



Δ.Ε.Υ.Α.ΤΗ.Λ.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ,  
ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ  
(Δ.Ε.Υ.Α.ΤΗ.Λ.)

**ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΟΥ ΑΓΩΓΟΥ  
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ  
ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΗΣ Ε.Ε.Λ. ΚΕΡΑΤΕΑΣ**

**ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ**

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2022

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1.1.	Γενικά - Αντικείμενο - Ιστορικό .....	1
1.2.	Προηγούμενες Μελέτες – Διαθέσιμα Στοιχεία .....	1
2.	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	2
2.1.	Υφιστάμενες υποδομές αποχέτευσης ακαθάρτων .....	2
3.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΙΘΕΜΕΝΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ .....	3
4.	ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ – ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ .....	4
4.1.	Ανάγκες αρδευτικού νερού .....	4
4.2.	Ανάγκες αρδευτικού νερού .....	6
5.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ .....	7
5.1.	Ρυθμιστική δεξαμενή εντός Ε.Ε.Λ. ....	7
5.2.	Αντλιοστάσιο .....	7
5.3.	Καταθλιπτικός Αγωγός .....	8
5.4.	Δεξαμενές ημερήσιας εξισορρόπησης .....	8
6.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ .....	9
6.1.	Υλικό κατασκευής αγωγών .....	9
6.2.	Χωματοουργικά .....	9
6.3.	Συσκευές λειτουργίας και ελέγχου δικτύων .....	9
7.	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΕΩΣ ΕΡΓΟΥ .....	10
8.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ .....	11
8.1.	Παροχή Σχεδιασμού .....	11
8.2.	Μανομετρικό ύψος παροχής σχεδιασμού .....	11
8.3.	Βαθμός απόδοσης .....	12
8.4.	Απορροφούμενη ισχύς .....	12
8.5.	Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών .....	12
8.6.	Σύνδεση με το δίκτυο διανομής ενέργειας της Ε.Ε.Λ. ....	13
8.7.	Εφεδρική Τροφοδοσία Ρεύματος .....	13
8.8.	Αυτοματισμός – Τηλεσήμανση – Τηλεχειρισμός .....	13
8.9.	Υδραυλικοί Υπολογισμοί .....	13
9.	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ .....	14

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1:	Περίοδος άρδευσης των καλλιεργήσιμων εκτάσεων .....	4
Πίνακας 2:	Ποσότητες νερού ανά στρέμμα και μήνα ελιές και αμπέλι .....	5
Πίνακας 3:	Αναγκαίες ποσότητες αρδευτικού νερού ανά μήνα και έτος για την καλλιέργεια ελιάς και αμπελιού (σε m <sup>3</sup> ) .....	5
Πίνακας 4:	Ποσότητες νερού ανά στρέμμα και μήνα φιστίκια .....	5
Πίνακας 5:	Αναγκαίες ποσότητες αρδευτικού νερού ανά μήνα και έτος για την καλλιέργεια φιστικιάς (σε m <sup>3</sup> ) .....	6
Πίνακας 6:	Υλικό και διατομή αγωγών .....	9
Πίνακας 7:	Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιοστασίου .....	12

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Γενικά - Αντικείμενο - Ιστορικό

Η παρούσα μελέτη συντάχθηκε με στόχο τον σχεδιασμό νέου δικτύου μεταφοράς και αποθήκευσης νερού άρδευσης για την επαναχρησιμοποίηση της επεξεργασμένης εκροής της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων της πόλης της Κερατέας.

Ο κάμπος της Κερατέας, ο οποίος πρόκειται να αρδευτεί από τα προτεινόμενα έργα, αναπτύσσεται εξ' ολοκλήρου εντός του Δήμου Λαυρεωτικής ο οποίος προήλθε από τη συνένωση των Δήμων Κερατέας, Λαυρεωτικής και της Κοινότητας Αγίου Κωνσταντίνου, με την εφαρμογή του Προγράμματος «Καλλικράτης». Ο Δήμος ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα (Π.Ε.) Ανατολικής Αττικής της Περιφέρειας Αττικής και αποτελείται πλέον από δύο Δημοτικές Ενότητες, της Λαυρεωτικής και της Κερατέας καθώς και την τοπική κοινότητα (Τ.Κ.) του Αγ. Κωνσταντίνου. Ο Δήμος Λαυρεωτικής σήμερα έχει έκταση 179,18 τετραγωνικά χιλιόμετρα και είναι από τους μεγαλύτερους σε έκταση στην Αττική. Η Δ.Ε. Κερατέας αποτελείται από 57 οικισμούς. Έδρα του δήμου είναι το Λαύριο.

Στις άμεσα ωφελούμενες από τα προτεινόμενα έργα περιοχές είναι η Δ.Ε. Κερατέας και οι οικισμοί που αναπτύσσονται πέριξ του κάμπου Ν-Δ της Λεωφ. Λαυρίου.

