

ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ
ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΑΛΑΚΑΣ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΜΗΛΟΥ

Αθήνα, Απρίλιος 2010

A/A	ΕΚΔΟΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ	Υ.Ε.	A/A	ΕΚΔΟΣΗ	ΗΜ/ΝΙΑ	Υ.Ε.
1	A	Μάρτιος 2010					

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά στην κατασκευή δικτύων μεταφοράς ποσίμου νερού.

Η σύνταξη της μελέτης έγινε σύμφωνα με την TOTEE 2411/86, λαμβάνοντας υπόψη και τα βοηθήματα:

- α) Οικιακές Εγκαταστάσεις Υγιεινής K. Schulz
- β) Κανονισμός Εσωτερικών Υδραυλικών Εγκαταστάσεων
- γ) Κανονισμός Λειτουργίας Δικτύου Υδρεύσεως ΕΥΔΑΠ
- γ) Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Η επιλογή διατομών στους σωλήνες γίνεται σε κάθε τμήμα του δικτύου θεωρώντας ότι:

- α) Οι παροχές στα τμήματα που καταλήγουν σε υδραυλικούς υποδοχείς καθορίζονται από τον τύπο των υποδοχέων βάσει της TOTEE.
- β) Οι παροχές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.
- γ) Λόγω ετεροχρονισμού στην λειτουργία των υποδοχέων, υπολογίζεται η παροχή αιχμής, από την θεωρητική παροχή και την καμπύλη ετεροχρονισμού. Αυτή, έχει την μορφή:

$$Q_s = a \times (\sum Q_r)^b + c$$

όπου Q_s η παροχή αιχμής, Q_r η κανονική παροχή και a, b, c συντελεστές που εξαρτώνται από το είδος του κτιρίου, καθώς και από την τιμή $\sum Q_r$, σύμφωνα με την TOTEE.

Οι σχέσεις στις οποίες βασίζονται οι υπολογισμοί είναι οι ακόλουθες:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \quad (\text{εξίσωση συνέχειας})$$

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (\text{εξίσωση Darcy})$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{εξίσωση Colebrook})$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (\text{αριθμός Reynolds})$$

όπου:

Q: Παροχή σε m³/h

D: Εσωτερική διάμετρος σε m

V: Μέση ταχύτητα σε m/s
 J: Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m
 Δh: Απώλειες πίεσης σε m
 L: Μήκος αγωγού σε m
 λ: Συντελεστής τριβής
 k: Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm
 Re: Αριθμός Reynolds
 ν: Ιξώδες νερού σε m²/sec

ε) Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, ταυ, κρουνοί κλπ.) κάθε τμήματος του δικτύου υπολογίζονται με την σχέση:

$$J = \frac{1}{2} \sum \rho V^2$$

όπου:

Σζ: Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου
 ρ: Πυκνότητα νερού

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

Το έργο αφορά στην εγκατάσταση καταθλιπτικών και βαρυτικών αγωγών μεταφοράς πόσιμου νερού για την υδροδότηση της περιοχής Χάλακας της νήσου Μήλου. Συγκεκριμένα ο Δήμος Μήλου θα κατασκευάσει δίκτυο ύδρευσης από την διακλάδωση Χειβαδόλιμνη έως την περιοχή Αμμουδαράκι, συνολικής παροχής 360 κυβικά/ ημέρα.

Σημειώνεται ότι με το από 11/01/2010 έγγραφό της η εταιρεία AXSITE A.E. Αγροτική Τουριστική ενημέρωσε το Δήμο Μήλου ότι προσφέρεται να αναλάβει εξ ολοκλήρου το κόστος κατασκευής της επέκτασης του δικτύου ύδρευσης από την διακλάδωση Χειβαδόλιμνη έως την ιδιοκτησία της στο Αμμουδαράκι. Το Δημοτικό Συμβούλιο Μήλου με την υπ. αρ. 53/2010 απόφασή του έκανε αποδεκτό με κατάλληλο διακανονισμό το παραπάνω αίτημα της εταιρείας AXSITE και της το ανακοίνωσε με το υπ. αρ. 1192/29-3-2010 έγγραφο του Δήμου Μήλου.

