
ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΑΝΟΡΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΝΕΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΣΤΙΣ Τ.Κ. ΠΑΛΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ ΚΑΙ Τ.Κ.
ΒΑΛΤΕΡΟΥ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2019

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
 ΝΟΜΟΣ ΣΕΡΡΩΝ
 ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ
 Ταχ. δ/ση: Πλ. Μπακογιάννη 2
 Δ.Κ. Ηράκλειας, Τ.Κ. 624 00
 Πληροφορίες: Θεοδοσίου Γεώργιος
 Τηλ. 2525350105, fax: 2325350159
 e-mail: info@dimosiraklias.gr

ΕΡΓΟ: Ανόρυξη και αξιοποίηση νέων
 γεωτρήσεων ύδρευσης στις Τ.Κ.
 Παλαιοκάστρου και Τ.Κ. Βαλτερού του
 Δήμου Ηράκλειας

Αρ. Μελέτης: 22/2019

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΝΕΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Τ.Κ. ΒΑΛΤΕΡΟΥ

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1 ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΡΓΟΥ	3
1.2 Μεγεθη υπολογισμού	3
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΥ ΑΓΩΓΟΥ	5
2.1 Περιγραφή Αγωγού	5
2.2 Ταχύτητες Νερού	6
2.3 Απώλειες Τριβών	6
2.3.1 Γραμμικές Απώλειες Ενέργειας	6
2.4 Τοπικές Απώλειες Ενέργειας	7
2.5 Κλίσεις Αγωγού	7
2.6 Υδραυλικό Πλήγμα	9
2.7 Σπηλαίωση	9
2.8 Βαλβίδες	10
2.8.1 Βαλβίδες Εξαερισμού	10
2.8.2 Αντιπληγματικές Βαλβίδες	11
2.9 Μέθοδος υπολογισμού	12
3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ	13

ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πίνακας 1.1 : Πιέσεις βρασμού του νερού	9
Πίνακας 2.2 : Προτεινόμενα μεγέθη αερεξαγωγών ανάλογα με τη διάμετρο των σωληνώσεων	10
Πίνακας 2.3 : Διάμετρος μικρής οπής (σε in) βαλβίδων εξαγωγής αέρα	10

ΣΧΗΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σχήμα 1.1: ΠΕ Σερρών, Δήμος Ηράκλειας, θέση γεώτρησης	4
Σχήμα 1.1: Χάρτης Έργων Βαλτερού	5
Σχήμα 2.2: Διάγραμμα απαιτούμενης διατομής της μεγάλης οπής για εξαγωγή αέρα από τον αγωγό συναρτήσει της εσωτερικής διαμέτρου του	11
Σχήμα 2.3: Διάγραμμα απαιτούμενης διατομής για εισαγωγή αέρα συναρτήσει της μέγιστης παροχής του αγωγού	11

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΡΓΟΥ

Ο τίτλος του υπό μελέτη έργου είναι: «Αξιοποίησης νέας γεώτρησης ύδρευσης στην Τ.Κ. Βαλτερού του Δήμου Ηράκλειας – Π.Ε. Σερρών». Ειδικότερα η παρούσα Τεχνική έκθεση υδραυλικών υπολογισμών, πραγματεύεται τους υπολογισμούς για την επιλογή του κατάλληλου αντλητικού συγκροτήματος αλλά και την κατασκευή του καταθλιπτικού αγωγού μεταφοράς από την νέα γεώτρηση στον υφιστάμενο υδατόπυργο του οικισμού.

Η ΔΕΥΑ Ηράκλειας μέσα στα πλαίσια της προσπάθειας της για διατήρηση της υψηλής ποιότητας των προσφερόμενων, από αυτήν υπηρεσιών σε πόσιμο νερό στον χώρο ευθύνης της «προχώρησε» στην σύνταξη μελέτης για την αξιοποίηση της νέας γεώτρησης στην περιοχή του οικισμού Βαλτερού με απώτερο σκοπό την βελτιστοποίησης της ομαλής υδροδότησης αυτού.

Με την παρούσα μελέτη, προβλέπεται η αξιοποίηση της νέας γεώτρησης ανατολικά του οικισμού του Βαλτερού και η κατασκευή κατάλληλου αγωγού μεταφοράς του νερού στον υδατόπυργο του οικισμού.

Ειδικότερα προβλέπεται η αξιοποίηση της νέας γεώτρησης που περιλαμβάνει τα εξής:

- Προμήθεια και τοποθέτηση μιας αντλίας κατάλληλης ικανότητας,
- Προμήθεια και εγκατάσταση ενός πίνακα ισχύος και με όλες διατάξεις αυτοματισμού που απαιτούνται για την λειτουργία του αντλιοστασίου,
- Προμήθεια και εγκατάσταση μιας εγκατάστασης χλωρίωσης,
- Πλήρη σωλήνωση του αντλιοστασίου της γεώτρησης με σωλήνες PE
- Κατασκευή νέου οικίσκου γεώτρησης
- Η κατασκευή ενός αγωγού μεταφοράς συνολικού μήκους 650,00 μ. για την μεταφορά του νερού από την νέα γεώτρηση στον Υδατόπυργο του οικισμού Βαλτερού.
- Αντικατάσταση των σωληνώσεων του υδατόπυργου με σωλήνες PE DN160.
- Τοποθέτηση υδραυλικών διατάξεων μέτρησης και ελέγχου στην νέα γεώτρηση και στον υδατόπυργο.
- Προμήθεια και εγκατάσταση ενός πίνακα ισχύος υδατόπυργος για την τροφοδοσία των διατάξεων αυτοματισμού που απαιτούνται για την αυτόματη λειτουργία του αντλιοστασίου

1.2 ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Τα βασικά μεγέθη που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς είναι:

Q : Παροχή αντλιοστασίου : 80 m³/h

L : Συνολικό μήκος αγωγού : 650 m

Δh : Διαφορά υψομέτρου αντλιοστασίου - – θέση υδατόπυργου : 0 m (πεδινή περιοχή)

H : Ύψος υδατόπυργου : 20 m

h : Στάθμη άντλησης : 15 m

Η ανόρυξη της γεώτρησης θα πραγματοποιηθεί σε τμήμα του 410^α αγροτεμάχιο αναδασμού του αγροκτήματος της Τ.Κ. Βαλτερού το οποίο έχει παραχωρηθεί στον δήμο Ηράκλειας.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η θέση της υπό ανόρυξης γεώτρησης εντός των ορίων του Δήμου Ηράκλειας, στην Περιφερειακή Ενότητα Σερρών.