Η συνολική προς άρδευση έκταση (στην παρούσα φάση) υπολογίστηκε σε 501 στρ. εκ των οποίων:

- σε 484 στρ. καλλιεργούνται ελιές και αμπέλι
- σε 17 στρ. καλλιεργούνται φιστικιές

Η ως άνω έκταση προσδιορίστηκε σε συνεργασία με τον Αγροτικό Συνεταιρισμό Κερατέας και λαμβάνοντας υπόψη τη μελέτη με τίτλο: «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΚΕΡΑΤΕΑΣ», μελέτη στην οποία προσδιορίστηκαν οι απαιτήσεις άρδευσης της περιοχής και στην οποία προσδιορίστηκαν ως αρδευόμενες οι δηλωμένες στο μητρώο Ο.Σ.Δ.Ε. αγροτών. Αναλυτικά στοιχεία για το αρδευτικό δίκτυο δίδονται στη σχετική μελέτη που έχει εκπονηθεί και δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας.

### 1.2. Προηγούμενες Μελέτες – Διαθέσιμα Στοιχεία

Τα κυριότερα στοιχεία και μελέτες που σχετίζονται με το σχεδιασμό των προτεινόμενων έργων είναι:

- Επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων της Ε.Ε.Λ. Κερατέας για άρδευση, 2022
- Ανάπτυξη των αρδεύσεων στην περιοχή Κερατέας, 2021
- Στοιχεία από επί τόπου αυτοψίες και συνεργασία με τη Δ.Ε.Υ.Α.ΤΗ.Λ.

## 2. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1. Υφιστάμενες υποδομές αποχέτευσης ακαθάρτων

Στην πόλη της Κερατέας λειτουργεί δίκτυο αποχέτευσης ακαθάρτων το οποίο καλύπτει το σύνολο σχεδόν του οικιστικού ιστού και μεταφέρει τα αστικά λύματα στη θέση της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων η οποία αναπτύσσεται εντός γηπέδου έκτασης 23στρ., εντός του χώρου της βιομηχανικής περιοχής.

Ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός είναι 16.500 άτομα<sup>1</sup> με την εκτιμώμενη μέση ημερήσια προς επεξεργασία παροχή να υπολογίζεται σε 4.500m<sup>3</sup>.

Συνοπτικά, η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων αποτελείται από τις ακόλουθες διατάξεις:

- προσαγωγή των λυμάτων
- αντλιοστάσιο εισόδου
- μονάδα προεπεξεργασίας των λυμάτων
- μονάδα βιολογικής επεξεργασίας η οποία θα συντίθεται από τρεις πλήρεις γραμμές επεξεργασίας
- μονάδα κροκίδωσης
- μονάδα διύλισης μέσω αυτοκαθαριζόμενων φίλτρων άμμου.
- μονάδα μεταερισμού των επεξεργασμένων λυμάτων
- μονάδα χλωρίωσης
- μονάδα πάχυνσης της περίσσειας ιλύος με παχυντή βαρύτητας
- μονάδα αφυδάτωσης της περίσσειας ιλύος.
- μονάδα ξήρανσης της αφυδατωμένης ιλύος με ηλιακό ξηραντήριο.
- κτιριακές εγκαταστάσεις και υποστηρικτικά έργα

<sup>1</sup> Πηγη: ΑΕΠΟ Ε.Ε.Λ. 53504/2984/17 / 5-3-2018 [ΑΔΑ: 68ΗΝΟΡ1Κ-ΓΔ0]

### 3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΙΘΕΜΕΝΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Η επεξεργασμένη εκροή της Ε.Ε.Λ. σήμερα διατίθεται στο παρακείμενο ρέμα «Ελαιοχωρίου» και καταλήγει στη θάλασσα.

Με την υλοποίηση των έργων αναβάθμισης της εγκατάστασης, η ποιότητα της εκροής καλύπτει τα οριζόμενα της ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354Β) «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και άλλες διατάξεις» αναφορικά με την απεριόριστη άρδευση καλλιεργειών και ως εκ τούτου θα χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό.

Ειδικότερα, έχει ολοκληρωθεί μελέτη στην οποία προβλέπεται η άρδευση τουλάχιστον 500 στρεμμάτων (πρόκειται για εκτάσεις δηλωμένες στα μητρώα του ΟΠΕΚΕΠΕ).

Στόχος των προτεινόμενων έργων είναι η επαναχρησιμοποίηση της επεξεργασμένης εκροής της Ε.Ε.Λ. και άρα η εξοικονόμηση ύδατος, η οποία υπολογίζεται σε 477.900m<sup>3</sup> ανά αρδευτική σεζόν.

#### 4. ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΝΕΡΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ – ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ

##### 4.1. Ανάγκες αρδευτικού νερού

Αντικειμενικός σκοπός είναι ο εφοδιασμός των καλλιεργειών με το απαραίτητο νερό για κανονική ανάπτυξη και μεγιστοποίηση της αποδόσεώς τους σε συνδυασμό με υψηλή ποιότητα προϊόντων. Όταν τα στομάτια των φύλλων των φυτών είναι ανοικτά το νερό κινείται παραπέρα με τη μορφή υδρατμών με την περιβάλλουσα το φύλλωμα ατμόσφαιρα. Νερό, επίσης, χάνεται από το χωράφι με τη διαδικασία της εξατμίσεως από την επιφάνεια του εδάφους, όταν αυτή είναι υγρή. Το νερό που απομακρύνεται από το χωράφι με τη διαδικασία αυτή αποτελεί την εξατμισοδιαπνοή. Το μέγεθος και ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών της καλλιέργειας και των συνθηκών που επικρατούν στην ατμόσφαιρα που περιβάλλει το φύλλωμά της.

