



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΝΟΜΟΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ
ΔΗΜΟΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Εργο **ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΝΗΣΩΝ ΚΑΛΑΜΟΥ - ΚΑΣΤΟΥ ΜΕ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟ ΑΓΩΓΟ**

Προυπ **354.838,71** Ευρώ (χωρίς ΦΠΑ)
Πηγή **ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
«ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ» 2014-2020**
Χρήση **2017**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

1. Εισαγωγή

Με την παρούσα μελέτη προβλέπεται η κατασκευή πρόσθετων υποθαλάσσιων αγωγών ύδρευσης των νήσων Καλάμου και Καστού του Δήμου Λευκάδας.

Τα δύο νησιά, από εφαρμογής του νόμου Καλλικράτη για την τοπική αυτοδιοίκηση ανήκουν στο Δήμο Λευκάδας. Βρίσκονται Ν.Α. της Ν. Λευκάδας και νότια της περιοχής Μύτικα Αιτωλοακαρνανίας. Η επικοινωνία των δύο νησιών γίνεται με καΐκι μέσω του Μύτικα. Και από εκεί με λεωφορείο ή Ι.Χ.. Παλαιότερα υπήρχε απ' ευθείας σύνδεση με καΐκι με τη Λευκάδα. Από παλιά υπήρχαν προτάσεις για τη δρομολόγηση φέρυ-μποτ, αλλά ουδέποτε τελεσφόρησαν.

Η νήσος Κάλαμος έχει έκταση 25.000 στρ. περίπου. Η απόσταση της νήσου Καλάμου από τη Λευκάδα είναι περί τα 13km, ενώ από το Μύτικα Αιτωλοακαρνανίας στο πιο κοντινό σημείο απέχει περίπου 1500m. Το νησί είναι ορεινό με μέγιστο υψόμετρο 745m στη θέση "Βουνί" και πλούσια βλάστηση και ωραίες ακρογιαλιές, οι οποίες προσφέρονται για τουριστική ανάπτυξη. Το νησί περιλαμβάνει δύο οικισμούς. Στο νότιο τμήμα βρίσκεται ο ομώνυμος οικισμός του Καλάμου με πληθυσμό 483 κατ., ενώ στο βόρειο τμήμα ο οικισμός της Επισκοπής με πληθυσμό 60 κατ. Συνολικά στο νησί κατοικούν 543 κάτοικοι. Ο αριθμός αυτός αυξάνει σημαντικά τη θερινή περίοδο από τους παραθεριστές, οι οποίοι προβλέπεται να παρουσιάζουν περαιτέρω αύξηση τα επόμενα χρόνια.

Η νήσος Καστός έχει έκταση περί τα 6400 στρ. Έχει επιμήκες σχήμα με προσανατολισμό ΒΒΑ – ΝΝΔ, συνολικού μήκους 8km και μέσου πλάτους 800m. Από άποψη μορφολογίας εδάφους ο Καστός αποτελείται από έναν κεντρικό επιμήκη ορεινό όγκο που καλύπτει όλο το νησί από το βόρειο μέχρι το νότιο άκρο του και έχει μέγιστο υψόμετρο 155m στη θέση "Χαλκιερίμι". Η δυτική πλευρά του νησιού χαρακτηρίζεται από τις μεγάλες κλίσεις και τις απόκρυμνες ακτές, ενώ η ανατολική παρουσιάζει μικρότερες κλίσεις και έχει αρκετές αξιόλογες παραλίες. Γενικά το νησί είναι γραφικό με πολλές φυσικές ομορφιές και προσφέρεται λόγω και της ησυχίας που παρέχει για ήπιας μορφής τουριστική ανάπτυξη. Το νησί περιλαμβάνει τον οικισμό του Καστού, με 120 μόνιμους κατοίκους, οι οποίοι αυξάνονται τη θερινή περίοδο από τους παραθεριστές.

2. Περιγραφή υφιστάμενου δικτύου

Τα δύο νησιά στερούνται γενικά φυσικών πηγών νερού, εκτός από κάποιες εποχιακές μικροπηγές πολύ μικρής παροχής και κάποια λιγοστά πηγάδια, που δεν μπορούν να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες ύδρευσης. Οι γεωλογικές έρευνες έχουν αποκλείσει την ανεύρεση νερού με γεώτρηση. Ως εκ τούτου, η υδροδότηση γίνεται αναγκαστικά με μεταφορά από την ηπειρωτική χώρα, μέσω υποθαλάσσιων αγωγών.

