

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΥΛΙΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΓΑΔΟΥΡΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ «ΧΑΡΑΚΙ» ΡΟΔΟΥ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΣ ΒΑΣ. ΤΣΑΜΠΙΚΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΕΥΓΕΝΙΟΣ ΣΚΟΥΡΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟΣ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους όσους με οποιονδήποτε τρόπο βοήθησαν και στήριξαν στην εκπόνηση της εργασίας αυτής.

Η διπλωματική μου εργασία, έφτασε στο τέλος της με την πολύτιμη στήριξη και υποστήριξη του καθηγητή μου κο. Σκούρα Ευγένιου. Χάρης στην εμπιστοσύνη που μου έδειξε και στην άρτια συμβουλευτική του παρέμβαση, με καθοδηγείσαι ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Ηλεκτρολόγο Μηχανικό του Έργου: «Υδρευση Ρόδου από το Φράγμα Γαδουρά, κατασκευή υπολειπόμενων εργασιών φράγματος και έργων αγωγών μεταφοράς και διυλιστηρίων», κο Αμανατίδη Γεώργιο, για την συνεργασία μας, δίνοντας μου την ευκαιρία να αξιοποιήσω χρήσιμα στοιχεία και εργαλεία για την ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω όλα τα μέλη της οικογένειας μου, για την απεριόριστη στήριξη και κατανόηση που επέδειξαν όλο το χρονικό διάστημα συγγραφής της εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΕΣ	3
2.1) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΩΝ.....	3
2.2) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	6
2.3) ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΚΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΡΓΟΥ	10
3.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	10
3.1.1) ΠΡΟΦΡΑΓΜΑ.....	12
3.1.2) ΑΥΧΕΝΙΚΟ ΦΡΑΓΜΑ	12
3.1.3) ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ	12
3.2) ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ.....	13
3.3) ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	13
3.4) ΠΑΡΑΛΙΜΝΙΕΣ ΟΔΟΙ	13
3.5) ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟΥ.....	14
3.6) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ (Ε.Ε.Ν)	14
3.7) ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΝΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ	15
3.7.1) ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΕΦΑΛΗΣ	15
3.7.2) ΦΡΕΑΤΙΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ (Φ.Δ.Ε)	15
3.7.3) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΑΣΓΟΥΡΟΥ ΚΑΙ ΑΓΙΩΝ ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΩΝ	16
4.1) ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ	17
4.2) ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	17
4.3) ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	18
4.4) ΣΗΡΑΓΓΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ - ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ – ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ	18
4.5) ΑΥΧΕΝΙΚΟ ΦΡΑΓΜΑ	18
4.6) ΔΙΩΡΥΓΑ ΠΤΩΣΗΣ.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	20
5.1) ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ.....	20
5.2) ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ.....	20
5.3) ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟΥ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	21
5.4) ΛΕΚΑΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ.....	21
5.5) ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ	22
6.1) ΔΙΩΡΥΓΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	23
6.2) ΕΡΓΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ	23
6.3) ΔΙΩΡΥΓΑ ΠΤΩΣΗΣ.....	24
6.4) ΛΕΚΑΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ.....	24
6.5) ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ	25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ-ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	28
8.1) ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	28
8.2) ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	28
8.3) ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΕΡΕΙΣΜΑΤΩΝ.....	29
8.4) ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	30
9.1) ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ.....	30
9.1.1) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ.....	30
9.1.2) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΑΕΡΙΣΜΟΥ.....	30
9.2) ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ.....	30
9.2.1) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ.....	30
9.2.2) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ.....	30
9.3) ΠΥΡΓΟΙ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ.....	32
9.3.1) ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ.....	32
9.3.2) ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ.....	32
9.3.3) ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ	32
9.4) ΣΗΡΑΓΓΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ-ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ.....	32
9.4.1) ΘΥΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ – ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	32
9.5) ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ	34
10.1) ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	34
10.2) ΒΑΣΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ	37
10.2.1) ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ.....	37
10.3) ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	38
10.3.1) ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ (Κτίριο Νο1).....	38
10.3.1.1) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ.....	38
10.3.2) ΚΤΙΡΙΟ ΧΗΜΙΚΩΝ (Κτίριο Νο2)	38
10.3.2.1) ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΘΕΙΙΚΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ.....	39
10.3.2.2) ΔΙΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ	41
10.3.2.3) ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΙΙΚΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ	43
10.3.2.4) ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ	44
10.3.3) ΕΓΚΑΤΑΣΤ. ΤΑΧΕΙΑΣ ΜΙΞΗΣ,ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ&ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ(Κτίριο Νο5).....	45
10.3.3.1) ΤΑΧΕΙΑ ΑΝΑΜΙΞΗ.....	45
10.3.3.2) ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ.....	45
10.3.3.3) ΚΑΘΙΖΗΣΗ	46
10.3.3.4) ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	47
10.3.3.5) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ.....	47
10.3.4) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ (Κτίριο Νο 6)	47
10.3.4.1) ΚΛΙΝΕΣ ΔΙΥΛΙΣΗΣ.....	47
10.3.4.2) ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	49
10.3.4.3) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΝΕΡΟΥ ΠΛΥΣΗΣ ΚΛΙΝΩΝ.....	50
10.3.5) ΚΤΙΡΙΟ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ (Κτίριο Νο7)	50
10.3.5.1) ΜΟΝΑΔΑ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ.....	51

10.3.5.2) ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ	51
10.3.6) ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΙΥΛΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ (Κτίριο Νο8)	51
10.3.7) ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ (Κτίριο Νο9)	52
10.3.8) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜ. ΝΕΡΟΥ (Κτίριο Νο10)	54
10.3.8.1) ΜΟΡΦΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ	54
10.3.8.2) ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ	54
10.3.9) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΡΥΘΜΙΣΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΟΥ ΝΕΡΟΥ (Κτίριο Νο11)	55
10.3.10) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ (Κτίριο Νο13)	55
10.3.11) ΚΤΙΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ (Κτίριο Νο14)	57
10.3.11.1) ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ	57
10.3.12) ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Κτίριο Νο17)	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΣΕΝΑΡΙΟ ΝΕΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ.....60

11.1) ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΔΙΑΤΑΞΗ.....	60
11.2) ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12: ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ 68

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... 74

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 75

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ένα ακόμα έργο με ιστορία πολλών ετών, είναι το έργο της κατασκευής του Φράγματος Γαδουρά στη Ρόδο. Το έργο περιλαμβάνεται στον κατάλογο με τα Μεγάλα Υπό Κατασκευή Έργα στην Ελλάδα.

Το έργο δημοπρατήθηκε το 2001 και τον Δεκέμβριο του ίδιου έτους υπογράφηκε η σύμβαση με την Κοινοπραξία ΜΕΤΩΝ-ΑΕΓΕΚ. Η κατασκευή του έργου αυτού ξεκίνησε το 2002 και περιλαμβάνει και την κατασκευή των συναφών έργων, πρόφραγμα, σήραγγα εκτροπής – εκκένωσης – υδροληψίας, υπερχειλιστή, διώρυγα φυγής, πύργους υδροληψίας, προσπελάσεις και τα απαραίτητα κτιριακά έργα. Η εργολαβία ολοκληρώθηκε το 2004 με αξία έργου 47.374.900 ευρώ.

Μετάπειτα δημοπρατήθηκε νέα εργολαβία με τίτλο «Ύδρευση Ρόδου από το Φράγμα Γαδουρά, κατασκευή υπολειπόμενων εργασιών φράγματος και έργων αγωγών μεταφοράς και διυλιστηρίων», η οποία μέχρι και σήμερα είναι σε εξέλιξη. Ο προϋπολογισμός του έργου αναμένεται να αγγίξει τα 140εκ.ευρώ. Αυτή την εποχή βρίσκεται σε δοκιμαστική λειτουργία, καθώς το νερό έχει φτάσει στο διυλιστήριο.

Η ανάγκη για λειτουργία του έργου είναι ζωτικής σημασίας για την νήσο Ρόδο. Οι ανάγκες ύδρευσης των ξενοδοχειακών μονάδων και ιδιαιτέρως των νέων μονάδων της νότιας Ρόδου, καλύπτονται με εξαιρετικά περίπλοκο τρόπο. Είναι επίσης κοινό μυστικό ότι ήδη έχει ακυρωθεί η χρήση αρκετών γεωτρήσεων από το Γεννάδι μέχρι την Καταβιά, καθώς το νερό τους κρίθηκε ως μη κατάλληλο. Το πρόβλημα ξεκίνησε από την ευρεία χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων για τις ανάγκες της καλλιέργειας των σιτηρών (δεκαετίες του 1990 και 2000).

Μπροστά σε αυτήν την απειλή, που καθιστά απαγορευτικό ένα από σημαντικότερα αγαθά, το νερό, η φύση του έργου έγκειται στην επίλυση του προβλήματος ύδρευσης του νησιού. Η σημαντικότητα λοιπόν αυτού του έργου ήταν το έναυσμα για την επιλογή διπλωματικής με αυτό το θέμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

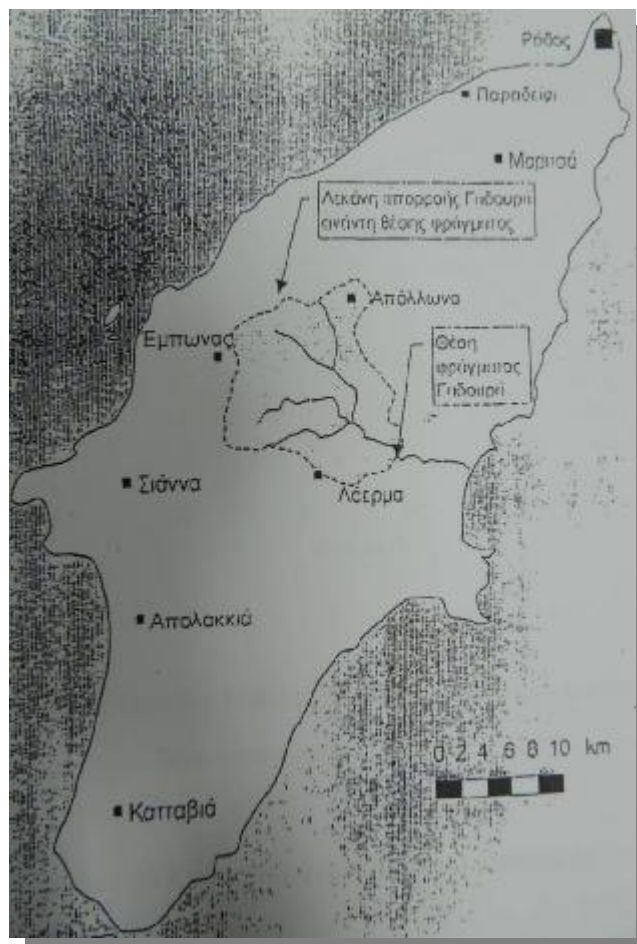
ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το Φράγμα Γαδουρά βρίσκεται περίπου στο μέσον της ανατολικής πλευράς του νησιού, όπου και εκβάλλει ο χείμαρρος του Γαδουρά.

Η κατασκευή του Φράγματος Γαδουρά στο νησί της Ρόδου ξεκίνησε το έτος 2002 με τα έργα Α' φάσης (Φράγμα, Υπερχειλιστής, Αυχενικό Φράγμα κτλ.) και συνεχίζεται έως και σήμερα (έτος 2015) με την κατασκευή των υπολειπόμενων έργων (Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού, αγωγός υδραγωγείου κτλ.).

Ο σκοπός κατασκευής του είναι να συμβάλλει στην επίλυση των προβλημάτων υδροδότησης της ευρύτερης περιοχής της πόλεως Ρόδου, όλων των παράκτιων οικισμών της ανατολικής και βορειοδυτικής πλευράς του νησιού αλλά και των γειτονικών άνυδρων νησιών όπως η Χάλκη, η Σύμη, το Καστελόριζο.

Η σύνδεση του έργου με το κεντρικό οδικό δίκτυο γίνεται με την κατασκευή της οδού πρόσβασης, η οποία έχει μήκος 4.691 μέτρα και πλάτος 7,00μ.



ΕΙΚΟΝΑ 1.1: ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΕΣ

Στροβιλομηχανές ονομάζονται οι μηχανές, οι οποίες συναλλάσσουν ενέργεια με το ρευστό που ρέει εντός τους.

Οι στροβιλομηχανές είναι ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ, όπου η εναλλαγή ενέργειας γίνεται μέσω της περιστροφικής κίνησης μηχανικών μερών τους. Η συναλλαγή αυτής της ενέργειας, γίνεται μέσω της αλληλεπίδρασης που συμβαίνει μεταξύ του ρευστού και των πτερυγίων των στροβιλομηχανών.

Μία στροβιλομηχανή αποτελείται από την άτρακτο, πάνω στην οποία είναι συνδεδεμένη η πτερωτή, η οποία αποτελείται από τα πτερύγια. Οι κλειστές στροβιλομηχανές περιλαμβάνουν ακόμη τα στόμια εισόδου και εξόδου, το κέλυφος και εφόσον η εγκατάσταση το απαιτεί, τα οδηγητικά πτερύγια τα οποία μπορεί να βρίσκονται πριν ή μετά την πτερωτή.

Η στροβιλομηχανή μπορεί να αποτελείται από μία ή περισσότερες περιστρεφόμενες και σταθερές βαθμίδες, οι οποίες αποκαλούνται ρότορας (rotor) και στάτορας (stator), αντίστοιχα. Ουσιαστικά, τα περιστρεφόμενα πτερύγια της στροβιλομηχανής μεταβάλλουν την ολική ενθαλπία του ρευστού που περνάει μέσα από αυτή, προσδίδοντάς του ή παίρνοντάς από αυτό, μηχανικό έργο. Αυτές οι αλλαγές ενθαλπίας, από τον ορισμό της, είναι στενά συνδεδεμένες με αλλαγές στην πίεση του ρευστού.

2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΩΝ

Για την επιλογή μιας στροβιλομηχανής τα βασικά μεγέθη που την χαρακτηρίζουν είναι τα εξής:

(α) ΠΑΡΟΧΗ

Πραγματική παροχή Q , είναι η παροχή που παίρνουμε στην έξοδο (κατάθλιψη) της αντλίας.

$$\text{ΤΥΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ } Q=cA,$$

Όπου: c = μέση ταχύτητα[m/s] στον αγωγό εξόδου

A = επιφάνεια [m²] της διατομής του αγωγού.

Θεωρητική παροχή Q_{θ} , είναι η παροχή που θα έπρεπε να παίρνουμε στην έξοδο (κατάθλιψη) της αντλίας εάν δεν υπήρχαν καθόλου εσωτερικές ή εξωτερικές διαρροές.

Εσωτερική παροχή $Q_{\epsilon\sigma}$, είναι η παροχή που περνάει από την πτερωτή, αλλά τελικά δε διέρχεται εξ' ολοκλήρου από την έξοδο της αντλίας.

$$\text{ΤΥΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ: } Q_{\epsilon\sigma}=Q+Q_{\delta}$$

Ένα τμήμα της παροχής Q_{δ} , διαρρέει εσωτερικά μέσα από το διάκενο της πτερωτής και του κελύφους της αντλίας. Η εσωτερική διαρροή οφείλεται στη διαφορά πίεσης μεταξύ των πλευρών κατάθλιψης και αναρρόφησης της πτερωτής και εξαρτάται

- (i) από το μέγεθος της,
- (ii) από το μέγεθος του διακένου και
- (iii) από το ιξώδες του ρευστού.

Εάν οι εξωτερικές διαρροές είναι μηδενικές, τότε:

$$Q_{\delta} = Q_{\theta} - Q, \text{ δηλαδή } Q_{\theta} = Q_{\varepsilon\sigma} \text{ (γενικά } Q_{\theta} \geq Q_{\varepsilon\sigma} > Q)$$

Κανονική παροχή Q_o , είναι η παροχή που παίρνουμε στην έξοδο (κατάθλιψη) της αντλίας όταν η αντλία λειτουργεί στο μέγιστο βαθμό απόδοσης (για φυγοκεντρικές αντλίες $Q_o = 0.6Q_{\max}$).

(β) ΙΣΧΥΣ ΣΤΟΝ ΑΞΟΝΑ

Ηλεκτρική ισχύς $P_{\eta\lambda}$, είναι η ισχύς που καταναλίσκεται από τον Η/Κ της αντλίας.

Αξονική ισχύς P_N , είναι η ισχύς που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας από τον Η/Κ.

Υδραυλική ισχύς P_h , είναι η ισχύς που παραλαμβάνεται από το ρευστό στην έξοδο της αντλίας και ισούται με:

$$P_h = Q\Delta P = Q\rho g\Delta h = Q\gamma\Delta h \text{ [W]}$$

Εσωτερική ισχύς $P_{\varepsilon\sigma}$, είναι η ισχύς που μεταβιβάζεται από την πτερωτή στο ρευστό και ισούται με:

$$P_{\varepsilon\sigma} = Q_{\varepsilon\sigma}\rho g\Delta h_{\varepsilon\sigma} \text{ [W]}$$

(γ) ΟΛΙΚΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ

ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ, h_{α} :

Είναι το μανομετρικό που αντιστοιχεί στην πίεση αναρρόφησης: $h_{\alpha} = p_{\alpha}/\gamma$.

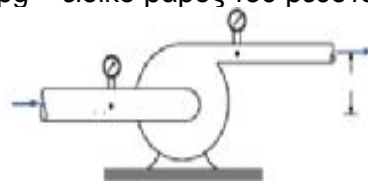
ΥΨΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ h_{κ} :

Είναι το μανομετρικό που αντιστοιχεί στην πίεση κατάθλιψης: $h_{\kappa} = p_{\kappa}/\gamma$.

ΟΛΙΚΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ Δh :

Είναι το μανομετρικό που δημιουργείται μεταξύ της αναρρόφησης/εισόδου/θέση (α) και της κατάθλιψης/εξόδου/θέση (κ) της αντλίας ($\gamma = \rho g$ = ειδικό βάρος του ρευστού):

$$\Delta h = \frac{p_{\kappa} - p_{\alpha}}{\gamma} + (z_{\kappa} - z_{\alpha}) + \frac{c_{\kappa}^2 - c_{\alpha}^2}{2g} \text{ [m]}$$



Ουσιαστικά πρόκειται για την εφαρμογή της εξίσωσης Bernoulli, όπου p = στατική πίεση, z = υψομετρική στάθμη και c = ταχύτητα ρευστού. Επειδή η είσοδος και η έξοδος είναι κοντά, $(z_{\kappa} - z_{\alpha}) \approx 0$.

Από την εξίσωση της συνέχειας: $\dot{m} = \rho_{\alpha} A_{\alpha} c_{\alpha} = \rho_{\kappa} A_{\kappa} c_{\kappa} \text{ [kg/s]}$,

η οποία για ασυμπίεστη ροή (π.χ. για υγρά) γίνεται $A_{\alpha} c_{\alpha} = A_{\kappa} c_{\kappa}$ και συνήθως η διάμετρος της διατομής εισόδου και εξόδου είναι ίσες, άρα $c_{\alpha} = c_{\kappa}$, οπότε το ολικό μανομετρικό είναι:

$$\Delta h = \frac{P_k - P_a}{\gamma} = h_k - h_a \quad [m]$$

Δηλαδή με την τοποθέτηση ενός μανομέτρου στην αναρρόφηση και ενός στην κατάθλιψη, είναι δυνατός ο υπολογισμός όλων των παραπάνω μανομετρικών. Το H, κατ'αναλογία με τις παροχές, μπορεί να χαρακτηριστεί και ως πραγματικό ολικό μανομετρικό, διότι είναι αυτό που παρέχεται από την αντλία στο ρευστό. Έτσι, το θεωρητικό μανομετρικό, Δh_{θ} , ισούται με το εσωτερικό μανομετρικό, $\Delta h_{\epsilon\sigma}$, ενώ συνδέονται με το πραγματικό μανομετρικό μέσω της σχέσης:

$$\Delta h_{\theta} = \Delta h_{\epsilon\sigma} = \Delta h + \Delta h_{\delta}, \text{ όπου } \Delta h_{\delta}, \text{ είναι το μανομετρικό των απωλειών της ροής.}$$

(δ) ΒΑΘΜΟΣ

Βαθμός απόδοσης η , είναι ο λόγος της υδραυλικής ισχύος προς την αξονική ισχύ: $\eta = P_{\eta} / P_N$. Η μέγιστη τιμή του η για αντλίες είναι μεταξύ 60 και 80 [%].

Υδραυλικός βαθμός απόδοσης η_h , είναι ο λόγος του ολικού μανομετρικού ως προς το εσωτερικό μανομετρικό: $\eta_h = \Delta h / \Delta h_{\epsilon\sigma} = \Delta h / (\Delta h + \Delta h_{\delta})$ και δηλώνει τις υδραυλικές απώλειες λόγω της ροής (οριακά στρώματα, δευτερεύουσα ροή, απώλεια στήριξης, κ.λπ.). Κυμαίνεται μεταξύ 70 και 90 [%].

Μηχανικός βαθμός απόδοσης η_m , είναι ο λόγος της εσωτερικής ισχύος προς την αξονική ισχύ: $\eta_m = P_{\epsilon\sigma} / P_N$ και δηλώνει τις μηχανικές απώλειες λόγω της μετάδοσης της κίνησης (π.χ. τριβές στα έδρανα ολίσθησης). Κυμαίνεται μεταξύ 80 και 96 [%].

Ογκομετρικός βαθμός απόδοσης, η_v , είναι ο λόγος της πραγματικής παροχής προς την εσωτερική παροχή $\eta_v = Q / Q_{\epsilon\sigma} = Q / (Q + Q_{\delta})$ και δηλώνει τις απώλειες λόγω των εσωτερικών διαρροών από την πλευρά κατάθλιψης στην πλευρά αναρρόφησης. Κυμαίνεται μεταξύ 96 και 98 [%].

Άρα:

$$\eta_h \eta_m \eta_v = (\Delta h / \Delta h_{\epsilon\sigma}) (Q_{\epsilon\sigma} \rho g \Delta h_{\epsilon\sigma} / P_N) (Q / Q_{\epsilon\sigma}), \text{ και αφού}$$

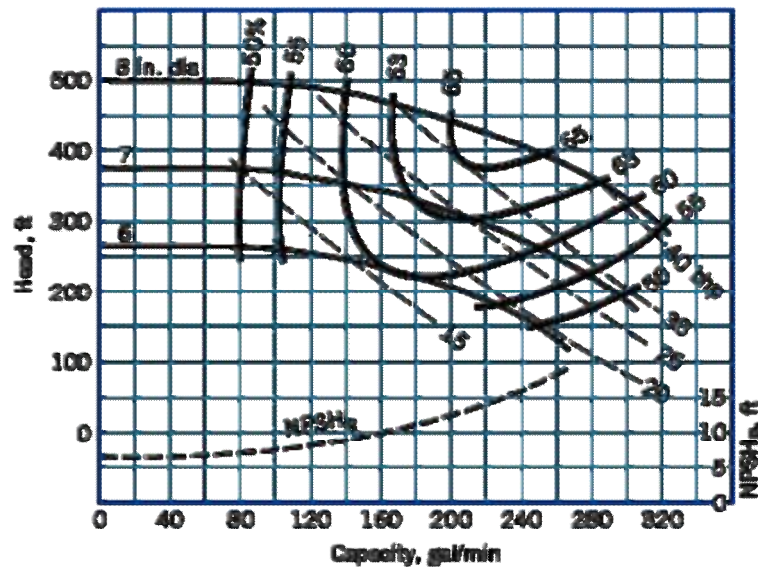
$$P_{\epsilon\sigma} = Q_{\epsilon\sigma} \rho g \Delta h_{\epsilon\sigma}, \text{ τότε } \eta_h \eta_m \eta_v = (\Delta h / \Delta h_{\epsilon\sigma}) (Q_{\epsilon\sigma} \rho g \Delta h_{\epsilon\sigma} / P_N) (Q / Q_{\epsilon\sigma})$$

$$\text{δηλαδή } \eta_h \eta_m \eta_v = (Q \rho g \Delta h) / P_N = P_h / P_N = \eta$$

Δηλαδή ο βαθμός απόδοσης ισούται με το γινόμενο του υδραυλικού, του μηχανικού και του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης.

2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Για λόγους ευκολίας οι κατασκευαστές δίνουν πολλές ΧΚΛ σε ένα διάγραμμα, είτε για διαφορετική τιμή περιστροφής, είτε για διαφορετικά μεγέθη όμοιων ΣΜ. Το διπλανό σχήμα, για φυγοκεντρική αντλία δύο βαθμίδων που περιστρέφεται με 3500 [rpm], δίνει τις καμπύλες μανομετρικού (συνεχείς), ισχύος στον άξονα (διακεκομμένες, bhp) και τις ισοϋψείς καμπύλες του ολικού βαθμού απόδοσης (συνεχείς βρόγχοι, %) με παράμετρο το μέγεθος της ΣΜ, όπως αυτό εκφράζεται από τη διάμετρο της πτερωτής. Με τον ίδιο τρόπο απεικονίζονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες με παράμετρο την ταχύτητα περιστροφής της ΣΜ ή το ιξώδες του ρευστού.



ΣΧΗΜΑ 2.1: (Head-Capacity)

Για αντλίες παριστάνεται επίσης η καμπύλη NPSHR (Net Positive Suction Head, Required), η οποία είναι το απαιτούμενο μανομετρικό στην αναρρόφηση, ώστε να μην παρουσιαστεί σπηλαιώση και εξαρτάται από την γεωμετρική μορφή του δρομέα στην περιοχή της αναρρόφησης (είσοδος-αντλίας). Η μέτρηση του NPSHR γίνεται με βαθμιαία ελάττωση της στατικής πίεσης στην είσοδο της αντλίας, κρατώντας σταθερή την παροχή και μετρώντας τη διαφορά πίεσης Δp μεταξύ εισόδου και εξόδου της αντλίας. Όταν η διαφορά αυτή, η οποία πρέπει χωρίς σπηλαιώση να είναι σταθερή, μειωθεί κατά 1–3 [%], τότε οριοθετείται η απαρχή της σπηλαιώσης για τη συγκεκριμένη παροχή και καταγράφεται η τιμή του NPSHR. Πολλοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν ακουστικές μεθόδους για την ανίχνευση της αρχής της σπηλαιώσης και τότε το NPSHR είναι πάντοτε μεγαλύτερο από ότι με τη μέθοδο της μέτρησης της μείωσης της διαφοράς πίεσης στην αντλία.

2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΚΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

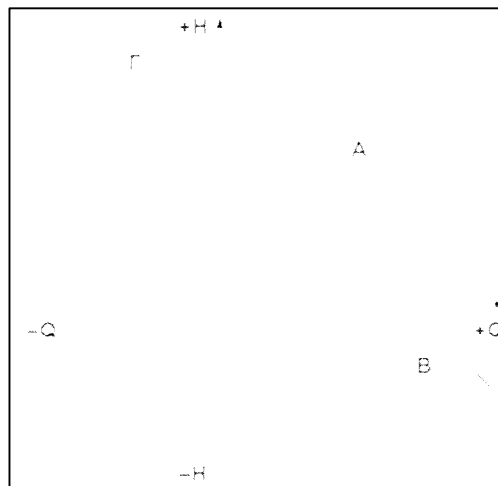
Όπως προαναφέρθηκε, μία αντλία είναι επιθυμητό να λειτουργεί στο σημείο βέλτιστης απόδοσης (μέγιστος βαθμός απόδοσης, η_{\max}). Όταν λειτουργεί αριστερά του σημείου αυτού, δηλαδή με μικρότερη παροχή από αυτή που αντιστοιχεί στο η_{\max} , τότε λέγεται ότι λειτουργεί σε συνθήκες μερικής παροχής (off-design/εκτός σχεδιασμού) και εκφράζεται από το λόγο της παροχής ως προς την παροχή για η_{\max} .

