

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
**ΤΑΜΕΙΟ ΑΡΧ/ΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΑΠΑΛΛΟΤΡΙΩΣΕΩΝ**  
**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ ΚΤΗΡΙΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ**

**ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ**  
**ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΔΗΛΟΥ**



**ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ**

**ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2016**

## A. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ

### 1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΜΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

#### 1.1 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η επισκεψιμότητα του αρχαιολογικού χώρου της Δήλου παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις κατά την περίοδο λειτουργίας του.

Στον πίνακα που ακολουθεί επιχειρείται και δίνεται μια εκτίμηση της προβλεπόμενης πληθυσμιακής εξέλιξης (επισκεψιμότητας) στον αρχαιολογικό χώρο νήσου Δήλου.

Πίνακας 1.1-1: Πρόβλεψη Πληθυσμιακής εξέλιξης στον αρχαιολογικό χώρο

Α/Α	2013	2014	2015	2016*	3% αύξηση ετησίως	
					2026	2036-2056
Ιαν.	13	12	24	25	35	45
Φεβ.	16	30		0	0	0
Μαρ	730	183	102	105	141	188
Απρ	4.321	5.418	6.894	7.101	9.543	12.826
Μαϊ	13.682	18.089	21.573	22.220	29.862	40.133
Ιουν	15.256	19.857	25.350	26.111	35.090	47.159
Ιουλ	13.906	21.022	21.381	22.022	29.597	39.776
Αυγ	15.133	19.015	19.318	19.898	26.741	35.938
Σεπ	20.534	23.667	25.765	26.538	35.666	47.931
Οκτ	10.319	11.443	13.520	13.926	18.715	25.152
Νοε	1.973	772	467	481	646	868
Δεκ		17	7	7	7	7
Έτος	95.883	119.525	134.401	138.434	186.043	250.023

\*Εκτίμηση

#### 1.2 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ο σχεδιασμός των έργων έγινε σύμφωνα με το Π.Δ. 696/74 για την 40ετία.

### 2. ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

#### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το μελετούμενο δίκτυο αποχέτευσης περιλαμβάνει το δίκτυο εκτός κτιρίων τα απαραίτητα φρεάτια σύνδεσης των κτιρίων, αλλαγής κατεύθυνσης, συλλογής, τα υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα για την ανύψωση των λυμάτων, όπου αυτό απαιτείται προς την προβλεπόμενη εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων.

Τα κτίρια και οι περιοχές που θα συνδεθούν στο δίκτυο αποχέτευσης είναι:

- Κτήριο υποδοχής επισκεπτών (εκδοτήριο-πωλητήριο-χώροι υγιεινής) (Ζώνη 1)
- Κτήριο Μουσείου (Ζώνη 2)
- Κτήριο Αναψυκτηρίου και εφορείου (Ζώνη 3)

#### 2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Τα λύματα συλλέγονται από τις παραπάνω ζώνες από κατάλληλα φρεάτια συνοδευόμενα από μηχανοσίφωνα για την αποφυγή επιστροφών οσμών, τρωκτικών κλπ.

Το αποχετευτικό δίκτυο οδεύει υπογείως ξεχωριστά από τα υπόλοιπα δίκτυα. Το δίκτυο συλλέγει τις απορροές από τις παραπάνω ζώνες και τις οδηγεί βαρυτικά σε 3 ξεχωριστές δεξαμενές συλλογής και αποθήκευσης υγρών αποβλήτων και από εκεί τα λύματα διοχετεύονται πιεστικά προς την μονάδα επεξεργασίας.

Οι βαρυτικοί αγωγοί αποχέτευσης θα είναι εξολοκλήρου από U-PVC σειράς 41 κατά EN 476 και EN 1401-1 ονομαστικής διαμέτρου Φ110.

Οι καταθλιπτικοί αγωγοί θα είναι εξολοκλήρου από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο τρίτης γενιάς κατά EN 12201-2 και DIN 8074/8075 περιφερειακής τάσης 8.0 MPA και ονομαστικής πίεσης 16 bar (SDR 11) και εσωτερικής διαμέτρου Φ40 και 50 mm .

Το μέσο βάθος εκσκαφής σκάμματος για έργα αποχέτευσης γίνεται συνήθως σε τουλάχιστον 1,0m. Όπου η χάραξη του δικτύου αποχέτευσης συναντά τις χαράξεις των υπολοίπων δικτύων, ο αγωγός περνά βαθύτερα ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης των υδάτων ή διάβρωσης των καλωδίων, από τυχόν αστοχία. Στην περίπτωση ωστόσο του αρχαιολογικού χώρου της Δήλου και λόγω των περιορισμών στις εκσκαφές, οι αγωγοί τοποθετούνται σε όρυγμα πλάτους μόλις 0,20m και μεταβλητού βάθους που λόγω των περιορισμών δεν θα ξεπερνούν τα 30 εκατοστά. Ο πυθμένας του ορύγματος διαστρώνεται με άμμο πάχους 10cm και στη συνέχεια τοποθετείται ο σωλήνας. Πάνω από το σωλήνα γίνεται πλήρωση με άμμο 15cm και επιχώνεται το όρυγμα με υλικό εκσκαφής.

Σε τμήμα του δικτύου αποχέτευσης από το κτήριο υποδοχής επισκεπτών- πωλητήριο στην ΕΕΛ Δήλου μήκους 105 m, προτείνεται η τοποθέτηση του αγωγού σε επίχωμα επί του φυσικού εδάφους ύψους 20 cm και πλάτους 2,6 m για την προστασία των αρχαίων. Για την συγκράτηση των επιχωμάτων από την διάβρωση προτείνεται η κατασκευή μικρού τοιχείου μήκους 105 m και ύψους 20 cm μόνο στην νότια πλευρά της υφιστάμενης οδού πρόσβασης. Επίσης ο βαρυτικός αγωγός και το σύστημα απόσμησης του αναψυκτηρίου έως το αντλιοστάσιο λυμάτων θα τοποθετηθεί σε επίχωμα επί του φυσικού εδάφους ύψους 20 cm, πλάτους 30 cm και μήκους 30 m για την προστασία της αρχαίας οδού που βρίσκεται κατάντι του αναψυκτηρίου.

Κατά το σχεδιασμό των αγωγών αποχέτευσης με βαρύτητα, οι κλίσεις του πυθμένα των αγωγών για κατασκευαστικούς και υδραυλικούς λόγους λαμβάνονται μικρότερες από 7% και μεγαλύτερες από 1%. Επίσης προβλέπονται κατά μήκος του καταθλιπτικού αγωγού από τη ζώνη 1 προς την ΕΕΛ προκατασκευασμένα τιμιεντένια φρεάτια στεγανά κλειστής ροής ανά 100 m περίπου, τα οποία θα καλυφθούν με χώμα για να μην είναι ορατά.

## **2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ**

### **2.3.1 Τεχνική Περιγραφή**

Στα αντλιοστάσια αυτά χρησιμοποιούνται αντλητικά συγκροτήματα υποβρύχιου (εμβάπτιζαμενού) τύπου. Θα είναι απόλυτα ασφαλούς λειτουργίας, κατάλληλα για την άντληση λυμάτων και διαβρωτικών νερών με μεγάλη περιεκτικότητα αιωρούμενων στερεών σωμάτων, μη αποφρασσόμενου τύπου (non clogging pumps). Ο ηλεκτροκινητήρας της κάθε αντλίας θα είναι ενσωματωμένος στο κέλυφος στεγανά και θα βρίσκεται πάνω στον ίδιο άξονα με την πτερωτή, με ισχύ 20% μεγαλύτερη από την απαιτούμενη.

Τα αντλιοστάσια με υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα εκτός του ότι έχουν απλούστερο οικοδομικό μέρος έναντι αντλιοστασίου με αντλητικά συγκροτήματα επιφανείας, είναι λιγότερα ενοχλητικά τόσο από απόψεως θορύβου όσο και από απόψεως οσμών. Ο αναγκαίος ηλεκτρικός πίνακας προβλέπεται σε ερμάριο, κοντά στο αντλιοστάσιο. Τα παραπάνω φαίνονται στο σχέδιο του αντλιοστασίου που περιλαμβάνεται στην παρούσα μελέτη.

Το αντλητικό συγκρότημα θα αποτελείται από φυγοκεντρικές αντλίες λυμάτων, οι οποίες είναι και οι πλέον σύγχρονες για την άντληση λυμάτων. Οι αντλίες θα τοποθετούνται σε ζεύγη, μία (1) αντλία για κανονική λειτουργία και μία (1) ίδια εφεδρική αντλία για πλήρη παροχέτευση.

### 2.3.2 Αυτοματισμός σταθμού ανύψωσης των λυμάτων

Ο αυτοματισμός θα εξασφαλίζει την διαδοχική κυκλικά εναλλασσόμενη εκκίνηση ή στάση των αντλιών ανάλογα με την αύξηση ή την μείωση της στάθμης των υγρών. Προβλέπονται μία στάθμη εκκίνησης και μία στάθμη στάσης .

Επίσης προβλέπεται φλοτέρ συναγερμού σε περίπτωση δυσλειτουργίας του αυτόματου συστήματος άντλησης.

Εντός του φρεατίου θα προβλεφθούν υποδοχές για τους σωλήνες αερισμού, εισόδου και εξόδου των λυμάτων.

### 2.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ

Για τον εξαερισμό των κλειστών αντλιοστασίων ανύψωσης των λυμάτων θα τοποθετηθεί σωλήνας HDPE 6 bar που θα εκτείνεται σε ύψος πάνω από την στέγη του εκάστου κτιρίου. Στην απόληξη του συστήματος αερισμού θα τοποθετηθεί οσμοπαγίδα τύπου T-Vent (T-Vent Odor Scrubber) για την επεξεργασία του αέρα που εξέρχεται με φυσική ροή, χωρίς την απαίτηση ανεμιστήρα ή άλλης διάταξης δυναμικότητας τουλάχιστον 10 m<sup>3</sup>/h και ίδιας διαμέτρου με το κατακόρυφο δίκτυο.

### 3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΔΗΛΟΥ

Η προτεινόμενη ΕΕΛ Δήλου έχει σχεδιασθεί με βάση την μηνιαία επισκεψιμότητα του αρχαιολογικού χώρου για μηνιαίο αριθμό επισκεπτών 48.000 άτομα ή 1.600 άτομα ημερησίως με ειδική παροχή λυμάτων 15 lt/άτομο.ημέρα (Ισοδύναμος πληθυσμός 160 άτομα με ειδική παροχή λυμάτων 150 lt/άτομο.ημέρα).

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας των Λυμάτων (ΕΕΛ) Δήλου χωροθετείται Βορειοανατολικά του Μουσείου και όπισθεν του αναψυκτηρίου σε περιφραγμένο χώρο από νεώτερη ξερολιθιά ύψους περίπου 1,2 m. Η ΕΕΛ θα κατασκευασθεί από οπλισμένο σκυρόδεμα ποιότητας C 20/25, και χάλυβα B500C ποιότητας S235. Η θεμελίωση της ΕΕΛ θα είναι σχεδόν επιφανειακή θα ακολουθεί το ανάγλυφο του εδάφους και θα αφαιρεθεί η φυτική γη σε πάχος περίπου 30-40 cm.

Το καθαρό ύψος του μηχανοστασίου θα είναι 2,50 m και των δεξαμενών 2,55 m.

Οι εξωτερικές επιφάνειες των ΕΕΛ θα επενδυθούν με λίθους μέσου πάχους 25 cm που θα συλλεγούν από την περιοχή, με ασβεστοσιμεντοκονίαμα δόμησης των 150 kg τσιμεντού και η όψη θα διαμορφωθεί "ως ξερολιθιά" (όμοια με τις υφιστάμενες). Οι λιθεπενδύσεις θα εδραστούν σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Το τμήμα της υφιστάμενης ξερολιθιάς όπου εφάπτεται το κτίσμα (βόρεια και δυτική πλευρά) θα καθαιρεθεί και θα ξανακτιστεί λιθοδομή πάχους 50 cm ως εξωτερική επένδυση του κτίσματος σε όλο το ύψος της όψης του με την ίδια τεχνική που αναφέρεται παραπάνω.

Οι λιθοδομές

Η ΕΕΛ θα κατασκευασθεί σε δυο επίπεδα με υψομετρική διαφορά 60 cm το κάθε επίπεδο για καλύτερη προσαρμογή στο φυσικό έδαφος της περιοχής. Η τελική εξωτερική επιφάνεια του δώματος θα έχει κλίσεις 1,5% για απορροή ομβρίων και για την υγρομόνωση θα γίνει επάληψη με τσιμεντοειδές.

Η ΕΕΛ θα αποτελείται από τα παρακάτω βασικά στάδια:

- Την Εγκατάσταση Συγκέντρωσης - Ομογενοποίησης - Εξισορρόπησης Παροχής των αποβλήτων η οποία αποτελείται από τη δεξαμενή Συγκέντρωσης των ανεπεξέργαστων αποβλήτων.
- Τη Μονάδα Επεξεργασίας των Υγρών Αποβλήτων. Η Μονάδα Επεξεργασίας αποτελείται από αντιδραστήρα διαλείποντος έργου περιοδικής λειτουργίας (SBR) στον οποίο θα είναι εγκατεστημένος ο κατάλληλος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός.
- Την Δεξαμενή Αποθήκευσης των Επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.

Προβλέπεται επίσης μηχανοστάσιο για την εγκατάσταση του απαιτούμενου εξοπλισμού.

Η συνολική επιφάνεια της ΕΕΛ είναι περίπου 107m<sup>2</sup> χωρίς τις επενδύσεις με λίθους.

Η εγκατάσταση θα είναι εξ' ολοκλήρου κλειστή με κλειστά φρεάτια επίσκεψης και σύστημα απόσμησης.

#### **4. ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΕΕΛ ΔΗΛΟΥ**

Τα επεξεργασμένα λύματα θα οδηγούνται από την δεξαμενή καθαρών με την βοήθεια αντλιών για απεριόριστη άρδευση έκτασης 11 στρ. εκτός του αρχαιολογικού χώρου στην ανατολική πλευρά της νήσου Δήλου.

Ο καταθλιπτικός αγωγός θα είναι εξολοκλήρου από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο τρίτης γενιάς κατά EN 12201-2 και DIN 8074/8075 περιφερειακής τάσης 8.0 MPA και ονομαστικής πίεσης 16 bar (SDR 11) και εσωτερικής διαμέτρου Φ60 mm.



## **B. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

### **1. Γενικά**

Η παρούσα τεχνική έκθεση αφορά στις εργασίες κατασκευής εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων στον Αρχαιολογικό Χώρο Δήλου που περιλαμβάνουν δεξαμενή εξισορρόπησης – αποθήκευσης, δεξαμενή αντιδραστήρα, δεξαμενή επεξεργασμένου νερού από SBR, δεξαμενή καθαρών, χώρο εσχάρωσης και μηχανοστάσιο.

Πρόκειται για ισόγεια κατασκευή που αναπτύσσεται σε 2 στάθμες θεμελίωσης (-0,60 & +0,00) και 2 στάθμες οροφής (στάθμη +2,15 και +2,70) ακολουθώντας το εδαφικό ανάγλυφο ώστε να προκαλέσει τη μικρότερη δυνατή όχληση στον Α.Χ. επενδεδυμένη από λιθοδομή.

Η θεμελίωση του κτιρίου στη στάθμη -0,60 (χώροι δεξαμενών) θα αποτελείται από πλάκα γενικής κοιτόστρωσης και στη στάθμη +0,00 από εσχάρα πεδילוδοκών και η ανωδομή από τοίχωμα πάχους 30cm.

### **2. Πρόταση**

Σύμφωνα με την αρχιτεκτονική μελέτη οι νέες αυτές εγκαταστάσεις θα να είναι εξ' ολοκλήρου υπέργειες.

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου (γενική κοιτόστρωση, τοιχώματα, υποστυλώματα, δοκάρια, πλάκες) κατασκευάζεται από ωπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 και οπλισμός κατηγορίας B500C, σύμφωνα με τις διατάξεις των προτύπων ΕΛΟΤ 1422-2/1423-3 : 2006 και του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων Σκυροδέματος. Για την εν συνεχεία επένδυση με λιθοδομή των εξωτερικών παρειών της εγκατάστασης προτείνεται η τοποθέτηση αγκυρίων ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη συνάφεια σκυροδέματος - λιθοδομής. Λόγω της γεινίασης της κατασκευής με το θαλάσσιο περιβάλλον η επικάλυψη των οπλισμών προσδιορίζεται σε  $c_{min}=3cm$  για την εξασφάλιση της ανθεκτικότητάς της.

