



Τ.Ο.Ε.Β. ΔΙΔΥΜΟΤΕΙΧΟΥ
Ρήγα Φεραίου 15
68 300 ΔΙΔΥΜΟΤΕΙΧΟ
Τηλ. 2553023200

ΕΡΓΟ

«Αντικατάσταση επιφανειακού δικτύου με κατασκευή υπογείου δικτύου άρδευσης στις γεωτρήσεις του αγροκτήματος της Τοπικής κοινότητας Ισαακίου και Πραγγίου του Δήμου Διδυμοτείχου»

**τις οποίες διαχειρίζεται ο
ο ΤΟΕΒ Διδυμοτείχου**

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΕΡΓΟ : «Αντικατάσταση επιφανειακού δικτύου με κατασκευή υπογείου δικτύου άρδευσης στις γεωτρήσεις του αγροκτήματος της Τοπικής κοινότητας Ισαακίου και Πραγγίου του Δήμου Διδυμοτείχου»».

Με το παρόν έργο προτείνεται η αντικατάσταση του επιφανειακού δικτύου άρδευσης με ένα νέο υπογειοποιημένο από σωλήνες πολυαιθυλενίου υψηλής αντοχής τους επωνομαζόμενους HDPE. Η αντικατάσταση του υφιστάμενου δικτύου είναι επιβεβλημένη λόγω των μεγάλων διαρροών που οφείλονται στις διαβρώσεις του υλικού. Τα υπό αντικατάσταση υφιστάμενα δίκτυα αποτελούνται από γαλβανιζέ σωλήνες Φ140 που υδραυλικά λειτουργούν απρόσκοπτα και έτσι δεν υπάρχει λόγος αλλαγής στις διαμέτρους των σωληνώσεων. Πάραυτα ο οργανισμός μας, ζήτησε από το Γραφείο Μελετών Γ. ΔΕΛΛΟΥΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε. με έδρα στο Διδυμότειχο, μια θεωρητική υδραυλική επαλήθευση της πρακτικής εφαρμογής, η οποία και παρατίθεται κατωτέρω. Στα πλαίσια της παραπάνω εργασίας το γραφείο μελετών επεξεργάστηκε ορθοφωτοχάρτες της περιοχής μελέτης τοποθετώντας οριζοντογραφικά τα υπό αντικατάσταση δίκτυα σε σύστημα συντεταγμένων ΕΓΣΑ87, σύμφωνα με τις υποδείξεις του οργανισμού μας.

Για τους υδραυλικούς υπολογισμούς συγκεκριμένα ζητήθηκε ο έλεγχος της πλέον απομακρυσμένης θέσης από μία γεώτρηση (ορίσθηκε στα 1500 μέτρα), για παροχή 60 m³/h και πίεση στην υδροληψία περί τα 5 bar. Ως παραδοχή επιτρεπτής πίεσης στην κεφαλή της γεώτρησης ορίσθηκαν τα 8 Bar, ενώ για την αντοχή του δικτύου ορίσθηκαν τα 10 bar.

1. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

1.1 Βασικές αρχές σχεδιασμού

Η επιλογή των διαμέτρων γίνεται έτσι ώστε αφενός να παροχετεύεται η απαιτούμενη παροχή και αφετέρου οι ταχύτητες ροής να κυμαίνονται από 0,80 – 3 m/s περίπου. Για τα δίκτυα μεταφοράς είναι επιθυμητό η διάμετρος να μην είναι μικρότερη από Φ100.