Το κύριο δίκτυο υδροδότησης που εξυπηρετεί τα νησιά μέχρι και σήμερα κατασκευάστηκε πριν από 30 περίπου χρόνια. Τα δύο νησιά υδροδοτούνται από μια γεώτρηση στο Μύτικα της Αιτωλοακαρνανίας δυνατότητας παροχής $60\text{m}^3/\text{hr}$. Πλησίον υπάρχει δεξαμενή και το αντλιοστάσιο A1 σε υψόμετρο +25m που δέχεται το νερό από την υποβρύχια αντλία της γεώτρησης. Στο αντλιοστάσιο A1 υπάρχουν δύο αντλίες με ονομαστική παροχή $40\text{m}^3/\text{hr}$ σε μανομετρικό ύψος 65m που λειτουργούν περιοδικά και καταθλίβουν σε αγωγό HDPE $\Phi 125$ μήκους 2526m μέχρι την παραλία Μύτικα και στη συνέχεια σε υποθαλάσσιο αγωγό HDPE $\Phi 140$ μήκους 2050m μέχρι την απέναντι ακτή του Καλάμου στη θέση Αγ. Κωνσταντίνος. Ο αγωγός συνδέεται μέσω χερσαίου τμήματος HDPE $\Phi 140$ μήκους $L=50\text{m}$ με το αντλιοστάσιο A2. Το αντλιοστάσιο A2 βρίσκεται σε υψόμετρο +20m διαθέτει δύο αντλίες ονομαστικής παροχής $40\text{m}^3/\text{hr}$ σε μανομετρικό ύψος 158m και τροφοδοτεί μέσω καταθλιπτικού αγωγού PVC $\Phi 110$ μήκους 507m κεντρική δεξαμενή διανομής, χωρητικότητας 150m^3 σε υψόμετρο +130m. Από εκεί εκκινούν δύο αγωγοί βαρύτητας. Ο ένας αποτελείται από PVC $\Phi 110$ μήκους 177m και τροφοδοτεί δεξαμενή 90m^3 σε υψόμετρο +80m, η οποία στη συνέχεια υδροδοτεί τον οικισμό της Επισκοπής με αγωγό PVC $\Phi 110$ μήκους 1805m. Ο δεύτερος αποτελείται από PVC $\Phi 140$ μήκους 5787m και τροφοδοτεί τρεις δεξαμενές σε υψόμετρο +100m πλησίον του οικισμού του Καλάμου. Οι δύο από τις τρεις δεξαμενές έχουν χωρητικότητα 150m^3 έκαστη και υδροδοτούν τον οικισμό του Καλάμου. Η τρίτη δεξαμενή Δ3 έχει χωρητικότητα 60m^3 και αποτελεί τη δεξαμενή φόρτισης του αγωγού προς τον Καστό. Από την Τρίτη δεξαμενή ξεκινάει αγωγός HDPE $\Phi 110$ PN10 μήκους περί τα 960m μέχρι το ανατολικό άκρο της παραλίας της Αγραπιδιάς, όπου και ποντίζεται. Το υποθαλάσσιο τμήμα του αγωγού αποτελείται από HDPE $\Phi 125$ PN16 μήκους περί τα 1400m και καταλήγει στην απέναντι ακτή του Καστού. Από εκεί συνεχίζει αγωγός HDPE $\Phi 110$ PN10 μήκους 6073m, ο οποίος καταλήγει σε δεξαμενή Δ4 χωρητικότητας 100m^3 σε υψόμετρο +60m, η οποία υδροδοτεί τον οικισμό του Καστού.

3. Προτεινόμενα έργα

Λόγω της ποιότητας του νερού των γεωτρήσεων που τροφοδοτούν τα δύο νησιά και της δημιουργίας αλάτων, ο υποθαλάσσιος αγωγός Καλάμου-Καστού έχει παρουσιάσει στο παρελθόν φραγή λόγω επικαθίσεων. Επίσης, ο υποθαλάσσιος αγωγός Μύτικα-Καλάμου έχει στο παρελθόν παρουσιάσει βλάβες που έχουν προκληθεί από ανεμότρατες και αγκυροβόλια σκαφών.

