



ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ  
ΛΟΥΤΡΑΚΙΟΥ - ΑΓΙΩΝ ΘΕΟΔΩΡΩΝ  
(Φορέας Υλοποίησης)

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ: 57/2022

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI: ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΠΡΑΞΗ: ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΙΣΘΜΙΑΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ

### ΥΠΟΕΡΓΟ 1: «ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ & ΘΕΣΗ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΙΣΘΜΙΑΣ»

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ:	TAMEIO ΑΝΑΚΑΜΨΗΣ & ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΑΞΟΝΑΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ:	1.4 «Αειφόρος χρήση των πόρων, ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή και διατήρηση της βιοποικιλότητας»
ΤΙΤΛΟΣ:	α. Υποδομές παροχής νερού β. Τηλεμετρία-Έργα τηλεχειρισμού για τον εντοπισμό διαρροών σε δίκτυα ύδρευσης γ. Προμήθεια ψηφιακών μετρητών νερού δ. Μονάδες αφαλάτωσης

Τεχνική Υπηρεσία Δ.Ε.Υ.Α.Λ-ΑΓ.Θ.

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2022

## Περιεχόμενα

1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	3
2.	ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ .....	4
3.	ΙΣΧΥΟΥΣΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ .....	5
4.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ .....	5
5.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ.....	6
5.1.	ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	6
5.2.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	7
6.	ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ– ΣΥΝΟΔΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ .....	8
7.	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ .....	11
8.	ΕΚΘΕΣΗ ΑΥΤΟΨΙΑΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ .....	12
9.	ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ/ ΜΗ ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ .....	13

## ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα μελέτη αφορά την προμήθεια με τίτλο «**ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΘΕΣΗ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΙΣΘΜΙΑΣ**». Όπως προκύπτει από τον τίτλο η περιοχή παρέμβασης της προτεινόμενης πράξης είναι η πόλη της Δ.Κ. Ισθμίας της Δημοτικής Ενότητας Λουτρακίου-Περαχώρας (εντός και εκτός σχεδίου πόλης περιοχή).

Η μελέτη αντιστοιχεί στο υποέργο 1 της Πράξης «**ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΙΣΘΜΙΑΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ**» και εκπονήθηκε για την κατάθεση σχετικής πρότασης χρηματοδότησης. Σύμφωνα με τη μελέτη η δυναμικότητα παραγωγής πόσιμου νερού της μονάδας ανέρχεται σε 500 m<sup>3</sup>/d. Η λειτουργία της μονάδας βασίζεται στην τεχνολογία της μηχανικής συμπίεσης υδρατμών (MVC), τα βασικά χαρακτηριστικά της οποίας αναλύονται στις επόμενες παραγράφους. Η προτεινόμενη τεχνολογία παρουσιάζει σημαντικά συγκριτικά πλεονεκτήματα που επιτρέπουν την αποτελεσματική αντιμετώπιση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της περιοχής παρέμβασης (εποχικότητα στη χρήση, αμελητέα περιβαλλοντική επιβάρυνση, απλότητα και οικονομικότητα λειτουργίας και συντήρησης κλπ).

Παράλληλα με το υποέργο 2 της Πράξης προβλέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών γεννητριών εκμηδενίζοντας την λειτουργική δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας και καθιστώντας την Μονάδα ενεργειακά αυτόνομη.

Το σύνολο των επιμέρους τμημάτων της μονάδας χωροθετείται εντός κοινόχρηστου χώρου (δημόσια-δημοτική έκταση) στην επέκταση του σχεδίου πόλης Ισθμίων (Ο.Τ. 11) παραπλεύρως του νέου ποδοσφαιρικού γηπέδου Ισθμίας.

Το δίκτυο ύδρευσης για την τροφοδότηση της μονάδας με θαλασσινό νερό και τη σύνδεση της με το εσωτερικό υδροδίκτυο της ΔΕΥΑ θα κατασκευαστεί από σωλήνες πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς με τα αντίστοιχα εξαρτήματα που απαιτούνται για τον έλεγχο και προστασία του, καθώς και την σύνδεσή του με το εσωτερικό δικτύου με τη χρήση κατάλληλων ειδικών εξαρτημάτων. Η κατασκευή του νέου δικτύου θα πραγματοποιηθεί στο σύνολο της σε διανοιγμένο δημοτικό οδικό δίκτυο. Το σημείο απόληψης θαλασσινού νερού τοποθετείται σε βραχώδες τμήμα της ακτής χωρίς θαλάσσια και χερσαία πρόσβαση.

Η αναγκαιότητα και σκοπιμότητα κατασκευής του έργου αναλύεται στην ομώνυμη έκθεση που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Το έργο αναμένεται να συμβάλει σημαντικά στην μακρόχρονη δράση της ΔΕΥΑ Λουτρακίου-Αγίων Θεοδώρων σχετικά με τη διαχείριση των υδατικών πόρων και

ιδιαίτερα του μεταλλικού υδροφορέα Λουτρακίου, που αποτελεί τον μοναδικό τροφοδότη νερού της Δ.Κ. Ισθμίας η οποία στερείται παντελώς αποθεμάτων νερού κατάλληλου για ανθρώπινη κατανάλωση.

Η εν λόγω Πράξη είναι αυτοτελής και ανεξάρτητη και θα λειτουργήσει πλήρως μετά την κατασκευή των δύο υποέργων από τα οποία αποτελείται.