Η εξίσωση της συνέχειας αποτελεί την βάση των υδραυλικών υπολογισμών οι οποίοι θα ακολουθήσουν παρακάτω.

$$Q = v * A$$

Όπου: Q = παροχή σε m³/h
 v = ταχύτητα σε m/s
 A = διατομή ροής σε m²

Ο υδραυλικός υπολογισμός των κλειστών αγωγών βασίζεται στην μέθοδο Prandl-Colebrook που με την σειρά της βασίζεται στην εξίσωση του Weisbach σχετικά με τις απώλειες τριβής σε κλειστούς αγωγούς.

$$h_v = \lambda + \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2 \cdot g}$$

Όπου: h_v = απώλειες τριβής σε m
 L = μήκος αγωγού σε m
 λ = συντελεστής τριβής
 d = υδραυλική διατομή σε m
 g = επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/s²

Αναλόγως του είδους ροής και της τραχύτητας των τοιχωμάτων του αγωγού k/d , καθώς και του αριθμού Reynolds, ο συντελεστής τριβής λαμβάνει διαφορετικές τιμές.

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \lg \left(\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right)$$

Όπου: $Re = v \cdot d / \nu$
 ν = συνεκτικότητα σε m²/s ($1,3 \cdot 10^{-6}$ m²/s)
 k = τραχύτητα συνήθως από 0,01 έως 1,5

Η τραχύτητα των σωλήνων, θα ληφθεί εφ' εξής για λόγους ασφαλείας με ενιαίο συντελεστή $k=0,1$ για τους αγωγούς PEHD.
 Τέλος, οι τοπικές απώλειες, στα σημεία σύνδεσης με το ταυ κτλ, θεωρούνται ως 10% των γραμμικών απωλειών.

Επειδή η ταχύτητα ροής στους αγωγούς μεταβάλλεται πολύ γρήγορα από το απότομο κλείσιμο μιας δικλείδας ή από διακοπή της αντλίας, η εσωτερική πίεση στον αγωγό μεταβάλλεται πολύ γρήγορα και στην περίπτωση αυτή δεν ισχύει η εξίσωση του Bernoulli. Η απότομη μεταβολή της πίεσης αναφέρεται σαν υδραυλικό πλήγμα (πλήγμα κριού). Έτσι για έναν αγωγό που ξεκινά από μια σταθερή στάθμη και η ροή ελέγχεται από μια δικλείδα σε απόσταση L από τη στάθμη, η υπερπίεση που δημιουργείται από το απότομο κλείσιμο της, εξαρτάται από τη σχέση του χρόνου χειρισμού T της δικλείδας προς το χρόνο πορείας και επιστροφής u στη θέση της δικλείδας, αφού ανακλαστεί στην σταθερή στάθμη. Ο χρόνος αυτός δίνεται από τον τύπο:

$$u = 2 \cdot L / a$$

όπου a είναι η ταχύτητα μετάδοσης του κύματος σε γεμάτο αγωγό και δίνεται από τον τύπο:

$$a = \sqrt{\frac{g}{\epsilon \left(\frac{1}{E_v} + \frac{1}{E_\sigma} \frac{D}{s} f \right)}}$$

όπου:

D : η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα (m)

s : πάχος τοιχώματος του σωλήνα (m)

g : η επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 m/s²)

E_v : μέτρο ελαστικότητας του νερού (2,1 * 10⁸ Kgf/m²)

E_s : μέτρο ελαστικότητας του PE (0,8 * 10⁸ Kgf/m²)

ε : ειδικό βάρος του νερού (1000 Kg/m³)

f : 1,25 – μ για τους ελεύθερους αγωγούς και f=1 για τους αγκυρωμένους

μ : ο λόγος του Poisson. Στην περίπτωση του PE = 0,4

Αν ο λόγος του χειρισμού της δικλείδας Τα είναι μικρότερος από τον χρόνο υ τότε η μέγιστη υπερπίεση υπολογίζεται από τον τύπο του Joukowski:

$$\Delta P = a * \Delta V / g$$

Το ΔV είναι η μεταβολή της ταχύτητας. Στην περίπτωση αυτή η υπερπίεση εξαρτάται από το υλικό και τα χαρακτηριστικά του αγωγού (διάμετρος, πάχος τοιχώματος, μέτρο ελαστικότητας).