Υπάρχει όμως περίπτωση η αντλία να μη λειτουργεί με κανονικό τρόπο, δηλαδή για θετική παροχή και θετικό μανομετρικό (περιοχή Α). Έτσι, εάν η πίεση στην είσοδο είναι μεγαλύτερη απ' ότι στην έξοδο (αρνητικό μανομετρικό, περιοχή Β), τότε η αντλία λειτουργεί ως απώλεια τριβής στη ροή, όπως ένα οποιοδήποτε υδραυλικό εξάρτημα. Εάν όμως η πίεση στην έξοδο είναι μεγαλύτερη απ' ότι στην είσοδο, αλλά η ροή είναι αντίθετη, δηλαδή από την έξοδο προς την είσοδο της αντλίας, τότε η αντλία ανθίσταται πραγματικά (ενεργητικά και όχι παθητικά) στη ροή (περιοχή Γ).

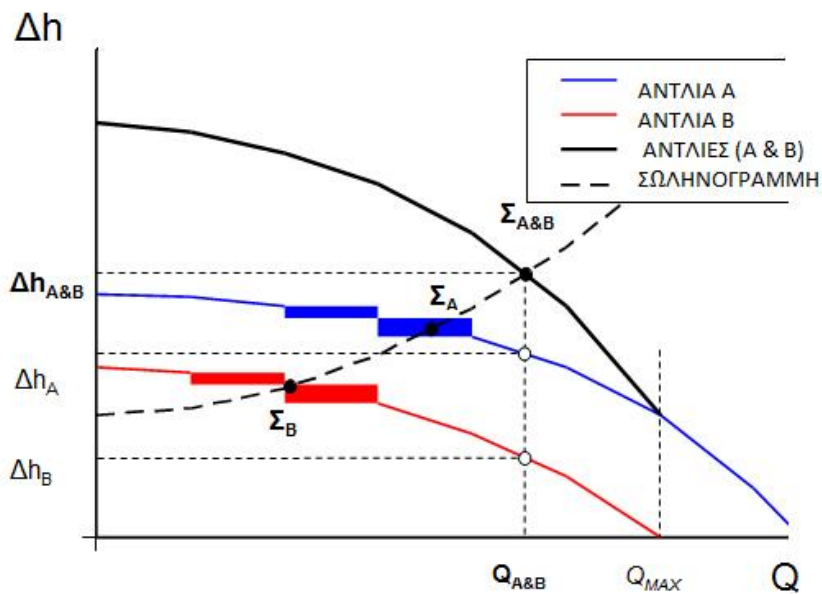
Όταν δύο αντλίες συνδεθούν σε σειρά, δηλαδή η έξοδος της πρώτης ενώνεται άμεσα με την είσοδο της δεύτερης, τότε είναι προφανές ότι περνάει η ίδια παροχή και από τις δύο αντλίες, ενώ το μανομετρικό της όλης διάταξης ισούται με το άθροισμα των επιμέρους μανομετρικών. Για να εξαχθεί λοιπόν η χαρακτηριστική της διάταξης (μαύρη καμπύλη), αρκεί για κάθε τιμή της παροχής, να αθροίσουμε τα αντίστοιχα επιμέρους μανομετρικά, τα οποία παίρνονται από τις χαρακτηριστικές των αντλιών Α (γαλάζια καμπύλη) και Β (κόκκινη καμπύλη). Η διάταξη έχει ανώτερο όριο παροχής, Q_{\max} , την ελάχιστη (από τις δύο αντλίες) μέγιστη τιμή της παροχής. Εάν η διάταξη συνδεθεί με σωληνογραμμή, της οποίας η ΧΚΛ δίνεται με διακεκομμένη γραμμή, το σημείο λειτουργίας είναι το Σ_A & Σ_B , ενώ εάν λειτουργούσαν μεμονωμένα η αντλία Α ή η Β θα ήταν το Σ_A ή το Σ_B , αντίστοιχα. Οι δύο λευκές κουκίδες μας δίνουν γραφικά το επιμέρους μανομετρικό που συνεισφέρουν οι δύο αντλίες στη διάταξη, Δh_A και Δh_B . Το μανομετρικό της διάταξης, $\Delta h_{A \& B}$, είναι μικρότερο από το άθροισμα των μανομετρικών των δύο αντλιών εάν δούλευαν μεμονωμένα, αλλά είναι μεγαλύτερο από το καθένα ξεχωριστά.

$$Q_{A\&B} = Q_A = Q_B$$

$$\Delta h_{A\&B} = \Delta h_A + \Delta h_B, \text{ για } Q_{A\&B} < Q_{\max}$$

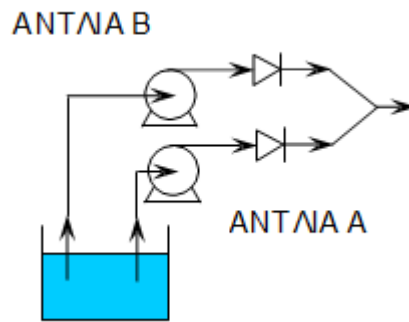


ΣΧΗΜΑ 2.2: (H-Q)

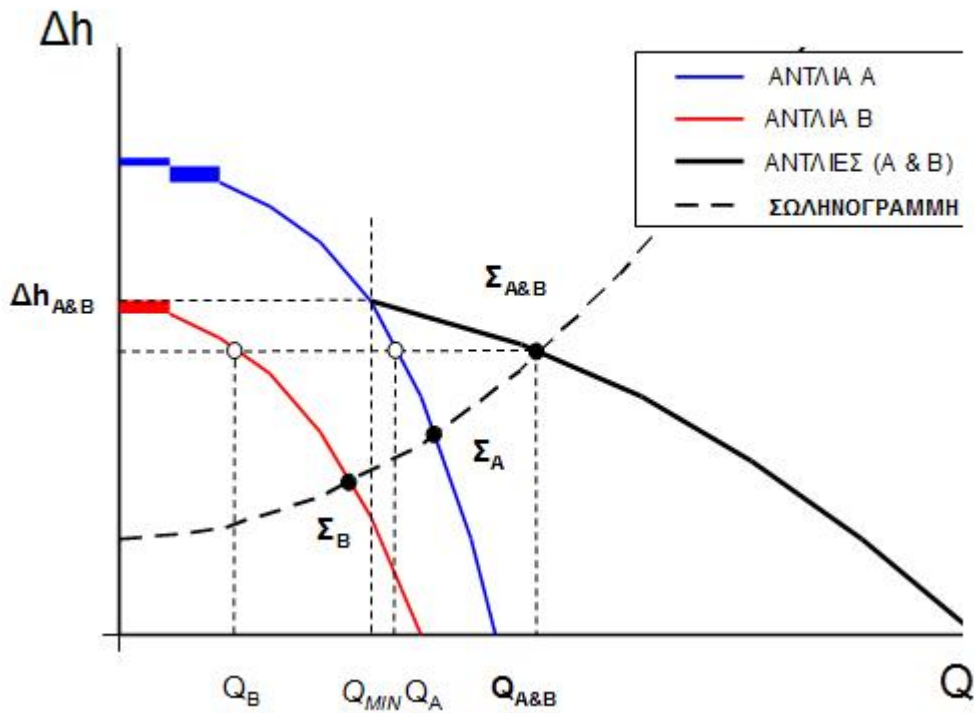


ΣΧΗΜΑ 2.3: (Δh - Q)

Όταν δύο αντλίες συνδεθούν παράλληλα, δηλαδή οι εισοδοί τους αναρροφούν και οι εξόδοι τους απορρίπτουν σε κοινά σημεία, τότε η παροχή της διάταξης ισούται με το άθροισμα των επιμέρους παροχών, ενώ το μανομετρικό ισούται με τα επιμέρους μανομετρικά των αντλιών. Για να εξαχθεί η χαρακτηριστική της διάταξης (μαύρη καμπύλη), για κάθε τιμή του μανομετρικού πρέπει να αθροίσουμε τις αντίστοιχες επιμέρους μανομετρικά, οι οποίες παίρνονται από τις χαρακτηριστικές των αντλιών A (γαλάζια καμπύλη) και B (κόκκινη καμπύλη). Η διάταξη έχει κατώτερο όριο παροχής, Q_{MIN} , αυτήν που αντιστοιχεί στην ελάχιστη (από τις δύο αντλίες) μέγιστη τιμή του μανομετρικού. Εάν η διάταξη συνδεθεί με σωληνογραμμή, της οποίας η ΧΚΛ δίνεται με διακεκομμένη γραμμή, το σημείο λειτουργίας είναι το Σ_A & Σ_B , ενώ εάν λειτουργούσαν μεμονωμένα η αντλία A ή η B θα ήταν το Σ_A ή το Σ_B , αντίστοιχα. Οι δύο λευκές κουκίδες μας δίνουν γραφικά τις επιμέρους παροχές που συνεισφέρουν οι δύο αντλίες στη διάταξη, Q_A και Q_B . Η παροχή της διάταξης $Q_{A\&B}$ είναι μικρότερη από το άθροισμα των παροχών των δύο αντλιών εάν δούλευαν μεμονωμένα, αλλά είναι μεγαλύτερη από την καθε μία ξεχωριστά.



ΣΧΗΜΑ 2.4: ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΛΙΩΝ



ΣΧΗΜΑ 2.5: (Δh - Q)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΡΓΟΥ

3.1) ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

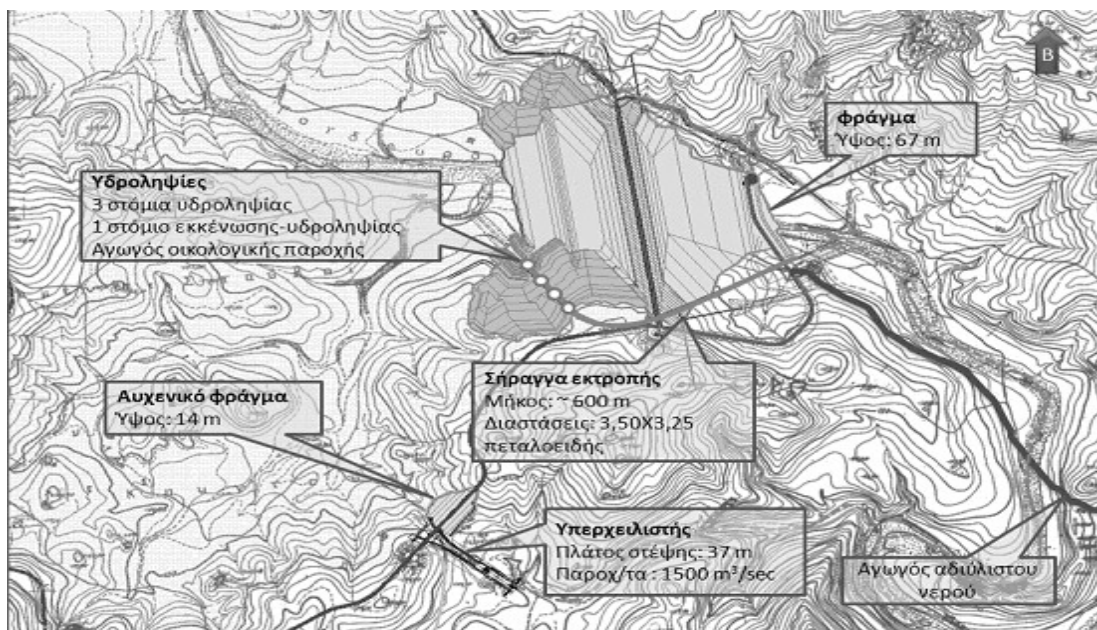
Το Φράγμα του Γαδουρά είναι χωμάτινης κατασκευής, από αργιλικό πυρήνα και περιλαμβάνει σώματα στήριξης και αναβαθμίδες σταθεροποίησης ανάντη και κατόντη. Τα βασικά χαρακτηριστικά του Φράγματος είναι τα εξής:

- Ύψος φράγματος	67μ
- Μήκος στέψης	550μ
- Πλάτος στέψης	10μ
- Όγκος φράγματος και προφράγματος	3,15 εκατ.μ ³

Ο ταμιευτήρας έχει συνολική χωρητικότητα 67,50 εκατ.μ³, με ωφέλιμη τα 60,00 εκατ.μ³. Η μέγιστη επιφάνεια καθρέπτη είναι 5.200 στρ. και η λεκάνη απορροής φτάνει στα 148 τ.χλμ, περίπου το 11% της συνολικής έκτασης του νησιού.



**ΕΙΚΟΝΑ 3.1 : ΠΑΝΟΡΑΜΙΚΗ ΛΗΨΗ
ΧΑΡΑΞΗ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΠΡΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ**



ΕΙΚΟΝΑ 3.2: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΡΓΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΓΑΔΟΥΡΑ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΩΝ ΕΡΓΩΝ

<ul style="list-style-type: none"> • <u>ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ</u> Συνολική χωρητικότητα ταμιευτήρα Ωφέλιμη (+117,50) Ανώτατη Στάθμη Πλημμύρας (Α.Σ.Π.). Ανώτατη Στάθμη Λίμνης (Α.Σ.Λ.). Κατώτατη Στάθμη Λίμνης (Κ.Σ.Λ.). Επιφάνεια Λίμνης 	67x106 m ³ 63.5x106 m ³ +122.10 +117.50 +91.00 4.38 km ²
<ul style="list-style-type: none"> • <u>ΦΡΑΓΜΑ</u> Όγκος Ύψος (από τη θεμελίωση) Υψόμετρο θεμελίωσης Υψόμετρο Στέψης Πλάτος Στέψης Μήκος Στέψης Κλίση Πραμών 	2.567.000 m ³ 67.00 m +58.00 +125.00 10.00 m 585.00 m ανάπτυξη 1:2.5 - κατάντη 1:2
<ul style="list-style-type: none"> • <u>ΚΥΡΙΩΣ ΑΝΑΝΤΗ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑ (Κ.Α.Π.)</u> Όγκος Ύψος (από τη θεμελίωση) Υψόμετρο θεμελίωσης Υψόμετρο Στέψης Πλάτος Στέψης Μήκος Στέψης Κλίση Πραμών 	678.000 m ³ 27.00m +71.00 +98.00 10.00 m 436.90 m 1:2

- **ΑΥΧΕΝΙΚΟ ΦΡΑΓΜΑ**

Όγκος	88.400 m
Ύψος (από τη θεμελίωση)	14.00 m
Υψόμετρο θεμελίωσης	+111.00
Υψόμετρο Στέψης	+125.00
Πλάτος Στέψης	8.00 m
Μήκος Στέψης	138.30 m
Κλίση Πρανών	1:2
- **ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ**

Μέγιστο πλάτος διώρυγας	36.60 m
Υψόμετρο Στέψης	+117.50
Στέψη διώρυγας προσαγωγής	+115.00
Q εκρ. (1:10.000)	890 m ³ /s
- **ΣΗΡΑΓΓΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ (ΠΕΤΑΛΟΕΙΔΟΥΣ ΜΟΡΦΗΣ)**

πλάτος / ύψος	3.50 m / 3.25 m
Μήκος σήραγγας	596.75 m
Μήκος εισόδου CUT & COVER	47.50 m
Μήκος εξόδου CUT & COVER	44.23 m
- **ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ**

3 στόμια υδροληψίας-εκκένωσης Φ1000	Y1 = +99.00, Y2 = +104.5, Y3= +111.50
1 στόμιο εκκένωσης-υδροληψίας Φ1200	YE = +90.00
Αγωγός υδροληψίας- εκκένωσης	Φ1200
Αγωγός αποχέτευσης φερτών	Φ600
Αγωγός για την οικολογική παροχή	Φ350

3.1.1) ΠΡΟΦΡΑΓΜΑ

Για την εκτροπή του ποταμού και την προστασία του χώρου κατασκευής του φράγματος από τα νερά του ποταμού, κατασκευάζεται το Κυρίως και Βοηθητικό ανάντη πρόφραγμα. Το κυρίως έχει στέψη στο υψόμετρο +85,00, πλάτος 10,00μ. και το βοηθητικό στο υψόμετρο +85,00 με πλάτος 6,00μ. Στο σώμα του προφράγματος υπάρχουν εγκαταστημένα όργανα για τη μέτρηση καθιζήσεων, μετακινήσεων και πίεσης πόρων.

3.1.2) ΑΥΧΕΝΙΚΟ ΦΡΑΓΜΑ

Το αυχενικό φράγμα τοποθετείται 700μ. περίπου νοτιοδυτικά από το φράγμα. Το μήκος του είναι περίπου 140μ. και η ονομαστική στέψη προβλέπεται στο +125,00, ίση με τη στέψη του φράγματος.

3.1.3) ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ

Ο υπερχειλιστής τοποθετείται 700μ. περίπου νοτιοδυτικά από το φράγμα, δίπλα στο αυχενικό φράγμα, με στέψη +125,00.

Ακολουθεί κεφάλαιο όπου περιγράφεται αναλυτικά.

3.2) ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

Η σήραγγα εκτροπής κατασκευάστηκε στο δεξιό αντέρεισμα του φράγματος, για την υδροληψία και εκκένωση του ταμιευτήρα. Το συνολικό μήκος της είναι 676,42μ. Η κατασκευή της είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα με άνοιγμα εκσκαφής 4,20μ, καθαρό άνοιγμα μετά την επένδυση 3,50μ. και ύψος 3,25μ.

Για την αποστράγγιση των αντερείσμάτων κατάντη του άξονα του Φράγματος, κατασκευάστηκαν σήραγγες αποστραγγίσεων, σε αμφότερα τα αντερείσματα. Είναι πεταλοειδούς διατομής με κυκλικό θόλο και εσωτερικού πλάτους 2,50μ. Στο αριστερό αντέρεισμα το συνολικό μήκος της σήραγγας είναι 380μ., με τα πρώτα 230μ. για προσπέλαση και τα υπόλοιπα 150μ. για αποστράγγιση. Στο δεξιό αντέρεισμα η σήραγγα έχει μήκος 200μ. και συμβάλει στην σήραγγα Υδροληψίας-Εκκένωσης, όπου και παροχετεύει τα νερά της αποστράγγισης.



ΕΙΚΟΝΑ 3.3: ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

3.3) ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Στην έξοδο του αγωγού υδροληψίας-εκκένωσης βρίσκεται το κτίριο Δικλείδων, στο οποίο έχει εγκατασταθεί ο εξοπλισμός ρύθμισης και ελέγχου της ροής του νερού από τον ταμιευτήρα, είτε προς το δίκτυο μεταφοράς, είτε προς εκκένωση. Κατάντη του κτιρίου έχει προβλεφθεί λεκάνη αποτόνωσης στην οποία εκβάλλουν ο αγωγός υδροδότησης Φ1200, ο αγωγός εκκένωσης Φ600 και ο αγωγός απόδοσης περιβαλλοντικού νερού Φ350.

Στο δεξιό αντέρεισμα κατάντη του άξονα κατασκευάστηκαν τα κτίρια Διοίκησης και Εξαερισμού. Το κτίριο Διοίκησης στεγάζει το γραφείο με τους σταθμούς παρακολούθησης των οργάνων μέτρησης του Φράγματος. Στο κτίριο του Εξαερισμού καταλήγει ο κατακόρυφος σωλήνας εξαερισμού της σήραγγας υδροληψίας-εκκένωσης.

3.4) ΠΑΡΑΛΙΜΝΙΕΣ ΟΔΟΙ

Περιμετρικά του ταμιευτήρα του φράγματος διαμορφώθηκαν δυο παραλίμνιες οδοί, συνολικού μήκους 17,5km., για την αποκατάσταση της σύνδεσης της μόνιμης οδοποιίας του φράγματος με την υφιστάμενη οδό Λαέρμων - Απόλλωνα. Η παραλίμνια οδός αναπτύσσεται σε δυο κλάδους, τον Α' και Β'.

Η παραλίμνια οδός Α' έχει αφετηρία το τμήμα της οδού που οδηγεί στην στέψη του φράγματος και καταλήγει στην υφιστάμενη οδό Λάερμα-Απόλλωνα. Έχει μήκος 10,328km., αναπτύσσεται περιμετρικά και βόρεια της λεκάνης κατάκλισης του φράγματος.

Η παραλίμνια οδός Β' έχει αφετηρία την υφιστάμενη οδό Λάερμα-Απόλλωνα και καταλήγει στην μόνιμη οδό πρόσβασης του φράγματος. Έχει μήκος 7.172km., αναπτύσσεται περιμετρικά και νότια της κατάκλισης του φράγματος.

3.5) ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟΥ

Για την μεταφορά του νερού από την περιοχή του Φράγματος έως τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού (Ε.Ε.Ν), τοποθετήθηκαν 9.100μ. χαλύβδινου αγωγού διατομής Φ1300.

Μετά την περιοχή του Φράγματος, σε απόσταση 2.423μ. κατασκευάστηκε η Σήραγγα Υδραγωγείου (εικόνα 3.4) με μήκος 313μ., για την διέλευση του αγωγού με κατεύθυνση τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού (Ε.Ε.Ν).



ΕΙΚΟΝΑ 3.4: ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟΥ

3.6) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ (Ε.Ε.Ν)

Οι εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού βρίσκονται σε απόσταση 1,5χλμ ΒΑ της εκβολής του χειμάρρου Μάσσαρη και περίπου 400μ. ΝΑ της Εθνικής Οδού Ρόδου - Λίνδου. Αντικείμενο των εγκαταστάσεων αποτελεί η διύλιση του νερού, η προσωρινή αποθήκευση του και η μεταφορά του με τελικό αποδεκτή τις δεξαμενές της ΔΕΥΑΡ. Στα παρακάτω ακολουθεί κεφάλαιο με την ανάλυση της λειτουργίας επιμέρους των Ε.Ε.Ν.



ΕΙΚΟΝΑ 3.5 : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

3.7) ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΝΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

Ο αγωγός μετά τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού (Ε.Ε.Ν), μεταφέρει το διυλισμένο νερό δια βαρύτητας στην πόλη της Ρόδου. Τελικοί αποδέκτες είναι οι υφιστάμενες δεξαμενές της ΔΕΥΑΡ, των Ασγούρου και Αγίων Αποστόλων, όπου ο αγωγός καταλήγει με συνολικό μήκος 35.000μ. περίπου.

Κατά μήκος της διέλευσης του αγωγού προς Ρόδο κατασκευάστηκε μια δεξαμενή αποθήκευσης νερού (Δεξαμενή Κεφαλής), τέσσερα φρεάτια διακοπής της πίεσης και έλεγχου της ροής (Φ.Δ.Ε) και φρεάτια αερεξαγωγών και εκκένωσης.

3.7.1) ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΕΦΑΛΗΣ

Η δεξαμενή κεφαλής είναι αποθηκευτική δεξαμενή διυλισμένου νερού με συνολική χωρητικότητα 6.500μ³. Βρίσκεται σε απόσταση 2.315μ. από τις Ε.Ε.Ν και ο αγωγός καταλήγει στην δεξαμενή με διατομή Φ1000. Το μεγαλύτερο τμήμα της είναι υπόγειο και κατασκευάστηκε από οπλισμένο σκυρόδεμα.

3.7.2) ΦΡΕΑΤΙΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ (Φ.Δ.Ε)

Σε απόσταση 4.380μ. από τις Ε.Ε.Ν κατασκευάστηκε το πρώτο φρεάτιο, με τον αγωγό μεταφοράς διυλισμένου νερού (Φ1000) να καταλήγει στο δεύτερο φρεάτιο, (απόσταση 12.100μ. από τις Ε.Ε.Ν), με αλλαγή κατά μήκος στην διάμετρο του σε Φ1200. Σε απόσταση 24.000μ. από τις Ε.Ε.Ν βρίσκεται το τρίτο φρεάτιο, όπου γίνεται η αλλαγή στην διάμετρο του αγωγού από Φ1200 σε Φ1100 προς το τέταρτο φρεάτιο (απόσταση από τις Ε.Ε.Ν 29.155μ.). Με τον έλεγχο της ροής διοχετεύεται ο αγωγός με τις αναγκαίες ποσότητες νερού προς ζήτηση, αποφεύγοντας τυχόν προβλήματα από το άδειασμα του αγωγού ή την υπερπλήρωση του, με ποσότητα μεγαλύτερη από εκείνη που απαιτείται, για την τροφοδότηση των δεξαμενών της ΔΕΥΑΡ.

3.7.3) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΑΣΓΟΥΡΟΥ ΚΑΙ ΑΓΙΩΝ ΑΠΟΣΤΟΛΩΝ

Βρίσκονται σε απόσταση 31.460μ. και 35.000μ. αντίστοιχα από τις Ε.Ε.Ν και τροφοδοτούν τις υφιστάμενες δεξαμενές της ΔΕΥΑΡ Ασγούρου και Αγίων Αποστόλων αντίστοιχα.

Τα αντλητικά συγκροτήματα θα παρακολουθούν τις απαιτήσεις σε νερό μέσω της στάθμης δεξαμενής ρυθμίσεως, την οποία και τροφοδοτούν, ώστε η τροφοδότηση να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις ζήτησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται τα βασικά γεωλογικά χαρακτηριστικά, που αφορούν την περιοχή κατασκευής των έργων του Φράγματος.

Πηγή στοιχείων για την σύνταξη του κεφαλαίου είναι η μελέτη που εκπονήθηκε από την εταιρία ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ Α.Ε., για τις ανάγκες κατασκευής των έργων.

Όπως θα αναφερθεί στα παρακάτω, η παρουσία στο σύνολο του υπόβαθρου της ευρύτερης περιοχής θεμελίωσης του αναχώματος του φράγματος, σχετικά μαλακών πετρωμάτων, απέκλεισε τη δυνατότητα κατασκευής φράγματος από σκυρόδεμα.

Ο εντοπισμός ιδιαίτερως ποταμοχειμαρρικών αποθέσεων (αμμοχάλικα κοίτης και παλιών αναβαθμίδων), επέβαλλε την κατασκευή χωμάτινου φράγματος, με πυρήνα από αδιαπέρατο υλικό και κελύφη από αμμοχάλικα.

Στόχος με αυτή την επιλογή κατασκευής ήταν:

- 1) να ελαχιστοποιηθεί ο όγκος του αναχώματος
- 2) να μεγιστοποιηθεί ο όγκος του ταμιευτήρα.



ΕΙΚΟΝΑ 4.1 : ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΣΤΡΩΣΗΣ ΠΥΘΜΕΝΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ



ΕΙΚΟΝΑ 4.2 : ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΕΛΥΦΩΝ ΑΠΟ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΑ

4.1) ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ

Το γεωλογικό υπόβαθρο της λεκάνης κατάκλισης αποτελείται κατά κύριο λόγο από το σχηματισμό του φλύσχη της Ιωνίου ζώνης, με επικράτηση του λεπτομερούς υλικού (αργιλικός σχιστόλιθος περιοχής Λάερμα-Ρόδου) και εναλλαγές του με ιλυολιθικό και ψαμμιτικό υλικό.

Οι εδαφικοί σχηματισμοί του ταμειυτήρα εμφανίστηκαν σχετικά κορεσμένοι, με αποτέλεσμα οι ανάγκες για κορεσμό των σχηματισμών αυτών κατά τη διάρκεια πλήρωσης του ταμειυτήρα, να είναι μικρές.