Για την υλοποίηση του παραπάνω έργου, θα κατασκευαστεί μια δεξαμενή πλήρωσης 10 κυβικών τροφοδοτούμενη από το υφιστάμενο δίκτυο του Προβατά σε υψόμετρο + 23 m, ενώ επίσης θα κατασκευαστεί και μια δεύτερη δεξαμενή μεταπροώθησης 10 κυβικών σε υψόμετρο +195,5 m, εδραιωμένη σε κατάλληλα διαμορφωμένη βάση στήριξης.

Το δίκτυο υδροδότησης θα τοποθετηθεί εντός επιφανειακού ορύγματος παράλληλα με το υφιστάμενο οδικό δίκτυο.

Έτσι το συνολικό δίκτυο χαρακτηρίζεται από δύο τμήματα.

- Το καταθλιπτικό τμήμα δικτύου και αφορά το δίκτυο από την δεξαμενή στην διακλάδωση Χειβαδόλιμνη που βρίσκεται σε υψόμετρο +23 m, μέχρι το υψόμετρο +195,5 m όπου θα κατασκευαστεί και η δεξαμενή μεταπρώθησης , τμήμα ΑΒ
- Το βαρυτικό τμήμα δικτύου και αφορά το δίκτυο από το υψόμετρο +195,5 m μέχρι την τελική θέση κατασκευής της δεξαμενής υδροδότησης των εγκαταστάσεων της εταιρείας σε υψόμετρο +164 m, τμήμα ΒΓ

Η συνολική μέγιστη παροχή του διακινούμενου νερού θα είναι 15m³/h το οποίο καλύπτει τις ανάγκες υδροδότησης των εγκαταστάσεων της εταιρείας καθώς και της ευρύτερης περιοχής.

Όλοι οι χρησιμοποιούμενοι αγωγοί θα είναι από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας 3ης γενιάς, PE100.

Για τον προσδιορισμό της βέλτιστης διατομής των αγωγών διερευνήθηκαν διαφορές εναλλακτικές λύσεις. Σε επόμενη παράγραφο περιγράφονται αναλυτικά οι υπολογισμοί πτώσεων πίεσης και μανομετρικών για την λύση που τελικά ελέχθη.

Η λύση που προτείνεται προβλέπει την εγκατάσταση:

- Δυο παράλληλων αγωγών Φ110, PN20 μήκους 4000 m τμήμα ΑΒ
- Δυο παράλληλων αγωγών Φ110, PN10 μήκους 9000 m τμήμα ΒΓ

Στο σημείο Β όπου γίνεται η αλλαγή του αγωγού, δηλαδή μετά την διέλευση των 4000 m, το υψόμετρο είναι +195,5 m και η εσωτερική πίεση του αγωγού έχει μειωθεί στα 10 bar λαμβάνοντας υπ όψιν και τις γραμμικές απώλειες του τμήματος αυτού.

Λόγω των ανωτέρω επιλέχθηκε η αλλαγή της ονομαστικής πίεση του σωλήνα (PN), ενώ η εσωτερική διατομή του παραμένει σταθερή.

4. Υπολογισμοί Σωληνώσεων Υδραυλικής Εγκατάστασης (γραμμικές απώλειες)

4.1 Καταθλιπτικό τμήμα ΑΒ

Ο υπολογισμός του δικτύου αφορά την διαδρομή του αγωγού από την δεξαμενή της που βρίσκεται σε υψόμετρο + 23 m, μέχρι το δυσμενέστερο σημείο υπολογισμού του δικτύου που είναι σε υψόμετρο +195,5 m, όπου θα κατασκευαστεί και η δεξαμενή μεταπρώθησης του νερού. Θεωρούμε ότι ο αγωγός θα έχει παροχή ½ της συνολικής παροχής δηλαδή 7,5 m³/h =2,1 l/s

