



ΔΗΜΟΣ ΒΕΛΟΥ ΒΟΧΑΣ
MUNICIPALITY OF VELO VOCHA

ΜΕΛΕΤΗ:

**ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΔΗΜΟΥ ΒΕΛΟΥ-
ΒΟΧΑΣ ΑΠΟ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ
ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΔΑΤΟΣ
ΠΗΓΩΝ ΣΤΥΜΦΑΛΙΑΣ**

ΑΡ. ΜΕΛΕΤΗΣ : 13/2020 ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΜΕΝΗ

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ
ΔΗΜΟΣ ΒΕΛΟΥ-ΒΟΧΑΣ
ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΥ ΒΕΛΟΥ-ΒΟΧΑΣ**

ΑΡ. ΕΡΓΟΥ:

ΑΡ. ΜΕΛΕΤΗΣ:13/2020-ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΜΕΝΗ

**ΤΙΤΛΟΣ
ΜΕΛΕΤΗΣ**

**ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΔΗΜΟΥ ΒΕΛΟΥ-ΒΟΧΑΣ ΑΠΟ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΔΙΚΤΥΟ
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΔΑΤΟΣ ΠΗΓΩΝ ΣΤΥΜΦΑΛΙΑΣ**

**ΣΤΑΔΙΟ
ΜΕΛΕΤΗΣ**

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΤΙΤΛΟΣ
ΤΕΥΧΟΥΣ**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ

ΤΥ1

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ
ΔΗΜΟΣ ΒΕΛΟΥ-ΒΟΧΑΣ
ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΗΜΟΥ ΒΕΛΟΥ-ΒΟΧΑΣ**

ΑΡ. ΕΡΓΟΥ:

ΑΡ. ΜΕΛΕΤΗΣ:13/2020 ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΜΕΝΗ

**ΤΙΤΛΟΣ
ΜΕΛΕΤΗΣ**

**ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΔΗΜΟΥ ΒΕΛΟΥ-ΒΟΧΑΣ ΑΠΟ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ
ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΔΑΤΟΣ ΠΗΓΩΝ ΣΤΥΜΦΑΛΙΑΣ**

**ΣΤΑΔΙΟ
ΜΕΛΕΤΗΣ**

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΤΙΤΛΟΣ
ΤΕΥΧΟΥΣ**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

**ΑΡΙΘΜΟΣ
ΤΕΥΧΟΥΣ**

ΤΥ1

**Ο
ΣΥΝΤΑΞΑΣ**

ΕΚΠΟΝΗΘΗΚΕ & ΠΑΡΑΔΟΘΗΚΕ
(άρθρο 6 της Π.Σ. αριθ. 500/2022)
ΔΗΜΟΠΡΑΚΤΟΣ Α.Ε.-Α.Ο.Τ.Α.
Αναπτυξιακός Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
Εθνικής Αντίστασης 38, 20131 Κόρινθος
ΑΦΜ 801619644 ΓΕΜΗ 160261237000

Καραίσκος Ιωάννης
Πολιτικός Μηχανικός

Ημερομηνία

ΜΑΙΟΣ 2022

Υπογραφή

**ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ
ΚΑΙ
ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ**

Ο Προϊστ/νος Διεύθυνσης Τεχνικών Υπηρεσιών και
Πολεοδομίας

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΟΛΙΤΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΜΑΙΟΣ 2022



Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1.	Γενικά – Αντικείμενο της μελέτης	3
1.2.	Ανάθεση και πραγματοποίηση της μελέτης	4
1.3.	Σκοπός της μελέτης	4
1.4.	Θέση του έργου	5
1.5.	Τοπογραφικό και χαρτογραφικό υπόβαθρο	5
1.6.	Διάρθρωση της μελέτης	7
2.	ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	9
2.1.	Γεωγραφική θέση – Διοικητική υπαγωγή	9
2.2.	Γεωμορφολογία	14
2.3.	Γεωλογικά – Γεωτεχνικά στοιχεία	23
2.4.	Σεισμικότητα – Σεισμική Επικινδυνότητα	25
2.5.	Περιβαλλοντικά στοιχεία – κατάταξη έργου	27
3.	ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΝΕΡΟ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ	29
3.1.	Εξυπηρετούμενος πληθυσμός	29
3.1.1.	Γενικά	29
3.1.2.	Εκτίμηση πληθυσμού σχεδιασμού	29
3.1.3.	Ανάγκες σε νερό ύδρευσης	30
3.1.4.	Παροχή σχεδιασμού του αγωγού	32
4.	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ	33
4.1.	Επιλογή υλικού αγωγών	33
4.2.	Διαθέσιμες διάμετροι σωλήνων PE	33
4.3.	Χάραξη του αγωγού	35
4.3.1.	Γενικά	35
4.3.2.	Μεθοδολογία σχεδιασμού του αγωγού	35
4.4.	Πορεία και περιγραφή του αγωγού	36
5.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	40
5.1.	Μεθοδολογία και δεδομένα για μόνιμη ροή	40
5.1.1.	Γενικά	40
5.1.2.	Συνοπτική περιγραφή των μεθόδων του WATERGEMS	40
5.1.3.	Δεδομένα για την εκτέλεση των υδραυλικών υπολογισμών	44
5.2.	Μεθοδολογία και δεδομένα για μη μόνιμες ροές (αντιπληγματικός έλεγχος)	46
5.2.1.	Γενικά	46
5.2.2.	Συνοπτική περιγραφή του HAMMER και των μεθόδων του	46
5.2.3.	Δεδομένα υπολογισμών	48
6.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	50
7.	ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	59

8.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ – ΣΥΣΚΕΥΕΣ -----	62
8.1.	Σκάμματα τοποθέτησης των σωλήνων -----	62
8.2.	Σώματα αγκύρωσης των σωλήνων -----	66
8.3.	Όργανα - Συσκευές - Εξαρτήματα λειτουργίας του δικτύου -----	69
8.3.1.	Γενικά -----	69
8.3.2.	Δικλείδες διακοπής και ελέγχου -----	70
8.3.3.	Βαλβίδες εισαγωγής-εξαγωγής αέρα (αερεξαγωγοί βαλβίδες) διπλής ενεργείας, παλινδρομικού τύπου -----	70
8.3.4.	Δικλείδες εκκένωσης -----	70
8.3.5.	Βαλβίδα ελέγχου ροής (Flow Control Valve -FCV).-----	71
8.3.6.	Αντιπληγματική βαλβίδα (SRV) -----	71
8.4.	Φρεάτια Συσκευών και Οργάνων -----	71
8.5.	Λοιπά τεχνικά έργα τ -----	71
9.	ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΓΩΓΩΝ. -----	72
10.	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ -----	73

ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΔΗΜΟΥ Β'ΕΛΟΥ-ΒΟΧΑΣ ΑΠΟ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΔΙΚΤΥΟ
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΔΑΤΟΣ ΠΗΓΩΝ ΣΤΥΜΦΑΛΙΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά – Αντικείμενο της μελέτης

Η παρούσα οριστική υδραυλική μελέτη πραγματοποιείται την μεταφορά νερού των πηγών Στυμφαλίας Ν. Κορινθίας για την τροφοδοσία των αναγκών ύδρευσης των πόλεων και οικισμών του Δήμου Βέλου-Βόχας Κορινθίας.

Η μεταφορά γίνεται από τις πηγές μέχρι την πόλη του Κιάτου, πρωτεύουσα του γειτονικού Δήμου Σικυωνίων, με αγωγό που κατασκευάζει ήδη ο Δήμος αυτός.

Από πιεζοθραυστικό φρεάτιο του αγωγού αυτού, που βρίσκεται επί του επαρχιακού δρόμου Στυμφαλίας-Κιάτου, (φρεάτιο «Τσάκριζα»), ο Δήμος Σικυωνίων έχει μελετήσει και προγραμματίζει την άμεση κατασκευή, διακλαδιζόμενου αγωγού με σημείο κατάληξης την υφιστάμενη δεξαμενή του Δήμου Σικυωνίων στον οικισμό Αρχαίας Σικυώνος (Βασιλικό).

Από την δεξαμενή αυτή θα εκκινεί ο αγωγός της παρούσας μελέτης για να μεταφέρει το υδρευτικό νερό στην υφιστάμενη δεξαμενή του Δήμου Βέλου-Βόχας (δεξαμενή R2), από την οποία και τροφοδοτείται το μεγαλύτερο μέρος του Δήμου Βέλου-Βόχας και προγραμματίζεται και η τροφοδοσία του υπόλοιπου.

Για την ακρίβεια η εκκίνηση του αγωγού της παρούσας μελέτης θα γίνεται από ένα νέο φρεάτιο («φρεάτιο αρχής-φόρτισης R1») που θα κατασκευασθεί λίγο ανάντη της δεξαμενής Αρχαίας Σικυώνος και θα τροφοδοτείται με μικρή διακλάδωση από τον αγωγό «Τσάκριζα» - Δεξαμενή Αρχαίας Σικυώνος.

Η κατασκευή του φρεατίου R1 και η εκκίνηση του αγωγού της παρούσας μελέτης από αυτό, υπαγορεύεται από υδραυλικούς λόγους που θα εξηγηθούν σε πιο κάτω κεφάλαιο.

Παρατήρηση : στο παρακάτω κείμενο, αλλά και στα παραρτήματα η μορφή των αριθμών (format), ακολουθεί το αμερικανικό πρότυπο, δηλαδή η υποδιαστολή των δεκαδικών αριθμών είναι τελεία (.) και ο χωρισμός των χιλιάδων είναι κόμμα (,) .

1.2. Ανάθεση και πραγματοποίηση της μελέτης

Η αρχική μελέτη εκπονήθηκε από τον μελετητή κ. Ελευθέριο Ασημίνα, πολιτικό μηχανικό ΕΜΠ, με αριθμό μελετητικού πτυχίου 25500 στην κατηγορία 13 (μελέτες υδραυλικών έργων) μετά από ανάθεση που έγινε με την από 7/7/2020 σύμβαση, μεταξύ του μελετητή και του Ν.Π.Ι.Δ.– αστική εταιρεία με την επωνυμία «ΔΙΚΤΥΟ ΠΟΛΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ» με Δ.Τ. «ΒΙΩΣΙΜΗ ΠΟΛΗ».

Η ανάθεση έγινε στα πλαίσια της υλοποίησης της από 16/06/2020 Προγραμματικής Σύμβασης μεταξύ της ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΠΟΛΗΣ και του Δήμου Βέλου-Βόχας, με τίτλο «ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΕΡΓΩΝ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΒΕΛΟΥ-ΒΟΧΑΣ» .

Για την πραγματοποίηση της αρχικής μελέτης υπήρξε πλήρης συνεργασία του μελετητή με τον Δήμαρχο Βέλου – Βόχας, την τεχνικό σύμβουλο του Δημάρχου κα Κων/να Δημητρίου, την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Βέλου – Βόχας και ιδιαίτερα τον προϊστάμενό της και φυσικά με τους υπευθύνους της εταιρείας ΒΙΩΣΙΜΗ ΠΟΛΗ και ιδιαίτερα τον Γενικό Διευθυντή κο Ι.Γεώργιζα.

Η μελέτη επικαιροποιήθηκε από τον «ΔΗΜΟΠΡΑΚΤΟ Α.Ε.-Α.Ο.Τ.Α» βάσει της υπ' αριθ. 500/2022 Προγραμματικής Σύμβασης.

1.3. Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της μελέτης είναι η τροφοδοσία του Δήμου Βέλου – Βόχας με νερό άριστης ποιότητας και επαρκούς ποσότητας για τις υδρευτικές ανάγκες ολόκληρου του Δήμου.

Ο Δήμος υδρεύεται σήμερα αποκλειστικά από υδρογεωτρήσεις, με νερό που μόλις και μετά βίας επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες της αιχμής της ωριαίας κατανάλωσης, και κατά τους οποίους αυξάνεται σημαντικά ο πληθυσμός λόγω του ιδιαίτερα τουριστικού χαρακτήρα του Δήμου, που είναι τόπος δεύτερης κατοικίας και διακοπών μεγάλου αριθμού πολιτών, κυρίως του μεγάλου κοντινού αστικού κέντρου των Αθηνών.

Η ποσότητα που παρέχουν οι υδρογεωτρήσεις μειώνεται συνεχώς, λόγω των υπεραντλήσεων και του καταβιβασμού της στάθμης των υπόγειων υδροφορέων.

Αλλά και η ποιότητα του νερού δεν είναι κατάλληλη για πόση, λόγω και της υφαλμύρυνσης που προκαλείται από τον καταβίβασμό της στάθμης των υδροφορέων, δημιουργεί δε σημαντικά προβλήματα σε δίκτυα και οικιακές συσκευές λόγω της ύπαρξης αλάτων.

Το νερό των πηγών της Στυμφαλίας είναι άριστης ποιότητας και επαρκούς ποσότητας, ώστε να θεραπεύονται τα ανωτέρω προβλήματα.

Έτσι η τροφοδοσία του Δήμου με το νερό των πηγών αυτών, καθιστά την κατασκευή του μελετώμενου εδώ έργου εκ των ων ουκ άνευ.

1.4. Θέση του έργου

Το έργο θα κατασκευασθεί με αρχή στην Δημ. Κοινότητα Αρχαίας Σικυώνος (Βασιλικό) της Δημ. Ενότητας Σικυωνίων του Δήμου Σικυωνίων της Π.Ε. Κορινθίας και κατάληξη στην Δημ. Κοινότητα Βέλου της Δημ. Ενότητας Βέλου του Δήμου Βέλου-Βόχας της Π.Ε. Κορινθίας Περισσότερα στην παράγραφο 2.1 .

1.5. Τοπογραφικό και χαρτογραφικό υπόβαθρο

Για την παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο έδαφος, από τον μελετητή, οριζοντιογραφική και υψομετρική αποτύπωση της διαδρομής του αγωγού, όπως αυτή οριστικοποιήθηκε μετά από προκαταρκτικές δοκιμές και επιλύσεις, αλλά και από επί τόπου επισκέψεις του μελετητή για αναγνώριση των συνθηκών των πιθανών διαδρομών.

Τα διαθέσιμα χαρτογραφικά και άλλα ψηφιακά υπόβαθρα που χρησιμοποιήθηκαν υποβοηθητικά είναι:

1. Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DTM) που κατασκευάστηκε για λογαριασμό της πρώην Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Κορινθίας το έτος 2010, στα πλαίσια έργου δημιουργίας ορθοφωτοχαρτών πολύ υψηλής ευκρίνειας για το σύνολο του Νομού Κορινθίας. Το ψηφιακό αυτό μοντέλο, σε μορφή αρχείων asc (ESRI), έχει βήμα πλέγματος 5x5 m. Το προαναφερθέν DTM συγκρίθηκε με το ψηφιακό μοντέλο 5x5 της ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ Α.Ε., και προέκυψε ότι είναι πολύ καλύτερης ποιότητας από το τελευταίο, μετά από διάφορες συγκρίσεις και ιδίως με σύγκριση με επίγειες αποτυπώσεις.

2. Οι έγχρωμοι ορθοφωτοχάρτες κλίμακας 1 : 5000 του έτους 2010 της πρώην Ν.Α. Κορινθίας.

3. Οι χάρτες 1:50000 και 1:5000 της Γ.Υ.Σ

4. Το Google Earth.

1.6. Διάρθρωση της μελέτης

Η παρούσα Οριστική Υδραυλική μελέτη αποτελείται από έναν φάκελο το οποίο περιέχει τα παρακάτω Τεύχη (συνολικά 10) και Σχέδια (συνολικά 24). Επίσης η μελέτη διατίθεται και ψηφιακά (αρχεία pdf και dwg)

Σχέδια			
α/α	Αριθμός σχεδίου	Τίτλος σχεδίου	Κλίμακα
1	Υ01	ΧΑΡΤΕΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ	1:200000 ΚΑΙ 1:50000
2	Υ02	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΕΡΓΩΝ	1:5000
3	Υ03	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΕΡΓΩΝ επι ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΗ	1:5000
4	Υ04	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΡΓΩΝ	1:2000
5	Υ05	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΡΓΩΝ επι ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΗ	1:2000
6	Υ06	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	1:5000 και 1:2500
7- 10	Υ07 έως Υ10	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΜΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (πλνακίδες 4)	1:1000
11	Υ11	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΑΞΟΝΑ ΜΕ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	1:1000
12- 17	Υ12 έως Υ17	ΜΗΚΟΤΟΜΕΣ (πλνακίδες 6)	ΜΗΚΩΝ 1:1000 ΥΨΩΝ 1:100
18	Υ18	ΤΥΠΙΚΑ ΣΚΑΜΜΑΤΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	1:20
19	Υ19	ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΡΧΗΣ ΑΓΩΓΟΥ R1 (ΚΑΤΟΨΗ - ΤΟΜΕΣ -ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ)	1:25
20	Υ20	ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΡΧΗΣ ΑΓΩΓΟΥ R1 (ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ)	1:25
21	Υ21	ΦΡΕΑΤΙΟ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ (FCV) και ΑΝΤΙΠΛΗΓΜΑΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ (SRV) (ΚΑΤΟΨΗ - ΤΟΜΗ -ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ)	1:20
22	Υ22	ΦΡΕΑΤΙΟ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ (FCV) και ΑΝΤΙΠΛΗΓΜΑΤΙΚΗΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ (SRV) - ΣΤΑΤΙΚΑ	1:20
23	Υ23	ΤΥΠΙΚΑ ΦΡΕΑΤΙΑ	1:20
24	Υ24	ΣΩΜΑΤΑ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ	1:25
Τεύχη			
α/α	Αριθμός τεύχους	Τίτλος τεύχους	
A. ΤΕΥΧΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ			
1	ΤΥ1	ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	
2	ΤΥ2	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	
3	ΤΥ3	ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	
4	ΤΥ4	ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΕΣ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	
B. ΤΕΥΧΗ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗΣ			
5	ΤΔ1	ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ	

6	ΤΔ2	ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
7	ΤΔ3	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ
8	ΤΔ4	ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΓΓΡΑΦΗ-ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ
9	ΤΔ5	ΣΧΕΔΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑΣ (Σ.Α.Υ.)
10	ΤΔ6	ΦΑΚΕΛΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑΣ (Φ.Α.Υ.)

2. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1. Γεωγραφική θέση – Διοικητική υπαγωγή

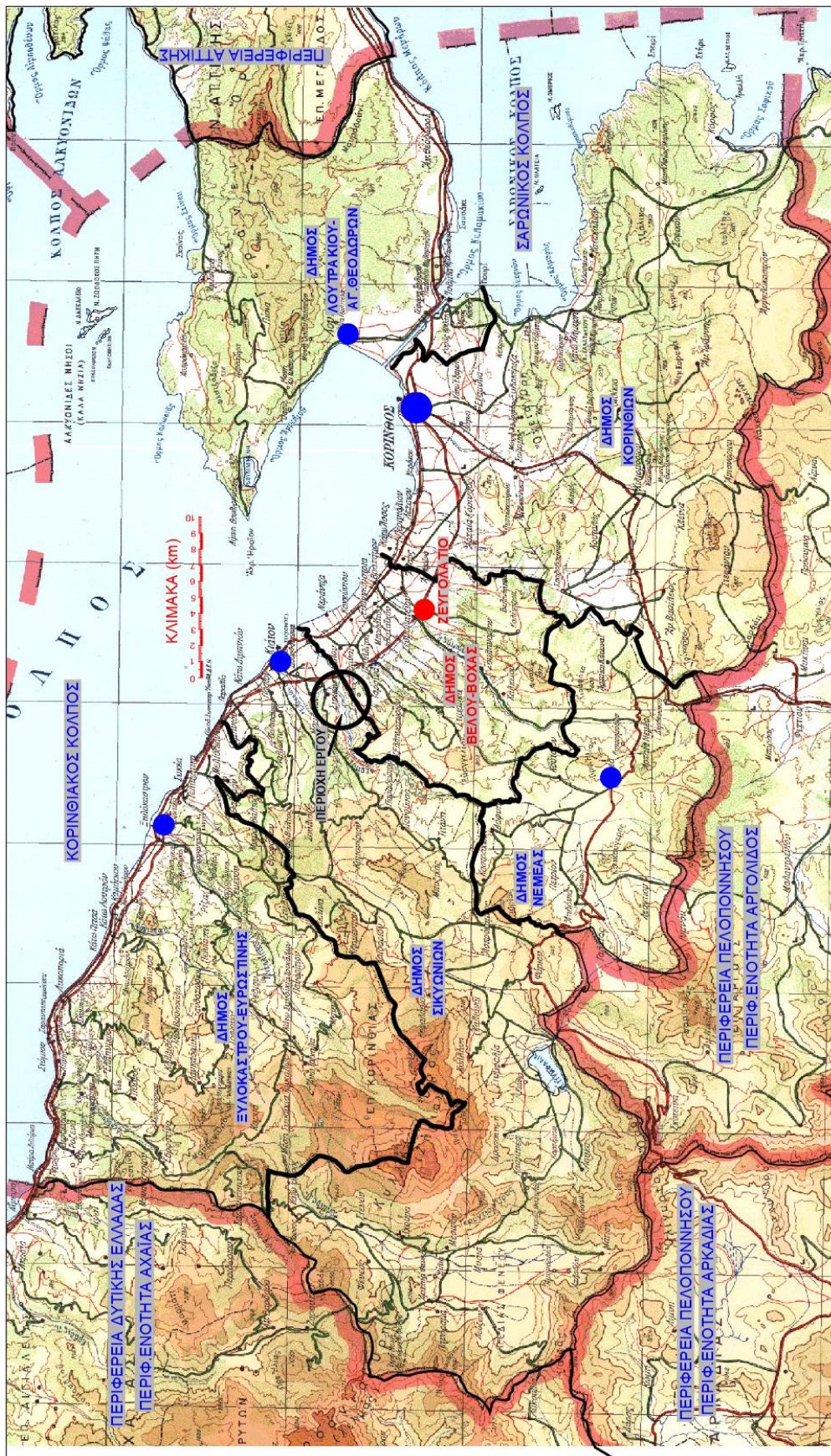
Όπως προαναφέρθηκε, το έργο βρίσκεται στην περιοχή δύο Δήμων, του Δήμου Σικυωνίων και του Δήμου Βέλου – Βόχας της Π.Ε. Κορινθίας Κορινθίας της Περιφέρειας Πελοποννήσου και πιο συγκεκριμένα ξεκινά από την Δ.Κ.. Αρχαίας Σικυώνος (Βασιλικό) του Δήμου Σικυωνίων και καταλήγει στην Δ.Κ. Βέλου του Δήμου Βέλου - Βόχας.

