



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
(Φο.Δ.Σ.Α.) ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΧΥΤΑ ΝΟΜΟΥ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ (ΧΥΤΑ ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ ΚΑΙ ΧΥΤΑ
ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ)

ΕΡΓΟ:

ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΧΥΤΑ
ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2019

ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ: 03

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

ΕΝΩΣΗ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ/ ΜΕΛΕΤΗΤΩΝ:

- ΕΠΤΑ Α.Ε.
- ENVIROPLAN Α.Ε.

ΝΟΜΙΜΗ ΚΟΙΝΗ ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ

ΣΤΑΜΑΤΕΛΟΠΟΥΛΟΥ - ΜΠΟΥΡΚΑ ΜΑΡΙΑ

ΚΟΙΝΗ ΕΔΡΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:

Ηνιόχου 16, Τ.Κ. 15238 Χαλάνδρι Αττικής
τηλ. 210- 6086300, fax. 210- 6086302
e-mail: info@epta.gr

ΣΥΝΤΑΞΗ - ΕΛΕΓΧΟΣ - ΘΕΩΡΗΣΗ

	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ Ο ΑΝΑΔΟΧΟΣ	ΣΤΑΜΑΤΕΛΟΠΟΥΛΟΥ - ΜΠΟΥΡΚΑ ΜΑΡΙΑ ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΑΝΑΔΟΧΟΥ		
	ΕΠΤΑ Α.Ε. - ENVIROPLAN Α.Ε. ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΥΝΤΑΞΗΣ		
ΟΙ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ	ΕΛΕΝΗ ΜΠΑΚΙΡΤΖΗ ΔΙΠΛ. ΑΓΡ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MSc (για κατηγορία 13)		
	ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΛΑΡΑΚΗΣ ΔΙΠΛ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ (για κατηγορία 09)		
	ΣΤΑΥΡΟΣ ΨΩΜΑΣ ΔΡ. ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ (για κατηγορία 18)		
ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΤΜΗΜ. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΩΝ & ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ	ΕΛΕΝΗ ΜΠΑΚΙΡΤΖΗ ΔΙΠΛ. ΑΓΡ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MSc		
ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ Δ/ΝΣΗΣ ΤΕΧΝ. ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	ΤΑΤΣΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΔΡ. ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		

ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠ. ΑΡ.

ΑΠΟΦΑΣΗ

ΤΕΥΧΟΣ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ Χ.Υ.Τ.Α.....	5
1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	5
1.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	6
1.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ	6
1.2.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ, ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	7
1.2.2.1 Γεωλογικά	7
1.2.2.2 Υδρογεωλογικά.....	9
1.2.2.3 Σεισμολογικά	10
1.2.2.4 Ρυπαντική Επικινδυνότητα.....	11
1.2.3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	13
1.3 ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	20
1.4 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	22
1.5 ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ.....	22
2. ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	25
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	25
2.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ	26
2.3 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΕΕΣ	27
2.3.1 ΣΤΑΔΙΑΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΧΥΤΑ ΣΕ ΧΥΤΥ.....	27
2.3.2 ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΟ.....	28
2.3.3 ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΠΟΔΕΚΤΗ/ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ – ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	29
2.3.4 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ/ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ 31	
2.3.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ	32

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Ύψος βροχής ανά μήνα (σε mm) – Μ.Σ. Πολύγυρου (Χρονοσειρά 1979-1992)	13
Πίνακας 2: Χρονική εμφάνιση κατακρημνισμάτων ανά μήνα (ημέρες) – Μ.Σ. Πολύγυρου (Χρονοσειρά 1979-1992).....	14
Πίνακας 3: Ύψος βροχής ανά μήνα (σε mm) – Μ.Σ. Μίκρας (Χρονοσειρά 1961-2010).....	14
Πίνακας 4: Χρονική εμφάνιση κατακρημνισμάτων ανά μήνα (ημέρες) – Μ.Σ. Μίκρας	15
Πίνακας 5: Θερμοκρασιακά δεδομένα Μ.Σ. Πολύγυρου (Χρονοσειρά 1979 – 1992).....	16
Πίνακας 6: Θερμοκρασιακά δεδομένα Μ.Σ. Μίκρας (Χρονοσειρά 1950 – 2012)	16
Πίνακας 7: Μέση μηνιαία υγρασία (%) - Σταθμός Πολυγύρου	17
Πίνακας 8: Μέση Μηνιαία Σχετική Υγρασία Μ.Σ. Μίκρας (Χρονοσειρά 1958 – 2012).....	18
Πίνακας 9: Ανεμολογική κλίμακα Beaufort, με τους προσδιορισμούς και τις ισοδύναμες ταχύτητες κατά προσέγγιση(Ζαμπάκης 1981)	19
Πίνακας 10: Άνεμοι μεγαλύτεροι των 6 και 8 Beaufort ανά μήνα – Μ.Σ. Πολύγυρου (Χρονοσειρά 1979 - 1992)	20
Πίνακας 11: Άνεμοι μεγαλύτεροι των 6 και 8 Beaufort ανά μήνα – Μ.Σ. Μίκρας Χρονοσειρά 1958 - 2012)	20
Πίνακας 12: Πληθυσμιακή κατανομή της 3ης Δ.Ε. Χαλκιδικής (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011)	21
Πίνακας 13: Ποσότητες απορριμμάτων σε tn που διατέθηκαν στο ΧΥΤΑ από το 1ο έτος λειτουργίας και μέχρι το τέλος του 2019	22
Πίνακας 14: Κωδικοί ΕΚΑ Εισερχόμενων αποβλήτων στο ΧΥΤΑ Πολυγύρου	22
Πίνακας 15: Ποιοτική σύσταση αστικών στερεών αποβλήτων σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων	24
Πίνακας 16: Προτεινόμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων στραγγισμάτων για διάθεση στο παρακείμενο ρέμα	30

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Γεωλογικός χάρτης Ν. Χαλκιδικής	8
Εικόνα 2: Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας	11
Εικόνα 3: Μηνιαίο Ύψος Βροχόπτωσης	15
Εικόνα 4: Ομβροθερμικό Διάγραμμα	17
Εικόνα 5: Παρακείμενο ρέμα στο ΧΥΤΑ Πολυγύρου	29
Εικόνα 6: Θέση έργου και προτεινόμενος αποδέκτης των επεξεργασμένων στραγγισμάτων (καθαρών νερών) σε σχέση με τον Ποταμό Ολύνθιο	30

1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ Χ.Υ.Τ.Α

1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων αποτελούν τη σύγχρονη αντιμετώπιση στη διαχείριση των απορριμμάτων και αποσκοπούν στην ασφαλή τελική διάθεσή τους. Οι Χ.Υ.Τ.Α. αποτελούν βασικό στάδιο της συνολικής διαχείρισης των απορριμμάτων. Οι ρύποι που περιέχονται στα απορρίμματα καταλήγουν σε ένα στεγανό περίβλημα και στη συνέχεια ακολουθεί η ελεγχόμενη επεξεργασία τους. Λοιπές ενδεικνυόμενες και χρησιμοποιούμενες μέθοδοι επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων (θερμική ή βιολογική επεξεργασία κλπ) παράγουν κατάλοιπα που σύμφωνα με την σχετική περιβαλλοντική πολιτική και νομοθεσία πρέπει να καταλήγουν σε χώρο υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων. Επομένως, ο σχεδιασμός ενός ΧΥΤΑ έχει ως γνώμονα τα εξής: τη διασφάλιση της ευστάθειας του διαμορφούμενου απορριμματοκού όγκου, την ύπαρξη συστήματος αντιπυρικής προστασίας, την ύπαρξη και απρόσκοπτη λειτουργία δικτύου διευθέτησης όμβριων υδάτων, το σύστημα διαχείρισης των στραγγισμάτων και του βιοαερίου, και η μόνωση και στεγανοποίηση για την αποφυγή ρύπανσης των υπογείων υδάτων και ελέγχου και παρακολούθησης του Χ.Υ.Τ.Α.

Η παρούσα μελέτη έχει ως αντικείμενο την αναβάθμιση και περιβαλλοντική αποκατάσταση του υφιστάμενου Χ.Υ.Τ.Α. Δήμου Πολυγύρου, Νομού Χαλκιδικής (3^η ΔΕ Νομού Χαλκιδικής) του με βασικά στοιχεία την αναβάθμιση της ΕΕΣ και των σχετικών έργων υποδομής.

Επίσης, στην παρούσα μελέτη παρατίθενται όλα τα δεδομένα που είναι αναγκαία για την εκπόνηση της όπως επίσης και κάθε άλλο στοιχείο ή πρόταση που κρίνεται σκόπιμο να ληφθεί υπόψη για την καλύτερη λειτουργία του Χώρου Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ) με τις επικρατούσες συνθήκες στην περιοχή του έργου.

Ο Χ.Υ.Τ.Α. Πολυγύρου βρίσκεται στη θέση «Καστρί» της Δ.Ε. Πολυγύρου του Δήμου Πολυγύρου Π.Ε. Χαλκιδικής. Λειτουργεί από το 2008 σύμφωνα με την υπ. αρ. 3565/12.05.2008 2^η Ανανέωση- Τροποποίηση της με αρ. πρωτ. οικ. 3600/13.06.2001 Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) της Διεύθυνσης Περιβάλλοντος και Χωροταξίας της περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας του έργου: «*Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), στη θέση Καστρί του Δήμου Πολυγύρου του Ν. Χαλκιδικής (3^η ΔΕ Νομού Χαλκιδικής)*».

Ο εν λόγω Χ.Υ.Τ.Α. λειτουργεί σύμφωνα με την υπ. αρ. 024/2466/09.01.2009 άδεια διάθεσης ή λειτουργίας της Δ/νσης Περιβάλλοντος της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Χαλκιδικής.

Για τον υπόψη Χ.Υ.Τ.Α. με τον υπ. αρ. 024/742/28.05.2010 έχει χορηγηθεί εξάμηνη άδεια επεξεργασίας και διάθεσης των επεξεργασμένων στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ της 3ης Δ.Ε. Ν. Χαλκιδικής. Εν συνεχεία με τον υπ. αρ. 024/2286/31.12.2010 εκδόθηκε παράταση προσωρινής άδειας επεξεργασίας και διάθεσης υγρών αποβλήτων της Μονάδας επεξεργασίας Στραγγισμάτων της 3ης Δ.Ε. Ν. Χαλκιδικής.

Για τη διάθεση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων έχει πραγματοποιηθεί καθορισμός αποδέκτη σύμφωνα με το υπ.αρ. 10/5858/6-9-2016 (ΦΕΚ Δ' 310/11.10.2016) κλάδος που συμβάλει στον ποταμό Όλυνθο.

1.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

1.2.1 Περιγραφή του Χώρου – Γεωγραφική Θέση

Ο Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (μη επικίνδυνων στερεών αποβλήτων) Νομού Χαλκιδικής χωροθετείται στην περιοχή με τοπωνύμιο «Χαλμούκια», στη θέση «Καστρί» του Δήμου Πολυγύρου του Ν. Χαλκιδικής. Η συνολική έκταση του χώρου είναι 90,277 στρέμματα από τα οποία τα 26,9 αντιστοιχούν σε πραγματική έκταση της λεκάνης ταφής απορριμμάτων. Μορφολογικά ο χώρος χαρακτηρίζεται από σχετικά έντονο ανάγλυφο. Στην περιοχή σχηματίζεται λεκάνη απορροής με ήπιες κλίσεις του ανάγλυφου προς τα δυτικά. Το υψόμετρο στη θέση αυτή είναι περίπου στα 600m.

Ο ενεργός ΧΥΤΑ χωρίζεται σε τρία κύτταρα (Α, Β και Γ) και έχει συνολική έκταση (εσωτερικά της περιμετρικής ζώνης) 26,9 στρέμματα. Τα τρία κύτταρα που αποτελούν τον Χ.Υ.Τ.Α. (Α, Β και Γ) έχουν επιμέρους εσωτερικές επιφάνειες έκτασης 12,2, 10,3 και 4,4 στρέμματα αντίστοιχα.

Η λειτουργία του ξεκίνησε το 2009 και αρχικά αδειοδοτήθηκε προκειμένου να δέχεται τα απορρίμματα της 3ης Δ.Ε. Χαλκιδικής (Δημοτικές Ενότητες Πολυγύρου και Ζερβοχωρίων του Δήμου Πολυγύρου).

Η θέση του Χ.Υ.Τ.Α. κατασκευάστηκε στην περιοχή με τοπωνύμιο «Χαλμούκια», στη θέση «Καστρί». Η πλησιέστερη περιοχή από το χώρο είναι ο Πολύγυρος και βρίσκεται σε απόσταση 4km. Οι γεωγραφικές του συντεταγμένες είναι Ν 40ο 24 150 και Ε 23ο 24 988. Σε απόσταση 8km από την περιοχή του έργου, εντοπίζεται το κηρυγμένο «Εθνικό Πάρκο

Υγροτόπου των λιμνών Κορώνειας-Βόλβης και Μακεδονικών Τεμπών».

Το έργο δεν χωροθετείται εντός ή πλησίον περιοχών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος ή εντός περιοχών του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου Natura 2000 ή εντός προστατευόμενων περιοχών του ν. 3937/2011 (Α' 60) Στην περιοχή του έργου δεν συναντώνται τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, αισθητικά δάση - διατηρητέα μνημεία της φύσης. Επίσης, στο χώρο δεν παρουσιάζεται συρροή επισκεπτών η ύπαρξη σημείων συρροής πληθυσμού.

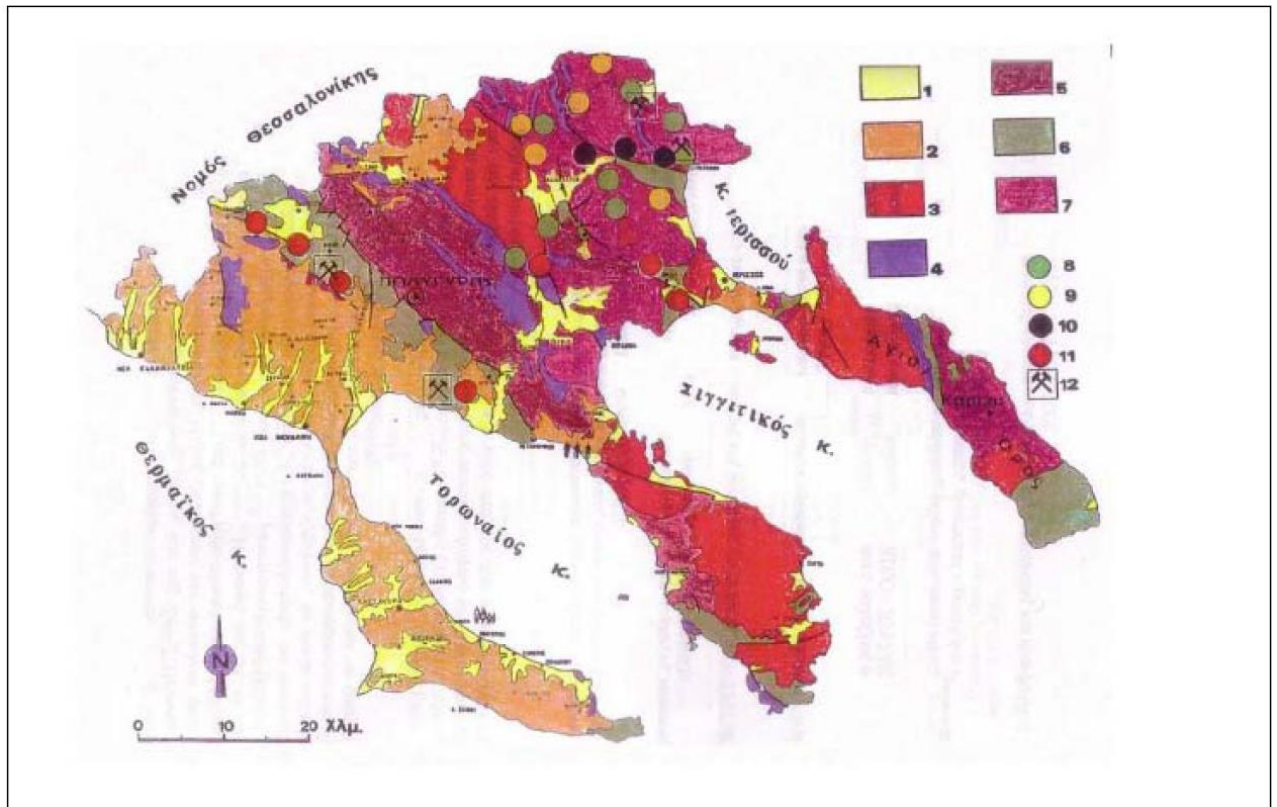
Σύμφωνα με το εγκεκριμένο Γενικό Πολεοδομικό Σχεδίου (ΓΠΣ) της Δημοτικής Ενότητας Πολυγύρου του Δήμου Πολυγύρου της Περιφερειακής Ενότητας Χαλκιδικής (Απόφαση 4325, ΦΕΚ 243/21-06-2013ΑΑΠ), το υφιστάμενο έργο χωροθετείται σε εκτός σχεδίου περιοχή, εντός Περιοχής Ειδικής Προστασίας (ΠΕΠ) και συγκεκριμένα εντός Περιοχής προστασίας δάσους και δασικών εκτάσεων (ΠΕΠ-Δ).

1.2.2 Γεωλογικά, Τεκτονικά και Εδαφολογικά Χαρακτηριστικά

1.2.2.1 Γεωλογικά

Η Χαλκιδική καλύπτεται από μεταμορφωμένα πετρώματα της Σερβο-Μακεδονικής Μάζας, της Περιοδοπικής ζώνης και της Ζώνης Παιονίας. Τα πετρώματα της Σερβομακεδονικής Μάζας καλύπτουν τον ανατολικό χώρο του νομού. Η Περιοδοπική, βρίσκεται δυτικά της Σερβο-Μακεδονικής Μάζας, έχει διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ και πλάτος περί τα 20 χλμ. Η επαφή της με τη Σερβο-Μακεδονική είναι τεκτονική και παρουσιάζει στρωματογραφικό κενό. Η ζώνη Παιονίας

βρίσκεται δυτικά της Περιοδοπικής και περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία μιμεταμορφωμένων Αλπικών ιζημάτων, τα οποία αποτέθηκαν στην ωκεάνια αύλακα του Μεσοζωϊκού. Εκτός από τα μεταμορφωμένα πετρώματα συναντώνται και Παλαιογενή, Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα τα οποία είναι συμπαγή, ημιχαλαρά και χαλαρά αντίστοιχα. Ακολούθως παρατίθεται ο γεωλογικός χάρτης του νομού Χαλκιδικής.



Εικόνα 1: Γεωλογικός χάρτης Ν. Χαλκιδικής

1. Λιμναίες, χερσαίες και σύγχρονες αποθέσεις: άργιλοι, άμμοι, κροκαλοπαγή, κοκκinoχώματα, μάργες, πλευρικά κορήματα, κώνοι κορημάτων και παράκτιες αποθέσεις (ΠΛΕΙΟΣΤΟΚΑΙΝΟ – ΟΛΟΚΑΙΝΟ).
2. Λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις: κροκαλοπαγή, άμμοι, μάργες, κοκκinoχώματα, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και άργιλοι (ΜΕΙΟΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ).
3. Γρανίτες: γρανίτες, γρανοδιορίτες και μονζονίτες (ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ – ΤΡΙΤΟΓΕΝΕΣ)
4. Ανθρακικά πετρώματα: ασβεστόλιθοι, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και μάρμαρα (ΤΡΙΑΔΙΚΟ – ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ)
5. Μετακλαστικά πετρώματα: σχιστόλιθοι, ψαμμίτες, χαλαζίτες, φυλλίτες, διαβάσες, αμμούχες μάργες και κερατόλιθοι (ΤΡΙΑΔΙΚΟ – ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ).
6. Πρασινοπετρώματα: γάββροι, σπιλίτες, pillow lava, περιδοίτες, σερπεντινίτες, δουνίτες, ολιβινίτες, πυροξενίτες, χλωριτικοί σχιστόλιθοι και αμφιβολίτες (ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ – ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ).
7. Γνευσιοσχιστόλιθοι: γνεύσιοι, σχιστόλιθοι, μιγματίτες και αμφιβολίτες (ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ – ΤΡΙΑΔΙΚΟ).
8. Εμφανίσεις και κοιτάσματα Pb – Zn
9. Εμφανίσεις και κοιτάσματα Fe-Cu
10. Εμφανίσεις και κοιτάσματα Mn

11. Εμφανίσεις και κοιτάσματα Cr

12. Μεταλλεία

Η περιοχή του Χ.Υ.Τ.Α. βρίσκεται γεωτεκτονικά στο δυτικό περιθώριο της Σερβομακεδονικής Μάζας. Στην περιοχή αυτή αναπτύσσεται η Περιροδοπική Ζώνη, η οποία αποτελείται από επί μέρους ενότητες και εσωτερικά τμήματα της ζώνης της Παιονίας προς τα δυτικά. Οι ενότητες που εμφανίζονται στον κορμό της Χαλκιδικής είναι η Ενότητα Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη, η Ενότητα Μελισσοχωρίου - Χολομώντα, και βορειότερα η Ενότητα Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά. Η Ενότητα Μελισσοχωρίου - Χολομώντα εκτείνεται από το Μελισσοχώρι προς τον Χολομώντα ως και τη χερσόνησο της Σιθωνίας.

Είναι αλπικής γένεσης και έχει υποστεί μεταμόρφωση σε συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής φάσης. Οι κύριοι σχηματισμοί που έχουν προκύψει είναι μάρμαρα, χαλαζίτες, φυλλίτες και ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι.

Η θέση του έργου ανήκει γεωτεκτονικά στον χώρο της Ομάδας Σβούλας. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί του υποβάθρου στην θέση αυτή είναι καστανότεφροι φυλλίτες και χαλαζίτες κατά θέσεις ασβεστιτικοί με παρεμβολές χαλαζιτικών σχιστολίθων και χαλαζιτικών ψαμμιτών. Φλέβες χαλαζιοαστριούχες είναι συνήθεις. Τα πετρώματα παρουσιάζουν χαρακτηριστική λεπτοφυλλώδη σχιστότητα. Η παράταξη διατηρεί σταθερή διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ, και οι κλίσεις είναι προς τα ανατολικά - βορειοανατολικά. Οι φυλλίτες είναι έντονα πτυχωμένοι. Παρουσιάζουν άξονες με βύθιση από ΝΑ ως ΒΔ.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι επιφανειακά αποσαθρωμένοι. Ο μανδύας αποσάθρωσης στην περιοχή είναι λεπτός.

1.2.2.2 Υδρογεωλογικά

Οι υδρογεωλογικές συνθήκες καθορίζονται από τη γεωλογική και γεωμορφολογική δομή της περιοχής. Βασικό παράγοντα αποτελεί η υδροπερατότητα των επιφανειακών σχηματισμών σε σχέση με τη μορφολογία. Η επιφανειακή γενική κατανομή των γεωλογικών σχηματισμών στο νομό περιγράφεται σε πρώτη φάση από τους βραχώδεις σχηματισμούς και τις ιζηματογενείς αποθέσεις.

Η περιοχή του έργου δομείται από φυλλιτικούς σχηματισμούς, οι οποίοι είναι στεγανά πετρώματα με πολύ μικρό πρωτογενές πορώδες. Το δευτερογενές πορώδες αναπτύσσεται από τα συστήματα διαρρήξεων και διακλαδώσεων. Λόγω της δημιουργίας και ανάπτυξης των συστημάτων αυτών, αυξάνεται η υδροπερατότητα των σχηματισμών.

Λαμβάνοντας υπόψη την εξάπλωση των διαφόρων ασυνεχειών του πετρώματος, εκτιμάται ότι λόγω δευτερογενούς

πορώδους, η υδροπερατότητα αυξάνεται από 2 έως 4 φορές, παράλληλα προς την επικρατούσα διεύθυνση των ασυνεχειών. Είναι χαρακτηριστικό, ότι η αποσάθρωση οδεύει από τις επιφάνειες διάρρηξης και κατάτμησης και αναπτύσσεται μανδύας αποσάθρωσης που συνήθως εκτείνεται μέχρι βάθους μερικών μέτρων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το πορώδες ελαττώνεται σημαντικά με το βάθος.

Οι σχηματισμοί της περιοχής είναι επομένως πρωταρχικά στεγανοί. Το πέτρωμα στο βάθος εκτιμάται ότι θα είναι λίγο υδροπερατό.

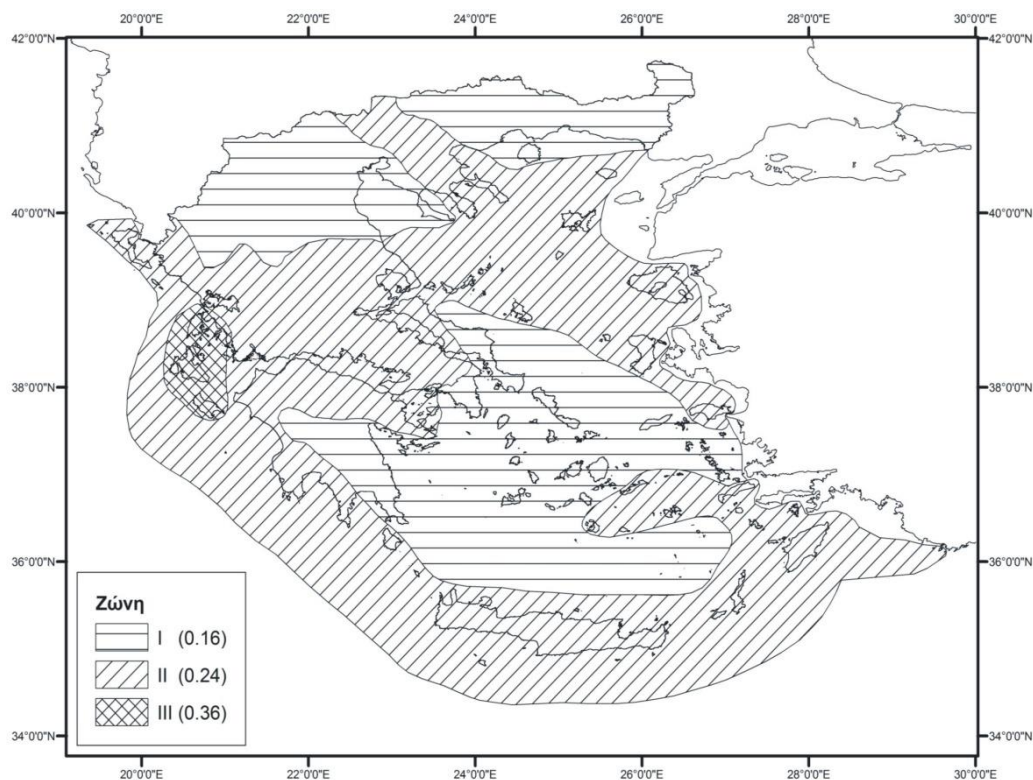
Υδροφορίες στους σχηματισμούς αυτούς συναντώνται μόνο σε ρήγματα και μεγάλες ζώνες διάρρηξης. Μεγάλες διαρρηξιγενείς ζώνες δεν εντοπίζονται μακροσκοπικά στην περιοχή.

Συμπερασματικά οι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί είναι λίγο διαπερατοί και μόνον παράλληλα προς επιφάνειες συνεχειών.

Η περιοχή ανήκει στην λεκάνη απορροής της Χαλκιδικής του υδατικού διαμερίσματος της Κεντρικής Μακεδονίας.

1.2.2.3 Σεισμολογικά

Ο Νομός Χαλκιδικής συνολικά κατατάσσεται στις Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας I (ζώνη χαμηλής σεισμικής επικινδυνότητας) και II (ζώνη μέσης σεισμικής επικινδυνότητας), κατά την κατανομή του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ – 2000 – (Τροποποίηση Φ.Ε.Κ. Β' 1154/12-8-2003, Απόφαση Αριθ. Δ17α/115/9/ΦΝ275). Οι Ζώνες Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας είναι 3 (I,II,III), και την μέγιστη επικινδυνότητα την έχει η ζώνη III, όπως παρουσιάζεται και στον χάρτη που ακολουθεί. Η περιοχή του έργου ανήκει στην Ζώνη II (ΕΑΚ 2000), ζώνη μεσαίας σεισμικότητας.



Εικόνα 2: Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας

1.2.2.4 Ρυπαντική Επικινδυνότητα

Η ρύπανση των υπογείων υδροφόρων από τη μεταφορά και τη διήθηση ρυπαντικών ουσιών αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα για το οποίο απαιτείται ειδική αντιμετώπιση. Η ιδιαιτερότητα του προβλήματος δεν οφείλεται μόνο στη σημασία που έχουν οι υπόγειοι υδροφορείς ως πολύτιμοι υδατικοί πόροι, αλλά σχετίζεται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά με τα οποία εξελίσσονται τα φαινόμενα στο υπόγειο περιβάλλον.

Ως ρυπαντική επικινδυνότητα (vulnerability) ορίζεται η ευκολία ή δυσκολία με την οποία ρυπαίνεται ένας υδροφόρος ορίζοντας.

Σε ότι αφορά το γεωλογικό υπόβαθρο εξαρτάται από:

- ✓ Την υδροπερατότητα
- ✓ Την τεχνική δομή

Σε ότι αφορά το έδαφος εξαρτάται από:

- ✓ Τη δομή και την υφή του
- ✓ Το πάχος του
- ✓ Την αποστράγγιση
- ✓ Την περιεκτικότητα του σε οργανικές ουσίες
- ✓ Την περιεκτικότητα του σε αργιλικά υλικά
- ✓ Την κλίση της επιφάνειας του εδάφους και τη φυτική κάλυψη.

Οι αργοί ρυθμοί με τους οποίους μεταφέρονται και εξαπλώνονται οι ρυπαντές στα πορώδη μέσα είναι υπεύθυνοι για τα μεγάλα χρονικά διαστήματα παραμονής τους μέσα στους υδροφόρους ορίζοντες, ενώ η αδυναμία άμεσης παρακολούθησης και ελέγχου της ποιότητας του υπογείου νερού, συχνά οδηγεί σε καθυστερημένη διαπίστωση της υποβάθμισης του.

Στους χώρους όπου γίνεται η μεταφορά και τοποθέτηση των απορριμμάτων παράγεται ένα έκκριμα το οποίο προέρχεται από τη διαδικασία αποσύνθεσης. Μέρος του εκκρίματος (ή αλλιώς στραγγισμάτων), ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες επιφανειακής απορροής και την υδρολιθολογική σύσταση του εδάφους, οδηγείται στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.

Τα στραγγίσματα παράγονται κατά κανόνα σε αναερόβιες συνθήκες (περίπτωση υγειονομικής ταφής με στεγανό κάλυμμα) με αποτέλεσμα να περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένων οργανικών ενώσεων, οι οποίες προέρχονται από την αποσύνθεση οργανικών ουσιών.

Οι πιθανοί ρύποι που προέρχονται από ΧΥΤΑ είναι βαρέα μέταλλα, αέρια, οργανικές και ανόργανες ενώσεις ασβεστίου, χλωρίου και νατρίου. Ο έλεγχος της ρύπανσης από τα απορρίμματα στα υπόγεια νερά γίνεται με μέτρηση της συγκεντρώσεως των ιόντων Cl⁻ που είναι ο καλύτερος δείκτης ρύπανσης των απορριμμάτων.

1.2.3 Κλιματολογικά Στοιχεία

Τα στοιχεία για την εκτίμηση των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής μελέτης ελήφθησαν από τους κάτωθι μετεωρολογικούς σταθμούς της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας:

ΣΤΑΘΜΟΣ (ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (μοίρες)	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ (μοίρες)
Πολύγυρος (637)	544	23° 30'	40° 23'
Μίκρας (622)	5,0	22° 58'	40° 31'

Ο Μ.Σ. Πολύγυρου, που είναι και ο πλησιέστερος στη θέση του έργου, διαθέτει μετρήσεις για την χρονική περίοδο 1979 – 1992, ήτοι για μία περίοδο 13 ετών, ενώ από το 1992 έχει διακοπεί η λειτουργία του. Αντίθετα, ο Μ.Σ. Μίκρας, που είναι εγκατεστημένος σε μεγαλύτερη απόσταση από την περιοχή του έργου, διαθέτει μετρήσεις για μία μεγαλύτερη χρονοσειρά, της τάξης των 54 ετών, από το 1959 έως το 2012. Τα χορηγηθέντα στοιχεία των παρατηρήσεων των προαναφερθέντων μετεωρολογικών σταθμών, παρατίθενται ακολούθως ανά παράμετρο ανά σταθμό και ανά περίοδο παρατήρησης.

Βροχοπτώσεις

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες μετρήσεις του Μ.Σ. Πολύγυρου, η διακύμανση του μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης στη διάρκεια του έτους, καθώς επίσης και το μέγιστο ύψος βροχής στο 24ωρο για κάθε μήνα, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1: Ύψος βροχής ανά μήνα (σε mm) – Μ.Σ. Πολύγυρου (Χρονοσειρά 1979-1992)

ΜΗΝΑΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
ΟΛΙΚΟ	37,1	25,0	37,3	50,9	35,4	51,2	15,1	10,8	3,6	38,9	65,7	50,3
MAX 24h	35,0	23,0	45,0	82,0	25,0	46,0	50,0	11,0	15,0	57,0	99,5	62,0

Όσον αφορά στην ανάλυση των κατακρημνισμάτων στις επιμέρους κατηγορίες, στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο αριθμός των ημερών σε κάθε μήνα, στις οποίες επικρατούσε η κάθε υποκατηγορία, απ' όπου και φαίνεται ότι κυριαρχούν οι βροχοπτώσεις.

Πίνακας 2: Χρονική εμφάνιση κατακρημνισμάτων ανά μήνα (ημέρες) – Μ.Σ. Πολύγυρου
(Χρονοσειρά 1979-1992)

	ΚΑΤΑΚΡ.	ΒΡ.	ΧΙ	ΚΑΤ	ΧΑΛ	Χ.ΕΔ.	ΟΜ.	ΔΡ.	ΠΑΧ.
ΙΑΝ.	5,5	3,3	2,8	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0
ΦΕΒ.	6,3	3,2	3,6	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0
ΜΑΡΤ.	4,3	3,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
ΑΠΡ.	5,7	5,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1
ΜΑΙ.	4,9	4,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0
ΙΟΥΝ.	3,7	3,6	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
ΙΟΥΛ.	1,8	1,7	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΥΓ.	1,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΣΕΠΤ.	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΟΚΤ.	3,9	3,9	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
ΝΟΕΜ	5,0	4,8	0,3	0,0	0,1	0,1	0,8	0,0	0,0
ΔΕΚ.	5,8	5,2	0,7	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0

ΚΑΤΑΚΡ.: Κατακρημνίσματα
ΒΡ.: Βροχοπτώσεις
ΧΙ: Χιόνι
ΚΑΤ: Καταιγίδα
ΧΑΛ:

Χ.ΕΔ.: Χιονοσκεπές έδαφος
ΟΜ: Ομίχλη
ΔΡ.: Δρόσος
ΠΑΧ.: Πάχνη
Χαλάζι

Σύμφωνα με τις διαθέσιμες μετρήσεις του Μ.Σ., η διακύμανση του μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης στη διάρκεια του έτους, καθώς επίσης και το μέγιστο ύψος βροχής στο 24ωρο για κάθε μήνα, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 3: Ύψος βροχής ανά μήνα (σε mm) – Μ.Σ. Μίκρας (Χρονοσειρά 1961-2010)

ΜΗΝΑΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
ΟΛΙΚΟ	39.72	29.34	27.5	36.57	43.1	30.08	23.82	17.34	34.48	46.78	45.06	53.59
MAX 24h	131.6	54	52	44.4	40.6	75.4	60.2	46	59.4	56.3	84.7	62.8

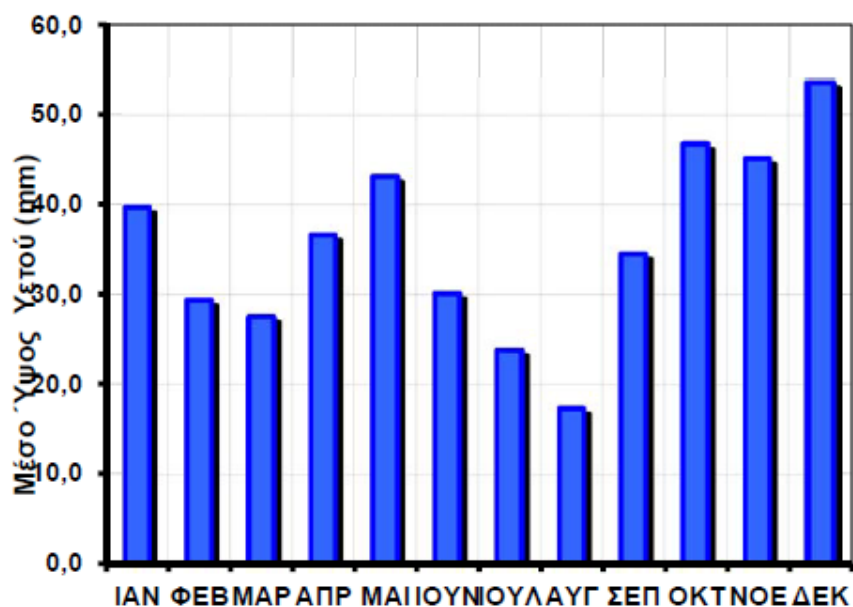
Όσον αφορά στην ανάλυση των κατακρημνισμάτων στις επιμέρους κατηγορίες, στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο αριθμός των ημερών σε κάθε μήνα, στις οποίες επικρατούσε η κάθε υποκατηγορία, απ' όπου και φαίνεται ότι κυριαρχούν οι βροχοπτώσεις.

Πίνακας 4: Χρονική εμφάνιση κατακρημνισμάτων ανά μήνα (ημέρες) – Μ.Σ. Μίκρας

	ΚΑΤΑΚΡ.	ΒΡ.	ΧΙ	ΚΑΤ	ΧΑΛ	Χ.ΕΔ.	ΟΜ.	ΔΡ.	ΠΑΧ.
ΙΑΝ.	5,5	3,3	2,8	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,0
ΦΕΒ.	6,3	3,2	3,6	0,0	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0
ΜΑΡΤ.	4,3	3,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
ΑΠΡ.	5,7	5,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1
ΜΑΙ.	4,9	4,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0
ΙΟΥΝ.	3,7	3,6	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
ΙΟΥΛ.	1,8	1,7	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΥΓ.	1,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΣΕΠΤ.	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΟΚΤ.	3,9	3,9	0,0	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
ΝΟΕΜ	5,0	4,8	0,3	0,0	0,1	0,1	0,8	0,0	0,0
ΔΕΚ.	5,8	5,2	0,7	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0

ΚΑΤΑΚΡ.: Κατακρημνίσματα
ΒΡ.: Βροχοπτώσεις
ΧΙ: Χιόνι
ΚΑΤ: Καταιγίδα
ΧΑΛ: Χαλάζι

Χ.ΕΔ.: Χιονοσκεπές έδαφος
ΟΜ: Ομίχλη
ΔΡ.: Δρόσος
ΠΑΧ.: Πάχνη



Εικόνα 3: Μηνιαίο Ύψος Βροχόπτωσης

Θερμοκρασία

Τα δεδομένα της θερμοκρασίας που ελήφθησαν από τον Μ.Σ. Πολύγυρου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 5: Θερμοκρασιακά δεδομένα Μ.Σ. Πολύγυρου (Χρονοσειρά 1979 – 1992)

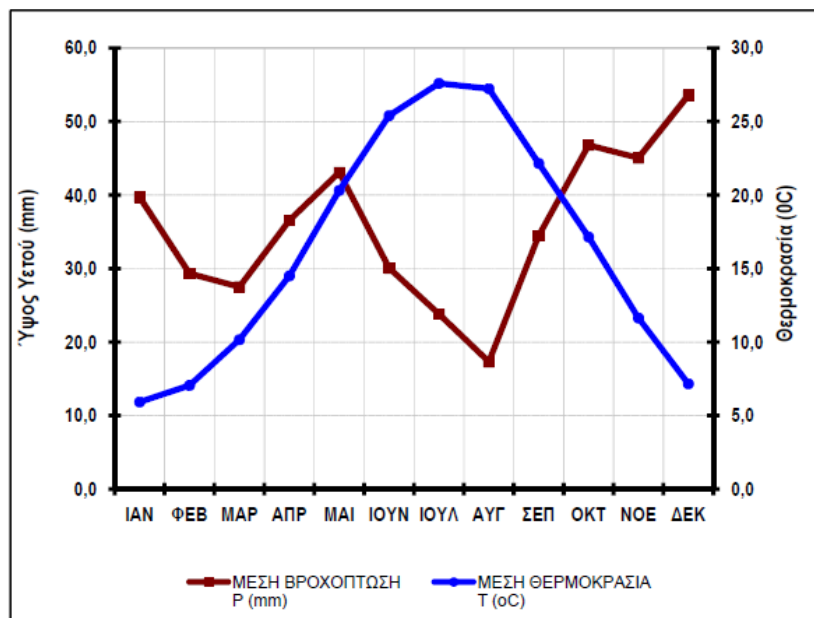
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)				
	ΜΕΣΗ	ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ
ΙΑΝ.	4,9	10,9	3,2	17,2	-6,8
ΦΕΒ.	4,7	8,7	2,7	17,4	-9,8
ΜΑΡΤ.	8,7	13,0	6,0	22,0	-4,0
ΑΠΡ.	12,4	16,5	7,7	28,4	0,0
ΜΑΙ.	16,3	20,6	12,1	29,2	4,2
ΙΟΥΝ.	22,4	26,0	15,8	35,2	10,0
ΙΟΥΛ.	24,0	27,5	16,9	36,2	10,2
ΑΥΓ.	24,1	27,1	17,9	35,2	11,4
ΣΕΠΤ.	21,3	24,8	16,1	31,0	9,5
ΟΚΤ.	15,1	19,7	11,6	32,0	1,2
ΝΟΕΜ.	10,7	15,2	7,9	21,0	-3,0
ΔΕΚ.	6,8	12,8	4,7	20,2	-6,8

Τα δεδομένα της θερμοκρασίας που ελήφθησαν από τον Μ.Σ. Μίκρας παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 6: Θερμοκρασιακά δεδομένα Μ.Σ. Μίκρας (Χρονοσειρά 1950 – 2012)

	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)				
	ΜΕΣΗ	ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ
ΙΑΝ.	5,9	9,24	1,44	13,19	-3,71
ΦΕΒ.	7,1	10,98	2,3	15,68	-2,85
ΜΑΡΤ.	10,2	14,3	4,69	19,32	1,32
ΑΠΡ.	14,5	19,08	7,89	21,95	5,2
ΜΑΙ.	20,3	24,56	12,6	27,68	9,82
ΙΟΥΝ.	25,4	29,37	16,96	31,67	14,43
ΙΟΥΛ.	27,6	31,74	19,28	34,28	16,26
ΑΥΓ.	27,2	31,39	19,1	33,86	15,67
ΣΕΠΤ.	22,2	27,1	15,33	31,37	8,4
ΟΚΤ.	17,2	21,27	11,37	24,76	6,97
ΝΟΕΜ.	11,6	15,44	7,1	18,94	1,05
ΔΕΚ.	7,2	10,86	3,21	15,56	-0,67

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται το ομβροθερμικό διάγραμμα της υπό μελέτη περιοχής.



Εικόνα 4: Ομβροθερμικό Διάγραμμα

Σχετική υγρασία

Η διακύμανση της σχετικής υγρασίας ανά μήνα, σύμφωνα με τις διαθέσιμες μετρήσεις του Μ.Σ. Πολύγυρου, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 7: Μέση μηνιαία υγρασία (%) - Σταθμός Πολυγύρου

ΜΗΝΑΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	72,4
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	74,7
ΜΑΡΤΙΟΣ	70,9
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	64,5
ΜΑΙΟΣ	66,2
ΙΟΥΝΙΟΣ	62,0
ΙΟΥΛΙΟΣ	59,7
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	62,8
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	63,8

ΜΗΝΑΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	70,1
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	71,8
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	69,8

Η διακύμανση της σχετικής υγρασίας ανά μήνα, σύμφωνα με τις διαθέσιμες μετρήσεις του Μ.Σ. Μίκρας, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 8: Μέση Μηνιαία Σχετική Υγρασία Μ.Σ. Μίκρας (Χρονοσειρά 1958 – 2012)

ΜΗΝΕΣ	ΜΕΣΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ
Ιανουάριος	76,05
Φεβρουάριος	72,38
Μάρτιος	71,34
Απρίλιος	67,5
Μάιος	63,39
Ιούνιος	55,5
Ιούλιος	52,86
Αύγουστος	55,21
Σεπτέμβριος	61,91
Οκτώβριος	70,47
Νοέμβριος	76,46
Δεκέμβριος	77,99

Άνεμοι

Ο άνεμος προσδιορίζεται με την ένταση ή την ταχύτητά του και με τη διεύθυνσή του, που δεν είναι η ανυσματική, αλλά η διεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος σ' ένα τόπο. Ο προσδιορισμός της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου γίνεται εμπειρικά με την κλίμακα Beaufort ή εξειδικευμένα όργανα. Η κλίμακα έχει το πλεονέκτημα έναντι των οργάνων ότι εκτιμά τα αποτελέσματα του ανέμου σε μεγάλη σχετικά έκταση γύρω από τον παρατηρητή. Η κλίμακα Beaufort περιγράφεται στον ακόλουθο Πίνακα (Ζαμπάκη 1981).

Πίνακας 9: Ανεμολογική κλίμακα Beaufort, με τους προσδιορισμούς και τις ισοδύναμες ταχύτητες κατά προσέγγιση(Ζαμπάκης 1981)

ΒΑΘΜΟΙ BEAUF.	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΕ 6m ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ		
			m/sec	km/hr	mph
0	Νηνεμία	Καπνός ανέρχεται κατακόρυφα (άπνοια)	<0.6	<1	<1
1	Υποπνέων	Η διεύθυνση προσδιορίζεται από τον καπνό, αλλά όχι από τους ανεμοδείκτες	0.6-1.7	1-6	1-3

ΒΑΘΜΟΙ BEAUF.	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΕ 6m ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ		
			m/sec	km/hr	mph
2	Ασθενής	Αισθητός στο πρόσωπο. Θρόισμα φύλλων. Κινεί συνήθη ανεμοδείκτη	1.8-3.3	7-12	4-7
3	Λεπτός	Φύλλα και κλώνοι σε συνεχή κίνηση. Εκτείνει λεπτή σημαία	3.4-5.2	13-18	8-11
4	Μέτριος	Εγείρεται κονιορτός και φύλλα χαρτιού. Μικροί κλάδοι δένδρων κινούνται	5.3-7.4	19-26	12-16
5	Λαμπρός	Μικρά δένδρα με φύλλα λυγίζουν. Κυματίδια σε μεσόγεια νερά	7.5-9.8	27-35	17-22
6	Ισχυρός	Μεγάλοι κλάδοι δένδρων κινούνται. Συριγμοί στα τηλεγραφικά σύρματα. Δύσκολη η χρήση ομπρέλας	9.9-12.4	36-44	23-27
7	Σφοδρός	Κινεί ολόκληρα δένδρα. Βάδισμα αντίθετα προς τον άνεμο με δυσχέρεια	12.5-15.2	45-55	28-34
8	Ορμητικός	Θραύει κλώνους δένδρων και το βάδισμα γενικά εμποδίζεται	15.3-18.2	56-66	35-41
9	Θύελλα	Ελαφρές ζημιές στις οικοδομές. Πήλινες καπνοδόχοι αναρπάζονται	18.3-21.5	67-77	42-48
10	Ισχυρή θύελλα	Ξεριζώνονται δένδρα και προκαλούνται σημαντικές ζημιές στις οικοδομές	21.6-25.4	78-90	49-56
11	Σφοδρή θύελλα	Σπανιότατα σημειώνεται στην ξηρά και προκαλεί εκτεταμένες ζημιές	25.5-29.0	91-104	57-67
12	Τυφώνας	Εξαιρετικά σοβαρές καταστροφές	>29.0	>104	>67

Σύμφωνα με παρατηρήσεις του Μ.Σ. Πολύγυρου, για την περίοδο 1979-1992, οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι βόρειοι από Απρίλιο έως Οκτώβριο και βορειοανατολικοί τους υπόλοιπους μήνες του έτους.

Το ποσοστό των ανέμων που σε κάθε μήνα υπερβαίνουν τα 6 και 8 Beaufort αντίστοιχα, επί του συνόλου των ανέμων του μήνα, αναφέρεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 10: Άνεμοι μεγαλύτεροι των 6 και 8 Beaufort ανά μήνα – Μ.Σ. Πολύγυρου (Χρονοσειρά 1979 - 1992)

ΜΗΝΑΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι
>6B	0,6	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1
>8B	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
ΜΗΝΑΣ	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
>6B	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,7
>8B	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3

Τα αντίστοιχα καταγεγραμμένα δεδομένα της περιόδου 1959-1997 από τον Μ.Σ. Μίκρας έχουν ως εξής:

Οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή είναι βορειοδυτικοί καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, πλην του Αυγούστου, οπότε και επικρατούν οι άνεμοι νότιας διεύθυνσης.

Το ποσοστό των ανέμων που σε κάθε μήνα υπερβαίνουν τα 6 και 8 Beaufort αντίστοιχα, επί του συνόλου των ανέμων του μήνα, παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 11: Άνεμοι μεγαλύτεροι των 6 και 8 Beaufort ανά μήνα – Μ.Σ. Μίκρας Χρονοσειρά 1958 - 2012)

ΜΗΝΑΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
>6B	2,8	2,3	1,7	1,4	0,7	1,1	1,4	1,2	1,1	1,2	1,7	2,5
>8B	0,4	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5

1.3 ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

Ο ΧΥΤΑ έχει αδειοδοτηθεί προκειμένου να εξυπηρετεί την 3η Διαχειριστική Ενότητα του Νομού Χαλκιδικής, ήτοι τις Δημοτικές Ενότητες Πολυγύρου και Ζερβοχωρίων του Δήμου Πολυγύρου. Σύμφωνα με την ΑΕΠΟ του έργου, ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός από το ΧΥΤΑ (σύμφωνα με τη απογραφή του 2001) ήταν 13.867 κάτοικοι. Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζεται η πληθυσμιακή κατανομή της 3ης Δ.Ε. Χαλκιδικής σύμφωνα με την απογραφή του 2011.

Πίνακας 12: Πληθυσμιακή κατανομή της 3ης Δ.Ε. Χαλκιδικής (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2011)

ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (Απογραφή 2011)	ΣΥΝΟΛΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ Δ.Ε.
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ		
Δημοτική Κοινότητα Πολυγύρου	7.459	11.386
Τοπική Κοινότητα Αγίου Προδρόμου	408	
Τοπική Κοινότητα Βραστάμων	990	
Τοπική Κοινότητα Ολύνθου	1.111	
Τοπική Κοινότητα Παλαιοκάστρου	222	
Τοπική Κοινότητα Σανών	293	
Τοπική Κοινότητα Ταξιάρχου	903	
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΖΕΡΒΟΧΩΡΙΩΝ		
Τοπική Κοινότητα Γεροπλατάνου	337	2.378
Τοπική Κοινότητα Κρήμνης	257	
Τοπική Κοινότητα Μαραθούσσης	491	
Τοπική Κοινότητα Παλαιοχώρας	806	
Τοπική Κοινότητα Ριζών	487	
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 3 ^Η Δ.Ε. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ		13.764

Επιπλέον του αδειοδοτημένου πληθυσμού, στον εν λόγω ΧΥΤΑ ήδη διατίθενται:

- τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) του υπόλοιπου Δήμου Πολυγύρου
- τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) του Δήμου Αριστοτέλη Π.Ε. Χαλκιδικής βάσει της ΚΥΑ με αρ. 22158/2426/2013 (ΦΕΚ 1266/Β/24.05.2013) με θέμα «Διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων των Δήμων Νάουσας, Βέροιας και Αλεξάνδρειας Π.Ε. Ημαθίας και του Δήμου Αριστοτέλη Π.Ε. Χαλκιδικής Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας» και το 27% του Δήμου Σιθωνίας Π.Ε. Χαλκιδικής βάσει της ΚΥΑ με αρ. 6718/2013 (ΦΕΚ 897Β/2013) με θέμα «Διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) του Δήμου Σιθωνίας Νομού Χαλκιδικής».
- Σύμφωνα με την 297/15.04.2014 Απόφαση του Φο.Δ.Σ.Α. Κ. Μακεδονίας, μετά την Απόφαση Παύσης Λειτουργίας του ΧΥΤΑ 1ης Δ.Ε. Χαλκιδικής (Κασσάνδρας), μέρος των απορριμμάτων του υπόψη ΧΥΤΑ θα μεταφέρθηκαν στον ΧΥΤΑ Πολύγυρου.

1.4 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Σύμφωνα με τα στοιχεία παραλαβής αποβλήτων που διατηρεί ο φορέας λειτουργίας του έργου στα αρχεία του (ζυγολόγια), οι ποσότητες των απορριμμάτων που διατέθηκαν στο ΧΥΤΑ από το 1ο έτος λειτουργίας του και μέχρι το τέλος του 2019, παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα:

Πίνακας 13: Ποσότητες απορριμμάτων σε tn που διατέθηκαν στο ΧΥΤΑ από το 1ο έτος λειτουργίας και μέχρι το τέλος του 2019

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ΣΥΝΟΛΟ	3.729	7.034	7.328	12.761	17.988	23.782	25.151	19.289	22.465	28.466	25.017

1.5 ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Γενικότερα για τα απόβλητα που γίνονται αποδεκτά στο ΧΥΤΑ ισχύουν η ΚΥΑ 29407/02, η Οδηγία 2003/3/ΕΚ και οι διατάξεις της ΚΥΑ 50910/03. Ο ΧΥΤΑ του Πολυγύρου δέχεται μόνο μη επικίνδυνα αστικά και προσομοιούμενα προς αυτά απόβλητα, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κατάλογο αποβλήτων ΕΚΑ κεφ. 20.000, Απόφαση 94/3/ΕΚ. Ο ΧΥΤΑ δεν δέχεται τα εξής:

- Τα επικίνδυνα απόβλητα του καταλόγου ΕΚΑ 20, που επισημαίνονται με αστερίσκο (*), των οποίων η διαχείριση υπάγεται στην ΚΥΑ ΗΠ 13588/725/06
- Τα απόβλητα της κατηγορίας ΕΚΑ 20.01 «χωριστά συλλεγόμενα μέρη» των οποίων η διαχείριση υπάγεται στις διατάξεις του ν. 2939/01 και των σχετικών Π.Δ.
- Τα απόβλητα που αναφέρονται στο άρθρο 6 της ΚΥΑ 29407/3508/02
- Δοχεία που περιέχουν υγρά ή αέρια υπό πίεση.
- Αδρανή υλικά πέραν αυτών που απαιτούνται ως υλικό επικάλυψης και των λοιπών εδαφικών υλικών που κρίνονται απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία του ΧΥΤΑ (π.χ. ανυψούμενα αναχώματα, υλικά πυρόσβεσης κλπ).
- Απόβλητα με υψηλό ποσοστό υγρασίας ή υγρών (σε αυτά περιλαμβάνονται και τα απόβλητα με κωδικούς 20 03 04 και 20 03 06)

Απόβλητα που εμπίπτουν στην ΚΥΑ ΗΠ 135888/2006 (ΦΕΚ 383Β/28-3-2006) και ΚΥΑ 72751/3054/1985 (ΦΕΚ 665/1- 11-1994). Ειδική μέριμνα θα πρέπει να ληφθεί για την είσοδο, τον έλεγχο και διαχείριση των ειδικών αποβλήτων (ελαστικά, ΑΗΗΕ, ορυκτέλαια κλπ.) τα οποία θα διαχειρίζονται σύμφωνα με τα όσα ορίζει η σχετική νομοθεσία.

Πίνακας 14: Κωδικοί ΕΚΑ Εισερχόμενων αποβλήτων στο ΧΥΤΑ Πολυγύρου

ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΚΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΒΛΗΤΟΥ
20	ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ (ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΠΑΡΟΜΟΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΚΑΙ ΙΔΡΥΜΑΤΑ), ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΜΕΡΩΝ ΧΩΡΙΣΤΑ ΣΥΛΛΕΓΕΝΤΩΝ
20 02	Απόβλητα κήπων και πάρκων (περιλαμβάνονται απόβλητα νεκροταφείων)
20 02 01	βιοαποδομήσιμα απόβλητα
20 02 02	χώματα και πέτρες
20 02 03	άλλα μη βιοαποδομήσιμα απόβλητα
20 03	Άλλα δημοτικά απόβλητα
20 03 01	ανάμεικτα δημοτικά απόβλητα
20 03 02	απόβλητα από αγορές
20 03 03	υπολείμματα από τον καθαρισμό δρόμων
20 03 07 ¹	ογκώδη απόβλητα
20 03 99	δημοτικά απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως

1: Περιλαμβάνουν κυρίως έπιπλα, στρώματα, μεγάλα παιχνίδια, βαλίτσες, ποδήλατα, χαλιά, καρότσια κλπ

Εντός της έκτασης του ΧΥΤΑ Πολυγύρου δεν υφίστανται εγκαταστάσεις επεξεργασίας / ανάκτησης των εισερχόμενων απορριμμάτων. Το σύνολο των εισερχόμενων απόβλητων οδηγείται σε ταφή (εργασία D1- Εναπόθεση εντός ή επί του εδάφους / D5 - Ειδικά διευθετημένοι χώροι υγειονομικής ταφής).

Κίνητρο ως προς την εκτροπή των αποβλήτων από το χώρο αποτελεί η εισφορά ενίσχυσης δράσεων κυκλικής οικονομίας. Η καταβολή της γίνεται από τους ΦοΔΣΑ στο Πράσινο Ταμείο η και ανέρχεται σε 10 ευρώ ανά τόνο, ξεκινώντας από την 1.1.2020, για τις ποσότητες απορριμμάτων που οδηγούνται στην ταφή χωρίς επεξεργασία και ανάκτηση ωφέλιμων πόρων. Το ποσό αυτό θα αυξάνεται κατά 5 ευρώ κάθε έτος, από το 2021, αν οι Δήμοι που υπόκεινται σε αυτή την εισφορά συνεχίζουν να μην καλύπτουν τις υποχρεώσεις τους όσον αφορά την ευρωπαϊκή πολιτική για τη διάθεση αποβλήτων.

Το είδος των υπολειμμάτων της επεξεργασίας (κωδικοί ΕΚΑ) που θα οδηγούνται στον ΧΥΤΑ/Υ θα είναι μη επικίνδυνα απόβλητα της κατηγορίας 19: «ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΚΤΟΣ ΣΗΜΕΙΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΥΔΑΤΟΣ ΠΡΟΟΡΙΖΟΜΕΝΟΥ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΣ ΓΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ». Σε αυτό το στάδιο σχεδιασμού δεν είναι δυνατός ο ακριβής προσδιορισμός του είδους των υπολειμμάτων (ΕΚΑ) που θα εισέρχονται στον ΧΥΤΑ/Υ καθώς η τεχνολογία επεξεργασίας των αποβλήτων δεν έχει καθορισθεί. Ωστόσο αναμένεται απόβλητα με τους κάτωθι κωδικούς να εισέρχονται στον ΧΥΤΑ/Υ:

- 19 05 01: μη λιπασματοποιημένο τμήμα των δημοτικών και παρομοίων αποβλήτων

- 19 12: απόβλητα από τη μηχανική κατεργασία αποβλήτων (π.χ. διαλογή, σύνθλιψη, συμπαγοποίηση, κοκκοποίηση) μη προδιαγραφόμενα άλλως εκτός αυτών που επισημαίνονται με αστερίσκο (*)

Μέχρι σήμερα δεν έχουν πραγματοποιηθεί στο ΧΥΤΑ εργασίες – αναλύσεις προκειμένου να προσδιοριστεί η ποιοτική σύσταση. Ο ΦΟΔΣΑ προτίθεται να διενεργήσει ποιοτική ανάλυση που να υπακούει στις προδιαγραφές που αποτυπώνονται στο πρότυπο ASTM D5231-92/2003 "Standard Test Method for Determination of the Composition of unprocessed Solid Waste" και τον κανονισμό RCRA (Waste Sampling Draft Guidance, EPA530-D-02-002). Για το λόγο αυτό ως ποιοτική σύσταση των εισερχόμενων απορριμμάτων στο ΧΥΤΑ λαμβάνεται η ποιοτική σύσταση που προτείνεται για το σύνολο της χώρας με το εγκεκριμένο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (Ιούλιος 2015), η οποία έχει ως εξής:

Πίνακας 15: Ποιοτική σύσταση αστικών στερεών αποβλήτων σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων

Είδος Αποβλήτου	Ποσοστό στα ΑΣΑ (% κ.β.)
ΟΡΓΑΝΙΚΑ	44,30%
ΧΑΡΤΙ/ΧΑΡΤΟΝΙ	22,20%
ΠΛΑΣΤΙΚΟ	13,90%
ΜΕΤΑΛΛΟ	3,90%
ΓΥΑΛΙ	4,30%
ΞΥΛΟ	4,60%
ΛΟΙΠΑ ΑΝΑΚΤΗΣΙΜΑ	1,60%
ΛΟΙΠΑ	5,20%
ΣΥΝΟΛΟ ΑΣΑ	100,00%

2. ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι ο σχεδιασμός της αναβάθμισης και περιβαλλοντικής αποκατάστασης του υφιστάμενου ΧΥΤΑ Πολυγύρου.

Ο σχεδιασμός έλαβε χώρα με τέτοιο τρόπο ώστε αφενός να καλυφθούν οι ανάγκες διάθεσης απορριμμάτων όλων των εξυπηρετούμενων Δήμων για τα επόμενα έτη λειτουργίας. Το σύνολο του ΧΥΤΑ (Α', Β' και Γ' Φάση) θα λειτουργήσει για 21 έτη τουλάχιστον και ο ελάχιστος όγκος αποθέσεων για τα 21 χρόνια της λειτουργίας του ΧΥΤΑ θα ανέρχεται σε 14.767 m³.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του αδειοδοτημένου έργου σύμφωνα με την προς ανανέωση/τροποποίηση ΑΕΠΟ είναι τα ακόλουθα:

1. Συνολική έκταση του γηπέδου: 90,277 στρέμματα
2. Επιφάνεια ενεργού ΧΥΤΑ: 26,9 στρέμματα
3. Εξυπηρετούμενος πληθυσμός (2001): 13.867 κάτοικοι
4. Δυναμικότητα της εγκατάστασης: 6.655 (1^ο έτος Α' Φάσης) και 8.112 (1^ο έτος Β' φάσης) τόνοι ετησίως.
5. Ύψος περίφραξης: ≥2,5m
6. Πλάτος περιμετρικής αντιπυρικής ζώνης: ≥ 8m
7. Χαρακτηριστικά ΧΥΤΑ:
 - Ο ΧΥΤΑ θα αναπτυχθεί σε δύο φάσεις (κύτταρα) την Α' και την Β'
 - Επιφάνεια ΧΥΤΑ: 12,5 στρέμματα για την Α' φάση και 13,8 στρέμματα για τη Β' φάση
 - Χρονική διάρκεια λειτουργίας ΧΥΤΑ: 21 έτη
 - Διαπερατότητα τεχνητού γεωλογικού φραγμού K: $\leq 5 \times 10^{-10}$ m/s
 - Ονομαστικό πάχος συνθετικής μεμβράνης: $\geq 1,50$ mm
 - Πάχος ζώνης αποστράγγισης : στρώση χαλικιού πάχους > 30cm ή ισοδύναμο υλικό με διαπερατότητα στρώσης 1×10^{-2} - 1×10^{-3} m/s
 - Πρωτεύον δίκτυο συλλογής στραγγισμάτων: $\geq \Phi 315$
 - Δευτερεύοντες αγωγοί συλλογής στραγγισμάτων: $\geq \Phi 180$
 - Διάμετρος αγωγών κατακόρυφων φρεατίων συλλογής βιοαερίου: $\geq \Phi 250$
 - Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας στραγγισμάτων
 - Χωρητικότητα δεξαμενής συλλογής στραγγισμάτων: $\geq 512 \text{ m}^3$
 - Ενεργητική άντληση βιοαερίου - πυρσός 250 m³/hr

Συνοπτικά, οι προτεινόμενες τροποποιήσεις σε σχέση με την προς

ανανέωση/τροποποίηση ΑΕΠΟ του έργου είναι:

- Σταδιακή μετατροπή του ΧΥΤΑ σε ΧΥΤΥ.
- Πρόβλεψη ότι ο ΧΥΤΑ θα δέχεται εκτός από τα απορρίμματα της 3ΗΣ Δ.Ε., επιπλέον: τα απορρίμματα του υπόλοιπου Δήμου Πολυγύρου, το 27% των απορριμμάτων του Δήμου Σιθωνίας και τα απορρίμματα του Δήμου Αριστοτέλη μέχρι την έναρξη λειτουργίας του ΧΥΤΑ Αρναίας.
- Πρόβλεψη δυνατότητας διάθεσης των επεξεργασμένων στραγγισμάτων (νερών) σε φυσικό αποδέκτη.
- Αναβάθμιση/βελτίωση των έργων επεξεργασίας στραγγισμάτων με την αύξηση της χωρητικότητας της δεξαμενής συλλογής και την προσθήκη σταδίου αντίστροφης όσμωσης (τουλάχιστον 2 σταδίων) ώστε να παράγονται νερά κατάλληλα για απόρριψη σε φυσικό αποδέκτη.

2.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ

Δεδομένης της έρευνας που πραγματοποιήθηκε τόσο στο χώρο του ΧΥΤΑ για την εκτίμηση της κατάστασης του, την καταγραφή των προβλημάτων και την αξιολόγησή τους όσο και στα υφιστάμενα στοιχεία που δόθηκαν από το ΦοΔΣΑ για την λειτουργία του, προέκυψε η ανάγκη επαναπροσδιορισμού και σχεδιασμού της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων, η μελέτη νέας δεξαμενής συλλογής βροχοστραγγιδίων και η εκ νέου χάραξη και μελέτη του αγωγού διαθεσης των επεξεργασμένων υγών αποβλήτων.

Για την ορθή λειτουργία της ΕΕΣ πραγματοποιήθηκε επανασχεδιασμός σχεδιασμός με σημαντικές διορθωτικές κινήσεις.

Ως **βασική αρχή σχεδιασμού** για την αναβάθμιση της υφιστάμενης ΕΕΣ είναι η ενσωμάτωση στα νέα έργα των υφιστάμενων εγκαταστάσεων, υποδομών και ΗΜ εξοπλισμού που δύνανται να λειτουργήσουν αποτελεσματικά κατόπιν επισκευών ή/και τροποποιήσεων έτσι, ώστε αφενός να μειωθεί κατά το δυνατόν το κόστος (ανα)κατασκευής της ΕΕΣ και αφετέρου να εξασφαλιστεί μια ορθολογική λειτουργική κατάσταση.