Προτείνεται η κατασκευή πρόσθετων υποθαλάσσιων αγωγών για την αύξηση της παροχρητευτικότητας και την εξασφάλιση εφεδρείας, οι οποίοι θα τοποθετηθούν παράλληλα με τους υφιστάμενους και σε απόσταση τουλάχιστον 20m από αυτούς. Συγκεκριμένα, στο υποθαλάσσιο τμήμα μεταξύ Αιτωλοακαρνανίας-Καλάμου θα τοποθετηθεί αγωγός HDPE $\Phi 140$ PE100 PN16 μήκους 2100m. Στα άκρα του αγωγού θα τοποθετηθούν δικλείδες ελαστικής έμφραξης DN125 PN16 και εξαεριστικές βαλβίδες DN50 PN16, καθώς και δικλείδες εκκένωσης DN125 PN16. Ο υποθαλάσσιος αγωγός μεταξύ

N. Καλάμου και N. Καστού θα κατασκευαστεί από HDPE Φ125 PE100 PN16 μήκους 1600m. Στα άκρα του αγωγού θα τοποθετηθούν δικλείδες ελαστικής έμφραξης DN100 PN16 και εξαεριστικές βαλβίδες DN50 PN16, καθώς και δικλείδες εκκένωσης DN100 PN16.

Επιπλέον, πρόκειται να γίνουν οι ακόλουθες παρεμβάσεις στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις, ούτως ώστε να πληρούνται οι προϋποθέσεις της άδειας χρήσης νερού

- Ο χώρος πέριξ της γεώτρησης και για την προστασία αυτής σε έκταση $4 \times 5 = 20m^2$ θα τσιμεντοστρωθεί με σκυρόδεμα C16/20 πάχους 12m, ελαφρά οπλισμένο με δομικό πλέγμα T131 και θα περιφραχθεί με γαλβανισμένο σύρμα περιφράξεων σε ύψος 1,62m, ενώ η θύρα θα είναι δίφυλλη, συνολικού ανοίγματος 4m. Επισημαίνεται ότι παραπλεύρως της γεώτρησης υφίσταται οικίσκος που περιλαμβάνει τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό υποστήριξης της γεώτρησης και η μια πλευρά του οικίσκου θα αποτελεί πλευρά του προβλεπόμενου περιφραγμένου χώρου
- Θα τοποθετηθούν 2 μετρητές παροχής νερού καταγραφή της χρησιμοποιούμενης ποσότητας νερού και τον έγκαιρο έλεγχο πιθανών διαρροών των υποθαλάσσιων αγωγών και των επεκτάσεων αυτών στα χερσαία τμήματα μέχρι τις δεξαμενές. Συγκεκριμένα, οι μετρητές θα τοποθετηθούν στα ακόλουθα σημεία:
 - Στη θέση της γεώτρησης στην αρχή του καταθλιπτικού αγωγού
 - Στην είσοδο της δεξαμενής-αντλιοστασίου στη θέση 'Αγ. Κωνσταντίνος'
- Θα τοποθετηθεί τηλεματικός έλεγχος στάθμης της δεξαμενής-αντλιοστασίου στη θέση 'Αγ. Κωνσταντίνος' με τεχνολογία GSM, για την παρακολούθηση της λειτουργίας της δεξαμενής-αντλιοστασίου από την Υπηρεσία Ύδρευσης του Δήμου Λευκάδας.

4. Υπολογισμοί

4.1. Γενικά

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί χωρίζονται σε δύο ανεξάρτητα τμήματα που περιλαμβάνουν τους υποθαλάσσιους αγωγούς. Το ένα είναι ο υπολογισμός του δικτύου από το αντλιοστάσιο A1 στο αντλιοστάσιο A2. Το άλλο είναι ο υπολογισμός του δικτύου από τη Δεξαμενή Δ3 στη δεξαμενή Δ4.