## 2. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Ο Προϋπολογισμός και το Τιμολόγιο Μελέτης συντάχθηκαν κατά τρόπο που ανταποκρίνεται στην αποτίμηση ομοειδών εργασιών και προμηθειών στην Ελλάδα κατά το χρόνο σύνταξης της μελέτης, εκλέγοντας την ακριβέστερη μέθοδο κοστολόγησης ανάλογα με τη φύση των επιμέρους δαπανών. Συγκεκριμένα:

Όσες εργασίες και υλικά περιλαμβάνονται στα Ενιαία Τιμολόγια Έργων (κυρίως Α.Τ. 3) κοστολογήθηκαν σύμφωνα με την Δ11γ/0/9/7/7-2-2013 απόφαση του Αναπληρωτή Υπουργού Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών Μεταφορών & Δικτύων “Αναπροσαρμογή και συμπλήρωση Ενιαίων Τιμολογίων Έργων Οδοποιίας, Υδραυλικών, Λιμενικών, Οικοδομικών, Πρασίνου και Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών Οδοποιίας, Υδραυλικών και Λιμενικών.” (ΦΕΚ Β’ 363/19-2-2013) και τις διορθωτικές επεμβάσεις που ακολούθησαν με την Δ11γ/0/3/20/20-3-2013 όμοια απόφαση, όπως επικαιροποιήθηκαν σύμφωνα με την αριθ. ΔΝΣ/οικ.35577/ΦΝ 466 (ΦΕΚ 1746 Β’-19 Μαΐου 2017) «Κανονισμός Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών για δημόσιες συμβάσεις έργων».

Οι επιμέρους δαπάνες που αφορούν σε υλικά και εργασίες για τις οποίες η ΔΕΥΑΛ-Αγ.Θ καταρτίζει προϋπολογισμούς και συνάπτει μεγάλο αριθμό συμβάσεων έργων και προμηθειών, καθώς ανάγονται στον συνήθη κύκλο δραστηριοτήτων της επιχείρησης (αντλητικά συγκροτήματα, δεξαμενές, εξαρτήματα πολυαιθυλενίου, υλικά αυτοματισμού κλπ) κοστολογήθηκαν βάσει των τιμών προϋπολογισμών αντίστοιχων υλικών και εργασιών ομοειδών τρεχουσών συμβάσεων, για τη σύναψη των οποίων πραγματοποιείται συνεχής έρευνα αγοράς ή/και έχουν καταρτισθεί πρωτόκολλα διαπίστωσης τιμών.

Οι δαπάνες που δεν περιλαμβάνονται στις παραπάνω κατηγορίες προέκυψαν ύστερα από έρευνα αγοράς και σύνταξη πρωτοκόλλου διαπίστωσης τιμών ειδικά για την παρούσα μελέτη, από επιτροπή που συγκροτήθηκε για αυτόν τον σκοπό με απόφαση του Δ.Σ.

### 3. ΙΣΧΥΟΥΣΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Για την εκτέλεση της σύμβασης ισχύουν οι Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ) που εγκρίθηκαν με την υπ. αρ. ΔΙΠΑΔ/ΟΙΚ/273/17-7-2012 (ΦΕΚ 2221 Β/30-7-2012) Απόφαση του Αναπληρωτή Υπουργού Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών, Μεταφορών & Δικτύων: "Έγκριση τετρακοσίων σαράντα (440) Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (ΕΤΕΠ), με υποχρεωτική εφαρμογή σε όλα τα Δημόσια Έργα", όπως ισχύει.

Συμπληρωματικά ισχύουν οι προδιαγραφές που περιγράφονται στο ειδικό τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών της παρούσας μελέτης.

Συμπληρωματικά με τις παραπάνω ισχύουν για όσα αντικείμενα δεν καλύπτονται απ' αυτές, οι Τεχνικές Προδιαγραφές της Μελέτης «Αντικατάσταση Δικτύου Ύδρευσης πόλεως Λουτρακίου» ως και τις πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές Της ΕΔΕΥΑ. Επιπλέον ισχύουν οι σχετικές προδιαγραφές των Μελετών Τηλεμετρίας του εσωτερικού και του εξωτερικού υδραγωγείου της ΔΕΥΑΛ-Αγ.Θ αναφορικά με τον εξοπλισμό επικοινωνίας και αυτοματισμού.

Με την παρούσα μελέτη, λαμβάνεται επιπλέον υπόψη η αναστολή της υποχρεωτικής εφαρμογής ΕΤΕΠ (Εγκύκλιος 17 του ΥΠΟΜΕΔΙ αρ. πρωτ. ΔΚΠ/οικ.1322/7-9-2016) καθώς και 9 ΕΤΕΠ (Εγκύκλιοι 30/2013, 22/2014 και 26/2014 του ΥΠΟΜΕΔΙ) και η αντικατάστασή τους με αντίστοιχες Προσωρινές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΠΕΤΕΠ).

Σε περίπτωση ασυμφωνίας μεταξύ προδιαγραφών κατισχύει η ανώτερη ποιοτικά απαίτηση.

### 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης κάλυψης των αναγκών σε νερό ελήφθησαν υπόψη τα πραγματικά δεδομένα καταναλώσεων ύδατος της Δ.Κ. Ισθμίας βάσει των οποίων υπολογίστηκε ο ισοδύναμος εξυπηρετούμενος πληθυσμός.

Επιπλέον βάσει των στοιχείων των αντλήσεων υπολογίστηκε το ισοζύγιο παροχής-ζήτησης νερού της περιοχής. Οι εν λόγω υπολογισμοί που παρατίθενται στα αντίστοιχα τεύχη της μελέτης καταδεικνύουν έλλειμμα για την περιοχή μελέτης 436 m<sup>3</sup>/d κατά τους θερινούς μήνες αιχμής.