2.3 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΕΕΣ

2.3.1 Σταδιακή μετατροπή του ΧΥΤΑ σε ΧΥΤΥ

Σύμφωνα με το ν. 4042/2012 τροποποιείται ριζικά η νομοθεσία για τα απόβλητα και ενθαρρύνεται σημαντικά η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των αποβλήτων και καθιερώνεται ως το 2015 χωριστή συλλογή τουλάχιστον για τα ακόλουθα: χαρτί, μέταλλο, πλαστικό και γυαλί και ενθαρρύνεται η χωριστή συλλογή των βιολογικών αποβλήτων.

Το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ), καθορίζει τη στρατηγική, τις πολιτικές και τους στόχους για τη διαχείριση των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο. Οι 5 βασικοί ποσοτικοί στόχοι του ΕΣΔΑ για το έτος 2020, συνοπτικά είναι οι ακόλουθοι:

- Προετοιμασία προς επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση με χωριστή συλλογή ανακυκλώσιμων - βιοαποβλήτων σε ποσοστό 50% του συνόλου των ΑΣΑ.
- Χωριστή συλλογή καθιερώνεται τουλάχιστον για το γυαλί, το χαρτί, το μέταλλο και το πλαστικό, ώστε να εξασφαλισθεί, κατ' ελάχιστον, η ανακύκλωση του 65% του συνολικού τους βάρους από το στάδιο της προδιαλογής, ως το 2020.
- Χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων σε 40% του συνολικού τους βάρους.
- Η υγειονομική ταφή να αποτελεί την τελευταία επιλογή και να έχει περιοριστεί σε λιγότερο από 30% του συνόλου των ΑΣΑ. Εξαίρεση μπορεί να αποτελούν οι νησιωτικές περιοχές.

Σύμφωνα με τη εγκεκριμένη μελέτη αναθεώρησης του ΕΣΔΑ, προς εφαρμογή των τιθέμενων γενικών στόχων και του άρθρου 16 του Ν. 4042/2012 σύμφωνα με τους οποίους η χώρα θα πρέπει να διαθέτει ολοκληρωμένο και κατάλληλο δίκτυο εγκαταστάσεων διάθεσης αποβλήτων και λοιπών εγκαταστάσεων επεξεργασίας σύμμεικτων υπολειπόμενων ΑΣΑ έως το 2020, οι ανάγκες της χώρας στα βασικά δίκτυα διάθεσης και επεξεργασίας αποβλήτων για το έτος 2020 περιλαμβάνουν τη: «Μετατροπή όλων των ΧΥΤΑ της ηπειρωτικής χώρας και της Κρήτης σε ΧΥΤΥ και επέκταση ή αντικατάσταση με ΧΥΤΥ των ΧΥΤΑ που αναμένεται να έχουν πληρωθεί έως το 2020.»

Η σταδιακή μετατροπή του ΧΥΤΑ σε ΧΥΤΥ θα αυξήσει σημαντικά τον υπολειπόμενο χρόνο ζωής του έργου ωστόσο ο ακριβής προσδιορισμός της υπολειπόμενης διάρκειας ζωής του έργου δεν δύναται να γίνει με ακρίβεια καθότι εξαρτάται από άγνωστους παράγοντες όπως: α) το διάστημα για το οποίο θα εξυπηρετείται ο επιπλέον πληθυσμός και β) το ποσοστό εκτροπής απορριμμάτων που θα πετυχαίνουν από το ΧΥΤΑ οι εξυπηρετούμενοι ΟΤΑ και γ) τις προβλέψεις του υπό αναθεώρηση ΠΕΣΔΑ.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι ποσότητες που θα καταλήγουν στο ΧΥΤ Πολυγύρου αναμένεται να μειώνονται σταδιακά τα επόμενα έτη. Επίσης, κατόπιν και της

αναθεώρησης του ΠΕΣΔΑ Κεντρικής Μακεδονίας, αναμένεται ο ΧΥΤΑ Πολυγύρου να μετατραπεί σε ΧΥΤΥ και να δέχεται μόνο υπολείμματα από την επεξεργασία των υπολειπόμενων (μετά από δράσεις ΔσΠ) σύμμεικτων ΑΣΑ.

2.3.2 Αύξηση του εξυπηρετούμενου πληθυσμού από το έργο

Στο νομό της Χαλκιδικής έχουν κατασκευαστεί 3 ΧΥΤΑ (Κασσάνδρας, Ανθεμούντα και Πολυγύρου). Σύμφωνα με τον ισχύοντα ΠΕΣΔΑ προβλεπόταν η κατασκευή 2 επιπλέον ΧΥΤΑ για την εξυπηρέτηση των σημερινών Δήμων Σιθωνίας και Αριστοτέλη. Μέχρι σήμερα οι 2 νέοι ΧΥΤΑ δεν έχουν κατασκευαστεί ενώ ο υφιστάμενος ΧΥΤΑ Κασσάνδρας έχει παύσει προσωρινά να λειτουργεί μέχρι την ολοκλήρωσης της επέκτασης του.

Λόγω των ανωτέρω, προέκυψε η ανάγκη οι υφιστάμενες λειτουργούσες εγκαταστάσεις διάθεσης απορριμμάτων του νομού (Πολυγύρου και Ανθεμούντα) να εξυπηρετούν επιπλέον και τις υπόλοιπες περιοχές οι οποίες δεν διαθέτουν (προσωρινά) αποδέκτη για τα απορρίμματά τους.

Έτσι, επιπλέον του αδειοδοτημένου πληθυσμού (3η ΔΕ Χαλκιδικής), στον ΧΥΤΑ Πολυγύρου, ήδη διατίθενται:

- τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) του Δήμου Πολυγύρου
- τα αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ) του Δήμου Αριστοτέλη Π.Ε. Χαλκιδικής βάσει της ΚΥΑ με αρ. 22158/2426/2013 (ΦΕΚ 1266/Β/24.05.2013) με θέμα «Διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων των Δήμων Νάουσας, Βέροιας και Αλεξάνδρειας Π.Ε. Ημαθίας και του Δήμου Αριστοτέλη Π.Ε. Χαλκιδικής Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας» και το 27% του Δήμου Σιθωνίας Π.Ε. Χαλκιδικής βάσει της ΚΥΑ με αρ. 6718/2013 (ΦΕΚ 897Β/2013) με θέμα «Διάθεση των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) του Δήμου Σιθωνίας Νομού Χαλκιδικής».

Σύμφωνα με την Εγκεκριμένη Μελέτη για την Αναθεώρηση του (ΠΕΣΔΑ), η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, ουσιαστικά θα διαθέτει σύμμεικτα απορρίμματα, μειωμένα στον βαθμό που οι δράσεις πρόληψης, ανακύκλωσης και κομποστοποίησης θα έχουν προωθηθεί επιτυχώς. Σύμφωνα με την ως άνω μελέτη, σε σχέση με τη διάθεση των υπολειμμάτων, προβλέπεται το εξής:

- Το υπόλειμμα του Δήμου Αριστοτέλη θα οδηγείται στον ΧΥΤΥ Αρναίας (4ης ΔΕ)
- Το υπόλειμμα του Δήμου Πολυγύρου θα οδηγείται στο ΧΥΤΥ Πολυγύρου (3ης ΔΕ)
- Το υπόλειμμα του Δήμου Νέας Προποντίδας θα οδηγείται στο ΧΥΤΥ Ανθεμούντα (2ης ΔΕ)

- Το υπόλειμμα του Δήμου Κασσάνδρας θα οδηγείται στο ΧΥΤΥ Κασσάνδρας (1ης ΔΕ)
- Το υπόλειμμα του Δήμου Σιθωνίας θα οδηγείται κατά 73% στον ΧΥΤΥ Ανθεμούντα (2ης ΔΕ) και το 27% στον ΧΥΤΥ Πολυγύρου (3ης ΔΕ).

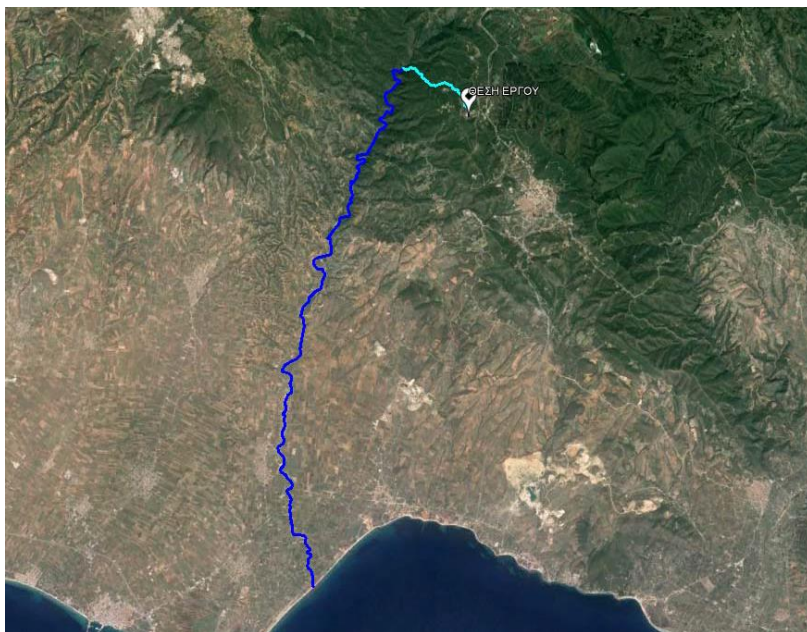
Η ΑΕΠΟ του έργου προβλέπει ότι ο ΧΥΤΑ Πολυγύρου θα δέχεται επιπλέον (εκτός της 3ης ΔΕ Πολυγύρου για την οποία είναι αδειοδοτημένος): το υπόλοιπο του Δήμου Πολυγύρου, το 27% των απορριμμάτων του Δήμου Σιθωνίας και το σύνολο των απορριμμάτων του Δήμου Αριστοτέλη μέχρι την έναρξη λειτουργίας του ΧΥΤΑ Αρναίας.

2.3.3 Διάθεση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων σε φυσικό αποδέκτη/ Αναβάθμιση – βελτίωση των έργων επεξεργασίας των στραγγισμάτων

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα προτείνεται να διατίθενται στο ρέμα κατάντη της δεξαμενής συλλογής του ΧΥΤΑ το οποίο αποτελεί παρακλάδι του ποταμού Ολύνθιου μήκους περίπου 4 km. Ο ποταμός Ολύνθιος καταλήγει στη θάλασσα η οποία απέχει περί τα 25 km από το σημείο της διακλάδωσης με το ρέμα.



Εικόνα 5: Παρακείμενο ρέμα στο ΧΥΤΑ Πολυγύρου



Εικόνα 6: Θέση έργου και προτεινόμενος αποδέκτης των επεξεργασμένων στραγγισμάτων (καθαρών νερών) σε σχέση με τον Ποταμό Ολύνθιο

Λαμβάνοντας υπόψη την ΑΕΠΟ του έργου και την απόφαση Νομάρχη Χαλκιδικής περί «όρων διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες του Ν. Χαλκιδικής», στον παρακάτω Πίνακα παρατίθενται τα προτεινόμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων στραγγισμάτων προκειμένου αυτά να διατίθενται στο παρακείμενο ρέμα:

Πίνακας 16: Προτεινόμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων στραγγισμάτων για διάθεση στο παρακείμενο ρέμα

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ
BOD ₅	mg/l	< 25
COD	mg/l	< 125
SS	mg/l	< 35
Ολικό άζωτο	mg/l	< 15
Ολικός φωσφόρος	mg/l	< 2
Ολικός αριθμός κολοβακτηριδίων	TC/100ml	< 100
Επιπλέοντα υλικά	mg/l	0
pH	-	6,5 – 8,5
Χλωριούχα	mg/l	<200
Αγωγιμότητα	μS/cm	<1000
Απουσία βαρέων μετάλλων και τοξικών ουσιών		

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα δύνανται να οδηγούνται στο παρακείμενο στο διαλειπούσης ροής ρέμα (Άδεια Διάθεσης).

2.3.4 Απαιτούμενα έργα αναβάθμισης των έργων διαχείρισης/ επεξεργασίας των στραγγισμάτων

Τα παρακάτω έργα θεωρούνται απαραίτητα για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία των έργων επεξεργασίας στραγγισμάτων αλλά και για την παραγωγή νερών με τα τέτοια ποιοτικά χαρακτηριστικά που να μπορούν διατίθενται στο παρακείμενο ρέμα:

- Αύξηση του όγκου της δεξαμενής συλλογής στραγγισμάτων σε 1750m^3 ($1750\text{m}^3 - 500\text{m}^3$ (η υπάρχουσα) = 1250m^3).
- Εγκατάσταση μονάδας αντίστροφης όσμωσης 2 σταδίων δυναμικότητας $55\text{m}^3/\text{day}$ εντός εμπορευματοκιβωτίου τυποποιημένων διαστάσεων. Εντός του εμπορευματοκιβωτίου αυτού θα περιέχεται όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός για την διεργασία της αντίστροφης όσμωσης που θα περιλαμβάνει :
 - Διατάξεις προεπεξεργασίας των στραγγισμάτων, φίλτρα, μετρητή pH, δοσομετρικά συστήματα κ.α.
 - Κύκλωμα αντίστροφης όσμωσης υψηλής πίεσης, αποτελούμενο από αντλία υψηλής πίεσης,
 - συστοιχίες μεμβρανών, εσωτερικές αντλίες για την ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων, μετρητές
 - παροχής, pH, αγωγιμότητας κ.α.
 - Αυτοματοποιημένο σύστημα χημικών καθαρισμών των μεμβρανών
 - Πίνακες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
 - Πλήρες σύστημα αυτοματισμού για την αυτόματη λειτουργία της μονάδας
- Δεξαμενή εξισορρόπησης μεταξύ βιολογικού σταδίου και αντίστροφης όσμωσης όγκου 20m^3 από οπλισμένο σκυρόδεμα ή γραμμικό πολυαιθυλένιο.
- Αγωγός διάθεσης επεξεργασμένων στραγγισμάτων: Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα θα διατίθενται στο ρέμα μέσω αγωγού υπερχειλίσης μήκους που ξεκινά από φρεάτιο υπερχειλίσης επεξεργασμένων και θα εκβάλει σε συγκεκριμένο αποδέκτη.

2.3.5 Περιγραφή της κατασκευής των νέων προτεινόμενων έργων

Οι κυριότερες εργασίες που θα λάβουν χώρα για την κατασκευή των νέων έργων είναι:

- Κατασκευαστικές δεξαμενής συλλογής
- Κατασκευαστικές εργασίες τοποθέτησης αγωγού διάθεσης επεξεργασμένων
- Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ

Για την κάλυψη των αναγκών το έργο θα γίνει επέκταση της υφιστάμενης λιμνοδεξαμενής συλλογής βροχοστραγγιδίων, με πρόβλεψη περιμετρικής περίφραξης για λόγους ασφαλείας και υγιεινής των εργαζομένων. Σημειώνεται η ανάγκη αποξήλωσης της υφιστάμενης στεγανοποιητικής στρώσης και η τοποθέτηση νέας ενιαίας στεγάνωσης (γεωύφασμα, γεωμεμβράνη) στο σύνολο της δεξαμενής.

ΑΓΩΓΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ (ΝΕΡΩΝ)

Εκσκαφή ορυγμάτων αγωγών

Περιλαμβάνονται οι εκσκαφές που θα γίνουν για την αφαίρεση του ακατάλληλου επιφανειακού υλικού σε όλη την έκταση κατασκευής του έργου, καθώς επίσης και η εκρίζωση δένδρων και θάμνων. Τα σκάμματα αγωγών θα εκσκαφθούν στις διαστάσεις που καθορίζονται στην μελέτη με ανοχή το πολύ 0.10m. Ο πυθμένας του ορύγματος θα βαθαίνει και το πλάτος θα αυξάνει τοπικά στις συνδέσεις και όπου αλλού είναι αναγκαίο, ώστε να εξασφαλίζεται η άρτια τοποθέτηση των σωλήνων. Όλα τα σκορπισμένα ή θρυμματισμένα υλικά θα απομακρύνονται από τον πυθμένα του ορύγματος, έτσι ώστε το υλικό εγκιβωτισμού της σωληνογραμμής να εδράζεται σε σταθερό και καθαρό έδαφος.

Τοποθέτηση σωλήνων

Οι σωλήνες κατ' αρχάς θα τοποθετηθούν κατά μήκος του χείλους των τάφρων για επιθεώρηση. Σωλήνες οι οποίοι έχουν υποστεί βλάβη, θα απορρίπτονται. Το εσωτερικό των σωλήνων πρέπει να διατηρείται καθαρό από χώματα, ξένα σώματα και νερά. Στη συνέχεια πρέπει να γίνει η καταβίβαση προσεκτικά και χωρίς κρούσεις. Η υψομετρική τοποθέτηση των σωλήνων θα γίνεται με κατάλληλη διαμόρφωση του υποστρώματος και δεν επιτρέπεται η χρήση λίθων ή άλλων υλικών.

Επιχώσεις

Γενικά για τις επιχώσεις θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών και σε περιπτώσεις που τα προϊόντα εκσκαφών είναι ακατάλληλα ή ανεπαρκή σε όγκο, τότε θα

χρησιμοποιηθούν δάνεια χώματα. Η συμπύκνωση των υλικών θα πραγματοποιηθεί με οποιονδήποτε τρόπο, ώστε να επιτευχθεί ο ζητούμενος βαθμός συμπύκνωσης. Η επίχωση θα γίνεται σε στρώσεις ασυμπίεστου υλικού το πολύ 30 cm. Ο εγκιβωτισμός των σωλήνων θα γίνει με άμμο.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Αφορά κυρίως στην εγκατάσταση της μονάδας αντίστροφης όσμωσης η οποία θα είναι εγκατεστημένη εντός εμπορευματοκιβωτίου. Η εγκατάσταση του εξοπλισμού θα περιλαμβάνει τη συναρμολόγηση, ανέγερση και την θέση του σε αποδοτική λειτουργία. Γενικά η εγκατάσταση του εξοπλισμού θα γίνει σύμφωνα με την καλύτερη σύγχρονη πρακτική και μεθόδους και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του αντίστοιχου εξοπλισμού.

Για την ανέγερση του εξοπλισμού, θα διατεθεί το απαραίτητο ειδικευμένο προσωπικό και ο αναγκαίος βοηθητικός εξοπλισμός όπως: γερανοί, παλάγκα, αναρτήρες, συνδετήρες, μέγγκες, χωροβάτες, όργανα δοκιμών, μονάδες συγκόλλησης, μονάδες οξυγόνου - ασετιλίνης, καθώς και όλα τα αναλώσιμα υλικά και γενικά οτιδήποτε παρόμοιο υλικό, το οποίο είναι απαραίτητο για την ανέγερση, τις επιτόπιες δοκιμές και την θέση σε λειτουργία.

Για την αντικεραυνική προστασία του συνόλου του χώρου του ΧΥΤΑ η οποία απουσιάζει, μελετήθηκε η εγκατάσταση πέντε αλεξικέραυνων στο σύνολο.

**ΤΕΥΧΟΣ 2: ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ / ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΑΙΩΝ ΝΕΩΝ ΕΡΓΩΝ	10
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΕΣ	12
1.2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	12
1.2.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	14
1.2.2.1 Φορτία εισόδου	14
1.2.2.2 Απαιτήσεις εκροής – Διάθεση επεξεργασμένων	15
1.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΕΕΣ	16
1.2.3.1 Δεξαμενή βροχοστραγγιδίων – Αντλιοστάσιο ανύψωσης.....	16
1.2.3.2 Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας.....	17
1.2.3.3 Προσθήκη πηγής Άνθρακα.....	23
1.2.3.4 Διύλιση	23
1.2.3.5 Φίλτρα ενεργού άνθρακα	25
1.2.3.6 Δεξαμενή απολύμανσης.....	28
1.2.3.7 Δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων	28
1.2.3.8 Μονάδα επεξεργασίας λάσπης.....	29
1.2.3.9 Κτίριο εξυπηρέτησης.....	30
1.2.3.10 Σύστημα αυτοματισμών	31
1.3 ΕΡΓΑ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ / ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΕΕΣ ΜΕ ΤΗ ΝΕΑ ΑΕΠΟ.....	32
1.3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ.....	32
1.3.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ	41
1.3.2.1 Συλλογή βροχοστραγγισμάτων	43
1.3.2.2 Παρεμβάσεις στην υφιστάμενη εγκατάσταση.....	43
1.3.2.3 Μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.)	45
1.3.2.4 Διατάξεις παράκαμψης	48
1.3.2.5 Μεταφορά (αλλαγή θέσης) πυρσού καυσης βιοαερίου	49
1.3.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ Π/Μ	49
1.3.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ Η/Μ	51
1.3.5 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	57
1.3.6 ΝΕΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ.....	57
2. ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ	58
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	58
2.1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	58
2.1.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	60
2.2 ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ.....	62
2.2.1 ΣΥΛΛΟΓΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	62
2.2.2 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ – ΑΝΥΨΩΣΗΣ.....	64

2.3	ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	64
2.3.1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ.....	64
2.3.2	ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ.....	65
2.3.3	ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ.....	66
2.3.4	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ SBR.....	67
2.3.4.1	Νιτροποίηση.....	71
2.3.4.2	Οξειδωση οργανικών ενώσεων άνθρακα.....	74
2.3.4.3	Απονιτροποίηση.....	76
2.3.4.4	Παραγωγή λάσπης.....	81
2.3.4.5	Ηλικία και περίσσεια λάσπης.....	82
2.3.4.6	Υπολογισμοί – Έλεγχος τιμών.....	82
2.3.4.7	Απομάκρυνση φωσφόρου.....	89
2.3.5	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ.....	92
2.3.6	ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΔΙΑΥΓΑΖΟΝΤΩΝ.....	96
2.3.7	ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ.....	96
2.4	ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	97
2.4.1	ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΖΟΜΕΝΟ ΤΥΜΠΑΝΟ ΔΙΥΛΙΣΗΣ.....	97
2.4.2	ΦΙΛΤΡΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΆΝΘΡΑΚΑ.....	98
2.4.3	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ Όσμωσης (R.O.).....	99
2.5	ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ – ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ.....	111
2.5.1	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ.....	111
2.5.2	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ Α/Σ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ – ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ RO.....	113
2.6	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΑΣΠΗΣ.....	114
2.6.1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ – ΠΑΧΥΝΣΗΣ.....	114
2.6.2	ΑΠΑΓΩΓΗ ΠΑΧΥΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	115
2.6.3	ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ.....	115
2.7	ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ.....	117
2.7.1	ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	117
2.7.2	ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ.....	119
2.8	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	120
3.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	121
3.1	ΓΕΝΙΚΑ – ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	121
3.1.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	121
3.1.1.1	Παραδοχές.....	121
3.1.1.2	Προσδιορισμός υδραυλικών φορτίων.....	122
3.1.1.3	Τύποι σωλήνων κατά τμήμα έργου.....	122
3.1.2	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΗ ΡΟΗ.....	123
3.1.2.1	Θεωρητικά στοιχεία υδραυλικών υπολογισμών για φυσική ροή.....	123

3.1.2.2	Υπολογισμοί.....	128
3.1.3	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΩΝ ΑΓΩΓΩΝ - ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ.....	130
4.	ΕΡΓΑ ΠΜ.....	135
4.1	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ ΠΜ.....	135
4.1.1	ΣΥΛΛΟΓΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ.....	135
4.1.2	ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΒΑΘΜΙΔΑ.....	136
4.1.3	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΌΣΜΩΣΗΣ (R.O.).....	137
4.1.4	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ – ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ RO.....	138
4.1.5	ΑΓΩΓΟΣ ΕΠΑΝΑΤΡΟΦΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ.....	138
4.1.6	ΑΓΩΓΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ.....	139
4.2	ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΩΝ ΠΜ.....	141
4.2.1	ΈΡΓΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	141
4.2.2	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΩΜΑΤΙΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ.....	142
4.2.3	ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ.....	143
4.2.4	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ.....	144
4.2.5	ΚΑΛΥΨΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ.....	145
4.2.6	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗΣ.....	146
5.	ΕΡΓΑ Η/Μ.....	147
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	147
5.1.1	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	147
5.1.2	ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	154
5.2	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΝΕΟΥ ΗΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	156
5.2.1	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ.....	156
5.2.1.1	Δοσομέτρηση θρεπτικών.....	156
5.2.1.2	Αντλίες εκκένωσης.....	157
5.2.1.3	Αντλίες απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος.....	160
5.2.2	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ.....	160
5.2.2.1	Υποβρύχιος αναμίκτης οριζοντίου άξονα.....	160
5.2.3	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΌΣΜΩΣΗΣ (R.O.).....	162
5.2.3.1	Αντλίες τροφοδοσίας μονάδας R.O.....	162
5.2.3.2	Μονάδα R.O.....	163
5.2.4	ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ – ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ – ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ.....	166
5.2.4.1	Διάθεση επεξεργασμένων – συμπυκνώματος RO.....	166
5.2.5	ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΑΣΠΗΣ.....	167
5.2.5.1	Αντλίες διάθεσης ιλύος.....	167
5.2.5.2	Αντλίες αποστράγγισης.....	168
5.2.6	ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ.....	168
5.2.6.1	Σωληνώσεις.....	168

5.2.6.2	Δικλείδες - Εξαρτήματα	169
5.2.7	ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	173
5.2.7.1	Ισχύοντα Πρότυπα Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας	173
5.2.7.2	Απαιτούμενα πιστοποιητικά και δελτία αποτελεσμάτων δοκιμών.....	174
5.2.7.3	Στάθμη προστασίας	176
5.2.7.4	Προστασία από άμεσο κεραυνικό πλήγμα κτιρίων	176
5.2.7.5	Αγωγός καθόδου	179
5.2.7.6	VI. Σύστημα γείωσης	179
5.2.7.7	VII. Απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων	180
5.2.8	ΝΕΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ.....	186
5.2.8.1	Γενικά	186
5.2.8.2	Διάτρηση, δειγματοληψία, ηλεκτρική διασκόπηση	187
5.2.8.3	Σωληνώσεις.....	189
5.2.8.4	Κατακόρυφο και ευθύγραμμο των σωλήνων γεωτρήσεως.....	189
5.2.8.5	Χαλίκωση της γεώτρησης.....	190
5.2.8.6	Αναπτύξεις, δοκιμαστικές αντλήσεις, απώλειες φορτίου των γεωτρήσεων.....	190
5.2.8.7	Τσιμεντώσεις.....	192
5.2.8.8	Στόμια γεωτρήσεων και πιεζόμετρων	192
6.	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ	193
6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	193
6.2	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	193
6.2.1	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΤΛΗΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ.....	195
6.2.2	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	196
6.2.3	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	197
6.3	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ	197
6.4	ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	208
6.4.1	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ (PLCs)	208
6.4.2	ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	211
6.4.3	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ Η/Υ – ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ.....	212
6.4.4	ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΕΣ.....	213
6.5	ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ – ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ.....	233
6.5.1	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ.....	235
6.5.2	ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ.....	235
6.5.3	ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΩΝ	237
6.5.4	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ	237
6.5.5	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ	237
7.	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	239

7.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	239
7.1.1	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	239
7.1.2	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	239
7.1.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ	240
7.2	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	240
7.2.1	ΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	240
7.2.2	ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ (Η/Ζ)	241
7.3	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ	242
7.3.1	ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ	242
7.3.2	ΤΟΠΙΚΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	242
7.4	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	243
7.4.1	ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	243
7.4.2	ΚΑΛΩΔΙΑ ΙΣΧΥΟΣ	243
7.4.3	ΚΑΛΩΔΙΑ ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	246
7.4.4	ΚΑΛΩΔΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	246
7.4.5	ΚΟΥΤΙΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ (JUNCTION BOXES).....	247
7.4.6	ΣΩΛΗΝΕΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ	247
7.4.7	ΦΡΕΑΤΙΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	247
7.4.8	ΣΧΑΡΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ.....	248
7.4.9	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ	248
7.4.10	ΟΧΕΤΟΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ.....	248
7.4.11	ΓΕΙΩΣΕΙΣ.....	249
7.4.12	ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	249
7.4.13	ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ	250
7.5	ΛΙΣΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ.....	252
7.6	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ	259
7.7	ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ	275
7.7.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	275
7.7.2	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ.....	275
7.8	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ Η/Ζ.....	277
8.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΕΣ	279
8.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	279
8.2	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	282
8.2.1	ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ.....	282
8.2.2	ΑΝΤΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΞΗΡΑ ΦΡΕΑΤΙΑ	289
8.2.3	ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΡΟΟΔΕΥΤΙΚΗΣ ΚΟΙΛΟΤΗΤΑΣ.....	291
8.2.4	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	293

8.2.5	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΙ ΑΕΡΙΣΤΗΡΕΣ	294
8.2.6	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΙ ΑΝΑΜΙΚΤΕΣ.....	295
8.2.7	ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	296
8.2.8	ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	297
8.2.9	ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ	303
8.2.10	ΒΑΣΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	304
8.3	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	306
8.3.1	ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΓΡΩΝ ΠΡΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	306
8.3.2	ΠΑΡΟΧΕΣ ΥΓΡΩΝ ΠΡΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	309
8.3.3	ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΩΝ.....	312
8.3.4	ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ.....	315
8.3.5	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΘΙΣΤΗΣΗΣ	318
8.3.6	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ – ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΗ ΒΑΚΤΗΡΙΑ	320
8.4	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΈΛΕΓΧΟΙ	322
8.4.1	ΟΡΙΣΜΟΙ.....	322
8.4.2	ΟΔΗΓΙΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	326
8.5	ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	327
8.5.1	ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ	327
8.5.2	ΧΗΜΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ	331
8.5.3	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ	337
8.5.4	ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΘΟΡΥΒΟ.....	340
8.5.5	ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ.....	342
8.5.6	ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ.....	344
8.6	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	345
9.	ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΕΣ.....	346
9.1	ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	346
9.2	ΚΟΣΤΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ	351
9.3	ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ – ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ – ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ	351
9.4	ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	352
9.5	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	352
9.6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	353
10.	ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ	355
10.1	ΕΡΓΑ Π/Μ.....	355
10.2	ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ	357
10.3	ΗΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	358

10.4 ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	359
10.5 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....	359
10.6 ΝΕΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	360
11. ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ	361
ΣΧΕΔΙΑ – ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ	362
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ	364
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΤΟΙΧΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ	365

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Υδραυλικά φορτία (αρχικού) σχεδιασμού στραγγισμάτων εισόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Πολυγύρου.....	14
Πίνακας 2: Ρυπαντικά φορτία (αρχικού) σχεδιασμού στραγγισμάτων εισόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Πολυγύρου.....	14
Πίνακας 3: Ποιότητα στραγγισμάτων εξόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Πολυγύρου (αρχικός σχεδιασμός)	15
Πίνακας 4: Παραγόμενη ποσότητα στραγγισμάτων στη δυσμενέστερη φάση λειτουργίας του ΧΥΤΑ	32
Πίνακας 5: Σύσταση Στραγγισμάτων σε σχέση με την ηλικία του ΧΥΤΑ.....	35
Πίνακας 6: Σύσταση Στραγγισμάτων με διαφορές μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογένεσης.....	36
Πίνακας 7: Σύσταση Στραγγισμάτων χωρίς διαφορές μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογένεσης.....	37
Πίνακας 8: Σύσταση Στραγγισμάτων σε σχέση με το βαθμό σταθεροποίησης του ΧΥΤΑ.....	38
Πίνακας 9: Ενδεικτικά ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων στραγγισμάτων με βιολογικές διεργασίες.....	39
Πίνακας 10: Δεδομένα (επανα)σχεδιασμού ΕΕΣ.....	40
Πίνακας 11: Ποιότητα στραγγισμάτων εξόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Πολυγύρου	41
Πίνακας 12: Μέσες αποδόσεις (%) αφαίρεσης ρύπων στραγγισμάτων από μεμβράνες R.O.....	47

1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΑΙΩΝ ΝΕΩΝ ΕΡΓΩΝ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα Μελέτη αφορά στην αξιολόγηση των υφιστάμενων έργων διαχείρισης των στραγγιδίων του Χ.Υ.Τ.Α. Πολυγύρου στο Νομό Χαλκιδικής και τον προσδιορισμό των αναγκών νέων έργων έτσι, ώστε η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγιδίων (ΕΕΣ) να λειτουργήσει αποδοτικά σε βαθμό που να ικανοποιεί τις προδιαγραφές περί διάθεσης των επεξεργασμένων στον τελικό αποδέκτη.

Ως βασική αρχή σχεδιασμού για την αναβάθμιση της υφιστάμενης ΕΕΣ είναι η ενσωμάτωση στα νέα έργα των υφιστάμενων εγκαταστάσεων, υποδομών και ΗΜ εξοπλισμού που δύνανται να λειτουργήσουν αποτελεσματικά κατόπιν επισκευών ή/και τροποποιήσεων έτσι, ώστε αφενός να μειωθεί κατά το δυνατόν το κόστος (ανα)κατασκευής της ΕΕΣ και αφετέρου να εξασφαλιστεί μια ορθολογική λειτουργική κατάσταση

Για τη σύνταξη της Μελέτης ελήφθησαν υπόψη :

α) η με Α.Π. 3569/16-6-2017 απόφαση (ΑΔΑ: 7Η25ΟΡ1Υ-Ε84) του Τμήματος Περιβαλλοντικού & Χωρικού Σχεδιασμού της Δ/σης Περιβάλλοντος & Χωρικού Σχεδιασμού Κεντρικής Μακεδονίας για την Ανανέωση – Τροποποίηση και κωδικοποίηση της με αριθμ. πρωτ. 3565/12-5-2008 Απόφασης Ανανέωσης - Τροποποίησης της με αριθμ. πρωτ. 3600/13-6-2001 Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων Γ.Γ.Π.Κ.Μ. του έργου: «*Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)*», στη θέση «*Καστρί*» του Δήμου Πολυγύρου ΠΕ Χαλκιδικής,

β) η υπ' αριθμ 10/5858/6-9-2016 απόφαση Αντιπεριφερειάρχη Χαλκιδικής (ΦΕΚ 310/Δ/11-10-2016) όπως διορθώθηκε στο ΦΕΚ 136/Δ/16-5-2017 για τον Καθορισμό αποδέκτη διάθεσης των τριτοβάθμια επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (στραγγισμάτων) από την Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ της 3^{ης} Δ.Ε. Χαλκιδικής (Πολυγύρου),

γ) η με Α.Π. 024/2466/9-1-2009 απόφαση της Δ/σης Περιβάλλοντος της Ν.Α. Χαλκιδικής για τη Χορήγηση Άδειας Διάθεσης στερεών αποβλήτων για το Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.) Δήμου Πολυγύρου – Ζερβοχωρίων της 3^{ης} Διαχειριστικής Ενότητας Ν. Χαλκιδικής στη θέση «*Καστρί*» του Δήμου Πολυγύρου ΠΕ Χαλκιδικής,

- δ)** η Μελέτη Εφαρμογής του έργου «*Χ.Υ.Τ.Α 3^{ης} ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ Ν. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ*» για την κατασκευή της υφιστάμενης ΕΕΣ,
- ε)** οι επισκέψεις / αυτοψίες επί τόπου του έργου και η ανταλλαγή απόψεων με στελέχη του Περιφερειακού Συνδέσμου Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.) Κεντρικής Μακεδονίας με βάση την μέχρι σήμερα λειτουργία του έργου,
- στ)** η συλλογή και επεξεργασία διαθέσιμων στοιχείων π.χ. τα αποτελέσματα εργαστηριακών αναλύσεων σε δείγματα εισόδου, ενδιάμεσων σταδίων και εξόδου της ΕΕΣ και τις παρεμβάσεις που κατά καιρούς πραγματοποιήθηκαν,
- ζ)** οι συναντήσεις με ειδικούς επιστήμονες για την αντιμετώπιση βασικών προβλημάτων της ΕΕΣ έτσι, ώστε να βρεθούν στοχευμένες και αξιόπιστες τεχνικές λύσεις και,
- η)** οι κανόνες της επιστήμης και της τέχνης, η διεθνής εμπειρία και πρακτική για τη βέλτιστη κατασκευή και λειτουργία παρομοίων συστημάτων και εγκαταστάσεων.

Σύμφωνα με την ισχύουσα ΑΕΠΟ για την αναβάθμιση / επέκταση της ΕΕΣ προβλέπονται:

- Αύξηση του όγκου της δεξαμενής συλλογής στραγγισμάτων
- Εγκατάσταση συστήματος τριτοβάθμιας επεξεργασίας με Αντιστροφή Όσμωση (RO)
- Δεξαμενή εξισορρόπησης της τριτοβάθμιας επεξεργασίας
- Αγωγός διάθεσης των επεξεργασμένων στραγγισμάτων σε παρακείμενο ρέμα

Μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία, τα επεξεργασμένα στραγγίσματα θα διατίθενται σε παρακείμενο **ρέμα διαλείπουσας ροής** που συνορεύει με τη βόρεια πλευρά του γηπέδου του ΧΥΤΑ, κατόπιν της δεξαμενής συλλογής των βροχοστραγγισμάτων. Το ρέμα αποτελεί παρακλάδι του ποταμού Ολύνθιου μήκους περίπου 4km. Ο ποταμός Ολύνθιος καταλήγει στη θάλασσα, η οποία απέχει περί τα 25km από το σημείο διακλάδωσης με το ρέμα.

Μικρή ποσότητα των επεξεργασμένων δύναται να διατίθεται για επανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών υγρασίας εντός της απορριμματικής μάζας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως το καλοκαίρι).

1.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΕΣ

1.2.1 Γενικά στοιχεία εγκατάστασης

Λαμβάνοντας υπόψη την Μελέτη Εφαρμογής του έργου, η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων της 3^{ης} Διαχειριστικής Ενότητας Ν. Χαλκιδικής (Πολυγύρου) σχεδιάστηκε για μέγιστη ημερήσια παροχή στραγγισμάτων της τάξης των 30m³/d.

Για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων επιλέχθηκε η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) σε αντιδραστήρες εναλλασσόμενων φάσεων διαλείποντος έργου (διακεκομμένης λειτουργίας, **Sequence Batch Reactors, SBRs**).

Η επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας είχε ως στόχο η τεχνική λύση να χαρακτηρίζεται από υψηλότερη στάθμη ποιότητας εξοπλισμού, σημαντικό συντελεστή ασφαλείας στις αποδόσεις του συστήματος (διαστασιολόγηση αντιδραστήρων, δυναμικότητα μηχανημάτων), πλήρη ευελιξία σε όλες τις προβλεπόμενες χρονικές διακυμάνσεις και ευκολία προσαρμογής των προβλεπόμενων επεκτάσεων των έργων.

Ο προτεινόμενος σχεδιασμός της ΕΕΣ βασίστηκε στα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου SBR, ήτοι:

- δεν απαιτείται ανακυκλοφορία λάσπης, καθώς όλη η βιομάζα παραμένει στη δεξαμενή αερισμού
- αποφεύγονται φαινόμενα διόγκωσης λάσπης (bulking sludge) λόγω της ανάπτυξης νηματοειδών μικροοργανισμών, καθώς με μεταβολή του κύκλου λειτουργίας μπορούν να δημιουργηθούν κατάλληλες συνθήκες επιλογής των υγιών βακτηριδίων σε βάρος των νηματοειδών
- επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός απονιτροποίησης καθώς και καλύτερη ποιότητα βιομάζας
- γίνεται πιο απλοποιημένη η μέθοδος επεξεργασίας και απαιτεί λιγότερη παρακολούθηση
- εμφανίζει λειτουργική ευελιξία και ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα στην αντιμετώπιση διακυμάνσεων στα εισερχόμενα ρυπαντικά φορτία
- γίνεται εξοικονόμηση χώρου και λειτουργικού κόστους

Η υφιστάμενη εγκατάσταση περιλαμβάνει συνοπτικά τις κάτωθι επιμέρους μονάδες :

1. Δεξαμενή βροχοστραγγιδίων με αντλιοστάσιο ανύψωσης
2. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας που περιλαμβάνει
 - Μετρητή παροχής
 - Δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας (SBR)
 - Αντλιοστάσια εκκένωσης
 - Αντλιοστάσια απομάκρυνσης περίσσειας λάσπης
3. Διάταξη διύλισης
4. Μονάδα φίλτρανσης που περιλαμβάνει
 - Δεξαμενή τροφοδοσίας φίλτρων
 - Αντλίες τροφοδοσίας φίλτρων
 - Φίλτρα ενεργού άνθρακα
 - Αντλίες αντίστροφης πλύσης
 - Δεξαμενή καθαρών
5. Μονάδα διάθεσης επεξεργασμένων που περιλαμβάνει
 - Δεξαμενή απολύμανσης
 - Δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων
 - Αντλιοστάσιο διάθεσης/επανακυκλοφορίας στραγγισμάτων
6. Μονάδα επεξεργασίας ιλύος που περιλαμβάνει
 - Δεξαμενή αποθήκευσης – πάχυνσης ιλύος
 - Αντλιοστάσιο ακαθάρτων
7. Κτίριο εξυπηρέτησης ΕΕΣ
8. Σύστημα αυτοματισμών – μετρήσεων και τηλεελέγχου – τηλεχειρισμού της μονάδας
9. Λοιπά έργα και Έργα υποδομής



1.2.2 Παράμετροι διαστασιολόγησης

1.2.2.1 Φορτία εισόδου

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα της Μελέτης Εφαρμογής του έργου, τα ρυπαντικά και υδραυλικά φορτία σχεδιασμού της ΕΕΣ ελήφθησαν ως κάτωθι :

Πίνακας 1: Υδραυλικά φορτία (αρχικού) σχεδιασμού στραγγισμάτων εισόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Πολυγύρου

ΠΑΡΟΧΕΣ	Μ.Μ.	Χειμώνας	Καλοκαίρι
Μέση ημερήσια παροχή, Q_{ave}	m ³ /d	11,05	11,05
Μέγιστη ημερήσια παροχή, Q_{max}	m ³ /d	30,00	30,00
Μέση ωριαία παροχή στην μέγιστη ημερήσια	m ³ /h	1,25	1,25
Παροχή αιχμής	m ³ /h	15,00	15,00

Πίνακας 2: Ρυπαντικά φορτία (αρχικού) σχεδιασμού στραγγισμάτων εισόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Πολυγύρου

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Χειμώνας	Καλοκαίρι
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD	mg/l	10.000	10.000
	kg/d	300	300
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, BOD ₅	mg/l	5.000	5.000
	kg/d	150	150
Αιωρούμενα στερεά, SS	mg/l	2.500	2.500
	kg/d	75	75
Αμμωνιακό άζωτο, N-NH ₄	mg/l	1.000	1.000
	kg/d	30	30
Φώσφορος, P	mg/l	50	50
	kg/d	1,5	1,5

1.2.2.2 Απαιτήσεις εκροής – Διάθεση επεξεργασμένων

Σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό, η εκροή στην έξοδο της ΕΕΣ πρέπει να τηρεί τα κάτωθι ποιοτικά όρια :

Πίνακας 3: Ποιότητα στραγγισμάτων εξόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Πολυγύρου (αρχικός σχεδιασμός)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	ΤΙΜΗ
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, BOD ₅	mg/l	< 25
Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο, COD	mg/l	< 125
Αιωρούμενα στερεά, SS	mg/l	< 35
Ολικό άζωτο (TN)	mg/l	< 15
Ολικός φώσφορος (TP)	mg/l	< 2
Κολοβακτηριοειδή ολικά	TC/100ml	< 100
Επιπλέοντα υλικά	mg/l	0
pH		6,5 – 8,5

Λόγω έλλειψης φυσικού αποδέκτη, τα επεξεργασμένα στραγγίσματα διατίθενται για επανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών υγρασίας εντός της απορριμματικής μάζας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως το καλοκαίρι).

Τα παραπροϊόντα της εγκατάστασης μαζί με την παχυμένη περίσσεια λάσπη οδηγούνται για ταφή στο ΧΥΤΑ, δεδομένου ότι αποτελούν εσωτερικά απόβλητα του ΧΥΤΑ.

1.2.3 Περιγραφή επιμέρους τμημάτων ΕΕΣ

1.2.3.1 Δεξαμενή βροχοστραγγιδίων – Αντλιοστάσιο ανύψωσης

Η υφιστάμενη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων κατασκευάστηκε για την αντιμετώπιση των περιπτώσεων έντονης βροχόπτωσης και την συλλογή των παραγόμενων βροχοστραγγιδίων. Κατασκευάστηκε δεξαμενή υποδοχής βροχοστραγγιδίων συνολικού ενεργού όγκου της τάξης των 500m³, η οποία θεωρήθηκε ότι επαρκεί για την αποθήκευση στραγγισμάτων τεσσάρων (4) ημερών για τις απορροές του πλέον βροχερού μήνα της τελευταίας εικοσαετίας.



Η δεξαμενή είναι χωρισμένη σε δύο (2) τμήματα. Στο πρώτο τμήμα της δεξαμενής (δεξαμενή Α), όγκου 75m³ και διαστάσεων 5.0x5.0x3.0m (Μ Χ Π Χ Βάθος υγρού), το οποίο αποτελεί το αντλιοστάσιο ανύψωσης των στραγγιδίων στην εγκατάσταση επεξεργασίας, εισέρχεται ο διδυμος κεντρικός αγωγός συλλογής στραγγισμάτων PVC Φ315 10 atm, σε υψόμετρο +602,8m (κατωράχιο αγωγού), 1,2m κάτω από το υψόμετρο εδάφους (+604m). Στο αντλιοστάσιο είναι εγκατεστημένες δύο υποβρύχιες αντλίες (1+1R) παροχής 15 m³/h σε κατάλληλο μανομετρικό έकाστη του οίκου FLYGT Σουηδίας, μοντέλο MP 3127.170 HT, εγκατεστημένης ισχύος 7,4 kW που ανυψώνουν τα λύματα από τη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων στην εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων.

Για την ανάδευση και ομογενοποίηση των στραγγισμάτων η δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με σύστημα αερισμού και ανάδευσης μέσω υποβρύχιου εγχυτήρα αέρα του οίκου FLYGT Σουηδίας, μοντέλο JA 112-S5-3085-460, εγκατεστημένης ισχύος 2,0kW.

Σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης τα στραγγίσματα υπερχειλίζουν από τη δεξαμενή Α στο δεύτερο τμήμα της δεξαμενής (δεξαμενή Β) όγκου περίπου 425m³. Εφόσον δεν υπάρχει έντονη ροή στραγγισμάτων και η στάθμη της δεξαμενής Β είναι υψηλότερη της δεξαμενής Α, τα στραγγίσματα από τη δεξαμενή Β αδειάζουν προς τη δεξαμενή Α μέσω οπής Φ200, στο ύψος του πυθμένα, η οποία φέρει αντεπίστροφη θυρίδα. Η θυρίδα παραμένει κλειστή όταν η στάθμη της δεξαμενής Α είναι υψηλότερη από τη στάθμη της δεξαμενής Β. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η αυτόματη εκκένωση της δεξαμενής Β όταν δεν υπάρχει ανάγκη (υπάρχει κανονική ροή στραγγισμάτων).

Από τη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων τα στραγγίσματα οδηγούνται μέσω καταθλιπτικού αγωγού PVC Φ90 10 atm προς την 1^η δεξαμενή βιολογικής επεξεργασίας.

1.2.3.2 Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας

Ως προαναφέρεται, για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων επιλέχθηκε η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) σε αντιδραστήρες εναλλασσόμενων φάσεων διαλείποντος έργου (διακεκομμένης λειτουργίας, **Sequence Batch Reactors, SBRs**). Η μονάδα διαστασιολογήθηκε και κατασκευάστηκε με βάση τη μέγιστη ημερήσια παροχή της τάξης των 30 m³/d.

Πριν την είσοδο στην μονάδα βιολογικής επεξεργασίας είναι τοποθετημένος επί του καταθλιπτικού αγωγού τροφοδοσίας ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής DN 50 του οίκου KROHNE Γερμανίας.



Στην μέθοδο SBR η ίδια δεξαμενή χρησιμοποιείται τόσο για την νιτροποίηση – απονιτροποίηση, όσο και για την καθίζηση των αποβλήτων, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, ρυθμίζοντας τον κύκλο λειτουργίας και τα διαστήματα παύσης και λειτουργίας των συστημάτων αερισμού και ανάδευσης. Αυτό την διαφοροποιεί από την κλασσική μέθοδο όπου η νιτροποίηση - απονιτροποίηση και η καθίζηση γίνεται σε ξεχωριστές δεξαμενές.

Το σύστημα λειτουργεί γενικά σε πέντε (5) φάσεις :

1. Φάση τροφοδοσίας

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης τα στραγγίσματα εισέρχονται στον αντιδραστήρα και αναμιγνύονται με τη βιομάζα που περιέχεται σ' αυτόν. Η τροφοδοσία στον αντιδραστήρα μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους:

- α) Στατική τροφοδοσία, χωρίς δηλαδή να λειτουργούν τα συστήματα ανάδευσης και αερισμού, οπότε στην περίπτωση αυτή η λειτουργία του αντιδραστήρα προσομοιάζει με αυτήν της δεξαμενής βιοεπιλογής.
- β) Αναμιγνυόμενη τροφοδοσία κατά την οποία λειτουργούν τα συστήματα ανάδευσης, οπότε η λειτουργία του αντιδραστήρα προσομοιάζει με αυτήν της δεξαμενής απονιτροποίησης.

2. Φάση αντίδρασης

Στη φάση αυτή λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις της βιομάζας με τους ρυπαντές κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες: αναερόβιες, ανοξικές και αερόβιες ανάλογα με το είδος της

επεξεργασίας που απαιτείται και κατάλληλη χρονική ρύθμιση των διαστημάτων παύσης και λειτουργίας των συστημάτων ανάδευσης και αερισμού.

3. Φάση καθίζησης

Στη φάση αυτή η ανάμιξη και ο αερισμός σταματούν και η βιομάζα αφήνεται να καθιζάνει, αφήνοντας έτσι ένα διαυγασμένο υπερκείμενο υγρό. Οι συνθήκες που επικρατούν σε μία δεξαμενή SBR είναι πολύ περισσότερο ευνοϊκές για ικανοποιητική απόδοση στην καθίζηση της βιομάζας απ' ό,τι σε συμβατικά συστήματα συνεχούς ροής, καθώς το ανάμικτο υγρό βρίσκεται σε πλήρη ηρεμία και η καθίζηση των στερεών δεν υφίσταται διαταραχές από την συνεχή εισροή λυμάτων.

4. Φάση εκκένωσης

Στη φάση αυτή απομακρύνεται το υπερκείμενο υγρό από τον αντιδραστήρα μέσω αντλιών εμβυπτισμένων σε ρυθμιζόμενο βάθος από την επιφάνεια του υγρού.

5. Φάση αδράνειας

Η φάση αυτή χρησιμοποιείται προαιρετικά κυρίως σε συστήματα με περισσότερες της μίας δεξαμενής για τη ρύθμιση των χρονικών κύκλων μεταξύ των αντιδραστήρων SBR. Επίσης κατά τη φάση αυτή γίνεται και η απομάκρυνση της περίσσειας λάσπης από τον πυθμένα της δεξαμενής. Η απομάκρυνση της περίσσειας λάσπης μπορεί να γίνει και κατά τη διάρκεια της φάσης εκκένωσης.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων λαμβάνει χώρα σε δύο (2) διαδοχικές δεξαμενές SBR, όπου η εκροή της πρώτης αποτελεί την τροφοδοσία της δεύτερης. Σύμφωνα με την μελέτη εφαρμογής, η λειτουργία των δύο σταδίων επεξεργασίας περιλαμβάνει δύο (2) κύκλους λειτουργίας ημερησίως για κάθε δεξαμενή SBR.



1^ο ΣΤΑΔΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (1^η ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR)

Για το πρώτο στάδιο βιολογικής επεξεργασίας κατασκευάστηκε ορθογωνική δεξαμενή SBR όγκου 350 m³, διαστάσεων 10.0 x 10.0 x 3.5 m (Μ Χ Π Χ βάθος υγρού).

Το πρώτο στάδιο βιολογικής επεξεργασίας χαρακτηρίζεται από υψηλή οργανική φόρτιση στερεών (0.066 - 0.077 kg BOD₅/kgMLSS d) και υψηλή συγκέντρωση MLSS (6.500 - 7.600 mg/l). Με βάση την παροχή σχεδιασμού των 30m³/d, προκύπτει ότι ο υδραυλικός χρόνος παραμονής των στραγγισμάτων στη δεξαμενή είναι 10 ημέρες.

Η ημερήσια λειτουργία της 1^{ης} δεξαμενής SBR περιλαμβάνει δύο (2) κύκλους αποτελούμενους από τις εξής φάσεις:

1. Φάση πλήρωσης, διάρκειας 1 h (0.5 h, χωρίς ανάμιξη - 0.5 h, με ανάμιξη)
2. Φάση αντίδρασης, συνολικής διάρκειας 9 h (1 h ανοξική φάση, 8 h αερόβια φάση)
3. Φάση καθίζησης, διάρκειας 1 h
4. Φάση εκκένωσης, διάρκειας 1 h

Η χρονική ρύθμιση των παραπάνω φάσεων επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλου χρονικού προγραμματισμού στην κεντρική μονάδα ελέγχου.

1. Φάση πλήρωσης

Στη φάση πλήρωσης τα στραγγίσματα από το αντλιοστάσιο ανύψωσης της δεξαμενής βροχοστραγγιδίων τροφοδοτούνται στη δεξαμενή αρχικά χωρίς ανάμιξη για χρονικό διάστημα περίπου 0.5 h, για να επιτευχθεί ο εμπλουτισμός της περιεχόμενης βιομάζας με τροφή ώστε να αναπτυχθεί εγκαίρως η υγιής βιομάζα σε βάρος των νηματοειδών βακτηριδίων, και στη συνέχεια για χρονικό διάστημα 0.5 h σε συνθήκες ανάμιξης.

Κατά τη φάση πλήρωσης με ανάμιξη η δεξαμενή λειτουργεί ως δεξαμενή απονιτροποίησης. Κατά τη διεργασία της απονιτροποίησης τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα που προέρχονται από την οξείδωση της αμμωνίας κατά τη φάση αερισμού ανάγονται σε αέριο άζωτο από διάφορους μικροοργανισμούς σε ανοξικό περιβάλλον.

Για την βιοχημική δράση της απονιτροποίησης απαιτείται η προσθήκη οργανικού άνθρακα, ο οποίος περιέχεται στα εισερχόμενα ανεπεξέργαστα στραγγίσματα. Η ανάμιξη της δεξαμενής πραγματοποιείται μέσω ταχύστροφου υποβρύχιου αναδευτήρα του οίκου FLYGT Σουηδίας, μοντέλο SR 4650.410 SF (without jetring), εγκατεστημένης ισχύος 5.5 kW.

2. Φάση αντίδρασης

Κατά τη φάση της αντίδρασης προσδίδεται το απαραίτητο οξυγόνο στους μικροοργανισμούς της ενεργού ιλύος για την οξειδωση των οργανικών ενώσεων και την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου. Εκτός από την οξειδωση των οργανικών ενώσεων, πραγματοποιείται και πλήρης βιολογική οξειδωση, με την βοήθεια μικροοργανισμών (νιτροβακτηριδίων), της αμμωνίας σε νιτρικά άλατα (νιτροποίηση). Από τους υγιεινολογικούς υπολογισμούς προκύπτει ότι για πλήρη νιτροποίηση και θερμοκρασίες μεταξύ 8 - 25°C, η απαιτούμενη ηλικία λάσπης είναι ίση με 45 ημέρες για τον χειμώνα και 28 ημέρες περίπου για το καλοκαίρι.

Κατά διαστήματα διακόπτεται ο αερισμός και τίθεται σε λειτουργία ο υποβρύχιος αναδευτήρας, προάγοντας έτσι τη δημιουργία ανοξικών συνθηκών για την αναγωγή των παραπάνω νιτρικών αλάτων σε αέριο άζωτο.

Το απαιτούμενο για την βιοαποικοδόμηση οξυγόνο παρέχεται από σύστημα επιφανειακού αερισμού. Για τις ανάγκες του 1^{ης} δεξαμενής SBR έχει τοποθετηθεί ένας (1) επιφανειακός αεριστήρας κατακόρυφου άξονα του οίκου ECOPLANTS Ιταλίας, μοντέλο LSMA25, διαμέτρου πτερωτής 2200 mm, εγκατεστημένης ισχύος 18,5 kW.

Ο αεριστήρας είναι τοποθετημένος σε αμφιέριστη γέφυρα σχήματος ανάποδου «Π», εξ' ολοκλήρου κατασκευασμένη από σκυρόδεμα, πλάτους 1m.

3. Φάση καθίζησης

Κατά τη φάση καθίζησης διακόπτονται τα συστήματα αερισμού και ανάμιξης και αφήνεται η βιομάζα να καθιζάνει σε πλήρη ηρεμία. Ο πυθμένας της δεξαμενής SBR είναι ειδικά διαμορφωμένος με κλίση για την ευκολότερη συσσωμάτωση και συλλογή της καθιζάνουσας ιλύος. Ο χρόνος διάρκειας της φάσης αυτής είναι περίπου 1 ώρα.

4. Φάση εκκένωσης

Με την καθίζηση επιτρέπεται ο διαχωρισμός των στερεών της βιολογικής ιλύος, η κατακάθισή της και η διαύγαση των υπερκείμενων υγρών. Τα υπερκείμενα υγρά απομακρύνονται από την 1^η προς την 2^η δεξαμενή SBR μέσω εμβαπτισμένης σε κατάλληλο βάθος αντλίας του οίκου FLYGT Σουηδίας, μοντέλο DP 3068.180 MT, παροχής 15 m³/h σε κατάλληλο μανομετρικό, εγκατεστημένης ισχύος 1,5kW. Η αντλία εκκένωσης φέρει στην κατάθλιψή της εύκαμπτο αγωγό και είναι αναρτημένη από κατάλληλο ανυψωτικό μηχανισμό με συρματοσχοίνο έτσι, ώστε να είναι εύκολη η καθ' ύψος ρύθμισή της.

Κατά τη φάση εκκένωσης γίνεται και η απομάκρυνση της περίσσειας λάσπης προς τη δεξαμενή πάχυνσης λάσπης. Για την απομάκρυνση της λάσπης προβλέπεται στο ειδικά διαμορφωμένο με κλίση σημείο του πυθμένα της δεξαμενής μια (1) υποβρύχια αντλία του οίκου FLYGT Σουηδίας, μοντέλο DP 3045.180 MT, παροχής $15 \text{ m}^3/\text{h}$ σε κατάλληλο μανομετρικό, εγκατεστημένης ισχύος $1,2 \text{ kW}$.

2° ΣΤΑΔΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (2^η ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR)

Για το δεύτερο στάδιο βιολογικής επεξεργασίας κατασκευάστηκε ορθογωνική δεξαμενή SBR όγκου 350 m^3 , διαστάσεων $10.0 \times 10.0 \times 3.5 \text{ m}$ (Μ Χ Π Χ βάθος υγρού), όμοια με αυτή του πρώτου σταδίου.

Αυτό το δεύτερο στάδιο βιολογικής επεξεργασίας χαρακτηρίζεται από χαμηλή οργανική φόρτιση στερεών ($0.050 - 0.058 \text{ Kg BOD}_5/\text{Kg MLSS}, \text{d}$) και χαμηλή συγκέντρωση MLSS ($3.600 - 3.100 \text{ mg/l}$). Με βάση την παροχή σχεδιασμού των $30 \text{ m}^3/\text{d}$, προκύπτει ότι ο υδραυλικός χρόνος παραμονής των στραγγισμάτων στη δεξαμενή είναι 10 ημέρες.

Η ημερήσια λειτουργία της 2^{ης} δεξαμενής SBR περιλαμβάνει δύο (2) αντίστοιχους με αυτούς της 1^{ης} δεξαμενής κύκλους αποτελούμενους από τις εξής φάσεις:

1. Φάση πλήρωσης, διάρκειας 1 h (0.5 h , χωρίς ανάμιξη - 0.5 h , με ανάμιξη)
2. Φάση αντίδρασης, συνολικής διάρκειας 9 h (2h ανοξική φάση, 7 h αερόβια φάση)
3. Φάση καθίζησης, διάρκειας 1 h
4. Φάση εκκένωσης, διάρκειας 1 h

Η χρονική ρύθμιση των παραπάνω φάσεων επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλου χρονικού προγραμματισμού στην κεντρική μονάδα ελέγχου.

1. Φάση πλήρωσης

Στη φάση πλήρωσης τα στραγγίσματα κατά την φάση εκκένωσης της 1^{ης} δεξαμενής SBR τροφοδοτούνται στη 2^η δεξαμενή αρχικά χωρίς ανάμιξη για χρονικό διάστημα περίπου 0.5 h και στη συνέχεια για χρονικό διάστημα 0.5 h σε συνθήκες ανάμιξης.

Η ανάμιξη της δεξαμενής πραγματοποιείται μέσω ταχύστροφου υποβρύχιου αναδευτήρα του οίκου FLYGT Σουηδίας, μοντέλο SR 4650.410 SF (without jetring), εγκατεστημένης ισχύος 5.5 kW .

2. Φάση αντίδρασης

Κατά τη φάση της αντίδρασης προσδίδεται το απαραίτητο οξυγόνο στους μικροοργανισμούς της ενεργού ιλύος για την οξειδωση των οργανικών ενώσεων και την απομάκρυνση του οργανικού φορτίου. Κατά διαστήματα διακόπτεται ο αερισμός και τίθεται σε λειτουργία ο υποβρύχιος αναδευτήρας, προάγοντας έτσι τη δημιουργία ανοξικών συνθηκών για την αναγωγή των παραπάνω νιτρικών αλάτων σε αέριο άζωτο. Για τις ανάγκες αερισμού του 2^{ης} δεξαμενής SBR έχει τοποθετηθεί ένας (1) επιφανειακός αεριστήρας κατακόρυφου άξονα του οίκου Ecoplants Ιταλίας, μοντέλο LSMA 25, διαμέτρου πτερωτής 2200 mm, εγκατεστημένης ισχύος 18,5kW. Ο αεριστήρας είναι τοποθετημένος σε αμφιέριστη γέφυρα σχήματος ανάποδου «Π», εξ' ολοκλήρου κατασκευασμένη από σκυρόδεμα, πλάτους 1m.

3. Φάση καθίζησης

Κατά τη φάση καθίζησης διακόπτονται τα συστήματα αερισμού και ανάμιξης και αφήνεται η βιομάζα να καθιζάνει σε πλήρη ηρεμία. Ο πυθμένας της δεξαμενής SBR είναι ειδικά διαμορφωμένος με κλίση για την ευκολότερη συσσωμάτωση και συλλογή της καθιζάνουσας ιλύος. Ο χρόνος διάρκειας της φάσης αυτής είναι περίπου 1 ώρα.

4. Φάση εκκένωσης

Με την καθίζηση επιτρέπεται ο διαχωρισμός των στερεών της βιολογικής ιλύος, η κατακάθισή της και η διαύγαση των υπερκείμενων υγρών. Τα υπερκείμενα υγρά απομακρύνονται από την 2^η δεξαμενή SBR με εμβαπτισμένη σε κατάλληλο βάθος αντλίας του οίκου FLYGT Σουηδίας, μοντέλο DP 3068.180 MT, παροχής 15 m³/h, σε κατάλληλο μανομετρικό, εγκατεστημένης ισχύος 1,5kW. Η αντλία εκκένωσης φέρει στην κατάθλιψη της εύκαμπτο αγωγό και είναι αναρτημένη από κατάλληλο ανυψωτικό μηχανισμό με συρματόσχοινο έτσι, ώστε να είναι εύκολη η καθ' ύψος ρύθμισή της.

Κατά τη φάση εκκένωσης γίνεται και η απομάκρυνση της περίσσειας λάσπης προς τη δεξαμενή πάχυνσης λάσπης. Για την απομάκρυνση της λάσπης προβλέπεται στο ειδικό διαμορφωμένο με κλίση σημείο του πυθμένα της δεξαμενής μια (1) υποβρύχια αντλία του οίκου FLYGT Σουηδίας, μοντέλο DP 3045.180 MT, παροχής 15 m³/h σε κατάλληλο μανομετρικό, εγκατεστημένης ισχύος 1,2kW.

ΜΕΤΡΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ SBR

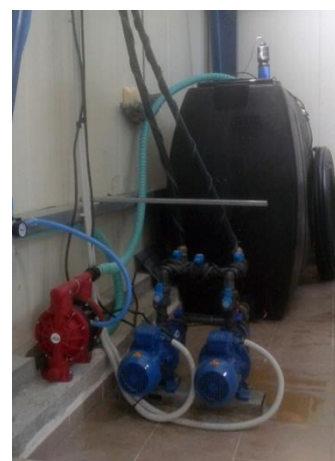
Για την ορθή και εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν on line όργανα σε κάθε δεξαμενή SBR, ήτοι :

- μετρητής pH
- μετρητής D.O. και T
- μετρητής MLSS
- μετρητής ORP
- πιεζομετρικός μετρητής στάθμης
- ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής DN50 επί του αγωγού εκκένωσης

έτσι, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα της άμεσης μεταβολής βασικών παραμέτρων και η λειτουργία να προσαρμόζεται στο μεταβαλλόμενο εισερχόμενο φορτίο στραγγισμάτων αξιοποιώντας στο μέγιστο δυνατό βαθμό τις βιολογικές διεργασίες.

1.2.3.3 Προσθήκη πηγής Άνθρακα

Για την επίτευξη της επιθυμητής αναλογίας C:N με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών διεργασιών, έχει εγκατασταθεί στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΣ μονάδα προσθήκης πηγής εξωτερικού άνθρακα με γλυκερίνη. Η μονάδα αποτελείται από ένα (1) δοχείο αποθήκευσης από PE, δύο (2) αντλίες θετικής εκτόπισης, ρυθμιζόμενης παροχής 25 – 30 m³/h με inverter και εγκατεστημένης ισχύος 0,55kW έκαστη (πλέον μίας τρίτης εφεδρικής στην αποθήκη) και τα απαιτούμενα όργανα ελέγχου και ρύθμισης (μετρητής στάθμης υπερήχων, θερμαντική αντίσταση κλπ).



1.2.3.4 Διύλιση

Τα διαυγάζοντα από τη 2^η δεξαμενή SBR εισέρχονται σε φίλτρο διύλισης για την περαιτέρω απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών και την εξασφάλιση αποδοτικής λειτουργίας των φίλτρων ενεργού άνθρακα που ακολουθούν. Τα υγρά εισέρχονται στο φίλτρο από οπή τροφοδοσίας διαμέτρου Φ250.



Έχει εγκατασταθεί αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο διύλισης τύπου τυμπάνου, του οίκου HYDROTECH Σουηδίας, μοντέλο HD803-1F, εγκατεστημένης ισχύος 0,37kW, το οποίο χαρακτηρίζεται από την απλή λειτουργία και την μικρή κατανάλωση ενέργειας. Το φίλτρο επαρκεί για τη διύλιση των λυμάτων κατά την παροχή εκκένωσης των 15 m³/h με συνολική επιφάνεια διύλισης 2.7m² έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται συγκέντρωση στερεών εξόδου μικρότερη των 25mg/l (άνοιγμα πόρων διηθητικού μέσου 11 μm).