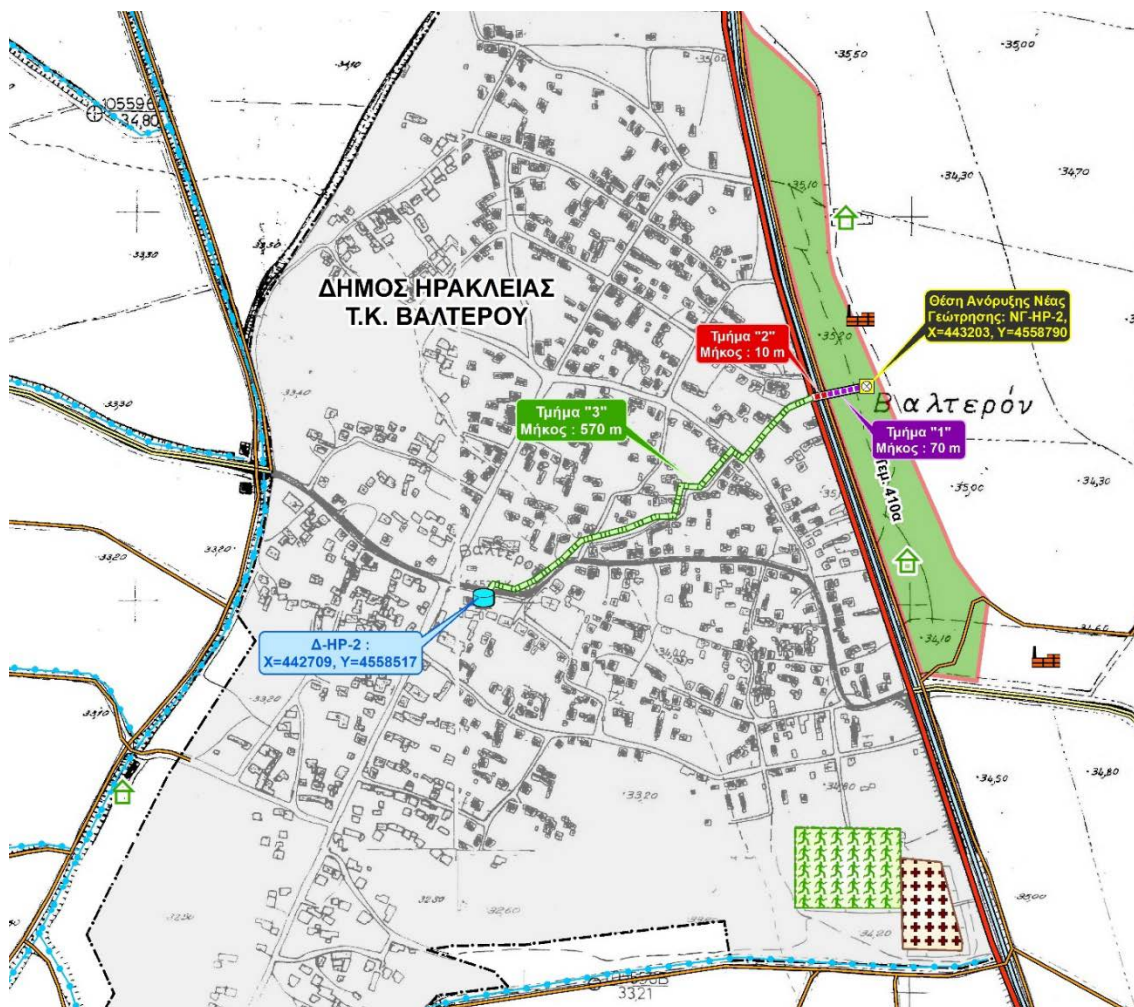


Σχήμα 1.1: ΠΕ Σερρών, Δήμος Ηράκλειας, θέση γεώτρησης

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΓΩΓΟΥ

Ο Αγωγός όπως φαίνεται και στο επισυναπτόμενο σχέδιο θα ξεκινάει από την νέα γεώτρηση και θα καταλήγει στον υφιστάμενο υδατόπυργο του οικισμού Βαλτερού που χωροθετείται περίπου στο κέντρο του οικισμού.



Σχήμα 2.1: Χάρτης Έργων Βαλτερού

Αποτελείται από τρία τμήματα:

- Πρώτο τμήμα μήκους περίπου 70 m διέρχεται εντός του οικοπέδου της γεώτρησης (χωμάτινο έδαφος) έως την αρδευτική διώρυγα που διαχωρίζει το οικόπεδο από τον οικισμό. Το έδαφος είναι γαιώδες και δεν είναι επιστρωμένο με άλλο υλικό.
- Κατόπιν το δεύτερο τμήμα του αγωγού θα διαπερνάει πάνω από την αρδευτική διώρυγα μήκους 10 m, εντός χαλύβδινου αγωγού ο οποίος και θα τον προστατεύει.
- Το τρίτο μέρος του αγωγού είναι αυτό που εισέρχεται εντός του οικισμού όπου από υφιστάμενες οδούς μέσω ασφάλτινης διατομής καταλήγει στον υδατόπυργο. Το μήκος του ανέρχεται σε 570 m.

Για την κατασκευή επιλέγεται αγωγός HDPE 3^{ης} γενιάς διατομής DN200

2.2 ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ

Το κατώτατο όριο για να μην υπάρχουν αποθέσεις φερτών υλών είναι 0.50 m/sec..

Το ανώτατο όριο για να μην υπάρχουν προβλήματα λόγω υδραυλικού πλήγματος είναι τα 1.5 m/sec, και σε καμία περίπτωση μεγαλύτερες από 2.0 m/sec.

2.3 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ

2.3.1 ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για την επίλυση των προβλημάτων σε σωληνωτούς αγωγούς υπό πίεση, η ροή θεωρείται σταθερή (μόνιμη), και απαιτεί την ταυτόχρονη λύση των παρακάτω εξισώσεων :

$$\text{Εξίσωση συνέχειας: } h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

$$\text{Εξίσωση κινήσεως Darcy – Weisbach : } f = f(\text{Re}, \frac{k}{D}, \text{σχήμα}, \text{μέγεθος})$$

$$\text{Εξίσωση τριβής: } \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.72D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

όπου :

- Q - παροχή
- E - διατομή
- V - μέση ταχύτητα νερού
- π- - 3.1415927
- D - διάμετρος αγωγού
- hf - απώλεια φορτίου
- L - μήκος αγωγού
- g - επιτάχυνση της βαρύτητας
- Re - Αριθμός Reynolds ()
- v - κινηματικό ιξώδες του ρευστού
- k - απόλυτη τραχύτητα του σωλήνα
- σχετική τραχύτητα του σωλήνα
- f - συντελεστής τριβής Darcy – Weisbach

Επειδή η εξίσωση Colebrook – White είναι πεπλεγμένης μορφής, και η επίλυσή της μπορεί να γίνει γραφικά με τα διαγράμματα Moody ή αριθμητικά με μεθόδους επαναλήψεων και δοκιμών.

Για τον υπολογισμό των απωλειών τριβών χρησιμοποιείται ακριβής προσεγγιστική λύση:

$$\frac{1}{\sqrt{f_1}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.72D} + \frac{7}{\text{Re}^{0.915}} \right) \quad \text{και} \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.72D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f_1}} \right)$$

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί για $\text{Re} \geq 10^4$ και $(k/D) \geq 0$ με πολύ μεγάλη ακρίβεια ($\pm 0.3\%$) στις τιμές του f .

Η απόλυτη τραχύτητα των σωλήνων από πολυαιθυλένιο είναι **0.01 mm** για σωλήνες εσωτερικής διαμέτρου έως και **200 mm**, και **0.05 mm** για σωλήνες μεγαλύτερων διαμέτρων. Στη μελέτη αυτή λαμβάνεται τραχύτητα σωλήνων **0.01 mm** στις οποίες έχουν περιληφθεί ανηγμένα οι τοπικές απώλειες, οι απώλειες λόγω γήρανσης του αγωγού και οι απώλειες λόγω των αποθέσεων στα τοιχώματα των σωλήνων.

2.4 ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οφείλονται στις τοπικές ανωμαλίες της ροής (γεωμετρικές ή υδραυλικές). Αν και η διαταραχή της ροής εκτείνεται σε σημαντικό μήκος του αγωγού, θεωρούνται συγκεντρωμένες στο σημείο της ανωμαλίας διότι στην εφαρμογή πρακτική σημασία έχει το ποσό της απώλειας ενέργειας και όχι αν θεωρούνται συγκεντρωμένες ή όχι.

Η γενικής εξίσωση υπολογισμού των τοπικών απωλειών είναι :

$$Dh = K \frac{V^2}{2g}$$

όπου :

- K - Ο συντελεστής τοπικών απωλειών
- V - η ταχύτητα του νερού
- g - επιτάχυνση της βαρύτητας

Ένας άλλος τρόπος εύρεσης των τοπικών απωλειών λόγω ειδικών τεμαχίων είναι η αναγωγή τους ανάλογα με την διάμετρο σε ισοδύναμο μήκος αγωγού και η εύρεσή τους σαν γραμμικές απώλειες.

Επειδή τα ειδικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται δεν είναι πολλά σε αριθμό, και επειδή η οριζοντιογραφική χάραξη του αγωγού είναι απλή, για τον υπολογισμό των απωλειών ενέργειας λόγω ειδικών τεμαχίων μπορεί να γίνει προσαύξηση των γραμμικών απωλειών κατά **10 m**.