Η δυναμικότητα της Μονάδας Αφαλάτωσης υπολογίστηκε για την εξασφάλιση επάρκειας με υπερκάλυψη του θερινού ελλείμματος κατά 110%, ήτοι 500 m<sup>3</sup>/d. Διευκρινίζεται ότι δεν είναι λειτουργική στην παρούσα φάση η εκλογή μονάδας μεγαλύτερης δυναμικότητας καθώς οι παράλληλες δράσεις της ΔΕΥΑΛ-Αγ.Θ (τηλε-έλεγχος, διαχείριση πίεσης, ψηφιακοί υδρομετρητές) αναμένεται να περιορίσουν τη ζήτηση νερού κατά 10-15%. Κατά συνέπεια η παραπάνω εκλογή εξασφαλίζει επάρκεια κάλυψης του ελλείμματος αυξημένη κατά 25% σε σχέση με τις σημερινές ανάγκες.

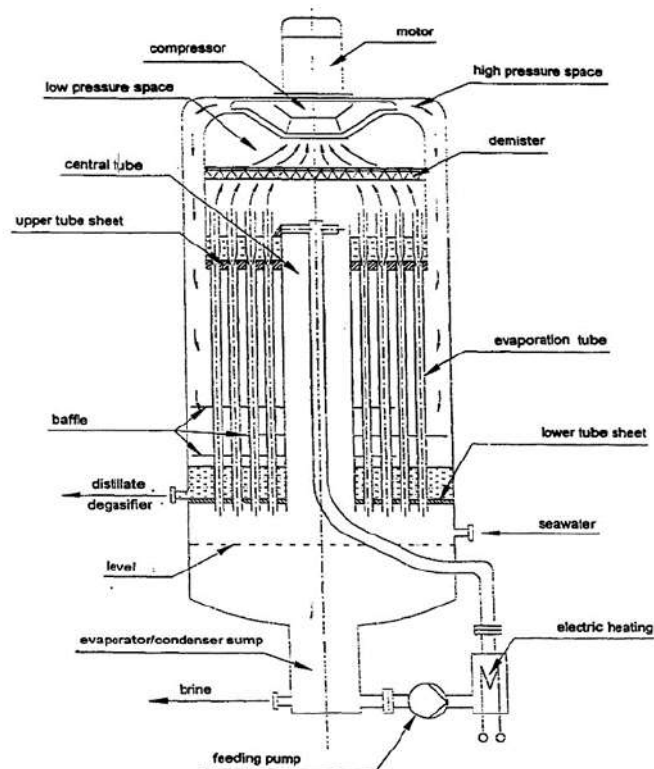
Η εποχιακή περίοδος αιχμής στη ζήτηση νερού ανέρχεται σε 2-2,5 μήνες, γεγονός που συνεπάγεται την χρησιμοποίηση των πλεονασματικών ποσοτήτων νερού για τον περιορισμό των αντλήσεων και την εξοικονόμηση υδατικών πόρων κυρίως του μεταλλικού υδροφορέα Λουτρακίου.

## 5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ

### 5.1. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η μέθοδος παραγωγής πόσιμου νερού με εξάτμιση και επανασυμπύεση ατμών (Mechanical Vapor Compression-MVC ) αποτελεί προσομοίωση της φυσικής διεργασίας του αποκαλούμενου κύκλου του νερού. Συγκεκριμένα πραγματοποιείται μερική απόσταξη του εισερχόμενου στη μονάδα θαλασσινού νερού παράγοντας καθαρό (αποσταγμένο) νερό εξαιρετικά χαμηλής αγωγιμότητας. Το υπόλειμμα (άλμη) είναι θαλασσινό νερό με ελαφρά υψηλότερη συγκέντρωση αλάτων που μπορεί να επαναδιατεθεί στη θάλασσα.

Η εξάτμιση του νερού πραγματοποιείται σε συνθήκες χαμηλής πίεσης (κενού) για την ταπείνωση της θερμοκρασίας προς εξοικονόμηση ενέργειας. Ακολουθεί η επανασυμπύεση και υγροποίηση των υδρατμών στον συμπυκνωτή. Κατά την συμπύκνωσή το μίγμα υδρατμών-σταγονιδίων καθαρού νερού αποδίδει την υπερβάλλουσα θερμότητά του στο εισερχόμενο θαλασσινό νερό μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας. Μέσω της εναλλαγής θερμότητας επιταχύνεται η υγροποίηση των υδρατμών μέσω της ψύξης τους, αυξάνοντας παράλληλα τη θερμοκρασία του εισερχόμενου θαλασσινού νερού πριν την είσοδο στον εξατμιστή μειώνοντας έτσι την απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης. Αντίστοιχη απόδοση της θερμότητας του ρεύματος άλμης προς το εισερχόμενο ανεπεξέργαστο νερό πριν απορριφθεί στην θάλασσα επιτυγχάνεται μέσω ενός δεύτερου εναλλάκτη. Με τον τρόπο αυτό ανακτάται το μέγιστο τεχνικά δυνατό ποσό θερμικής ενέργειας καθιστώντας το σύστημα εξαιρετικά αποδοτικό.



Εικόνα 1 Τυπική διάταξη Εξατμιστή-Συμπυκνωτή μονάδας αφάλατωσης MVC

## 5.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το θαλασσινό νερό αντλείται από την θάλασσα και φιλτράρεται πριν οδηγηθεί σε μία δεξαμενή εξισορρόπησης χωρητικότητας 20 m<sup>3</sup> που περιγράφεται παρακάτω. Στη συνέχεια διέρχεται από δύο πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας, όπου προθερμαίνεται μέσω του εξερχόμενου αποστάγματος και της άλμης.