Τα πρανές της λεκάνης κατάκλισης εμφανίστηκαν ανεπτυγμένα σε ήρεμες κλίσεις και με απαλό κυματώδες ανάγλυφο, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη πιθανών ασταθειών τοπικού μόνο χαρακτήρα, μικρής επιφανειακής εξάπλωσης και χωρίς ιδιαίτερη σημασία για τη γενικότερη ευστάθεια της λεκάνης κατάκλισης.

4.2) ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Το αριστερό πρανές της περιοχής αποτελείται από αργιλικό σχιστόλιθο, καλυπτόμενο από τον μανδύα αποσάθρωσης του. Στο πρανές αυτό διαπιστώθηκε, με βάση κυρίως μορφολογικά χαρακτηριστικά, η ύπαρξη αστάθειας μικρού πάχους. Η παρακολούθηση της αστάθειας έγινε με τοπογραφικές μετρήσεις επιφανειακών σημείων και μετρήσεις κλισιμέτρων εγκατεστημένων σε γεωτρήσεις.

Οι παραπάνω μετρήσεις έδειξαν ότι δεν υπάρχει αξιόλογη μετακίνηση ή κατολίσθηση βαθιάς μορφής, παρά μόνον μια μικρής έκτασης αστάθεια, εκτιμώμενη ως ρηχή, βάθους 3-8m.

Αντίστοιχα, το δεξιό αντέρεισμα του φράγματος αποτελείται από τους ίδιους σχηματισμούς και έχει την ίδια περίπου μορφολογία, με γενικότερη εικόνα καλύτερης ευσταθείας του πρανούς αυτού.

4.3) ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Στην περιοχή θεμελίωσης του φράγματος, εμφανίζονται κυρίως οι παρακάτω σχηματισμοί (από την επιφάνεια προς τα κάτω):

A) Στην περιοχή του πυρήνα του φράγματος συναντώνται επιφανειακά αποθέσεις κοίτης του ποταμού, ενώ πλευρικά στα σώματα στήριξης συναντώνται αποθέσεις αναβαθμίδας και κορήματα, με μέσο πάχος της τάξης των 5m.

B) Υποκειμενικός των ανώτερων επιφανειακών εδαφικών στρωμάτων εκτείνεται ο μανδύας αποσάθρωσης του αργιλικού σχιστόλιθου (ισχυρά αποσαθρωμένος αργιλικός σχιστόλιθος), μέσου βάθους 10m. περίπου.

Γ) Το υπόβαθρο της περιοχής θεμελίωσης αποτελείται από μια μέτρια αποσαθρωμένο αργιλικό σχιστόλιθο με παρεμβολές ιλυόλιθου, ψαμμίτη και ασβεστόλιθου. Τοπικά παρατηρούνται μικρές μάζες γύψου, πρακτικά απομονωμένες μέσα στη μάζα του αργιλικού σχιστόλιθου. Το υπόβαθρο εμφανίζεται πτυχωμένο και ισχυρά τεκτονισμένο και παραμορφωμένο, με συνέπεια την εικόνα μιας συνεχούς χαοτικής μάζας, χωρίς συγκεκριμένα όρια με χαμηλή διατμητική αντοχή και τάση για χαλάρωση και διόγκωση, όταν το υλικό διαβρέχει.

Ο πυρήνας του φράγματος θεμελιώθηκε με εκσκαφή της τάξης των 5m., ενώ στα σώματα στήριξης η εκσκαφή αυτή περιορίστηκε στο 1m. Η στεγανότητα στη θέση του φράγματος έχει διερευνηθεί σε όλες τις φάσεις ερευνών και η περατότητα του αργιλικού σχιστόλιθου εμφανίζεται μικρή (10^{-5} ÷ 10^{-6} cm/sec) έως πολύ μικρή (έως 10^{-8} cm/sec). Εξαιτίας του γεγονότος αυτού και της φύσεως του υλικού δεν απαιτήθηκε στεγανοποίηση με τσιμεντενέσεις.

4.4) ΣΗΡΑΓΓΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ - ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ - ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Η σήραγγα εκτροπής βρίσκεται στο δεξιό αντέρεισμα του φράγματος και διέρχεται έξω από το πεδίο φόρτισης του αναχώματος, με σκοπό την αποφυγή παραμορφώσεων, λόγω των πτωχών μηχανικών ιδιοτήτων του σχιστόλιθου.

Από τις γεωτεχνικές έρευνες στη σήραγγα εκτροπής καθορίστηκαν συνολικά τρεις περιοχές διελεύσεις της, οι οποίες χονδρικά είναι:

A) Η ζώνη εισόδου, αποτελούμενη από μέτρια αποσαθρωμένο αργιλικό σχιστόλιθο (Χ.Θ. 0+000 έως Χ.Θ. 0+300).

B) Η ζώνη διάτμησης, αποτελούμενη από ισχυρά αποσαθρωμένο και τεκτονισμένο αργιλικό σχιστόλιθο (Χ.Θ. 0+300 έως 0+600).

Γ) Η ζώνη εξόδου, αποτελούμενη από εναλλαγές αργιλικού σχιστόλιθου, ψαμμίτη και ιλυόλιθου (Χ.Θ. 0+600 έως Χ.Θ. 0+900).

Για την προσωρινή τους υποστήριξη απαιτήθηκαν μέτρα, όπως εκτοξευμένο ινοπλισμένο σκυρόδεμα, πάχους 10–15cm., άγκυρα μήκους 3,00m. σε αποστάσεις 1,00m. έως 1,50m. για τις ζώνες (A) και (Γ) και πλαίσια τύπου IPB-140, ανά 1,00m. και εκτοξευμένο ινοπλισμένο σκυρόδεμα, πάχους 15cm. για τη ζώνη (B).

4.5) ΑΥΧΕΝΙΚΟ ΦΡΑΓΜΑ

Η περιοχή κατασκευής του αυχενικού φράγματος ορίζει γεωλογικά την περιοχή του φράγματος.

Ισχυρά αποσαθρωμένος αργιλικός σχιστόλιθος εμφανίστηκε με αυξανόμενο πάχος από 8 ως 10m. στο αριστερό αντέρεισμα του αυχενικού φράγματος, έως και 20m. στο δεξιό αντέρεισμα.

4.6) ΔΙΩΡΥΓΑ ΠΤΩΣΗΣ

Στη διώρυγα πτώσης του υπερχειλιστή εκτελέσθηκε γεωλογική χαρτογράφηση και τεκτονική ανάλυση.

Η κατανομή των σχηματικών κατά μήκος της διώρυγας έδειξε μια μετάβαση από λεπτόκοκκο σε αδρόκοκκα υλικά. Το κύριο μεσαίο τμήμα της διώρυγας καταλαμβάνουν παχυστρωματώδεις ψαμμίτες. Στα τελευταία ~250μ. της διώρυγας, επανεμφανίζονται λεπτοστρωματώδεις ιλυόλιθοι, σε εναλλαγές με μεσοστρωματώδεις ψαμμίτες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Πηγή στοιχείων για την σύνταξη του κεφαλαίου είναι η μελέτη που εκπονήθηκε από την τεχνική εταιρία ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΑΧΑΙΡΑ Α.Ε.

5.1) ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ

Σημείο αιχμής της πλημμυράς μελέτης είναι τα $1500 m^3/s$. Βάση αυτού καθορίστηκε το πλάτος του υπερχειλιστή στα 36,6m. και η ανύψωση της στέψης του φράγματος στο +124,00. Η ανύψωση αυτή επιτυγχάνεται με τοπική αύξηση των πρανών του φράγματος. Περαιτέρω για ασφάλεια σε κυματισμό κατασκευάστηκε τοιχίο από οπλισμένο σκυρόδεμα, ύψους 1m.

5.2) ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

Τα δεδομένα για την εκτέλεση των υπολογισμών διόδευσης είναι τα ακόλουθα :
Α) Τα υδρογραφήματα των πλημμύρων, όπως υπολογίστηκαν στην υδρολογική μελέτη.
Β) Η σχέση παροχής υπερχειλίσης – ύψους νερού ταμιευτήρα, πάνω από το κατώφλι υπερχειλίσης.

Η σχέση αυτή, για μετωπικό ορθογώνιο υπερχειλιστή, έχει μορφή :

$$Q = CxLxH_e^{1.5} \quad (1)$$

Όπου:

- Q: παροχή υπερχειλιστή (m/sec)
- L: μήκος στρέψης υπερχειλιστή (m)
- H_e : ύψος νερού στον ταμιευτήρα πάνω από το κατώφλι (m)
- C: συντελεστής, του οποίου η τιμή εξαρτάται από:
 - α) τη μορφή και τη γεωμετρία του κατωφλιού
 - β) την ταχύτητα προσέγγισης του νερού

Η διόδευση της πλημμύρας σχεδιασμού στηρίζεται στην εξίσωση:

$$dV / Dt + Q_0 = Q_1 \quad (2)$$

Όπου:

- V: ο όγκος του αποθηκευμένου νερού στον ταμιευτήρα (m^3)
- Q_0 : η παροχή εκροής από τον υπερχειλιστή (m^3/s)
- Q_1 : η παροχή εισροής στον ταμιευτήρα (m^3/s)
- t: ο χρόνος (s)

Σύμφωνα με τη μέθοδο των περασμένων διαφορών από τη σχέση (2) και για τους χρόνους t_0 και t_{n+1} προκύπτει η σχέση:

$$(V_{n+1} - V_1) / D_t + (Q_0(n+1) - Q_0(n)) / 2 = (Q_1(n+1) - Q_1(n)) / 2 \quad (3)$$

Ο υπολογισμός των υδροφράγματων εκροής στηρίζεται στην αριθμητική ολοκλήρωση της παραπάνω σχέσης (3).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της πλημμύρας εισροής ($Q_{\text{εισ}}=1500 \text{ m}^3/\text{s}$) δίνει παροχή εξόδου $Q_{\text{εξ}}=890 \text{ m}^3/\text{s}$ για ανώτατη στάθμη πλημμύρας στο υψόμετρο +122,08.

5.3) ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΘΩΡΙΟΥ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Το περιθώριο ασφαλείας (Freeboard) καθορίζεται από:

- το χαρακτηριστικό ύψος κύματος (H_o) ,
- την ανύψωση του κυματισμού, λόγω αναρρίχησης στο ανάντη πρηνές του Φράγματος
- την μετατόπιση του υδάτινου όγκου, λόγω της πνοής του ανέμου
- το περιθώριο ασφάλειας, λόγω αβεβαιότητας της υδρολογικής μελέτης.

Το χαρακτηριστικό ύψος κύματος καθορίζεται από τον δυσμενέστερο συνδυασμό αναπτύγματος κυματισμού και εντάσεως ανέμου.

Συνοπτικά τα ύψη είναι :

- Ύψος κύματος:	1,20 m
- Ανύψωση κυματισμού:	0,84 m
- Ανύψωση ανέμου:	0,20 m
- Καθίζηση λόγω σεισμού και αβεβαιότητας υδραυλικής μελέτης:	<u>0,68 m</u>
	Σύνολο: 2,92 m

Για Α.Σ.Π. στο υψόμετρο +122,08, η στέψη του φράγματος ορίζεται στο υψόμετρο +125,00. Η στάθμη αυτή στο Φράγμα επιτυγχάνεται, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, με ανύψωση της στρέψης με τοίχιο, ύψους 1m. Η στρέψη και του αυχενικού φράγματος τοποθετείται στο +125,00.

5.4) ΛΕΚΑΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ

Η λεκάνη ηρεμίας προσδιορίζεται με βάση τις υποδείξεις του USBR (Design of small dams), τύπου II, μήκους 58m. και πλάτους 15m. Ο πυθμένας της λεκάνης τοποθετείται στο υψόμετρο +89,0, ενώ η στρέψη των πλευρικών τοίχων στο υψόμετρο +106,00.

5.5) ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ

Η διώρυγα φυγής κατάντη της λεκάνης ηρεμίας (χείμαρρος παροχέτευσης πλημμύρων), προστατεύεται από διάβρωση με συρματοκιβώτια, σε ύψος 4m. και επί μήκους 200m., λόγω της έντονης διαβρωσιμότητας των υλικών στις όχθες. Σε αυτό το μήκος, ο υπολογισμός ευσταθούς κοίτης έγινε για πλημμύρα πεντηκονταετίας.

Κατάντη των συρματοκιβωτίων και μέχρι τη θέση που εμφανίζονται ψαμμιτικοί όγκοι, γίνεται απλή διαμόρφωση της κοίτης, σε πλάτος 20m. και με κλίση πρηνών 1:1.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ

Το σύστημα υπερχειλίσης αποτελείται από τα παρακάτω επιμέρους έργα:

- Διώρυγα Προσαγωγής
- Έργο Υπερχειλίσης
- Διώρυγα Πτώσης
- Λεκάνη ηρεμίας
- Διώρυγα φυγής
- Έργο παροχέτευσης πλημμυρικών παροχών
- Προτεταμένη γέφυρα

Από την διώρυγα προσαγωγής το νερό καθοδηγείται με δυο πλευρικούς τοίχους από σκυρόδεμα στον υπερχειλιστή, ο οποίος είναι μετωπικός (ανοικτής υπερχειλίσης), πλάτους 36,60μ. και ύψος σχεδιασμού 4,50μ.

Από την διώρυγα φυγής ακολουθεί επένδυση μήκους 200,00 μέτρων από συρματοκιβώτια.

Ακολουθούν οι παρακάτω πίνακες με στοιχεία των έργων του υπερχειλιστή:

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

ΕΡΓΟ	ΣΤΑΘΜΕΣ	
	ΠΥΘΜΕΝΑ	ΣΤΕΨΗΣ
Διώρυγα Προσαγωγής	+115,00	+123,00
Έργο Υπερχειλίσης	+111,00	+117,50
Λεκάνη Ηρεμίας	+91,50 +89,00 (μετά των 33μ., κλίση 20%)	+106,00

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 : ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΩΝ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

ΕΡΓΟ	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		
	ΜΗΚΟΣ (μ)	ΠΛΑΤΟΣ (μ)	ΥΨΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (μ)
Έργο Υπερχειλίσης	17,95	36,60	4,50
Λεκάνη Ηρεμίας	96,50	15,00	
Διώρυγα Φυγής	950,00	20,00	4,00
	ΜΗΚΟΣ (μ)	ΠΛΑΤΟΣ (μ)	ΚΛΙΣΗ (%)
Διώρυγα Πτώσης	111	31~15	8% (μετά από 7μ κλίση 20%)

6.1) ΔΙΩΡΥΓΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

Η διώρυγα προσαρμογής (εικόνα 6.1) καθοδηγεί ομαλά τη ροή του νερού προς το έργο υπερχειλίσης. Ο πυθμένας της διώρυγας βρίσκεται στο υψόμετρο +115,00. Το τμήμα της διώρυγας πλησίον του έργου υπερχειλίσης, επενδύεται με οπλισμένο σκυρόδεμα, αγκυρωμένο στο πτέρωμα με ράβδους αγκύρωσης.

Το νερό καθοδηγείται στο έργο υπερχειλίσης με δυο πλευρικούς τοίχους από σκυρόδεμα, με καμπύλη χάραξη και στέψη στο +123,00.



ΕΙΚΟΝΑ 6.1 : ΔΙΩΡΥΓΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ - ΛΗΨΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ

6.2) ΕΡΓΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ

Ο υπερχειλιστής (εικόνα 6.2) είναι μετωπικός, πλάτους 36,60m και ύψους σχεδιασμού $H_c=4,50m$. Η στέψη του υπερχειλιστή τοποθετείται στο υψόμετρο +117,50, ενώ η θεμελίωση του στο υψόμετρο +11,00. Το μήκος του σώματος του υπερχειλιστή είναι 17,95m. και η κλίση της ανώτατης παρειάς του υπερχειλιστή 1:1.

Στη θεμελίωση του έργου υπερχειλίσης εκτελούνται τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης, με κατακόρυφες οπές σε κάναβο 3x3 και μέχρι το υψόμετρο +150,00.



ΕΙΚΟΝΑ 6.2 : ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗΣ- ΠΡΟΤΕΤΑΜΕΝΗ ΓΕΦΥΡΑ

6.3) ΔΙΩΡΥΓΑ ΠΤΩΣΗΣ

Η διώρυγα έχει μήκος 111,00m. και πλάτος κυμαινόμενο μεταξύ 31,00m. και 15,00m. Έχει κλίση 8% από Χ.Θ. 0+140,00 και μετά από μια συναρμογή μήκους 7,00m., περνάει με κλίση 20 %. Η διατομή διαμορφώνεται από πλάκες με εγκάρσιες οδοντώσεις και κατακόρυφους πλευρικούς τοίχους αντιστήριξης, με αρμούς περίπου ανά 10m.

Η διώρυγα εδράζεται σε στρώση διαπερατής επίχωσης πάχους 1,50m. Αποστραγγίζεται με τρεις (3) διαμήκεις διάτρητους σωλήνες Φ200mm. και με εγκάρσιους διάτρητους σωλήνες Φ100mm., ανάντη των αρμών.

Οι σκάφες της διώρυγας έγιναν με κλίση 1:1 έως το υψόμετρο που θα επαναπιχωθούν και 2:1 από εκεί και πάνω.

6.4) ΛΕΚΑΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ

Η λεκάνη ηρεμίας κατασκευάζεται ως ανάποδο Π, πλάτους 15,00m. και με συνολικό μήκος 96,50m. Η στέψη της τοποθετείται στο +106,00. Στα πρώτα ~33m. έχει κλίση 20%, όπως και η διώρυγα πτώσης (εικόνα 6.3), ενώ στα υπόλοιπα είναι οριζόντια με τον πυθμένα στο +89,00m. Η λεκάνη ακυρώνεται με ράβδους Φ25 μήκους 4m. και αποστραγγίζεται κατά μήκος με τρεις (3) σωλήνες Φ300mm. και εγκάρσιους Φ100mm. ανά 10m.

Το έργο εξόδου της λεκάνης έχει μήκος 10m., ανάποδη κλίση 2:1 από το υψόμετρο +89,00 έως το +94,00, από όπου αρχίζει η διώρυγα φυγής και το έργο παροχέτευσης πλημμυρικών παροχών.

Το πλάτος του πυθμένα του έργου εξόδου είναι 15,00m. Μέχρι ύψος 4m. προστατεύεται από χρηματοκιβώτια και από εκεί και πάνω με λιθορριπή με κλίση 1,5:1.



ΕΙΚΟΝΑ 6.3 : ΔΙΩΡΥΓΑ ΠΤΩΣΗΣ - ΛΕΚΑΝΗ ΗΡΕΜΙΑΣ

6.5) ΔΙΩΡΥΓΑ ΦΥΓΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ

Κατάντη του έργου εξόδου της λεκάνης ηρεμίας, τα νερά οδηγούνται μέσω της διώρυγας φυγής σε φυσικό χείμαρρο που εκβάλλει στο ποταμό Γαδουρά. Το μήκος του χείμαρρου μεταξύ του έργου εξόδου και της συμβολής του με τον ποταμό Γαδουρά, είναι 950μ. Λόγω των διαβρώσεων του εδάφους από την παροχέτευση μεγάλων ποιοτήτων νερού, προστατεύτηκε η κοίτη της διώρυγας φυγής με συρματοκιβώτια, σε σύνολο μήκους 200μ (εικόνα 6.5).



ΕΙΚΟΝΑ 6.4 : ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΚΟΙΤΗΣ ΔΙΩΡΥΓΑΣ ΦΥΓΗΣ ΜΕ ΣΥΡΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ-ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

Το σύστημα Υδροληψίας-Εκκένωσης ξεκινά από πύργους Υδροληψίας και μέσω αγωγών, διαμέσου της σήραγγας Υδροληψίας-Εκκένωσης, καταλήγει στο κτίριο Δικλείδων.

Η υδροληψία-εκκένωση επιτυγχάνεται με την κατασκευή τεσσάρων (4) ανεξάρτητων στομιών υδροληψίας-εκκένωσης. Πρόκειται για ένα στόμιο εκκένωσης, με στάθμη στέψης στο +90,00 υψόμετρο και τρία στόμια υδροληψίας (αλλά και εκκένωσης αν απαιτηθεί) με αντίστοιχες στάθμες στέψης +99.00, +104.50, +111.50.

Τα στόμια αυτά είναι μικροί κατακόρυφοι πύργοι από οπλισμένο σκυρόδεμα, οι οποίοι στην στέψη τους φέρουν εσχάρες για την συγκράτηση επιπλεόντων και πώματα έμφραξης των στομιών σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Στο στόμιο εκκένωσης κουμπώνει στην στέψη του, στην θέση που βρίσκεται το πώμα έμφραξης, σωλήνας διαμέτρου Φ1200. Ο σωλήνας Φ1200 διαπερνά το πώμα και με κατακόρυφη καμπύλη εισέρχεται στο επισκέψιμο τμήμα της σήραγγας. Εκεί διακλαδίζεται προς αγωγό Φ1200 για υδροδότηση και σε Φ600 για την εκκένωση φερτών.

Τα στόμια υδροληψίας συνδέονται άμεσα με την σήραγγα. Μέσα από κατακόρυφες γεωτρήσεις Φ1500, διέρχεται σωλήνας Φ1000 επενδεδυμένος με οπλισμένο σκυρόδεμα, οδηγείται στη σήραγγα και συγκεκριμένα κουμπώνει στον αγωγό υδροδότησης Φ1200. Μέσα σε κάθε θάλαμο υπάρχουν δικλείδες, ώστε να απομονωθεί το κάθε στόμιο ξεχωριστά σε περίπτωση ανάγκης.

Για την επισκεψιμότητα των υδροληψιών, σε περίπτωση πτώσης της στάθμης του νερού, έχει προβλεφθεί διάδρομος πλάτους 4,50μ. από σκυρόδεμα, από την στάθμη +125,00 ως και την χαμηλότερη υδροληψία. Στο διάδρομο έχουν τοποθετηθεί σταθμήμετρα, με άμεση παρακολούθηση της στάθμης της λίμνης.

Ο αγωγός υδροληψίας-εκκένωσης καταλήγει στο κτίριο Δικλείδων. Στο κτίριο αυτό εγκαθίσταται ο εξοπλισμός ρύθμισης και έλεγχου της ροής του νερού από τον ταμιευτήρα, είτε προς το δίκτυο μεταφοράς είτε για εκκένωση.

Οι σωλήνες υδροληψίας και εκκένωσης εισέρχονται στο κτίριο Δικλείδων και διακλαδίζονται στο επίπεδο του ισόγειου, στο χώρο των δικλείδων.



ΕΙΚΟΝΑ 7.1 : ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΥΡΓΩΝ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ ΜΕ ΣΗΡΑΓΓΑ



ΕΙΚΟΝΑ 7.2 : ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΙ ΠΥΡΓΟΙ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ



ΕΙΚΟΝΑ 7.3 : ΣΤΑΘΜΗΜΕΤΡΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά την λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού, να παρακολουθείται η συμπεριφορά του Φράγματος και των επιμέρους κατασκευών. Στα παρακάτω γίνεται τμηματική παρουσίαση των κατασκευών που παρακολουθούνται μέσω οργάνων.

8.1) ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Η κατασκευή του προφράγματος έχει γίνει σε τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο φτάνει έως το υψόμετρο +85,00μ., το δεύτερο έως +95,00μ. και το τελικό έως το +98,00μ.

Έχουν τοποθετηθεί γεωτεχνικά όργανα σε δυο διατομές του προφράγματος, με στόχο να καταγράφονται οι αναπτυσσόμενες πιέσεις στη θεμελίωση του αναχώματος, οι παραμορφώσεις και οι μετακινήσεις αυτού.

Για την παρακολούθηση των πιέσεων έχουν τοποθετηθεί έξι σειρές ηλεκτρικών πιεζόμετρων παλλόμενης χορδής, στις θέσεις γεωτρήσεων στη θεμελίωση του πυρήνα και στα σώματα στήριξης του προφράγματος.

Για την παρακολούθηση των παραμορφώσεων του προφράγματος, έχουν τοποθετηθεί κλισίμετρα (IDEL) στον πυρήνα του και στα σώματα στήριξης.

Δημιουργήθηκαν βάθρα έλεγχου, όπου με τοπογραφικά όργανα ακρίβειας ελέγχονται οι επιφανειακές μετακινήσεις.

8.2) ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Ο έλεγχος της συμπεριφοράς του αναχώματος του Φράγματος περιλαμβάνει την παρακολούθηση και καταγραφή των πιέσεων πόρων στις ζώνες του φίλτρου και του στραγγιστηριού, καθώς και των παραμορφώσεων του πυρήνα και του κατάντη πρανούς του αναχώματος.

Η παρακολούθηση των πιέσεων πόρων γίνεται σε δυο διατομές του αναχώματος, στην κοίτη του ρέματος, στα μεγαλύτερα σχετικά βάθη του ταμειυτήρα. Στις διατομές τοποθετούνται ηλεκτρικά πιεζόμετρα τύπου παλλόμενης χορδής.

Πιεζόμετρα τοποθετήθηκαν και στο φίλτρο κατάντη του πυρήνα, σε γεωτρήσεις στη θεμελίωση του πυρήνα και του κατάντη σώματος στήριξης του φράγματος.

Στόχος είναι η καταγραφή των πιέσεων στο κατάντη τμήμα και μέσω των ενδείξεων, η σωστή λειτουργία του φίλτρου. Τα καλώδια των ηλεκτρικών πιεζόμετρων συγκεντρώνονται στο κτίριο Διοίκησης, όπου υπάρχει πίνακας καταγραφής των ενδείξεων.

Οι παραμορφώσεις του αναχώματος ελέγχονται με την τοποθέτηση κλισιόμετρων (IDEL) και με βάθρα έλεγχου των μετακινήσεων στο κατάντη πρανές του αναχώματος, με τοπογραφικά όργανα ακρίβειας. Οι μετακινήσεις των βάθρων πάνω από το σώμα του φράγματος, ελέγχονται από τέσσερα σταθερά σημεία του φράγματος και από δυο στο αυχενικό φράγμα, τα οποία είναι κατά τεκμήριο σταθερά.

Οι παραμορφώσεις του πυρήνα του φράγματος καταγράφονται από δύο ηλεκτρικά καθιζισιόμετρα, τοποθετημένα σε υψόμετρο +70,00μ. και +100,00μ. από τον άξονα του φράγματος.

Επιταχυνσιογράφοι έχουν τοποθετηθεί στο Φράγμα για την καταγραφή σεισμικών δραστηριοτήτων.

8.3) ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΕΡΕΙΣΜΑΤΩΝ

Ο έλεγχος των αντερεισμάτων γίνεται με πιεζομετρικά φρεάτια και αφορά τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα. Τοποθετούνται αμφότερα στα αναχώματα. Με την παρακολούθηση της στάθμης ελέγχεται η ευστάθεια των αντερεισμάτων, καθώς και οι απώλειες νερού μέσα από την θεμελίωση του αναχώματος. Για τυχόν μετακινήσεις των αντερεισμάτων γίνεται έλεγχος με κλισίμετρα.

8.4) ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

Για τον έλεγχο των μετακινήσεων κατά την διάνοιξη των σήραγγων, τοποθετήθηκαν κοχλίες σύγκλισης και οι μετακινήσεις μετρήθηκαν με μεταλλική μετροταινία. Συγκεκριμένα για την διάνοιξη της Σήραγγας Εκτροπής, η τοποθέτηση έγινε κάθε 25μ. και στις Σήραγγες Αποστράγγισης κάθε 50μ.

