

ΤΟΕΒ ΦΕΡΩΝ - ΠΕΠΛΟΥ
ΔΗΜΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ
Π.Ε. ΕΒΡΟΥ / Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ: ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΕΒ ΦΕΡΩΝ-ΠΕΠΛΟΥ ΜΕ
ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΝΕΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ, ΤΟΥ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
ΑΥΤΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΛΕΤΗ: ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΓΩΓΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

ΣΤΑΔΙΟ: ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

T-2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΓΩΓΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΑΝΑΔΟΧΟΙ:

- ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ: ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΜΕΔΕ) ΑΝΔΡΕΑΣ ΑΛΕΒΙΖΟΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
- Η/Μ ΜΕΛΕΤΗ: ΠΑΝΤΕΛΗΣ Η. ΑΡΓΥΡΟΣ
- ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ: ΙΩΑΝΝΗΣ Χ. ΡΟΜΠΟΛΑΣ
- ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ: ΓΕΩΤ.ΕΡ. ΔΙΔΑΣΚΑΛΟΥ Ε.Ε.

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ



ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
(Μ.Ε.Δ.Ε.) ΑΝΔΡΕΑΣ ΑΛΕΒΙΖΟΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
ΒΥΡΩΝΟΣ 6, 26224, ΠΑΤΡΑ, ΤΗΛ: 2610.323.466, 323.465
FAX: 2610.342.550 e-mail: meletitiki@tee.gr

ΙΟΥΛΙΟΣ 2023
Ο ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ

Α. ΑΛΕΒΙΖΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧ/ΚΟΣ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ
ΚΑΙ
ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ
ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ / / 2023

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ / / 2023

ΕΓΚΡΙΣΗ

ΑΠΟΦΑΣΗ

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΟΥ
ΔΙΩΡΥΓΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΕΒ ΦΕΡΩΝ -
ΠΕΠΛΟΥ

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΤΕΥΧΟΣ 1: ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΤΕΥΧΟΣ 2: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΤΕΥΧΟΣ 1: ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- 1.1. Ανάθεση της Μελέτης – Αντικείμενο
- 1.2. Υφιστάμενες μελέτες, στοιχεία.
- 1.3. Περιεχόμενα της μελέτης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΡΓΩΝ

- 2.1 Υφιστάμενη κατάσταση – Σκοπιμότητα νέων έργων
- 2.2. Δεδομένα Σχεδιασμού των Έργων – Παροχές υπολογισμού
 - 2.2.1. Εκτίμηση Αναγκών Νερού Άρδευσης
 - 2.2.2. Παροχή Υπολογισμού Νέου Έργου
- 2.3. Εναλλακτικές λύσεις
 - 2.3.1. Ορθογωνική Διώρυγα Σκυροδέματος
 - 2.3.2. Υπόγειος κλειστός αγωγός
 - 2.3.3. Συμπεράσματα – Πρόταση (Βέλτιστη Λύση)
- 2.4. Υλικό Κατασκευής Σωλήνων
 - 2.4.1. Υλικό Σωλήνων Δικτύου: Οικονομική – Τεχνική διερεύνηση
 - 2.4.2. Σωλήνες Ελατού Χυτοσιδήρου (D/I)
 - 2.4.3. Σωλήνες Πολυεστέρα ενισχυμένου με ίνες υάλου (GRP).
 - 2.4.4. Συμπεράσματα – Προτάσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΛΥΣΗ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ

- 3.1. Εξέδρα Άντλησης και Αντλιοστάσιο Υδροληψίας
- 3.2. Συλλέκτης (Κολλεκτέρ) τροφοδοσίας αγωγών
- 3.3. Δίδυμος Αγωγός Μεταφοράς
- 3.4. Έργο Εξόδου – Εκβολής στην Κεφαλή της Τραπεζοειδούς Διώρυγας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1. Ανάθεση της Μελέτης – Αντικείμενο - Ιστορικό

Η μελέτη «ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΟΥ ΔΙΩΡΥΓΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΕΒ ΦΕΡΩΝ – ΠΕΠΛΟΥ» ανατέθηκε στο Γραφείο μελετών ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΜΕΔΕ) ΑΝΔΡΕΑΣ ΑΛΕΒΙΖΟΣ ΚΑΙ ΣΙΑ Ε.Ε. από τον ΤΟΕΒ ΦΕΡΩΝ – ΠΕΠΛΟΥ.

Την 27^η Μαΐου 2020 υπεγράφη η υπ' αρ. 165 Σύμβαση μεταξύ του εκπροσώπου του μελετητικού γραφείου Ανδρέα Αλεβίζου και του Προέδρου του ΤΟΕΒ κ. Βασιλείου Παντελίδη.

Σύμφωνα με την Τεχνική και Οικονομική Προσφορά του Αναδόχου αντικείμενο της μελέτης είναι η «Υδραυλική Μελέτη Νέας Προσαγωγού Διώρυγας Οπλισμένου Σκυροδέματος, μήκους περίπου 1.000 μ. που θα μεταφέρει το νερό από την υπάρχουσα εξέδρα Υδροληψίας – Άντλησης επί του ποταμού Έβρου, μέχρι την κεφαλή της υφιστάμενης κεντρικής (τραπεζοειδούς) διώρυγας άρδευσης.

Η Μελέτη εκπονήθηκε απ' ευθείας στο στάδιο της Οριστικής Μελέτης.

Αναλυτικότερα η **Οριστική Υδραυλική Μελέτη** περιλαμβάνει :

- Πλήρη τοπογραφική αποτύπωση της ζώνης χάραξης της διώρυγας σε πλάτος τουλάχιστον 20 μ. εξαρτημένη από το κρατικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87.
- Τεχνική περιγραφή του έργου και Υδραυλικούς υπολογισμούς
- Στατική μελέτη του φορέα της διώρυγας
- Πλήρη κατασκευαστικά σχέδια
- Προμετρήσεις – Αναλυτικό Προϋπολογισμό
- Πλήρη Τεύχη Δημοπράτησης & ΣΑΥ-ΦΑΥ

Δεν προβλέπεται Η/Μ Μελέτη με Ηλεκτρομηχανολογικούς Υπολογισμούς και σχεδίαση Αντλιοστασίων.

Υπεβλήθη εμπρόθεσμα, σύμφωνα με την σύμβαση, τις 3/7/2020 .

Η μελέτη τροποποιείται και επανυποβάλλεται σήμερα, Φεβρουάριο του 2023, στην τελική της μορφή, με προσαρμογή των προτεινομένων έργων στο σχεδιασμό του Νέου Κύριου Αντλιοστασίου ΤΟΕΒ Φερών-Πέπλου που πρόκειται να αντικαταστήσει το υφιστάμενο σύστημα άντλησης (εξέδρα άντλησης, συναρμολογούμενα αντλητικά συγκροτήματα).

1.2. Υφιστάμενες μελέτες, στοιχεία.

- Χάρτες Γ.Υ.Σ. των περιοχών μελέτης, κλίμακας 1:50.000 και 1:5.000.
- Δορυφορικές Εικόνες της περιοχής μελέτης από το Google Earth.
- Λεπτομερής τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής μελέτης σε ΕΓΣΑ '87.

1.3. Περιεχόμενα της μελέτης

Η εκπόνηση της παρούσας Οριστικής Μελέτης έγινε σύμφωνα με τις ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές του άρθρου 199 του Π.Δ. 696/74, τις σχετικές εγκυκλίους και οδηγίες του Υπουργείου Γεωργίας και του Υπουργείου Δημοσίων Έργων (εγκύκλιος 222000/77 Υ.Δ.Ε.) και τις προηγούμενες οδηγίες της Υπηρεσίας.

Τα παραδοτέα της μελέτης Σχέδια και τεύχη της Οριστικής Μελέτης είναι σύμφωνα με της ισχύουσες προδιαγραφές του ΠΔ 696/74 και την ΥΑ Αριθμ. ΔΝΣβ/1732/ΦΝ 466 «Εξειδίκευση του είδους των παραδοτέων στοιχείων ανά στάδιο και ανά κατηγορία μελέτης σε ό,τι αφορά τα συγκοινωνιακά (οδικά) έργα, τα υδραυλικά, τα λιμενικά και τα κτιριακά έργα.»

Αποτελείται από τα εξής τεύχη:

Τεύχος 1: Τεχνική Έκθεση – Περιγραφή Έργων

Τεύχος 2: Υπολογισμοί

Τεύχος 4: Τιμολόγιο Μελέτης.

Τεύχος 5: Προμετρήσεις

Τεύχος 6: Προϋπολογισμός Μελέτης.

Τεύχος 7: Τεχνικές Προδιαγραφές

Τεύχος 8: Σ.Α.Υ. – Φ.Α.Υ.

Συνοδεύεται από σχέδια όλων των Τεχνικών έργων, Οριζοντιογραφίες και Μηκοτομές έργων.

1.4. Ομάδα Μελέτης

Την ομάδα μελέτης αποτελούν οι κατωτέρω μηχανικοί – μελετητές:

- Ανδρέας Α. Αλεβίζος, Πολιτικός Μηχανικός, Μελετητής Γ' Τάξεως Υδραυλικών
- Ιωάννης Ρόμπολας, Πολιτικός & Μηχ/γος Μηχ/κός M.Sc., Μελετητής Α' Υδραυλικών
- Παναγιώτης Μαρκαντωνάτος, Δρ. Πολιτικός Μηχ/κός, Μελετητής Γ' Τάξεως Υδρ/κών.
- Χρύσανθος Φαρμάκης, Πολιτικός Μηχανικός M.Sc.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΡΓΩΝ

2.1 Υφιστάμενη κατάσταση – Σκοπιμότητα Νέου Έργου

Το υφιστάμενο Αρδευτικό Δίκτυο του ΤΟΕΒ Φερών – Πέπλου σήμερα τροφοδοτείται από τέσσερις συνολικά υδροληψίες επί του ποταμού Έβρου. Αυτές είναι η Κύρια Υδροληψία Πέπλου και τρεις συμπληρωματικές στις θέσεις Καψάλη (κατάντη και πλησίον της Κύριας), Πόρου (πλησίον του ομώνυμου οικισμού) και του Μελισσοχωρίου. Το υπό μελέτη έργο αφορά στην βελτίωση του συστήματος Υδροληψίας και Μεταφοράς στην **Κύρια Υδροληψία Πέπλου**.