Το ανεπεξέργαστο νερό πριν την είσοδο στην μονάδα, εμπλουτίζεται με όξινο νερό το οποίο παράγεται με ηλεκτρόλυση του ίδιου θαλασσινού νερού στη μονάδα ηλεκτροδιάλυσης του συστήματος, ώστε να μειωθεί το pH για τον έλεγχο των καθυλάσεων. Η πίεση μειώνεται κοντά στην πίεση εξάτμισης του προθερμασμένου θαλασσινού νερού με τη χρήση αντλίας κενού υγρού δακτυλίου. Τα διαλυμένα στο ανεπεξέργαστο νερό αέρια απομακρύνονται μέσω της αντλίας κενού και οδηγούνται στο περιβάλλον.

Στη συνέχεια, το ανεπεξέργαστο νερό απαλλαγμένο αερίων εισέρχεται στη συνδυασμένη μονάδα εξατμιστή/συμπυκνωτή. Μια αντλία ανακυκλοφορίας κατανέμει το νερό ομοιόμορφα στην είσοδο των κατακόρυφων αυλών εξατμίσης. Αυτό οδηγεί στην δημιουργία μιας ομοιόμορφης λεπτής στρώσης-φιλμ νερού στην εσωτερική επιφάνεια των αυλών. Ο εξατμιστής και ο συμπυκνωτής αποτελούν συνδυασμένη μονάδα, καθώς το ανεπεξέργαστο νερό εξατμίζεται στην εσωτερική επιφάνεια των αυλών που αποτελούν μαζί με την αντλία κενού και τη διάταξη απομάκρυνσης αερίων το κύκλωμα χαμηλής πίεσης της μονάδας. Ο ατμός που προκύπτει οδηγείται στο κύκλωμα υψηλής πίεσης της μονάδας που αποτελείται από τον συμπιεστή και τον χώρο μεταξύ λέβητα και εξωτερικής επιφάνειας των αυλών, όπου οι συμπιεσμένοι και θερμοί ατμοί υγροποιούνται και επικάθονται. Η θερμότητα των υδρατμών και του αποστάγματος μεταφέρεται μέσω του τοιχώματος των αυλών επιταχύνοντας την εξάτμιση ισοδύναμης ποσότητας προθερμασμένου ανεπεξέργαστου νερού.

Δεδομένου ότι η θερμότητα του αποστάγματος ανακτάται πλήρως μέσω του κατακόρυφου συστήματος αυλών, η διαδικασία αφαλάτωσης με μηχανική συμπίεση ατμών είναι μια από τις λιγότερο ενεργοβόρες διαδικασίες αφαλάτωσης. Λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών εξατμίσης (λιγότερο από 85 °C) μια αύξηση της τάσης ατμών μικρότερη από 100 mbar είναι αρκετή για να επιτευχθεί μία διαφορά θερμοκρασίας 3 - 5 K, που υποδηλώνει αποδοτική μεταφορά θερμότητας μέσω των τοιχωμάτων των αυλών. Σε αντίθεση με την άμεση εξάτμιση του νερού, η διαδικασία MVC απαιτεί μόνο το 2-3% της ενέργειας. Όσο μεγαλύτερη είναι η παραγωγή αποστάγματος (καθαρού νερού) τόσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση NaCl του προς απόρριψη ανεπεξέργαστου νερού. Υπό κανονικές συνθήκες η συγκέντρωση δεν είναι μεγαλύτερη από 7 %. Επομένως η άλμη μπορεί να απορρίπτεται στη θάλασσα.

Ο ρυθμός παραγωγής του αποστάγματος εξαρτάται από την ταχύτητα του συμπιεστή και αντίστοιχα από την ισχύ που απαιτείται για τον συμπιεστή και την θερμοκρασία εξάτμισης. Αυτή η τιμή μπορεί να ρυθμιστεί από το σύστημα αυτόματου ελέγχου της μονάδας και μπορεί να μεταβάλλεται συνεχώς ανάλογα με τις συνθήκες δίχως να επηρεάζεται η ποιότητα του παραγόμενου νερού.

## 6. ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ– ΣΥΝΟΔΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Με την προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία του συνολικού προτεινόμενου συστήματος (μονάδα αφαλάτωσης και συνοδος εξοπλισμός) θα ενισχυθεί σημαντικά η προσφορά νέων υδατικών πόρων (ποσοτικά και ποιοτικά) για την Δ.Κ. Ισθμίας με στόχο την επάρκεια και την ποιότητα του παρεχόμενου νερού που με τα σημερινά δεδομένα παροχής-ζήτησης δεν είναι εξασφαλισμένη.

Εκτός από τη βασική μονάδα αφαλάτωσης που αποτελεί compact κατασκευή και τοποθετείται εντός κατακόρυφου «πύργου» διαστάσεων τυπικού container 40' (2900 x 2440 x 12200 mm), τα μεταλλικά μέρη του οποίου θα επεξεργαστούν με γαλβάνισμα βαρέως τύπου (ο σκελετός εν θερμώ), το όλο σύστημα περιλαμβάνει τον ακόλουθο συνοδό εξοπλισμό:

### Σύστημα αυτοματισμού

Το σύστημα θα ενσωματωθεί πλήρως στο υφιστάμενο σύστημα τηλεμετρίας και αυτοματισμού και θα παρέχει τα σχετικά λειτουργικά στοιχεία της μονάδας στο σύνολο των ολοκληρωμένων λογισμικών διαχείρισης κατανάλωσης στον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (ΚΣΕ) στα γραφεία της Δ.Ε.Υ.Α.Λ-ΑΓ.Θ. Θα αποτελέσει έναν από τους Τοπικούς Σταθμούς Ελέγχου (ΤΣΕ) με τα χαρακτηριστικά της αμφίδρομης επικοινωνίας των ΤΣΕ με τον ΚΣΕ.