Οι βασικές γεωγραφικές συντεταγμένες του έργου στο ΕΓΣΑ 87 είναι **(πίνακας 1)** :

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : βασικές γεωγραφικές συντεταγμένες του έργου				
A/A	Σημείο	ΧΘ	Χ	Υ
1	Φρεάτιο αρχής-φόρτισης R1	0+000	386,719.29	4,204,083.10
2	Είσοδος αγωγού στον οικισμό Βασιλικού	0+568	387,171.30	4,204,078.67
3	Έξοδος αγωγού από τον οικισμό Βασιλικού	2+442	387861.67	4203802.45
4	Γέφυρα Ασωπού ποταμού	4+410	388,568.85	4,203,551.16
5	Οροί Δήμων Σικυωνίων και Βέλου-Βόχας	4+660	388605.20	4203423.21
6	Δεξαμενή πέρατος R2 (δεξαμενή Βέλου)	5+150	388,670.81	4,203,209.59

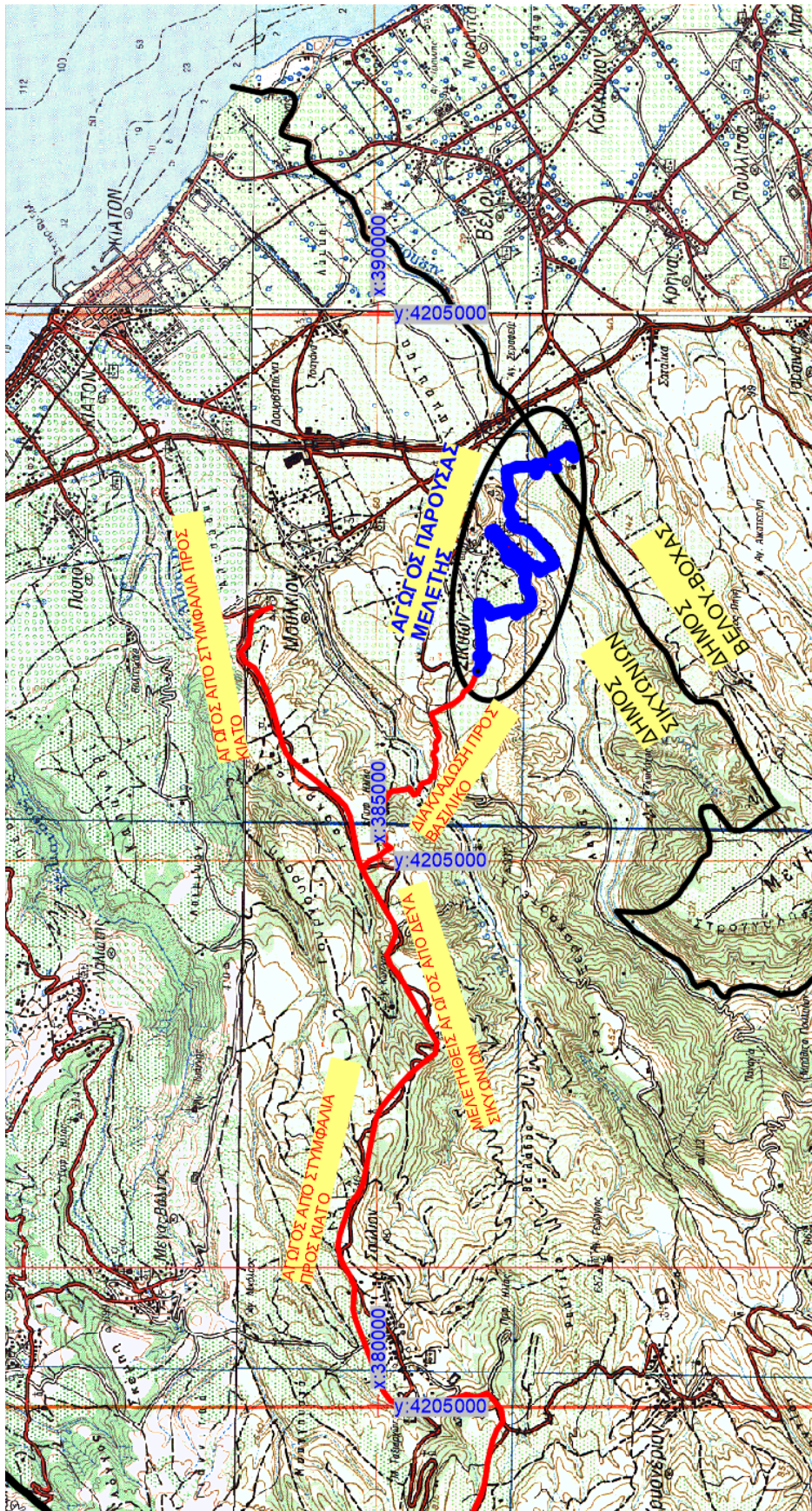
Στις παρακάτω **εικόνες 1 και 2** φαίνεται η περιοχή μελέτης από χάρτες 1: 200,000 και 1:50,000 της Γ.Υ.Σ.

Στην **εικόνα 3** φαίνονται σε χάρτη οι θέσεις των σημείων με τις ανωτέρω συντεταγμένες. .



Εικόνα 1 : Χάρτης της Περ. Ενότητας Κορινθίας με τα όρια των Δήμων και τη θέση της

προς μελέτη περιοχής (από 1:200000)



Εικόνα 2 : Χάρτης της περιοχής μελέτης με τον προτεινόμενο αγωγό (μπλε) (από 1:50000 ΓΥΣ).



Εικόνα 3 : Θέσεις σημείων των βασικών συντεταγμένων του έργου

2.2. Γεωμορφολογία

Τα υψίπεδα Βασιλικού και Βέλου, στα οποία ευρίσκονται οι δεξαμενές αρχής και πέρατος του αγωγού, απέχουν από τη θάλασσα (Κορινθιακός κόλπος) περί τα 4-5 km και διαχωρίζονται από την λεκάνη και την κοίτη του Ασωπού ποταμού, που έχει μήκος 47 km από το μακρινότερο ανάντη σημείο της λεκάνης του, μέχρι την εκβολή του στη θάλασσα.

Τα βασικά υψόμετρα εδάφους της διαδρομής του αγωγού είναι:

Υψόμετρο αρχής και μέγιστο υψόμετρο (φρεάτιο αρχής-φόρτισης R1) : 211.30 m

Ελάχιστο υψόμετρο(διάβαση Ασωπού ποταμού): 34.87 m

Υψόμετρο πέρατος αγωγού (δεξαμενή Βέλου R2): 115.90 m

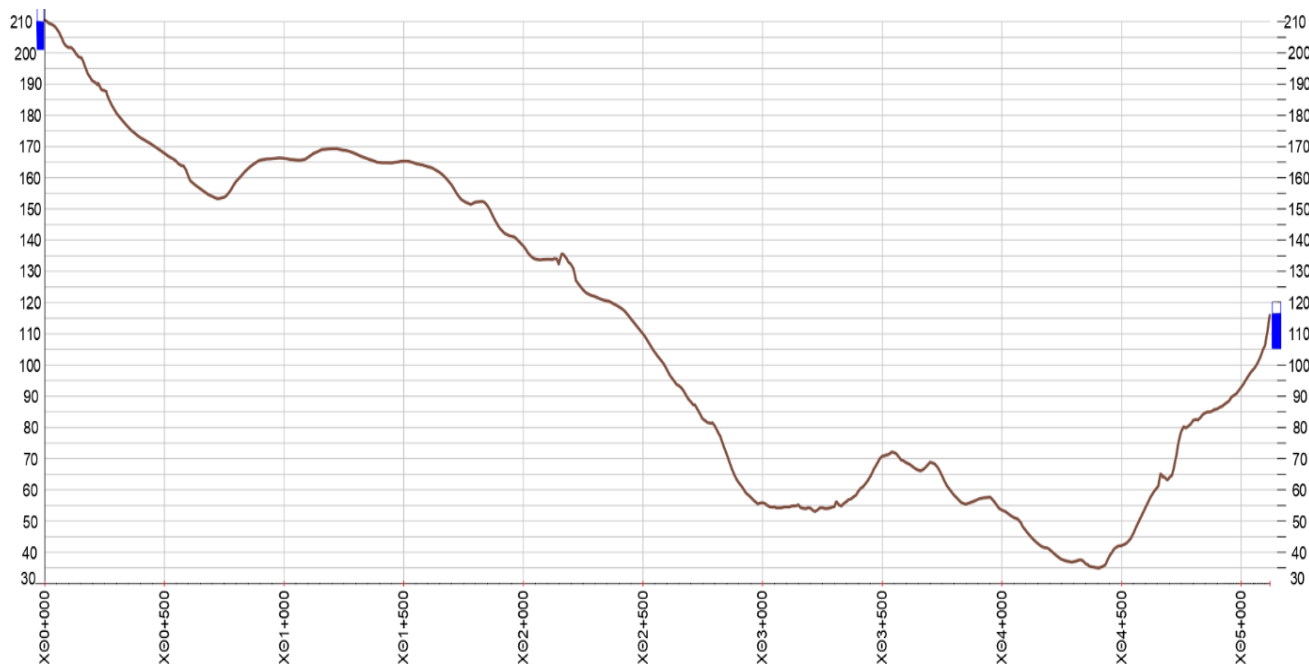
Δηλαδή η μέγιστη υψομετρική διαφορά εδάφους του αγωγού είναι 176.43 m

Στην **εικόνα 4** φαίνεται συνοπτική μηκοτομή εδάφους στην πορεία του αγωγού.

Στην **εικόνα 5** φαίνεται ο αγωγός και η περιοχή του σε δορυφορικό ορθοφωτοχάρτη

Στις **εικόνες 6 και 7** φαίνεται ο αγωγός και η περιοχή του, από τα ανάντη και τα κατόντη σε τρισδιάστατη δορυφορική εικόνα.

Στην **εικόνα 8** ο αγωγός και η περιοχή του σε δορυφορικό ορθοφωτοχάρτη, μαζί με ισουψείς εδάφους ανά 2 m, που απεικονίζουν το ανάγλυφο.



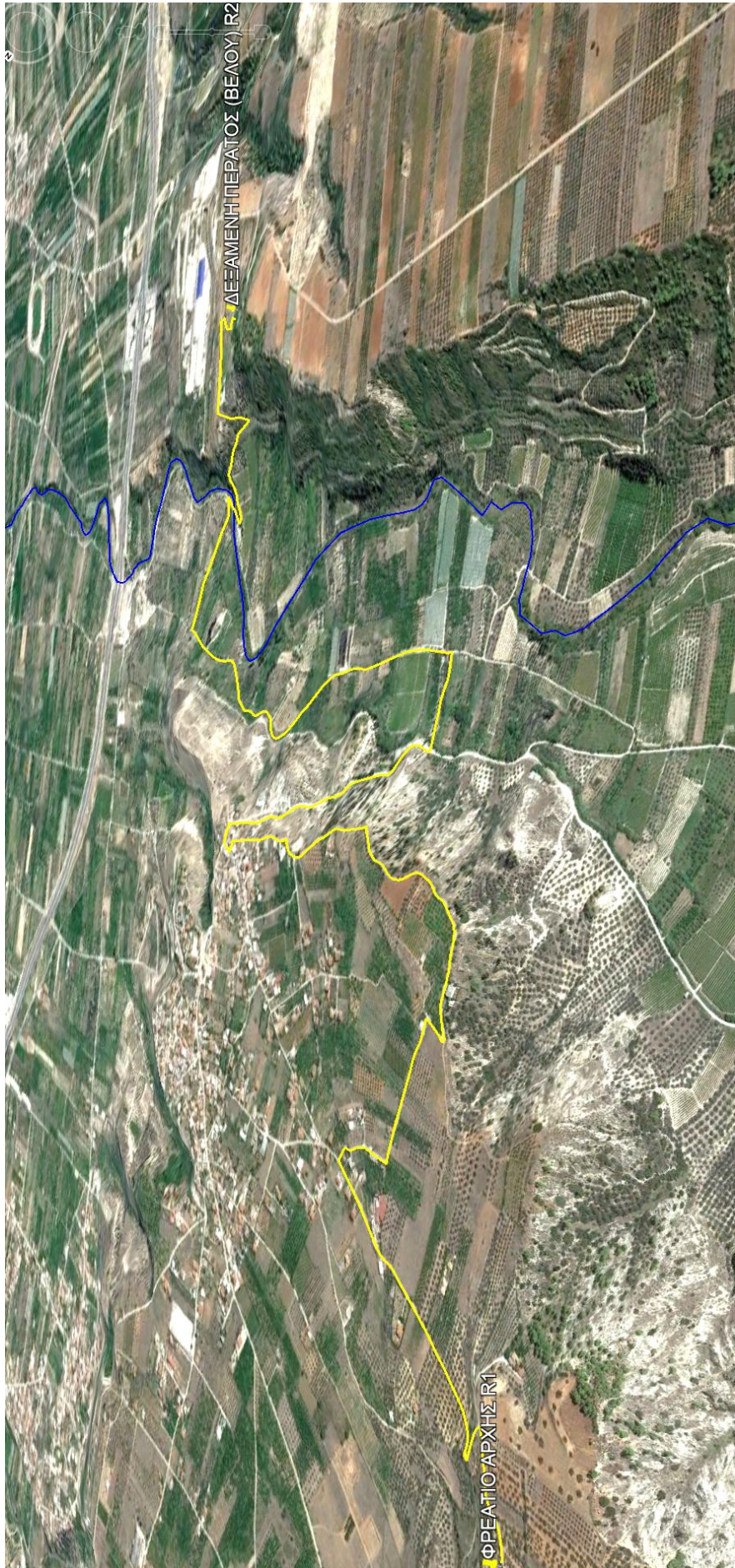
Εικόνα 4: Συνοπτική μηκτομή εδάφους στην πορεία του αγωγού



Εικόνα 5 : Ο αγωγός και η περιοχή του σε δορυφορικό ορθοφωτοχάρτη



Εικόνα 6 : Ο αγωγός και η περιοχή του από κατάντη προς ανάντη



Εικόνα 7 : Ο αγωγός και η περιοχή του από ανάντη προς κατόντη



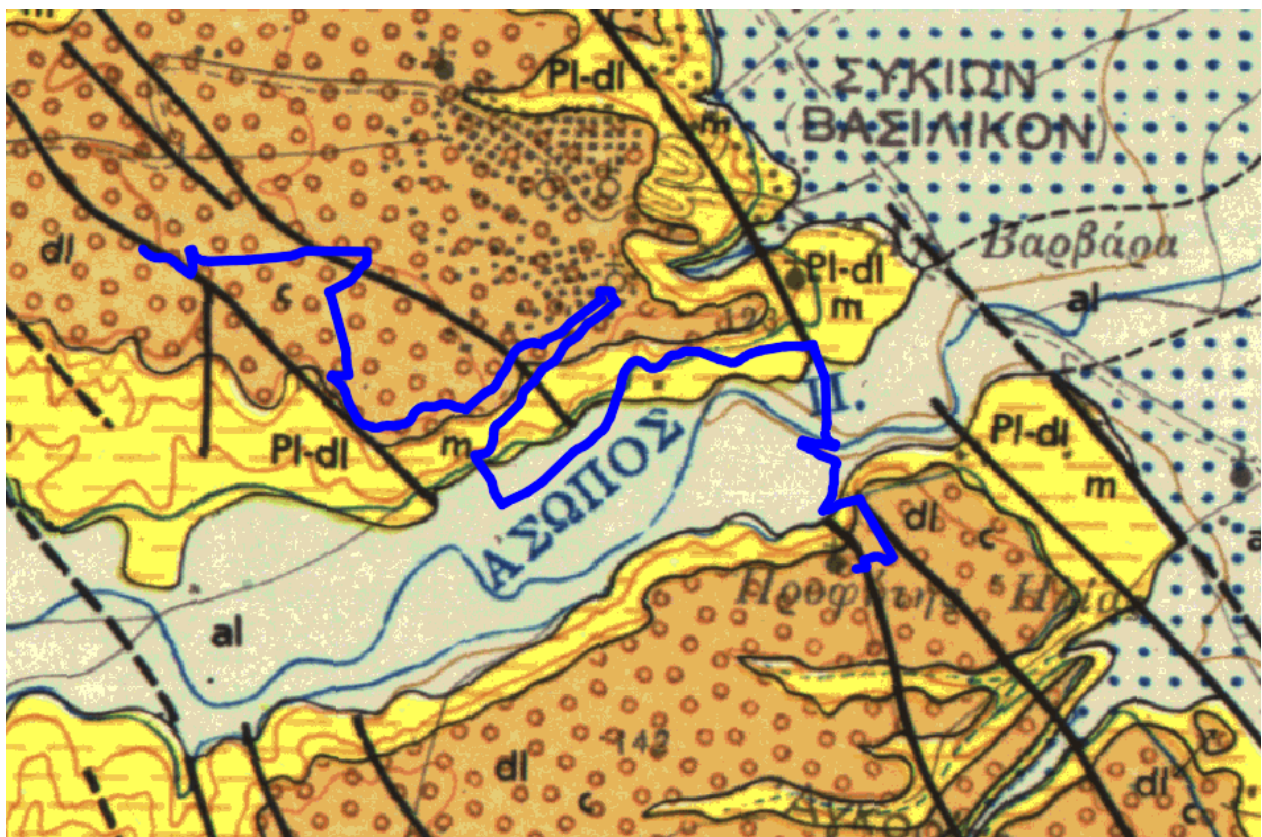
Εικόνα 8 : Ορθοφωτοχάρτης με ισοϋψείς ανά 2 m

2.3. Γεωλογικά – Γεωτεχνικά στοιχεία

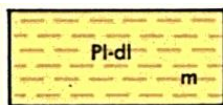
Στην περιοχή εμφανίζονται κυρίως πλειοπλειστοκαινικοί σχηματισμοί (μάργες με ενστρώσεις ψαμμιτομαργών, ψαμμιτών, άμμων, ψηφιδωπαγών και μαργαϊκών κροκαλοπαγών).

Σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. κλίμακας 1: 50.000, Φύλλο Νεμέα (εικόνα 9), ο αγωγός θα διασχίσει περιοχές με γεωλογικό υπόβαθρο κροκαλοπαγή (dl-c), μάργες (Pl-dl) και νεώτερες αλουβιακές αποθέσεις (al). Στην περιοχή και ιδιαίτερα στην προτεινόμενη διαδρομή του αγωγού, δεν απαντώνται κατολισθητικά φαινόμενα.

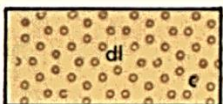
Δεδομένων των ανωτέρω και του μικρού βάθους εκσκαφής για την τοποθέτηση των σωλήνων, στο οποίο εκτιμάται ότι θα απαντηθούν μανδύες αποσάθρωσης των μαργών ή/και των κροκαλοπαγών και των αλουβίων, εκτιμάται ότι δεν θα αντιμετωπισθούν γεωτεχνικά προβλήματα κατά την κατασκευή του έργου, όπως και ότι δεν θα απαιτηθεί η χρήση αντιστηρίξεων (π.χ. krings).



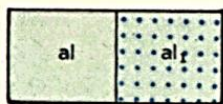
Εικόνα 9 : Τμήμα γεωλογικού χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε. κλίμακας 1: 50.000. Φύλλο ΝΕΜΕΑ



Μάργαι (κίτρινοι, λευκοί, κυανίζουσαι), ψαμμιτομάργαι, ψαμμίται, ὄρμιοι, ψηφίτοπαγή μετά λίαν χαλαρῶν μαργαϊκῶν κροκαλοπαγῶν (μαργαϊκή συνδετική ὕλη) κατά θέσεις. Μεταπίπτουν πλευρικῶς πρὸς τὰ ἀνωτέρω ἰζήματα. Παρατηρεῖται ἐνίοτε δευτερογενῆς ἐμπλουτισμὸς εἰς CaCO_3 ἰδίως τῶν ψαμμιτομαργῶν, ὅποτε σχηματίζονται ἀσβεστολιθικοὶ κόνδυλοι ἢ καὶ παρεμβολαὶ μαργαϊκῶν ἀσβεστολίθων. Πρὸς τοὺς βαθυτέρους ὀρίζοντας, καθὼς ἐπί-



Κροκαλοπαγῆ : συνεχτικὰ, χειμαρρώδους προελεύσεως. Ἐνδεχομένως ἐξελίσσονται εἰς θαλάσσια πρὸς τὰ Β. Ἀκὰ ἄκρα τοῦ φύλλου. Παρὰ τὸ Ἑλληνοχώριον παρεμβάλλεται ἀσβεστόλιθος μὲ κλαστικὰ ὑλικά κατὰ θέσεις, ἄλλοτε δὲ τοφφικῆς ὄψεως ἢ καὶ σπανιώτερον ψευδοωλιθικῆς. Ἔχουν πῶχος μέχρι 4 μ., εἶναι ὀριζόντια καὶ καλύπτουν ἀσυμφῶνως τοὺς σχηματισμοὺς (Pi-dl m).



Νεώτεροι ἀλλουβιακοὶ ἀποθέσεις (al): ἐκ ποικίλων ὑλικῶν ἐντὸς χειμάρρων καὶ παρὰ τὰς κοίτας των. Παλαιότεροι ἀλλουβιακοὶ ἀποθέσεις (al₁): ἐκ μαργῶν, ἀργίλων, ἄμμων κ.λ.π. εἰς πεδινὰς περιοχὰς καὶ βαθύπεδα. Ἀναβαθμὶς μέχρι 2 μ.