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα m	Παροχή Αιχμής l/s	Είδος Σωλήνα	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβή Σωλήνων mYΣ
A-B	4000	2.100	PN20	110	0.4	10

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει ότι οι ολικές γραμμικές απώλειες 10 mYΣ

Οι τριβές λόγω τοπικών εξαρτημάτων υπολογίζονται με τα παρακάτω δεδομένα και είναι 0,06 mΥΣ

Εντοπισμένες Αντιστάσεις	0,06	TEM	ζ
ΚΑΜΠΥΛΗ 90°	0,005	2	0,30
ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΒΑΛΒΙΔΑ	0,012	1	1,50
ΣΤΟΜΙΟ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ (από δεξαμενή με οξείες ακμές)	0,004	1	0,50
ΛΗΨΗ ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ (Κρουνός)	0,039	0	5,00

Άρα οι συνολικές απώλειες του σωλήνα είναι 10,6 ΜΥΣ και με συντελεστής προσαύξησης 10% υπολογίζεται σε 12ΜΥΣ

4.1.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει ότι το απαιτούμενο μανομετρικό είναι:

$$H_f = H_g + H_a + H_{ek} \Rightarrow H_f = 172,5 + 10,6 + 10 = 193,1 \text{ ΜΥΣ}$$

Όπου :

H_f :μανομετρικό ύψος

H_g :γεωμετρικό ύψος που λαμβάνεται 172,5ΜΥΣ

H_a :ολικές απώλειες

H_{ek} : πίεση εκροής που λαμβάνεται 10 ΜΥΣ.

4.1.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

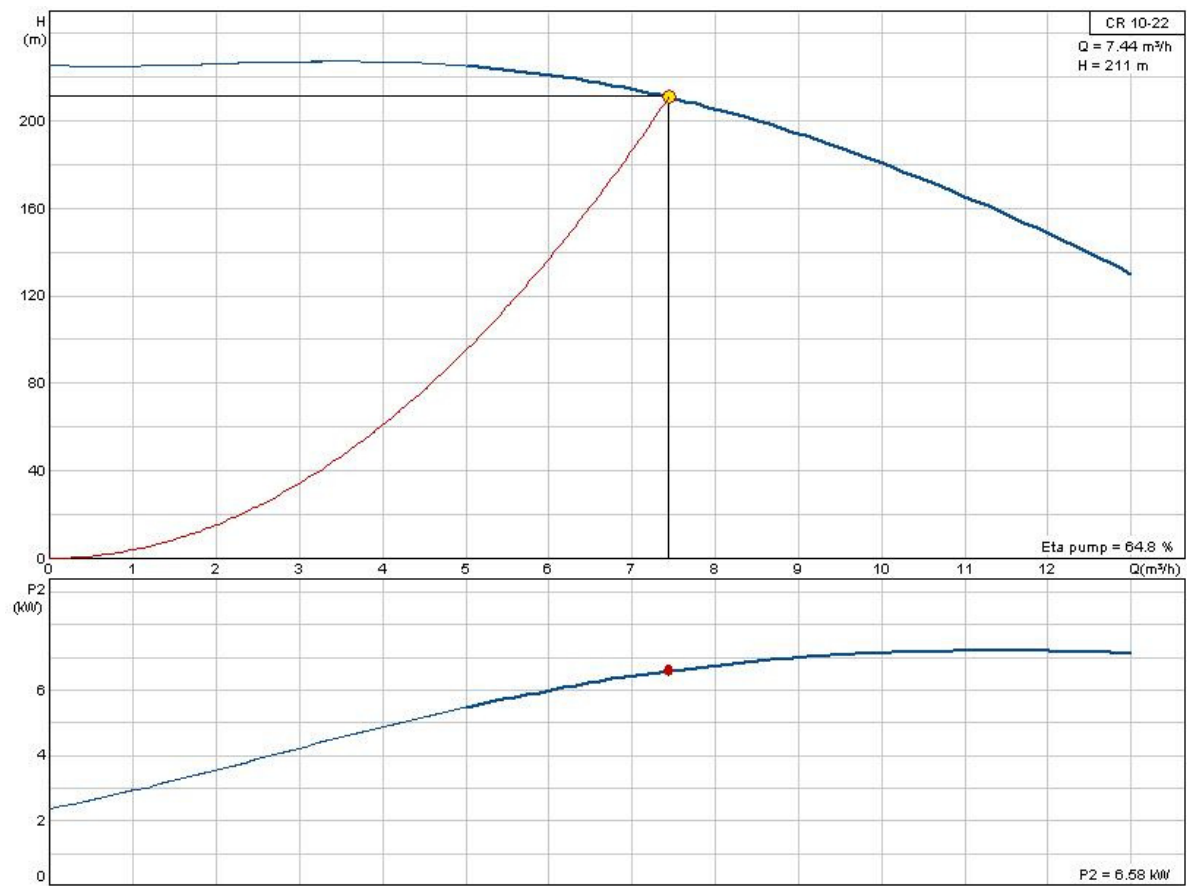
Επιλέγεται η εγκατάσταση δυο (2) όμοιων ανοξείδωτων πολυβάθμιων φυγοκεντρικών αντλιών τύπου Grundfos CR 10-22 ώστε να καλύπτεται η παροχή αιχμής και παράλληλα να υπάρχει εφεδρεία σε περίπτωση βλάβης/τακτικής συντήρησης μίας εκ' των δύο αντλιών.