Θα εξασφαλίζεται:

- Ο απομακρυσμένος έλεγχος και παρακολούθηση του ΤΣΕ της μονάδας από τον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (ΚΣΕ).
- Η καταγραφή των σημαντικών λειτουργικών παραμέτρων του εξοπλισμού, στον ΚΣΕ και η εξαγωγή στατιστικών αναφορών.
- Η συνεχής αυτοματοποιημένη παρακολούθηση της παροχής-κατανάλωσης, λειτουργίας των κινητήρων κλπ, με στόχο την επίτευξη αποδοτικής λειτουργίας της μονάδας.
- Η δόμηση λειτουργίας του ΤΣΕ με βάση τις αρχές για μείωση των διαρροών, σύγκλιση του υδατικού ισοζυγίου και ο εντοπισμού των διαρροών .

Οι επιμέρους λειτουργικές και ποιοτικές απαιτήσεις του συστήματος αυτοματισμού περιγράφονται στο τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών.

### Λοιπές Η/Μ εγκαταστάσεις

Περιλαμβάνονται όλες οι εγκαταστάσεις και εξοπλισμός για την τροφοδοσία της μονάδας με ανεπεξέργαστο νερό, την διάθεση του καθαρού νερού στο εσωτερικό υδρευτικό δίκτυο της ΔΕΥΑ καθώς και την προσωρινή αποθήκευση του ανεπεξέργαστου και του καθαρού νερού. Ο βασικότερος Η/Μ εξοπλισμός είναι:

- Δύο οριζόντια αντλητικά συγκροτήματα (το ένα εφεδρικό) για την άντληση του ανεπεξέργαστου νερού με μονοβάθμιες φυγοκεντρικές αντλίες ονομαστικής παροχής 47 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικού ύψους 22,3 mΣΥ, όπως προέκυψε από τους υπολογισμούς.



- Δύο κατακόρυφα επιφανειακά αντλητικά συγκροτήματα (το ένα εφεδρικό) για την μεταφορά του καθαρού νερού από τη θέση της μονάδας στην δεξαμενή ύδρευσης Άρη-Κάβου, με πολυβάθμιες ανοξείδωτες αντλίες ονομαστικής παροχής 20 m<sup>3</sup>/h και μανομετρικού ύψους 194 mΣΥ, όπως προέκυψε από τους υπολογισμούς.
- Δύο προκατασκευασμένες μεταλλικές κυλινδρικές δεξαμενές βαρέως τύπου χωρητικότητας 20 και 200 m<sup>3</sup> αντίστοιχα, σε βάση οπλισμένου σκυροδέματος πάχους 0,20 m και διαμέτρου 2,00 m μεγαλύτερης της διαμέτρου της εκάστοτε δεξαμενής. Η μικρή δεξαμενή θα λειτουργεί ως δεξαμενή εξισορρόπησης του ακατέργαστου νερού και η μεγάλη ως δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης του καθαρού νερού, όπου θα πραγματοποιείται η ανάμιξη με το νερό του δικτύου ύδρευσης της ΔΕΥΑ για τη ρύθμιση της αγωγιμότητας. Το πλευρικό πλαίσιο των δεξαμενών θα είναι κατασκευασμένο από συναρμολογούμενα, επίπεδα μεταλλικά ελάσματα γαλβανισμένου εν θερμώ χάλυβα επικάλυψης Z400 κατά EN ISO1461 πάχους 4,00 mm κατ' ελάχιστο. Στο εσωτερικό θα τοποθετηθεί αρχικώς υπόστρωμα από γεωφάσμα ελάχιστου βάρους 270gr/m<sup>2</sup>, και στην συνέχεια θερμοπλαστική μεμβράνη στεγανοποίησης από PVC με πιστοποίηση καταλληλότητας για την επαφή με πόσιμο νερό, πάχους τουλάχιστον 1,20 mm, με ενίσχυση στο εσωτερικό της με πλέγμα ινών πολυεστέρα ή ινών υάλου. Η σκεπή θα έχει ικανή κλίση και θα αποτελείται από τον σκελετό της σκεπής, ο οποίος θα είναι κατασκευασμένος από αλουμίνιο ή άλλο ισοδύναμο υλικό και από το κάλυμμα της σκεπής, το οποίο θα είναι κατασκευασμένο από επίπεδα ελάσματα χάλυβα με επικάλυψη αλουμινίου ή και μαγνησίου (ή άλλου ισοδύναμου υλικού).
- Το πλήρες υδραυλικό δίκτυο αναρρόφησης και κατάθλιψης των αντλητικών συγκροτημάτων ανεπεξέργαστου νερού από σωλήνες πολυαιθυλενίου 3<sup>ης</sup> γενιάς ονομαστικής διαμέτρου Φ110 και ονομαστικής πίεσης PN16, με όλα τα κατάλληλα εξαρτήματα PE και τα όργανα ελέγχου και διακοπής (δικλείδες, βαλβίδες αντεπιστροφής, ελέγχου στάθμης και εξαερισμού κλπ).
- Το πλήρες υδραυλικό δίκτυο αναρρόφησης και κατάθλιψης των αντλητικών συγκροτημάτων διάθεσης καθαρού νερού στο δίκτυο από σωλήνες πολυαιθυλενίου 3<sup>ης</sup> γενιάς ονομαστικής διαμέτρου Φ110 και ονομαστικής πίεσης PN16, με όλα τα κατάλληλα εξαρτήματα PE και τα όργανα ελέγχου και διακοπής (δικλείδες, βαλβίδες αντεπιστροφής, ελέγχου στάθμης και εξαερισμού κλπ), όπου περιλαμβάνεται και η υδραυλική διάταξη πλήρωσης της Δεξαμενής Άρη-Κάβου.
- Το πλήρες ηλεκτρικό δίκτυο κίνησης και αυτοματισμού λειτουργίας του ανωτέρω εξοπλισμού. Οι πίνακες κίνησης και αυτοματισμού τοποθετούνται εντός τυπικού container 40' με κλιματισμό. Στον ίδιο χώρο θα τοποθετηθεί και η μονάδα ηλεκτροδιάλυσης-ρύθμισης του PH, καθώς και η διάταξη in-line ελέγχου της ποιότητας του παραγόμενου νερού. Σε δεύτερο τυπικό κλιματιζόμενο container 40' θα τοποθετηθεί η μονάδα αποθήκευσης ενέργειας της εγκατάστασης που περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο.