Το φίλτρο είναι ένα μηχανικό φίλτρο που λειτουργεί με βαρύτητα. Τα επεξεργασμένα λύματα εισέρχονται στον κοίλο άξονα του φίλτρου και εξέρχονται περνώντας μέσω του υφάσματος φίλτρανσης προς την δεξαμενή όπου είναι εγκατεστημένο το φίλτρο. Η διαφορά στάθμης μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας του φίλτρου παρέχει την κινητήρια δύναμη για την φίλτρανση.

Η μέγιστη διαφορά στάθμης μεταξύ του εσωτερικού του φίλτρου και της εξωτερικής στάθμης στην δεξαμενή κατά την συνεχή λειτουργία είναι περίπου 300 mm. Κατά την ομαλή λειτουργία του φίλτρου αυτή η διαφορά είναι περίπου 200 mm.

Τα αιωρούμενα στερεά, κατά την διάρκεια αυτής της φάσης εναποτίθενται στην εσωτερική επιφάνεια του φίλτρου.

Η συγκέντρωση της λάσπης στην επιφάνεια του υφάσματος προκαλεί σταδιακά την ελάττωση της ικανότητας φιλτραρίσματος, με συνέπεια την ανύψωση της στάθμης του υγρού στο εσωτερικό του φίλτρου έως την στάθμη που ενεργοποιεί αισθητήριο στάθμης. Το αισθητήριο δίνει εντολή στην αντλία για την έκπλυση του υφάσματος με πίεση από την εξωτερική επιφάνεια προς το εσωτερικό του φίλτρου. Η αντλία αναρροφά από την ίδια δεξαμενή όπου είναι εγκατεστημένο το φίλτρο. Η έκπλυση γίνεται μέσω διάταξης επί της οποίας είναι προσαρμοσμένη σειρά ακροφυσίων.

Η περιστροφή του φίλτρου και η ενεργοποίηση του συστήματος ψεκασμού γίνεται όταν η στάθμη του νερού στο εσωτερικό του κοίλου άξονα (τύμπανο) φθάσει το αισθητήριο στάθμης. Σε αυτή την περίπτωση η στάθμη του νερού μεταβάλλεται μεταξύ της ελάχιστης στάθμης που έπεται του καθαρισμού της επιφάνειας του φίλτρου και της μέγιστης όπου ενεργοποιείται το αισθητήριο. Μέσω χρονοδιακόπτη διατηρείται η περιστροφή του φίλτρου κατά 1/4 – 1/2 περιστροφές μετά το πέρας της φάσης έκπλυσης.

Κατά την διάρκεια της φάσης έκπλυσης έχουμε κανονική ροή φιλτραρισμένων νερών από την έξοδο του φίλτρου.

Η έκπλυση του φίλτρου γίνεται με τη βοήθεια κατακόρυφης πολυβάθμιας φυγοκεντρικής αντλίας του οίκου LOWARA Ιταλίας, μοντέλο SV 212 F15T, παροχής 18m³/h στα 75 ΜΥΣ και εγκατεστημένης ισχύος 1,5kW.

Τα επεξεργασμένα υγρά από τη δεξαμενή του φίλτρου οδηγούνται στη δεξαμενή τροφοδοσίας των φίλτρων ενεργού άνθρακα.

1.2.3.5 Φίλτρα ενεργού άνθρακα

Η τελική επεξεργασία των στραγγισμάτων για την περαιτέρω απομάκρυνση οργανικού φορτίου πραγματοποιείται σε δύο (2) διαδοχικές κλίνες ενεργού άνθρακα.

Η τροφοδοσία της μονάδας γίνεται από δεξαμενή τροφοδοσίας ενεργού όγκου περίπου 60 m³, μέσω δύο (2) πολυβάθμιων φυγοκεντρικών αντλιών οριζοντίου τύπου (1+1R) του οίκου LOWARA Ιταλίας, μοντέλο FHE4 32-250/07, ρυθμιζόμενης παροχής 0-12m³/h με inverter, μανομετρικού 19,4–9 ΜΥΣ και εγκατεστημένης ισχύος 0,75kW έκαστη. Επί του καταθλιπτικού αγωγού τροφοδοσίας έχει εγκατασταθεί ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής DN40. Το μανομετρικό των αντλιών τροφοδοσίας επαρκεί για τη μεταφορά των επεξεργασμένων λυμάτων στη δεξαμενή καθαρών χωρίς να απαιτηθεί ενδιάμεση άντληση.

Τα στραγγίσματα τροφοδοτούνται σε δύο (2) διαδοχικά κυλινδρικά φίλτρα πίεσης με κλίνες ενεργού άνθρακα, καθοδικής ροής, διαμέτρου 1592 m, συνολικού ύψους 4,0 m (με τα ποδαρικά στήριξης) και επιφάνειας διύλισης 1,990 m² έκαστο. Η διαστρωμάτωση του κάθε φίλτρου από πάνω προς τα κάτω είναι η ακόλουθη:



Κλίνη ενεργού άνθρακα

Βάθος	:	1500mm
Όγκος στρώσης	:	2985lt
Κοκκομετρία	:	0.6 – 2.36mm
Ενεργός διάμετρος	:	0.95mm
Συντελεστής ομοιομορφίας	:	1.4
Πυκνότητα στρώσης	:	425kg/m ³

Φορέας στήριξης

Υλικό	: χαλίκι
Κοκκομετρία	: 1 – 3mm (ύψος 100mm)
Κοκκομετρία	: 3 – 6mm (ύψος 100mm)

Το υλικό κατασκευής έκαστου δοχείου είναι χάλυβας st 37 επεξεργασμένος με αμμοβολή, φωσφάτωση, απολίπανση, γαλβανισμό, στρώση εποξειδικής ρητίνης, στρώση αντισκωριακού υλικού και χρώμα. Η χρησιμοποιούμενη βαφή είναι δύο συστατικών εποξειδική. Το κάθε φίλτρο εδράζεται σε τέσσερα (4) πόδια στήριξης για την αποφυγή φθοράς από υγρασία και νερό και να είναι επισκέψιμο από το κάτω μέρος της υπάρχουσας θυρίδας.

Το κάθε φίλτρο είναι εξοπλισμένο με τρεις (3) θυρίδες :

- Η πρώτη θυρίδα, διαμέτρου Φ300, βρίσκεται στο άνω μέρος του δοχείου και εξυπηρετεί εκτός από την πλήρωση με τα υλικά φιλτράνσεως και την επιθεώρηση της στάθμης γέμισης και της αυτόματης βαλβίδας εξαέρωσης.
- Η δεύτερη θυρίδα, διαμέτρου Φ450, βρίσκεται στο κυλινδρικό τμήμα του δοχείου και εξυπηρετεί για το άδειασμα και το γέμισμα του φίλτρου, καθώς και για την συντήρηση του εσωτερικού του φίλτρου.
- Η τρίτη θυρίδα διαμέτρου Φ450, βρίσκεται στο κάτω τμήμα του δοχείου και εξυπηρετεί για την επιθεώρηση και την αφαίρεση ή επανατοποθέτηση των ακροφυσίων συλλογής του επεξεργασμένου νερού.

Ο χαλύβδινος ψευδοπυθμένας κάθε φίλτρου, πάχους 18 mm διαθέτει 112 οπές Φ28 για την προσαρμογή ακροφυσίων - διαχυτών από πολυπροπυλένιο σε αποστάσεις 12 cm μεταξύ τους, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την σωστή κατανομή του νερού μέσα από την κλίνη, τόσο κατά τη λειτουργία όσο και κατά την αντίστροφη πλύση. Το μέγεθος της σχισμής είναι 0,2 mm και είναι ανάλογο με την κοκκομετρία του πληρωτικού υλικού ώστε να μην επιτρέπεται διαρροή ή απώλεια. Στο πάνω μέρος των φίλτρων είναι εγκατεστημένη εσωτερικά ειδική χοάνη απορροής των νερών πλύσης με υπερχειλίση.

Η πίεση λειτουργίας του φίλτρου είναι περίπου 1.5 bar και ελέγχεται με τη βοήθεια πιεζοστάτη στην είσοδό του. Στο πάνω μέρος των φίλτρων είναι τοποθετημένη βαλβίδα εξαερισμού διπλής ενέργειας (αυτόματη και χειροκίνητη λειτουργία) για την απομάκρυνση πιθανού διαλυμένου αέρα που απελευθερώνεται από το εισερχόμενο στο φίλτρο νερό.

Η είσοδος του νερού γίνεται στο πάνω μέρος του πλευρικού τοιχώματος. Ο αγωγός εισόδου καταλήγει σε χοάνη τροφοδοσίας για την ομοιόμορφη κατανομή του ρεύματος εισόδου σε όλη την επιφάνεια των φίλτρων.

Τα φίλτρα είναι εξοπλισμένα με πέντε (5) βάνες πεταλούδας έκαστο, οι οποίες εξυπηρετούν τις φάσεις κανονικής λειτουργίας και πλύσης.

Κατά την κανονική λειτουργία του φίλτρου οι βάνες εισόδου και εξόδου του φίλτρου είναι ανοικτές. Όταν η διαφορική πίεση υπερβεί τα 0,5 bar (μέτρηση πιεζοστάτη) και τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα το φίλτρο πλένεται με αντίστροφη ροή νερού.

Η αντίστροφη πλύση του φίλτρου γίνεται χειροκίνητα. Η παροχή νερού προς το φίλτρο διακόπτεται και κλείνει η βαλβίδα εξόδου στη συνέχεια γίνεται ταπείνωση της στάθμης για την αποφυγή συμπαρασυρμού υλικού κατά τα επόμενα στάδια της αντίστροφης πλύσης. Στη συνέχεια ανοίγουν οι βαλβίδες παροχής νερού αντίστροφης πλύσης και τίθεται σε λειτουργία η αντλία αντίστροφης πλύσης. Για τις ανάγκες πλύσης των φίλτρων ενεργού άνθρακα έχουν τοποθετηθεί δύο (2) πολυβάθμιες φυγοκεντρικές αντλίες αντίστροφης πλύσης (1+1R) του οίκου LOWARA Ιταλίας, μοντέλο FHE4 65-160/22, παροχής 48 m³/h, σε μανομετρικό 8.6 ΜΥΣ, εγκατεστημένης ισχύος 2,2kW. Οι αντλίες είναι εξοπλισμένες με μετατροπέα συχνότητας (inverter) έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται ομαλή εκκίνηση για την αποφυγή υδραυλικού πλήγματος. Οι αντλίες αναρροφούν από τη δεξαμενή καθαρών κατάντη των φίλτρων. Η διάρκεια της πλύσης με νερό είναι 8-10 λεπτά.

Το νερό αντίστροφης πλύσης διοχετεύεται από τον ψευδοκυθμένα των φίλτρων και διανέμονται στο υλικό μέσω των ειδικών ακροφυσίων του ψευδοκυθμένα.

Τα υγρά της έκπλυσης υπερχειλίζουν στη χοάνη απορροής στο πάνω μέρος του φίλτρου και οδηγούνται σε κανάλι αποχέτευσης και από εκεί μέσω αγωγού PVC Φ160 στο δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης.

Αμέσως μετά τον καθαρισμό με αντίστροφη πλύση κλείνουν οι βαλβίδες αντίστροφης πλύσης και ανοίγουν οι βάνες τροφοδοσίας και εξόδου και το φίλτρο τίθεται πλέον σε κανονική λειτουργία.

Από την έξοδο των φίλτρων ενεργού άνθρακα τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στη δεξαμενή καθαρών ενεργού όγκου 59m³, που (υπερ)επαρκεί για τις ανάγκες πλύσης ενός φίλτρου κάθε φορά.

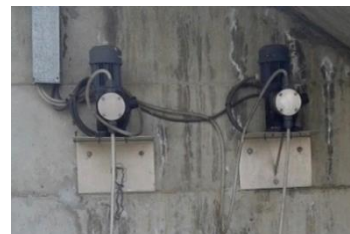
Από τη δεξαμενή καθαρών η επεξεργασμένη εκροή υπερχειλίζει μέσω υπερχειλιστή μήκους 20cm προς τη μονάδα απολύμανσης.

1.2.3.6 Δεξαμενή απολύμανσης

Από τη δεξαμενή καθαρών της διεργασίας φίλτρανσης, τα επεξεργασμένα υγρά τροφοδοτούνται μέσω υπερχειλιστή μήκους 20cm σε μαιανδρική δεξαμενή χλωρίωσης για την απολύμανσή τους με τη χρήση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου περιεκτικότητας 14%.

Οι εσωτερικές διαστάσεις της δεξαμενής χλωρίωσης είναι 1,80 m x 5,25 m και το βάθος υγρού 1,40m. Η δεξαμενή η δεξαμενή φέρει εσωτερικό διαμήκες χώρισμα με τοιχίο που διαμορφώνει μία συνολική διαδρομή πλάτους 0,8m και μήκους 10,5m (σχέση μήκους/πλάτους περίπου ίση με 13:1). Ο ωφέλιμος όγκος της δεξαμενής είναι 11,76m³ και εξασφαλίζει χρόνο παραμονής 47min για την παροχή εκκένωσης των 15m³/h.

Η απολύμανση των λυμάτων γίνεται με προσθήκη υποχλωριώδους νατρίου μέσω ζεύγους δοσομετρικών αντλιών (1+1R) του οίκου ALLDOS Γερμανίας, μοντέλο 221-4, εγκατεστημένης ισχύος 90w, που αναρροφούν από δοχείο κατανάλωσης όγκου 500 L.



Μετά τη χλωρίωση τα λύματα υπερχειλίζουν μέσω υπερχειλιστή λεπτής στέψης μήκους 0,8m στη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων στραγγισμάτων.

1.2.3.7 Δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα μετά την απολύμανση οδηγούνται σε δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων, ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η δεξαμενή εξυπηρετεί σήμερα στην αποθήκευση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων για την τροφοδοσία του συστήματος ανακυκλοφορίας εντός του Χ.Υ.Τ.Α.

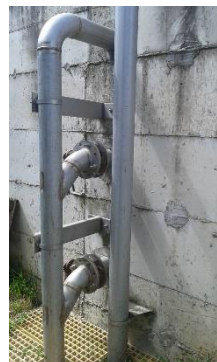
Κατασκευάστηκε δεξαμενή αποθήκευσης συνολικού ενεργού όγκου 146m³, διαστάσεων 5,25 x 7,95 x 3,5m (Μ Χ Π Χ βάθος υγρού). Στη δεξαμενή είναι εγκατεστημένο και το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας των επεξεργασμένων στραγγισμάτων. Το αντλιοστάσιο αποτελείται από δύο (2) υποβρύχιες αντλίες (1+1R), του οίκου FLYGT AB, Σουηδίας, μοντέλο MP 3127.170 HT, παροχής 17,5m³/h σε κατάλληλο μανομετρικό και εγκατεστημένης ισχύος 7,4kW έκαστη, ικανές για την ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων στο κύριο σώμα του Χ.Υ.Τ.Α.

1.2.3.8 Μονάδα επεξεργασίας λάσπης

Από τα αντλιοστάσια απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος των δεξαμενών SBR, η περίσσεια λάσπη αντλείται προς τον παχυντή λάσπης. Εκεί λαμβάνει χώρα πύκνωση της ιλύος με βαρύτητα.

Για τις ανάγκες της εγκατάστασης έχει κατασκευαστεί μια (1) δεξαμενή πάχυνσης από οπλισμένο σκυρόδεμα τετραγωνικής διατομής με διαστάσεις κάτοψης 3,0 x 3,0 m και πλευρικό ωφέλιμο βάθος υγρών 3,5m. Ο πυθμένας της δεξαμενής έχει διαμορφωθεί με κλίση προς το κέντρο > 1:1, σε μορφή πυραμίδας, για τη διευκόλυνση της συλλογής λάσπης στο κάτω μέρος. Η επιφάνεια του παχυντή ανέρχεται σε 9.0 m² και ο ωφέλιμος όγκος σε 31.5m³. Ο ελάχιστος υδραυλικός χρόνος παραμονής της λάσπης στον παχυντή έχει εκτιμηθεί σε 7,02d και ο ελάχιστος χρόνος παραμονής της λάσπης στο κώνο αποθήκευσης σε 5,45d.

Τα διαυγάζοντα υγρά απομακρύνονται μέσω πλευρικού συστήματος απαγωγής, το οποίο αποτελείται από τρεις (3) πλευρικούς αγωγούς υπερχειλίσσης DN100, από ανοξείδωτο χάλυβα, τοποθετημένους ανά 1,0m από τη μέγιστη στάθμη εντός του παχυντή. Ο αγωγός, ο οποίος είναι τοποθετημένος στο ύψος της μέγιστης στάθμης αποτελεί τον αγωγό υπερχειλίσσης, ενώ οι άλλοι δύο οι οποίοι είναι τοποθετημένοι χαμηλότερα απομονώνονται με δικλείδες τύπου πεταλούδας. Οι αγωγοί υπερχειλίσσης ενώνονται σε κοινό αγωγό, ο οποίος οδηγεί τα διαυγασμένα υγρά προς το δίκτυο στραγγιδίων.



Η συμπυκνωμένη ιλύς που συγκεντρώνεται στη χοάνη του πυθμένα της δεξαμενής απομακρύνεται με αντλίες προς τους χώρους απόθεσης του Χ.Υ.Τ.Α., οι οποίες βρίσκονται σε παράπλευρο αντλιοστάσιο. Για την απομάκρυνση της παχυμένης λάσπης τοποθετήθηκαν δύο (2) αντλίες θετικής εκτόπισης (1+1R) του οίκου PCM Γαλλίας, τύπου 25M6S, παροχής 1,0m³/h@40m και εγκατεστημένης ισχύος 1,5kW έκαστη.

Για την απομάκρυνση των στραγγιδίων που προέρχονται από τις υπερχειλίσεις των δεξαμενών, αντίστροφες πλύσεις των φίλτρων ενεργού άνθρακα και του αυτοκαθαριζόμενου φίλτρου έχει κατασκευασθεί δίκτυο αγωγών για την επιστροφή τους με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο ακαθάρτων, παραπλεύρως του κτιρίου εξυπηρέτησης της ΕΕΣ, διαστάσεων 2,0 x 0,8 x 1,5m (H_{ωφ}) με ωφέλιμο όγκο υγρού θαλάμου 2,4m³



Στο αντλιοστάσιο προβλέφθηκε η εγκατάσταση μιας (1) υποβρύχιας αντλίας του οίκου FLYGT AB, Σουηδίας, μοντέλο MP 3127.170 HT, παροχής 15m³/h σε κατάλληλο μανομετρικό έκαστη, εγκατεστημένης ισχύος 1,5kW για την επανατροπή των ακαθάρτων στη δεξαμενή SBR-1 προς επανεπεξεργασία.

1.2.3.9 Κτίριο εξυπηρέτησης

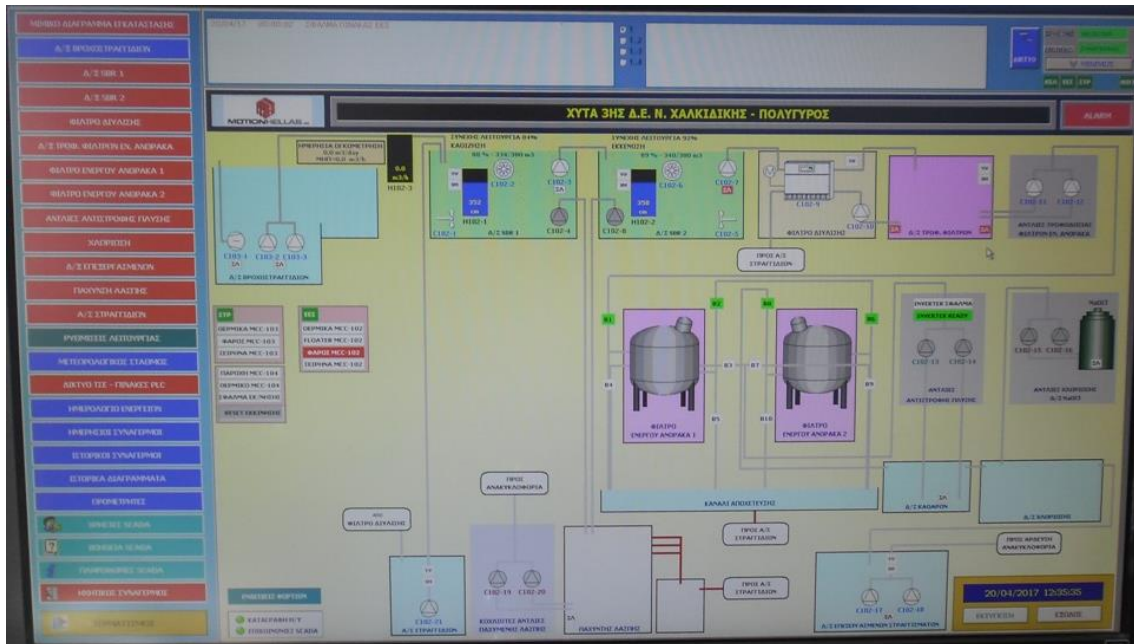
Κατασκευάστηκε κτίριο εξυπηρέτησης συνολικού εμβαδού περίπου 36,0m², με σκελετό από σιδηρές διατομές και κάλυψη (πλαγιοκάλυψη και επικάλυψη) με πάνελ αλουμινίου.

Στο κτίριο είναι εγκατεστημένα τα φίλτρα ενεργού άνθρακα, οι αντλίες τροφοδοσίας και αντίστροφης πλύσης τους, η μονάδα δοσομέτρησης γλυκερίνης (δοχείο, αντλίες κλπ) καθώς και ο πίνακας ισχύος και αυτοματισμού της ΕΕΣ.



1.2.3.10 Σύστημα αυτοματισμών

Στην υφιστάμενη εγκατάσταση η παρακολούθηση γίνεται με SCADA και μινικά διαγράμματα μέσω υπολογιστή εγκατεστημένου σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου διοίκησης έτσι, ώστε να ελέγχεται η λειτουργία των αντλητικών συγκροτημάτων, των επιφανειακών αεριστήρων, το διαλυμένο οξυγόνο, η παροχή, η στάθμη των δεξαμενών κλπ λειτουργικές παράμετροι της εγκατάστασης.



1.3 ΕΡΓΑ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ / ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΕΕΣ ΜΕ ΤΗ ΝΕΑ ΑΕΠΟ

1.3.1 Βασικές επιλογές

Βασικός παράγοντας επιτυχίας για το σωστό σχεδιασμό ενός αποτελεσματικού συστήματος επεξεργασίας των στραγγισμάτων από ΧΥΤΑ είναι αφενός η γνώση της ποσότητας και σύστασής τους και αφετέρου οι απαιτήσεις για τη διάθεση της εκροής. Η ποσότητα των στραγγισμάτων μπορεί να προβλεφθεί από τα δεδομένα βροχόπτωσης και άλλα υδραυλικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής. Όμως ο υπολογισμός αυτός εμπεριέχει πάντα αβεβαιότητα. Επιπλέον, η ποσότητα των στραγγισμάτων παρουσιάζει σημαντική διακύμανση στη διάρκεια του έτους σε συνάρτηση με την βροχόπτωση. Στον Πίνακα που ακολουθεί παρατίθεται η εκτίμηση της ημερήσιας παραγωγής στραγγισμάτων κατά τη λειτουργία του ΧΥΤΑ :

Πίνακας 4: Παραγόμενη ποσότητα στραγγισμάτων στη δυσμενέστερη φάση λειτουργίας του ΧΥΤΑ

Μήνας του έτους	Μέση Ημερήσια Παροχή Διηθημάτων (m ³ /d)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	19,32
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	14,27
ΜΑΡΤΙΟΣ	8,95
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	6,39
ΜΑΪΟΣ	0,59
ΙΟΥΝΙΟΣ	0,61
ΙΟΥΛΙΟΣ	0,59
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,59
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,61
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	8,61
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	17,73
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	26,02

Στη δυσμενέστερη φάση εκτιμάται ημερήσια παραγωγή στραγγισμάτων ίση με **26,02m³/d** (ΔΕΚ) με ημερήσια παραγωγή στραγγισμάτων του δυσμενέστερου μήνα

20ετίας ίση με **95,22m³/d**. Αν στις ποσότητες αυτές συνυπολογιστούν και οι εκροές υγρών αποβλήτων από άλλες πηγές πλην του ΧΥΤΑ (ανθρωπογενή λύματα προσωπικού, πλύσεις μηχανημάτων/δαπέδων, έκπλυση τροχών) οι οποίες συνολικά είναι της τάξης των 3m³/d, τότε στη δυσμενέστερη φάση του, ο ΧΥΤΑ δίδει ημερήσια παροχή ίση με **29,02m³/d** και ημερήσια παραγωγή στραγγισμάτων του δυσμενέστερου μήνα 20ετίας ίση με **98.22m³/d**. Τα στραγγίσματα αυτά φέρουν σημαντικό ρυπαντικό φορτίο:

- COD αποτελούμενο από οργανικές ενώσεις βιολογικά αποικοδομήσιμες (BOD) και οργανικές ενώσεις βιολογικά μη αποικοδομήσιμες (σκληρό COD)
- Άζωτο, κυρίως αμμωνιακό άζωτο και λιγότερο οργανικό ή νιτρικό
- Χλωριούχα άλατα και ανόργανα άλατα (όπως ασβεστίου, μαγνησίου, σιδήρου κλπ.)
- Υψηλή αγωγιμότητα οφειλόμενη στα ανόργανα άλατα
- Βαρέα μέταλλα
- Υψηλή συγκέντρωση σε ολικά διαλυτά στερεά (TDS)
- Αλογονωμένες οργανικές ενώσεις ΑΟΧ, συμπεριλαμβανόμενες στο σκληρό COD
- Οργανικές ενώσεις που δημιουργούν χρώμα

Η ποιότητα και η συγκέντρωση των ρύπων μεταβάλλεται και εξαρτάται από την ηλικία των στραγγισμάτων :

νεαρά στραγγίσματα, παραγόμενα στους πρώτους μήνες ζωής του ΧΥΤΑ, τα οποία έχουν:

- πολύ μεγάλη συγκέντρωση σε οργανικές ενώσεις (COD, BOD)
- σχετικά χαμηλό άζωτο
- υψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων
- υψηλή συγκέντρωση ανόργανων και χλωριούχων

μέσης ηλικίας Α στραγγίσματα παραγόμενα στον 3^ο με 4^ο χρόνο του ΧΥΤΑ, τα οποία έχουν:

- μεγάλη σχετικά συγκέντρωση σε οργανικές ενώσεις (COD, BOD)
- μεγαλύτερο άζωτο
- σημαντική συγκέντρωση βαρέων μετάλλων
- υψηλή συγκέντρωση ανόργανων και χλωριούχων

μέσης ηλικίας Β στραγγίσματα παραγόμενα στον 6^ο με 8^ο χρόνο του ΧΥΤΑ, τα οποία έχουν:

- μικρότερη σχετικά συγκέντρωση σε οργανικές ενώσεις (COD), με σημαντικά

χαμηλότερο BOD

- το άζωτο στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις
- μικρότερη αλλά σημαντική συγκέντρωση βαρέων μετάλλων
- σημαντική συγκέντρωση ανόργανων και χλωριούχων

μεγάλης ηλικίας στραγγίσματα, παραγόμενα από ΧΥΤΑ μεγάλης ηλικίας, τα οποία έχουν:

- μικρή συγκέντρωση σε οργανικές ενώσεις και σκληρό COD, με σημαντικά χαμηλότερο BOD
- το άζωτο σε χαμηλή συγκέντρωση
- μικρή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων
- μικρή συγκέντρωση ανόργανων και χλωριούχων

Ως εκ τούτου, η ακριβής σύσταση των στραγγισμάτων δεν μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια εκ των προτέρων κι επομένως συχνά εφαρμόζονται τιμές από τη διεθνή εμπειρία. Η σύνθεση των στραγγισμάτων εμφανίζει μεταβολές λόγω βιοχημικών δράσεων που συμβαίνουν στον ΧΥΤΑ, αλλά και λόγω της έκπλυσης που υφίσταται από τις βροχοπτώσεις, με πιθανότερες τάσεις τον περιορισμό των περιεκτικοτήτων αρκετών ρύπων, τον περιορισμό του BOD ως ποσοστό του COD, την αύξηση των Cl, NH₄, K, Na κλπ.

Στη Διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα εκτιμήσεων των διαφόρων παραμέτρων ανάλογα με την ηλικία ή/και τη φάση αποδόμησης :

Πίνακας 5: Σύσταση Στραγγισμάτων σε σχέση με την ηλικία του ΧΥΤΑ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ (Τιμή σε mg/lit)	Νέος ΧΥΤΑ (κάτω από 2 έτη)		Ώριμος ΧΥΤΑ
	Εύρος	Τυπικές τιμές	Τιμές άνω δεκαετίας
BOD ₅	2.000-30.000	10.000	100-200
TOC	1.500-20.000	6.000	60-160
COD	3.000-60.000	18.000	100-500
TSS	200-2.000	500	100-400
Οργανικό N	10-800	200	80-120
NH ₃ -N	10-800	200	20-40
NO ₃	5-40	25	5-40
Ολικός P	5-100	30	5-10
Ορθοφωσφορικά	4-80	20	5-8
Αλκαλικότητα σε CaCO ₃	1.000-10.000	3.000	200-1.000
pH	4,5-7,5	6	6,6-7,5
Ολική σκληρότητα (CaCO ₃)	300-10.000	3.500	200-500
Ca	200-3.000	1.000	100-400
Mg	50-1.500	250	50-200
K	200-1.000	300	50-400
Na	200-2.500	500	100-200
Cl	200-3.000	500	100-400
SO ₄	50-1.000	300	20-50
Ολικός Fe	50-1.200	60	20-200

Πηγή : G. Tchobanoglous, H. Theisen, S. A. Vigil "Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues"

Πίνακας 6: Σύσταση Στραγγισμάτων με διαφορές μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογένεσης

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Ο.	Εύρος
Οξική ζύμωση		
pH	6,1	4,5 – 7,5
BOD ₅ (mg/l)	13.000	4.000 – 40.000
COD (mg/l)	22.000	6.000 – 60.000
SO ₄ (mg/l)	500	70 – 1.750
Ca (mg/l)	120	10 – 2.500
Mg (mg/l)	470	50 – 1.150
Fe (mg/l)	780	20 – 2.100
Mn (mg/l)	25	0,3 – 65
Zn (mg/l)	5	0,1 – 120
Μεθανογένεση		
pH	8,0	7,5 – 9,0
BOD ₅ (mg/l)	180	20-550
COD (mg/l)	3.000	500-4.500
SO ₄ (mg/l)	80	10 – 420
Ca (mg/l)	60	20 – 600
Mg (mg/l)	180	40 – 350
Fe (mg/l)	15	3 – 280
Mn (mg/l)	0,7	0,03 – 45
Zn (mg/l)	0,6	0,3 – 4

Πηγή : H.J. Ehrig "Leachate Quality in Sanitary Landfilling : Process Technology and Environmental Impact"

Πίνακας 7: Σύσταση Στραγγισμάτων χωρίς διαφορές μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογένεσης

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Ο.	Εύρος
Cl (mg/l)	2.100	100 – 5.000
Na (mg/l)	1.350	50 – 4.000
K (mg/l)	1.100	10 – 2.500
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /l)	6.700	300 – 11.500
NH ₄ (mgN/l)	750	30 – 3.000
Οργανικό N (mgN/l)	600	10 – 4.250
Ολικό N (mgN/l)	1.250	50 – 5.000
NO ₃ (mgN/l)	3	0,1 – 50
NO ₂ (mgN/l)	0,5	0 – 25
Ολικός P (mg/l)	6	0,1 – 30
AOX (µg Cl/l)	2.000	320 – 3.500
As (µg/l)	160	5 – 1.600
Cd (µg/l)	6	0,5 – 140
Co (µg/l)	55	4 – 950
Ni (µg/l)	200	20 – 2.050
Pb (µg/l)	90	8 – 1.020
Cr (µg/l)	300	30 – 1.600
Cu (µg/l)	80	4 – 1.400
Hg (µg/l)	10	0,2 – 50

Πηγή : H.J. Ehrig "Leachate Quality in Sanitary Landfilling : Process Technology and Environmental Impact"

Πίνακας 8: Σύσταση Στραγγισμάτων σε σχέση με το βαθμό σταθεροποίησης του ΧΥΤΑ

Table 6-1. Landfill Constituent Concentration Ranges as a Function of the Degree of Landfill Stabilization

Parameter	Phase II Transition		Phase III Acid Formation		Phase IV Methane Formation		Phase V Final Maturation	
	Conventional*	Recirculating#	Conventional*	Recirculating#	Conventional*	Recirculating#	Conventional*	Recirculating#
BOD, mg/l	100-10,000	0-6893	1000-57,000	0-28,000	600-3400	100-10,000	4-120	100
COD, mg/l	480-18,000	20-20,000	1500-71,000	11,600-34,550	580-9760	1800-17,000	31-900	770-1000
TVA, mg/l as Acetic Acid	100-3000	200-2700	3000-18,800	1-30,730	250-4000	0-3900	0	--
BOD/COD	0.23-0.87	0.1-0.98	0.4-0.8	0.45-0.95	0.17-0.64	0.05-0.8	0.02-0.13	1.05-0.08
Ammonia, mg/l-N	120-125	76-125	2-1030	0-1800	6-430	32-1850	6-430	420-580
pH	6.7	5.4-8.1	4.7-7.7	5.7-7.4	6.3-8.8	5.9-8.6	7.1-8.8	7.4-8.3
Conductivity, μ mhos/cm	2450-3310	2200-8000	1600-17,100	10,000-18,000	2900-7700	4200-16,000	1400-4500	--

*Pohland and Harper, 1986

#Natale and Anderson, 1985; Watson, 1993; Miller, et al, 1994; Lechner, et al, 1993

Στην υπό μελέτη περίπτωση, η υφιστάμενη ΕΕΣ διαστασιολογήθηκε και κατασκευάστηκε με βάση τη σύσταση των νεαρών στραγγισμάτων, καθώς στην ηλικία αυτή το οργανικό φορτίο είναι το μεγαλύτερο.

Η ηλικία αυτή έχει άζωτο, σε τέτοια τιμή, που καθιστά δυνατή τη βιολογική απομάκρυνσή του. Ωστόσο, ο σχεδιασμός της εγκατάστασης έγινε με βιολογικές διεργασίες και με βάση τους οργανικούς ρύπους, παραβλέποντας τους ανόργανους.

Οι βιολογικές διεργασίες λειτουργούν ικανοποιητικά για την αφαίρεση του εύκολα αποικοδομήσιμου άνθρακα, για πλήρη νιτροποίηση και για πλήρη απονιτροποίηση μόνο νεαρών στραγγιδίων, ενώ για μεγαλύτερες ηλικίες στραγγισμάτων αφαιρούν μερικώς το άζωτο και αποτυγχάνουν να αφαιρέσουν σε όλες τις ηλικίες:

- το σκληρό COD (500 - 800 mg/l)
- τις αλογονωμένες χημικές ενώσεις AOX
- χλωριούχα άλατα
- χρώμα
- την υψηλή αγωγιμότητα
- τα βαρέα μέταλλα (ολικώς)

Οι βιολογικές διεργασίες δεν μπορούν από μόνες τους να επιτύχουν εκροές έτσι, ώστε τα επεξεργασμένα στραγγίδια να μπορούν να διατεθούν σε φυσικούς αποδέκτες (ρυάκια, ποτάμια, λίμνες, θάλασσες) ή/και προς άρδευση.

Στις μέσες ηλικίες, η αφαίρεση του αζώτου καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη να γίνει βιολογικά, λόγω έλλειψης επαρκούς βιοαποικοδομησίμου οργανικού άνθρακα. Έτσι πολλές εγκαταστάσεις προσθέτουν διάφορες χημικές ενώσεις που περιέχουν οργανικό άνθρακα. Ο ακόλουθος πίνακας δείχνει την ενδεικτική ποιότητα των επεξεργασμένων στραγγισμάτων με βάση μόνο βιολογικές διεργασίες.

Πίνακας 9: Ενδεικτικά ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων στραγγισμάτων με βιολογικές διεργασίες

Παράμετρος	Ενδεικτική ποιότητα βιολογικά επεξεργασμένων στραγγισμάτων
COD	500 – 800 mg/l
Ολικό N	300 – 500 mg/l
Χλωριούχα	2000 mg/l
TDS, ολικά διαλυτά στερεά	5000 – 6000 mg/l
Αγωγιμότητα	10000 – 12000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Η υφιστάμενη εγκατάσταση κατασκευάστηκε παραβλέποντας ότι τα επεξεργασμένα στραγγίσματα περιέχουν σκληρό COD (500 – 800 mg/l), σημαντικό μέρος αζώτου, χρώμα, υψηλή συγκέντρωση χλωριούχων και ολικών διαλυτών στερεών και υψηλή αγωγιμότητα.

Για το λόγο αυτό, το υφιστάμενο σύστημα επεξεργασίας των στραγγισμάτων κρίθηκε σκόπιμο να αναβαθμιστεί / επεκταθεί με την προσθήκη τριτοβάθμιας επεξεργασίας τεχνολογίας αντίστροφης όσμωσης (Reverse Osmosis) έτσι, ώστε να εξασφαλιστούν τα απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά για τη διάθεση της καθαρής εκροής.

Στα πλαίσια περιορισμού του κόστους, εκτιμήθηκε ότι με την αύξηση της δυναμικότητας εξισορρόπησης των παραγόμενων στραγγισμάτων για τους πλέον βροχερούς μήνες δύναται να εξασφαλιστεί η επάρκεια της υφιστάμενης βιολογικής βαθμίδας διαλείπουσας λειτουργίας (SBR).

Τέλος, σημειώνεται ότι όσον αφορά στο (μέγιστο) αναμενόμενο υδραυλικό φορτίο προς επεξεργασία η ΕΕΣ σχεδιάστηκε ορθά, τα αναμενόμενα ρυπαντικά φορτία υπερτιμήθηκαν ως προς τις τιμές τους. Έτσι π.χ. αντί οργανικού φορτίου εισόδου (σε τιμές BOD₅) της τάξης των 5.000mg/l η μονάδα επεξεργάζεται πλέον φορτίο της τάξης των 500 – 1.000mg/l.

Με βάση τα ανωτέρω, παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί τα ρυπαντικά και υδραυλικά φορτία (επανα)σχεδιασμού της ΕΕΣ :

Πίνακας 10: Δεδομένα (επανα)σχεδιασμού ΕΕΣ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Παροχή σχεδιασμού	30 m ³ /d
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD ₅)	750 mg/l
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	6.900 mg/l
Ολικό άζωτο (TN)	1.500 mg/l
Ολικός φώσφορος (TP)	17 mg/l
Αιωρούμενα στερεά (SS)	250 mg/l
Αγωγιμότητα	27mS/cm

Σύμφωνα με

- την με Α.Π. 3569/16-6-2017 απόφαση (ΑΔΑ: 7Η25ΟΡ1Υ-Ε84) του Τμήματος Περιβαλλοντικού & Χωρικού Σχεδιασμού της Δ/σης Περιβάλλοντος & Χωρικού Σχεδιασμού Κεντρικής Μακεδονίας για την Ανανέωση – Τροποποίηση και κωδικοποίηση της με αριθμ. πρωτ. 3565/12-5-2008 Απόφασης Ανανέωσης - Τροποποίησης της με αριθμ. πρωτ. 3600/13-6-2001 Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων Γ.Γ.Π.Κ.Μ. του έργου: «Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)», στη θέση «Καστρί» του Δήμου Πολυγύρου ΠΕ Χαλκιδικής και,
- την υπ' αριθμ 10/5858/6-9-2016 απόφαση Αντιπεριφερειάρχη Χαλκιδικής (ΦΕΚ 310/Δ/11-10-2016) όπως διορθώθηκε στο ΦΕΚ 136/Δ/16-5-2017 για τον Καθορισμό αποδέκτη διάθεσης των τριτοβάθμια επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (στραγγισμάτων) από την Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ της 3^{ης} Δ.Ε. Χαλκιδικής (Πολυγύρου),

η εκροή στην έξοδο της ΕΕΣ πρέπει να τηρεί τα κάτωθι ποιοτικά όρια :

Πίνακας 11: Ποιότητα στραγγισμάτων εξόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Πολυγύρου

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	ΤΙΜΗ
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, BOD ₅	mg/l	< 25
Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο, COD	mg/l	< 125
Αιωρούμενα στερεά, SS	mg/l	< 35
Ολικό άζωτο (TN)	mg/l	< 15
Ολικός φώσφορος (TP)	mg/l	< 2
Κολοβακτηριοειδή ολικά	TC/100ml	< 100
Επιπλέοντα υλικά	mg/l	0
pH		6,5 – 8,5
Χλωριούχα, Cl ⁻	mg/l	< 200
Αγωγιμότητα	μS/cm	< 1.000
Βαρέα μέταλλα και τοξικές ουσίες		Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της υπ' αριθμ 96400/85 απόφασης Νομάρχη Χαλκιδικής

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα απαιτείται να διατίθενται σε παρακείμενο **ρέμα διαλείπουσας ροής** που συνορεύει με τη βόρεια πλευρά του γηπέδου του ΧΥΤΑ, κατάντη της δεξαμενής συλλογής των βροχοστραγγισμάτων. Το ρέμα αποτελεί παρακλάδι του ποταμού Ολύνθιου μήκους περίπου 4km. Ο ποταμός Ολύνθιος καταλήγει στη θάλασσα, η οποία απέχει περί τα 25km από το σημείο διακλάδωσης με το ρέμα. Μικρή ποσότητα των επεξεργασμένων δύναται να διατίθεται για επανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών υγρασίας εντός της απορριμματικής μάζας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως το καλοκαίρι). Τα παραπροϊόντα της εγκατάστασης μαζί με την παχυμένη περίσσεια λάσπη θα οδηγούνται για ταφή στο ΧΥΤΑ, δεδομένου ότι αποτελούν εσωτερικά απόβλητα του ΧΥΤΑ.

1.3.2 Προτεινόμενα έργα

Για την αναβάθμιση / επέκταση της υφιστάμενης ΕΕΣ επιχειρείται η ενσωμάτωση στα νέα έργα των υφιστάμενων εγκαταστάσεων, υποδομών και ΗΜ εξοπλισμού που δύναται να λειτουργήσουν αποτελεσματικά κατόπιν επισκευών ή/και τροποποιήσεων έτσι, ώστε αφενός να μειωθεί κατά το δυνατόν το κόστος (ανα)κατασκευής της ΕΕΣ και αφετέρου

να εξασφαλιστεί μια ορθολογική λειτουργική κατάσταση προκειμένου να επιτυγχάνονται τα όρια εκροής.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, αλλά και τα προβλήματα της υφιστάμενης εγκατάστασης σε συνδυασμό με τα προτεινόμενα έργα στην ισχύουσα ΑΕΠΟ ως περιγράφονται σε προηγούμενη παράγραφο της παρούσας, παρατίθενται στη συνέχεια οι παρεμβάσεις που κρίνονται σκόπιμες έτσι, ώστε η εγκατάσταση, μετά την αναβάθμισή της, να περιλαμβάνει συνοπτικά τις κάτωθι επιμέρους μονάδες :

1. Έργα εισόδου, ήτοι
 - Δεξαμενή συλλογής βροχοστραγγιδίων (επέκταση υφιστάμενης)
 - Αντλιοστάσιο εξισορρόπησης – ανύψωσης (υφιστάμενο)
2. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας, ήτοι
 - Μετρητής παροχής
 - Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης θρεπτικών
 - Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης εξωτερικής πηγής άνθρακα
 - Δεξαμενές SBR
 - Αντλιοστάσια εκκένωσης διαυγαζόντων
 - Αντλιοστάσια απομάκρυνσης περίσσειας λάσπης
3. Τριτοβάθμια επεξεργασία, ήτοι
 - Αυτοκαθαριζόμενο περιστροφικό τύμπανο διύλισης
 - Φίλτρα ενεργού άνθρακα
 - Δεξαμενή καθαρών – εξισορρόπησης και Α/Σ τροφοδοσίας της μονάδας R.O.
 - Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O.)
4. Έργα διάθεσης, ήτοι
 - Δεξαμενή χλωρίωσης επεξεργασμένων
 - Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης απολυμαντικού μέσου
 - Δεξαμενή και Α/Σ ανακυκλοφορίας επεξεργασμένων στο ΧΥΤΑ
 - Φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας και αγωγός διάθεσης στον αποδέκτη
 - Δεξαμενή και Α/Σ απομάκρυνσης συμπυκνώματος της μονάδας R.O. στο ΧΥΤΑ
5. Έργα επεξεργασίας ιλύος, ήτοι
 - Δεξαμενή αποθήκευσης – πάχυνσης ιλύος
 - Α/Σ απομάκρυνσης παχυμένης ιλύος
 - Φρεάτιο ακαθάρτων και αγωγός επανατροπής στη δεξαμενή εξισορρόπησης
6. Κτίριο εξυπηρέτησης ΕΕΣ

7. Σύστημα αυτοματισμών – μετρήσεων και τηλεελέγχου – τηλεχειρισμού της μονάδας
8. Λοιπά έργα και Έργα υποδομής
9. Έργα αντικεραυνικής προστασίας

1.3.2.1 Συλλογή βροχοστραγγισμάτων

Η διαστασιολόγηση μιας δεξαμενής συλλογής, γίνεται με το κριτήριο της αποθήκευσης των βροχοστραγγισμάτων που παράγονται σε 3 – 4 ημέρες, με σημείο αναφοράς την μεγαλύτερη βροχόπτωση σε μήνα μέσα στην τελευταία 20ετία.

Η εκτίμηση του όγκου της δεξαμενής πρέπει να γίνει με βάση το ετήσιο ισοζύγιο νερών γύρω από τη δεξαμενή αυτή, λαμβάνοντας υπ' όψη ότι προβλέπεται να εγκατασταθεί μονάδα αντίστροφης όσμωσης της οποίας το συμπύκνωμα θα επιστρέφει στο σώμα του ΧΥΤΑ.

Η εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων, με την αντίστροφη όσμωση, θα εργάζεται συνεχώς και ανελλιπώς όλο το έτος. Η δεξαμενή συνήθως γεμίζει, χωρίς υπερχειλίσαις, τους βροχερούς μήνες του χρόνου και αδειάζει προοδευτικά το καλοκαίρι. Η ετήσια αθροιστική παραγωγή στραγγισμάτων και συμπυκνωμάτων πρέπει να είναι ίση με την αθροιστική έξοδο των νερών από την δεξαμενή. Η επίλυση του σχετικού ισοζυγίου δίνει ωφέλιμο όγκο δεξαμενής 1.263m^3 . Δεχόμενοι ασφάλεια 20%, ο αναγκαίος ωφέλιμος όγκος πρέπει να είναι της τάξης των 1.500m^3 και ο συνολικός όγκος της τάξης των 1.750m^3 και άνω. Ως εκ τούτου προτείνεται η επέκταση της υφιστάμενης δεξαμενής έτσι, ώστε να καλύπτονται οι ως άνω απαιτήσεις.

Η διάταξη υδραυλικής διασύνδεσης της (μεγαλύτερης πλέον) δεξαμενής συλλογής βροχοστραγγιδίων (δεξαμενή Β - lagoon) με την υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης (δεξαμενή Α) μέσω υπερχειλίσαις (από τη δεξαμενή Α προς τη Β) και αντεπίστροφης θυρίδας (από τη δεξαμενή Β προς την Α) θα διατηρηθεί με μικρές παρεμβάσεις.

Τα κατασκευαστικά στοιχεία της δεξαμενής δίδονται σε επόμενο κεφάλαιο.

1.3.2.2 Παρεμβάσεις στην υφιστάμενη εγκατάσταση

Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση, τις απαιτήσεις της Υπηρεσίας, τις διαθέσιμες τεχνολογίες και τις προδιαγραφές για τη διάθεση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων, γίνονται οι κάτωθι βασικές επιλογές :

- Για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων, προτείνεται εκ νέου η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) σε αντιδραστήρες εναλλασσόμενων φάσεων

διαλείποντος έργου (διακεκομμένης λειτουργίας, **Sequence Batch Reactors, SBRs**). Λαμβάνοντας υπόψη τα πραγματικά υδραυλικά και ρυπαντικά φορτία προς επεξεργασία κρίνεται ότι, υπό προϋποθέσεις, ο υφιστάμενος βιοαντιδραστήρας επαρκεί για τις απαιτήσεις της διεργασίας.

- Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών διεργασιών πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών (C, N, P). Η συνήθης αναλογία είναι $BOD_5:N:P = 100:5:1$ ή $COD:N:P = 500:5:1$. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ήδη λειτουργεί μονάδα προσθήκης πηγής εξωτερικού άνθρακα (γλυκερίνη), κρίνεται ότι θα απαιτηθεί προσθήκη διαλύματος φωσφορικού οξέος. Επιβάλλεται η αυτοματοποίηση των διαδικασιών με κατάλληλα δοσομετρικά συστήματα συναρτηθεί της εισερχόμενης παροχής.
- Για τα φίλτρα ενεργού άνθρακα κρίνεται ότι επιβάλλεται η τοποθέτηση πνευματικών ενεργοποιητών και των αντίστοιχων βαλβίδων «πιλότου» στις υφιστάμενες χειροκίνητες δικλίδες έτσι, ώστε να αυτοματοποιηθεί κατά το δυνατόν η λειτουργία τους (π.χ. αντίστροφη πλύση, παράκαμψη σε περίπτωση δυσλειτουργίας κλπ)
- Για τον περιορισμό των επικαθίσεων στερεών στη δεξαμενή τροφοδοσίας των φίλτρων π.χ. λόγω δυσλειτουργίας του φίλτρου τυμπάνου ή σε περίπτωση ηθελημένης παράκαμψής του, κρίνεται δόκιμη η εγκατάσταση ενός (1) υποβρύχιου αναδευτήρα οριζοντίου άξονα ανάλογης δυναμικότητας.
- Καθώς κρίνεται ότι η νέα μονάδα αντίστροφης όσμωσης ονομαστικής δυναμικότητας της τάξης των $55m^3/d$ θα λειτουργεί σε συγκεκριμένες βάρδιες, απαιτείται η κατασκευή δεξαμενής εξισορρόπησης μεταξύ του βιολογικού σταδίου και της μονάδας R.O. Στα πλαίσια αυτά εκτιμάται ότι, με μερική ανακατασκευή, η υφιστάμενη δεξαμενή καθαρών (όπου καταλήγουν τα επεξεργασμένα από τα φίλτρα άνθρακα) ενεργού όγκου $59m^3$ δύναται να λειτουργήσει ικανοποιητικά, τόσο για τις ανάγκες αντίστροφης πλύσης των φίλτρων, όσο και για τις ανάγκες εξισορρόπησης της παροχής για την τροφοδοσία της R.O. μέσω μίας (1) διακριτής υποβρύχιας αντλίας ρυθμιζόμενης παροχής με inverter (μία δεύτερη όμοια αντλία θα πρέπει να προβλεφθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη). Ως εκ τούτου, η υφιστάμενη υπερχειλίση προς τη δεξαμενή απολύμανσης καταργείται.
- Για την αποθήκευση των επεξεργασμένων και των συμπυκνωμάτων που προέρχονται από τη μονάδα αντίστροφης όσμωσης προβλέπεται ο διαχωρισμός της υφιστάμενης δεξαμενής αποθήκευσης επεξεργασμένων με τοιχίο από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ως εκ

τούτου τμήμα αυτής θα συνεχίζει να λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης επεξεργασμένων και το δεύτερο τμήμα θα χρησιμοποιηθεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας R.O.

- Για τον περιορισμό της μείωσης της θερμοκρασίας των προς επεξεργασία στραγγισμάτων κατά τους χειμερινούς μήνες αλλά και της εκπομπής σταγονιδίων ή αφρών προβλέπεται κάλυψη ή/και μόνωση των δεξαμενών εξισορρόπησης και βιολογικής επεξεργασίας SBR.
- Εύλογα, θα απαιτηθεί η επέκταση του υφιστάμενου συστήματος αυτοματισμών της εγκατάστασης για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού και η επέκταση της υφιστάμενης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης για τη λειτουργική διασύνδεση του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού με τον υφιστάμενο ΓΠΧΤ και το υφιστάμενο Η/Ζ.

1.3.2.3 Μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.)

Για την ολοκλήρωση των εργασιών αναβάθμισης της ΕΕΣ και σε συμφωνία με την ισχύουσα ΑΕΠΟ προτείνεται να εγκατασταθεί μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.) δύο (2) τουλάχιστον σταδίων δυναμικότητας $55\text{m}^3/\text{d}$ εντός εμπορευματοκιβωτίου (container) τυποποιημένων διαστάσεων. Εντός του εμπορευματοκιβωτίου αυτού θα περιέχεται όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός για την διεργασία της αντίστροφης όσμωσης που θα περιλαμβάνει :

- Διατάξεις προεπεξεργασίας των στραγγισμάτων, φίλτρα άμμου και φυσιγγίων, μετρητή pH, δοσομετρικά συστήματα κ.α.
- Κύκλωμα αντίστροφης όσμωσης υψηλής πίεσης για κάθε στάδιο, αποτελούμενο από αντλία υψηλής πίεσης, συστοιχίες μεμβρανών, εσωτερικές αντλίες για την ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων, μετρητές παροχής, pH, αγωγιμότητας κ.α.
- Αυτοματοποιημένο σύστημα χημικών καθαρισμών των μεμβρανών
- Πίνακες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
- Πλήρες σύστημα αυτοματισμού για την αυτόματη λειτουργία της μονάδας

Η αντίστροφη όσμωση είναι η μόνη διεργασία που μπορεί να επιτύχει την παραγωγή νερών υψηλής καθαρότητα αφού αφαιρεί όλους τους ρύπους σε βαθμό που αγγίζει το 99,9 % (συμπεριλαμβανομένων των χλωριούχων και της αγωγιμότητας).

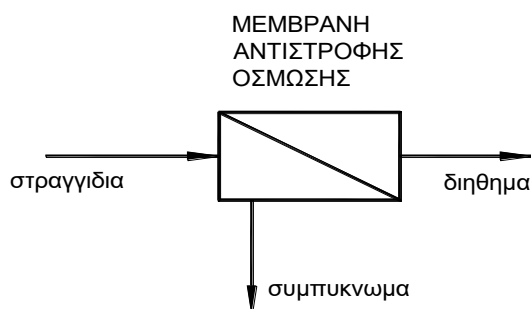
Στην αντίστροφη όσμωση χρησιμοποιούνται μεμβράνες σε πίεση λειτουργίας 40 bar και

άνω, που υπερβαίνει την οσμωτική πίεση και διασφαλίζει υψηλό βαθμό καθαρισμού, καθώς στην ουσία δεν αποτελεί επεξεργασία διαχωρισμού αλλά συμπύκνωσης του διαλύματος (με βαθμό συμπύκνωσης 25 έως 40% κ.ο.).

Το συμπυκνωμένο απόβλητο μπορεί να ανακυκλωθεί. Για την κατασκευή των μεμβρανών χρησιμοποιούνται εστέρες κυτταρίνης ή αρωματικά πολυαμίδια σε διαμόρφωση λεπτού φιλμ. Οι μεμβράνες τοποθετούνται σε κυλινδρικούς φορείς διαμέτρου έως και τριχοειδούς (hollow fibbers), πιατέλες ή σπирάλ πλαίσια τα οποία με την σειρά τους τοποθετούνται σε δοχεία πίεσης. Έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής, που εξαρτάται από την χρήση τους και την συχνότητα καθαρισμού. Ο καθαρισμός πραγματοποιείται μηχανικά ή με χρήση χημικών.

Για την υπό μελέτη περίπτωση προτείνεται μονάδα αντίστροφης όσμωσης με μεμβράνες σπειροειδούς διαμόρφωσης (Spiral Wound). Οι εν λόγω μεμβράνες προτιμώνται ευρέως αφενός λόγω του συμπαγούς χαρακτήρα τους (σ.σ. μια μεγάλη περιοχή της μεμβράνης μπορεί να είναι συσκευασμένη σε ένα μικρό όγκο, επιτυγχάνοντας έτσι εξοικονόμηση κόστους από την άποψη π.χ. δοχείων πίεσης, σωληνώσεων, αντλιών) και αφετέρου επειδή ο σπειροειδής σχεδιασμός αυξάνει τη δυνατότητα υψηλής ανάκτησης των συστημάτων και εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της χαμηλής προσφοράς πίεσης.

Παρακάτω δίνεται ένα απλοποιημένο σχήμα μονάδας αντίστροφης όσμωσης ενός σταδίου επεξεργασίας.



Εικόνα 1: Απλοποιημένο σχήμα μονάδας αντίστροφης όσμωσης ενός σταδίου επεξεργασίας

Στην τεχνολογία των μεμβρανών χρησιμοποιούνται συνήθως οι όροι:

- λόγος ανάκτησης , r , που παριστά το κλάσμα του διηθήματος/στραγγιδια
- λόγος απόρριψης - κλάσμα αφαίρεσης ρύπου, R , που παριστά το λόγο $(\text{συγκέντρωση τροφοδοσίας} - \text{συγκέντρωση διηθήματος}) / (\text{συγκέντρωση τροφοδοσίας})$

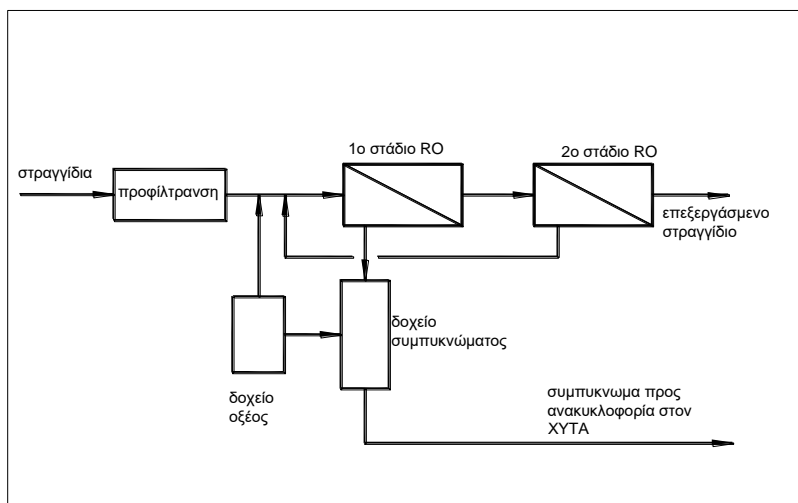
τροφοδοσίας)

Οι λόγοι απόρριψης για τους κύριους ρύπους των στραγγισμάτων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 12: Μέσες αποδόσεις (%) αφαίρεσης ρύπων στραγγισμάτων από μεμβράνες R.O.

Παράμετροι	1 ^ο Στάδιο	2 ^ο Στάδιο	3 ^ο Στάδιο
COD	91,	99,8	99,9
BOD	88,	99,7	99,9
TOC	91,	99,9	99,9
AOX	87,	99,8	99,9
NH ₄ -N	85,	99,6	99,9
PO ₄ -P	96,	99,9	99,9

Στην επεξεργασία στραγγισμάτων, συνήθες είναι το σχήμα δύο σταδίων.



Εικόνα 2: Απλοποιημένο σχήμα αντίστροφης όσμωσης δύο σταδίων που συνήθως επιλέγεται για την επεξεργασία των στραγγισμάτων

Τα προϊόντα της αντίστροφης όσμωσης είναι το επεξεργασμένο νερό, το **διήθημα**, που είναι συνήθως το 60 - 75 % των αρχικών στραγγιδίων και το **συμπύκνωμα** που είναι το 25 - 40 % των στραγγιδίων.

Τα προς επεξεργασία στραγγίσματα από τη δεξαμενή καθαρών (δεξαμενή τροφοδοσίας της R.O.) προωθούνται μέσω υποβρύχιας αντλίας (εγκατεστημένης εντός της δεξαμενής) προς τη μονάδα προκατεργασίας της αντίστροφης όσμωσης, η οποία αποτελείται από φίλτρο άμμου και φίλτρο φυσιγγίων εγκατεστημένα εν σειρά. Στη συνέχεια μέσω αντλίας

υψηλής πίεσης τα προεπεξεργασμένα στραγγίδια προωθούνται προς τις συστοιχίες των μεμβρανών του 1ου σταδίου, από όπου το συμπύκνωμα καταλήγει προς τη δεξαμενή συλλογής συμπυκνωμάτων. Το διήθημα του 1ου σταδίου αποθηκεύεται προσωρινά σε ενδιάμεση δεξαμενή συλλογής για να οδηγηθεί στη συνέχεια μέσω αντλίας επίσης ψηλής πίεσης προς τις συστοιχίες των μεμβρανών του 2ου σταδίου, από όπου το συμπύκνωμα ανακυκλοφορεί προς τη δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας R.O. Το διήθημα του 2ου σταδίου αποθηκεύεται προσωρινά σε ενδιάμεση δεξαμενή συλλογής για να οδηγηθεί στη συνέχεια μέσω αντλίας, είτε προς τη δεξαμενή απολύμανσης, είτε για αντίστροφη πλύση (όποτε είναι απαραίτητο) του φίλτρου άμμου. Σε Κανονικές Συνθήκες, τα επεξεργασμένα στραγγίσματα μετά την απολύμανση θα υπερχειλίζουν στη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων για να οδεύσουν με υπερχειλίση σε φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας και στη συνέχεια στον τελικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα). Εναλλακτικά, μικρή ποσότητα των επεξεργασμένων θα δύναται να διατεθεί για επανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών υγρασίας εντός της απορριμματικής μάζας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως το καλοκαίρι).

Το συμπύκνωμα από τη δεξαμενή συλλογής του θα ανακυκλοφορεί μέσω αντλίας στο ΧΥΤΑ ως εσωτερικό απόβλητό του. Η ανακυκλοφορία του συμπυκνώματος στο σώμα των απορριμμάτων θα πρέπει να γίνει μετά από προσεκτική επιλογή των σημείων έγχυσης, εκεί που η συμπίεση των σκουπιδιών είναι υψηλή και δεν υφίσταται ο κίνδυνος ύπαρξης μεγάλων και συνεχιζόμενων κενών και καναλιών.

1.3.2.4 Διατάξεις παράκαμψης

Για την ευελιξία στη λειτουργία της ΕΕΣ αλλά και για την αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων λόγω βλαβών προβλέπονται διατάξεις απομόνωσης – παράκαμψης, μέσω χειρισμού αυτόματων ή και χειροκίνητων δικλείδων, των επιμέρους μονάδων έτσι, ώστε να είναι δυνατό να επιτευχθούν:

- **Γενική παράκαμψη** της μονάδας με παροχέτευση των εισερχομένων στραγγιδίων προς τη δεξαμενή αποθήκευσης συμπυκνωμάτων.
- Παράκαμψη της παροχής εισόδου προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.
- Απομόνωση – παράκαμψη οποιασδήποτε δεξαμενής SBR προς την κατάντη μονάδα έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται :

- η παράκαμψη της SBR-1 προς την SBR-2 ή
- η παράκαμψη της SBR-2 προς το φίλτρο τυμπάνου ή
- η παράλληλη λειτουργία των δεξαμενών SBR
- Παράκαμψη του φίλτρου τυμπάνου προς:
 - τη δεξαμενή αποθήκευσης συμπυκνωμάτων ή
 - τη δεξαμενή τροφοδοσίας φίλτρων ενεργού άνθρακα ή
 - τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.
- Παράκαμψη της μονάδας φίλτρων ενεργού άνθρακα προς:
 - τη δεξαμενή αποθήκευσης συμπυκνωμάτων ή
 - τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.
- Παράκαμψη της μονάδας αντίστροφης όσμωσης από τη δεξαμενή τροφοδοσίας φίλτρων ενεργού άνθρακα προς τη δεξαμενή αποθήκευσης συμπυκνωμάτων.

1.3.2.5 Μεταφορά (αλλαγή θέσης) πυρσού καυσης βιοαερίου

Ο πυρσός καύσης του βιοαερίου βρίσκεται σήμερα δυτικά της υφιστάμενης δεξαμενής βροχοστραγγιδίων. Λόγω της επέκτασης της δεξαμενής αυτής απαιτείται η μεταφορά του πυρσού και η εγκατάστασή του σε νέα θέση. Η θέση που επιλέχθηκε είναι πάλι δυτικά της νέας πλέον δεξαμενής βροχοστραγγιδίων με κεντροβαρικές συντεταγμένες $X=450179.8$ $Y=4472425.2$. Η έδραση του πυρσού θα γίνει σε πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος $M \times \Pi \times Y=5.5 \times 4.5 \times 0.3$. Με τη μεταφορά του πυρσού θα καθαιρεθούν οι σωληνώσεις του οριζόντιου δικτύου μεταφοράς βιοαερίου και θα τοποθετηθούν νέα τμήματα HPDE Φ110 PN10 προς τη νέα θέση του πυρσού.

1.3.3 Απαιτήσεις έργων Π/Μ

Για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης, τα προτεινόμενα και προβλεπόμενα έργα Π/Μ περιλαμβάνουν μικρής κλίμακας παρεμβάσεις στις υφιστάμενες κατασκευές καθώς και νέες κατασκευές που συνοπτικά αφορούν :

- Επέκταση της υφιστάμενης χωμάτινης δεξαμενής συλλογής βροχοστραγγιδίων, με πρόβλεψη περιμετρικής περίφραξης για λόγους ασφαλείας και υγιεινής των εργαζομένων. Σημειώνεται η ανάγκη αποξήλωσης της υφιστάμενης στεγανοποιητικής στρώσης και η τοποθέτηση νέας ενιαίας στεγάνωσης (γεωύφασμα , γεωμεμβράνη) στο σύνολο της δεξαμενής.