Σήμερα η Κύρια Υδροληψία Πέπλου αποτελείται από:

- **Εξέδρα Αντλησης** Οπλισμένου Σκυροδέματος επί του ποταμού Έβρου, διαστάσεων 10,00 X 7,00 μ. Στην Εξέδρα, στην αρχή κάθε αρδευτικής περιόδου, συναρμολογούνται και εγκαθίστανται τρία (3) αντλητικά συγκροτήματα. Οι Αντλίες είναι φυγοκεντρικές, μονοβάθμιες οι οποίες αναρροφούν το νερό από τον ποταμό και το ανυψώνουν περίπου 2,0 μ. στην διώρυγα προσαγωγής. Η παροχή εκάστου αντλητικού συγκροτήματος είναι 5.000 μ³/ώρα, και η συνολική αντλούμενη παροχή σήμερα ανέρχεται στα 15.000 μ³/ώρα.

Στο τέλος της αρδευτικής περιόδου όλος ο Η/Μ εξοπλισμός αποσυναρμολογείται και απομακρύνεται, ώστε να μην καταστραφεί από την άνοδο της στάθμης του ποταμού στις πλημμυρικές καταστάσεις.

Η εξέδρα κατασκευάστηκε πρόσφατα και αντικατέστησε πλωτή εξέδρα που συναρμολογούνταν μέσα στον ποταμό, στην ίδια θέση περίπου. Για το λόγο αυτό, το Αντλιοστάσιο της Κύριας Υδροληψίας Πέπλου καλείται «Πλωτό».

- **Προσαγωγό Διώρυγα Μεταφοράς**. Τροφοδοτείται από τα τρία ανωτέρω αντλητικά συγκροτήματα. Αποτελείται από δύο τμήματα, έχει συνολικό μήκος περίπου 900 μ. και οδηγεί το νερό στο «Ενδιάμεσο» Αντλιοστάσιο.

Το πρώτο τμήμα της διώρυγας, μήκους 80,00 μ. είναι ορθογωνικό από Οπλισμένο Σκυροδέμα πλάτους 3,00 μ. και κατασκευάστηκε πρόσφατα, μαζί με την εξέδρα άντλησης. Το δεύτερο τμήμα της Προσαγωγού Διώρυγας, μήκους 820 μ. είναι χωμάτινο τραπεζοειδούς διατομής, πλάτους στη στέψη περίπου 15,00 μ. Στο μήκος αυτό έχει αναπτυχθεί υδροχαρής βλάστηση καθώς και προσχώσεις που εμποδίζουν την ομαλή ροή του νερού.

- **Ενδιάμεσο Αντλιοστάσιο**. Βρίσκεται στο πέρας και τροφοδοτείται από την χωμάτινη Διώρυγα Προσαγωγής.

Το Ενδιάμεσο Αντλιοστάσιο, επονομαζόμενο και ως «Αντλιοστάσιο 1^{ης} ΔΕΚΕ» βρίσκεται μετά το Αντιπλημμυρικό Ανάχωμα, είναι μόνιμο, εντός κτιρίου με φορέα Οπλισμένου Σκυροδέματος. Ο Η/Μ εξοπλισμός του είναι παλαιωμένος και σε κακή κατάσταση. Ανυψώνει το νερό περίπου κατά 4-5 μ. και το οδηγεί στην κεφαλή της **Κύριας Αρδευτικής Διώρυγας Δ1**.

- **Κύρια Αρδευτική Διώρυγα Δ1.** Πρόκειται για την κύρια Διώρυγα του Αρδευτικού Δικτύου, μήκους 12,0 χλμ. που διατρέχει το Βορειοδυτικό όριο της αρδευόμενης περιοχής. Η Διώρυγα Δ1 είναι Τραπεζοειδής, πλάτους στη στέψη 12,00 μ., επενδεδυμένη με Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Την Κεφαλή της Διώρυγας Δ1, που τροφοδοτείται από το ενδιάμεσο Αντλιοστάσιο, αποτελεί Ορθογωνική Δεξαμενή διαστάσεων 12,00 Χ 12,00 μ. και βάθους περίπου 6,00 μ.

Τα προβλήματα που παρουσιάζει το υφιστάμενο σύστημα Υδροληψίας και Μεταφοράς στην **Κύρια Υδροληψία Πέπλου είναι:**

- Η Προσαγωγός Διώρυγα, συνολικού μήκους 900 μ, είναι χωμάτινη στα 820 μ. Επιχωματώνεται λόγω των χειμερινών πλημμυρών του ποταμού και στα πρηνή της αναπτύσσεται υδροχαρής βλάστηση με αποτέλεσμα να απαιτεί συνεχή συντήρηση. Ως χωμάτινη παρουσιάζει μεγάλες διαρροές νερού λόγω διήθησης αλλά και λόγω εξάτμισης. Λόγω της βλάστησης παρουσιάζει μεγάλη τραχύτητα και μικρή παροχετευτικότητα.
- Σήμερα η τροφοδοσία της Κεντρικής Αρδευτικής Διώρυγας γίνεται μέσω των δύο Αντλιοστασίων που αναφέρθηκαν. Με δεδομένα την μεγάλη απώλεια ενέργειας και νερού εντός της χωμάτινης διώρυγας, την παλαιότητα του εξοπλισμού του Ενδιάμεσου Αντλιοστασίου και γενικά το χαμηλό συντελεστή ενεργειακής απόδοσης λόγω ύπαρξης δύο Αντλιοστασίων (ακόμη και αν ο Η/Μ εξοπλισμός ήταν σε καλή κατάσταση), προκύπτει το συμπέρασμα ότι γίνεται μεγάλη σπατάλη ενέργειας.

Σήμερα η δαπάνη άντλησης για τη λειτουργία και των δύο Αντλιοστασίων είναι υπερβολικά μεγάλη.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω προβλήματα η βασική ανάγκη του ΤΟΕΒ είναι η λειτουργία ενός και μόνο Αντλιοστασίου Αναρρόφησης - Ανύψωσης, με παράκαμψη του παλαιωμένου Ενδιάμεσου Αντλιοστασίου και η κατασκευή Νέου Αγωγού Μεταφοράς μέχρι την κεφαλή της τραπεζοειδούς Διώρυγας Δ1, με κατάργηση της υφιστάμενης χωμάτινης Διώρυγας.

Έτσι, η προτεινόμενη Σχηματική Γενική Διάταξη του Έργου είναι: Αντλιοστάσιο επί του ποταμού το οποίο τροφοδοτεί Αγωγό Προσαγωγής - Μεταφοράς έως την κεφαλή της Κεντρικής Τραπεζοειδούς Διώρυγας του Αρδευτικού Δικτύου ΤΟΕΒ Φερών – Πέπλου.

Το αντικείμενο της παρούσας μελέτης αποτελεί ο σχεδιασμός του Νέου Αγωγού Προσαγωγής - Μεταφοράς (Κλειστού Αγωγού) έως την κεφαλή της Κεντρικής Τραπεζοειδούς Διώρυγας του Αρδευτικού Δικτύου ΤΟΕΒ Φερών – Πέπλου με παράκαμψη του παλαιωμένου Ενδιάμεσου Αντλιοστασίου. Το έργο αυτό χαρακτηρίζεται ως Έργο Βελτίωσης του Συστήματος Κεντρικής Υδροληψίας Πέπλου. Η Νέα Διάταξη θα μειώσει στο μισό την κατανάλωση και δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας και τη δαπάνη για συντήρηση Η/Μ εξοπλισμού. Επίσης θα εκμηδενίσει τη δαπάνη για συντήρηση της χωμάτινης προσαγωγού διώρυγας.

2.2. Δεδομένα Σχεδιασμού των Έργων – Παροχές υπολογισμού

2.2.1. Εκτίμηση Αναγκών Νερού Άρδευσης

Το μελετούμενο έργο, σε συνδυασμό με άλλα έργα εκσυγχρονισμού και βελτιώσεων, αποσκοπεί στην εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας αρδευτικού νερού για την πλήρη κάλυψη των αναγκών της αγροτικής περιοχής αρμοδιότητας του ΤΟΕΒ Φερών - Πέπλου.

Ο υπολογισμός των αναγκών σε νερό άρδευσης έγινε στη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) Υφισταμένου Αρδευτικού Δικτύου ΤΟΕΒ Φερών – Πέπλου και Έργων βελτίωσης. Συντάκτης: Παναγιώτης Μαρκαντωνάτος, 2020. Τα στοιχεία και συμπεράσματα της Μ.Π.Ε. παρουσιάζονται κατωτέρω:

Για τον υπολογισμό τις παροχής νερού ελήφθη υπόψη η συνολικά εξυπηρετούμενη αγροτική έκταση, η σύνθεση των καλλιεργειών και το εφαρμοζόμενο σήμερα σύστημα άρδευσης. Απαραίτητη προϋπόθεση το έργο να συντηρεί των αναγκαία ελάχιστη οικολογική παροχή του ποταμού Έβρου κατάντη των έργων υδροληψίας έως τις εκβολές που χαρακτηρίζονται ως προστατευόμενη περιοχή.