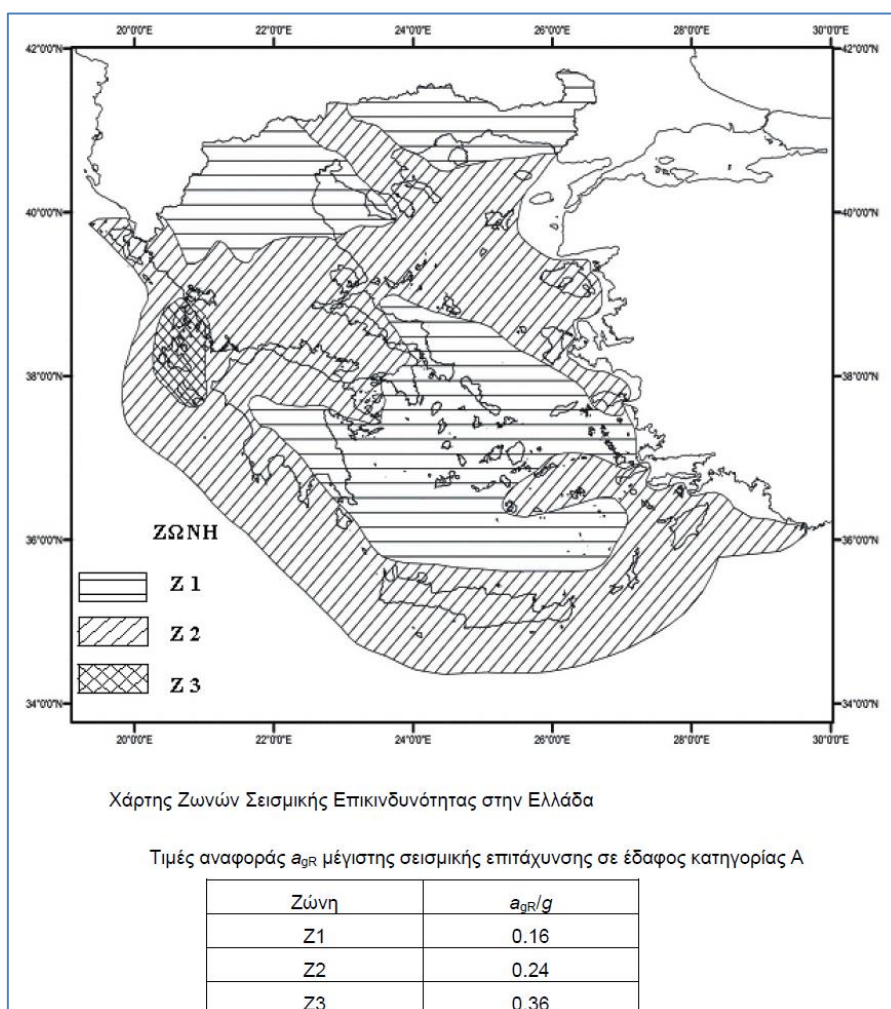
Εικόνα 9 (συνέχεια) : Τμήμα γεωλογικοῦ χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε. κλίμακας 1: 50.000. Φύλλο ΝΕΜΕΑ

2.4. Σεισμικότητα – Σεισμική Επικινδυνότητα

Η περιοχή της Βόρειας Πελοποννήσου, όπου εντάσσεται η περιοχή μελέτης, είναι από τις πλέον σεισμικά ενεργές περιοχές του Ελληνικού χώρου. Ο Κορινθιακός κόλπος χαρακτηρίζεται από έντονη γεωτεκτονική εξέλιξη και ταξινομείται συγκριτικά τρίτος μετά τις περιοχές των Ιονίων νήσων και της Ρόδου.

Η σεισμική δραστηριότητα είναι αβαθής και το εστιακό βάθος των σεισμών στην περιοχή είναι μικρότερο των 40 km. Εξάιρεση αποτελούν τρεις σεισμοί ενδιάμεσου βάθους (>60km). Η κατανομή των σεισμικών επικέντρων είναι αναμενόμενη και συμβαδίζει με τη γενικότερη εικόνα του Κορινθιακού Κόλπου όπου επικρατούν εφελκυστικές τάσεις και ενεργές τεκτονικές ζώνες.

Σύμφωνα με το χάρτη ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας (εικόνα 10), που περιέχεται στον ισχύοντα πλέον στην Ελλάδα Αντισεισμικό Κανονισμό ΕΛΟΤ EN 1998-1:2005 «Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτίρια» (Ευρωκώδικας 8) , η περιοχή μελέτης βρίσκεται στη σεισμική ζώνη Z2 με μέγιστη σεισμική επιτάχυνση στο βράχο $a_{gR}=0.24g$.



Εικόνα 10:: Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας

Κατά τον Ευρωκώδικα 8, το έδαφος μπορεί να χωριστεί σε κατηγορίες σεισμικής τρωτότητας ανάλογα τις επιμέρους ιδιότητές του. Οι σχηματισμοί που επηρεάζονται από την θεμελίωση του παρόντος έργου (βλέπε παρακάτω), κατατάσσονται σε ότι αφορά στη σεισμική τρωτότητα, στην κατηγορία C «Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μετρίως πυκνής άμμου, χαλίκων ή σκληρής αργίλου πάχους από δεκάδες έως πολλές εκατοντάδες μέτρων»

Άρα ο συντελεστής εδάφους S είναι $S= 1.15$ (πίνακας 2)

Πίνακας 2: Τιμές χαρακτηριστικών περιόδων και συντελεστή εδάφους για την οριζόντια συνιστώσα της σεισμικής διέγερσης				
Κατηγορία εδάφους	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)
A	1.00	0.15	0.40	2.5
B	1.20	0.15	0.50	2.5
C	1.15	0.20	0.60	2.5
D	1.35	0.20	0.80	2.5
E	1.40	0.15	0.50	2.5

Η κατηγορία σπουδαιότητας των υπό μελέτη έργων λαμβάνεται III άρα $\gamma_1 = 1.20$.

Άρα η τιμή της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης σχεδιασμού είναι $a_g=0.288g$, χωρίς την επιβολή του συντελεστή εδάφους S ($a=0.288$).

Περισσότερα στοιχεία θα δοθούν στην παράγραφο για τους στατικούς υπολογισμούς.

2.5. Περιβαλλοντικά στοιχεία – κατάταξη έργου

Οι αγωγοί του έργου θα κατασκευασθούν όλοι υπόγειοι.

Το έργο, σύμφωνα με την Απόφαση ΔΙΠΑ/37674/27-07-2016 (ΦΕΚ 2471B/10-08-2016) «Τροποποίηση και κωδικοποίηση της υπουργικής απόφασης 1958/2012 - Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 1 παράγραφος 4 του Ν. 4014/21.9.2011 (ΦΕΚ 209/A/2011), όπως αυτή έχει τροποποιηθεί και ισχύει», κατατάσσεται στην ομάδα: ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ, Α/Α 7 «Αγωγοί μεταφοράς νερού κάθε είδους και χρήσης, όπως: κλειστοί αγωγοί μεταφοράς νερού (συμπεριλαμβανομένου και του θερμού) ή αποχέτευσης ομβρίων, διώρυγες, τάφροι, σήραγγες μεταφοράς υδάτων κλπ»

Στην ομάδα αυτή ισχύουν τα εξής:

α) Ως ισοδύναμο μήκος (L) τμήματος αγωγού εσωτερικής (καθαρής) διατομής (S) $\leq 0.05 \text{ m}^2$ λαμβάνεται το πραγματικό μήκος του επί το λόγο S/0,05, όπου ως S λαμβάνεται η αδιάστατη τιμή της διατομής (υπολογισμένης σε m^2). Αγωγοί με εσωτερική διάμετρο μικρότερη ή ίση των 120mm τοποθετούμενοι επιφανειακώς, δεν κατατάσσονται.

Στο παρόν έργο το ανωτέρω δεν ισχύει γιατί όλοι οι αγωγοί έχουν εσωτερική (καθαρή) διατομή (S) $> 0.05 \text{ m}^2$ και $< 1 \text{ m}^2$.

Μετά από υπολογισμό του ΣL που φαίνεται στον παρακάτω **πίνακα 3**, προκύπτει ότι το συνολικό ισοδύναμο μήκος του δικτύου είναι ΣL= 5204 m που είναι μικρότερο των 20000 m.

Επομένως το έργο κατατάσσεται στην κατηγορία Β' (λήψη Πρότυπων Περιβαλλοντικών Δεσμεύσεων), σύμφωνα με το άρθρο 3 «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες» της ανωτέρω απόφασης ΔΙΠΑ/37674/27-07-2016

Πίνακας 3 : Υπολογισμός ισοδύναμων μηκών δικτύου σύμφωνα με την απόφαση ΔΙΠΑ/37674/27-07-2016 (ΦΕΚ 2471Β/10-08-2016)

A/A	Ονομαστική διάμετρος (mm) - Κλάση	Πραγματικό συνολικό Μήκος (m)	Πραγματικό Μήκος (m) εντός οικισμού	Πραγματικό Μήκος (m) εκτός οικισμού	Μήκος εντός οδών και ερεισμάτων τους	Μήκος εκτός οδών και ερεισμάτων τους	Μήκος εντός NATURA επιφανειακών αγωγών ή εντός θάλασσας ή ανοιχτών ή Μήκος εντός θάλασσας αιγιαλού	Εσωτερική διάμετρος (mm)	Εσωτερική διατομή S (m ²)	Ισοδύναμο μήκος
1	DN355 PN12.5	2487.9	981.0	1506.9	1506.9	0.0	0.0	302.8	0.07201	1506.9
2	DN355 PN16	682.8	0.0	682.8	366.8	316.0	0.0	290.6	0.06633	998.8
3	DN355 PN20	1411.1	0.0	1411.1	1260.1	151.0	0.0	275.6	0.05966	1562.1
4	DN400 PN25	482.8	0.0	482.8	0.0	482.8	0.0	290.6	0.06633	965.6
6	ΧΑΛΥΒΔ DN350(14")	85.3	0.0	85.3	0.0	85.3	0.0	346.6	0.09435	170.6
	ΣΥΝΟΛΑ	5149.9	981.0	4168.9	3133.8	1035.1	0.0			5204.0
Άρα το συνολικό ισοδύναμο μήκος του δικτύου είναι					5204.0	<	20000.00 m			

3. ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΝΕΡΟ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

3.1. Εξυπηρετούμενος πληθυσμός

3.1.1. Γενικά

Η εξέλιξη του μόνιμου πληθυσμού ολόκληρου του Δήμου Βέλου-Βόχας, σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής της ΕΛΣΤΑΤ από το έτος 1991 μέχρι και το 2011, παρουσίασε αύξηση κατά ποσοστό 11.25 %.

Την περίοδο αυτή άλλες Δημοτικές/Τοπικές κοινότητες του Δήμου είχαν αύξηση και άλλες μείωση του πληθυσμού τους, με μεγαλύτερη αύξηση αυτή του Βραχατίου (49.4% στην εικοσαετία) και μεγαλύτερη μείωση αυτή της Πουλίτσας (-21.1% % στην εικοσαετία).Ο πληθυσμός της έδρας και μεγαλύτερου οικισμού το Δήμου δηλαδή το Ζευγολατιό παρουσίασε αύξηση εικοσαετίας 16.6%

Την ίδια περίοδο (1991-2011) ενώ ο πληθυσμός του Νομού Κορινθίας αυξήθηκε κατά 17.6%, ο πληθυσμός της περιφέρειας Πελοποννήσου κατά 1.5 % και ο συνολικός πληθυσμός της χώρας παρουσίασε αύξηση κατά 12.5%.

3.1.2. Εκτίμηση πληθυσμού σχεδιασμού

Στον **πίνακα 4** παρουσιάζονται οι πληθυσμοί του Δήμου Βέλου-Βόχας όπως δίνεται από την ΕΛΣΤΑΤ για τις απογραφές των ετών 1991 , 2001 , 2011.

	1991	2001	2011
Βέλον+ΣΑΙΤΕΙΚΑ	3,237	3,156	3,149
Ελληνοχώριον,το	274	361	350
Κοκκώνιον,το	1,086	1,179	1,054
Κρήναι,αι	863	691	787
Νεράντζα,η	536	616	662
Πουλίτσα,η	772	719	609
Στιμάγκα,η	998	1,068	967
Ταρσινά,τα	434	421	374
Βραχάτιον,το	2,299	2,951	3,435
Ζευγολατείον+ΚΑΛΕΝΤΖΙ	3,993	4,633	4,656
Βοχαϊκόν,το	990	966	1,035
Ευαγγελίστρια,η	315	261	308
Μπολάτιον,το	608	667	765
Σουληνάριον,το	327	280	395
Χαλκείον,το	333	354	438
ΑΘΡΟΙΣΜΑ	17,065	18,323	18,984
ΑΥΞΗΣΗ ΔΕΚΑΕΤΙΑΣ		7.37%	3.61%
ΑΥΞΗΣΗ ΕΙΚΟΣΑΕΤΙΑΣ			11.25%

Οι μέσες ετήσιες αυξήσεις πληθυσμού υπολογίζονται από τη σχέση:

$p = \exp [(1/T) * \ln(\Pi/\Pi_0)] - 1$, όπου

Π_0 : πληθυσμός στο χρόνο $t=T_0$

Π : πληθυσμός στο χρόνο $t=T_0+T$

Έτσι οι μέσες ετήσιες αυξήσεις του De Facto πληθυσμού είναι:

Δεκαετία 1991-2001 $p = 0.71\%$

Δεκαετία 2001-2011 $p = 0.36\%$

Εικοσαετία 1991-2011 $p = 0.53\%$

Από τα ανωτέρω, αν εφαρμοσθεί μοντέλο αύξησης πληθυσμού με βάση τα ανωτέρω δεδομένα, με χρήση της γεωμετρικής αύξησης, η οποία εκφράζεται με την εξίσωση

$\Pi = \Pi_0 (1 + i)^n$, όπου:

n = ο αριθμός των ετών κατά τα οποία υπάρχει γεωμετρική αύξηση

i = το ποσοστό ετήσιας αύξησης εκφραζόμενο σε απόλυτο αριθμό

Π_0 = ο σημερινός πληθυσμός,

προκύπτει μελλοντικός πληθυσμός 2061 (50 έτη από το 2011) ίσος προς 24779 άτομα.

Στην εκτίμηση αυτή δεν περιλαμβάνονται οι μη απογεγραμμένοι κάτοικοι με εξοχικά σπίτια και οι πρόσθετοι εποχιακοί κάτοικοι (καλοκαίρι) που είναι σημαντικό ποσοστό του μόνιμου πληθυσμού.

Έτσι εκτιμάται ότι συνολικός μελλοντικός πληθυσμός του Δήμου μαζί με τους μη απογεγραμμένους κατοίκους και τους πρόσθετους εποχιακούς, θα ανέλθει σε 30000 έως 35000.

Λαμβάνεται πληθυσμός για το σχεδιασμό ίσος προς 35000 άτομα.

Με την εκτίμηση αυτή συμφωνούν και οι υπεύθυνοι του Δήμου Βέλου-Βόχας.

3.1.3. Ανάγκες σε νερό ύδρευσης

Η απαιτούμενη παροχή του δικτύου προκύπτει από την αναγκαία ποσότητα ύδατος κατ' άτομο, η οποία όπως προκύπτει από την βιβλιογραφία και από τη σχετική κοινή Υπουργική απόφαση (Δ11/Φ.16 / 8500 Απόφαση - ΦΕΚ174/Β/26-3-1991) λαμβάνεται στην Ελλάδα κατά μέσον όρο από 150 έως 250 L / κάτοικο/ ημέρα για συλλογικά δίκτυα ύδρευσης οικισμών .

Από πρόσφατη εργασία (2018) παρατίθεται ο **πίνακας 5** με στοιχεία κατανάλωσης για διάφορες ελληνικές πόλεις.

Από τον πίνακα προκύπτει ότι η μέση τιμή κατανάλωσης ανά άτομο είναι 136 L

Πίνακας 5 : Στοιχεία κατανάλωσης για διάφορες ελληνικές πόλεις

α/α	Δ.Ε.Υ.Α.	Κατανάλωση (L / κάτ.ημ.)
1	Αγρινίου	135.34
2	Αιγινίου	182.65
3	Αλεξανδρούπολης	133.94
4	Αμαλιάδας	64.94
5	Άργους	109.59
6	Άρτας	111.23
7	Βέροιας	91.48
8	Γιαννιτών	125.24
9	Ηρακλείου	114.16
10	Θήβας	109.59
11	Ιωαννίνων	130.89
12	Καλαμάτας	135.46
13	Καρδίτσας	125.01
14	Καστοριάς	66.32
15	Κατερίνης	140.38
16	Κέρκυρας	90.25
17	Κοζάνης	161.16
18	Κομοτηνής	136.99
19	Κορίνθου	146.12
20	Κω	224.46
21	Λαμίας	174.78
22	Λάρισας	146.12
23	Λιβαδειάς	168.12
24	Μυτιλήνης	132.03
25	Ναυπλίου	130.85
26	Ξάνθης	116.44
27	Ορεστιάδας	65.75
28	Πάτρας	143.84
29	Πρέβεζας	140.99
30	Πτολεμαΐδας	82.19
31	Πύργου	54.79
32	Ρεθύμνης	182.65
33	Ρόδου	205.48
34	Σπάρτης	147.15
35	Τρικάλων	179.33
36	Φλώρινας	146.12
37	Χαλκίδας	150.44
38	Χανίων	273.97
39	Χίου	126.45
	Ελάχιστη τιμή	54.8
	Μέγιστη τιμή	274.0
	Μέση τιμή	136.0

Στην παρούσα μελέτη λαμβάνεται μέση ημερήσια ειδική κατανάλωση $q_D=200 \text{ L/άτομο/ημέρα}$. Στην μέση ημερήσια ειδική κατανάλωση αυτή θεωρούμε ότι περιλαμβάνονται και οι ανάγκες για άρδευση των κήπων της πόλης.

Σημειώνεται εδώ ότι, δεδομένης της «αισιοδοξίας» της παρούσας μελέτης όσον αφορά τον εξυπηρετούμενο μελλοντικό πληθυσμό, θεωρούμε επαρκή την ανωτέρω μέση κατανάλωση και δεν απαιτείται ειδικότερος υπολογισμός της απαιτούμενης παροχής κήπων.

Έτσι προκύπτει:

Μέση ημερήσια κατανάλωση για το σύνολο του πληθυσμού $Q_{DM}= 7000.0 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$

Μέση ετήσια κατανάλωση για το σύνολο του πληθυσμού $Q_{YM}= 2,555,000 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Μέση απαιτούμενη 24ωρη ωριαία παροχή = $291.70 \text{ m}^3/\text{h}$

Η απαίτηση κατανάλωσης αυτή θεωρείται ότι μπορεί να καλυφθεί από το νερό των πηγών Στυμφαλίας και θα χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό του μελετώμενου αγωγού.

3.1.4. Παροχή σχεδιασμού του αγωγού

Δεδομένου ότι η απαιτούμενη παροχή για την ύδρευση ενός οικισμού μεταβάλλεται με την εποχή του έτους (χειμώνας ή καλοκαίρι) αλλά και την ημέρα της εβδομάδας, εφαρμόζεται συντελεστής $P_D = 1.50$ κατά την ΚΥΑ Δ11/Φ.16/8500 ΦΕΚ174/Β/26-3-1991 για τον προσδιορισμό της μέγιστης ημερήσιας ειδικής κατανάλωσης (ειδική κατανάλωση τη μέρα της μέγιστης ζήτησης).

Η τιμή αυτή υιοθετείται στην παρούσα μελέτη.

Τα εξωτερικά δίκτυα των οικισμών διαστασιολογούνται με βάση την μέγιστη ημερήσια ειδική κατανάλωση, ενώ τα εσωτερικά δίκτυα με βάση την μέγιστη ωριαία ειδική κατανάλωση, λόγω της διακύμανσης της κατανάλωσης και κατά την διάρκεια του 24ωρου.

Σημειώνεται ότι στην παρούσα μελέτη δεν θα θεωρηθούν απώλειες δικτύου λόγω του σύγχρονου των προς κατασκευή δικτύου (αγωγοί από HDPE) και του συντηρητικά ληφθέντος πληθυσμού.

Έτσι προκύπτει:

Μέγιστη ημερήσια παροχή (στην κεφαλή) $\max Q_D = P_D * Q_{DM} / 24 = 437.55 \text{ m}^3/\text{h} = 121.54 \text{ L/s}$

Λαμβάνεται παροχή σχεδιασμού του αγωγού ίση προς $430 \text{ m}^3/\text{h} = 119.44 \text{ L/s}$.

4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ

4.1. Επιλογή υλικού αγωγών

Το υλικό που επιλέχθηκε για τους αγωγούς είναι το PE 100 (πολυαιθυλένιο 3^{ης} γενιάς) με πίεση λειτουργίας τα 12.5 , 16 , 20 και 25 bar. Η επιλογή του υλικού PE 100 έγινε με βάση τα χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα του υλικού έναντι των υπόλοιπων υλικών.

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι σωλήνες πολυαιθυλενίου είναι:

- Μικρό βάρος
- Μικρό κοστολόγιο μεταφορικών
- Εύκολη εγκατάσταση στην τάφρο
- Άριστες μηχανικές αντοχές
- Λεία εσωτερική επιφάνεια – Μικρή απώλεια τριβών
- Ικανοποιητική ευκαμψία
- Απαλλαγή από την απόθεση και συσσώρευση στα τοιχώματα στερεών υπολειμμάτων και διαφόρων αλάτων κ.λπ.
- Αντοχή σε καταστροφή από ηλιακή ακτινοβολία, γιατί οι σωλήνες περιέχουν αιθάλη και κατάλληλα προστατευτικά πρόσθετα, ανάλογα με την χρήση τους.

Η σύνδεση των σωλήνων θα γίνεται με αυτογενή μετωπική συγκόλληση (Butt Fusion Welding) ή με αυτογενή ηλεκτροσυγκόλληση (Electrofusion Welding), με ειδικές συσκευές συγκόλλησης και με τις προδιαγραφές και τον τρόπο καλής εκτέλεσης που θα προταθούν από την κατασκευάστρια εταιρεία.

Τα ειδικά τεμάχια θα είναι πλαστικά πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE) ή μεταλλικά χυτοσιδηρά, και θα κατασκευασθούν σύμφωνα με τις Τεχνικές Προδιαγραφές και τα σχέδια της μελέτης, και τις εντολές της Δ/νουσας Υπηρεσίας του έργου κατά την κατασκευή του.

