
**ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ-ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΚΟΡΙΝΘΟΥ**

**ΜΕΛΕΤΗ
«ΕΡΓΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΑΣΣΟΥ-
ΛΕΧΑΙΟΥ-ΒΟΧΑΣ»**

ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2023

1. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ – ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ

1.1 Αντικείμενο

Το παρόν κεφάλαιο έχει ως αντικείμενο την αναθεώρηση - λόγω τροποποίησης των παροχών - του Η/Μ εξοπλισμού των αντλιοστασίων αποχέτευσης Α1 έως Α6 της εγκεκριμένης μελέτης «Αποχέτευση και βιολογικός καθαρισμός Α.Σ. Βόχας» που συντάχθηκε τον Μάρτιο 2011 από το Γραφείο Δημήτρη Γουλιάμου και περιλαμβάνει ως τμήμα Β1 την «Οριστική μελέτη δικτύων ακαθάρτων».

Η αλλαγή των παροχών έχει προκαλέσει και αλλαγή των διαμέτρων των καταθλιπτικών αγωγών των αντλιοστασίων, αλλά όχι και της όδευσης αυτών, ούτως ώστε τα μήκη και οι μηκοτομές των καταθλιπτικών αγωγών να παραμένουν εκείνα της αρχικής εγκεκριμένης μελέτης. Αμετάβλητα παραμένουν επίσης τα κτίρια των αντλιοστασίων και αυτό συνεπάγεται ότι και ο αριθμός των αντλητικών συγκροτημάτων κάθε αντλιοστασίου δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερος εκείνου που προβλέπεται στην ως άνω μελέτη.

Επομένως η παρούσα μελέτη αφορά ουσιαστικά στον υπολογισμό των χαρακτηριστικών των νέων αντλητικών συγκροτημάτων, καθώς και του Η/Μ εξοπλισμού που επηρεάζεται από την αλλαγή των συγκροτημάτων αυτών.

1.2 Χρησιμοποιηθέντα στοιχεία

Τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν στην παρούσα μελέτη κατά συνέπεια είναι τα ακόλουθα:

- Οι νέες παροχές οι οποίες δόθηκαν από την Υπηρεσία.
- Οι νέες διαμέτροι των καταθλιπτικών αγωγών οι οποίες δόθηκαν από την Υπηρεσία.
- Οι μηκοτομές των καταθλιπτικών αγωγών που περιλαμβάνονται στην εγκεκριμένη μελέτη.
- Τα κτίρια των αντλιοστασίων από τα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης, στα οποία προβλέπονται μικρές τροποποιήσεις, απαραίτητες για να προσαρμοσθούν τα κτίρια στον νέο εξοπλισμό και οι οποίες δεν επηρεάζουν τη συνολική μορφή του οικοδομήματος.

1.3 Βασικά χαρακτηριστικά αντλιοστασίων

Στον Πίνακα 1 περιλαμβάνονται τα βασικά χαρακτηριστικά των αντλιοστασίων, όπου όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, οι παροχές των αντλιοστασίων και οι διάμετροι των καταθλιπτικών αγωγών έχουν προκύψει από τους νέους υδραυλικούς υπολογισμούς, ενώ η στάθμη του άξονα των καταθλιπτικών αγωγών έξω από το αντλιοστάσιο και στην εκροή, καθώς και τα μήκη αυτών έχουν ληφθεί από τις μηκοτομές της εγκεκριμένης μελέτης (Μελέτη Γουλιάμου).

Ομοίως, η ανώτατη επιτρεπόμενη στάθμη λυμάτων στα αντλιοστάσια έχει ληφθεί από τα σχέδια της αυτής μελέτης. Σημειώνουμε εδώ ότι η ανώτατη στάθμη λυμάτων στον θάλαμο των αντλίων του Πίνακα 1 καθορίζεται στην εγκεκριμένη μελέτη κατά 0,10 m χαμηλότερα από την αμετακίνητη στάθμη του πυθμένα του σωλήνα εισροής στον θάλαμο λυμάτων του αντλιοστασίου.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της προβλεπόμενης παροχής της 20ετίας και εκείνης της 40ετίας. Είναι προφανές ότι οι δίδυμοι καταθλιπτικοί αγωγοί των αντλιοστασίων πρέπει να τοποθετηθούν εξ αρχής για την κάλυψη των τελικών παροχών της 40ετίας. Αντίθετα, για τον Η/Μ εξοπλισμό κάθε αντλιοστασίου πρέπει να μελετηθεί ο τελικός εξοπλισμός που απαιτείται για να καλύψει τις ανάγκες παροχών της 40ετίας, αλλά μπορεί να εγκατασταθεί τώρα μόνο το τμήμα εκείνο που είναι απαραίτητο για την λειτουργία κατά την πρώτη 20ετία, δεδομένου ότι μετά την πάροδο 20 ετών αφενός οι συνθήκες μπορεί να έχουν σημαντικά αποκλίνει από τις προβλέψεις και να απαιτείται τροποποίηση του εξοπλισμού και αφετέρου είναι πολύ πιθανό μέρος του εξοπλισμού και δη τα αντλητικά συγκροτήματα να έχει υποστεί σημαντική φθορά από τη χρήση και να χρειάζεται αντικατάσταση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1							
ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Συνολική παροχή αντλιοστασίου							
20ετίας	l/s	13,00	55,30	111,40	53,70	27,20	25,10
40ετίας	l/s	20,00	86,60	177,20	85,10	43,00	40,00
20ετίας	m ³ /h	47	199	401	193	98	90
40ετίας	m ³ /h	72	312	638	306	155	144
Καταθλιπτικοί αγωγοί ονομαστικής πίεσης PN10							
Αριθμός Χ Ονομαστική διάμετρος DN		2X160	2X280	2X400	2X280	2X200	2X225
Μήκος L	m	1.583	1.454	1.291	900	1.618	3.117
Πάχος σωλήνα e	mm	9,5	16,6	23,7	16,6	11,9	13,4
Εσωτερική διάμετρος σωλήνα d	mm	141,0	246,8	352,6	246,8	176,2	198,2
Διατομή σωλήνα F	m ²	0,0156	0,0478	0,0976	0,0478	0,0244	0,0308
Στάθμη άξονα αγωγού καταθλιπτικού αγωγού							
στο φρεάτιο εκροής		+0,09	+0,06	+8,50	+1,77	+0,10	+11,47
στην έξοδο αντλιοστασίου		-0,76	-0,65	-0,57	0,00	-0,99	8,06
Στάθμες στο αντλιοστάσιο							
Στάθμη εδάφους		+1,15	+1,38	+1,20	+1,45	+1,00	+9,50
Ανώτατη στάθμη λυμάτων		-2,52	-2,20	-2,62	-2,58	-2,61	+4,16
Στάθμη πυθμένα θαλάμου λυμάτων		-3,62	-3,80	-6,02	-4,38	-4,21	+2,56

1.4 Αριθμός και ονομαστική παροχή αντλητικών συγκροτημάτων

Δεδομένου ότι τα κτίρια των αντλιοστασίων παραμένουν όπως προβλέπονται στην εγκεκριμένη μελέτη, ο μέγιστος αριθμός των αντλητικών συγκροτημάτων που μπορεί να εγκατασταθεί σε κάθε αντλιοστάσιο είναι καθορισμένος εκ των προτέρων από την μελέτη αυτή και αναγράφεται στον Πίνακα 2, ενώ σε όλα τα αντλιοστάσια προβλέπεται και ένα εφεδρικό αντλητικό συγκρότημα.

Μία πρώτη παρατήρηση που απορρέει από τον Πίνακα 2 είναι ότι στην εγκεκριμένη μελέτη υπάρχει μία ανομοιομορφία στην επιλογή του αριθμού των αντλητικών συγκροτημάτων. Στο αντλιοστάσιο A3 με συνολική παροχή 40ετίας 638 m³/h τοποθετούνται 2+1 αντλίες, ενώ στα αντλιοστάσια A5 και A6 με παροχή 40ετίας 155 m³/h και 144 m³/h αντίστοιχα προβλέπονται 3+1 αντλίες.

Η επιλογή 2+1 αντλιών στο αντλιοστάσιο A3 επιβάλλεται από την απαίτηση διατήρησης των κτιρίων των αντλιοστασίων όπως έχουν σχεδιασθεί στην εγκεκριμένη μελέτη.

Αντίθετα στα αντλιοστάσια A5 και A6 δικαιολογείται η επιλογή 2 μεγαλύτερων κυρίων αντλιών αντί για 3 μικρότερες, δεδομένου ότι οι μεγαλύτερες αντλίες έχουν καλύτερο βαθμό απόδοσης και επιτρέπουν την διέλευση στερεού μεγαλύτερης διαμέτρου.

Πέραν αυτού είναι εύκολο να διαπιστώσει κανείς ότι εάν τοποθετηθούν 3 κύριες αντλίες κατά την λειτουργία μίας μόνο αντλίας εμφανίζονται στους καταθλιπτικούς αγωγούς ταχύτητες απαγορευτικά χαμηλές. Κατόπιν αυτού επιλέγουμε την τοποθέτηση 2+1 αντλητικών συγκροτημάτων σε όλα τα αντλιοστάσια για την κάλυψη των αναγκών της 40ετίας.