- Κάλυψη της υφιστάμενης δεξαμενής εξισορρόπησης – Α/Σ ανύψωσης με πολυκαρβονικά φύλλα έτσι, ώστε να περιορίζονται οι απώλειες θερμότητας στο περιβάλλον.
- Κατασκευή τοίχου αντιστήριξης στη δυτική πλευρά του χώρου της ΕΕΣ, συνολικού μήκους 28μ, για την κατασκευή των υποδομών της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.
- Κατασκευή βάσης από οπλισμένο σκυρόδεμα για την τοποθέτηση του εμπορευματοκιβωτίου (container) της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (R.O.).
- Ανακατασκευή της υφιστάμενης δεξαμενής καθαρών έτσι, ώστε αφενός να εξυπηρετεί τις ανάγκες αντίστροφης πλύσης των φίλτρων ενεργού άνθρακα και τις ανάγκες εξισορρόπησης της παροχής για την τροφοδοσία της R.O. και αφετέρου να αποκλείει την υδραυλική επικοινωνία της (μέσω της υφιστάμενης υπερχείλισης) με τη δεξαμενή απολύμανσης.
- Ανακατασκευή της υφιστάμενης δεξαμενής αποθήκευσης επεξεργασμένων έτσι, ώστε τμήμα αυτής να συνεχίζει να λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης επεξεργασμένων στον φυσικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα) μέσω νέου βαρυτικού αγωγού. Το έτερο δεύτερο τμήμα θα χρησιμοποιηθεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας R.O. ως εσωτερικό απόβλητο του ΧΥΤΑ. Το τμήμα που θα χρησιμοποιηθεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης επεξεργασμένων θα πρέπει να καλυφθεί άνωθεν με πολυκαρβονικά φύλλα έτσι, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος εξωτερικής επιμόλυνσης.
- Αλλαγή χρήσης του υφιστάμενου Α/Σ ακαθάρτων, το οποίο μετατρέπεται σε απλό φρεάτιο συλλογής απ' όπου μέσω νέου βαρυτικού αγωγού τα ακάθαρτα (στραγγίδια, νερά αντίστροφης πλύσης φίλτρων, υπερκείμενα πάχυνσης) θα οδεύουν στην υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης προς επανεπεξεργασία.
- Κάλυψη με πολυκαρβονικά φύλλα της υφιστάμενης δεξαμενής εξισορρόπησης έτσι, ώστε να περιορίζονται οι απώλειες θερμότητας από τα στραγγίσματα στο περιβάλλον.
- Ανύψωση των περιμετρικών τοιχίων των δεξαμενών SBR έως το ύψος της στέψης του στηθαίου του πεζοδιαδρόμου, κάλυψη των δεξαμενών με πολυκαρβονικά φύλλα και περιμετρική μόνωση των δεξαμενών με διογκωμένη πολυστερίνη έτσι, ώστε να περιορίζονται οι απώλειες θερμότητας από το μικτό υγρό στο περιβάλλον και οι η εκπομπή σταγονιδίων ή αφρών.
- Μτεφορά του πυρσού καύσης βιοαερίου σε νέα θέση δυτικά της επέκτασης της

δεξαμενής βροχοστραγγιδίων.

1.3.4 Απαιτήσεις έργων Η/Μ

Για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης όσον αφορά σε έργα Η/Μ, περιλαμβάνονται παρεμβάσεις στις υφιστάμενες κατασκευές ή/και εγκατάσταση νέου εξοπλισμού, που ανά τμήμα έργου περιλαμβάνουν συνοπτικά τα κάτωθι :

Συλλογή βροχοστραγγιδίων

- Συντήρηση του εξοπλισμού στην υφιστάμενη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων – εξισορρόπησης, ήτοι:
 - Δύο (2) υποβρύχιων αντλιών
 - Ενός (1) υποβρύχιου οξυγονωτή
 - Ενός (1) «κλαπέ» μεταξύ της δεξαμενής εξισορρόπησης – Α/Σ ανύψωσης και δεξαμενής βροχοστραγγιδίων
 - Δύο (2) πιεζοηλεκτρικών μετρητών στάθμης
 - Πέντε (5) πλωτεροδιακοπών στάθμης

Προσθήκη θρεπτικών – εξωτερικής πηγής άνθρακα

- Εγκατάσταση δύο (2) νέων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων για τη δοσομέτρηση δ/τος φωσφορικού οξέος (H_3PO_4) και τη διασύνδεσή τους με (νέο) δοχείο αποθήκευσης – εργασίας του δ/τος που φέρει διακόπτη στάθμης. Μια τρίτη όμοια αντλία προβλέπεται ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων εγκατεστημένων αντλιών για τη δοσομέτρηση δ/τος εξωτερικής πηγής άνθρακα (γλυκερίνη) και του παρελκόμενου εξοπλισμού (μετρητής στάθμης, πνευματική αντλία μετάγγισης κλπ.)

Βιολογικός αντιδραστήρας

- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων επιφανειακών αεριστήρων κατακόρυφου άξονα
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αναμικτών οριζοντίου άξονα
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών εκκένωσης διαυγαζόντων. Μια τρίτη όμοια αντλία προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.

- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος. Μια τρίτη όμοια αντλία προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση των υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ενός (1) ηλεκτρομαγνητικού μετρητή παροχής εισόδου
 - Δύο (2) ηλεκτρομαγνητικών μετρητών παροχής υπερκείμενων υγρών (ένας ανά δεξαμενή SBR)
 - Δύο (2) αισθητηρίων D.O. (ένα ανά δεξαμενή SBR)
 - Δύο (2) αισθητηρίων pH (ένα ανά δεξαμενή SBR)
 - Δύο (2) αισθητηρίων MLSS (ένα ανά δεξαμενή SBR)
 - Δύο (2) αισθητηρίων δυναμικού οξειδοαναγωγής ORP (ένα ανά δεξαμενή SBR)
 - Ενός (1) πολυκάναλου ενισχυτή των αισθητηρίων DO, MLSS, ORP, pH.
 - Τεσσάρων (4) πλωτεροδιακοπών στάθμης (δύο ανά δεξαμενή SBR)
- Αντικατάσταση των υφιστάμενων πιεζοηλεκτρικών μετρητών στάθμης (ένας ανά δεξαμενή SBR) με νέους. Ένας τρίτος όμοιος μετρητής στάθμης προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.

Διύλιση

- Συντήρηση του αυτοκαθαριζόμενου περιστρεφόμενου τυμπάνου μετά του παρελκόμενου εξοπλισμού (αντλία αντίστροφης πλύσης, αισθητήρια στάθμης κλπ). Σημειώνεται η απαίτηση για αντικατάσταση του υφάσματος του φίλτρου λόγω εκτεταμένης φθοράς του.

Δεξαμενή τροφοδοσίας φίλτρων ενεργού άνθρακα

- Εγκατάσταση ενός (1) νέου υποβρυχίου αναδευτήρα οριζοντίου άξονα για την ανάμιξη των αιωρούμενων στερεών εντός της δεξαμενής τροφοδοσίας των φίλτρων.
- Συντήρηση των υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης
 - Τριών (3) πλωτεροδιακοπών στάθμης

Φίλτρα ενεργού άνθρακα

- Αυτοματοποίηση της λειτουργίας των δύο (2) φίλτρων ενεργού άνθρακα, με την τοποθέτηση δέκα (10) πνευματικών ενεργοποιητών και των αντίστοιχων βαλβίδων «πilotου» στις υφιστάμενες χειροκίνητες δικλείδες (πέντε ανά φίλτρο)

- Συντήρηση των δύο (2) φίλτρων ενεργού άνθρακα μετά του παρελκόμενου εξοπλισμού (αντλίες τροφοδοσίας και αντίστροφης πλύσης, μετρητής παροχής, πρεσοστάτες κλπ). Σημειώνεται η ανάγκη αντικατάστασης του πληρωτικού υλικού.

Δεξαμενή καθαρών – εξισορρόπησης και Α/Σ τροφοδοσίας μονάδας αντίστροφης όσμωσης (R.O.)

- Εγκατάσταση μίας (1) νέας υποβρύχιας αντλίας μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την τροφοδοσία της μονάδας αντίστροφης όσμωσης. Μία δεύτερη όμοια αντλία προβλέπεται ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση των υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης
 - Δύο (2) πλωτεροδιακοπών στάθμης

Μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.)

- Εγκατάσταση μιας (1) πλήρους μονάδας αντίστροφης όσμωσης (R.O.) δύο (2) σταδίων, εντός εμπορευματοκιβωτίου (container) μετά όλων των απαραίτητων παρελκόμενων και βοηθητικών διατάξεων ελέγχου – λειτουργίας.

Απολύμανση – Αποθήκευση – Διάθεση επεξεργασμένων

- Συντήρηση των (2) υφιστάμενων αντλιών δοσομέτρησης δ/τος υποχλωριώδους νατρίου και του παρελκόμενου εξοπλισμού (αισθητήριο στάθμης, σωληνώσεις κλπ)
- Αποξήλωση, συντήρηση και επανεγκατάσταση σε νέες θέσεις των (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων έτσι, ώστε η μια εξ αυτών να χρησιμοποιηθεί για την ανακυκλοφορία των επεξεργασμένων στο ΧΥΤΑ – κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες – για τη διατήρηση της υγρασίας εντός της σκούμαζας και η έτερη για την απόρριψη του συμπυκνώματος της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (R.O.) επίσης στο ΧΥΤΑ μέσω του υφιστάμενου δικτύου ανακυκλοφορίας, το οποίο θα συντηρηθεί.

Επί του καταθλιπτικού αγωγού απόρριψης του συμπυκνώματος προτείνεται να τοποθετηθεί ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής που σε συνδυασμό με τον υφιστάμενο inverter στην αντίστοιχη αντλία θα εξασφαλίζει τον επιθυμητό έλεγχο της ποσότητας προς ανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ ανάλογα με την περίοδο,

τον τρόπο και τη θέση διάθεσης. Μια τρίτη όμοια αντλία προτείνεται να παραδοθεί ως κοινή εφεδρεία στην αποθήκη.

- Συντήρηση και επανατοποθέτηση υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ενός (1) πλωτεροδιακόπτη στάθμης από την υφιστάμενη δεξαμενή επεξεργασμένων στη νέα, σε θέση για μέτρηση πολύ χαμηλής στάθμης
 - Τριών (3) πλωτεροδιακοπών στάθμης από την υφιστάμενη δεξαμενή επεξεργασμένων στη νέα δεξαμενή συμπυκνωμάτων σε θέσεις για μέτρηση υψηλής, χαμηλής και πολύ χαμηλής στάθμης
 - Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης από την υφιστάμενη δεξαμενή επεξεργασμένων στη νέα
 - Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης από το υφιστάμενο Α/Σ ακαθάρτων (σ.σ. μετατρέπεται σε απλό φρεάτιο) στη νέα δεξαμενή συμπυκνωμάτων
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ένας (1) ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής στην (κοινή) γραμμή ανακυκλοφορίας συμπυκνωμάτων / επεξεργασμένων στο ΧΥΤΑ
 - Ένας (1) αυτόματος δειγματολήπτης για τη λήψη σύνθετου ημερήσιου δείγματος για τον έλεγχο της συμμόρφωσης με τα όρια εκροής (πλην των μικροβιακών παραμέτρων)

Έργα επεξεργασίας λάσσης

- Εγκατάσταση μίας (1) νέας υποβρύχιας αντλίας μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την αποστράγγιση του φρεατίου των αντλιών απαγωγής της παχυμένης ιλύος προς το φρεάτιο ακαθάρτων
- Εγκατάσταση ενός (1) αισθητηρίου για την ανίχνευση πλημμυρικής στάθμης του φρεατίου των αντλιών απαγωγής της παχυμένης ιλύος
- Αυτοματοποίηση της λειτουργίας απαγωγής των διαυγαζόντων της δεξαμενής πάχυνσης, με την τοποθέτηση δύο (2) πνευματικών ενεργοποιητών και των αντίστοιχων βαλβίδων «πιλότου» στις υφιστάμενες χειροκίνητες δικλείδες.
- Αντικατάσταση των υφιστάμενων αντλιών θετικής εκτόπισης απαγωγής παχυμένης ιλύος προς απόρριψη στο σώμα του ΧΥΤΑ με δύο (2) νέες όμοιες αντλίες (1+1R)
- Συντήρηση των υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης

- Ενός (1) πλωτεροδιακόπτη στάθμης

Φρεάτιο ακαθάρτων

- Αποξήλωση και συντήρηση της υφιστάμενης υποβρύχιας αντλίας, η οποία θα παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση και επανατοποθέτηση ενός (1) υφιστάμενου πλωτεροδιακόπτη στάθμης σε θέση για μέτρηση πολύ υψηλής στάθμης

Διατάξεις παράκαμψης

Για την ευελιξία στη λειτουργία της ΕΕΣ αλλά και για την αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων λόγω βλαβών προβλέπονται οι παρακάτω διατάξεις απομόνωσης – παράκαμψης:

- Γενική παράκαμψη της μονάδας με παροχέτευση των εισερχομένων στραγγιδίων προς τη δεξαμενή συμπυκνωμάτων με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πilotο»
- Παράκαμψη της παροχής εισόδου προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας R.O. με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πilotο».
- Απομόνωση της δεξαμενής SBR-1 με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πilotο».
- Απομόνωση της δεξαμενής SBR-2 με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πilotο».
- Παράκαμψη της δεξαμενής SBR-2 από τη δεξαμενή SBR-1 προς το φίλτρο τυμπάνου με εγκατάσταση των αντίστοιχων σωληνογραμμών και δύο (2) αυτόματων δικλείδων πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πilotο».
- Παράκαμψη του φίλτρου τυμπάνου προς τη δεξαμενή αποθήκευσης συμπυκνωμάτων ή προς τη δεξαμενή τροφοδοσίας φίλτρων ενεργού άνθρακα ή προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας R.O. με εγκατάσταση

των αντίστοιχων σωληνογραμμών και τεσσάρων (4) χειροκίνητων δικλείδων πεταλούδας.

- Παράκαμψη των φίλτρων ενεργού άνθρακα προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας R.O. με εγκατάσταση επί του καταθλιπτικού αγωγού των αντλιών τροφοδοσίας της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πιλότο».
- Παράκαμψη των φίλτρων ενεργού άνθρακα και της μονάδας R.O. προς τη δεξαμενή συμπυκνωμάτων με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πιλότο».

Βοηθητικός εξοπλισμός

Στον βοηθητικό εξοπλισμό της ΕΕΣ προβλέπονται:

- Ένας (1) αεροσυμπιεστής με τις αντίστοιχες σωληνώσεις και διατάξεις αφαίρεσης υγρασίας, ο οποίος εγκαθίσταται για την λειτουργία των πνευματικών ενεργοποιητών των αυτόματων δικλείδων που πρόκειται να εγκατασταθούν.
- Μία (1) υφιστάμενη υποβρύχια αντλία, η οποία αποξηλώνεται από το φρεάτιο ακαθάρτων και παραδίδεται ως εφεδρεία στην αποθήκη
- Τρεις (3) ανυψωτικοί μηχανισμοί τύπου αλυσοπαλάγκου πιστοποιημένου σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κείμενης νομοθεσίας, ανυψωτικής ικανότητας τουλάχιστον 500 kg, εκ των οποίων:
 - Ένας (1) για την ανύψωση των αντλιών και του οξυγονωτή στη δεξαμενή εξισορρόπησης

Δύο (2) για την ανύψωση των αντλιών και των αναμικτών στο βιολογικό αντιδραστήρα

Αυτοματισμοί – Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις

- Επέκταση του υφιστάμενου συστήματος αυτοματισμών για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού.
- Επέκταση της υφιστάμενης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης για τη λειτουργική διασύνδεση του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού με τον υφιστάμενο ΓΠΧΤ και το υφιστάμενο Η/Ζ.

1.3.5 Αντικεραυνική προστασία

Για την αντικεραυνική προστασία του συνόλου του χώρου του ΧΥΤΑ η οποία απουσιάζει, μελετήθηκε η εγκατάσταση πέντε αλεξικέραυνων στο σύνολο. Οι εγκαταστάσεις παρουσιάζονται αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο. Οι θέσεις και η κάλυψη ανά αλεξικέραυνο αποδίδονται σχεδιαστικά στη γενική οριζοντιογραφία του ΧΥΤΑ.

1.3.6 Νέα γεώτρηση παρακολούθησης υπογείων υδάτων

Λόγω της επέκτασης της υφιστάμενης δεξαμενής συλλογής στραγγισμάτων θα πραγματοποιηθεί κατάργηση της υφιστάμενης γεώτρησης παρακολούθησης υπογείων υδάτων, η οποία βρίσκεται πολύ κοντά στο δυτικό τμήμα της υφιστάμενης δεξαμενής στραγγισμάτων.

Για την περιβαλλοντική παρακολούθηση των υπογείων υδάτων του έργου θα πραγματοποιηθεί νέα γεώτρηση παρακολούθησης υπογείων υδάτων στην ίδια περιοχή του έργου (συγκεκριμένα μετατοπισμένη κατά περίπου 25 m δυτικότερα από την υφιστάμενη) βάθους 100m, έτσι ώστε να συνεχιστεί απρόσκοπτα η περιβαλλοντική παρακολούθηση της περιοχής.

2. ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν Κεφάλαιο παρατίθενται υγιεινολογικοί υπολογισμοί για τη διαστασιολόγηση των μονάδων και υπομονάδων της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) και την επιλογή του αντίστοιχου Η/Μ εξοπλισμού. Στα πλαίσια αυτά, πραγματοποιείται έλεγχος επάρκειας των υφιστάμενων μονάδων έτσι, ώστε να διατηρηθούν όσες εξ' αυτών κρίνονται κατάλληλες και να προταθούν τα όποια νέα έργα για τη βελτίωση της λειτουργικότητας της μονάδας.

Όλοι οι υπολογισμοί γίνονται με πλήρη τεκμηρίωση και αναφορά σε διεθνή και έγκυρη βιβλιογραφία και στην εφαρμοζόμενη τεχνολογία και σε συμφωνία με τις Τεχνικές αλλά και Διεθνείς Προδιαγραφές.

2.1.1 Βασικές Αρχές Σχεδιασμού

Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση, τις απαιτήσεις της Υπηρεσίας, τις διαθέσιμες τεχνολογίες και τις προδιαγραφές για τη διάθεση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων, γίνονται οι κάτωθι βασικές επιλογές :

- Για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων, προτείνεται (εκ νέου) η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) σε αντιδραστήρες εναλλασσόμενων φάσεων διαλείποντος έργου (διακεκομμένης λειτουργίας, **Sequence Batch Reactors, SBRs**).
- Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών διεργασιών απαιτείται πηγή εξωτερικού άνθρακα, αλλά και ποσότητες βασικών θρεπτικών υλικών έτσι, ώστε να τηρούνται κατά το δυνατόν οι απαραίτητες συνήθειες (C, N, P) στα στραγγίσματα προς επεξεργασία.
- Προκειμένου να επιτυγχάνονται οι απαιτήσεις εκροής, κυρίως όσον αφορά στις τιμές αγωγιμότητας και στη συγκέντρωση χλωριώντων, η επεξεργασία ολοκληρώνεται σε μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O.), η οποία τροφοδοτείται με τα επεξεργασμένα υγρά της βιολογικής βαθμίδας.

Η εγκατάσταση, μετά την αναβάθμισή της, θα περιλαμβάνει συνοπτικά τις κάτωθι επιμέρους μονάδες :

1. Έργα εισόδου, ήτοι
 - Δεξαμενή συλλογής βροχοστραγγιδίων (επέκταση υφιστάμενης)
 - Αντλιοστάσιο εξισορρόπησης – ανύψωσης (υφιστάμενο)
2. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας, ήτοι
 - Μετρητής παροχής
 - Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης θρεπτικών
 - Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης εξωτερικής πηγής άνθρακα
 - Δεξαμενές SBR
 - Αντλιοστάσια εκκένωσης διαυγαζόντων
 - Αντλιοστάσια απομάκρυνσης περίσσειας λάσπης
3. Τριτοβάθμια επεξεργασία, ήτοι
 - Αυτοκαθαριζόμενο περιστροφικό τύμπανο διύλισης
 - Φίλτρα ενεργού άνθρακα
 - Δεξαμενή καθαρών – εξισορρόπησης και Α/Σ τροφοδοσίας της μονάδας R.O.
 - Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O.)
4. Έργα διάθεσης, ήτοι
 - Δεξαμενή χλωρίωσης επεξεργασμένων
 - Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης απολυμαντικού μέσου
 - Δεξαμενή και Α/Σ ανακυκλοφορίας επεξεργασμένων στο ΧΥΤΑ
 - Φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας και αγωγός διάθεσης στον αποδέκτη
 - Δεξαμενή και Α/Σ απομάκρυνσης συμπυκνώματος της μονάδας R.O. στο ΧΥΤΑ
5. Έργα επεξεργασίας ιλύος, ήτοι
 - Δεξαμενή αποθήκευσης – πάχυνσης ιλύος
 - Α/Σ απομάκρυνσης παχυμένης ιλύος
 - Φρεάτιο ακαθάρτων και αγωγός επανατροπής στη δεξαμενή εξισορρόπησης
6. Κτίριο εξυπηρέτησης ΕΕΣ
7. Σύστημα αυτοματισμών – μετρήσεων και τηλεελέγχου – τηλεχειρισμού της μονάδας
8. Λοιπά έργα και Έργα υποδομής

Οι επιμέρους μονάδες διαστασιολογούνται, **λαμβάνοντας υπόψη την επιστροφή των παραγομένων στραγγιδίων κατά τη λειτουργία της ΕΕΣ έτσι, ώστε να λαμβάνονται υπόψη τα πραγματικά ρυπαντικά φορτία προς επεξεργασία** και να διαστασιολογείται με τον ορθότερο τρόπο η Εγκατάσταση.

2.1.2 Παράμετροι σχεδιασμού

Λαμβάνοντας υπόψη πραγματικά δεδομένα ως αυτά προέρχονται από μετρήσεις της Υπηρεσίας, τα ρυπαντικά και υδραυλικά φορτία (επανα)σχεδιασμού της ΕΕΣ (βλ. Πίνακα 10) έχουν ως κάτωθι :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Παροχή σχεδιασμού	30 m ³ /d
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD ₅)	750 mg/l
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	6.900 mg/l
Ολικό άζωτο (TN)	1.500 mg/l
Ολικός φώσφορος (TP)	17 mg/l
Αιωρούμενα στερεά (SS)	250 mg/l
Αγωγιμότητα	27mS/cm

Σύμφωνα με

- την με Α.Π. 3569/16-6-2017 απόφαση (ΑΔΑ: 7Η25ΟΡ1Υ-Ε84) του Τμήματος Περιβαλλοντικού & Χωρικού Σχεδιασμού της Δ/νσης Περιβάλλοντος & Χωρικού Σχεδιασμού Κεντρικής Μακεδονίας για την Ανανέωση – Τροποποίηση και κωδικοποίηση της με αριθμ. πρωτ. 3565/12-5-2008 Απόφασης Ανανέωσης - Τροποποίησης της με αριθμ. πρωτ. 3600/13-6-2001 Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων Γ.Γ.Π.Κ.Μ. του έργου: «Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)», στη θέση «Καστρί» του Δήμου Πολυγύρου ΠΕ Χαλκιδικής και,
- την υπ' αριθμ 10/5858/6-9-2016 απόφαση Αντιπεριφερειάρχη Χαλκιδικής (ΦΕΚ 310/Δ/11-10-2016) όπως διορθώθηκε στο ΦΕΚ 136/Δ/16-5-2017 για τον Καθορισμό αποδέκτη διάθεσης των τριτοβάθμια επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (στραγγισμάτων) από την Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ της 3^{ης} Δ.Ε. Χαλκιδικής (Πολυγύρου),

η εκροή στην έξοδο της ΕΕΣ πρέπει να τηρεί τα κάτωθι ποιοτικά όρια (Πίνακας 11) :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	ΤΙΜΗ
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, BOD ₅	mg/l	< 25
Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο, COD	mg/l	< 125
Αιωρούμενα στερεά, SS	mg/l	< 35
Ολικό άζωτο (TN)	mg/l	< 15
Ολικός φώσφορος (TP)	mg/l	< 2
Κολοβακτηριοειδή ολικά	TC/100ml	< 100
Επιπλέοντα υλικά	mg/l	0
pH		6,5 – 8,5
Χλωριούχα, Cl ⁻	mg/l	< 200
Αγωγιμότητα	μS/cm	< 1.000
Βαρέα μέταλλα και τοξικές ουσίες		Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της υπ' αριθμ 96400/85 απόφασης Νομάρχη Χαλκιδικής

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα απαιτείται να διατίθενται σε παρακείμενο **ρέμα διαλείπουσας ροής** που συνορεύει με τη βόρεια πλευρά του γηπέδου του ΧΥΤΑ, κατάντη της δεξαμενής συλλογής των βροχοστραγγισμάτων. Το ρέμα αποτελεί παρακλάδι του ποταμού Ολύνθιου μήκους περίπου 4km. Ο ποταμός Ολύνθιος καταλήγει στη θάλασσα, η οποία απέχει περί τα 25km από το σημείο διακλάδωσης με το ρέμα.

Μικρή ποσότητα των επεξεργασμένων δύναται να διατίθεται για επανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών υγρασίας εντός της απορριμματικής μάζας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως το καλοκαίρι).

Τα παραπροϊόντα της εγκατάστασης μαζί με την παχυμένη περίσσεια λάσπη θα οδηγούνται για ταφή στο ΧΥΤΑ, δεδομένου ότι αποτελούν εσωτερικά απόβλητα του ΧΥΤΑ.

2.2 ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

2.2.1 Συλλογή βροχοστραγγιδίων

Τα στραγγίσματα από τον ενεργό χώρο διάθεσης καταλήγουν σε δεξαμενή εξισορρόπησης – συλλογής για την προσωρινή αποθήκευση των υπερβολικών παροχών που καταλήγουν στο δίκτυο συλλογής των στραγγισμάτων. Η δεξαμενή συλλογής στοχεύει επίσης και στην εξομάλυνση των διακυμάνσεων της παροχής και του ρυπαντικού φορτίου έτσι, ώστε να βελτιστοποιηθεί η λειτουργία της βιολογικής επεξεργασίας που ακολουθεί.

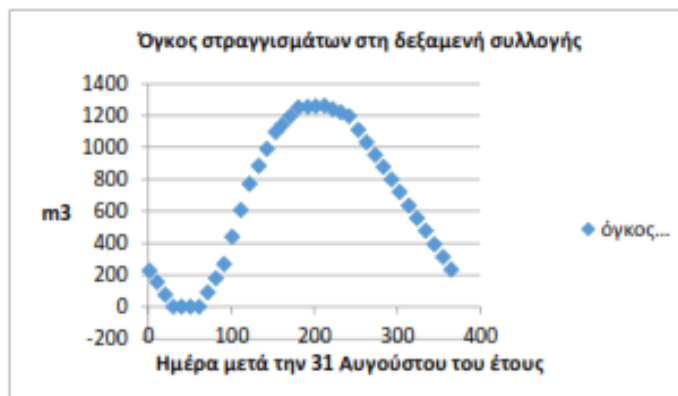
Η υφιστάμενη δεξαμενή, στην οποία καταλήγουν επίσης οι αποχετεύσεις των κτιριακών εγκαταστάσεων και τα υγρά απόβλητα από την έκπλυση τροχών, έχει ωφέλιμη χωρητικότητα της τάξης των 500m³, είναι δε χωρισμένη σε δύο (2) τμήματα :

- Στο πρώτο τμήμα της δεξαμενής (δεξαμενή Α), όγκου 75m³ και διαστάσεων 5.0x5.0x3.0m (Μ Χ Π Χ Βάθος υγρού), το οποίο αποτελεί το αντλιοστάσιο ανύψωσης των στραγγιδίων στην εγκατάσταση επεξεργασίας, εισέρχεται οι δίδυμος κεντρικός αγωγός συλλογής στραγγισμάτων PVC Φ315 10 atm.
- Σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης τα στραγγίσματα υπερχειλίζουν από τη δεξαμενή Α στο δεύτερο τμήμα της δεξαμενής (δεξαμενή Β) όγκου περίπου 425m³. Εφόσον δεν υπάρχει έντονη ροή στραγγισμάτων και η στάθμη της δεξαμενής Β είναι υψηλότερη της δεξαμενής Α, τα στραγγίσματα από τη δεξαμενή Β αδειάζουν προς τη δεξαμενή Α μέσω οπής Φ200, στο ύψος του πυθμένα, η οποία φέρει αντεπίστροφη θυρίδα. Η θυρίδα παραμένει κλειστή όταν η στάθμη της δεξαμενής Α είναι υψηλότερη από τη στάθμη της δεξαμενής Β. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η αυτόματη εκκένωση της δεξαμενής Β όταν δεν υπάρχει ανάγκη (υπάρχει κανονική ροή στραγγισμάτων).

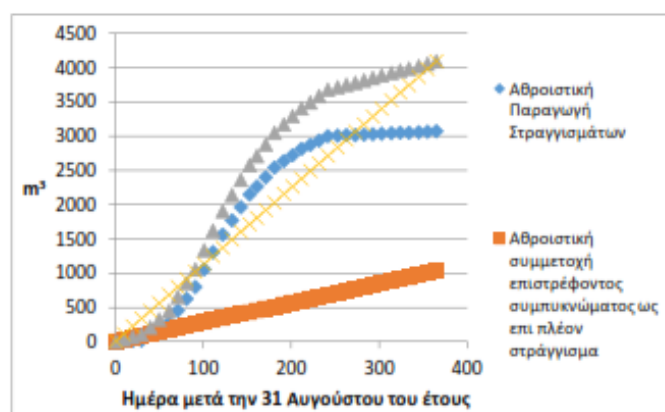
Λαμβάνοντας ωστόσο υπ' όψη ότι προβλέπεται να εγκατασταθεί μονάδα αντίστροφης όσμωσης της οποίας το συμπύκνωμα θα επιστρέφει στο σώμα του ΧΥΤΑ, απαιτείται επανεκτίμηση του όγκου της δεξαμενής πρέπει να γίνει με βάση το ετήσιο ισοζύγιο νερών γύρω από αυτή.

Η εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων, με την αντίστροφη όσμωση, θα εργάζεται συνεχώς και ανελλιπώς όλο το έτος. Η δεξαμενή συνήθως γεμίζει, χωρίς υπερχειλίσσεις, τους βροχερούς μήνες του χρόνου και αδειάζει προοδευτικά το καλοκαίρι.

Η ετήσια αθροιστική παραγωγή στραγγισμάτων και συμπυκνωμάτων πρέπει να είναι ίση με την αθροιστική έξοδο των νερών από την δεξαμενή. Στην εγκεκριμένη ΜΠΕ παρατίθεται αυτή η εκτίμηση με βάση τα δεδομένα παραγωγής στραγγισμάτων :



Το περιεχόμενο (όγκος νερού) της δεξαμενής όλον το χρόνο φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα :



Η επίλυση του ισοζυγίου δίνει ωφέλιμο όγκο δεξαμενής 1.263m^3 . Δεχόμενοι ασφάλεια 20%, ο αναγκαίος ωφέλιμος όγκος πρέπει να είναι της τάξης των 1.500m^3 και ο συνολικός όγκος της τάξης των 1.750m^3 .

Η επίλυση των ισοζυγίων νερού, γύρω από την δεξαμενή εξισορρόπησης, συναρτήσει διαφορετικού ποσοστού ανακυκλοφορούντος συμπυκνώματος, οδηγεί πάντα στον ίδιο όγκο δεξαμενής αλλά σε διαφορετική απαιτούμενη πραγματική δυναμικότητα αντίστροφης όσμωσης.

Στην παρούσα προτείνεται η επέκταση της υφιστάμενης χωμάτινης δεξαμενής με συνολικό όγκο $> 1750\text{m}^3$ προς τα δυτικά και με διαστάσεις που δίνονται στα σχέδια που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη καθώς και με στεγάνωση για το σύνολο της δεξαμενής.

Η διάταξη υδραυλικής διασύνδεσης της (μεγαλύτερης πλέον) δεξαμενής συλλογής βροχοστραγγιδίων (χωμάτινη δεξαμενή Β – lagoon) με την υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης (δεξαμενή Α από σκυρόδεμα) μέσω υπερχείλισης (από τη δεξαμενή Α προς τη Β) και αντεπίστροφης θυρίδας (από τη δεξαμενή Β προς την Α) θα διατηρηθεί με μικρές παρεμβάσεις.

2.2.2 Αντλιοστάσιο εξισορρόπησης – ανύψωσης

Αντληση στραγγισμάτων

Στο (υφιστάμενο) αντλιοστάσιο είναι εγκατεστημένες δύο υποβρύχιες αντλίες (1+1R) παροχής 15 m³/h σε κατάλληλο μανομετρικό έκαστη, εγκατεστημένης ισχύος 7,4 kW, που ανυψώνουν τα λύματα στην εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων που κρίνεται ότι **επαρκούν** για την προτεινόμενη διεργασία. Κάθε αντλία διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό.

Ανάμιξη στραγγισμάτων

Για την ανάδευση και ομογενοποίηση των στραγγισμάτων η υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης – Α/Σ ανύψωσης (Α τμήμα) είναι εξοπλισμένη με σύστημα αερισμού και ανάδευσης μέσω υποβρύχιου εγχυτήρα αέρα εγκατεστημένης ισχύος 2,0kW που κρίνεται ότι **επαρκεί**.

2.3 ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

2.3.1 Μέτρηση παροχής

Πριν την είσοδο στην μονάδα βιολογικής επεξεργασίας είναι τοποθετημένος επί του καταθλιπτικού αγωγού τροφοδοσίας **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής** παροχής DN 50 για την στιγμιαία ή/και αθροιστική καταγραφή των προς επεξεργασία στραγγισμάτων, ο οποίος κρίνεται ότι **επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας.

2.3.2 Προσθήκη θρεπτικών

Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών (C, N, P).

Τα στραγγίσματα των απορριμμάτων είναι συνήθως φτωχά σε θρεπτικά συστατικά και πολλές φορές απαιτείται προσθήκη χημικών διαλυμάτων δεδομένου ότι σε περίπτωση ανεπάρκειας, τα υπάρχοντα βακτήρια

- δεν παράγουν νέα κύτταρα
- συνεχίζουν να αποικοδομούν οργανικό φορτίο χωρίς να έχουν τη δυνατότητα να διοχετεύουν την παραγόμενη ενέργεια για σύνθεση νέων κυττάρων
- παράγουν εξωκυτταρικούς πολυσακχαρίτες που προκαλούν μη νηματοειδή διόγκωση με συνέπεια την μείωση του ρυθμού αποικοδόμησης οργανικού φορτίου

Η συνήθης αναλογία είναι $BOD_5:N:P = 100:5:1$ ή $COD:N:P = 500:5:1$ [1], [2], [4], [7] Δεδομένου ότι τα στραγγίσματα ενός ΧΥΤΑ είναι μεταβαλλόμενης σύστασης λόγω εποχικών διακυμάνσεων (βροχοπτώσεις που προκαλούν αραιώση των συγκεντρώσεων, θερμοκρασιακές αλλαγές κλπ) αλλά και λόγω της παλαιότητας των απορριμμάτων, απαιτείται η διερεύνηση της απαίτησης προσθήκης θρεπτικών κατά τη λειτουργία του έργου.

Προσθήκη δ/τος ουρίας

Λαμβάνοντας υπόψη τα φορτία εισόδου, εκτιμάται ότι για τα 22,5kgBOD₅/d εισόδου απαιτείται (ελάχιστη) ποσότητα αζώτου της τάξης των 1,125kgN/d στην είσοδο του βιοαντιδραστήρα.

Θεωρώντας φορτίο N στην ΕΕΣ της τάξης των 1.500mg/l, η εισερχόμενη ποσότητα για την παροχή σχεδιασμού των 30m³/d εκτιμάται σε 45kgN/d κι επομένως κρίνεται ότι όχι μόνο ΔΕΝ θα απαιτηθεί η προσθήκη θρεπτικών (π.χ. διάλυμα ουρίας), αλλά θα απαιτηθεί εξωτερική πηγή άνθρακα προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιθυμητή αναλογία BOD₅:N (βλ. επόμενη παράγραφο).

Προσθήκη δ/τος φωσφορικού οξέος

Λαμβάνοντας επίσης υπόψη τα φορτία εισόδου, εκτιμάται ότι για τα 22,5kgBOD₅/d εισόδου απαιτείται (ελάχιστη) ποσότητα φωσφόρου της τάξης των 0,225kgP/d στην είσοδο του βιοαντιδραστήρα.

Για τη συγκεκριμένη φάση, θεωρώντας φορτίο P στην ΕΕΣ της τάξης των 17mg/l, η εισερχόμενη ποσότητα για την παροχή σχεδιασμού των 30m³/d εκτιμάται σε 0,51kgTP/d κι επομένως – με βάση αυτήν την αρχική προσέγγιση – ΔΕΝ απαιτείται προσθήκη θρεπτικών έτσι, ώστε η εισερχόμενη ποσότητα P να ανέλθει στο επιθυμητό επίπεδο.

Ωστόσο, δεδομένου ότι θα απαιτηθεί προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα, αναμένεται συνολικό οργανικό φορτίο (σε τιμές BOD₅) στο βιοαντιδραστήρα της τάξης των 199,5kgBOD₅/d ως αυτό υπολογίζεται σε επόμενη παράγραφο της παρούσης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, εκτιμάται ότι θα απαιτηθεί προσθήκη θρεπτικών έτσι, ώστε η εισερχόμενη ποσότητα P να ανέλθει στο επιθυμητό επίπεδο της τάξης των 2,0kg/d.

Προτείνεται η χρήση υγρού φωσφορικού οξέος (περιεκτικότητα 85%, MB : 98, AB : 31, ειδικό βάρος 1,69), οπότε για απαιτούμενη ποσότητα P της τάξης των

$$2,0 - 0,51 \simeq 1,5\text{kgP/d}$$

η απαίτηση δ/τος ανέρχεται σε

$$\frac{1,5 \times 98/31}{85\% \times 1,69} \simeq 3,3 \text{ L/d}$$

Για τη δοσομέτρηση, επιλέγεται η τοποθέτηση ζεύγους δοσομετρικών αντλιών ρυθμιζόμενης παροχής 0–4L/hr έκαστη, που τοποθετούνται εντός του υφιστάμενου κτιρίου εξυπηρέτησης της ΕΕΣ μαζί με το **δοχείο αποθήκευσης** του διαλύματος, χωρητικότητας 500L από κατάλληλο υλικό (πολυαιθυλένιο) που φέρει στόμιο πλήρωσης, στόμιο και δικλείδα εκκένωσης, κάλυμμα ασφαλείας και **διακόπτες στάθμης** για την αναγγελία παραγγελίας διαλύματος και την αποφυγή της «εν ξηρώ» λειτουργίας της. Μια τρίτη όμοια αντλία προβλέπεται να παραδοθεί ως **εφεδρεία** στην αποθήκη.

2.3.3 Προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα

Ως ήδη αναφέρθηκε, όχι μόνο ΔΕΝ θα απαιτηθεί η προσθήκη θρεπτικών (π.χ. διάλυμα ουρίας, διάλυμα φωσφορικού οξέος), αλλά θα απαιτηθεί εξωτερική πηγή άνθρακα προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιθυμητή αναλογία BOD₅:N = 100 ή COD:N = 500:5

Η εξωτερική πηγή άνθρακα προστίθεται συνήθως υπό μορφή διαλύματος μεθανόλης, αιθανόλης, γλυκερίνης, οξικού οξέος κλπ.

Ο προσδιορισμός των ποσοτήτων γίνεται θεωρητικά, ωστόσο δοκιμάζεται και προσδιορίζεται εκ νέου εμπειρικά με βάση τη λειτουργία της εγκατάστασης. Δεδομένου ότι αποτελεί σημαντική παράμετρο λειτουργίας, ο προσδιορισμός αυτός επιχειρείται σε

επόμενη παράγραφο της παρούσης έτσι, ώστε να ληφθούν υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά της διεργασίας νιτροποίησης – απονιτροποίησης (πλέον της επανατροπής των στραγγισμάτων προς επανεπεξεργασία από τις επιμέρους μονάδες της ΕΕΣ).

2.3.4 Δεξαμενές SBR

Ως προαναφέρεται, για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων προτείνεται εκ νέου η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) σε αντιδραστήρες εναλλασσόμενων φάσεων διαλείποντος έργου (διακεκομμένης λειτουργίας, **Sequence Batch Reactors, SBRs**). Λαμβάνοντας υπόψη τα πραγματικά υδραυλικά και ρυπαντικά φορτία προς επεξεργασία, ελέγχεται στη συνέχεια η επάρκεια των δύο (2) εν σειρά υφιστάμενων βιοαντιδραστήρων για τις απαιτήσεις της διεργασίας και την εξασφάλιση των επιθυμητών αποδόσεων κατά τη λειτουργία της μονάδας.

Ένα σύστημα SBR βασίζεται στη μέθοδο της ενεργού ιλύος με κύριο χαρακτηριστικό τη διακοπτόμενη (ημισυνεχή) τροφοδότηση της δεξαμενής και την εφαρμογή χρονικά διακριτών φάσεων λειτουργίας προς επίτευξη της επιθυμητής επεξεργασίας. Το πλεονέκτημα της μεθόδου έγκειται στην εύκολη προσαρμογή της με κατάλληλες τροποποιήσεις – κυρίως ρύθμιση του κύκλου λειτουργίας των διεργασιών – ώστε να εναρμονίζεται σε διαφορετικούς τελικούς στόχους καθαρότητας του προϊόντος.

Οι μονάδες που απαρτίζουν ένα σύστημα SBR και εκείνες με τις οποίες σχεδιάζονται τα συμβατικά συστήματα ενεργού ιλύος είναι πανομοιότυπες. Ωστόσο η βασική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων είναι ότι ενώ στα συμβατικά συστήματα οι διεργασίες γίνονται εν σειρά σε ξεχωριστές δεξαμενές, στα συστήματα SBR οι διεργασίες γίνονται διαδοχικά στην ίδια δεξαμενή.

Για τη διαστασιολόγηση της μονάδας λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω κριτήρια [1], [7]:

Φόρτιση στερεών	[kgBOD ₅ /kg MLSS d]	0,04 – 0,10
Ογκομετρική φόρτιση	[kgBOD ₅ /m ₃ d]	≤ 0,4
Συγκέντρωση ανάμικτου υγρού (MLSS)	[mg/l]	2.000 – 5.000
Ηλικία ιλύος, (SRT)	[d]	≥ 12

Μια επιπλέον βασική παράμετρος σχεδιασμού μιας εγκατάστασης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι και η θερμοκρασία των υγρών προς επεξεργασία, η οποία επηρεάζεται από τη θερμοκρασία των εισερχομένων υγρών και του αέρα, την παροχή και την επιφάνεια της δεξαμενής και μπορεί να εκτιμηθεί από την εξίσωση των Mancini – Barnhart [1], [2], [7] :

$$T_w = \frac{T_i + \frac{A}{Q} \times (T_a + 32) \times f + 32}{1 + \frac{A}{Q} \times f} - 32$$

όπου T_w : η θερμοκρασία υγρών δεξαμενής (°C)

A : η επιφάνεια της δεξαμενής (m²)

f : συντελεστής που εκφράζει τη μεταφορά θερμότητας, την επίδραση του ανέμου, της υγρασίας, της ηλιακής ακτινοβολίας κλπ (τυπική τιμή 0,489)

T_a : η θερμοκρασία του αέρα (°C)

Q : η ημερήσια παροχή (m³/d)

T_i : η θερμοκρασία εισόδου (°C)

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C) των πλέον κρύων μηνών στην περιοχή μελέτης (NOE – MAP) κυμαίνεται από 5,9°C (ΙΑΝ) έως 11,6°C (ΝΟΕ) κι επομένως εκτιμάται μέση θερμοκρασία αέρα για τη διάρκεια της «χειμερινής περιόδου» της τάξης των 8,4°C.

Στην Μελέτη Εφαρμογής του υφιστάμενου έργου, λαμβάνεται η τιμή των 15°C για τα στραγγίσματα στο δίκτυο συλλογής κι επομένως, με αντικατάσταση στην ανωτέρω σχέση, εκτιμάται θερμοκρασία υγρών στην είσοδο του βιολογικού αντιδραστήρα της τάξης των **11°C**, η οποία και λαμβάνεται υπόψη για το σχεδιασμό της ΕΕΣ για τη δυσμενέστερη περίπτωση (χειμώνας).

Ο αντίστοιχος υπολογισμός και κατ' επέκταση ο έλεγχος επάρκειας της ΕΕΣ για το θέρος κρίνεται άνευ σημασίας δεδομένου ότι η ημερήσια παροχή σχεδιασμού των 30m³/d είναι πολλαπλάσια των παροχών κατά τους θερινούς μήνες (ΜΑΪ – ΣΕΠ) και εύλογα η διαστασιολόγηση της εγκατάστασης που (επανα)σχεδιάζεται με το δυσμενέστερο σενάριο παροχών (χειμώνας) υπερεπαρκεί.

Αρχική προσέγγιση σχεδιασμού

Για το μέγιστο (θεωρητικά) αναμενόμενο ημερήσιο φορτίο BOD₅ των 22,5kg/d (χειμώνας, δυσμενέστερη περίπτωση) και ογκομετρική φόρτιση (F/V) ίση με 0,5kgBOD/m³d, ο ελάχιστος (συνολικός) απαιτούμενος όγκος, χωρίς να υπολογίζεται η επανατροπή των παραγομένων στραγγιδίων από τη διεργασία πάχυνσης και η προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα, υπολογίζεται σε

$$\frac{F}{V} = 0,4 \Rightarrow V \geq \frac{22,5 \text{ kg/d}}{0,4 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}} \approx 56 \text{ m}^3$$

Ο υφιστάμενος βιολογικός αντιδραστήρας αποτελείται από δύο (2) στάδια εν σειρά

επεξεργασίας (SBR-1 και SBR-2). Η κάθε δεξαμενή SBR είναι διαστάσεων 10,0x10,0x3,5m (ΜxΠxΥ_{ωφ}) και χωρητικότητας της τάξης των 350m³ και ως εκ τούτου, κρίνεται επί της αρχής ότι ο βιοαντιδραστήρας (υπερ)**επαρκεί** για τις απαιτήσεις της διεργασίας.

Όλες οι εφαρμογές των SBR συστημάτων έχουν πέντε (5) εν σειρά βήματα, όπως παρουσιάζονται στη συνέχεια :

Βήμα 1^ο : Πλήρωση της δεξαμενής (T_F)

Βήμα 2^ο : Φάση αντίδρασης (T_R)

Βήμα 3^ο : Καθίζηση / διαύγαση (T_S)

Βήμα 4^ο : Εκροή (T_D)

Βήμα 5^ο : Αδράνεια (T_I)

Συνεπώς, ο συνολικός χρόνος του κύκλου λειτουργίας κάθε δεξαμενής SBR είναι

$$T_C = T_F + T_R + T_S + T_D + T_I$$

Σε συστήματα SBR, θεωρούνται ικανοποιητικοί χρόνοι καθίζησης, εκροής και αδράνειας που κυμαίνονται ως κάτωθι :

$$T_S = 1,0 - 1,5\text{hr}$$

$$T_D = 1,0 - 1,5\text{hr}$$

$$T_I = 0 - 0,5\text{hr}$$

Θεωρείται ότι η φάση πλήρωσης δεν περιλαμβάνει στατική φάση κι επομένως ο συνολικός χρόνος της αντίδρασης θα είναι

$$T_R = T_C - (T_S + T_D + T_I)$$

δηλαδή επί της ουσίας, ο χρόνος πλήρωσης T_F συμπεριλαμβάνεται στο χρόνο αντίδρασης T_R

Η φάση της αντίδρασης αποτελείται επί της ουσίας από το άθροισμα του ανοξικού χρόνου (T_{DN}) και του αερόβιου χρόνου (T_A) και δεδομένου ότι δεν περιλαμβάνονται αναερόβιες φάσεις, ο χρόνος αντίδρασης (T_R) είναι ίσος με τον αποδοτικό χρόνο (T_E), όσον αφορά στην ανάπτυξη ετεροτροφικής βιομάζας :

$$T_R = T_{DN} + T_A = T_E$$

ενώ προκειμένου να επιτυγχάνεται η υψηλότερη ταχύτητα απονιτροποίησης, η πλήρωση πρέπει να γίνεται υπό ανοξικές συνθήκες, ήτοι

$$T_F < T_{DN}$$

Σημειώνεται ότι επί της ουσίας η ανοξική φάση (T_{DN}) αποτελείται από τη φάση πλήρωσης (T_F) και μία φάση ανάδευσης (T_{AG}) υπό ανοξικές συνθήκες.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, επιλέγονται δύο (2) κύκλοι λειτουργίας ανά ημέρα για κάθε δεξαμενή SBR με τους ακόλουθους χρόνους ανά κύκλο για την υπό μελέτη διεργασία και ελέγχεται η απόδοση και επάρκεια των υφιστάμενων αντιδραστήρων:

Δεξαμενή SBR – 1	Δεξαμενή SBR – 2
$T_F = 1,0\text{hr}$	$T_F = 1,0\text{hr}$
$T_{AG} = 4,0\text{hr}$	$T_{AG} = 4,5\text{hr}$
$T_A = 5,0\text{hr}$	$T_A = 4,5\text{hr}$
$T_S = 1,0\text{hr}$	$T_S = 1,0\text{hr}$
$T_D = 1,0\text{hr}$	$T_D = 1,0\text{hr}$
$T_I = 0,0\text{hr}$	$T_I = 0,0\text{hr}$
$T_C = 12,0\text{hr}$	$T_C = 12,0\text{hr}$
$T_{DN} = T_F + T_{AG} = 1,0 + 4,0 = 5,0\text{hr}$	$T_{DN} = T_F + T_{AG} = 1,0 + 4,5 = 5,5\text{hr}$
$T_E = T_{DN} + T_A = 5,0 + 5,0 = 10,0\text{hr}$	$T_E = T_{DN} + T_A = 5,5 + 4,5 = 10,0\text{hr}$

Βεβαίως, ο αριθμός των κύκλων λειτουργίας καθώς και η διάρκεια της κάθε φάσης θα μπορούν να τροποποιηθούν εάν παραστεί ανάγκη, μέσω του συστήματος αυτοματισμού έτσι, ώστε να ανταποκρίνονται πλήρως στον απαιτούμενο βαθμό επεξεργασίας ανάλογα με τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των εισερχομένων στραγγισμάτων που θα παρατηρηθούν στην πράξη.

Έτσι π.χ. εφόσον απομακρύνονται αρκετά νιτρικά κατά τη διάρκεια της λειτουργίας SBR, μπορεί να αναπτυχθεί και μια αναερόβια περίοδος αντίδρασης κατά τη διάρκεια αλλά και μετά την περίοδο γεμίσματος του SBR. Χρησιμοποιείται μια ανοξική λειτουργική περίοδος αφού παρέλθει ένας επαρκής αερόβιος χρόνος για τη νιτροποίηση και την παραγωγή των νιτρικών.

Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν αερόβιες και ανοξικές περίοδοι κατά τη διάρκεια της περιόδου αντίδρασης. Η συγκέντρωση των νιτρικών συνεπώς μειώνεται πριν την καθίζηση και είναι διαθέσιμα λίγα νιτρικά για το συναγωνισμό για το εύκολα βιοαποικοδομήσιμο COD στην περίοδο γεμίσματος και της αρχικής αντίδρασης.

Συνεπώς, στην περίοδο γεμίσματος και της αρχικής αντίδρασης συμβαίνουν αναερόβιες

συνθήκες, έτσι ώστε να μπορεί να συμβεί η πρόσληψη του εύκολα βιοαποικοδομήσιμου COD και η αποθήκευση του από τα βακτήρια που συσσωρεύουν φώσφορο αντί της κατανάλωσης του εύκολα βιοαποικοδομήσιμου COD από τα βακτήρια που μειώνουν τα νιτρικά.

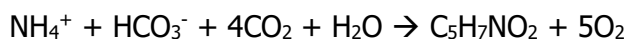
Ένα στοιχείο στη λειτουργία των SBRs που επηρεάζει σημαντικά την απόδοση είναι η απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος. Η απομάκρυνση δεν συμπεριλαμβάνεται στα πέντε (5) βασικά βήματα της διεργασίας επειδή δεν υπάρχει ένας ορισμένος χρόνος μέσα στον κύκλο αφιερωμένος στην απομάκρυνση. Η ποσότητα και η συχνότητα της απομάκρυνσης της περίσσειας ιλύος καθορίζεται όπως σε ένα συμβατικό σύστημα συνεχούς ροής. Στη λειτουργία των SBR η απομάκρυνση συνήθως συμβαίνει κατά τη διάρκεια της φάσης της αντίδρασης, έτσι ώστε να πραγματοποιείται μια ομοιόμορφη αποβολή στερεών.

Επιπλέον, ένα μοναδικό χαρακτηριστικό του συστήματος SBR είναι ότι δεν υπάρχει ανάγκη διάταξης ανακυκλοφορίας ενεργού ιλύος, δεδομένου ότι ο αερισμός και η καθίζηση πραγματοποιούνται στο ίδιο διαμέρισμα και επομένως δεν χάνεται ιλύς κατά την αντίδραση έτσι, ώστε να απαιτείται η ανακυκλοφορία της προκειμένου να διατηρείται σταθερή η συγκέντρωση των στερεών στο διαμέρισμα του αερισμού.

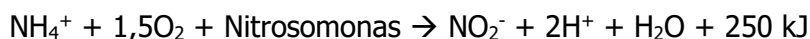
2.3.4.1 Νιτροποίηση

Είναι η βιολογική οξειδωση της αμμωνίας σε νιτρικά από μία ομάδα αερόβιων μικροοργανισμών που λέγονται νιτροποιητές. Τα αερόβια αυτοτροφικά βακτηρίδια *Nitrosomonas* και *Nitrobacter* που βρίσκονται στα απόβλητα αναπτύσσονται στην ΔΑ:

(α) χρησιμοποιώντας ως πηγή άνθρακα το CO₂ (που βρίσκεται στα απόβλητα από την οξειδωση των οργανικών ενώσεων άνθρακα) για να συνθέσουν νέα κύτταρα (C₅H₇NO₂) σύμφωνα με την αντίδραση:



(β) Λαμβάνοντας ενέργεια από την οξειδωση των αμμωνιακών (NH₄⁺) σύμφωνα με τις ακόλουθες αντιδράσεις:



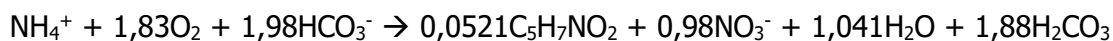
και συνολικά:



Αγνοώντας την ποσότητα του αζώτου που χρησιμοποιείται στη σύνθεση νέων κυττάρων

(2-5% των $\text{NH}_4\text{-N}$) η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται είναι 4,57 g O_2/g νιτροποιούμενου $\text{NH}_4\text{-N}$.

Μία συνολική αντίδραση που λαμβάνει υπόψιν της τη σύνθεση νέων κυττάρων είναι η ακόλουθη:



από την οποία υπολογίζεται ότι για την οξειδωση 1g $\text{NH}_4\text{-N}$ απαιτούνται 4,2 g O_2 και καταστρέφονται 8,6g αλκαλικότητας ως HCO_3^- , ενώ παράγονται 0,17g κυττάρων βιομάζας.

Ταχύτητα νιτροποίησης

Η ταχύτητα νιτροποίησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO) και το pH. Γενικά με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται και η ταχύτητα νιτροποίησης (9-10% ανά °C). Η βέλτιστη περιοχή pH για τη διαδικασία της νιτροποίησης είναι 7,5-8,5 ενώ σε μικρές και μεγάλες τιμές pH η διαδικασία μπορεί να σταματήσει. Στα αστικά απόβλητα δεν αναμένεται να υπάρχει επίδραση του pH. Όσο αφορά τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO), αυτή συνίσταται να έχει μία ελάχιστη τιμή της τάξης των 1-2mg/l.

Ο ρυθμός νιτροποίησης μ_n δύναται να υπολογιστεί ως κάτωθι [4] :

$$\mu_n = \left(\frac{\mu_{n,m} N}{K_n + N} \right) \left(\frac{\text{DO}}{K_o + \text{DO}} \right) - k_{dn}$$

όπου μ_n : Ο ρυθμός νιτροποίησης (d^{-1})

$\mu_{n,m}$: Ο μέγιστος ειδικός ρυθμός αύξησης των νιτροποιητικών βακτηριδίων (d^{-1}). Εξαρτάται από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση: $\mu_{n,m} = 0,75 * 1,07^{(T-20)}$

N : Η συγκέντρωση αζώτου στην εκροή (g/m^3)

K_n : Σταθερά ημιταχύτητας (g/m^3), εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση: $K_n = 0.74 * 1.053^{(T-20)}$

k_{dn} : Συντελεστής ενδογενούς αποσύνθεσης νιτροποιητικών βακτηριδίων (d^{-1}), εξαρτώμενος από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση: $k_{dn} = 0,08 * 1,04^{(T-20)}$

DO : Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στην εκροή (mg/l)

K_o : Συντελεστής ημι-κορεσμού για το DO (συνήθως 0,5 g/m^3)

T : Η θερμοκρασία των λυμάτων ($^{\circ}\text{C}$)

Ηλικία λήσης νιτροποίησης

Η απαραίτητη ηλικία λήσης για την διαδικασία της νιτροποίησης SRT_N (d) δίνεται από τη σχέση:

$$\text{SRT}_N = \frac{1}{\mu_n}$$

Απαιτούμενος χρόνος πλήρους νιτροποίησης

Κατά τη διάρκεια της περιόδου αντίδρασης, εφαρμόζονται οι κινητικές της ασυνεχούς λειτουργίας. Η συγκέντρωση του υποστρώματος είναι πολύ υψηλή αρχικά από ότι θα ήταν σε ένα σύστημα ενεργού ιλύος πλήρους ανάμιξης και το υπόστρωμα μειώνεται σταδιακά καθώς καταναλώνεται από τη βιομάζα. Η αλλαγή της συγκέντρωσης με το χρόνο μπορεί να προσδιοριστεί με το ισοζύγιο μάζας του υποστρώματος σύμφωνα με τη σχέση:

$$\frac{dS}{dt} V = Q S_o - Q S - r_{su} V$$

όπου:

$$r_{su} = - \frac{\mu_m X S}{Y (K_s + S)}$$

Επειδή $Q=0$ για την φάση της αντίδρασης στον αντιδραστήρα SBR, η συγκέντρωση του υποστρώματος θα είναι:

$$\frac{dS}{dt} = - \frac{\mu_m X S}{Y (K_s + S)}$$

Η ολοκλήρωση της ως άνω εξίσωσης σε σχέση με το χρόνο δίνει:

$$K_s \ln \frac{S_0}{S_t} + (S_0 - S_t) = X \left(\frac{\mu_m}{Y} \right) t$$

Η ως άνω εξίσωση για τη διεργασία της νιτροποίησης γίνεται:

$$K_n \ln \frac{N_0}{N_t} + (N_0 - N_t) = X_n \left(\frac{\mu_{mn}}{Y_n} \right) t$$

Ο μέγιστος ρυθμός για τα νιτροποιητικά βακτήρια επηρεάζεται από τη συγκέντρωση του DO , οπότε η ως άνω εξίσωση κινητικής για τον προσδιορισμό του χρόνου πλήρους

νιτροποίησης γίνεται:

$$K_n \ln \frac{N_0}{N_t} + (N_0 - N_t) = X_n \left(\frac{\mu_{mn}}{Y_n} \right) \left(\frac{DO}{K_0 + DO} \right) t$$

όπου:

K_n : Σταθερά ημιταχύτητας (g/m^3), εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση: $K_n = 0.74 * 1.053^{(T-20)}$

N_0 : Η συγκέντρωση αμμωνιακών εντός του SBR σε χρόνο $t=0$ (g/m^3)

N : Η συγκέντρωση αμμωνιακών εντός του SBR σε χρόνο t (g/m^3)

X_n : Η συγκέντρωση των νιτροποιητικών βακτηριδίων εντός του SBR (g/m^3)

$\mu_{n,m}$: Ο μέγιστος ειδικός ρυθμός αύξησης των νιτροποιητικών βακτηριδίων (d^{-1}). Εξαρτάται από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση: $\mu_{n,m} = 0,75 * 1,07^{(T-20)}$

Y_n : η σταθερά σύνθεσης βιομάζας των νιτροποιητικών βακτηριδίων ($kgVSS/kg$ bCOD) με σύνηθες τιμές 0,10-0,15 και τυπική τιμή 0,12.

DO : Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στην εκροή (mg/l)

K_0 : Συντελεστής ημι-κορεσμού για το DO (συνήθως 0,5 g/m^3)

T : Η θερμοκρασία των λυμάτων ($^{\circ}C$)

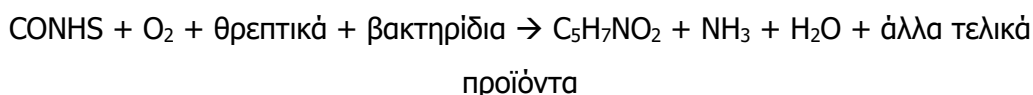
t : Ο χρόνος αντίδρασης για πλήρη νιτροποίηση (d)

2.3.4.2 Οξείδωση οργανικών ενώσεων άνθρακα

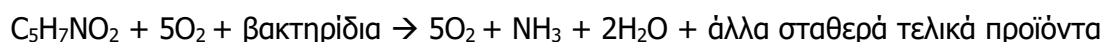
Τα αερόβια ετεροτροφικά βακτηρίδια που βρίσκονται στα λύματα αναπτύσσονται στη Δεξαμενή Αερισμού (ΔΑ) σε συνθήκες επάρκειας πηγής άνθρακα και θρεπτικών συστατικών :

(α) χρησιμοποιώντας ως πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων (COHNS) για να συνθέσουν νέα κύτταρα ($C_5H_7NO_2$) και,

(β) λαμβάνοντας ενέργεια από την οξείδωση των οργανικών ενώσεων του άνθρακα σύμφωνα με την αντίδραση:



Σε περιόδους ανεπάρκειας διαθεσίμων οργανικών ενώσεων τα βακτηρίδια οξειδώνουν τα κύτταρά τους (ενδογενής μεταβολισμός) για να εξασφαλίσουν την απαραίτητη ενέργεια για να επιζήσουν, σύμφωνα με την αντίδραση



από την οποία υπολογίζεται ότι για την οξείδωση 1g κυττάρου (ως $C_5H_7NO_2$) απαιτούνται $1,42gO_2$.

Παραγωγή βιομάζας

Η παραγωγή της βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων στη ΔΑ δίνεται από τη σχέση:

$$A = \frac{Q * Y * (S_o - S)}{1 + k_d * SRT_A}$$

Η παραγωγή της βιομάζας των οργανικών στερεών που αποτελούν κατάλοιπα του ενδογενούς μεταβολισμού δίνεται από τη σχέση:

$$B = \frac{f_d * k_d * Q * Y * (S_o - S) * SRT_A}{1 + k_d * SRT_A}$$

Η παραγωγή βιομάζας των νιτροποιητικών βακτηριδίων δίνεται από τη σχέση :

$$C = \frac{Q * Y_n * (NO_x)}{1 + k_{dn} * SRT_A}$$

Η συνολική παραγωγή βιομάζας $P_{x,bio}$ στη δεξαμενή αερισμού είναι:

$$P_{x,bio} = (A) + (B) + (C) \text{ σε kg VSS/d}$$

όπου:

Q : η ογκομετρική παροχή των λυμάτων που εισέρχεται στο βιολογικό αντιδραστήρα (m^3/d).

Y : η σταθερά σύνθεσης βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων ($kgVSS/kg \text{ bCOD}$) με σύνηθες τιμές 0,3-0,5 και τυπική τιμή 0,40.

Y_n : η σταθερά σύνθεσης βιομάζας των νιτροποιητικών βακτηριδίων ($kgVSS/kg \text{ bCOD}$) με σύνηθες τιμές 0,10-0,15 και τυπική τιμή 0,12.

S_o : η συγκέντρωση βιοδιασπάσιμου COD (bCOD) στην είσοδο ($kgbCOD/m^3$) με συνήθη αναλογία $\text{bCOD} = 1,6 * BOD_5$.

S : η συγκέντρωση βιοδιασπάσιμου COD (bCOD) στην έξοδο ($kgbCOD/m^3$) με συνήθη αναλογία $\text{bCOD} = 1,6 * BOD_5$. Στους υπολογισμούς μπορεί για ασφάλεια να ληφθεί $S = 0$.

k_d : η σταθερά αποσύνθεσης των ετεροτροφικών βακτηριδίων (d^{-1}). Εξαρτάται από τη θερμοκρασία με τη σχέση $k_d = 0,06 * 1,04^{(T-20)}$

k_{dn} : ο συντελεστής ενδογενούς αποσύνθεσης νιτροποιητικών βακτηριδίων (d^{-1}),

εξαρτώμενος από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση: $k_{dn} = 0,08 \cdot 1,04^{(T-20)}$

f_d : ο συντελεστής παραγωγής καταλοίπων ενδογενούς μεταβολισμού με τυπική τιμή 0,15.

NO_x : η συγκέντρωση NH_4-N στην είσοδο που πρόκειται να νιτροποιηθεί (kgN/m^3). Για τον υπολογισμό λαμβάνεται εμπειρική τιμή: $NO_x = 80\% \times TN$

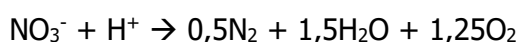
SRT_A : η αερόβια ηλικία ιλύος (d)

2.3.4.3 Απονιτροποίηση

Η απονιτροποίηση πραγματοποιείται από ετεροτροφικά βακτηρίδια που βρίσκονται στα απόβλητα σε ανοξικές συνθήκες (χωρίς οξυγόνο αλλά με την παρουσία νιτρικών) σε ανοξικές δεξαμενές (ΑΟΔ). Τα βακτηρίδια αυτά

(α) χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων ($COHNS$) για να συνθέσουν νέα κύτταρα ($C_5H_7NO_2$) και

(β) λαμβάνουν ενέργεια σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση



Κατά την απονιτροποίηση, σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση, παράγονται $2,86gO_2 / gNO_3-N$. Σε περιόδους ανεπάρκειας διαθέσιμων οργανικών ενώσεων τα βακτηρίδια οξειδώνουν τα κύτταρά τους (ενδογενής μεταβολισμός) για να εξασφαλίσουν την απαιτούμενη ενέργεια για να επιζήσουν.

Στη βιολογική απονιτροποίηση, πρωταρχικός στόχος είναι η απομάκρυνση των νιτρικών με βιολογικές μεθόδους. Ως εκ τούτου, βασική σχεδιαστική παράμετρος για τη διεργασία απονιτροποίησης είναι η ποσότητα του BOD ή του bCOD που απαιτείται για να δώσει μια επαρκή ποσότητα του δότη ηλεκτρονίων για την απομάκρυνση των νιτρικών. Ως γενικός κανόνας θεωρείται ότι $4g$ BOD απαιτούνται ανά g NO_3 που ανάγεται, ωστόσο η πραγματική τιμή εξαρτάται από τη λειτουργία του συστήματος και το είδος του δότη ηλεκτρονίων που χρησιμοποιείται για την απονιτροποίηση.

Για την υπό μελέτη περίπτωση, ως ήδη αναφέρθηκε, θα απαιτηθεί εξωτερική πηγή άνθρακα προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιθυμητή αναλογία $BOD_5:N = 100$ ή $COD:N = 500:5$. Στη Διεθνή βιβλιογραφία ποικίλουν τα χαρακτηριστικά και οι προτεινόμενες αναλογίες των εξωτερικών πηγών άνθρακα. Έτσι π.χ.