Αν το T>υ τότε η μέγιστη υπερπίεση ΔP (με προϋπόθεση γραμμικής μεταβολής της ταχύτητας) δίνεται από τον τύπο :

$$\Delta P = (2 * L * \Delta V) / (g * T)$$

Σε αυτή την περίπτωση η υπερπίεση εξαρτάται μόνο από το μήκος του αγωγού.

1.2 Υλικό αγωγού – Προδιαστασιολόγηση

Οι επικρατέστεροι αγωγοί είναι από PEHD 3^{ης} γενιάς. Η επιλογή του αγωγού έγινε βάσει τεchnοοικονομικών κριτηρίων, με βασικότερα το κόστος κατασκευής και λειτουργίας.

Στις σελίδες που θα ακολουθήσουν δίνονται τα αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών. Όπως φαίνεται λόγω της διαβάθμισης της παροχής και του μανομετρικού που έχει κάθε γεώτρηση, αντίστοιχα θα προκύπτει και η διατομή του καταθλιπτικού αγωγού. Οι διατομές που θα χρησιμοποιηθούν όπως φαίνεται είναι Φ160 - PN 10 atm, έξι ή δώδεκα μέτρων, των οποίων η σύνδεση θα γίνει με μετωπική συγκόλληση.

Θα ακολουθήσουν οι υδραυλικοί υπολογισμοί. Στο παράρτημα Α φαίνονται οι προδιαγραφές των διαφόρων υδραυλικών εξαρτημάτων καθώς και τα αποτελέσματα των απωλειών πιέσεων σε N/m². Επισυνάπτονται επίσης τα σχέδια όπου φαίνονται η θέση της κάθε γεώτρησης, το μήκος και η διανομή του δικτύου των σωλήνων και η μηκοτομή των νέων δικτύων.

1.3 Αναλυτικοί υδραυλικοί υπολογισμοί

Τα υπό αντικατάσταση υφιστάμενα δίκτυα (μεταλλικοί γαλβανιζέ σωλήνες) έχουν καθαρή διάμετρο 140 mm και εξυπηρετούν υδραυλικά τους παραγωγούς, γι' αυτό και η παρούσα μελέτη δεν θα επεκταθεί σε νέα δισατισιολόγηση, παρά μόνο θα ελέγξει την δυσμενέστερη δυνατή λειτουργία σε σχέση με την πίεση και την διαθέσιμη παροχή στην τελική διάθεση.

Η προσέγγιση γίνεται λαμβάνοντας υπόψη κάποια δεδομένα τα οποία αναλύονται παρακάτω.

Η προτεινόμενη χάραξη του δικτύου διαπερνά αγροτικές περιοχές και βρίσκεται ως επί το πλείστον κατά μήκος της υφιστάμενης αγροτικής οδοποιίας και των συνόρων των αγρών. Τα συνήθη τροχοφόρα είναι οι γεωργικοί ελκυστήρες. Σε κάθε γεώτρηση υπάρχει πιεσοστάτης ρυθμισμένος στις 7 atm (με περιθώριο έως και 8 atm). Έτσι για λόγους ασφαλείας το επιτρεπτό όριο αντοχής για τον αγωγό του δικτύου ορίζεται στις 10 atm.

Επίσης κρίνεται απαραίτητη η απεξάρτηση του αγωγού από τα όργανα ελέγχου. Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση αστοχίας των οργάνων ελέγχου και ειδικότερα των βαλβίδων ελέγχου πίεσης, το δίκτυο θα πρέπει να είναι σε θέση να δεχθεί τις τυχόν υπερπίεσεις χωρίς καταστροφικές συνέπειες.