Στον αυτό Πίνακα 2 υπολογίζουμε την ονομαστική παροχή των αντλιών έτσι ώστε να καλύπτουν την απαιτούμενη τελική παροχή της 40ετίας και με βάση αυτή την ονομαστική παροχή καταλήγουμε στον αριθμό αντλιών που απαιτούνται για κάλυψη της παροχής της 20ετίας.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 2 σε όλα τα αντλιοστάσια θα πρέπει να εγκατασταθούν στην παρούσα φάση όλες οι αντλίες δεδομένου ότι μία κύρια αντλία δεν καλύπτει την παροχή της 20ετίας. Συνεπώς, **σε όλα τα αντλιοστάσια θα εγκατασταθεί τελικά εξ αρχής το σύνολο του Η/Μ εξοπλισμού.**

ΠΙΝΑΚΑΣ 2							
ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Συνολική παροχή αντλιοστασίου							
20ετίας	m ³ /h	47	199	401	193	98	90
40ετίας	m ³ /h	72	312	638	306	155	144
Συνολικός αριθμός αντλιών εγκεκριμένης μελέτης		2+1	2+1	2+1	2+1	3+1	3+1
Επιλεγόμενος αριθμός αντλιών 40ετίας		2+1	2+1	2+1	2+1	2+1	2+1
Παροχή αντλιών για κάλυψη 40ετίας	m ³ /h	36	156	319	153	78	72
Απαιτούμενος αριθμός αντλιών για κάλυψη 20ετίας		1,30	1,28	1,26	1,26	1,26	1,26
Επιλεγόμενος αριθμός αντλιών 20ετίας		2+1	2+1	2+1	2+1	2+1	2+1
Ονομαστική παροχή αντλιών	m ³ /h	36	156	319	153	78	72

1.5 Έλεγχος θαλάμου λυμάτων

Ο όγκος του θαλάμου λυμάτων καθορίζεται από τον μέγιστο επιτρεπόμενο αριθμό εκκινήσεων των αντλιών. Στην προκειμένη περίπτωση το μέγεθος του θαλάμου όλων των αντλιοστασίων είναι δεδομένο και συνεπώς προβαίνουμε αρχικά στον Πίνακα 3 σε έναν έλεγχο επάρκειας του θαλάμου.

Ο απαιτούμενος θεωρητικός όγκος για την ρύθμιση της λειτουργίας των αντλιών, όταν θεωρήσουμε κυκλική εναλλαγή της λειτουργίας αυτών, δίνεται από την σχέση :

$$V = Q / 4 * z * v \quad m^3$$

Όπου:

Q = η παροχή κάθε αντλίας σε m³/h

v = ο αριθμός των αντλιών περιλαμβανομένης της εφεδρικής

z = ο επιθυμητός αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα κάθε αντλίας.

Θεωρούμε λειτουργία 2 αντλιών σε κυκλική εναλλαγή για να καλύψουμε και την περίπτωση βλάβης μίας αντλίας, ήτοι v = 2. Επίσης, για πιο άνετη λειτουργία των αντλιών θεωρούμε μόνο 6 εκκινήσεις κάθε αντλίας την ώρα, ενώ τα υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα του υπόψη μεγέθους μπορούν να εκτελούν περισσότερες από 10 εκκινήσεις την ώρα.

Με βάση αυτή τη σχέση υπολογίζουμε στον Πίνακα 3 τον ελάχιστο απαιτούμενο όγκο ρύθμισης του θαλάμου V. Με δεδομένες τις διαστάσεις κάτοψης κάθε θαλάμου από τα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης, όπως αναγράφονται στον Πίνακα 3, υπολογίζουμε το ελάχιστο απαιτούμενο ύψος του ρυθμιστικού όγκου H και στη συνέχεια στρογγυλοποιούμε το τελικό ύψος ρυθμιστικού όγκου h σε λίγο μεγαλύτερες τιμές, αλλά πάντως όχι μικρότερες των 0,20 m. Το τελικά επιλεγόμενο ύψος h του ρυθμιστικού όγκου, ο αντίστοιχος ρυθμιστικός όγκος, καθώς και ο αντίστοιχος αριθμός εκκινήσεων z τόσο για λειτουργία 2 αντλιών (βλάβη μίας αντλίας), όσο και για λειτουργία 3 αντλιών αναγράφονται στον Πίνακα 3.

Ακολουθώντας στον Πίνακα 4 με βάση τον πυθμένα του θαλάμου λυμάτων σε κάθε αντλιοστάσιο, το υψόμετρο του οποίου έχει ληφθεί από τα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης και αναγράφεται και στον Πίνακα 1 με τα δεδομένα κάθε αντλιοστασίου, καθορίζουμε τις στάθμες λειτουργίας στον θάλαμο των αντλιών. Για κάθε αντλία υπάρχει μία στάθμη εκκίνησης Εν στο επάνω μέρος του θαλάμου και μία στάθμη στάσης Σν χαμηλότερα μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται ο ρυθμιστικός όγκος V ύψους h. Κάθε χαρακτηριστική στάθμη πρέπει να διαφέρει από την πλησιέστερη χαρακτηριστική στάθμη κατά 0,20 m, ώστε να αποφεύγονται λάθη εντολών λόγω κυματισμών ή ανακρίβειας στα όργανα ελέγχου στάθμης. Η στάθμη Σ1 στάσης της πρώτης αντλίας αποτελεί προφανώς την κατώτατη στάθμη κανονικής λειτουργίας, η οποία πρέπει να μην είναι κατώτερη από την χαμηλότερη στάθμη λυμάτων που εξασφαλίζει ότι ο κινητήρας της αντλίας θα παραμένει εμβαπτισμένος για να ψύχεται από τα λύματα. Η προβλεπόμενη βύθιση αναγράφεται στον Πίνακα 3 και είναι 500 mm στο αντλιοστάσιο Α1 με την μικρότερη αντλία, 800 mm στα αντλιοστάσια Α2, Α4, Α5 και Α6 με τις λίγο μεγαλύτερες αντλίες και 1500 mm στο Α3 με την πολύ μεγαλύτερη αντλία.

Αρχίζοντας από την στάθμη Σ1 καθορίζουμε τις στάθμες στάσης Σν και εκκίνησης Εν στον Πίνακα 4. Στον ίδιο Πίνακα υπάρχει και μία ανώτατη στάθμη λυμάτων Ρ2 που τοποθετείται 0,10 m κάτω από το δάπεδο του θαλάμου εισροής και σκοπό έχει την σήμανση κινδύνου υπερχείλισης. Τέλος στον Πίνακα 4 αναγράφεται και μία στάθμη ασφαλείας Ρ1 κατά 0,10 m χαμηλότερα από την Σ1, στην οποία θα δίδεται εντολή στάσης και των δύο αντλιών σε περίπτωση που λόγω βλάβης ενός από τα όργανα ελέγχου των σταθμών Σν κάποια αντλία εξακολουθεί να λειτουργεί. Η στάθμη αυτή μπορεί να βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 0,20 m από την Σ1 γιατί και οι δύο αυτές στάθμες έχουν την ίδια λειτουργία. Όλες οι στάθμες λειτουργίας των αντλιών Εν και Σν θα υλοποιούνται με σημεία στο πεδίο μέτρησης ενός μετρητή συνεχούς στάθμης πιεζοηλεκτρικού τύπου, ενώ οι δύο στάθμες ασφαλείας Ρ1 και Ρ2 θα υλοποιούνται με δύο πλωτούς διακόπτες.

Από τον Πίνακα 4 διαπιστώνουμε ότι σε όλα τα αντλιοστάσια πλην του Α3 η δεύτερη στάθμη εκκίνησης αντλίας βρίσκεται χαμηλότερα από την ανώτατη στάθμη λυμάτων στο θάλαμο κατά 0,20 m έως 0,50 m, κατάσταση που λίγο-πολύ μπορεί να θεωρηθεί κανονική. Αντίθετα στο αντλιοστάσιο Α3 η απόσταση αυτή είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της απαιτούμενης 0,20 m και συγκεκριμένα 1,30 m. Αυτό σημαίνει ότι το αντλιοστάσιο αυτό μπορεί να κατασκευασθεί με πυθμένα κατά περίπου 1,00 m σε μικρότερο βάθος.