2.5 ΚΛΙΣΕΙΣ ΑΓΩΓΟΥ

Πιεζομετρική γραμμή

Η πιεζομετρική γραμμή θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να βρίσκεται πάνω από τον κεντρικό άξονα του αγωγού ώστε η σχετική πίεση να είναι θετική, δηλαδή μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική οπότε ο αγωγός θα λειτουργεί υπό πίεση. Αν σ' ένα τμήμα του αγωγού η πιεζομετρική γραμμή βρίσκεται κάτω από τον κεντρικό άξονά του, τότε η σχετική πίεση είναι αρνητική, δηλαδή μικρότερη από την ατμοσφαιρική και το τμήμα του αγωγού λειτουργεί σαν

σίφωνα. Η κατάσταση αυτή είναι ανεπιθύμητη εξαιτίας της δημιουργίας του θύλακα των ατμών στα υψηλότερα τμήματα του αγωγού. Αν μάλιστα η απόλυτη πίεση στο υψηλότερο τμήμα του αγωγού ισούται με την πίεση εξαέρωσης του νερού, τότε η ροή διακόπτεται εξ αιτίας του θύλακα των ατμών εξαερώσεως. Επίσης δημιουργείται κίνδυνος εισόδου στον αγωγό και στο δίκτυο μικροβίων ή άλλων ανεπιθύμητων ουσιών. Η κατάσταση αυτή αποφεύγεται είτε με την αύξηση της ανάντη πίεσεως είτε με την τοποθέτηση του αγωγού σε χαμηλότερο υψόμετρο

Σχηματισμός φυσαλίδων

Η συσσώρευση φυσαλίδων αέρα σε σημεία του αγωγού δημιουργεί σοβαρά εμπόδια στη ροή.

Φυσαλίδες αέρα σχηματίζονται όταν:

- Υπάρχει αέρας ή αέρια στο νερό. Οι φυσαλίδες σχηματίζονται κυρίως στα ανερχόμενα τμήματα του αγωγού προς την κατεύθυνση της ροής
- Διαλυμένος αέρας στο νερό μπορεί να απελευθερωθεί λόγω μεταβολών της θερμοκρασίας ή της πίεσης.
- Ο αγωγός είναι άδειος και γεμίζει προκειμένου να τεθεί σε λειτουργία
- Η παροχή των πηγών είναι μικρότερης παροχευτικής ικανότητας του αρχικού τμήματος του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή ο αγωγός λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια και η ανάμιξη φυσαλίδων αέρα είναι δυνατή
- Η υδροληψία στο τέλος του αγωγού είναι μεγαλύτερη της παροχευτικής ικανότητας ενός ανάντη κειμένου τμήματος του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή γίνεται διάρρηξη της στήλης νερού και σχηματισμός φυσαλίδων

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της συγκέντρωσης αέρα τοποθετούνται βαλβίδες αερεξαγωγής:

- σε όλα τα ψηλά σημεία του αγωγού
- στα σημεία αλλαγής της κλίσης του αγωγού από πολύ μικρή τιμή σε μεγαλύτερη [5]
- στα σημεία που η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής είναι μεγαλύτερη της κλίσης του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή οι φυσαλίδες συγκεντρώνονται σε χαμηλότερο σημείο το οποίο πρέπει επίσης να εξαεριστεί. Η περίπτωση αυτή παρουσιάζεται συχνά σε τμήματα αγωγών με μικρή κλίση μετά από δεξαμενές.
- Στην έξοδο της αντλίας και των δεξαμενών
- Αποφυγή οριζόντιων τμημάτων μεγάλου μήκους. Στις πεδινές περιοχές ο αγωγός τοποθετείται με πριονωτή χάραξη και γενικά κλίση του αγωγού πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 4‰, ώστε να μπορεί να γίνει εύκολα η εκκένωση και ο εξαερισμός του. Όταν το έδαφος είναι επίπεδο, δημιουργούνται τεχνητά ψηλά σημεία στον αγωγό για τον εξαερισμό του. Κατά τη φορά κίνησης του νερού, τα

ανερχόμενα τμήματα πρέπει να έχουν κλίσεις 1‰ - 3‰, και στα 4‰ - 6‰ για τα κατεχόμενα τμήματα. Έτσι διευκολύνεται η μετακίνηση των φυσαλίδων.

2.6 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΠΛΗΓΜΑ

Το μέτρο ελαστικότητας του νερού είναι :

$$E_w = 2.06 \times 10^6 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Το νερό έχει μέτρο ελαστικότητας κατά 100 φορές μεγαλύτερο από τον χάλυβα, συνεπώς θεωρείται ασυμπίεστο και μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις χρειάζεται να ληφθεί υπόψη η συμπιεστότητά του.

Τέτοιες περιπτώσεις που το νερό δεν θεωρείται ασυμπίεστο είναι προβλήματα σε μεγάλα βάθη θάλασσας, προβλήματα που έχουν να κάνουν με το απότομα σταμάτημα της ροής σε μακρείς αγωγούς που μεταφέρουν νερό και προβλήματα για την ταχύτητα μετάδοσης κυμάτων πίεσης στο νερό. Η ταχύτητα μετάδοσης a του (κρουστικού) κύματος πίεσης στο νερό δίνεται από τη σχέση:

$$a = \sqrt{\frac{E_w}{\rho}} \approx 1450 \text{ m/s}$$

Όταν πραγματοποιείται μεγάλη αλλαγή της πίεσης, η συμπιεστότητα του νερού γίνεται σημαντική και εκφράζεται από το μέτρο ελαστικότητας του. Η αλλαγή του όγκου του νερού (ελαστικότητα) λόγω της πίεσης υπολογίζεται από τον γνωστό νόμο του Hook της μηχανικής:

$$\Delta p = E_w \cdot \frac{\Delta V}{V}$$

όπου :

Δp - μεταβολή πίεσης [kN/m²]

ΔV - μεταβολή όγκου [m³]

V - αρχικός όγκος [m³]

E_w - μέτρο ελαστικότητας του νερού

2.7 ΣΠΗΛΛΙΩΣΗ

Αν διατηρώντας σταθερή την θερμοκρασία στο νερό, η πίεση πέσει κάτω από μια ορισμένη τιμή, τότε το νερό βράζει, δηλαδή γίνεται μετάπτωση της υγρής φάσης του νερού σε αέρια, και έχουμε δημιουργία φυσαλίδων (υδρατμών). Αυτή η πίεση ονομάζεται πίεση βρασμού και εξαρτάται από την θερμοκρασία.

Πίνακας 2.1 : Πιέσεις βρασμού του νερού

Θερμοκρασία [°C]	0	20	40	60	80	100
Πίεση Βρασμού απόλ. τιμή [kN/m ²]	0.6	2.3	7.4	19.9	47.4	101.3

Μια μέση τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι, $p_{atm}=101.3 \text{ N/m}^2$. Αυτό σημαίνει ότι σε

συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης το νερό βράζει στους 100°C. Για να βράσει νερό στους 0°C, απαιτείται μία απόλυτη πίεση 0.6 kN/m², δηλαδή απαιτείται μία υποπίεση (κάτω από την ατμοσφαιρική πίεση) περίπου 100kN/m².

Υπάρχουν πολλά προβλήματα στην υδραυλική και στα υδραυλικά έργα όπου λόγω της ροής δημιουργούνται σε ορισμένες περιοχές της ροής πιέσεις πολύ χαμηλές, με αποτέλεσμα να έχουμε τοπικά φαινόμενα «βρασμού» του νερού, με σοβαρές καταστροφικές συνέπειες (φαινόμενο σπηλαίωσης, cavitation).

2.8 ΒΑΛΒΙΔΕΣ

2.8.1 ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο παγιδευμένος αέρας μέσα σ' ένα σωλήνα που βρίσκεται σε λειτουργία δημιουργεί πολλά προβλήματα και θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα απομάκρυνσής του. Επίσης όταν ένας σωλήνας πρόκειται να γεμίσει ή να αδειάσει από το νερό, θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα απομάκρυνσης ή εισόδου του αέρα κατά περίπτωση.

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου της συγκέντρωσης του διαλυμένου αέρα, της εισαγωγής αέρα κατά τη διαδικασία αδειάσματος και απαγωγής του αέρα κατά το γέμισμα του σωλήνα, τοποθετούνται βαλβίδες εξαερισμού στα ψηλά σημεία του αγωγού και ανά 500 μέχρι 1000 m στα υπόλοιπα τμήματα του αγωγού. Επίσης τοποθετούνται στην έξοδο από το αντλιοστάσιο για να ελευθερώνεται ο αέρας που εισέρχεται στο δίκτυο από τις αντλίες.