Μικρό μήκος (87 m επί συνολικού μήκους 5150 m) του αγωγού θα κατασκευασθεί από χαλυβδοσωλήνες σε τμήματα με πολύ μεγάλη κλίση . Ο σωλήνας αυτός θα είναι ονομαστικής διαμέτρου DN350(14") πάχους 4.5 mm ποιότητας χάλυβα S235JRG2 (ST37-2).

4.2. Διαθέσιμες διάμετροι σωλήνων PE

Στον παρακάτω **πίνακα 6** φαίνονται οι εσωτερικές διάμετροι των διαθέσιμων σωλήνων του εμπορίου που εκτιμάται ότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν στο έργο, μαζί με τις αντίστοιχες επιτρεπόμενες ελάχιστες ακτίνες καμπυλότητας που προκύπτουν από την παρακάτω σχέση

$$R_{tot} = \frac{(d_n - e)^2}{1.12 \cdot e} + \frac{d_n}{2 \cdot \epsilon}$$

όπου

- d_n = Ονομαστική εξωτερική διάμετρος (mm)
 e = Πάχος τοιχώματος του σωλήνα (mm)
 ϵ = Επιτρεπόμενη επιμήκυνση 3-4 %

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : Εσωτερικές διαμέτροι, πάχη τοιχωμάτων και επιτρεπόμενες ελάχιστες ακτίνες καμπυλότητας σωλήνων PE (mm)

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ)	12.5 bar			16 bar			20 bar			25 bar		
	εσωτ. διάμ. (mm)	πάχος τοιχ. (mm)	επιτρ ακτίνα καμπυλότητας (m)	εσωτ. διάμ. (mm)	πάχος τοιχ. (mm)	επιτρ ακτίνα καμπυλότητας (m)	εσωτ. διάμ. (mm)	πάχος τοιχ. (mm)	επιτρ ακτίνα καμπυλότητας (m)	εσωτ. διάμ. (mm)	πάχος τοιχ. (mm)	επιτρ ακτίνα καμπυλότητας (m)
315	268.6	23.2	8.5	257.8	28.6	7.8	244.6	35.2	7.2	228.8	43.1	6.8
355	302.8	26.1	9.6	290.6	32.2	8.8	275.6	39.7	8.2	258	48.5	7.6
400	341.2	29.4	10.8	327.4	36.3	9.9	310.6	44.7	9.2	290.6	54.7	8.6
450	383.8	33.1	12.2	368.2	40.9	11.2	349.4	50.3	10.3	327	61.5	9.7

Λαμβάνεται για όλους τους σωλήνες, υπέρ της ασφαλείας, $R_{min} = 20$ m και σε ειδικές περιπτώσεις $R_{min} = 15$ m

4.3. Χάραξη του αγωγού

4.3.1. Γενικά

Για την οριστικοποίηση της χάραξης του αγωγού λήφθηκαν υπόψη η τοπογραφική αποτύπωση, οι επί τόπου επισκέψεις, το διαθέσιμο οδικό δίκτυο και οι αναλυτικοί υδραυλικοί και αντιπληγματικοί υπολογισμοί που πραγματοποιήθηκαν (με διαδραστικό τρόπο).

4.3.2. Μεθοδολογία σχεδιασμού του αγωγού

Ο σχεδιασμός (μόρφωση) και η διαστασιολόγηση του αγωγού έγινε με τα εξής κριτήρια

α) Οι κλάσεις (αντοχές) των αγωγών προκύπτουν από το κριτήριο μέγιστης πίεσης με κάποιο περιθώριο ασφάλειας. Στους βαρυντικούς αγωγούς μέγιστη είναι η στατική πίεση ή η υπερπίεση του αντιπληγματικού ελέγχου.

β) Η τοπογραφία επηρεάζει τη δυνατότητα τοποθέτησης δεξαμενών και φρεατίων.

Για τις υδραυλικές επιλύσεις χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα WATERGEMS v10.02.03.06 της Bentley και για τις αντιπληγματικές το πρόγραμμα HAMMER v10.02.02.06 επίσης της Bentley, περί των οποίων περισσότερα βλέπε παρακάτω.

Για την οριστικοποίηση της διαστασιολόγησης του δικτύου, πραγματοποιήθηκαν αναλυτικοί υδραυλικοί υπολογισμοί, περί των οποίων αναλυτικότερα στο παρακάτω κεφάλαιο.

Οι υπολογισμοί έγιναν με διαδραστικό τρόπο, δηλαδή με μια διαδικασία δοκιμής - λάθους στην μόρφωση και διαστασιολόγηση του δικτύου, που κατέληξε στην προτεινόμενη τελική διαστασιολόγηση.

Παράλληλα γινόταν η χάραξη της μηκοτομής του αγωγού, που δίνει την απαιτούμενη πληροφορία για την καλύτερη θέση τοποθέτησης των ειδικών τεμαχίων. Βάσει αυτής επιλέχθηκαν τα σημεία στα οποία τοποθετήθηκαν αερεξαγωγοί και εκκενωτές.

Οι αγωγοί ως επί το πλείστον (πλην των περιπτώσεων διέλευσής τους από υφιστάμενα τεχνικά διάβασης ρεμάτων, όπου διέρχονται άνωθεν της πλάκας επικάλυψης των τεχνικών), ακολουθούν τη μορφολογία του εδάφους και τοποθετούνται ανάλογα με τη διάμετρό τους, σε βάθος εκσκαφής που κυμαίνεται από 1.30 m μέχρι 1.40 m.

Λήφθηκαν δηλαδή υπόψη οι τυπικές διατομές που παρουσιάζονται σε παρακάτω κεφάλαιο.

Τοποθετήθηκαν 7 αερεξαγωγοί διπλής ενέργειας και 5 εκκενωτές σε κατάλληλα φρεάτια μαζί με τις δικλείδες χειρισμού τους και τα άλλα ειδικά τεμάχιά τους.

Τοποθετήθηκαν ακόμη 5 δικλείδες διακοπής και ελέγχου σε κατάλληλα φρεάτια μαζί τα άλλα ειδικά τεμάχιά τους.

Τοποθετήθηκε μία βαλβίδα περιορισμού παροχής τύπου FCV και μία αντιπληγματική βαλβίδα τύπου SRV (Surge Relief Valve ή Pressure Relief Valve- Βαλβίδα ανακούφισης υπέρτασης),

Η βαλβίδα FCV τοποθετείται για να εξασφαλίσει τον περιορισμό της παροχής σε τιμές μικρότερες των 430 m³/h και την διατήρηση της πιεζομετρικής γραμμής σε επίπεδα μη επιτρέποντα υποπίεσεις στον αγωγό.

Η βαλβίδα SRV τοποθετείται γιατί, μετά την εκτέλεση των αντιπληγματικών υπολογισμών χωρίς αυτήν, προέκυψαν υπερπίεσεις που υπερβαίνουν τις κλάσεις των αγωγών που έχουν επιλεγεί με βάση τους υδραυλικούς υπολογισμούς μη μόνιμων ροών, ακριβώς για να τις μειώσει σε αποδεκτά επίπεδα.

Η τοποθέτηση των δύο ανωτέρω βαλβίδων γίνεται σε ενιαίο φρεάτιο κοντά στη δεξαμενή πέρατος R2 μαζί με τις απαραίτητες δικλείδες χειρισμού τους και τα άλλα ειδικά τεμάχιά τους.

Στην αρχή του αγωγού λίγο ανάντη της δεξαμενής Αρχαίας Σικυώνος (Βασιλικού), που είναι το σημείο κατάληξης του αγωγού του Δήμου Σικυωνίων από το φρεάτιο «Τσάκριζα», τοποθετήθηκε φρεάτιο (φρέτιο αρχής R1) που θα τροφοδοτείται από τον ανωτέρω αγωγό με μικρή διακλάδωση.

Η τοποθέτηση της αρχής του αγωγού της παρούσας μελέτης στο φρεάτιο αυτό και όχι κατευθείαν στη δεξαμενή Αρχαίας Σικυώνος υπαγορεύεται από υδραυλικούς λόγους.

Συγκεκριμένα ο λόγος είναι η αποφυγή των υποπίεσεων που θα δημιουργούνταν στην αρχή του αγωγού.

4.4. Πορεία και περιγραφή του αγωγού

Ο αγωγός θα ξεκινά από το νέο φρεάτιο αρχής-φόρτισης R1 σε υψόμετρο 211.30 m.

Πορεύεται στην αρχή για περίπου 150 m επί χωματόδρομου και στη συνέχεια επί μήκους περίπου 415 m επί αγροτικού ασφαλτόδρομου, όπου και εισέρχεται στο όριο του εγκεκριμένου οικισμού Βασιλικού. Πορεύεται σε μήκος περίπου 405 m μέσα στο όριο επί ασφαλτόδρομου, όπου και εξέρχεται από τον οικισμό. Στη συνέχεια για μήκος περίπου 895 m πορεύεται επί αγροτικού ασφαλτόδρομου και κατόπιν επανεισέρχεται στον εγκεκριμένο οικισμό Βασιλικού για μήκος περίπου 574 m. Στο σημείο αυτό, που ευρίσκεται στο χαμηλότερο άκρο του κοιμητηρίου Βασιλικού, εξέρχεται από τον οικισμό και παραμένει, μέχρι το πέρας του, εκτός οικισμών.

Ο αγωγός από την αρχή μέχρι περίπου 45 m μετά το προαναφερθέν σημείο είναι **DN355 PN 12.5 (PE)**.

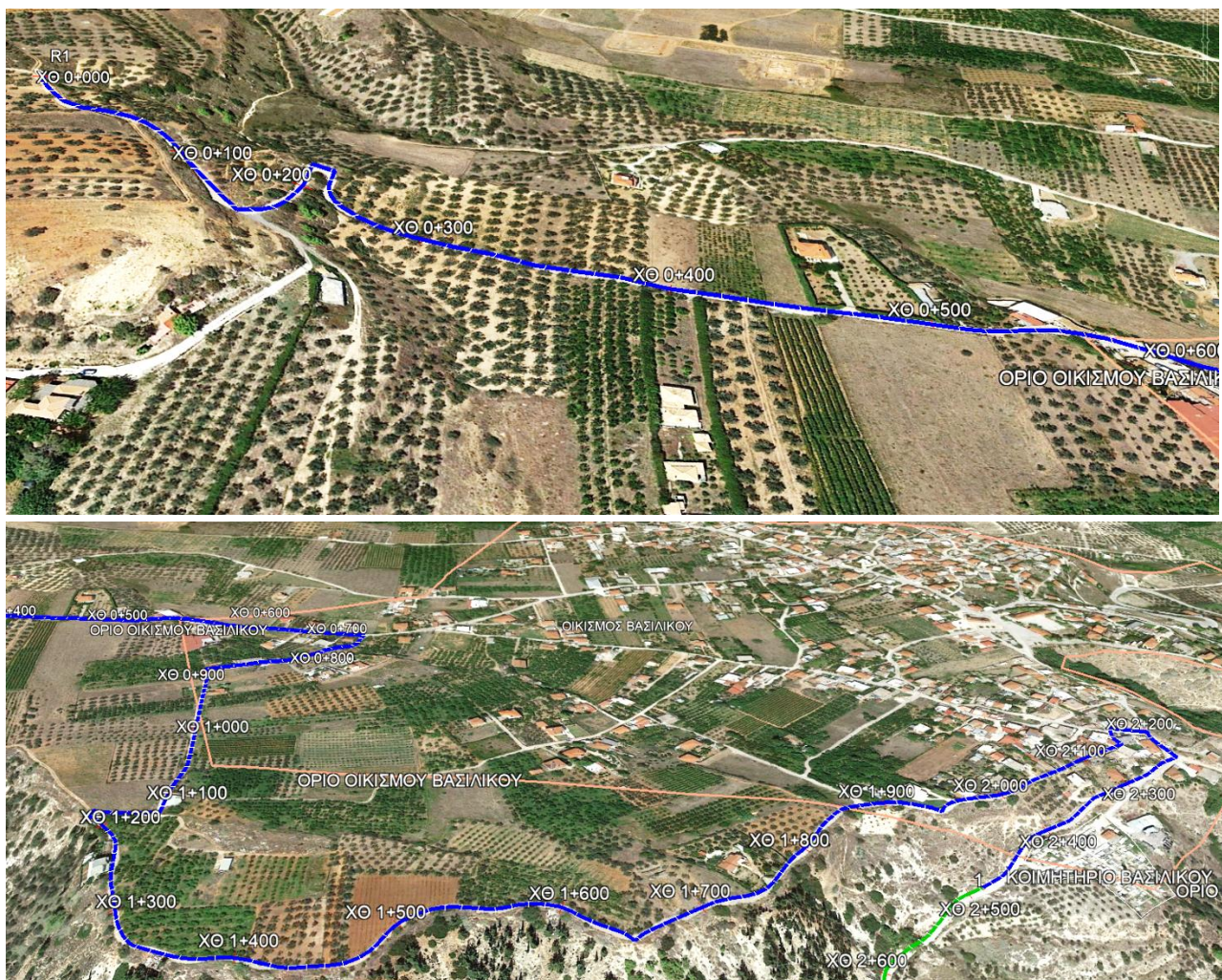
Στη συνέχεια πορεύεται με διατομή **DN355 PN16 (PE)** επί μήκους περίπου 340 m επί ασφαλτόδρομου, όπου και κάνει στροφή και στη συνέχεια πορεύεται μέχρι το πέρας επί

χωματόδρομων επί μήκους περίπου 2320 m. Από το μήκος αυτό, 341 m είναι διατομής **DN355 mm-PN16 bar (PE)**, 1411 m είναι διατομής **DN355 mm-PN20 bar(PE)** , 483 m είναι διατομής **DN400 mm-PN25 bar (PE)** και 87 m είναι **χαλυβδοσωλήνας DN350(14")** πάχους **4.5 mm** ποιότητας χάλυβα **S235JRG2 (ST37-2)**.

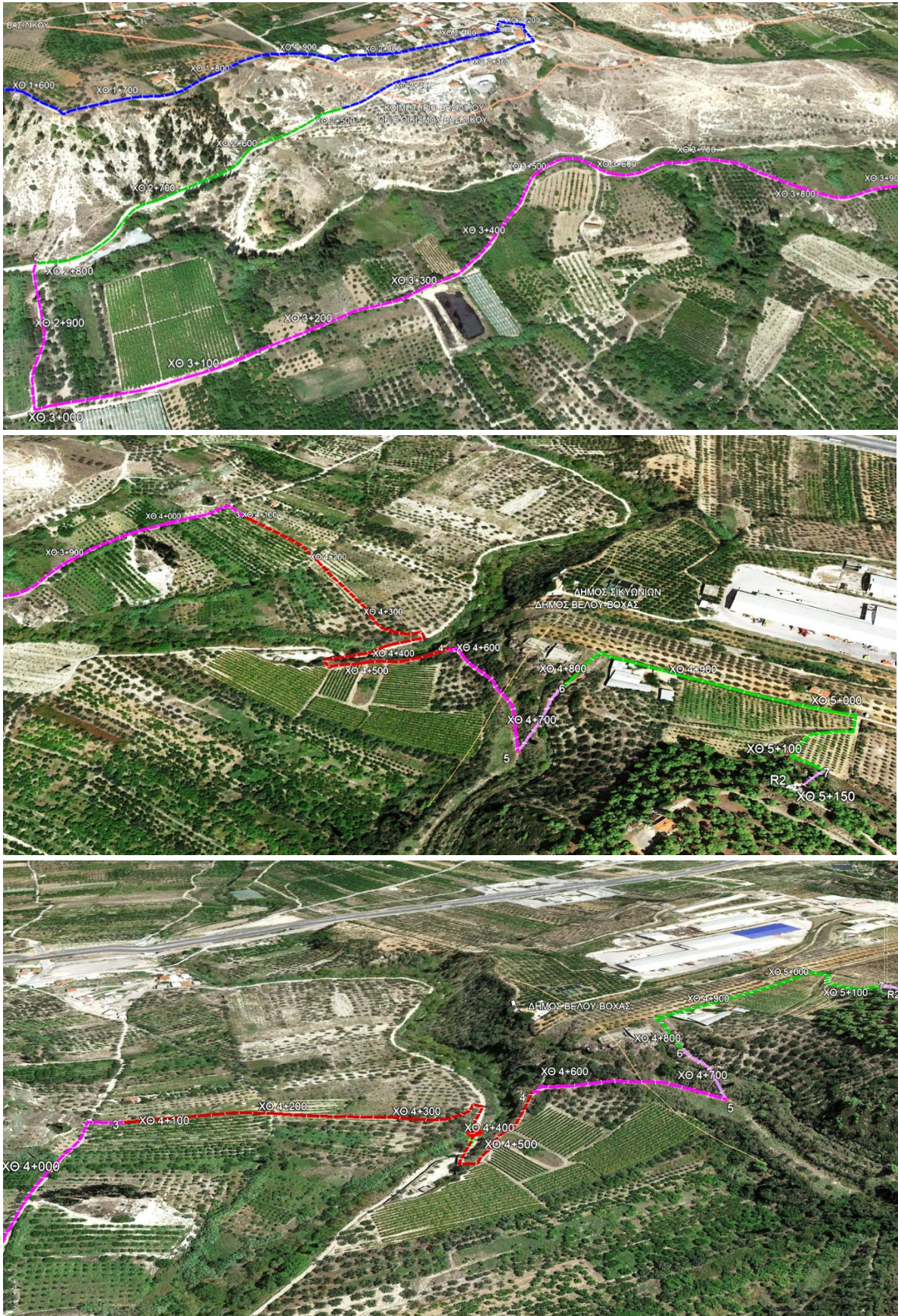
Από την Χ.Θ. 4+400 μέχρι τη Χ.Θ. 4+420 (περίπου) συναντά την βαθιά κοίτη του Ασωπού ποταμού, που διαθέτει στο σημείο αυτό γέφυρα από οπλισμένο σκυρόδεμα και είναι το χαμηλότερο σημείο της όδευσης του αγωγού με υψόμετρο 34.87 m. Ο αγωγός διέρχεται εγκιβωτισμένος επί της γέφυρας και συνεχίζει για μήκος περίπου 725 m επί αγροτικού και κατά τμήμα επί εδάφους χωρίς δρόμο, μέχρι την κατάληξή του στην υφιστάμενη δεξαμενή Βέλου R2. Δύο μικρά τμήματα με κλίση εδάφους από 30% έως 50% κατασκευάζονται από χαλυβδολωλήνα.

Κοντά στην δεξαμενή R2 κατασκευάζεται φρεάτιο όπου τοποθετούνται η βαλβίδα περιορισμού παροχής τύπου FCV **DN300mm PN16 bar** με μέγιστη παροχή 119.45 L/s και η γωνιακή αντιπληγματική βαλβίδα τύπου SRV (Surge Relief Valve ή Pressure Relief Valve), **DN 100 mm-PN 16 bar** .

Στην **εικόνα 11** παρουσιάζεται σε τρισδιάστατη απεικόνιση η πορεία του αγωγού από την αρχή μέχρι το τέλος με χρωματική απεικόνιση των διαφορετικών τμημάτων του



Εικόνα 11:: Τρισδιάστατη απεικόνιση της πορείας του αγωγού



Εικόνα 11 (συνέχεια) Τρισδιάστατη απεικόνιση της πορείας του αγωγού

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

5.1. Μεθοδολογία και δεδομένα για μόνιμη ροή

5.1.1. Γενικά

Οι υδραυλικές επιλύσεις του αγωγού για μόνιμη ροή έγιναν με την χρήση του προγράμματος **WATERGEMS** της εταιρείας Bentley Systems-Haestad Methods Solution Center. Το WATERGEMS είναι (μαζί με το EPANET της US EPA) το πλέον χρησιμοποιούμενο παγκόσμια πρόγραμμα για υδραυλικές επιλύσεις δικτύων αγωγών υπό πίεση.

Το πρόγραμμα WATERGEMS είναι ένα γενικό πρόγραμμα υδραυλικής επίλυσης δικτύων αγωγών υπό πίεση υπό συνθήκες μόνιμων ροών (steady state) και οιονεί μόνιμων (εξομοίωση επεκτεταμένης περιόδου - extended period simulation).

Επιλύει κάθε μορφής δίκτυα (βροχωτά, ακτινωτά κ.λ.π.) και δέχεται κάθε είδος σωλήνα και οποιοδήποτε ασυμπίεστο ρευστό. Οι βασικές αρχές που διέπουν το δίκτυο είναι αυτές της διατήρησης της μάζας και της διατήρησης της ενέργειας.

Το πρόγραμμα επιλύει για τις διανομές των παροχών και των πιεζομετρικών υψών με χρήση του Βαθμιδωτού Αλγορίθμου (Gradient Algorithm).

Για περισσότερα παραπέμπουμε στο manual του προγράμματος.

5.1.2. Συνοπτική περιγραφή των μεθόδων του WATERGEMS

Τα επί μέρους στοιχεία που χρησιμοποιεί το WATERGEMS οργανώνονται για λόγους μοντελοποίησης ως εξής :

Σωλήνες (Pipes)—Μεταφέρουν νερό από μία θέση (ή κόμβο) σε μία άλλη.

Διακλαδώσεις- Κόμβοι (Junctions/Nodes).

Ταμιευτήρες και δεξαμενές (Reservoirs and Tanks)— .

Αντλίες (Pumps) – Αναπαριστώνται ως κόμβοι. Σκοπός τους είναι να παρέχουν ενέργεια στο σύστημα και να ανυψώνουν την πίεση.

Βαλβίδες (Valves) και συγκεκριμένα : Βαλβίδες αντεπιστροφής (Check Valves –CVs), Βαλβίδες ελέγχου ροής (Flow Control Valves -FCVs), Βαλβίδες μείωσης πίεσης – (Pressure Reducing Valves -PRVs), Βαλβίδες διατήρησης πίεσης (Pressure Sustaining Valves -PSVs), Πιεζοθραυστικές βαλβίδες (Pressure Breaker Valves -PBVs), Βαλβίδες στραγγαλισμού

(Throttle Control Valves -TCVs και Βαλβίδες γενικού σκοπού General Purpose Valves (GPVs).