Υφιστάμενες καλλιεργείες περιοχής μελέτης

Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία της σύνθεσης των καλλιεργειών της περιμέτρου των έργων, η κατανομή των καλλιεργειών σήμερα, σε συνολική καθαρή έκταση, είναι ως εξής:

Υφιστάμενη Κατανομή καλλιεργειών συνόλου περιοχής μελέτης (2019)

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	ΚΑΘ. ΕΚΤΑΣΗ Στρ.	% επί συνόλου	% επί καλλιεργ.
Αραβόσιτος	3.820	5,44%	5,88%
Μηδική	20.250	28,86%	31,17%
Βαμβάκι	20.800	29,65%	32,02%
Ρύζι	4.110	5,86%	6,33%
Ηλίανθος	4.220	6,01%	6,50%
Μποστανικά	220	0,31%	0,34%
Πατάτες	80	0,11%	0,12%
Κηπευτικά	90	0,13%	0,14%
Εσπεριδοειδή	120	0,17%	0,18%
Λοιπά δένδρα	200	0,29%	0,31%
Λοιπές καλλ.	350	0,50%	0,54%
Σιτηρά	10.700	15,25%	16,47%
Ακαλλιεργήτα εντός περιμέτρου	5.200	7,41%	0
Σύνολο	70.160	100%	100%

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το βαμβάκι και η μηδική αποτελούν τις κυριότερες καλλιέργειες ενώ έπονται τα σιτηρά, ο αραβόσιτος, ο ηλίανθος και το ρύζι και τέλος τα κηπευτικά τα μμποστανικά και λίγες δενδρώδεις καλλιέργειες. Σε σχέση με παλαιότερες καταγραφές καλλιεργειών φαίνεται ότι έχουν εξαφανιστεί οι καλλιέργειες τεύτλων και έχουν αντίστοιχα αυξηθεί σημαντικά οι καλλιέργειες σιτηρών που δεν θεωρούνται δυναμικές καλλιέργειες όπως και το ρύζι που ευνοείται από τις επιφανειακές μεθόδους άρδευσης.

Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι σημαντική έκταση δεν καλλιεργείται και συνεπώς δεν αρδεύεται είτε λόγω αγρανάπαυσης ή λόγω εγκατάλειψης από τους καλλιεργητές. Ακόμα να σημειωθεί ότι το υψηλό κόστος ενέργειας για την άρδευση λόγω των αντλιοστασίων του ΤΟΕΒ αλλά και των ιδιωτικών συστημάτων άρδευσης αποτελεί αρνητικό παράγοντα για εφαρμογή δυναμικών καλλιεργειών με μεγάλες ανάγκες νερού.

Προτεινόμενο σχέδιο –κατανομής καλλιεργειών

Το υφιστάμενο αρδευτικό έργο του ΤΟΕΒ Φερών θα πρέπει να καλύπτει πλήρως τις ανάγκες νερού άρδευσης της περιμέτρου των έργων με βάση το εφαρμοζόμενο σύστημα άρδευσης και την εκτιμώμενη σύνθεση των καλλιεργειών. Το αρδευτικό δίκτυο με τα προτεινόμενα έργα βελτίωσης και την ορθολογική λειτουργία του θα πρέπει να συμβάλλει στη βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων καθώς και στην αύξηση του όγκου των παραγόμενων φυτικών προϊόντων. Έτσι με τον τρόπο αυτό θα προσφέρει έμμεσα στη διατήρηση και δημιουργία θέσεων εργασίας στην περιοχή στον πρωτογενή τομέα και θα ελαττώσει την τάση εγκατάλειψης της υπαίθρου, τη συσσώρευση πληθυσμού στα αστικά κέντρα και τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων.

Στο σύγχρονο πνεύμα της περιβαλλοντικής ευαισθησίας και της εξοικονόμησης υδατικών πόρων, και με συναίσθηση των κλιματικών αλλαγών, προτείνεται η εφαρμογή του υπόγειου δικτύου μεταφοράς νερού και της υπέργειας μεθόδου στάγδην άρδευσης καθώς η συγκεκριμένη μέθοδος εμφανίζει πολύ υψηλό συντελεστή αποδοτικότητας της άρδευσης λόγω των μικρών απωλειών νερού.

Η παραπάνω μέθοδος άρδευσης εφαρμόζεται σε μικρό τμήμα της περιοχής μελέτης που καταλαμβάνει το 15% της καθαρής αρδευόμενης έκτασης αφού υλοποιηθούν και τα προγραμματισμένα έργα επέκτασης του κλειστού αρδευτικού δικτύου. Εφόσον επεκταθεί σταδιακά η κατασκευή κλειστού αρδευτικού δικτύου στην περιοχή άρδευσης μέσω καναλέπων αναμένεται να επιφέρει, πέραν της σημαντικής εξοικονόμησης νερού και μείωση έως 10% των δαπανών (φυτοφάρμακα, λιπάσματα) από την ορθολογική χορήγηση των αγροεφοδίων, αυξήσεις στις μέσες στρεμματικές αποδόσεις των καλλιεργειών (από 10% έως 25%). Ως εκ τούτου, θα επέλθει αύξηση της καθαρής προσόδου από την πώληση των γεωργικών προϊόντων της περιοχής.

Σύμφωνα με την προτεινόμενη ανάπτυξης της περιοχής όπως προέκυψε κατόπιν συζητήσεων με τους αρμόδιους του ΤΟΕΒ η κατανομή των καλλιεργειών στην περιοχή του μελετούμενου αρδευτικού έργου θα είναι:

Κατανομή καλλιεργειών Σχεδίου Ανάπτυξης στην περιοχή μελέτης

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΔΙΚΤΥΟ ΜΕ ΕΠΙΦΑΝ. ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ		ΑΡΔΕΥΣΗ ΑΠΟ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	
	ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
ΜΗΔΙΚΗ	19.174	31,00%	1.680	20,00%
ΒΑΜΒΑΚΙ	19.792	32,00%	3.360	40,00%
ΚΗΠ.-ΗΛΙΑΝ-ΤΕΥΤΛΑ	4.948	8,00%	2.940	35,00%
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	13.607	22,00%	420	5,00%
ΡΥΖΙ	4.330	7,00%	0	0,00%
Σύνολο	61.850	100,00%	8.400	100,00%

Υπολογισμός αρδευτικών αναγκών με τη μέθοδο Blaney – Criddle για το Σχέδιο Ανάπτυξης της περιοχής μελέτης

Η αναγκαία κατανάλωση ύδατος (δυναμική εξατμισοδιαπνοή) υπολογίζεται με την απλοποιημένη μέθοδο Blaney – Criddle:

$$U = K \cdot F, \text{ όπου}$$

- U η Μηνιαία Υδατοκατανάλωση της καλλιέργειας σε mm,
- K εμπειρικός Φυτικός Συντελεστής Υδατοκατανάλωσης,
- F Μηνιαίος Κλιματικός Παράγων ή Μηνιαία Υδατοκατανάλωση σε mm, δίνεται από την σχέση: $F = (0,457 \cdot t + 8,128) \cdot p$, όπου
- t η μέση μηνιαία θερμοκρασία της περιοχής σε °C,
- p το μηνιαίο ποσοστό % ωρών ημέρας του έτους. Εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Από την υδατοκατανάλωση που υπολογίζεται με τον προηγούμενο τύπο αφαιρείται η ωφέλιμη βροχόπτωση κάθε μήνα και τελικά υπολογίζεται η Συνολική Ανάγκη της καλλιέργειας σε νερό D σε μηνιαία βάση :

$$D = U - R' \text{ (mm)}$$

Η ωφέλιμη βροχόπτωση υπολογίζεται με τον εμπειρικό τύπο:

$$R' = R - (C + R/8), \text{ όπου}$$

- R' η ωφέλιμη βροχόπτωση σε mm,
- R η πραγματική βροχόπτωση σε mm,
- C εμπειρικός συντελεστής εξαρτώμενος από τη ραγδιότητα της βροχόπτωσης και τη θερμοκρασία, κυμαίνεται από 10-20. Το C=10 αντιστοιχεί σε πεδινές περιοχές κοντά στη θάλασσα και το C=20 σε ηπειρωτικές και επικλινείς περιοχές.

Γενικώς όταν η ωφέλιμη βροχόπτωση κάθε μήνα είναι μικρότερη της απαίτησης σε νερό, τότε απαιτείται άρδευση.

Δεδομένα – παραδοχές υπολογισμών

Γεωγραφικό πλάτος περιοχής: Βόρειο 40,91°

Συντελεστής ωφέλιμης βροχόπτωσης: 10

Εποχιακός Φυτικός Συντελεστής Υδατοκατανάλωσης σύμφωνα με την Κ.Υ.Α.
Φ.16/6631/2.6.1989 - ΦΕΚ Β/428/1989 :

Μηδική	:	K=0,85
Βαμβάκι, σπυροφόρα	:	K=0,65
Αραβόσιτος-σιτηρά	:	K=0,75
Κηπευτικά-ηλίανθος-τεύτλα:		K=0,70
Ρύζι	:	K=1,20

Υπολογισμός Αναγκών σε Νερό - Παροχής

Οι υπολογισμοί της ειδικής παροχής και των αναγκών σε νερό με βάση τους τύπους και τις παραδοχές των προηγούμενων παραγράφων πραγματοποιούνται με σχετικό λογισμικό και πινακοποιούνται στις επόμενες σελίδες:

Πίνακας 6-9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ BLANEY - CRIDDLE

Μήνες	Μέση μηνιαία θερμοκρασία t σε °C	Ποσοστό ωρών ημέρας P	Μηνιαία εξατμισοδιαπνοή $f = ((t+18)/2.2)^*P$	Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις σε mm		Υδατοκατανάλωση καλλιεργειών για διάφορους συντελεστές K									
				Πραγματικές R	Ωφέλιμες R'	Μηδική K=0,85		Κηπευτικά, μποστανικά, ηλιανθος, τεύτλα K=0,70		Βαμβάκι, οπωροφόρα K=0,65		Αραβόσιτος, σιτηρά K=0,75		Ρύζι K=1,20	
						U=K*f	N=U-R'	U=K*f	N=U-R'	U=K*f	N=U-R'	U=K*f	N=U-R'	U=K*f	N=U-R'
				Ιανουάριος	5,00	6,76	70,39	61,10	43,46	59,83	0,00	49,27	0,00	45,75	0,00
Φεβρουάριος	5,90	6,73	72,85	56,50	39,44	61,92	0,00	51,00	0,00	47,35	0,00	54,64	0,00	87,42	0,00
Μάρτιος	8,30	8,33	99,3	48,60	32,53	84,41	0,00	69,51	0,00	64,55	0,00	74,48	0,00	119,16	0,00
Απρίλιος	13,10	8,95	126,33	39,60	24,65	107,38	82,73	88,43	63,78	82,11	57,46	94,75	70,10	151,60	126,95
Μάιος	18,30	10,02	165,24	34,70	20,36	140,45	120,09	115,67	95,31	107,41	87,05	123,93	103,57	198,29	177,93
Ιούνιος	23,10	10,08	188,34	29,50	15,81	160,09	144,28	131,84	116,03	122,42	106,61	141,26	125,45	226,01	210,20
Ιούλιος	25,80	10,22	203,57	19,30	6,89	173,03	166,14	142,50	135,61	132,32	125,43	152,68	145,79	244,28	237,39
Αύγουστος	25,40	9,54	188,28	13,00	1,38	160,04	158,66	131,80	130,42	122,38	121,00	141,21	139,83	225,94	224,56
Σεπτέμβριος	21,10	8,38	148,92	26,90	13,54	126,58	113,04	104,24	90,70	96,80	83,26	111,69	98,15	178,70	165,16
Οκτώβριος	15,60	7,75	118,24	50,50	34,19	100,50	0,00	82,77	0,00	76,86	0,00	88,68	0,00	141,89	0,00
Νοέμβριος	10,80	6,72	87,79	88,00	67,00	74,62	0,00	61,45	0,00	57,06	0,00	65,84	0,00	105,35	0,00
Δεκέμβριος	7,10	6,52	74,15	85,00	64,38	63,0	0,0	51,9	0,0	48,2	0,0	55,6	0,0	89,0	0,0
ΣΥΝΟΛΟΝ				552,70	363,63	1311,89	784,95	1080,38	631,85	1003,21	580,81	1157,55	682,88	1852,08	1142,19