Πίνακας 2.2 : Προτεινόμενα μεγέθη αερεξαγωγών ανάλογα με τη διάμετρο των σωληνώσεων

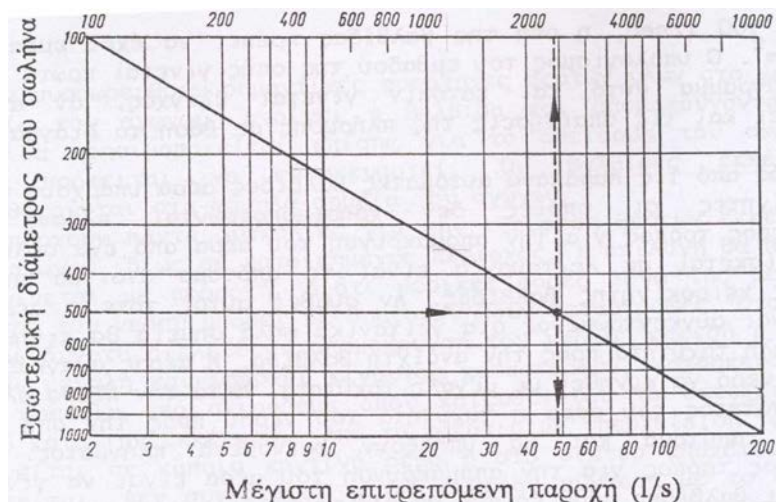
Μεγέθη αερεξαγωγών ανάλογα με τη διάμετρο της σωληνώσεως					
Διάμετρος σωληνών σε mm	DN50-DN250	DN300-DN400	DN450-DN550	DN600-DN800	DN900-DN1200
Διάμετρος αερεξαγωγού σε mm	DN50	DN80	DN100	DN150	DN200
Διάμετρος σωληνώσεων σε inches	2" – 10"	12" – 16"	18" – 22"	24" – 34"	36" – 38"
Διάμετρος αερεξαγωγού σε inches	2"	3"	4"	6"	8"

Η διάμετρος της μικρής οπής (σε in) των βαλβίδων εξαγωγής αέρα μπορεί να ληφθεί από τον παρακάτω πίνακα σε συνάρτηση με τη μέγιστη διάμετρο ή τη μέγιστη παροχή.

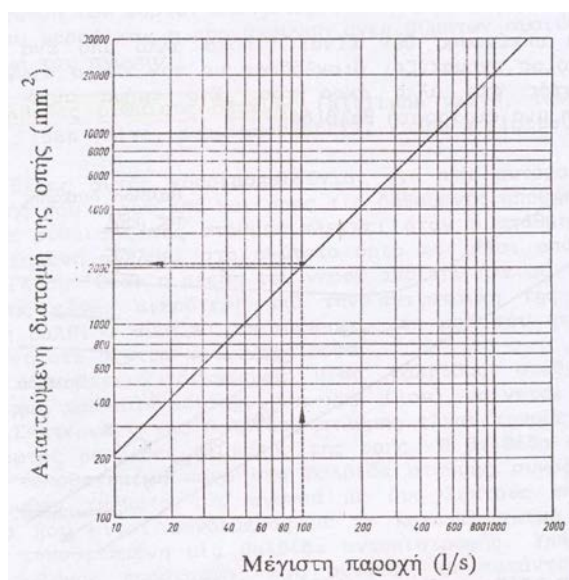
Πίνακας 2.3 : Διάμετρος μικρής οπής (σε in) βαλβίδων εξαγωγής αέρα

Διάμετρος μικρής οπής βαλβίδων εξαγωγής αέρα				
Μέγιστη διάμετρος [mm]	Μέγιστη παροχή [lt/sec]	Πίεση λειτουργίας [m]		
		1 έως 35	1 μέχρι 105	1 μέχρι 210
150	50	3/32	1/16	-
250	140	1/8	3/32	1/16
400	330	1/8	1/8	5/64
1200	3150	5/16	3/16	3/32
2400	9450	1/2	3/8	7/32

Για τον υπολογισμό του εμβαδού της οπής χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα που έχουν ληφθεί από το BVG-Regelwerk Baltt “Be und Entluften von Rohrleitungen”.



Σχήμα 2.2: Διάγραμμα απαιτούμενης διατομής της μεγάλης οπής για εξαγωγή αέρα από τον αγωγό συναρτήσει της εσωτερικής διαμέτρου του



Σχήμα 2.3: Διάγραμμα απαιτούμενης διατομής για εισαγωγή αέρα συναρτήσει της μέγιστης παροχής του αγωγού

Αγωγός Βαλτερού

Για τον αγωγό Βαλτερού με παροχή 22,2 l/sec και διατομή Φ200 θα τοποθετηθεί μία βαλβίδα εισαγωγής εξαγωγής αέρα διπλής ενέργειας παλινδρομικού τύπου ονομαστικής διαμέτρου 1” στην έξοδο από την υποβρύχια αντλία στο αντλιοστάσιο.

2.8.2 ΑΝΤΙΠΛΗΓΜΑΤΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ

Οι βαλβίδες αυτές ανοίγουν αυτόματα όταν η πίεση υπερβεί ένα προκαθορισμένο όριο και διοχετεύουν νερό στην ατμόσφαιρα διαμέσου ενός στομίου. Έτσι επέρχεται εκτόνωση του κύματος υπερπίεσης που δημιουργείται στο σωλήνα.

Στην παρούσα περίπτωση λόγω της μικρής πίεσης που δημιουργείτε στο δίκτυο, η οποία αντισταθμίζεται από την κατηγορία των σωλήνων με ονομαστική πίεση 10 at, δεν απαιτείται η τοποθέτηση αντιπληγματικής βαλβίδας. Στην σωλήνωση όμως της γεώτρησης έχει υπολογιστεί αναμονή για τοποθέτηση αντιπληγματικής βαλβίδας.

2.9 ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Για τη διαστασιολόγηση των τμημάτων του αγωγού, απαιτείται μόνο ο υπολογισμός των απωλειών ενέργειας. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε μικρή εφαρμογή που αναπτύχθηκε σε Visual Basic στο περιβάλλον του MS Excel. Επειδή η εξίσωση Colebrook – White είναι πεπλεγμένης μορφής, επιλύεται αριθμητικά με μεθόδους επαναλήψεων και δοκιμών. Συμπληρωματικά χρησιμοποιείται ακριβής προσεγγιστική εξίσωση.

Για την κατ' αρχήν εκτίμηση των οικονομικών διαμέτρων των αγωγών λαμβάνεται υπόψη ο εμπειρικός τύπος του Bresse

$$D = 1.5 * \sqrt{Q}$$

όπου :

Q - παροχή του αγωγού [m³/sec]

D - διάμετρος του αγωγού [m]

Έτσι, ισχύουν τα ακόλουθα:

Αγωγός	ΒΑΛΤΕΡΟΥ
Παροχή αγωγού	80 m³/h
Μήκος αγωγού	650 m
Διατομή αγωγού	PE 200/10 bar
Ταχύτητα αγωγού	0.909 m/sec
Τριβές ανά 100 m	0.38 m / 100 m
Απώλειες αγωγού λόγο μήκους	2.47 m
Απώλειες αγωγού λόγο υψομέτρου	0 m
Απώλειες αγωγού λόγω ειδικών τεμαχίων	10 m
Συνολικές απώλειες αγωγού	12,47 m

3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

Εκτός των απωλειών του αγωγού το αντλητικό συγκρότημα που θα επιλεγεί για την μεταφορά του νερού, θα πρέπει να συνυπολογιστεί και η στάθμη άντλησης του νερού αλλά και η ανύψωσή του στον υδατόπυργο. Έτσι έχουμε :

Αγωγός	ΒΑΛΤΕΡΟΥ
Παροχή αντλητικού	80 m³/h
Στάθμη άντλησης	15 m
Υψος υδατόπυργου	20 m
Συνολικές απώλειες αγωγού	12,47 m
Συνολικό μανομετρικό αντλίας	15+20+12,47 = 47,47
Επιλογή αντλίας	
Τύπος	Υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα
Συνολικό μανομετρικό	55 m
Παροχή :	80 m³/h