### **3. Στατική μελέτη**

#### **α. Κανονισμοί**

Κατά τη σύνταξη της στατικής μελέτης εφαρμόστηκαν οι παρακάτω κανονισμοί και διατάξεις :

- Κανονισμός σκυροδέματος ΕΚΩΣ 2000.
- Αντισεισμικός κανονισμός ΕΑΚ 2003.
- Κανονισμός φορτίσεων Δομικών έργων Β.Δ. ΦΕΚ 325<sup>α</sup> 31/12/1945.
- Ελληνικός κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος 97, ΦΕΚ 315/Β/17-4-97, ΦΕΚ 479/Β/11-6-97, ΦΕΚ537/Β/1-5-02.
- Ελληνικός Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Ω.Σ. (ΚΤΧ-00), ΦΕΚ 381/Β/24-3-00.

#### **β. Υλικά**

- Σκυρόδεμα C20/25
- Χάλυβας B500C

#### **γ. Παραδοχές μελέτης**

- Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας Ι ( $\alpha=0,16g$ ).
- Σπουδαιότητα κτιρίου Σ3( $\gamma_i=1,15$ ).
- Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς οριζόντιων φορτίων  $q=3,5$ .
- Κατηγορία εδάφους Β  $K_s=28.000kN/m^2/m$ .
- Επιτρεπόμενη τάση  $200kN/m^2$ .
- Κατηγορία συνθηκών περιβάλλοντος 3 (παραθαλάσσιο περιβάλλον) με επικάλυψη 30mm.

### **4. Κατασκευή**

Οι ξυλότυποι θα κατασκευαστούν σύμφωνα με το άρθρο 11 του ΚΤΣ και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 39. Οι ξυλότυποι θα κατασκευάζονται με σχολαστική εφαρμογή όλων των διατάξεων ασφαλείας ανθρώπων και εγκαταστάσεων. Οι ξυλότυποι πρέπει να κατασκευάζονται κατά τρόπο που να επιτυγχάνεται α. η τεχνικώς σωστή και κατά το δυνατόν ευχερής τοποθέτηση του οπλισμού, διάστρωση του σκυροδέματος και κατάλληλη δόνηση και β. η σταδιακή ΕΡΓΟ : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ Α.Χ. ΝΗΣΟΥ ΔΗΛΟΥ Σελίδα 5

αφαίρεση των ξυλοτύπων, υπό την έννοια ότι θα παρέχεται η δυνατότητα να αφαιρούνται τα τμήματα αυτών που σε κάποια χρονική στιγμή μπορούν να αφαιρούνται χωρίς να ενοχλούνται τα τμήματα που επιβάλλεται η διατήρησή τους και χωρίς να δημιουργούνται βλάβες στο σκυρόδεμα. Η αφαίρεση των ξυλοτύπων θα γίνεται μετά από την έγκριση της επίβλεψης.

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για το φέροντα οργανισμό του κτιρίου πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές των Κανονισμών Τεχνολογίας Σκυροδέματος και Χαλύβων.

Ο ανάδοχος θα παραδίδει στην Υπηρεσία τα πιστοποιητικά για κάθε ποσότητα τσιμέντου που προσκομίζεται στο εργοτάξιο. Ελάχιστη περιεκτικότητα τσιμέντου 270-300Kg – παραθαλάσσιο έργο. Τα πιστοποιητικά θα αποδεικνύουν ότι το δείγμα, ύστερα από τις σύμφωνα με του Κανονισμούς, χημικές αναλύσεις και τεχνικές δοκιμασίες κρίνεται κατάλληλο για τη χρησιμοποίησή του στο έργο, ανταποκρινόμενο στις απαιτήσεις των Κανονισμών. Η εξέταση των δειγμάτων θα γίνεται από το Κρατικό εργαστήριο (ΚΕΔΕ) ή από άλλο εργαστήριο της εγκρίσεως της Υπηρεσίας και η εκάστοτε δειγματοληψία θα γίνεται πάντοτε παρουσία της επίβλεψης. Στην περίπτωση που απαιτηθούν πρόσθετα σκυροδέματος θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα και να τύχουν της έγκρισης της επίβλεψης βάσει του ΚΤΣ. Απαγορεύεται η προσθήκη νερού.

Οι χάλυβες που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να μην έχουν καμιά μηχανική βλάβη, να είναι απαλλαγμένοι από κάθε συστατικό που μπορεί να βλάψει τη συνάφεια, να μην εμφανίζουν απώλειες διατομών λόγω διαβρώσεως – οξειδώσεως. Η κάμψη για τη μορφοποίηση των ράβδων πρέπει να γίνεται μηχανικά, με σταθερή ταχύτητα, χωρίς απότομες κινήσεις και με τη βοήθεια τυμπάνων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή ακτίνα καμπυλότητας και η διάμετρος τυμπάνου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από εκείνη που εγγυάται η δοκιμή αναδιπλώσεως. Ουδεμία σκυροδέτηση στο έργο θα γίνεται αν προηγουμένως η επίβλεψη δεν παραλάβει το σιδηροπλισμό και διαπιστώσει ότι αυτός είναι κατασκευασμένος και τοποθετημένος σύμφωνα με τη μελέτη του έργου.

Κατά τη διάσθρωση του σκυροδέματος πρέπει να μην αλλοιώνονται οι διαστάσεις της μελέτης (π.χ. πάχος πλακών) και να μην υφίσταται καμιά ενόχληση ο τοποθετημένος οπλισμός και ο ξυλότυπος. Ο εργολάβος πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον 2 δονητές επί τόπου σε άριστη κατάσταση, από άποψη λειτουργίας και συντήρησης, για τη συμπύκνωση του σκυροδέματος. Η δόνηση του σκυροδέματος θα γίνεται ανά 30-40cm, τουλάχιστον 5-10 δευτερόλεπτα ανά θέση αναλόγως του πόσο σφιχτό είναι το σκυρόδεμα. Η διαβροχή του σκυροδέματος θα γίνεται ολόκληρο το 24ωρο και η συντήρηση του σκυροδέματος θα συνεχίζεται για τουλάχιστον 7 ημέρες. Σε περίπτωση που το σκυρόδεμα κατασκευάζεται επί τόπου του έργου θα πρέπει να ελεγχθεί η σύσταση και η αντοχή από Κρατικό εργαστήριο (ΚΕΔΕ) ή από άλλο εργαστήριο της εγκρίσεως της Υπηρεσίας και να τύχει της εγκρίσεως της επίβλεψης κατ' εφαρμογή του ΚΤΣ.

Σημειώνεται η μεγάλη προσοχή που θα πρέπει να δοθεί από τον ανάδοχο κατά την εκτέλεση των εργασιών ώστε να μην παρεμποδίζεται η λειτουργία του Α.Χ. και το κυριότερο να ληφθούν τα αναγκαία προστατευτικά μέτρα ασφαλείας για την παρεμπόδιση εισόδου στο εργοτάξιο ατόμων που δεν εργάζονται σ' αυτό.

## Γ. ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

### 1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

#### 1.1 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για τον προσδιορισμό του αριθμού των ατόμων που θα εξυπηρετηθεί από τα υπό μελέτη δίκτυα ακαθάρτων ακολουθήθηκαν παραδοχές πληθυσμιακών δεδομένων που στηρίχθηκαν σε στοιχεία της υφιστάμενης κατάστασης και σε εκτιμήσεις για την μελλοντική εξέλιξη της περιοχής βασισμένες σε μετρήσεις-δεδομένα του Ταμείου Αρχαιολογικών Χώρων του Υπουργείου Πολιτισμού για τον αριθμό επισκεπτών.

Η επισκεψιμότητα του αρχαιολογικού χώρου της Δήλου παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις κατά την περίοδο λειτουργίας του. Για τον προσδιορισμό της πληθυσμιακής εξέλιξης υιοθετούνται οι παρακάτω παραδοχές:

Η ετήσια αύξηση των επισκεπτών για την περίοδο 2016 – 2036, λαμβάνεται ίση με  $(\alpha) = +3,00\%$ , ενώ για την περίοδο 2036-2056 εκτιμάται ότι ο αριθμός επισκεπτών θα παραμείνει σταθερός.

Η εκτίμηση της εξέλιξης των επισκεπτών στο έτος 2056, γίνεται με προβολή των πληθυσμιακών στοιχείων του έτους 2016 στο έτος 2036 σύμφωνα με τον παρακάτω αναγωγικό τύπο και στη συνέχεια διατηρείται σταθερός έως το 2056:

$$P_n = P_0 \times (1+\alpha)^n$$

Όπου ισχύει:

$P_0$ = ο πληθυσμός στον χρόνο  $t_1 = T_0$

$P_n$ = ο πληθυσμός στον χρόνο  $t_2 = T_0+n$

$\alpha$ = η μέση ετήσια αύξηση πληθυσμού

$n$ = έτη μεταξύ χρόνων  $t_1$  και  $t_2$

Με βάση τις παραπάνω παραδοχές και τύπους, συντάχθηκε ο ακόλουθος πίνακας ο οποίος δείχνει την εξέλιξη των επισκεπτών στον αρχαιολογικό χώρο.

Πίνακας 1.1-1: Πρόβλεψη Πληθυσμιακής εξέλιξης επισκεπτών αρχαιολογικού χώρου

Α/Α	2013	2014	2015	2016*	3% αύξηση ετησίως	
					2026	2036-2056
Ιαν.	13	12	24	25	35	45
Φεβ.	16	30		0	0	0
Μαρ	730	183	102	105	141	188
Απρ	4,321	5,418	6,894	7,101	9,543	12,826
Μαΐ	13,682	18,089	21,573	22,220	29,862	40,133
Ιουν	15,256	19,857	25,350	26,111	35,090	47,159
Ιουλ	13,906	21,022	21,381	22,022	29,597	39,776
Αυγ	15,133	19,015	19,318	19,898	26,741	35,938
Σεπ	20,534	23,667	25,765	26,538	35,666	47,931
Οκτ	10,319	11,443	13,520	13,926	18,715	25,152
Νοε	1,973	772	467	481	646	868
Δεκ		17	7	7	7	7
Έτος	95,883	119,525	134,401	138,434	186,043	250,023

\*Εκτίμηση

#### 1.2 ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ο σχεδιασμός των έργων έγινε σύμφωνα με το Π.Δ. 696/74 για την 40ετία.



### 1.3 ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ- ΠΑΡΟΧΕΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

Από τις εκτιμηθείσες υδατοκαταναλώσεις αλλά και στοιχεία από διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία περί υδατοκατανάλωσης, υιοθετήθηκε η παρακάτω μέση ετήσια υδατοκατανάλωση κατά το έτος 2016:

- για κάθε επισκέπτη  $qu\delta = 18$  (lt/άτομο & ημέρα)

Από την μέση ημερήσια υδατοκατανάλωση εκτιμάται η μέση ημερήσια παροχή ακαθάρτων που αντιστοιχεί σε κάθε άτομο επίσκεπτη, σαν ποσοστό 85% περίπου της κατανάλωσης νερού (εισροές, κλπ.):

$$q\lambda = 0,85 \times qu\delta \text{ (σε lt/άτομο \& ημέρα)} \approx 15 \text{ (lt/άτομο \& ημέρα)}$$

Η μέγιστη ημερήσια παροχή αστικών λυμάτων ανά άτομο προκύπτει από την σχέση:

$$q\lambda(\max \eta\mu) = 1,50 \times q\lambda \text{ (σε lt/άτομο \& ημέρα)} = 22,5 \text{ (lt/άτομο \& ημέρα)}$$

Οι αγωγοί του δικτύου ακαθάρτων των έργων αποχέτευσης υπολογίζονται με βάση τη μέγιστη ωριαία παροχή λυμάτων κατά τη διάρκεια της ημέρας του έτους με μέγιστη ημερήσια παροχή (παροχή ωριαίας αιχμής).

Η παροχή ωριαίας αιχμής των αστικών λυμάτων προκύπτει από την σχέση:

$$Q_{\text{αιχ}} \omega\rho = \rho \times Q_{\max \eta\mu} \text{ (σε lt/sec)}$$

όπου:  $\rho = \text{συντελεστής ωριαίας αιχμής} = 3$

$$Q_{\max \eta\mu} = 1.5 \times Q_{\text{μέση μηνιαία αιχμή}}$$

### 1.4 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει ούτε προβλέπεται να χωροθετηθεί βιομηχανική μονάδα.

### 1.5 ΠΑΡΟΧΕΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, καταρτίστηκαν οι ακόλουθοι πίνακες με τις παροχές ακαθάρτων της περιοχής μελέτης βάσει των οποίων έγινε η διαστασιολόγηση των εξωτερικών δικτύων αποχέτευσης.

**Πίνακας 1.5-1:** Μέσες ημερήσιες παροχές Ακαθάρτων περιοχής μελέτης

Ημερήσια παραγωγή λυμάτων	Ημέρες	2013	2014	2015	Μέσος αριθμός επισκεπτών 2013-2015	3% αύξηση ετησίως	
						2026	2036-2056
Ιαν.	31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φεβ.	28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Μαρ	31	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
Απρ	30	2.2	2.7	3.4	3.6	4.8	6.4
Μαΐ	31	6.6	8.8	10.4	10.8	14.4	19.4
Ιουν	30	7.6	9.9	12.7	13.1	17.5	23.6
Ιουλ	31	6.7	10.2	10.3	10.7	14.3	19.2
Αυγ	31	7.3	9.2	9.3	9.6	12.9	17.4
Σεπ	30	<b>10.3</b>	<b>11.8</b>	<b>12.9</b>	<b>13.3</b>	<b>17.8</b>	<b>24.0</b>
Οκτ	31	5.0	5.5	6.5	6.7	9.1	12.2
Νοε	30	1.0	0.4	0.2	0.2	0.3	0.4
Δεκ	31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Έτος	365	<b>3.9</b>	<b>4.9</b>	<b>5.5</b>	<b>5.7</b>	<b>7.6</b>	<b>10.3</b>

(\*) Περιλαμβάνει εισροές και διηθήσεις στο δίκτυο αποχέτευσης

**Πίνακας 1.5-2:** Παροχές σχεδιασμού δικτύων Ακαθάρτων έτους 2056

Ημερήσια παραγωγή λυμάτων	Ημέρες	Q <sub>max</sub> ημ (m <sup>3</sup> /d)	Q <sub>αιχ.</sub> ωρ. (m <sup>3</sup> /h)	Qσχεδιασμού (l/sec)
Ιαν.	31	0.0	0.0	0.0
Φεβ.	28	0.0	0.0	0.0
Μαρ	31	0.1	0.0	0.0
Απρ	30	9.6	2.4	0.7
Μαΐ	31	30.1	7.5	2.1
Ιουν	30	35.4	8.9	2.5
Ιουλ	31	29.9	7.5	2.1
Αυγ	31	27.0	6.7	1.9
Σεπ	30	36.0	9.0	<b>2.5</b>
Οκτ	31	18.9	4.7	1.3
Νοε	30	0.7	0.2	0.0
Δεκ	31	0.0	0.0	0.0
Έτος	365	0.0	0.0	0.0

Προκειμένου να διαστασιοποιηθούν τα επιμέρους δίκτυα ακαθάρτων του αρχαιολογικού χώρου γίνεται η παρακάτω θεώρηση:

- 25% των επισκεπτών χρησιμοποιούν τα WC στο κτήριο υποδοχής επισκεπτών-πωλητήριο (ζώνη 1)
- 37.5% των επισκεπτών χρησιμοποιούν τα WC του μουσείου (ζώνη 2)
- 37.5% των επισκεπτών χρησιμοποιούν τα WC του αναψυκτηρίου (ζώνη 3)

**Πίνακας 1.5-3:** Παροχές σχεδιασμού Ακαθάρτων έτους 2056 ανά κτήριο

Ημερήσια παραγωγή λυμάτων	Qσχεδιασμού (m <sup>3</sup> /h)	Qσχεδιασμού (l/sec)
Κτήριο υποδοχής επισκεπτών- πωλητήριο	2.25	0.625
Κτήριο Μουσείου	3.375	0.938
Κτήριο αναψυκτηρίου	3.375	0.938
Σύνολο	<b>9</b>	<b>2.5</b>

## 2. ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

### 2.1 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Η εγκατάσταση αποχέτευσης ακαθάρτων θα κατασκευαστεί σύμφωνα με:

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/ 86 Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα: Αποχέτευσεις
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86 Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα: Διανομή κρύου – ζεστού νερού.
- Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός
- Νέος Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός
- Τεχνική Συγγραφή Υποχρεώσεων Ηλεκτρομηχανολογικών Έργων Ε 10716/420/50
- Υπ. Δημοσίων Έργων
- Υγειονομική διάταξη Ε1β/221/65
- Νομοθεσία περί λυμάτων.
- τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ
- τους διεθνείς κανονισμούς DIN, IEC, εκτός αν καλύπτονται από τους παραπάνω
- Ελληνικούς Κανονισμούς
- τις οδηγίες του κατασκευαστή των διαφόρων συσκευών, μηχανημάτων και οργάνων
- τους κανόνες της πείρας και της τέχνης

## 2.2 ΓΕΝΙΚΑ

Το μελετούμενο δίκτυο αποχέτευσης περιλαμβάνει το δίκτυο εκτός κτιρίων, τα απαραίτητα φρεάτια σύνδεσης των κτιρίων, αλλαγής κατεύθυνσης, συλλογής, τα υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα για την ανύψωση των λυμάτων, όπου αυτό απαιτείται προς την προβλεπόμενη εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων.