Για την αποφυγή δημιουργίας καθιζήσεων στερεών και δημιουργία στρώματος ιλύος στον θάλαμο λυμάτων κάθε αντλιοστασίου που θα οδηγήσει σε εμφάνιση δυσάρεστων οσμών και πιθανόν μείωση της απόδοσης των αντλιών είναι ανάγκη να γίνεται καθαρισμός του θαλάμου από την λάσπη που καθιζάνει. Η απολάσπωση αυτή μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα, αλλά αυτό είναι μία δαπανηρή και δύσκολη εργασία. Προτείνεται λοιπόν η εγκατάσταση συστήματος αυτόματης ανάδευσης της λάσπης που καθιζάνει κατά συχνά χρονικά διαστήματα και άντλησή της από τις αντλίες του αντλιοστασίου. Για τον σκοπό

αυτό προβλέπεται η εγκατάσταση εντός του θαλάμου και κάτω από την κατώτατη στάθμη λυμάτων ενός ηλεκτροκίνητου αναδευτήρα ιλύος (mixer) ισχύος τουλάχιστον 1 kW.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3							
ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΘΑΛΑΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Ονομαστική παροχή αντλιών	m ³ /h	36	156	319	153	78	72
Μήκος θαλάμου	m	2,90	3,50	4,10	3,60	3,90	3,90
Πλάτος θαλάμου	m	2,80	3,50	4,40	3,60	3,00	2,90
Κάτοψη θαλάμου	m ²	8,12	12,25	18,04	12,96	11,70	11,31
Ενεργός αριθμός αντλιών		2	2	2	2	2	2
Επιθυμητός μέγιστος αριθμός εκκινήσεων αντλίας ανά ώρα		6	6	6	6	6	6
Ελάχιστος επιτρεπόμενος ρυθμιστικός όγκος θαλάμου V	m ³	0,75	3,25	6,65	3,19	1,63	1,50
Ελάχιστο απαιτούμενο ύψος ρυθμιστικού όγκου H	m	0,09	0,27	0,37	0,25	0,14	0,13
Επιλεγόμενο ρυθμιστικό ύψος h	m	0,20	0,30	0,40	0,30	0,20	0,20
Τελικός ρυθμιστικός όγκος V	m ³	1,62	3,68	7,22	3,89	2,34	2,26
Τελικός μέγιστος αριθμός εκκινήσεων αντλίας ανά ώρα για λειτουργία 3 αντλιών		1,85	3,54	3,68	3,28	2,78	2,65
Τελικός μέγιστος αριθμός εκκινήσεων αντλίας ανά ώρα για λειτουργία 2 αντλιών		2,77	5,31	5,53	4,92	4,17	3,98
Προβλεπόμενο ελάχιστο βύθισμα αντλητικού συγκροτήματος	mm	500	800	1500	800	800	800

ΠΙΝΑΚΑΣ 4							
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΘΑΛΑΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Ανώτατη στάθμη P2		-2,52	-2,20	-2,62	-2,58	-2,61	+4,16
E2 Εκκίνηση αντλίας 2		-2,72	-2,50	-3,92	-3,08	-3,01	+3,76
E1 Εκκίνηση αντλίας 1		-2,92	-2,70	-4,12	-3,28	-3,21	+3,56
Σ2 Στάση αντλίας 2		-2,92	-2,80	-4,32	-3,38	-3,21	+3,56
Σ1 Στάση αντλίας 1		-3,12	-3,00	-4,52	-3,58	-3,41	+3,36
Έκτακτη κατώτατη στάθμη P1		-3,22	-3,10	-4,62	-3,68	-3,51	+3,26
Στάθμη πυθμένα θαλάμου λυμάτων		-3,62	-3,80	-6,02	-4,38	-4,21	+2,56

1.6 Υπολογισμός αντλιών

1.6.1 Βασικές αρχές υπολογισμού

Η ονομαστική παροχή των αντλιών είναι αυτή που αναγράφεται στον Πίνακα 2. Όσον αφορά το ονομαστικό μανομετρικό ύψος κάθε αντλητικής εγκατάστασης θα πρέπει να υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι - σύμφωνα με όσα προβλέπει η εγκεκριμένη μελέτη - η λειτουργία των δύο καταθλιπτικών αγωγών ρυθμίζεται αυτόματα από δύο ηλεκτροκίνητες δικλίδες, έτσι ώστε ανάλογα με τον αριθμό των αντλιών που λειτουργούν να χρησιμοποιείται αυτόματα ο ένας ή και οι δύο καταθλιπτικοί αγωγοί.

Αυτό σημαίνει ότι, εφόσον υπάρχουν σε όλα τα αντλιοστάσια 2 κύριες αντλίες και 2 καταθλιπτικοί αγωγοί, αντιστοιχεί πάντα παροχή μίας αντλίας σε κάθε καταθλιπτικό αγωγό.

1.6.2 Υπολογισμός ονομαστικού μανομετρικού ύψους

Για να υπολογίσουμε το μανομετρικό ύψος των αντλιών στην ονομαστική παροχή τους, όπως αυτή καθορίστηκε στην παρ. 4 κατά την πλήρη λειτουργία κάθε αντλιοστασίου στην 40ετία και αναγράφεται στον Πίνακα 2, υπολογίζουμε πρώτα στον Πίνακα 5 τις απώλειες πίεσης στους σωλήνες από το στόμιο κατάθλιψης της αντλίας μέχρι την σύνδεση του συλλεκτηρίου καταθλιπτικού αγωγού με τον δίδυμο καταθλιπτικό αγωγό HDPE.

Η επιλογή της διαμέτρου του σωλήνα κατάθλιψης κάθε αντλίας γίνεται με κριτήριο την ταχύτητα ροής, ώστε αυτή να βρίσκεται στα όρια 1,5 έως 2,5 m/s. Το ίδιο κριτήριο ισχύει για την επιλογή της διαμέτρου του συλλεκτηρίου καταθλιπτικού αγωγού, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι η ταχύτητα ροής σε αυτόν για λειτουργία μίας μόνο αντλίας θα είναι μεγαλύτερη του 0,75 m/s προς αποφυγή κατακαθίσεων.

Στη συνέχεια υπολογίζουμε στον Πίνακα 6 τις απώλειες ροής στον δίδυμο καταθλιπτικό αγωγό κάθε αντλιοστασίου για λειτουργία μίας αντλίας σε κάθε καταθλιπτικό αγωγό με βάση τα χαρακτηριστικά του που αναγράφονται στον Πίνακα 1.

Για τον υπολογισμό των γραμμικών απωλειών και στους δύο Πίνακες 5 και 6 χρησιμοποιείται ο τύπος των Darcy – Weissbach :

$$J = \lambda * u^2 / d * 2g$$

όπου: J = απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους, m/m

λ = συντελεστής τριβής που προκύπτει από την σχέση White – Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{\kappa}{3,7d} + \frac{251}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

Q = η παροχή σε m³/sec

D = η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα σε m

U = η ταχύτητα ροής σε m/s

K = η τραχύτητα των σωλήνων

Re = ο αριθμός Reynolds.

Η τραχύτητα των σωλήνων με επικαθίσεις λαμβάνεται :

- $\kappa = 1 \text{ mm}$ για χαλυβδοσωλήνες
- $\kappa = 0,1$ για σωλήνες HDPE διαμέτρου 200 mm και άνω
- $\kappa = 0,03$ για σωλήνες HDPE διαμέτρου κάτω των 200 mm

Οι τοπικές απώλειες στα αντλιοστάσια υπολογίζονται με βάση τον συντελεστή απωλειών ζ για κάθε συγκεκριμένο εξάρτημα από τη σχέση :

$$\Delta H = \zeta \cdot u^2 / 2 \cdot g$$

ενώ για τους καταθλιπτικούς αγωγούς προσαυξάνονται οι γραμμικές απώλειες κατά 10%, δεδομένου ότι πρόκειται για αγωγούς χωρίς όργανα διακοπής, διακλαδώσεις ή απότομες καμπύλες.

Στη συνέχεια υπολογίζεται στον Πίνακα 7 το απαιτούμενο ύψος ανύψωσης σαν διαφορά της στάθμης του άξονα του καταθλιπτικού αγωγού στο φρεάτιο εκροής (από τον Πίνακα 1) και της κατώτατης στάθμης λυμάτων Σ2 στον θάλαμο αναρρόφησης για λειτουργία όλων των αντλιών από τον Πίνακα 4.

Στο ύψος ανύψωσης προστίθενται στον ίδιο Πίνακα 7 οι απώλειες στο αντλιοστάσιο από τον Πίνακα 5 και οι απώλειες στον καταθλιπτικό αγωγό από τον Πίνακα 6 καθώς και μία στρογγύλευση που αποτελεί και περιθώριο ασφαλείας και έτσι υπολογίζεται το μανομετρικό ύψος H_0 για την ονομαστική παροχή Q_0 των αντλιών.

Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι επειδή στις αντλίες με ανοικτή ή μονοκάναλη πτερωτή δεν είναι δυνατόν να торναριστεί η πτερωτή, ώστε να επιτευχθούν ακριβώς οι ονομαστικές τιμές παροχής και μανομετρικού ύψους, το πραγματικό τελικό μανομετρικό ύψος για την ονομαστική παροχή θα είναι πιθανόν λίγο μεγαλύτερο του ονομαστικού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5													
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ													
Αντλιοστάσιο		A1		A2		A3		A4		A5		A6	
1. Σωλήνωση αντλίας													
Παροχή αντλίας	m³/h	36		156		319		153		78		72	
Διάμετρος	mm	88,9X3,05		168,3X3,05		219,1X4		168,3X3,05		114,3X3,05		114,3X3,05	
Μήκος	m	4,4		5,2		7,5		6,0		5,2		6,8	
Κλίση	m/m	0,0869		0,0452		0,0466		0,0435		0,1126		0,0959	
Ταχύτητα u	m/s	1,86		2,10		2,53		2,06		2,49		2,30	
Δυναμικό ύψος u²/2g	m	0,18		0,22		0,33		0,22		0,32		0,27	
Απώλειες													
Γραμμικές απώλειες	m	4,4X0,0869	0,38	5,2X0,0452	0,24	7,5X0,0466	0,35	6,0X0,0435	0,26	5,2X0,371	0,59	6,8X0,0316	0,65
Τοπικές απώλειες													
Καμπύλη	0,50												
Βαλβίδα αντεπιστροφής	3,00												
Τεμάχιο εξάρμωσης	0,15												
Δκλίδας συρταρωτή	0,30												
Ταύ	0,10												
Άθροισμα ΣΣ	4,05												
Απώλειες	m	4,05X0,18	0,714	4,05X0,22	0,91	4,05X0,33	1,321	4,05X0,22	0,876	4,05X0,14	1,28	4,05X0,12	1,092
Σύνολο απωλειών στη σωλήνωση της αντλίας	m		1,10		1,15		1,67		1,14		1,87		1,74
2. Συλλεκτήριος αγωγός													
Αριθμός αντλιών		2		2		2		2		2		2	
Παροχή αντλιοστασίου	m³/h	72		312		638		306		156		144	
Διάμετρος	mm	114,3X3,05		219,1X4		323,9X4		219,1X4		168,3X3,05		168,3X3,05	
Μήκος	m	7,0		9,0		9,0		9,0		7,0		7,0	
Κλίση	m/m	0,0826		0,0446		0,0214		0,0429		0,0497		0,0424	
Ταχύτητα u	m/s	2,17		2,48		2,23		2,43		2,18		2,01	
Δυναμικό ύψος u²/2g	m	0,24		0,31		0,25		0,30		0,24		0,21	
Απώλειες													
Γραμμικές απώλειες	m	7,0X0,0826	0,58	9,0X0,0446	0,40	9,0X0,0214	0,19	9,0X0,0429	0,39	7,0X0,0497	0,35	7,0X0,0424	0,30
Τοπικές απώλειες													
Ταυ συμβολής	0,10												
Εκροή	1,00												
Άθροισμα ΣΣ	1,10												
Απώλειες	m	1,10X0,24	0,26	1,1X0,31	0,34	1,1X0,25	0,28	1,1X0,30	0,33	1,1X0,24	0,27	1,1X0,21	0,23
Σύνολο απωλειών συλλεκτηρίου αγωγού	m		0,84		0,75		0,47		0,72		0,61		0,52
Σύνολο απωλειών αντλιοστασίου	m		1,94		1,89		2,14		1,85		2,48		2,27

ΠΙΝΑΚΑΣ 6													
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ													
Αντλιοστάσιο		A1		A2		A3		A4		A5		A6	
Ονομαστική παροχή αντλίας	m³/h	36		156		319		153		78		72	
Παροχή αγωγού	m³/h	36		156		319		153		78		72	
Ονομαστική διάμετρος	DN	160		280		400		280		200		225	
Εσωτερική διάμετρος	mm	141,0		246,8		352,6		246,8		176,2		198,2	
Μήκος	m	1.583		1.454		1.291		900		1.618		3.117	
Τραχύτητα k	mm	0,03		0,1		0,1		0,1		0,1		0,1	
Κλίση	mm/m	3,229		3,116		2,023		3,004		4,545		2,170	
Ταχύτητα u	m/s	0,641		0,906		0,908		0,889		0,889		0,703	
Γραμμικές απώλειες	m	1,583X3,229	5,11	1,454X2,822	4,53	1,291X2,023	2,61	0,900X3,004	2,70	1,618X4,545	7,35	3,117X2,170	6,76
Τοπικές απώλειες 10%	m	0,10X5,11	0,511	0,10X4,10	0,453	0,10X2,61	0,261	0,10X2,70	0,27	,10X7,35	0,735	0,10X6,76	0,676
Συνολικές απώλειες καταθλιπτικού αγωγού	m		5,62		4,98		2,87		2,97		8,09		7,44

ΠΙΝΑΚΑΣ 7							
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟΥ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Ονομαστική παροχή αντλίας Q ₀	m ³ /h	36	156	319	153	78	72
Στάθμη άξονα αγωγού στην εκροή		+0,09	+0,06	+8,50	+1,77	+0,10	+11,47
Στάθμη στάσης Σ2		-2,92	-2,80	-4,32	-3,38	-3,21	+3,56
Γεωμετρικό ύψος	m	3,01	2,86	12,82	5,15	3,31	7,91
Απώλειες αντλιοστασίου	m	1,94	1,89	2,14	1,85	2,45	2,27
Απώλειες καταθλιπτικού αγωγού	m	5,62	4,98	2,87	2,97	8,09	7,44
Περιθώριο ασφαλείας και στρωμάτων	m	0,43	0,27	0,17	0,03	0,15	0,38
Μανομετρικό ύψος ονομαστικής παροχής	m	11,00	10,00	18,00	10,00	14,00	18,00

1.6.3 Πεδίο λειτουργίας αντλιών

Με δεδομένο ότι πάντοτε λειτουργεί μία αντλία σε ένα καταθλιπτικό αγωγό το μανομετρικό ύψος των εγκαταστάσεων μεταβάλλεται μόνο κατά 0,3–0,5m λόγω μεταβολής της στάθμης λυμάτων στον θάλαμο των αντλιών και ουσιαστικά το μανομετρικό ύψος μπορεί να θεωρηθεί σταθερό.

1.6.4 Βαθμός απόδοσης και στροφές

Λόγω της χρησιμοποίησης αντλιών με πτερωτές μονοκάναλες ή ανοικτές ο βαθμός απόδοσης των αντλιών δεν αναμένεται να είναι μεγάλος. Όπως προκύπτει από σχετικές καμπύλες κατασκευαστών αντλιών λυμάτων ο βαθμός απόδοσης των αντλιών στο ονομαστικό σημείο θα είναι λίγο μεγαλύτερος από 40% στα αντλιοστάσια A1, A5 και A6 με τις μικρότερες αντλίες, θα φθάνει το 50% στα αντλιοστάσια A2 και A4 με τις λίγο μεγαλύτερες αντλίες και μπορεί να φθάσει το 65% στο αντλιοστάσιο A3 με τις πιο μεγάλες αντλίες.

Ο ειδικός στροφάριθμος των αντλιών υπολογίζεται από τη σχέση :

$$v = \frac{\sqrt{Q_0}}{H_0^{3/4}} \cdot n \quad \text{min}^{-1}$$

όπου Q₀ = είναι η ονομαστική παροχή της αντλίας σε m³/s

H₀ = το αντίστοιχο μανομετρικό ύψος σε m

η = ο αριθμός στροφών ανά λεπτό

Για να λειτουργούν οι αντλίες ευνοϊκά και οικονομικά, πρέπει ο ειδικός στροφάριθμος να είναι κατά το δυνατόν υψηλός αλλά μικρότερος του 60-65 min⁻¹ περίπου. Στον Πίνακα 8 υπολογίζεται ο στροφάριθμος των αντλιών για διάφορους αριθμούς στροφών. Από τον

Πίνακα αυτόν διαπιστώνουμε, ότι ο ευνοϊκότερος αριθμός στροφών για τις αντλίες όλων των αντλιοστασίων είναι οι 960 rpm και 1.450 rpm, ενώ για τις μικρότερες αντλίες των αντλιοστασίων Α1, Α5 και Α6 μπορούμε να φθάσουμε σε 2.900 rpm. Επιλέγουμε τελικά ταχύτητα περιστροφής 1.450 rpm για όλες τις αντλίες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8							
ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΤΡΟΦΑΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΣΤΡΟΦΕΣ							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Ονομαστική παροχή Q _o	m ³ /h	36	156	319	153	78	72
	m ³ /s	0,0100	0,0433	0,0886	0,0425	0,0217	0,0200
Μανομετρικό ύψος H _o	m	12	10	19	10	14	18
Ειδικός στροφάριθμος / στροφές ν/ν		0,0155	0,0370	0,0327	0,0367	0,0203	0,0162
Ειδικός στροφάριθμος ν για στροφές							
n = 960 rpm		14,9	35,5	31,4	35,2	19,5	15,5
n = 1450 rpm		22,5	53,7	47,4	53,2	29,5	23,5
n = 2900 rpm		45,0	107,4	94,9	106,3	59,0	46,9

1.6.5 Απορροφούμενη ισχύς

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

$$P_a = Q_o \cdot H_o / 367 \cdot n \text{ kW}$$

όπου Q_o η παροχή σε m³/h

H_o το αντίστοιχο μανομετρικό ύψος σε m

η % ο βαθμός απόδοσης της αντλίας στο συγκεκριμένο σημείο λειτουργίας.

Στον Πίνακα 9 υπολογίζεται σύμφωνα με τα ανωτέρω η ισχύς που απορροφούν οι αντλίες στο ονομαστικό σημείο λειτουργίας τους.

1.7 Κινητήρες

Η ισχύς των κινητήρων P_k πρέπει να είναι τουλάχιστον 15% μεγαλύτερη από την απαιτούμενη στον άξονα των αντλιών για κινητήρες κάτω των 30 KW για εκκίνηση απ' ευθείας στην τάση του δικτύου ή με διακόπτη αστέρα-τριγώνου και 20% μεγαλύτερη για εκκίνηση με ρυθμιστή στροφών (frequency converter, inverter).