Σέρρες, 8 Μαρτίου 2019

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
 ΝΟΜΟΣ ΣΕΡΡΩΝ
 ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ
 Ταχ. δ/ση: Πλ. Μπακογιάννη 2
 Δ.Κ. Ηράκλειας, Τ.Κ. 624 00
 Πληροφορίες: Θεοδοσίου Γεώργιος
 Τηλ. 2525350105, fax: 2325350159
 e-mail: info@dimosiraklias.gr

ΕΡΓΟ: Ανόρυξη και αξιοποίηση νέων
 γεωτρήσεων ύδρευσης στις Τ.Κ.
 Παλαιοκάστρου και Τ.Κ. Βαλτερού του
 Δήμου Ηράκλειας

Αρ. Μελέτης: 22/2019

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΝΕΑΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Τ.Κ. ΠΑΛΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ

Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1	ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΡΓΟΥ	2
1.2	Μεγεθι υπολογισμού	2
2.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΥ ΑΓΩΓΟΥ	4
2.1	Περιγραφή Αγωγού	4
2.2	Ταχύτητες Νερού	5
2.3	Απώλειες Τριβών	5
2.3.1	Γραμμικές Απώλειες Ενέργειας	5
2.4	Τοπικές Απώλειες Ενέργειας	6
2.5	Κλίσεις Αγωγού	6
2.6	Υδραυλικό Πλήγμα	8
2.7	Σπηλαίωση	8
2.8	Βαλβίδες	9
2.8.1	Βαλβίδες Εξαερισμού	9
2.8.2	Αντιπληγματικές Βαλβίδες	10
2.9	Μέθοδος υπολογισμού	11
3.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ	12

ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πίνακας 1.1 :	Πιέσεις βρασμού του νερού	8
Πίνακας 2.2 :	Προτεινόμενα μεγέθη αερεξαγωγών ανάλογα με τη διάμετρο των σωληνώσεων	9
Πίνακας 2.3 :	Διάμετρος μικρής οπής (σε in) βαλβίδων εξαγωγής αέρα	9

ΣΧΗΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σχήμα 1.1:	ΠΕ Σερρών, Δήμος Ηράκλειας, θέση γεώτρησης	3
Σχήμα 1.1:	Χάρτης Έργων Παλαιοκάστρου	4
Σχήμα 2.2:	Διάγραμμα απαιτούμενης διατομής της μεγάλης οπής για εξαγωγή αέρα από τον αγωγό συναρτήσει της εσωτερικής διαμέτρου του	10
Σχήμα 2.3:	Διάγραμμα απαιτούμενης διατομής για εισαγωγή αέρα συναρτήσει της μέγιστης παροχής του αγωγού	10

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΕΡΓΟΥ

Ο τίτλος του υπό μελέτη έργου είναι: «Αξιοποίησης νέας γεώτρησης ύδρευσης στην Τ.Κ. Παλαιοκάστρου του Δήμου Ηράκλειας – Π.Ε. Σερρών». Ειδικότερα η παρούσα Τεχνική έκθεση υδραυλικών υπολογισμών, πραγματεύεται τους υπολογισμούς για την επιλογή του κατάλληλου αντλητικού συγκροτήματος αλλά και την κατασκευή του καταθλιπτικού αγωγού μεταφοράς από την νέα γεώτρηση στον υφιστάμενο δίκτυο του οικισμού.

Η ΔΕΥΑ Ηράκλειας μέσα στα πλαίσια της προσπάθειας της για διατήρηση της υψηλής ποιότητας των προσφερόμενων, από αυτήν υπηρεσιών σε πόσιμο νερό στον χώρο ευθύνης της «προχώρησε» στην σύνταξη μελέτης για την αξιοποίηση της νέας γεώτρησης στην περιοχή του οικισμού Παλαιοκάστρου με απώτερο σκοπό την βελτιστοποίησης της ομαλής υδροδότησης αυτού.

Με την παρούσα μελέτη, προβλέπεται η αξιοποίηση της νέας γεώτρησης νότια του οικισμού του Παλαιοκάστρου και η κατασκευή κατάλληλου αγωγού μεταφοράς του νερού και σύνδεσή του στο υφιστάμενο δίκτυο.

Ειδικότερα προβλέπεται η αξιοποίηση της νέας γεώτρησης που περιλαμβάνει τα εξής:

- Προμήθεια και τοποθέτηση μιας αντλίας κατάλληλης ικανότητας,
- Προμήθεια και εγκατάσταση ενός πίνακα ισχύος και με όλες τις διατάξεις αυτοματισμού που απαιτούνται για την λειτουργία του αντλιοστασίου,
- Προμήθεια και εγκατάσταση μιας εγκατάστασης χλωρίωσης,
- Πλήρη σωλήνωση του αντλιοστασίου της γεώτρησης με σωλήνες PE DN 110/90
- Κατασκευή νέου οικίσκου γεώτρησης
- Η κατασκευή ενός αγωγού μεταφοράς PE Φ160, 12.5 at συνολικού μήκους 520,00 μ. για την μεταφορά του νερού από την νέα γεώτρηση στο υφιστάμενο εξωτερικό δίκτυο του οικισμού Παλαιοκάστρου.
- Την σύνδεση του νέου αγωγού στο υφιστάμενο δίκτυο στο ύψος της παλαιάς γεώτρησης.
- Τοποθέτηση υδραυλικών διατάξεων μέτρησης και ελέγχου στην νέα γεώτρηση.
- Προμήθεια και εγκατάσταση ενός πίνακα ισχύος στις δεξαμενές για την τροφοδοσία των διατάξεων αυτοματισμού που απαιτούνται για την αυτόματη λειτουργία του αντλιοστασίου

1.2 ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Τα βασικά μεγέθη που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς είναι :

Q : Παροχή αντλιοστασίου : 60 m³/h

L : Συνολικό μήκος αγωγού : 520 m

Δh : Διαφορά υψομέτρου αντλιοστασίου – θέση σύνδεσης στο δίκτυο : 0 m
(πεδινή περιοχή)

H : πρόσθετη απώλεια για την μεταφορά διαμέσου υφιστάμενου δικτύου στην δεξαμενή : 50 m

h : Στάθμη άντλησης : 10 m

Η ανόρυξη της γεώτρησης θα πραγματοποιηθεί στο με αριθμό 230 αγροτεμάχιο αναδασμού του αγροκτήματος της Τ.Κ. Παλαιοκάστρου το οποίο έχει παραχωρηθεί στον δήμο Ηράκλειας.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η θέση της υπό ανόρυξης γεώτρησης εντός των ορίων του Δήμου Ηράκλειας, στην Περιφερειακή Ενότητα Σερρών.

