεύχος των οικονομικών στοιχείων έχει καταρτιστεί ένδεικτικός προϋπολογισμός που συνοπτικά δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

	A'φάση	B'φάση	Σύνολο
1. Έργα Πολιτικού Μηχανικού	5.736.240	1.907.381	7.643.621
Γ.Ε. & Ο.Ε.	1.032.523	343.329	1.375.852
Άπόβλεπτα	631.237	349.290	980.527
-----	-----	-----	-----
Σύνολο 1	7.400.000	2.600.000	10.000.000
-----	-----	-----	-----
2. Ηλεκτρομηχανολογικός			
Έξοπλισμός	5.090.000	2.495.000	7.585.000
Γ.Ε. & Ο.Ε.	916.200	449.100	1.365.300
Άπόβλεπτα	593.800	455.900	1.049.700
-----	-----	-----	-----
Σύνολο 2	6.600.000	3.400.000	10.000.000
-----	-----	-----	-----
3. Απαλλοτριώσεις	1.000.000	---	1.000.000
-----	-----	-----	-----
ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΕΝΔΥΜΕΝΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	15.000.000	6.000.000	21.000.000
-----	-----	-----	-----

7.3. Δαπάνη σέ συνάλλαγμα

Οί δαπάνες σέ ξένο συνάλλαγμα έκτιμώνται στό παρακάτω ύψος:

Έργα Α'φάσεως	1.900.000
Έργα Β'φάσεως	1.300.000
-----	-----
Σύνολο	3.200.000

7.4. Έτήσια Οικονομική Έπιβάρυνση

Η έτήσια οικονομική έπιβάρυνση τών έργων καί τών δύο φάσεων ύπολογίστηκε στό τεύχος οικονομικών στοιχείων συνολικά σέ 2.968.760 δρχ κάθε χρόνο ή ανά κάτοικο σέ 540 δρχ. τόν χρόνο.

Γιά τόν ύπολογισμό τών παραπάνω έπιβαρύνσεων έχουν ληφθει υπόψη τά παρακάτω κονδύλια:

- Απαλλοτριώσεις
- Απόσβεση τών δαπανών κατασκευής σέ 40 χρόνια μέ έπιτόκιο 10%
- Αντικατάσταση ήλεκτρομηχανολογικού έξοπλισμού σέ 20 χρόνια
- Δαπάνες σέ ένέργεια καί αναλώσιμα ύλικά
- Δαπάνες σέ προσωπικό
- Δαπάνες συντηρήσεως.

8. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

8.1. Γενικά

Οί άγωγοί θά είναι γενικά άπό Ρ.Υ.Σ. όνομαστικής πιέσεως 6 άτμ.

Γιά τούς ύπολογισμούς χρησιμοποιούνται πίνακες βασισμένοι στόν τύπο του COLLEBROOK καί για συντελεστή τραχύτητας $K = 0,007 \mu\text{m}$.

Γιά τή διακίνηση τής ίλύος οί ύδραυλικές άπώλειες αύξάνονται κατά 20% έως 50%.

Οί παροχές φαίνονται στόν παρακάτω πίνακα:

Άγωγός	Μέση παροχή l/sec	Μέγιστη παροχή l/sec
I	$1/2 \times 14,4 = 7,2$	$1/2 \times 27,5 = 13,8$
II	$1/2 \times (14,4+14,4) = 14,4$	$1/2 \times (14,4+27,5) = 20,9$
III	14,4	27,5
IV	—	37,5
V	7,2	7,2
VI	7,2	7,2

8.2. Άγωγός I. Μήκος $l = 7,0 \mu$. Φ 160-149,2

	Μέση παροχή	Μέγιστη παροχή
Παροχή Q	7,2 l/sec	13,8 l/sec
Ταχύτητα V	0,41 m/sec	0,78 m/sec
Κλίση ένεργείας	$J = 1,2 \times 10^{-3}$	$J = 3,7 \times 10^{-3}$
Γραμμικές άπώλειες	0,01 m	0,03 m
Τοπικές άπώλειες ($K=1,5$)	0,01 m	0,05 m
Σύνολο άπωλειών	0,02 m	0,08 m

Γιά άνωτάτη στάθμη στην τάφρο άέρισμού

Α.Σ.Υ: 226,65 m , προκύπτει

Α.Σ.Υ. φρεατίου διανομής: $226,65+0,08 = 227,73$.