Στην συγκεκριμένη περίπτωση προτείνουμε την χρησιμοποίηση ρυθμιστών στροφών, οι οποίοι εξασφαλίζουν εκκίνηση με ένταση που δεν υπερβαίνει την ονομαστική. Αυτό συνεπάγεται αυξημένο κόστος του ηλεκτρικού πίνακα, αλλά η δαπάνη αυτή υπερκαλύπτεται από την σημαντική μείωση του κόστους του Η/Ζ και την εξοικονόμηση των διακοπών εκκίνησης και ζεύξης στον πίνακα. Επίσης με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ελεγχόμενη στάση των αντλιών, η οποία δεν προκαλεί υδραυλικό πλήγμα, ώστε η περίπτωση υδραυλικού πλήγματος να εμφανίζεται μόνο σε διακοπή της παροχής ρεύματος από το δίκτυο.

Στον Πίνακα 9 υπολογίζουμε με βάση τα ανωτέρω την απαιτούμενη ισχύ των κινητήρων. Οι υποβρύχιοι κινητήρες δεν έχουν τυποποιημένη ισχύ, αλλά ενδεικτικά στρογγυλοποιούμε στον Πίνακα 9 τις ισχύς των κινητήρων στις αμέσως μεγαλύτερες τυποποιημένες τιμές, για να διευκολυνθεί η επιλογή του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού (διακόπτες, καλώδια κλπ.).

ΠΙΝΑΚΑΣ 9							
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Ονομαστική παροχή Q ₀	m ³ /h	36	156	319	153	78	72
Μανομετρικό ύψος H ₀	m	11	10	18	10	14	18
Βαθμός απόδοσης η		0,40	0,50	0,65	0,50	0,40	0,40
Απορροφούμενη ισχύς στον άξονα αντλίας P _α	kW	2,7	8,5	24,1	8,3	7,4	8,8
Περιθώριο ασφαλείας ισχύος κινητήρα k	%	20	20	20	20	20	20
Απαιτούμενη ισχύς κινητήρα P _κ =k*P _α	kW	3,2	10,2	28,9	10,0	8,9	10,6
Προβλεπόμενη ισχύς κινητήρα	kW	4	11	30	11	11	11

1.8 Υπολογισμός αναδευτήρων λυμάτων

Σε κάθε αντλιοστάσιο θα τοποθετηθεί ένας αναδευτήρας λυμάτων στον θάλαμο λυμάτων για να μειωθεί κατά το δυνατόν η δημιουργία ιζήματος ιλύος και να επιτευχθεί καλύτερος αερισμός των λυμάτων.

Η απαιτούμενη ισχύς ανάδευσης δίνεται από τη σχέση :

$$P = p \cdot F / 1000 \text{ kW}$$

όπου p η μέση ειδική ισχύς ανάδευσης = 20 W/m³
 $F = L \cdot B \cdot H$ μήκος X πλάτος X βάθος ο όγκος λυμάτων σε m³

Το ύψος λυμάτων στον θάλαμο λαμβάνεται από τον Πίνακα 4 μεταξύ του πυθμένα του θαλάμου και της ανώτατης κανονικής στάθμης Ε2.

Στον Πίνακα 10 αναγράφονται τα στοιχεία υπολογισμού των αναδευτήρων λυμάτων. Επιλέγεται τελικά ο μικρότερος αναδευτήρας ισχύος 1 kW.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10							
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Μήκος θαλάμου L	m	2,90	3,50	4,10	3,60	3,90	3,90
Πλάτος θαλάμου B	m	2,80	3,50	4,40	3,60	3,00	2,90
Ύψος λυμάτων H	m	0,90	1,30	2,10	1,30	1,20	1,20
Όγκος λυμάτων F	m ³	7,3	15,9	37,9	16,8	14,0	13,6
Ειδική ισχύς ανάδευσης	kW/m ³	20	20	20	20	20	20
Απαιτούμενη ισχύς	kW	0,15	0,32	0,76	0,34	0,28	0,27
Επιλεγόμενη ισχύς κινητήρα	kW	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Στροφές	rpm	1400	1400	1400	1400	1400	1400

1.9 Υδραυλικό πλήγμα

1.9.1 Περιγραφή του φαινομένου

Στις αντλητικές εγκαταστάσεις αποχέτευσης λυμάτων, που έχουν συνήθως πολύ μικρό γεωμετρικό ύψος, το υδραυλικό πλήγμα έχει την κλασσική του μορφή με κύριο κίνδυνο την εμφάνιση έντονων υποπίεσεων που πρέπει να συγκρατούνται ψηλότερα από την απόλυτη πίεση ατμοποίησης του νερού.

Η δυσμενέστερη περίπτωση είναι να διακοπεί το ηλεκτρικό ρεύμα τη στιγμή που λειτουργούν όλες οι αντλίες. Με τη διακοπή τους τροφοδότησης των κινητήρων οι αντλίες δεν σταματούν απότομα αλλά λόγω τους ροπής αδράνειας των συγκροτημάτων και κυρίως των κινητήρων εξακολουθούν να περιστρέφονται λίγο. Η παροχή όμως αυτή των αντλιών δεν είναι αρκετή για να καλύψει το κενό που δημιουργεί πίσω της η κινούμενη στήλη του νερού στον καταθλιπτικό αγωγό και δεν θα ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό, αλλά θα θεωρηθεί σαν περιθώριο ασφαλείας.

Έτσι η πίεση στην αρχή του αγωγού αρχίζει να μειώνεται, όπως η στήλη του νερού κινείται προς την κατάθλιψη, χωρίς να προσδίδεται νέα ποσότητα νερού στην αρχή του αγωγού. Η μείωση της πίεσης προκαλεί επιβράδυνση στην κίνηση του νερού, δηλαδή μειώνει την παροχή προς το φρεάτιο εκροής.

Τελικά η παροχή αυτή μηδενίζεται και τότε επικρατεί στην αρχή του αγωγού η μικρότερη πίεση (πρώτη φάση φαινομένου - υποπίεση). Η πίεση αυτή δεν πρέπει να είναι χαμηλότερη από την απόλυτη πίεση ατμοποίησης του νερού στην θερμοκρασία των λυμάτων, η οποία στην περιοχή 15 έως 25 °C ανέρχεται σε 0,1 έως 0,3 m. Συνεπώς η επιτρεπόμενη υποπίεση για λόγους ασφαλείας δεν πρέπει να υπερβαίνει τα -6 έως -7 m.

Για να συγκρατηθεί η υποπίεση στην πρώτη αυτή φάση στα ανωτέρω ανεκτά επίπεδα τοποθετείται στην κεφαλή του καταθλιπτικού αγωγού ένα αεροφυλάκιο R, που αποδίδει αμέσως την ποσότητα του νερού που χρειάζεται για να καλυφθεί το κενό. Έτσι η πίεση στην αρχή του καταθλιπτικού αγωγού A αρχίζει να μειώνεται σιγά-σιγά.

Η μείωση της πίεσης προκαλεί επιβράδυνση στην κίνηση του νερού δηλαδή μειώνει την παροχή προς το φρεάτιο εκροής. Έτσι η πίεση μέσα στο αεροφυλάκιο μειώνεται συνέχεια και σύγχρονα μειώνεται η παροχή που φεύγει από το αεροφυλάκιο. Τελικά η παροχή αυτή μηδενίζεται και τότε επικρατεί στην αρχή του καταθλιπτικού αγωγού και στο αεροφυλάκιο η μικρότερη πίεση (πρώτη φάση φαινομένου – υποπίεση).

Στη συνέχεια επειδή η πίεση στο αεροφυλάκιο είναι μικρότερη από την υψομετρική διαφορά με το φρεάτιο εκροής, η ροή του νερού αντιστρέφεται και εμφανίζεται παροχή από το φρεάτιο εκροής προς το αεροφυλάκιο, που αρχίζει έτσι να γεμίζει.

Η πίεση μέσα στο αεροφυλάκιο αυξάνει σιγά-σιγά. Στην αρχή, όσο η πίεση είναι μικρότερη από τη γεωμετρική διαφορά με το φρεάτιο εκροής η παροχή συνεχώς αυξάνει, αλλά μόλις η πίεση υπερβεί την τιμή αυτή αρχίζει και επιβραδύνει τη ροή του νερού μειώνοντας την παροχή. Τελικά η παροχή μηδενίζεται και τότε επικρατεί στο αεροφυλάκιο η μεγαλύτερη πίεση (δεύτερη φάση φαινομένου – υπερπίεση).

Ακολουθεί η επανάληψη του ιδίου φαινομένου περιοδικά, αλλά όπως συμβαίνει σε κάθε φυσική ταλάντωση, με εύρος που συνέχεια μειώνεται μέχρι να αποκατασταθεί η ισορροπία, δηλ. στατική πίεση στο αεροφυλάκιο και καμία κίνηση νερού.

Η μέγιστη αύξηση πίεσης έναντι της αρχικής πίεσης (υπερπίεση) που μπορεί να εμφανισθεί κατά την δεύτερη φάση του φαινομένου δεν μπορεί να υπερβεί την μέγιστη μείωση έναντι της αρχικής πίεσης (υποπίεση) που προκλήθηκε στην πρώτη φάση του φαινομένου, γιατί τόσο το κύμα που κινείται από το αντλιοστάσιο προς το φρεάτιο, όσο και το ανακλώμενο από το φρεάτιο προς το αντλιοστάσιο κύμα υπερπίεσης υφίστανται την επίδραση των απωλειών κατά μήκος του αγωγού με αποτέλεσμα να μειώνεται το εύρος τους.