Η ποσοτική εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής μαζί με τον υπολογισμό της ωφέλιμης υγρασίας του εδάφους αποτελούν τη βάση των αρδεύσεων. Η πιο αξιόπιστη αλλά και πιο διαδεδομένη μέθοδος για τον υπολογισμό των παραπάνω παραμέτρων είναι η μέθοδος των Blaney-Criddle και με βάση αυτή γίνεται ο υπολογισμός των αναγκαίων ποσοτήτων νερού για την άρδευση των καλλιεργειών. (Τερζίδης, Γ.Α και Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1994, Γεωργική Υδραυλική, Εκδόσεις Ζήτη).

Η παραπάνω μέθοδος βασίζεται στη σχέση

$$ET=KF$$

όπου:

K: εμπειρικός συντελεστής ανάλογα με το φυτό και την καλλιέργεια.

F: παράγοντας υδατοκατανάλωσης που δίνεται από τη σχέση:

$$F = \frac{t + 18}{2,2} P$$

t: μέση μηνιαία θερμοκρασία μηνός.

P: το μηνιαίο ποσοστό διάρκειας των ωρών ημέρας σε εκατοστά του συνόλου των ωρών ημέρας του έτους που εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Οι ποσότητες νερού που υπολογίζονται στην παρούσα μελέτη βασίζονται στην παραπάνω μέθοδο και στην ΚΥΑ Φ16/6631/89 Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση του νερού στην άρδευση. Τα στοιχεία της ζήτησης αρδευτικού νερού ελήφθησαν από τη σχετική Γεωργοτεχνική Μελέτη που εκπονήθηκε για την ανάπτυξη των αρδευτικών δικτύων.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η εκτιμώμενη περίοδος άρδευσης της καλλιέργειας τα ελιές, του αμπελιού και της φιστικιάς και παρουσιάζεται ο φυτικός συντελεστής K.

**Πίνακας 1:** Περίοδος άρδευσης των καλλιεργήσιμων εκτάσεων

Καλλιέργεια	Συντελεστής K	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	Μέθοδος άρδευσης
Ελιές, Αμπέλια	0,55				+	+	+	+	+	+				Μικροπαροχές
Οπωροφόρα, Ακροκάρυδα	0,65				+	+	+	+	+	+				Μικροπαροχές

Η άρδευση θα αρχίζει από Απρίλιο και θα ολοκληρώνεται το Σεπτέμβριο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω για κάθε στρέμμα και καλλιεργητική περίοδο, υπολογίστηκαν οι παρακάτω ποσότητες νερού σε κυβικά μέτρα με συντελεστή απόδοσης της άρδευσης 0,8550 (απώλειες 5%).

Η συνολική προς άρδευση έκταση (στην παρούσα φάση) είναι 501 στρ. και αναλύεται σε:

- 484 στρ. ελιές και αμπέλι
- 17 στρ. φιστικιές

**Πίνακας 2:** Ποσότητες νερού ανά στρέμμα και μήνα ελιές και αμπέλι

Μήνας	m <sup>3</sup> /στρ.
Απρίλιος	74
Μάιος	102
Ιούνιος	115
Ιούλιος	124
Αύγουστος	118
Σεπτέμβριος	93
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>626</b>

Οι συνολικές ποσότητες νερού άρδευσης σε κυβικά μέτρα ανά μήνα και έτος για το σύνολο της υπό μελέτη εκμετάλλευσης παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίνακας 3:** Αναγκαίες ποσότητες αρδευτικού νερού ανά μήνα και έτος για την καλλιέργεια ελιάς και αμπελιού (σε m<sup>3</sup>)

Μήνας	m <sup>3</sup>
Απρίλιος	41.890,06
Μάιος	57.740,35
Ιούνιος	65.099,42
Ιούλιος	70.194,15
Αύγουστος	66.797,66
Σεπτέμβριος	52.645,61
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>354.367,25</b>

**Πίνακας 4:** Ποσότητες νερού ανά στρέμμα και μήνα φιστίκια

Μήνας	m <sup>3</sup> /στρ.
Απρίλιος	88
Μάιος	120
Ιούνιος	136
Ιούλιος	146
Αύγουστος	140
Σεπτέμβριος	110
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>740</b>

Οι συνολικές ποσότητες νερού άρδευσης σε κυβικά μέτρα ανά μήνα και έτος για το σύνολο της υπό μελέτη εκμετάλλευσης παρουσιάζονται ακολούθως.

**Πίνακας 5:** Αναγκαίες ποσότητες αρδευτικού νερού ανά μήνα και έτος για την καλλιέργεια φιστικιάς (σε m<sup>3</sup>)

Μήνας	m <sup>3</sup>
Απρίλιος	1.749,71
Μάιος	2.385,96
Ιούνιος	2.704,09
Ιούλιος	2.902,92
Αύγουστος	2.783,63
Σεπτέμβριος	2.187,13
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>14.713,45</b>

Η συνολική ετήσια απαίτηση νερού για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών των προς άρδευση περιοχών ανέρχεται σε  $354.367,25 + 14.713,45 = 369.080,70\text{m}^3$ .