Τα κτίρια και οι περιοχές που θα συνδεθούν στο δίκτυο αποχέτευσης είναι:

- Κτήριο υποδοχής επισκεπτών- πωλητήριο (Ζώνη 1)
- Κτήριο Μουσείου (Ζώνη 2)
- Κτήριο Αναψυκτηρίου και εφορείου (Ζώνη 3)

## 2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Τα λύματα συλλέγονται από τις παραπάνω ζώνες από κατάλληλα φρεάτια. Το αποχετευτικό δίκτυο οδεύει υπογείως ξεχωριστά από τα υπόλοιπα δίκτυα. Το δίκτυο συλλέγει τις απορροές από τις παραπάνω ζώνες και τα οδηγεί βαρυτικά σε 3 ξεχωριστές δεξαμενές συλλογής και αποθήκευσης υγρών αποβλήτων και από εκεί τα λύματα διοχετεύονται πιεστικά προς την μονάδα επεξεργασίας.

Το μέσο βάθος εκσκαφής σκάμματος για έργα αποχέτευσης γίνεται συνήθως σε τουλάχιστον 1,0m. Όπου η χάραξη του δικτύου αποχέτευσης συναντά τις χαράξεις των υπολοίπων δικτύων, ο αγωγός περνά βαθύτερα ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης των υδάτων ή διάβρωσης των καλωδίων, από τυχόν αστοχία. Στην περίπτωση ωστόσο του αρχαιολογικού χώρου της Δήλου και λόγω των περιορισμών στις εκσκαφές, οι αγωγοί τοποθετούνται σε όρυγμα πλάτους μόλις 0,20m και μεταβλητού βάθους που λόγω των περιορισμών δεν θα ξεπερνούν σε βάθος τα 30 εκατοστά. Ο πυθμένας του ορύγματος διαστρώνεται με άμμο πάχους 10cm και στη συνέχεια τοποθετείται ο σωλήνας. Πάνω από το σωλήνα γίνεται πλήρωση με άμμο 15cm και επιχώνεται το όρυγμα με υλικό εκσκαφής.

Σε τμήμα του δικτύου αποχέτευσης από το κτήριο υποδοχής επισκεπτών- πωλητήριο στην ΕΕΛ Δήλου μήκους 105 m, προτείνεται η τοποθέτηση του αγωγού σε επίχωμα επί του φυσικού εδάφους ύψους 20 cm και πλάτους 2.6 m για την προστασία των αρχαίων.

Για την συγκράτηση των επιχωμάτων από την διάβρωση προτείνεται η κατασκευή μικρού τοιχείου μήκους 105 m και ύψους 20 cm μόνο στην νότια πλευρά της υφιστάμενης οδού πρόσβασης. Επίσης ο βαρυτικός αγωγός και το σύστημα απόσμησης του αναψυκτηρίου έως το αντλιοστάσιο λυμάτων θα τοποθετηθεί σε επίχωμα επί του φυσικού εδάφους ύψους 20 cm, πλάτους 30 cm και μήκους 30 cm για την προστασία της αρχαίας οδού που βρίσκεται κατάντι του αναψυκτηρίου.

Κατά το σχεδιασμό των αγωγών αποχέτευσης με βαρύτητα, οι κλίσεις του πυθμένα των αγωγών για κατασκευαστικούς και υδραυλικούς λόγους λαμβάνονται μικρότερες από 7% και μεγαλύτερες από 1%.

## 2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΩΛΗΝΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΜΕ ΒΑΡΥΤΗΤΑ

Η επιλογή διατομών των σωλήνων αποχέτευσης υπολογίζεται χωριστά για κάθε τμήμα του δικτύου, θεωρώντας ότι:

α) Οι τιμές σύνδεσης που καθορίζουν την απορροή των ακαθάρτων νερών εξαρτώνται από τον τύπο των υποδοχέων (πίνακας ΤΟΤΕΕ).

β) Οι απορροές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.

γ) Λόγω ετεροχρονισμού στην λειτουργία των υποδοχέων, στον υπολογισμό λαμβάνεται υπόψη η αναμενόμενη ποσότητα απορροής  $Q_s$  σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Q_s = K * \sum AWs$$

όπου:

Η τιμή σύνδεσης  $AWs$  είναι συνάρτηση του είδους του υποδοχέα (πχ. ο Νεροχύτης έχει  $AWs = 1$ , ο νιπτήρας 0.5 κλπ.)

Ο συντελεστής  $K$  εξαρτάται από το είδος του κτιρίου (πχ. για κατοικίες  $K=0.5$ , για σχολεία και νοσοκομεία  $K=0.7$  κλπ.)

δ) Ο υπολογισμός των διατομών για τα οριζόντια τμήματα του δικτύου είναι διαφορετικός από τον υπολογισμό των διατομών για τα κατακόρυφα τμήματα. Ειδικότερα:

Η διαστασιολόγηση των οριζόντιων σωλήνων αποχέτευσης γίνεται με βάση την εξίσωση Darcy:

$$J = \lambda/D \times V^2/2g$$

όπου:

J:Κλίση των σωληνώσεων (κλίση πέλματος σωλήνα)

D:Εσωτερική διάμετρος σε m

V:Μέση ταχύτητα σε m/s

$\lambda$ :Συντελεστής τριβής σωλήνα

g:Επιτάχυνση της βαρύτητας

Χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Reynolds:

$$Re=V \times D/v$$

καθώς και την εξίσωση της συνέχειας:

$$Q=\pi D^2 \times V/4$$

παιρνουμε την εξίσωση απορροής  $Q=f(J)$  με βάση την οποία γίνεται η διαστασιολόγηση των οριζόντιων σωλήνων.

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει διατομή σωλήνα DN 100 mm.

Επιλέγονται σωληνώσεις εξολοκλήρου από U-PVC ονομαστικής διαμέτρου D110.

## 2.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΩΛΗΝΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

Κατά μήκος των καταθλιπτικών αγωγών αναπτύσσονται γραμμικές απώλειες ενέργειας λόγω των τριβών. Στην περίπτωση των δικτύων υπό πίεση, οι γενικές εξισώσεις απλοποιούνται σημαντικά με την υιοθέτηση των ακόλουθων παραδοχών:

- Οι αγωγοί είναι κυκλικής διατομής
- Το ποσοστό πλήρωσης είναι 100%, οπότε η κλίση των τριβών είναι σταθερή και άρα η πτώση των γραμμών ενέργειας και πίεσης είναι γραμμική με τη φορά της ροής
- Η ταχύτητα είναι σταθερή, άρα η γραμμή ενέργειας σε κάθε αγωγό προκύπτει εάν στην πιεζομετρική γραμμή προστεθεί ο όρος  $V^2/2 \cdot g$ .

Απώλειες λόγω τριβών δεν απαντώνται μόνο στους αγωγούς, αλλά και σε άλλα στοιχεία του δικτύου, όπως οι βαλβίδες και οι αντλίες. Ωστόσο, ο υπολογισμός των απωλειών στα στοιχεία αυτά είναι εντελώς διαφορετικός και δεν μπορεί να περιγραφεί από τις απλές εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των τριβών στους αγωγούς.

Οι απώλειες ενέργειας ανά μονάδα μήκους αγωγού υπολογίζονται με βάση τη σχέση των

Darcy – Weisbach που δίδεται από την παρακάτω εξίσωση:  $J_E = \frac{h_F}{L} = f \frac{1}{4R} \frac{V^2}{2g}$

Όπου:

- ο L, το μήκος του αγωγού σε m
- ο f, ο συντελεστής τριβών για ομοιόμορφη ροή σε αγωγούς υπό πίεση
- ο V, η ταχύτητα σε m/s
- ο g, η επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 9.81 m/s<sup>2</sup>
- ο R, η υδραυλική ακτίνα σε m.

Επειδή οι αγωγοί είναι κυκλικοί, η υδραυλική ακτίνα εξαρτάται μόνο από τη διάμετρο του αγωγού και ισούται με D/4, επομένως η ανωτέρω σχέση μπορεί να γραφεί ως:

$$J_E = f \frac{1}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Ο συντελεστής f υπολογίζεται με βάση τον τύπο των Colebrook και White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0.86 \ln \left( \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k_s}{14.8R} \right)$$

Όπου:

- ο f, ο συντελεστής τριβών για ομοιόμορφη ροή σε αγωγούς υπό πίεση

- ο R, η υδραυλική ακτίνα σε m.
- ο kS, η τιμή της ισοδύναμης τραχύτητας του αγωγού σε m

### Τοπικές απώλειες

Οι τοπικές απώλειες αποτελούν επιπρόσθετες πτώσεις στη γραμμή ενέργειας και συνήθως απαντώνται σε συστολές, διαστολές, εισόδους, εξόδους και διάφορα ειδικά τεμάχια (ταυ, ημιταυ, κλπ). Ο υπολογισμός τους είναι σχετικά απλός από τη στιγμή που ο συντελεστής των τοπικών απωλειών είναι γνωστός.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικές τιμές συντελεστών τοπικών απωλειών κατά περίπτωση.

Πίνακας 2.5-1 Τυπικές τιμές συντελεστών k τοπικών απωλειών.

Περίπτωση	Τιμή k	Περίπτωση	Τιμή k
Είσοδος		Καμπύλες 90° <sup>1</sup>	
Στρογγυλεμένα χείλη	0.00 ~ 0.05	r/D=4 (r καμπυλότητα)	0.16 ~ 0.18
Γωνίες 30° ~ 60°	0.18	r/D=2	0.19 ~ 0.25
Ορθή γωνία	0.50	r/D=1.5	0.26 ~ 0.34
Προβαλλόμενο άκρο	0.80 ~ 1.00	r/D=1	0.35 ~ 0.40
Απτόμενες Συστολές		Καμπύλα Τεμάχια	
D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≤ 0.20	0.41 ~ 0.50	Γωνία 15°	0.05
0.20 < D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≤ 0.40	0.30 ~ 0.41	Γωνία 30°	0.10
0.40 < D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≤ 0.60	0.18 ~ 0.30	Γωνία 45°	0.20
0.60 < D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≤ 0.80	0.06 ~ 0.18	Γωνία 60°	0.35
D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≥ 0.80	0.00 ~ 0.06	Γωνία 90°	0.80
Βαθμιαίες Συστολές		Ταυ <sup>2</sup>	
Γωνία 15°	0.02	Οριζόντια	0.30 ~ 0.40
Γωνία 22.5°	0.04	Κάθετα	0.60 ~ 2.10
Γωνία 45°	0.07	Ημιταυ (45°) <sup>2</sup>	
Απτόμενες Διαστολές		Οριζόντια	0.20 ~ 0.35
D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≤ 0.20	0.92 ~ 1.00	Κάθετα	0.45 ~ 0.55
0.20 < D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≤ 0.40	0.71 ~ 0.92	Σταυρός <sup>2</sup>	
0.40 < D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≤ 0.60	0.41 ~ 0.71	Οριζόντια	0.40 ~ 0.60
0.60 < D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≤ 0.80	0.13 ~ 0.41	Κάθετα	0.60 ~ 0.90
D <sub>2</sub> /D <sub>1</sub> ≥ 0.80	0.00 ~ 0.13	Σφαιρικές Δικλείδες <sup>3</sup>	
Βαθμιαίες Διαστολές		Γωνία 90°	0.05
Γωνία 15°	0.03	Γωνία 60°	1.20
Γωνία 22.5°	0.07	Γωνία 45°	10.00
Γωνία 45°	0.14	Γωνία 30°	50.00

Παρατηρήσεις:

Τα νούμερα ισχύουν για αριθμούς Reynolds στην περιοχή του 2x10<sup>5</sup>.

Συνήθεις τιμές για εξαρτήματα εμπορίου.

Η γωνία στις σφαιρικές δικλείδες αναφέρεται στη συμπληρωματική γωνία που σχηματίζουν ο άξονας του ανοίγματος της δικλείδας με τον άξονα του αγωγού.

Ο υπολογισμός των τοπικών απωλειών γίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$h_L = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

όπου:

h<sub>L</sub>, οι τοπικές απώλειες (m)

k, ο αδιάστατος συντελεστής τοπικών απωλειών

V, η ταχύτητα ροής (m/s)

g, η επιτάχυνση της βαρύτητας (9.81 m/s<sup>2</sup>)

**Πίνακας 2.5-2: Διαστασιολόγηση καταθλιπτικών αγωγών ακαθάρτων**

<b>A/A</b>	<b>ΚΑΑ 1 (Λ1-ΕΕΛ)</b>	<b>ΚΑΑ2 (Λ2-ΕΕΛ)</b>	<b>ΚΑΑ3 (Λ3-ΕΕΛ)</b>
Κινηματική συνεκτικότητα	0,00000101	0,00000101	0,00000101
Πυκνότητα	998,23	998,23	998,23
Βαθμός απόδοσης αντλίας	0,5	0,5	0,5
Μήκος αγωγού αναρρόφησης	0,1	0,1	0,1
<b>Διάμετρος αγωγού αναρρόφησης</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Μήκος Αγωγού κατάθλιψης	715	135	125
<b>Διάμετρος αγωγού κατάθλιψης</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Συντελεστής τριβής	0,013	0,013	0,013
Παροχή ροής Q (m <sup>3</sup> /s)	0,001	0,001	0,001
Υψομετρική διαφορά (m)	7	3	2
Εγκατεστημένες καμπύλες	90° x 5 45° x 10	90° x 5 45° x 5	90° x 5 45° x 5
Ολικές τοπικές απώλειες (m)	0,019	0,1	0,045
Ολικές γραμμικές απώλειες (m)	10,806	6,711	6,214
Ολικές απώλειες (m)	10,824	6,811	6,259
Συντελεστής τριβής (αναρρόφησης)	0,0130	0,0130	0,0130
Συντελεστής τριβής (κατάθλιψης)	0,0130	0,0130	0,0130
Ταχύτητα στην αναρρόφηση (m/s)	0,51	0,80	0,80
Ταχύτητα στην κατάθλιψη (m/s)	0,51	0,80	0,80
Παροχή (m <sup>3</sup> /s)	0,001	0,001	0,001
Υψομετρική διαφορά (m)	7,0	3,0	2,0
Πίεση εξόδου (m)	4,0	4,0	4,0
Μανομετρικό ύψος (m)	21,824	13,811	12,259
<b>Ελάχιστο Μανομετρικό ύψος (m)</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

## 2.6 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Η παρούσα προδιαγραφή αναφέρεται στα υλικά και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση αποχέτευσης λυμάτων δηλ. περιλαμβάνει, τις σωληνώσεις με τα ειδικά τεμάχια και εξαρτήματα του δικτύου αποχέτευσης και αερισμού και τον εξοπλισμό τους.

### 2.6.1 Κανονισμοί

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση θα είναι σύμφωνα με τα οριζόμενα στους εξής κανονισμούς:

- Το απο 23.3.36 διάταγμα του Υπουργείου Συγκοινωνιών (ΦΕΚ 270-13.5.1936Α) και η 61800/20.11.37 ερμηνευτική εγκύκλιος του ίδιου Υπουργείου
- Την Υγειονομική Διάταξη ΕΙβ/221/65 (ΦΕΚ 138-Β-24.2.65) "Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων".
- ΤΟΤΕΕ 2412/86 : Εγκαταστάσεις και κτίρια και οικόπεδα - Αποχетеύσεις.
- Τους κανονισμούς του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).
- Τους κανονισμούς του Γερμανικού Ινστιτούτου Τυποποίησης (DIN).
- Τον Εθνικό Κώδικα Υδραυλικών Εγκαταστάσεων των ΗΠΑ (NSPC).

### 2.6.2 Δίκτυο βαρύτητας

Οι βαρυτικοί αγωγοί αποχέτευσης θα είναι εξολοκλήρου από U-PVC πίεσης 10 atm, ονομαστικής διαμέτρου Φ110, συμπαγούς τοιχώματος, κατά ΕΛΟΤ EN 1452-2, σύμφωνα με την μελέτη και την ΕΤΕΠ 08-06-02-01 "Δίκτυα υπό πίεση από σωλήνες PVC-U.

Ολα τα ειδικά τεμάχια όπως καμπύλες, Ψι, ημιταύ, ταύ καθαρισμού, τεμάχια αλλαγής διατομής σωλήνα κλπ. θα είναι από PVC της ίδιας ποιότητας και στο ίδιο πάχος με τους αντίστοιχους σωλήνες. Ολα τα τεμάχια θα έχουν "κεφαλή" στις εισόδους τους για την σύνδεση τους με τους σωλήνες. Ολα τα ειδικά τεμάχια θα είναι σειράς παραγωγής.