✓ κατά το **ATV-DVWK-A 131E** προτείνονται πηγές με τα κάτωθι χαρακτηριστικά [6] :

Table 4: Characteristics of external carbon sources

Parameter	Unit	Methanol	Ethanol	Acetic acid
Density	kg/m ³	790	780	1,060
COD	kg/kg	1.50	2.09	1.07
COD	kg/L	1.185	1.630	1.135

και η γενική θεώρηση, ως ικανοποιητική αναλογία, της τάξης των 5g COD / g NO₃-N προς απονιτροποίηση ενώ,

✓ κατά την **U.S. EPA** προτείνονται πηγές με τα κάτωθι χαρακτηριστικά [10] :

	Methanol	Ethanol	MicroCg™	MicroCglycerin™	56% Acetic Acid	30% Sodium Acetate
COD mg/L	1,200,000	1,650,000	670,000	1,016,000	577,000	222,480
Bulk Density lbs/gal.	6.6	6.6	10.2	9.92	9.09	9.8
Yield g COD/g COD	0.41	0.55	0.6	0.55	0.53	0.53
Total COD/N	4.82	6.36	6.45	6.36	6.09	6.09
Total dose gal substrate/lb NO ₃ N	0.48	0.46	1.15	0.77	1.19	3.09

Table 1: Product Characterization for Some External Carbon Sources

Μια συνάρτηση που απεικονίζει ρεαλιστικά τον προσδιορισμό του απαιτούμενου λόγου bCOD / NO₃-N για τη διεργασία είναι η ακόλουθη [1], [7], [12] :

$$\frac{\text{g bCOD}}{\text{g NO}_3\text{-N}} = \frac{2,86}{1-1,42*Y_n}$$

όπου Y_n : Η καθαρή απόδοση βιομάζας (g VSS/ g bCOD)

$$Y_n = \frac{Y}{1 + k_{dn} * SRT_{dn}}$$

Ο χρόνος παραμονής των στερεών (SRT) για την κατανάλωση της εξωτερικής πηγής άνθρακα που απαιτείται για την απονιτροποίηση κυμαίνεται από 1 – 5 ημέρες, ανάλογα με την πηγή άνθρακα [11] :

Table 1.8 Values for Operational Parameters for Denitrification⁸

Treatment process	Type of reactor	Design parameter				
		θ_c, d^a	θ, h^a	MLVSS, mg/L	pH	Temperature coefficient ^b
Single-stage nitrification	Plug-flow	8–20	6–15	2,000–3,500	7.0–8.0 ^c	1.08–1.10
Denitrification ^d	Plug-flow	1–5	0.2–2	1,000–2,000 ^e	6.5–7	1.14–1.16

^a Indicated values for θ_c and θ are for 20°C.

^b Temperature coefficient to be used in the equation $K_T = K_{20} \theta^{T-20}$

^c Lower values have been reported.

^d Methanol requirement can be computed using Eq. 11-18.

^e Higher values may be observed depending on the degree of solids carryover.

Note: mg/L = g/m³

Έτσι π.χ. για χρήση μεθανόλης λαμβάνεται ηλικία λάσπης (SRT_{dn}) της τάξης των 5d (τυπική τιμή), συντελεστής ενδογενούς αποσύνθεσης k_d της τάξης των 0,05 d⁻¹ (τυπική τιμή) και απόδοση σύνθεσης Y της τάξης των 0,18 gVSS/g bCOD (τυπική τιμή) και εκτιμάται δόση της τάξης των 3,6g bCOD / g NO₃-N προς απονιτροποίηση [1], [7].

Σημειώνεται ότι η μεθανόλη ως εξωτερική πηγή άνθρακα απαιτεί μεγαλύτερους χρόνους μεταβολισμού σε σχέση με λοιπές πηγές (γλυκερόλη, οξικό οξύ, MicroC™) [10]

Σε κάθε περίπτωση ο θεωρητικός προσδιορισμός των ποσοτήτων πρέπει να δοκιμάζεται και να προσδιορίζεται εκ νέου εμπειρικά με βάση τη λειτουργία της εγκατάστασης.

Ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης

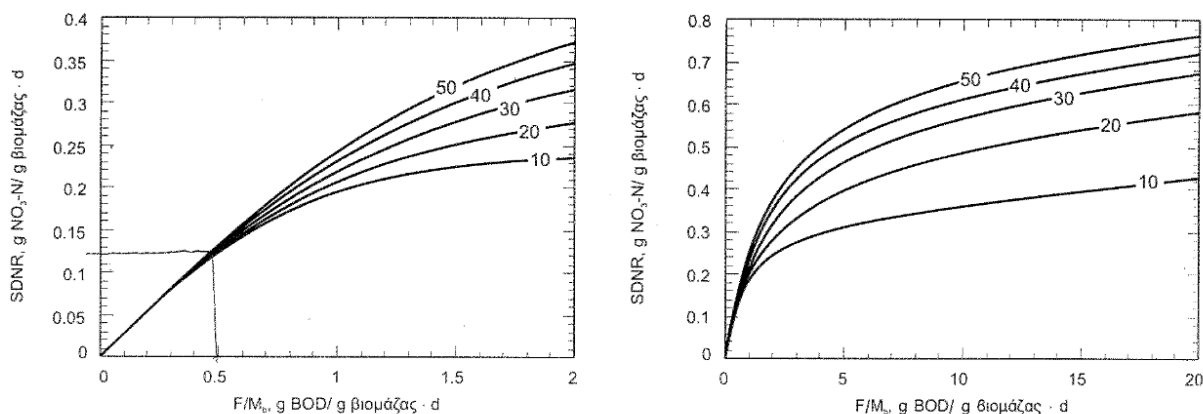
Βασική παράμετρος σχεδιασμού της διεργασίας απονιτροποίησης είναι ο ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης (SDNR) ο οποίος εξαρτάται από τα νιτρικά που απομακρύνονται, τον όγκο της ανοξικής ζώνης, τη συγκέντρωση των πτητικών αιωρούμενων στερεών του μικτού υγρού και τη θερμοκρασία.

Με βάση τους παρατηρούμενους ρυθμούς απονιτροποίησης, έχουν αναπτυχθεί εμπειρικές σχέσεις που συσχετίζουν τον ειδικό ρυθμό απονιτροποίησης με το λόγο F/M σε προ-ανοξικές δεξαμενές :

$$SDNR = 0,03 \cdot (F/M) + 0,029$$

όπου F/M: τα g του εφαρμοζόμενου BOD/g MLVSS d στην ανοξική δεξαμενή

Περαιτέρω, με βάση μοντέλα προσομοίωσης, έχουν αναπτυχθεί διαγράμματα των ειδικών ρυθμών απονιτροποίησης με βάση τη συγκέντρωση της βιομάζας στους 20°C έναντι του λόγου τροφής προς μικροοργανισμούς για διάφορα ποσοστά εύκολα βιοαποικοδομήσιμου οργανικού φορτίου (βιομάζα ετεροτροφικών βακτηριδίων) [1], [7] :



Η διαδικασία του σχεδιασμού απαιτεί διόρθωση των τιμών του ειδικού ρυθμού απονιτροποίησης λαμβάνοντας υπόψη τη θερμοκρασία λειτουργίας και τον εσωτερικό ρυθμό ανακυκλοφορίας (εφόσον συντελείται).

Για τιμές $F/M \leq 1.0$ δεν απαιτείται διόρθωση για την εσωτερική ανακυκλοφορία, ενώ για τη διόρθωση της θερμοκρασίας χρησιμοποιείται εξίσωση :

$$SDNR_T = SDNR_{T_{20}} \cdot \theta^{T-20}$$

όπου θ : ο συντελεστής διόρθωσης (1,026)

T : η θερμοκρασία των υγρών (°C)

Δυναμικό Απονιτροποίησης

Το δυναμικό απονιτροποίησης εκφράζει την ικανότητα του συστήματος να απομακρύνει τα παραγόμενα νιτρικά. Δίνεται από τη σχέση:

$$NO_X = SDNR_T * X_b * V_T$$

όπου:

NO_X : το δυναμικό απονιτροποίησης ($kgNO_3-N/d$)

$SDNR_T$: ο ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης σε θερμοκρασία T ($kgNO_3-N/kgVSS.d$)

X_b : η συγκέντρωση της βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων και των καταλοίπων του ενδογενούς μεταβολισμού ($kgVSS/m^3$)

V_T : ο συνολικός όγκος του αντιδραστήρα (m^3)

Απαιτούμενος χρόνος απονιτροποίησης – Ισοζύγιο αζώτου

Ο χρόνος που απαιτείται για απονιτροποίηση, T_{DN} , υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$T_{DN} = \frac{N_{DN,c}}{NO_X}$$

όπου:

$N_{DN,c}$: τα νιτρικά προς απονιτροποίηση ανά κύκλο λειτουργίας ($kgNO_3-N$)

NO_X : το δυναμικό απονιτροποίησης ($kgNO_3-N/d$)

Τα νιτρικά προς απονιτροποίηση ανά κύκλο λειτουργίας, $N_{DN,c}$, δίνονται από τη σχέση:

$$N_{DN,c} = \frac{N_{DN}}{C}$$

N_{DN} : τα νιτρικά προς απονιτροποίηση σε ημερήσια βάση ($kgNO_3-N/d$)

C : Ο αριθμός των κύκλων λειτουργίας του SBR σε ημερήσια βάση

Τα νιτρικά προς απονιτροποίηση σε ημερήσια βάση, N_{DN} , δίνονται από τη σχέση:

$$N_{DN} = Q*(AM_o-AM) - a_N*\Delta X_B - Q*N$$

όπου

Q : Η ογκομετρική παροχή (m^3/d)

AM_o : Η συγκέντρωση αμμωνιακών στην είσοδο ($kg NH_4-N/m^3$)

AM : Η συγκέντρωση αμμωνιακών στην έξοδο ($kg NH_4-N/m^3$)

a_N : Το ποσοστό της μάζας του αζώτου που δεσμεύεται στη βιομάζα των ετεροτροφικών βακτηριδίων ($kgN/KgVSS$). Συνήθως αποτελεί ένα ποσοστό της τάξης του 5-15%.

ΔX_B : Η παραγωγή της βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων ($kgVSS/d$).

N : Η συγκέντρωση νιτρικών στην εκροή (kg NO₃-N/m³)

2.3.4.4 Παραγωγή λάσσης

Η εξερχόμενη λάσση από το βιοαντιδραστήρα διαχωρίζεται στις ακόλουθες κατηγορίες στερεών:

A : Η παραγόμενη λάσση που οφείλεται στην παραγωγή βιομάζας από τα ετεροτροφικά βακτηρίδια. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, δίνεται από τη σχέση:

$$A = \frac{Q * Y * (S_o - S)}{1 + k_d * SRT_A}$$

B : Η παραγόμενη λάσση που οφείλεται στην παραγωγή βιομάζας των οργανικών στερεών που αποτελούν κατάλοιπα του ενδογενούς μεταβολισμού. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, δίνεται από τη σχέση:

$$B = \frac{f_d * k_d * Q * Y * (S_o - S) * SRT_A}{1 + k_d * SRT_A}$$

C : Η παραγόμενη λάσση που οφείλεται στην παραγωγή βιομάζας από τα νιτροποιητικά (αυτοτροφικά) βακτηρίδια. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, δίνεται από τη σχέση:

$$C = \frac{Q * Y_n * (NO_x)}{1 + k_{dn} * SRT_A}$$

Οι όροι A, B, C αποτελούν τη συνολική παραγωγή βιομάζας P_{x,bio} στη δεξαμενή αερισμού. Δηλ.:

$$P_{x,bio} = (A) + (B) + (C) \text{ σε kg VSS/d}$$

Σημειώνεται ότι παραγόμενη βιομάζα (P_{x,bio}) περιέχει και ανόργανα στερεά. Το ποσοστό των πτητικών στερεών της παραγόμενης βιομάζας είναι περίπου το 85% επί των συνολικών στερεών αυτής.

D : Τα μη βιοδιασπάσιμα οργανικά στερεά της εισροής (nbVSS). Η ποσότητα τους λαμβάνεται ως ποσοστό 10% των ολικών VSS στην είσοδο.

E : Τα ανόργανα στερεά της εισροής. Η ποσότητά τους είναι : E= Q * (TSS_o - VSS_o) όπου

TSS_o : η συγκέντρωσή των ολικών αιωρουμένων στερεών στην είσοδο (kg/m³)

VSS_o : η συγκέντρωσή των πτητικών αιωρουμένων στερεών στην είσοδο (kg/m³)

Η συνολική παραγωγή πτητικών αιωρουμένων στερεών P_{x,VSS} στη δεξαμενή αερισμού δίνεται από τη σχέση:

$$P_{x,VSS} = P_{x,bio} + Q * (nbVSS)$$

Η συνολική παραγωγή ολικών αιωρουμένων στερεών P_{x,TSS} στη δεξαμενή δίνεται από τη

σχέση:

$$P_{x,TSS} = P_{x,bio} / 0,85 + Q * (nbVSS) + Q * (TSS_o - VSS_o)$$

2.3.4.5 Ηλικία και περίσσεια λάσπης

Η ηλικία ιλύος SRT είναι ο μέσος χρόνος παραμονής των μικροοργανισμών εντός του συστήματος και δίνεται από τη σχέση:

$$SRT = \frac{X_{VSS} * V}{P_{x,VSS}} \quad \text{ή} \quad SRT = \frac{X_{TSS} * V}{P_{x,TSS}}$$

όπου

V : ο όγκος της δεξαμενής (m³).

X_{VSS} : η συγκέντρωση των πτητικών αιωρουμένων στερεών εντός της δεξαμενής (kg/m³).

X_{TSS} : η συγκέντρωση των ολικών αιωρουμένων στερεών εντός της δεξαμενής (kg/m³).

Θεωρώντας περιεκτικότητα της περίσσειας λάσπης X_r, ο όγκος της περίσσειας (δευτεροβάθμιας) ιλύος είναι:

$$Q_x = \frac{P_{x,TSS}}{X_r}$$

όπου Q_x : ο όγκος της περίσσειας ιλύος (m³/d)

P_{x,TSS} : η συνολικά εξερχόμενη από το βιοαντιδραστήρα λάσπη (kgSS/d)

X_r : η συγκέντρωση της περίσσειας λάσπης (kg/m³)

Η περίσσεια λάσπης που πρέπει να απομακρυνθεί από το σύστημα είναι:

$$P_s = P_{x,TSS} - TSS_{out} * Q$$

όπου P_s : Η περίσσεια λάσπης που πρέπει να απομακρυνθεί από το σύστημα (kgSS/d)

P_{x,TSS} : Η συνολικά εξερχόμενη από το βιοαντιδραστήρα λάσπη (kgSS/d)

TSS_{out} : Η συγκέντρωση στερεών στην εκροή (kgSS/m³)

Q : Η ημερήσια παροχή (m³/d)

2.3.4.6 Υπολογισμοί – Έλεγχος τιμών

Για λόγους απλότητας λειτουργίας κρίνεται ότι πρέπει να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή σταθερότητα ως προς τη συγκέντρωση MLSS στις δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας καθ' όλο το 24ωρο και καθ' όλες τις ημέρες (εργάσιμες ή αργίες) του χρόνου. Υπολογίζονται με βάση τις αρχικές παράμετροι σχεδιασμού οι παροχές και τα φορτία των

παραγόμενων στραγγιδίων που προκύπτουν κατά τη λειτουργία της ΕΕΣ και στη συνέχεια οι υπολογισμοί επαναλαμβάνονται (μέσω των αντίστοιχων Spreadsheet) προκειμένου να διαστασιολογηθούν όλες οι επιμέρους μονάδες επεξεργασίας με τις νέες παροχές και φορτία που προκύπτουν με το **συνυπολογισμό των στραγγιδίων :**

		SBR-1	SBR-2
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ			
<u>ΕΙΣΟΔΟΣ</u>			
Πραγματική Ημερήσια παροχή σχεδιασμού ⁽¹⁾	m³/d	35,5	30,5
Θερμοκρασία υγρών στον αντιδραστήρα	°C	11	11
Παροχή λυμάτων στην έξοδο του SBR	m ³ /d	30,6	29,1
Οργανικό φορτίο BOD₅ εισόδου ⁽¹⁾	kgBOD/d	26,3	9,1
Συγκέντρωση BOD ₅ εισόδου, B ₀	mgBOD/l	740,4	300,0
Οργανικό φορτίο bCOD εισόδου	kgbCOD/d	42,1	14,6
Συγκέντρωση bCOD εισόδου, S ₀	mgbCOD/l	1.184,6	480,0
Φορτίο στερεών εισόδου ⁽¹⁾	KgSS/d	14,7	1,8
Συγκέντρωση στερεών εισόδου, A ₀	mgSS/l	412,8	60,0
Φορτίο αζώτου TN εισόδου ⁽¹⁾	KgN/d	45,8	15,2
Συγκέντρωση αζώτου TN εισόδου, TNo	mgN/l	1.288,7	500,0
Συγκέντρωση NH ₄ -N εισόδου, (NH ₄ -N) ₀	mgNH ₄ -N/l	1.288,7	250,0
Συγκέντρωση NO ₃ -N εισόδου, (NO ₃ -N) ₀	mgNO ₃ -N/l	0,0	250,0
Ποσοστό πτητικών στερεών εισόδου	kgVSS/kgSS	0,70	0,78
<u>ΕΞΟΔΟΣ</u>			
Συγκέντρωση BOD ₅ εξόδου, B	mgBOD/l	300,0	25,0
Συγκέντρωση στερεών εξόδου, A _e	mgSS/l	60	35
Συγκέντρωση αζώτου TN εξόδου	mgN/l	500	50
Συγκέντρωση αμμωνίας NH ₄ εξόδου, AM	mgNH ₄ -N/l	250	10
Συγκέντρωση νιτρικών NO ₃ εξόδου	mgNO ₃ -N/l	250	40
Συγκέντρωση Περίσσειας βιολογικής ιλύος, C _L	kgSS/m ³	10,0	10,0
2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ			
Οργανικό φορτίο BOD ₅ εισόδου	kgBOD/d	26,3	9,1
Συγκέντρωση BOD ₅ εισόδου, B ₀	mgBOD/l	740,4	300,0
Οργανικό φορτίο bCOD εισόδου	kgbCOD/d	42,1	14,6
Συγκέντρωση bCOD εισόδου, S ₀	mgbCOD/l	1.184,6	480,0
Φορτίο TN εισόδου, TNo	KgN/d	45,8	15,2
	mgN/l	1.288,7	500,0
Φορτίο νιτρικών NO ₃ στην έξοδο	kgNO ₃ -N/d	8,9	1,2
	mgNO ₃ -N/l	250,0	40,0

Εκτίμηση απομάκρυνσης Αζώτου στην ιλύ (5% του εισ. BOD)	kgNO ₃ -N/d	1,3	0,5
	mgNO ₃ -N/l	37,02	15,00
Εκτίμηση απονιτροποίησης (15% του εισ. BOD)	kgNO ₃ -N/d	3,9	1,4
	mgNO ₃ -N/l	111,06	45,00
Αζωτο προς απονιτροποίηση με εξωτερική πηγή άνθρακα	kgNO ₃ -N/d	31,7	12,2
	mgNO ₃ -N/l	890,63	400,00
Απαιτούμενη προσθήκη C (max)	kgCOD/kgNO ₃ -N)	5,00	5,00
	kgCOD/d	158,29	60,99
COD Γλυκερίνης	g/l	1.016,0	1.016,0
Απαιτούμενη ποσότητα Γλυκερίνης	l/d	155,8	60,0
Προστιθέμενο bCOD στον αντιδραστήρα	kgbCOD/d	158,3	61,0
Πραγματικό Οργανικό φορτίο bCOD στον αντιδραστήρα	kgbCOD/d	200,4	75,6
	mgbCOD/l	5.637,7	2.480,0
Πραγματικό Οργανικό φορτίο BOD στον αντιδραστήρα	kgBOD/d	125,2	47,3
	mgBOD/l	3.523,6	1.550,0

3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ – ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΧΡΟΝΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ SBR

Δεξαμενές εν λειτουργία		1	1
Μήκος	m	10,0	10,0
Πλάτος	m	10,0	10,0
Ύψος υγρών	m	3,5	3,5
V _{SBR} (ανά γραμμή λειτουργίας)	m ³	350,0	350,0

ΧΡΟΝΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Κύκλοι λειτουργίας ανά ημέρα	c/d	2	2
Χρόνος Πλήρωσης, T _F (ανά κύκλο λειτουργίας)	hr	1,0	1,0
Χρόνος Ανάδευσης, T _{AG} (ανά κύκλο λειτουργίας)	hr	4,0	4,5
Χρόνος Αερισμού, T _A (ανά κύκλο λειτουργίας)	hr	5,0	4,5
Χρόνος Καθίζησης, T _S (ανά κύκλο λειτουργίας)	hr	1,0	1,0
Χρόνος Εκκένωσης, T _D (ανά κύκλο λειτουργίας)	hr	1,0	1,0
Συνολικός Χρόνος Κύκλου T _C	hr	12,0	12,0

4. ΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ - ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Συγκέντρωση DO στη δεξαμενή αερισμού	mg/l	2,0	2,0
Σταθερά K_O	mg/l	0,50	0,50
Συγκέντρωση αζώτου εξόδου, N	mg/l	500,0	50,0

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Σταθερά K_n	mg/l	0,46	0,46
Μέγιστος ρυθμός αύξησης των νιτροποιητικών βακτηριδίων, $\mu_{n,m}$	d ⁻¹	0,41	0,41
Συντελεστής αποσύνθεσης των νιτροποιητικών βακτηριδίων k_{dn}	d ⁻¹	0,070	0,070
Ρυθμός νιτροποίησης μ_N	d ⁻¹	0,26	0,25
Ηλικία λάσπης νιτροποίησης, SRT_N	d	3,9	4,0

5. ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ ΜΕ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Όγκος δεξαμενής SBR	m ³	350,0	350,0
Σταθερά σύνθεσης βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων, Y	kgVSS/kgbCOD	0,40	0,40
Σταθερά σύνθεσης βιομάζας νιτροποιητικών βακτηριδίων, Y_n	kgVSS/kgbCOD	0,12	0,12
Σταθερά αποσύνθεσης των ετεροτροφικών βακτηριδίων, k_d	d ⁻¹	0,042	0,042
Σταθερά αποσύνθεσης των νιτροποιητικών βακτηριδίων, k_{dn}	d ⁻¹	0,070	0,070
Οργανικό φορτίο bCOD εισόδου	kgbCOD/d	200,4	75,6
Συγκέντρωση bCOD εισόδου, S_o	mgbCOD/l	5.637,7	2.480,0
Συγκέντρωση bCOD εξόδου S_e	mgbCOD/l	480,0	47,3

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ

Παραγωγή βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων, A	kgVSS/d	32,3	8,7
Παραγωγή βιομάζας καταλοίπων ενδογενούς μεταβολισμού, B	kgVSS/d	6,2	3,2
Παραγωγή βιομάζας νιτροποιητικών βακτηριδίων, C	kgVSS/d	1,41	0,29
Συνολική παραγωγή βιομάζας στη δεξαμενή αερισμού, $P_{x,bio}$	kgVSS/d	39,9	12,2
Ποσότητα μη βιοδιασπάσιμων VSS, $Q^*(nbVSS)$	kgVSS/d	1,0	0,1
Παραγωγή ολικών VSS, $P_{x,VSS}$	kgVSS/d	40,9	12,4
Παραγωγή ολικών TSS, $P_{x,TSS}$	kgTSS/d	52,4	14,9
Ποσοστό πτητικών στερεών στους βιοαντιδραστήρες	kgVSS/kgTSS	0,78	0,83
Συγκέντρωση VSS στους βιοαντιδραστήρες, MLVSS	kgVSS/m ³	3,52	2,07
Συγκέντρωση TSS στους βιοαντιδραστήρες, MLSS	kgSS/m³	4,50	2,50

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Αρχική Συγκέντρωση NH ₄ -N στο σύνολο του SBR, No	mgN/l	380,9	53,6
Τελική Συγκέντρωση NH ₄ -N στο σύνολο του SBR, Nt	mgN/l	250,0	10,0
Συγκέντρωση βιομάζας νιτροποιητικών βακτηριδίων, X _n	mgVSS/l	121,4	47,9
Απαιτούμενος συνολικός χρόνος αερισμού για νιτροποίηση	h	9,5	8,2
Απαιτούμενος χρόνος αερισμού για νιτροποίηση ανά κύκλο	h	4,8	4,1
Επιλεγόμενος χρόνος αερισμού για νιτροποίηση ανά κύκλο	h	5,0	4,5

6. ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Συγκέντρωση DO στη δεξαμενή απονιτροποίησης	mg/l	0,1	0,1
Φορτίο TN στην είσοδο	kgNH ₄ -N/d	45,8	15,2
Συγκέντρωση TN στην είσοδο	gN/m ³	1.288,7	500,0
Φορτίο αμμωνιακών στην έξοδο	kgNH ₄ -N/d	7,65	0,29
Συγκέντρωση αμμωνιακών στην έξοδο	gNH ₄ -N/m ³	250,0	10,0
Παραγωγή βιομάζας ετερ.βακτηριδίων & ενδογ. μεταβολισμού	kgVSS/d	38,5	11,9
Συγκέντρωση βιομάζας ετερ.βακτηριδίων & ενδογ. μεταβολισμού	kgVSS/m ³	3,3	2,0
Παραγωγή βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων	kgVSS/d	32,3	8,7
Συγκέντρωση βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων	kgVSS/m ³	2,8	1,5
Ποσοστό δέσμευσης του N στη βιομάζα	gN/gVSS	0,120	0,120
Φορτίο νιτρικών NO ₃ στην έξοδο	kg/d	7,7	1,2
Συγκέντρωση νιτρικών NO ₃ εξόδου	gNO ₃ -N/m ³	250,0	40,0

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΠΡΟΣ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Απομακρυνόμενο άζωτο με την περίσσεια ιλύ, N _{syn}	kgTN/d	4,6	1,4
	gNO ₃ -N/m ³	13,2	4,1
Ποσοστό κατανάλωσης N κατά τη διαδικασία σύνθεσης της βιομάζας (επί του ολικού εισερχόμενου N)	%	10,1%	9,4%
Νιτρικά προς απονιτροποίηση	kgNO ₃ -N/d	25,9	12,4

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Λόγος F/Mb (BOD / μαζα ετεροτροφικών βακτηριδίων)	kgBOD.d/kgVSS	0,13	0,09
Ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης στους 20°C, SDNR ₂₀	kgNO ₃ -N/kgMLVSS.d	0,070	0,050
Ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης σε θερμοκρασία T, SDNR _T	kgNO ₃ -N/kgMLVSS.d	0,056	0,040
Δυναμικό Απονιτροποίησης	kgNO ₃ -N/d	64,3	27,8

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ελάχιστος Συνολικός Χρόνος παραμονής για απονιτροποίηση	hr	9,7	10,7
Ελάχιστος Χρόνος παραμονής για απονιτροποίηση ανά κύκλο	hr	4,8	5,3

Επιλεγόμενος χρόνος παραμονής για απονιτροποίηση ($t_F + t_{AG}$)

h

5,0

5,5

7. ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Παραγωγή ολικών VSS, $P_{X,VSS}$	kgVSS/d	40,9	12,4
Ανόργανη λάσπη στην εκροή του βιοαντιδραστήρα, ΔΑ	kgFSS/d	11,44	2,56
Παραγωγή ολικών TSS, $P_{X,TSS}$	kgSS/d	52,37	14,93
Ολικά Στερεά στην εκροή, $Q \cdot TSS_{out}$	kgSS/d	1,84	1,02
Ποσότητα περίσσειας βιολογικής ιλύος, P_s	kgSS/d	50,5	13,9

9. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ

Φόρτιση ξηράς ουσίας, F/M	kgBOD/kgMLSS d	0,080	0,054
Ογκομετρική Φόρτιση, F/V	kgBOD/m ³	0,36	0,14
Ολική Ηλικία λάσπης, (SRT)	d	30,1	58,6

⁽¹⁾ στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

Παρατηρείται ότι για σταθερή συγκέντρωση **MLSS = 4.500mg/lt** στη δεξαμενή SBR-1 και **MLSS = 2.500mg/lt** στη δεξαμενή SBR-2 υπολογίζεται ότι η ηλικία λάσπης, η ογκομετρική φόρτιση και η φόρτιση στερεών είναι εντός των Τεχνικών αλλά και των Διεθνών Προδιαγραφών για όλες τις δεξαμενές για τη δυσμενέστερη περίπτωση (χειμώνας) σχεδιασμού. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, **κρίνεται ότι όλες οι παραδοχές είναι αποδεκτές**, με την προϋπόθεση της προσθήκης εξωτερικής πηγής άνθρακα (γλυκερίνη). Σημειώνεται ότι ήδη έχει εγκατασταθεί στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΣ μονάδα προσθήκης πηγής εξωτερικού άνθρακα με γλυκερίνη που κρίνεται ότι (υπερ)**επαρκεί**. Η μονάδα αποτελείται από ένα (1) δοχείο αποθήκευσης από PE, δύο (2) αντλίες θετικής εκτόπισης, ρυθμιζόμενης παροχής 25 – 30 m³/h με **inverter** και εγκατεστημένης ισχύος 0,55kW έκαστη (πλέον μίας τρίτης εφεδρικής στην αποθήκη) και τα απαιτούμενα όργανα ελέγχου και ρύθμισης (μετρητής στάθμης υπερήχων, θερμαντική αντίσταση κλπ).

Τέλος, σημειώνεται ότι με βάση τα ανωτέρω, κρίνεται ότι **επαρκούν** οι δύο (2) υφιστάμενες δεξαμενές ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα σε σειρά, έκαστη εκ των οποίων έχει διαστάσεις 10,0x10,0x3,5m ($H_{\omega\phi}$) και ωφέλιμη χωρητικότητα **350m³**. Σημειώνεται εκ νέου ότι, λαμβάνοντας υπόψη τις αναμενόμενες παραγωγές στραγγιδίων παρατηρείται ότι η παροχή σχεδιασμού της ΕΕΣ των 30m³/d είναι πολλαπλάσια των παροχών κατά τους θερινούς μήνες και ως εκ τούτου κρίνεται άνευ σημασίας ο έλεγχος της επάρκειας της ΕΕΣ για το θέρος.

2.3.4.7 Απομάκρυνση φωσφόρου

Ο φώσφορος εμφανίζεται στα λύματα με την μορφή κυρίως ορθοφωσφορικών (PO_4^{3-}), πολυφωσφορικών (P_2O_7) και οργανικών ενώσεων. Αποτελεί βασικό συστατικό για την σύνθεση του κυτταρικού ιστού των μικροοργανισμών και για την μεταφορά ενέργειας. Η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου γίνεται από ειδικά βακτήρια (*Acinetobacter*) τα οποία όταν βρεθούν σε συνθήκες stress (έλλειψη οξυγόνου), αποθηκεύουν στα κύτταρα τους περισσότερη ποσότητα φωσφόρου από αυτή που χρειάζονται για τις πραγματικές ανάγκες μεταβολισμού των.

Τα βακτήρια (*Acinetobacter*) είναι αερόβια, όμως σε συνθήκες αναερόβιες υδρολύουν τα αποθηκευμένα πολυφωσφορικά παράγοντας έτσι ενέργεια, την οποία χρησιμοποιούν για πρόσληψη και αποθήκευση εντός των κυττάρων οργανικής ουσίας (άνθρακα), ενώ τα φωσφορικά με την υδρόλυση τους εξέρχονται από το κύτταρο και διαλύονται στα λύματα.

Η έλλειψη διαλυμένου (DO) αλλά και δεσμευμένου οξυγόνου ($\text{NO}_3\text{-N}$) είναι απαραίτητη, έτσι ώστε άλλοι ετεροτροφικοί μικροοργανισμοί να μην έχουν την δυνατότητα αποθήκευσης οργανικού άνθρακα, λόγω έλλειψης πηγής ενέργειας.

Κατά την διέλευση του ανάμικτου υγρού από την ανοξική και στην συνέχεια αερόβια δεξαμενή, ο αποθηκευμένος οργανικός άνθρακας χρησιμοποιείται από τα βακτήρια αυτά ως τροφή. Η ενέργεια που παράγεται κατά την οξείδωση του άνθρακα της οργανικής ουσίας χρησιμοποιείται για την πρόσληψη των φωσφορικών που έχουν προηγουμένως υδρολυθεί βρίσκονται στο υγρό και την σύνθεση τους εντός του κυττάρου σε πολυφωσφορικά.

Το αποτέλεσμα είναι ότι η ποσότητα των πολυφωσφορικών που αποθηκεύονται στα κύτταρα των βακτηριδίων είναι μεγαλύτερη από αυτήν που αποθηκεύουν τα ίδια βακτήρια σε κανονικές συνθήκες (αερόβιες - όχι stress).

Η ποσότητα αυτή, που σε κανονικές συνθήκες (ήτοι χρήση φωσφόρου από τα κύτταρα μόνο για την σύνθεση πρωτοπλάσματος) είναι 1,5-2% σε ξηρά στερεά, στην περίπτωση παρουσίας αναερόβιου αντιδραστήρα ανέρχεται σε 5—6% [δηλ. από 20-25% σε 70-80%] λόγω της πρόσληψης και αποθήκευσης των πολυφωσφορικών στην βιομάζα. Η θεώρηση αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η επεξεργασία της ιλύος στην πάχυνση και αφυδάτωση, όπου επικρατούν αναερόβιες συνθήκες, θα έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση των πολυφωσφορικών μέσω υδρόλυσης και διοχέτευση τους στα στραγγίδια από όπου, πριν την ανακυκλοφορία τους στην είσοδο της εγκατάστασης, θα

πρέπει ο φώσφορος να απομακρύνεται με χημική κατακρήμνιση. Ωστόσο πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι μεγάλο μέρος του φωσφόρου της ιλύος (περίπου 60-70%) βρίσκεται σε δεσμευμένη μορφή καθώς αντιδρά με το σίδηρο και το ασβέστιο που βρίσκονται στα λύματα.

Η παρουσία νιτρικών στην αναερόβια ζώνη εμποδίζει τον μηχανισμό της απομάκρυνσης του φωσφόρου εξ' αιτίας του ανταγωνισμού των βακτηριδίων της απονιτροποίησης. Πράγματι αυτά χρησιμοποιούν μέρος της οργανικής ουσίας μειώνοντας έτσι την σχέση BOD₅/P που υπάρχει για τα Acinetobacter.

Οι συνθήκες έλλειψης οξυγόνου (stress) δημιουργούνται συνήθως με την προσθήκη μιας **αναερόβιας δεξαμενής**, πριν την ανοξική και αερόβια δεξαμενή, που δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για :

- την παραγωγή πτητικών οξέων από αναερόβια ζύμωση εύκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ενώσεων, και
- κατανάλωση των πτητικών οξέων από πολυφωσφορικά βακτήρια και παράλληλη έκλυση φωσφόρου.

Ο αναερόβιος χρόνος παραμονής πρέπει να είναι αρκετός ώστε να μεγιστοποιείται η απομάκρυνση οργανικού φορτίου από πολυφωσφορικά βακτήρια. Ιδιαίτερα υψηλοί χρόνοι παραμονής μπορεί να έχουν αρνητική επίδραση στην βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου καθώς έχουν σαν αποτέλεσμα την έκλυση φωσφόρου για την παραγωγή ενέργειας για απλή συντήρηση του κυττάρου που δεν συνοδεύεται από απόληψη οργανικών ενώσεων (Barnard 1984). Για αυτό το λόγο δεν συνηθίζεται ο σχεδιασμός της αναερόβιας ζώνης με χρόνους παραμονής μεγαλύτερους από 2,5hr, ενώ χρόνοι παραμονής από 0,25hr έως 1,5hr της μέγιστης παροχής πλέον της ανακυκλοφορίας λάσπης θεωρείται ότι είναι αρκετοί.

Ο απομακρυνόμενος φώσφορος βρίσκεται στην παραγόμενη λάσπη και ακολουθεί την επεξεργασία της.

Στην υπό μελέτη περίπτωση, προβλέπεται αναερόβια (σηπτική) διεργασία ανάντη των βιοαντιδραστήρων όπου παράγεται χωνεμένη λάσπη και απομακρύνεται μαζί με την περίσσεια δευτεροβάθμια λάσπη. **Η ποσότητα του φωσφόρου που δεσμεύεται στην παραγόμενη λάσπη αποτελεί περίπου ένα ποσοστό 1,5% αυτής όταν δεν γίνεται απομάκρυνση του φωσφόρου σε αναερόβια δεξαμενή (σ.σ. βιολογική απομάκρυνση) και δύναται να φτάσει το 4,5% όταν γίνεται [4].**

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, ελέγχεται η καταλληλότητα της διεργασίας όσον αφορά στην **απομάκρυνση φωσφόρου** προκειμένου να διαπιστωθεί η απαίτηση για περαιτέρω επεξεργασία (π.χ. χημική κατακρήμνιση) έτσι, ώστε να επιτυγχάνονται τα απαιτούμενα όρια εκροής των **≤2mg/l** σύμφωνα με την υπ' αριθμ 10/5858/6-9-2016 απόφαση Αντιπεριφερειάρχη Χαλκιδικής (ΦΕΚ 310/Δ/11-10-2016) όπως διορθώθηκε στο ΦΕΚ 136/Δ/16-5-2017 για τον Καθορισμό αποδέκτη διάθεσης των τριτοβάθμια επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (στραγγισμάτων) από την Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ της 3^{ης} Δ.Ε. Χαλκιδικής (Πολυγύρου) :

		SBR-1	SBR-2
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ			
Πραγματική Ημερήσια παροχή σχεδιασμού ⁽¹⁾	m³/d	35,5	30,5
Παροχή λυμάτων στην έξοδο του SBR	m³/d	30,6	29,1
Φορτίο φωσφόρου P εισόδου ⁽²⁾	KgP/d	1,2	0,2
ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΦΩΣΦΟΡΟΥ			
Παραγωγή περίσσειας βιολογικής ιλύος	kg/d	64,44	
Ποσοστό δέσμευσης P επί της παραγόμενης λάσπης	%	1,5%	
Δεσμευμένος Φώσφορος στην παραγόμενη ιλύ	kgP/d	0,97	
Φώσφορος στην έξοδο του αντιδραστήρα	kg/d	0,2	
	mg/l	8,1	
Παροχή λυμάτων στην έξοδο της μονάδας R.O.	m³/d	19,35	
Ποσοστό απομάκρυνσης φωσφόρου στην μονάδα R.O.	%	99%	
Φώσφορος στην εκροή επεξεργασμένων	mg/l	0,07	
Απαιτείται Χημ. Αποφωσφόρωση;		ΟΧΙ	
⁽¹⁾ στους βιοαντιδραστήρες, συμπεριλαμβάνονται τα στραγγίδια προς επανεπεξεργασία			
⁽²⁾ συμπεριλαμβάνεται η προσθήκη δ/τος H ₃ PO ₄			

Με βάση τα δεδομένα σχεδιασμού και τις απαιτήσεις εκροής, **κρίνεται ότι ΔΕΝ απαιτείται επιπλέον πρόβλεψη για τη διεργασία αποφωσφόρωσης (π.χ. χημική κατακρήμνιση)**, προκειμένου να εξασφαλίζονται οι προδιαγραφές για τη συγκέντρωση του φωσφόρου στην απορροή της ΕΕΣ.

2.3.5 Απαιτήσεις οξυγόνου

Στις οξικές ζώνες παρέχεται αέρας, ο οποίος υπολογίζεται έτσι, ώστε να έχει πολλαπλή λειτουργία, ήτοι να :

- δίνει στα λύματα την απαραίτητη ενέργεια ανάδευσης ώστε η ενεργός ιλύς να βρίσκεται διαρκώς σε αιώρηση,

- παρέχει τις απαιτούμενες ποσότητες οξυγόνου έτσι, ώστε να ικανοποιείται η ζήτηση για το BOD₅ και το N για όλες τις συνθήκες λειτουργίας,

Το οξυγόνο χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς για τη σύνθεση νέων κυττάρων και τον ενδογενή μεταβολισμό τους. Ο ρυθμός κατανάλωσης του οξυγόνου για τη σύνθεση, είναι ανάλογος της ποσότητας των οργανικών ουσιών που καταναλώνονται και για τον ενδογενή μεταβολισμό, ανάλογος της μάζας των μικροοργανισμών. Η απαίτηση σε οξυγόνο αναλύεται σε απαίτηση για την αποικοδόμηση των οργανικών ενώσεων (άνθρακας) και απαίτηση για την οξειδωση των ενώσεων του αζώτου. **Η προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα δεν λαμβάνεται υπόψη, καθώς θεωρείται ότι αυτή αναλώνεται κατά την ενδογενή αναπνοή των νιτρικών.**

Η διαστασιολόγηση του συστήματος αερισμού των βιολογικών αντιδραστήρων γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω :

Η μέση ζήτηση οξυγόνου στους βιολογικούς αντιδραστήρες δίνεται από την σχέση:

$$AOR = 0,60 \times B + 4,60 \times N_H - 2,90 \times N_D + 0,072 \times M_S \times 1,07^{(T-20)}$$

όπου AOR : η ημερήσια ζήτηση οξυγόνου

B : η ημερήσια ποσότητα απομακρυνόμενου BOD₅ [kg/d]

N_H : η ημερήσια ποσότητα νιτροποιούμενου αζώτου [kg/d]

N_D : η ημερήσια ποσότητα απονιτροποιούμενου αζώτου [kg/d]

M_S : η ποσότητα ανάμικτου υγρού στον βιολογικό αντιδραστήρα

T : η θερμοκρασία ανάμικτου υγρού [°C]

Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες εφαρμόζεται η σχέση:

$$SOR = \frac{AOR \times C_{20}}{1,024^{(T-20)} \times \alpha \times (\beta \times C_T - DO)}$$

όπου SOR : η ζήτηση οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες [kgO₂/d]

C₂₀ : η συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου σε Τ.Σ. (= 9,08 mg/l)

C_T : η συγκέντρωση κορεσμού σε καθαρό νερό (για θερμοκρασία T°C)

DO : το διαλυμένο οξυγόνο στο ανάμικτο υγρό (DO = 2,0 mg/l)
α : διορθωτικός συντελεστής για το ανάμικτο υγρό (α = 0,85)
β : συντελεστής αναγωγής της συγκέντρωσης κορεσμού (β = 0,95)

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών :

		SBR-1	SBR-2
1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ			
Πραγματική Ημερήσια Παροχή ⁽¹⁾	m³/d	35,5	30,5
Οργανικό φορτίο BOD₅ εισόδου ⁽¹⁾	kgBOD/d	26,3	9,1
Συγκέντρωση BOD ₅ εισόδου, Bo	mgBOD/l	740,4	300,0
Συγκέντρωση BOD ₅ εξόδου, B	mgBOD/l	300	25
Παροχή λυμάτων στην έξοδο	m ³ /d	30,6	29,1
Θερμοκρασία λυμάτων, T	°C	11	11
2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ			
Απομακρυνόμενο BOD ₅	kg/d	17,1	8,4
Νιτρικά προς νιτροποίηση, N _H	kg/d	45,8	15,2
Νιτρικά προς απονιτροποίηση, N _D	kg/d	25,9	12,4
Όγκος βιοαντιδραστήρα, V	m ³	350,0	350,0
Ολική συγκέντρωση MLSS, T	kgSS/m ³	4,50	2,50
Ανάμικτο υγρό στον βιοαντιδραστήρα, M _s	kgSS	1.575	875
3. ΜΕΣΗ ΖΗΤΗΣΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (AOR)			
Συντελεστής θερμοκρασίας, F=1,07 ^(T-20)		0,54	0,54
Ημερήσια ζήτηση οξυγόνου, AOR	kgO₂/d	207,6	73,6
4. ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ - ΑΝΑΓΩΓΗ ΣΕ ΤΥΠΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ			
Συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου σε Τ.Σ., C ₂₀	mg/l	9,08	9,08
Συγκέντρωση κορεσμού σε καθαρό νερό για θερμοκρασία T, C _T	mg/l	11,08	11,08
Διαλυμένο οξυγόνο στο ανάμικτο υγρό, D.O.	mg/l	2,0	2,0
Διορθωτικός συντελεστής για το ανάμικτο υγρό, α	-	0,85	0,85
Συντελεστής αναγωγής της συγκέντρωσης κορεσμού, β	-	0,95	0,95
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας, 1,024 ^(T-20)	-	0,81	0,81

Συνολική απαίτηση οξυγόνου σε Τ.Σ., SOR **kgO₂/d** **322,0** **114,2**

⁽¹⁾ στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή οξυγόνου σε Τυπικές Συνθήκες για τη **δεξαμενή SBR-1** εκτιμάται σε 322,2kgO₂/d (χειμώνας, δυσμενέστερη περίπτωση), οπότε η ελάχιστη ικανότητα οξυγόνωσης, για T_A=2cycles/d x 5,0hr/cycle πρέπει να είναι :

$$322,2 / 10 \simeq 32,2\text{kgO}_2/\text{hr}$$

και αντίστοιχα για τη **δεξαμενή SBR-2** για T_A=2cycles/d x 4,5hr/cycle περίπου 12,7kgO₂/hr

Στις (υφιστάμενες) δεξαμενές ο αερισμός γίνεται από **επιφανειακούς αεριστήρες κατακόρυφου άξονα**. Σε κάθε δεξαμενή έχει τοποθετηθεί ένας (1) επιφανειακός αεριστήρας κατακόρυφου άξονα του οίκου ECOPLANTS Ιταλίας, μοντέλο LSMA25, διαμέτρου πτερωτής 2200mm, εγκατεστημένης ισχύος 18,5kW.

Σε τεχνικά φυλλάδια του κατασκευαστή, η παροχή οξυγόνου για το συγκεκριμένο τύπο αεριστήρα κυμαίνεται από 34,7kgO₂/h έως 46kgO₂/h :

Potenza Motore Motor Power	kW	2,2	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0	110
Diametro Rotore Rotor Diameter	mm	1320						2200				2700				
Velocità di rotazione Rotor speed	giri/min rpm	42	48	51	62	68	82	42	47	52	56	33	35	39	45	50
Trasferimento O ₂ Oxygen Transfer	kgO ₂ /h	4,1	7,5	10,3	14,1	20,7	28,2	34,7	41,3	56,4	69,5	82,3	113	152	186	209
Portata pompata Pumping Rate	m ³ /min	21	25	35	40	45	60	80	100	120	150	170	210	250	290	350

CARATTERISTICHE TECNICHE - TECHNICAL CHARACTERISTICS

Potenza CV - Power CV	3	5.5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125	150	
Potenza KW - Power KW	2.2	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	
Diametro girante Impeller diameter	mm	1230					2200					3000				
Numero giri/min. aeratore R.P.M. rotor ca.		42	48	51	62	72	82	42	47	52	56	60	68	33	36	37
*Trasferimento totale *Total oxygen transfer	Kg O/h	4.8	9	12	17	25	33	46	55	64	80	96	120	160	187	212
Portata mc/min. (stimata) Capacity mc/min		21	24	36	44	48	60	80	100	120	160	180	220	260	300	340
Diametro dello spruzzo Spray diameter	m	3.6		4.2		4.5	5.4			6.6			7.5	8.5		
Dimensioni minime bacino Min. tank dimensions	m	4.5	6	7	8	9	10	11	12	14	14.5	16	17.5	19.5	21	23.5
Dimensioni massime bacino Max tank dimensions	m	8.5	11.5	13.5	16	18	21	21.5	23.5	27.5	29	32	37	39	42.5	47
Minimo livello liquido bacino Min. tank depth suggested	m	1.5						2.0					2.5			
Massimo livello liquido bacino Max tank depth suggested	m	3.5	4.0			4.5		5.0		5.5			6.0			

* MISURATI CON POTENZA ASSORBITA 30 WATT/mc TOLLERANZA $\pm 10\%$

* ESTIMATED WITH ABSORBED POWER 30 WATT/mc TOLERANCE $\pm 10\%$

Για λόγους ασφαλείας, θεωρείται ως παροχή οξυγόνου η (χαμηλότερη) τιμή των 34,7kgO₂/h που ως τεκμαίρεται ανωτέρω (υπερ)**επαρκεί** για τις ανάγκες οξυγόνωσης σε κάθε δεξαμενή SBR.

Θεωρώντας απορροφούμενη ισχύς έκαστου αεριστήρα στο σημείο λειτουργίας του της τάξης των 13,9kW ($\sim 75\%$ της εγκατεστημένης), η ενεργειακή κατανάλωση εκτιμάται περίπου σε

$$34,7 / 13,9 \sim \underline{\underline{2,5\text{KgO}_2/\text{kWh}}} (>2,2\text{KgO}_2/\text{kWh}, \text{ Διεθνείς Προδιαγραφές})$$

Ισχύς ανάδευσης

Σύμφωνα με τις Διεθνείς προδιαγραφές η απαιτούμενη ισχύ ανάδευσης σε συστήματα επιφανειακού αερισμού κυμαίνεται κατ' ελάχιστον από 5-20w/m³ [2]

Για ενεργό όγκο έκαστης δεξαμενής SBR της τάξης των 350m³ και εγκατάσταση ενός (1) αεριστήρα ισχύος 18,5kW με ισχύ στον άξονα της τάξης των 13,9kW, η προσδιδόμενη ισχύς ανάμιξης κατά την πλήρη λειτουργία του, θα ανέρχεται σε

$$P_{av} = 13,9\text{kW} / 350 \simeq 39,7\text{w/m}^3$$

με αποτέλεσμα το περιεχόμενο έκαστης δεξαμενής να βρίσκεται πάντα σε ικανοποιητική αιώρηση και μίξη.

Κατά τη διάρκεια της **ανοξικής φάσης** η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,1 – 0,5mg/l και ως εκ τούτου κρίνεται σκόπιμο να μην χρησιμοποιούνται οι αεριστήρες για την πρόσδοση της απαραίτητης ισχύος ανάδευσης.

Για το λόγο αυτό και την υποβοήθηση της διεργασίας έχουν τοποθετηθεί σε κάθε δεξαμενή πρόσθετες διατάξεις μηχανικής ανάμιξης, ήτοι ένας (1) **υποβρύχιος αναδευτήρας** οριζοντίου άξονα ισχύος 5,5kW που κρίνεται ότι (υπερ)επαρκεί προκειμένου να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη δύναμη ώθησης για την ανάμιξη του υγρού έτσι, ώστε το υγρό περιεχόμενο να βρίσκεται πάντα σε πλήρη αιώρηση και μίξη κατά τη διάρκεια της ανοξικής φάσης.

Κάθε αναμίκτης είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί μόνιμου εγκατεστημένου ικρίωματος άνωθεν.

2.3.6 Απομάκρυνση διαυγαζόντων

Λαμβάνοντας υπόψη (χειμώνας, δυσμενέστερη περίπτωση)

- την ημερήσια εισερχόμενη παροχή στη **δεξαμενή SBR-1** της τάξης των 35,5m³/d (συμπεριλαμβάνονται τα στραγγίδια προς επανεπεξεργασία),
- την ημερήσια παραγωγή περίσσειας λάσπης προς απομάκρυνση από το σύστημα, της τάξης των 5,1m³/d,
- τον επιλεγόμενο χρόνο εκκένωσης, $T_D = 1,0\text{hr}$,
- τον επιλεγόμενο αριθμό ημερήσιων κύκλων λειτουργίας (2c/d),

η αναμενόμενη παροχή διαυγαζόντων από τη **δεξαμενή SBR-1** εκτιμάται σε

$$Q_{D,SBR-1} = \frac{(35,5 - 5,1)\text{m}^3/\text{d}}{2c/d \times 1,0\text{hr}/c} \approx 15\text{m}^3/\text{hr}$$

και αντίστοιχα από τη **δεξαμενή SBR-2** σε

$$Q_{D,SBR-2} = \frac{(30,4 - 1,4)\text{m}^3/\text{d}}{2c/d \times 1,0\text{hr}/c} \approx 14,5\text{m}^3/\text{hr}$$

Για την απομάκρυνση των διαυγαζόντων υφίσταται σε κάθε δεξαμενή SBR μια (1) **υποβρύχια αντλία** παροχής 15m³/hr στο κατάλληλο μανομετρικό έκαστη που κρίνεται ότι **επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας. Η απομάκρυνση των διαυγαζόντων θα ρυθμίζεται με χρονοπρόγραμμα που θα υλοποιείται από το PLC από το ΚΕΛ, βάση του επιθυμητού κύκλου λειτουργίας των δεξαμενών.

2.3.7 Απόρριψη περίσσειας ιλύος

Θεωρώντας πυκνότητα της περίσσειας λάσπης της τάξης του 1,0% δηλαδή 10.000mg/lit

(συνήθεις τιμές 0,8 – 1,2%), ο όγκος της περίσσειας ιλύος για τη δυσμενέστερη περίπτωση της φάσης σχεδιασμού (χειμώνας) στη **δεξαμενή SBR-1** εκτιμάται σε :

$$V_{\text{περ,SBR-1}} \approx \frac{50,5\text{kg/d}}{10\text{kg/m}^3} \approx 5,1\text{m}^3/\text{d}$$

Για την απομάκρυνση της περίσσειας λάσπης από τη δεξαμενή SBR-1 υφίσταται μια (1) **υποβρύχια αντλία** παροχής 15m³/hr στο κατάλληλο μανομετρικό που κρίνεται ότι (υπερ)**επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας.

Αντίστοιχα, ο όγκος της περίσσειας ιλύος για τη δυσμενέστερη περίπτωση της φάσης σχεδιασμού (χειμώνας) στη **δεξαμενή SBR-2** εκτιμάται σε :

$$V_{\text{περ,SBR-2}} \approx \frac{13,9\text{kg/d}}{10\text{kg/m}^3} \approx 1,4\text{m}^3/\text{d}$$

Για την απομάκρυνση της περίσσειας λάσπης από τη δεξαμενή SBR-2 υφίσταται επίσης μια (1) **υποβρύχια αντλία** παροχής 15m³/hr στο κατάλληλο μανομετρικό που κρίνεται ότι (υπερ)**επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας.

2.4 ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

2.4.1 Αυτοκαθαριζόμενο τύμπανο διύλισης

Τα διαυγάζοντα από την 2^η δεξαμενή SBR εισέρχονται σε φίλτρο διύλισης για την περαιτέρω απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών και την εξασφάλιση αποδοτικής λειτουργίας των κατάντη μονάδων.

Έχει εγκατασταθεί αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο διύλισης τύπου τυμπάνου για τη διύλιση των λυμάτων κατά την παροχή εκκένωσης των 15 m³/h με συνολική επιφάνεια διύλισης 2.7m² έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται συγκέντρωση στερεών εξόδου μικρότερη των 25mg/l (άνοιγμα πόρων διηθητικού μέσου 11 μm) και ως εκ τούτου, κρίνεται ότι η μονάδα **επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας. Με κατάλληλο χειρισμό δικλείδων, θα προβλέπεται η παράκαμψη του φίλτρου τυμπάνου προς:

- τη δεξαμενή αποθήκευσης συμπυκνωμάτων ή
- τη μονάδα φίλτρων ενεργού άνθρακα ή
- τη μονάδα αντίστροφης όσμωσης.

Σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας, τα διυλισμένα υγρά θα οδεύουν στη δεξαμενή τροφοδοσίας των φίλτρων ενεργού άνθρακα.

2.4.2 Φίλτρα Ενεργού Άνθρακα

Στην υφιστάμενη εγκατάσταση, προβλέπεται η τελική επεξεργασία των στραγγισμάτων για την περαιτέρω απομάκρυνση οργανικού φορτίου σε δύο (2) διαδοχικές κλίνες ενεργού άνθρακα. Η τροφοδοσία της μονάδας γίνεται από δεξαμενή τροφοδοσίας ενεργού όγκου περίπου 60 m³, μέσω δύο (2) πολυβάθμιων φυγοκεντρικών αντλιών οριζοντίου τύπου (1+1R) του οίκου LOWARA Ιταλίας, μοντέλο FHE4 32-250/07, ρυθμιζόμενης παροχής 0-12m³/h με **inverter**, μανομετρικού 19,4–9 ΜΥΣ και εγκατεστημένης ισχύος 0,75kW έκαστη. Επί του καταθλιπτικού αγωγού τροφοδοσίας έχει εγκατασταθεί **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής** παροχής DN40. Το μανομετρικό των αντλιών τροφοδοσίας επαρκεί τόσο για τη μεταφορά των επεξεργασμένων λυμάτων στη δεξαμενή καθαρών όσο και στη δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης χωρίς να απαιτηθεί ενδιάμεση άντληση.

Για τον περιορισμό των επικαθίσεων στερεών στη δεξαμενή τροφοδοσίας των φίλτρων π.χ. λόγω δυσλειτουργίας του φίλτρου τυμπάνου ή σε περίπτωση ηθελημένης παράκαμψής του, κρίνεται δόκιμη η εγκατάσταση ενός (1) υποβρύχιου αναδευτήρα οριζοντίου άξονα ανάλογης δυναμικότητας, η προσδιδόμενη ισχύς του οποίου πρέπει να εξασφαλίζει ειδική παροχή ανάδευσης $\geq 10\text{w/m}^3$ (Διεθνείς Προδιαγραφές). Συνεπώς, η προσδιδόμενη ισχύς στη δεξαμενή πρέπει να είναι τουλάχιστον :

$$60\text{m}^3 \times 10\text{w/m}^3 \geq 0,6\text{kW}$$

Για λόγους ασφαλείας και με βάση τις προδιαγραφές έγκυρων κατασκευαστών, επιλέγεται ένας (1) **αναδευτήρας** οριζοντίου άξονα ισχύος 2,3kW.

Τα στραγγίσματα τροφοδοτούνται σε δύο (2) διαδοχικά κυλινδρικά φίλτρα πίεσης με κλίνες ενεργού άνθρακα, καθοδικής ροής, διαμέτρου 1592 m, συνολικού ύψους 4,0 m (με τα ποδαρικά στήριξης) και επιφάνειας διύλισης 1,990 m² έκαστο.

Η διαστασιολόγηση και η κατασκευή των φίλτρων κατά την αρχική φάση κρίνεται ότι **επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας, ωστόσο λόγω της πρόβλεψης για εγκατάσταση μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO) θα προβλεφθούν διατάξεις απομόνωσης – παράκαμψης έτσι, ώστε ο χειριστής να επιλέγει τον τρόπο λειτουργίας τους, ήτοι :

- Παράκαμψη των φίλτρων ενεργού άνθρακα προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας R.O. με εγκατάσταση επί του καταθλιπτικού αγωγού των αντλιών τροφοδοσίας της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης

δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πiloto».

- Παράκαμψη των φίλτρων ενεργού άνθρακα και της μονάδας R.O. προς τη δεξαμενή συμπυκνωμάτων με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πiloto».

Περαιτέρω, επειδή κρίνεται ότι επιβάλλεται η αυτοματοποίηση, κατά το δυνατόν, της λειτουργίας των φίλτρων (π.χ. αντίστροφη πλύση, παράκαμψη σε περίπτωση δυσλειτουργίας κλπ), προβλέπεται η τοποθέτηση πνευματικών ενεργοποιητών και των αντίστοιχων βαλβίδων «πiloto» στις υφιστάμενες χειροκίνητες δικλείδες.

2.4.3 Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O.)

Τα βιολογικώς προεπεξεργασμένα στραγγίσματα, τα οποία είναι θα απαλλαγμένα από το μεγαλύτερο ρυπαντικό τους φορτίο καθώς και από τα αιωρούμενα στερεά, θα τροφοδοτούνται σε μονάδα αντίστροφης όσμωσης με σκοπό την σχεδόν πλήρη απομάκρυνση των υπολειπόμενων ρύπων (μη βιοαποικοδομήσιμο COD), αλλά και την κατακράτηση των ιόντων μετάλλου, κλπ στις συστοιχίες των μεμβρανών.

Στην μονάδα αντίστροφης όσμωσης θα γίνεται ο ουσιαστικός διαχωρισμός του διαλυτού και μη, ρυπαντικού φορτίου των στραγγισμάτων με ανάκτηση νερού κατάλληλου για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη και παράλληλη συμπύκνωση του ρυπαντικού φορτίου των στραγγισμάτων στην άλμη.

Η αντίστροφη όσμωση επιτυγχάνει διαχωρισμό και απομάκρυνση των ρύπων με τη χρήση ειδικών ημιπερατών μεμβρανών, οι οποίες πρακτικά δεν επιτρέπουν τη διέλευση των διαλυμένων συστατικών αλλά μόνο του διαλύτη (νερό).

Όταν εκατέρωθεν μιας ημιπερατής μεμβράνης υπάρχουν διαλύματα διαφορετικών συγκεντρώσεων, εμφανίζεται τάση εξισορρόπησης των συγκεντρώσεων αυτών, που μπορεί να πραγματοποιηθεί με το πέρασμα διαλύτη από το αραιότερο προς το πυκνότερο διάλυμα, φαινόμενο που ορίζεται ως όσμωση. Η τάση αυτή εκδηλώνεται ως πίεση στην πλευρά του αραιότερου διαλύματος (οσμωτική πίεση) που είναι μεγαλύτερη όσο πυκνότερο είναι το άλλο διάλυμα.

Αντίστροφα, για την απόληψη καθαρού νερού από διάλυμα θα πρέπει να ασκηθεί πίεση στο διάλυμα με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα, η οποία πίεση θα πρέπει να υπερνικά την οσμωτική πίεση (που θα προκαλούσε ακριβώς αντίθετη ροή του διαλύτη προς το πυκνό διάλυμα).

Η διεργασία της αντίστροφης όσμωσης περιγράφεται από την εξίσωση [8]

$$Q_f = \frac{K_w \times (\Delta P - \Delta \Pi) \times A}{d}$$

Όπου Q_f : η παροχή τροφοδοσίας (m^3/hr)

K_w : ειδικός συντελεστής διαπερατότητας ($m^2/hr/atm$)

ΔP : η διαφορά υδραυλικής πίεσης μεταξύ παροχής τροφοδοσίας και διηθήματος (atm)

$\Delta \Pi$: η διαφορά οσμωτικής πίεσης μεταξύ παροχής τροφοδοσίας και διηθήματος (atm)

A : η επιφάνεια της μεμβράνης (m^2)

D : το πάχος της μεμβράνης (m)

Η αντίσταση R_w στο φαινόμενο της αντίστροφης όσμωσης είναι ανάλογη προς το πάχος της μεμβράνης και αντιστρόφως ανάλογη προς την επιφάνειά της :

$$R_w = \frac{d}{K_w \times A}$$

Ο λόγος ανάκτησης R , ήτοι το ποσοστό % της παροχής που μετατρέπεται σε καθαρό νερό (διήθημα – permeate) δίνεται από τη σχέση :

$$R = \frac{Q_p}{Q_f} \times 100$$

όπου Q_p : η παροχή διηθήματος (m^3/hr)

Από το λόγο ανάκτησης προκύπτει ο συντελεστής συμπύκνωσης CF που περιγράφεται από την εξίσωση

$$CF = \frac{1}{1 - R/100}$$

Ένας σημαντικός όρος της διεργασίας είναι ο λόγος διέλευσης άλατος SP , ο οποίος εκφράζει το ποσοστό των αλάτων της τροφοδοσίας που διαπερνούν τις μεμβράνες μαζί με το διήθημα :

$$SP = \frac{C_p}{C_f} \times 100$$

όπου C_p : η συγκέντρωση διαλυμένων συστατικών στο διήθημα (mg/L)

C_f : η συγκέντρωση διαλυμένων συστατικών στην τροφοδοσία (mg/L)

Το συμπληρωματικό του λόγου διέλευσης, είναι ο λόγος απόρριψης άλατος SR :

$$SR = 100\% - SP$$

Στην πράξη η ροή του νερού και η αφαίρεση των αλάτων είναι πάντα μικρότερες από τις θεωρητικά υπολογιζόμενες, λόγω του φαινομένου της πόλωσης της συγκέντρωσης.

Καθώς το νερό ρέει διαμέσου της επιφάνειας της μεμβράνης και τα άλατα συγκρατούνται από τη μεμβράνη, σχηματίζεται μια οριακή στιβάδα κοντά στην επιφάνεια της μεμβράνης, στην οποία η συγκέντρωση των αλάτων υπερβαίνει τη συγκέντρωση στον υπόλοιπο χώρο.

Η πόλωση της συγκέντρωσης, δηλαδή ο σχηματισμός αυτής της στιβάδας αυξημένης συγκέντρωσης, έχει αρνητικές επιδράσεις στην απόδοση του συστήματος. Η οσμωτική πίεση γίνεται μεγαλύτερη στην επιφάνεια της μεμβράνης από τον υπόλοιπο όγκο του διαλύματος, μειώνοντας την καθαρή διαφορά πίεσης διαμέσου της μεμβράνης (ωθούσα πίεση) και κατά συνέπεια τη ροή του καθαρού νερού. Παράλληλα όμως αυξάνει και η ροή των αλάτων λόγω της μεγαλύτερης συγκέντρωσης στην επιφάνεια της μεμβράνης. Ακόμα αυξάνει η πιθανότητα επικαθίσεων στην επιφάνεια της μεμβράνης των μερικά διαλυτών αλάτων που βρίσκονται τοπικά σε μεγαλύτερη συγκέντρωση, καθώς και η πιθανότητα αποθέσεων κολλοειδών μεγαλομορίων.

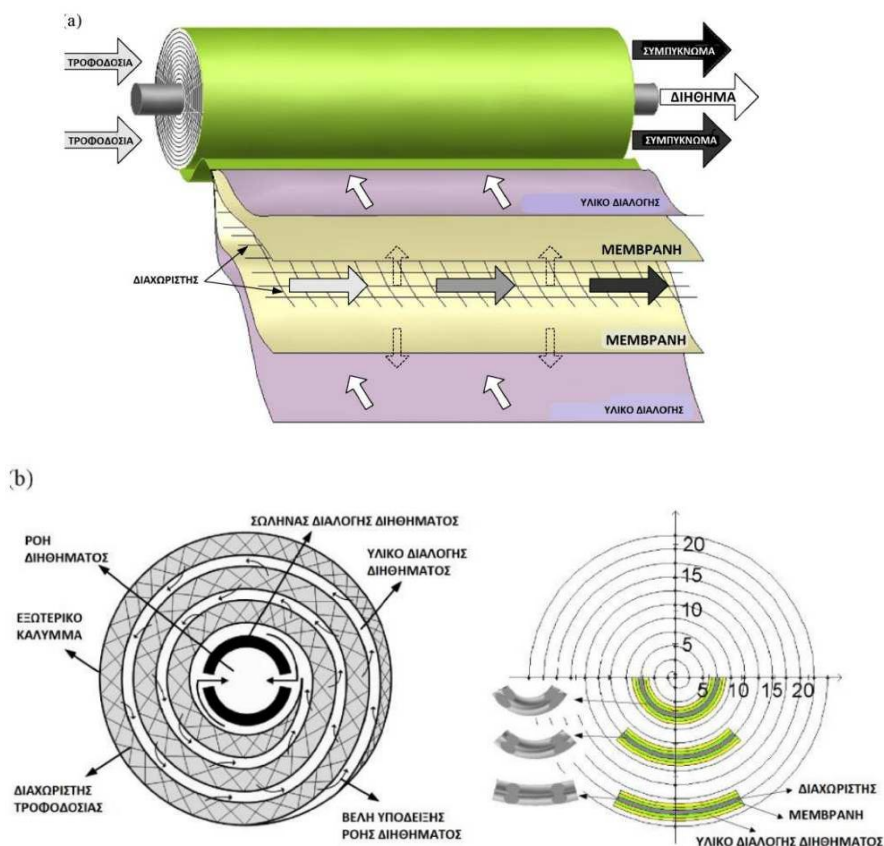
Η πόλωση της συγκέντρωσης αντιμετωπίζεται με την επιλογή μεγαλύτερων ταχυτήτων ροής του διαλύματος και γενικά των συνθηκών ροής με κατάλληλη μηχανική σχεδίαση των μεμβρανών. Οι περιορισμοί της μέγιστης επιτρεπτής μετατροπής της μεμβράνης ή του ελάχιστου των μεμβρανών σχετίζονται με το παραπάνω. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι οι μεμβράνες με την πάροδο του χρόνου χάνουν την απόδοσή τους (π.χ. οι ινώδεις συμπύσσονται, οι μεμβράνες οξικής κυτταρίνης υδρολύονται, κλπ). Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ένας συντελεστής διόρθωσης (*MFDE, membrane flux decline coefficient*) που θ εκφράζει το ποσοστό της ροής νερού της μεμβράνης σε σχέση με την αρχική της ροή, καθώς και ένας συντελεστής διόρθωσης ροής με τη θερμοκρασία (*TCF, temperature correction factor*).