Το υφιστάμενο δίκτυο έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με τη μελέτη με τίτλο «Ύδρευση Καστού» που είχε συνταχθεί για λογαριασμό του Συνδέσμου Ύδρευσης Καλάμου-Επισκοπής-Καστού από το μελετητή Κων/νο Μακρή το 1996, για χρονικό ορίζοντα 50 ετών. Σε αυτή τη μελέτη, η εκτέλεση των υδραυλικών υπολογισμών έγινε με τις ακόλουθες παραδοχές:

- Ημερήσια κατανάλωση νερού ανά κάτοικο: $q=0.20m^3$
- Συντελεστής προσαύξησης για μέγιστη ημερήσια κατανάλωση: 1.60
- Συντελεστής προσαύξησης για μέγιστη ωριαία κατανάλωση: 1.50
- Μέγιστος χρόνος λειτουργίας αντλιοστασίων ανά 24ωρο: 16hr
- Συντελεστής ετήσιας αύξησης πληθυσμού 0.5%, με ορίζοντα 50έτη
- Πληθυσμός οικισμών (απογραφή 1991)
 - Κάλαμος: 379κάτ.
 - Επισκοπή: 86κάτ.
 - Καστός: 50κάτ.

Ο συνολικός πληθυσμός μετά από 50 χρόνια προέκυψε ως εξής:

- Συντελεστής αύξησης πληθυσμού: $(1+0.005)^{50} = 1.28$
 - Πληθυσμός Καλάμου: $1.28 \times 379 = 485$
τουρίστες-επισκέπτες 1000
Μερικό σύνολο: 1485
 - Πληθυσμός Επισκοπής: $1.28 \times 86 = 110$
τουρίστες-επισκέπτες 400
Μερικό σύνολο: 510
 - Πληθυσμός Καστού: $1.28 \times 50 = 64$
τουρίστες-επισκέπτες 400
Μερικό σύνολο: 464
- Σύνολο 2459 άτομα**

Η μέση ημερήσια κατανάλωση είναι:

- Κάλαμος $Q_d = 1485 \times 0.20 = 297 \text{ m}^3/\eta\mu$
- Επισκοπή $Q_d = 510 \times 0.20 = 102 \text{ m}^3/\eta\mu$
- Καστός $Q_d = 464 \times 0.20 = 93 \text{ m}^3/\eta\mu$
- **Σύνολο $Q_d = 492 \text{ m}^3/\eta\mu$**

Η μέγιστη ημερήσια κατανάλωση είναι:

- Κάλαμος $Q_{d,max} = 297 \times 1.60 = 475 \text{ m}^3/\eta\mu$
- Επισκοπή $Q_{d,max} = 102 \times 1.60 = 163 \text{ m}^3/\eta\mu$
- Καστός $Q_{d,max} = 93 \times 1.60 = 149 \text{ m}^3/\eta\mu$
- **Σύνολο $Q_{d,max} = 787 \text{ m}^3/\eta\mu = 32.8 \text{ m}^3/\text{hr}$**

4.2. Υδραυλικός υπολογισμός αγωγών

Η υδραυλική επίλυση των αγωγών έγινε με το λογισμικό EPANET, με την εξίσωση Darcy-Weisbach για τον υπολογισμό των απωλειών. Για τους αγωγούς PVC θεωρήθηκε τραχύτητα $k=0.005\text{mm}$, ενώ για τους αγωγούς HDPE $k=0.001\text{mm}$. Οι επιλύσεις έγιναν για δύο σενάρια:

- Σενάριο 1: παράλληλη λειτουργία παλαιού και νέου υποθαλάσσιου αγωγού
- Σενάριο 2: λειτουργία του νέου υποθαλάσσιου αγωγού (ο παλαιός είναι απομονωμένος)

4.2.1. Υδραυλικός υπολογισμός δικτύου από αντλιοστάσιο A1 προς αντλιοστάσιο A2

Η χαρακτηριστική καμπύλη της αντλίας στο αντλιοστάσιο A1 είναι:

H [m]	80.8	74.3	73.0	71.0	68.0	65.0	60.0	50.0	40.7
Q [m ³ /hr]	0	22	25	30	35	40	45	54	60

4.2.1.1. Σενάριο 1: Παράλληλη λειτουργία παλαιού και νέου υποθαλάσσιου αγωγού
Σύμφωνα με την υδραυλική επίλυση προκύπτουν τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

ΤΜΗΜΑ	ΑΓΩΓΟΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ D _{εσ.} [mm]	ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ k [mm]	Μήκος τμήματος L [m]	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ANA km [m/km]	ΑΠΩΛΕΙΕΣ h _f [m]	ΤΑΧΥΤΗΤΑ u [m/s]	ΠΑΡΟΧΗ Q [m ³ /hr]
A1-K1	HDPE Φ125 PN10	110.2	0.001	2526	18.13	45.80	1.56	53.56
K1-K2 (παλαιός)	HDPE Φ140 PN16	114.6	0.001	2050	4.38	8.97	0.73	26.96
K1-K2 (νέος)	HDPE Φ140 PN16	114.6	0.001	2100	4.27	8.97	0.72	26.60
K2-A2	HDPE Φ140 PN16	114.6	0.001	50	15.02	0.75	1.44	53.56