#### 4.2. Ανάγκες αρδευτικού νερού

Λαμβάνοντας υπόψη τις διαθέσιμες πηγές αρδευτικού νερού, ήτοι την **έξοδο της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων και τις δύο γεωτρήσεις του Δήμου**, υπολογίζεται ότι για το εξάμηνο λειτουργίας τους (Απρίλιος έως Σεπτέμβριος) παρέχονται συνολικά **477.900m<sup>3</sup>** νερού, ποσότητα η οποία υπολογίζεται αναλυτικά στην επόμενη παράγραφο.

Η παροχή της Ε.Ε.Λ. δίδεται στους περιβαλλοντικούς όρους και είναι η μέση ημερήσια. Για λόγους συντηρητικού σχεδιασμού εκτιμάται ότι κατά την περίοδο των 6 μηνών άρδευσης (σημειώνεται ότι είναι οι μήνες με τη μεγαλύτερη κατανάλωση ύδατος για ανθρώπινη χρήση, άρα μεγαλύτερες ποσότητες λυμάτων εισέρχονται στη μονάδα προς επεξεργασία) για διάστημα 3 μηνών η μέση ημερήσια εκροή από την Ε.Ε.Λ. θα είναι  $1.600\text{m}^3/\text{d}$  ενώ για τους επόμενους 3 μήνες  $2.000\text{m}^3/\text{d}$ .

Αναφορικά με τις γεωτρήσεις, κατά την έναρξη της αρδευτικής περιόδου θα παρέχουν μεγαλύτερη ποσότητα νερού απ' ο,τι κατά τους τελευταίους 3 μήνες. Ειδικότερα, θεωρείται ότι στην αρχή της περιόδου θα μπορούν να λειτουργούν για διάστημα 12ωρών/ημέρα ενώ αργότερα 6ώρες/ημέρα.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, η συνολική διαθέσιμη ποσότητα αρδευτικού νερού υπολογίζεται:

$$1.600\text{m}^3/\text{d} \times 90\text{d} + 2.000\text{m}^3/\text{d} \times 90\text{d} + 45\text{m}^3/\text{h} \times 12\text{h}/\text{d} \times 90\text{d} + 45\text{m}^3/\text{h} \times 6\text{h}/\text{d} \times 90\text{d} + 50\text{m}^3/\text{h} \times 12\text{h}/\text{d} \times 90\text{d} + 50\text{m}^3/\text{h} \times 6\text{h}/\text{d} \times 90\text{d} = 477.900\text{m}^3.$$

Συνεπώς η ποσότητα του διαθέσιμου νερού δύνανται να υπερκαλύψει τις αρδευτικές ανάγκες της περιοχής. Σημειώνεται, ότι ο κάμπος της Κερατέας διαθέτει περισσότερες από τις καταχωρημένες στο μητρώο του ΟΠΕΚΕΠΕ εκτάσεις, οι οποίες μπορούν να αρδευτούν με τα σχεδιαζόμενα έργα. Ως εκ τούτου, το όφελος θα είναι μεγαλύτερο καθώς χωρίς επιπλέον σημαντική επένδυση (κόστος προμήθειας και εγκατάστασης υδροληψιών), θα μπορούν να αρδευτούν περισσότερες εκτάσεις στο άμεσο μέλλον.



## 5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ

Συνοπτικά, τα προτεινόμενα έργα για τη μεταφορά και αποθήκευση του προς άρδευση νερού είναι τα εξής:

- ρυθμιστική δεξαμενή εντός των εγκαταστάσεων της Ε.Ε.Λ. χωρητικότητας 350m<sup>3</sup>.
- αντλιοστάσιο εντός των εγκαταστάσεων της Ε.Ε.Λ. με σημείο λειτουργίας 135m<sup>3</sup>/h στα 140mH<sub>2</sub>O αποτελούμενο από δύο αντλίες τύπου γεώτρησης εντός μανδύα οριζόντια τοποθετημένες.
- καταθλιπτικός αγωγός ονομαστικής διατομής DN250 μήκους 3,2km περίπου από το αντλιοστάσιο στις νέες δεξαμενές
- νέες δεξαμενές ημερήσιας εξισορρόπησης για τη λειτουργία του αρδευτικού συνολικής χωρητικότητας 2.000m<sup>3</sup>.

Τα ως άνω έργα περιγράφονται αναλυτικά στις παραγράφους που ακολουθούν.

### 5.1. Ρυθμιστική δεξαμενή εντός Ε.Ε.Λ.

Προτείνεται η εγκατάσταση νέας προκατασκευασμένης μεταλλικής δεξαμενής χωρητικότητας 350m<sup>3</sup> στην οποία θα αποθηκεύεται η επεξεργασμένη εκροή από την εγκατάσταση και θα τροφοδοτεί το αντλιοστάσιο. Η δεξαμενή θα είναι κυκλική, θα έχει ελάχιστο ύψος 3m και θα τοποθετηθεί επί βάσης σκυροδέματος. Ο αγωγός προσαγωγής θα εκκινεί από το φρεάτιο εξόδου της Ε.Ε.Λ. όπου θα βρίσκεται δικλίδα, χειριζόμενη από στελέχη της Δ.Ε.Υ.Α.ΤΗ.Λ., απ' όπου θα γίνεται η επιλογή της διάθεσης του νερού στο ρέμα (χειμερινή περίοδος) ή στη ρυθμιστική δεξαμενή.