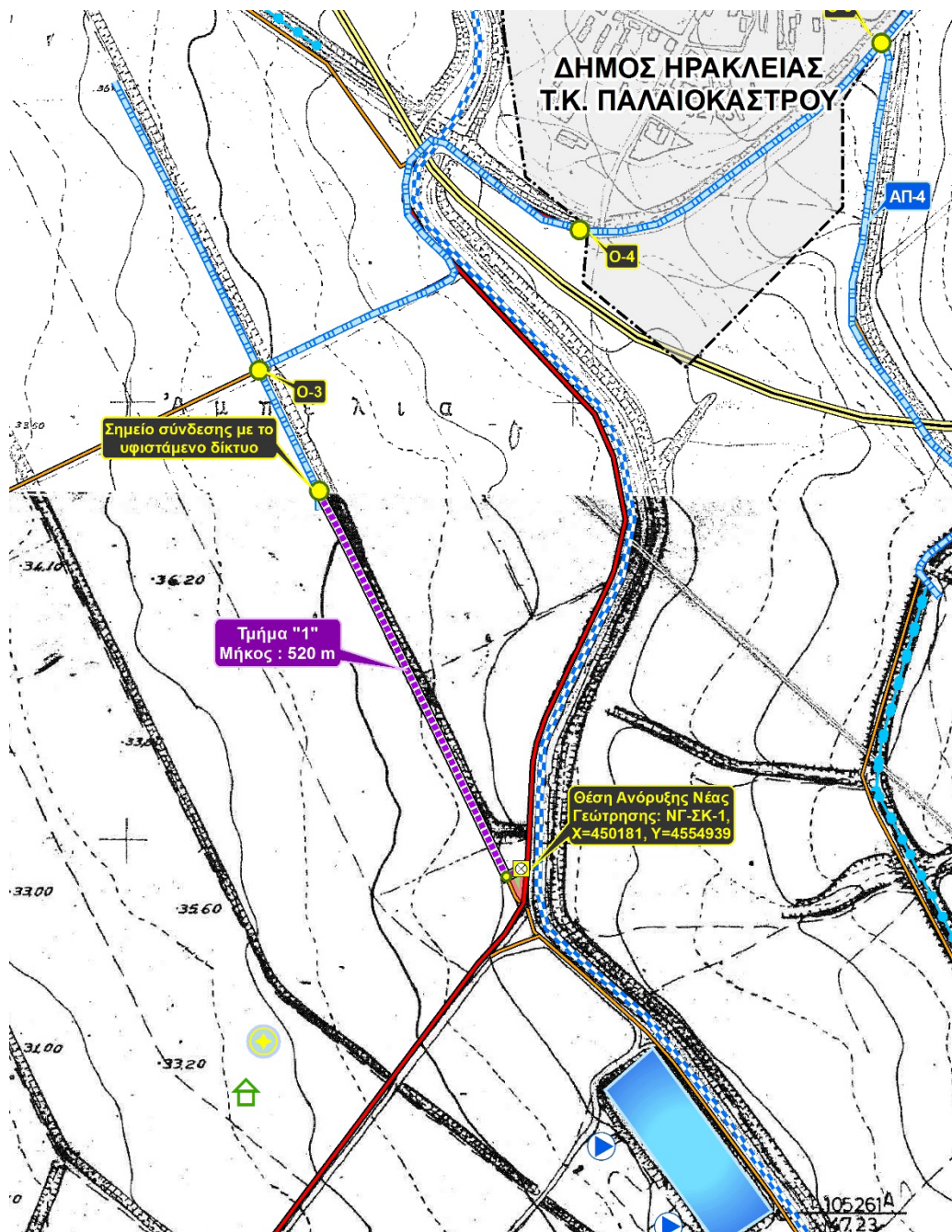


Σχήμα 1.1: ΠΕ Σερρών, Δήμος Ηράκλειας, θέση γεώτρησης

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΓΩΓΟΥ

Ο Αγωγός όπως φαίνεται και στο επισυναπτόμενο σχέδιο θα ξεκινάει από την νέα γεώτρηση και θα καταλήγει στον υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης του οικισμού Παλαιοκάστρου στην θέση της παλαιάς γεώτρησης, βόρεια της θέσης όπου βρίσκεται η νέα γεώτρηση.



Σχήμα 2.1: Χάρτης Έργων Παλαιοκάστρου

Αποτελείται από ένα τμήματα μήκους περίπου 520 m το οποίο θα κατασκευαστεί κατά μήκους υφιστάμενης αγροτικής οδού έως το σημείο όπου θα συνδεθεί με το υφιστάμενο δίκτυο με κατάλληλη υδραυλική διάταξη

Για την κατασκευή επιλέγεται αγωγός HDPE 3^{ης} γενιάς διατομής DN160

2.2 ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ

Το κατώτατο όριο για να μην υπάρχουν αποθέσεις φερτών υλών είναι 0.50 m/sec..

Το ανώτατο όριο για να μην υπάρχουν προβλήματα λόγω υδραυλικού πλήγματος είναι τα 1.5 m/sec, και σε καμία περίπτωση μεγαλύτερες από 2.0 m/sec.

2.3 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ

2.3.1 ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για την επίλυση των προβλημάτων σε σωληνωτούς αγωγούς υπό πίεση, η ροή θεωρείται σταθερή (μόνιμη), και απαιτεί την ταυτόχρονη λύση των παρακάτω εξισώσεων :

$$\text{Εξίσωση συνέχειας : } h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{Εξίσωση κινήσεως Darcy – Weisbach : } f = f(\text{Re}, \frac{k}{D}, \text{σχήμα}, \text{μέγεθος})$$

$$\text{Εξίσωση τριβής : } \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.72D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

όπου :

- Q - παροχή
- E - διατομή
- V - μέση ταχύτητα νερού
- π- - 3.1415927
- D - διάμετρος αγωγού
- hf - απώλεια φορτίου
- L - μήκος αγωγού
- g - επιτάχυνση της βαρύτητας
- Re - Αριθμός Reynolds ()
- v - κινηματικό ιξώδες του ρευστού
- k - απόλυτη τραχύτητα του σωλήνα
- σχετική τραχύτητα του σωλήνα
- f - συντελεστής τριβής Darcy – Weisbach

Επειδή η εξίσωση Colebrook – White είναι πεπλεγμένης μορφής, και η επίλυσή της μπορεί να γίνει γραφικά με τα διαγράμματα Moody ή αριθμητικά με μεθόδους επαναλήψεων και δοκιμών.

Για τον υπολογισμό των απωλειών τριβών χρησιμοποιείται ακριβής προσεγγιστική λύση:

$$\frac{1}{\sqrt{f_1}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.72D} + \frac{7}{\text{Re}^{0.915}} \right) \quad \text{και} \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.72D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f_1}} \right)$$

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί για $\text{Re} \geq 10^4$ και $(k/D) \geq 0$ με πολύ μεγάλη ακρίβεια ($\pm 0.3\%$) στις τιμές του f .

Η απόλυτη τραχύτητα των σωλήνων από πολυαιθυλένιο είναι **0.01 mm** για σωλήνες εσωτερικής διαμέτρου έως και **200 mm**, και **0.05 mm** για σωλήνες μεγαλύτερων διαμέτρων. Στη μελέτη αυτή λαμβάνεται τραχύτητα σωλήνων **0.01 mm** στις οποίες έχουν περιληφθεί ανηγμένα οι τοπικές απώλειες, οι απώλειες λόγω γήρανσης του αγωγού και οι απώλειες λόγω των αποθέσεων στα τοιχώματα των σωλήνων.

2.4 ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οφείλονται στις τοπικές ανωμαλίες της ροής (γεωμετρικές ή υδραυλικές). Αν και η διαταραχή της ροής εκτείνεται σε σημαντικό μήκος του αγωγού, θεωρούνται συγκεντρωμένες στο σημείο της ανωμαλίας διότι στην εφαρμογή πρακτική σημασία έχει το ποσό της απώλειας ενέργειας και όχι αν θεωρούνται συγκεντρωμένες ή όχι.

Η γενικής εξίσωση υπολογισμού των τοπικών απωλειών είναι :

$$Dh = K \frac{V^2}{2g}$$

όπου :

- K - Ο συντελεστής τοπικών απωλειών
- V - η ταχύτητα του νερού
- g - επιτάχυνση της βαρύτητας

Ένας άλλος τρόπος εύρεσης των τοπικών απωλειών λόγω ειδικών τεμαχίων είναι η αναγωγή τους ανάλογα με την διάμετρο σε ισοδύναμο μήκος αγωγού και η εύρεσή τους σαν γραμμικές απώλειες.

Επειδή τα ειδικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται δεν είναι πολλά σε αριθμό, και επειδή η οριζοντιογραφική χάραξη του αγωγού είναι απλή, για τον υπολογισμό των απωλειών ενέργειας λόγω ειδικών τεμαχίων μπορεί να γίνει προσαύξηση των γραμμικών απωλειών κατά **5 m**.