Για τη μέγιστη ημερήσια κατανάλωση των 32.8m³/hr, οι ώρες που θα πρέπει να λειτουργεί η αντλία την ημέρα είναι: $\frac{32.8}{53.56} \cdot 24 = 14.7hr$

4.2.1.2. Σενάριο 2: Λειτουργία του νέου υποθαλάσσιου αγωγού (ο παλαιός είναι απομονωμένος)

Σύμφωνα με την υδραυλική επίλυση προκύπτουν τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

ΤΜΗΜΑ	ΑΓΩΓΟΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ D _{εσ.} [mm]	ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ k [mm]	Μήκος τμήματος L [m]	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ANA km [m/km]	ΑΠΩΛΕΙΕΣ h _f [m]	ΤΑΧΥΤΗΤΑ u [m/s]	ΠΑΡΟΧΗ Q [m ³ /hr]
A1-K1	HDPE Φ125 PN10	110.2	0.001	2526	14.50	36.63	1.38	47.30
K1-K2 (παλαιός)	<i>ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΣ</i>							
K1-K2 (νέος)	HDPE Φ140 PN16	114.6	0.001	2100	12.01	25.22	1.27	47.30
K2-A2	HDPE Φ140 PN16	114.6	0.001	50	12.01	0.60	1.27	47.30

Για τη μέγιστη ημερήσια κατανάλωση των 32.8m³/hr, οι ώρες που θα πρέπει να λειτουργεί η αντλία την ημέρα είναι: $\frac{32.8}{47.30} \cdot 24 = 16.6hr$

4.2.2. Υδραυλικός υπολογισμός δικτύου από τη δεξαμενή Δ3 προς τη δεξαμενή Δ4

4.2.2.1. Σενάριο 1: Παράλληλη λειτουργία παλαιού και νέου υποθαλάσσιου αγωγού

Σύμφωνα με την υδραυλική επίλυση προκύπτουν τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

ΤΜΗΜΑ	ΑΓΩΓΟΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ D _{εσ.} [mm]	ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ k [mm]	Μήκος τμήματος L [m]	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ANA km [m/km]	ΑΠΩΛΕΙΕΣ h _f [m]	ΤΑΧΥΤΗΤΑ u [m/s]	ΠΑΡΟΧΗ Q [m ³ /hr]
Δ3-K3	HDPE Φ110 PN10	96.8	0.001	680	5.61	3.81	0.74	19.70
K3-K4	HDPE Φ110 PN10	96.8	0.001	280	1.58	0.44	0.36	9.66
K4-K5 (παλαιός)	HDPE Φ125 PN16	102.2	0.001	1350	1.22	1.65	0.33	10.04
K3-K5 (νέος)	HDPE Φ125 PN16	102.2	0.001	1600	1.31	2.10	0.34	9.66
K5-Δ4	HDPE Φ110 PN10	96.8	0.001	6073	5.61	34.05	0.74	19.70

4.2.2.2. Σενάριο 2: Λειτουργία του νέου υποθαλάσσιου αγωγού (ο παλαιός είναι απομονωμένος)

Σύμφωνα με την υδραυλική επίλυση προκύπτουν τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

ΤΜΗΜΑ	ΑΓΩΓΟΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ D _{εσ.} [mm]	ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ k [mm]	Μήκος τμήματος L [m]	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ANA km [m/km]	ΑΠΩΛΕΙΕΣ h _f [m]	ΤΑΧΥΤΗΤΑ u [m/s]	ΠΑΡΟΧΗ Q [m ³ /hr]
Δ3-K3	HDPE Φ110 PN10	96.8	0.001	680	5.01	3.41	0.70	18.48
K3-K4	HDPE Φ110 PN10	<i>ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΣ</i>						
K4-K5 (παλαιός)	HDPE Φ125 PN16	<i>ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΣ</i>						
K3-K5 (νέος)	HDPE Φ125 PN16	102.2	0.001	1600	3.86	6.18	0.63	18.48
K5-Δ4	HDPE Φ110 PN10	96.8	0.001	6073	5.01	30.41	0.70	18.48