Τα φρεάτια επισκέψεως δικτύων αποχέτευσης θα είναι διαστάσεων 30 cm x 30 cm και βάθος έως 0,5 m και περιλαμβάνει εκσκαφή εις οιονδήποτε έδαφος μέχρι 0,30 μ. επιπλέον του βάθους φρεατίου και κατασκευής του φρεατίου δια σκυροδέματος των 300χγρ. τσιμέντου πάχους 10 εκ. και επίστρωση δια τσιμεντοκονιάματος των 600 χγρ. πάχους 1,00 εκ. Τα καλύμματα των φρεατίων θα είναι καθαρού ανοίγματος 30 x 30 cm κλάσης B125 κατά ΕΛΟΤ EN 124 από συνθετικά υλικά (composite materials), άμεσης έγχυσης (μονολιθικής δομής), χωρίς προσθήκη αδρανών στο μίγμα χύτευσης, της προβλεπόμενης από την μελέτη φέρουσας ικανότητας κατά το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 124, με το πλαίσιο έδρασης τους, εφοδιασμένα με παρέμβυσμα στεγάνωσης/απόσβεσης θορύβου από EPDM ή ανάλογο υλικό μεταξύ καλύμματος και πλαισίου έδρασης και μηχανισμό κλειδώματος από ανοξείδωτο χάλυβα.

Για την προστασία του βαρυτικού αγωγού από το φρεάτιο του πωλητηρίου μέχρι το αντλιοστάσιο του πωλητηρίου θα τοποθετηθεί ο σωλήνας σε τσιμεντοσωλήνα αποχέτευσης αντοχής 120 κατά ελοτ εν 1916, ονομαστικής διαμέτρου D200 mm για μήκος 20 m.

### 2.6.3 Δίκτυο υπό πίεση

Οι καταθλιπτικοί αγωγοί θα είναι εξ'ολοκλήρου από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο PE 100 με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10= 10MPa) με συμπαγές τοίχωμα EN 12201-2 και πρόσθετη εξωτερική στρώση από θερμοπλαστικό υλικό που μπορεί να αποξεσθεί σύμφωνα με το Παράρτημα C του ΕΛΟΤ EN 12201-2 ονομαστικής διαμέτρου DN 40 και DN 50 mm, PN 16 atm.

Ολα τα ειδικά τεμάχια όπως καμπύλες, μούφες, ημιταύ, Ψι, ταύ καθαρισμού, τεμάχια αλλαγής διατομής σωλήνα κλπ. θα είναι από πολυαιθυλένιο (PE) της ίδιας ποιότητας και στο ίδιο πάχος με τους αντίστοιχους σωλήνες.

Ολα τα τεμάχια θα είναι κατάλληλα για σύνδεση με συγκόλληση με τη βοήθεια ειδικών τεμαχίων με ενσωματωμένη ηλεκτρική αντίσταση.

Ολα τα ειδικά τεμάχια θα είναι σειράς παραγωγής.

### 2.6.4 Υλικά και εξαρτήματα συνδέσεων

Η κόλλα που θα χρησιμοποιηθεί για τις συνδέσεις των σωλήνων PVC και των ειδικών τεμαχίων PVC θα είναι κατάλληλη για τις συγκεκριμένες σωληνώσεις, θα έχει την ανάλογη ρευστότητα και δεν θα περιέχει αδιάλυτα σωματίδια ή άλλες προσμίξεις που θα επηρεάζουν την μηχανική αντοχή της συγκόλλησης ή της χημικής αντίστασης της. Η κόλλα δεν θα παρουσιάζει στρωματώσεις με διαλυτές με ανάδευση. Είναι επιτρεπτή η προσθήκη αδρανών πληρωτικών, εφόσον η κόλλα πληρεί την παρούσα προδιαγραφή.

Ο επι μέρους διαλύτης δεν προδιαγράφεται διότι αναγνωρίζεται ότι υπάρχουν πολλοί κατάλληλοι διαλύτες PVC.

Γενικά, οι κόλλες θα έχουν:

- 1) Περιεκτικότητα ρητίνης PVC κατ'ελάχιστον 10%.
- 2) Η κόλλα θα έχει την δυνατότητα να διαλύσει 3% κατά βάρος επι πλέον μίγμα συγκόλλησης, σε μορφή σκόνης ή πεταλλίδων, σε θερμοκρασία  $23 \pm 1$  °C χωρίς εμφανή δείγματα κρυστάλλωσης.
- 2) Ο βαθμός πήκτικότητας σε θερμοκρασία δωματίου θα είναι κατ'ελάχιστο 90 MILLIPASCALSECOND.
- 3) Η αντοχή πλευρικής μετατόπισης (Lap shear strength) μετά πάροδο 2 ωρών από την συγκόλληση θα είναι 17,5 Atm, μετά πάροδο 16 ωρών θα είναι 35 Atm και μετά πάροδο 72 ωρών θα είναι 63 Atm.
- 4) Αντοχή υδροστατικής πίεσης μετά πάροδο δύο ωρών 28 Atm.

## **2.7 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΝΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ**

### **2.7.1 Τεχνική Περιγραφή**

Οι θέσεις και τα βασικά στοιχεία των ανλαιοστασίων δηλ. παροχή, στάθμες εδάφους και αγωγών εισόδου κλπ λήφθηκαν από τους υδραυλικούς υπολογισμούς και λοιπά στοιχεία της μελέτης.

Στα ανλαιοστάσια αυτά χρησιμοποιούνται αντλητικά συγκροτήματα υποβρύχιο (εμβάπτιζαμενού) τύπου. Θα είναι απόλυτα ασφαλούς λειτουργίας, κατάλληλα για την άντληση λυμάτων και διαβρωτικών νερών με μεγάλη περιεκτικότητα αιωρούμενων στερεών σωμάτων και κοπτήρες, μη αποφρασσόμενου τύπου (non clogging pumps). Ο ηλεκτροκινητήρας της κάθε αντλίας θα είναι ενσωματωμένος στο κέλυφος στεγανά και θα βρίσκεται πάνω στον ίδιο άξονα με την περρωτή, με ισχύ 20% μεγαλύτερη από την απαιτούμενη.

Τα ανλαιοστάσια με υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα εκτός του ότι έχουν απλούστερο οικοδομικό μέρος έναντι ανλαιοστασίου με αντλητικά συγκροτήματα επιφανείας, είναι λιγότερα ενοχλητικά τόσο από απόψεως θορύβου όσο και από απόψεως οσμών. Ο αναγκαίος ηλεκτρικός πίνακας προβλέπεται σε ερμάριο, κοντά στο ανλαιοστάσιο.

Το αντλητικό συγκρότημα θα αποτελείται από φυγοκεντρικές αντλίες λυμάτων, οι οποίες είναι και οι πλέον σύγχρονες για την άντληση λυμάτων. Οι αντλίες θα τοποθετούνται σε ζεύγη, μία (1) αντλία για κανονική λειτουργία και μία (1) ίδια εφεδρική αντλία για πλήρη παροχέτευση.

### **2.7.2 Αυτοματισμός σταθμού ανύψωσης των λυμάτων**

Ο αυτοματισμός του ανλαιοστασίου θα γίνεται με υδραργυρικούς διακόπτες (αχλάδια). Ο αυτοματισμός θα εξασφαλίζει την διαδοχική κυκλικά εναλλασσόμενη εκκίνηση ή στάση των αντλιών ανάλογα με την αύξηση ή την μείωση της στάθμης των υγρών. Προβλέπονται μία στάθμη εκκίνησης και μία στάθμη στάσης .

Τέλος το σύστημα αυτοματισμού σε περίπτωση αποτυχίας εκκίνησης αντλίας θα οπλίζει αυτόματα τον ηλεκτρονόμο του βοηθητικού κυκλώματος του αυτόματου της επόμενης αντλίας. Σε περίπτωση δυσλειτουργίας σε κάποια από τις δύο αντλίες θα δίνεται και σήμα alarm για την έγκαιρη ειδοποίηση.

Επίσης προβλέπεται φλοτέρ συναγερμού σε περίπτωση δυσλειτουργίας του αυτόματου συστήματος άντλησης.

Τα ζεύγη αντλιών λυμάτων θα είναι τοποθετημένα μέσα σε κλειστό φρεάτιο άντλησης.

Εντός του φρεατίου θα υπάρχουν υποδοχές για τους σωλήνες αερισμού, εισόδου και εξόδου των λυμάτων.

### **2.7.3 Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός ανλαιοστασίων**

#### **2.7.3.1 Γενικός ηλεκτρικός πίνακας**

Ο γενικός πίνακας των ανλαιοστασίων θα τροφοδοτεί με ξεχωριστές γραμμές τους ηλεκτροκινητήρες των αντλιών.

Ο βαθμός προστασίας του θα είναι IP 65, 30x30. Θα περιλαμβάνει ξεχωριστά πεδία:

- Αυτοματισμών
- 2 πεδία από τα οποία τροφοδοτείται η κάθε αντλία

#### **2.7.3.2 Τροφοδοτικές Γραμμές**

Η διαστασιολόγηση της γραμμής τροφοδοσίας του Γενικού πίνακα γίνεται με βάση τη μέγιστη πιθανή ζήτηση. Η ελάχιστη παροχή του παροχικού καλωδίου του Γενικού πίνακα από τον υφιστάμενο πίνακα του πωλητηρίου, μουσείου και αναψυκτηρίου θα είναι 5 x 10 mm<sup>2</sup>. Στην άφιξη του Γενικού Πίνακα, θα εγκατασταθεί αυτόματος διακόπτης. Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται φορητή αντλία για τον καθαρισμό της δεξαμενής του ανλαιοστασίου, ο μονοφασικός ρευματοδότης που θα υπάρχει εγκαταστημένος στον πίνακα θα επαρκεί για να καλύψει το φορτίο της (μέγιστο φορτίο ρευματοδότη 3,5 KW, απορροφούμενη ισχύς αντλίας 0,75 KW).

## **2.8 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ**

Στους υγρούς θαλάμους του ανλαιοστασίου τοποθετούνται 2 αντλίες εν παραλλήλω από τις οποίες είναι λειτουργική η μία και η άλλη εφεδρική (stand – by). Η κάθε μία από τις αντλίες θα



είναι επαρκής για την άντληση των λυμάτων, ενώ η άλλη θα είναι εφεδρική σε περίπτωση βλάβης της πρώτης. Οι αντλίες θα εναλλάσσονται μεταξύ τους στο ρόλο τους σαν κύρια και εφεδρική κατά διαστήματα μέσω αυτόματου διακόπτη εναλλαγής της σειράς.

Οι αντλίες θα διαθέτουν κοπτήρες chopper pumps, εξ' ολοκλήρου από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304.

Η σχετική θέση των αντλιών μέσα στο φρεάτιο θα είναι τέτοια ώστε η έξοδος των αντλιών να είναι ευχερής διαμέσου του καλύμματος επίσκεψης του φρεατίου λυμάτων με τη χρήση ανοξείδωτης αλυσίδας. Η κάθε αντλία θα φέρει αλυσίδα έλξεως προσαρμοσμένη κατάλληλα στο κέλυφος της αντλίας και φρεάτιο στα όρια του καλύμματος της επίσκεψης.

## 2.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ

### 2.9.1 Διαστασιολόγηση αντλιοστασίων

Ο υπολογισμός των αντλιοστασίων γίνεται με τις εξής παραδοχές :

- Τα λύματα επιδιώκεται να παραμένουν στο αντλιοστάσιο λιγότερο από 30 min με μέγιστο χρόνο παραμονής τις 2 ώρες για λόγους αποφυγής σπηπικών καταστάσεων. Η απαίτηση αυτή αφορά στην ελάχιστη παροχή εισόδου  $minQ$  στο αντλιοστάσιο.
- Ο αριθμός ζεύξεων  $Z$  των αντλητικών συγκροτημάτων ανά ώρα θα πρέπει να είναι μικρότερος ή ίσος των 10.

Ο χρόνος παραμονής των λυμάτων  $T$  σε min δίνεται από τη σχέση :

$$T = V_{\omega\phi} / minQ * 60, \text{ όπου}$$

$V_{\omega\phi}$ : ο ωφέλιμος όγκος του υγρού θαλάμου του αντλιοστασίου σε  $m^3$

$minQ$ : η ελάχιστη παροχή εισόδου των λυμάτων στο αντλιοστάσιο σε  $m^3/h$

Ο ελάχιστος ωφέλιμος όγκος του υγρού θαλάμου, δίδεται από τη σχέση :

$$V_{\omega\phi} = maxQ / 4zr, \text{ όπου}$$

$maxQ$ : η μέγιστη παροχή εισόδου (40ετίας) στο αντλιοστάσιο ( $m^3/h$ )

$r$ : ο αριθμός των κυκλικά εναλλασσόμενων αντλιών

$Z$ : ο μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός ζεύξεων ενός αντλητικού συγκροτήματος ανά ώρα.

### 2.9.2 Ισχύς αντλιών

Οι αντλίες θα είναι ειδικού τύπου πτερωτής NON CLOGGING - μονοκάναλες ή ολιγοκάναλες. Από στοιχεία κατασκευαστών, οι στροφές λειτουργίας τους προβλέπεται να είναι το πολύ μέχρι 3.000 στρ/λεπτό.

Η ισχύς των υπολογίζεται με βάση τον τύπο:

$$N = 1.2 \times Q \times H / 367.2 \times \eta_a$$

(ελήφθη περιθώριο ισχύος 20% -1,20) όπου:

$Q$  = παροχή σε  $m^3/ώρα$

$H$  = μανομετρικό ύψος σε  $m$

$\eta_a$  = βαθμός αποδόσεως αντλίας

$N$  = ισχύς σε  $KW$

Δεδομένης της ειδικής κατασκευής των αντλιών λυμάτων, ο βαθμός απόδοσης της εκάστης αντλίας κυμαίνεται (για τις αντλίες που είναι απαραίτητες στην παρούσα μελέτη) από  $\eta_a=0,40$  έως  $\eta_a=0,60$  αναλόγως την παροχή και το μανομετρικό ύψος. Για να είναι η επιλογή αντλιών και κινητήρων όσο το δυνατόν σε πιο πραγματικά δεδομένα, επιλέχθηκαν οι αντλίες σύμφωνα με στοιχεία κατασκευαστών και λήφθηκε ο βαθμός απόδοσης στο σημείο της καμπύλης λειτουργίας της αντλίας για το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος. Χρησιμοποιώντας αυτόν τον βαθμό απόδοσης, και με το δεδομένο ότι ο βαθμός απόδοσης των ηλεκτροκινητήρων κυμαίνεται από 0,95 έως 0,98, υπολογίστηκε η απαιτούμενη ισχύς για τη λειτουργία των αντλητικών συγκροτημάτων.