Ένα γεγονός ή συνθήκη σε ένα σημείο του συστήματος μπορεί να επηρεάσει όλα τα άλλα μέρη του συστήματος.

Οι βασικές αρχές που διέπουν το δίκτυο είναι : η Διατήρηση της Μάζας, η Διατήρηση της Ενέργειας και η Αρχή της Ενέργειας (πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής).

Οι δύο τύποι ανάλυσης που χειρίζεται το πρόγραμμα είναι

1. Υδραυλική δικτύων υπό μόνιμες συνθήκες (steady state) . Είναι η συμπεριφορά του δικτύου σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο ή κάτω από μόνιμες (μη μεταβαλλόμενες με τον χρόνο) συνθήκες.

2. Εξομοίωση επεκτεταμένης περιόδου (extended period simulation) . Επιτρέπει την παρακολούθηση της συμπεριφοράς του συστήματος σε μια περίοδο χρόνου, θεωρώντας για τις υδραυλικές επιλύσεις κάθε χρονικής στιγμής μόνιμες συνθήκες. Είναι κατάλληλη για να εξομοιώσει π.χ. δεξαμενές που αδειάζουν ή γεμίζουν , για να ρυθμισθούν βαλβίδες που ανοίγουν και κλείνουν ή παροχές και πιέσεις που μεταβάλλονται σε απόκριση μεταβαλλόμενων στο χρόνο συνθηκών ζήτησης.

Διατήρηση ενέργειας και μάζας :

Η εξίσωση ενέργειας στην υδραυλική είναι

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + h_p = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_L$$

Όπου:

p = Πίεση (N/m²)

γ = Ειδικό βάρος (N/m³)

z = Στάθμη στο κέντρο (m)

V = Ταχύτητα (m/s)

g = Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s²)

h_p = Ύψος ενέργειας που αποκτάται από μία αντλία (m.)

h_L = Συνδυασμένο ύψος απωλειών (m)

Τα συστατικά της εξίσωσης ενέργειας συνδυάζονται για να εκφράσουν δύο χρήσιμες ποσότητες δηλαδή τον υδραυλικό βαθμό (hydraulic grade) και το βαθμό ενέργειας (energy grade) που αναπαριστώνται με την πιεζομετρική γραμμή (hydraulic grade line- HGL) και τη γραμμή ενέργειας (energy grade line- EGL).

Για δίκτυα υπό πίεση η αρχή της ενέργειας ορίζει οι απώλειες δια μέσου του συστήματος πρέπει να ισοσκελίζονται σε κάθε σημείο, δηλαδή οι ολικές απώλειες μεταξύ δύο κόμβων του συστήματος πρέπει να είναι οι ίδιες ανεξάρτητα από τη διαδρομή μεταξύ των δύο σημείων. Οι απώλειες πρέπει να είναι προσημασμένες με συνέπεια με την υποτιθέμενη διεύθυνση ροής

(δηλαδή να κερδίζουν πιεζομετρικό ύψος αν προχωρούν αντίθετα από τη διεύθυνση ροής και να χάνουν ύψος αν προχωρούν κατά τη διεύθυνση ροής) .

Οι συνδυασμένες αλγεβρικές απώλειες γύρω από ένα βρόγχο πρέπει να ισούνται με το μηδέν.

Για ασυμπίεστα ρευστά ισχύει η σχέση συνέχειας (διατήρησης της μάζας)

$$\sum Q_{IN} \Delta t = \sum Q_{OUT} \Delta t + \Delta V_S$$

Όπου:

Q_{IN} = Συνολική παροχή στον κόμβο (m^3/s)

Q_{OUT} = Συνολική ζήτηση στον κόμβο (m^3/s)

ΔV_S = Μεταβολή στον αποθηκευμένο όγκο (m^3)

Δt = Μεταβολή στο χρόνο (s)

Επίλυση

Η πλήρης απόκριση του συστήματος σωλήνων υπό πίεση (δικτύου), σε μητρωϊκή μορφή εκφράζεται από τη σχέση :

$$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q \\ H \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -A_{10} H_f \\ q \end{pmatrix}$$

Όπου :

$A_{12} = A_{21}^T$ (P x N)	Το μητρώο συχνότητας (incidence matrix) αγνώστων (πιεζομετρικών) υψών των κόμβων
$A_{10} = \begin{pmatrix} P \\ x B \end{pmatrix}$	Το μητρώο συχνότητας των καθορισμένων (πιεζομετρικών) υψών κόμβων
$Q^T = [Q_1, Q_2, \dots, Q_p]$ (1 x P)	Το διάνυσμα των αγνώστων παροχών των συνδέσμων (σωλήνων, κόμβων, αντλιών, βαλβίδων)
$H^T = [H_1, H_2, \dots, H_N]$ (1 x N)	Το διάνυσμα των αγνώστων επικόμβιων (πιεζομετρικών) υψών
$H_f^T = [H_{f1}, H_{f2}, \dots, H_{fB}]$ (1 x B)	Το διάνυσμα των καθορισμένων επικόμβιων (πιεζομετρικών) υψών
$q^T = [q_1, q_2, \dots, q_N]$ (1 x N)	Το διάνυσμα των επικόμβιων ζητήσεων
A_{11}	Διαγώνιο μητρώο των διανυσματοποιημένων συντελεστών μεταβολής ύψους. (εδώ για απώλειες κατά Hazen-Williams)

$$\text{Και } A_{12} H + F(Q) = -A_{10} H_f, \quad A_{12} Q = q$$

Για την επίλυση της βασικής εξίσωσης χρησιμοποιείται ένα επαναληπτικό σχήμα Newton-Raphson που σε κάθε βήμα αποτελείται από ένα σύστημα γραμμικών εξισώσεων.

Το σύστημα των εξισώσεων για κάθε επανάληψη k είναι

Η επίλυση των γραμμικών εξισώσεων γίνεται με τη μέθοδο **συζυγούς βαθμίδας (Conjugate Gradient method)**

Γραμμικές και τοπικές απώλειες

Για τις γραμμικές απώλειες χρησιμοποιείται η σχέση Darcy-Weisbach για κυκλικούς σωλήνες, η οποία είναι $h_L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$, όπου

h_L : γραμμικές απώλειες (m)

f: συντελεστής τριβών κατά Darcy-Weisbach (-)

D: εσωτερική διάμετρος σωλήνα (m)

L: μήκος σωλήνα (m)

V: ταχύτητα ροής (m/s)

g : Επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s²)

Για τον συντελεστή τριβών χρησιμοποιείται η προσεγγιστική σχέση Swamee and Jain που προσεγγίζει το διάγραμμα Moody πολύ καλά χωρίς να χρησιμοποιεί πεπλεγμένη σχέση (όπως π.χ των Colebrook-White):

$$f = \frac{1.325}{\left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Όπου :

ε : η ισοδύναμη τραχύτητα (mm)

Re : ο αριθμός Reynolds που δίνεται από την σχέση $Re=VD/\nu = 4Q/(\pi D\nu)$

όπου ν η κινηματική συνεκτικότητα που είναι $\nu= 0.1004e^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ για νερό στους 20°C

Για τις τοπικές απώλειες (Minor Losses) χρησιμοποιείται η σχέση $h_m = K \frac{V^2}{2g}$

Για περισσότερα βλέπε το τεύχος των υδραυλικών υπολογισμών.

5.1.3. Δεδομένα για την εκτέλεση των υδραυλικών υπολογισμών

Ισοδύναμη τραχύτητα

Η ισοδύναμη τραχύτητα λαμβάνεται $\epsilon=0.10$ mm για τους σωλήνες από HDPE και $\epsilon=1.00$ mm για τους χαλυβδοσωλήνες.

Στις τιμές αυτές περιλαμβάνονται και οι τοπικές απώλειες (συνδέσεις, διασταυρώσεις, δικλείδες κλπ) και η φθορά των αγωγών στο χρόνο και η πιθανή εναπόθεση αλάτων κλπ.

Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες λαμβάνονται κατά την εγκύκλιο Δ 22200 / 30-7-1977 του Υ.Δ.Ε. δηλαδή:

Για $D_i \leq 125$ mm	$V_{\max, \epsilon\pi} = 1.55$ m/s
Για $125 \text{ mm} < D_i \leq 175$ mm	$V_{\max, \epsilon\pi} = 1.85$ m/s
Για $175 \text{ mm} < D_i \leq 350$ mm	$V_{\max, \epsilon\pi} = 2.00$ m/s
Για $350 \text{ mm} < D_i \leq 450$ mm	$V_{\max, \epsilon\pi} = 2.10$ m/s
Για $450 \text{ mm} < D_i \leq 600$ mm	$V_{\max, \epsilon\pi} = 2.20$ m/s

Πιέσεις

Οι μέγιστες πιέσεις καθορίζονται από την κλάση των αγωγών, με ένα επιθυμητό περιθώριο.

Αλλά και αντίστροφα (όπως συνηθέστερα γίνεται) : οι κλάσεις των αγωγών καθορίζονται από τις υφιστάμενες μέγιστες πιέσεις που καθορίζονται σε κατάσταση μη ροής (υδροστατική) , δηλαδή λαμβάνεται οριζόντια πιεζομετρική γραμμή θεωρώντας τη δεξαμενή στην ανώτερη στάθμη ύδατος (ΑΣΥ).

Διαθέσιμες διαμέτροι

Έχουν αναφερθεί στην παράγραφο 4.2

Επιλογές υπολογισμών (calculation options) για το WATERGEMS

Οι επιλογές υπολογισμών (γενικά δεδομένα υπολογισμού) για την επίλυση στο WATERGEMS (calculation options) φαίνονται παρακάτω (**εικόνα 12**)

<General>	
ID	20
Label	Base Calculation Options
Notes	
Friction Method	Darcy-Weisbach
Output Selection Set	<All>
Calculation Type	Hydraulics Only
Adjustments	
Demand Adjustments	Active
Active Demand Adjustments	<Collection: 1 item>
Unit Demand Adjustments	None
Roughness Adjustments	None
Calculation Flags	
Display Status Messages?	True
Display Calculation Flags?	True
Display Time Step Convergence Info?	True
Calculation Times	
Simulation Start Date	1/1/2000
Time Analysis Type	Steady State
Use simple controls during steady state?	True
Is EPS Snapshot?	False
Start Time	12:00:00 AM
Hydraulics	
Engine Compatibility	WaterGEMS 2.00.12
Use Linear Interpolation For Multipoint	True
Atmospheric Pressure (Absolute) (m)	10.06
Convergence Check Frequency	2
Convergence Check Cut Off	10
Damping Limit	0.000
Trials	40
Accuracy	0.001
Emitter Exponent	0.500
Liquid Label	Water at 20C(68F)
Liquid Kinematic Viscosity (m ² /s)	1.007e-006
Liquid Specific Gravity	1.000
Minimum Possible Pressure (bars)	-0.97
Use Pressure Dependent Demand?	False
Calculate Customer Results?	False

Εικόνα 12 : Επιλογές υπολογισμών (γενικά δεδομένα υπολογισμού) στο WATERGEMS

5.2. Μεθοδολογία και δεδομένα για μη μόνιμες ροές (αντιπληγματικός έλεγχος)

5.2.1. Γενικά

Ο αντιπληγματικός έλεγχος του αγωγού έγινε με την χρήση του προγράμματος **HAMMER V10.02.02.06** της εταιρείας Bentley Systems-Haestad Methods Solution Center που συνεργάζεται με το WATERGEMS.

Το HAMMER επιλύει κλειστά υπό πίεση δίκτυα για μη μόνιμες καταστάσεις (transient) που μπορεί να οφείλονται σε κλείσιμο δικλείδων και άλλων συσκευών, απότομη στάση ή εκκίνηση αντλιών κλπ.

Το HAMMER χρησιμοποιεί για την επίλυση την **μέθοδο των χαρακτηριστικών (Method of Characteristics -MOC)**.

5.2.2. Συνοπτική περιγραφή του HAMMER και των μεθόδων του

Το HAMMER χρησιμοποιεί το ίδιο format αρχείων με το WATERGEMS και έχει το ίδιο interface.

Το HAMMER είναι πρόγραμμα με πολύ μεγάλες δυνατότητες και χαρακτηριστικά. Εδώ αναφέρονται τα κυριότερα. Για περισσότερα παραπέμπουμε στο manual του προγράμματος.

Τα στοιχεία του HAMMER είναι τα ίδια όπως περιγράφηκαν στο WATERGEMS. Περιγράφονται εδώ συνοπτικά τα στοιχεία που αφορούν τους αντιπληγματικούς ελέγχους δηλαδή κυρίως οι αντιπληγματικές συσκευές.

Τα επί πλέον στοιχεία του HAMMER είναι:

Αεροβαλβίδες (Αερεξαγωγοί)

Δεξαμενές ταλάντωσης ή ανάπαλσης ή κύματος (surge tanks)

Αεροφυλάκια ή υδροπνευματικές δεξαμενές (Hydropneumatic Tanks)

Αντιπληγματικές βαλβίδες (Surge Valves)

Δίσκοι διάρρηξης (Rupture Disks)

Το HAMMER βασίζεται στις εξισώσεις μη μόνιμης ροής, δηλαδή την **Εξίσωση συνέχειας**

$$\frac{\partial H}{\partial t} + V \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \text{ , με απλοποιημένη μορφή την } \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \text{ όπου}$$

a η ταχύτητα του κύματος πίεσης

H το υψόμετρο της πιεζομετρικής γραμμής και

V η μέση ταχύτητα ροής στη θέση x.

Και την **Εξίσωση ορμής (ποσότητας κίνησης)**

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{fV|V|}{2D} = 0 \text{ με απλοποιημένη μορφή την } \frac{\partial V}{\partial t} + g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{fV|V|}{2D} = 0$$

Όπου f ο συντελεστής τριβής Darcy-Weisbach, που υπολογίζεται στο HAMMER με τρεις μεθόδους:

Τριβή μόνιμης ροής (Steady Friction).

Οιονεί μόνιμη τριβή (Quasi-Steady Friction).

Μη μόνιμη τριβή (Unsteady or Transient Friction).

Η ταχύτητα διάδοσης κύματος (**celerity**) δίνεται για σωλήνες λεπτού τοιχώματος ($D/e > 40$) από τη σχέση

$$a = \sqrt{\frac{\frac{E_v}{\rho}}{1 + \frac{E_v D}{E e} \psi}}, \text{ όπου :}$$

$$E_v = -\frac{dp}{dV/V} = \frac{dp}{d\rho/\rho} = \text{Μέτρο ελαστικότητας όγκου νερού (bulk modulus of elasticity) με}$$

dp = η αύξηση της στατικής πίεσης.

ρ = πυκνότητα του υγρού

E = Μέτρο ελαστικότητας (Young's modulus) υλικού σωλήνα

D = διάμετρος σωλήνα

e = πάχος σωλήνα

$\psi = 1 - \mu^2$ για σωλήνα αγκυρωμένο έναντι αξονικής μετατόπισης

$\psi = 1 - \mu/2$ για σωλήνα εξοπλισμένο με κόμβους που μπορούν να επεκταθούν

$\psi = 5/4 - \mu$ για σωλήνα στηριγμένο στο ένα άκρο και επιτρεπόμενη διαμήκη και πλευρική μετατόπιση

μ = λόγος Poisson

Για την επίλυση των εξισώσεων μη μόνιμης ροής το HAMMER χρησιμοποιεί την πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενη και ελεγμένη μέθοδο που είναι γνωστή σαν μέθοδος των χαρακτηριστικών (Method of Characteristic –MOC).

Το κλείσιμο βαλβίδων προξενεί συνήθως υδραυλικά πλήγματα, μεγαλύτερα ή μικρότερα, ανάλογα με το είδος και τα χαρακτηριστικά της βαλβίδας και το χρόνο και το σχήμα (pattern) κλεισίματος.

Οι βαλβίδες που θεωρούμε στους αντιπληγματικούς ελέγχους συνήθως ότι κλείνουν, είναι οι βαλβίδες στραγγαλισμού (Throttle Control Valves -TCVs). Με βαλβίδες στραγγαλισμού εξομοιώνουμε συνήθως δικλείδες ελέγχου των δικτύων, που ανοίγουν και κλείνουν χειροκίνητα για διάφορους λόγους.

Ο συνολικός ενεργός χρόνος κλεισίματος της βαλβίδας T_c είναι η πιο κρίσιμη παράμετρος.

Κατά την εγκύκλιο Δ22200 οι χρόνοι κλεισίματος είναι:

Για δικλείδες ελέγχου ροής (χειροκίνητες με σύρτη τύπου σφήνας)

(α) για διαμέτρους 100 μέχρι 300 mm : 5 s

(β) για διαμέτρους 450 mm και άνω : 10 s

Εδώ θεωρήθηκε χρόνος κλεισίματος των δικλείδων ίσος προς $T_c = 10$ s

5.2.3. Δεδομένα υπολογισμών

Ο αντιπληγματικός έλεγχος έγινε με βάση τα εξής δεδομένα (πέραν εκείνων που δόθηκαν στο WATERGEMS) :

E_v = Μέτρο ελαστικότητας όγκου νερού = 2188.128 MPa (200 C)

ρ = ειδική πυκνότητα νερού (200 C) = 0.998

E = Μέτρο ελαστικότητας υλικού σωλήνα = 1000 MPa για HDPE CE100

= 207000 MPa για χαλυβδοσωλήνες

D = διάμετρος σωλήνα

e = πάχος σωλήνα

$\psi = 1 - \mu^2 = 0.798$ για σωλήνα αγκυρωμένο έναντι αξονικής μετατόπισης

μ = λόγος Poisson = 0.45 για HDPE CE100

= 0.30 για χαλυβδοσωλήνες

Προκύπτουν έτσι οι εξής ταχύτητες μετάδοσης κύματος (**πίνακας 7**).

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΟΣ			
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ-ΚΛΑΣΗ	Εσωτ. Διάμετρος (mm)	Πάχος (mm)	Ταχύτητα διάδοσης κύματος (m/s)
D355_12.5 bar	302.80	26.10	321.15
D355_16 bar	290.60	32.20	361.70
D355_20 bar	275.60	39.70	408.76
D400_25 bar	290.60	54.7	462.03
ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ DN350(14"-S235JRG2 (ST 37-2)	346.60	4.50	1122.24

Χρόνος κλεισίματος των δικλείδων 10 s

Επιλογές υπολογισμών (transient calculation options) για το HAMMER (εικόνα 13)

<General>	
ID	13214
Label	Transient Solver - LAM1
Notes	
Preferences	
Initial Flow Consistency (m ³ /h)	2.04
Initial Head Consistency (bars)	0.00
Friction Coefficient Criterion	0.0200
Report History After (sec)	0.0
Show Extreme Heads After	Time 0
Transient Friction Method	Unsteady - Vitkovsky
Reporting	
Generate Extended Output Log?	False
Show Pocket Opening/Closing?	False
Generate Detailed Reports?	False
Report Point History Type	All
Report Points	All Points
Report Times	Periodically
Report Period	5
Summary	
Is User Defined Time Step?	True
Time Step Interval (sec)	0.100000
Run Duration Type	Time
Run Duration (Time) (sec)	600.0
Pressure Wave Speed (m/s)	0.00
Vapor Pressure (bars)	-0.98
Wave Speed Reduction Factor	1.0000
Decrease Time (sec)	0.1
Increase Time (sec)	3.0
Generate Animation Data?	True
Calculate Transient Force?	False
Run Extended CAV?	True
Flow Tolerance (m ³ /h)	0.00
Round Pipe Head Values?	False
Initialize Transient Run at Time (hou	0.000
Specify Initial Conditions?	False

Εικόνα 13 : Επιλογές υπολογισμών (transient calculation options) στο HAMMER

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στον **πίνακα 8** δίνονται τα συνοπτικά αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών για μόνιμες και μη μόνιμες ροές.

Στην **εικόνα 14** δίνεται η υδραυλική μηκοτομή του αγωγού για μόνιμη ροή.

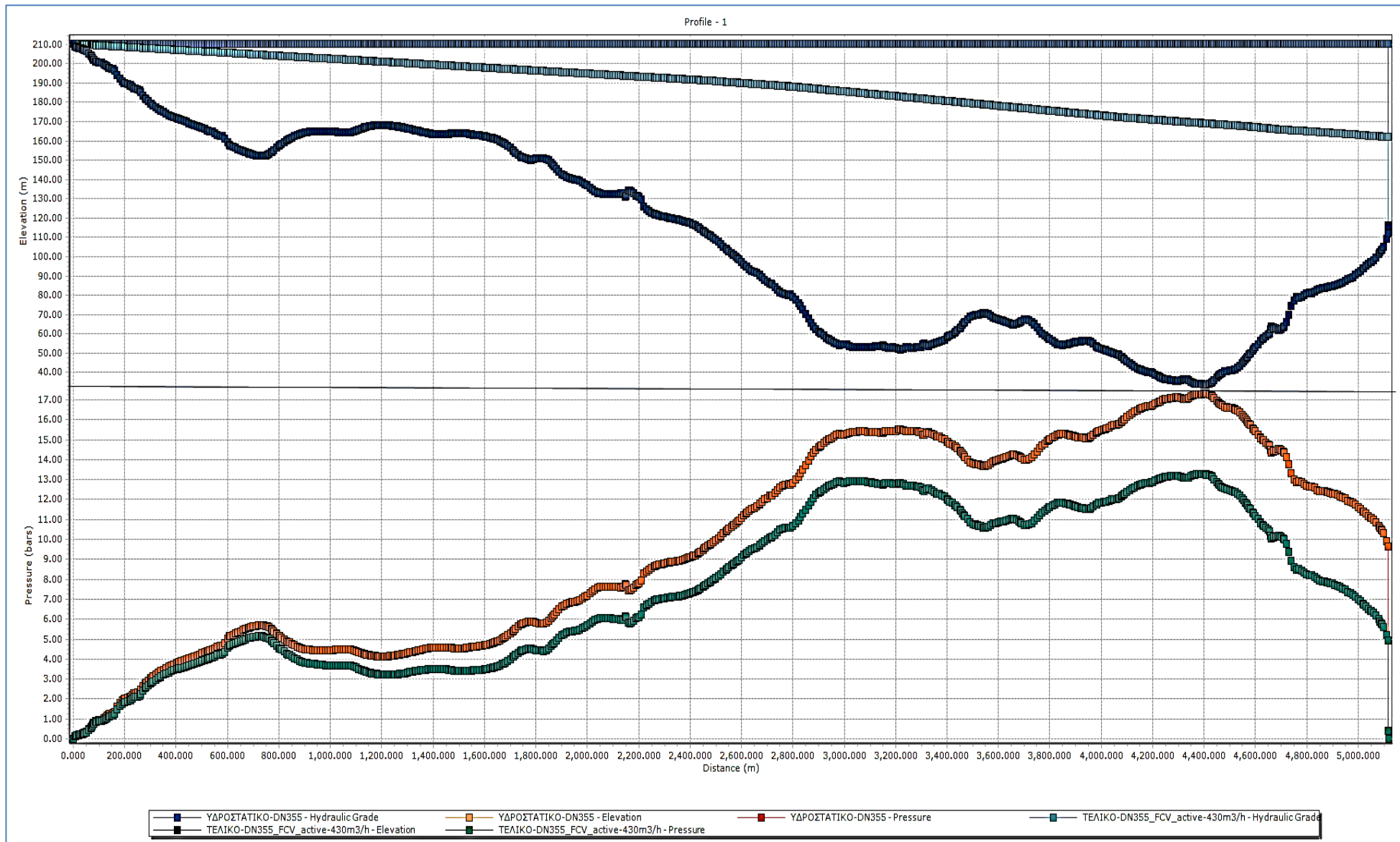
Στην **εικόνα 15** δίνεται συνοπτική μηκοτομή του αγωγού για μόνιμη ροή με υδραυλικά στοιχεία

Στις **εικόνες 16 έως 19** δίνεται η υδραυλική μηκοτομή του αγωγού για μη μόνιμη ροή (υδραυλικό πλήγμα) για τις παραμέτρους πιεζομετρικού ύψους, πίεσης, ταχύτητας και όγκου αέρα, αντίστοιχα.