2.5 ΚΛΙΣΕΙΣ ΑΓΩΓΟΥ

Πιεζομετρική γραμμή

Η πιεζομετρική γραμμή θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να βρίσκεται πάνω από τον κεντρικό άξονα του αγωγού ώστε η σχετική πίεση να είναι θετική, δηλαδή μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική οπότε ο αγωγός θα λειτουργεί υπό πίεση. Αν σ' ένα τμήμα του αγωγού η πιεζομετρική γραμμή βρίσκεται κάτω από τον κεντρικό άξονά του, τότε η σχετική πίεση είναι αρνητική, δηλαδή μικρότερη από την ατμοσφαιρική και το τμήμα του αγωγού λειτουργεί σαν

σίφωνα. Η κατάσταση αυτή είναι ανεπιθύμητη εξαιτίας της δημιουργίας του θύλακα των ατμών στα υψηλότερα τμήματα του αγωγού. Αν μάλιστα η απόλυτη πίεση στο υψηλότερο τμήμα του αγωγού ισούται με την πίεση εξαέρωσης του νερού, τότε η ροή διακόπτεται εξ αιτίας του θύλακα των ατμών εξαερώσεως. Επίσης δημιουργείται κίνδυνος εισόδου στον αγωγό και στο δίκτυο μικροβίων ή άλλων ανεπιθύμητων ουσιών. Η κατάσταση αυτή αποφεύγεται είτε με την αύξηση της ανάντη πίεσεως είτε με την τοποθέτηση του αγωγού σε χαμηλότερο υψόμετρο

Σχηματισμός φυσαλίδων

Η συσσώρευση θυλάκων αέρα σε σημεία του αγωγού δημιουργεί σοβαρά εμπόδια στη ροή.

Φυσαλίδες αέρα σχηματίζονται όταν:

- Υπάρχει αέρας ή αέρια στο νερό. Οι φυσαλίδες σχηματίζονται κυρίως στα ανερχόμενα τμήματα του αγωγού προς την κατεύθυνση της ροής
- Διαλυμένος αέρας στο νερό μπορεί να απελευθερωθεί λόγω μεταβολών της θερμοκρασίας ή της πίεσης.
- Ο αγωγός είναι άδειος και γεμίζει προκειμένου να τεθεί σε λειτουργία
- Η παροχή των πηγών είναι μικρότερης παροχετευτικής ικανότητας του αρχικού τμήματος του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή ο αγωγός λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια και η ανάμιξη φυσαλίδων αέρα είναι δυνατή
- Η υδροληψία στο τέλος του αγωγού είναι μεγαλύτερη της παροχετευτικής ικανότητας ενός ανάντη κειμένου τμήματος του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή γίνεται διάρρηξη της στήλης νερού και σχηματισμός φυσαλίδων

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της συγκέντρωσης αέρα τοποθετούνται βαλβίδες αερεξαγωγής:

- σε όλα τα ψηλά σημεία του αγωγού
- στα σημεία αλλαγής της κλίσης του αγωγού από πολύ μικρή τιμή σε μεγαλύτερη [5]
- στα σημεία που η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής είναι μεγαλύτερη της κλίσης του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή οι φυσαλίδες συγκεντρώνονται σε χαμηλότερο σημείο το οποίο πρέπει επίσης να εξαεριστεί. Η περίπτωση αυτή παρουσιάζεται συχνά σε τμήματα αγωγών με μικρή κλίση μετά από δεξαμενές.
- Στην έξοδο της αντλίας και των δεξαμενών
- Αποφυγή οριζόντιων τμημάτων μεγάλου μήκους. Στις πεδινές περιοχές ο αγωγός τοποθετείται με πριονωτή χάραξη και γενικά κλίση του αγωγού πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 4‰, ώστε να μπορεί να γίνει εύκολα η εκκένωση και ο εξαερισμός του. Όταν το έδαφος είναι επίπεδο, δημιουργούνται τεχνητά ψηλά σημεία στον αγωγό για τον εξαερισμό του. Κατά τη φορά κίνησης του νερού, τα

ανερχόμενα τμήματα πρέπει να έχουν κλίσεις 1‰ - 3‰, και στα 4‰ - 6‰ για τα κατεχόμενα τμήματα. Έτσι διευκολύνεται η μετακίνηση των φυσαλίδων.

2.6 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΠΛΗΓΜΑ

Το μέτρο ελαστικότητας του νερού είναι :

$$E_w = 2.06 \times 10^6 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Το νερό έχει μέτρο ελαστικότητας κατά 100 φορές μεγαλύτερο από τον χάλυβα, συνεπώς θεωρείται ασυμπύεστο και μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις χρειάζεται να ληφθεί υπόψη η συμπιεστότητά του.

Τέτοιες περιπτώσεις που το νερό δεν θεωρείται ασυμπύεστο είναι προβλήματα σε μεγάλα βάθη θάλασσας, προβλήματα που έχουν να κάνουν με το απότομα σταμάτημα της ροής σε μακρείς αγωγούς που μεταφέρουν νερό και προβλήματα για την ταχύτητα μετάδοσης κυμάτων πίεσης στο νερό. Η ταχύτητα μετάδοσης a του (κρουστικού) κύματος πίεσης στο νερό δίνεται από τη σχέση:

$$a = \sqrt{\frac{E_w}{\rho}} \approx 1450 \text{ m/s}$$

Όταν πραγματοποιείται μεγάλη αλλαγή της πίεσης, η συμπιεστότητα του νερού γίνεται σημαντική και εκφράζεται από το μέτρο ελαστικότητας του. Η αλλαγή του όγκου του νερού (ελαστικότητα) λόγω της πίεσης υπολογίζεται από τον γνωστό νόμο του Hook της μηχανικής:

$$\Delta p = E_w \cdot \frac{\Delta V}{V}$$

όπου :

Δp - μεταβολή πίεσης [kN/m²]

ΔV - μεταβολή όγκου [m³]

V - αρχικός όγκος [m³]

E_w - μέτρο ελαστικότητας του νερού

2.7 ΣΠΗΛΛΙΩΣΗ

Αν διατηρώντας σταθερή την θερμοκρασία στο νερό, η πίεση πέσει κάτω από μια ορισμένη τιμή, τότε το νερό βράζει, δηλαδή γίνεται μετάπτωση της υγρής φάσης του νερού σε αέρια, και έχουμε δημιουργία φυσαλίδων (υδρατμών). Αυτή η πίεση ονομάζεται πίεση βρασμού και εξαρτάται από την θερμοκρασία.

Πίνακας 2.1 : Πιέσεις βρασμού του νερού

Θερμοκρασία [°C]	0	20	40	60	80	100
Πίεση Βρασμού απόλ. τιμή [kN/m ²]	0.6	2.3	7.4	19.9	47.4	101.3

Μια μέση τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι, $p_{atm} = 101.3 \text{ N/m}^2$. Αυτό σημαίνει ότι σε

συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης το νερό βράζει στους 100°C. Για να βράσει νερό στους 0°C, απαιτείται μία απόλυτη πίεση 0.6 kN/m², δηλαδή απαιτείται μία υποπίεση (κάτω από την ατμοσφαιρική πίεση) περίπου 100kN/m².

Υπάρχουν πολλά προβλήματα στην υδραυλική και στα υδραυλικά έργα όπου λόγω της ροής δημιουργούνται σε ορισμένες περιοχές της ροής πιέσεις πολύ χαμηλές, με αποτέλεσμα να έχουμε τοπικά φαινόμενα «βρασμού» του νερού, με σοβαρές καταστροφικές συνέπειες (φαινόμενο σπηλαίωσης, cavitation).

2.8 ΒΑΛΒΙΔΕΣ

2.8.1 ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο παγιδευμένος αέρας μέσα σ' ένα σωλήνα που βρίσκεται σε λειτουργία δημιουργεί πολλά προβλήματα και θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα απομάκρυνσής του. Επίσης όταν ένας σωλήνας πρόκειται να γεμίσει ή να αδειάσει από το νερό, θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα απομάκρυνσης ή εισόδου του αέρα κατά περίπτωση.

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου της συγκέντρωσης του διαλυμένου αέρα, της εισαγωγής αέρα κατά τη διαδικασία αδειάσματος και απαγωγής του αέρα κατά το γέμισμα του σωλήνα, τοποθετούνται βαλβίδες εξαερισμού στα ψηλά σημεία του αγωγού και ανά 500 μέχρι 1000 m στα υπόλοιπα τμήματα του αγωγού. Επίσης τοποθετούνται στην έξοδο από το αντλιοστάσιο για να ελευθερώνεται ο αέρας που εισέρχεται στο δίκτυο από τις αντλίες.