Αντλιοστάσιο Λ1:

- Θέση: Εντός υφιστάμενης κυκλικής δεξαμενής ΒΔ του κτηρίου υποδοχής επισκεπτών
- Παροχή: **0.625 l/sec**
- Μανομετρικό ύψος: **25 mΣΥ**
- Ωφέλιμος όγκος: **0.5 m<sup>3</sup>**
- Ισχύς αντλίας: **0,6 Kw**

Αντλιοστάσιο L1: Πωλητήριο		
Μέγιστη παροχή αιχμής	9	m <sup>3</sup> /d
Μέση μέγιστη παροχή αιχμής	6	m <sup>3</sup> /d
Ποσοστό ελάχιστης παροχής	50%	Οκτώβριο
Μέση ελάχιστη παροχή αιχμής	3	m <sup>3</sup> /d
Διάμετρος σωλήνα	0.05	m
Μήκος σωλήνα	715	m
Επιφάνεια σωλήνα	0.001963	m <sup>2</sup>
Όγκος δικτύου	1.403188	m <sup>3</sup>
Μέγιστη παροχή αιχμής	2.25	m <sup>3</sup> /h
Μέση παροχή αιχμής	0.5	m <sup>3</sup> /h
Μέση ελάχιστη παροχή αιχμής	0.25	m <sup>3</sup> /h
Επιθυμητός χρόνος παραμονής των λυμάτων στο αντλιοστάσιο	0.5	h
Μέγιστος χρόνος παραμονής λυμάτων	2	h
Όγκος αντλιοστασίου L1 στην ελάχιστη παροχή	0.5	m <sup>3</sup>
Χρόνος παραμονής λυμάτων	120	min
Αριθμός εναλλαγών Z	4	
Αριθμός αντλιων	2	
Ελάχιστος ωφέλιμος όγκος υγρού θαλάμου	0.28125	m <sup>3</sup>
Όγκος αντλιοστασίου L1 στην μέγιστη παροχή	0.5	m <sup>3</sup>
Χρόνος παραμονής λυμάτων	13.33333	min
Μέγιστη ταχύτητα λυμάτων	2	m/sec
Παροχή αντλίας	2.24	m <sup>3</sup> /h
Παροχή αντλίας	0.000622	m <sup>3</sup> /s
Ταχύτητα λυμάτων	0.32	m/sec

#### Αντλιοστάσιο L2:

- Θέση: Στο βόρειο αίθριο του μουσείου
- Παροχή: **0.938 l/sec**
- Μανομετρικό ύψος: **15 mΣΥ**
- Ωφέλιμος όγκος: **0.5 m<sup>3</sup>**
- Ισχύς αντλίας: **0,35 Kw**

Αντλιοστάσιο L2: Μουσείο		
Μέγιστη παροχή αιχμή	13.5	m <sup>3</sup> /d
Μέση μέγιστη παροχή αιχμής	9	m <sup>3</sup> /d
Ποσοστό ελάχιστης παροχής	50%	Οκτώβριο
Μέση ελάχιστη παροχή αιχμής	4.5	m <sup>3</sup> /d
Διάμετρος σωλήνα	0.05	m
Μήκος σωλήνα	125	m
Επιφάνεια σωλήνα	0.001963	m <sup>2</sup>
Όγκος δικτύου	0.245313	m <sup>3</sup>
Μέγιστη παροχή αιχμής	3.375	m <sup>3</sup> /h
Μέση παροχή αιχμής	0.75	m <sup>3</sup> /h
Μέση ελάχιστη παροχή αιχμής	0.375	m <sup>3</sup> /h
Επιθυμητός χρόνος παραμονής των λυμάτων στο αντλιοστάσιο	0.5	h
Μέγιστος χρόνος παραμονής λυμάτων	2	h
Όγκος αντλιοστασίου L2 στην ελάχιστη παροχή	0.5	m <sup>3</sup>
Χρόνος παραμονής λυμάτων	80	min
Αριθμός εναλλαγών Z	4	
Αριθμός αντλιων	2	

Ελάχιστος ωφέλιμος όγκος υγρού θαλάμου	0.421875	m <sup>3</sup>
Όγκος αντλιοστασίου Λ2 στην μέγιστη παροχή	0.5	m <sup>3</sup>
Χρόνος παραμονής λυμάτων	8.888889	min
Μέγιστη ταχύτητα λυμάτων	2	m/sec
Παροχή αντλίας	3.38	m <sup>3</sup> /h
Παροχή αντλίας	0.000939	m <sup>3</sup> /s
Ταχύτητα λυμάτων	0.48	m/sec

#### Αντλιοστάσιο Λ3:

- Θέση: Νοτιοδυτικά του αναψυκτηρίου
- Παροχή: **0.938 l/sec**
- Μανομετρικό ύψος: **15 mΣΥ**
- Ωφέλιμος όγκος: **0.5 m<sup>3</sup>**
- Ισχύς αντλίας: **0,35 kW**

Αντλιοστάσιο Λ3: Αναψυκτήριο		
Μέγιστη παροχή αιχμής	13.5	m <sup>3</sup> /d
Μέση μέγιστη παροχή αιχμής	9	m <sup>3</sup> /d
Ποσοστό ελάχιστης παροχής	50%	Οκτώβριο
Μέση ελάχιστη παροχή αιχμής	4.5	m <sup>3</sup> /d
Διάμετρος σωλήνα	0.05	m
Μήκος σωλήνα	135	m
Επιφάνεια σωλήνα	0.001963	m <sup>2</sup>
Όγκος δικτύου	0.264938	m <sup>3</sup>
Μέγιστη παροχή αιχμής	3.375	m <sup>3</sup> /h
Μέση παροχή αιχμής	0.75	m <sup>3</sup> /h
Μέση ελάχιστη παροχή αιχμής	0.375	m <sup>3</sup> /h
Επιθυμητός χρόνος παραμονής των λυμάτων στο αντλιοστάσιο	0.5	h
Μέγιστος χρόνος παραμονής λυμάτων	2	h
Όγκος αντλιοστασίου Λ3 στην ελάχιστη παροχή	0.5	m <sup>3</sup>
Χρόνος παραμονής λυμάτων	80	min
Αριθμός εναλλαγών Z	4	
Αριθμός αντλιών	2	
Ελάχιστος ωφέλιμος όγκος υγρού θαλάμου	0.421875	m <sup>3</sup>
Όγκος αντλιοστασίου Λ3 στην μέγιστη παροχή	0.5	m <sup>3</sup>
Χρόνος παραμονής λυμάτων	8.888889	min
Μέγιστη ταχύτητα λυμάτων	2	m/sec
Παροχή αντλίας	3.38	m <sup>3</sup> /h
Παροχή αντλίας	0.000939	m <sup>3</sup> /s
Ταχύτητα λυμάτων	0.48	m/sec

## 2.10 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ

### 2.10.1 Τεχνική Περιγραφή

Για τον εξαερισμό των κλειστών αντλιοστασίων ανύψωσης των λυμάτων θα τοποθετηθεί σωλήνας εξολοκλήρου από U-PVC πίεσης 10 atm, ονομαστικής διαμέτρου Φ110, συμπαγούς τοιχώματος, κατά ΕΛΟΤ EN 1452-2, σύμφωνα με την μελέτη και την ΕΤΕΠ 08-06-02-01 "Δίκτυα υπό πίεση από σωλήνες PVC-U. που θα εκτείνεται σε ύψος πάνω από την στέγη του εκάστου κτιρίου. Στην απόληξη του συστήματος αερισμού θα τοποθετηθεί οσμοπαγίδα τύπου T-Vent (T-Vent Odor Scrubber) για την επεξεργασία του αέρα που εξέρχεται με φυσική ροή, χωρίς την απαίτηση ανεμιστήρα ή άλλης διάταξης δυναμικότητας τουλάχιστον 10 m<sup>3</sup>/h και παρόμοιας διαμέτρου με το κατακόρυφο δίκτυο.

## 2.10.2 Τεχνικές Προδιαγραφές

Η στήριξη των σωληνώσεων θα γίνεται με ειδικά στηρίγματα [διμερή] μορφής διπλού "Ωμέγα", κατασκευασμένα από χαλυβδοελάσματα πάχους τουλάχιστον 2mm, διαμορφωμένα κατάλληλα με βίδες γαλβανισμένες συσφίξεως και στηρίξεως. Τα στηρίγματα πριν από την εγκατάσταση θα έχουν υποστεί καλό καθαρισμό και θερμό γαλβάνισμα. Τα στηρίγματα θα φέρουν ελαστικούς δακτυλίους. Θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τη σωστή στήριξη και σύνδεση των σωληνών, ώστε να μην καταπονούνται από συστολοδιαστολές. Οι κατακόρυφες σωληνώσεις θα φέρουν στηρίγματα σε απόσταση τουλάχιστον 1,3m, ενώ οι οριζόντιες αντίστοιχα σε απόσταση τουλάχιστον 1,0m.

Ο αποσμητής εξαεριστικών προσαρμόζεται στην απόληψη του αεραγωγού και επεξεργάζεται τον αέρα που εξέρχεται με φυσική ροή, χωρίς την απαίτηση ανεμιστήρα ή άλλης διάταξης. Η απόδοση της μονάδας απόσμησης στην εξουδετέρωση αέριων ρύπων θα αγγίζει το 99,5%, θα είναι βαρέως τύπου με πρακτικά απεριόριστη διάρκεια ζωής. Θα είναι απλός στη λειτουργία του και δεν θα απαιτεί επίβλεψη. Η διάρκεια ζωής του χημικού μέσου θα είναι τουλάχιστον 18 μήνες.

## 3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΔΗΛΟΥ

### 3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η ΕΕΛ Δήλου έχει σχεδιασθεί με βάση την μηνιαία επισκεψιμότητα του αρχαιολογικού χώρου για μηνιαίο αριθμό επισκεπτών **48.000 άτομα** ή **1.600 άτομα ημερησίως** με ειδική παροχή λυμάτων 15 lt/άτομο.ημέρα (**Ισοδύναμος πληθυσμός 160 άτομα με ειδική παροχή λυμάτων 150 lt/άτομο.ημέρα**)

Πίνακας 3.1: Δεδομένα σχεδιασμού της ΕΕΛ

Παράμετρος		Απρίλιος	Μαΐος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος
Πληθυσμός σχεδιασμού	[άτομα]	43	134	157	133	120	<b>160</b>	84
Μέγ. ημερήσια παροχή (παροχή σχεδιασμού)	[m <sup>3</sup> /d]	9,6	30,1	35,4	29,9	17,0	<b>36,0</b>	18,9
Μέγ. ωριαία παροχή	[m <sup>3</sup> /h]	2,4	7,5	8,9	7,5	6,7	<b>9,0</b>	4,7
Παροχή αιχμής	[l/s]	0,7	2,1	2,5	2,1	1,9	<b>2,5</b>	1,3
Ρυπαντικό φορτίο BOD <sub>5</sub>	[gr./κατ/ημ]	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	<b>60.0</b>	60.0
Ποσότητα στερεών SS	[gr/κατ.]	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	<b>80.0</b>	80.0
Ολικό άζωτο N	[gr./κατ/ημ.]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	<b>10.0</b>	10.0
Ολικός φώσφορος	[gr/κατ/ημ.]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	<b>2.5</b>	2.5
Ημερήσια ποσότητα BOD <sub>5</sub>	[kg/ημ.]	2.6	8.0	9.4	8.0	7.2	<b>9.6</b>	5.0
Ημερήσια ποσότητα στερεών	[kg/ημ.]	3.4	10.7	12.6	10.6	9.6	<b>12.8</b>	6.7
Ημερήσια ποσότητα αζώτου	[kg/ημ.]	0.4	1.3	1.6	1.3	1.2	<b>1.6</b>	0.8
Ημερήσια ποσότητα φωσφόρου	[kg/ημ.]	0.1	0.3	0.4	0.3	0.3	<b>0.4</b>	0.2
Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub>	[mg/Lt]	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0
Συγκέντρωση στερεών SS	[mg/Lt]	533.3	533.3	533.3	533.3	533.3	533.3	533.3
Συγκέντρωση αζώτου N	[mg/Lt]	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7
Συγκέντρωση φωσφόρου	[mg/Lt]	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7
Κολοβακτηρίδια		1.0E+07	1.0E+07	1.0E+07	1.0E+07	1.0E+07	1.0E+07	1.0E+07

Τα όρια εκροής για την ΕΕΛ Δήλου, ορίζονται τα παρακάτω:

**Πίνακας 3.2:** Δεδομένα εξόδου ΕΕΛ

A/A	Παράμετρος	Όρια ΚΥΑ 145116/2011 για επαναχρησιμοποίηση για απεριόριστη άρδευση
1	Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub> (mg/Lt)	≤10 για το 80% των δειγμάτων
2	Συγκέντρωση στερεών SS (mg/Lt)	≤10 για το 80% των δειγμάτων
3	Συγκέντρωση αζώτου N (mg/Lt)	15 mg/l
4	Συγκέντρωση φωσφόρου (mg/Lt)	-
5	EColi	≤5/100 ml για το 80% των δειγμάτων και ≤50/100 ml για το 95% των δειγμάτων
	Υπολειμματικό χλώριο	≥2
6	Θολότητα	≤2 διάμεση τιμή

Στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική περιγραφή του κάθε επιμέρους σταδίου επεξεργασίας.

### 3.2 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι περιπτώσεις που εξετάστηκαν προκειμένου να επιλεγεί η καταλληλότερη λύση είναι οι παρακάτω:

- Δεξαμενές σταθεροποίησης
- Συστήματα με υδροχαρή φυτά
- Συστήματα με τεχνητούς υγροτόπους
- Μέθοδος των εδαφικών συστημάτων
- Συμβατική μονάδα βιολογικού καθαρισμού παρατεταμένου αερισμού
- Μονάδα SBR (**Προτεινόμενη**)

Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη περιγραφή των λύσεων αυτών.

#### 3.2.1 Δεξαμενές σταθεροποίησης

Σε πρώτη φάση εξετάστηκε η λύση των δεξαμενών σταθεροποίησης. Η επεξεργασία των λυμάτων στα συστήματα αυτά αποδίδεται στις διάφορες διεργασίες, οι οποίες λαμβάνουν χώρα και οφείλονται στη μικροβιακή ζωή καθώς και στα κατώτερα φυτά και ζώα που αναπτύσσονται στο σύστημα. Τα συστήματα των δεξαμενών σταθεροποίησης απαιτούν, για την κατασκευή των διαφόρων επιμέρους έργων τους, μικρότερη έκταση από τα εδαφικά συστήματα και περιλαμβάνουν τους επιμέρους τύπους: α) τις αερόβιες δεξαμενές (aerobic ponds), β) τις επαμφοτερίζουσες δεξαμενές (facultative ponds), γ) τις μερικής ανάμειξης αεριζόμενες δεξαμενές (partial-mix aerated ponds) και δ) τις δεξαμενές ελεγχόμενης παροχής (controlled discharge ponds). Οι δεξαμενές σταθεροποίησης χρησιμοποιούνται για ένα ευρύ φάσμα καιρικών συνθηκών, από μόνες τους ή σε συνδυασμό με άλλα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων. Σύμφωνα με τον Αγγελάκη (1995), το βασικότερο πρόβλημα αυτής της μεθόδου είναι τα παραγόμενα άλγη και η οφειλόμενη σε αυτά συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών στη διαθέσιμη εκροή. Επιπλέον, αντικειμενικός σκοπός της μεθόδου αυτής είναι η μείωση του φορτίου BOD στο επίπεδο των 30-40 mg/l. Τέλος, σε τέτοια συστήματα παρατηρείται πολλές φορές η παραγωγή δύσοσμων αερίων, όπως υδρόθειο, αμμωνία, μεθάνιο, λόγω αναερόβιων συνθηκών. Τελικά η λύση αυτή απορρίπτεται για τεchnοοικονομικούς και περιβαλλοντικούς λόγους, αλλά και λόγω της εγγυήτητας του με το αρχαιολογικό χώρο.

### 3.2.2 Συστήματα με υδροχαρή φυτά

Τα συστήματα αυτά είναι παρόμοια με τα συστήματα των δεξαμενών σταθεροποίησης, με τη διαφορά ότι στις δεξαμενές καλλιεργούνται υδροχαρή φυτά για περαιτέρω επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Βασικά μειονεκτήματα των συστημάτων αυτών είναι η ανάπτυξη κουνουπιών με κίνδυνο μετάδοσης ασθενειών, η απαιτούμενη μεγάλη έκταση με επίπεδη μορφολογία και η μεγάλη συχνότητα συγκομιδής και διάθεσης των υδροχαρών φυτών. Τελικά, και αυτή η λύση απορρίπτεται για τους παραπάνω τεχνοοικονομικούς και περιβαλλοντικούς λόγους.

### 3.2.3 Συστήματα με τεχνητούς υγροτόπους

Αποτελούνται από λεκάνες μικρού βάθους, στις οποίες τοποθετείται μια εδαφική στρώση και καλλιεργούνται διάφορα υδροχαρή φυτά, όπως είναι οι κοινές καλάμιές (*Phragmites communis*), τα διάφορα είδη βούρλων (*Juncus spp.*), οι σύφες (*Scripus spp.*) και διάφορα είδη ψαθών (*Typha spp.*). Η επεξεργασία των λυμάτων στα συστήματα αυτά γίνεται στο περιβάλλον “έδαφος-φυτό-ατμόσφαιρα-λύματα”. Σημειώνεται ότι στα συστήματα αυτά, με την ανάπτυξη στις ρίζες των φυτών ειδικών πληθυσμών βακτηρίων, επιτυγχάνεται επιπρόσθετα ένα φίλτράρισμα και μια προσρόφηση διαφόρων συστατικών των λυμάτων, μεταφέρεται οξυγόνο στη μάζα του νερού και περιορίζεται η ανάπτυξη αλγών (πρασινάδας ή μουχιών) εξαιτίας της αναπτυσσόμενης βλάστησης, με την οποία επιτυγχάνεται έλεγχος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

Σύμφωνα με τους Cooper και Hobson (1989) τα πλεονεκτήματα των συστημάτων αυτών συνοψίζονται στα εξής: α) έχουν χαμηλότερο κόστος κατασκευής, β) η κατασκευή τους είναι απλή, καθώς συνήθως δεν χρειάζεται μηχανικό ή ηλεκτρικό εξοπλισμό, γ) το κόστος λειτουργίας και συντήρησής τους είναι ασήμαντο, δ) είναι ικανά να ανταπεξέλθουν στις διαδικασίες ενός ευρέως πεδίου συνθηκών λειτουργίας τους, οι οποίες αναφέρονται στα κλιματικά δεδομένα, στην ποιότητα και το είδος των λυμάτων εισροής κ.ά., ε) παρέχουν μια σταθερή ποιότητα εκροών και στ) καθίσταται φιλικότερα στο περιβάλλον, εξασφαλίζοντας μια δυναμική διατήρηση της άγριας ζωής. Επιπρόσθετα θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος αυτή των τεχνητών υγροτόπων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και για τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων, λαμβάνοντας σ’ αυτή την περίπτωση καθαρές ποιοτικά εκροές.