**Πίνακας: Απαιτήσεις σε νερό ενός τυπικού στρέμματος καθαρής γεωργικής γης του αρδευτικού δικτύου ΤΟΕΒ Φερών-Πέπλου
(περιοχή άρδευσης εκτός γεωτρήσεων)**

Καλλιέργειες	Περίοδος άρδευσης	Ποσοστό %	Απαιτήσεις σε νερό σε μ ³ .												
			Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Σύνολο
Καθαρές απαιτήσεις νερού (μ ³ /μήνα)															
Μηδική	1/5-30/8	31,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	37,23	44,73	51,50	49,18	0,00	0,00	0,00	0,00	182,64
Βαμβάκι	1/5-30/9	32,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	27,85	34,12	40,14	38,72	26,64	0,00	0,00	0,00	167,47
Κηπευτικά-Ηλίανθος-τεύτλα	1/5-30/9	8,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	7,62	9,28	10,85	10,43	7,26	0,00	0,00	0,00	45,45
Αραβόσιτος-σιτηρά	1/5-30/9	22,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	22,79	27,60	32,07	30,76	21,59	0,00	0,00	0,00	134,81
Ρύζι	1/5-30/9	7,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	12,45	14,71	16,62	15,72	11,56	0,00	0,00	0,00	71,07
ΣΥΝΟΛΟ (μ³/μήνα)	1/5-30/9	100,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	107,95	130,44	151,18	144,82	67,05	0,00	0,00	0,00	601,44

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΑΠΟ ΚΥΡΙΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ ΠΕΠΛΟΥ: 61.850 ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ

I. ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΚΛΕΙΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ														
		I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	
2. Άρδευση με σταγόνες/μικροεκτοξευτές και μεταφορά του νερού με κλειστούς αγωγούς (μ3/μήνα) BA=0,95*0,90=0,855	0.855	0.00	0.00	0.00	0.00	126.26	152.56	176.82	169.38	78.42	0.00	0.00	0.00	703.44
3.Ειδική παροχή 20ώρου διάρκειας άρδευσης σε λ/δλ/στρμ.		0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.071	0.07922	0.076	0.036	0.000	0.000	0.000	
<u>Σε μ³/ώρα</u>		0	0	0	0	1,487	1,856	2,082	1,994	954	0	0	0	
4.Συνολικές ανάγκες σε νερό														
Για καθαρή έκταση 7.300 στρμ. που αρδεύονται με σταγόνες/μικροεκτοξευτές και το νερό μεταφέρεται με κλειστούς αγωγούς (μ3/μήνα)		0	0	0	0	921,669	1,113,664	1,290,795	1,236,470	572,502	0	0	0	5,135,100
Κατανάλωση σε μ ³ /ημ		0.00	0.00	0.00	0.00	30,722	37,122	43,026	41,216	19,083	0.00	0.00	0.00	

II. ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΚΑΝΑΛΙΑ - ΚΑΝΑΛΕΤΤΑ														
		I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	
2. Άρδευση με επιφανειακές μεθόδους και μεταφορά του νερού με επενδυμένα κανάλια-καναλέττα (μ ³ /μήνα) ΒΑ=0,90*0,75=0,675	0.675	0.00	0.00	0.00	0.00	159.92	193.24	223.97	214.55	99.34	0.00	0.00	0.00	891.02
3.Ειδική παροχή 20ώρου διάρκειας άρδευσης σε λ/δλ/στρμ.		0.000	0.000	0.000	0.000	0.072	0.089	0.10035	0.096	0.046	0.000	0.000	0.000	
<u>Σε μ³/ώρα</u>		0	0	0	0	5,868	7,327	8,218	7,873	3,767	0	0	0	
<u>4.Συνολικές ανάγκες σε νερό</u>														
Για καθαρή έκταση 22.750 στρμ. που αρδεύονται με επιφανειακές μεθόδους και το νερό μεταφέρεται με επενδυμένα κανάλια-καναλέττα (μ ³ /μήνα)		0	0	0	0	3,638,276	4,396,177	5,095,397	4,880,951	2,259,947	0	0	0	20,270,747
Κατανάλωση σε μ ³ /ημ		0.00	0.00	0.00	0.00	121,276	146,539	169,847	162,698	75,332	0.00	0.00	0.00	

III. ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕΣΩ ΤΑΦΡΩΝ														
		I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	
2. Άρδευση με τεχνητή βροχή και μεταφορά του νερού με χωμάτινες τάφρους (μ3/μήνα) BA=0,85*0,65=0,553	0.553	0.00	0.00	0.00	0.00	195.38	236.08	273.63	262.12	121.36	0.00	0.00	0.00	1088.58
3.Ειδική παροχή 20ώρου διάρκειας άρδευσης σε λ/δλ/στρμ.		0.000	0.000	0.000	0.000	0.088	0.109	0.12260	0.117	0.056	0.000	0.000	0.000	
<u>Σε μ³/ώρα</u>		0	0	0	0	10,021	12,512	14,035	13,444	6,432	0	0	0	
<u>4.Συνολικές ανάγκες σε νερό</u>														
Για καθαρή έκταση 31.800 στρμ. που αρδεύονται με τεχνητή βροχή και το νερό μεταφέρεται με χωμάτινες τάφρους (μ3/μήνα)		0	0	0	0	6,213,165	7,507,448	8,701,522	8,335,308	3,859,361	0	0	0	34,616,804
Κατανάλωση σε μ3/ημ		0.00	0.00	0.00	0.00	207,106	250,248	290,051	277,844	128,645	0.00	0.00	0.00	

IV. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ													
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	
Σε μ ³ /ώρα (20ωρη λειτουργία)	0.0	0.0	0.0	0.0	17,376.0	21,695.5	24,335.0	23,310.9	11,153.0	0.0	0.0	0.0	
<u>4.Συνολικές ανάγκες σε νερό</u>													
Για συνολική καθαρή έκταση 61.850 στρμ. που αρδεύονται με τεχνητή βροχή ή επιφανειακά και το νερό μεταφέρεται με κλειστούς αγωγούς, διώρυγες ή με χωμάτινες τάφρους (μ ³ /μήνα)	0	0	0	0	10,773,110	13,017,289	15,087,714	14,452,729	6,691,810	0	0	0	60,022,651
Κατανάλωση σε μ ³ /ημ	0	0	0	0	359,104	433,910	502,924	481,758	223,060	0	0	0	

Παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν:

- ▶ Ως Αρδευτική περίοδος θεωρείται η περίοδος από 1 Μαΐου έως και 30 Σεπτεμβρίου.
Για την περίοδο αυτή υπολογίζονται οι αρδευτικές ανάγκες των καλλιεργειών και θεωρείται πως λειτουργεί το αρδευτικό δίκτυο.
- ▶ Για την Μηδική θεωρείται αρδευτική (βλαστική) περίοδος 120 ημερών (4 μήνες) από 1η Μαΐου έως 30 Αυγούστου. Για τον υπολογισμό των ετησίων αναγκών σε νερό υπολογίζεται και προστίθεται η μηνιαία Υδατοκατανάλωση ολόκληρων των μηνών Μαΐου έως και Αυγούστου
- ▶ Για τις υπόλοιπες καλλιέργειες θεωρείται αρδευτική (βλαστική) περίοδος 150 ημερών, από 1 Μαΐου μέχρι 30 Σεπτεμβρίου.
- ▶ Οι Φυτικοί Συντελεστές Κ ελήφθησαν από την ΚΥΑ 16/6631/89 του πρώην Υπουργείου Γεωργίας.

2.2.2. Συμπεράσματα – Παροχή Υπολογισμού Νέου Έργου

Σύμφωνα με τα στοιχεία των ανωτέρω πινάκων, για την αρδευόμενη περιοχή, που τροφοδοτείται από την Κύρια Υδροληψία Πέπλου, συνολικής καθαρής έκτασης 61.850 στρεμμάτων, η Μέγιστη Παροχή Τροφοδοσίας υπολογίστηκε για τον δυσμενέστερο μήνα Ιούλιο στα $Q=24.335 \mu^3/\acute{\omega}\rho\alpha$.

Η παροχή σχεδιασμού έργων της παρούσας μελέτης καθορίστηκε τελικά σε $Q=25.000 \mu^3/\acute{\omega}\rho\alpha \approx 7,00 \mu^3/\delta\lambda$. και αφορά σε 20ωρη λειτουργία των Αντλιοστασίων κατά το μήνα αιχμής Ιούλιο. Σύμφωνα με τους υπεύθυνους του ΤΟΕΒ Φερών – Πέπλου, η ανωτέρω παροχή είναι η επιθυμητή για την ανάπτυξη και ομαλή λειτουργία του αρδευτικού έργου στο σύνολό του.