Συνοψίζοντας, ο διαχωρισμός με μεμβράνες είναι μια φυσική διεργασία, ώστε τα συστατικά που διαχωρίζονται δεν υφίστανται κάποια θερμική, χημική ή βιολογική αλλαγή. Λειτουργώντας σε συνθήκες πίεσης, επιτυγχάνει αποτελεσματικό διαχωρισμό ενώσεων χαμηλού μοριακού βάρους και ανόργανων αλάτων. Έτσι, εφαρμόζοντας αντίστροφη όσμωση, μπορούν να επιτευχθούν υψηλά ποσοστά συγκράτησης :

Τυπικές αποδόσεις Αντίστροφης Όσμωσης

	Αντίστροφη όσμωση μονού σταδίου	Αντίστροφη όσμωση δύο σταδίων
Μονοσθενή ιόντα	96% έως 98%	>99,5%
Δισθενή ιόντα	98% έως 99,5%	>99,9%
Αμμώνιο σε pH 6,5	95%	>99,5%
Οργανικές μεγαλομοριακές ενώσεις	99% έως 99,8%	>99,9%

Για την υπό μελέτη περίπτωση προτείνεται **μονάδα αντίστροφης όσμωσης δύο (2) σταδίων** έτσι, ώστε να εξασφαλίζονται οι απαιτήσεις εκροής **με μεμβράνες σπειροειδούς διαμόρφωσης (Spiral Wound)**. Οι εν λόγω μεμβράνες προτιμώνται ευρέως αφενός λόγω του συμπαγούς χαρακτήρα τους (σ.σ. μια μεγάλη περιοχή της μεμβράνης μπορεί να είναι συσκευασμένη σε ένα μικρό όγκο, επιτυγχάνοντας έτσι εξοικονόμηση κόστους από την άποψη π.χ. δοχείων πίεσης, σωληνώσεων, αντλιών) και αφετέρου επειδή ο σπειροειδής σχεδιασμός αυξάνει τη δυνατότητα υψηλής ανάκτησης των συστημάτων και εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της χαμηλής προσφοράς πίεσης.



Σχηματική απεικόνιση μεμβράνης σπειροειδούς διαμόρφωσης (α) όψη, (β) τομή

Η προτεινόμενη μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.) θα εγκατασταθεί εντός εμπορευματοκιβωτίου (container) τυποποιημένων διαστάσεων, όπου θα περιέχεται όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός για την διεργασία της αντίστροφης όσμωσης που θα περιλαμβάνει:

- Διατάξεις προεπεξεργασίας των στραγγισμάτων, φίλτρα άμμου και φυσιγγίων, μετρητή pH, δοσομετρικά συστήματα κ.α.
- Κύκλωμα αντίστροφης όσμωσης υψηλής πίεσης για κάθε στάδιο, αποτελούμενο από αντλία υψηλής πίεσης, συστοιχίες μεμβρανών, εσωτερικές αντλίες για την ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων, μετρητές παροχής, pH, αγωγιμότητας κ.α.
- Αυτοματοποιημένο σύστημα χημικών καθαρισμών των μεμβρανών
- Πίνακες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
- Πλήρες σύστημα αυτοματισμού για την αυτόματη λειτουργία της μονάδας

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ R.O.

Όπως προαναφέρθηκε, σε Κανονικές Συνθήκες οι απορροές των φίλτρων ενεργού άνθρακα θα οδηγούνται προς τη μονάδα αντίστροφης όσμωσης με σκοπό την σχεδόν πλήρη απομάκρυνση των υπολειπόμενων ρύπων (μη βιοαποικοδομήσιμο COD), αλλά και την κατακράτηση των ιόντων μετάλλου, κλπ στις συστοιχίες των μεμβρανών. Στη δεξαμενή θα καταλήγει επίσης το συμπύκνωμα του 2^{ου} σταδίου της μονάδας.

Η μονάδα διαστασιολογείται για την επεξεργασία ποσότητας 55m³/d σύμφωνα με τις απαιτήσεις τις ισχύουσας ΑΕΠΟ.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι:

- η μονάδα θα λειτουργεί ημερησίως για χρόνο 22h/d και,
- ο χρόνος που απαιτείται για πλύσεις της μονάδας εκτιμάται σε 2h/d

ο καθαρός χρόνος λειτουργίας της μονάδας θα είναι της τάξης των $22 - 2 = 20\text{h/d}$.

Επομένως ο απαιτούμενος ημερήσιος χρόνο για αποθήκευση θα είναι: $24 - 20 = 4\text{h/d}$.

Δεδομένου ότι η παροχή τροφοδοσίας (σχεδιασμού) θα είναι 55,0m³/d και ότι η παροχή συμπυκνώματος του 2^{ου} σταδίου υπολογίστηκε σε 6,5m³/d, ο ελάχιστος απαιτούμενος όγκος V_{min} για αποθήκευση – εξισορρόπηση της παροχής πρέπει να είναι της τάξης των:

$$V_{\min} = \frac{(55,0+6,5) \text{ m}^3/\text{d}}{24 \text{ h/d}} * 4 \text{ h} = 10,25 \text{ m}^3$$

Στην ισχύουσα ΑΕΠΟ προτείνεται χωρητικότητα για την εν λόγω δεξαμενή της τάξης των 20 m³.

Στα πλαίσια αυτά εκτιμάται ότι, με μερική ανακατασκευή, η υφιστάμενη δεξαμενή

καθαρών (όπου καταλήγουν τα επεξεργασμένα από τα φίλτρα άνθρακα) ενεργού όγκου 59m^3 δύναται να λειτουργήσει ικανοποιητικά, τόσο για τις ανάγκες αντίστροφης πλύσης των φίλτρων, όσο και για τις ανάγκες εξισορρόπησης της παροχής για την τροφοδοσία της R.O. μέσω μίας (1) διακριτής υποβρύχιας αντλίας ρυθμιζόμενης παροχής με inverter (μία δεύτερη όμοια αντλία θα πρέπει να προβλεφθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη). Ως εκ τούτου, η υφιστάμενη υπερχειλίση προς τη δεξαμενή απολύμανσης καταργείται.

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τις αναμενόμενες αποδόσεις της μονάδας για παροχή σχεδιασμού της τάξης των $55\text{m}^3/\text{d}$ (ΑΕΠΟ) και θεωρώντας ανάκτηση της τάξης του $Y=70\%$ για το 1^ο Στάδιο και $Y=85\%$ για το 2^ο Στάδιο, οι λειτουργικές παράμετροι της μονάδας για τη δυσμενέστερη περίπτωση (χειμώνα) δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί :

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ RO - 1ο ΣΤΑΔΙΟ				
<u>ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ</u>	-	-	-	-
Παροχή τροφοδοσίας συστήματος	Q_o	55,0	m^3/d	
Χρόνος λειτουργίας συστήματος	t_o	20,0	h/d	
Αγωγιμότητα τροφοδοσίας		25.818,7	$\mu\text{S}/\text{cm}$	
Θερμοκρασία	T	15,0	$^{\circ}\text{C}$	
Παροχή τροφοδοσίας 1ου Σταδίου	Q_f	61,5	m^3/d	
		16.234,0	gpd	
	q_f	13,5	gpm	
Παροχή διηθήματος	Q	43,0	m^3/d	
		11.363,8	gpd	
	q_p	9,5	gpm	
Παροχή συμπυκνώματος	Q_c	18,4	m^3/d	
		4.870,2	gpd	
	q_c	4,1	gpm	
Βαθμός ανάκτησης	Y	70,0%		
Συγκέντρωση στερεών τροφοδοσίας	C_f	16.007,6	mg/l	
	m_f	0,400	mole/l	$m_f=C_f/MW, MW=40$
Συγκέντρωση στερεών συμπυκνώματος	C_c	49.623,5	mg/l	
Συγκέντρωση στερεών διηθήματος	C_p	1.600,8	mg/l	

Επιφάνεια Μεμβρανών	S	2.000,0	ft ²	
		185,9	m ²	
Συντελεστής επικαθίσεων	(FF)	0,95		
Εφαρμοζόμενη πίεση τροφοδοσίας	P _f	580,0	psi	
		40,0	bar	
Απαιτούμενη πίεση διηθήματος	P _p	14,5	psi	
		1,0	bar	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	-	-	-	-
Μέση Συγκέντρωση στερεών πλευράς συμπυκνώματος	C _{fc}	32.815,6	mg/l	$C_{fc}=(C_f+C_p)/2$
Βαθμός απόρριψης	R	90,0%		$R=(C_f-C_p)/C_f$
Οσμωτική πίεση τροφοδοσίας	π _f	129,1	psi	$\pi_f=1,12*(273+T)*m_f$
		8,9	bar	
Μέση οσμωτική πίεση διηθήματος	π _p	12,9	psi	$\pi_p=\pi_f*(1-R)$
		0,9	bar	
Συντελεστής πόλωσης συγκέντρωσης	pf	1,43		$pf=EXP(0,7*Y)$, DOW-FILMTEC
Μέση οσμωτική πίεση πλευράς συμπυκνώματος	π	379,0	psi	$\pi=\pi_f*(C_{fc}/C_f)*(pf)$
		26,2	bar	
Μέση παροχή πλευράς συμπυκνώματος	q _{fc}	8,8	gpm	$q_{fc}=(q_f+q_c)/2$
Μέση πτώση πίεσης πλευράς συμπυκνώματος	ΔP _{fc}	0,4	psi	$\Delta P_{fc}=0,01*q_{fc}^{1,7}$
		0,0	bar	
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας	(TCF)	0,70		$(TCF)=EXP\{3020*[1/298-1/(273+T)]\}$
Διαπερατότητα νερού	A	0,0521	gfd/psi	$A=0,07-0,0001*(\pi-200)$
Υπολογιζόμενη Παροχή διηθήματος	Q _{calc}	13.867,5	gpd	$Q_{calc} = A*S*(TCF)*(FF)*(P_f-\Delta P_{fc}/2-P_p-\pi+\pi_p)$
		52,4	m ³ /d	
Έλεγχος Q_{calc}-Q>0		9,4	m³/d	ΔΕΚΤΟ
Ειδική ροή διηθήματος (FLUX)	FLUX	5,68	gfd	FLUX=Q/S
		11,57	l/m ² .h	
Χρόνος λειτουργίας για παροχή τροφ. συστήματος Q _o '=30 m ³ /d	t	10,9	h	$t=Q_o'/Q_o*t_o$

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ RO - 2ο ΣΤΑΔΙΟ				
ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	-	-	-	-
Παροχή τροφοδοσίας συστήματος	Q _o	55,0	m ³ /d	
Χρόνος λειτουργίας συστήματος	t _o	20,0	h/d	
Αγωγιμότητα τροφοδοσίας		2.581,9	μS/cm	
Θερμοκρασία	T	15,0	°C	
Παροχή τροφοδοσίας 2ου Σταδίου	Q _f	43,0	m ³ /d	
		11.363,8	gpd	
	q _f	9,5	gpm	
Παροχή διηθήματος	Q	36,6	m ³ /d	
		9.659,2	gpd	
	q _p	8,0	gpm	
Παροχή συμπυκνώματος	Q _c	6,5	m ³ /d	
		1.704,6	gpd	
	q _c	1,4	gpm	
Βαθμός ανάκτησης	Y	85,0%		
Συγκέντρωση στερεών τροφοδοσίας	C _f	1.600,8	mg/l	
	m _f	0,040	mole/l	m _f =C _f /MW, MW=40
Συγκέντρωση στερεών συμπυκνώματος	C _c	9.764,6	mg/l	
Συγκέντρωση στερεών διηθήματος	C _p	160,1	mg/l	
Επιφάνεια Μεμβρανών	S	1.200,0	ft ²	
		111,5	m ²	
Συντελεστής επικαθίσεων	(FF)	0,95		
Εφαρμοζόμενη πίεση τροφοδοσίας	P _f	220,0	psi	
		15,2	bar	
Απιτούμενη πίεση διηθήματος	P _p	14,5	psi	
		1,0	bar	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	-	-	-	-
Μέση Συγκέντρωση στερεών πλευράς συμπυκνώματος	C _{fc}	5.682,7	mg/l	C _{fc} =(C _f +C _p)/2
Βαθμός απόρριψης	R	90,0%		R=(C _f -C _p)/C _f
Οσμωτική πίεση τροφοδοσίας	Π _f	12,9	psi	Π _f =1,12*(273+T)*m _f
		0,9	bar	

Μέση οσμωτική πίεση διηθήματος	Π_p	1,3	psi	$\Pi_p = \Pi_f \cdot (1-R)$
		0,1	bar	
Συντελεστής πόλωσης συγκέντρωσης	p_f	1,61		$p_f = \text{EXP}(0,7 \cdot Y)$, DOW-FILMTEC
Μέση οσμωτική πίεση πλευράς συμπεκνώματος	Π	73,9	psi	$\Pi = \Pi_f \cdot (C_{fc}/C_f) \cdot (p_f)$
		5,1	bar	
Μέση παροχή πλευράς συμπεκνώματος	q_{fc}	5,4	gpm	$q_{fc} = (q_f + q_c)/2$
Μέση πτώση πίεσης πλευράς συμπεκνώματος	ΔP_{fc}	0,2	psi	$\Delta P_{fc} = 0,01 \cdot q_{fc}^{1,7}$
		0,0	bar	
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας	(TCF)	0,70		$(TCF) = \text{EXP}\{3020 \cdot [1/298 - 1/(273+T)]\}$
Διαπερατότητα νερού	A	0,1096	gfd/psi	$A = 0,125 - 0,011 \cdot [(n-25)/35]$
Υπολογιζόμενη παροχή διηθήματος	Q_{calc}	11.672,0	gpd	$Q_{calc} =$ $= A \cdot S \cdot (TCF) \cdot (FF) \cdot (P_f - \Delta P_{fc}/2 - P_p - \Pi + \Pi_p)$
		44,1	m ³ /d	
Έλεγχος $Q_{calc} - Q > 0$		7,5	m³/d	ΔΕΚΤΟ
Ειδική ροή διηθήματος (FLUX)	FLUX	8,05	gfd	FLUX=Q/S
		16,39	l/m ² .h	
Χρόνος λειτουργίας για παροχή τροφ. συστήματος $Q_o' = 30 \text{ m}^3/\text{d}$	t	10,9	h	$t = Q_o'/Q_o \cdot t_o$

Οι υπολογισμοί έγιναν σύμφωνα με το εγχειρίδιο της εταιρείας DOW: "FILMTEC™ Reverse Osmosis Membranes, Technical Manual".

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ

Κατά τη λειτουργία της μονάδας αντίστροφης όσμωσης παράγονται συμπεκνώματα που οδηγούνται σε δεξαμενή και αντλιοστάσιο προς επανατροπή στο κυρίως σώμα του ΧΥΤΑ (βλ. επόμενη παράγραφο)

ΣΥΝΟΨΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Λαμβάνοντας υπόψη ως παροχή σχεδιασμού της μονάδας της τάξης των 55m³/d (ΑΕΠΟ) και συγκεντρώσεις ρύπων αυτές από την έξοδο του φίλτρου διήθησης κρίνεται ρεαλιστικός λόγος ανάκτησης τουλάχιστον της τάξης του 65% για την μονάδα αντίστροφης όσμωσης και οι αναμενόμενες αποδόσεις παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί :

1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ - ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ		
<u>ΧΡΟΝΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ</u>		
Ημερήσιος συνολικός χρόνος λειτουργίας μονάδας	h	22,0
Ημερήσιος χρόνος απαιτούμενων εκπλύσεων μονάδας	h	2,0
Ημερήσιος πραγματικός χρόνος λειτουργίας μονάδας	h	20,0
<u>ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ</u>		
Παροχή σχεδιασμού ⁽¹⁾	m³/d	55,0
	m³/h	2,8
Παροχή Ανακυκλοφορίας συμπυκνώματος 2ου σταδίου ⁽²⁾	m ³ /d	6,5
	m ³ /h	0,3
Μέγιστος ρυθμός ροής διηθήματος (FLUX) 1ου σταδίου	l/m ² .h	12,0
Μέγιστος ρυθμός ροής διηθήματος (FLUX) 2ου σταδίου	l/m ² .h	20,0
Ρυθμός ανάκτησης 1ου σταδίου	%	70%
Ρυθμός ανάκτησης 2ου σταδίου	%	85%
Ελάχιστος Συνολικός Ρυθμός ανάκτησης, R (min)	%	65%
Θερμοκρασία υγρών	°C	11
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ		
<u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ</u>		
Ελάχιστος απαιτούμενος ημερήσιος χρόνος αποθήκευσης	h	4,0
Παροχή εισόδου στη δεξαμενή τροφοδοσίας	m ³ /d	61,5
Ελάχιστος απαιτούμενος όγκος αποθήκευσης δεξαμενής	m ³	10,2
Μήκος υφιστάμενης δεξαμενής	m	4,75
Πλάτος υφιστάμενης δεξαμενής	m	3,10
Ωφέλιμο ύψος υγρών υφιστάμενης δεξαμενής	m	4,00
Όγκος υφιστάμενης δεξαμενής	m ³	58,90
Απαιτούμενος όγκος για πλήση φίλτρων ενεργού άνθρακα	m ³	15,00
Ωφέλιμος όγκος εξισορρόπησης υφιστάμενης δεξαμενής	m ³	43,90
Ημερήσιος χρόνος αποθήκευσης προτεινόμενης δεξαμενής	h	17,14
<u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ</u>		
Παροχή συμπυκνώματος 1ου σταδίου	m ³ /h	0,9
	m ³ /d	18,4
Μήκος προτεινόμενης δεξαμενής	m	7,95
Πλάτος προτεινόμενης δεξαμενής	m	3,50
Ωφέλιμο ύψος υγρών προτεινόμενης δεξαμενής	m	4,00
Όγκος προτεινόμενης δεξαμενής	m ³	111,30

Χρόνος αποθήκευσης προτεινόμενης δεξαμενής	d	6,04
<u>ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΜΟΝΑΔΑΣ</u>		
Παροχή αντλιών τροφοδοσίας μονάδας	m ³ /h	3,1
Απαιτούμενη πίεση εισροής στη μονάδα	bar	1,0
Παροχή αντλιών τροφοδοσίας 1ου σταδίου	m ³ /h	3,1
Πίεση εκροής αντλιών τροφοδοσίας 1ου σταδίου	bar	40,0
Παροχή αντλιών τροφοδοσίας 2ου σταδίου	m ³ /h	2,2
Πίεση εκροής αντλιών τροφοδοσίας 2ου σταδίου	bar	16,0
Παροχή αντλιών διηθήματος 2ου σταδίου	m ³ /h	6,5
Πίεση εκροής αντλιών διηθήματος 2ου σταδίου	bar	1,5
<u>ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ</u>		
Παροχή σχεδιασμού της μονάδας	m ³ /h	2,8
Παροχή τροφοδοσίας 1ου σταδίου	m ³ /h	3,1
Παροχή συμπυκνώματος 1ου σταδίου	m ³ /h	0,9
Παροχή τροφοδοσίας 2ου σταδίου	m ³ /h	2,2
Παροχή συμπυκνώματος 2ου σταδίου (ανακυκλοφ. προς δεξ. τροφοδοσίας)	m ³ /h	0,3
Παροχή διηθήματος 2ου σταδίου	m ³ /h	1,8
Συνολικός Ρυθμός ανάκτησης, R	%	66,5%
<u>ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ</u>		
Ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια μεμβρανών 1ου σταδίου	m ²	179,2
Ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια μεμβρανών 2ου σταδίου	m ²	91,4
3. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΑΣ		
<u>ΒΑΘΜΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΦΟΡΤΙΩΝ</u>		
Βαθμός απόρριψης BOD ₅	%	99,0%
Βαθμός απόρριψης COD	%	99,0%
Βαθμός απόρριψης TN	%	90,5%
<u>ΦΟΡΤΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ</u> ⁽³⁾		
Οργανικό φορτίο BOD ₅ εισόδου	kgBOD/d	0,3
Συγκέντρωση BOD ₅ εισόδου	mgBOD/l	11,8
Οργανικό φορτίο COD εισόδου	kgbCOD/d	156,1
Συγκέντρωση bCOD εισόδου	mgbCOD/l	5362,4
Φορτίο αζώτου TN εισόδου	KgN/d	1,3
Συγκέντρωση αζώτου TN εισόδου	mgN/l	44,2
<u>ΦΟΡΤΙΑ ΕΞΟΔΟΥ - Διήθημα (permeate)</u>		
Οργανικό φορτίο BOD ₅ , διηθήματος	kgBOD/d	0,0

Συγκέντρωση BOD ₅ , διηθήματος	mgBOD/l	0,1
Οργανικό φορτίο COD , διηθήματος	kgbCOD/d	1,0
Συγκέντρωση COD, διηθήματος	mgCOD/l	51,5
Φορτίο αζώτου TN , διηθήματος	KgN/d	0,1
Συγκέντρωση αζώτου TN, διηθήματος	mgN/l	4,2
ΦΟΡΤΙΑ ΕΞΟΔΟΥ - Συμπύκνωμα (concentrate)		
Οργανικό φορτίο BOD ₅ , συμπυκνώματος	kgBOD/d	0,3
Συγκέντρωση BOD ₅ , συμπυκνώματος	mgBOD/l	35,0
Οργανικό φορτίο COD , συμπυκνώματος	kgbCOD/d	155,1
Συγκέντρωση COD συμπυκνώματος	mgCOD/l	15895,6
Φορτίο αζώτου TN , συμπυκνώματος	KgN/d	1,2
Συγκέντρωση αζώτου TN, συμπυκνώματος	mgN/l	123,5

(1) λαμβάνεται η παροχή που ορίζει η ΑΕΠΟ

(2) επιλέγεται η παροχή που υπολογίζεται από το ισοζύγιο μάζας της RO

(3) επιλέγονται οι Συγκεντρώσεις εκροής του φίλτρου διήθησης

Το διήθημα (permeate) του 2ου σταδίου αποθηκεύεται προσωρινά σε ενδιάμεση δεξαμενή συλλογής για να οδηγηθεί στη συνέχεια μέσω αντλίας, είτε προς τη δεξαμενή απολύμανσης, είτε για αντίστροφη πλύση (όποτε είναι απαραίτητα) του φίλτρου άμμου.

Σημειώνεται ότι, θεωρώντας απομάκρυνση χλωριόντων της τάξης του 98% στη μονάδα αντίστροφης όσμωσης, το διήθημα αναμένεται να έχει συγκεντρώσεις πολύ μικρότερες του επιτρεπτού ορίου για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη, καθώς σχεδόν το σύνολο αυτών θα καταλήγει στο συμπύκνωμα.

Το συμπύκνωμα (concentrate), όπου συγκεντρώνονται όλα τα συστατικά των στραγγισμάτων, μπορεί να υποστεί διάφορους εναλλακτικούς τρόπους διάθεσης, όπως:

- Καύση σε κατάλληλα εξοπλισμένα συστήματα για διάθεση υψηλά μολυσμένων ρευστών.
- Στερεοποίηση με διάφορα συνδετικά υλικά και επακόλουθη απόθεση στον ΧΥΤΑ.
- Ελεγχόμενη διήθηση εντός του ΧΥΤΑ, με στόχο την βελτίωση της συμπεριφοράς του ως βιο-αντιδραστήρα.

Από τους παραπάνω τρόπους διάθεσης του συμπυκνώματος, συχνότερα επιλέγεται η ελεγχόμενη διήθηση στον ΧΥΤΑ, καθώς εμφανίζει πλεονεκτήματα από την ενεργειακή σκοπιά (π.χ. η οργανική ύλη δεν αποπλένεται από το ΧΥΤΑ, ώστε παραμένει εκεί

συμβάλλοντας στην παραγωγή βιοαερίου), οικολογική (οι ρυπαντές επιστρέφουν στην πηγή) αλλά και οικονομική σκοπιά (έχει το χαμηλότερο κόστος).

Αν και φαίνεται ότι η ελεγχόμενη διήθηση στον ΧΥΤΑ μπορεί να οδηγεί σε αύξηση της περιεκτικότητας των ρύπων των στραγγισμάτων, στην πράξη δεν έχει αποδειχτεί κάτι τέτοιο αλλά σταθεροποίηση της περιεκτικότητας των ρύπων, που αποδίδεται στους εξής λόγους :

- Ο ΧΥΤΑ λειτουργεί ως βιο-αντιδραστήρας, ώστε επιφέρει βιοχημική αποικοδόμηση στο συμπύκνωμα.
- Οι μικρο-οργανισμοί κατά τον μεταβολισμό των απορριμμάτων προκαλούν αποσύνθεση οργανικής και ανόργανης ύλης με μορφή επικαθήσεων (βακτηριογένεση) που αποτελούνται από οξείδια, σουλφίδια και ανθρακικές ενώσεις.
- Τα βαρέα μέταλλα συγκρατούνται με προσρόφηση στις επιφάνειες των περιεχομένων του ΧΥΤΑ, όπως στα αργιλικά ορυκτά ή στις χουμικές ενώσεις.
- Συμβαίνουν διεργασίες κρυστάλλωσης και δημιουργίας ορυκτών, κατά τις οποίες σχηματίζονται και επικάθονται στον ΧΥΤΑ αδιάλυτα άλατα.
- Λαμβάνουν χώρα χημικές ανόργανες διεργασίες, κατά τις οποίες δημιουργούνται ιζήματα ανθρακικών, θειούχων και θειικών ενώσεων.

2.5 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ – ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ

2.5.1 Απολύμανση

Η μέση συγκέντρωση κολοβακτηριδίων σε ανεπεξέργαστα λύματα λαμβάνεται ίση με :

$$\text{Colif}_{\text{in}} = 10^7 \text{ TC}/100\text{ml}$$

ενώ κατά τη συμβατική βιολογική επεξεργασία το μικροβιακό φορτίο θεωρείται ότι μειώνεται κατά $2,0\log_{10}$ (Διεθνείς Προδιαγραφές) κι επομένως ο αριθμός των κολοβακτηριδίων πριν το στάδιο της απολύμανσης (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η μονάδα RO) εκτιμάται σε :

$$\text{Colif}_{\text{eff}} \simeq 10^5 \text{ TC}/100\text{ml}$$

Μετά το στάδιο απολύμανσης, η συγκέντρωση των κολοβακτηριδίων απαιτείται να μην υπερβαίνει τα 100TC/100ml κι επομένως, η απαιτούμενη μείωση κολοβακτηριδίων πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον της τάξης των

$$N_0/N = 10^5 / 100 \simeq 1000$$

όπου N_0 : αρχική συγκέντρωση βακτηριδίων ($Colif_{eff}$)

N : τελική συγκέντρωση βακτηριδίων

Το ιδεατό μοντέλο για απολύμανση ακολουθεί κινητική εξίσωση πρώτης τάξης

$$t = 1/k \ln (N_0/N)$$

K : σταθερά απενεργοποίησης

t : χρόνος έκθεσης, min

Η συγκέντρωση C του υπολειμματικού χλωρίου, δίνεται από τον τύπο

$$N/N_0 = (1 + 0,23 \times C \times t)^{-3}$$

ενώ η απαιτούμενη δόση C_0 χλωρίου σε mg/l έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη μείωση κολοβακτηριδίων, δίνεται από τον τύπο

$$C_0 = C / (0,7 \times e^{-0,003t})$$

Σύμφωνα με τις Διεθνείς Προδιαγραφές μια μονάδα απολύμανσης απαιτείται να διαστασιοποιείται με ελάχιστο χρόνο παραμονής της τάξης των 30min για την παροχή σχεδιασμού.

Αν και επί της ουσίας η ωριαία παροχή επεξεργασμένων προς απολύμανση είναι το διήθημα της RO ($\approx 2m^3/hr$), για το σχεδιασμό της διεργασίας λαμβάνεται υπόψη η μέγιστη δυνατή παροχή των $15m^3/hr$ (παροχή εκκένωσης SBR-2) κι επομένως ο ελάχιστος απαιτούμενος όγκος υπολογίζεται σε:

$$V_1 \geq 15m^3/hr \times 30/60 = 7,5m^3$$

Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η υφιστάμενη δεξαμενή μαιανδρικής ροής δύο (2) καναλιών διαστάσεων $5,25 \times 0,80 \times 1,40m$ ($H_{\omega\phi}$) και ωφέλιμου όγκου της τάξης των $5,9m^3$ έκαστο με συνολική χωρητικότητα της τάξης των $11,76m^3$ που (υπερ)**επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας εξασφαλίζοντας χρόνο παραμονής για την παροχή εκκένωσης των $15m^3/hr$ της τάξης των **47min**.

Με βάση τα ανωτέρω, εκτιμάται συγκέντρωση C υπολειμματικού χλωρίου της τάξης των $0,8mg/l$ για τη φάση σχεδιασμού και την παροχή των $15m^3/hr$, ενώ η απαιτούμενη δόση C_0 υπολογίζεται σε $1,4mg/l$ και η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου εκτιμάται σε $\approx 21gr/hr$

Με περιεκτικότητα δ/τος NaOCl σε χλώριο 14% η απαιτούμενη ποσότητα, για την ωριαία παροχή της φάσης σχεδιασμού στη μονάδα θα είναι περίπου $0,15lt/hr$ και η ημερήσια κατανάλωση διαλύματος NaOCl εκτιμάται περίπου σε $0,3lt/d$.

Η δοσομέτρηση του διαλύματος προτείνεται να γίνεται μέσω των δύο (2) υφιστάμενων

δοσομετρικών αντλιών (1+1R) δυναμικότητας έως και 4,0 L/h. Τα αντλητικά συγκροτήματα και το δοχείο αποθήκευσης του διαλύματος είναι εγκατεστημένα σε (υφιστάμενο) παράπλευρο στεγασμένο χώρο.

2.5.2 Δεξαμενές και Α/Σ επεξεργασμένων – συμπυκνώματος RO

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα μετά την απολύμανση οδηγούνται σε δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων, ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η δεξαμενή εξυπηρετεί σήμερα στην αποθήκευση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων για την τροφοδοσία του συστήματος ανακυκλοφορίας εντός του Χ.Υ.Τ.Α. Κατασκευάστηκε δεξαμενή αποθήκευσης συνολικού ενεργού όγκου 146m³, διαστάσεων 5,25 x 7,95 x 3,5m (Μ x Π x βάθος υγρού), στην οποία είναι εγκατεστημένο και το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας των επεξεργασμένων στραγγισμάτων. Το αντλιοστάσιο αποτελείται από δύο (2) υποβρύχies αντλίες (1+1R) παροχής 17,5m³/h σε κατάλληλο μανομετρικό και εγκατεστημένης ισχύος 7,4kW έκαστη, ικανές για την ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων στο κύριο σώμα του Χ.Υ.Τ.Α.

Ως προαναφέρεται, η δεξαμενή διαχωρίζεται με τοίχιο από οπλισμένο σκυρόδεμα έτσι, ώστε να δημιουργηθούν δύο (2) διακριτά τμήματα :

- Τμήμα διαστάσεων 7,95 x 1,50 x 3,8m (Μ x Π x βάθος υγρού) ενεργού όγκου 45,3m³ που θα λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης των επεξεργασμένων
- Τμήμα διαστάσεων 7,95 x 3,50 x 4,0m (Μ x Π x βάθος υγρού) ενεργού όγκου 111,3m³ που θα λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας R.O. Το τμήμα αυτό θα καλυφθεί άνωθεν με πολυκαρβονικά φύλλα έτσι, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος εξωτερικής επιμόλυνσης.

Εκ των δύο (2) υφιστάμενων αντλιών προτείνεται να τοποθετηθεί μια (1) ανά διακριτό τμήμα της δεξαμενής, ενώ μια τρίτη νέα όμοια αντλία θα παραδοθεί ως κοινή **εφεδρεία** στην αποθήκη.

Το υφιστάμενο δίκτυο ανακυκλοφορίας στο ΧΥΤΑ θα διατηρηθεί έτσι, ώστε μέσω των αντλιών να απορρίπτεται αφενός το συμπύκνωμα της μονάδας R.O. και αφετέρου μέρος των επεξεργασμένων για τη διατήρηση της υγρασίας εντός του απορριμματού ανάγλυφου (κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες).

Σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας τα επεξεργασμένα θα υπερχειλίζουν σε παράπλευρο

(νέο) φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας έτσι, ώστε μέσω βαρυτικού αγωγού να διατίθενται στο φυσικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα).

2.6 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΑΣΠΗΣ

Η περίσσεια λάσπη θα οδηγείται προς την υφιστάμενη δεξαμενή αποθήκευσης – πάχυνσης απ' όπου θα αντλείται περιοδικά προς απόρριψη στο σώμα του ΧΥΤΑ (σ.σ. θεωρείται εσωτερικό απόβλητο).

2.6.1 Δεξαμενή αποθήκευσης – πάχυνσης

Δεδομένα Σχεδιασμού (χειμώνας, δυσμενέστερη περίπτωση)

Ποσότητα λάσπης προς επεξεργασία	$\simeq 64,4\text{kg/d}$ ($\simeq 6,5\text{m}^3/\text{d}$)
Συγκέντρωση στερεών στην ιλύ προς πάχυνση	$\simeq 10,0\text{kg/m}^3$
Συγκέντρωση στερεών στην παχυμένη ιλύ	$\simeq 20\text{kg/m}^3$
Συγκράτηση στερεών	$\simeq 90\%$
Φόρτιση στερεών	$\leq 40\text{kgSS/m}^2 \text{ d}$
Επιφανειακή Φόρτιση	$\leq 7,5\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$

Για τις ανάγκες της υφιστάμενης εγκατάστασης έχει κατασκευαστεί μια (1) δεξαμενή πάχυνσης από οπλισμένο σκυρόδεμα τετραγωνικής διατομής με διαστάσεις κάτοψης 3,0 x 3,0 m και πλευρικό ωφέλιμο βάθος υγρών 3,5m. Ο πυθμένας της δεξαμενής έχει διαμορφωθεί με κλίση προς το κέντρο > 1:1, σε μορφή πυραμίδας, για τη διευκόλυνση της συλλογής λάσπης στο κάτω μέρος.

Η επιφάνεια του παχυντή ανέρχεται σε 9.0 m² και ο ωφέλιμος όγκος σε 31.5m³. Ως εκ τούτου, η υφιστάμενη δεξαμενή (υπερ)**επαρκεί** καθώς εξασφαλίζει φόρτιση στερεών της τάξης των 7,2kgSS/m² d και επιφανειακή φόρτιση της τάξης των 0,7m³/m² d

Επιπρόσθετα σημειώνεται ότι εξασφαλίζεται χρόνος παραμονής της λάσπης της τάξης των 4,8d (σ.σ. χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η περαιτέρω συμπύκνωσή της).

Θεωρώντας συγκράτηση στερεών της τάξης του 90% και συγκέντρωση παχυμένης λάσπης περίπου 2% η παχυμένη ιλύς προς απομάκρυνση υπολογίζεται σε

$$V_{\text{ΠΑΧ.}} = 0,90 \times 64,4 / 20 \simeq 2,9 \text{ m}^3/\text{d}$$

Με βάση τα παραπάνω, ο όγκος των στραγγιδίων προς επανεπεξεργασία εκτιμάται σε

$$V_{\text{στρ, B}} = V - V_{\text{παχ}} = 6,5 - 2,9 \simeq 3,6 \text{ m}^3/\text{d}$$

Τα διαυγάζοντα υγρά απομακρύνονται μέσω πλευρικού συστήματος απαγωγής, το οποίο αποτελείται από τρεις (3) πλευρικούς αγωγούς υπερχειλίσσης DN100, από ανοξείδωτο χάλυβα, τοποθετημένους ανά 1,0m από τη μέγιστη στάθμη εντός του παχυντή. Ο αγωγός, ο οποίος είναι τοποθετημένος στο ύψος της μέγιστης στάθμης αποτελεί τον αγωγό υπερχειλίσσης, ενώ οι άλλοι δύο οι οποίοι είναι τοποθετημένοι χαμηλότερα απομονώνονται με χειροκίνητες δικλείδες τύπου πεταλούδας. Για την αναβάθμιση της διεργασίας προβλέπεται η αυτοματοποίηση της λειτουργίας απαγωγής των διαυγαζόντων της δεξαμενής πάχυνσης, με την τοποθέτηση δύο (2) πνευματικών ενεργοποιητών και των αντίστοιχων βαλβίδων «πιλότου» στις υφιστάμενες χειροκίνητες δικλείδες.

2.6.2 Απαγωγή παχυμένης ιλύος

Η συμπυκνωμένη ιλύς που συγκεντρώνεται στη χοάνη του πυθμένα της δεξαμενής απομακρύνεται με αντλίες προς τους χώρους απόθεσης του Χ.Υ.Τ.Α., οι οποίες εγκαθίστανται σε παράπλευρο αντλιοστάσιο. Για την απομάκρυνση της παχυμένης λάσπης τοποθετήθηκαν δύο (2) αντλίες θετικής εκτόπισης (1+1R) του οίκου PCM Γαλλίας, τύπου 25M6S, παροχής $1,0 \text{ m}^3/\text{h}@40\text{m}$ και εγκατεστημένης ισχύος 1,5kW έκαστη, που κρίνεται ότι (υπερ)**επαρκούν** για τις ανάγκες της διεργασίας. Επειδή ωστόσο οι αντλίες έχουν υποστεί ανεπανόρθωτη βλάβη λόγω πλημμύρας του αντλιοστασίου, προτείνεται **να αντικατασταθούν** με δύο (2) νέες παρόμοιας δυναμικότητας.

2.6.3 Φρεάτιο ακαθάρτων

Οι αγωγοί υπερχειλίσσης – απομάκρυνσης των διαυγαζόντων της δεξαμενής πάχυνσης ενώνονται σε κοινό αγωγό, ο οποίος οδηγεί τα υγρά προς υφιστάμενο αντλιοστάσιο ακαθάρτων διαστάσεων $2,0 \times 0,8 \times 1,5\text{m}$ ($H_{\omega\phi}$) με ωφέλιμο όγκο υγρού θαλάμου $2,4 \text{ m}^3$ όπου επίσης καταλήγουν τα υγρά από τις αντίστροφες πλύσεις των φίλτρων ενεργού άνθρακα και του αυτοκαθαριζόμενου φίλτρου.

Στο αντλιοστάσιο σήμερα είναι εγκατεστημένη μια (1) υποβρύχια αντλία παροχής της τάξης των $15 \text{ m}^3/\text{hr}$ στο κατάλληλο μανομετρικό για την επανατροπή των ακαθάρτων στη

δεξαμενή SBR-1 προς επανεπεξεργασία.

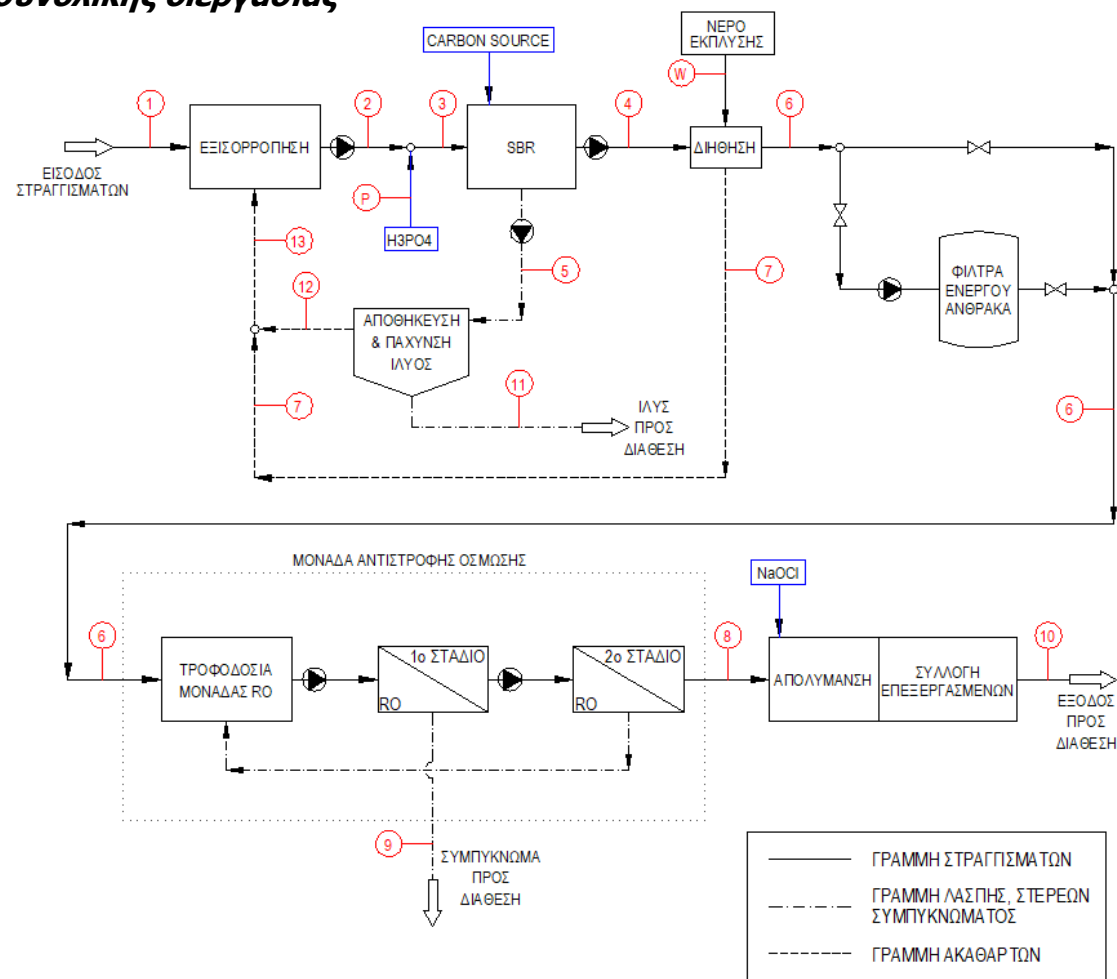
Ωστόσο, ως ορθότερη πρακτική κρίνεται τα ακάθαρτα να καταλήγουν στη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων έτσι, ώστε να επανατρέπονται προς επανεπεξεργασία στην εγκατάσταση με την λοιπή εξισορροπημένη παροχή.

Για το λόγο αυτό, προτείνεται η αλλαγή χρήσης του υφιστάμενου Α/Σ ακαθάρτων σε απλό φρεάτιο συλλογής απ' όπου μέσω νέου βαρυτικού αγωγού τα ακάθαρτα θα οδεύουν μέσω βαρυτικού αγωγού στην υφιστάμενη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων.

Η υφιστάμενη υποβρύχια αντλία θα αποξηλωθεί, συντηρηθεί και παραδοθεί ως **εφεδρεία** στην αποθήκη.

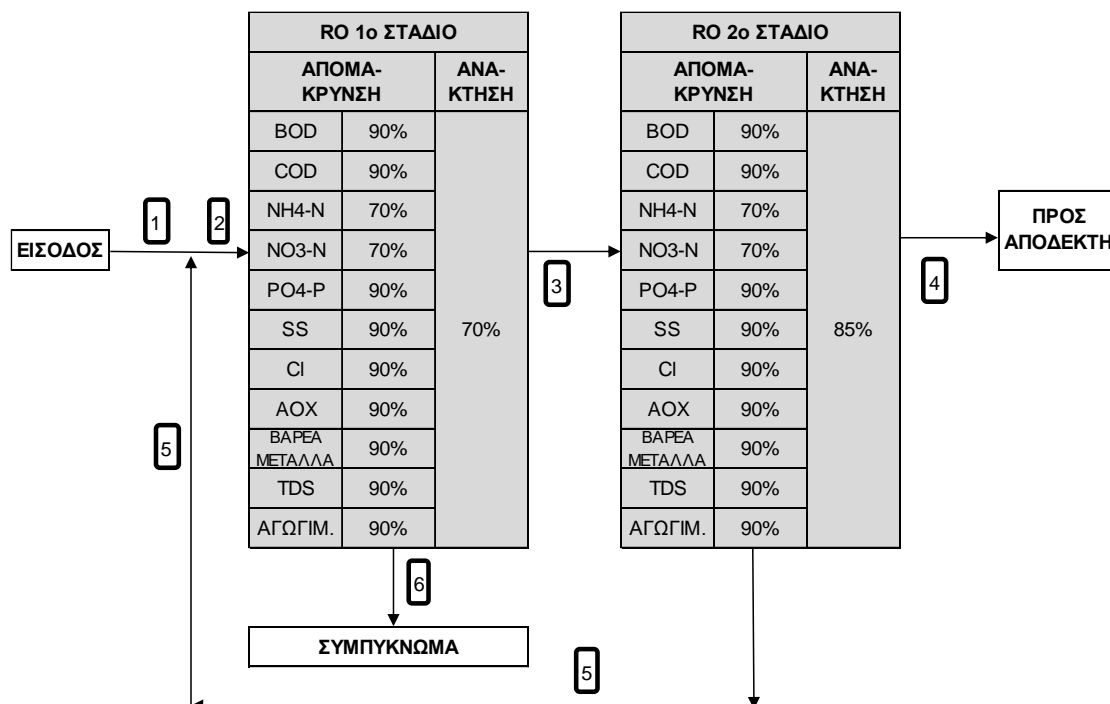
2.7 ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ

2.7.1 Ισοζύγιο μάζας συνολικής διεργασίας



ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ																
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΜ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	W	P
Q	m ³ /d	30,00	35,54	35,55	29,10	6,44	29,10	2,00	19,35	9,75	19,35	2,90	3,54	5,54	2,00	0,002
BOD	kg/d	22,50	26,32	26,32	0,73	34,02	0,34	0,40	0,00	0,34	0,00	30,60	3,42	3,82	0,00	0,00
	mg/l	750,00	740,41	740,38	25,00	5.278,72	11,82	198,33	0,11	35,04	0,11	10.550,90	965,12	688,51	0,00	0,00
COD	kg/d	207,00	242,73	242,73	156,67	88,86	156,06	11,32	1,00	155,06	1,00	64,45	24,41	35,73	0,00	0,00
	mg/l	6.900,00	6.829,05	6.828,75	5.383,50	13.789,46	5.362,41	5.660,84	51,48	15.895,56	51,48	22.224,94	6.887,70	6.445,13	0,00	0,00
SS	kg/d	7,50	14,67	14,67	1,02	64,44	0,29	0,73	0,00	0,29	0,00	58,00	6,44	7,17	0,00	0,00
	mg/l	250,00	412,77	412,75	35,00	10.000,00	10,00	363,77	0,10	29,64	0,10	20.000,00	1.818,18	1.293,52	0,00	0,00
TN	kg/d	45,00	45,81	45,81	1,46	6,38	1,29	0,17	0,08	1,21	0,08	5,74	0,64	0,81	0,00	0,00
	mg/l	1.500,00	1.288,72	1.288,70	50,00	990,00	44,21	84,19	4,22	123,53	4,22	1.980,00	180,00	145,44	0,00	990,00
TP	kg/d	0,51	0,63	1,20	0,24	0,97	0,21	0,03	0,00	0,21	0,00	0,87	0,10	0,12	0,00	0,57
	mg/l	17,00	17,78	33,82	8,09	150,00	7,22	12,67	0,07	21,40	0,07	300,00	27,27	22,01	0,00	365.673,5

2.7.2 Ισοζύγιο μάζας μονάδας αντίστροφης όσμωσης



		1	2	3	4	5	6
ΠΑΡΟΧΗ	m ³ /d	55,0	61,5	43,0	36,6	6,5	18,4
BOD	kg/d	0,34	0,37	0,03	0,00	0,02	0,34
	mg/l	11,8	6,0	0,6	0,1	3,6	18,5
COD	kg/d	156,06	166,74	11,67	0,99	10,68	155,06
	mg/l	5.362,4	2.713,2	271,3	27,1	1.655,1	8.411,0
NH ₄ -N	kg/d	0,55	0,65	0,14	0,03	0,10	0,52
	mg/l	10,0	10,6	3,2	1,0	15,8	27,9
NO ₃ -N	kg/d	2,20	2,61	0,55	0,14	0,41	2,06
	mg/l	40,0	42,4	12,7	3,8	63,2	111,8
PO ₄ -P	kg/d	0,21	0,22	0,02	0,00	0,01	0,21
	mg/l	7,2	3,7	0,4	0,0	2,2	11,3
SS	kg/d	0,29	0,31	0,02	0,00	0,02	0,29
	mg/l	10,0	5,1	0,5	0,1	3,1	15,7
Cl	kg/d	165,00	176,29	12,34	1,05	11,29	163,95
	mg/l	3.000,0	2.868,7	286,9	28,7	1.749,9	8.893,1
AOX	kg/d	0,11	0,12	0,01	0,00	0,01	0,11
	mg/l	2,0	1,9	0,2	0,0	1,2	5,9
ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	kg/d	0,11	0,12	0,01	0,00	0,01	0,11
	mg/l	2,0	1,9	0,2	0,0	1,2	5,9
TDS	kg/d	920,70	983,71	68,86	5,85	63,01	914,85
	mg/l	16.740,0	16.007,6	1.600,8	160,1	9.764,6	49.623,5
ΑΓΩΓΙΜ.	μS/cm	27.000,0	25.818,7	2.581,9	258,2	15.749,4	80.037,9

2.8 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- "Wastewater Engineering, Treatment - Disposal - Reuse", Eddy & Metcalf
4^η Έκδοση, 2003 [1]
- ❖❖❖❖
- "Επεξεργασία και Διάθεση Υγρών Αποβλήτων", Γ.Μαρκαντωνάτος, 1990 [2]
- ❖❖❖❖
- "Βασικές Αρχές και Σχεδιασμός Συστημάτων Επεξεργασίας Αποβλήτων",
Α. Ι. Στάμος, Ζ. Σ. Βογιατζής, 2^η Έκδοση, 1994 [3]
- ❖❖❖❖
- "Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων", Α. Ι. Στάμος, 1995 [4]
- ❖❖❖❖
- Abwasser Technische Vereinigung A-126, 2000 [5]
- ❖❖❖❖
- Abwasser Technische Vereinigung A-131E, 2000 [6]
- ❖❖❖❖
- "Μηχανική Υγρών Αποβλήτων", G. Tchobanoglous, F. Burton, H. Stensel,
4^η Έκδοση, 2006 [7]
- ❖❖❖❖
- "Ποιοτικά Χαρακτηριστικά και Επεξεργασία Νερού", Δρ Μ. Μήτρακας,
2^η Έκδοση, 2001 [8]
- ❖❖❖❖
- "Nutrient Control Design Manual", EPA, 2010 [9]
- ❖❖❖❖
- "External Carbon Sources for Nitrogen Removal", EPA, 2013 [10]
- ❖❖❖❖
- "The Activated Sludge Process, Part IV", P.S.A.T.S., 2014 [11]
- ❖❖❖❖
- "Αφαίρεση αζώτουχων ενώσεων", Επικ Καθ ΔΠΘ Π. Μελλίδης, [12]

3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ – ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

3.1.1 Γενικά

Στο παρόν παρουσιάζονται οι υδραυλικοί υπολογισμοί για τα δίκτυα διακίνησης των στραγγισμάτων και ιλύος που θα κατασκευαστούν εντός της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ).

Ο υδραυλικός υπολογισμός της ροής των στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ και της ιλύος διαμέσου των εγκαταστάσεων επεξεργασίας έχει στόχο να εξασφαλίσει την καλή υδραυλική τους λειτουργία κάτω από τις αναμενόμενες συνθήκες φόρτισης.

Με τον υδραυλικό υπολογισμό επιτυγχάνεται η ορθή υψομετρική τοποθέτηση των μονάδων, ώστε να εξασφαλίζονται οι λειτουργικές συνθήκες που προδιαγράφουν οι υγιεινολογικοί υπολογισμοί.

Με δεδομένες τις διαστάσεις των μονάδων, ο έλεγχος της υδραυλικής λειτουργίας των εγκαταστάσεων γίνεται μέσω υψομετρικής τοποθέτησης υπερχειλιστών. Κάθε υπερχειλιστής ελέγχει τη ροή σε όλες τις μονάδες μέχρι τον ανάντη βρισκόμενο υπερχειλιστή.

Στο εν λόγω έργο τα στραγγίσματα του ΧΥΤΑ προσάγονται στη δεξαμενή εξισορρόπησης και από εκεί στην ΕΕΣ μέσω καταθλιπτικού αγωγού ο οποίος καταλήγει στη δεξαμενή βιολογικής επεξεργασίας SBR-1.

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα από τη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων θα οδηγούνται μέσω βαρυτικού αγωγού προς τον αποδέκτη. Κατά περιόδους θα υπάρχει δυνατότητα επανακυκλοφορίας τους προς το κύτταρο του ΧΥΤΑ μέσω του υφιστάμενου αντλιοστασίου και του αντίστοιχου καταθλιπτικού αγωγού.

Η παραγόμενη ιλύς από τις βιολογικές διεργασίες και το συμπύκνωμα της μονάδας αντίστροφης όσμωσης θα οδηγούνται επίσης στο σώμα του ΧΥΤΑ μέσω του υφιστάμενου δικτύου ανακυκλοφορίας.

3.1.1.1 Παραδοχές

Οι παραδοχές και οι περιορισμοί που λαμβάνονται υπόψη για τον υδραυλικό σχεδιασμό δίνονται ακολούθως:

- Οι στάθμες των υφιστάμενων δομικών έργων.

- Στάθμη υπερχείλισης (κάτω άντυγα αγωγού υπερχείλισης) στη δεξαμενή επεξεργασμένων στραγγισμάτων στο $H=+637,80$ m
- Μέγιστη παροχή αντλιοστασίου εξισορρόπησης, $Q = 15 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Μέγιστη παροχή στραγγισμάτων από τον ΧΥΤΑ, $Q = 136,30 \text{ m}^3/\text{h}$

Οι υπολογισμοί γίνονται με τους περιορισμούς που θέτει η ισχύουσα νομοθεσία καθώς και η διεθνής και ελληνική βιβλιογραφία.

3.1.1.2 Προσδιορισμός υδραυλικών φορτίων

Οι υπολογισμοί λυμάτων γίνονται **με βάση τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του προσφερόμενου εξοπλισμού όπως προκύπτει από τους υγιεινολογικούς υπολογισμούς.**

Τα υδραυλικά φορτία δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	Q0	136,30 m ³ /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	Q1	15,00 m ³ /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ SBR-1	Q2	15,00 m ³ /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ SBR-2	Q3	15,00 m ³ /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	Q4	3,10 m ³ /h
ΠΑΡΟΧΗ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	Q5	1,80 m ³ /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΠΑΝΑΤΡΟΠΗΣ	Q6	10,00 m ³ /h

3.1.1.3 Τύποι σωλήνων κατά τμήμα έργου

Οι σωλήνες που προτείνεται να χρησιμοποιηθούν στις εγκαταστάσεις και κατά τμήματα έργου είναι οι ακόλουθοι

Εκτεθειμένοι σωλήνες (έξω από το έδαφος)

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν ανοξείδωτοι χαλυβδοσωλήνες ποιότητας AISI 304.

Σωλήνες υπόγειοι και θαμμένοι κάτω από τεχνικά έργα

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες HDPE πίεσεως 10 ατμ.

Σωλήνες εμβαπτισμένοι σε δεξαμενές και αντλιοστάσια

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν ανοξείδωτοι χαλυβδοσωλήνες ποιότητας AISI 304. Ειδικά για το επιδαπέδιο δίκτυο διάχυσης αέρα θα

χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες PVC πιέσεως 10 ατμ.

Σωλήνες νερού

Για τα υπόγεια δίκτυα νερού, θα χρησιμοποιηθούν σωλήνες από HDPE πιέσεως 10 Atm.

3.1.2 Υδραυλικοί υπολογισμοί σε αγωγούς με φυσική ροή.

3.1.2.1 Θεωρητικά στοιχεία υδραυλικών υπολογισμών για φυσική ροή.

Κατωτέρω παρατίθενται οι εξισώσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της υδραυλικής μηκοτομής της εγκατάστασης.

Υπολογισμός απωλειών σε κλειστούς αγωγούς

Για τον υπολογισμό των απωλειών σε κλειστούς αγωγούς χρησιμοποιούνται οι παρακάτω σχέσεις:

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad \text{Εξίσωση Darcy - Weisbach}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad \text{Εξίσωση White - Colebrook}$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad \text{Αριθμός Reynolds}$$

Όπου J = απώλειες πιέσεως m/m

Q = παροχή m³/s

V = μέση ταχύτητα m/s

D = εσωτερική διάμετρος m

Δh = απώλειες πιέσεως m

L = μήκος αγωγού m

λ = συντελεστής τριβής

ν = ιξώδες m²/s

k = τραχύτητα αγωγού σε mm

Υπολογισμός γραμμικών απωλειών σε ανοικτά κανάλια και αγωγούς.

Για τον υπολογισμό των απωλειών σε ανοικτά κανάλια και αγωγούς βαρύτητας χρησιμοποιείται η παρακάτω εξίσωση Manning:

$$J = V^2 \cdot \left(\frac{1}{K} \right)^2 \cdot R_H^{-\frac{2}{3}}$$

Όπου

J = κλίση της γραμμής ενέργειας (m/m)

K = συντελεστής τραχύτητας

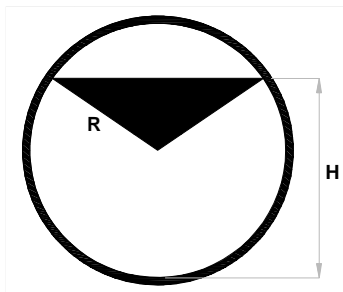
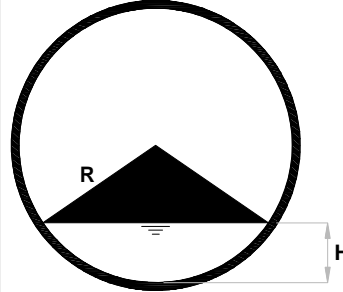
V = μέση ταχύτητα m/s

R_h = υδραυλική ακτίνα. Ισχύει $R_h = (\text{Υγρή διατομή} / \text{βρεχόμενη περίμετρος})$ m

Για κανάλια ισχύει:

$$R_h = \frac{H * W}{2 * H + W} \quad (H = \text{μέσο βάθος ροής, } W = \text{πλάτος καναλιού})$$

Για αγωγούς ισχύει:

$H > R$	$H < R$
	
$\hat{\theta} = 2 \times \arccos\left(\frac{H-R}{R}\right)$ $A_{\text{υγρ}} = \pi R^2 - \frac{1}{2} R^2 (\hat{\theta} - \eta \mu(\hat{\theta}))$ $\Pi = 2\pi R - R \hat{\theta}$ $R_H = \frac{A_{\text{υγρ}}}{\Pi}$ <p>το θ εκφράζεται σε ακτίνια</p>	$\hat{\theta} = 2 \times \arccos\left(\frac{R-H}{R}\right)$ $A_{\text{υγρ}} = \frac{1}{2} R^2 (\hat{\theta} - \eta \mu(\hat{\theta}))$ $\Pi = R \hat{\theta}$ $R_H = \frac{A_{\text{υγρ}}}{\Pi}$ <p>το θ εκφράζεται σε ακτίνια</p>

Υπολογισμός κρίσιμου βάθους ροής σε κανάλια

Στις περιπτώσεις ροής σε κανάλια υπολογίζεται το κρίσιμο βάθος ροής με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$Q^2 = g b^2 H^3 \Rightarrow H = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 g}}$$

Όπου

Q= παροχή της διώρυγας (m³/sec).

b= πλάτος διώρυγας (m)

g = 9,81m²/sec

Υπολογισμός τοπικών απωλειών

Οι τοπικές απώλειες, ΔH, υπολογίσθηκαν από την εμπειρική σχέση:

$$\Delta H = K \frac{V^2}{2g}$$

Όπου

V: η ταχύτητα στον αγωγό (m/sec)

g= 9,81m²/sec

K= 0,35 για γωνία 90° (ΔH₉₀)

K= 0,19 για γωνία 45° (ΔH₄₅)

K= 0,25 για τάφ (ΔH_T)

K= 0,25 για βάνα (ΔH_V)

K= 1,00 για έξοδο (ΔH_{out})

K= 0,50 για είσοδο (ΔH_{in})

Για απότομη συστολή οι τοπικές απώλειες, ΔH, υπολογίσθηκαν από τη σχέση:

$$\Delta H = K \times \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$$

Όπου

V₁, V₂: η μεγαλύτερη και η μικρότερη ταχύτητα ροής αντίστοιχα (m³/sec)

K = 0,5.

Υπολογισμός απωλειών άνω ορθογωνικών υπερχειλιστών

Ο υπολογισμός της στάθμης (h) πάνω από ορθογωνικούς υπερχειλιστές γίνεται από τη σχέση του υπερχειλιστή στέψης:

$$Q = \mu L h \sqrt{2gh} \Rightarrow h = 0,683 \left(\frac{Q}{L} \right)^{(2/3)}$$

όπου

Q: παροχή (m³/sec)

μ: σταθερά (=0,40)

L: πλάτος υπερχειλιστή (m)

Υπολογισμός απωλειών άνω τριγωνικών υπερχειλιστών

Ο υπολογισμός της στάθμης ΔΗ πάνω από τριγωνικούς υπερχειλιστές με γωνία 90° γίνεται από τη σχέση του Thompson:

$$\Delta H = \left(\frac{Q}{1.42} \right)^{0.4}$$

όπου Q = παροχή από κάθε άνοιγμα του υπερχειλιστή (m³/sec).

Υπολογισμός απωλειών για ροή διαμέσου υποβρύχιων οπών.

Ο υπολογισμός των απωλειών για ροή διαμέσου υποβρύχιων οπών γίνεται από τη σχέση:

$$Q = 0,62 \cdot A \cdot (2gh)^{1/2}$$

όπου

Q: η παροχή (m³/sec).

A: η επιφάνεια της οπής (m²).

h: απώλειες (m).

Υπολογισμός απωλειών για ροή διαμέσου εσχάρων.

Για ροή διαμέσου σχάρας ισχύει:

$$w = \frac{b+S}{S} \times \frac{Q}{V \times h_0}$$

Όπου

w = πλάτος σχάρας, (m)

b = πλάτος ράβδων, (mm)

S = άνοιγμα ράβδων, (mm)

Q = παροχή λυμάτων, (m³/s)

V = ταχύτητα νερού μέσω των ράβδων, (m/s)

h = ύψος στάθμης καναλιού, (m)

Η πτώση στάθμης κατά τη διέλευση από την κάθε εσχάρα δίνεται από τη σχέση.

$$\Delta H = \frac{1}{0,7} \left(\frac{V^2 - V_{\delta}^2}{2g} \right)$$

Όπου

V = ταχύτητα νερού μέσω των ράβδων, (m/s)

V_δ = η ταχύτητα στο κανάλι, δηλαδή:

$$V_{\delta} = \frac{Q}{h \times w}$$

Υπολογισμός απωλειών για ροή εντός μαιανδρικών δεξαμενών.

Ο υπολογισμός της ανύψωσης της στάθμης ΔΗ σε δεξαμενές μαιανδρικού σχήματος γίνεται από τη σχέση:

$$\Delta H = (2N - 1) \frac{V^2}{2g}$$

Όπου

N: ο αριθμός των διαύλων της δεξαμενής

V: η ταχύτητα ροής εντός των διαύλων (m/sec)

g: η επιτάχυνση της βαρύτητας (=9,81 m/sec²)

3.1.2.2 Υπολογισμοί

ΠΑΡΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	Q1	136,30	(m ³ /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	Q1	15,00	(m ³ /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ SBR-1	Q2	15,00	(m ³ /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ SBR-2	Q3	15,00	(m ³ /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	Q4	3,10	(m ³ /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	Q5	1,80	(m ³ /hr)

1 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ

Ως παροχή σχεδιασμού λαμβάνεται η παροχή που προκύπτει σε περίπτωση παράκαμψης των φίλτρων διήθησης και ενεργού άνθρακα καθώς και της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.

ΡΟΗ ΥΠΕΡΑΝΩ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

			=Q3
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	15,0	(m ³ /hr)
		4,17	(l/s)
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ	Φ	250	(mm)
SDR	-	17	
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ	d	2,21	(dm)
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	h	0,64	(dm)
ΛΟΓΟΣ h/d	h/d	0,29	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	Cd	0,60	
ΕΛΕΓΧΟΣ f(h)=0	-	0,0000	
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	Δh_{un}	0,064	(m)
ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (+20%)	Δh_{un}	0,013	(m)
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΚΑΤΩ ΑΝΤΥΓΑΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	H_{ΥΠΕΡΧ}	+637,800	(m)
ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ	ΑΣΥ(1)	+637,877	(m)

2 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

Ως παροχή σχεδιασμού λαμβάνεται η παροχή που προκύπτει σε περίπτωση παράκαμψης των φίλτρων διήθησης και ενεργού άνθρακα καθώς και της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.

ΡΟΗ ΥΠΕΡΑΝΩ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	=Q3
----------------------------	---	-----

		15,0	(m ³ /hr)
		0,0042	(m ³ /s)
ΠΛΑΤΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	b	0,8000	(m)
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	Δh_{un}	0,0205	(m)
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΛΟΓΩ ΜΑΙΑΝΔΡΙΚΗ ΡΟΗΣ	$\Delta h_{μαian}$	0,0050	(m)
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	Δh_{un}	0,0255	(m)
ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	H_{ΥΠΕΡΧ}	+637,900	(m)
ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ	ΑΣΥ(2)	+637,926	(m)

3 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΩΝ - ΑΝΤΛ/ΣΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ

Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.

ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ **ΑΣΥ(3)** **+638,000** **(m)**

4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.

ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ **ΑΣΥ(4)** **+638,000** **(m)**

5 ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-2

Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.

ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ **ΑΣΥ(5)** **+637,500** **(m)**

6 ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-1

Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.

ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ **ΑΣΥ(6)** **+637,500** **(m)**

7 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ

Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.

ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ **ΑΣΥ(7)** **+603,900** **(m)**

8 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

Ως παροχή σχεδιασμού λαμβάνεται η μέγιστη παροχή στραγγισμάτων σε περίπτωση πλήρωσης της δεξαμενής (Α) και υπερχειλίσσης προς τη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων (Β).