Η εφαρμογή της μεθόδου των τεχνητών υγροτόπων παρουσιάζει ωστόσο και σημαντικά μειονεκτήματα:

Για τη χωροθέτηση ενός τέτοιου συστήματος απαιτούνται επίπεδες εκτάσεις πολλαπλάσιες των συμβατικών συστημάτων, που δεν είναι διαθέσιμες στον αρχαιολογικό της Δήλου.

Τελικά, και αυτή η λύση απορρίπτεται για τους παραπάνω τεχνοοικονομικούς και περιβαλλοντικούς λόγους.

### 3.2.4 Μέθοδος των εδαφικών συστημάτων

Στα συστήματα αυτά τα λύματα, μετά την προεπεξεργασία τους, εφαρμόζονται στην επιφάνεια του εδάφους. Στη συνέχεια επιτυγχάνεται περαιτέρω επεξεργασία με τις διάφορες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο περιβάλλον έδαφος ή υδροφορέας-ατμόσφαιρα-λύματα. Τα συστήματα αυτά διακρίνονται στους εξής επιμέρους τύπους: α) τα συστήματα βραδείας διήθησης ή εφαρμογής (Slow Rate Systems-SRS), β) στα συστήματα επιφανειακής απορροής (Overland Flow Systems-OFS), γ) στα συστήματα ταχείας διήθησης (Rapid Infiltration Systems-RIS) και δ) στα συστήματα συνδυασμένων τύπων (Comination Land Systems-CLS). Από τα συστήματα αυτά, η σχετικά πιο κατάλληλη μέθοδος φαίνεται να είναι αυτή της βραδείας εφαρμογής (Αγγελάκης, 1995). Για τη συγκεκριμένη περίπτωση όμως, πέραν του θέματος της απαιτούμενης προεπεξεργασίας υπάρχει το θέμα της απαιτούμενης έκτασης γης. Ενδεικτικά, αναφέρεται ένα παράδειγμα διαστασιολόγησης από την ίδια πηγή, όπου για μέση ημερήσια παροχή αποβλήτου 24 m<sup>3</sup>/d απαιτείται έκταση 22 στρ. Η διάθεση δηλαδή των επεξεργασμένων λυμάτων στο έδαφος με το σύστημα της βραδείας εφαρμογής προϋποθέτει την εξεύρεση κατάλληλου χώρου πολύ μεγάλης έκτασης, ο οποίος θα πρέπει να μην είναι κοντά στον αρχαιολογικό χώρο, σχετικά επίπεδο με μικρή κλίση και σε χαμηλό υψόμετρο ώστε να αποφεύγονται οι παρατεταμένες αντλήσεις. Έτσι, η λύση αυτή απορρίπτεται για

τεχνοοικονομικούς και περιβαλλοντικούς λόγους, καθώς δεν είναι διαθέσιμες τέτοιες εκτάσεις στη Δήλο.

### **3.2.5 Συμβατική μονάδα επεξεργασίας**

Στα πλεονεκτήματα της λύσης αυτής είναι η πολύ μικρή έκταση που καταλαμβάνουν οι εγκαταστάσεις της και η υψηλή απόδοση της. Επιπλέον, λόγω της εκτεταμένης και συστηματικής εφαρμογής της μεθόδου αυτής στην Ελλάδα, υπάρχει πολύ μεγάλη εμπειρία στον τεχνικό κόσμο για την κατασκευή και συντήρηση τους σε αντίθεση με τα φυσικά συστήματα, όπου έχουν κατασκευαστεί και λειτουργούν λίγες τέτοιες μονάδες. Στα μειονεκτήματα της λύσης αυτής είναι το υψηλότερο κόστος κατασκευής και λειτουργίας σε σχέση με τα φυσικά συστήματα. Η μέθοδος αυτή εξασφαλίζει απόλυτα την προστασία του περιβάλλοντος και τα όρια ποιότητας εκροής για ευαίσθητους αποδέκτες.

### **3.2.6 Μονάδα επεξεργασίας SBR (Προτεινόμενη)**

Το σύστημα επεξεργασίας των λυμάτων SBR, αποτελεί παραλλαγή των συμβατικών μονάδων, με μικρότερους όγκους, ενώ παράλληλα προσφέρει μεγάλη μείωση του οργανικού φορτίου, των αιωρούμενων στερεών και της θολότητας. Η κατασκευή μικρών μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων του τύπου SBR (αντιδραστήρες διαλείποντος έργου περιοδικής λειτουργίας) έχει παρουσιάσει τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη αύξηση. Αυτό οφείλεται όχι μόνο στο γεγονός ότι με τις μονάδες αυτές επιτυγχάνεται στην έξοδό τους, επεξεργασμένο υγρό απόβλητο με ποιοτικά χαρακτηριστικά κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια, αλλά γιατί κυρίως οι μονάδες αυτές έχουν μικρό σχετικά κόστος, τόσο κατασκευής όσο και λειτουργίας και συντήρησης, σε σχέση με τα συστήματα συνεχούς ροής των συμβατικών μονάδων. Επίσης, ένα άλλο πλεονέκτημα των παραπάνω μονάδων είναι το γεγονός ότι καταλαμβάνουν πολύ μικρότερους χώρους με τις ελάχιστες επιπλέον διαμορφώσεις από έργα πολιτικού μηχανικού, σε σχέση με τα συστήματα επεξεργασίας συνεχούς ροής.

Έτσι, η λύση αυτή προτείνεται για τεχνοοικονομικούς και περιβαλλοντικούς λόγους για την περίπτωση του αρχαιολογικού χώρου της Δήλου.

## **3.3 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ**

### **3.3.1 Γενικά**

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας των Λυμάτων (ΕΕΛ) Δήλου χωροθετείται ανάντι του Μουσείου και του αναψυκτηρίου σε υφιστάμενο περιφραγμένο χώρο από νεώτερη ξερολιθιά ύψους 1.2 m. και επιφάνειας 217 m<sup>2</sup> περίπου. Η ΕΕΛ θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα με τοιχεία πάχους 30 cm, πλάκα θεμελίωσης 20 cm, πλάκα κάλυψης 20 cm και φρεάτια επίσκεψης. Το καθαρό ύψος του μηχανοστασίου θα είναι +2.50 m και των δεξαμενών +2.55 m και τα τοιχεία θα είναι επενδυμένα με ξερολιθιά πάχους 25 cm. Η ΕΕΛ θα είναι κατασκευασμένη σε δυο επίπεδα με υψομετρική διαφορά 60 cm το κάθε επίπεδο για καλύτερη προσαρμογή στο φυσικό έδαφος της περιοχής

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας των Λυμάτων (ΕΕΛ) Δήλου αποτελείται από τα παρακάτω βασικά στάδια:

- Τον Εσχαρισμό των ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων όπου συγκρατούνται τα στερεά άνω των 2mm.
- Την Εγκατάσταση Συγκέντρωσης - Ομογενοποίησης - Εξισορρόπησης Παροχής των αποβλήτων η οποία αποτελείται από τη δεξαμενή Συγκέντρωσης των ανεπεξέργαστων αποβλήτων όγκου 50 m<sup>3</sup>.
- Τη Μονάδα Επεξεργασίας των Υγρών Αποβλήτων. Η Μονάδα Επεξεργασίας αποτελείται από αντιδραστήρα διαλείποντος έργου περιοδικής λειτουργίας (SBR) στον οποίο θα είναι εγκατεστημένος ο κατάλληλος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός όγκου 50m<sup>3</sup>.
- Την διθάλαμη δεξαμενή Αποθήκευσης των Επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων όγκου 25m<sup>3</sup>,
- και την Εγκατάσταση Τριτοβάθμιας Επεξεργασίας, η οποία αποτελείται από τη διάταξη χλωρίωσης και τον αντίστοιχο εξοπλισμό προσθήκης διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου, και φίλτρο άμμου κλειστού τύπου πίεσης.

- Την εγκατάσταση επεξεργασίας της λάσπης, η οποία αποτελείται από την αντλία λάσπης, την αντλία πολυηλεκτρολύτη, το δοχείο ανάδευσης πολυηλεκτρολύτη, το μίκτη και το σακκόφιλτρο
- Το αντλιοστάσιο διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων για απεριόριστη άρδευση

Για την εύρυθμη λειτουργία της Εγκατάστασης Επεξεργασίας θα πρέπει τα λύματα προληπτικά να μην περιέχουν μεγάλες ποσότητες χημικών (ιδιαίτερα αντισηπτικών, χλωρίνης) που είναι δυνατόν να αλλοιώσουν το pH της μονάδας και να δημιουργήσουν προβλήματα στη ανάπτυξη των μικροβιακών πληθυσμών.

### 3.3.2 Τεχνική περιγραφή ΕΕΛ Δήλου

Η λειτουργία της Εγκατάστασης Επεξεργασίας περιγράφεται παρακάτω:

Τα ανεπεξέργαστα λύματα από τα τρία αντλιοστάσια Λ1, Λ2 και Λ3 οδηγούνται με πίεση μέσω του αποχετευτικού δικτύου και του κολεκτέρ στο θάλαμο της προεπεξεργασίας απευθείας σε μια αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα τύπου κοχλία. Τα επεξεργασμένα λύματα θα οδηγούνται με βαρύτητα σε φρεάτιο και στη συνέχεια με τη βοήθεια 2 αντλιών ξηρού τύπου θα τροφοδοτούν τη δεξαμενή Συγκέντρωσης - Ομογενοποίησης - Εξισορρόπησης Παροχής, κατάλληλης χωρητικότητας, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα ομογενοποίησης των μεγάλων παροχών (παροχών αιχμής), τόσο του υδραυλικού όσο και του οργανικού φορτίου προτού τα λύματα εισέλθουν στην μονάδα επεξεργασίας. Τα εσχαρίσματα θα οδηγούνται μέσω του κοχλία σε τροχήλατο κάδο εσχαρισμάτων πλαστικό όγκου 660 lt.

Από τη δεξαμενή Συγκέντρωσης αντλούνται με τη βοήθεια ζεύγους αντλιών (ένα εφεδρικό) στην Μονάδα Επεξεργασίας (αντιδραστήρας SBR). Στην μονάδα ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας ενδεικτικά περιλαμβάνει κατά σειρά τις φάσεις πλήρωση, αερόβια επεξεργασία, ανοξική επεξεργασία, τελική αερόβια επεξεργασία του αποβλήτου, καθίζηση και απορροή επεξεργασμένου αποβλήτου. Οι διαδικασίες αυτές πραγματοποιούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η μία διαδικασία να διαδέχεται την άλλη μετά από κάποιο προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Η συνολική διάρκεια του κύκλου λειτουργίας έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζεται ανάλογα με την ποσότητα και την ποιοτική σύσταση των εισερχόμενων λυμάτων. Ενδεικτικά το σύστημα θα λειτουργεί με δύο (2) κύκλους ημερησίως δηλαδή 12 ώρες / ανά κύκλο λειτουργίας με δυνατότητα επεξεργασίας συνολικά 24 κυβικών μέτρων αποβλήτου ανά ημέρα. Ανάλογα με την ποιοτική σύσταση του αποβλήτου δίνεται δυνατότητα στο χειριστή να τροποποιήσει τη σχετική διάρκεια των επιμέρους φάσεων λειτουργίας ώστε ο συνολικός χρόνος του κύκλου να παραμένει σταθερός ή ακόμα και να μεταβάλλεται στο σύνολό του.

Όταν ολοκληρωθεί ο κάθε κύκλος λειτουργίας, τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται σε διθαλάμια δεξαμενή αποθήκευσης των επεξεργασμένων κατάλληλης χωρητικότητας. Από τον ένα θάλαμο της δεξαμενής αποθήκευσης τα επεξεργασμένα οδηγούνται μέσω ζεύγους εμβυαζόμενων αντλιών σε διάταξη απολύμανσης με χλώριο και φίλτρανση με κλειστό φίλτρο άμμου πίεσης, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται τα όρια ποιότητας του πίνακα 2 (ΚΥΑ 145116/2011) για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων και στη συνέχεια να επιστρέφουν στον δεύτερο θάλαμο της δεξαμενής αποθήκευσης των επεξεργασμένων λυμάτων.

Εν συνεχεία τα επεξεργασμένα και απολυμασμένα λύματα θα διατίθενται μέσω ζεύγους αντλιών επιφανείας (ένα εφεδρικό) στο πεδίο διάθεσης /άρδευσης έκτασης 11 στρ, το οποίο χωροθετείται στην ανατολική πλευρά του νησιού και σε οριζοντιογραφική απόσταση μεγαλύτερη των 300 m από τον αρχαιολογικό χώρο, το αναψυκτήριο, το μουσείο και την ΕΕΛ .

## 3.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

### 3.4.1 Εσχάρωση

Για τον Εσχαρισμό των ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων, προβλέπεται αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα τύπου κοχλία από σώμα σε AISI 304 με κόσκινο οπών 2 mm, κοχλίας, μειωτήρας και κινητήρας IP 55 και μέγιστης παροχής τουλάχιστον 18 m<sup>3</sup>/h και ισχύος τουλάχιστον 0.25 KW. Η εσχάρα θα τοποθετηθεί σε κατάλληλο ύψος έτσι ώστε τα επεξεργασμένα να οδηγούνται με βαρύτητα σε τσιμεντένιο κλειστό φρεάτιο διαστάσεων 1.9 m x 2 m και ύψος 1m , ενώ τα εσχαρίσματα θα οδηγούνται μέσω του κοχλία απευθείας σε τροχήλατο με 4 ρόδες κάδο συλλογής εσχαρισμάτων πλαστικό όγκου 660 lt που θα πληροί το διεθνές πρότυπο EN 840.



Στη συνέχεια με τη βοήθεια ζεύγους φυγοκεντρικών αντλιών κατάλληλων για λύματα από σώμα AISI 304 ξηρού τύπου παροχής τουλάχιστον 20m<sup>3</sup>/h και μανομετρικού 6 m στροφών 2.900 rpm και ισχύος τουλάχιστον 0.75KW έκαστη θα οδηγούνται στην δεξαμενή Συγκέντρωσης - Ομογενοποίησης - Εξισορρόπησης Παροχής  
Η είσοδος στο θάλαμο της προεπεξεργασίας θα γίνεται με μονόφυλλη μεταλλική πόρτα πλάτους 1.45m.

### **3.4.2 Δεξαμενή Συγκέντρωσης - Ομογενοποίησης - Εξισορρόπησης Παροχής**

Για την ανάδευση των λυμάτων θα εγκατασταθεί εμβατιζόμενος αναδευτήρας με σύστημα ολίσθησης και ανύψωσης αναδευτήρα, από ανοξείδωτο χάλυβα AISI304 και παλάγκο με αλυσίδα από ανοξείδωτο χάλυβα ισχύος τουλάχιστον 1.5 KW, χαμηλών στροφών (ενδεικτικά 1000 rpm).

Αντιδιαμετρικά του αναδευτήρα θα εγκατασταθεί για την τροφοδοσία του SBR ένα ζεύγος αντλιών εμβατιζόμενων- φυγοκεντρικών παροχής 20m<sup>3</sup>/h και μανομετρικού ύψους 8 m, στροφών 2.900 rpm, ισχύος τουλάχιστον 1.1KW έκαστη, σύστημα έδρασης με pedestal, κολλεκτέρ σύνδεσης από ανοξείδωτο χάλυβα, bypass, βάνες απομόνωσης, αντεπίστροφα, σύστημα ολίσθησης και ανύψωσης αντλιών, από ανοξείδωτο χάλυβα AISI304 και παλάγκα με αλυσίδα από ανοξείδωτο χάλυβα.

Η δεξαμενή θα είναι καλυμμένη με τσιμέντο και θα διαθέτει δυο ανθρωποθυρίδες με στεγανά φρεάτια επίσκεψης B125 αλουμινίου με καθαρό άνοιγμα 80 x 80 cm, έκαστο. Το ένα φρεάτιο θα επιτρέπει την πρόσβαση στον αναδευτήρα και το δεύτερο φρεάτιο στο αντλιοστάσιο τροφοδοσίας του SBR.

Για τον έλεγχο της στάθμης των λυμάτων στη δεξαμενή θα εγκατασταθεί υδροστατικός μετρητής στάθμης με σύστημα στήριξης με σωλήνα από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304.