Μετά από συμπληρωματικά, μελλοντικά έργα περαιτέρω βελτίωσης, όπως αντικατάσταση των χωμάτινων διωρύγων από σκυρόδεμα θα είναι δυνατή είτε η αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων, είτε η μείωση του καταναλισκόμενου νερού και ενέργειας.

2.3. Προτεινόμενη λύση

Προτείνεται η κατασκευή **Υπόγειου Αγωγού Προσαγωγής – Μεταφοράς.**

Η κατασκευή Υπόγειου Κλειστού Αγωγού Προσαγωγής – Μεταφοράς παρουσιάζει τα εξής τεχνικά πλεονεκτήματα:

- Υπόγεια χάραξη χωρίς την καταστροφή αναχωμάτων ή δέσμευση χώρου αναχωμάτων και οδικού δικτύου.
- Ουδεμία αλλαγή κυκλοφοριακών συνθηκών και οδικών συνδέσεων
- Ουδεμία ή ελάχιστη επίδραση στη γεωμορφολογία, τη βλάστηση και την κίνηση των επιφανειακών υδάτων.
- Χάραξη μηκοτομής προσαρμοσμένη στα υψόμετρα του φυσικού εδάφους χωρίς την ανάγκη δημιουργίας μεγάλων επιχωμάτων ή ορυγμάτων.
- Ελάχιστος κίνδυνος απωλειών λόγω ρηγματώσεων, οι οποίες είναι πιθανόν να προκληθούν λόγω καθιζήσεων. Οι υπόγειοι αγωγοί τοποθετούνται εντός ορυγμάτων στο φυσικό έδαφος, οπότε δεν αναμένονται καθιζήσεις. Παρ' όλα αυτά, τυχόν μετακινήσεις δεν δημιουργούν διαρροές αφού οι αγωγοί δύνανται να παραλάβουν μικρές εκτροπές μέχρι 2°.
- Μηδενικές απώλειες νερού λόγω εξάτμισης

Οι συνολικές απώλειες ενέργειας (γραμμικές και τοπικές) στον κλειστό αγωγό, όπως υπολογίστηκαν, ανέρχονται σε:

Για τη μέγιστη παροχή του $A/\Sigma = 7,0 \mu^3/\text{sec}$ 13,00 μ .

Το συνολικό μανομετρικό του Α/Σ Αναρρόφησης είναι 13,00 μ .

2.4. Υλικό Κατασκευής Σωλήνων

2.4.1. Υλικό Σωλήνων Δικτύου: Οικονομική – Τεχνική διερεύνηση

Το υλικό κατασκευής των σωλήνων εξετάζεται σύμφωνα με τα εξής τεχνικά και οικονομικά κριτήρια:

- Παραγόμενες και διαθέσιμες διαμέτροι σωλήνων
- Κόστος σωλήνων
- Επάρκεια φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων σωλήνων στις συνθήκες του έργου.
- Απλότητα και ασφάλεια στην κατασκευή.

Το Συνολικό Μανομετρικό ύψος είναι στα **13 μ.** επομένως η χρήση σωλήνων 6 ατμ. καλύπτει απολύτως τις ανάγκες του έργου. Εξετάζεται η χρήση δύο υλικών σωλήνων πίεσεως που παράγονται σε διαμέτρους μεγαλύτερες του 1,0 μ.

2.4.2. Σωλήνες Ελατού Χυτοσιδήρου (D/I) ή Χαλυβδοσωλήνες

- Σωλήνες Ελατού Χυτοσιδήρου (D/I)

Παράγονται σε διαμέτρους από Φ50 μέχρι και Φ2000 για ονομαστική πίεση μέχρι 30 ατμ.

- Οι σωλήνες είναι εφοδιασμένοι με κώδωνα και εσωτερικό δακτύλιο που εξασφαλίζει την απλή, ταχεία και εύκολη σύνδεση του αγωγού χωρίς τη χρήση ειδικού συνεργείου και εξοπλισμού. Η πιθανότητα κακοτεχνιών στη σύνδεση εκμηδενίζεται.
- Ο εσωτερικός δακτύλιος επίσης εξασφαλίζει την απόλυτη στεγανότητα και τη δυνατότητα γωνιακής εκτροπής.
- Δυνατότητα γωνιακής εκτροπής με εξασφάλιση στεγανότητας στα σημεία των συνδέσεων, με αποτέλεσμα την αντοχή σε υποχώρηση τάφρων, γεωλογικές και σεισμικές μετακινήσεις.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Δεν απαιτούν προσεκτική κατασκευή σκάμματος και εγκιβωτισμό σε άμμο.
- Αριστες μηχανικές ιδιότητες, πολύ μεγάλη συσκαμψία, μεγάλη μηχανική αντοχή σε οιοδήποτε είδους εξωτερικές καταπονήσεις κρούσεις και υπερκείμενα φορτία. Μεγάλη αντοχή στις γεωργικές περιοχές σε τυχόν χτυπήματα από γεωργικά μηχανήματα. Δυσκολία παρεμβάσεων και κατασκευής αυθαίρετων – παράνομων μεμονωμένων υδροληψιών.
Δυνατότητα επιφανειακής τοποθέτησης, χωρίς καμία επίδραση από καιρικές συνθήκες, πλημμύρες κλπ.

Εναλλακτικά οι Χαλυβδοσωλήνες (Χ/Σ) γενικά παρουσιάζουν τα πλεονεκτήματα των σωλήνων D/I, δηλαδή μεγάλη πίεση λειτουργίας (16 - 25 ατμ), και καλές μηχανικές ιδιότητες και αντοχή. Επίσης δεν απαιτούν προσεκτική κατασκευή σκάμματος και εγκιβωτισμό σε άμμο και έχουν μεγάλη αντοχή σε υπερκείμενα φορτία (κυκλοφορία ή επίχωση σκάμματος).

Παρουσιάζουν όμως σημαντικά μειονεκτήματα έναντι των σωλήνων D/I, δηλαδή: Απαιτούν εξειδικευμένο συνεργείο και ειδικό εξοπλισμό για τη σύνδεση των σωλήνων με Ηλεκτροσυγκόλληση καθώς και πολύ μεγάλο χρόνο κατασκευής. Η συγκόλληση απαιτεί πολύ προσεκτική τήρηση όλων των προδιαγραφών, η δε ποιότητά της επηρεάζεται σημαντικά από τον ανθρώπινο παράγοντα. Επίσης απαιτεί καλές καιρικές συνθήκες. Ένα επιπλέον σημαντικό μειονέκτημα είναι η καταστροφή της εσωτερικής και εξωτερικής επένδυσης των σωλήνων στην περιοχή της συγκόλλησης η οποία αποτελεί σημείο ανάπτυξης σκουριάς. Είναι ευπρόσβλητοι σε διάβρωση και απαιτούν καθοδική προστασία.

2.4.3. Σωλήνες Πολυεστέρα ενισχυμένου με ίνες υάλου (GRP).

Οι σωλήνες και τα εξαρτήματα από GRP (θερμοσκληρυνόμενος Πολυεστέρας ενισχυμένος με ίνες υάλου) παράγονται φυγοκεντρικά.

Παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα:

Ελαφρείς και εύκολοι στη μεταφορά.

Εύκολη Εγκατάσταση με δυνατότητα μικρής εκτροπής.

Έχουν εξαιρετική αντοχή στη διάβρωση, Αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία,

Λεία εσωτερική επιφάνεια με χαμηλό συντελεστή τραχύτητας. Μεγάλη διάρκεια ζωής.

Εφαρμόζονται σε δίκτυα πίεσεως (ύδρευσης, άδρευσης κλπ.) για πιέσεις λειτουργίας έως 32 ατμ.

Δεν έχουν τις μεγάλες μηχανικές αντοχές των σωλήνων D/I, έχουν όμως σημαντικά μικρότερο κόστος.

2.4.4. Συμπεράσματα – Προτάσεις

Σύμφωνα με την ανωτέρω εξέταση των διαθέσιμων υλικών για τους σωλήνες επιλέγονται :

Για το πρώτο τμήμα του Αγωγού Προσαγωγής, δηλαδή από Χ.Θ. 0+000 έως Χ.Θ. 0+067 επιλέγονται **Σωλήνες Ελατού Χυτοσιδήρου D/I** διότι το τμήμα αυτό είναι είναι πιθανόν να βρεθεί εκτεθειμένο. Ο σωλήνας D/I μπορεί να εξασφαλίσει διάρκεια ζωής, αντοχή σε κρούσεις, σε πλημμυρικές καταστάσεις και σε βανδαλισμούς. Και για το τμήμα από Χ.Θ. 0+846 έως 0+925 επιλέγεται η χρήση σωλήνων D/I. Στο τμήμα αυτό, ο αγωγός κατέρχεται από το ανάχωμα, βρίσκεται η εκβολή στην Κύρια Διώρυγα Δ1 και διασταυρώνεται με υφιστάμενους αγωγούς άρδευσης (που βρίσκονται βαθύτερα).

Το υπόλοιπο τμήμα του Αγωγού, από Χ.Θ. 0+067 έως Χ.Θ. 0+846, όπου απαιτείται περιορισμένη μηχανική αντοχή και ο αγωγός είναι υπόγειος και προστατευμένος, θα κατασκευαστεί με σωλήνες GRP. Επιλέγονται σωλήνες **Πολυεστέρα Φυγοκεντρικής Έγχυσης ενισχυμένοι με υαλονήματα (CC-GRP)** ονομαστικής πίεσης **PN 10 atm.** και δυσκαμψίας 10 KN/m².

3. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΛΥΣΗ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ

Ο Αγωγός Προσαγωγής - Μεταφοράς προτείνεται Υπόγειος Δίδυμος Αγωγός πίεσεως.

Τα βασικά τεχνικά έργα του έργου είναι:

- Νέο Κύριο Αντλιοστάσιο Υδροληψίας για την απόληψη νερού από τον ποταμό Έβρο. (Σχεδιάζεται με εκπονούμενη μελέτη)
- Δίδυμος Αγωγός Προσαγωγής Μεταφοράς συνολικού μήκους 925 μ.
- Τεχνικό Εξόδο στην Κεφαλή της Τραπεζοειδούς Διώρυγας.