Μετά το πέρας της σκυροδέτησης της Σήραγγας Εκτροπής, τοποθετήθηκαν κοχλίες σύγκλισης στη μόνιμη πλέον επένδυση της κάθε 75μ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Ο βασικός ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του Φράγματος, αφορά κυρίως τα κτίρια Διοίκησης και Δικλείδων, την σήραγγα Υδροληψίας-Εκκένωσης, καθώς και στους πύργους Υδροληψίας.

Μια σύντομη περιγραφή του εξοπλισμού τους γίνεται στις παραγράφους που ακολουθούν.

9.1) ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

9.1.1) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Περιλαμβάνει δίκτυο διανομής νερού χρήσης από γαλβανισμένους σωλήνες. Η υδροδότηση γίνεται από δεξαμενή νερού, εγκατεστημένη στην οροφή του κτιρίου. Για την παραγωγή ζεστού νερού τοποθετήθηκε ηλεκτρικός θερμοσίφοντας. Η αποχέτευση των λυμάτων γίνεται σε σηπτικό βόθρο μέσω δικτύου σωληνώσεων PVC.

9.1.2) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ- ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο κλιματισμός των χώρων γίνεται με αντλίες θερμότητας. Η ανανέωση του αέρα γίνεται με αξονικούς ανεμιστήρες παράθυρου.

9.2) ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ

9.2.1) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Περιλαμβάνει δίκτυο διανομής νερού χρήσης από δεξαμενή νερού τοποθετημένη στον ημιώροφο.

Η αποχέτευση των λυμάτων γίνεται σε σηπτικό βόθρο, μέσω δικτύου σωληνώσεων PVC.

9.2.2) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Στο κτίριο Δικλείδων καταλήγουν οι δυο χαλύβδινοι αγωγοί κύριας υδροληψίας και εκκένωσης, ονομαστικής διαμέτρου Φ1000 και Φ800 αντίστοιχα. Η ρύθμιση της παροχής προς την κεντρική μονάδα επεξεργασίας του νερού, γίνεται μέσω δυο βαλβίδων τύπου βελόνας, Φ800.

Στο τέλος των αγωγών, η εκτόνωση της ενέργειας του νερού γίνεται μέσω δυο βανών κωνικής δέσμης Φ800 και Φ1000 αντίστοιχα.

Ένας πρόσθετος αριθμός δικλίδων, τύπου πεταλούδας, προβλέπονται για την λειτουργία και συντήρηση της εγκατάστασης. Όλες οι ηλεκτροκίνητες δικλίδες και βαλβίδες ελέγχονται από το σύστημα αυτοματισμού και χειροκίνητα.



ΕΙΚΟΝΑ 9.1: ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ, ΠΡΟΤΟΥ ΚΑΤΑΛΗΨΟΥΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ



ΕΙΚΟΝΑ 9.2 : ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ

9.3) ΠΥΡΓΟΙ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

Στους πύργους υδροληψίας έχουν εγκατασταθεί οι παρακάτω σωληνώσεις και ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός.

9.3.1) ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Οι σωλήνες έχουν τοποθετηθεί κατακόρυφα στους πύργους υδροληψίας, με οριζόντιο στόμιο εισόδου σε διάφορα υψόμετρα. Σε κάθε επίπεδο υδροληψίας, για τον έλεγχο της ροής, τοποθετήθηκαν δυο δικλείδες τύπου πεταλούδας, μια χειροκίνητη και μια ηλεκτροκίνητη, ονομαστικής διαμέτρου DN 800.

9.3.2) ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

Σε κάθε επίπεδο υδροληψίας τοποθετείται χειροκίνητος μηχανισμός βαρούλκου αλυσίδα, ονομαστικού ωφέλιμου φορτίου ενός (1) τόνου.

Στην οροφή του πύργου τοποθετήθηκε περιστρεφόμενος ανυψωτικός μηχανισμός, με βαρούλκο ονομαστικού φορτίου 2 τόνων, ώστε να υπάρχει δυνατότητα φορτοεκφόρτωσης από πλωτό μέσο στους πύργους υδροληψίας.

Για την μεταφορά φορτίων και προσώπων τοποθετήθηκε ηλεκτροκίνητος ανελκυστήρας, που θα καλύπτει όλο το ύψος του πύργου.

9.3.3) ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Για τον εξαερισμό, στην οροφή κάθε πύργου, υπάρχει ένας αξονικός ανεμιστήρας αναρρόφησης του αέρα, κατάλληλος για λειτουργία σε εξωτερικό χώρο.

9.4) ΣΗΡΑΓΓΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ-ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ

9.4.1) ΘΥΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ – ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Μετά την έμφραξη της εισόδου της Σήραγγας Εκτροπής, η σήραγγα μετατρέπεται σε Σήραγγα Υδροληψίας-Εκκένωσης. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η στεγανότητα της σήραγγας, σε περίπτωση ανεξέλεγκτων διαρροών στους Πύργους Υδροληψίας ή στον αρμό μεταξύ πύργου και αγωγού, προβλέφθηκε η κατασκευή στεγανού πώματος με θύρα ασφαλείας, που επιτρέπει τη διακίνηση προσώπων και τη μεταφορά εξοπλισμού και υλικών. Η θύρα ασφαλείας παραμένει συνεχώς κλειστή και ανοίγει μόνο κατά τους τακτικούς ελέγχους συντήρησης. Η θύρα ασφαλείας είναι από χαλύβδινο έλασμα και με τις κατάλληλες νευρώσεις και στεγανοποιητικές διατάξεις.

Ο μηχανισμός κίνησης είναι υδραυλικός και αποτελείται από την αντλία, τον ηλεκτροκινητήρα, το ελαιοδοχείο, τους κυλίνδρους κίνησης και τους ελαστικούς σωλήνες τροφοδοσίας λαδιού υψηλής πίεσης. Ο μηχανισμός ελέγχεται από το σύστημα αυτοματισμού και χειροκίνητα.

Κάτω από τη θύρα υπάρχει σωλήνας εκκένωσης με δικλείδα ελέγχου της ροής, η οποία παραμένει συνεχώς ανοιχτή, ώστε να αποστραγγίζονται τα νερά από πιθανές διαρροές στο τμήμα της σήραγγας, ανάντη του πώματος.

9.5) ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ

Το σύστημα αυτοματισμού γίνεται μέσω Λογικών Προγραμματιζόμενων Ελεγκτών (PLC) και ηλεκτρονικών υπολογιστών, για τον έλεγχο όλου του εξοπλισμού της εγκατάστασης, των ηλεκτροκίνητων βανών, της θύρας ασφαλείας, του ανεμιστήρα οροφής στον πύργο υδροληψίας, των εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού κτλ.

Συγκεκριμένα, όλες οι εγκαταστάσεις διεργασιών λειτουργούν αυτόματα, ελεγχόμενες από τοπικούς αυτόματους προγραμματιζόμενους Ελεγκτές (τοπικοί πίνακες αυτοματισμού), οι οποίοι επικοινωνούν με το Κεντρικό Ελεγκτή, μέσω κατάλληλου δικτύου από καλωδιώσεις οπτικών ινών.

Σε κάθε θέση ελέγχου, υπάρχει ειδικός πίνακας αυτοματισμού, ελέγχου και σημάτων. Ο κάθε πίνακας περιλαμβάνει όλους τους αναγκαίους προγραμματιζόμενους

ελεγκτές, όλα τα κυκλώματα ελέγχου, τα όργανα ενδείξεως, τις λυχνίες σημάτων, τα πλήκτρα χειρισμού, τους μεταγωγικούς διακόπτες κτλ, ώστε να εξασφαλίζεται η λειτουργία του συστήματος αυτοματισμού.

Το κέντρο ελέγχου βρίσκεται στο κτίριο Διοίκησης των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Νερού, στο Χαράκι. Το κέντρο ελέγχου περιλαμβάνει:

Α) Παραστατικό διάγραμμα των εγκαταστάσεων, στο οποίο απεικονίζεται όλο το διάγραμμα ροής των εργασιών, με φωτεινή ένδειξη της κατάστασης λειτουργίας του κάθε μηχανήματος ON-OFF και FAIL.

Β) Κονσόλα ελέγχου, από όπου γίνεται ο τηλεχειρισμός των πιο σημαντικών μηχανημάτων. Επιπλέον, ο χειριστής θα μπορεί να σταματά όλους τους τηλεχειριζόμενους κινητήρες και να τους εκκινεί, εφόσον ο τοπικός διακόπτης του κινητήρα είναι στο ΑΥΤΟ, ώστε να αποφεύγονται και τα ατυχήματα κατά τη συντήρηση.

Γ) PANEL οργάνων, το οποίο επεκτείνεται ανάλογα με τις καινούργιες ανάγκες επεκτάσεων των διεργασιών. Επίσης τοποθετούνται όλα τα ενδεικτικά θερμοκρασίας, θολότητας, αγωγιμότητας, ΡΗ, παροχόμετρων, που βοηθούν το χειριστή για τον πλησιέστερο έλεγχο της λειτουργίας. Υπάρχει και αναγγελτήρας συναγερμού στο PANEL.

Δ) Κεντρική μονάδα επεξεργασίας σημάτων με ηλεκτρονικό υπολογιστή, η οποία αποτελείται από:

1) Ηλεκτρονικούς υπολογιστές, που είναι εφοδιασμένοι με τυποποιημένο πρόγραμμα παρακολούθησης και τηλεχειρισμού των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (πρόγραμμα SCADA), το οποίο αναπτύσσεται για την συγκεκριμένη εφαρμογή των εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού.

2) Θέσεις με πληκτρολόγιο και έγχρωμη οθόνη ελέγχου και προγραμματισμού (operator workstations) με τις εξής δυνατότητες:

- γραφική απεικόνιση των διεργασιών
- συστήματα συναγερμών
- ανάλυση δεδομένων και προγραμματισμός ρυθμιστών
- εκτύπωση σφαλμάτων και συντήρησης
- εκτύπωση ενεργειακής δαπάνης

3) Κατάλληλα περιφερειακά υποστήριξης, αποθήκευσης, εκτύπωσης δεδομένων και αποτελεσμάτων.

Επιπλέον, το κέντρο ελέγχου έχει τη δυνατότητα παραλαβής και επεξεργασίας δεδομένων από το Φράγμα Γαδουρά και τον αγωγό διοχέτευσης νερού στο Διυλιστήριο.



ΕΙΚΟΝΑ 9.3 : ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΤΩΝ Ε.Ε.Ν

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

10.1) ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού βρίσκονται σε απόσταση 1,5 χλμ. ΒΑ της εκβολής του χειμάρρου, στα Μάσσαρη και περίπου 400μ. ΝΑ της Εθνικής Οδού Ρόδου-Λίνδου. Αντικείμενο λειτουργίας των εγκαταστάσεων είναι η παροχή πόσιμου νερού από το φράγμα Γαδουρά στην πόλη της Ρόδου. Το νερό προσάγεται στις εγκαταστάσεις μέσω αγωγού μεταφοράς διαμέτρου Φ1300 και μήκους 9,0χλμ. από το Φράγμα. Η μετέπειτα μεταφορά του διυλισμένου νερού στην πόλη της Ρόδου από τις εγκαταστάσεις, γίνεται μέσω αγωγού Φ1000 σε υφιστάμενη δεξαμενή της ΔΕΥΑΡ (Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Ρόδου).

Η παροχή σχεδιασμού για την Α' φάση διύλισης είναι 60.000μ³/ημ., ενώ προβλέπεται και Β' φάση εργασιών, με παροχή σχεδιασμού 120.000μ³/ημ.

Οι κτιριακές εγκαταστάσεις έχουν κατασκευαστεί σε έκταση 64,10 στρεμμάτων, η οποία απαλλοτριώθηκε για τις ανάγκες του έργου και με την πρόβλεψη χώρου για την κατασκευή των έργων Β' φάσης.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται αριθμητικά τα κτίρια που αποτελούν το συγκρότημα διύλισης, σύμφωνα με την χρήση τους και το εμβαδόν τους. Τα εν λόγω εξυπηρετούν ανάγκες της Α' φάσης λειτουργίας του έργου.

Εν συνεχεία παρουσιάζεται το Τοπογραφικό Διάγραμμα της έκτασης που καταλαμβάνουν τα κτίρια, καθώς και η θέση των κτιρίων εντός αυτής.

Για τις εγκαταστάσεις :

Α) ΕΡΓΟ ΕΙΣΟΔΟΥ (No 4)

Β) ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΜΙΞΗΣ-ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ-ΔΙΑΥΓΑΣΗΣ (No 5)

Γ) ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ (No 6)

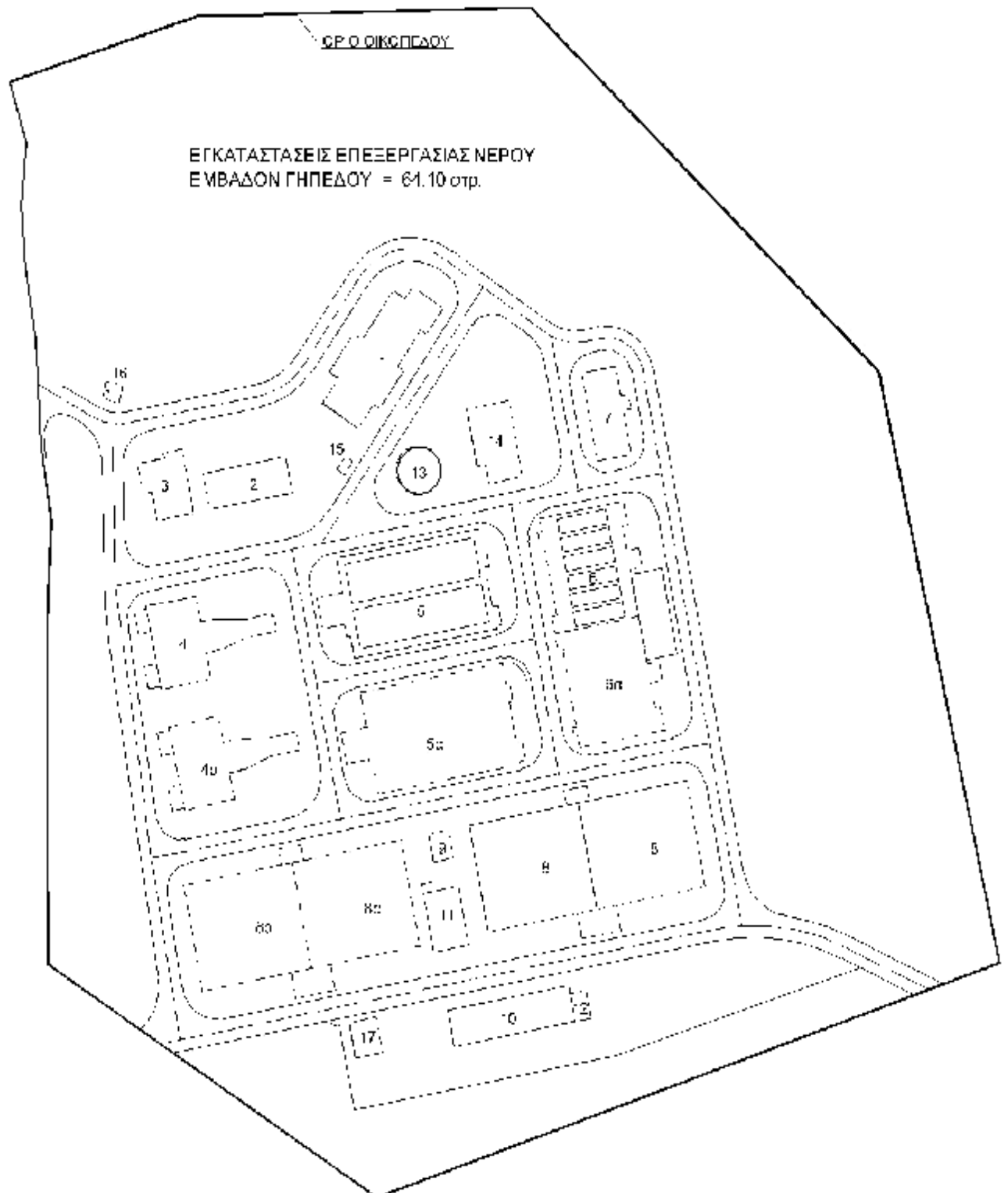
Δ) ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΙΥΛΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ (No 8) ,

προβλέπεται και η θέση των μελλοντικών διδύμων εγκαταστάσεων τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.1 : ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Α/Α	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΕΜΒΑΔΟΝ (τ.μ)
Κτίριο No 1	ΔΙΟΙΚΗΣΗ (ΓΡΑΦΕΙΑ, ΧΗΜΕΙΟ, ΚΕΝΤΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ)	534,60
Κτίριο No 2	ΧΗΜΙΚΩΝ (ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ ΚΑΙ ΘΕΙΙΚΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ)	226,60
Κτίριο No 3	ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ - ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ	189,10
Κτίριο No 4	ΕΡΓΟ ΕΙΣΟΔΟΥ (ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ)	436,70
Κτίριο No 4α	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΕΡΓΟ ΕΙΣΟΔΟΥ	-
Κτίριο No 5	ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΜΙΞΗΣ-ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ- ΔΙΑΥΓΑΣΗΣ (ΑΝΑΜΙΞΗ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΧΗΜΙΚΑ)	1162,30
Κτίριο No 5α	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΜΙΞΗΣ- ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ-ΔΙΑΥΓΑΣΗΣ	-
Κτίριο No 6	ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ (ΔΙΥΛΙΣΗ ΝΕΡΟΥ)	918,50
Κτίριο No 6α	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΥΛΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	-
Κτίριο No 7	ΧΛΩΡΙΩΣΗ (ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΧΛΩΡΙΟΥ)	232,50
Κτίριο No 8	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΙΥΛΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	1.740,00
Κτίριο No 8α	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΙΥΛΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	-
Κτίριο No 9	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	41,60
Κτίριο No 10	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΥΛΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	331,70
Κτίριο No 11	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΝΑΡΡΥΘΜΙΣΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΚΠΛΥΣΗΣ	157,60
Κτίριο No 12	ΧΩΡΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ	32,80
Κτίριο No 13	ΠΑΧΥΝΤΗΣ ΙΛΥΟΣ (ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΛΑΣΠΗΣ)	128,70
Κτίριο No 14	ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΙΛΥΟΣ	231,00
Κτίριο No 15	ΣΤΕΓΑΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΛΥΜΑΤΩΝ	10,70
Κτίριο No 16	ΦΥΛΑΚΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ	20,20
Κτίριο No 17	ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ)	72,40
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ		6.467,00

ΣΧΗΜΑ 10.2 : ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ



Επιγραμματικά, η ροή του νερού από το Φράγμα στις εγκαταστάσεις ακολουθεί την εξής σειρά :

Το νερό καταφθάνει στις εγκαταστάσεις δια βαρύτητας, μέσω του αγωγού και καταλήγει στο Έργο Εισόδου (κτίριο Νο4). Η εγκατάσταση αυτή αποτελείται από δυο ανοικτές δεξαμενές, κατασκευασμένες από οπλισμένο σκυρόδεμα, με συνολική χωρητικότητα ~ 950μ³. Γίνεται ρύθμιση της παροχής νερού προς διύλιση στο Έργο Εισόδου και η εν λόγω παροχή στέλνεται στην Μονάδα Ταχείας Μίξης, Κροκίδωσης και Διαύγασης (κτίριο Νο5).

Η Διάταξη Ταχείας Μίξης είναι μονάδα δυο ανοικτών δεξαμενών, κατασκευασμένες από οπλισμένο σκυρόδεμα και διαστάσεων 4.00μ.χ4.00μ.χ 6.10μ., η κάθε μια. Έχουν εγκατεστημένους ηλεκτροκίνητους αναμικτήρες για την πλήρη ανάμειξη του θειικού αργιλίου με τον υδάτινο όγκο.

Εν συνεχεία ακολουθεί η Κροκίδωση και Διαύγαση του νερού, η οποία γίνεται μέσα σε δυο ανοικτές δεξαμενές, συνολικού όγκου 6.500μ³.

Η Μονάδα Διύλισης (κτίριο Νο6), αποτελείται από ένα ταχυδιυληστήριο, με έξι (6) κλίνες διύλισης, διαχωρισμένες κατάλληλα και με διαστάσεις 3.50μ. x 14.00μ. η κάθε μια.

Για την διύλιση γίνεται η παροχή του νερού μέσω αγωγού από την Κροκίδωση-Διαύγαση (κτίριο Νο5), στο Διυλιστήριο (κτίριο Νο6). Διανέμεται το νερό στις κλίνες και διαμέσου των φίλτρων, δια βαρύτητας, το διυλισμένο πλέον νερό διοχετεύεται σε κανάλι προσαγωγής προς στις Δεξαμενές (κτίριο Νο8) για αποθήκευση του. Το υλικό πλήρωσης των φίλτρων είναι πυριτική άμμος. Ο συνολικός όγκος του Διυλιστηρίου είναι 2.250μ³.

Το σύστημα εκπλύσης των φίλτρων προβλέφθηκε για την πλύση των κλινών, με χρήση καθαρού νερού και αέρα. Η δεξαμενή καθαρού νερού πλύσης βρίσκεται σε επαφή με τη μονάδα διύλισης και έχει συνολικό όγκο 141,70μ³.

Το διυλισμένο νερό αποθηκεύεται σε δυο δίδυμες δεξαμενές, οι οποίες είναι σε επαφή και αποτελούν το κτίριο Νο8. Έχουν κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα, με διαστάσεις 27,00x30,00μ. και συνολικό ωφέλιμο όγκο 3.240μ³, η κάθε μια.

Από εκεί γίνεται μεταφορά του διυλισμένου νερού σε νέα δεξαμενή, (Δεξαμενή Κεφαλής), όπως αυτή έχει κατασκευαστεί σε υπερυψωμένο σημείο (θέση Κεραμί-Αρχαγγέλου, σε απόσταση ~2km. από τις εγκαταστάσεις), ως ενδιάμεσος χώρος αποθήκευσης, πριν καταλήξει στην δεξαμενή της ΔΕΥΑΡ στη πόλη της Ρόδου.

Το Αντλιοστάσιο Διυλισμένου Νερού (κτίριο Νο10) κατασκευάστηκε για να αναρροφά το νερό από τις δεξαμενές (κτίριο Νο8) και με χαλύβδινο καταθλιπτικό αγωγό Φ1000, μήκους ~2250μ., να το διοχετεύει στην υπερυψωμένη δεξαμενή (Δεξαμενή Κεφαλής), συνολικού όγκου 3.000μ³. Η αποθήκευση είναι προσωρινή και από αυτή αρχίζει δίκτυο μεταφοράς νερού (~30km.), που τροφοδοτεί με φυσική ροή την πόλη της Ρόδου.

10.2) ΒΑΣΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

Οι βασικές υποδομές όλων των κτιρίων αφορούν σε δίκτυα ύδρευσης, πυρόσβεσης, ισχυρών ρευμάτων, εξωτερικού φωτισμού και γειώσεων, καθώς και στην εγκατάσταση υποσταθμού για την υποβίβαση της μέσης τάσης. Στα παρακάτω παρουσιάζονται επιγραμματικά τα δίκτυα που έχουν εγκατασταθεί στο Διυλιστήριο.

10.2.1) ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ

Για την υδροδότηση των εγκαταστάσεων κατασκευάστηκαν δύο ανεξάρτητα δίκτυα, το δίκτυο νερού διεργασιών (για διάλυση κροκιδωτικών, πλύσιμο ταινιοφίλτροπρεσσών κλπ.) και το κοινό δίκτυο πόσιμου νερού και νερού πυρόσβεσης.

Η εγκατάσταση του δικτύου νερού διεργασιών, του κοινού δικτύου πόσιμου νερού και νερού πυρόσβεσης ξεκινά από τη Δεξαμενή Νερού Χρήσης Εγκαταστάσεων (κτίριο Νο9) και μέσω περιμετρικού δικτύου τροφοδοτεί όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού.

Το νερό των δύο δικτύων δεν διαφέρει ποιοτικά, αφού η τροφοδότηση τους γίνεται με καθαρό νερό έπειτα από απολύμανση. Η βασική διαφορά οφείλεται στις απαιτούμενες

πίεσεις. Το νερό διεργασιών είναι χαμηλότερης πίεσης, ενώ το πόσιμο νερό και νερό πυρόσβεσης είναι μεγαλύτερης πίεσης. Αυτός είναι και ο λόγος κατασκευής δύο διαφορετικών δικτύων υδροδότησης. Η τροφοδοσία των κτιρίων με πόσιμο νερό από το κοινό δίκτυο πόσιμου νερού και νερού πυρόσβεσης, γίνεται με την παρεμβολή υδρομετρητή με μειωτή πίεσης.

Εξωτερικά των κτιρίων, τοποθετείται πυροσβεστικός κρουνός διατομής 2" ιντσών και πυροσβεστική φωλιά κατηγορίας II, με εύκαμπτο πυροσβεστικό σωλήνα διαμέτρου 1 3/4" ιντσών και μήκους 20μ.

Τα δίκτυα ακολουθούν την κλίση του εδάφους και οδεύουν σε βάθος περίπου 1μ. Σε κατάλληλες θέσεις τοποθετούνται φρεάτια διακλαδώσεως και ελέγχου. Η κατασκευή των δικτύων γίνεται με σκληρούς πλαστικούς σωλήνες πίεσης PVC.

10.3) ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Συμβατικά κτίρια θεωρούνται, ως προς τις απαιτήσεις σε ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση, το Διοίκησης (κτίριο Νο1) και το Φυλάκιο Εισόδου (κτίριο Νο16).

Στο κτίριο Διοίκησης στεγάζεται το προσωπικό των διυλιστηρίων, καθώς και το Χημικό και Μικροβιολογικό εργαστήριο, απαραίτητα για τις αναλύσεις του νερού, και το Κέντρο Ελέγχου, ενώ από το Φυλάκιο Εισόδου γίνεται ο έλεγχος εισόδου-εξόδου του προσωπικού και των επισκεπτών. Στα παρακάτω παρουσιάζεται συνοπτικά, ο βασικότερος εξοπλισμός των κτιρίων ξεχωριστά, σύμφωνα και με τη χρήση τους.

10.3.1) ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ (Κτίριο Νο1)

Το κτίριο κατασκευάστηκε έχοντας ημιυπόγειο, ισόγειο και όροφο. Στο χώρο του υπογείου βρίσκεται το λεβητοστάσιο, το μηχανοστάσιο του ανελκυστήρα και η αποθήκη των καύσιμων. Στο ισόγειο βρίσκονται τα γραφεία του προσωπικού, το μικροβιολογικό και χημικό εργαστήριο για τις αναλύσεις νερού. Στον όροφο βρίσκεται η αίθουσα ελέγχου του Διυλιστηρίου, από όπου γίνονται οι χειρισμοί εργασιών.

10.3.1.1) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Η εγκατάσταση της ύδρευσης εξυπηρετεί την ανάγκη σε παροχή κρύου και ζεστού νερού όλων των υδραυλικών υποδοχέων του κτιρίου. Η τροφοδότηση γίνεται από το δίκτυο ύδρευσης – πυρόσβεσης του περιβάλλοντα χώρου με πίεση 3bar, με γαλβανισμένο σιδηροσωλήνα βαρέως τύπου 1 1/4", που οδεύει υπογείως στον περιβάλλοντα χώρο και συνδέεται με τον κεντρικό συλλέκτη κρύου νερού που βρίσκεται στο λεβητοστάσιο. Για την παρασκευή του ζεστού νερού χρήσης έχει εγκατασταθεί θερμαντήρας νερού στον χώρο του λεβητοστασίου. Ο θερμαντήρας (Boiler) είναι ικανός να καλύψει τις απαιτήσεις σε ζεστό νερό και είναι συνολικής χωρητικότητας 300 λίτρων.