5. Υπολογισμός ερμάτων αγωγού

5.1. Γενικές αρχές

Για την διαστασιολόγηση των ερμάτων και την πυκνότητα τοποθέτησης αυτών επί του αγωγού λαμβάνονται υπ' όψιν δύο βασικά κριτήρια:

1. Ο αγωγός κενός μετά των ερμάτων πρέπει να έχει δυνατότητα κανονικής επίπλευσης ώστε να είναι ορατός κατά την φάση πόντισης, δηλαδή το βάρος του κενού αγωγού και των ερμάτων να είναι μικρότερο από την άνωση.
2. Για την καλύτερη δυνατή έδραση του αγωγού επί του πυθμένα πρέπει το βάρος αυτού πλήρους με νερό μετά των ερμάτων, να είναι μεγαλύτερο από την άνωση.

5.2. Υπολογισμός ερμάτων αγωγού HDPE Φ125 PE100 PN16

Τα χαρακτηριστικά του αγωγού HDPE Φ125 PE100 PN16 είναι τα ακόλουθα:

- Εξωτερική διάμετρος: 125mm
- Πάχος τοιχώματος: 11.4mm
- Εσωτερική διάμετρος: 102.2mm
- Ειδικό βάρος HDPE: 960kg/m³
- Ειδικό βάρος γλυκού νερού: 1000kg/m³
- Ειδικό βάρος θαλασσινού νερού: 1027kg/m³
- Βάρος αγωγού κενού: $\frac{(0.125^2 - 0.1022^2) \cdot \pi}{4} \cdot 960 = 3.91 \text{kg/m}^3$
- Βάρος νερού στον αγωγό: $\frac{0.1022^2 \cdot \pi}{4} \cdot 1000 = 8.20 \text{kg/m}^3$
- Βάρος αγωγού πλήρους νερού: 3.91 + 8.20 = 12.11kg/m
- Άνωση αγωγού βυθισμένου: $\frac{0.125^2 \cdot \pi}{4} \cdot 1027 = 12.60 \text{kg/m}$

Αν το βάρος των ερμάτων ανά μέτρο μήκους αγωγού είναι B (kg), και θεωρώντας το ειδικό βάρος του άοπλου σκυροδέματος 2300kg/m³, ο αντίστοιχος όγκος των ερμάτων θα είναι B / 2300 (m³).

Η αντίστοιχη άνωση των πλήρως βυθιζόμενων ερμάτων θα είναι $\frac{B}{2300} \cdot 1027$

Για να τηρείται το 1^ο κριτήριο πρέπει να ικανοποιείται η σχέση:

$$3.91 + B < 12.60 + \frac{B}{2300} \cdot 1027$$

από όπου προκύπτει B < 15.70kg/m.

Με τοποθέτηση των ερμάτων ανά 3m, το βάρος κάθε ζεύγους ερμάτων θα πρέπει να είναι μικρότερο από $15.70 \cdot 3 = 47.10 \text{kg}$

Επιλέγονται έρματα σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου διαστάσεων

$$0.38 \cdot 0.15 \cdot 0.19 \text{m}$$

$$\text{Όγκος ζεύγους ερμάτων: } 2 \cdot \left(0.38 \cdot 0.19 - \frac{\pi \cdot 0.13^2}{8} \right) \cdot 0.15 = 0.0197 \text{m}^3$$

$$\text{Βάρος ζεύγους ερμάτων: } 0.0197 \cdot 2300 = 45.31 \text{kg}$$

$$\text{Βάρος ερμάτων ανά μέτρο μήκους αγωγού } \frac{45.31}{3.0} = 15.10 \text{kg/m}$$

Έλεγχος κριτηρίου επίπλευσης

Βάρος αγωγού κενού με έρματα: $3.91 + 15.10 = 19.19 \text{ kg/m}$

Άνωση αγωγού με έρματα: $12.60 + \frac{15.10}{2300} \cdot 1027 = 19.34 \text{ kg/m}$

Δηλαδή $19.34 > 19.19$ και συνεπώς ικανοποιείται το κριτήριο επίπλευσης.

Το βάρος του πλήρους με νερό αγωγού με τα έρματα θα είναι μεγαλύτερο από την άνωση

$$12.11 + 15.10 = 27.21 \text{ kg/m} > 19.34 \text{ kg/m}$$

οπότε ο αγωγός θα παραμένει βυθισμένος.