8.3. Άγωγοί II + II'. Συνολικό μήκος $l = 12 \text{ m}$ Φ 160-149,2

	Μέση παροχή	Μέγιστη παροχή
Παροχή Q	14,4 l/sec	20,95 l/sec
Ταχύτητα V	0,81 m/sec	1,18 m/sec

Κλίση ενέργειας	$1,2 \times 4 \times 10^{-3} = 4,8 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 7,5 \times 10^{-3} = 9 \times 10^{-3}$
Γραμμικές απώλειες	0,06 m	0,11 m
Τοπικές απώλειες (K=3,0)	0,10 m	0,21 m
Σύνολο απωλειών	0,16 m	0,32 m

Για ανώτατη στάθμη στην τάφρο 226,65, έπεται ότι:

A.Σ.Υ. δεξαμενής τελ. καθιζήσεως $226,65 - 0,32 = 226,33$.

8.4. Υδραυλικοί υπολογισμοί στη διώρυγα δεξαμενών καθίζησης

$Q = 13,8 \text{ l/sec.}$

Θεωρώ $S = 0$ και $b = 0,30 \text{ m}$ και h στη θέση του φρεατίου $h = 0,20 \text{ m}$.
 Από τον τύπο $h_0 = \sqrt{h^2 + \frac{2Q^2}{gb^2h}}$ έχω $h_0 = \sqrt{0,20^2 + \frac{2 \times 0,0138^2}{9,81 \times 0,30^2 \times 0,20}} = 0,21$.

Ανώτατη στάθμη στο κανάλι του υπερχειλιστή: $226,00 + 0,21 = 226,21$.

8.5 Αγωγός III Μήκος $l = 9 \text{ m}$ $D = 20 \text{ cm}$

	<u>Μέση παροχή</u>	<u>Μεγίστη παροχή</u>
Παροχή Q	14,4 l/sec	27,5 l/sec
Ταχύτητα V	0,46 m/sec	0,88 m/sec
Κλίση ενέργειας	$1,4 \times 10^{-3}$	$4,4 \times 10^{-3}$
Γραμμικές απώλειες	0,01 m	0,04 m
Τοπικές απώλειες (K=1,5)	0,02 m	0,06 m
Σύνολο απωλειών	0,03 m	0,10 m

Για ανώτατη στάθμη στο φρεάτιο 226,20 m, προκύπτει

A.Σ.Υ. στη δεξαμενή χλωρίωσης $226,20 - 0,10 \text{ m} = 226,10 \text{ m}$.

8.6. Αγωγός IV (έλευθερης ροής) $L = 60 \text{ m}$.

Κλίση $I = 3,33 \text{ ‰}$.

$Q = 37,5 \text{ l/sec}$ $\Phi 400 (D = 0,38 \text{ m})$

$Q_0 = 97,3 \text{ l/sec}$ $V_0 = 0,86 \text{ m/sec}$

$Q/Q_0 = 0,39$ $Y/D = 0,43 < 0,5$ $Y = 0,16 \text{ m}$.

$V/V_0 = 0,93$ $V = 0,80 \text{ m/sec} < 3,00 \text{ m/sec}$

$V_{10\%} = 0,54 \text{ m/sec} > 0,30 \text{ m/sec}$.

8.7. Αγωγοί διακινήσεως ιλύος V και VI

Συνολικό μήκος 30 m. $\Phi 160-149,2$

Παροχή $Q = 7,2 \text{ l/sec}$

Ταχύτητα $V = 0,41 \text{ m/sec}$

Κλίση $J = 1,2 \times 10^{-3} \times 1,5 = 1,80 \times 10^{-3}$

Γραμμικές απώλειες	0,05 m.
Τοπικές απώλειες (K = 2)	0,02 m
Όλικές απώλειες	$0,5 + 0,02 = 0,07$ m.
Μανομετρικό ύψος άντλίας:	$(226,65 - 226,33) + 0,07 = 0,39$ m.

ΣΗΤΕΙΑ - ΙΟΥΛΙΟΣ 1981

Η ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

ΕΙΡΗΝΗ ΚΑΡΑΚΩΣΤΗ
ΔΙΠΛ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝ

Ο ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ

Γ. ΚΟΥΚΟΥΡΑΚΗΣ & ΣΥΝ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δ. Χριστούλα: "ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΠΕΙΘΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ" Έκδ.Ε.Μ.Π.,
Αθήνα 1977.
2. Martz: "ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ" τόμος 3 "ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΛΥΜΑΤΩΝ" Έλληνική
Έκδοση Μ.Γκιούρδα, Αθήνα 1977.
3. Metcalf and Eddy: "WASTEWATER ENGINEERING", McGraw Hill Co, New Delhi 1974.
4. G.M.Fair, J.C.Geyer, D.A.Okun : "WATER AND WASTEWATER ENGINEERING" Vol.2
"WATER PURIFICATION AND WASTEWATER TREATMENT AND DISPOSAL", John Wiley and
Sons, Inc., New York 1968.
5. J.W.Clark - Viessman, M.J.Hammer: "WATER SUPPLY AND POLLUTION CONTROL",
Thomas Crowell Co, New York 1977.
6. Ven te Chow: "OPEN CHANNEL HYDRAULICS".