Η διάθεση των λυμάτων γίνεται μέσω του υπεδάφους σε σηπτική δεξαμενή. Το εσωτερικό αποχετευτικό δίκτυο κατασκευάστηκε από σωλήνα σκληρού PVC 6 ATM.

10.3.2) ΚΤΙΡΙΟ ΧΗΜΙΚΩΝ (Κτίριο Νο2)

Το κτίριο Χημικών κατασκευάστηκε για την αποθήκευση, διάλυση και δοσομέτρηση των χημικών που προστίθενται στο ανεπεξέργαστο νερό, για τη διευκόλυνση της διεργασίας κροκίδωσης-καθίζησης και για την απομάκρυνση της θολότητας.

Το κτίριο είναι διώροφο. Στο ισόγειο του γίνεται η παραλαβή των χημικών σε σάκους, μέσω φορτηγού οχήματος μεταφοράς και η εκφόρτωση τους γίνεται με την βοήθεια γερανογέφυρας. Στο ισόγειο βρίσκονται και τα συστήματα διάλυσης και δοσομέτρησης του θειικού αργιλίου και του πολυηλεκτρολύτη. Οι χώροι παρασκευής διάλυσης και δοσομέτρησης θειικού αργιλίου και πολυηλεκτρολύτη είναι ανεξάρτητοι χώροι μέσα στο κτίριο, κατάλληλα διαχωρισμένοι.

Ο πρώτος όροφος χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των σάκων θειικού αργιλίου και πολυηλεκτρολύτη και την εγκατάσταση των σιλό προσωρινής αποθήκευσης του θειικού αργιλίου. Στον πρώτο όροφο βρίσκεται και η εγκατάσταση της ηλεκτροκίνητης γερανογέφυρας, με ανυψωτική ικανότητα 1,5 τόνο, για τη διακίνηση των σάκων.

10.3.2.1) ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΙ ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΘΕΙΚΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ

Στον πρώτο όροφο του κτιρίου γίνεται η αποθήκευση της συνολικής απαιτούμενης ποσότητας κροκιδωτικών, θειικού αργιλίου και πολυηλεκτρολύτη. Ο χώρος αυτός επαρκεί για την αποθήκευση της συνολικής ποσότητας χημικών που απαιτείται για τις ανάγκες δοσομέτρησης 45 ημερών. (συνθήκες μέσης δοσομέτρησης στη συνολική παροχή της Α' φάσης των έργων (60.000μ³/ημέρα)).

Το θειικό αργίλιο έρχεται σε μορφή σκόνης. Για τη μεταφορά και αποθήκευση του, χρησιμοποιούνται ειδικοί σάκοι (big bags), χωρητικότητας 1μ³ - 1 τόνο. Για την προσωρινή αποθήκευση και την διάλυση της σκόνης του θειικού αργιλίου, στην πρώτη φάση των έργων (60.000μ³/ημέρα), τοποθετήθηκαν δύο βαρυμετρικές διατάξεις συνεχούς λειτουργίας (εικόνα 10.1). Κάθε μία διάταξη περιλαμβάνει τον παρακάτω βασικό εξοπλισμό και λειτουργεί ως ενιαία γραμμή παραγωγής:

- 1) Σιλό προσωρινής κατανάλωσης στερεού θειικού αργιλίου
- 2) Σύστημα απομάκρυνσης σκόνης θειικού αργιλίου
- 3) Δοσομετρικό κοχλία, για την τροφοδότηση της ζυγιστικής χοάνης
- 4) Ζυγιστική χοάνη με δυναμοκυψέλες, για την ζύγιση της προκαθορισμένης ποσότητας θειικού αργιλίου.

Τα σιλό προσωρινής κατανάλωσης θειικού αργιλίου είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα, χωρητικότητας τουλάχιστον 2μ³ (εικόνα 10.2).

Τα σιλό διαθέτουν σύστημα ρευστοποίησης του θειικού αργιλίου και διάταξη ανίχνευσης χαμηλής στάθμης, η οποία τηλεμεταδίδεται στο Κέντρο Χειρισμού (κτίριο Διοίκησης), ώστε έγκαιρα να ανεφοδιάζονται τα σιλό. Οι διατάξεις δέσμμευσης της σκόνης θειικού αργιλίου, για την προστασία των χειριστών και των μεταλλικών κατασκευών του κτιρίου, τοποθετήθηκαν στην οροφή, πάνω από κάθε ένα σιλό και περιλαμβάνουν:

- 1) Φυγοκεντρικό ανεμιστήρα, ο οποίος αναρροφά αέρα από τον εσωτερικό χώρο του σιλό
- 2) Σάκο, φίλτρο δέσμμευσης της σκόνης θειικού αργιλίου
- 3) Σύστημα αυτοκαθαρισμού του σάκου - φίλτρου, μέσω δόνησης και απόρριψης της παρακρατηθείσας σκόνης εντός του σιλό, για επαναχρησιμοποίηση της.

Επί πλέον τοποθετήθηκαν στον όροφο δύο (2), βιομηχανικού τύπου, εξαεριστήρες τοίχου, συνολικής παροχής 7.000μ³/ω.

Κάτω του σιλό υπάρχει ειδικό σύστημα ζυγιστικής χοάνης, το οποίο συνδυασμένο με την διάταξη τροφοδότησης, παρέχει με επαρκή ακρίβεια την απαιτούμενη σε βάρος ποσότητα θειικού αργιλίου. Η διάταξη αυτή είναι συνδυασμένη με τον τροφοδότη που βρίσκεται στο κάτω μέρος του σιλό, ώστε αυτόματα να διακόπτεται η λειτουργία τροφοδότησης με την συμπλήρωση της απαιτούμενης ποσότητας. Το δοχείο διάλυσης διαθέτει διάταξη στάθμης, μέσω της οποίας μετράται συνεχώς η υπολειπόμενη ποσότητα διαλύματος και η οποία ενεργοποιεί την γραμμή τροφοδότησης νερού για την διάλυση του θειικού αργιλίου (εικόνα 10.3). Ο καθαρός όγκος της δεξαμενής είναι 2μ³ και διαθέτει κατάλληλους ηλεκτροκίνητους αναμικτήρες για την διάλυση και διατήρηση του διαλύματος.



ΕΙΚΟΝΑ 10.1 : ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΘΕΪΚΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ (ΔΑΠΕΔΟ Α΄ ΟΡΟΦΟΥ)



ΕΙΚΟΝΑ 10.2 : ΣΙΛΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ (ΟΡΟΦΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ)



ΕΙΚΟΝΑ 10.3 : ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ (ΔΑΠΕΔΟ ΙΣΟΓΕΙΟΥ)

10.3.2.2) ΔΙΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ

Οι διατάξεις προετοιμασίας του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη είναι πλήρως αυτοματοποιημένες και λειτουργούν συνεχώς για την παρασκευή του διαλύματος. Κάθε διάταξη παρασκευής διαλύματος πολυηλεκτρολύτη κατασκευάζεται σαν ενιαίο μηχάνημα και περιλαμβάνει τον παρακάτω εξοπλισμό (εικόνα 10.4):

- 1) Χοάνη Αποθήκευσης Στερεού Πολυηλεκτρολύτη, με δόση 50 λίτρα για την Α΄ φάση λειτουργίας
- 2) Δοσομετρικό Κοχλία Πολυηλεκτρολύτη
- 3) Σύστημα Προ-διάλυσης Στερεού Πολυηλεκτρολύτη, ώστε να αποφεύγεται ο σχηματισμός αδιάλυτων θρόμβων στερεού
- 4) Δοχεία Διάλυσης- Ωρίμανσης - Αποθήκευσης Πολυηλεκτρολύτη
- 5) Γραμμή Τροφοδοσίας Νερού
- 6) Τρεις δοσομετρικές αντλίες (μία εφεδρική) (εικόνα 10.5-10.6).
- 7) Γραμμή μετά-διάλυσης πυκνού διαλύματος πολυηλεκτρολύτη.



ΕΙΚΟΝΑ 10.4 : ΔΙΑΤΑΞΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ



ΕΙΚΟΝΑ 10.5 : ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΤΡΙΩΝ ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ



ΕΙΚΟΝΑ 10.6 : ΚΟΝΤΙΝΗ ΛΗΨΗ ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ

10.3.2.3) ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΙΚΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ

Τοποθετούνται τρεις δοσομετρικές αντλίες, παροχής η κάθε μία μέχρι 1500λ/ω. Οι δύο αντλίες αντιστοιχούν, η κάθε μία σε μία γραμμή διάλυσης θειικού αργιλίου, ενώ η τρίτη είναι εφεδρική. Οι δοσομετρικές αντλίες είναι ηλεκτροκίνητες, με περιστρεφόμενο ρότορα μεταβαλλόμενων στροφών με την βοήθεια μετατροπέα συχνότητας (εικόνα 10.7-10.8).



ΕΙΚΟΝΑ 10.7 : ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΤΡΙΩΝ ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΙΚΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ



ΕΙΚΟΝΑ 10.8 : ΚΟΝΤΙΝΗ ΛΗΨΗ ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΪΚΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ

10.3.2.4) ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ

Για την υποβοήθηση των διεργασιών κροκίδωσης και καθίζησης του νερού, γίνεται χρήση κατάλληλου πολυηλεκτρολύτη. Ο πολυηλεκτρολύτης είναι υπό μορφή σκόνης σε συσκευασία σάκων των 25χγρ. (εικόνα 10.9). για την αποθήκευση των σάκων πολυηλεκτρολύτη υπάρχει χώρος στον πρώτο (1ο) όροφο του κτιρίου, που εξυπηρετεί στην αποθήκευση τουλάχιστον 32 σάκων, που αντιστοιχούν στη συνολική ποσότητα χημικού για την τροφοδοσία των εγκαταστάσεων επί 60 τουλάχιστον ημέρες κατά την Α΄ φάση των έργων. Η απαιτούμενη ημερήσια ποσότητα καταβιβάζεται στο ισόγειο, με την βοήθεια γερανογέφυρας αλλά και χειροκίνητα, όπου και τροφοδοτούνται οι διατάξεις παρασκευής διαλύματος πολυηλεκτρολύτη.



ΕΙΚΟΝΑ 10.9 : ΣΑΚΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΘΕΪΚΟΥ ΑΡΓΙΛΙΚΟΥ (ΔΕΞΙΑ) ΚΑΙ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ)

10.3.3) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΜΙΞΗΣ, ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ (Κτίριο Νο 5)

Για την εξυπηρέτηση της Α' φάσης (60.000μ³/ημ.) χρησιμοποιείται εγκατάσταση διπλής μονάδας ταχείας μίξης– κροκίδωσης –καθίζησης, ενώ για την Β' φάση προβλέπεται να διπλασιαστεί.

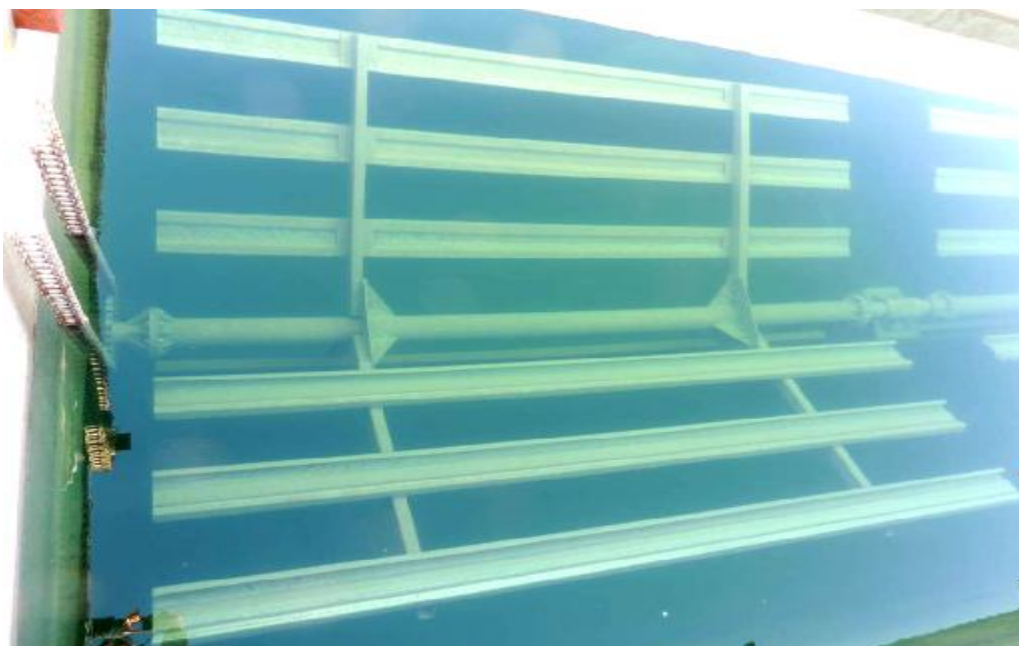
10.3.3.1) ΤΑΧΕΙΑ ΑΝΑΜΙΞΗ

Η μονάδα ταχείας ανάμιξης αποτελείται από δύο δεξαμενές, κάθε μία των οποίων μπορεί να απομονώνεται με θυροφράγματα, ώστε να είναι δυνατή η συντήρησή τους. Ο ωφέλιμος όγκος κάθε δεξαμενής είναι περίπου 27μ³. Ο βασικός εξοπλισμός τους είναι:

- Δύο αναδευτήρες κατακόρυφου άξονα, εγκατεστημένης ισχύος 7,50kW και με ρυθμιστές στροφών (inverter), για τη βελτιστοποίηση της συνολικής διεργασίας κροκίδωσης.
- Επτά θυροφράγματα απομόνωσης των δεξαμενών χειροκίνητα από ανοξείδωτο χάλυβα.

10.3.3.2) ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ

Η κροκίδωση γίνεται σε τρία (3) στάδια με χρήση κατάλληλων οριζόντιου τύπου αναδευτήρων (εικόνα 10.10). εγκαθίστανται συνολικά έξι (6) οριζόντιοι αναδευτήρες, δύο ανά δεξαμενή. Κάθε αναδευτήρας κινείται από ένα ηλεκτρομειωτήρα που τροφοδοτείται από ρυθμιστές συχνότητας, ένας ανά ηλεκτρομειωτήρα, ώστε να επιτυγχάνονται οι απαιτούμενοι βαθμοί ανάδευσης. Οι αναδευτήρες οριζόντιου άξονα κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα (τρία πτερύγια για την 1η βαθμίδα ισχύος 3kW, δύο πτερύγια για τη 2η βαθμίδα ισχύος 0,75kW και δύο πτερύγια για τη 3η βαθμίδα ισχύος 0,37kW). Η ταχύτητα περιστροφής τους ρυθμίζεται αυτόματα από τους ρυθμιστές συχνότητας, προκειμένου ο βαθμός ανάδευσης σε κάθε βαθμίδα να διατηρείται σταθερός σε όλο το εύρος θερμοκρασιών του νερού. Η λειτουργία των οριζόντιων αναδευτήρων κροκίδωσης ελέγχεται μέσω του Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου της εγκατάστασης. Σήματα βλάβης και συναγερμού μεταδίδονται στον αντίστοιχο πίνακα κίνησης και ελέγχου στο κτίριο Διοίκησης, για να γίνει η κατάλληλη για κάθε περίπτωση ενέργεια. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα πλήρους, χειροκινήτου και αυτόματου ελέγχου της περιστροφής των αναδευτήρων, με επέμβαση στη λειτουργία των ρυθμιστών συχνότητας.



ΕΙΚΟΝΑ 10.10 : ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟΙ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΕΣ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ

10.3.3.3) ΚΑΘΙΖΗΣΗ

Το νερό μετά τη πλήρη ανάμιξη με το κροκιδωτικό θειικό αργίλιο στις δεξαμενές κροκιδώσης, οδηγείται στις δεξαμενές καθίζησης, ώστε οι νιφάδες των συσσωματωμένων στερεών να απομακρύνονται από τον πυθμένα των δεξαμενών υπό μορφή ιλύος, ενώ το διαυγασμένο νερό εξέρχεται από την επιφάνεια της δεξαμενής. Υπάρχει ένα πρώτο τμήμα σε κάθε δεξαμενή καθίζησης που λειτουργεί στατικά και δίνει την δυνατότητα επίσκεψης της δεξαμενής κάτω από τον χώρο των λαμέλων, ενώ το υπόλοιπο τμήμα εξοπλίζεται με λαμέλες (εικόνα 10.11).

Το νερό το οποίο διανέμεται από την κροκιδώση εισέρχεται στις γραμμές καθίζησης με χαμηλές ταχύτητες και περνά μέσα στα στοιχεία των λαμέλων. Το καθαρό νερό συγκεντρώνεται σε υπερχειλιστές συλλογής. Οι υπερχειλιστές συλλογής (10τεμ. ανά δεξαμενή) απορρέουν σε κεντρικό κανάλι συλλογής διαυγασμένου νερού από σκυρόδεμα ορθογωνικής διατομής. Η λάσπη προσκολλάται στα στοιχεία των λαμέλων, γλιστράει αργά προς τον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης και συγκεντρώνεται σε κατάλληλο σύστημα συλλογής ιλύος. Η δεξαμενή διαθέτει ωφέλιμο βάθος 4,50μ.

Η συνολική ενεργή καλυπτόμενη επιφάνεια των δεξαμενών καθίζησης από λαμέλες είναι $2 \times 24,20 \times 8,75 = 423,5 \mu^2$. Το μήκος των λαμέλων είναι 0,75μ. και η τοποθέτησή τους έγινε με κλίση 60° , ώστε έκαστο στοιχείο να έχει ύψος 0,65μ., με το πάχος των στοιχείων να είναι 1μμ. Τα μπλοκ των λαμέλων έχουν ιδιαίτερα στιβαρή κατασκευή. Έχουν προσδεθεί κατάλληλα σε διαμήκεις κοιλοδοκούς από ανοξείδωτο χάλυβα AISI304, οι οποίοι στηρίζονται σε εγκάρσια χωροδικτυώματα.



ΕΙΚΟΝΑ 10.11 : ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ ΕΞΟΠΛΙΜΕΝΗ ΜΕ ΛΑΜΕΛΕΣ

10.3.3.4) ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΚΟΜΙΔΗΣ ΙΛΥΟΣ

Η συλλογή και απομάκρυνση της ιλύος γίνεται με συστήματα που περιλαμβάνουν ηλεκτρομειωτήρες για την κίνηση των διατάξεων αναρρόφησης ιλύος και εύκαμπτες σωληνώσεις. Εγκαθίστανται δύο (2) διατάξεις, από μία σε κάθε δεξαμενή καθίζησης. Κάθε διάταξη αναρρόφησης αποτελείται από:

- Σωλήνα αναρρόφησης, από ανοξείδωτο χάλυβα AISI304 με ονομαστική διάμετρο 4 ιντσών και μήκος 8,50μ.
- Οδηγό ράγα από ανοξείδωτο χάλυβα AISI304.
- Εύκαμπτο σωλήνα μεταφοράς ιλύος από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), με λεία εσωτερική επιφάνεια και ισχυρές εξωτερικές νευρώσεις για αύξηση της μηχανικής αντοχής.
- Μηχανισμός κίνησης με ηλεκτρομειωτήρα και συρματόσκοινο αμφίδρομης κίνησης.
- Τοπικό ηλεκτρικό πίνακα με εγκατεστημένα τα όργανα λειτουργίας, προγραμματισμού, προστασίας και ένδειξης.
- Επίτοιχο οριζόντιο σωλήνα απορροής, Ø110mm για κάθε δεξαμενή.
- Δικλείδα απόρριψης ιλύος ηλεκτρικής λειτουργίας.

10.3.3.5) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ

Το αντλιοστάσιο είναι ένα φρεάτιο εντός του οποίου εγκαθίστανται δύο υποβρύχιες φυγοκεντρικές αντλίες, παροχής 40μ³/ω., τύπου με πτερωτές στροβίλου (TORQUE FLOW), ώστε να εξασφαλίζεται η απομάκρυνση της μέγιστης ημερήσιας παραγωγής ιλύος σε λιγότερο από 6 ώρες, ενώ η δεύτερη παραμένει εφεδρική.

Οι καταθλιπτικοί αγωγοί των αντλιών φέρουν αντεπίστροφη βαλβίδα (DN100), δικλείδα απομόνωσης (DN100) και παροχόμετρο (DN100), πριν ενωθούν στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό περίσσειας ιλύος προς τον παχυντή.

Το μανομετρικό ύψος των αντλιών είναι: $H_0=11,50$ μ.Σ.Υ., ενώ η ισχύς: $N_k=4KW$.

Για την μέτρηση πυκνότητας της απαγόμενης ιλύος τοποθετείται όργανο μέτρησης στερεών στον καταθλιπτικό αγωγό περίσσειας ιλύος, για καταγραφή και έλεγχο, προς τον Κεντρικό Πίνακα Ελέγχου.

10.3.4) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ (Κτίριο Νο 6)

Στο κτίριο συγκεντρώνεται ο βασικός εξοπλισμός του συνόλου των διυλιστηρίων, όπου γίνεται η τελική επεξεργασία του νερού με διύλιση, μετά τις δεξαμενές διαύγασης, κροκίδωσης και καθίζησης. Το σύνολο του κτιρίου καταλαμβάνει η εγκατάσταση των κλινών διύλισης, ενώ γειτνιάζει αντλιοστάσιο για το νερό πλύσης των κλινών. Για την ευχερή έξοδο του εξοπλισμού από το κτίριο τοποθετείται γερανογέφυρα, με ηλεκτροκίνητο μηχανισμό ανυψωτικής ικανότητας 5 τόνων.

10.3.4.1) ΚΛΙΝΕΣ ΔΙΥΛΙΣΗΣ

Για τις ανάγκες των έργων της Α΄ Φάσης (60.000μ³/ημέρα) προβλέφθηκαν έξι φίλτρα ταχείας διύλισης μήκους 14μ. και πλάτους 3,5μ. (εικόνα 10.12). Η τροφοδοσία των φίλτρων γίνεται μέσω διώρυγας προσαγωγής, όπου καταλήγει ο αγωγός τροφοδοσίας (Φ900) από τις δεξαμενές κροκίδωσης –διαύγασης και διαθέτουν σύστημα έκπλυσης με νερό και αέρα. Το υλικό πλήρωσης των φίλτρων είναι από πυριτική άμμο. Τα φίλτρα λειτουργούν με σταθερή στάθμη, διότι κάθε κλίνη διαθέτει αισθητήρα στάθμης που ελέγχει τη δικλείδα απαγωγής διυλισμένου νερού, διατηρώντας σταθερή τη στάθμη νερού στη κλίνη.

Τα φίλτρα λειτουργούν σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας, ωστόσο έχει προβλεφθεί η λειτουργία τους και σε συνθήκες απομόνωσης των κλινών για πλύση (αντίστροφη λειτουργία).

A) Κανονική Λειτουργία

Το νερό εισάγεται στο κανάλι τροφοδοσίας και διανομής παροχής του συγκροτήματος διύλισης και ισοκατανέμεται μέσω των υποβρύχιων θυρίδων και υπερχειλιστών προς τις επιμέρους κλίνες διύλισης. Στη συνέχεια μέσω πλευρικών καναλιών τροφοδοσίας επιτυγχάνεται η ομοιόμορφη κατανομή της παροχής σε ολόκληρη την επιφάνειά τους (ομοιόμορφη επιφανειακή φόρτιση της άμμου). Η στάθμη του νερού υπεράνω της άμμου διατηρείται σταθερή από τη ρυθμιστική δικλείδα. Κατά την διέλευση του νερού δια μέσου της κλίνης άμμου εγκλωβίζονται σ' αυτή αιωρούμενα στερεά, ενώ το καθαρό νερό περνά μέσω των ακροφυσίων που βρίσκονται στη βάση της κλίνης άμμου και εξέρχεται στον χώρο κάτω από την κλίνη. Το νερό μέσω του αγωγού εξόδου του εκρέει προς το κανάλι παραλαβής διυλισμένου νερού και οδηγείται τελικά στη δεξαμενή καθαρού νερού με αγωγό Φ1100χστ.

B) Αντίστροφη Πλύση Κλινών Διύλισης

Με την αυτόματη έναρξη της διαδικασίας πλύσης κάθε κλίνης ενεργοποιούνται τα θυροφράγματα εισόδου για τη σταδιακή απομόνωση της εισόδου νερού. Στη συνέχεια, απενεργοποιείται το σύστημα διατήρησης σταθερής στάθμης της κλίνης και επιτρέπεται ο σταδιακός υποβιβασμός της στάθμης νερού προς το κανάλι παραλαβής του διυλισμένου νερού. Μετά την πάροδο περίπου 35 λεπτών, κλείνει η αυτόματη ρυθμιστική δικλείδα εξόδου του διυλισμένου νερού και ανοίγει η δικλείδα διοχέτευσης του ακάθαρτου νερού πλύσης, για πλήρη υποβιβασμό της στάθμης. Στον αγωγό προσαγωγής του νερού πλύσης υπάρχει παροχόμετρο, με ρυθμιστή στροφών της αντλίας, για τη σταθεροποίηση της παροχής του νερού πλύσης στα επιθυμητά επίπεδα.

Για φυσική αντίστροφη πλύση, τοποθετούνται δύο αεροσυμπιεστές αέρα θετικής εκτόπισης παροχής 3250 μ³/ω., ένας εκ των οποίων είναι εφεδρικός. Οι αεροσυμπιεστές επιλέχθηκαν με ισχύ τυποποιημένου ηλεκτροκινητήρα P=100PS=75KW. Οι αεροσυμπιεστές καταθλίβουν σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (DN250) μεταφοράς και διανομής του αέρα έκπλυσης προς τις κλίνες διύλισης. Ο καταθλιπτικός αγωγός βρίσκεται άνωθεν της επιφάνειας του νερού των κλινών διύλισης, έτσι ώστε να αποκλεισθεί περίπτωση επιστροφής του νερού από τις κλίνες προς τους αεροσυμπιεστές. Τα σήματα των οργάνων αυτών, όπως και οι ενδείξεις λειτουργίας των φυσητήρων φαίνονται τοπικά αλλά και τηλεμεταδίδονται στο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου για ένδειξη, παρακολούθηση, έλεγχο, καταγραφή κλπ.



ΕΙΚΟΝΑ 10.12 : ΚΛΙΝΗ ΔΙΥΛΙΣΗΣ



ΕΙΚΟΝΑ 10.13 : ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΔΙΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΛΥΣΗΣ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ)- ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΔΙΥΛΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ (ΔΕΞΙΑ)

10.3.4.2) ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η παραπάνω μονάδα διυλιστηρίου διαθέτει τα παρακάτω όργανα, ως συστήματα αυτοματισμού (εικόνα 10.13) :

Α) Μετρητή Παροχής Διυλισμένου Νερού

Η μέτρηση της παροχής γίνεται κατόντη κάθε κλίνης, με σύνολο έξι όργανα μέτρησης παροχής, ένα σε κάθε κλίνη άμμου. Τα όργανα φέρουν τοπική ένδειξη για αθροιστική και στιγμιαία παροχή.