5.3. Υπολογισμός ερμάτων αγωγού HDPE Φ140 PE100 PN16

Τα χαρακτηριστικά του αγωγού HDPE Φ140 PE100 PN16 είναι τα ακόλουθα:

- Εξωτερική διάμετρος: 140mm
- Πάχος τοιχώματος: 12.7mm
- Εσωτερική διάμετρος: 114.6mm
- Ειδικό βάρος HDPE: 960 kg/m^3
- Ειδικό βάρος γλυκού νερού: 1000 kg/m^3
- Ειδικό βάρος θαλασσινού νερού: 1027 kg/m^3
- Βάρος αγωγού κενού: $\frac{(0.140^2 - 0.1146^2) \cdot \pi}{4} \cdot 960 = 4.88 \text{ kg/m}^3$
- Βάρος νερού στον αγωγό: $\frac{0.1146^2 \cdot \pi}{4} \cdot 1000 = 10.31 \text{ kg/m}^3$
- Βάρος αγωγού πλήρους νερού: $4.88 + 10.31 = 15.19 \text{ kg/m}$
- Άνωση αγωγού βυθισμένου: $\frac{0.140^2 \cdot \pi}{4} \cdot 1027 = 15.81 \text{ kg/m}$

Αν το βάρος των ερμάτων ανά μέτρο μήκους αγωγού είναι B (kg), και θεωρώντας το ειδικό βάρος του άσπλου σκυροδέματος 2300 kg/m^3 , ο αντίστοιχος όγκος των ερμάτων θα είναι $B / 2300 \text{ (m}^3\text{)}$.

Η αντίστοιχη άνωση των πλήρως βυθιζόμενων ερμάτων θα είναι $\frac{B}{2300} \cdot 1027$

Για να τηρείται το 1^ο κριτήριο πρέπει να ικανοποιείται η σχέση:

$$4.88 + B < 15.81 + \frac{B}{2300} \cdot 1027$$

από όπου προκύπτει $B < 19.75 \text{ kg/m}$.

Με τοποθέτηση των ερμάτων ανά 3m, το βάρος κάθε ζεύγους ερμάτων θα πρέπει να είναι μικρότερο από $19.75 \cdot 3 = 59.25 \text{ kg}$

Επιλέγονται έρματα σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου διαστάσεων

$$0.42 \cdot 0.15 \cdot 0.21 \text{ m}$$

$$\text{Όγκος ζεύγους ερμάτων: } 2 \cdot \left(0.42 \cdot 0.21 - \frac{\pi \cdot 0.145^2}{8} \right) 0.15 = 0.0240 \text{m}^3$$

$$\text{Βάρος ζεύγους ερμάτων: } 0.0240 \cdot 2300 = 55.16 \text{kg}$$

$$\text{Βάρος ερμάτων ανά μέτρο μήκους αγωγού } \frac{55.16}{3.0} = 18.39 \text{kg/m}$$

Έλεγχος κριτηρίου επίπλευσης

$$\text{Βάρος αγωγού κενού με έρματα: } 4.88 + 18.39 = 23.27 \text{ kgr / m}$$

$$\text{Άνωση αγωγού με έρματα: } 15.81 + \frac{18.39}{2300} 1027 = 24.02 \text{kg/m}$$

Δηλαδή $24.02 > 23.27$ και συνεπώς ικανοποιείται το κριτήριο επίπλευσης.

Το βάρος του πλήρους με νερό αγωγού με τα έρματα θα είναι μεγαλύτερο από την άνωση

$$15.19 + 18.39 = 33.58 \text{kg/m} > 24.02 \text{kg/m}$$

οπότε ο αγωγός θα παραμένει βυθισμένος.

Η δαπάνη που απαιτείται είναι **354.838,71€** (χωρίς ΦΠΑ) και θα καλυφθεί από πιστώσεις του **ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ "Ιόνια Νησιά" 2014-2020**

Για την κατασκευή του έργου ισχύουν οι εξής διατάξεις:

- Ν. 3852/2010 «Καλλικράτης»
- Ν. 4412/2016 «Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών»

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ-ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
Λευκάδα 25-02-2018
Ο Δ/ντης Τ.Υ.Δ.Λ.

ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΑΡΕΘΑΣ
ΧΗΜ.-ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ
Λευκάδα 25-02-2018

ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΚΟΝΙΔΑΡΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