Το συμπέρασμα από την παρατήρηση αυτή είναι ότι στην προκειμένη περίπτωση που το αρχικό μανομετρικό ύψος των αντλιών σε όλα τα αντλιοστάσια είναι σχετικά χαμηλό δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος από υπερπίεσεις, εφόσον η υποπίεση στην πρώτη φάση του φαινομένου διατηρηθεί σε τιμές που δεν επιτρέπουν την διακοπή της φλέβας και την ατμοποίηση του υγρού, δηλαδή απόλυτη πίεση μέχρι 3 έως 4 m (μανομετρική πίεση – 6 έως – 7 m).

Αντίθετα πρέπει να ελεγχθεί κατά πόσον απαιτείται η λήψη μέτρων για να μειωθεί η υποπίεση στα ανωτέρω όρια.

1.9.2 Εκτίμηση κινδύνου υδραυλικού πλήγματος

Η μέγιστη μεταβολή πίεσης που δημιουργείται από μία απότομη μεταβολή της ροής εξαρτάται από την σχέση μεταξύ του χρόνου t που απαιτείται για να μηδενισθεί η παροχή στη θέση διαταραχής (στη συγκεκριμένη περίπτωση να σταματήσει η αντλία) και του χρόνου T_a που χρειάζεται η κύμανση της διαταραχής για να ταξιδέψει μέχρι το τέλος του αγωγού, δηλ. μέχρι το σημείο ανάκλασης (φρεάτιο εκροής) και να επιστρέψει στην πηγή της διαταραχής (αντλία).

Ο χρόνος T_a υπολογίζεται από τη σχέση :

$$T_a = 2 \cdot L / a \quad \text{s} \quad (1)$$

όπου L το μήκος του αγωγού σε m και a σε m/s η ταχύτητα μετάδοσης της διαταραχής.

Η μέγιστη μεταβολή πίεσης προκύπτει από τη σχέση των Micheaud - Marchetti :

$$\Delta P_{\max} = 2 \cdot L \cdot u / g \cdot t = a \cdot u \cdot T_a / g \cdot t \quad (2)$$

Εάν $T_a \geq t$ η μέγιστη μεταβολή πίεσης υπολογίζεται από τον τύπο του Joukowsky:

$$\Delta P_{\max} = a \cdot u / g \quad (3)$$

όπου a σε m/s ταχύτητα μετάδοσης του κύματος της διαταραχής στον καταθλιπτικό αγωγό

u σε m/s η ταχύτητα ροής στον καταθλιπτικό αγωγό

$g=9,81 \text{ m/s}^2$ η επιτάχυνση της βαρύτητας

Εάν $t > T_a$ η μέγιστη μεταβολή πίεσης που προκύπτει από την σχέση (2) είναι προφανώς μικρότερη από εκείνη που προκύπτει από την σχέση (3) και εάν η τιμή που προκύπτει από την (3) είναι αποδεκτή, βρισκόμαστε προς την πλευρά της ασφάλειας.

Η ταχύτητα μετάδοσης του κύματος πιέσεων σε σωλήνα δίνεται από τη σχέση :

$$a = \left\{ \frac{g}{\gamma} \times \frac{1}{\frac{d}{E_1 \epsilon} + \frac{1}{E_2}} \right\}^{1/2} \quad (4)$$

όπου : $\gamma = 1.000 \text{ kg/m}^3$ το ειδικό βάρος του νερού

$E_1 =$ το μέτρο ελαστικότητας του υλικού του σωλήνα, δηλαδή

$1,0 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$ για σωλήνα από HDPE 100 όπως στην περίπτωση αυτή

$E_2 = 2,07 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$ το μέτρο ελαστικότητας του νερού

ε = το πάχος του σωλήνα σε mm

d = η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα σε mm

Στον Πίνακα 11 γίνεται ο υπολογισμός της αναμενόμενης μέγιστης υπερπίεσης και μέγιστης υποπίεσης στην κεφαλή του καταθλιπτικού αγωγού σε περίπτωση που δεν εφαρμοσθεί κανένα μέσον αντιπληγματικής προστασίας. Δεδομένου ότι σε όλα τα αντλιοστάσια κάθε ένας από τους δύο παράλληλους αγωγούς διοχετεύει σταθερά μόνο την παροχή μίας αντλίας, ο έλεγχος γίνεται για ένα καταθλιπτικό αγωγό με παροχή εκείνη της μίας αντλίας.

Από την σχέση αυτή προκύπτει η ταχύτητα μετάδοσης του κύματος πιέσεων στον καταθλιπτικό αγωγό κάθε αντλιοστασίου, οπότε από την σχέση (1) υπολογίζεται ο χρόνος μετάδοσης της διαταραχής T_a . Οι χρόνοι αυτοί σε όλα τα αντλιοστάσια προκύπτουν από 7,9 έως 27,5 s. Η αντλία δεν σταματά ακαριαία, αλλά και μετά την διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος εξακολουθεί να περιστρέφεται για χρόνο $t = 2 - 3$ s και συνεπώς $T_a > t$, οπότε μπορούμε να υπολογίσουμε στον Πίνακα 10 την μέγιστη μεταβολή πίεσης από τη σχέση (3).

Λαμβάνοντας υπόψη στον ίδιο Πίνακα την αρχική πίεση στην έξοδο του αντλιοστασίου διαπιστώνουμε ότι :

- όπως αναμενόταν η μέγιστη πίεση σε κανένα αντλιοστάσιο δεν μπορεί να υπερβεί τα 35 m και συνεπώς δεν πρόκειται να προκαλέσει προβλήματα.
- αντίθετα εάν δεν ληφθούν μέτρα αντιπληγματικής προστασίας στα αντλιοστάσια A1, A3 και A6 θα εμφανισθούν επικίνδυνα χαμηλές υποπίεσεις, ενώ στα αντλιοστάσια A2, A4 και A5 η υποπίεση θα είναι τόσο μεγάλη που θα οδηγήσει σε διακοπή της υδάτινης φλέβας και σε λίαν επικίνδυνες ατμοποιήσεις.

Κατά συνέπεια πρέπει να μελετηθεί η λήψη μέτρων προστασίας μόνο από την υποπίεση και σαν τέτοιο το πιο ασφαλές είναι η εγκατάσταση αεροφυλακίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11							
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΠΛΗΓΜΑΤΟΣ							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Στοιχεία καταθλιπτικού αγωγού							
Παροχή	m ³ /h	36	156	319	153	78	72
Ονομαστική διάμετρος	DN	160	280	400	280	200	225
Μήκος L	m	1.583	1.454	1.291	900	1.618	3.117
Πάχος σωλήνα e	mm	9,5	16,6	23,7	16,6	11,9	13,4
Εσωτερική διάμετρος σωλήνα d	mm	141,0	246,8	352,6	246,8	176,2	198,2
Διατομή σωλήνα F	m ²	0,0156	0,0478	0,0976	0,0478	0,0244	0,0308
Ταχύτητα ροής u	m/s	0,641	0,906	0,908	0,889	0,889	0,703
Στάθμη άξονα αγωγού στην εκροή		+0,09	+0,06	+8,50	+1,77	+0,10	+11,47
Απώλειες καταθλιπτικού αγωγού	m	5,62	4,98	2,87	2,97	8,09	7,44
Πιεζομετρική γραμμή στην κεφαλή	m	5,71	5,04	11,37	4,74	8,19	18,91
Στάθμη άξονα αγωγού στην κεφαλή		-0,76	-0,65	-0,57	0,00	-0,99	8,06
Πίεση στην κεφαλή του αγωγού	m	6,47	5,69	11,94	4,74	9,18	10,85
Ταύτητα μετάδοσης διαταραχής a	m/s	227	227	227	227	227	227
Χρόνος μετάδοσης διαταραχής Ta	s	13,9	12,8	11,4	7,9	14,3	27,5
Μέγιστη μεταβολή πίεσης Δp _{max}	m	14,83	20,96	21,01	20,57	20,57	16,27
Ανώτατη δυνατή απόλυτη πίεση H _{amax}	m	21,30	26,65	32,95	25,31	29,75	27,12
Κατώτατη δυνατή απόλυτη πίεση H _{amin}	m	-8,36	-15,27	-9,07	-15,83	-11,39	-5,42

1.9.3 Μέθοδος υπολογισμού

Παρά το γεγονός ότι η περίπτωση ενός μεμονωμένου αγωγού είναι σχετικά απλή θα χρησιμοποιηθεί σαν μέθοδος υπολογισμού η γραφική μέθοδος Bergeron, που παρά την δυσκολία της δίνει πολύ αξιόπιστα αποτελέσματα και είναι πολύ παραστατική στην απεικόνιση του φαινομένου, γιατί λαμβάνει υπόψη την ύπαρξη των απωλειών τριβής στον αγωγό.

Ο υπολογισμός του απαιτούμενου όγκου αεροφυλακίου Νο1 θα γίνει για λειτουργία μίας αντλίας στον ένα από τους δίδυμους αγωγούς και ο όγκος αυτός θα διπλασιασθεί για να καλύψει και τον άλλο καταθλιπτικό αγωγό.