## Μονάδα αποθήκευσης ενέργειας

Η μονάδα αφαλάτωσης με απόσταξη έχει ένα μοναδικό πλεονέκτημα που την καθιστά ιδανική για τον συνδυασμό της με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Όπως είναι γνωστό, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δεν έχουν σταθερή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το μειονέκτημα αυτό αντισταθμίζεται πλήρως στην περίπτωση της μονάδας αφαλάτωσης με εξάτμιση-επανασυμπύεση ατμών, αφού αφενός όλοι οι ηλεκτροκινητήρες ελέγχονται από inverters, αφετέρου δε η διεργασία που περιγράφηκε διενεργείται σε αυξομειούμενες παροχές αντίστοιχες της διαθέσιμης ηλεκτρικής ισχύος από τις ΑΠΕ .

Οι μονάδα αφαλάτωσης Ισθμίας προβλέπεται να τροφοδοτείται ηλεκτρικά από φωτοβολταϊκό πάρκο εγκατεστημένης ισχύος 400kWp, η προμήθεια εγκατάσταση & θέση σε λειτουργία του οποίου αποτελεί αντικείμενο του υποέργου 2 της παρούσας Πράξης.

Δεδομένου ότι η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών γεννητριών είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη για την λειτουργία της μονάδας προκύπτει μία περίσσεια ενέργειας η οποία θα αποθηκεύεται σε συστοιχία συσσωρευτών βαθιάς εκφόρτισης έτσι ώστε να η μονάδα να μπορεί λειτουργεί στο 100% της δυναμικότητας της κατά τα διαστήματα της ημέρας που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια, καθώς και να παρατείνεται η λειτουργία της μονάδας κατά τις 2-3 πρώτες νυκτερινές ώρες τη θερινή περίοδο, οπότε συνεχίζει να υφίσταται αυξημένη ζήτηση νερού.

Η μονάδα αποθήκευσης ενέργειας για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών προκύπτει ικανότητας αποθήκευσης 1.000 KWh. Θα αποτελείται από συσσωρευτές βαθιάς εκφόρτισης οξέως-μολύβδου, μηδενικής απαίτησης συντήρησης κατάλληλες για αποθήκευση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Δεδομένου ότι η τάση λειτουργίας της μονάδας είναι 380Volt, θα χρησιμοποιηθεί inverter ο οποίος θα μετατρέπει την τάση των 48V DC των μπαταριών σε 380V AC, για αποθηκευτική ισχύ 1.000 KWh, η μονάδα αποθήκευσης προκύπτει 20.833 Ah.

Επιλέγοντας στοιχεία μπαταρίας των 2V, χωρητικότητας 5000 Ah έκαστης συστοιχίας, τύπου OPzV 4535. Για τα 48V απαιτούνται συστοιχίες 24 στοιχείων του ανωτέρω τύπου και το κάθε στοιχείο καταλαμβάνει όγκο 0,58x0,21x0,78 m. Η επιφάνεια κάθε συστοιχίας είναι 2,88 m<sup>2</sup> (0,12 m<sup>2</sup> X 24 στοιχεία ).

Για τα 20.833Ah απαιτούνται 5 συστοιχίες των 5000Ah οι οποίες καταλαμβάνουν συνολική επιφάνεια 14,4 m<sup>2</sup> και καλύπτουν την μισή επιφάνεια ενός τυπικού εμπορευματοκιβωτίου των 40' (12mX2,35mX2,39m: εσωτερικές διαστάσεις), εξασφαλίζοντας έτσι χώρο για την μελλοντική επέκταση της μονάδας αποθήκευσης ώστε να καλύπτεται η ενεργειακή απαίτηση της μονάδας αφαλάτωσης καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας.

## 7. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ

Η προτεινόμενη μέθοδος αφαλάτωσης ανταποκρίνεται πλήρως στις ιδιαίτερες απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά της περιοχής εξυπηρέτησης:

- Η μέθοδος MVC αποτελεί φυσική διεργασία που συνεπάγεται τη δυνατότητα λειτουργίας σε συνεχώς μεταβαλλόμενη δυναμικότητα χωρίς την αναγκαιότητα πρόσθετων ρυθμίσεων, καθώς βασίζεται αποκλειστικά στις φυσικοχημικές ιδιότητες του νερού (θερμοχωρητικότητα, θερμική αγωγιμότητα, τάση ατμών κλπ), παράγοντας σταθερής ποιότητας νερό.

Το πλεονέκτημα αυτό της μεθόδου επιτρέπει την απευθείας ηλεκτρική τροφοδότηση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι οποίες δεν εξασφαλίζουν σταθερή παροχή ενέργειας. Στην παρούσα περίπτωση π.χ. η λειτουργία σε συνθήκες μειωμένης ηλιοφάνειας που συνεπάγονται μειωμένη ηλεκτρική ενέργεια, οδηγούν απλώς σε εξάτμιση-συμπύκνωση μειωμένων ποσοτήτων νερού προσαρμόζοντας με φυσικό τρόπο την απόδοση της μονάδας χωρίς να παρατηρείται διακύμανση στην ποιότητα του παραγόμενου νερού.