διατομές καταθλιπτικών αγωγών

Για τον υπολογισμό της τάξεως μεγέθους των κύριων αγωγών μικρών, όπως εν [ηροκειμένω, δικτύων χρησιμοποιούνται εμπειρικές εξισώσεις όπως η εξίσωση του Bresse:

$$D = 15,5 * \sqrt{Q} \quad \text{ΕΜΠΕΙΡΙΚΑ} \quad \text{Για παροχές} > 60 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \Phi 140$$

Έλεγχος πλέον απομακρυσμένης θέσης από τη γεώτρηση, και χρήση μίας διάταξης ποτίσματος με διαθέσιμη παροχή 60 m³/h και πίεση στο ακροφύσιο περί τα 5 bar. Παραδοχή επιτρεπτής πίεσης στην κεφαλή της γεώτρησης 8 Bar (αντοχή δικτύου PN10).

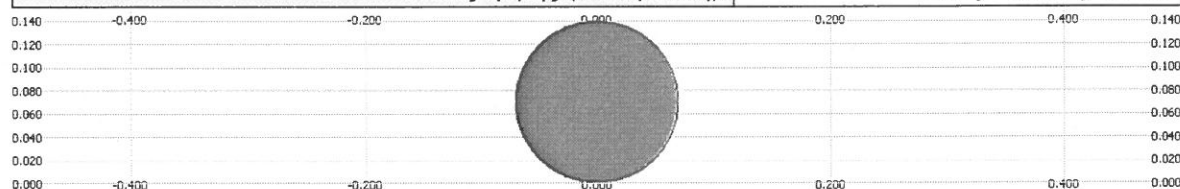
ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ :

Λαμβάνεται ως μέγιστο συνολικό μήκος γραμμής άρδευσης ≈ 1.500 μέτρα

Επιπρόσθετο μήκος για το «καρούλι» ποτίσματος ≈ 200 μέτρα

Δεδομένα

Άγνωστο μέγεθος	Πίεση σημείου 2 (N/m ²)
Μήκος αγωγού (m)	1700
Κινηματική συνεκτικότητα (m ² /s)	0.00000179
Ειδικό βάρος (N/m ³)	9808.7247
Παροχή (m ³ /s)	0.019
Συντελεστής τριβής	0.01
Υψόμετρο σημείου 1 (m)	0
Πίεση σημείου 1 (N/m ²)	700000
Υψόμετρο σημείου 2 (m)	0
Διατομή	D 0.140
Τυρβώδης ροή εάν ο Reynolds μεγαλύτερος από	4000
Τύπος τριβής (Τυρβώδης)	Manning
Στρωτή ροή εάν ο Reynolds μικρότερος από	2000
Τύπος τριβής (Στρωτή)	Darcy - Laminar
Τύπος τριβής (Μεταβατική)	Darcy - Moody Cubic



Αποτελέσματα

Γεωμετρία	
Βάθος ροής (m)	0.140
Υψόμετρο σημείου 1 (m)	0.000
Υψόμετρο σημείου 2 (m)	0.000
Μήκος αγωγού (m)	1700.000
Ολική επιφάνεια διατομής (m ²)	0.0154
Ολική περίμετρος διατομής (m)	0.440
Ολική υδραυλική ακτίνα (m)	0.035
Ροή	
Συντελεστής τριβής	0.010000
Παροχή ροής Q (m ³ /s)	0.019
Ταχύτητα ροής V (m/s)	1.23
Ύψος ταχύτητας (m)	0.078
Αριθμός Reynolds	96535
Τύπος ροής	Τυρβώδης
Πίεση σημείου 1 (N/m ²)	700000.000

Πίεση σημείου 2 (N/m ²)	478119.383
Απώλειες ενέργειας (m)	22.621
Πιεζομετρική γραμμή 1 (m)	71.365
Πιεζομετρική γραμμή 2 (m)	48.744
Γραμμή ενέργειας 1 (m)	71.443
Γραμμή ενέργειας 2 (m)	48.822
Κλίση τριβών	0.01331
Χωματοουργικά	
Εκσκαφές (m ³)	0.000
Επιχώσεις (m ³)	0.000
Σύνολο χωματισμών (m ³)	0.000

Με απώλειες ενέργειας περί τα 2,2 Bar υπολογίζεται στην στην πλέον απομακρυσμένη θέση πίεση λειτουργίας περί τα 4,9 Bar, ικανοποιητική για της συνθήκες λειτουργίας μίας ποτιστικής διάταξης με έναν εκτοξευτήρα υψηλής πίεσης (κανόνι).