ΡΟΗ ΥΠΕΡΑΝΩ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

			=Q0
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	136,3	(m ³ /hr)
		0,038	(m ³ /s)
ΠΛΑΤΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	b	1,5000	(m)
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	Δh_{un}	0,0588	(m)
ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	H_{ΥΠΕΡΧ}	+604,000	(m)
ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ	ΑΣΥ(2)	+604,059	(m)

3.1.3 Υδραυλικοί υπολογισμοί καταθλιπτικών αγωγών - αντλιοστασίων.

Για τον υπολογισμό των γραμμικών απωλειών σε αγωγούς υπό πίεση ισχύουν:

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad \text{Εξίσωση Darcy - Weisbach}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3,7 D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad \text{Εξίσωση White - Colebrook}$$

Όπου J = απώλειες πίεσεως m/m

Q = παροχή m³/s

V = μέση ταχύτητα m/s

Re = Αριθμός Reynolds (Re = V .D / ν)

D = εσωτερική διάμετρος m

Δh = απώλειες πίεσεως m

L = μήκος αγωγού m

λ = συντελεστής τριβής

ν = ιξώδες m²/s

k = τραχύτητα αγωγού σε mm

Για τον υπολογισμό των τοπικών απωλειών σε αγωγούς υπό πίεση ισχύει:

$$\Delta H = K \times \frac{V^2}{2g} \quad \text{Όπου: V = η ταχύτητα στον αγωγό (m/sec)}$$

$$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{sec}$$

K = συντελεστής τοπικών απωλειών, εξαρτώμενος από τις συνθήκες ροής και από το είδος του εξαρτήματος

Οι παροχές των αντλιών που ελήφθησαν είναι αυτές που αναφέρονται στις συνθήκες λειτουργίας του κάθε αντλιοστασίου στη δυσμενέστερη περίπτωση και οι οποίες έχουν

προκύπτει από τους υγιεινολογικούς υπολογισμούς. Το γεωδαιτικό ύψος που αναφέρεται στους υπολογισμούς είναι η διαφορά από την κατώτατη στάθμη εκάστου αντλιοστασίου έως την ανώτατη στάθμη του αντίστοιχου καταθλιπτικού αγωγού.

Στο παρόν δε γίνονται υπολογισμοί για τα υφιστάμενα αντλιοστάσια, καθώς δεν προβλέπεται οποιαδήποτε παρέμβαση σε ότι αφορά στη λειτουργία τους. Οι υπολογισμοί για τις αντλίες υψηλής πίεσης των μεμβρανών δίνονται στο κεφάλαιο των υγιεινολογικών υπολογισμών.

Ακολουθούν φύλλο υπολογισμού για:

- Το αντλιοστάσιο επανατροπής
- Το αντλιοστάσιο τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης
- Το αντλιοστάσιο των διηθημάτων από τη μονάδα αντίστροφης όσμωσης.

Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας μονάδας αντίστροφης όσμωσης

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ (max)	Q	m ³ /hr	3,1
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ	No	τεμ	1
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	No	τεμ	1
ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	Q	m ³ /hr	3,1
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ	H _{geo}	m	4
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΕΚΡΟΗΣ	H _{out}	m	10
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΣΤΟΥ	ρ	kg/m ³	1050
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ ΡΕΥΣΤΟΥ	ν	mm ² /s	1,200

-

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	ΤΜΗΜΑ 1	ΤΜΗΜΑ 2
ΠΑΡΟΧΗ	Q	m ³ /hr	3,1	3,1
	q	m ³ /s	0,0009	0,0009
ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟΥ	-	-	AISI304	PE PN10
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	Φ	mm	60,3	63
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	D	m	0,0531	0,0556
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ	u	m/s	0,389	0,355

ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	-	17215	16445
------------------	----	---	-------	-------

-

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	m	12	24
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ	k	mm	1,5	0,3
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	λ		0,058	0,036
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ	J	m/m	0,008	0,004
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	Δh_v	m	0,10	0,10
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	$\Sigma \Delta h_v$	m	0,20	

-

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	ΤΜΗΜΑ 1	ΤΜΗΜΑ 2
ΓΩΝΙΕΣ 90°	(k= 0,30)	No	5	3
ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΟ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΜΠΑΛΑΣ	(k= 4,00)	No	1	
ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤ. ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	ΣK		5,50	0,90
ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	Δh_T	m	0,042	0,006
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	$\Sigma \Delta h_T$	m	0,048	

-

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ	Δh_F	m	0,248
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ	Δh_Φ	m	6,00
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ	H	m	4,000
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΕΚΡΟΗΣ	H_{out}	m	10,000
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΤΛΙΩΝ	Δh	m	20,248

-

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ

ΤΜΗΜΑ 1 : ΠΛΑΣΤΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ

ΤΜΗΜΑ 2 : ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ

Επεξήγηση τμημάτων

ΤΜΗΜΑ 1: ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ

ΤΜΗΜΑ 2: ΠΛΑΣΤΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ

Αντλιοστάσιο διηθήματος μονάδας αντιστροφής όσμωσης

Το αντλιοστάσιο διαστασιολογείται έτσι, ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες για πλήση του φίλτρου άμμου (δυσμενέστερη περίπτωση λειτουργίας των αντλίων).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ (max)	Q	m ³ /hr	6,5
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ	No	τεμ	1
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	No	τεμ	1
ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	Q	m ³ /hr	6,5
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ	H _{geo}	m	2,5
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΕΚΡΟΗΣ	H _{out}	m	5
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΣΤΟΥ	ρ	kg/m ³	1050
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ ΡΕΥΣΤΟΥ	ν	mm ² /s	1,200

-

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	ΤΜΗΜΑ 1
ΠΑΡΟΧΗ	Q	m ³ /hr	6,5
	q	m ³ /s	0,0018
ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟΥ	-	-	PE PN10
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	Φ	mm	63
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	D	m	0,0556
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ	u	m/s	0,744
ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	-	34481

-

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	m	12
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ	k	mm	1,5
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	λ		0,056
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ	J	m/m	0,028
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	Δh_v	m	0,34
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	ΣΔh_v	m	0,34

-

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	ΤΜΗΜΑ 1
ΓΩΝΙΕΣ 90°	(k= 0,30)	No	5
ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΒΑΝΑ	(k= 0,30)	No	2
ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΟ ΚΛΑΠΕ	(k= 1,70)	No	1
ΕΙΣΟΔΟΣ	(k= 0,25)	No	1
ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤ. ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	ΣΚ		4,05
ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	Δh_τ	m	0,114
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	ΣΔh_τ	m	0,114

-

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ	Δh_F	m	0,454
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ	Δh_Φ	m	6,00
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ	H	m	2,500
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΕΚΡΟΗΣ	H_{out}	m	5,000
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΤΛΙΩΝ	Δh	m	13,954

Επεξήγηση τμημάτων

ΤΜΗΜΑ 1: ΑΓΩΓΟΙ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ & ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ

4. ΕΡΓΑ ΠΜ

4.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ ΠΜ

Για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης, τα προτεινόμενα και προβλεπόμενα έργα Π/Μ περιλαμβάνουν την κατασκευή νέας δεξαμενής συλλογής βροχοστραγγιδίων, μικρής κλίμακας παρεμβάσεις στις υφιστάμενες κατασκευές καθώς και νέες κατασκευές εντός της ΕΕΣ έτσι, ώστε το σύνολο των έργων επεξεργασίας στραγγισμάτων να προσαρμοστεί ορθολογικά στις (νέες) απαιτήσεις ορθής λειτουργίας.

4.1.1 Συλλογή βροχοστραγγισμάτων

Τα στραγγίσματα από τον ενεργό χώρο διάθεσης καταλήγουν σε δεξαμενή εξισορρόπησης – συλλογής για την προσωρινή αποθήκευση των υπερβολικών παροχών που καταλήγουν στο δίκτυο συλλογής των στραγγισμάτων. Η δεξαμενή συλλογής στοχεύει επίσης και στην εξομάλυνση των διακυμάνσεων της παροχής και του ρυπαντικού φορτίου έτσι, ώστε να βελτιστοποιηθεί η λειτουργία της βιολογικής επεξεργασίας που ακολουθεί.

Η υφιστάμενη δεξαμενή, η οποία θα τροποποιηθεί ως προς τις διαστάσεις της, στην οποία καταλήγουν επίσης οι αποχετεύσεις των κτιριακών εγκαταστάσεων και τα υγρά απόβλητα από την έκπλυση τροχών έχει στην παρούσα φάση ωφέλιμη χωρητικότητα της τάξης των 500m³, είναι δε χωρισμένη σε δύο (2) τμήματα :

- Στο πρώτο τμήμα της δεξαμενής υφίσταται φρεάτιο όγκου 75m³ και διαστάσεων 5.0x5.0x3.0m (Μ Χ Π Χ Βάθος υγρού), το οποίο αποτελεί το αντλιοστάσιο ανύψωσης των στραγγιδίων στην εγκατάσταση επεξεργασίας.
- Στο δεύτερο τμήμα της δεξαμενής όγκου 325m³, το οποίο αποτελεί το κύριο τμήμα συλλογής και εξισορρόπησης των στραγγιδίων.

Λαμβάνοντας ωστόσο υπ' όψη ότι προβλέπεται να εγκατασταθεί μονάδα αντίστροφης όσμωσης της οποίας το συμπύκνωμα θα επιστρέφει στο σώμα του ΧΥΤΑ, απαιτείται επανεκτίμηση του όγκου της δεξαμενής πρέπει να γίνει με βάση το ετήσιο ισοζύγιο νερών γύρω από αυτή. Η επίλυση του ισοζυγίου δίνει ωφέλιμο όγκο δεξαμενής 1.263m³. Δεχόμενοι ασφάλεια 20%, ο αναγκαίος ωφέλιμος όγκος πρέπει να είναι της τάξης των 1.500m³ και ο συνολικός όγκος της τάξης των 1.750m³.

Ως εκ τούτου προτείνεται η επέκταση της υφιστάμενης χωμάτινης δεξαμενής με συνολικό

τελικό όγκο $>1750 \text{ m}^3$ και διαστάσεις που δίνονται στα σχέδια που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη καθώς και με στεγάνωση για το σύνολο της δεξαμενής.

Ως εκ τούτου προτείνεται η κατασκευή δεξαμενής με τα κάτωθι χαρακτηριστικά (εξωτερικές διαστάσεις):

- Μέγιστο Μήκος δεξαμενής : 48,50 m
- Μέγιστο Πλάτος δεξαμενής : 35,00 m
- Μέγιστο Βάθος δεξαμενής : 6,30m

Στη δεξαμενή θα υπάρξει-διατηρηθεί το τμήμα Α του αντλιοστάσιου ανύψωσης, όγκου 75 m^3 και διαστάσεων $5.0 \times 5.0 \times 3.0 \text{ m}$ (Μ Χ Π Χ Βάθος υγρού), το οποίο αποτελεί το αντλιοστάσιο ανύψωσης των στραγγιδίων στην εγκατάσταση επεξεργασία.

Η δεξαμενή θα κατασκευαστεί με εκσκαφή – ανάχωμα, συμπίεση του εδάφους και τοποθέτηση πλαστικής γεωμεμβράνης από HDPE πάχους 1mm που θα προστατεύεται με γεωύφασμα 500 g/m^2 εκατέρωθεν.

Οι επιχώσεις θα γίνουν από συμπυκνωμένα γαιώδη υλικά μεγίστου κόκκου 75 mm και ποσοστό χαλίκων $\leq 30\%$.

Περιμετρικά της δεξαμενής και για την ασφάλεια των εργαζομένων προλέπεται η τοποθέτηση προστατευτικών κιγκλιδωμάτων συνολικού μήκους 145μ. Ο συνολικός όγκος των εκσκαφών για τη διαμόρφωση της δεξαμενής είναι περίπου 2.073 m^3 . Η συνολική επιφάνεια που θα καλύφθει με γεωύφασμα και γεωμεμβράνη είναι 1.780 m^2 .

4.1.2 Παρεμβάσεις στην υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα

Λαμβάνοντας υπόψη τα πραγματικά υδραυλικά και ρυπαντικά φορτία προς επεξεργασία, κρίνεται ότι, υπό προϋποθέσεις, ο υφιστάμενος βιοαντιδραστήρας επαρκεί για τις απαιτήσεις της διεργασίας χωρίς να απαιτηθούν έργα Π/Μ μεγάλης κλίμακας ως αυτά προτείνονται στη συνέχεια :

- Ανακατασκευή της υφιστάμενης δεξαμενής αποθήκευσης επεξεργασμένων έτσι, ώστε τμήμα αυτής να συνεχίζει να λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης επεξεργασμένων στον φυσικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα) μέσω νέου βαρυτικού αγωγού. Το έτερο δεύτερο τμήμα να χρησιμοποιηθεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας R.O. ως εσωτερικό απόβλητο του ΧΥΤΑ. Η δεξαμενή διαχωρίζεται με νέο τοίχιο από οπλισμένο σκυρόδεμα έτσι, ώστε να δημιουργηθούν δύο (2) διακριτά τμήματα :

- Τμήμα διαστάσεων 7,95 x 1,50 x 3,8m (Μ x Π x βάθος υγρού) ενεργού όγκου 45,3m³ που θα λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης των επεξεργασμένων. Το τμήμα αυτό θα καλυφθεί άνωθεν με πολυκαρβονικά φύλλα έτσι, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος εξωτερικής επιμόλυνσης.
 - Τμήμα διαστάσεων 7,95 x 3,50 x 4,0m (Μ x Π x βάθος υγρού) ενεργού όγκου 111,3m³ που θα λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας R.O.
- Κατασκευή διάταξης υπερχειλίσης με αγωγό HDPE Φ250 10atm στη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων προς (νέο) φρεάτιο από οπλισμένο σκυρόδεμα εσωτερικών διαστάσεων 0,5x0,5x1,60m (Μ x Π x Υ), το οποίο θα αποτελεί το φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας.
- Αλλαγή χρήσης του υφιστάμενου Α/Σ ακαθάρτων, το οποίο μετατρέπεται σε απλό φρεάτιο συλλογής απ' όπου μέσω νέου βαρυτικού αγωγού τα ακάθαρτα (στραγγίδια, νερά αντίστροφης πλύσης φίλτρων, υπερκείμενα πάχυνσης) θα οδεύουν μέσω νέου βαρυτικού αγωγού στην υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης προς επανεπεξεργασία.
- Ανύψωση των περιμετρικών τοιχίων των δεξαμενών SBR έως το ύψος της στέψης του στηθαίου του πεζοδιαδρόμου, κάλυψη των δεξαμενών με πολυκαρβονικά φύλλα και περιμετρική μόνωση των δεξαμενών με διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 80 mm έτσι, ώστε να περιορίζονται οι απώλειες θερμότητας από το μικτό υγρό στο περιβάλλον και οι η εκπομπή σταγονιδίων ή αφρών.

4.1.3 Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O.)

Τα βιολογικώς επεξεργασμένα υγρά, τα οποία είναι θα απαλλαγμένα από το μεγαλύτερο ρυπαντικό τους φορτίο καθώς και από τα αιωρούμενα στερεά, θα τροφοδοτούνται σε μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.)

Η μονάδα αντίστροφης όσμωσης θα τοποθετηθεί πλήρης σε εμπορευματοκιβώτιο (container) που θα εδράζεται σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα επιφανείας 50,0 m².

Λόγω της ιδιομορφίας του γηπέδου προβλέπεται η κατασκευή τοίχου αντιστήριξης στη δυτική πλευρά του χώρου της ΕΕΣ, συνολικού μήκους 28μ, για την κατασκευή των υποδομών της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.

Ως προαναφέρεται, για τη διάθεση του συμπυκνώματος στο ΧΥΤΑ ως εσωτερικό απόβλητό του, προβλέπεται η διαμερισματοποίηση της υφιστάμενης δεξαμενής επεξεργασμένων έτσι, ώστε να κατασκευαστεί δεξαμενή – αντλιοστάσιο ορθογωνικής

κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα με τα κάτωθι κατασκευαστικά χαρακτηριστικά :

- Μήκος : 7,95 m
- Πλάτος : 3,50 m
- Βάθος υγρών : 4,00 m
- Ωφέλιμος όγκος : 111,3 m³

4.1.4 Δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας R.O

Η μονάδα αντίστροφης όσμωσης θα λειτουργεί σε συγκεκριμένες βάρδιες εντός του 24ώρου. Ως εκ τούτου, απαιτείται η κατασκευή δεξαμενής εξισορρόπησης μεταξύ του βιολογικού σταδίου και της μονάδας R.O. για την οποία, στην ισχύουσα ΑΕΠΟ, προτείνεται χωρητικότητα της τάξης των 20 m³.

Η υφιστάμενη δεξαμενή καθαρών (όπου καταλήγουν τα επεξεργασμένα από τα φίλτρα άνθρακα) ενεργού όγκου 59m³, με μερική ανακατασκευή που θα αποκλείει την υδραυλική επικοινωνία της (μέσω της υφιστάμενης υπερχειλίσης) με τη δεξαμενή απολύμανσης, δύναται να λειτουργήσει ικανοποιητικά, τόσο για τις ανάγκες αντίστροφης πλύσης των φίλτρων, όσο και για τις ανάγκες εξισορρόπησης της παροχής για την τροφοδοσία της R.O. μέσω μίας (1) διακριτής υποβρύχιας αντλίας ρυθμιζόμενης παροχής με inverter (μία δεύτερη όμοια αντλία θα πρέπει να προβλεφθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη).

4.1.5 Αγωγός επανατροπής ακαθάρτων

Ως προαναφέρεται, προβλέπεται η αλλαγή χρήσης του υφιστάμενου Α/Σ ακαθάρτων σε απλό φρεάτιο απ' όπου, μέσω **νέου βαρυτικού αγωγού**, τα ακάθαρτα (στραγγίδια, νερά αντίστροφης πλύσης φίλτρων, υπερκείμενα πάχυνσης) θα οδεύουν στην υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης προς επανεπεξεργασία. Ο αγωγός είναι διατομής Φ160 PE και η όδυσή του είναι παράλληλη με αυτή του αγωγού διάθεσης των επεξεργασμένων ως ένα σημείο.

Ο αγωγός θα είναι συνολικού μήκους 121μ περίπου. Οι συντεταγμένες του αγωγού είναι οι εξής:

J4 X=450343.2508 Y=4472458.7255

J5 X=450332.6559 Y=4472454.9248

J6 X=450318.8948 Y=4472449.5624

J7 X=450269.6282 Y=4472469.6438

J8 X=450269.6282 Y=4472469.6438

J9 X=450236.4018 Y=4472444.6983

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί του ανοιχτού τμήματος αναγράφονται στο σχέδιο της μηκοτομής αγωγού εκροής προς τη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων (αγωγός επανατροποής ΣΧ Τ2-Δ-03.2).

4.1.6 Αγωγός διάθεσης επεξεργασμένων

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα από τη (νέα) δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων θα καταλήγουν, μέσω διάταξης υπερχειλίσσης, σε (νέο) φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας και από εκεί μέσω **νέου βαρυτικού αγωγού** Φ250 ΡΕ στον φυσικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα). Ο αγωγός ακολουθεί όδευση από την έξοδο της ΕΕΣ προς τα δυτικά για μήκος και στη συνέχεια απορρίπτονται τα επεξεργασμένα με ανοιχτό κανάλι σε παρακείμενο ρέμα όπως έχει οριστεί και στη ΜΠΕ. Το μήκος του κλειστού τμήματος είναι L1=129m περίπου και του ανοιχτού καναλιού τραπεζοειδούς διατομής L2=70.5m.

Οι συντεταγμένες των κορυφών του κλειστού τμήματος είναι:

J1 X=450354.76 Y=4472464.61

J2 X=450318.24 Y=4472452.29

J3 X=450269.37 Y=4472471.97

E1 X=450237.02 Y=4472491.03

Και του ανοιχτού τμήματος:

E1 X=450237.02 Y=4472491.03

E2 X=450182.96 Y=4472465.23

E3(εκροή) X=450173.73 Y=4472470.36

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί του ανοιχτού τμήματος αναγράφονται στο σχέδιο της μηκοτομής του νέου αγωγού διάθεσης επεξεργασμένων (ΣΧ Τ2-Δ-03.2).

Το ανοικτό τμήμα E1-E3 είναι τραπεζοειδούς επενδεδυμένης με σκυρόδεμα διατομής συνολικού μήκους 70,46m. Η τάφρος διαθέτει σε παρακείμενο ρέμα-αποδέκτη έτσι ως έχει οριστεί και στη ΜΠΕ στη θέση X = 450173.73 Y = 4472470.36

Παρακάτω δίνεται ο υδραυλικός έλεγχος επάρκειας και ροής για την τραπεζοειδή τάφρο.

CHANNEL ANALYSIS

RATING CURVE COMPUTATION

=====

PROGRAM INPUT DATA

DESCRIPTION	VALUE
Channel Bottom Slope (m/m).....	0.38
Manning's Roughness Coefficient (n-value).....	0.015
Channel Left Side Slope (horizontal/vertical).....	1.0
Channel Right Side Slope (horizontal/vertical).....	1.0
Channel Bottom Width (m).....	0.5

COMPUTATION RESULTS

Flow Depth (m)	Flow Rate (cu m/s)	Flow Veloc. (m/s)	Froude Number	Velocity Head (m)	Energy Head (m)	Flow Area (sq m)	Top Width (m)
0.01	0.004	1.426	2.9371	0.1037	0.1097	0.002	0.501

HYDROCALC Hydraulics for Windows, Version 1.2

Dodson & Associates, Inc., 5629 FM 1960 West, Suite 314, Houston, TX 77069

Phone:(281)440-3787, Fax:(281)440-4742, Email:software@dodson-hydro.com

All Rights Reserved.

4.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΩΝ ΠΜ

4.2.1 Έργα από σκυρόδεμα

Όλες οι εργασίες από σκυρόδεμα θα πραγματοποιηθούν, σύμφωνα με τις ισχύουσες σχετικές διατάξεις. Οι επιμέρους μονάδες του έργου κατατάσσονται στις παρακάτω δύο (2) κατηγορίες κατασκευών:

- Κατηγορία 1: Κατασκευές, οι οποίες δεν υπόκεινται σε υδροστατική πίεση ή / και σε ωθήσεις γαιών. Ενδεικτικά, σε αυτή την κατηγορία ανήκουν:
 - Τα κτίρια στα οποία επικρατούν εν γένει ξηρές συνθήκες, όπως το κτίριο διοίκησης, το κτίριο υποσταθμού, τα κτίρια εξυπηρέτησης κτλ.
 - Οι ανωδομές (υπέργειες κατασκευές) κτιρίων, αντλιοστασίων και δεξαμενών που δεν είναι άμεσα βρεχόμενες και δεν υπόκεινται σε ενδεχόμενη έντονη δράση υδρατμών ή διαβροχή, λόγω των λειτουργιών που στεγάζουν.
- Κατηγορία 2: Κατασκευές που υπόκεινται σε υδροστατική πίεση ή / και σε ωθήσεις γαιών, δηλαδή συγκρατούν υγρά ή /και έρχονται σε επαφή με το έδαφος. Ενδεικτικά, σε αυτή την κατηγορία ανήκουν:
 - Δεξαμενές υγροί θάλαμοι αντλιοστασίων
 - Τμήματα κτιρίων στα οποία γίνεται διακίνηση υγρών.
 - Οι ανωδομές (υπέργειες κατασκευές) κτιρίων, αντλιοστασίων και δεξαμενών που ενώ δεν είναι άμεσα βρεχόμενες, υπόκεινται σε ενδεχόμενη έντονη δράση υδρατμών ή διαβροχή, λόγω των λειτουργιών που στεγάζουν.
 - Λοιπές κατασκευές μόνιμα ή περιοδικά υγρές, όπως: Αποστραγγιστικές τάφροι, Οχετοί υγρών ή και εξυπηρέτησης δικτύων υποδομής κτλ.

Υλικά

Στο έργο θα χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω κατηγορίες σκυροδέματος και οπλισμού:

- Σκυρόδεμα καθαριότητας: C 8/10 τουλάχιστον
- Άοπλο ή ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα διαμορφώσεων, ρύσεων και εγκιβωτισμών, κρασπεδόρειθρων, επενδύσεων τάφρων κτλ.: C 16/20 τουλάχιστον
- Οπλισμένο σκυρόδεμα: - κατασκευές κατηγορίας 1: C 20/25 τουλάχιστον - κατασκευές κατηγορίας 2: C 25/30 τουλάχιστον - για κατασκευές εκτεθειμένες σε δυσμενείς παράγοντες, σύμφωνα με το EN 206-1 και τους χωνευτές ιλύος: C

30/37 τουλάχιστον

- Στοιχεία από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα: C 25/30 και όχι μικρότερη από την κατηγορία κατασκευής της μονάδας.

Στην περίπτωση που η ανωδομή μίας μονάδας κατατάσσεται, σε άλλη κατηγορία κατασκευής από την υποδομή της, θα πρέπει να εφαρμόζεται η υψηλότερη ποιότητα σκυροδέματος στο σύνολο του φορέα.

Στα τμήματα του έργου που έρχονται σε επαφή με υγρό περιβάλλον (π.χ. δεξαμενές φρεάτια κτλ.) θα χρησιμοποιηθεί στεγανωτικό μάζας.

Ο χάλυβας οπλισμού για όλες τις κατασκευές, σε ράβδους, πλέγματα και συνδετήρες θα είναι ποιότητας B500C.

Έλεγχος σε ρηγμάτωση

Βασικό κριτήριο για την διαστασιολόγηση των φερόντων στοιχείων των μονάδων που ανήκουν στην κατηγορία 2, είναι ο περιορισμός του εύρους των ρωγμών που προκύπτουν από κάμψη ή καθαρό εφελκυσμό για τους πιο δυσμενείς συνδυασμούς δράσεων στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας. Για τα έργα της συγκεκριμένης κατηγορίας 2 το εύρος ρωγμών δεν πρέπει να ξεπερνά τα οριζόμενα στον Ευρωκώδικα 2, Τμήμα 3, παρ.7.3.1. Για τα έργα της κατηγορίας 1, ακολουθούνται τα οριζόμενα στον Ευρωκώδικα 2, Τμήμα 1, παρ.7.3.1.

4.2.2 Κατασκευή χωμάτων δεξαμενών

Στην παρούσα μελέτη προβλέπεται η επέκταση της υφιστάμενης (χωμάτινης) δεξαμενής συλλογής βροχοστραγγιδίων.

Η δεξαμενή θα κατασκευαστεί με εκσκαφή – ανάχωμα, συμπίεση του εδάφους και τοποθέτηση πλαστικής γεωμεμβράνης από HDPE πάχους 1mm που θα προστατεύεται με γεώφασμα 500g/m² εκατέρωθεν.

Οι επιχώσεις θα γίνουν από συμπυκνωμένα γαιώδη υλικά μεγίστου κόκκου 75 mm και ποσοστό χαλίκων ≤ 30%.

Στο πρώτο τμήμα της δεξαμενής (δεξαμενή Α), όγκου 75m³ και διαστάσεων 5.0x5.0x3.0m (Μ Χ Π Χ Βάθος υγρού), το οποίο αποτελεί το αντλιοστάσιο ανύψωσης των στραγγιδίων στην εγκατάσταση επεξεργασίας. Ο συνολικός όγκος εκσκαφής είναι 2074m³.

4.2.3 Σωληνώσεις

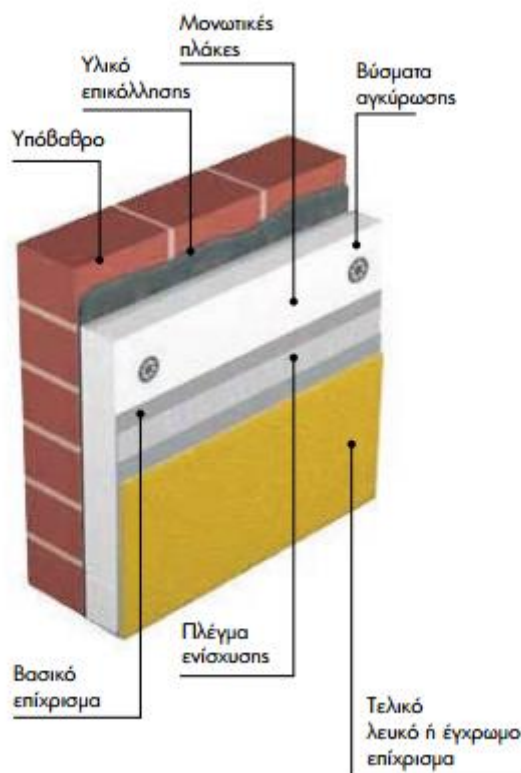
Οι σωληνώσεις, που θα εγκατασταθούν στο έργο, θα είναι σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα:

Διακινούμενο ρευστό	Τρόπος τοποθέτησης	Υλικό σωληνογραμμής
Στραγγίσματα	Επιχωμένοι σωλήνες	HDPE 10 atm για βαρυτικούς και καταθλιπτικούς
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304 και PVC 10 atm για τη μονάδα διήθησης (MBR)
Ιλύς	Επιχωμένοι σωλήνες	HDPE 10 atm για βαρυτικούς και καταθλιπτικούς
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304 ή PVC 16 atm για την λάσπη και εντός κτιρίου
Δίκτυο ακαθάρτων	Επιχωμένοι σωλήνες	HDPE 10atm για βαρυτικούς και καταθλιπτικούς
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304
Αέρας	Επιχωμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304
	Σωλήνες εντός υγρών	PVC 10atm
Δίκτυα εξαερισμού (όπου απαιτείται)	Επιχωμένοι σωλήνες	HDPE 6 atm
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304
Πόσιμο – Βιομηχανικό νερό	Επιχωμένοι σωλήνες	HDPE 10 ή 12,5 atm
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Γαλβανισμένος χάλυβας ή κατάλληλο πλαστικό

Ειδικότερα:

- Οι σωληνώσεις που διέρχονται κάτω από τεχνικά έργα θα είναι εγκιβωτισμένοι σε σκυρόδεμα.
- Στις σωληνώσεις διασύνδεσης γειτονικών κατασκευών, στις οποίες αναμένονται διαφορικές καθιζήσεις μεταξύ των κατασκευών, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την παραλαβή τυχόν διαφορικών καθιζήσεων με την εγκατάσταση ζεύγους λυόμενων συνδέσμων (ζιμπώ).

4.2.4 Περιμετρική θερμομόνωση δεξαμενών



- **Κατάσταση υποστρώματος.** Το υπόστρωμα πρέπει να είναι καθαρό, σχετικά ομαλό και ικανό να φέρει φορτία. Σε περίπτωση που αμφισβητείται η φέρουσα ικανότητα θα απαιτηθεί μηχανική στερέωση, ενώ θα πρέπει να ελεγχθεί και η επιπεδότητα των υποστρωμάτων.
- **Εφαρμογή συγκολλητικού κονιάματος ανόργανης βάσης**
- **Τοποθέτηση μονωτικών πλακών διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 8 cm.** Οι πλάκες τοποθετούνται «σταυρωτά», φροντίζοντας να μην μένουν ανοικτοί αρμοί ή μεγάλες ανεπιπεδότητες. Το συγκολλητικό κονίαμα τοποθετείται επάνω στις πλάκες, συνήθως περιμετρικά και σημειακά στο κέντρο της πλάκας, ώστε να μπορεί να απορροφήσει ανωμαλίες του υποστρώματος. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στους χρόνους εργασιμότητας των μιγμάτων, ώστε να διασφαλίζεται η άριστη πρόσφυση των πλακών. Τυχόν κενά και αρμοί πρέπει να γεμίζονται είτε με κομμάτια του μονωτικού είτε με ειδικό μη αναφλέξιμο αφρό πολυουρεθάνης.
- **Μηχανική στερέωση μονωτικών πλακών.** Στα συστήματα με διογκωμένη πολυστερίνη, εξαιτίας του ιδιαίτερα χαμηλού βάρους του συστήματος, η συγκολλητική

ικανότητα της κόλλας είναι επαρκής. Εάν απαιτείται, από την κατάσταση του υποστρώματος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά μέσο όρο 4-6 βύσματα/ m² επιφάνειας ανάλογα με το υπόστρωμα και το ύψος της δεξαμενής.

- **Ενδιάμεση στρώση και τοποθέτηση πλέγματος ενίσχυσης.** Ο ενδιάμεσος οργανικός ελαστομερής ενισχυτικός σοβάς μπορεί να εφαρμοστεί είτε με μηχανές ψεκασμού είτε με ειδικές σπάτουλες. Οι οργανικοί σοβάδες επιταχύνουν το στέγνωμα του υλικού και τη δημιουργία υδατοστεγούς επιφάνειας, γεγονός που μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και υψηλής υγρασίας ή βροχής. Αμέσως μετά την εφαρμογή του σοβά, το υαλόπλεγμα εμβαπτίζεται στον υγρό ακόμα σοβά, έτσι ώστε να καλυφθεί πλήρως. Οι στρώσεις του υαλοπλέγματος πρέπει να επικαλύπτονται στις πλευρές και στις άκρες ώστε να διασφαλίζεται η κατανομή των τάσεων των θερμομονωτικών πλακών και η συνέχεια της θωράκισης του συστήματος.
- **Τελική στρώση.** Η τελική στρώση προτείνεται να είναι οργανικής βάσης. Τα οργανικά επιχρίσματα είναι έτοιμες πάστες σε δοχεία και μπορούν να τοποθετηθούν με μηχανή ψεκασμού ή με σπάτουλες. Είναι έτοιμα στην επιθυμητή απόχρωση και προσφέρουν την μέγιστη αντίσταση στις συνθήκες του περιβάλλοντος καθώς και ιδιαίτερα αυξημένη ελαστικότητα. Εξαιτίας της σύνθεσης τους δεν δίνουν μεγάλο πάχος στρώσης, ενώ αναλογική με το μέγεθος κόκκου των αδρανών που περιέχουν είναι η ικανότητα να «γεμίζουν» ανωμαλίες του υποστρώματος.

Η σωστή εφαρμογή της θερμομόνωσης περιμετρικά των ακμών των δεξαμενών, θα επιτευχθεί με την τοποθέτηση γωνιοκράνων από προφίλ διογκωμένης πολυστερίνης. Όλες οι εργασίες θα γίνουν από εξειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τις προδιαγραφές των υλικών και τις οδηγίες του προμηθευτή για το κάθε υλικό. Μετά το πέρας των εργασιών, η κατασκευή επανελέγχεται από την Υπηρεσία ή/και τον Ανάδοχο. Οποιαδήποτε κακοτεχνία διαπιστωθεί επιδιορθώνεται από τον Ανάδοχο χωρίς συμπληρωματική αμοιβή. Τα υλικά και το σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικά CE.

4.2.5 Κάλυψη δεξαμενών

Στην παρούσα προτείνεται κάλυψη με πολυκαρβονικά φύλλα στην υφιστάμενη δεξαμενή εξορρόπησης βροχοστραγγιδίων, στις υφιστάμενες δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας – SBR (για τον περιορισμό των απωλειών θερμότητας στο περιβάλλον) και στη δεξαμενή επεξεργασμένων (για τον περιορισμό του κινδύνου εξωτερικής επιμόλυνσης).

Τα πολυκαρβονικά φύλλα θα είναι διαφανή, πάχους 3 mm κατ' ελάχιστον, φωτοδιαπερατότητας μεγαλύτερης από 70%.

Θα στηρίζονται μέσω ανοξείδωτων κοχλιών σε σκελετό από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας AISI 304 τουλάχιστον, ο οποίος με τη σειρά του θα πακτωθεί στα περιμετρικά τοιχεία των δεξαμενών και στο ύψος της στρέψης τους με ανοξείδωτα βύσματα.

Η κατασκευή θα έχει ελαφριά κλίση έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται η απορροή των ομβρίων προς τον περιβάλλοντα χώρο των δεξαμενών.

4.2.6 Αντικατάσταση περίφραξης

Με την παροδο των ετών η υφιστάμενη περίφραξη του χώρου του ΧΥΤΑ κατά σημεία έχει καταστραφεί με αποτέλεσμα την είσοδο ζώων στον χώρο και την ενδεχόμενο κίνδυνο τυων εραζομένων. Προτείνεται η επισκευσή της με αντικατάσταση των σενάζ και του συρματοπλέγματος στις προβληματικές θέσεις.

5. ΕΡΓΑ Η/Μ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

5.1.1 Συνοπτική περιγραφή

Για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης όσον αφορά σε έργα Η/Μ, περιλαμβάνονται παρεμβάσεις στις υφιστάμενες κατασκευές ή/και εγκατάσταση νέου εξοπλισμού, που ανά τμήμα έργου περιλαμβάνουν συνοπτικά τα κάτωθι :

Συλλογή βροχοστραγγιδίων

- Συντήρηση του εξοπλισμού στην υφιστάμενη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων – εξισορρόπησης, ήτοι:
 - Δύο (2) υποβρύχιων αντλιών
 - Ενός (1) υποβρύχιου οξυγονωτή
 - Ενός (1) «κλαπέ» μεταξύ της δεξαμενής εξισορρόπησης – Α/Σ ανύψωσης (δεξαμενή Α) και δεξαμενής βροχοστραγγιδίων (δεξαμενή Β – lagoon)
 - Δύο (2) πιεζοηλεκτρικών μετρητών στάθμης
 - Πέντε (5) πλωτεροδιακοπών στάθμης

Συλλογή βροχοστραγγιδίων

- Κατασκευή νέου αγωγού διάθεσης των επεξερασμένων ΡΕ 250.
- Κατασκευή νέου αγωγού εκροής ακαθάρτων προς τη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων ΡΕ 160.

Προσθήκη θρεπτικών – εξωτερικής πηγής άνθρακα

- Εγκατάσταση δύο (2) νέων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων για τη δοσομέτρηση δ/τος φωσφορικού οξέος (H_3PO_4) και τη διασύνδεσή τους με (νέο) δοχείο αποθήκευσης – εργασίας του δ/τος που φέρει διακόπτη στάθμης. Μια τρίτη όμοια αντλία προβλέπεται ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων εγκατεστημένων αντλιών για τη δοσομέτρηση δ/τος εξωτερικής πηγής άνθρακα (γλυκερίνη) και του παρελκόμενου εξοπλισμού (μετρητής στάθμης, πνευματική αντλία μετάγγισης κλπ.)

Βιολογικός αντιδραστήρας

- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων επιφανειακών αεριστήρων κατακόρυφου άξονα
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αναμικτών οριζοντίου άξονα
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών εκκένωσης διαυγαζόντων. Μια τρίτη όμοια αντλία προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών απομάκρυνσης περισσειας ιλύος. Μια τρίτη όμοια αντλία προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση των υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ενός (1) ηλεκτρομαγνητικού μετρητή παροχής εισόδου
 - Δύο (2) ηλεκτρομαγνητικών μετρητών παροχής υπερκείμενων υγρών (ένας ανά δεξαμενή SBR)
 - Δύο (2) αισθητηρίων D.O. (ένα ανά δεξαμενή SBR)
 - Δύο (2) αισθητηρίων pH (ένα ανά δεξαμενή SBR)
 - Δύο (2) αισθητηρίων MLSS (ένα ανά δεξαμενή SBR)
 - Δύο (2) αισθητηρίων δυναμικού οξειδοαναγωγής ORP (ένα ανά δεξαμενή SBR)
 - Ενός (1) πολυκάναλου ενισχυτή των αισθητηρίων DO, MLSS, ORP, pH.
 - Τεσσάρων (4) πλωτεροδιακοπών στάθμης (δύο ανά δεξαμενή SBR)
- Αντικατάσταση των υφιστάμενων πιεζοηλεκτρικών μετρητών στάθμης (ένας ανά δεξαμενή SBR) με νέους. Ένας τρίτος όμοιος μετρητής στάθμης προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.

Διύλιση

- Συντήρηση του αυτοκαθαριζόμενου περιστρεφόμενου τυμπάνου μετά του παρελκόμενου εξοπλισμού (αντλία αντίστροφης πλύσης, αισθητήρια στάθμης κλπ). Σημειώνεται η απαίτηση για αντικατάσταση του υφάσματος του φίλτρου λόγω εκτεταμένης φθοράς του.

Δεξαμενή τροφοδοσίας φίλτρων ενεργού άνθρακα

- Εγκατάσταση ενός (1) νέου υποβρυχίου αναδευτήρα οριζοντίου άξονα για την ανάμιξη των αιωρούμενων στερεών εντός της δεξαμενής τροφοδοσίας των φίλτρων.
- Συντήρηση των υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:

- Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης
- Τριών (3) πλωτεροδιακοπών στάθμης

- Φίλτρα ενεργού άνθρακα

- Αυτοματοποίηση της λειτουργίας των δύο (2) φίλτρων ενεργού άνθρακα, με την τοποθέτηση δέκα (10) πνευματικών ενεργοποιητών και των αντίστοιχων βαλβίδων «πilotου» στις υφιστάμενες χειροκίνητες δικλείδες (πέντε ανά φίλτρο)
- Συντήρηση των δύο (2) φίλτρων ενεργού άνθρακα μετά του παρελκόμενου εξοπλισμού (αντλίες τροφοδοσίας και αντίστροφης πλύσης, μετρητής παροχής, πρεσοστάτες κλπ). Σημειώνεται η ανάγκη αντικατάστασης του πληρωτικού υλικού.

Δεξαμενή καθαρών – εξισορρόπησης και Α/Σ τροφοδοσίας μονάδας αντίστροφης όσμωσης (R.O.)

- Εγκατάσταση μίας (1) νέας υποβρύχιας αντλίας μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την τροφοδοσία της μονάδας αντίστροφης όσμωσης. Μία δεύτερη όμοια αντλία προβλέπεται ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση των υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης
 - Δύο (2) πλωτεροδιακοπών στάθμης

Μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.)

- Εγκατάσταση μιας (1) πλήρους μονάδας αντίστροφης όσμωσης (R.O.) δύο (2) σταδίων, εντός εμπορευματοκιβωτίου (container) μετά όλων των απαραίτητων παρελκόμενων και βοηθητικών διατάξεων ελέγχου – λειτουργίας.

Απολύμανση – Αποθήκευση – Διάθεση επεξεργασμένων

- Συντήρηση των (2) υφιστάμενων αντλιών δοσομέτρησης δ/τος υποχλωριώδους νατρίου και του παρελκόμενου εξοπλισμού (αισθητήριο στάθμης, σωληνώσεις κλπ)
- Αποξήλωση, συντήρηση και επανεγκατάσταση σε νέες θέσεις των (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων έτσι, ώστε η μια εξ αυτών να χρησιμοποιηθεί για την ανακυκλοφορία των επεξεργασμένων στο ΧΥΤΑ – κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες – για τη διατήρηση της υγρασίας εντός της σκούμαζας και η έτερη για την απόρριψη του συμπυκνώματος της μονάδας

αντίστροφης όσμωσης (R.O.) επίσης στο ΧΥΤΑ μέσω του υφιστάμενου δικτύου ανακυκλοφορίας, το οποίο θα συντηρηθεί.

Επί του καταθλιπτικού αγωγού απόρριψης του συμπυκνώματος προτείνεται να τοποθετηθεί ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής που σε συνδυασμό με τον υφιστάμενο inverter στην αντίστοιχη αντλία θα εξασφαλίζει τον επιθυμητό έλεγχο της ποσότητας προς ανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ ανάλογα με την περίοδο, τον τρόπο και τη θέση διάθεσης. Μια τρίτη όμοια αντλία προτείνεται να παραδοθεί ως κοινή εφεδρεία στην αποθήκη.

- Συντήρηση και επανατοποθέτηση υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ενός (1) πλωτεροδιακόπτη στάθμης από την υφιστάμενη δεξαμενή επεξεργασμένων στη νέα, σε θέση για μέτρηση πολύ χαμηλής στάθμης
 - Τριών (3) πλωτεροδιακοπών στάθμης από την υφιστάμενη δεξαμενή επεξεργασμένων στη νέα δεξαμενή συμπυκνωμάτων σε θέσεις για μέτρηση υψηλής, χαμηλής και πολύ χαμηλής στάθμης
 - Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης από την υφιστάμενη δεξαμενή επεξεργασμένων στη νέα
 - Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης από το υφιστάμενο Α/Σ ακαθάρτων (σ.σ. μετατρέπεται σε απλό φρεάτιο) στη νέα δεξαμενή συμπυκνωμάτων
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ένας (1) ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής στην (κοινή) γραμμή ανακυκλοφορίας συμπυκνωμάτων / επεξεργασμένων στο ΧΥΤΑ
 - Ένας (1) αυτόματος δειγματολήπτης για τη λήψη σύνθετου ημερήσιου δείγματος για τον έλεγχο της συμμόρφωσης με τα όρια εκροής (πλην των μικροβιακών παραμέτρων)

Έργα επεξεργασίας λάσσης

- Εγκατάσταση μίας (1) νέας υποβρύχιας αντλίας μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την αποστράγγιση του φρεατίου των αντλιών απαγωγής της παχυμένης ιλύος προς το φρεάτιο ακαθάρτων
- Εγκατάσταση ενός (1) αισθητηρίου για την ανίχνευση πλημμυρικής στάθμης του φρεατίου των αντλιών απαγωγής της παχυμένης ιλύος

- Αυτοματοποίηση της λειτουργίας απαγωγής των διαυγαζόντων της δεξαμενής πάχυνσης, με την τοποθέτηση δύο (2) πνευματικών ενεργοποιητών και των αντίστοιχων βαλβίδων «πιλότου» στις υφιστάμενες χειροκίνητες δικλείδες.
- Αντικατάσταση των υφιστάμενων αντλιών θετικής εκτόπισης απαγωγής παχυμένης ιλύος προς απόρριψη στο σώμα του ΧΥΤΑ με δύο (2) νέες όμοιες αντλίες (1+1R)
- Συντήρηση των υφιστάμενων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
 - Ενός (1) πιεζοηλεκτρικού μετρητή στάθμης
 - Ενός (1) πλωτεροδιακόπτη στάθμης

Φρεάτιο ακαθάρτων

- Αποξήλωση και συντήρηση της υφιστάμενης υποβρύχιας αντλίας, η οποία θα παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση και επανατοποθέτηση ενός (1) υφιστάμενου πλωτεροδιακόπτη στάθμης σε θέση για μέτρηση πολύ υψηλής στάθμης

Διατάξεις παράκαμψης

Για την ευελιξία στη λειτουργία της ΕΕΣ αλλά και για την αντιμετώπιση εκτάκτων καταστάσεων λόγω βλαβών προβλέπονται οι παρακάτω διατάξεις απομόνωσης – παράκαμψης:

- Γενική παράκαμψη της μονάδας με παροχέτευση των εισερχομένων στραγγιδίων προς τη δεξαμενή συμπυκνωμάτων με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πιλότο»
- Παράκαμψη της παροχής εισόδου προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας R.O. με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πιλότο».
- Απομόνωση της δεξαμενής SBR-1 με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πιλότο».
- Απομόνωση της δεξαμενής SBR-2 με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πιλότο».

- Παράκαμψη της δεξαμενής SBR-2 από τη δεξαμενή SBR-1 προς το φίλτρο τυμπάνου με εγκατάσταση των αντίστοιχων σωληνογραμμών και δύο (2) αυτόματων δικλείδων πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πιλότο».
- Παράκαμψη του φίλτρου τυμπάνου προς τη δεξαμενή αποθήκευσης συμπυκνωμάτων ή προς τη δεξαμενή τροφοδοσίας φίλτρων ενεργού άνθρακα ή προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας R.O. με εγκατάσταση των αντίστοιχων σωληνογραμμών και τεσσάρων (4) χειροκίνητων δικλείδων πεταλούδας.
- Παράκαμψη των φίλτρων ενεργού άνθρακα προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας της μονάδας R.O. με εγκατάσταση επί του καταθλιπτικού αγωγού των αντλιών τροφοδοσίας της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πιλότο».
- Παράκαμψη των φίλτρων ενεργού άνθρακα και της μονάδας R.O. προς τη δεξαμενή συμπυκνωμάτων με εγκατάσταση της αντίστοιχης σωληνογραμμής και αυτόματης δικλείδας πεταλούδας με πνευματικό ενεργοποιητή με την αντίστοιχη βαλβίδα «πιλότο».

Βοηθητικός εξοπλισμός

Στον βοηθητικό εξοπλισμό της ΕΕΣ προβλέπονται:

- Ένας (1) αεροσυμπιεστής με τις αντίστοιχες σωληνώσεις και διατάξεις αφαίρεσης υγρασίας, ο οποίος εγκαθίσταται για την λειτουργία των πνευματικών ενεργοποιητών των αυτόματων δικλείδων που πρόκειται να εγκατασταθούν.
- Μία (1) υφιστάμενη υποβρύχια αντλία, η οποία αποξηλώνεται από το φρεάτιο ακαθάρτων και παραδίδεται ως εφεδρεία στην αποθήκη
- Τρεις (3) ανυψωτικοί μηχανισμοί τύπου αλυσοπαλάγκου πιστοποιημένου σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κείμενης νομοθεσίας, ανυψωτικής ικανότητας τουλάχιστον 500 kg, εκ των οποίων:
 - Ένας (1) για την ανύψωση των αντλιών και του οξυγονωτή στη δεξαμενή εξισορρόπησης
 - Δύο (2) για την ανύψωση των αντλιών και των αναμικτών στο βιολογικό αντιδραστήρα

Μεταφορά πυρσού καύσης βιοαερίου

Για τη χωροθέτηση και κατασκευή της νέας δεξαμενής βροχοστραγγιδίων απαιτείται η μετεγκατάσταση του πυρσού καυσης του βιοαερίου σε θέση δυτικά της νέας δεξαμενης. Απαιτείται η μετακίνηση των αγωγών του οριζόντιου δικτύου μεταφοράς βιοαερίου από το κύτταρο προς τον πυρσό HDPE 110 PN10. Ο πυρσός θα εδρασθεί σε πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος C20/25 ΜxΠxΥ 5,5x4.5x0.3.

Θα καθαιρεθούν οι υφιστάμενοι αγωγοί προσαγωγής του βιοαερίου σε μήκος 75m και θα τοποθετηθούν νέοι μέχρι τη θέση μετεγκατάστασης του πυρσού.

Αντικατάσταση περίφραξης χώρου ΧΥΤΑ

Με την παροδο των ετών η υφιστάμενη περίφραξη του χώρου του ΧΥΤΑ κατά σημεία έχει καταστραφεί με αποτέλεσμα την είσοδο ζώων στον χώρο και την ενδεχόμενο κίνδυνο τυων εραζομένων. Προτείνεται η επισκευσή της με αντικατάσταση των σενάζ και του συρματοπλέγματος στις προβληματικές θέσεις.

Αυτοματισμοί – Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις

- Επέκταση του υφιστάμενου συστήματος αυτοματισμών για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού.
- Επέκταση της υφιστάμενης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης για τη λειτουργική διασύνδεση του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού με τον υφιστάμενο ΓΠΧΤ και το υφιστάμενο Η/Ζ.

Ο (νέος) εξοπλισμός που προβλέπεται να εγκατασταθεί στην ΕΕΣ πρέπει να πληροί τουλάχιστον τις κάτωθι προϋποθέσεις :

- να είναι κατάλληλος για το συγκεκριμένο έργο,
- να έχει καλές αποδόσεις,
- να έχει σχετικά χαμηλό κόστος απόδοσης,
- να παρουσιάζει χαμηλό λειτουργικό κόστος (ενέργεια – συντήρηση),
- να επιδέχεται αυτοματοποίηση,
- να είναι λειτουργικά απλός,
- να είναι ευκολοσυντήρητος,
- να έχει δοκιμαστεί σε παρόμοια έργα.

Όλα τα μηχανήματα, συσκευές και υλικά θα πρέπει να ικανοποιούν τους ισχύοντες κανονισμούς ελληνικούς ή/και ξένους ή/και τους κανονισμούς που αναφέρονται στις επί μέρους προδιαγραφές των υλικών για το εν λόγω έργο.

Όλα τα μηχανήματα συσκευές εξαρτήματα και υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι καινούρια, άριστης ποιότητας και τυποποιημένα προϊόντα έγκυρων κατασκευαστών που ασχολούνται κανονικά με την παραγωγή τέτοιων υλικών, θα είναι χωρίς ελαττώματα, δεν θα φθείρονται εύκολα και θα μπορούν να λειτουργούν με την ελάχιστη συντήρηση.

Τα ομοειδή εξαρτήματα των όμοιων τμημάτων θα μπορούν να εναλλαχθούν μεταξύ τους, όπως και με τα ανταλλακτικά τους.

Τα εργοστάσια κατασκευής του εξοπλισμού θα δίνουν τη δυνατότητα για εύκολη και χωρίς περιορισμούς κάλυψη σε ανταλλακτικά.

5.1.2 Κατάλογος Η/Μ Εξοπλισμού

Στη συνέχεια παρατίθεται Πίνακας με το (νέο) εξοπλισμό που προτείνεται να εγκατασταθεί έτσι, ώστε σε συνδυασμό με τον υφιστάμενο εξοπλισμό που προτείνεται να διατηρηθεί, να υπάρξει ικανοποιητική ανταπόκριση στις διακυμάνσεις των υδραυλικών και ρυπαντικών φορτίων της ΕΕΣ :

PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ & ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	
2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ	
<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Δ/ΤΟΣ H₃PO₄</u>	
TK-112	ΔΟΧΕΙΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄
C102-32	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο1
C102-33	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο2
C102-34	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)
3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ	
H102-1	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1
H102-2	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2
C102-7s	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞ. SBR (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)
C102-8s	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞ. SBR (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)
5. ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΟ ΑΝΘΡΑΚΑ	
<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</u>	

PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
C102-31	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ
<u>ΦΙΛΤΡΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</u>	
AV-102.00	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ
AV-102.11	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1
AV-102.12	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1
AV-102.13	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1
AV-102.14	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1
AV-102.15	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1
AV-102.21	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2
AV-102.22	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2
AV-102.23	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2
AV-102.24	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2
AV-102.25	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2
<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΩΝ - ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO</u>	
C-RO-1	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO
C-RO-1s	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)
6. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ, RO	
<u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u>	
B-RO	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ
7. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	
<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u>	
C102-17s	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ / ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)
8. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ & ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ	
AV-102.31	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΔΙΑΥΓΑΖΟΝΤΩΝ
AV-102.32	ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΔΙΑΥΓΑΖΟΝΤΩΝ
C102-19	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ
C102-20	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)
C102-34	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ
9. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ - ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	
AV-102.41	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ SBR-1
AV-102.42	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ SBR-2

PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
AV-102.43	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ SBR (ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ)
AV-102.44	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ SBR (ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ RO)
AV-102.45	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ SBR-1 (ΠΡΟΣ SBR-2)
AV-102.46	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ SBR-1 (ΠΡΟΣ ΦΙΛΤΡΟ ΤΥΜΠΑΝΟΥ)
AV-102.47	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝ ΑΝΘΡΑΚΑ (ΠΡΟΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ)
C102-35	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΥΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ
10. ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ	
MCC-102	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο1 (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)
MCC-102A	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο2 (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)
MCC-RO	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ
ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ	
PLC-102	ΣΥΣΤΗΜΑ PLC ΕΕΣ (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)
PLC-103	ΣΥΣΤΗΜΑ PLC ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)
PLC-RO	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ
11. ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΗΛΜ	
-	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΗΛΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
-	ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ - ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

5.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΝΕΟΥ ΗΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στη συνέχεια παρατίθενται οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές που αφορούν **στο (νέο) κύριο εξοπλισμό** που προτείνεται να εγκατασταθεί (σ.σ. τα in situ όργανα μέτρησης και αισθητήρια περιγράφονται στο αντίστοιχο Κεφάλαιο αυτοματισμών της ΕΕΣ).

Για τον υφιστάμενο εξοπλισμό που κρίνεται ότι θα χρησιμοποιηθεί στην αναβαθμισμένη ΕΕΣ, δεν προβλέπεται όποια επέμβαση πέραν της συνήθους επιθεώρησης και συντήρησης.

5.2.1 Βιολογικός αντιδραστήρας

5.2.1.1 Δοσομέτρηση θρεπτικών

Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών (C, N, P).

Δεν προβλέπεται να απαιτηθεί προσθήκη δ/τος ουρίας, ωστόσο θα απαιτηθεί προσθήκη δ/τος φωσφορικού οξέος. Η δοσομέτρηση προτείνεται να γίνεται μέσω κατάλληλων αντλιών με τεχνικά χαρακτηριστικά ως κάτωθι :

Τύπος	: διαφραγματική ή εμβολοφόρα
Παροχή	: 0 – 4L/hr
Πίεση λειτουργίας	: 10 bar (max)
Ακρίβεια δοσομέτρησης	: $\pm 1\%$
Τροφοδοσία	: 220 V, 50 Hz
Προστασία	: IP 65
Τεμάχια	: δύο (2) πλέον ένα (1) εφεδρεία στην αποθήκη

Οι αντλίες θα είναι κατάλληλες για συνεχή λειτουργία (8000 ώρες / έτος) με δυνατότητα παροχής με μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση 1% σε όλο το πεδίο λειτουργίας τους.

Τα υλικά κατασκευής των αντλιών καθώς επίσης και των εξαρτημάτων που τις συνοδεύουν, θα πρέπει να είναι κατάλληλα για το αντλούμενο υγρό και τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες.

5.2.1.2 Αντλίες εκκένωσης

Εντός έκαστης δεξαμενής SBR υφίσταται μια (1) υποβρύχια αντλία παροχής 15m³/hr στο κατάλληλο μανομετρικό που κρίνεται ότι **επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας. Για τις υφιστάμενες αντλίες δεν προβλέπεται όποια επέμβαση **πέραν της συνήθους επιθεώρησής τους και τη συντήρησή τους, ωστόσο προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη μια τρίτη αντλία με όμοια τεχνικά** χαρακτηριστικά :

Τύπος	υποβρύχια, ακαθάρτων
Παροχή / Μανομετρικό	15m ³ /h σε 3 mΥΣ (50 Hz)
Εγκ Ισχύς	1.5 KW / 1450 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αντλίας	Χυτοσίδηρος
Πτερωτή	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξειδωτος χάλυβας
Τεμάχια	ένα (1)

Οι αντλίες θα είναι φυγοκεντρικές, υποβρύχιες κατάλληλες για ακάθαρτα και για συνεχή λειτουργία κάτω από συνθήκες πλήρους ή μερικής εμβάπτισης. Οι καμπύλες των αντλιών θα πληρούν τις απαιτήσεις του προτύπου ISO EN 9906 Παράρτ. Α.

Η πτερωτή θα είναι από χυτοσίδηρο DIN GGG50.7 (EN-GJS-500.7) ή GG25 (EN-GJL-250), ή από ανοξείδωτο χάλυβα υδροδυναμικά ζυγοσταθμισμένη, χωρίς οξείες στροφές, ανεμπόδιστης ροής (χωρίς εμφράξεις), για ομαλή δίοδο σφαιρικών στερεών της μέγιστης δυνατής διαμέτρου. Η πτερωτή θα μπορεί να χρησιμοποιείται για την άντληση υγρών που περιέχουν στερεά απόβλητα, ινώδη υλικά και άλλες ύλες που περιέχονται σε συνήθη ακάθαρτα νερά.

Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, η πτερωτή μπορεί να είναι είτε ημιανοικτού τύπου είτε κλειστού τύπου, με πλήρη πτερύγια (full vaned), τύπου καναλιού, μονοκάναλη για αντλίες με διάμετρο εξόδου ως DN 100 ή ολιγοκάναλη για μεγαλύτερες αντλίες είτε τύπου vortex (open impeller), όποτε αυτό είναι δυνατό ώστε ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης κατά το δυνατό να είναι υψηλός.

Η πτερωτή θα πρέπει να είναι στατικά και δυναμικά ζυγοσταθμισμένη, στερεωμένη στον άξονα με ασφαλή τρόπο, που θα επιτρέπει την εύκολη αποσυναρμολόγηση σε περίπτωση συντήρησης. Ο άξονας θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Η αντλία θα είναι εφοδιασμένη με ένα μηχανικό σύστημα στεγανοποίησης άξονα, το οποίο θα αποτελείται από έναν ή δύο μηχανικούς στυπιοθλίπτες σε σειρά (άνω και κάτω) είτε θα είναι εφοδιασμένη με ένα ενιαίο μπλοκ που θα περιλαμβάνει τους δύο μηχανικούς στυπιοθλίπτες διατεταγμένους εν σειρά, εγκιβωτισμένους σε κλειστό σωληνοειδές προστατευτικό κιβώτιο από ανοξείδωτο χάλυβα. Οι μηχανικοί στυπιοθλίπτες σε κάθε περίπτωση θα είναι δύο και θα λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, απομονώνοντας τον κινητήρα από το υδραυλικό τμήμα της αντλίας.

Η αντλία πρέπει να είναι εφοδιασμένη θάλαμο λαδιού για το σύστημα στεγανοποίησης του άξονα. Οι τάπες επιθεώρησης του λαδιού θα είναι προσιτές από το εξωτερικό μέρος της αντλίας. Το λάδι του συστήματος στεγανοποίησης δεν θα περιέχει κυκλικούς υδρογονάνθρακες και θα είναι εγκεκριμένο από το FDA ή άλλο διεθνή οργανισμό. Το λάδι θα μπορεί να λιπαίνει επίσης και τους στυπιοθλίπτες. Ο κινητήρας θα μπορεί να λειτουργήσει για ορισμένο χρονικό διάστημα χωρίς λάδι, χωρίς να προκαλείται βλάβη στους στυπιοθλίπτες.

Ο κινητήρας θα είναι ασύγχρονος, επαγωγικός, τριφασικός, με βραχυκυκλωμένο δρομέα, εδραζόμενος στην κεφαλή του αντλητικού συγκροτήματος και ενσωματωμένος στο ίδιο

κέλυφος με την αντλία. Η κλάση μόνωσης θα είναι τουλάχιστον F και ο βαθμός προστασίας IP 68.

Οι κινητήρες των αντλιών θα είναι επαναπεριελίξιμοι χωρίς να είναι συντηγμένοι σε ρητίνη, με το σύρμα περιέλιξης να προστατεύεται από αδιάβροχο επικάλυψη και θα διαθέτουν αισθητήρια ανίχνευσης θερμοκρασίας σε κάθε φάση για την προστασία από την υπερθέρμανση.

Τα καλώδια θα αποτελούνται από εύκαμπτους χάλκινους αγωγούς 660/1000 Volt μονωμένους και επενδυμένους με μόνωση κατάλληλη για υποβρύχια χρήση. Θα είναι αιωρούμενα, επαρκούς μήκους, ώστε να εκτείνονται από το κουτί διακλάδωσης μέχρι το κουτί σύνδεσης στον κινητήρα. Το μήκος των καλωδίων θα είναι τέτοιο ώστε να υπάρχει τουλάχιστον 2,50 m εύρος από την άνω στάθμη σκυροδέματος του φρεατίου.

Τα καλώδια πρέπει να είναι μονοκόμματα προς τους ηλεκτρικούς πίνακες και να αποφεύγονται οι υπαίθριες συζεύξεις. Όπου αυτές είναι αναπόφευκτες, πρέπει να είναι κατάλληλες για λειτουργία σε συνθήκες καταιγισμού νερού (IP 65).

Το κιβώτιο σύνδεσης των καλωδίων πρέπει να είναι ολοκληρωτικά σφραγισμένο, με στυπιοθλίπτη, που θα εμποδίζει της είσοδο υγρού ή υγρασίας.

Όταν η αντλία θα λειτουργεί συνεχώς καλυμμένη εξ' ολοκλήρου από την στάθμη λυμάτων, ακόμη και στην χαμηλότερη στάθμη του αντλιοστασίου, ο κινητήρας θα ψύχεται από το περιβάλλον ρευστό. Σε κάθε περίπτωση το σύστημα ψύξης θα πρέπει να επαρκεί για συνεχή λειτουργία της αντλίας σε περιβάλλοντα χώρο θερμοκρασίας μέχρι 40°C.

Τα κελύφη της αντλίας και του κινητήρα και τα κύρια εξαρτήματα της αντλίας θα είναι από φαιό χυτοσίδηρο (grey cast iron) ή ελατό σφαιροειδή χυτοσίδηρο προδιαγραφών κατά DIN GG20 (EN-GJL-200), GG25 (EN-GJL-250) ή GGG50.7 (EN-GJS-500.7), ή από ανοξείδωτο χάλυβα, προδιαγραφών AISI 304 (με λείες επιφάνειες ελεύθερες από φυσαλίδες ή άλλες ανωμαλίες. Όλα τα εκτεθειμένα παξιμάδια, βίδες και ροδέλες θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα, προδιαγραφών AISI 316 (DIN 1.4401), ASTM A 276/A 182, ή 316 Gr F 316 ή καλύτερης ποιότητας.

Το κέλυφος του κινητήρα πρέπει να διαθέτει κατάλληλες υποδοχές ενιαίες με το σώμα της αντλίας για την ανύψωση της αντλίας, στους οποίους θα συνδέεται μόνιμα ανοξείδωτη αλυσίδα ή συρματοσχοινο σε προσπελάσιμο σημείο.

Κρίσιμες μεταλλικές επιφάνειες όπου απαιτείται υδατοστεγανότητα θα είναι μηχανικά κατεργασμένες και συναρμολογημένες με στεγανοποιητικούς δακτυλίους. Η συναρμογή τους θα επιτυγχάνεται με ελεγχόμενη επαφή και συμπίεση των στεγανοποιητικών δακτυλίων και στις τέσσερις πλευρές της αύλακάς τους, χωρίς να απαιτείται ειδική ροπή στήριξης στους κοχλίες που ασφαλίζουν τη συναρμογή. Ορθογωνικής διατομής φλάντζες, που απαιτούν ειδική ροπή στρέψης ή στεγανοποιητικές ουσίες δεν θα γίνονται αποδεκτές.

5.2.1.3 Αντλίες απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος

Εντός έκαστης δεξαμενής SBR υφίσταται μια (1) υποβρύχια αντλία παροχής 15m³/hr στο κατάλληλο μανομετρικό που κρίνεται ότι **επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας. Για τις υφιστάμενες αντλίες δεν προβλέπεται όποια επέμβαση **πέραν της συνήθους επιθεώρησής τους και τη συντήρησή τους, ωστόσο προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη μια τρίτη αντλία με όμοια τεχνικά** χαρακτηριστικά :

Τύπος	υποβρύχια, ακαθάρτων
Παροχή / Μανομετρικό	15m ³ /h σε 4 mΥΣ (50 Hz)
Εγκ Ισχύς	1.2 KW / 1450 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αντλίας	Χυτοσίδηρος
Πτερωτή	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξειδωτος χάλυβας
Τεμάχια	ένα (1)

Όσον αφορά στις Ειδικές Προδιαγραφές ισχύουν τα αναφερόμενα σε προηγούμενη παράγραφο.