1.9.4 Καθορισμός στοιχείων υπολογισμού

Ο υπολογισμός των χαρακτηριστικών παραμέτρων του υπολογισμού και τα μεγέθη των αεροφυλακίων που προκύπτουν καθώς και οι αντίστοιχες ελάχιστες πιέσεις περιλαμβάνονται στον Πίνακα 12.

α. Χαρακτηριστική καμπύλη αγωγού

Οι απώλειες στον καταθλιπτικό αγωγό ΔH_o έχουν υπολογισθεί στον Πίνακα 6 για την ονομαστική παροχή Q_o . Συνεπώς οι απώλειες ΔH για μία οποιαδήποτε παροχή Q μπορούν να προκύψουν από τη σχέση :

$$\Delta H = \Delta H_o * (Q / Q_o)^2 = C * Q^2 \quad m$$

όπου Q η παροχή σε m^3/h και $C = \Delta H_o / Q_o^2$.

Τις απώλειες αυτές θεωρούμε συγκεντρωμένες στο τέλος του καταθλιπτικού αγωγού παρά το φρεάτιο εκροής. Η παραδοχή αυτή δεν έχει καμία επίδραση στην ακρίβεια του υπολογισμού, αφού δεν εξετάζουμε ενδιάμεσα σημεία επί του αγωγού.

β. Παροχή καταθλιπτικού αγωγού

Σαν αρχική κατάσταση για τον υπολογισμό του υδραυλικού πλήγματος σε κάθε ένα από τους δίδυμους αγωγούς θεωρείται η κανονική κατάσταση λειτουργίας με την ονομαστική παροχή μίας αντλίας Q_o .

γ. Μήκος καταθλιπτικού αγωγού

Όλοι οι καταθλιπτικοί αγωγοί αποτελούνται από σωλήνες πολυαιθυλενίου συνολικού μήκους L , το οποίο αναγράφεται στον Πίνακα 1 βασικών δεδομένων.

δ. Ταχύτητα κύμανσης και κλίση ευθείας αγωγού

Η ταχύτητα μετάδοσης του κύματος πιέσεων στον καταθλιπτικό αγωγό a έχει υπολογισθεί στον Πίνακα 10.

Η κλίση της χαρακτηριστικής ευθείας κάθε αγωγού δίνεται από τη σχέση :

$$\epsilon\phi\beta = a / g F \quad m / m^3/s$$

όπου F σε m^2 η διατομή του καταθλιπτικού αγωγού και η τιμή της αναγράφεται στον Πίνακα 12.

ε. Βασική μονάδα χρόνου

Η βασική μονάδα χρόνου υπολογίζεται σαν λόγος του μήκους του αγωγού L προς την ταχύτητα του κύματος πίεσης a και συνεπώς είναι ίση με :

$$T = L / a \quad s$$

Η τιμή της αναγράφεται επίσης στον Πίνακα 12.

στ. Αρχικός όγκος αέρα αεροφυλακίου

Εφόσον επιδιώκουμε προστασία των εγκαταστάσεων μόνο από τις χαμηλές υποπίεσεις ο όγκος του αεροφυλακίου θα αποτελείται κυρίως από το αντλούμενο υγρό που θα πρέπει να καλύψει το κενό που αφήνει πίσω της η κινούμενη στήλη λυμάτων στον καταθλιπτικό αγωγό, ενώ δεν υπάρχει ανάγκη να περιέχεται στο αεροφυλάκιο μεγάλη μάζα αέρα που θα συμπιεσθεί στη φάση της υπερπίεσης για να αποτελέσει ελατήριο μείωσης αυτής. Θεωρούμε λοιπόν πολύ μικρό αρχικό όγκο αέρα στο αεροφυλάκιο $V_0 = 0,1\text{m}^3$ και ελέγχουμε το μέγεθος των υποπίεσεων που αναπτύσσονται κατά το υδραυλικό πλήγμα. Όπως και προηγουμένως αναφέραμε, ο υπολογισμός θα γίνει με τη γραφική μέθοδο Bergeron.

ζ. Πίεση στο αεροφυλάκιο

Για τον υπολογισμό απαιτείται η αρχική πίεση H_0 στο αεροφυλάκιο. Υπολογίζουμε πρώτα στον Πίνακα 12 το γεωμετρικό ύψος H_g σαν διαφορά της στάθμης του άξονα του αγωγού στο φρεάτιο εκροής με την στάθμη του άξονα στην έξοδο του αντλιοστασίου από τον Πίνακα 1. Στο γεωμετρικό ύψος προσθέτουμε τις απώλειες κατά μήκος του αγωγού από τον Πίνακα 6 και έτσι προκύπτει η πίεση στην αρχή του καταθλιπτικού αγωγού H_a . Θεωρούμε ότι η αρχική στάθμη υγρού μέσα στο αεροφυλάκιο θα είναι περίπου 0,20 έως 0,80 m ψηλότερα από τον άξονα του αγωγού καταλήγουμε να προσδιορίσουμε την τιμή της αρχικής πίεσης στο αεροφυλάκιο H_0 .

η. Χαρακτηριστική αεροφυλακίου

Ο αρχικός όγκος αέρα έχει εκλεγεί σε όλα τα αντλιοστάσια $V_0 = 0,1 \text{ m}^3$. Η χαρακτηριστική καμπύλη του αεροφυλακίου είναι :

$$\Delta Q = \frac{2 \cdot V_0}{T \cdot \gamma} \times \frac{(H_0 + H_a)^{1/\gamma}}{\{H + H_a - (\Delta H/2)\}^{1+1/\gamma}} \Delta H$$

όπου :

- $V_0 = 0,1 \text{ m}^3$ ο αρχικός όγκος αέρα
- $T =$ σε s η βασική μονάδα χρόνου
- $\gamma = 1,2$ η σταθερά διαστολής αερίων για ενδιάμεση μεταβολή μεταξύ ισόθερμης και αδιαβατικής
- $H_a = 10,33 \text{ m}$ η ατμοσφαιρική πίεση
- $H_0 =$ σε m η αρχική πίεση στο αεροφυλάκιο
- $\Delta H =$ Το βήμα μεταβολής πίεσης κατά τον υπολογισμό που λαμβάνεται

H = ανά 2 m
μεταβλητή πίεση μέσα στο αεροφυλάκιο κατά τη διάρκεια του
φαινομένου σε m

Επομένως έχουμε :

$$\Delta Q = \frac{2^{*}0,1}{T^{*}1,2} \times \frac{(H_0 + 10,33)^{0,833}}{H_k^{1,833}} \times 2 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{A}{H_k^{1,833}} \text{ m}^3/\text{s}$$

όπου $H_k = H + H_a \pm (\Delta H/2) = H + 10,33 \pm 1,00$

δηλαδή για την περίπτωση αύξησης της πίεσης $H_k = H + 11,033 \text{ m}$

και για την περίπτωση μείωσης της πίεσης $H_k = H + 9,033 \text{ m}$

Αριθμητικές τιμές της διαφορικής αυτής εξίσωσης χρησιμοποιήθηκαν στη σύνταξη του διαγράμματος Bergeron.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12							
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ BERGERON							
Αντλιοστάσιο		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Στοιχεία καταθλιπτικού αγωγού							
Παροχή	m ³ /h	36	156	319	153	78	72
	m ³ /s	0,0100	0,0433	0,0886	0,0425	0,0217	0,0200
Ονομαστική διάμετρος	DN	160	280	400	280	200	225
Μήκος L	m	1.583	1.454	1.291	900	1.618	3.117
Πάχος σωλήνα e	mm	9,5	16,6	23,7	16,6	11,9	13,4
Εσωτερική διάμετρος σωλήνα d	mm	141,0	246,8	352,6	246,8	176,2	198,2
Διατομή σωλήνα F	m ²	0,0156	0,0478	0,0976	0,0478	0,0244	0,0308
Ταχύτητα ροής u	m/s	0,641	0,906	0,908	0,889	0,889	0,703
Απώλειες αγωγού για ονομαστική παροχή	m	5,62	4,98	2,87	2,97	8,09	7,44
Συντελεστής απωλειών καταθλιπτικού αγωγού C	h ² /m ³	0,004336	0,000205	2,82E-05	0,000127	0,00133	0,001435
Στάθμη άξονα αγωγού στην εκροή		+0,09	+0,06	+8,50	+1,77	+0,10	+11,47
Στάθμη άξονα αγωγού στην κεφαλή		-0,76	-0,65	-0,57	0,00	-0,99	+8,06
Γεωμετρικό ύψος H _γ		0,85	0,71	9,07	1,77	1,09	3,41
Απώλειες καταθλιπτικού αγωγού	m	5,62	4,98	2,87	2,97	8,09	7,44
Πίεση στην κεφαλή του αγωγού H _a		6,47	5,69	11,94	4,74	9,18	10,85
Αρχική πίεση στο αεροφυλάκιο H ₀	m	6,00	5,00	11,50	4,20	9,00	10,50
Ταύτητα μετάδοσης διαταραχής a	m/s	227	227	227	227	227	227
Κλίση χαρακτηριστικής αγωγού εφβ	m/m ³ /h	0,412	0,134	0,066	0,134	0,264	0,208
Αρχικός όγκος αεροφυλακίου V ₀	m ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Βασική μονάδα χρόνου	s	6,97	6,41	5,69	3,96	7,13	13,73
ΔQ*H _κ ^{1,83} = A	m ⁴ /h	0,48	0,5	0,76	0,77	0,54	0,30
H _{min}	m	-1,70	-5,00	-3,70	-4,40	-1,00	-2,00
Χρήσιμος όγκος αεροφυλακίου V _{χρ}	m ³	0,22	0,37	0,44	0,31	0,25	0,31
Ολικός όγκος αεροφυλακίου V _{ολ1}	m ³	0,26	0,45	0,50	0,37	0,29	0,37
Ολικός όγκος αεροφυλακίου για δύο αγωγούς V _{ολ2}	m ³	0,53	0,90	1,00	0,73	0,59	0,74
Επιλεγόμενος όγκος αεροφυλακίου	l	750	1.000	1.000	1.000	750	1.000
Διάμετρος σωλήνα αεροφυλακίου DN	mm	80	200	300	200	150	150