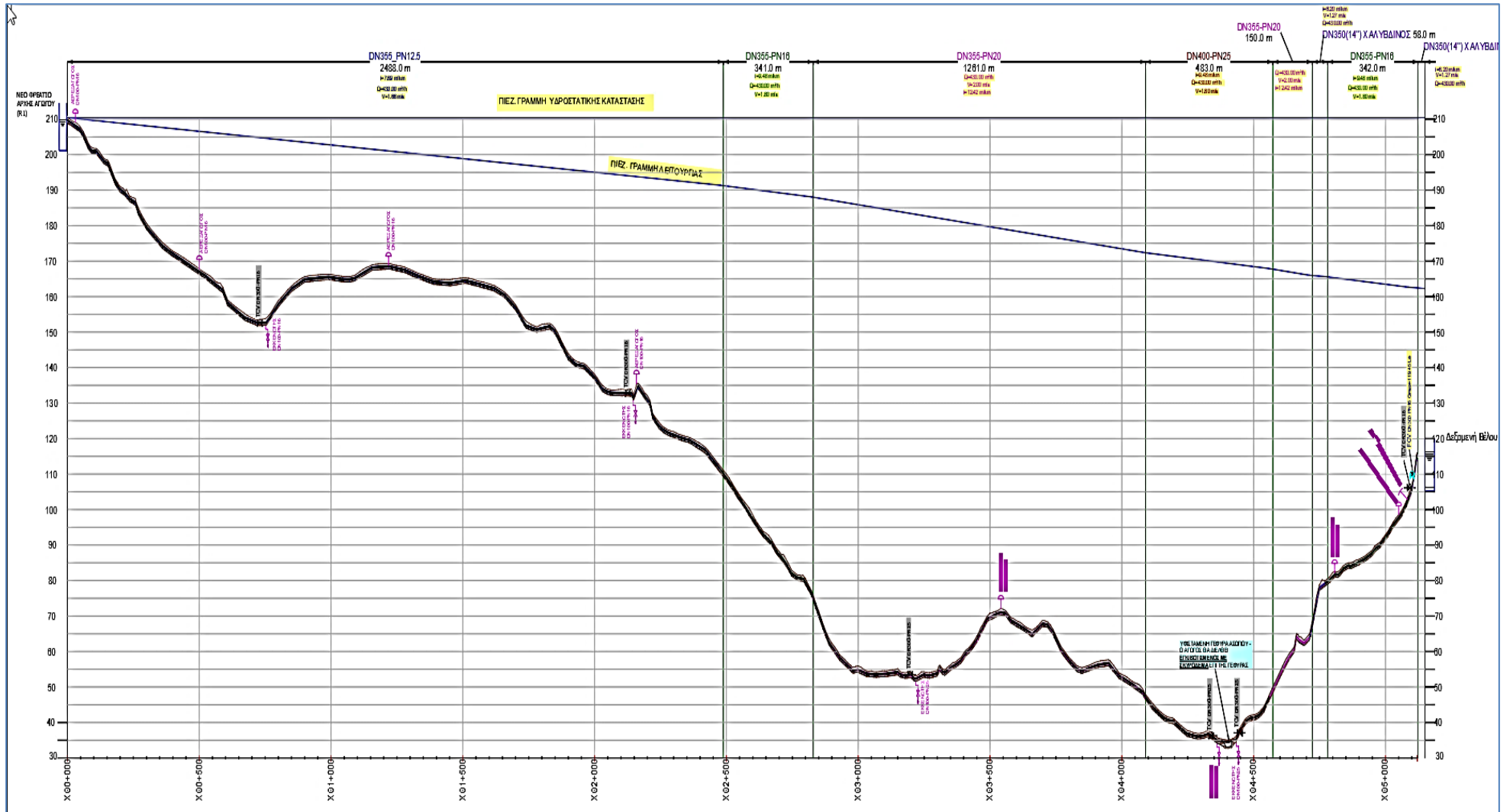
Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει η συνολική επάρκεια του αγωγού σε πιέσεις (στατικές, μόνιμης ροής και υπερπιέσεις πλήγματος) καθώς και η επάρκειά του για τη μεταφορά της παροχής σχεδιασμού..

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 συνοπτικά αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών για μόνιμες και μη μόνιμες ροές.

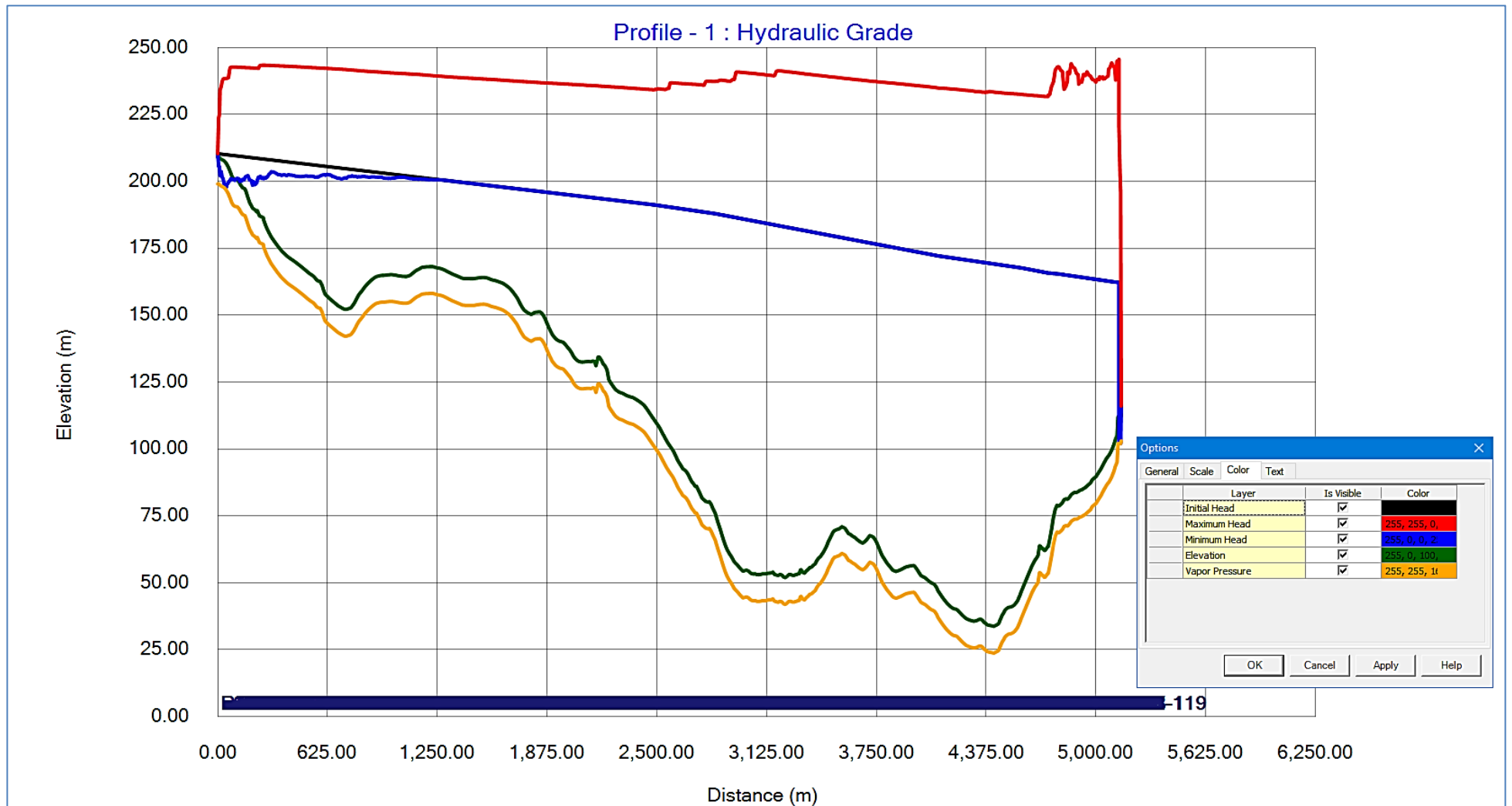
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΓΩΓΟΥ						ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ												
						ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΙ				ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΟΜΒΟΙ		ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΚΟΜΒΟΙ		ΜΕ ΠΛΗΓΜΑ (TRANSIENT) ΚΟΜΒΟΙ				
ΤΜΗΜΑ	Material	Notes	Diameter (mm)	Length (m)	Darcy-Weisbach e (mm)	Flow (m ³ /h)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/km)	Headloss (m)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (bars)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (bars)	Head (Maximum, Transient) (m)	Head (Minimum, Transient) (m)	Pressure (Maximum, Transient) (bars)	Pressure (Minimum, Transient) (bars)	Vapor Volume (Maximum, Transient) (L)
1 (R1-1)	HDPE	DN355 PN12.5	302.8	2474.9	0.1	430.00	1.66	7.69	19.51	210.26	7.81	210.30	9.74	243.36	205.47	12.09	7.87	0.00
2 (1-2)	HDPE	DN355 PN16	290.6	347.2	0.1	430.00	1.80	9.48	3.35	191.19	10.81	210.30	13.16	237.38	191.17	15.80	10.97	0.00
3 (2-3)	HDPE	DN355 PN20	275.6	1271.6	0.1	430.00	2.00	12.42	15.52	187.81	12.94	210.30	16.04	241.25	187.81	18.54	12.94	0.00
4 (3-4)	HDPE	DN400 PN25	290.6	471.1	0.1	430.00	1.80	9.48	4.50	172.01	13.28	210.30	17.32	234.77	172.01	19.57	13.28	0.00
5 (4-5)	HDPE	DN355 PN20	275.6	152.7	0.1	430.00	2.00	12.41	1.90	167.58	11.78	210.30	16.05	232.43	167.58	18.14	11.78	0.00
6 (5-6)	Ductile Iron	DN350 (14") ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ S235JRG2 ST 37-2)-t=4.5mm	346.6	61.9	1.0	430.00	1.27	6.20	0.38	165.75	10.03	210.30	14.40	242.74	165.75	16.52	10.03	0.00
6 (6-7)	HDPE	DN355 PN16	290.6	316.7	0.1	430.00	1.80	9.48	2.98	165.36	8.50	210.30	12.91	244.18	165.35	16.09	8.50	0.00
7 (7-R2)	Ductile Iron	DN350 (14") ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ S235JRG2 ST 37-2)-t=4.5mm	346.6	37.8	1.0	430.00	1.27	6.20	0.23	162.33	5.78	210.30	10.48	244.92	162.33	13.72	5.78	30.20



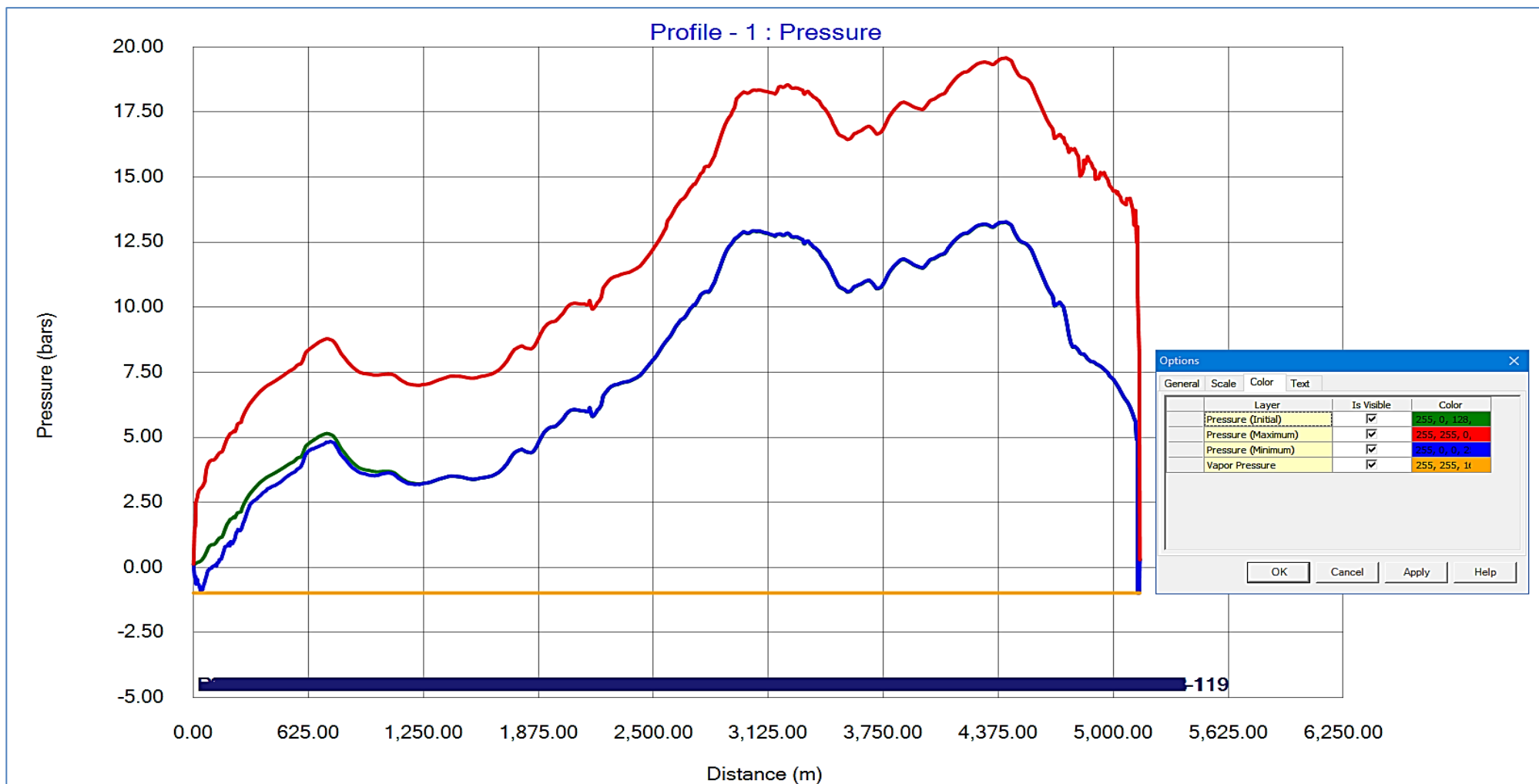
Εικόνα 14 : Υδραυλική μηκτομή του αγωγού για μόνιμη ροή



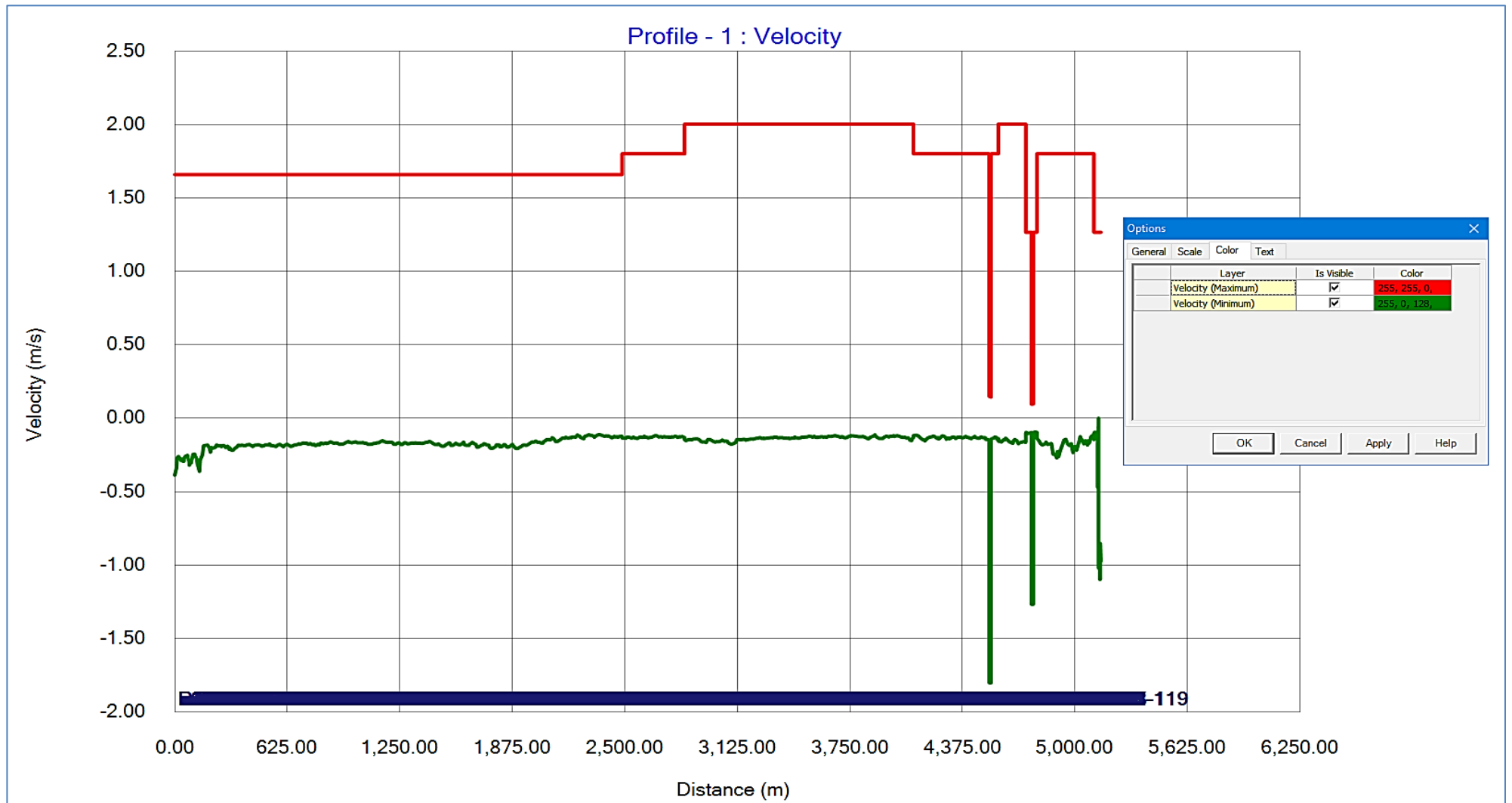
Εικόνα 15 : Συνοπτική μηκοτομή του αγωγού για μόνιμη ροή με υδραυλικά στοιχεία.