Β) Μετρητή Στάθμης Κλινών Διύλισης

Σε κάθε κλίνη διύλισης υπάρχει ένας μετρητής στάθμης. Η μέτρηση στάθμης χρησιμοποιείται για τον αυτόματο έλεγχο των ρυθμιστικών δικλείδων εξόδου των κλινών διύλισης. Τα όργανα παρέχουν τοπική ένδειξη στη θέση μετρήσεως.

Γ) Μετρητή Θολότητας Διυλισμένου Νερού

Μετά από κάθε κλίνη, καθώς και στο κεντρικό κανάλι συλλογής διυλισμένου νερού που καταλήγει στη δεξαμενή καθαρού νερού, υπάρχουν μετρητές θολότητας του διυλισμένου νερού. Η τιμή της θολότητας στην έξοδο, αποτελεί σημαντική παράμετρο για τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας του σταδίου της διύλισης.

Το σήμα εξόδου των παραπάνω οργάνων οδηγείται για ένδειξη και καταγραφή τοπικά καθώς και στον Κεντρικό Πίνακα Ελέγχου.

Δ) Μετρητή Απωλειών Υδραυλικού Φορτίου

Σε κάθε κλίνη διύλισης υπάρχει διάταξη προσδιορισμού των απωλειών του υδραυλικού φορτίου της κλίνης, ώστε να καταγράφεται η κατάσταση της κλίνης από πλευράς φορτίου αιωρούμενων στερεών.

Ε) Μετρητή Παροχής Νερού Πλύσης

Η παροχή του νερού πλύσης μετράται στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό των αντλιών νερού πλύσης των κλινών. Χρησιμοποιείται το παροχόμετρο νερού έκπλυσης για την ακριβή ρύθμιση της παροχής προς τις κλίνες διύλισης, μέσω μετατροπέα συχνότητας για μεταβολή των στροφών των αντλιών.

Το σήμα εξόδου των δυο παραπάνω οργάνων οδηγείται στο σύστημα τηλεελέγχου και τηλεχειρισμού για ένδειξη, παρακολούθηση, έλεγχο και καταγραφή.

ΣΤ) Μετρητή Στάθμης Δεξαμενής Καθαρού Νερού

Στην δεξαμενή καθαρού νερού πλύσης υπάρχει σύστημα μέτρησης στάθμης, που σκοπό έχει την προστασία των αντλιών νερού πλύσης των φίλτρων, που αναρροφούν από την δεξαμενή.

Ζ) Τράπεζες Χειρισμού Κλινών Διύλισης

Η λειτουργία κάθε κλίνης ελέγχεται και τοπικά από την αντίστοιχη τράπεζα χειρισμού, η οποία βρίσκεται στο κτίριο τραπεζών ελέγχου του κτιριακού συγκροτήματος. Κάθε Τράπεζα χειρισμού του εξοπλισμού που εμπλέκεται στην λειτουργία της συγκεκριμένης κλίνης, περιέχει διακόπτες ισχύος, διακόπτες αυτοματισμού, μπουτόν χειρισμού, ενδεικτικές λυχνίες και τοπικό σύστημα αυτοματισμού (P.L.C).

10.3.4.3) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΝΕΡΟΥ ΠΛΥΣΗΣ ΚΛΙΝΩΝ

Από τη δεξαμενή αποθήκευσης του καθαρού νερού πλύσης, η οποία βρίσκεται παραπλευρώς των κλινών του διυλιστηρίου, αναρροφούν τρεις (3) κατακόρυφες φυγοκεντρικές αντλίες παροχής 450μ³/ω έκαστη, η μία εκ των οποίων εφεδρική. Κατά το πλύσιμο μίας κλίνης, μία αντλία εκκινεί πρώτη και μετά από χρόνο ~10 λεπτών εκκινεί και η δεύτερη. Ο λόγος είναι η βηματική αύξηση της παροχής πλύσης, εκκινώντας με χαμηλή ταχύτητα έκπλυσης και ολοκληρώνοντας την πλύση με μεγαλύτερη ταχύτητα. Οι αντλίες τίθενται μαζί εκτός λειτουργίας, αφού ολοκληρώσουν το πλύσιμο της κλίνης.

Για την ακριβή ρύθμιση της παροχής πλύσης στην επιθυμητή τιμή, υπάρχει αυτόματο σύστημα μέτρησης και ρύθμισης της παροχής με μετρητή παροχής και σύστημα μεταβολής των στροφών με μετατροπέα συχνότητας. Έτσι ανάλογα με τη φάση πλύσης προσδιορίζεται, μέσω του συστήματος ελέγχου, η επιθυμητή παροχή νερού και με κατάλληλη ρύθμιση των στροφών της αντλίας, επιτυγχάνεται η ακριβής ρύθμιση της διερχόμενης παροχής στην επιθυμητή τιμή προς οποιαδήποτε κλίνη. Η παροχή διατηρείται σταθερή σε όλη τη διάρκεια του αντίστοιχου σταδίου πλύσης. Για την ευχερή απομάκρυνση των δικλείδων και σωληνώσεων προς συντήρηση ή επισκευή στους αγωγούς, προβλέπονται εξαρμωτικά τεμάχια και κατάλληλο ανυψωτικό στον θάλαμο σωληνώσεων. Οι ηλεκτροκινητήρες των αντλιών είναι ισχύος 1518kW.

10.3.5) ΚΤΙΡΙΟ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ (Κτίριο Νο7)

Σκοπός της μονάδας χλωρίωσης είναι η περαιτέρω καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών του πόσιμου νερού και η δημιουργία υπολειμματικής δράσης, για προστασία από πιθανή μόλυνση του νερού στο δίκτυο μεταφοράς και διανομής του.

Η χλωρίωση του νερού γίνεται με τη χρήση αέριου χλωρίου. Η προσθήκη του χλωρίου στο νερό πραγματοποιείται στον αγωγό του επεξεργασμένου νερού. Η μονάδα παρέχει τη δυνατότητα δοσομέτρησης χλωρίου σε δόσεις από 0.5 έως 3γρ/μ³., ανάλογα με την παροχή και τη συγκέντρωση του υπολειμματικού χλωρίου που πρέπει να παραμείνει για τη συνέχιση της απολυμαντικής του δράσης.

Η μονάδα χλωρίωσης τοποθετείται σε μονώροφο κτίριο, όπου γίνεται η αποθήκευση του αέριου χλωρίου και το σύνολο του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Συγκεκριμένα το κτίριο χλωρίωσης περιλαμβάνει ανεξάρτητους χώρους, το χώρο αποθήκευσης κυλίνδρων χλωρίου, το χώρο λειτουργίας των κυλίνδρων χλωρίου, που περιλαμβάνει τους δύο εν λειτουργία κυλίνδρους και το αυτόματο σύστημα εναλλαγής και τους εξαμιστές, το χώρο χλωριωτών, όπου εγκαθίσταται ο εξοπλισμός ρύθμισης, ελέγχου και τροφοδοσίας του αέριου χλωρίου, καθώς και οι αντλίες νερού χλωρίωσης. Επίσης περιλαμβάνει τη μονάδα αυτόματης εξουδετέρωσης διαρροής του χλωρίου με τον ανεμιστήρα, πλυντήριο χλωρίου σε ανεξάρτητο εξωτερικό χώρο, χώρους γραφείων και χώρο για την τοποθέτηση ηλεκτρολογικών πινάκων ισχύος και αυτοματισμών και τέλος το χώρο υγιεινής.

10.3.5.1) ΜΟΝΑΔΑ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

Η μονάδα χλωρίωσης προετοιμάζει το διάλυμα χλωρίου, από χλώριο υπό πίεση μέσα στους κυλίνδρους, χωρητικότητας ενός (1) τόνου έκαστος (εικόνα 10.14). Η εγκατάσταση περιλαμβάνει ένα κύλινδρο χλωρίου σε λειτουργία, ένα κύλινδρο σε κατάσταση ετοιμότητας λειτουργίας και αποθηκευτικό χώρο για επιπλέον έξι (6) κυλίνδρους. Οι κύλινδροι είναι μεταλλικοί τυποποιημένων διαστάσεων περίπου $D=0,80\mu.$, $L=2,00\mu.$ και περιέχουν χλώριο σε υγρή φάση ποσότητας $\sim 1000\chi\gamma\rho.$



ΕΙΚΟΝΑ 10.14 : ΜΟΝΑΔΑ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

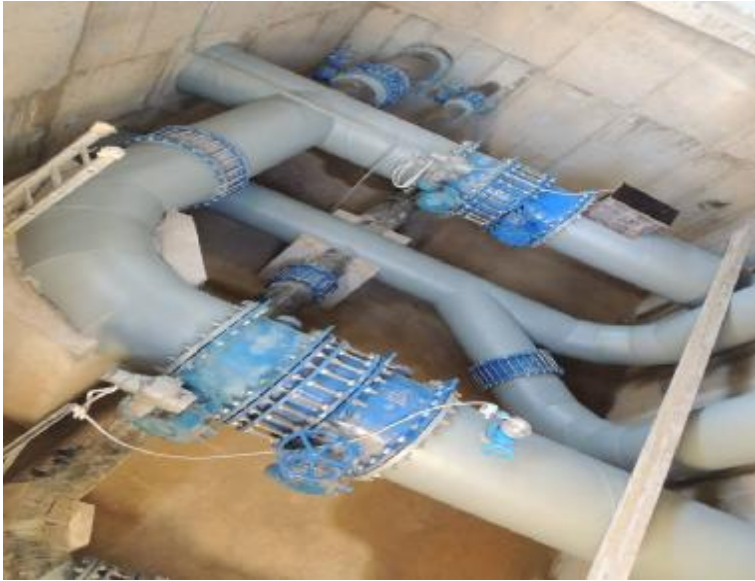
10.3.5.2) ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ

Από δύο όμοια αντλητικά συγκροτήματα παροχής $15\mu^3/\omega.$, γίνεται η διοχέτευση του χλωρίου στο κατεργασμένο νερό, κατόπιν προδιάλυσης. Η λειτουργία των αντλιών θα γίνεται εναλλακτικά, για την ομοιόμορφη φθορά τους.

Τα αντλητικά συγκροτήματα είναι ηλεκτροκίνητα, κατακόρυφα με αντλίες εμβυπτιζόμενου τύπου (WET TYPE) και κατακόρυφους επιφανειακούς ηλεκτροκινητήρες. Η αναρρόφηση του νερού γίνεται από δεξαμενή (κάτω από τα συγκροτήματα), η οποία τροφοδοτείται από το δίκτυο των διεργασιών μέσω μηχανικού πλωτηροδιακόπτη.

10.3.6) ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΙΥΛΙΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ (Κτίριο Νο8)

Η δεξαμενή διυλισμένου νερού είναι χωρισμένη σε δυο τμήματα δίδυμα. Τα βανοστάσια τοποθετήθηκαν σε δύο θέσεις (εικόνα 10.15). Το ένα αφορά την εισαγωγή στις δεξαμενές του επεξεργασμένου νερού από το διυλιστήριο και το δεύτερο την παράδοση του διυλισμένου νερού στο αντλιοστάσιο μεταφοράς διυλισμένου νερού, καθώς και το σύστημα σωληνώσεων καθαρισμού και υπερχειλίσης των δεξαμενών. Σε όλες τις περιπτώσεις οι δικλείδες είναι χυτοσίδηρες, τύπου πεταλούδας. Ο χειρισμός των δικλείδων γίνεται με τροχό, με τη βοήθεια μηχανισμού υποβιβασμού στροφών, που βρίσκεται σε κλειστό κιβώτιο, στερεωμένο στο κέλυφος της δικλείδας και ο οποίος δρα στον άξονα περιστροφής του δίσκου. Ο μηχανισμός φέρει σύστημα ένδειξης της θέσης του δίσκου. Για την εξάρμωση, την αποσυναρμολόγηση, την συντήρηση και την αντικατάσταση των δικλείδων, προβλέπονται σε κατάλληλες θέσεις ειδικά τεμάχια εξάρμωσης, χειροκίνητη γερανογέφυρα στον θάλαμο παραλαβής διυλισμένου νερού και μονοράγα με χειροκίνητα ανυψωτικά στον θάλαμο εισαγωγής. Και στους δύο θαλάμους δικλείδων προβλέπεται μικρό αντλητικό συγκρότημα, υποβρύχιου τύπου, ηλεκτροκίνητο και αυτόματης λειτουργίας μέσω πλωτήρα, για την άντληση των στραγγιδίων.



ΕΙΚΟΝΑ 10.15 : ΒΑΝΟΣΤΑΣΙΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

10.3.7) ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ (Κτίριο Νο9)

Για την υδροδότηση των εγκαταστάσεων με νερό διεργασιών αλλά και με πόσιμο χρήσεων, κατασκευάστηκε η δεξαμενή νερού χρήσης. Είναι δύο ανεξάρτητα δίκτυα, το δίκτυο νερού διεργασιών (για διάλυση κροκιδωτικών, πλύσιμο ταινιοφιλτροπρεσσών κλπ.) και το νερό που είναι για πόση, πυρόσβεση κλπ. Το νερό των δύο δικτύων δεν διαφέρει ποιοτικά, αφού η τροφοδότηση αμφοτέρων γίνεται με καθαρό μετά την απολύμανση νερό. Η βασική διαφορά οφείλεται στις απαιτούμενες πιέσεις. Το νερό διεργασιών είναι χαμηλότερης πίεσης, ενώ το πόσιμο και πυρόσβεσης μεγαλύτερης πίεσης. Αυτός βασικά είναι και ο λόγος κατασκευής δύο διαφορετικών δικτύων.

Η εξυπηρέτηση καθενός δικτύου γίνεται μέσω πιεστικών συγκροτημάτων (αεροφυλακίων). Τα αντλητικά συγκροτήματα των δύο δικτύων είναι στον ίδιο χώρο, δίπλα ακριβώς στη δεξαμενή. Για κάθε δίκτυο είναι δύο (1+1 εφεδρικό) τα αντλητικά συγκροτήματα. Οι βασικές ανάγκες σε παροχή που εξυπηρετεί το δίκτυο νερού διεργασιών, είναι στο σύνολο τα $55\mu^3/\omega$ και κατανέμονται στα εξής:

A) Χλωρίωση: $15\mu^3/\omega$

B) Κτίριο κροκιδωτικών

- Διάλυση Θεικού Αργιλίου: $5\mu^3/\omega$

- Πολυηλεκτρολύτης: $10\mu^3/\omega$

Γ) Κτίριο αφυδάτωσης

- Πλύσιμο πρέσας: $15\mu^3/\omega$

- Πολυηλεκτρολύτης αφυδάτωσης: $4\mu^3/\omega$

- Πολυηλεκτρολύτης πάχυνσης: $4\mu^3/\omega$

Έτσι επιλέχθηκαν ηλεκτροκίνητα αντλητικά συγκροτήματα (1+1 εφεδρικό) όμοια, με ονομαστική παροχή το καθένα $55\mu^3/\omega$, σε μανομετρικό ύψος 50μ.Σ.Υ., τα οποία διοχετεύουν το νερό στο δίκτυο μέσω του κατάλληλου αεροφυλακίου (εικόνα 10.17). Η ελάχιστη πίεση στα παραπάνω σημεία τροφοδοσίας είναι ~20μ.Σ.Υ.

Το άλλο δίκτυο με ανάγκες μεγαλύτερης πίεσης, εξυπηρετεί βασικά την ύδρευση σε πόσιμο νερό, την πυρόσβεση και τις ανάγκες άρδευσης του περιβάλλοντος χώρου, καθώς και του καθαρισμού των λοιπών μονάδων. Οι ανάγκες αυτές υπολογίζονται $60\mu^3/\omega$ και κατανέμονται στα εξής:

- Πυρόσβεση: $25\mu^3/\omega$

- Ύδρευση: $20\mu^3/\omega$

- Πλύσιμο μονάδων: $5\mu^3/\omega$

- Άρδευση: $10\mu^3/\omega$

Επειδή κατά την περίοδο ανάγκης πυρόσβεσης, οι υπόλοιπες ανάγκες είναι μειωμένες ή και μπορούν να μηδενιστούν, το δίκτυο αυτό υπολογίζεται για μέγιστη παροχή (αντλιοστασίου) $45\text{m}^3/\omega$. Έτσι για την εξυπηρέτηση του δικτύου χρησιμοποιούνται 2 όμοια ηλεκτροκίνητα αντλητικά συγκροτήματα, παροχής το καθένα $45\text{m}^3/\omega$, σε μανομετρικό 95μ.Σ.Υ. Οι ανάγκες σε πιέσεις πυρόσβεσης είναι 4,5ατμ. μέχρι κατά μέγιστο 6,5ατμ.

Τα αντλητικά συγκροτήματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής (εικόνα 10.16):

- Αντλητικά συγκροτήματα πυρόσβεσης: 30PS
- Αντλητικά συγκροτήματα εργασιών: 20PS



ΕΙΚΟΝΑ 10.16 : ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ



ΕΙΚΟΝΑ 10.17 : ΑΕΡΟΦΥΛΑΚΙΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

10.3.8) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ (Κτίριο Νο10)

Στην έξοδο των διυλιστηρίων πέρα από την δεξαμενή καθαρού νερού (κτίριο Νο9), κατασκευάστηκε το αντλιοστάσιο μεταφοράς καθαρού νερού στο δίκτυο. Το αντλιοστάσιο αυτό αναρροφά το νερό από τις δεξαμενές καθαρού νερού και με χαλύβδινο καταθλιπτικό αγωγό Φ1000χστ., μήκους περίπου 2.250μ., το διοχετεύει σε υπερυψωμένη δεξαμενή όγκου 3.000μ³ (Δεξαμενή Κεφαλής). Από την δεξαμενή αυτή αρχίζει δίκτυο μεταφοράς νερού (~30km), που τροφοδοτεί με φυσική ροή μέχρι τις παρυφές της πόλεως Ρόδου. Το αντλιοστάσιο εφοδιάστηκε με ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, που εξυπηρετεί την Α' φάση των έργων (1/2 της τελικής ικανότητας, 60.000μ³/ημέρα).

10.3.8.1) ΜΟΡΦΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

Το αντλιοστάσιο εργάζεται με ρύθμιση από την κατάντη ρυθμιστική δεξαμενή. Έχουν τοποθετηθεί αντλητικά συγκροτήματα με φυγοκεντρικές αντλίες, σε οριζόντια διάταξη κινούμενες από οριζόντιους ηλεκτροκινητήρες. Οι αντλίες βρίσκονται σε υπόγειο θάλαμο, αναρροφούν από συλλέκτη αναρρόφησης και καταθλίβουν σε διάταξη BOOSTER, σε συλλέκτη κατάθλιψης επιχωμένο έξω από το κυρίως αντλιοστάσιο.

Τα αντλητικά συγκροτήματα λειτουργούν αυτόματα, σε συνάρτηση με τη στάθμη νερού στην δεξαμενή αναρρύθμισης, ώστε η λειτουργία συνολικά του αντλιοστασίου να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις νερού. Με τον έλεγχο της στάθμης δεξαμενής αποφεύγεται η "εν ξηρό" λειτουργία. Αυτό γίνεται με διαδοχικές εκκινήσεις και στάσεις των αντλητικών συγκροτημάτων, τα οποία λειτουργούν χωρίς ιδιαίτερη ρύθμιση. Κάθε φορά, η διαφορά μεταξύ της παροχής των αντλιών που λειτουργούν και της ζήτησης, καλύπτεται με αύξηση ή μείωση του όγκου της δεξαμενής.

Συγκεκριμένα κάθε αντλητικό συγκρότημα αναρροφά το νερό, μέσω ιδιαίτερης σωλήνωσης DN400, με δικλείδα απομόνωσης και διοχετεύει το νερό σε συλλέκτη κατάθλιψης, που βρίσκεται επιχωμένος εκτός του κτιρίου του αντλιοστασίου, μέσω ιδιαίτερης οριζόντιας σωλήνωσης (DN350), η οποία περιλαμβάνει δικλείδα απομόνωσης τύπου πεταλούδας και βαλβίδα αντεπιστροφής, τύπου έκκεντρου δίσκου (TILTING DISC) με μοχλό και υδραυλική διάταξη απόσβεσης (HYDRAULIC DAMPING DEVICE). Οι διάμετροι στις σωληνώσεις αυτές των αντλιών έχουν επιλεγεί, ώστε η ταχύτητα του νερού να είναι μικρότερη από 2,0μ/δλ στην αναρρόφηση και μικρότερη από 3,0μ/δλ στην κατάθλιψη.

10.3.8.2) ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ

Για την πρώτη φάση έργων τοποθετήθηκαν 4 αντλητικά συγκροτήματα (3+1εφεδρικό) (εικόνα 10.18).

- Παροχή κάθε αντλίας: 840 μ³/ω
- Συνολικός αριθμός αντλητικών μονάδων και για την Β' φάση: 7
- Κύριες μονάδες (σε παράλληλη λειτουργία) για την Β' φάση: 6
- Παροχή σχεδιασμού: 1,39 μ³/δλ \approx 5.000 μ³/ω.



ΕΙΚΟΝΑ 10.18 : ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

10.3.9) ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΡΥΘΜΙΣΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΚΠΛΥΣΗΣ (Κτίριο Νο11)

Κατασκευάστηκε το συγκεκριμένο αντλιοστάσιο για την άντληση, μεταφορά και επεξεργασία του ακάθαρτου νερού πλύσης των φίλτρων στην αρχή των δεξαμενών διαύγασης – καθίζησης ή στο κατάντη μέρος του έργου εισόδου.

Στο αντλιοστάσιο χρησιμοποιούνται υποβρύχιου τύπου αντλητικά συγκροτήματα. Έτσι το αντλιοστάσιο αυτό κατασκευάζεται χωρίς διαχωρισμό θαλάμου αντλιών και θαλάμου συγκέντρωσης νερού, οι οποίοι εδώ ταυτίζονται. Ιδιαίτερος θάλαμος κατασκευάστηκε για τη τοποθέτηση των δικλείδων.

Τα αντλητικά συγκροτήματα τοποθετούνται μέσα στο ένα άκρο της δεξαμενής συγκέντρωσης των ακάθαρτων νερών πλύσης και λειτουργούν αυτόματα με βάση την στάθμη νερού στην δεξαμενή συγκέντρωσης. Εκτός από τον αυτοματισμό της λειτουργίας, προβλέφθηκε πλήρες σύστημα τηλεμετάδοσης των ενδείξεων στο Κέντρο Ελέγχου.

Συνολικά υπάρχουν εγκατεστημένα τρία αντλητικά συγκροτήματα (δύο (2) λειτουργούν παράλληλα και πλέον ενός εφεδρικού), παραχής το καθένα 80μ³/ω. Το νερό διοχετεύεται στην αρχή των δεξαμενών καθίζησης – διαύγασης ή στο κατάντη μέρος του έργου εισόδου με την βοήθεια καταθλιπτικού αγωγού, μήκους~80μ., διαμέτρου Φ200.

10.3.10) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ (Κτίριο Νο13)

Η πάχυνση της ιλύος επιτυγχάνεται δια βαρύτητας σε κυκλική δεξαμενή, όπου διοχετεύεται από το αντλιοστάσιο ιλύος. Η μονάδα περιλαμβάνει την κυκλική δεξαμενή, από οπλισμένο σκυρόδεμα, διαμέτρου 12,00 μέτρων και ωφέλιμου πλευρικού βάθους 4,00μ., εξοπλισμένη με περιστρεφόμενο ξέστρο ως αναδευτήρα ιλύος. Ο ωφέλιμος όγκος της δεξαμενής είναι περίπου 465μ³ (εικόνα 10.19).

Περιμετρικά προβλέφθηκε υπερχειλιστής λεπτής στέψεως και οδοντωτής μορφής, περιμετρικό κανάλι και φρεάτιο συγκέντρωσης των υπερχειλίσεων. Ο υπερχειλιστής είναι ρυθμιζόμενος ως προς την στάθμη στέψεως, κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα AISI304. Η μονάδα πάχυνσης και το σύνολο του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της, καλύπτει τις ανάγκες και του συνόλου της Β' φάσης (καθαρή παραγωγή επεξεργασμένου νερού 120.000μ³/ημέρα). Η μονάδα εξασφαλίζει τον απαιτούμενο αποθηκευτικό χώρο,

έτσι ώστε η μονάδα αφυδάτωσης (ταινιοφιλτρόπρεσσες) να λειτουργεί πέντε ημέρες την εβδομάδα.

Η εισερχόμενη ιλύς τροφοδοτείται στο κέντρο της δεξαμενής, μέσα σε τύμπανο εξομάλυνσης της ροής, μέσω του αγωγού κατάθλιψης των αντλιών περίσσειας ιλύος, διαμέτρου DN100, ο οποίος οδεύει παράλληλα με την στάθμη του υγρού και κάτω από την γέφυρα προσπέλασης.

Στο κέντρο του ο παχυντής φέρει τύμπανο εξομάλυνσης της ροής εισόδου, κατασκευασμένο από χάλυβα με αντιδιαβρωτική προστασία από εποξειδικό υλικό. Σκοπός της ύπαρξης του τυμπάνου είναι η μείωση της ταχύτητας της εισερχόμενης λάσπης, ώστε να μην διαταράσσονται οι ομαλές συνθήκες πάχυνσης. Η λάσπη, λόγω του αυξημένου χρόνου παραμονής, δημιουργεί στον πυθμένα ζώνες αυξημένης περιεκτικότητας σε στερεά και έτσι επιτυγχάνεται η πάχυνσή της. Με την παραμονή της στο παχυντή, η ιλύς αναμένεται να συμπυκνώνεται σε συγκέντρωση στερεών μεταξύ 35%.

Η πάχυνση και ανάδευση της ιλύος επιτυγχάνεται εντός της δεξαμενής, με την βοήθεια διπλού ξέστρου αναδευτήρα ιλύος, κεντρικής οδήγησης, που εγκαταστάθηκε στην δεξαμενή και καλύπτει όλη την διάμετρο της δεξαμενής. Το ξέστρο είναι αναρτημένο από το μέσο της γέφυρας προσπέλασης της δεξαμενής και κατασκευάστηκε από χαλύβδινες δοκίδες, ενώ φέρει λεπίδες απόξεσης του πυθμένα με ρυθμιζόμενα ελαστικά άκρα, ώστε να μην πληγώνεται το σκυρόδεμα βάσης της δεξαμενής. Επιπλέον, το ξέστρο του παχυντή περιλαμβάνει κατακόρυφες ράβδους, που δημιουργούν διόδους εντός της λάσπης, από όπου διαχωρίζεται το νερό και οδεύει προς την υπερχειλίση, βοηθώντας την διεργασία της πάχυνσης. Ολόκληρη η μεταλλική κατασκευή του ξέστρου είναι προστατευμένη έναντι διάβρωσης με εποξειδική βαφή. Η λειτουργία του ξέστρου είναι συνεχής. Στο κέντρο της δεξαμενής, επί της γέφυρας, λειτουργεί ηλεκτρομειωτήρας για την περιστροφή του ξέστρου αναδευτήρα λάσπης.

Η γέφυρα προσπέλασης είναι σταθερή, κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα, διαμορφωμένη σε σχήμα ανάστροφου Π, πλάτους 1,60μ., ώστε να αποτελεί και διάδρομο επίσκεψης του μηχανισμού περιστροφής του ξέστρου και της δεξαμενής.

Ο πυθμένας της δεξαμενής είναι διαμορφωμένος με κλίση 10%, ώστε να διευκολύνεται η μεταφορά της ιλύος προς το κέντρο. Στο κέντρο του πυθμένα υπάρχει φρεάτιο κυκλικό για την συλλογή της ιλύος, από όπου απάγεται η ιλύς μέσω αγωγού PVC110x5,3χστ., προς το αντλιοστάσιο τροφοδοσίας της μονάδας μηχανικής αφυδάτωσης.