### **3.4.3 Μονάδα επεξεργασίας λυμάτων SBR**

Στα συστήματα επεξεργασίας τύπου SBR οι κυριότερες διαδικασίες της βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων, οι οποίες σε συστήματα συνεχούς ροής πραγματοποιούνται σε διαφορετικούς χώρους-δεξαμενές, πραγματοποιούνται στον ίδιο χώρο-δεξαμενή. Η διαφορά είναι ότι σ' έναν αντιδραστήρα SBR οι διαδικασίες χωρίζονται χρονικά. Έτσι η μία διαδικασία διαδέχεται την άλλη μετά από κάποιο προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.,

Για την συγκεκριμένη μονάδα ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας θα περιλαμβάνει ενδεικτικά κατά σειρά τη φάση πλήρωσης, τη φάση της αερόβιας επεξεργασίας, τη φάση καθίζησης και τη φάση απορροής του επεξεργασμένου αποβλήτου. Αναλυτικότερα για την κάθε μία από τις παραπάνω διαδικασίες ισχύουν τα ακόλουθα :

- Πλήρωση της δεξαμενής: Κατά την διαδικασία αυτή το απόβλητο μέσω του αντλητικού συγκροτήματος, εισέρχεται στην δεξαμενή επεξεργασίας και αναμιγνύεται με την ενεργό ιλύ που υπάρχει μέσα στη δεξαμενή, από σωλήνα ο οποίος βρίσκεται στο επάνω μέρος της. Η ποσότητα του αποβλήτου που θα εισέλθει στην δεξαμενή ρυθμίζεται με υδροστατικό μετρητή στάθμης, το οποίο καθορίζει το ύψος της ανώτερης στάθμης του υγρού αποβλήτου μέσα στην δεξαμενή. Μόλις λοιπόν το απόβλητο φτάσει στο συγκεκριμένο ύψος, αμέσως σταματάει η αντλία τροφοδοσίας και ακολουθεί η αερόβια επεξεργασία του αποβλήτου.
- Αερόβια επεξεργασία: Κατά την διαδικασία της αερόβιας επεξεργασίας πραγματοποιείται η νιτροποίηση της αμμωνίας από τους νιτροποιητικούς μικροοργανισμούς και η αερόβια αφομοίωσή της από ετερότροφους μικροοργανισμούς με ταυτόχρονη αφαίρεση οργανικού φορτίου από το προς επεξεργασία απόβλητο. Για να πραγματοποιηθούν οι διεργασίες αυτές είναι απαραίτητη η παροχή οξυγόνου στο απόβλητο, έτσι ώστε η συγκέντρωση του διαλελυμένου οξυγόνου μέσα σε αυτό να είναι τυπικά άνω των 2 mg/l, δηλαδή συνθήκες που επιτρέπουν την ανάπτυξη των αερόβιων βακτηρίων μέσα στο μίγμα. Τότε μόνο γίνεται η απομάκρυνση του NH<sub>4</sub><sup>+</sup> και η μετατροπή του σε NO<sub>2</sub><sup>-</sup> και NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Ο αερισμός της δεξαμενής SBR γίνεται με φυγοκεντρικό φυσητήρα παροχής 120m<sup>3</sup>/h και ισχύος τουλάχιστον 3KW και αναμονή για εφεδρικό φυσητήρα. Ο φυσητήρας θα διαθέτει φίλτρο αέρος, σιγαστήρες εισόδου - εξόδου, βαλβίδα υπερπίεσης, κολλεκτέρ αέρα από ανοξείδωτο χάλυβα AISI304, βάση στήριξης και μανόμετρο πίεσης. Το υποβρύχιο δίκτυο αερισμού θα είναι κατασκευασμένο από PVC 16 atm Φ75, το βρεχόμενο τμήμα του κολλεκτέρ αέρα από

PVC 16 atm Φ90 και το μη βρεχόμενο τμήμα του κολλεκτέρ από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304, Τα στηρίγματα και φουρκέτες θα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304. Για τη διάχυση του αέρα θα εγκατασταθούν 35 διαχυτήρες αέρα παροχής 5-7 m<sup>3</sup>/h έκαστος.

- Καθίζηση: Κατά την διαδικασία αυτή η ενεργός ιλύς κατακάθεται μέσα στην δεξαμενή αφήνοντας στην επιφάνεια μία διευγασμένη ζώνη υγρού. Αυτό το υγρό αποτελεί την απορροή του συστήματος.

- Άδειασμα του SBR: Μετά το τέλος της φάσης καθίζησης αντλείται το διευγασμένο υγρό προς την δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων έως το 50% περίπου του όγκου του αντιδραστήρα. Για την άντληση των επεξεργασμένων θα εγκατασταθεί ένα σύστημα απόρριψης decanter με πλωτήρες από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304 παροχής τουλάχιστον 20m<sup>3</sup>/h, δίκτυο σωληνώσεων και αντλία απόρριψης επεξεργασμένων φυγοκεντρική, ξηρού τύπου παροχής τουλάχιστον 20m<sup>3</sup>/h, μανομετρικού 4 m, χαμηλών στροφών και ισχύος τουλάχιστον 3 KW και αναμονή για εφεδρική. Η αντλία θα διαθέτει κολλεκτέρ σύνδεσης από ανοξείδωτο χάλυβα, βάνες απομόνωσης, αντεπίστροφα, μανόμετρο πίεσης κτλ.

Για την προστασία των αντλιών ξηρού τύπου θα εγκατασταθεί ανιχνευτής ροής με σύστημα προσαρμογής στο σωλήνα. Για τον έλεγχο της στάθμης στη δεξαμενή θα εγκατασταθεί υδροστατικός μετρητής στάθμης με σύστημα στήριξης με σωλήνα από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304. Τέλος, η δεξαμενή SBR θα είναι καλυμμένη και θα διαθέτει 3 ανθρωποθυρίδες με στεγανά φρεάτια επίσκεψης B125 αλουμινίου με καθαρό άνοιγμα 80 x 80 cm, έκαστο.

Η παραγόμενη λάσπη θα απομακρύνεται ανα τακτά διαστήματα με αντλία απόρριψης ξηρού τύπου κοχλιωτή με χειροκίνητη ρύθμιση στροφών παροχής τουλάχιστον 5 m<sup>3</sup>/h, σε χαμηλές στροφές και ισχύος τουλάχιστον 1.5 KW. Η αντλία θα διαθέτει βάση στήριξης, βάνες απομόνωσης, μανόμετρο πίεσης κτλ.

#### **3.4.4 Δεξαμενή καθαρών**

Οι εκροές από τη μονάδα SBR συλλέγονται σε διθάλαμη δεξαμενή. Από τον πρώτο θάλαμο οδηγούνται με ζεύγος αντλιών σε σύστημα αυτόματης δοσομέτρησης χλωρίου με σύστημα αποφυγής ξηρής λειτουργίας και μετρητή REDOX (Ηλεκτρόδιο μέτρησης και βάση ηλεκτροδίου). Εφόσον είναι αναγκαίο θα γίνεται προσθήκη υποχλωριώδους νατρίου. Στη συνέχεια οδηγείται μέσω 2 φίλτρων άμμου πίεσεως στο δεύτερο θάλαμο της δεξαμενής καθαρών, από όπου στη συνέχεια οδηγείται για άρδευση με την βοήθεια δύο αντλιών επιφανείας (η μία εφεδρική).

Το ζεύγος αντλιών θα είναι εμβατισμένες – φυγοκεντρικές παροχής 20m<sup>3</sup>/h και μανομετρικού ύψους 14 m, στροφών 2.900 rpm και ισχύος τουλάχιστον 2,5KW έκαστη και θα διαθέτουν σύστημα έδρασης με pedestal, κολλεκτέρ σύνδεσης από ανοξείδωτο χάλυβα, bypass, βάνες απομόνωσης, αντεπίστροφα, σύστημα ολίσθησης και ανύψωσης αντλιών, από ανοξείδωτο χάλυβα AISI304 και παλάγκα με αλυσίδα από ανοξείδωτο χάλυβα

Το σύστημα αυτόματης δοσομέτρησης χλωρίου θα περιλαμβάνει αντλία μεμβράνης 0-2lt μανομετρικού 3 bar με ποδοβαλβίδα αναρρόφησης, σωληνάκια τεφλον, αντεπίστροφα, δοχείο χλωρίου 100lt, σύστημα προστασίας ξηρής λειτουργίας και μετρητή REDOX (Ηλεκτρόδιο μέτρησης και βάση ηλεκτροδίου).

Τα φίλτρα άμμου θα είναι πολυεστερικά πίεσεως και παροχής τουλάχιστον 20 m<sup>3</sup>/h και όγκου τουλάχιστον 0,8m<sup>3</sup>. Το κάθε φίλτρο θα διαθέτει πολυβάνια λειτουργίας, μανόμετρο πίεσης, άμμο και ανθρακίτη.

#### **3.4.5 Επεξεργασία λάσπης**

Η λάσπη θα οδηγείται μέσω δικτύου σωληνώσεων σε στατικό αναδευτήρα λάσπης-πολυηλεκτρολύτη από ανοξείδωτο χάλυβα, με βάση στήριξης και βάνια εκκένωσης και στη συνέχεια σε βαρυτικά σακκόφιλτρα 3 θέσεων και θα επιτυγχάνει ποσοστό στερεών από 50-95%. Το σώμα του σακκόφιλτρου θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304 και θα διαθέτει έλεγχο στάθμης, δέστρες και καρότσι απομάκρυνσης των σάκκων, καθώς και 9 επαναχρησιμοποιούμενους σάκους (3 σε χρήση και 6 εφεδρικούς). Για την παραγωγή του πολυηλεκτρολύτη θα εγκατασταθεί αντλία πολυηλεκτρολύτη τύπου κοχλιωτή παροχής τουλάχιστον 110 lt/h, πίεσης 2 bar και ισχύος τουλάχιστον 0.35 KW. Η αντλία θα περιλαμβάνει

τη βάση στήριξης, τις βάνες απομόνωσης, μανόμετρο πίεσης κτλ. Η αντλία θα τροφοδοτεί ένα δοχείο προετοιμασίας πολυηλεκτρολύτη.

Το δοχείο θα έχει όγκο τουλάχιστον 750 lt και θα είναι κατασκευής από πολυαιθυλένιο, μετά του ταχύστροφου αναδευτήρα τύπου προπέλα από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304 και ένα σύστημα ηλεκτροδίων μέτρησης στάθμης του δοχείου πολυηλεκτρολύτη για την προστασία της αντλίας του πολυηλεκτρολύτη (start-stop- alarm) και βάση στήριξης.

Η αντλία στραγγιδίων θα είναι ηλεκτρική αυτόματης αναρρόφησης από σώμα χυτοσίδηρο και άξονα από ανοξείδωτο χάλυβα, ξηρού τύπου παροχής 8 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικού τουλάχιστον 10 m, ισχύος τουλάχιστον 1.5 HP και διερχόμενων στερεών έως 18mm. Θα περιλαμβάνει βάνα απομόνωσης και βαλβίδα αντεπιστροφής.

### 3.4.6 Σύστημα Απόσμησης

Ένα τυπικό μίγμα χημικών στα οσμαέρια περιλαμβάνει:

- Μια μεγάλη ποικιλία αλειφατικών, αρωματικών και χλωριωμένων υδρογονανθράκων, που προέρχονται από οικιακά καθαριστικά (όπως τολουένιο παράγωγα αρωματικού βενζενίου, ένυδρες αλειφατικούς υδρογονάνθρακες από C9 ως C14, ξυλένιο, φαινόλες),
- Διαλύτες (όπως χλωριωμένοι HC),
- Παραπροϊόντα βενζίνης (πχ βενζένιο).

Η πλειονότητα των χημικών στα οσμαέρια σχετίζεται με οσμές που αναπτύσσονται σε αυτά καθώς και στην ιλύ υπό αναερόβιες ή σηπτικές συνθήκες (με απουσία διαλυμένου οξυγόνου DO και νιτρικών).

Στην περίπτωση της ΕΕΛ, προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος απόσμησης που να επεξεργάζεται τουλάχιστον 10 φορές τον όγκο του θαλάμου της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας που είναι περίπου 20m<sup>3</sup> και τον ελεύθερο όγκο της δεξαμενής εξισορρόπησης και την παροχή του φυσητήρα στην δεξαμενή SBR, δηλαδή παροχευτευτικής ικανότητας κατ' ελάχιστον 500 m<sup>3</sup>/h.

#### Ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές συστήματος απόσμησης:

- Σύστημα ξηρής πληντυρίδας του οποίου η δεξαμενή είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα 316 και περιέχει επαρκή ποσότητα χημικού υλικού ώστε να χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπου επικρατούν σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις αέριων ρύπων
- Κατάλληλο για πληθώρα εφαρμογών (αντλιοστάσια λυμάτων, βιολογικοί καθαρισμοί, βιομηχανικές εφαρμογές) όπου υπάρχει η ανάγκη να τεθούν υπό έλεγχο οι εκλυόμενοι στην ατμόσφαιρα ρύποι και για εξωτερική χρήση.
- Ανεμιστήρας φυγοκεντρικός, αντιδιαβρωτικού τύπου ελάχιστης ισχύος 0,75 KW
- Σύστημα αποστράγγισης με βάνα
- Πληρωτικό υλικό με επεξεργασμένο ενεργό άνθρακα με βάση την ενεργή αλουμίνα απόδοσης τουλάχιστον 99.5% για την απομάκρυνση τόσο του H<sub>2</sub>S, όσο και της αμμωνίας και των λοιπών αέριων ρύπων
- Δίκτυο αεραγωγών απόσμησης, από την δεξαμενή εξισορρόπησης, την δεξαμενή SBR και το θάλαμο προεπεξεργασίας προς το μηχανοστάσιο, όπου θα χωροθετηθεί ο αποσμητής και η έξοδος προς το περιβάλλον

#### Ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές δικτύου αεραγωγών:

Γενικά η επιλογή των υλικών κατασκευής θα πρέπει να γίνει λαμβάνοντας υπόψη μεταξύ άλλων το διαβρωτικό περιβάλλον των χώρων που εξεαρίζονται.

- Το πρωτεύον δίκτυο των αεραγωγών εντός του κτηρίου, καθώς επίσης και το υπέργειο εκτός του κτηρίου θα κατασκευαστεί από χαλυβδοελάσματα κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής.
- Το δευτερεύον δίκτυο εντός των κτιρίων θα κατασκευαστεί ή με το ίδιο υλικό με το πρωτεύον ή εναλλακτικά από εύκαμπτους μεταλλικούς αεραγωγούς από χάλυβα, αλουμίνιο ή PVC με συρμάτινη ενίσχυση, ώστε λόγω της ευκαμψίας τους, να έχουν την δυνατότητα με μικρές ακτίνες καμπυλότητας (κλειστές καμπύλες) να προσαρμόζονται στο χώρο.

- Χαλύβδινοι αεραγωγοί: Οι χαλύβδινοι αεραγωγοί θα είναι ορθογωνικής ή κυκλικής διατομής, κατασκευασμένοι από γαλβανισμένα φύλλα χάλυβα (λαμαρίνα). Η κατασκευή τους θα γίνει σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΛΟΤ ΤΠ-1501-04-07-01-01
- Αεραγωγοί πλαστικοί από PVC: Αεραγωγοί από σκληρό PVC χρησιμοποιούνται σε κεντρικά τμήματα του δικτύου εκεί όπου απαιτούνται μεγάλες διατομές και τα δίκτυα διατρέχουν μεγάλες διαδρομές. Ειδικότερα για διαμέτρους μέχρι 500 mm θα χρησιμοποιηθούν σωλήνες τύπου HELIDUR-HD ενώ για μεγαλύτερες διαμέτρους HELIDUR SPIRAL. Γενικά ισχύουν οι απαιτήσεις των Ελληνικών Προτύπων της Τ.Ε. 8 του ΕΛΟΤ «Πλαστικοί σωλήνες και εξαρτήματα».
- Εύκαμπτοι αεραγωγοί από PVC με σπειροειδή ενίσχυση από PVC. Χρησιμοποιούνται στα δευτερεύοντα τμήματα του δικτύου και ειδικά όπου υπάρχουν πολλές καμπύλες (ενδεικτικού τύπου HELIFLEX). Θα πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από PVC με εσωτερική σπειροειδή ενίσχυση από PVC. Πρέπει να είναι εύκαμπτοι, ανθεκτικοί, να μην παραμορφώνονται κατά την κάμψη και να είναι ανθεκτικοί στις καιρικές συνθήκες. Η θερμοκρασία λειτουργίας τους θα είναι από -50C έως +500C. Γενικά θα χρησιμοποιηθούν σωλήνες «Βαρέως Τύπου».
- Εύκαμπτοι αεραγωγοί με συρμάτινη ενίσχυση χρησιμοποιούνται σε δευτερεύοντα δίκτυα μέσα σε κτίρια, ώστε λόγω της ευκαμψίας τους, να έχουν την δυνατότητα με μικρές ακτίνες καμπυλότητας (κλειστές καμπύλες) να προσαρμόζονται στο χώρο. Αποτελούνται από εύκαμπτο σκελετό κατασκευασμένο από χαλύβδινο συρμάτινο ελατήριο ή ταινία επενδεδυμένο με PVC και με μανδύα από ίνες υάλου επιστρωμένες με PVC. Τα υλικά κατασκευής πρέπει να είναι άκαυστα, κατηγορία Πυρασφαλείας B.1 κατά DIN 4102 άοσμα, απρόσβλητα από μύκητες και βακτηρίδια. Η εσωτερική επιφάνεια των εύκαμπτων αεραγωγών πρέπει να αποκλείει την αποκόλληση υλικού και μεταφορά του από το ρεύμα του αέρα. Οι σωλήνες θα είναι κατάλληλοι για θερμοκρασίες λειτουργίας -180C έως +1200C με εγγυημένη στεγανότητα μέχρι πίεση λειτουργίας 1 1/2" WG και ταχύτητα 2000 fpm. Θα πρέπει να μπορούν να λυγίσουν με ακτίνα κάμψης εσωτερική ίση με την μισή διάμετρο τους χωρίς να παρουσιάσουν βλάβη ή ζάρες (πτυχές) με βάθος μεγαλύτερο από το 3% της διαμέτρου τους και να κοπούν στο απαιτούμενο μήκος επί τόπου του έργου.
- Σημεία απαγωγής αέρα
  - Στόμια: Ο γενικός εξαερισμός γίνεται με στόμια προσαρτημένα στους αεραγωγούς. Τα στόμια θα είναι μεταλλικά ή από ABS με υψηλή μηχανική αντοχή. Πρέπει να αποτελούνται από πλαίσια ορθογωνικής διατομής, πάνω στα οποία θα στερεώνονται πτερύγια αεροδυναμικής μορφής μέσω πήρων και πλαστικών δακτυλιδίων. Τα στόμια θα έχουν μια σειρά πτερύγια παράλληλα προς την μεγάλη διάσταση και εσωτερικά των πτερυγίων πολύφυλλο ρυθμιστικό διάφραγμα από φύλλα κινούμενα αντίθετα ανά δύο. Η ρύθμιση θα γίνεται από μπροστά με κατσαβίδι.
  - Χοάνες: Για τοπική απαγωγή αέρα, πάνω από μηχανήματα, θα χρησιμοποιηθούν τοπικές χοάνες απαγωγής. Οι χοάνες απαγωγής θα κατασκευασθούν από γαλβανισμένα χαλυβοελάσματα πάχους 1,0 mm με χείλη ενισχύσεως στα άκρα της χοάνης, περιμετρικά, για πρόσθετη μηχανική αντοχή. Οι διαστάσεις της χοάνης θα είναι σύμφωνες με την περιοχή του μηχανήματος που καλύπτουν, και γενικά πρέπει να είναι μεγαλύτερες από την εξυπηρετούμενη επιφάνεια κατά 0,20 m ανά μέτρο της αποστάσεως χοάνης-πηγής οσμών. Η κλίση των πλευρών της χοάνης δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 40° ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