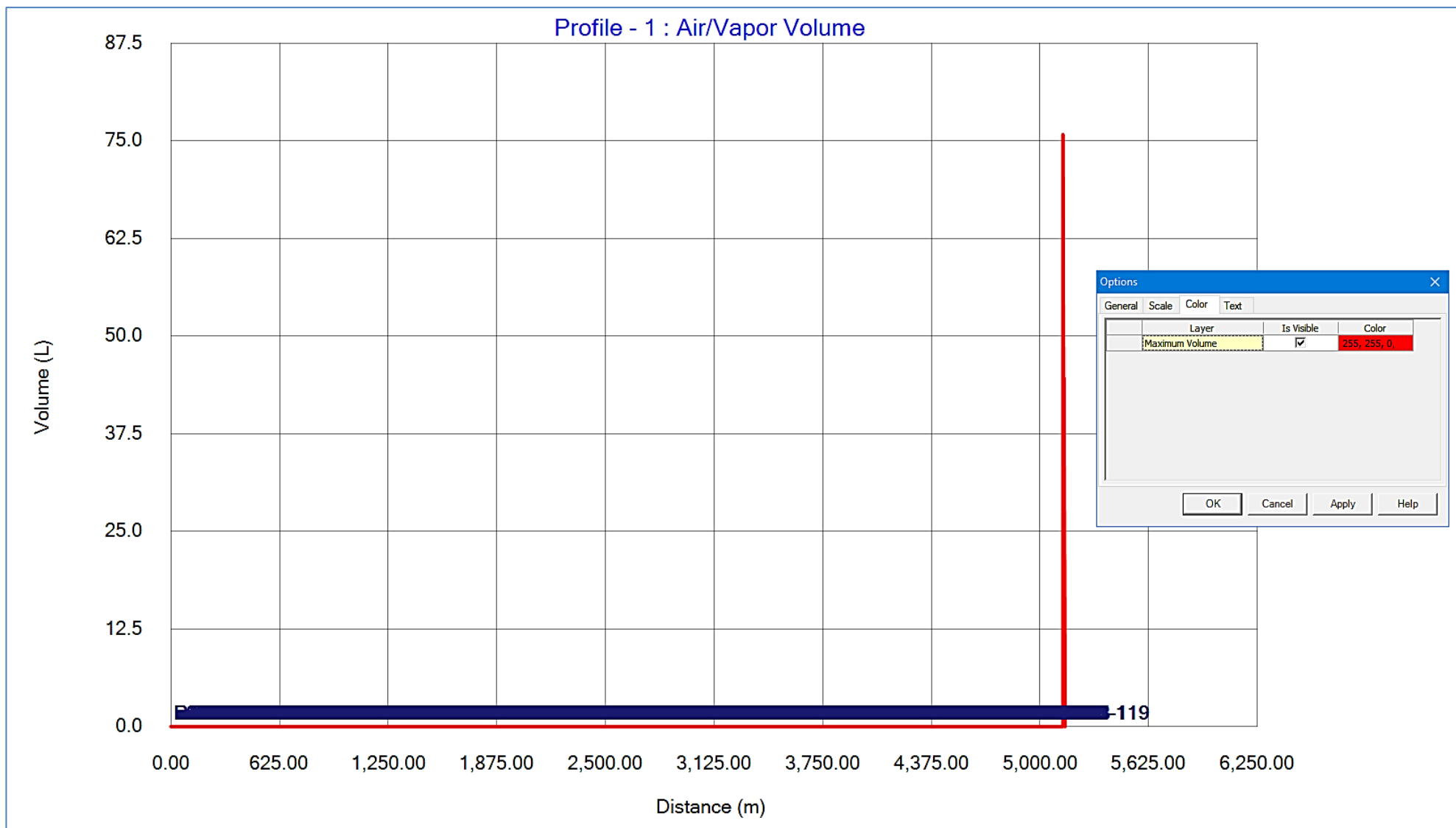
Εικόνα 16 : Υδραυλική μηκτομή του αγωγού για μη μόνιμη ροή (HGL-πιεζομετρική γραμμή)



Εικόνα 17 : Υδραυλική μηκοτομή του αγωγού για μη μόνιμη ροή (πιέσεις)



Εικόνα 18 : Υδραυλική μηκοτομή του αγωγού για μη μόνιμη ροή (ταχύτητες)



Εικόνα 19 : Υδραυλική μηκотоμή του αγωγού για μη μόνιμη ροή (όγκος αέρα)

7. ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Οι στατικοί υπολογισμοί αφορούν τις παρακάτω κατασκευές :

- Το φρεάτιο αρχής-φόρτισης R1
- Τα σώματα αγκύρωσης των αγωγών

Οι ανωτέρω κατασκευές θα γίνουν από ωπλισμένο σκυρόδεμα.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιείται σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 και χάλυβας οπλισμού B500C.

Οι στατικοί υπολογισμοί εκτελέσθηκαν με τις παρακάτω παραδοχές:

ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΡΧΗΣ R1

1. ΥΛΙΚΑ

- Σκυρόδεμα..... C25/30
- Χάλυβας οπλισμού B500C
- Μέτρο Ελαστικότητας Σκυροδέματος..... 31000 MPa

2. ΦΟΡΤΙΑ :

I Μη σεισμικά

α. Μόνιμα

- Ειδικό βάρος Ω. Σ. 24.5 KN/m³

β. Ειονεί μόνιμα

- Ειδικό βάρος νερού.....10.00 KN/m³

• Ωθήσεις γαιών:

Φαινόμενο βάρος επίχωσης (χωρίς απαιτήσεις συμπίκνωσης).....18 KN/m³

Ουδέτερη ώθηση γαιών (ηρεμίας) για τις μη σεισμικές φορτίσεις με..... $\varphi=300$, $c=0$ kPa

Συντελεστής ουδέτερης ώθησης $K_0=1-\sin\varphi=0.50$

γ. Κινητά

Πλάκας οροφής φρεατίου3.00 KN/m²

II. Σεισμικά

- Σεισμική ζώνη.....Z2

• Μέγιστη σεισμική επιτάχυνση στο βράχο
..... $a_{gR}=0.24g$

- Κατηγορία σπουδαιότητας.....III ($\gamma_1=1.20$)

· Κατηγορία εδάφους C

· Οριζόντιο Ελαστικό Φάσμα Απόκρισης (επιτάχυνσης):

$S=1.15$, $T_B= 0.20 \text{ sec}$, $T_C= 0.60 \text{ sec}$, $T_D= 2.5 \text{ sec}$

Διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης $\eta=1.00$

Ιδιοπερίοδος κατασκευής : εκτιμάται $0.15 \leq T \leq 0.50$

$S_e(T) = a_{gR} \cdot \gamma_1 \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 = 0.828 \text{ g}$

Ανάλυση δομικού συστήματος : με ελαστικό φάσμα.

Υδροδυναμικές πιέσεις νερού κατά WESTERGAARD (EC8 PART 5 E8) γραμμικά
 $P_{max}=7/8 \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot H$

Δυναμικές ωθήσεις γαιών κατά EC8 PART 5 E9

$\Delta P_d = a \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2$ και σημείο εφαρμογής στο μέσο του ύψους

οππου $k_h = aS/r = 0.24 \cdot 1.2/1 = 0.29$ $r=1$ για τοίχους χωρίς μετακίνηση

3. ΕΔΑΦΟΣ

· Επιτρ. τάση εδάφους 200 kN/m^2

· Δείκτης εδάφους k (για τον υπολογισμό στοιχείων
θεμελίωσης επί ελαστ.εδάφους)..... 20 MN/m^3

4. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ

· Κατηγορία περιβάλλοντος XC2

· Επικαλύψεις :

τοιχεία 40 mm από την έξω ράβδο

Πλάκες δαπέδων δεξαμενής 50 mm από την κάτω ράβδο

Πλάκες οροφής 30 mm από την κάτω ράβδο

5. ΤΥΠΟΣ: ΑΝΑΛΥΣΗΣ

· Γραμμική-στατική με επιφανειακά και γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία και ελαστικό φάσμα

6. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ:

· ΕΛΟΤ EN 1990/A1:2006 « Βάσεις σχεδιασμού δομημάτων»

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

· ΕΛΟΤ EN 1991-1-1:2002 Ευρωκώδικας 1: «Δράσεις σε δομήματα - Μέρος 1-1 : Γενικές δράσεις - Πυκνότητες, ίδια βάρη και επιβαλλόμενα φορτία σε κτίρια»

· ΕΛΟΤ EN 1991-4:2006 Ευρωκώδικας 1: «Δράσεις σε δομήματα - Μέρος 4: Σιλό και δεξαμενές»

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

- ΕΛΟΤ EN 1992-1-1:2005 «Σχεδιασμός κατασκευών από σκυρόδεμα - Μέρος 1-1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια»
- ΕΛΟΤ EN 1992-3:2007 Ευρωκώδικας 2 - Σχεδιασμός κατασκευών από σκυρόδεμα - Μέρος 3: Σιλό και δεξαμενές»

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ

- ΕΛΟΤ EN 1998-1:2005 « Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτίρια»
- ΕΛΟΤ EN 1998-4:2007 «Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών - Μέρος 4: Σιλό, δεξαμενές και αγωγοί»

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- ΕΛΟΤ EN 1997-1:2005 «Γεωτεχνικός σχεδιασμός - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες»

ΣΩΜΑΤΑ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ

Πίεση δοκιμής δικτύου πίεση αγωγού	$P_{δοκ}=1.5 \cdot P_N$, P_N ονομαστική
Ειδικό βάρος ξηρών γαιών	$\gamma_s=18.0 \text{ kN/m}^3$
Γωνία εσωτερικής τριβής εδάφους	$\varphi=25^\circ$
Συνοχή εδάφους	$c=15 \text{ kPa}$
Επιτρεπόμενη πίεση εδάφους (λειτουργίας)	$\sigma_{επ}=100 \text{ kPa}$
Συντελεστής ασφαλείας σώματος αγκύρωσης στην πίεση δοκιμής	$F_s=1.10$
Επικάλυψη αγωγού	0.80 m
Στάθμη υπόγειου νερού	>1.20 m
Ειδικό βάρος σκυροδέματος	$\gamma_c=23 \text{ kN/m}^3$
Ποιότητα σκυροδέματος	C20/25
Ποιότητα οπλισμού	B500C

8. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΪΑ ΔΙΚΤΥΟΥ – ΣΥΣΚΕΥΕΣ

8.1. Σκάμματα τοποθέτησης των σωλήνων

Ολόκληρο το δίκτυο θα κατασκευαστεί υπόγειο.

Θα εφαρμοσθούν οι τυπικές διατομές που φαίνονται στην **εικόνα 20** και οι ακολουθούσες περιγραφές.

Οι τυπικές διατομές διαμορφώθηκαν με συνεκτίμηση της ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-03-01 (Εκσκαφές ορυγμάτων υπογείων δικτύων), των τοπικών συνθηκών και της εμπειρίας και προέκυψε ο **πίνακας 9**.

Οι αγωγοί τοποθετούνται σε σκάμματα, με κατακόρυφα πρηνή, κατάλληλου βάθους, ώστε η ελάχιστη επικάλυψη πάνω από την άντυγα του σωλήνα να είναι 0.80 m.

Το πλάτος του σκάμματος θα είναι 0.80 m και 0.90 m για σωλήνες DN355 και DN400 αντίστοιχα για βάθος εκσκαφής μέχρι 1.75 m και 0.90 m και 1.00 m για σωλήνες DN355 και DN400 αντίστοιχα για βάθος εκσκαφής, άνω των 1.75 m.

Το βάθος του ορύγματος θα είναι κατ' ελάχιστο 1.30 m για σωλήνες DN355 και 1.40 m για σωλήνες DN400.

Το βάθος και το πλάτος του σκάμματος φαίνεται στις μηκοτομές των αγωγών καθώς και στο σχέδιο με τα τυπικά σκάμματα.

Ο πυθμένας του ορύγματος πρέπει να είναι απαλλαγμένος από βράχους, πέτρες και αιχμηρά αντικείμενα και καλυμμένος με στρώση άμμου πάχους 0.15 m. Ο σωλήνας θα περιβάλλεται μέχρι πάχους 0.20 m πάνω από την άνω άντυγα με άμμο. Το υπόλοιπο του σκάμματος (πάνω και από την επικάλυψη της άνω άντυγας του σωλήνα με άμμο) θα επιχώνεται με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφής χωρίς λίθους ή πέτρες με καλή συμπίκνωση, και στη συνέχεια θα διαμορφώνεται ανάλογα με την τελική επιφάνεια (ασφαλτοστρωμένος δρόμος κλπ).

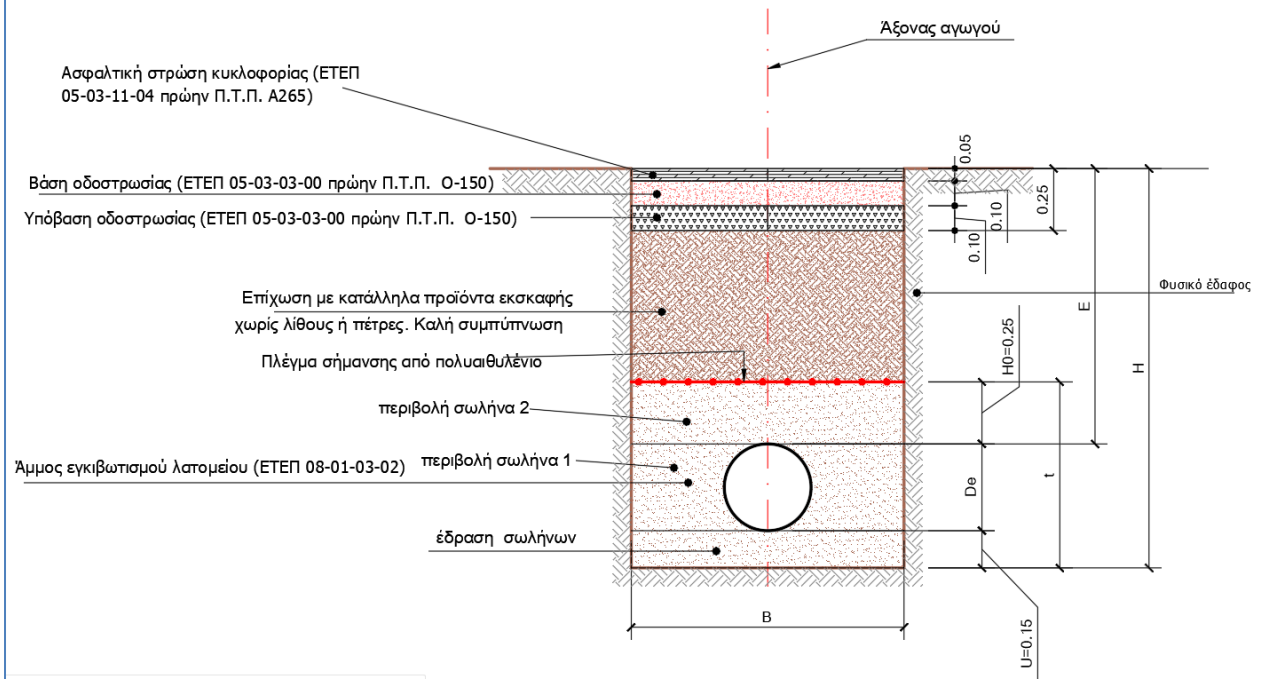
Για την προστασία του δικτύου θα τοποθετηθεί επί του ορύγματος ταινία προστασίας και εντοπισμού, σύμφωνα με την Τυπική διατομή και το αντίστοιχο άρθρο του τιμολογίου των αγωγών.

Για την προστασία των παρειών των σκαμμάτων και την ασφάλεια των εργαζομένων δεν προβλέπονται αντιστηρίξεις, δεδομένου του μικρού βάθους εκσκαφών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 :ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ

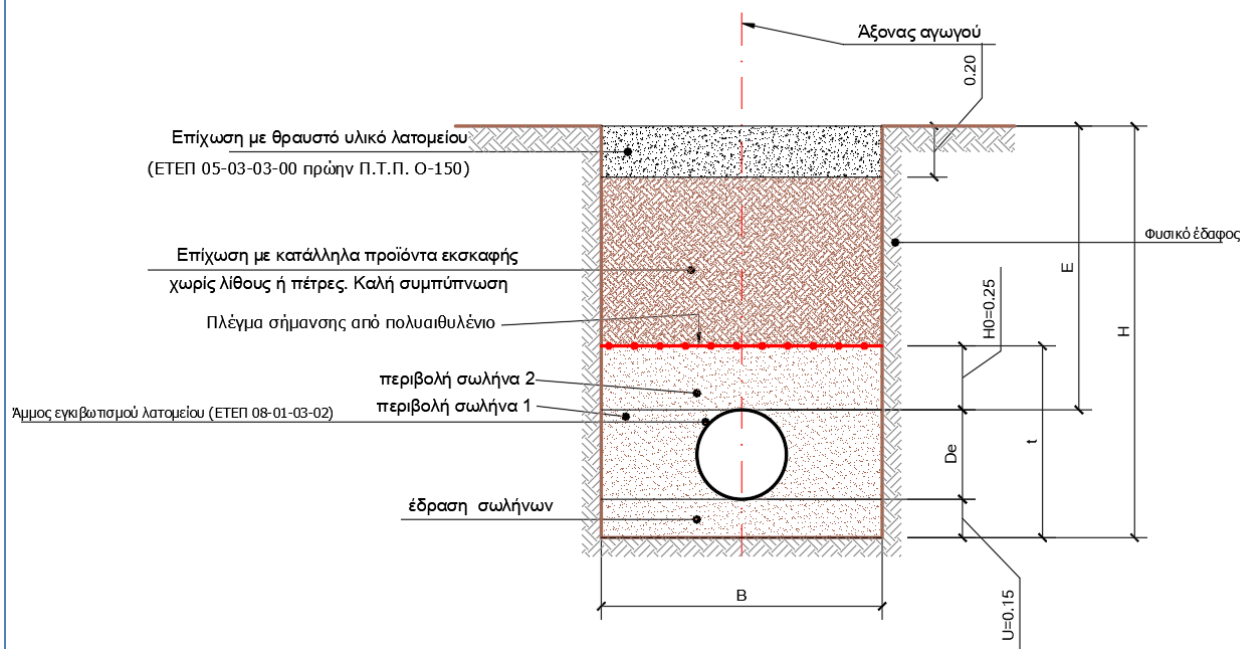
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ De	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ ΕΔΡΑΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ U	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΟΛΗΣ ΣΩΛΗΝΑ ΠΑΝΩ	t	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ή	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΑΓΩΓΟΥ Ε	ΠΛΑΤΟΣ ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ B			ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΒΑΘΟΣ ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ min H	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΒΑΘΟΣ ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ min H (ΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟ)
							ΓΙΑ ΒΑΘΟΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ <1.25 m	ΒΑΘΟΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ >1.25 και < 1.75 m	ΒΑΘΟΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ >1.75 και < 4.00		
ΕΠΙ ΑΣΦΑΛΤΟΣ/ΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΟΥ	355	0.15	0.20	0.71	0.25	0.80	0.80	0.80	0.90	1.31	1.30
	400	0.15	0.20	0.75	0.25	0.80	0.80	0.90	1.00	1.35	1.40
ΕΠΙ ΧΩΜΑΤΙΝΟΥ ή ΤΣΙΜΕΝΤΟΣ/ΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΟΥ	355	0.15	0.20	0.71	0.25	0.80	0.80	0.80	0.90	1.31	1.30
	400	0.15	0.20	0.75	0.25	0.80	0.80	0.90	1.00	1.35	1.40

ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΚΑΜΜΑΤΟΣ ΑΓΩΓΟΥ
ΕΠΙ ΑΣΦΑΛΤΟΣΤΡΩΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΟΥ
ΤΔ1

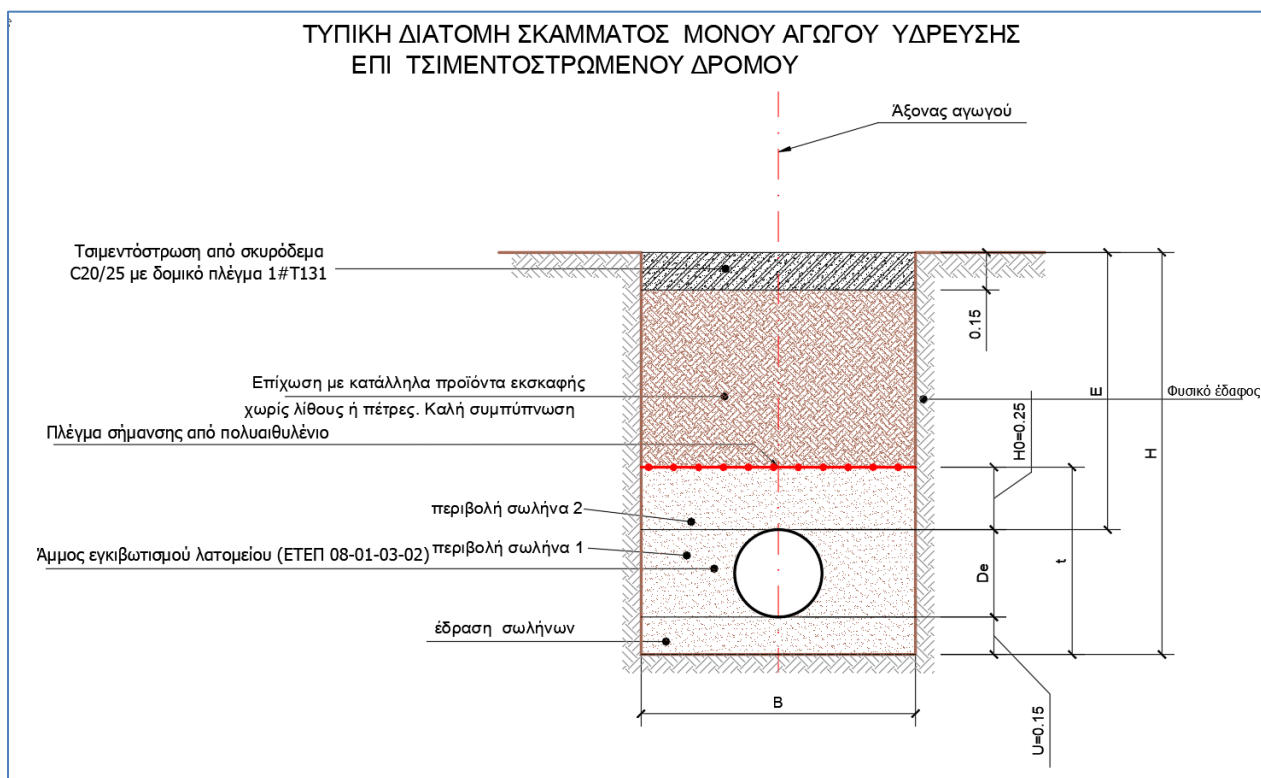


ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΚΑΜΜΑΤΟΣ ΑΓΩΓΟΥ
ΕΠΙ ΧΩΜΑΤΙΝΟΥ (ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ) ΔΡΟΜΟΥ
Ή ΣΤΟ ΠΛΑΪ ΑΣΦΑΛΤΟΣΤΡΩΜΕΝΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΕΚΤΟΣ
ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ, ΕΡΕΪΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑΦΡΟΥ ΑΠΟΡΡΟΗΣ
ΥΔΑΤΩΝ

ΤΔ2



Εικόνα 20 : Τυπικές διατομές του δικτύου



Εικόνα 20 (συνέχεια): Τυπικές διατομές του δικτύου.

8.2. Σώματα αγκύρωσης των σωλήνων

Οι εσωτερικές πιέσεις των αγωγών δημιουργούν σε περιπτώσεις οριζοντίων και κατακόρυφων γωνιών απόκλισης των κόμβων, δυνάμεις εκτροπής.