Η δεξαμενή προτείνεται να τοποθετηθεί στο δυτικό όριο του γηπέδου της εγκατάστασης όπου υπάρχει διαθέσιμος χώρος.

### 5.2. Αντλιοστάσιο

Συνοπτικά χαρακτηριστικά

Αντλίες	Παροχή αντλιοστασίου	Μανομετρικό
2+1	135m <sup>3</sup> /h	140m

Το νέο αντλιοστάσιο θα κατασκευαστεί εντός του γηπέδου της Ε.Ε.Λ. σε θέση πλησίον της ρυθμιστικής δεξαμενής. Το δομικό του μέρος προτείνεται να αποτελείται από ένα ή περισσότερους λειτουργικά συνδεδεμένους μεταξύ τους μεταλλικούς οικίσκους. Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης προτείνονται δύο οικίσκοι, διάταξη η οποία δύναται να τροποποιηθεί κατά τη μελέτη εφαρμογής που θα πραγματοποιήσει ο Ανάδοχος χωρίς ωστόσο να επηρεάζεται η λειτουργία ως αυτή προδιαγράφεται στην παρούσα μελέτη.

Για τη λειτουργία του αντλιοστασίου προτείνονται 2 + 1 αντλίες (2 duty + 1 backup) με εκ περιτροπής λειτουργία όλων προκειμένου να διασφαλίζεται όμοια φθορά και διαθεσιμότητα σε περίπτωση βλάβης ή δυσλειτουργίας. Επιπροσθέτως, η επιλογή των 2 duty αντλιών δίνει τη δυνατότητα στην αρχή και στο πέρας της αρδευτικής περιόδου καθώς και σε περιόδους περιορισμένης άρδευσης, όπως για παράδειγμα λόγω καιρικών συνθηκών, να γίνεται βέλτιστη διαχείριση του προς άρδευση νερού και της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Οι αντλίες προτείνονται πολυβάθμιες, τύπου γεώτρησης, οριζόντια τοποθετημένες εντός μανδύα. Το αντλιοστάσιο τροφοδοτεί απευθείας δεξαμενές και όχι δίκτυα διανομής, ως εκ τούτου, η λειτουργία του είναι ανεξάρτητη από την ημερήσια ή εποχική διακύμανση της ζήτησης, αιχμές οι οποίες ρυθμίζονται από τη λειτουργία των δεξαμενών εξισορρόπησης.

Σύμφωνα με το υδραυλικό μοντέλο που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, το **σημείο λειτουργίας** του αντλιοστασίου είναι **135m<sup>3</sup>/h στα 140m H<sub>2</sub>O** μανομετρικό. Συνεπώς, κάθε αντλία έχει σημείο λειτουργίας 67,5 m<sup>3</sup>/h στα 140m H<sub>2</sub>O.

Η έναρξη και παύση κάθε αντλίας θα γίνεται από τον έλεγχο της στάθμης των δεξαμενών όπου και καταθλίβουν καθώς επίσης και από τη στάθμη της ανάντη ρυθμιστικής δεξαμενής.

### 5.3. Καταθλιπτικός Αγωγός

#### Συνοπτικά χαρακτηριστικά

Μήκος	Διατομή	Μέγιστη παροχή
3.505m	HDPE DN250	135m <sup>3</sup> /h

Από το νέο αντλιοστάσιο εντός του γηπέδου της Ε.Ε.Λ. εκκινεί καταθλιπτικός αγωγός ονομαστικής διατομής DN250, ο οποίος ακολουθεί την οδό Κεφαλής με ανατολική κατεύθυνση. Εν συνεχεία, κινείται νότια επί της οδού .... μέχρι τη Λεωφ. Λαυρίου, όπου και για μικρό μήκος κινείται δυτικά μέχρι τη θέση όπου τη διασχίζει κάθετα προκειμένου να εισέλθει στο δίκτυο αγροτικών οδών μέχρι τη θέση των δεξαμενών.

Το συνολικό μήκος του αγωγού είναι περί τα 3,5km. Καθ' όλο το μήκος του κινείται επί υφιστάμενων οδών.

Ο αγωγός τοποθετείται σε σκάμμα, με μέσο βάθος τοποθέτησης τα 1,6m. Η μηκοτομική χάραξη, παρακολουθεί το ανάγλυφο της περιοχής. Σε πεδινά τμήματα και στόχο την ορθή υδραυλική του λειτουργία, ο αγωγός ακολουθεί πριονωτή χάραξη με πλήθος ώστε να εξασφαλίζεται πάντα ελάχιστη κλίση 4‰.

### 5.4. Δεξαμενές ημερήσιας εξισορρόπησης

#### Συνοπτικά χαρακτηριστικά

Αριθμός δεξαμενών	Χωρητικότητα
4	2.000m <sup>3</sup> [4 x 500m <sup>3</sup> ]

Σύμφωνα με τη σχετική υδραυλική μελέτη ανάπτυξης του αρδευτικού δικτύου, το βέλτιστο υψόμετρο για την κατασκευή των δεξαμενών διαχείρισης του αρδευτικού νερού, υπολογίσθηκε στα 240m περίπου. Το εν λόγω υψόμετρο εξασφαλίζεται σε λόφο ανατολικά του κάμπου της Κερατέας.