Αντιθέτως μέθοδοι όπως η αντίστροφη ώσμωση απαιτούν σταθερά υψηλή πίεση για την σωστή λειτουργία των μεμβρανών προκειμένου να παραχθεί αποδεκτή ποιότητα παραγόμενου νερού, με αποτέλεσμα να επιβάλλεται η διακοπτόμενη λειτουργία τους σε πλήρη ισχύ. Ωστόσο αυτό δημιουργεί διακυμάνσεις στην ποιότητα του παραγόμενου νερού καθώς απαιτείται κάποιος χρόνος μετά την επανεκκίνηση της μονάδας μέχρι τη σταθεροποίηση της, κατά τον οποίο το παραγόμενο νερό δεν είναι κατάλληλο για ύδρευση.

- Η προτεινόμενη μονάδα MVC αποτελεί ιδανική λύση σε περιπτώσεις περιοχών με έντονες εποχιακές διακυμάνσεις στη ζήτηση νερού όπως η Δ.Κ. Ισθμίας, ο οικιστικός χαρακτήρας των εκτός σχεδίου περιοχών της οποίας είναι κατά συντριπτικό ποσοστό παραθεριστικός. Η μονάδα δεν περιλαμβάνει κανένα υποσύστημα που να απαιτεί ειδικές εργασίες συντήρησης κατά τη διακοπή λειτουργίας ούτε οποιαδήποτε προετοιμασία κατά την επανεκκίνηση ακόμη και στην περίπτωση παρέλευσης μηνών. Ο λέβητας εξάτμισης-συμπύκνωσης λόγω της κάθετης διάταξης παραμένει κενός αποτρέποντας ακόμη και τις επικαθήσεις αλάτων κατά τη στάση της μονάδας. Κατά τα λοιπά απαιτείται μόνο ο συνήθης έλεγχος των κινητήρων και των αντλιών της μονάδας.

Αντίθετα οι οδηγίες συντήρησης των μεμβρανών επιβάλλουν πλήρωση με διάλυμα συντήρησης για διακοπή λειτουργίας για περισσότερο από 24 ώρες και περιοδικό έλεγχο του διαλύματος για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα στις μονάδες αντίστροφης ώσμωσης. Επιπλέον κάθε επανεκκίνηση απαιτεί προηγούμενο καθαρισμό των μεμβρανών με απόρριψη του παραγόμενου νερού καθώς δεν είναι κατάλληλο για ύδρευση.

- Η μέθοδος MVC δεν απαιτεί την προσθήκη χημικών στο προς επεξεργασία νερό όπως χλώριο, μεταδιθειώδες νάτριο, κροκιδωτικό και αντικαθαλωτικό που χρησιμοποιούνται σε άλλες μεθόδους όπου η απόδοση διαχωρισμού είναι 99-99,8% (για καινούριες μονάδες) με αποτέλεσμα την έστω και μικρή επιβάρυνση του καθαρού νερού με χημικά. Επιπλέον στη μέθοδο MVC το ρεύμα του συμπυκνώματος που επιστρέφεται στην θάλασσα δεν περιέχει βλαβερά για το περιβάλλον χημικά.

- Οι μονάδες MVC δεν έχουν αναλώσιμα μεγάλου κόστους όπως οι μεμβράνες το οποίο επιβαρύνει το φορέα λειτουργίας, ενώ δεν ανακυκλώνονται. Η συντήρηση της μονάδας περιορίζεται σε απλές τυπικές διαδικασίες του Η/Μ εξοπλισμού (αντλιών, κινητήρων κλπ) όπως λίπανση, αντικατάσταση ρουλεμάν κλπ, με τις οποίες το τεχνικό προσωπικό της ΔΕΥΑ είναι απολύτως εξοικειωμένο.
- Η παραγωγή πόσιμου νερού με εξάτμιση και επανασυμπύεση ατμών αποτελεί δοκιμασμένη επί σειρά ετών τεχνολογία η οποία εξασφάλισε πόσιμο νερό σε σημαντικές ποσότητες σε χώρες της μέσης ανατολής εδώ και δεκαετίες.
- Οποιαδήποτε ποιοτική επιβάρυνση-ρύπανση στο ανεπεξέργαστο νερό δεν μεταφέρεται στο παραγόμενο καθαρό νερό το οποίο λαμβάνεται με εξάτμιση σε χαμηλές θερμοκρασίες, εγκαταλείποντας τυχόν βαρέα μέταλλα και χημικές ενώσεις στο ρεύμα της άλμης.

## 8. ΕΚΘΕΣΗ ΑΥΤΟΨΙΑΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

Η έκταση στην οποία θα εγκατασταθεί η μονάδα απεικονίζεται στις σχετικές οριζοντιογραφίες που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη και παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα που συντείνουν τόσο στην ευχέρεια υλοποίησης όσο και λειτουργίας χωρίς περιβαλλοντικές οχλήσεις για τους παρακάτω λόγους:

Η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης στα Ίσθμια είναι πλησίον της θάλασσας περιορίζοντας στο ελάχιστο το κόστος τροφοδότησης της μονάδας με ακατέργαστο νερό και την απόρριψη του συμπυκνώματος (άλμης) στη θάλασσα.

Η μονάδα χωροθετείται στο σύνολο της σε κοινόχρηστο χώρο στη μελλοντική επέκταση του σχεδίου πόλης Ισθμίων, σε έκταση χωρίς βλάστηση πλησίον του νέου γηπέδου ποδοσφαίρου Ισθμίας. Με φύτευση σε τμήμα της περιμέτρου του χώρου εγκατάστασης αποκλείεται παντελώς η οπτική επαφή με τη μονάδα. Η παρακείμενη ακτογραμμή είναι βραχύδης με έντονη κλίση του εδάφους αποκλείοντας με φυσικό τρόπο τόσο τη χερσαία όσο και τη θαλάσσια πρόσβαση χωρίς την αναγκαιότητα πρόσθετων παρεμβάσεων.