### 3.4.7 Μηχανοστάσιο

- Σύστημα πρωτοβάθμιας επεξεργασίας λυμάτων με αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα, φρεάτιο συλλογής επεξεργασμένων, κάδο εσχαρισμάτων και αντλίες ξηρού τύπου τροφοδοσίας δεξαμενής εξισορρόπησης
- Σύστημα τριτοβάθμιας επεξεργασίας με χλωρίωση (REDOX, δοσομετρική αντλία, δοχείο αποθήκευσης NAOCL και 2 φίλτρα άμμου)
- 2 αντλίες επιφανείας για την διάθεση των επεξεργασμένων
- Φυσητήρας SBR

- Σύστημα επεξεργασίας παραγόμενης ιλύος με σακκόφιλτρο και μονάδα παραγωγής πολυηλεκτρολύτη (αντλία λάσπης, αντλία πολυηλεκτρολύτη, δεξαμενή πολυηλεκτρολύτη, μίκτης και σακκόφιλτρο 3 θέσεων)
- Μια διάταξη μέτρησης λάσπης
- 1 Αποσμητή 500m<sup>3</sup>/h με το δίκτυο αεραγωγών  
Το δίκτυο, τα ειδικά τεμάχια και τα εξαρτήματα των σωληνώσεων εντός της ΕΕΛ για τη μεταφορά των υγρών θα είναι από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας, πίεσης λειτουργίας 10 atm (SDR 13.6) κατά EN 12201-2. Τα βρεχόμενα μέρη του δικτύου αερισμού (σωληνώσεις και κολλεκτέρ αέρα) θα είναι από PVC 16 atm και τα μη βρεχόμενα μέρη από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304. Από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304 θα είναι επίσης τα στηρίγματα και οι φουρκέτες.

### 3.4.8 Σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου ΕΕΛ Δήλου

Θα εγκατασταθεί σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου, το οποίο θα περιλαμβάνει ένα ηλεκτρολογικό πίνακα με PLC για την χειροκίνητη και αυτόματη λειτουργία όλου του εγκατεστημένου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού με σύστημα τηλεπαρακολούθησης και σήμανσης σε περίπτωση βλάβης και δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων με τη χρήση GPRS modem.

#### 3.4.8.1 Στόχοι της εγκατάστασης

Θα εγκατασταθεί ο απαιτούμενος εξοπλισμός που αφορά στον τοπικό έλεγχο (Πίνακας αυτοματισμού), και ο απαραίτητος εξοπλισμός για τη λειτουργική διασύνδεση με το προσωπικό συντήρησης.

Το σύστημα αυτοματισμού μέτρησης και σημάτων πρέπει να εξασφαλίσει την ομαλή λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας και σε περίπτωση ανωμαλιών λειτουργίας να ειδοποιεί κατάλληλα ώστε να προφυλάσσει την εγκατάσταση από βλάβες.

Περιλαμβάνει την εγκατάσταση συστήματος Ηλεκτρονικών και Ηλεκτρολογικών Μηχανημάτων, Συσκευών και ανάλογων προγραμμάτων, επικοινωνίας, τηλεεπιτοπτείας και τηλεένδειξης μέσω Προγραμματισμένων Λογικών Ελεγκτών (PLC).

Συγκεκριμένα περιλαμβάνει:

- Εγκατάσταση Προγραμματισμένου Λογικού Ελεγκτή (PLC) με τις απαιτούμενες μονάδες εισόδου και εξόδου, το λογισμικό πρόγραμμα αυτοματισμού.
- Εγκατάσταση τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού βιομηχανικού δρομολογητή (industrial router) για την επικοινωνία των PLC με το προσωπικό συντήρησης μέσω gprs (γραπτό μήνυμα βλάβης).
- Εγκατάσταση οργάνων μέτρησης (pH meter, μετρητές στάθμης, DO, REDOX κλπ) που είναι απαραίτητα για την παρακολούθηση βασικών στοιχείων των εγκαταστάσεων.

#### 3.4.8.2 Τοπολογία του συστήματος

Το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων θα μπορεί να πραγματοποιήσει επικοινωνία με τους χρήστες(συνεργείο συντήρησης). Αυτό θα λαμβάνει χώρα μέσω κατάλληλων συσκευών επικοινωνίας (industrial router) με τη χρήση GPRS modem.

Οι μονάδες ελέγχου (PLC) θα διαθέτουν κατάλληλο πρόγραμμα μέσω του οποίου θα εκτελούνται οι απαραίτητες ενέργειες με βάση τις τιμές των παραμέτρων και των σημάτων που καταγράφουν. Βάσει αυτού του προγραμματισμού θα δίνουν τις κατάλληλες εντολές για την παύση ή λειτουργία στον εξοπλισμό τον οποίο ελέγχουν και να ενημερώνουν μέσω φωτεινών ενδείξεων για ενέργειες από πλευράς του συντηρητή για την αποκατάστασή τους. Επιπλέον υπάρχει αναγγελία μέσω μηνύματος SMS που λαμβάνει ο συντηρητής-εξ. Η άμεση πληροφόρηση για κάποια βλάβη θα επισπεύσει και την αποκατάστασή της.

#### 3.4.8.3 Θέση – Διαδρομή

Ο πίνακας αυτοματισμού θα τοποθετηθεί στο χώρο του μηχανοστασίου και θα βρίσκεται όσο πιο κοντά γίνεται στα σημεία όπου καταλήγουν τα καλώδια μέσω των οποίων μεταφέρονται τα σήματα από τα αντίστοιχα όργανα μετρήσεων (στάθμης, pH meter, DO, REDOX κλπ). Η διαδρομή από τα σημεία μέτρησης ως το πίνακα αυτοματισμού θα συνίσταται από οριζόντιες

και κάθετες διαδρομές ηλεκτρολογικών σωλήνων προστασίας. Όπου είναι τοποθετημένος ο ηλεκτρολογικός πίνακας, θα τοποθετείται ηλεκτρολογική σωλήνα τοποθετημένη πάνω στο τοίχο και θα οδηγεί τα καλώδια σε αυτόν.

#### **3.4.8.4 Πεδίο αυτοματισμού, μετρήσεων και σημάτων**

Για την καλύτερη εποπτεία της λειτουργίας του συστήματος προβλέπεται συγκέντρωση όλων των σημάτων και πλήκτρων ελέγχου όλων των εγκαταστάσεων του συστήματος σε ειδικό πεδίο του ηλεκτρικού πίνακα.

Το πεδίο αυτοματισμού θα περιέχει τη βασική λογική μονάδα, που θα επιτελεί τις διάφορες λειτουργίες που αναφέρονται στις προηγούμενες παραγράφους. Η μονάδα αυτή θα είναι ηλεκτρονική, προγραμματιζόμενη (Programmable Controller - PC). αποτελούμενη από περισσότερα ανεξάρτητα εναλλάξιμα στοιχεία (Modules).

Πιο συγκεκριμένα, θα περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο μία κάρτα τροφοδότησης, μια κάρτα κεντρικού μικροεπεξεργαστή (CPU) και τον απαιτούμενο αριθμό καρτών ψηφιακών εξόδων, καρτών ψηφιακών εισόδων και καρτών αναλογικών μεγεθών. Το σύστημα θα είναι επεκτάσιμο ώστε μελλοντικά να μπορεί να συνδεθούν και άλλα στοιχεία που μπορεί να απαιτηθούν.

Εκτός από τα βασικά κυκλώματα αυτοματισμού, ο πίνακας ελέγχου θα περιέχει και όλα τα όργανα ενδείξεως, τις λυχνίες σημάτων, τα πλήκτρα χειρισμού, τους μεταγωγικούς διακόπτες. το σύστημα τροφοδοτήσεως, τη σειρήνα και κάθε άλλο στοιχείο που απαιτείται, ώστε να εξασφαλίζεται η λειτουργία του συστήματος αυτοματισμού, όπως καθορίζεται στην προδιαγραφή αυτή και να εκτελούνται οι λειτουργίες που αναφέρονται σε αυτή.

Η τοποθέτηση των οργάνων ενδείξεως, λυχνιών και διακοπών στην όψη του πίνακα θα γίνει κατά τρόπο ώστε να διαχωρίζονται σαφώς οι γενικές σημάσεις του συστήματος και οι σημάσεις, μετρήσεις, διακόπτες κ.λ.π.

Κάτω από κάθε πλήκτρο, όργανο ενδείξεως, διακόπτη ή ενδεικτική λυχνία θα υπάρχει μια πινακίδα που θα γράφει με ανάγλυφα γράμματα σε Ελληνική γλώσσα τον προορισμό ή την ένδειξη του αντίστοιχου οργάνου.

Οι ηχητικές σημάσεις θα μπορούν να διακόπτονται με ένα πλήκτρο ενώ ταυτόχρονα θα παραμένει η οπτική σήμανση μέχρι να επισκευασθεί η βλάβη.

Όλες οι εσωτερικές καλωδιώσεις του πίνακα αυτοματισμού με τις οποίες προβλέπεται σύνδεση των εξωτερικών οργάνων (ηλεκτροδίων κλπ) θα καταλήγουν σε αριθμημένους ακροδέκτες, που θα επιτρέπουν τον ακριβή προσδιορισμό της συνδέσεως.

Τα συστήματα του πίνακα θα είναι προστατευμένα από παρασιτικές αιχμές τάσης που μπορεί να εμφανιστούν στο δίκτυο τροφοδότησης.

#### **3.4.8.5 Μονάδες Αυτοματισμού**

Το σύστημα αυτοματισμού θα περιλαμβάνει μονάδες αυτοματισμού σε όλα τα μέρη του έργου. Η κάθε μονάδα αυτοματισμού θα αποτελείται από:

- το ηλεκτρονικό υλικό
- το λογισμικό
- τα όργανα και τα αισθητήρια αυτοματισμού
- το υλικό επικοινωνίας της τοπικής μονάδας αυτοματισμού με τον συντήρητη

Κάθε μονάδα αυτοματισμού θα λειτουργεί αυτόνομα σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν.

Αναλυτικότερα:

Ο εξοπλισμός του συστήματος ο οποίος θα είναι τοποθετημένος σε ηλεκτρολογικό πίνακα θα περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον ρελέ διαφυγής, επιμέρους ασφάλεια ράγας τροφοδοσίας του τροφοδοτικού του PLC, επιμέρους ασφάλεια ράγας τροφοδοσίας της μονάδας επικοινωνίας (βιομηχανικού δρομολογητή), Κλέμμες αυτοματισμού, Κεντρική μονάδα PLC, Τροφοδοτικό για το PLC και Μονοφασικό ρευματοδότη

Δυνατότητες του βιομηχανικού δρομολογητή

- Αποστολή μηνυμάτων SMS σε κινητά τηλέφωνα των χειριστών (στην περίπτωση GPRS modem)
- Δυνατότητα αναβάθμισης του λογισμικού, βελτίωση ή ρύθμιση του συστήματος εν συνόλω.

- Δυνατότητα παρέμβασης στο σύστημα δίχως τη φυσική παρουσία τεχνικού στο έργο.
- GPRS modem

Το παραπάνω σύστημα δίνει το πλεονέκτημα της απομακρυσμένης παρακολούθησης με τη χρήση του διαδικτύου (ήτοι από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου) δίχως την απαίτηση ευαίσθητου εξοπλισμού (πχ radiomodem) και ειδικών αδειών χρήσης (ραδιοσυχνοτήτων).

#### **4. ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΕΕΛ ΔΗΛΟΥ**

##### **4.1 Τεχνική Περιγραφή**

Τα επεξεργασμένα λύματα θα οδηγούνται από την δεξαμενή καθαρών με την βοήθεια αντλιών που θα βρίσκονται εντός του μηχανοστασίου της ΕΕΛ εγκατεστημένων εν ξηρώ παροχής 3m<sup>3</sup>/h και μανομετρικού ύψους 28 m για απεριόριστη άρδευση έκτασης **11 στρ.** εκτός του αρχαιολογικού χώρου στην ανατολική πλευρά του νησιού της Δήλου. Το μήκος του κυρίου δικτύου διάθεσης των επεξεργασμένων θα είναι 410 m διαμέτρου Φ63 και το επιμέρους δίκτυο διάθεσης θα είναι συνολικού μήκους 831 m διαμέτρου Φ32. Το δίκτυο θα περιλαμβάνει βάνες, βαλβίδα εξαερισμού, βαλβίδα αντεπιστροφής, ταυ, συστολές και σταλάκτες.

##### **4.2 Τεχνικές Προδιαγραφές**

###### Αντλιοστάσιο άρδευσης

Οι αντλίες θα είναι με κεφαλή και βάση από χυτοσίδηρο και τα άλλα μέρη σε επαφή με νερό από AISI 304, κλάσης μόνωσης F και κλάσης προστασίας IP55 με τον παρελκόμενο εξοπλισμό.

###### Δίκτυο άρδευσης

Ο κεντρικός καταθλιπτικός αγωγός θα είναι εξ' ολοκλήρου από πολυαιθυλένιο PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10= 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα EN 12201-2 και πρόσθετη εξωτερική επίστρωση από θερμοπλαστικό υλικό που μπορεί να αποξεσθεί (peelable layer) σύμφωνα με το Παράρτημα C του ΕΛΟΤ EN 12201-2 ονομαστικής διαμέτρου DN 63 mm/ ονομαστικής πίεσης PN 16 atm.

Το επιμέρους δίκτυο άρδευσης θα είναι κατασκευασμένο από σωλήνες PE 10 atm Φ32 και Φ63.

Προβλέπονται βάνες συρταρωτές ορειχάλκινες, με σπείρωμα Φ, βαλβίδα εξαερισμού, κινητικού τύπου, βαλβίδα αντεπιστροφής (κλαπέ) με ελατήριο ή άλλο μηχανισμό, σταλάκτες αυτορυθμιζόμενους και επισκέψιμους, χυτά ταυ πολυαιθυλενίου με τυποποίηση κατά την εξωτερική διάμετρο Φ63, 10 atm και συστολές PE 100, 16 atm 63/32.

**ΑΘΗΝΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2016**

**ΟΙ ΣΥΝΤΑΞΑΝΤΕΣ**

**ΣΤΕΦ. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ**  
**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΑΣ ΜΗΧ.**

**ΑΝΑΣΤ. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ**  
**ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧ.**

**ΑΡΙΣΤ. ΠΑΠΠΑΣ**  
**ΜΗΧ/ΓΟΣ ΜΗΧ.**

**ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ**

**Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΤΗΣ Δ.Υ.**

**ΗΛ.ΠΑΤΣΑΡΟΥΧΑΣ**  
**ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧ. ΜΕ Α΄ ΒΑΘΜΟ**