Για εσωτερική διάμετρο αγωγού D_i και πίεση p , οι αξονικές δυνάμεις που αναπτύσσονται δίνονται από τη σχέση $P = p \cdot D_i^2 \cdot \pi / 4$, ενώ οι δυνάμεις εκτροπής υπολογίζονται από τη σχέση:

$$S = 2 \cdot \sin(a/2) \cdot P$$
, όπου a η γωνία απόκλισης των αγωγών στον κόμβο.

Οι δυνάμεις εκτροπής διακρίνονται σε οριζόντιες S_h και κατακόρυφες S_v .

Οι ομόσημες της βαρύτητας κατακόρυφες δυνάμεις εκτροπής, που αναπτύσσονται σε καμπύλες μηκοτομής που στρέφουν τα κοίλα προς τα άνω, καθώς και οι οριζόντιες, παραλαμβάνονται από αγκυρώσεις σκυροδέματος και μεταφέρονται στο έδαφος. Η αναπτυσσόμενη τάση (πίεση) εδάφους είναι $\sigma = S_{v+,h} / A$, με A την επιφάνεια σκυροδέματος που εφαρμόζεται η $S_{v+,h}$.

Η επιτρεπόμενη τάση εδάφους λαμβάνεται ίση προς 100 KPa .

Οι ετερόσημες της βαρύτητας κατακόρυφες δυνάμεις εκτροπής, που αναπτύσσονται σε καμπύλες μηκοτομής που στρέφουν τα κοίλα προς τα κάτω, παραλαμβάνονται από σώματα σκυροδέματος βάρους 20% μεγαλύτερου της S_v .

Οι δυνάμεις εκτροπής S προκαλούν τάσεις σ_c στο σκυροδέμα ίσες με $\sigma_c = S / (0.70 \cdot b \cdot D_o)$, όπου D_o η εξωτερική διάμετρος του αγωγού. Στην κατάσταση δοκιμών, που είναι και οι δυσμενέστερη για τον έλεγχο αυτόν, η σ_c πρέπει να είναι μικρότερη των 10 MPa σε θλίψη και των 3 MPa σε εφελκυσμό, των λόγω της μη πλήρους σκληρύνσεως του σκυροδέματος τη στιγμή των δοκιμών.

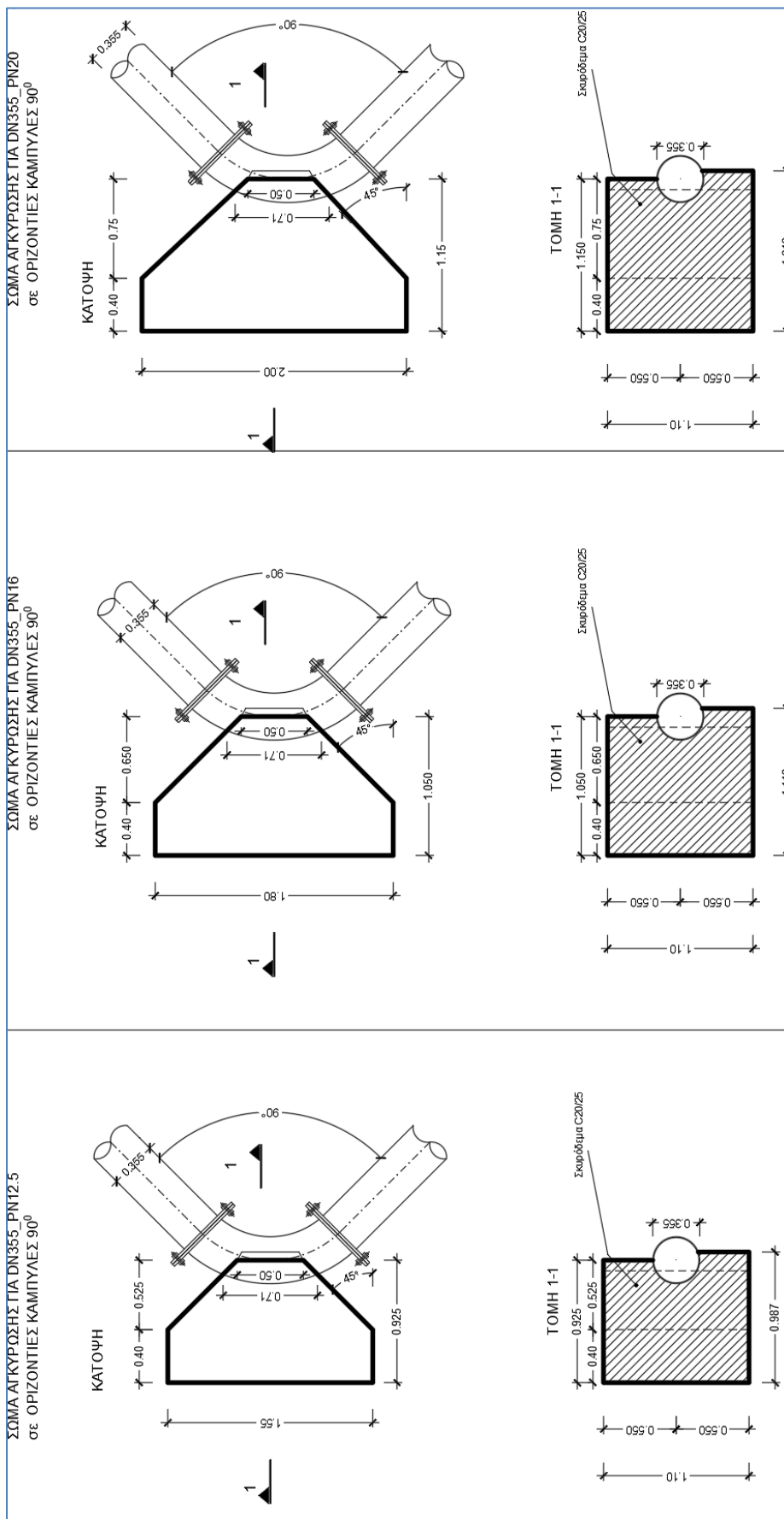
Επομένως για τη σωστή λειτουργία και αντοχή των δικτύων θα τοποθετηθούν κατάλληλα σώματα αγκύρωσης, που κατασκευάζονται από σκυροδέμα C20/25 σε θέσεις όπου:

Συμβαίνουν απότομες αλλαγές κατεύθυνσης σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή.

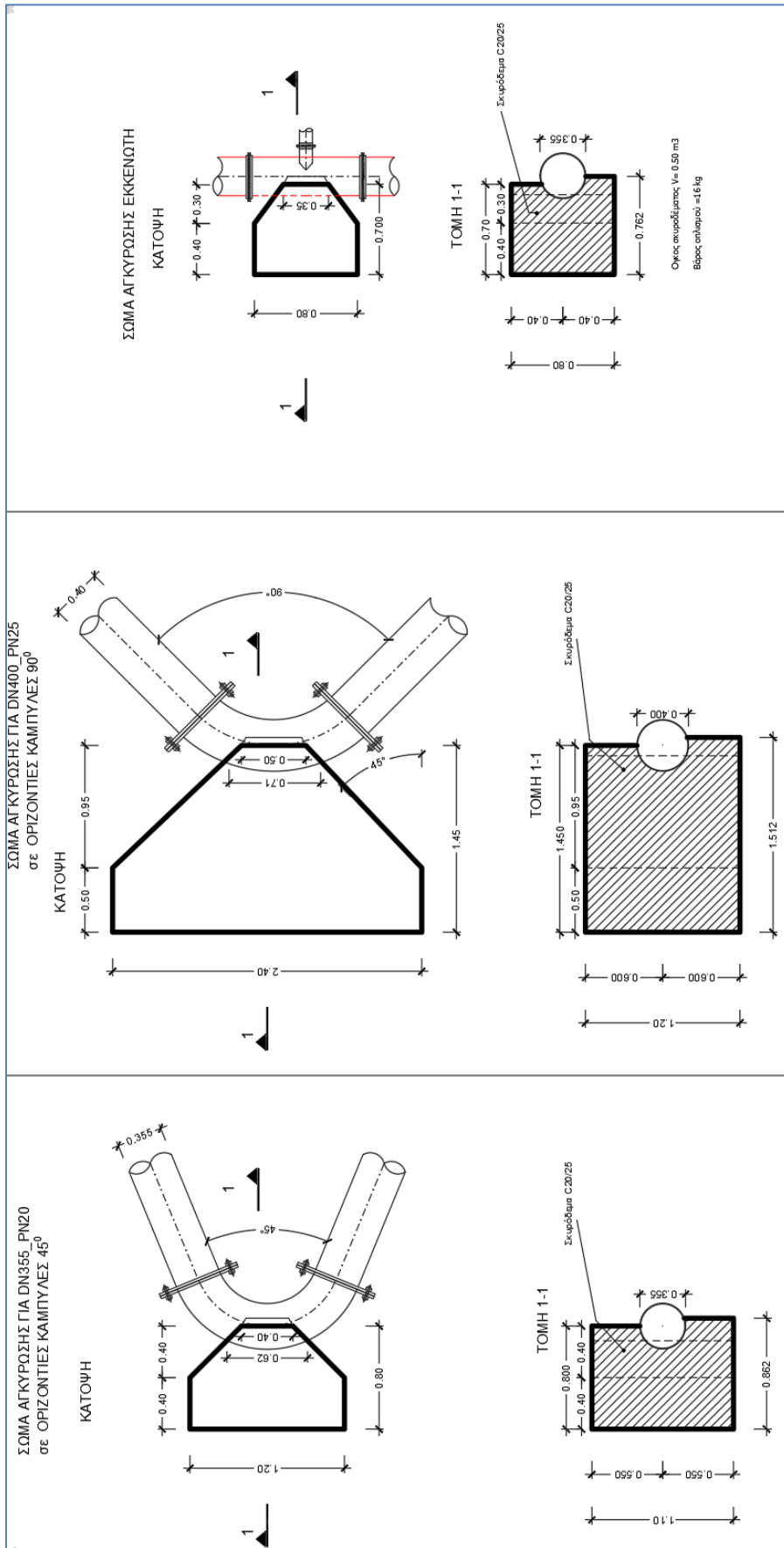
Παρεμβάλλονται ειδικά τεμάχια (ταυ, συστολές, διακλαδώσεις).

Η κατά μήκος κλίση είναι μεγαλύτερη από 20%

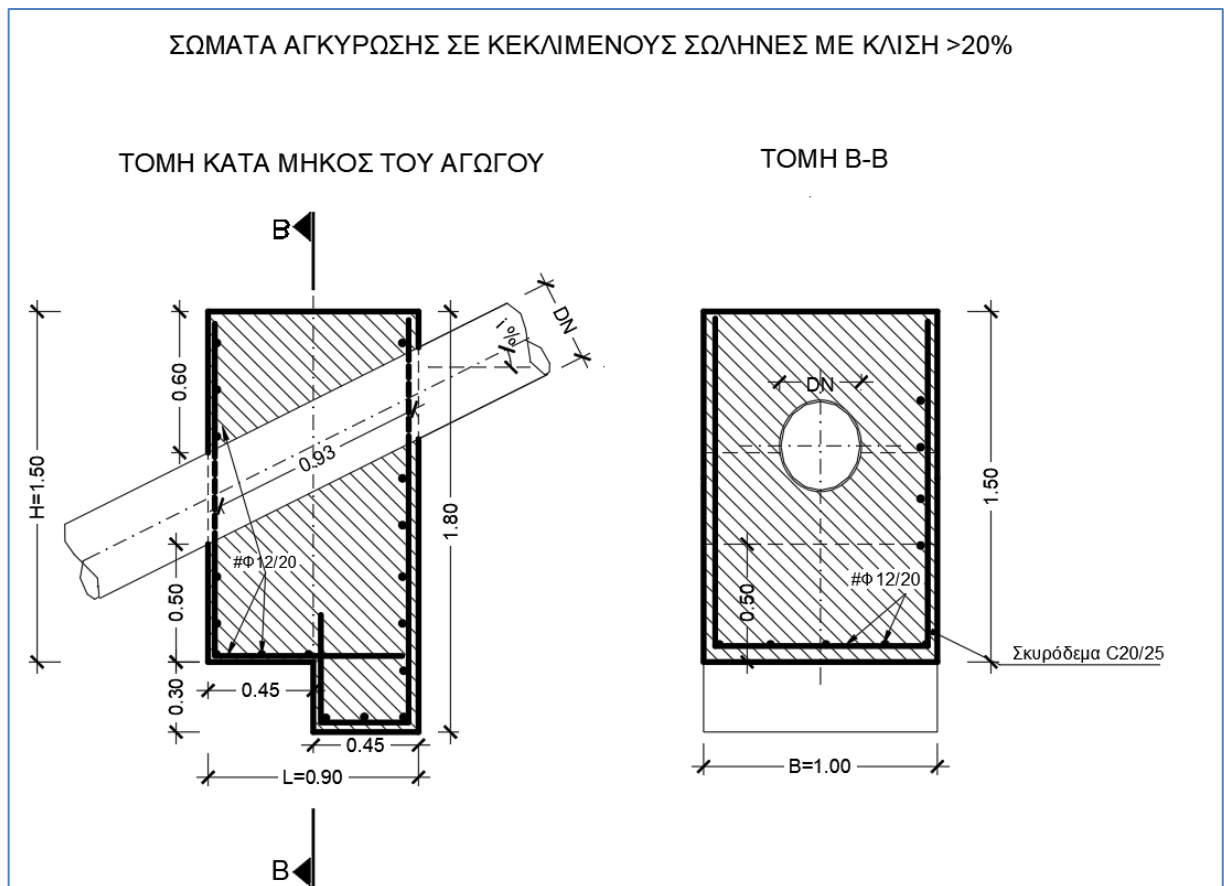
Στην παρακάτω **εικόνα 21** φαίνονται οι διάφοροι τύποι των σωμάτων αγκύρωσης.



Εικόνα 21: Σώματα αγκύρωσης των σωλήνων



Εικόνα 21 (συνέχεια): Σώματα αγκύρωσης των σωλήνων



Εικόνα 21 (συνέχεια): Σώματα αγκύρωσης των σωλήνων

8.3. Όργανα - Συσκευές - Εξαρτήματα λειτουργίας του δικτύου

8.3.1. Γενικά

Για την ομαλή και απρόσκοπτη λειτουργία του δικτύου των σωληνωτών αγωγών, τον έλεγχο και την προστασία του, απαιτούνται οι εξής συσκευές ελέγχου και ασφάλειας του δικτύου, τις οποίες στη συνέχεια περιγράφουμε δίνοντας όλα τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά τους (οι ακριβείς θέσεις τους δείχνονται στην οριζοντιογραφία και τις μηκοτομές του έργου) :

- Δικλείδες διακοπής και ελέγχου
- Αερεξαγωγοί βαλβίδες
- Δικλείδες εκκένωσης
- Βαλβίδα ελέγχου ροής
- Αντιπληγματική βαλβίδα

8.3.2. Δικλείδες διακοπής και ελέγχου

Οι δικλείδες διακοπής και ελέγχου τοποθετούνται ανάντη των εκκενωτών για να καθίσταται δυνατός ο έλεγχος του τμήματος του δικτύου που θα εκκενωθεί.

Οι τοποθετούμενες δικλείδες θα είναι όλες χυτοσιδηρές συρταρωτές ελαστικής έμφραξης, ονομαστικής διαμέτρου που εξαρτάται από την διάμετρο του δικτύου και διαφόρων ονομαστικών πιέσεων. Οι διάμετροι και οι ονομαστικές πιέσεις των δικλείδων ελέγχου φαίνονται στα σχέδια της μελέτης.

Επίσης δικλείδες τοποθετούνται και στις συσκευές ασφαλείας (αερεξαγωγούς), ώστε να τις απομονώνουν σε περίπτωση βλάβης τους καθώς και στα φρεάτια αρχής R1 και φρεάτιο FCV-SRV.

8.3.3. Βαλβίδες εισαγωγής-εξαγωγής αέρα (αερεξαγωγοί βαλβίδες) διπλής ενεργείας, παλινδρομικού τύπου

Η τοποθέτηση αερεξαγωγών βαλβίδων γίνεται για τον έλεγχο των ποσοτήτων αέρα μέσα στο δίκτυο και οι οποίες μπορούν να απελευθερώσουν τον αέρα των σωληνώσεων κατά την πλήρωση και την λειτουργία του δικτύου.

Αποτελούνται από κορμό από ελατό χυτοσίδηρο και συνδέονται στο δίκτυο με φλάντζες,.

Τοποθετούνται βασικά στα ψηλά ή (και) χαμηλά σημεία της χάραξης, σε αυξανόμενη κλίση του αγωγού, καθώς και σε μεγάλα τμήματα αγωγών με σταθερή κλίση.

Η ακριβής θέση τους, οι διάμετροι και οι ονομαστικές πιέσεις τους φαίνεται στα σχέδια της μελέτης.

8.3.4. Δικλείδες εκκένωσης

Οι δικλείδες εκκένωσης θα είναι δικλείδες χυτοσιδηρές συρταρωτές ελαστικής έμφραξης διαμέτρων DN100, διαφόρων ονομαστικών πιέσεων.

Τοποθετούνται σε χαμηλά ακραία σημεία της χάραξης, αλλά και σε ενδιάμεσα, για να υπάρχει η δυνατότητα εκκένωσης τμημάτων του δικτύου, σε περίπτωση που χρειαστεί. Η ακριβής θέση τους φαίνεται στα σχέδια της μελέτης. Τοποθετούνται συνολικά 75 δικλείδες εκκένωσης σε αντίστοιχα φρεάτια.

8.3.5. Βαλβίδα ελέγχου ροής (Flow Control Valve -FCV).

Όπως έχει προαναφερθεί θα τοποθετηθεί μία βαλβίδα ελέγχου ροής DN300mm PN16 bar με μέγιστη παροχή 119.45 L/s.

8.3.6. Αντιπληγματική βαλβίδα (SRV)

Θα τοποθετηθεί μία υδραυλική αντιπληγματική βαλβίδα SRV (Surge Relief Valve ή Pressure Relief Valve), γωνιακού τύπου, DN 100 mm-PN 16 bar ταχείας εκτόνωσης (τύπου QRV).

8.4. Φρεάτια Συσκευών και Οργάνων

Όλες οι συσκευές και τα όργανα ελέγχου του δικτύου τοποθετούνται σε κατάλληλα φρεάτια για να προστατεύονται και για να είναι εύκολη η αναγνώριση της θέσης τους, η επίσκεψη και η επισκευή τους όταν χρειασθεί.

Αναλυτικότερα, οι διάφορες συσκευές και όργανα ελέγχου τοποθετούνται σε φρεάτια από οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30, εσωτερικών διαστάσεων αναλόγως της συσκευής και της διαμέτρου του σωλήνα και με πάχος τοιχείων 0.25m. Τα φρεάτια αυτά προβλέπεται να καλύπτονται με καλύμματα ελατού χυτοσίδηρου τύπου PAMPEX 800 ή ανάλογου, εσωτερικής διαμέτρου 0,80m και ορθογωνικού πλαισίου διαστάσεων 1,00x1,00 βάρους 131Kgr.

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες όλων των φρεατίων, μέσα στα οποία τοποθετούνται οι συσκευές και τα όργανα ελέγχου των δικτύων, φαίνονται στα αντίστοιχα σχέδια της μελέτης.

8.5. Λοιπά τεχνικά έργα τ

Πρόκειται για την διάβαση του αγωγού επί της γέφυρας του Ασωπού που κατασκευάζεται εγκιβωτισμένος με οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 και οπλισμό B500C και φαίνεται στα σχέδια της μελέτης.

9. ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΓΩΓΩΝ.

Παρακάτω δίνεται ο **πίνακας 10** με τα συνολικά μήκη των αγωγών του δικτύου, ανά διάμετρο και κλάση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Αγωγοί δικτύου ανά διάμετρο και κλάση συνολικά				
ΥΛΙΚΟ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ		ΚΛΑΣΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (m)
HDPE100	DN355_PN12.5		PN12.5	2487.9
HDPE100	DN355_PN16		PN16	682.8
HDPE100	DN355_PN20		PN20	1411.1
HDPE100	DN400_PN25		PN25	482.8
ΧΑΛΥΒΑΣ S235JRG2 (ST 37- 2)	DN350(14") Di=346.6 mm	t=4.5mm	PN19(Λειτουργίας) PN28(Δοκιμής)	85.3
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ				5149.9

10. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο συνολικός προϋπολογισμός των έργων με ΦΠΑ ανέρχεται σε 1,550,000 ευρώ όπως παρουσιάζεται συνοπτικά στον παρακάτω **πίνακα 11**

ΠΙΝΑΚΑΣ 11 :ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ			
Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΔΑΠΑΝΗ (€)	
		ΜΕΡΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ	ΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ
1	ΟΜΑΔΑ Α. Χωματουργικά, Αντιμετώπιση υδάτων, Αντιστηρίξεις, Έργα προστασίας κοίτης και πρανών, Σήμανση-Ασφάλιση, Εργασίες οδοποιίας - οδοστρωσίας, Λοιπές προστατευτικές κατασκευές, Εργασίες πρασίνου και περιβαλλοντικών αποκαταστάσεων		
	ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΔΑΣ Α. (Σ1)	148,774.00	
2	ΟΜΑΔΑ Β. Κατασκευές από σκυρόδεμα, Στεγανοποιήσεις - Αρμοί, Οικοδομικές εργασίες, Λοιπές εργασίες		
	ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΔΑΣ Β. (Σ2)	37,106.10	
3	ΟΜΑΔΑ Γ: Μεταλλικά στοιχεία και κατασκευές - σωληνώσεις - δίκτυα - συσκευές δικτύων σωληνώσεων		
	ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΔΑΣ Γ. (Σ3)	686,662.00	
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (Σ1+Σ2+Σ3)		872,542.10
	ΠΡΟΣΤΙΘΕΤΑΙ Γ.Ε. & Ο.Ε. 18%		157,057.58
	ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ		1,029,599.68
	ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ 15%		154,439.95
	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙΣΑ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΟΥ		1,184,039.63
	ΠΟΣΟ ΓΙΑ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ		65,960.37
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ		1,250,000.00
	ΠΡΟΣΤΙΘΕΤΑΙ Φ.Π.Α. 24%		300,000.00
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΕΡΓΟΥ		1,550,000.00