Το Κύριο Αντλιοστάσιο Υδροληψίας, το οποίο περιλαμβάνει τον συλλέκτη τροφοδοσίας, δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης. Αναφέρονται μόνο βασικά στοιχεία που εξυπηρετούν στην πλήρη κατανόηση του έργου. Ο υδραυλικός και ηλεκτρομηχανολογικός σχεδιασμός του νέου Αντλιοστασίου βασίζεται στα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης.

3.1. Νέο Κύριο Αντλιοστάσιο Υδροληψίας

Η Υδροληψία γίνεται από την κοίτη του ποταμού Έβρου. Η υφιστάμενη διάταξη με τις παλαιού τύπου αντλίες που τοποθετούνται σε εξέδρα άντλησης στην αρχή κάθε αρδευτικής περιόδου αντικαθίσταται από νέο Αντλιοστάσιο, κατασκευασμένο σε παρακείμενη θέση, με 6 αντλίες, σε μόνιμη θέση και υψόμετρο κατάλληλο ώστε ο Η/Μ εξοπλισμός να προστατεύεται από την πλημμυρική παροχή του Έβρου. Ο συλλέκτης (κολλεκτέρ) που συνδέει τις 6 αντλίες με τον δίδυμο αγωγό, αποτελεί μέρος της Η/Μ μελέτης του νέου αντλιοστασίου.

3.2. Δίδυμος Αγωγός Προσαγωγής - Μεταφοράς

Αμέσως μετά την έξοδο του αντλιοστασίου (έξοδος συλλέκτη/ κολλεκτέρ) αρχίζει ο Δίδυμος Αγωγός Προσαγωγής - Μεταφοράς (Χ.Θ. 0+000). Αποτελείται από δύο παράλληλους Σωλήνες εσωτερικής διαμέτρου Φ1200.

Επιλέχθηκε η χρήση δύο παράλληλων σωλήνων εσωτερικής διαμέτρου Φ1200 με γνώμονα την μέγιστη ταχύτητα νερού και την κλίση της γραμμής ενέργειας (γραμμικές απώλειες).

Για την μέγιστη παροχή ($Q= 25.000 \text{ m}^3/\text{h} = 7,00 \text{ m}^3/\text{sec}$), η ταχύτητα εντός κάθε ενός αγωγού (για $Q=3,5 \text{ m}^3/\text{sec}$) υπολογίστηκε $3,09 \text{ m}/\text{sec}$.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς των αρδευτικών αναγκών για το μήνα αιχμής και 20 ωρη λειτουργία του δικτύου, η συνολική απαιτούμενη παροχή, για όλες τις μεθόδους άρδευσης, υπολογίστηκε στα $24.335 \text{ m}^3/\text{h}$ και στρογγυλοποιήθηκε στα $25.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Η ανωτέρω παροχή, θα ζητηθεί σε ακραίες συνθήκες αιχμής, δηλαδή μήνα Ιούλιο, με 20ωρη λειτουργία και μέγιστη ανάπτυξη του αρδευτικού δικτύου στο σύνολο της αρδευόμενης έκτασης. Σε συνήθεις συνθήκες η παροχή είναι πολύ μικρότερη, χαμηλότερη των 20.000 m³/h.

Επίσης, στο μέλλον, με αύξηση του βαθμού απόδοσης των αρδευτικών δικτύων, δηλαδή κατάργηση δικτύων ανοικτών διωρύγων και επέκταση των κλειστών υπό πίεση δικτύων, η απαιτούμενη παροχή, ακόμη και σε συνθήκες αιχμής, εκτιμάται κάτω από τα 20.000 m³/h. Για αυτή την παροχή η μέγιστη ταχύτητα στον κάθε αγωγό υπολογίζεται στα 2,45 m/sec.

Επιπλέον, οι κατασκευαστές σωλήνων προτείνουν μέγιστες ταχύτητες γύρω στα 3,0 m/sec.

Επομένως η μικρή υπέρβαση της ταχύτητας είναι θεμιτή και επιλέγεται για λόγους οικονομίας.

- Από τη Χ.Θ. 0+000 έως τη Χ.Θ. 0+067 ο αγωγός ενσωματώνεται στη ράμπα πρόσβασης του νέου αντλιοστασίου και είναι εγκιβωτισμένος στο ανάχωμα που θα κατασκευαστεί για αυτό το σκοπό. Στο τμήμα αυτό επιλέγεται η χρήση σωλήνων Ελατού Χυτοσιδήρου (D/I).

Έως τη Χ.Θ. 0+067, όπου ο αγωγός γίνεται υπόγειος, δεν επηρεάζεται η κυκλοφορία ανθρώπων και οχημάτων στην περιοχή. Για επιπλέον ασφάλεια του αγωγού έναντι πλημμυρικών καταστάσεων του Έβρου προβλέπεται στην ανάντη παρειά του προστασία με σειρά συρματοκιβωτίων ύψους 1,00 μ. ή λιθοριπή

- Από τη Χ.Θ. 0+067 έως τη Χ.Θ. 0+846, για μήκος 780 μ. για λόγους οικονομίας, επιλέγεται η χρήση σωλήνων CC-GRP/10 ατμ. (Πολυεστέρας ενισχυμένος με ίνες υάλου).

Σε όλο το ανωτέρω μήκος ο αγωγός είναι υπόγειος, τοποθετημένος κυρίως παραπλεύρως του αναχώματος. Η τοποθέτηση αυτή αποτρέπει την εκσκαφή του υφιστάμενου αντιπλημμυρικού αναχώματος το οποίο είναι συμπυκνωμένο και σταθερό. Στην περίπτωση εκσκαφής, τοποθέτησης του δίδυμου αγωγού κάτω από το ανάχωμα και επανεπίχωσης, παρόλη την καλή συμπύκνωση σίγουρα θα προκληθεί μείωση της αντοχής του υφισταμένου αναχώματος.

Αντίθετα η προτεινόμενη τοποθέτηση του αγωγού δίπλα στο ανάχωμα, όπως φαίνεται στο σχέδιο διατομών, εξασφαλίζει απορρόφηση μεγάλου μέρους των προϊόντων εκσκαφής και ενίσχυση του αναχώματος.

Επιπλέον, από τη Χ.Θ. 0+129 έως τη Χ.Θ. 0+340, όπου ο ασφαλτόδρομος, δεν παρενοχλείται η κυκλοφορία Στρατιωτικών και αγροτικών οχημάτων, ακόμη και στη φάση κατασκευής του έργου.

Στην αρχή του τμήματος αυτού τοποθετούνται αερεξαγωγοί βαλβίδες διπλής ενέργειας Φ200, για την εισαγωγή και εξαγωγή αέρα.

- Στη Χ.Θ. 0+846 έως το πέρας του αγωγού στη Χ.Θ. 0+925, επιλέγεται η χρήση σωλήνων Ελατού χυτοσιδήρου (D/I).

Στη Χ.Θ. από 0+865 έως 0+875 ο αγωγός κατέρχεται από το ανάχωμα και εδράζεται σε βάση Οπλισμένου Σκυροδέματος. Στη θέση αυτή επίσης τοποθετούνται σε δύο ζεύγη αερεξαγωγοί βαλβίδες διπλής ενέργειας Φ200, για την εισαγωγή και εξαγωγή αέρα.

Από τη Χ.Θ. 0+875 μέχρι το πέρας, ο αγωγός θα τοποθετηθεί σε στάθμη ψηλότερα από τους υφιστάμενους αγωγούς του αρδευτικού δικτύου πίεσεως.

- Στη Χ.Θ. 0+254 προβλέπεται ταύ επιθεώρησης, επίσκεψης και καθαρισμού. Το ταύ είναι μόνιμα σφραγισμένο με τυφλή φλάντζα.

Τα τεχνικά στοιχεία των χρησιμοποιούμενων αγωγών παρουσιάζονται συνοπτικά στην επόμενη παράγραφο.

3.4. Έργο Εξόδου – Εκβολής στην Κεφαλή της Τραπεζοειδούς Διώρυγας

Στη Χ.Θ. 0+925 είναι το πέρας του δίδυμου Αγωγού Προσαγωγής. Εκβάλλει στην Ορθογωνική Δεξαμενή Κεφαλής της τραπεζοειδούς Διώρυγας.

Θα γίνει διάτρηση του Τοιχώματος (Οπλισμένου Σκυροδέματος) της δεξαμενής Κεφαλής σε οπές διαμέτρου περίπου 1,50 – 1,60 μ. Θα εφαρμοστεί μεθοδολογία αδιατάρακτης κοπής, ώστε να μην καταπονηθεί το γερασμένο σκυρόδεμα της δεξαμενής. Αφού τοποθετηθεί και σταθεροποιηθεί το τελευταίο τμήμα των δύο σωλήνων αποτελούμενο από ειδικό τεμάχιο αγκύρωσης D/I Φ1200, θα πραγματοποιηθεί ενιαία σκυροδέτηση εσωτερικού και εξωτερικού τοιχώματος, ώστε να εξασφαλιστεί στεγανότητα.

Για την αντιμετώπιση της ταχύτητας εξόδου του νερού και αποτροπή φθοράς στο παλαιωμένο σκυρόδεμα της δεξαμενής προβλέπεται τοίχωμα καταστροφής ενέργειας .

ΤΕΥΧΟΣ 2: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1: ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

2: ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ

3: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ – ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

- 3.1. Υπολογισμός Γραμμικών Απωλειών στους σωλήνες
- 3.2. Υπολογισμός Τοπικών Απωλειών στο Συλλέκτη (Κολλεκτέρ)
- 3.3. Υπολογισμός Απωλειών – Κλίσης Διώρυγας

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΑΝΩΣΗΣ

- 4.1. Υπολογισμός Δυνάμεων Άνωσης στον Αγωγό Προσαγωγής
- 4.2. Υπολογισμός δυνάμεων Άνωσης στο Κολλεκτέρ

5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ

1: ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς των Πινάκων εκτίμησης αναγκών σε νερό, για την αρδευόμενη περιοχή, που τροφοδοτείται από την Κύρια Υδροληψία Πέπλου, συνολικής καθαρής έκτασης 61.850 στρεμμάτων, η Μέγιστη Παροχή Τροφοδοσίας υπολογίστηκε για τον δυσμενέστερο μήνα Ιούλιο στα $Q=24.335 \mu^3/\omega\text{ρα}$.