Η διακινούμενη παροχή για την λειτουργία καθημίας αντλίας θα είναι 7,5 m³/h. Σε περιόδους ιδιαίτερα αυξημένης ζήτησης θα υπάρχει η δυνατότητα παράλληλης λειτουργίας των δύο αντλιών με συνολική παροχή 15m³/h. Η παραπάνω περιγραφόμενη αντλία έχει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά :

LIQUID:	
Liquid temperature range:	-20 .. 120 °C

Technical:	
Speed for pump data:	2919 rpm
Rated flow:	10 m ³ /h
Rated head:	181 m
Materials:	
Pump housing:	Cast iron
Impeller:	Stainless steel 304 AISI
Installation:	
Maximum ambient temperature:	60 °C
Max pressure at stated temp:	25 / 120 bar / °C 25 / -20 bar / °C
Pipe connection:	DN 40
Pressure stage:	PN 25
Flange size for motor:	FF265
Electrical data:	
Motor type:	132SD
Efficiency class:	1
Number of poles:	2
Rated power - P2:	7.5 kW
Power (P2) required by pump:	7.5 kW
Mains frequency:	50 Hz
Rated voltage:	3 x 380-415 D V
Rated current:	15.2 A
Starting current:	1000-1110 %
Cos phi - power factor:	0,87-0,80
Rated speed:	2900-2920 rpm
Enclosure class (IEC 34-5):	IP55
Insulation class (IEC 85):	F
Others:	
Net weight:	105 kg
Gross weight:	130 kg
Shipping volume:	0.43 m ³

Η καμπύλη λειτουργίας καθώς και το σημείο λειτουργίας της επιλεγμένης αντλίας φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



4.2.Βαρυτικό τμήμα ΒΓ

Ο υπολογισμός του δικτύου αφορά την διαδρομή του αγωγού από την δεξαμενή μεταπρώθησης που βρίσκεται σε υψόμετρο +195,5 m, μέχρι την δυσμενέστερο σημείο υπολογισμού του δικτύου το οποίο είναι σε υψόμετρο +164 m όπου θα κατασκευαστεί και η δεξαμενή υδροδότησης των εγκαταστάσεων της εταιρείας. Θεωρούμε ότι ο αγωγός θα έχει παροχή $\frac{1}{2}$ της συνολικής παροχής δηλαδή $7,5 \text{ m}^3/\text{h} = 2,1 \text{ l/s}$