Σε αυτή τη θέση προτείνεται η κατασκευή τεσσάρων όμοιων δεξαμενών χωρητικότητας 500m<sup>3</sup> έκαστη. Προτείνονται προκατασκευασμένες, κυκλικές δεξαμενές, ελάχιστου ύψους 3,5m. Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, έχει ληφθεί συγκεκριμένος τύπος προκατασκευασμένης δεξαμενής, ο οποίος δύναται να τροποποιηθεί στη μελέτη εφαρμογής του Αναδόχου, αρκεί να μην αλλάζουν οι Τεχνικές Προδιαγραφές και ο όγκος σχεδιασμού. Κάθε δεξαμενή τοποθετείται επί βάσης από σκυρόδεμα. Όλες οι δεξαμενές είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και λειτουργούν ως ένας όγκος. Για λόγους έκτακτης ή τακτικής συντήρησης κάθε δεξαμενή θα μπορεί να απομονωθεί χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία των υπολοίπων.

Αμέσως κατόπιν των δεξαμενών προτείνεται φρεάτιο δικλίδων το οποίο θα είναι η κεφαλή του αρδευτικού δικτύου το οποίο έχει μελετηθεί στο πλαίσιο άλλης μελέτης.

## 6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

### 6.1. Υλικό κατασκευής αγωγών

Λαμβάνοντας υπόψη :

- τη βέλτιστη **διαχείριση των υλικών** τόσο κατά τη φάση της κατασκευής όσο και κατά τη φάση λειτουργίας
- την **εξασφάλιση του δικτύου έναντι υπερπιέσεων** που μπορεί να εμφανιστούν κατά τη λειτουργία του δικτύου σε οριακές συνθήκες (πλήγμα)
- την εμπειρία των κατασκευαστικών εταιριών στη χρήση υλικών

**προκρίθηκε η χρήση αγωγών από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE)** πίεσης 20atm κατά τα πρώτα 2km περίπου και 16atm κατά το τελευταίο 1km. Η επιλογή του εν λόγω υλικού βασίσθηκε σε οικονομοτεχνικά κριτήρια.

**Πίνακας 6:** Υλικό και διατομή αγωγών

Θέση				Υλικό	Διατομή
Χ.Θ. αρχής	Χ.Θ. Τέλους	Διατομή αρχής	Διατομή τέλους		
0+000	2+236,15	Δεξ.	FM.130	HDPE PN16	DN250
2+236,15	3+505,36	FM.130	Δεξ.	HDPE PN20	DN250

### 6.2. Χωματοργικά

Σύμφωνα με τα αναλυτικά στοιχεία της προμέτρησης ο συνολικός όγκος εκσκαφών υπολογίστηκε σε 6.400m<sup>3</sup> περίπου. Καθώς δεν υπάρχει γεωλογική / γεωτεχνική μελέτη για τον προσδιορισμό των εδαφών (γαιώδη/ημιβραχώδη και βραχώδη) η προσέγγιση βασίστηκε σε μακροσκοπικές παρατηρήσεις κατά μήκος της χάραξης του αγωγού.

Ειδικότερα, στα πεδινά τμήματα επικρατέστερα είναι τα γαιώδη εδάφη, ενώ στις ορεινές περιοχές τα βραχώδη. Αναλυτική παρουσίαση του χαρακτηρισμού των εδαφών κατά μήκος των έργων δίδεται στον Τεύχος Αναλυτικής Προμέτρησης.

Ο ανηγμένος μέσος όρος των βραχωδών εκσκαφών σε όλο το μήκος του έργου είναι 57%, ενώ των γαιωδών/ημιβραχωδών 43%.

### 6.3. Συσσκευές λειτουργίας και ελέγχου δικτύων

Για τη σωστή λειτουργία και παρακολούθηση των έργων μεταφοράς προβλέπεται η εγκατάσταση:

- ειδικών διατάξεων εκκενωτών (χαμηλά σημεία).
- βαλβίδων εισαγωγής - εξαγωγής αέρα διπλής ενέργειας (υψηλά σημεία, είσοδος δεξαμενών κλπ.).
- δικλίδων απομόνωσης τύπου σύρτου (gate valves) με ηλεκτροκίνητο μηχανισμό σε
- μετρητών παροχής στην είσοδο κάθε δεξαμενής που τροφοδοτείται από τα νέα έργα μεταφοράς (η τοποθέτηση μετρητή παροχής στην έξοδο των δεξαμενών είναι ευθύνη του φορέα διαχείρισης του αρδευτικού δικτύου).
- μετρητών παροχής και μετρητών πίεσης στην έξοδο του αντλιοστασίου και την είσοδο κάθε δεξαμενής

## **7. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΕΩΣ ΕΡΓΟΥ**

Η ανάθεση της κατασκευής των έργων θα γίνει από τον Κύριο του έργου με ανοιχτό δημόσιο διαγωνισμό σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία περί δημοσίων έργων. Αναλυτικά στοιχεία για το χρονικό προγραμματισμό του έργου, τη σειρά εκτέλεσης των εργασιών, τους κινδύνους από απορρέουν από κάθε κατασκευαστικό στάδιο κλπ. θα περιληφθούν στο Σχέδιο Ασφάλειας & Υγείας (ΣΑΥ).