Η παροχή σχεδιασμού έργων της παρούσας μελέτης, δηλαδή του Αγωγού Προσαγωγής – Μεταφοράς, καθορίστηκε σε $Q=25.000 \mu^3/\omega\text{ρα} \approx 7,00 \mu^3/\delta\lambda.$ και αφορά σε 20ωρη λειτουργία των Αντλιοστασίων. Σύμφωνα με τους υπεύθυνους του ΤΟΕΒ Φερών – Πέπλου, η ανωτέρω παροχή είναι η επιθυμητή για την ανάπτυξη και ομαλή λειτουργία του αρδευτικού έργου στο σύνολό του.

Μετά από συμπληρωματικά, μελλοντικά έργα περαιτέρω βελτίωσης, όπως αντικατάσταση των χωμάτων διωρύγων από σκυρόδεμα θα είναι δυνατή είτε η αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων, είτε η μείωση του καταναλισκόμενου νερού και ενέργειας.

2. ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ

Σύμφωνα με τους κατωτέρω πίνακες υπολογισμού γραμμικών και τοπικών απωλειών στον αγωγό προσαγωγής και τους πίνακες υπολογισμού απωλειών στην διώρυγα, υπολογίζεται το συνολικό Μανομετρικό ύψος των αντλητικών και για τις δύο εναλλακτικές λύσεις:

ΔΙΔΥΜΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ 2ΧΦ1200:

ΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ: $6,12 + 6,70 = 12,82 \approx 13,00 \mu.$

ΟΛΙΚΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ Α/Σ = 13,00 μ.

ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗ ΔΙΩΡΥΓΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ 3,30Χ2,00:

ΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ $0,5\% \times 945 + 6,70 = 0,47+6,70 = 7,17$

ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ΠΥΘΕΝΑ ΔΙΩΡΥΓΑΣ = 5,00

ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΔΙΩΡΥΓΑ = 1,65

ΟΛΙΚΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ Α/Σ = 7,17+5,00+1,65 = 13,82 \approx 14,00 μ.

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ – ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

3.1. Υπολογισμός Γραμμικών Απωλειών στους σωλήνες

Λαμβάνονται υπόψιν τα οριζόμενα στην εγκύκλιο εγκύκλιο Υ.Δ.Ε. Δ22200/30-7-1977 «Οδηγίες για τον έλεγχο μελετών σωληνωτών αρδευτικών δικτύων».

Μέγιστες κατά εσωτερική διάμετρο επιτρεπόμενες ταχύτητες:

Μέχρι και 125 χλστ.	1,55 m/sec
Από 125 μέχρι και 175 χλστ.	1,85 m/sec
Από 175 μέχρι και 350 χλστ.	2,00 m/sec
Από 350 μέχρι και 450 χλστ.	2,10 m/sec.
Από 450 μέχρι και 600 χλστ.	2,20 m/sec.
Από 600 μέχρι και 800 χλστ.	2,30 m/sec.
Από 800 μέχρι και 1000 χλστ.	2,40 m/sec.
Ανω των 1000 χλστ.	2,50 m/sec.

Οι επιτρεπόμενες ελάχιστες ταχύτητες λαμβάνονται κατά κανόνα για όλες τις διαμέτρους ίσες με 0,50 m/sec. Για διαμέτρους μεγαλύτερες των 600 χλστ. μπορεί να γίνουν δεκτές ελάχιστες ταχύτητες ίσες με 0,70 m/sec.

Οι γραμμικές απώλειες υπολογίστηκαν σύμφωνα με τους τύπους των Darcy-Weisbach και Colebrook – White:

$$H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \text{ σε m} \quad (\text{τύπος Darcy - Weisbach})$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log_{10} \left(\frac{\kappa}{3,7 \times D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right) \quad (\text{Τύπος Colebrook - White})$$

$$Re = \frac{V \times D}{\nu}$$

όπου L το μήκος του αγωγού σε m

D η εσωτερική διάμετρος του αγωγού σε m

V η ταχύτητα νερού σε m/sec.

g η επιτάχυνση βαρύτητας $g=9.81 \text{ m/sec}^2$

ν ο συντελεστής κινηματικού ιξώδους νερού θερμ/σίας 10 °C ($=1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$)

κ η απόλυτη τραχύτητα αγωγού σε mm

Re ο αριθμός Reynolds

Ο συντελεστής K επιλέγεται για σωλήνες GRP ίσος με 0,4 mm και για σωλήνες από ελατό χυτοσίδηρο (D/I) ίσος με 0,80 mm.

Στις τιμές αυτές περιέχεται η απόλυτη τραχύτητα του αγωγού μετά από χρήση καθώς και οι τοπικές απώλειες σε καμπύλες. Οι επιλεγείσες τιμές της απόλυτης τραχύτητας είναι σημαντικά υπέρ της ασφάλειας. Οι συνιστώμενες τιμές απόλυτης τραχύτητας από τους κατασκευαστές των σωλήνων είναι για τους σωλήνες GRP: **K=0,010 έως K=0,05** mm και για τους σωλήνες ελατού χυτοσιδήρου (D/I): **K=0,10 έως 0,20** mm

Όπως παρουσιάζεται στον κατωτέρω πίνακα υπολογισμών η ταχύτητα στους δύο σωλήνες Φ1200 που αποτελούν τον προτεινόμενο Δίδυμο Αγωγό Προσαγωγής είναι στα 3,09 m/sec, ελαφρά μεγαλύτερη από την οριζόμενη στην εγκύκλιο.

Η ανωτέρω ταχύτητα αφορά μόνο στην παροχή του μηνός Ιουλίου, Q=7,00 m³/sec. για 18ωρη λειτουργία των δικτύων. Για τους λοιπούς μήνες ή με μικρή βελτίωση της απόδοσης των αρδευτικών δικτύων η παροχή αιχμής είναι σημαντικά μικρότερη.

Επιπλέον οι κατασκευαστές σωλήνων προτείνουν μέγιστες ταχύτητες γύρω στα 3,0 m/sec. Επομένως η μικρή υπέρβαση της ταχύτητας επιλέγεται για λόγους οικονομίας.

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ ΚΑΤΑ DARCY – COLEBROOK ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΗΣ ΑΝΑ 100 μ.

ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΑΓΩΓΩΝ D/I (mm) 0.800

ΠΑΡΟΧΗ (lt/sec)	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	ΑΡΙΘΜΟΣ RE	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (mm)
3500.00	Φ1200 D/I	1200.00	3.09	2834823.25	0.018	731.88

ΑΠΟΛΥΤΗ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΑΓΩΓΩΝ GRP (mm) 0.400

ΠΑΡΟΧΗ (lt/sec)	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	ΑΡΙΘΜΟΣ RE	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ	ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (mm)
3500.00	Φ1200-GRP	1200.00	3.09	2834823.25	0.016	631.73

ΣΥΝΟΛΟ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΔΙΔΥΜΟΥ ΑΓΩΓΟΥ D/I & GRP:

$$H_f = 0,0073 \text{ m/m} * (86+79) + 0,0063 \text{ m/m} * 780 = 6,12 \text{ μ.}$$

3.2. Υπολογισμός Τοπικών Απωλειών στο Συλλέκτη (Κολλεκτέρ)

Οι τοπικές απώλειες, που δημιουργούνται σε περιορισμένο μήκος αγωγού και γενικά οφείλονται σε αποκόλληση της ροής και αύξηση του τυρβώδους, λόγω αλλαγής της γεωμετρίας ή της κατεύθυνσης της ροής εκφράζονται από τη γενική σχέση:

$$h_T = k \cdot \frac{V^2}{2g}$$

όπου k εμπειρικός συντελεστής απωλειών σύμφωνα με τον κατωτέρω πίνακα
 V η ταχύτητα νερού σε m/sec.

g η επιτάχυνση βαρύτητας $g=9.81 \text{ m/sec}^2$

Τύπος	Σχέση υπολογισμού	Τιμές του K
Καμπύλη 90°	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	k: 0.80
Καμπύλη 45°	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	k: 0.20
Καμπύλη 30°	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	k: 0.10
Ταυ D1/D2 (Ροή κάθετη - D2<D1)	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	k: 1.00
Ταυ D1/D2 (Ροή παράλληλη)	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	k: 0.40
Διαστολή D1 → D2 (D1<D2)	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	$k=(1-D1^2/D2^2)$
Συστολή D1 → D2 (D1>D2)	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	$k=0,31 \cdot (1-D1^2/D2^2)$
Δικλείδα Γωνιακή (τελείως ανοικτή)	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	k: 2.00
Δικλείδα Διαφραγματική (τελείως ανοικτή)	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	k: 2.50
Δικλείδα Πεταλούδας (τελείως ανοικτή)	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	k: 0.30
Δικλείδα Συρταρωτή (τελείως ανοικτή)	$h_T = k \cdot V^2 / 2g$	k: 0.15

Επιλέγεται η δυσμενέστερη διαδρομή στο κολλεκτέρ:

Τύπος	Εσωτ. Διάμ. D1	Εσωτ. διάμ. D2	k	Q (m ³ /sec)	A (m ²)	V (m/sec)	Αριθμός Τεμαχίων	h _τ (m)	Σχόλια	
Ευθύγραμμο τμήμα σωλήνα	0.60		0.067	1.167	A= 0.283	4.13	1.00	0.06	k=f*L/D	h _τ = k*V ² /2g
Καμπύλη 90°	0.60		0.800	1.167	A= 0.283	4.13	1.00	0.69	Τιμές k: 0.80	h _τ = k*V ² /2g
Ταυ D1/D2 (Ροή παράλληλη)	0.60		0.400	2.330	A1= 0.283	8.24	1.00	1.38	Τιμές k: 0.40	h _τ = k*V ² /2g
Ταυ D1/D2 (Ροή κάθετη - D2<D1)	1.00	0.60	1.000	2.330	A2= 0.283	8.24	1.00	3.46	Τιμές k: 1.00	h _τ = k*V ² /2g
Ταυ D1/D2 (Ροή κάθετη - D2<D1)	1.00	1.00	1.000	3.500	A2= 0.785	4.46	1.00	1.01	Τιμές k: 1.00	h _τ = k*V ² /2g
Διαστολή D1 → D2 (D1<D2)	1.00	1.20	0.093	3.500	A1= 0.785	4.46	1.00	0.09	k=(1-D1 ² /D2 ²)	h _τ = k*V ² /2g
ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ								6.70		

**ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ (ΤΟΠΙΚΩΝ + ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ) ΣΤΟΝ ΔΙΔΥΜΟ ΑΓΩΓΟ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ:
6,12 + 6,70 ≈ 13,00 μ.**

ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΙΔΥΜΟ ΑΓΩΓΟ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΤΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ ΚΑΘΕ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΕΙΝΑΙ: 13,00 μ.