Συνεπώς το δίκτυο εξυπηρετείτε απρόσκοπτα έως και για αποστάσεις 1.500 μέτρων (συνολικά 1.700 m μαζί με την κινητή μονάδα) και με περιθώρια ανοχής αφού στην κεφαλή της γεώτρησης μπορούν να γίνουν αποδεκτά έως και 8 Bar αντί για 7 που υπολογίζονται στο παραπάνω παράδειγμα.

Έλεγχος υδραυλικού πλήγματος

Υπολογισμός Υπερπίεσης λόγω Πλήγματος ΣΤΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ			
Μέγεθος		Μονάδες	Τιμή
Μήκος	L	m	2200
Χρόνος μεταβολής	T	sec	3
Ταχύτητα	V	m/s	1,17
Διάμετρος σωλήνα	D	m	0,14
Πάχος τοιχώματος	s	m	0,0095
Επιτ. Βαρύτητας	g	m/s ²	9,81
Μέτρο Ελαστ. Νερού	Ev	N/m ²	2,1E+09
Μέτρο Ελαστ. ΡΕΗD	Eσ	N/m ²	9,0E+08
Ειδικό βάρος νερού	γ	N/m ³	10000
Ταχ. Μετάδ. Κύματος	α	m/s	241,28
Κρίσιμος Χρόνος	T _{κρ}	sec	18,24
Μέγιστη Υπερπίεση	ΔP	m	28,78
Πίεση Λειτουργίας		m	70,00
Συνολική Πίεση		m	98,78
Ονομαστ. Αντοχή Σωλήνα		m	100,00
Αξιολόγηση αποτελέσματος :	Δεν απαιτ. πρόσθετη αντιπλ. προστασία		

1.4 Σώματα αγκύρωσης

Στους αγωγούς υπό πίεση αναπτύσσονται δυνάμεις ώθησης στις θέσεις αλλαγής κατεύθυνσης. Αν δεν υπάρχει αγκύρωση είναι δυνατό οι δυνάμεις αυτές να προκαλέσουν αποσύνδεση των αγωγών.

Η αγκύρωση θα επιτευχθεί με άοπλο σκυρόδεμα το οποίο πρέπει να εδράζεται σε αδιατάρακτο έδαφος και να είναι κάθετο ως προς την κατεύθυνση της δύναμης. Δεν θα γίνει κάποιος ιδιαίτερος υπολογισμός, διότι είναι μικρή η πίεση λειτουργίας, αλλά θα γίνει εμπειρικά.

Ο Συντάξας
Γ. ΔΕΛΛΟΥΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
ΔΙΔΥΜΟΤΕΙΧΟ 09/04/2019

ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΜΕΛΕΤΩΝ
ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ
Γ. ΔΕΛΛΟΥΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
Γεώργιος ΔΕΛΛΟΥΔΗΣ
Πολιτικός Μηχανικός
ΑΦΜ 806337956 ΔΟΥ ΔΙΔΥΧΟΥ

Για τον
ΤΟΕΒ Διδυμοτείχου
09/04/2019

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ
Σωτήριος Χατζηνατωνίου

ΤΟΕΒ ΔΙΔΥΜΟΤΕΙΧΟΥ
ΡΗΓΑ ΦΕΡΡΑΙΟΥ 15 ΔΙΔΥΧΟ
ΑΦΜ 090217166 ΔΟΥ ΟΡΙΑΔΑΣ
ΤΗΛ. 2553023200