## 8. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

### 8.1. Παροχή Σχεδιασμού

Η παροχή σχεδιασμού του αντλιοστασίου υπολογίστηκε λαμβάνοντας μέση ημερήσια μεταφερόμενη ποσότητα επεξεργασμένης εκροής,  $2.430\text{m}^3$  σε διάστημα 18 ωρών, ήτοι  $135\text{m}^3/\text{h}$  κατά την περίοδο αιχμής. Σημειώνεται ότι η διαθέσιμη προς άρδευση ποσότητα υπολογίστηκε λαμβάνοντας μέγιστη ημερήσια εκροή  $2.000\text{m}^3$  [βλ. παράγραφο 4.2]. Το απαιτούμενο μανομετρικό υπολογίστηκε από το υδραυλικό μοντέλο το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας λαμβάνοντας υπόψη το γεωδαιτικό

### 8.2. Μανομετρικό ύψος παροχής σχεδιασμού

Το μανομετρικό ύψος κάθε συγκροτήματος H1 και H2, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$H_0 = H_\gamma + \Delta H_\zeta + \Delta H_k$$

όπου :	$H_\gamma$	:	η απαιτούμενη πίεση στο δυσμενέστερο σημείο του δικτύου (m) μείον την πίεση του δικτύου στη θέση τοποθέτησης του booster (m).
	$\Delta H_k$	:	οι απώλειες πίεσης στο εσωτερικό των αγωγών (mΣΥ)
	$\Delta H_\zeta$	:	οι τοπικές απώλειες των εξαρτημάτων (mΣΥ)

Για τον υπολογισμό των απωλειών στο εσωτερικό των καταθλιπτικών αγωγών χρησιμοποιείται η εξίσωση Darcy - Weisbach βάσει της οποίας :

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

όπου	$h_f$	:	γραμμικές απώλειες, σε m
	$f$	:	συντελεστής απωλειών
	$L$	:	μήκος του αγωγού, σε m
	$D$	:	εσωτερική διάμετρος του αγωγού, σε m
	$V$	:	μέση ταχύτητα ροής, σε m/s

Ο συντελεστής απωλειών  $f$  υπολογίζεται από την εξίσωση των Colebrook - White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{K}{3,71 \cdot D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

όπου	$K$	:	τραχύτητα του αγωγού, που λαμβάνεται $K = 0,1\text{mm}$ για αγωγούς από HDPE
	$Re$	:	αριθμός Reynolds

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

όπου	$V$	:	μέση ταχύτητα ροής, σε m/s
	$D$	:	εσωτερική διάμετρος του αγωγού, σε m
	$\nu$	:	κινηματική συνεκτικότητα του νερού, που λαμβάνεται $\nu = 1,007 \cdot 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ για θερμοκρασία νερού $20^\circ\text{C}$

Ο υπολογισμός των τοπικών απωλειών ειδικών εξαρτημάτων (καμπύλες, ταυ, δικλίδες κλπ) υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\Delta p = C \times \frac{\rho \times w^2}{2}$$

όπου C : συντελεστής αντίστασης ειδικών εξαρτημάτων

Η τιμή του συντελεστή τριβής για τη ροή σε σωλήνα εξαρτάται από τον αριθμό Reynolds της ροής (βλ. ως άνω εξίσωση).

Το γεωδαιτικό ύψος υπολογίζεται ως τη διαφορά μεταξύ της κατώτατης στάθμης στη ρυθμιστική δεξαμενή και της ανώτατης στις δεξαμενές εξισορρόπησης.

### 8.3. Βαθμός απόδοσης

Για τον καθορισμό των στοιχείων των αντλιών και την εκπόνηση των Η/Μ υπολογισμών λαμβάνουμε υπόψη συγκεκριμένες αντλίες εμπορίου. Κατά την κατασκευή ο Ανάδοχος σε συνεργασία με την επιβλέπουσα υπηρεσία θα επιλέξουν τις βέλτιστες αντλίες που πληρούν τις απαιτήσεις παροχής και πίεσης που ορίζονται στα τεύχη της υδραυλικής μελέτης.

Στο πλαίσιο μελέτης και κατασκευής έργων με χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, ο βαθμός απόδοσης κάθε αντλητικού συγκροτήματος δεν μπορεί να είναι χαμηλότερος από 50%.