3.3. Υπολογισμός Απωλειών - Κλίσης Διώρυγας

Για τους υπολογισμούς απωλειών ενέργειας – κλίσης σε ανοικτούς αγωγούς χρησιμοποιείται ο τύπος του Manning:

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

όπου:

V η ταχύτητα ροής σε m/sec

R η υδραυλική ακτίνα σε m

J η κατά μήκος κλίση σε m/m

K ο συντελεστής τραχύτητας

$R=A/\Pi$ Υδραυλική Ακτίνα με A την επιφάνεια της υγρής διατομής σε m^2 και

Π τη βρεχόμενη περίμετρο σε m

$$Q = V \cdot A$$

όπου:

Q η παροχή σε m^3/sec .

V η ταχύτητα ροής σε m/sec

A η επιφάνεια της υγρής διατομής σε m^2

Η τιμή του K αντιπροσωπεύει την επίδραση όλων των παραγόντων (εκτός από την κλίση και την υδραυλική ακτίνα) που αντιδρούν στη ροή.

Με βάση τη βιβλιογραφία επιλέγεται συντελεστής τραχύτητας για Σκυρόδεμα $K=65$.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που ακολουθούν επιλέχθηκε η βέλτιστη διατομή διώρυγας προς σύγκριση με κλειστό αγωγό.

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΑΝΩΣΗΣ

4.1. Υπολογισμός Δυνάμεων Άνωσης στον Αγωγό Προσαγωγής – Δυνάμεων Παγίωσης

α. Για εσωτερική διάμετρο σωλήνα 1,2 μ. η δύναμη της Άνωσης ανά τρέχον μέτρο σωλήνα είναι:

$$F_A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \cdot \rho \cdot g = \frac{\pi \cdot 1,2m^2}{4} \cdot 1 m \cdot 1 \frac{tn}{m^3} \cdot \frac{9,81m}{s^2} = 11,1 kN$$

β. Το βάρος του Σωλήνα D/I Φ1200 ανά τρέχον μέτρο είναι:

$$F_{B,\phi 1200} = 506 \frac{kg}{m} \cdot \frac{9,81m}{s^2} \cdot \frac{1kN}{1000N} = 4,96 kN$$

Επομένως η Συνισταμένη Δύναμη Άνωσης ανά μ.μ. είναι **11,1 – 4,96 = 6,14 kN.**

4.2. Υπολογισμός δυνάμεων Άνωσης στο Κολλεκτέρ

Ο υπολογισμός του βάρους των ειδικών τεμαχίων (D/I) - εξαρτημάτων του κολλεκτέρ καθώς και της δύναμης Άνωσης γίνεται σύμφωνα με τον κατωτέρω πίνακα:

ΕΙΔΙΚΟ ΤΕΜΑΧΙΟ	ΤΕΜ./ΜΗΚΟΣ	ΒΑΡΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΤΕΜΑΧΙΟΥ (kg)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΚΟΛΛΕΚΤΕΡ (kg)	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΕΙΔ. ΤΕΜΑΧΙΟΥ (m ³)	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ (m ³)
Συστολή 1200/1000	2	689	1.378	0.82	1.65
Καμπύλη 600/600 90°	3	388	1.164	0.33	0.98
Ταυ 1000/1000	2	1194	2.388	1.55	3.10
Ταυ 1000/600	3	1086	3.258	1.37	4.11
Ταυ 600/600	3	444	1.332	0.41	1.22
Πλάκα μείωσης διατομής 1200/200	2	405	810	0.00	0.00
Σωλήνας Φ600	17.32	160	2.771.2	0.28	4.89
ΣΥΝΟΛΟ			13.101.2		15.95

Το Συνολικό Βάρος του Κολλεκτέρ είναι:

$$F_{B,\xi\alpha\rho\tau} = 13101,2 kg \cdot \frac{9,81m}{s^2} \cdot \frac{1kN}{1000N} = 128,52 kN$$

Η δύναμη της άνωσης επί του Κολλεκτέρ είναι:

$$F_A = 15,95 \text{ m}^3 \cdot 1 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} \cdot \frac{9,81\text{m}}{\text{s}^2} = 156,47 \text{ kN}$$

Επομένως η Συνισταμένη Δύναμη Άνωσης είναι $156,47 - 128,52 = 27,95 \text{ KN}$.

Η ανωτέρω δύναμη άνωσης αντιμετωπίζεται με την αγκύρωση του κολλεκτέρ επί των βάσεων οπλισμένου σκυροδέματος και λοιπών σημείων στήριξης (αντλίες, αγωγός μεταφοράς)

5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΩΛΗΝΩΝ

Η παραμόρφωση του σωλήνα από τα εξωτερικά κατακόρυφα φορτία προκαλεί περιφερειακές τάσεις στο τοίχωμα. Ταυτόχρονα η παθητική κατάσταση του εδάφους, το οποίο ανθίσταται στην παραμόρφωση των τοιχωμάτων του σωλήνα, δρα ως δύναμη εξισορρόπησης. Το μέγεθος της δύναμης αυτής εξαρτάται από το κατακόρυφο φορτίο, τη δυσκαμψία του εδάφους και τη δυσκαμψία του σωλήνα.

Το κατακόρυφο φορτίο του υπερκείμενου εδάφους υπολογίζεται ως:

$$q_z = \gamma_z \cdot (H - h) + \gamma_{zw} \cdot h$$

όπου: $\gamma_z = 18 - 20 \text{ kN/m}^3$ το ειδικό βάρος του ξηρού εδάφους

$\gamma_{zw} = 21 \text{ kN/m}^3$ το ειδικό βάρος του εδάφους σε συνθήκες κορεσμού

H το βάθος της άνω γενέτειρας του σωλήνα

h το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα

Ενώ το φορτίο κυκλοφορίας υπολογίζεται ως:

$$q_t = \varphi \cdot \alpha_F \cdot p_F$$

όπου:

$$p_F = \frac{F_A}{r_A^2 \cdot \pi} \cdot \left[1 - \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r_A}{H}\right)^2} \right)^{3/2} \right] + \frac{3 \cdot F_E}{2 \cdot \pi \cdot H^2} \cdot \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r_E}{H}\right)^2} \right)^{5/2}$$

$$\alpha_F = 1 - \frac{0,9}{0,9 + \frac{4 \cdot H^2 + H^6}{1,1 \cdot D^{2/3}}}$$

Ενώ οι συντελεστές φ , F_A , F_E , r_A και r_E δίνονται από τον παρακάτω πίνακα ανάλογα με την κατηγορία φορτίου κυκλοφορίας:

Κατηγορία Φορτίου	F_A (kN)	F_E (kN)	r_A (m)	r_E (m)	φ (-)
SLW60	100	500	0,25	1,82	1,2
SLW30	50	250	0,18	1,82	1,4
LKW12	40	80	0,15	2,26	1,5

Τότε, η παραμόρφωση του σωλήνα υπολογίζεται ως:

$$\frac{\delta_v}{D} = \frac{0.083 \cdot (q_z + q_t)}{16 \cdot SN + 0.122 \cdot E_s}$$

όπου: SN η δυσκαμψία του σωλήνα

E_s η δυσκαμψία του εδάφους

Ο έλεγχος πραγματοποιείται για τους σωλήνες GRP. Επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί σωλήνας GRP με κατηγορία δυσκαμψίας **SN 10000**. Η κατηγορία φορτίου κυκλοφορίας θεωρείται **LKW12**, καθώς το σκάμα βρίσκεται παραπλεύρως της επιφάνειας κυκλοφορίας.

Θεωρώντας ότι το σύνολο του ύψους επίχωσης είναι κορεσμένο, υπολογίζεται η δυσμενέστερη τιμή της παραμόρφωσης του αγωγού ίση με:

$$\frac{\delta_v}{D} = 1,00 \%$$

Η τιμή αυτή είναι κατώτερη της επιτρεπόμενης μέγιστης παραμόρφωσης για σωλήνες GRP που είναι **4%**. Ακόμα και αν συνυπολογιστεί ένας συντελεστής ερπυσμού υλικού της τάξης του 2, η παραμόρφωση του σωλήνα σε βάθος χρόνου θα είναι:

$$\left(\frac{\delta_v}{D}\right)_{fin} = 2 \cdot 1,00 \% = 2,00 \%$$

Η οποία και πάλι είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων.

Δεδομένα Εδάφους - Αγωγού

Βάθος άνω γενέτειρας αγωγού	H	0.84	m
Βάθος υδροφόρου ορίζοντα	h	0.84	m
Δυσκαμψία σωλήνα/ δακτυλίου	SN	10	kN/m ²
Μέτρο ελαστικότητας εδάφους	E _{s'}	2000	kN/m ²
Διάμετρος αγωγού	D	1.2	

Δεδομένα Εδάφους - Κυκλοφορίας

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους	γ _z	20.00	kN/m ³
Ειδικό βάρος κορεσμένου	γ _{zw}	21.00	kN/m ³
	FA	40.00	kN
	FE	80.00	kN
	rA	0.15	m
	rE	2.26	m
	Φ	1.5	(-)

Υπολογισμοί

Φορτίο εδάφους στο σωλήνα	q _z	17.64	kN/m ²
	p _F	26.32	
	a _F	0.78	
Τελικό φορτίο κυκλοφορίας	q _t	30.93	
Παραμόρφωση σωλήνα	δ_v/D	1.00%	