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα m	Παροχή Αιχμής l/s	Είδος Σωλήνα	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβή Σωλήνων MYΣ
B-Γ	9000	2.100	PN10	110	0.3	11

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει ότι οι ολικές γραμμικές απώλειες 11mΥΣ

Οι τριβές λόγω τοπικών εξαρτημάτων υπολογίζονται με τα παρακάτω δεδομένα και είναι 0,06 mΥΣ

Εντοπισμένες Αντιστάσεις	0,06	TEM	ζ
ΚΑΜΠΥΛΗ 90°	0,005	2	0,30
ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΒΑΛΒΙΔΑ	0,012	1	1,50
ΣΤΟΜΙΟ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ (από δεξαμενή με οξείες ακμές)	0,004	1	0,50
ΛΗΨΗ ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ (Κρουνός)	0,039	0	5,00

Άρα οι συνολικές απώλειες του σωλήνα είναι 11,1MYΣ και με συντελεστής προσαύξησης 10% υπολογίζεται σε 12,5MYΣ .

Από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει ότι το απαιτούμενο μανομετρικό είναι:

$$H_f = H_a + H_{εκ} \Rightarrow H_f = 11,1 + 10 = 22,1 \text{ MYΣ}$$

Όπου :

H_f :μανομετρικό ύψος

H_a :ολικές απώλειες

$H_{εκ}$: πίεση εκροής που λαμβάνεται 10 MYΣ

Το οποίο υπερκαλύπτεται από το γεωμετρικό ύψος H_g που λαμβάνεται $+31,5\text{MYΣ}$

5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Το δίκτυο μεταφοράς νερού θα αποτελείται από έναν πλαστικό σωλήνα πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς PE100 - PN 10 και PN 20.

Ο σωλήνας νερού θα είναι διαμέτρου $\Phi 110$ σε όλο το μήκος του αγωγού.

Ο σωλήνας θα οδεύσει εξολοκλήρου υπόγεια σύμφωνα με το σχέδιο που συνοδεύει τη μελέτη.

Η κατανομή των τμημάτων του αγωγού είναι η εξής:

- Τμήμα (Α-Β) 4000 m: PE100 - PN 20
- Τμήμα (Β-Γ) 9000 m: PE100 - PN 10

Έτσι ο συνολικός αγωγός που θα χρησιμοποιηθεί καθώς και το όρυγμα που θα κατασκευαστεί θα έχει συνολικό μήκος 13000 m.

6. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΑΠΟ ΡΕ

Το υπόγειο δίκτυο σωλήνων θα κατασκευαστεί από εύκαμπτο σωλήνα που διατίθεται σε κουλούρες των 100m. Οι σωλήνες θα είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο τρίτης γενιάς κατά EN 12201-2 και DIN 8074-8075, σε πίεση λειτουργίας 10 και 20 bar, συμπαγούς τοιχώματος.

Οι σωλήνες θα έχουν υψηλή αντοχή σε χημική διάβρωση, μικρό βάρος και μεγάλη ευκαμψία ώστε να διακινούνται και να τοποθετούνται εύκολα και γρήγορα, αντοχή σε εδαφικές μετακινήσεις και σε κρούση (ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες), μηχανική αντοχή σε υπερκείμενα φορτία, αντοχή στη γήρανση από ηλιακή ακτινοβολία και απόλυτη στεγανότητα στα σημεία σύνδεσης (μηδενικές διαρροές).

Οι συνδέσεις των σωλήνων μεταξύ τους θα γίνουν με αυτογενή θερμική συγκόλληση μετωπική (butt welding) ή και ηλεκτροσύντηξη (electrofusion welding) με ηλεκτρομούφες, σύμφωνα με τους κανονισμούς prEN 12201-2 και CEN.

Ο Μελετητής

Dr.-Ing. A. Υφαντής