ΕΙΚΟΝΑ 10.19 : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΧΥΝΤΗ ΙΛΥΟΣ

10.3.11) ΚΤΙΡΙΟ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ (Κτίριο Νο14)

Για την απαγωγή της ιλύος από τις δεξαμενές καθίζησης προς την δεξαμενή πάχυνσης, παρεμβάλλεται το αντλιοστάσιο περίσσειας ιλύος. Από την δεξαμενή πάχυνσης, η παχυμένη πλέον ιλύς, οδηγείται στην μονάδα αφυδάτωσης, με την βοήθεια αντλιών που έχουν εγκατασταθεί στο κτίριο αφυδάτωσης. Μετά την αφυδάτωση η αφυδατωμένη ιλύς, σε ποσοστό ~20% σε στερεά, απομακρύνεται με την βοήθεια ειδικών κάδων συλλογής, ενώ τα στραγγίσματα οδηγούνται με φυσική ροή στην δεξαμενή ακαθάρτων νερών πλύσης.

10.3.11.1) ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός της αφυδάτωσης περιλαμβάνει τις αντλίες τροφοδοσίας των πρεσών, τις ταινιοφιλτρόπρεσσες με τα δοχεία κροκίδωσης (δύο ταινιοφιλτρόπρεσσες), τις μονάδες προετοιμασίας, τις αντλίες πολυηλεκτρολύτη, τις αντλίες πλύσης των πρεσών, τον αεροσυμπιεστή τάνυσης των ιμάντων και τις μεταφορικές ταινίες της αφυδατωμένης ιλύος.

Η μονάδα είναι εγκατεστημένη σε ανεξάρτητο κτίριο που βρίσκεται κοντά στον παχυντή. Μετά τον παχυντή η ιλύς οδηγείται στην μονάδα αφυδάτωσης, όπου μέσω μηχανικών ταινιοφιλτροπρεσσών επιτυγχάνεται η αφυδάτωση της ιλύος σε ποσοστό ~20% (εικόνα 10.21).

Το αντλιοστάσιο περιλαμβάνει τις αντλίες μεταφοράς της παχυμένης ιλύος από την δεξαμενή πάχυνσης προς τις ταινιοφιλτρόπρεσσες (εικόνα 10.20). Οι αντλίες είναι εγκατεστημένες εντός του κτιρίου αφυδάτωσης, σε κατάλληλο υποβαθμισμένο επίπεδο. Εγκαθίστανται δύο (2) αντλίες θετικής εκτόπισης, περιστροφικού ελικοειδούς ρότορα και μεταβλητής παροχής. Η μία εκ των αντλιών θα είναι εφεδρική. Κάθε αντλία διαθέτει ικανότητα μεταβολής της παροχής της από $3\text{m}^3/\omega$ μέχρι $15\text{m}^3/\omega$ και καλύπτει τις ανάγκες τροφοδοσίας μίας ταινιοφιλτρόπρεσσας της μονάδος αφυδάτωσης.

Υπάρχουν εγκατεστημένες δύο ανεξάρτητες γραμμές επεξεργασίας, η μία εκ των οποίων επαρκεί για την αφυδάτωση της μέσης ημερήσιας παραγωγής ιλύος στη διάρκεια μίας βάρδιας (6 ώρες). Μεγαλύτερη παραγωγή ιλύος μπορεί να αντιμετωπίζεται με λειτουργία μίας γραμμής, επί περισσότερες ώρες. Κάθε αντλία σε λειτουργία και επομένως κάθε γραμμή μηχανικής αφυδάτωσης, μπορεί να καλύψει τις ανάγκες τροφοδοσίας για μέγιστη παροχή ιλύος μέχρι $210\text{m}^3/\text{ημέρα}$ σε πενήμερη βάση, με 14 ώρες λειτουργίας ημερησίως (2 βάρδιες). Η αναρρόφηση της ιλύος γίνεται απευθείας από το κώνο συλλογής της ιλύος της δεξαμενής πάχυνσης ιλύος.

Οι αντλίες τροφοδοτούνται από κοινό αγωγό με κατάλληλη συνδεσμολογία, έτσι ώστε η αναρρόφηση ιλύος να είναι δυνατή από οποιαδήποτε από τις εγκατεστημένες αντλίες. Στην αναρρόφηση και κατάθλιψη εκάστης αντλίας προβλέφθηκε η εγκατάσταση δικλείδων απομόνωσης, ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση των αντλιών προς συντήρηση ή επισκευή. Ο έλεγχος λειτουργίας των αντλιών γίνεται από τον τοπικό πίνακα ελέγχου λειτουργίας της μονάδας αφυδάτωσης.



ΕΙΚΟΝΑ 10.20 : ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΠΑΧΥΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ



ΕΙΚΟΝΑ 10.21 : ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΑΙΝΙΟΦΙΛΤΡΟΠΡΕΣΣΑΣ

10.3.12) ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Κτίριο Νο17)

Παραπλεύρως του αντλιοστασίου μεταφοράς νερού, προβλέφθηκε το κτίριο Ενέργειας. Το Κτίριο Ενέργειας του Διυλιστηρίου περιλαμβάνει τον Γενικό Πίνακα Διανομής Χαμηλής Τάσης (MCC00) των εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού, το οποίο είναι και ο βασικός καταναλωτής (~70%).

Εκτός του αντλιοστασίου μεταφοράς επεξεργασμένου νερού (MCC10), τοποθετήθηκε ένα αυτόνομο πετρελαιοκίνητο ζεύγος εφεδρικής ηλεκτροπαραγωγής, το οποίο προβλέφθηκε για να τροφοδοτεί τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας, σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτρικής τροφοδότησης από την ΔΕΗ και ένα από τα αντλητικά συγκροτήματα μεταφοράς του επεξεργασμένου νερού (εικόνα 10.22). Το Διυλιστήριο τροφοδοτείται από το δίκτυο της ΔΕΗ, με μέση τάση 20KV.

Από το γενικό ηλεκτρικό πίνακα διανομής χαμηλής τάσης του κτιρίου Ενέργειας, τροφοδοτούνται με υπόγειες καλωδιώσεις οι παρακάτω πίνακες διανομής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.3 :ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Α/Α ΠΙΝΑΚΑ	ΤΟΠΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΟΠΩΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)
MCC-00	Πίνακας Κτιρίου Ενέργειας
MCC-01	Πίνακας Αντλιοστασίου Ακάθαρτου Νερού Πλύσης
MCC-02	Πίνακας Αντλιοστασίου Νερού Χρήσης
MCC-03	Πίνακας Κτιρίου Χλωρίωσης
MCC-04	Πίνακας Κτιρίου Αφυδάτωσης Ιλύος Εγκατάσταση Παχυντή Ιλύος
MCC-05	Πίνακας Κτιρίου Χημικών Εγκατάσταση Ταχείας Μίξης-Κροκίδωσης-Καθίζησης Έργο εισόδου
MCC-06	Πίνακας Εγκαταστάσεων Έκπλυσης Φίλτρων
MCC-07	Πίνακας Κτιρίου Διοίκησης
MCC-08	Πίνακας Αποθήκης-Συνεργείου
MCC-09	Πίνακας Φυλακίου



ΕΙΚΟΝΑ 10.22 : ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΟ ΖΕΥΓΟΣ ΓΙΑ ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΟ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΣΕΝΑΡΙΟ ΝΕΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το αντλιοστάσιο αυτό αναρροφά το νερό από τις δεξαμενές καθαρού νερού και με χαλύβδινο καταθλιπτικό αγωγό Φ1000χστ., μήκους περίπου 2.250μ., το διοχετεύει σε υπερυψωμένη δεξαμενή όγκου 3.000μ³ (Δεξαμενή Κεφαλής). Από την δεξαμενή αυτή αρχίζει δίκτυο μεταφοράς νερού (~30km), που τροφοδοτεί με φυσική ροή μέχρι τις παρυφές της πόλεως Ρόδου. Το αντλιοστάσιο εφοδιάστηκε με ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, που εξυπηρετεί την Α΄ φάση των έργων (1/2 της τελικής ικανότητας, 60.000μ³/ημέρα).

Στο παρόν κεφάλαιο θα μελετήσουμε την υπάρχουσα διάταξη των αντλιών, όπως αυτές έχουν τοποθετηθεί στο έργο, καθώς και ένα σενάριο εναλλακτικής διάταξης αυτών.

Τα αντλητικά συγκροτήματα θα έχουν ομοιομορφία διότι διευκολύνεται η εναλλακτικότητα, απλοποιείται η συντήρηση και μειώνονται οι ανάγκες διαθέσιμων ανταλλακτικών.

Αναλυτικότερα θα παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά στοιχεία των κινητήρων και των αντλιών, καθώς και οι χαρακτηριστικές τους καμπύλες. Επιπρόσθετα θα γίνει οικονομική προσέγγιση του νέου σεναρίου και σύγκριση του με την υπάρχουσα κατάσταση στο επόμενο κεφάλαιο.

Έχοντας ως δεδομένα την μέγιστη ημερήσια παροχή, σε $Q=60.000 \text{ m}^3/\text{day}$ και το Μανομετρικό ύψος στο $H=87\text{m}$, καλούμαστε να προσεγγίσουμε λύση η οποία θα ικανοποιεί τις παραπάνω απαιτήσεις μας.

11.1) ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

Οι απαιτήσεις της εγκατάστασης μας όσον αφορά την παροχή είναι ιδιαίτερα υψηλές και σε σχέση με το χρόνο δεν είναι σταθερές (υψηλότερες απαιτήσεις κατά την καλοκαιρινή περίοδο, λόγω λειτουργίας των τουριστικών εγκαταστάσεων – χαμηλότερες την χειμερινή). Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούμε δύο ή περισσότερες αντλίες, οι οποίες είναι μεταξύ τους συνδεδεμένες εν παραλλήλω, δίνοντας στο αντλητικό συγκρότημα μεγαλύτερη ευελιξία. Με την χρήση των παρακάτω διαγραμμάτων, με γραφικό τρόπο, δίνονται οι χαρακτηριστικές των αντλιών που περιλαμβάνονται στην εγκατάσταση.

Για να εφαρμοστεί η διάταξη εν παραλλήλω λαμβάνονται υπόψη οι θεμελιώδεις σχέσεις:

$$\text{Σχέση Παροχής} \quad Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q_{\text{ολ}}$$

$$\text{Σχέση Μανομετρικού} \quad H_1 = H_2 = \dots = H_n = H_{\text{ολ}}$$

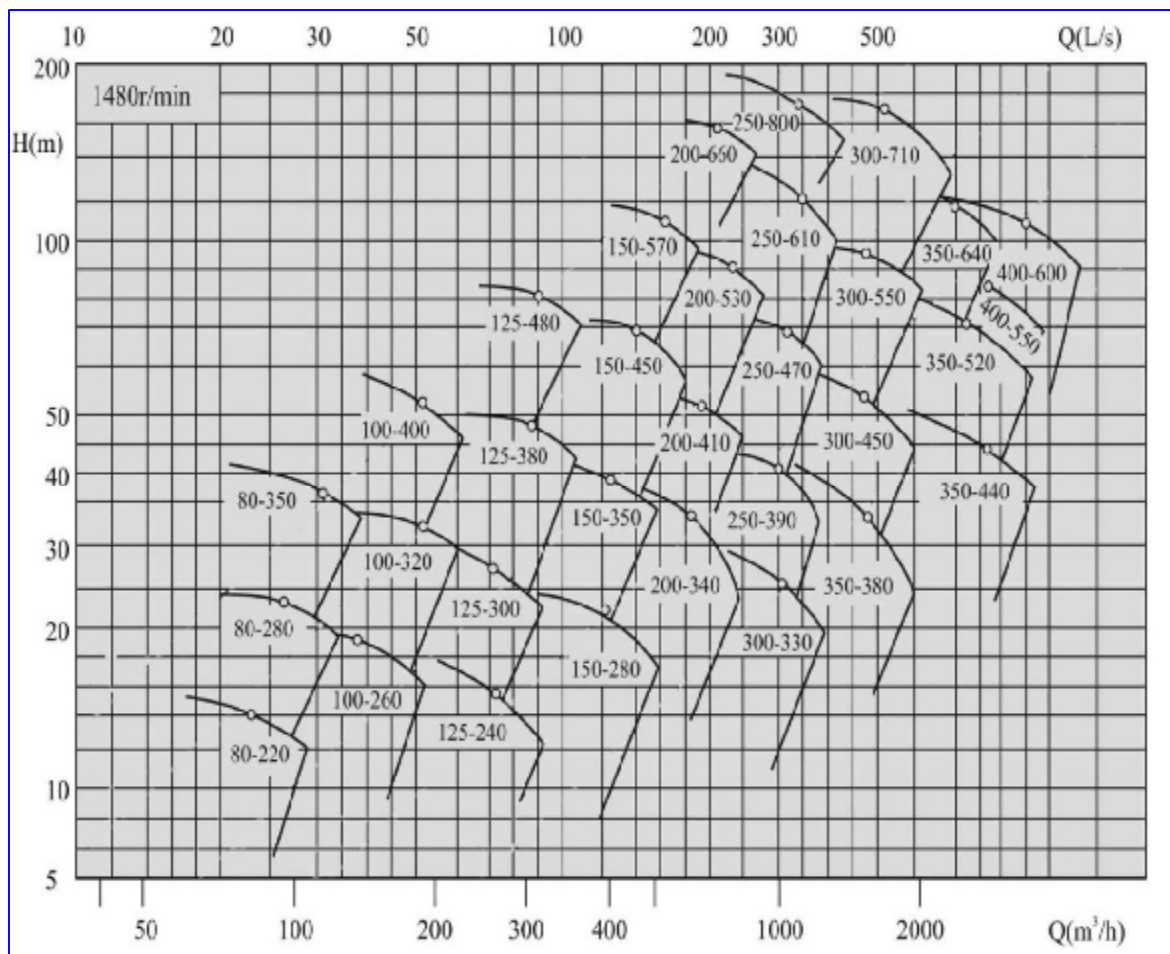
Για να ικανοποιηθούν λοιπόν οι απαιτήσεις $Q_{\text{ολ}}=60.000\text{m}^3/\text{d}$, που αντιστοιχούν σε $2.500\text{m}^3/\text{h}$ και $H_{\text{ολ}}=87\text{m}$., επιλέχτηκε από το **Διάγραμμα 11.1** (H-Q), όπως αυτό παρουσιάζεται εν συνεχεία, ο συγκεκριμένος τύπος αντλίας με τα εν λόγω χαρακτηριστικά:

- ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ:
(Διάγραμμα 11.2)

Q	840 m ³ /h
H	87 m
N	1450 rpm

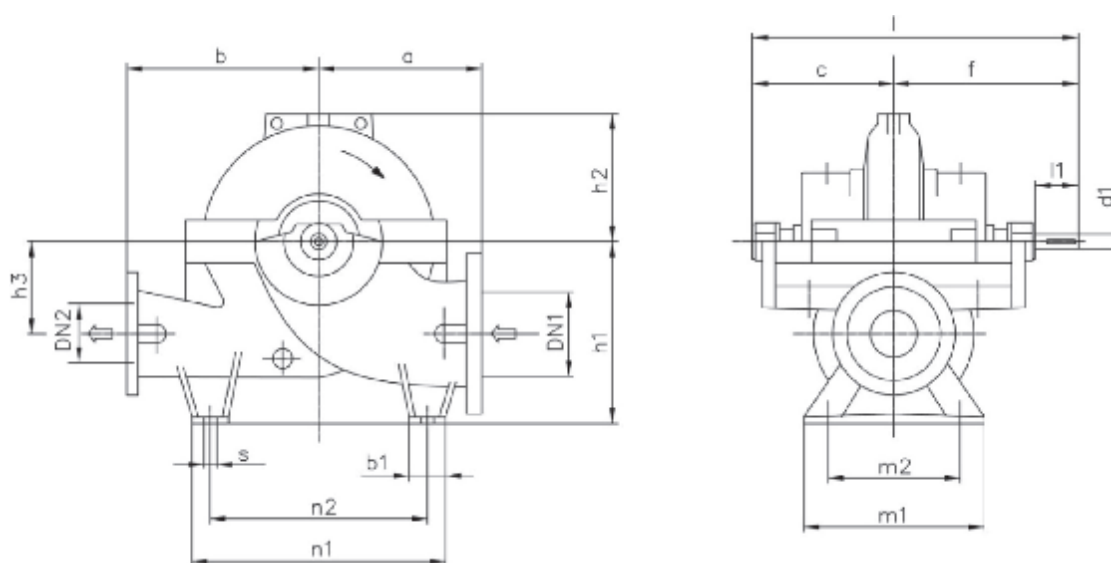
- ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ: ΤΡΕΙΣ (3) (3X840 m³/h≈2500 m³/h) + 1 ΕΦΕΔΡΙΚΗ
ΤΥΠΟΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ: **ASN 250-610**
(Διάγραμμα 11.1)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.1: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΡΟΥΣ ΤΙΜΩΝ (H-Q)
Selection Charts 50 HZ
N=1450rpm



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ASN 250-610

(Εικόνα 11.1)



Σχήμα 1: Οριζόντια τομή

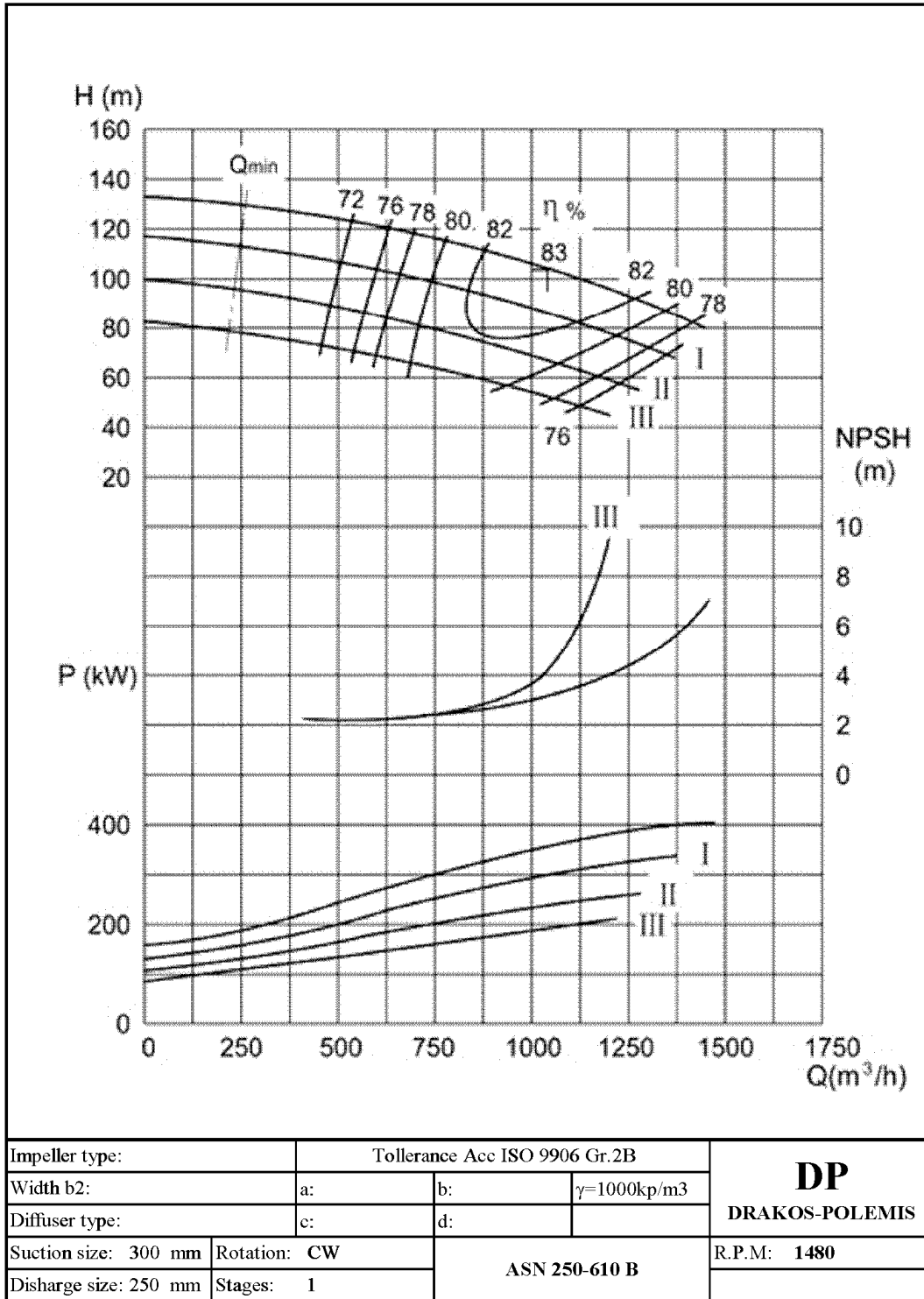
Σχήμα 2: Κάθετη τομή

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ

ASN 250-610	DN1 (mm)	DN2 (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	f (mm)	l (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)
	300	250	650	550	515	730	1245	630	415
	h3 (mm)	n1 (mm)	n2 (mm)	bl (mm)	s (mm)	m1 (mm)	m2 (mm)	d1 (mm)	l1 (mm)
	350	800	700	100	22	600	520	75	160
	Weight (kg)								
	1400								

(πηγή στοιχείων: DRAKOS-POLEMIS)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.2: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΝΤΛΙΑΣ



ΟΠΟΥ : P(KW) : ΙΣΧΥΣ
 η (%) : ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ
 Q (m³/h) : ΠΑΡΟΧΗ
 H (m) : ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ



ΕΙΚΟΝΑ 11.1 : ΑΝΤΛΙΑ ΤΥΠΟΥ ASN 250-610

11.2) ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

Γενικότερα η λειτουργία δύο ή περισσοτέρων αντλιών σε σειρά, ικανοποιεί μεγαλύτερο εύρος απαιτήσεων μιας εγκατάστασης, αναφορικά με το μαομετρικό και σε σχέση με το χρόνο, όταν αυτές δεν είναι σταθερές.

Στην προκειμένη περίπτωση, όπου το μαομετρικό ύψος είναι στα 87m, για την ομαλή λειτουργία των αντλιών θα πρέπει να μειωθεί η μεταξύ τους απόσταση. Για την μελέτη του σεναρίου μας επιλέγουμε το μικρότερο αριθμό συστοιχιών (2).

Η κάθε συστοιχία θα αποτελείται από ίδιες αντλίες, ίδιας δυναμικότητας και τεχνικών χαρακτηριστικών. Για την συγκεκριμένη αλλαγή θα χρειαστούμε τρεις συστοιχίες από όμοιες αντλίες, όπου οι δυο συστοιχίες θα δουλεύουν και η μία θα είναι σε αναμονή, ώστε όταν προκύψει κάποια βλάβη να μπορεί να τεθεί σε λειτουργία και να αρχίσει η συντήρηση στην άλλη.

Για να εφαρμοστεί η διάταξη σε σειρά λαμβάνονται υπόψη οι θεμελιώδεις σχέσεις:

Σχέση Παροχής $Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n = Q_{ολ}$.

Σχέση μαομετρικού $H_1 + H_2 + \dots + H_n = H_{ολ}$.

Με τη χρήση του **Διαγράμματος 11.3**, και για τη εφαρμογή δύο (2) συστοιχιών, σύμφωνα με τις χαρακτηριστικές καμπύλες για παροχή $Q = 1.260 \text{ m}^3/\text{h}$ ($Q_{ολ} = 2 \times 1.260 \text{ m}^3/\text{h} \approx 2.500 \text{ m}^3/\text{h}$), παρατηρούμε ότι το μαομετρικό έχει μειωθεί στο $H = 44 \text{ m}$.