Πίνακας 2.2 : Προτεινόμενα μεγέθη αερεξαγωγών ανάλογα με τη διάμετρο των σωληνώσεων

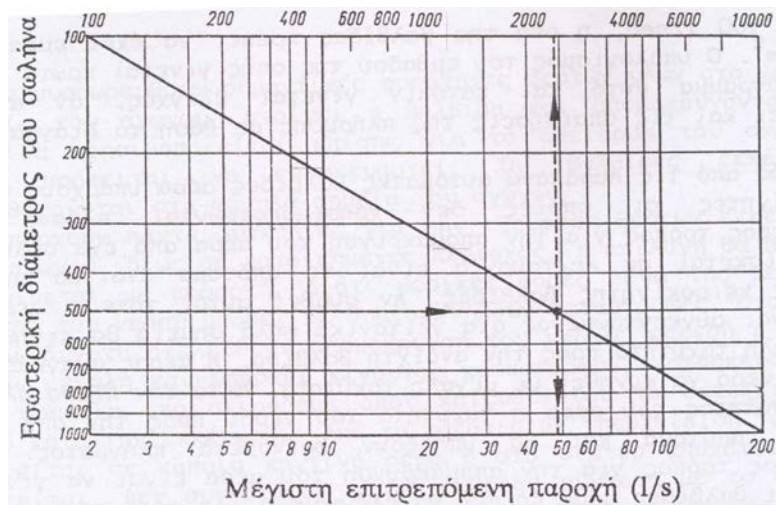
Μεγέθη αερεξαγωγών ανάλογα με τη διάμετρο της σωληνώσεως					
Διάμετρος σωληνών σε mm	DN50-DN250	DN300-DN400	DN450-DN550	DN600-DN800	DN900-DN1200
Διάμετρος αερεξαγωγού σε mm	DN50	DN80	DN100	DN150	DN200
Διάμετρος σωληνώσεων σε inches	2" – 10"	12" – 16"	18" – 22"	24" – 34"	36" – 38"
Διάμετρος αερεξαγωγού σε inches	2"	3"	4"	6"	8"

Η διάμετρος της μικρής οπής (σε in) των βαλβίδων εξαγωγής αέρα μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα σε συνάρτηση με τη μέγιστη διάμετρο ή τη μέγιστη παροχή.

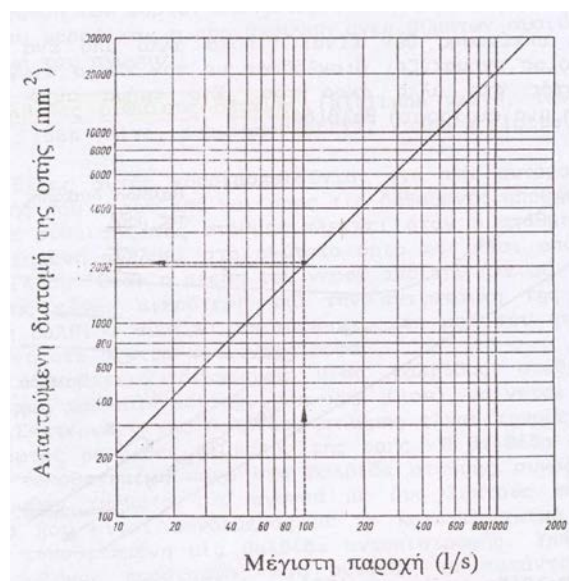
Πίνακας 2.3 : Διάμετρος μικρής οπής (σε in) βαλβίδων εξαγωγής αέρα

Διάμετρος μικρής οπής βαλβίδων εξαγωγής αέρα				
Μέγιστη διάμετρος [mm]	Μέγιστη παροχή [lt/sec]	Πίεση λειτουργίας [m]		
		1 έως 35	1 μέχρι 105	1 μέχρι 210
150	50	3/32	1/16	-
250	140	1/8	3/32	1/16
400	330	1/8	1/8	5/64
1200	3150	5/16	3/16	3/32
2400	9450	1/2	3/8	7/32

Για τον υπολογισμό του εμβαδού της οπής χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα που έχουν ληφθεί από το BVG-Regelwerk Baltt “Be und Entluften von Rohrleitungen”.



Σχήμα 2.2: Διάγραμμα απαιτούμενης διατομής της μεγάλης οπής για εξαγωγή αέρα από τον αγωγό συναρτήσει της εσωτερικής διαμέτρου του



Σχήμα 2.3: Διάγραμμα απαιτούμενης διατομής για εισαγωγή αέρα συναρτήσει της μέγιστης παροχής του αγωγού

Αγωγός Παλαιοκάστρου

Για τον αγωγό Παλαιοκάστρου με παροχή 16,6 l/sec και διατομή Φ160 θα τοποθετηθεί μία βαλβίδα εισαγωγής εξαγωγής αέρα διπλής ενέργειας παλινδρομικού τύπου ονομαστικής διαμέτρου 1” στην έξοδο από την υποβρύχια αντλία στο αντλιοστάσιο.

2.8.2 ΑΝΤΙΠΛΗΓΜΑΤΙΚΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ

Οι βαλβίδες αυτές ανοίγουν αυτόματα όταν η πίεση υπερβεί ένα προκαθορισμένο όριο και διοχετεύουν νερό στην ατμόσφαιρα διαμέσου ενός στομίου. Έτσι επέρχεται εκτόνωση του

κύματος υπερπίεσης που δημιουργείται στο σωλήνα.

Στην παρούσα περίπτωση λόγω της μικρής πίεσης που δημιουργείτε στο δίκτυο, η οποία αντισταθμίζεται από την κατηγορία των σωλήνων με ονομαστική πίεση 12,5 at, δεν απαιτείτε η τοποθέτηση αντιπληγματικής βαλβίδας. Στην σωλήνωση όμως της γεώτρησης έχει υπολογιστεί αναμονή για τοποθέτηση αντιπληγματικής βαλβίδας.

2.9 ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Για τη διαστασιολόγηση των τμημάτων του αγωγού, απαιτείται μόνο ο υπολογισμός των απωλειών ενέργειας. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε μικρή εφαρμογή που αναπτύχθηκε σε Visual Basic στο περιβάλλον του MS Excel. Επειδή η εξίσωση Colebrook – White είναι πεπλεγμένης μορφής, επιλύεται αριθμητικά με μεθόδους επαναλήψεων και δοκιμών. Συμπληρωματικά χρησιμοποιείται ακριβής προσεγγιστική εξίσωση.

Για την κατ' αρχήν εκτίμηση των οικονομικών διαμέτρων των αγωγών λαμβάνεται υπόψη ο εμπειρικός τύπος του Bresse

$$D = 1.5 * \sqrt{Q}$$

όπου :

Q - παροχή του αγωγού [m³/sec]

D - διάμετρος του αγωγού [m]

Έτσι ισχύουν τα ακόλουθα :

Αγωγός	ΠΑΛΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ
Παροχή αγωγού	60 m ³ /h
Μήκος αγωγού	520 m
Διατομή αγωγού	PE 160/12,5 bar
Ταχύτητα αγωγού	0.854 m/sec
Τριβές ανά 100 m	0.39 m / 100 m
Απώλειες αγωγού λόγο μήκους	2.03 m
Απώλειες αγωγού λόγο υψομέτρου	0 m
Απώλειες αγωγού λόγω ειδικών τεμαχίων	5 m
Συνολικές απώλειες αγωγού	7,03 m

3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

Εκτός των απωλειών του αγωγού το αντλητικό συγκρότημα που θα επιλεγεί για την μεταφορά του νερού, θα πρέπει να συνυπολογιστεί και η στάθμη άντλησης του νερού αλλά και η μεταφορά νερού στο ενδιάμεσο αντλιοστάσιο μέσω του υφιστάμενου δικτύου μεταφορά. Έτσι έχουμε :

Αγωγός	ΠΑΛΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ
Παροχή αντλητικού	60 m³/h
Στάθμη άντλησης	10 m
Απώλειες λόγω μεταφορά στο υφιστάμενο δίκτυο	50 m
Συνολικές απώλειες αγωγού	7,03 m
Συνολικό μανομετρικό αντλίας	10+50+7,03 = 67,03
Επιλογή αντλίας	
Τύπος	Υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα
Συνολικό μανομετρικό	70 m
Παροχή :	60 m³/h

Σέρρες, 8 Μαρτίου 2019

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