1.9.5 Χάραξη διαγράμματος Bergeron

Με βάση τα στοιχεία που υπολογίσαμε προηγουμένως μπορούμε τώρα να προχωρήσουμε στη χάραξη του διαγράμματος Bergeron για κάθε αντλιοστάσιο στα συνημμένα διαγράμματα του Παραρτήματος Α αρχίζοντας από τη χρονική στιγμή $T = 0$, που γίνεται η διακοπή του ρεύματος.

Εξετάζοντας το διάγραμμα διαπιστώνουμε ότι με την στάση της αντλίας η πίεση μέσα στο αεροφυλάκιο αρχίζει να μειώνεται, όπως επίσης και παροχή που κινείται από το αντλιοστάσιο προς το φρεάτιο εκροής. Κατά την χρονική στιγμή $2T$ έως $8T$ η παροχή μηδενίζεται και η πίεση στο αεροφυλάκιο φθάνει στην χαμηλότερη τιμή της H_{min} , η οποία κυμαίνεται από -1 έως -5 m ανάλογα με το αντλιοστάσιο και αναγράφεται στον Πίνακα 12. Από τη στιγμή αυτή η ροή αναστρέφεται και το νερό αρχίζει να γεμίζει με όλο και μεγαλύτερη ταχύτητα το αεροφυλάκιο προκαλώντας αύξηση της πίεσης στο αντλιοστάσιο. Έτσι αρχίζει το δεύτερο στάδιο του φαινομένου, της υπερπίεσης.

1.9.6 Συμπεράσματα

Όπως γίνεται φανερό από τα διαγράμματα και την περιγραφή της προηγούμενης παραγράφου με τον αρχικό όγκο αεροφυλακίου που επιλέχτηκε η ελάχιστη πίεση είναι αρκετά υψηλή ώστε να μην δημιουργεί κινδύνους διακοπής της υδάτινης φλέβας και εμφάνιση φαινομένων ατμοποίησης. Κατόπιν αυτών κρίνεται, ότι ο αρχικός όγκος αέρα του αεροφυλακίου είναι αποδεκτός.

1.9.7 Συνολική χωρητικότητα αεροφυλακίου

Με βάση τον αρχικό όγκο αέρα V_0 και την αρχική μανομετρική πίεση H_0 μπορούμε να υπολογίσουμε τον απαιτούμενο χρήσιμο όγκο στην ελάχιστη πίεση H_{min} από τη σχέση :

$$V_{\chi\rho} = V_0 \left(\frac{H_0 + 10,33}{H_{min} + 10,33} \right)^{1/\gamma}$$

όπου γ είναι ο συντελεστής διαστολής του αέρα. Για λόγους ασφαλείας θεωρούμε σύμφωνα με τη μέθοδο Bergeron διαστολή μεταξύ ισόθερμης ($\gamma = 1$) και αδιαβατικής ($\gamma = 1,4$) και λαμβάνουμε $\gamma = 1,2$. Οι τιμές του χρήσιμου όγκου αναγράφονται στον Πίνακα 12.

Ο συνολικά απαιτούμενος όγκος αεροφυλακίου για κάθε αγωγό με περιθώριο ασφαλείας 20% προκύπτει τότε στον Πίνακα 12 :

$$V_{o\lambda 1} = 1,20 * V_{\chi\rho} \text{ m}^3$$

Αντί να τοποθετήσουμε από ένα αεροφυλάκιο όγκου $V_{o\lambda 1}$ σε κάθε ένα από τους δίδυμους αγωγούς τόσο για οικονομικούς λόγους, όσο και για εξοικονόμηση χώρου επιλέγουμε να εγκαταστήσουμε στο αντλιοστάσιο ένα μόνο αεροφυλάκιο τουλάχιστον διπλασίου όγκου $V_{o\lambda 2}$ συνδεδεμένο στον συλλεκτήριο καταθλιπτικό αγωγό. Τελικά

επιλέγεται αεροφυλάκιο με τον αμέσως μεγαλύτερο τυποποιημένο όγκο, όπως αναγράφεται στον Πίνακα 12.

Το αεροφυλάκιο αυτό θα είναι τυποποιημένης κατασκευής με ενισχυμένη μεμβράνη κατάλληλη για λύματα, ώστε να μη χρειασθεί η εγκατάσταση αεροσυμπιεστή.

1.10 Τηλεέλεγχος Λειτουργίας Αντλιοστασίων

Η λειτουργία των αντλιοστασίων θα ελέγχεται από τοπικό σύστημα αυτοματισμού και η παρακολούθηση της λειτουργίας όλων των αντλιοστασίων θα γίνεται από τον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (ΚΣΕ), ο οποίος υπάρχει ήδη στο κτίριο διοίκησης της Δ.Ε.Υ.Α. Κορίνθου.

Σε κάθε αντλιοστάσιο λυμάτων θα εγκατασταθεί σύστημα αυτοματισμού λειτουργίας που θα περιλαμβάνει τουλάχιστον τα παρακάτω:

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1	Ηλεκτρολογικός πίνακας αυτοματισμού με αντικεραυνική προστασία	1
2	Προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (PLC) με οθόνη τοπικών ενδείξεων	1
3	Τροφοδοτικό αδιάλειπτης λειτουργίας DC-UPS	1
4	Modem ασύρματης επικοινωνίας	1
5	Μεταδότης στάθμης λυμάτων	1
6	Μεταδότης πίεσης	1
7	Όργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών	1
8	Έλεγχος εισόδου στο χώρο	1
9	Λογισμικό αυτοματισμού και επικοινωνιών	1

Στον Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου (ΚΣΕ) θα τοποθετηθεί τηλεόραση 32'' στην οποία θα απεικονίζεται η λειτουργία των αντλιών όλων των αντλιοστασίων, καθώς και οι κρίσιμες παράμετροι (στάθμη δεξαμενής και πίεση στους καταθλιπτικούς αγωγούς). Ο χρήστης πατώντας επάνω σε ένα αντλιοστάσιο θα μπορεί να δει περισσότερες πληροφορίες για το αντλιοστάσιο π.χ. ύπαρξη τάσης ΔΕΗ, λειτουργία Η/Ζ, ποσοστό λειτουργίας του inverter, όπως αυτές αναφέρονται και στα υπόλοιπα τεύχη της μελέτης. Επίσης θα μπορεί να κάνει τηλεχειρισμό του αντλιοστασίου σταματώντας κάποια αντλία που πιθανόν έχει πρόβλημα ή να κάνει reset σφάλματα από διακοπή τάσης, ή να εκκινήσει το Η/Ζ κλπ. Στο κέντρο

ελέγχου θα υπάρχει εκτός του υπολογιστή και εκτυπωτής για εκτύπωση αποτελεσμάτων και γραφημάτων.

Σε κάθε αντλιοστάσιο θα προβλεφθεί μία λογικά προγραμματιζόμενη μονάδα ελέγχου του, η οποία με βάση πληροφορίες από το ηλεκτρόδιο στάθμης θα εκκινεί το κατάλληλο πλήθος αντλιών και θα επικοινωνεί με τον κεντρικό σταθμό μέσω modem ασύρματης επικοινωνίας (Wi-Fi).

Αναλυτικότερη περιγραφή του συστήματος ελέγχου πραγματοποιείται στο τεύχος της Τεχνικής Περιγραφής.

Για την ΔΕΥΑ Λουτρακίου- Αγίων Θεοδώρων

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ-ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΛΟΥΤΡΑΚΙ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2022

ΛΟΥΤΡΑΚΙ, 10/11/2022

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ Τ.Υ.

ΑΣΗΜΙΝΑ ΜΠΙΤΖΙΝΗ

ΤΑΣΟΣ Κ.ΜΑΣΤΡΑΝΤΩΝΑΚΗΣ

ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕ

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕ

ΑΝΘΙΜΟΣ ΣΑΚΕΛΛΗΣ

ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕ

Για την ΔΕΥΑ Κορίνθου

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ-ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΚΟΡΙΝΘΟΣ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2022

ΚΟΡΙΝΘΟΣ, 10/11/2022

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ Τ.Υ.

ΗΛΙΑΣ ΘΕΟΔΩΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕ

ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