Το υδρευτικό δίκτυο της ΔΕΥΑ βρίσκεται δίπλα στη θέση εγκατάστασης παρέχοντας νερό υψηλής ποιότητας (μεταλλικό νερό Λουτρακίου), εκμηδενίζοντας το κόστος ανάμειξης του παραγόμενου αποσταγμένου νερού προς βελτίωση της αγωγιμότητας πριν τη διάθεση του προς κατανάλωση. Το τροφοδοτικό δίκτυο ύδρευσης απέχει από τη θέση μόλις 350 μέτρα περιορίζοντας το κόστος διάθεσης του νερού για κατανάλωση στην κατασκευή δικτύου αντίστοιχου μήκους και σύνδεση με το υφιστάμενο, επιτρέποντας έτσι τη μεταφορά του νερού στη Δεξαμενή Άρη-Κάβου.

Οι περιοχή λόγω του παραθεριστικού χαρακτήρα της παρουσιάζει έντονη διακύμανση του πληθυσμού τη θερινή περίοδο, ακόμη και κατά την διάρκεια των Σαββατοκύριακων και αργιών κατά το χειμώνα. Η συνθήκη αυτή καθιστά ιδανική την χρήση της τεχνολογίας MVC η οποία μπορεί να χρησιμοποιείται κατ' ανάγκη όποτε απαιτείται χωρίς καμία ιδιαίτερη φροντίδα.

Τέλος πλησίον της θέσης εγκατάστασης υπάρχουν επαρκείς κοινόχρηστες δημοτικές εκτάσεις για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών τα οποία θα καλύψουν πλήρως τις ενεργειακές ανάγκες της μονάδας ενώ ταυτόχρονα θα προσφέρουν καλυμμένους χώρους στάθμευσης για τις ανάγκες του γηπέδου.

## 9. ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ/ ΜΗ ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

### Εργασίες που συμπεριλαμβάνονται

Στη συγκεκριμένη προμήθεια/ εγκατάσταση, περιλαμβάνονται οι παρακάτω εργασίες όπως αυτές αναλυτικά περιγράφονται στην παρούσα και στις προδιαγραφές της μελέτης:

- Λεπτομερής σχεδίαση όλου του συστήματος, υπολογισμός δυναμικότητας, διαστάσεις, μελέτη εφαρμογής (στατικός, δυναμικός υπολογισμός κλπ)
- Κατασκευή βάσεων έδρασης του εξοπλισμού
- Προμήθεια και εγκατάσταση της μονάδας αφαλάτωσης και του συνοδού εξοπλισμού
- Προμήθεια και εγκατάσταση του ηλεκτρονικού εξοπλισμού και των λογισμικών της μονάδας
- Κατασκευή των υδραυλικών δικτύων τροφοδοσίας της μονάδας, διάθεσης καθαρού νερού στο δίκτυο και απόρριψης του συμπυκνώματος.
- Πλήρης ηλεκτρική διασύνδεση της μονάδας. Δίκτυα ισχυρών ρευμάτων (κίνησης) και ασθενών ρευμάτων (αυτοματισμού). Σύνδεση με τον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου της ΔΕΥΑ.
- Εργοστασιακές δοκιμές αποδοχής και δοκιμές αποδοχής επί τόπου του έργου
- Δοκιμές ολοκλήρωσης των εργασιών αντοχής υλικών και παράδοσης του συστήματος
- Παράδοση σχεδίων «ως κατασκευάσθη» (as built)
- Παράδοση εγχειριδίων λειτουργίας και συντήρησης
- Παράδοση πλήρους τεκμηρίωσης των εγκαταστάσεων
- Εκπαίδευση του προσωπικού της Τεχνικής Υπηρεσίας της ΔΕΥΑ, στις λειτουργίες, την υποστήριξη και τη συντήρηση του συστήματος
- Δοκιμαστική λειτουργία του συστήματος
- Εγγύηση καλής λειτουργίας

### Εργασίες που δεν συμπεριλαμβάνονται

Στη συγκεκριμένη προμήθεια/ εγκατάσταση, δεν περιλαμβάνονται οι παρακάτω εργασίες οι οποίες είναι αρμοδιότητα της ΔΕΥΑΛ-ΑΓ.Θ. και οι οποίες θα πραγματοποιηθούν σε συνεννόηση με τον ανάδοχο:

- Προμήθεια συμβολαίου με εταιρεία παροχής υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας για τις κάρτες SIM εξοπλισμού σε περίπτωση που η επικοινωνία γίνεται μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας (ο Ανάδοχος θα παρέχει τις συμβουλευτικές του υπηρεσίες για το είδος του συμβολαίου).
- Λήψη αδειών από υπηρεσίες Δήμου (π.χ. Πολεοδομία) για εγκατάσταση του επικοινωνιακού εξοπλισμού.
- Λήψη ειδικών αδειών για διακοπή κυκλοφορίας κατά την κατασκευή των δικτύων κλπ.
- Ενημέρωση των καταναλωτών για την διακοπή υδροδότησης κατά την διάρκεια υλοποίησης των υδραυλικών εγκαταστάσεων.

ΛΟΥΤΡΑΚΙ, ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2022  
ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ-ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ  
ΛΟΥΤΡΑΚΙ, 31/08/2022  
**Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ Τ.Υ.**

ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ  
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕ

ΤΑΣΟΣ Κ. ΜΑΣΤΡΑΝΤΩΝΑΚΗΣ  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕ

ΑΣΗΜΙΝΑ ΜΠΙΤΖΙΝΗ  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕ

ΝΙΚΟΛΕΤΑ ΓΕΡΟΥ  
ΧΗΜΙΚΟΣ ΠΕ