Τα νέα χαρακτηριστικά στοιχεία που θα έχει η αντλία είναι τα εξής:

- ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ:

(Διάγραμμα 11.4)

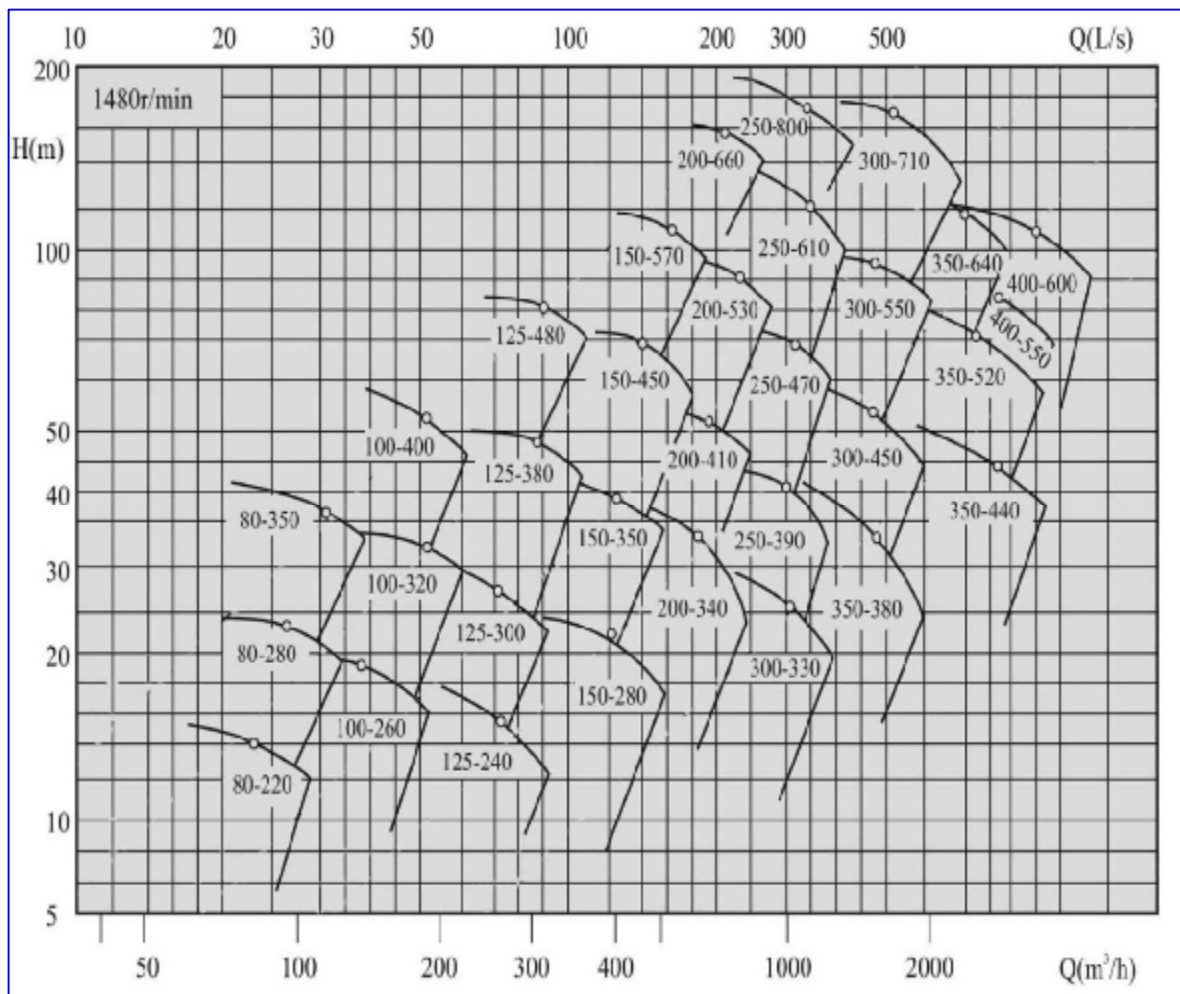
Q	1.260 m ³ /h
H	44m
N	1450 rpm

- ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ: ΔΥΟ ΣΥΣΤΟΙΧΙΕΣ + 1 ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΕΦΕΔΡΙΚΗ
- ΤΥΠΟΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ: **ASN 300-450** (Διάγραμμα 11.3)

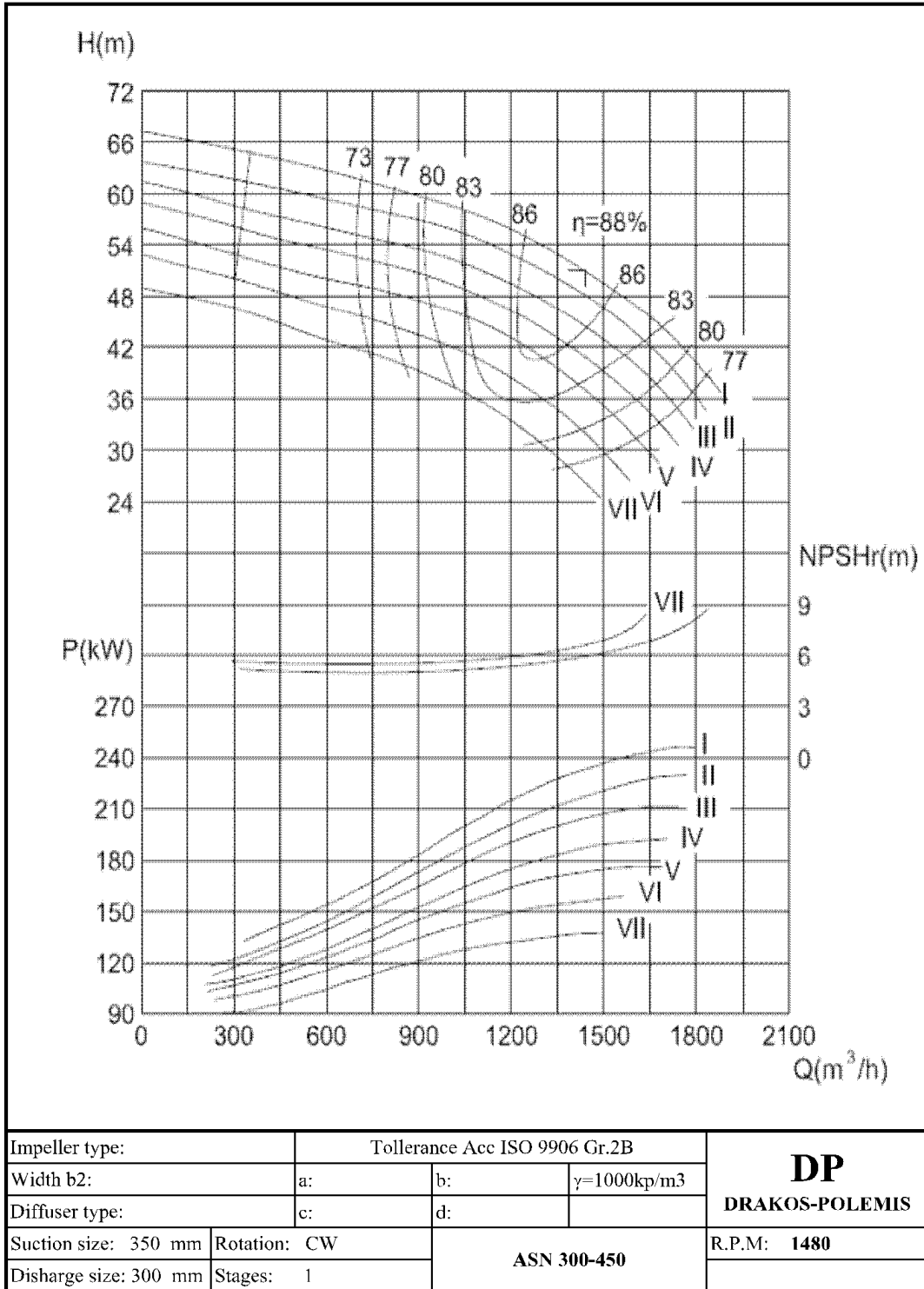
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.3 : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΡΟΥΣ ΤΙΜΩΝ (H-Q)

Selection Charts 50 HZ

N=1450rpm

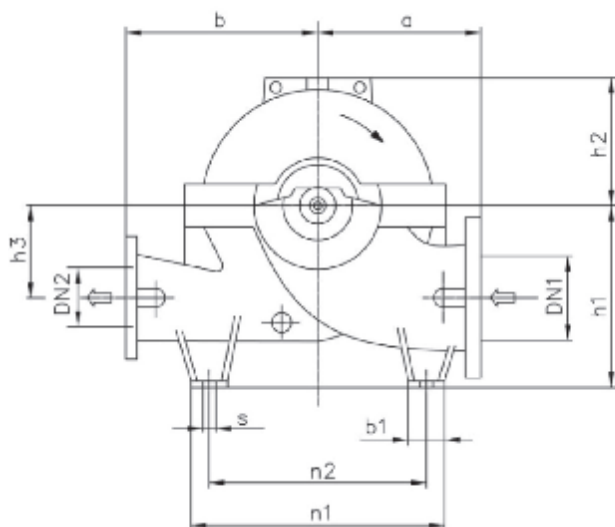


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11.4: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΝΤΛΙΑΣ

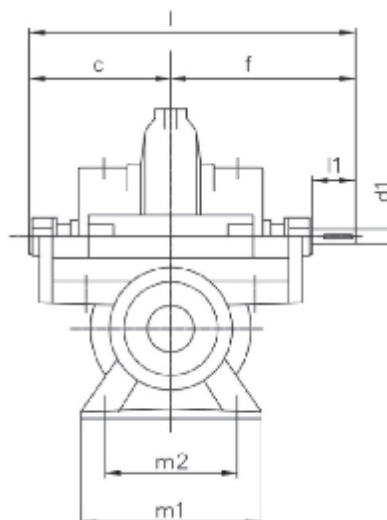


ΟΠΟΥ: P(KW) : ΙΣΧΥΣ
 η(%) : ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ
 Q (m³/h) : ΠΑΡΟΧΗ
 H (m) : ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ASN 300-450



Σχήμα 1: Οριζόντια τομή



Σχήμα 2: Κάθετη τομή

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ

ASN 300-450	DN1 (mm)	DN2 (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	f (mm)	l (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)
	400	300	650	550	515	730	1245	670	350
	h3 (mm)	n1 (mm)	n2 (mm)	bl (mm)	s (mm)	m1 (mm)	m2 (mm)	d1 (mm)	l1 (mm)
	365	800	700	100	22	600	520	75	160
	Weight (kg)								
	1400								

(πηγή στοιχείων: DRAKOS-POLEMIS)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα κόστη αγοράς των παραπάνω αντλητικών εγκαταστάσεων, ενώ θα γίνει εκτίμηση κόστους και για το λοιπό εξοπλισμό, (κτιριακές εγκαταστάσεις, ηλεκτρολογικοί πίνακες κτλ), όπως αυτός απαιτείται για την ορθή λειτουργία ενός αντλιοστασίου.

Αρχικά, για την λειτουργία αντλιών σε παράλληλη διάταξη, θα χρειαστούμε τέσσερις αντλίες τύπου ASN 250-610 (3+1 εφεδρική), ενώ για τις αντλίες σε σειρά έξι αντλίες τύπου ASN 300-450 (4+2 εφεδρικές). Τα κόστη των παραπάνω αντλιών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.1: ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

A/A	Τεμ	ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	Q (m ³ /h)	H (m)	eff (%)	Pabs (kw)	Pmot (kw)	N (rpm)	ΤΙΜΗ ΣΥΓΓ/ΤΟΣ (€/Τεμ)
1	4	ASN 250-610	840	87	82	243	315	1450	25.000
2	6	ASN 300-450	1260	44	85	178	250	1450	23.000

(πηγή κόστους: **DRAKOS-POLEMIS**)

Το επόμενο κεφάλαιο κόστους, μετά και την προμήθεια των συγκροτημάτων, είναι η δημιουργία των απαιτούμενων κτιριακών εγκαταστάσεων – αντλιοστασίων, προκειμένου να τοποθετηθούν οι αντλίες, καθώς και ο συμπληρωματικός ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός για την ορθή τους λειτουργία. Στα παρακάτω σχέδια φαίνονται οι απαιτήσεις σε χώρο αναλόγως της διάταξης (Σχέδιο 12.1 και 12.2).

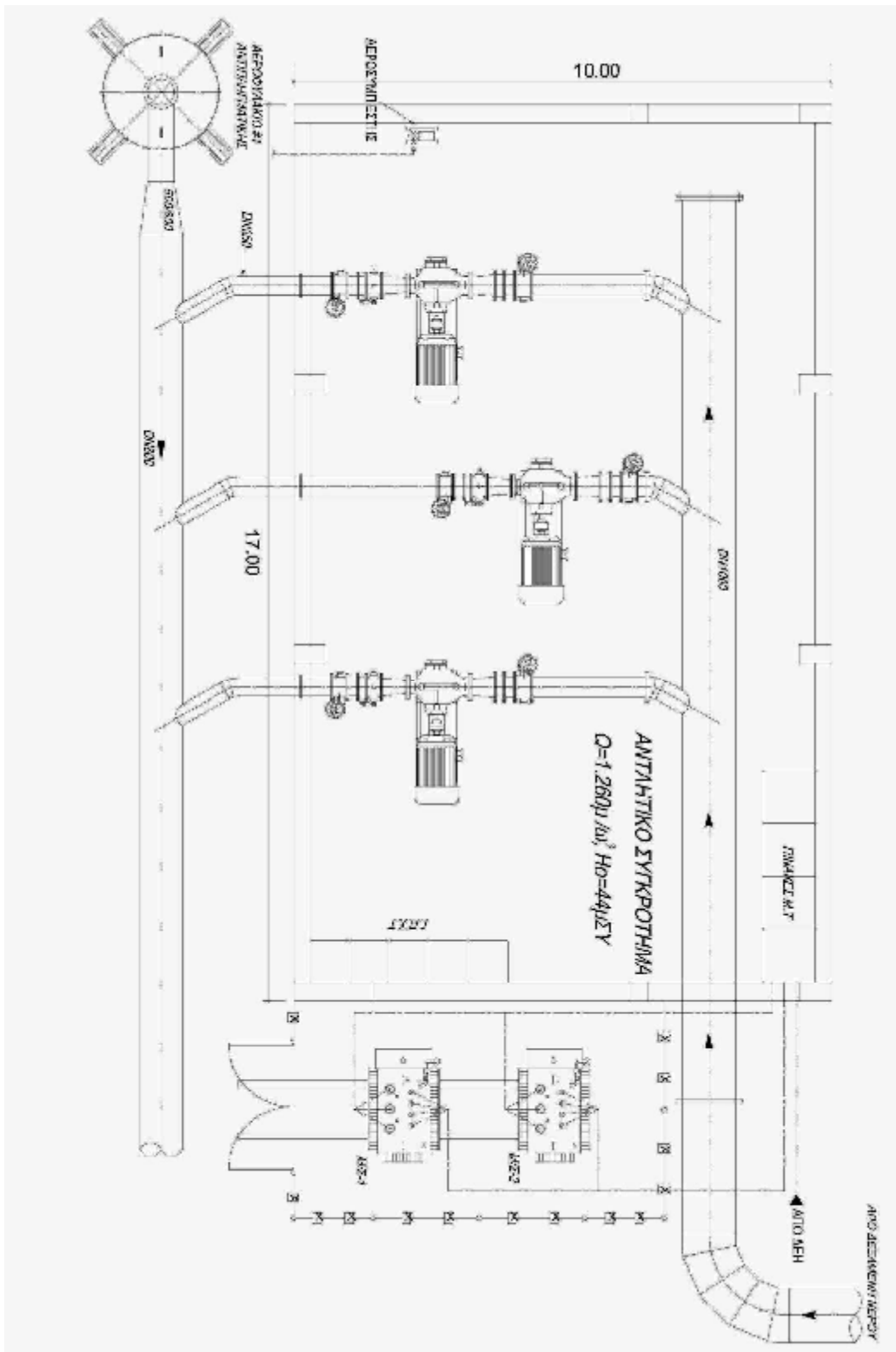
Το κόστος στην περίπτωση τοποθέτησης αντλιών σε παράλληλη διάταξη περιορίζεται στην ανέγερση ενός αντλιοστασίου, περίπου εκτάσεως 207,50 τμ., σύμφωνα με το χώρο που καταλαμβάνουν στο υπάρχον Αντλιοστάσιο Μεταφοράς Νερού του Διυλιστηρίου (ανάγκη τοποθέτησης 4 αντλιών).

Αντιθέτως, στην περίπτωση που οι αντλίες τοποθετηθούν σε σειρά, λόγω της διάταξης τους, οι απαιτήσεις διπλασιάζονται. Στην περίπτωση αυτή θα χρειαστεί να κατασκευαστούν δυο όμοια αντλιοστάσια, εμβαδού ~170,00 τμ. (πρόβλεψη για ανάγκη τοποθέτησης 3 αντλιών).

Το κόστος εκκίνησης για την ανέγερση ενός βιομηχανικού κτιρίου ανέρχεται σε 280€/τ.μ. (πηγή πληροφορίας: απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ ΠΟΛ.1067/3.4.2008)

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2: ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

A/A	ΤΥΠΟΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤ.	ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€/τ.μ)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ (τ.μ)	ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ (€)
1	ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ	1	280	207,50	58.100
2	ΣΕ ΣΕΙΡΑ	2	280	340,00	95.200



ΣΧΕΔΙΟ 12.2 : ΚΤΙΡΙΑΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

Εκτός του κόστους των κτιριακών εγκαταστάσεων, γίνεται αντιληπτό ότι και ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός με τον οποίο θα εφοδιαστούν, ώστε να λειτουργήσουν τα αντλιοστάσια με αντλίες σε σειρά, διπλασιάζεται.

Επιγραμματικά τα κυριότερα τμήματα του εξοπλισμού που απαιτούνται για την λειτουργία ενός αντλιοστασίου είναι:

- **Ηλεκτρολογικός πίνακας διανομής, εκκινήσεως και λειτουργίας των αντλιών (χαμηλής τάσης) :**

Κόστος 54.000€πίνακα
(πηγή: SELLER ΕΛΛΑΣ Α.Ε)

- **Γενικός πίνακας Μέσης Τάσης 20KV**

Κόστος 19.200€πίνακα
(πηγή: ΗΛ.ΒΙΟ.ΚΑΤ)

- **Μετασχηματιστές**

Οι μετασχηματιστές τοποθετούνται κοντά στο αντλιοστάσιο, είναι ελαιόψυκτοι, υπαίθριου τύπου, κατάλληλοι για συνεχή λειτουργία στο πλήρες φορτίο τους και χαμηλών απωλειών. Οι μετασχηματιστές τοποθετούνται σε χωριστό περιφραγμένο υπαίθριο χώρο δίπλα από το αντλιοστάσιο.

Η εγκατεστημένη ισχύς του αντλιοστασίου, με παράλληλη διάταξη αντλιών είναι 1260kW. Για αυτό και απαιτούνται δυο μετασχηματιστές 1000kVA έκαστος.

Κόστος μετασχηματιστή : 24.500€μετασχηματιστή
(πηγή: V-POWER)

Η εγκατεστημένη ισχύς του αντλιοστασίου, με κατά σειρά αντλίες είναι 750 KW. Για αυτό και απαιτούνται δυο μετασχηματιστές 800kVA έκαστος.

Κόστος μετασχηματιστή : 15.000€μετασχηματιστή
(πηγή: V-POWER)

- **Γερανογέφυρα**

Για την εγκατάσταση των αντλητικών συγκροτημάτων, του λοιπού εξοπλισμού αλλά και για την μετέπειτα συντήρηση προβλέπεται στο αντλιοστάσιο ηλεκτροκίνητη γερανογέφυρα 5 τόνων.

Κόστος γερανογέφυρας : 2.500€γερανογέφυρα
(πηγή: 2Π-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ)

Αξίζει να σημειωθεί ότι η απαίτηση σε αεροφυλάκια αντιπληγματικής προστασίας, ως απαραίτητος μηχανολογικός εξοπλισμός ενός αντλιοστασίου. Σε περιπτώσεις στάσης όλων των αντλητικών συγκροτημάτων, λόγω διακοπής του ηλεκτρικού ρεύματος από τη ΔΕΗ, η προστασία του καταθλιπτικού αγωγού από το υδραυλικό πλήγμα που δέχεται, γίνεται με την τοποθέτηση αεροφυλακίων ακριβώς έξω από το αντλιοστάσιο, κοντά στα αντλητικά συγκροτήματα. Ο λόγος είναι πως με τη διακοπή ηλεκτρικής τροφοδοτήσεως των ηλεκτροκινήτων οι αντλίες δεν σταματούν, αλλά ανάλογα με το μέγεθος της ροπής αδρανείας των αντλητικών συγκροτημάτων, συνεχίζουν να περιστρέφονται και να διοχετεύουν νερό στην κατάθλιψη. Η παροχή αυτή είναι ανεπαρκής, ώστε να καλύψει την αδράνεια της κινούμενης μάζας νερού και έτσι αμέσως μετά τη διακοπή δημιουργείται

πρώτα το φαινόμενο της υποπίεσεως. Στη συνέχεια η ροή του νερού αντιστρέφεται και εμφανίζεται το φαινόμενο της υπερπίεσεως στο αντλιοστάσιο.

Στην παράλληλη διάταξη επειδή το μανομετρικό ύψος που καλείται το αντλητικό συγκρότημα να εξυπηρετήσει είναι διπλάσιο από αυτό της κατά σειράς, στην πρώτη περίπτωση έχουν τοποθετηθεί δυο αεροφυλάκια, ενώ στην δεύτερη, επειδή το μανομετρικό μοιράζεται, τοποθετείται ένα έξω από κάθε αντλιοστάσιο. Το κόστος όμως παραμένει ίδιο και στις δυο περιπτώσεις αφού ο αριθμός αεροφυλακίων δεν αλλάζει.

**Κόστος αεροφυλακίων : 22.400€αεροφυλάκιο
(πηγή: ΤΕΚ)**

Συγκεντρωτικά των παραπάνω παρουσιάζονται οι παρακάτω πίνακες όπου φαίνεται το συνολικό κόστος για κάθε μία επιλογή:

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.3
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΕΜΒΑΔΟΝ (τ.μ)	ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (€)	ΚΟΣΤΟΣ (€)
1	ΑΝΤΛΙΕΣ	4	-	25.000	100.000
2	ΚΤΙΡΙΑΚΑ	-	207,50	280	58.100
3	Γ.Π.Χ.Τ	1	-	54.000	54.000
4	Μ.Τ 20KV	1	-	19.200	19.200
5	ΜΕΤΑΣΧ. 1000KV	2	-	24.500	49.000
6	ΓΕΑΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑ	1	-	2.500	2.500
7	ΑΕΡΟΦΥΛΑΚΙΑ	2	-	22.400	44.800
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ 1					327.600

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.4
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ ΣΕ ΣΕΙΡΑ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

Α/Α	ΕΙΔΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΕΜΒΑΔΟΝ (τ.μ)	ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (€)	ΚΟΣΤΟΣ (€)
1	ΑΝΤΛΙΕΣ	6	-	23.000	138.000
2	ΚΤΙΡΙΑΚΑ	-	340,00	280	95.200
3	Γ.Π.Χ.Τ	2	-	54.000	108.000
4	Μ.Τ 20KV	2	-	19.200	38.400
5	ΜΕΤΑΣΧ. 800KV	4	-	15.000	60.000
6	ΓΕΑΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑ	2	-	2.500	5.000
7	ΑΕΡΟΦΥΛΑΚΙΑ	2	-	22.400	44.800
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ 2					489.400
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ 1					327.600
ΔΙΑΦΟΡΑ					161.800

Με βάση τους παραπάνω πίνακες προκύπτει πιο ακριβής η λύση της τοποθέτησης των αντλιών σε σειρά, με την απαίτηση σε δημιουργία δυο αντλιοστασίων, κατά 161.800€. Μακροπρόθεσμα και τα έξοδα για την συντήρηση δυο αντλιοστασίων, σε σχέση με το ένα, θα είναι περισσότερα, γεγονός που ενισχύει την λύση τοποθέτησης αντλιών σε σειρά οικονομικά ασύμφορη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Τα φράγματα είναι έργα ιδιόμορφα, γιατί δεν είναι δυνατό να τυποποιηθούν και να εφαρμόζονται επανειλημμένα. Για αυτό είναι έργα δαπανηρά. Παρουσιάζουν όμως μακροπρόθεσμα μεγάλα οικονομικά οφέλη και για το λόγο αυτό επιδιώκεται η κατασκευή τους.

Κάθε φράγμα έχει τη δική του λειτουργία, τους δικούς του φυσικούς παράγοντες και το δικό του φυσικό περιβάλλον.

Η κατασκευή ενός φράγματος, ανάλογα με το σκοπό που πρόκειται να εξυπηρετήσει, μελετάται και βρίσκει τόσο ο καλύτερος τύπος του, όσο και οι απαιτούμενες διαστάσεις του.

Πάντοτε σε τέτοιας μεγάλης κλίμακας έργα γίνεται οικονομοτεχνική μελέτη. Η κάθε λύση παρουσιάζεται ως προς την καταλληλότητά της, αλλά και το κόστος της. Έτσι μπορεί να προκύψουν πολλές λύσεις κατασκευής, η κάθε μια με τα στοιχεία που την συνοδεύουν. Έπειτα από την μεταξύ τους σύγκριση, όπως και παρουσιάστηκε στα κεφάλαια 11 και 12, προτιμάται η λύση που ικανοποιεί την κατασκευή, την μετέπειτα λειτουργία της και είναι οικονομικά συμφέρουσα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Δ.Ε.Η** ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΣΤΕΝΟΥ – ΚΑΛΑΚΡΙΤΟΥ.
- **U.S Bureau of reclamation:** DAMS CONTROL WORKS, 1954.
- **U.S Bureau of reclamation:** DESIGN OF SMALL DAMS, 1974
- **U.S Bureau of reclamation:** GRAVITY DAMS, 1955.
- **U.S Bureau of reclamation:** ARCH DAMS, 1955
- **U.S Bureau of reclamation:** EARTH DAMS, 1957.
- Υδραυλική μελέτη Φράγματος Γαδουρά Γραφείο Μαχαιρά Α.Ε
- Μελέτη Υδραυλικού σχεδιασμού Φράγματος ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ Α.Ε
- Τεχνικές προδιαγραφές έργων αγωγού μεταφοράς Φράγματος Γαδουρά
- **Electrowatt A.G.** ΜΕΛΕΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΕΟΔΕΡΛΙ, Αρχείο ΔΕΚΕ Λάρισας , 1973.
- **Electrowatt A.G.** ΜΕΛΕΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΕΟΔΕΡΛΙ, Αρχείο ΔΕΚΕ Λάρισας, 1977.
- **Mistry of transport and Water of Holland.** INTRODUCTION TO THE DELTA WORKS, The Delta Project, The Haringvliet Project.
- **Bradley – Peterka.** THE HYDRAULIC DESIGN OF STILLING BASINS, A.S.C.E. Power Division, Vol. 83, 1953.
- **Elevatorski E.A.** TRAJECTORY BUCKET – TYPE ENERGY DISIPATORS, A.S.C.E. Power Division, Vol. 84, 1957.
- **Latham G.R.** PENSTOCK DESIGN AND CONSTRUCTION, A.S.C.E Power Division, Vol. 83, 1957
- **Pirok J.N.** SOME PROBLEMS OF PENSTOCK BUILDER, A.S.C.E. Power Division, Vol. 83, 1957.
- **Richardson J.T.** ARCH DAMS : STRESS STUDIES FOR ROSS AND DIABLO DAMS, A.S.C.E. Power Division, Vol. 83 1957.
- **Veltrop – Wengler.** DESIGN OF KARADJ DAM, A.S.C.E. Power Division, Vol. 90 1964.
- **Biswas A.K.** HYDREULIC DEVELOPMENTS IN THE SCOTTISH HIGHLANDS A.S.C.E. Power Division, Vol. 91 1965.
- **Schwaminathen K.V.** DEVELOPMENT OF ARCH ACTION IN ARCH DAMS A.S.C.E. Power Division, Vol. 91 1966.
- **Biswas A.K.** HYDREULIC DEVELOPMENTS IN INDIA, A.S.C.E. Power Division, Vol. 92, 1966.
- **Parne A.L.** ARCH DAM LAY OUT FACILITATED BY THE USE OF COMPUTER, A.S.C.E. Power Division, Vol.93, 1967.
- **Brown F.S.** DAM SEFATY, A.S.C.E. Power Division, Vol.93, 1967.
- **Mullarkey J.M.** THE PELTON HYDROELECTRIC DEVELOPMENT, A.S.C.E. Power Division, Vol.84, 1958.
- **Parmakian J.** WATER HAMMER DESIGN CRITERIA, A.S.C.E. Power Division, Vol.83, 1957.
- **Glover R.E.** ARCH DAMS: REVIEW OF EXPERIENCE, A.S.C.E. Power Division, Vol.83, 1957.
- **Mundal T.** ROCKFILL DAMS: BROWNLEE SLOPING CORE DAMS, A.S.C.E. Power Division, Vol. 84, 1958.
- **Loyd-Moore-Gelfs.** CHERRY VALLEY CENTRAL CORE DAM. ROCKFILL DAM, A.S.C.E. Power Division, Vol. 84, 1958.
- **Mundal T.** BROWNLEE SLOPING CORE DAM, A.S.C.E. Power Division, Vol. 84, 1958.
- **Steel-Cooke.** SALT SPRINGS AND LOWER BEAR RIVER CONCRETE FACE DAMS, A.S.C.E. Power Division, Vol. 84, 1958.

- **Growdon J.P.** DAMS WITH SLOPING EARTH CORES, A.S.C.E. Power Division, Vol. 84, 1958.
- **Cooke J.P.**, WISHON AND COURTRIGHT CONCRETE FACE DAMS, A.S.C.E. Power Division, Vol. 84, 1958.
- **Fernandes-Loiveira –Ports.**THE PARADELA CONCRETE FACE DAM, A.S.C.E. Power Division, Vol.84, 1958.
- **Rheingans W.J.** USE OF T-1 STEEL FOR OAHE SPIRAL CASES, A.S.C.E. Power Division, Vol. 88, 1962.
- **Monahan C.J.** JOHN DAY DAM: FOUNDATION INVESTIGATION, A.S.C.E. Power Division, Vol.88, 1965.
- **Boyle –Barrows.** THE LEMONO No 1 ROCKFILL DAM, A.S.C.E. Power Division, Vol. 85 1959.
- **Geuse A.B.** BOX CANYON HYDROELECTRIC PROJECT, A.S.C.E. Power Division, Vol.84, 1958.
- **Harza-Erdbroke,** DESIGN OF KARADJ HYDROELECTRIC PROJECT, A.S.C.E. Power Division, Vol.86, 1960.
- **Cooke J.B.** THE HASS HYDROELECTRIC PROJECT, A.S.C.E. Power Division, Vol. 84, 1958
- Τεχνικές προδιαγραφές Η/Μ εγκαταστάσεων φράγματος