### 8.4. Απορροφούμενη ισχύς

Η ισχύς που απορροφά η αντλία στον άξονά της μπορεί να υπολογιστεί για το ονομαστικό σημείο λειτουργίας από την σχέση :

$$P_a = \frac{Q_0 \times H_0}{367 \times \eta}$$

όπου  $Q_0$  : η ονομαστική παροχή σε m<sup>3</sup>/h  
 $H_0$  : το ονομαστικό μανομετρικό ύψος σε m  
 $\eta$  : ο βαθμός απόδοσης της αντλίας στο ονομαστικό σημείο λειτουργίας (%)

Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα που τελικά επιλέγεται πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη στον άξονα κατά ένα ποσοστό 10% - 20%, ώστε ο ηλεκτροκινητήρας να μπορεί να αντιμετωπίσει τη λειτουργία της αντλίας στις δυσμενέστερες συνθήκες της χαρακτηριστικής καμπύλης (μειωμένη παροχή, μερική φραγή του καταθλιπτικού κλπ.). Για να εκτιμηθεί η απορροφούμενη ισχύς του ηλεκτροκινητήρα πρέπει να ληφθεί υπ' όψη ο βαθμός απόδοσης αυτού, όπως δίνεται από τους κατασκευαστές.

### 8.5. Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε αντλίας, σύμφωνα με τα οποία πραγματοποιήθηκαν οι υδραυλικοί υπολογισμοί:

Πίνακας 7: Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιοστασίου

Αρ. αντλιών (duty+εφεδρική)	Σημείο λειτουργίας κάθε αντλίας			
	παροχή (m <sup>3</sup> /h)	μανομετρικό (m)	απορροφούμενη ισχύς (KW)	Ελάχιστος βαθμός απόδοσης
2+1	67,5	140	36,78	70,00%

**8.6. Σύνδεση με το δίκτυο διανομής ενέργειας της Ε.Ε.Λ.**

Η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για την λειτουργία του αντλιοστασίου από το δίκτυο διανομής της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων.

**8.7. Εφεδρική Τροφοδοσία Ρεύματος**

Η εφεδρική τροφοδοσία ρεύματος θα παρέχεται από Η/Ζ το οποίο θα τοποθετηθεί σε εξωτερικό χώρο δίπλα στο δομικό μέρος του αντλιοστασίου.

**8.8. Αυτοματισμός – Τηλεσήμανση – Τηλεχειρισμός**

Το αντλιοστάσιο θα λειτουργεί αυτόματα «διαβάζοντας» τις απαιτήσεις ζήτησης και πίεσης κατάντη και τις συνθήκες ανάντη. Η ρύθμιση της λειτουργίας τους προβλέπεται από πίνακα αυτοματισμού ο οποίος θα τοποθετηθεί εντός του αντλιοστασίου. Προβλέπεται επίσης η εγκατάσταση πίνακα PLC για την αποστολή και λήψη σημάτων προς το κέντρο ελέγχου. Ειδικότερα οι ελάχιστες πληροφορίες και εντολές που απαιτούνται για την ορθή λειτουργία του συστήματος είναι οι ακόλουθες :

Σημάνσεις προς το κέντρο ελέγχου

- Λειτουργία κάθε μίας αντλίας (on/off)
- Βλάβη κάθε μίας αντλίας, όταν αυτή έλαβε εντολή εκκίνησης αλλά δεν λειτούργησε ή όταν δράσει κάποιο σύστημα προστασίας του συγκροτήματος.
- Ύπαρξη τάσης και στις τρεις φάσεις (εφόσον επιλεγεί τριφασική αντλία) στον ηλεκτρικό πίνακα χαμηλής τάσης.
- Παροχή και πίεση λειτουργίας ανά πάση στιγμή.

Η μεταφορά των ενδείξεων από και προς το κέντρο ελέγχου θα πρέπει να γίνεται μέσω δικτύου συμβατού με την υφιστάμενη υποδομή της Δ.Ε.Υ.Α.ΤΗ.Λ.

**8.9. Υδραυλικοί Υπολογισμοί**

Διατομή		Μήκος (m)	Διάμετρος		Darcy-Weisbach (mm)	Παροχή (l/s)	Ταχύτητα (m/s)	Απώλειες	
Αρχής	Τέλους		Ον/στική	Εσ/κή (mm)				Γραμμικές (%)	Συνολικές (mH <sub>2</sub> O)
Ρυθμιστική Δεξαμενή	FM.130	2.236,15	DN250/PN20	194,20	0,075	37,62	1,27	0,649	14,51
FM.130	Δεξαμενές εξισορρόπησης	1.269,21	DN250/PN16	204,60	0,075	37,62	1,14	0,504	6,40

## 9. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται ο συνοπτικός προϋπολογισμός της δαπάνης κατασκευής των έργων που αποτελούν αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

Η σύνταξη του προϋπολογισμού έγινε με τα τιμολόγια Δημοσίων Έργων όπως ισχύουν σήμερα.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΑΠΑΝΗ
Χωματουργικά-Αντιστηρίξεις	284.002,55€
Φρεάτια-Σκυροδέματα	32.750,00€
Σωληνώσεις-Δίκτυα-Μεταλλικά Στοιχεία	237.537,84€
Αντλιοστάσιο – Δεξαμενές	682.300,00€
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ</b>	<b>1.236.590,39</b>
Γ.Ε. & Ο.Ε. (18%)	222.586,27€
<b>Άθροισμα</b>	<b>1.459.176,66€</b>
Απρόβλεπτα (15%)	218.876,50€
<b>Άθροισμα</b>	<b>1.678.053,16€</b>
Αναθεώρηση	47.479,67€
<b>Άθροισμα</b>	<b>1.725.532,83€</b>
ΦΠΑ (24%)	414.127,88€
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ</b>	<b>2.139.660,71€</b>