5.2.2 Δεξαμενή τροφοδοσίας φίλτρων ενεργού άνθρακα

5.2.2.1 Υποβρύχιος αναμίκτης οριζοντίου άξονα

Για τον περιορισμό των επικαθίσεων στερεών στη δεξαμενή τροφοδοσίας των φίλτρων π.χ. λόγω δυσλειτουργίας του φίλτρου τυμπάνου ή σε περίπτωση ηβελημένης παράκαμψής του, κρίνεται δόκιμη η εγκατάσταση ενός (1) αναδευτήρα **με τα κάτωθι τεχνικά** χαρακτηριστικά :

Τύπος	υποβρύχιος, οριζοντίου άξονα
Τύπος προπέλας	αυτοκαθαριζόμενη, 2 ή 3 πτερύγων
Εγκ Ισχύς	2.3 KW / 1450 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αναδευτήρα / κινητήρα	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξείδωτος χάλυβας
Βίδες, παξιμάδια, ροδέλες	Ανοξείδωτος χάλυβας
Προπέλα	Ανοξείδωτος Χάλυβας ή χυτοσίδηρος με κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία
Τεμάχια	ένα (1)

Ο αναδευτήρας θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί εγκατεστημένου ικριώματος άνωθεν

Ειδικές Προδιαγραφές

Η ταχύτητα περιστροφής των αναδευτήρων, αν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, δεν θα είναι μεγαλύτερη από 1.450rpm. Η ταχύτητα θα επιτυγχάνεται είτε με απευθείας σύνδεση σε αργόστροφο ηλεκτροκινητήρα ή μέσω μειωτήρα στροφών.

Η προπέλα του αναδευτήρα θα αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας τουλάχιστον DIN 1.4571 (AISI 316) ή πολυουρεθάνη ή άλλο κατάλληλο υλικό, απρόσβλητο στη χημική διάβρωση και ανθεκτικό στη μηχανική φθορά. Το κέλυφος του κινητήρα θα είναι από χυτοσίδηρο GG-25 (EN-GJL-250) ή από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304, με λείες επιφάνειες. Όλα τα εκτεθειμένα στο ρευστό παξιμάδια, βίδες και ροδέλες θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα προδιαγραφών AISI 304.

Ο κινητήρας του αναδευτήρα θα είναι επαγωγικός, τύπου βραχυκυκλωμένου δρομέα, τοποθετημένος μέσα σε κέλυφος (περίβλημα), ο θάλαμος του οποίου θα είναι υδατοστεγής και θα είναι σχεδιασμένος για συνεχή λειτουργία ανάδευσης ρευστών θερμοκρασίας μέχρι 40°C και για 10 εκκινήσεις την ώρα.

Ο κινητήρας και ο αναδευτήρας θα είναι σχεδιασμένοι και συναρμολογημένοι από τον ίδιο κατασκευαστή. Οι ένσφαιροι τριβείς πρέπει να είναι υπολογισμένοι για συνεχή λειτουργία 50.000 ωρών, κατά ISO 281.

Για την στεγανοποίηση του άξονα, κάθε αναδευτήρας με κιβώτιο μειωτήρα στροφών θα είναι εφοδιασμένος με δύο εν σειρά, ανεξάρτητα, μηχανικά συστήματα στεγανοποίησης άξονα (μηχανικούς στυπιοθλίπτες), έναν εξωτερικό και έναν εσωτερικό, ανθεκτικούς στη φθορά και στη διάβρωση με δακτυλίους κατασκευασμένους εξ ολοκλήρου από καρβίδιο του πυριτίου (SiC) ή βολφραμίου (WC).

Οι αναδευτήρες χωρίς κιβώτιο μειωτήρα στροφών θα διαθέτουν τουλάχιστον ένα μηχανικό στυπιοθλίπτη (για την εξωτερική στεγανοποίηση) και για την εσωτερική στεγανοποίηση της πλευράς του κινητήρα είτε δεύτερο μηχανικό στυπιοθλίπτη είτε στεγανοποιητικό δακτύλιο από πολυμερή στεγανοποιητικά υλικά (Viton, NBR κλπ).

Το συγκρότημα θα είναι αναρτημένο σε ειδική διάταξη (οδηγό), ώστε να είναι δυνατή η τοποθέτησή του και η απομάκρυνσή του από την δεξαμενή, χωρίς να είναι αναγκαία η εκκένωσή της. Για το σκοπό αυτό το κέλυφος του αναδευτήρα πρέπει να διαθέτει κατάλληλο άγκιστρο, στο οποίο θα είναι μόνιμα προσδεμένη αλυσίδα ή συρματόσχοινο ανέλκυσης. Αν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, η διάταξη εγκατάστασης πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην απαιτείται είσοδος του προσωπικού στο υγρό φρεάτιο ή την δεξαμενή και να διευκολύνεται η ανέλκυση και η καθέλκυση του αναδευτήρα. Για την στήριξη και οδήγηση του αναδευτήρα στην θέση έδρασης θα χρησιμοποιείται κοιλοδοκός από ανοξείδωτο χάλυβα, διατομής και μήκους οδηγών ανάλογων του φορτίου. Ο αναδευτήρας θα στηρίζεται στη δοκό καθέλκυσης, μέσω ενός πλαισίου με ράουλα ολίσθησης, κατασκευασμένου από ανοξείδωτο χάλυβα, το οποίο θα έχει την δυνατότητα οδήγησης – ολίσθησης του συνολικού βάρους του αναδευτήρα και θα είναι ικανό να παραλαμβάνει την ώθηση που δημιουργεί αυτός.

5.2.3 Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O.)

5.2.3.1 Αντλίες τροφοδοσίας μονάδας R.O.

Τα προς επεξεργασία στραγγίσματα από τη δεξαμενή τροφοδοσίας της R.O. προωθούνται στην μονάδα μέσω μιας (1) νέας υποβρύχιας φυγοκεντρικής αντλίας μέγιστης παροχετευτικότητας της τάξης των 3,5m³/hr και μανομετρικού H= 21 m μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης. Μια δεύτερη όμοια αντλία θα παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη:

Τύπος	υποβρύχια, ακαθάρτων
Παροχή / Μανομετρικό	3,5m ³ /h σε 21 mΥΣ (50 Hz)
Εγκ Ισχύς	1.5 KW / 2900 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αντλίας	Χυτοσίδηρος ή ανοξείδωτος χάλυβας
Πτερωτή	Χυτοσίδηρος ή ανοξείδωτος χάλυβας
Άξονας	Ανοξείδωτος χάλυβας
Τεμάχια	ένα (1)

Όσον αφορά στις Ειδικές Προδιαγραφές ισχύουν τα αναφερόμενα σε προηγούμενη παράγραφο.

5.2.3.2 Μονάδα R.O.

Για το σύνολο της διεργασίας προβλέπεται η εγκατάσταση μιας (1) μονάδας αντίστροφης όσμωσης (R.O.) δυναμικότητας επεξεργασίας της τάξης των 55m³/d, δύο (2) σταδίων. Τα προς επεξεργασία στραγγίσματα από τη δεξαμενή καθαρών (δεξαμενή τροφοδοσίας της RO) προωθούνται μέσω υποβρύχιας αντλίας (εγκατεστημένης εντός της δεξαμενής) προς τη μονάδα προκατεργασίας της αντίστροφης όσμωσης, η οποία αποτελείται από φίλτρο άμμου και φίλτρο φυσιγγίων εγκατεστημένα εν σειρά. Στη συνέχεια μέσω αντλίας υψηλής πίεσης τα προεπεξεργασμένα στραγγίδια προωθούνται προς τις συστοιχίες των μεμβρανών του 1^{ου} σταδίου, από όπου το συμπύκνωμα καταλήγει προς τη δεξαμενή συλλογής συμπυκνωμάτων. Το διήθημα του 1^{ου} σταδίου αποθηκεύεται προσωρινά σε ενδιάμεση δεξαμενή συλλογής για να οδηγηθεί στη συνέχεια μέσω αντλίας επίσης ψηλής πίεσης προς τις συστοιχίες των μεμβρανών του 2^{ου} σταδίου, από όπου το συμπύκνωμα ανακυκλοφορεί προς τη δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας RO. Το διήθημα του 2^{ου} σταδίου αποθηκεύεται προσωρινά σε ενδιάμεση δεξαμενή συλλογής για να οδηγηθεί στη συνέχεια μέσω αντλίας είτε προς τη δεξαμενή απολύμανσης είτε για αντίστροφη πλύση (όποτε είναι απαραίτητα) του φίλτρου άμμου.

Η μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.) θα πρέπει να πληροί τουλάχιστον τις κάτωθι προϋποθέσεις :

- Να έχει ικανοποιητική διάρκεια ζωής
- Να έχει ικανοποιητική μηχανική αντοχή κατά τη συναρμολόγησή της σε στοιχεία και στην εφαρμοζόμενη πίεση κατά τη λειτουργία της

- Να έχει χημική, φυσική και θερμική σταθερότητα στο υγρό προς επεξεργασία
- Να έχει μεγάλη περατότητα στο νερό και συγχρόνως να έχει τη μεγαλύτερη δυνατή απόρριψη αλάτων
- Ο κατασκευαστής της να εγγυάται την αποδοτική λειτουργία της μονάδας κάτω από τις συνθήκες του εν λόγω έργου.

Ο βαθμός ανάκτησης (recovery) της μονάδας θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος με 65% με απομάκρυνση ρυπαντών (rejection) τουλάχιστον 98%. Οι μεμβράνες που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι σπειροειδούς διαμόρφωσης (Spiral Wound), κατάλληλες για διήθηση στραγγισμάτων. Σε κάθε περίπτωση, το σύστημα RO θα πρέπει να καλύπτει τα κάτωθι κριτήρια:

- Απαίτηση Ροής διηθήματος (permeate flux) 1^{ου} Σταδίου < 12 L/m²/h (LMH)
- Απαίτηση Ροής διηθήματος (permeate flux) 2^{ου} Σταδίου < 20 L/m²/h (LMH)

Η μονάδα θα είναι πλήρης εντός κατάλληλα τροποποιημένου και μονωμένου εμπορευματοκιβωτίου (container) τυποποιημένων διαστάσεων, που θα εδράζεται σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα, με κατάλληλο υπόστρωμα δαπέδου βιομηχανικής χρήσης, μετά των απαραίτητων βοηθητικών διατάξεων ελέγχου – λειτουργίας.

Εντός του εμπορευματοκιβωτίου αυτού θα περιέχεται όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός για τη διεργασία της αντίστροφης όσμωσης που θα περιλαμβάνει ενδεικτικά και όχι περιοριστικά τα κάτωθι:

- Μονάδα προεπεξεργασίας αποτελούμενη από:
 - Αυτόματο φίλτρο άμμου δυναμικότητας 3,5 m³/h. Το φίλτρο άμμου θα περιλαμβάνει τα υλικά πλήρωσης και όλες τις απαραίτητες βαλβίδες, τους αγωγούς, εξαρτήματα και ακροφύσια πλύσης.
 - Φίλτρο φυσιγγίων 20μm.
- Κύκλωμα αντίστροφης όσμωσης 1^{ου} σταδίου υψηλής πίεσης, αποτελούμενο από:
 - αντλία υψηλής πίεσης ρυθμιζόμενη με inverter.
 - συστοιχίες μεμβρανών
 - αντλία ανακυκλοφορίας συμπυκνώματος ρυθμιζόμενη με inverter
 - σωληνώσεις και εξαρτήματα
- Δεξαμενή συλλογής διηθήματος 1^{ου} σταδίου και αντλία για την τροφοδοσία του 2^{ου} σταδίου και για την πλύση των μεμβρανών του 1^{ου} σταδίου.
- Κύκλωμα αντίστροφης όσμωσης 2^{ου} σταδίου υψηλής πίεσης, αποτελούμενο από:
 - αντλία υψηλής πίεσης ρυθμιζόμενη με inverter

- συστοιχίες μεμβρανών
- αντλία ανακυκλοφορίας συμπυκνώματος ρυθμιζόμενη με inverter
- σωληνώσεις και εξαρτήματα
- Δεξαμενή συλλογής διηθήματος 2ου σταδίου και αντλία για την προώθησή του στις κατάντη μονάδες και για την αντίστροφη πλύση του φίλτρου άμμου.
- Σύστημα προσθήκης αντικαθαλωτικού διαλύματος αποτελούμενο από μία δοσομετρική αντλία και ένα δοχείο αποθήκευσης.
- Σύστημα προσθήκης απορρυπαντικού διαλύματος αποτελούμενο από δύο δοσομετρικές αντλίες (μία για κάθε στάδιο RO) και ένα δοχείο αποθήκευσης.
- Σύστημα προσθήκης διαλύματος θειικού οξέος για τη ρύθμιση του pH αποτελούμενο από μία δοσομετρική αντλία και δοχεία αποθήκευσης όγκου τουλάχιστον 2m³. Τα δοχεία με όλο τον εξοπλισμό ελέγχου θα τοποθετηθούν εκτός του container.
- Όργανα επιτήρησης και ελέγχου ήτοι:
 - Ηλεκτρομαγνητικούς μετρητές παροχής σε όλες τις γραμμές διηθήματος, τροφοδοσίας και συμπυκνώματος.
 - Μετρητές πίεσης στα ανάντη και κατάντη των φίλτρων και των αντλιών υψηλής πίεσης καθώς και στις γραμμές διηθήματος και συμπυκνώματος.
 - Μετρητές αγωγιμότητας στη γραμμή τροφοδοσίας της μονάδας καθώς και στις γραμμές διηθήματος έκαστου σταδίου.
 - Μετρητές pH στη γραμμή τροφοδοσίας και διηθήματος του 2^{ου} σταδίου.
 - Μανόμετρα γλυκερίνης σε όλες τις γραμμές διηθήματος, τροφοδοσίας και συμπυκνώματος
 - Όλες τις αυτόματες δικλείδες για την επίτευξη των στόχων λειτουργίας και πλύσεων τις μονάδας.
- Εγκατάσταση κλιματισμού - καθαρισμού αέρα στο χώρο των μεμβρανών
- Εγκατάσταση κλιματισμού - καθαρισμού αέρα στο χώρο των ηλεκτρικών πινάκων.
- Πλήρες οπτικοποιημένο σύστημα ελέγχου, καταγραφής και ρύθμισης των παραμέτρων λειτουργίας (βιομηχανικό Programmable Logic Controller (PLC) με οθόνη χειρισμού. Το PLC θα έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί μέσω ασύρματου δικτύου Wi-Fi με το σύστημα αυτοματισμού του ΧΥΤΑ.

5.2.4 Απολύμανση – Αποθήκευση – Διάθεση επεξεργασμένων

5.2.4.1 Διάθεση επεξεργασμένων – συμπυκνώματος RO

Η υφιστάμενη δεξαμενή αποθήκευσης διαχωρίζεται με τοίχιο από οπλισμένο σκυρόδεμα έτσι, ώστε να δημιουργηθούν δύο (2) διακριτά τμήματα :

- Τμήμα διαστάσεων 7,95 x 1,50 x 3,8m (Μ x Π x βάθος υγρού) ενεργού όγκου 45,3m³ που θα λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης των επεξεργασμένων
- Τμήμα διαστάσεων 7,95 x 3,50 x 4,0m (Μ x Π x βάθος υγρού) ενεργού όγκου 111,3m³ που θα λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης και διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας R.O. Το τμήμα αυτό θα καλυφθεί άνωθεν με πολυκαρβονικά φύλλα έτσι, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος εξωτερικής επιμόλυνσης

Εκ των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών παροχής 15m³/hr στο κατάλληλο μανομετρικό έκαστη, προτείνεται να τοποθετηθεί μια (1) ανά διακριτό τμήμα της δεξαμενής μέσω κατάλληλης αναπροσαρμογής της υδραυλικής συνδεσμολογίας.

Το υφιστάμενο δίκτυο ανακυκλοφορίας στο ΧΥΤΑ θα διατηρηθεί έτσι, ώστε μέσω των αντλιών να απορρίπτεται αφενός το συμπύκνωμα της μονάδας RO και αφετέρου μέρος των επεξεργασμένων για τη διατήρηση της υγρασίας εντός του απορριμματού ανάλυφου (κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες). Σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας τα επεξεργασμένα στραγγίσματα από τη (νέα) δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων θα καταλήγουν, μέσω διάταξης υπερχειλίσσης, σε (νέο) φρεάτιο εξόδου – δειγματοληψίας και από εκεί μέσω νέου βαρυτικού αγωγού στον φυσικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα).

Για τις υφιστάμενες αντλίες δεν προβλέπεται όποια επέμβαση ***πέραν της συνήθους επιθεώρησής τους και τη συντήρησή τους, ωστόσο προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη μια τρίτη αντλία με όμοια τεχνικά*** χαρακτηριστικά:

Τύπος	υποβρύχια, ακαθάρτων
Παροχή / Μανομετρικό	15m ³ /h σε 40 mΥΣ (50 Hz)
Εγκ Ισχύς	7.4 KW / 2900 RPM (ενδεικτικό) / 400V – 3Phase
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αντλίας / Πτερωτή	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξειδωτος χάλυβας
Τεμάχια	ένα (1)

Όσον αφορά στις Ειδικές Προδιαγραφές ισχύουν τα αναφερόμενα σε προηγούμενη παράγραφο.

5.2.5 Μονάδα επεξεργασίας λάσπης

5.2.5.1 Αντλίες διάθεσης ιλύος

Καθώς οι υφιστάμενες αντλίες για την απομάκρυνση της παχυμένης λάσπης προς τους χώρους απόθεσης του Χ.Υ.Τ.Α. έχουν υποστεί ανεπανόρθωτη βλάβη λόγω πλημμύρας του αντλιοστασίου, προτείνεται **να αντικατασταθούν** με δύο (2) νέες αντλίες με τα κάτωθι τεχνικά χαρακτηριστικά :

Τύπος	ελικοειδούς ρότορα
Παροχή	1,0m ³ /hr
Στροφές λειτουργίας	100rpm (ενδεικτικά)
Πίεση λειτουργίας	4 bar
Σώμα αντλίας	χυτοσίδηρος
Ρότορας	AISI 420
Στάτορας	NBR
Εγκ.Ισχύς	1,5kW (ενδεικτικά)
Προστασία	IP55
Κλάση μόνωσης	F
Τροφοδοσία	400V/50Hz
Τεμάχια	δύο (2)

Οι αντλίες θα είναι αυτόματης αναρρόφησης, τύπου προοδευτικής κοιλότητας με περιστρεφόμενο ελικοειδή ρότορα και ελικοειδή σταθερό στάτορα. Ο ρότορας θα είναι υψηλής ακριβείας από ανοξείδωτο, κατάλληλης σκληρότητας, ο στάτορας θα είναι από νιτρίλιο ή άλλο υλικό έγκρισης της Υπηρεσίας.

Ο ρότορας θα λαμβάνει κίνηση από τον άξονα του κινητήρα μέσω μιας διάταξης άξονα που περιλαμβάνει δύο συνδέσμους με πείρους, λιπαινόμενους μέσω γράσου, που διαθέτουν ελαστικά προστατευτικά χιτώνια. Ο άξονας σύνδεσης κινητήρα και αντλίας δεν θα παρεκκλίνει περισσότερο από 1,5°.

Το σώμα της αντλίας θα είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο ποιότητας GG25 με δυνατότητα προσαρμογής της κατεύθυνσης του στομίου σε οριζόντια ή κάθετη θέση, θα πρέπει να διαθέτει αφαιρούμενα καλύμματα και στόμιο εισαγωγής νερού (στην πλευρά της αναρρόφησης) για να είναι δυνατός ο καθαρισμός.

Η κίνηση θα μεταδίδεται από ηλεκτρομειωτήρα με φλαντζωτό ηλεκτροκινητήρα, τριφασικό βραχυκυκλωμένου δρομέα 400 V, 50 Hz, προστασίας IP55, κλάσης μόνωσης

Ε. Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά η εγκατεστημένη ισχύς θα είναι 20% μεγαλύτερη από την απορροφούμενη στον άξονα της αντλίας. Ο ηλεκτρομειωτήρας θα είναι απ' ευθείας προσαρμοσμένος μέσω φλαντζών στο σώμα των αντλιών.

Το συγκρότημα κινητήρας- αντλία θα είναι βιδωμένο μέσω κατάλληλων χαλύβδινων στηριγμάτων σε βάση από σκυρόδεμα.

Όλες οι αντλίες θετικής εκτόπισης θα προστατεύονται έναντι της ξηράς λειτουργίας ή/και έναντι της υπερπίεσης στην κατάθλιψη. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να προβλεφθεί μανδάλωση του κινητήρα με αισθητήρες ροής, κατάλληλου τύπου, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή των αντλιών.

5.2.5.2 Αντλίες αποστράγγισης

Δεδομένου ότι οι αντλίες διάθεσης της ιλύος τοποθετούνται σε υπόγειο μηχανοστάσιο, προβλέπεται φρεάτιο και αντλία αποστράγγισης (με διακόπτες στάθμης έτσι, ώστε σε περίπτωση πλημμύρας να δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ) με τα κάτωθι τεχνικά χαρακτηριστικά :

Τύπος	υποβρύχια, ακαθάρτων
Παροχή / Μανομετρικό	5m ³ /h σε 4 mΥΣ (50 Hz)
Εγκ Ισχύς	0,37 KW / 2900 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	220V/1~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αντλίας	Ανοξείδωτος χάλυβας
Πτερωτή	Ανοξείδωτος χάλυβας
Άξονας	Ανοξείδωτος χάλυβας
Τεμάχια	ένα (1)

Όσον αφορά στις Ειδικές Προδιαγραφές ισχύουν τα αναφερόμενα σε προηγούμενη παράγραφο

5.2.6 Δίκτυα σωληνώσεων

5.2.6.1 Σωληνώσεις

Οι σωλήνες που προτείνεται να χρησιμοποιηθούν στις εγκαταστάσεις και κατά τμήματα έργου είναι οι ακόλουθοι

Εκτεθειμένοι σωλήνες (έξω από το έδαφος)

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν ανοξειδωτοι χαλυβδοσωλήνες ποιότητας AISI 304.

Σωλήνες υπόγειοι και θαμμένοι κάτω από τεχνικά έργα

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες HDPE πιέσεως 10 ατμ.

Σωλήνες εμβαπτισμένοι σε δεξαμενές και αντλιοστάσια

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν ανοξειδωτοι χαλυβδοσωλήνες ποιότητας AISI 304. Ειδικά για το επιδαπέδιο δίκτυο διάχυσης αέρα θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες PVC πιέσεως 10 ατμ.

Σωλήνες νερού

Για τα υπόγεια δίκτυα νερού, θα χρησιμοποιηθούν σωλήνες από HDPE πιέσεως 10 Atm. Περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα υλικά σύνδεσης, όδευσης και στήριξης (καμπύλες, ταυ, φλάντζες, στηρίγματα, βίδες, παξιμάδια, ροδέλες, μούφες, κλπ).

5.2.6.2 Δικλείδες - Εξαρτήματα

Οι δικλείδες θα είναι κατάλληλες για την μέγιστη πίεση λειτουργίας του συστήματος περιλαμβανομένων και της πίεσης πλήγματος. Όλες οι δικλείδες του ίδιου τύπου θα πρέπει να είναι του ίδιου κατασκευαστή. Οι διαστάσεις τους πρέπει να είναι σύμφωνες με EN 558-1.

Συρταρωτές δικλείδες (Gate valve)

Οι συρταρωτές δικλείδες θα είναι σύμφωνες με DIN 3352. Το σώμα, το κάλυμμα και ο σύρτης θα είναι από χυτοσίδηρο GG25 (για μέχρι και PN 10) και από ελατό χυτοσίδηρο GGG50 (για μεγαλύτερες πιέσεις λειτουργίας). Οι δικλείδες θα κλείνουν δεξιόστροφα με χυτοσιδηρό χειροτροχό, επάνω στον οποίο θα υπάρχει η ένδειξη της φοράς περιστροφής για το κλείσιμο. Θα υπάρχει επίσης δείκτης, που θα δείχνει εάν η δικλείδα είναι ανοικτή ή κλειστή. Στην περίπτωση που οι δικλείδες τοποθετηθούν σε χαμηλά σημεία θα πρέπει να έχουν ράβδο προέκτασης με κατάλληλα στηρίγματα, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία της δικλείδας από το επίπεδο εργασίας. Όπου απαιτηθεί ή ζητηθεί οι χειροκίνητες δικλείδες θα μπορούν να δεχθούν όργανα (τερματικοί διακόπτες) για την τηλεένδειξη της θέσης τους.

Δικλείδες πεταλούδας (butterfly value)

Οι δικλείδες πεταλούδας θα είναι Wafer ή lug type (για διαμέτρους μέχρι και 500 mm) και φλαντζωτές για μεγαλύτερες διαμέτρους. Εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά, το σώμα της δικλείδας θα είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο GG25. Ο δίσκος θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα ή σφαιροειδή χυτοσίδηρο GGG50 και ο άξονας από ανοξείδωτο χάλυβα. Η έδρα θα είναι πλήρως αντικαταστάσιμη κατασκευασμένη από EPDM (για εφαρμογές σε νερό και λύματα) και από Teflon (για εφαρμογές σε αέρα και βιοαέριο). Ο χειρισμός της δικλείδας θα γίνεται για διαμέτρους μέχρι 200 mm με μοχλό και για μεγαλύτερες διαμέτρους με χειροτροχό. Όπου απαιτηθεί ή ζητηθεί, οι χειροκίνητες δικλείδες θα μπορούν να δεχθούν όργανα (τερματικοί διακόπτες) για την τηλεένδειξη της θέσης.

Σφαιρικές δικλείδες

Οι σφαιρικές δικλείδες χρησιμοποιούνται στα δίκτυα βιομηχανικού και πόσιμου νερού, όπως και στα δίκτυα αέρα και για διαστάσεις μέχρι 100 mm. Το σώμα τους και η χειρολαβή θα είναι από χυτοσίδηρο ενώ η σφαίρα θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και οι έδρες από ελαστικό υλικό. Η τελείως ανοικτή θέση της δικλείδας θα φαίνεται από την τελείως παράλληλη θέση της χειρολαβής με τον άξονα ροής του ρευστού δια μέσου της δικλείδας.

Δικλείδες αντεπιστροφής

Οι δικλείδες αντεπιστροφής θα έχουν μεγάλη ταχύτητα κλεισίματος, με ελάχιστο πλήγμα και μικρές τοπικές απώλειες. Θα χρησιμοποιηθούν:

Αντεπίστροφο τύπου Socla (για στραγγίσματα και ιλύ). Το σώμα της βαλβίδας θα είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο GG25 και η σφαίρα από χυτοσίδηρο με επένδυση από ελαστικό.

Αντεπίστροφο τύπου Swing (για στραγγίσματα και ιλύ). Το σώμα θα είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο GG25 και η θύρα από χυτοσίδηρο με επένδυση από ελαστικό.

Αντεπίστροφο τύπου σάντουιτς (Wafer check valve) για την περίπτωση πόσιμου νερού - βιομηχανικού νερού. Το σώμα της βαλβίδας θα είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο GG25, ο δίσκος (διαίρετός σε δύο μέρη) όπως και το ελατήριο επαναφοράς θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα. Ο δακτύλιος στεγανότητας θα είναι από EPDM.

Σύνδεσμοι αποσυναρμολόγησης

Οι σύνδεσμοι αποσυναρμολόγησης πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένοι, ώστε να είναι δυνατή η απομάκρυνση των εξαρτημάτων χωρίς να θιγούν οι σωλήνες ή να καταστραφούν οι φλάντζες. Ο σύνδεσμος αποσυναρμολόγησης θα είναι τύπου KSB, θα αποτελείται από δύο μικρού μήκους σωληνωτά τεμάχια, από τα οποία το ένα θα έχει εσωτερική διάμετρο ίση με την ονομαστική διάμετρο του συνδέσμου και το άλλο μεγαλύτερη, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα αξονικής μετακίνησης του ενός προς το άλλο, αυξομειούμενου του συνολικού μήκους του συνδέσμου κατά 2,5 cm τουλάχιστον. Θα είναι κατασκευασμένοι από χυτοσίδηρο ή ανοξείδωτο χάλυβα.

Μεταδότες κίνησης

Οι μεταδότες κίνησης δικλείδων και θυροφραγμάτων θα σχεδιάζονται για κατηγορία χρόνου ζωής 2, σύμφωνα με την EN 12255-1. Γενικά, η ταχύτητα ανοίγματος ή κλεισίματος ενός θυροφράγματος θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις του DIN 19569-4 και να κυμαίνεται μεταξύ 10 έως 50 cm/min, εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά στην Μελέτη.

Ηλεκτρικοί μεταδότες κίνησης (electrical actuators)

Οι μεταδότες κίνησης θα εξασφαλίζουν το πλήρες κλείσιμο της δικλείδας ή του θυροφράγματος για τη διαφορική πίεση σχεδιασμού. Το διαθέσιμο περιθώριο ισχύος για το άνοιγμα θα είναι τουλάχιστον το 150% της μέγιστης ροπής κλεισίματος ή ανοίγματος, όποια από τις δύο είναι μεγαλύτερη. Ο κινητήρας θα είναι τύπου βραχυκυκλωμένου δρομέα, με μόνωση κλάσεως "F", προστασία IP 67 ή καλύτερη, ανάλογα με τις επικρατούσες στο έργο συνθήκες, και θα έχει στην περιέλιξη του συστήματος προστασίας (θερμοδιακόπτη ή thermistor) από τις υπερθερμάνσεις (ένα σε κάθε φάση). Θα πρέπει να υπάρχει και δυνατότητα χειροκίνητης κίνησης (χειροστρόφαλος) για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Ο κινητήρας θα αποσυνδέεται αυτόματα κατά την διάρκεια της χειροκίνητης λειτουργίας. Το σύνολο του μεταδότη κίνησης θα βρίσκεται σε κοινό, στιβαρής κατασκευής στεγανό κέλυφος, προστατευμένο από τις καιρικές συνθήκες.

Το κέλυφος θα φέρει ακροδέκτες και επαφές για την ρευματοδότηση. Οι τριφασικοί ακροδέκτες θα προστατεύονται από χωριστά μονωτικά καλύμματα. Ο πίνακας των ακροδεκτών θα είναι έτσι σχεδιασμένος, ώστε οι ρυθμιστήρες που περιλαμβάνει να μην

υφίστανται βλάβη από τυχόν βροχή, όταν έχει αφαιρεθεί το κάλυμμα. Εάν το απαιτούν οι τοπικές συνθήκες, θα πρέπει να προβλεφθούν θερμαντήρες για την αποφυγή συμπυκνωμάτων κατά την στάση του ηλεκτροκινητήρα. Όταν ο μεταδότης θα λειτουργεί, ο θερμαντής θα τίθεται εκτός. Ο ηλεκτροκίνητος μεταδότης κίνησης (actuator) θα διαθέτει:

2 τουλάχιστον σετ οριακών διακοπών (limit switch) για τις θέσεις «Ανοικτό» και «Κλειστό»

1 σετ διακοπών μέγιστης ροπής (torque switch) για τις θέσεις «Ανοικτό», και «Κλειστό» με δυνατότητα ρύθμισης

Ένδειξη θέσης: μηχανική, ψηφιακή (σε περιπτώσεις επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου της εγκατάστασης) και αναλογική (σε περίπτωση που η δικλείδα ή το θυρόφραγμα ορίζεται ως «ρυθμιστική»)

Τριπολικούς διακόπτες με μαγνητικές επαφές, με πηνίο ελλείψεως τάσεως και ηλεκτρική και μηχανική μανδάλωση

1 σετ κομβίων χειρισμού για τις θέσεις «Ανοικτό», «Κλειστό» και «Στάση»

Διακόπτης αναστροφής

Επιλογικό διακόπτη τριών θέσεων: «τοπικός έλεγχος» - «τηλεχειρισμός» -« εκτός» στη περίπτωση που απαιτείται τηλεχειρισμός του actuator

Τα παραπάνω θα βρίσκονται είτε σε τοπικό πίνακα (εφόσον υπάρχει οπτική επαφή με τον actuator) ή επί του actuator. Στην περίπτωση, που απαιτείται η επικοινωνία του μηχανισμού κίνησης των θυροφραγμάτων με το κέντρο ελέγχου της εγκατάστασης, θα παρέχεται η δυνατότητα σειριακής επικοινωνίας (π.χ. Profibus).

Πνευματικοί μεταδότες κίνησης (pneumatic actuators)

Οι μεταδότες κίνησης θα εξασφαλίζουν το πλήρες κλείσιμο της δικλείδας για τη διαφορική πίεση σχεδιασμού. Το διαθέσιμο περιθώριο ισχύος για το άνοιγμα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το 150% της μέγιστης ροπής κλεισίματος ή ανοίγματος, όποια από τις δύο είναι μεγαλύτερη. Γενικά οι πνευματικοί μεταδότες θα είναι διπλής ενέργειας και εφ' όσον προδιαγράφεται σχετικά μονής ενέργειας με ελατήριο (spring type). Ο πνευματικός μεταδότης θα μπορεί να απομακρύνεται, χωρίς την ανάγκη αποσυναρμολόγησης και της δικλείδας, και να αντικαθίσταται από χειροτροχό. Η βάση στήριξης θα είναι σύμφωνη με το ISO 5211. Ο πνευματικός μεταδότης θα διαθέτει:

- Ένδειξη θέσης: μηχανική, ψηφιακή (σε περιπτώσεις επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου της εγκατάστασης) και αναλογική (σε περίπτωση που η δικλείδα ορίζεται ως «ρυθμιστική»)
- 2 τουλάχιστον οριακούς διακόπτες (limit switch) για τις θέσεις «Ανοικτό», «Κλειστό»
Όταν απαιτείται αναλογική λειτουργία αυτή θα επιτυγχάνεται είτε:
 - με πνευματικό σήμα 3-15 psi και έξοδο 4-20 mA
 - με είσοδο σήματος 4-20 mA και έξοδο 4-20 mA (feedback position)

Το μέσο λειτουργίας θα είναι πεπιεσμένος αέρας, φιλτραρισμένος. Στη γραμμή του αέρα θα πρέπει να προβλεφθούν διατάξεις ελαιοπαγίδας και υδατοπαγίδας. Η πίεση λειτουργίας θα είναι μικρότερη από 10 bar.

5.2.7 Αντικεραυνική προστασία

Η τεχνική περιγραφή προστασίας από άμεσο κεραυνικό πλήγμα με αλεξικέραυνο εκπομπής πρώιμου οχetőυ, δίνεται στη συνέχεια:

5.2.7.1 Ισχύοντα Πρότυπα Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας

Σχεδιασμός συστήματος

- **EN 62305 – 3** : “Protection against lightning. Physical damage to structures and life hazard”.
- Γαλλικό πρότυπο **NF C 17- 102 : 2011** “Protection against lightning, Early streamer emission lightning protection systems”.
- **ΕΛΟΤ EN 62305–2**: “Protection against lightning–Part 2: Risk Management”.

Υλικά γείωσης, Αγωγών καθόδου

- **IEC/EN 62561 - 1** “Lightning Protection Components (LPC), Part 1: Requirements for connection components”
- **IEC/EN 62561 – 2** “Lightning Protection Components (LPC), Part 2: Requirements for conductors, and earth electrodes”.
- **IEC/EN 62561 – 4** “Lightning Protection Components (LPC), Part 4: Requirements for conductors fasteners”.
- **IEC/EN 62561 – 5** “Lightning Protection Components (LPC), Part 5: Requirements for earth electrodes inspection housings and earth electrodes

seals”.

Κεφαλή αλεξικεραύνου εκπομπής πρώιμου οχέτου (Early Streamer Emission) (μη ραδιενεργό):

- Γαλλικό πρότυπο **NF C 17- 102 : 2011** “Protection against lightning, Early streamer emission lightning protection systems”.

Απαγωγοί Κρουστικών Υπερτάσεων

- Ευρωπαϊκό Πρότυπο **EN 61643 – 11**, “*Low voltage surge protective devices – Part 11: SPDs connected to low voltage power distribution systems – Performance requirements and testing methods*”.
- Ευρωπαϊκό Πρότυπο **EN 61643 – 21**, “*Low voltage surge protective devices – Part 22: SPDs connected to telecommunication and signaling networks – Performance requirements and testing methods*”

5.2.7.2 Απαιτούμενα πιστοποιητικά και δελτία αποτελεσμάτων δοκιμών

Για την έγκριση των απαιτούμενων υλικών θα πρέπει, πριν την έναρξη των εργασιών, να προσκομισθούν στον επιβλέποντα του έργου τα κάτωθι έγγραφα και πιστοποιητικά:

Απαιτούμενα δικαιολογητικά
<ul style="list-style-type: none">• Κεφαλή Pulsar• Πιστοποιητικό από ανεξάρτητο φορέα που να βεβαιώνει ότι η κεφαλή έχει εργαστηριακά δοκιμαστεί σύμφωνα με το NF C 17102: 2011.• Ο χρόνος απόκρισης ΔΤ του αλεξικεραύνου θα πρέπει να έχει εργαστηριακά μετρηθεί σε αναγνωρισμένο εργαστήριο σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου NF C 17102. Η μετρηθείσα τιμή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10μsec ενώ για λόγους ασφαλείας, όπως απαιτεί το πρότυπο NFC 17102 (§C2.2), στους υπολογισμούς θα λαμβάνεται υπόψη η τιμή 60μsec όταν η μετρηθείσα τιμή είναι μεγαλύτερη. Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών μετρήσεων του ΔΤ θα αποδεικνύεται με πιστοποιητικό που έχει εκδοθεί από επίσημο (κρατικό) φορέα (BSI, TUV, VDE, LCIE, ΕΛΟΤ), στο οποίο θα επιβεβαιώνεται η πραγματοποίηση των εργαστηριακών δοκιμών σύμφωνα με το Γαλλικό Πρότυπο , θα αναφέρονται οι τιμές

<p>του ΔΤ που μετρήθηκαν καθώς και το εργαστήριο που πραγματοποιήθηκαν οι δοκιμές.</p> <ul style="list-style-type: none">• Πάνω στην κάθε κεφαλή θα πρέπει να αναγράφεται : Όνομα κατασκευαστή και χώρα κατασκευής, serial number, ΔΤ (§C2.1.1, NFC 17102).• Μαζί με την προσφορά θα υποβάλλεται ο χρόνος εγγύησης του αλεξικεραυνού καθώς και χρονοδιάγραμμα επιθεωρήσεων. Το χρονοδιάγραμμα θα αναφέρει ημερομηνίες προτεινόμενων επιθεωρήσεων, τι θα περιλαμβάνει κάθε επιθεώρηση καθώς και ενδεικτικό κόστος κάθε επόμενης επιθεώρησης (σύμφωνα με § C5 του Γαλλικού προτύπου).• Είναι επιθυμητό η κάθε κεφαλή να φέρει κατάλληλο σύστημα έτσι ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος της κατάστασης της κεφαλής από απόσταση (Οπτικός έλεγχος από μη εξειδικευμένο άτομο).• "Στο data sheet της κεφαλής θα πρέπει να αναγράφεται : Το IP (τουλάχιστον 67), το υλικό κατασκευής, η αξιόπιστη λειτουργία σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας (μικρότερη από -200C ή μεγαλύτερη από +600C) και ανέμου (ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη από 122 km/h)	
Χάλκινος Αγωγός καθόδου	Δελτίο αποτελεσμάτων δοκιμών σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561-2 "Lightning Protection Components (LPC), Part 2: Requirements for conductors, and earth electrodes". (αντικαθιστά το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 50164 – 2).
Χάλκινος Αγωγός Γείωσης	
Σύστημα Γείωσης	
Απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων	Πιστοποιητικά δοκιμών σύμφωνα με το πρότυπο EN 61643 – 11, "Low voltage surge protective devices – Part 11: SPDs connected to low voltage power distribution systems – Performance requirements and testing methods".

Δοκιμές Υλικών γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας

Όλα τα υλικά που αναφέρονται στην παρούσα Τεχνική Περιγραφή θα πρέπει να έχουν εργαστηριακά δοκιμαστεί σύμφωνα με τα πρότυπα σειράς IEC/EN 62561 και να έχουν εκδοθεί δελτία αποτελεσμάτων δοκιμών. Οι δοκιμές θα πρέπει να έχουν πραγματοποιηθεί σε διαπιστευμένο κατά EN ISO 17025 εργαστήριο. Επισημαίνεται ότι στο πεδίο διαπίστευσης του εργαστηρίου θα πρέπει να αναφέρονται δοκιμές σύμφωνα με τα πρότυπα σειράς IEC/EN62561 (ΕΛΟΤ/ EN 50164).

Τα περιεχόμενα κάθε ενός από τα δελτία αποτελεσμάτων θα πρέπει να είναι απόλυτα σύμφωνα με όσα αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους (Structure and Contents

of test report) των προτύπων σειράς IEC/EN62561

5.2.7.3 Στάθμη προστασίας

Η ανάγκη εγκατάστασης Αντικεραυνικής Προστασίας μιας κατασκευής, προκύπτει κατόπιν εκτίμησης του κινδύνου που διατρέχει να δεχθεί άμεσο κεραυνικό πλήγμα, και υπολογίζεται σύμφωνα με το Πρότυπο IEC 62561-2. Ταυτόχρονα προσδιορίζεται η απαιτούμενη στάθμη προστασίας βάση της οποίας σχεδιάζεται η Αντικεραυνική Προστασία.

Στο παραπάνω Πρότυπο δίδοντας δεδομένα όπως, τη χρήση της κατασκευής, τις διαστάσεις της, την γεωγραφική της θέση κ.λ.π και λαμβάνοντας διάφορες παραμέτρους βαρύτητας από αντίστοιχους πίνακες, τεκμηριώνεται αντικειμενικά ο κίνδυνος από άμεσο κεραυνικό πλήγμα που διατρέχει η κατασκευή.

5.2.7.4 Προστασία από άμεσο κεραυνικό πλήγμα κτιρίων

Για την προστασία από άμεσο κεραυνικό πλήγμα του ΧΥΤΑ θα τοποθετηθούν οι ακόλουθες κεφαλές:

5 κεφαλές αλεξικεραύνου εκπομπής πρώιμου οχetőύ Pulsar 60 με οπτική ένδειξη. Η κεφαλή Pulsar συνοδεύεται από το ανοξείδωτο στέλεχος και την ανοξείδωτη ακίδα. Η κεφαλή Pulsar 60 παρέχει ακτίνα προστασίας **107m για στάθμη προστασίας IV και υψομετρική διαφορά 5m.**

Η τοποθέτηση όλων των κεφαλών θα γίνει επί ιστών εδάφους. Το συνολικό ύψος του αλεξικεραύνου θα ανέρχεται σε 15m, ώστε να παρέχεται η απαραίτητη υψομετρική διαφορά από τις κατασκευές που χρήζουν προστασίας.

Σχετικά με τα αλεξικέραυνα εκπομπής πρώιμου οχetőύ τύπου Pulsar:

Τα αλεξικέραυνα **PULSAR είναι αυτόνομες μονάδες** (δε χρειάζονται εξωτερική πηγή ενέργειας) και ιονίζουν τον περιβάλλοντα αυτά χώρο. Για την λειτουργία αυτή εκμεταλλεύονται την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου που αναπτύσσεται στην ατμόσφαιρα κατά τη φάση δημιουργίας της καταιγίδας. Ο ιονισμός επιτυγχάνεται με την δημιουργία ηλεκτρονίων υψηλής ενέργειας (πλάσμα), τα οποία συγκρούμενα με τα μόρια του περιβάλλοντος χώρου, τον ιονίζουν.

Κατ' αυτόν τον τρόπο καθίστανται αποτελεσματικότερα της ακίδας FRANKLIN, διότι ο

οχετός επιστροφής σύμφωνα με τον παραδεκτό διεθνώς μηχανισμό δημιουργίας της ηλεκτρικής εκκένωσης κεραυνού, αναπτύσσεται σε μικρότερο χρόνο απ' αυτόν της FRANKLIN, άρα και πιο κοντά στην εστία εκκίνησης της βηματικής εκκένωσης τόξου από το φορτισμένο νέφος.

Αποτέλεσμα αυτής της δυνατότητας είναι ο κεραυνός να συλληφθεί και να οδηγηθεί ακίνδυνα στο έδαφος.

Τα αλεξικέραυνα **Pulsar φέρουν οπτική ένδειξη (RodCheck)** η οποία δίνει οπτικές πληροφορίες για την ένταση του κεραυνικού ρεύματος που έχει δεχθεί το αλεξικέραυνο με την πρώτη ματιά ακόμη και από μεγάλη απόσταση. Το κεραυνικό ρεύμα δεικνύει κατά πόσο είναι αναγκαίο να προχωρήσουμε σε πλήρη έλεγχο της εγκατάστασης ή όχι.

Χάρη στη τεχνολογία (Rod Check), το Pulsar ενισχύει σημαντικά και βελτιώνει την ασφάλεια εγκαταστάσεων και ανθρώπων και παρέχει τη σωστή απάντηση (που άλλα αλ/να δεν μπορούν να δώσουν) σε μια απόλυτα δικαιολογημένη ερώτηση:

- Έχει το αλεξικέραυνο χτυπηθεί;
- Είναι απαραίτητο να ελεγχθεί η εγκατάσταση;

Ενδείξεις πλήγματος θα εμφανιστούν, όπως περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα :



1. Η κεφαλή αλεξικεραύνου δεν έχει χτυπηθεί από κεραυνό, είμαστε σίγουροι για την καλή λειτουργία του Pulsar.
2. Για 25kA κεραυνικό ρεύμα ένα λεπτό πλαστικό κόκκινο δαχτυλίδι θα εμφανιστεί στο κέλυφος.
3. Για 50kA ρεύματα του κεραυνού ένα μεγαλύτερο πλαστικό κόκκινο δαχτυλίδι θα εμφανιστεί
4. Σε περίπτωση πολλών κεραυνικών πληγμάτων, το πλαστικό κόκκινο δαχτυλίδι πέφτει στο κάτω μέρος του Pulsar.

Τα μέρη από τα οποία θα αποτελείται η κεφαλή είναι τα ακόλουθα :

α) Ακίδα

Η ακίδα είναι από ειδικό ορειχάλκινο κράμα επινικελωμένη με διαστάσεις υπολογισμένες θεωρητικά και δοκιμασμένες εργαστηριακά, από τα CNRS και ANVAR.

β) Δίσκος ατμοσφαιρικής τάσεως

Ο δίσκος είναι ανοξειδωτού χάλυβα και κατάλληλος ώστε να θέτει υπό ατμοσφαιρική τάση το σύστημα.

γ) Διάκενο διασπάσεως τόξου

Είναι διάκενο που αφ' ενός μεν προστατεύει την συσκευή του αλεξικεραύνου, αφ' ετέρου δε θέτει στο σύστημα λειτουργίας της μία χωρητική αντίδραση.

δ) Στεγανός κύλινδρος με περίβλημα ανοξειδωτού χάλυβα

Ο κύλινδρος περικλείει την καρδιά του συστήματος **PULSAR**. Περιέχει επαγωγικό πηνίο, εναλλάκτη τάσεως, γεννήτρια υψηλής τάσεως, καθώς και διακοπτικό στοιχείο για τη δημιουργία των παλμών υπερτάσεως.

Στην εξωτερική επιφάνειά του διοχετεύεται το ρεύμα του κεραυνού μετά τη διάσπαση του τόξου στο διάκενο.

ε) Στέλεχος (σωληνωτή ράβδος) ειδικού κράματος ορειχάλκου επινικελωμένο

Στην άκρη αυτού του σωλήνα τοποθετείται ο κύλινδρος με το δίσκο ατμοσφαιρικής τάσεως και η ακίδα του αλεξικεραύνου.

στ) Οπτική ένδειξη πλήγματος (Rodcheck)

Η οπτική ένδειξη πλήγματος είναι κατασκευασμένη από ανθεκτικό σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV) περίβλημα σιλικόνης.

Ακτίνα προστασίας

Οι ακτίνες προστασίας των κεφαλών ιονισμού συναρτήσει της στάθμης προστασίας και την υψομετρικής διαφοράς σε σχέση με την ανώτερη υπό προστασία επιφάνεια φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

	Στάθμη προστασίας I			Στάθμη προστασίας II			Στάθμη προστασίας III			Στάθμη προστασίας IV		
PULSAR	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60
h(m)	R _p (m)											
2	19	25	32	22	28	35	25	32	40	28	36	44
3	28	38	48	33	42	52	38	48	59	42	57	65
4	38	51	64	44	57	69	50	65	78	57	72	87
5	48	63	79	55	71	86	63	81	97	71	89	107
6	48	63	79	55	71	87	64	81	97	72	90	108
8	49	64	79	56	72	87	66	83	99	75	92	109
10	49	64	79	57	72	88	66	83	99	75	92	109
15	50	65	80	58	73	89	69	85	101	78	95	111
20	50	65	80	59	74	89	71	86	102	81	97	113
45	50	65	80	60	75	90	75	90	105	89	104	119
60	50	65	80	60	75	90	75	90	105	90	105	120

5.2.7.5 Αγωγός καθόδου

Ο αγωγός καθόδου για την όδευση του κεραυνικού ρεύματος από την κεφαλή του αλεξικέραυνου στο σύστημα γείωσης, αποτελείται εν μέρει από τον ιστό στήριξης του αλεξικέραυνου και χάλκινο αγωγό διατομής Ø8mm, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ηλεκτρική συνέχεια της καθόδου.

Σύνδεση κεφαλής με άνω μέρος ιστού:

Η σύνδεση πραγματοποιείται μέσω χάλκινου αγωγού διατομής Ø8mm κατά ΕΛΟΤ ΕΝ 62561-2. Ο αγωγός συνδέεται:

- στο στέλεχος της κεφαλής με κατάλληλο ορειχάλκινο επινικελωμένο κολάρο (είναι παρελκόμενο της κεφαλής)
- στον ιστό με διπλό σφιγκτήρα κράματος χαλκού επικασσιτερωμένου κατά ΕΛΟΤ ΕΝ 62561-1, (Ο ιστός θα φέρει στο άνω μέρος ειδικό ακροδέκτη γεφύρωσης χαλύβδινο εν θερμώ επιψευδαργυρωμένο πάνω στον οποίο προσαρμόζεται ο χάλκινος διπλός σφιγκτήρας)

5.2.7.6 VI. Σύστημα γείωσης

Η γείωση θα γίνει με γειωτή "Ε". Συγκεκριμένα στην βάση του ιστού και σε βάθος

μεγαλύτερο από 1m θα τοποθετηθεί ένας γειωτής "Ε". Ο γειωτής κατά ΕΛΟΤ EN 62561-2 θα είναι κατασκευασμένος από χάλυβα και θα είναι επιψευ-δαργυρωμένος εν θερμώ. Για την τοποθέτησή του απαιτείται όρυγμα διαστάσεων 2,00 m x 1,00 m. Η πλήρωση του ορύγματος θα γίνει με μπετόν. Συνίσταται να τοποθετηθεί στο ίδιο όρυγμα που θα διανοιχτεί για την τοποθέτηση της βάσης του ιστού.

5.2.7.7 VII. Απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων

Στον γενικό πίνακα και στις εισερχόμενες τηλεφωνικές γραμμές της κάθε εγκατάστασης θα τοποθετηθούν απαγωγοί πρωτεύουσας προστασίας (T1) για την προστασία από κρουστικές υπερτάσεις. Οι απαγωγοί T1, σύμφωνα με το πρότυπο EN 62305, που αναφέρει ότι επιβάλλεται η χρήση πρωτεύουσας προστασίας σε κτίρια που έχουν εξωτερική αντικεραυνική προστασία, λειτουργούν ως μία βασική προστασία

α) Γενικός πίνακας

Στον ΓΠ κάθε εγκατάστασης θα τοποθετηθούν τρεις απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων τύπου T1+T2 μεταξύ φάσεων και ουδετέρου αγωγού (L – N) οι οποίοι θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν πρωτεύουσα και δευτερεύουσα προστασία (δυνατότητα απαγωγής κεραυνικών ρευμάτων οφειλόμενων σε άμεσα κεραυνικά πλήγματα και στάθμης προστασίας $U_p < 2,5kV$ ώστε να παρέχουν προστασία σε συσκευές κατηγορίας II) και ένας απαγωγός κρουστικών υπερτάσεων τύπου T1 μεταξύ ουδετέρου και αγωγού προστασίας (N – PE) ο οποίος θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να παρέχει πρωτεύουσα προστασία (δυνατότητα απαγωγής κεραυνικών ρευμάτων οφειλόμενων σε άμεσα κεραυνικά πλήγματα). Η γείωση του απαγωγού θα πρέπει να είναι κοινή με την γείωση προστασίας της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.

Όλοι οι απαγωγοί θα πρέπει να έχουν αντοχή σε

TOV > 1200 V μεταξύ ουδετέρου και γείωσης

TOV > 350 V μεταξύ φάσεων και ουδετέρου

όπως ορίζει το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61643-11.

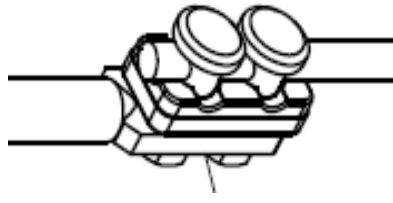
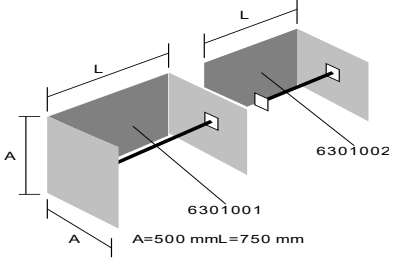
β) Προστασία τηλεφωνικών γραμμών

Τηλεφωνικά ζεύγη από ΟΤΕ : Σε κάθε ενεργό ζεύγος καλωδίων θα τοποθετηθεί ένας απαγωγός κρουστικών υπερτάσεων τύπου ράγας. Σημειώνεται ότι θα πρέπει να τοποθετηθούν απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων σε όλες τις εισερχόμενες από τον ΟΤΕ γραμμές καθώς και στις εξερχόμενες γραμμές εκτός του κτιρίου όπου βρίσκεται το

τηλεφωνικό κέντρο.

Οι απαγωγοί κεραυνικών και κρουστικών ρευμάτων πρωτεύουσας και δευτερεύουσας προστασίας τηλεφωνικών σημάτων είναι κατάλληλοι για ψηφιακά και αναλογικά τηλεφωνικά δίκτυα και γραμμές ISDN. Θα πρέπει να παρέχουν προστασία μεταξύ του τηλεφωνικού ζεύγους και της γείωσης καθώς και μεταξύ των πόλων του ζεύγους. Θα πρέπει να είναι ικανοί να παρέχουν προστασία έναντι κεραυνικών ρευμάτων (10/350μs) που οφείλονται σε πτώση κεραυνού στο εναέριο τηλεφωνικό δίκτυο ή από απευθείας κεραυνοπληξία στην κατασκευή όπου είναι εγκατεστημένοι. Παράλληλα θα πρέπει να προσφέρουν προστασία έναντι κρουστικών υπερτάσεων (8/20μs) που οφείλονται στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργείται κατά την πτώση κεραυνού σε γειτονική περιοχή. Οι απαγωγοί συνδέονται στα άκρα μιας τηλεφωνικής γραμμής και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην υπό προστασία συσκευή.

Περιγραφή

Περιγραφή	Φωτογραφία
<p>Διπλός σφιγκτήρας τύπου "Η" (Heavy duty), για τη σύνδεση στρογγυλού ή πολύκλωνου αγωγού με:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ακίδα ή προστατευτικό αγωγό, • συστολικό – διαστολικό, • ράβδο γείωσης διατομής σταυρού (η σύνδεση δεν πρέπει να γίνει εντός εδάφους). <p>Είναι κατασκευασμένος από επικασσιτερωμένο κράμα χαλκού (Cu-A/eSn). Αποτελείται από βάση διαστάσεων 52x25x11,5mm επί της οποίας εδράζονται δύο ειδικές βίδες διαστάσεων M10x25mm κατάλληλα διαμορφωμένες στην κεφαλή για την υποδοχή του αγωγού. Η σύσφιξη επιτυγχάνεται με δύο εξάγωνα περικόχλια από ανοξείδωτο χάλυβα (A2 70), διαστάσεων M10, κατά EN 24032.</p> <p>Το ανωτέρω εξάρτημα θα πρέπει να έχει περάσει με επιτυχία τις δοκιμές όπως προβλέπονται από το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561-1. Η επιτυχής πραγματοποίηση των δοκιμών αποδεικνύεται με δελτίο αποτελεσμάτων δοκιμών εκδοθέν από εργαστήριο που διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την πραγματοποίηση των δοκιμών, ο οποίος πρέπει να αναγράφεται στο δελτίο αποτελεσμάτων δοκιμών.</p>	
<p>Ηλεκτρόδιο γείωσης τύπου "Ε". Κατασκευάζεται από χάλυβα θερμά επιψευδαργυρωμένο (St/tZn) και αποτελείται από δύο βασικά στοιχεία :</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. το στοιχείο "Π", που αποτελείται από τρεις πλάκες, εκ των οποίων οι δύο πλάκες έχουν διαστάσεις 500x500mm, ενώ η τρίτη έχει διαστάσεις 750x500mm. 6. και το στοιχείο "Γ", που αποτελείται από δύο πλάκες, εκ των οποίων η πρώτη πλάκα έχει διαστάσεις 750x500mm και η δεύτερη πλάκα έχει διαστάσεις 500x500mm. <p>Για την επίτευξη της επιθυμητής τιμής γειώσεως, το ηλεκτρόδιο γείωσης τύπου "Ε" είναι επεκτάσιμο με πρόσθετα στοιχεία "Γ".</p> <p>Η χρήση του συνιστάται σε περιπτώσεις μικρού διαθέσιμου χώρου (απαιτούμενη επιφάνεια 1,7x1m) για την κατασκευή της γείωσης και στη περίπτωση εδάφους με χαμηλή αγωγιμότητα (βραχώδες). Η σύνδεση με τον αγωγό γείωσης πραγματοποιείται μέσω του ανοξείδωτου (SSt V2A) σφιγκτήρα που περιλαμβάνεται στα εξαρτήματα του ηλεκτροδίου γείωσης τύπου "Ε".</p> <p>Το ανωτέρω εξάρτημα θα πρέπει να έχει περάσει με επιτυχία τις δοκιμές όπως προβλέπονται από το πρότυπο ΕΛΟΤ IEC/EN 62561-2. Η επιτυχής πραγματοποίηση των δοκιμών αποδεικνύεται με δελτίο αποτελεσμάτων δοκιμών εκδοθέν από εργαστήριο που διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την πραγματοποίηση των δοκιμών, ο οποίος πρέπει να αναγράφεται στο δελτίο αποτελεσμάτων δοκιμών.</p>	

Μονόκλωνος αγωγός κυκλικής διατομής, διαμέτρου 8mm, κατασκευασμένος από χαλκό (Cu). Ο αγωγός χρησιμοποιείται ως αγωγός συλλεκτηρίου συστήματος, ως αγωγός καθόδου και ως αγωγός γείωσης. Το ανωτέρω εξάρτημα θα πρέπει να έχει περάσει με επιτυχία τις δοκιμές όπως προβλέπονται από το πρότυπο ΕΛΟΤ IEC/EN 62561-2. Η επιτυχής πραγματοποίηση των δοκιμών αποδεικνύεται με δελτίο αποτελεσμάτων δοκιμών εκδοθέν από εργαστήριο που διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την πραγματοποίηση των δοκιμών, ο οποίος πρέπει να αναγράφεται στο δελτίο αποτελεσμάτων δοκιμών.



Χαλύβδινος θερμά επιψευδαργυρωμένος (St/tZn), τηλεσκοπικός, ανακλινόμενος ιστός ύψους 14 mm, αποτελούμενος από 3 φλαντζωτά τμήματα (το εκτός του εδάφους τμήμα) και τη βάση στήριξης). Εδράζεται στο έδαφος και η κατασκευή θεμελίωσης από σκυρόδεμα ελάχιστων διαστάσεων 1,7x1,2x1,5 m (ΜxΠxB) εντός της οποίας τοποθετείται η βάση. Κατάλληλος για την στήριξη ακίδας αντικεραυνικής προστασίας. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως “φυσικός” αγωγός καθόδου σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62305-3.

Ο ιστός θα πρέπει να αντέχει σε ανεμοπιέσεις σε ταχύτητα ανέμου 33m/s βάσει των Ευρωπαϊκών οδηγιών



Αλεξικέραυνο εκπομπής πρώιμου οχετού E.S.E (Early Streamer Emission), ενδεικτικού τύπου PULSAR 60. Η αποτελεσματικότητα του αλεξικέραυνου εκπομπής πρώιμου οχετού PULSAR οφείλεται στο πλεονέκτημα που το χαρακτηρίζει, να δημιουργεί έναν ανερχόμενο οχετό συνδέσεως (streamer) ο οποίος προηγείται των ανερχόμενων οχετών συνδέσεως, οι οποίοι δημιουργούνται φυσιολογικά από την υπό προστασία κατασκευή και με αυτόν τον τρόπο να οδηγεί τον κεραυνό στο αλεξικέραυνο και μέσω αυτού με ασφάλεια στη γείωση.

Τα αλεξικέραυνα PULSAR είναι αυτόνομες μονάδες και για τη λειτουργία τους εκμεταλλεύονται την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου που αναπτύσσεται στην ατμόσφαιρα κατά τη φάση δημιουργίας της καταιγίδας. Επιπλέον φέρουν οπτική ένδειξη πλήγματος.

Το αλεξικέραυνο θα πρέπει να έχει περάσει με επιτυχία τις προβλεπόμενες από το Γαλλικό Κρατικό Πρότυπο NF C 17-102: 2011 και να συνοδεύεται από πιστοποιητικό από ανεξάρτητο φορέα

Η κεφαλή Pulsar 60 παρέχει ακτίνα προστασίας **107m για στάθμη προστασίας IV και υψομετρική διαφορά 5m**

Τα μέρη από τα οποία θα αποτελείται η κεφαλή είναι τα ακόλουθα :

α) Ακίδα

Η ακίδα είναι από ειδικό ορειχάλκινο κράμα επινικελωμένη με διαστάσεις υπολογισμένες θεωρητικά και δοκιμασμένες εργαστηριακά, από τα CNRS και ANVAR.

β) Δίσκος ατμοσφαιρικής τάσεως

Ο δίσκος είναι ανοξείδωτου χάλυβα και κατάλληλος ώστε να θέτει υπό ατμοσφαιρική τάση το σύστημα.

γ) Διάκενο διασπάσεως τόξου

Είναι διάκενο που αφ' ενός μεν προστατεύει την συσκευή του αλεξικεραύνου, αφ' ετέρου δε θέτει στο σύστημα λειτουργίας της μία χωρητική αντίδραση.

δ) Στεγανός κύλινδρος με περίβλημα ανοξείδωτου χάλυβα

Ο κύλινδρος περικλείει την καρδιά του συστήματος **PULSAR**. Περιέχει επαγωγικό πηνίο, εναλλάκτη τάσεως, γεννήτρια υψηλής τάσεως, καθώς και διακοπτικό στοιχείο για τη δημιουργία των παλμών υπερτάσεως.

Στην εξωτερική επιφάνειά του διοχετεύεται το ρεύμα του κεραυνού μετά τη διάσπαση του τόξου στο διάκενο.

ε) Στέλεχος (σωληνωτή ράβδος) ειδικού κράματος ορειχάλκου επινικελωμένο

Στην άκρη αυτού του σωλήνα τοποθετείται ο κύλινδρος με το δίσκο ατμοσφαιρικής τάσεως και η ακίδα του αλεξικεραύνου.

στ) Οπτική ένδειξη πλήγματος (Rodcheck)

Η οπτική ένδειξη πλήγματος είναι κατασκευασμένη από ανθεκτικό σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV) περίβλημα σιλικόνης.



Μονοπολικοί απαγωγοί κεραυνικών ρευμάτων ημιαγωγικού τύπου 35T1, σύνθετης στάθμης προστασίας T1+T2, κατασκευασμένοι από βαρέως τύπου ημιαγωγούς οξειδίου του ψευδαργύρου. Θα πρέπει να έχουν ικανότητα εκφόρτισης κεραυνικού ρεύματος 100kA, 10/350μs (σε 4 πόλους) σε συνδυασμό με χαμηλή παραμένουσα τάση (<2kV), ώστε να μπορούν να παρέχουν πρωτεύουσα και δευτερεύουσα προστασία σε ηλεκτρικά συστήματα που ανήκουν στην κατηγορία IV έως και κατηγορία II, σύμφωνα με το IEC 60364-4-44. Εγκαθίστανται στον κεντρικό πίνακα παροχής από το δίκτυο διανομής 230/400V, 50Hz αντλιοστασίων, βιομηχανιών, κατοικιών, αγροτικών εγκαταστάσεων, αναμεταδοτών, ραδιοτηλεοπτικών σταθμών, σταθμών κινητής τηλεφωνίας κλπ και εν γένει θα πρέπει να είναι κατάλληλοι για την προστασία ευαίσθητων ηλεκτρικών συσκευών εγκατεστημένων σε περιοχές εκτεθειμένες σε κεραυνούς. Οι Απαγωγοί ημιαγωγικού τύπου 35T1 θα πρέπει να έχουν περάσει με επιτυχία τις εργαστηριακές δοκιμές Class I (10/350μs) και Class II (8/20μs) όπως ορίζονται από τα Πρότυπα EN 61643-11 και IEC 61643-1.



Μονοπολικοί Απαγωγοί Κεραυνικών Ρευμάτων N-PE, διακοπτικού τύπου με διάκενα σφραγισμένα εντός κυλίνδρου που περιέχει ευγενές αέριο υπό πίεση, ώστε να εξασφαλίζουν σταθερά και αναλλοίωτα τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά λειτουργίας ακόμη και μετά τη διέλευση κεραυνικών ρευμάτων 100kA, 10/350μs (ανά πόλο). Η ενεργοποίηση των διακένων θα πρέπει να πραγματοποιείται σε τιμές μικρότερες των 100ns χωρίς την χρήση διατάξεων σκανδαλισμού με ηλεκτρικό ή ηλεκτρονικό κύκλωμα τάσεως. Θα πρέπει να έχουν ικανότητα εκφόρτισης 100kA, 10/350μs παρέχοντας στάθμη προστασίας <4kV. Ο απαγωγός χρησιμοποιείται μόνο για την σύνδεση του ουδέτερου αγωγού (N) με τον προστατευτικό αγωγό της γείωσης (PE), σε συνδυασμό με απαγωγούς (ενδεικτικοί κωδικοί ΕΛΕΜΚΟ 68 50 200 ή 68 44 150) κατάλληλους για σύνδεση των αγωγών φάσης (L) με τον ουδέτερο αγωγό (N). Εγκαθίστανται στον κεντρικό πίνακα παροχής από το δίκτυο διανομής 230/400V, 50Hz, κατοικιών, βιομηχανικών, κτιρίων γραφείων και εν γένει θα πρέπει να είναι κατάλληλοι για την προστασία ευαίσθητων ηλεκτρικών συστημάτων εγκατεστημένων σε περιοχές εκτεθειμένες σε κεραυνούς. Θα πρέπει να έχουν περάσει με επιτυχία τις εργαστηριακές δοκιμές Class I όπως ορίζονται από τα Πρότυπα EN 61643-11 και IEC 61643-1.



Απαγωγοί κεραυνικών και κρουστικών ρευμάτων πρωτεύουσας (min 2,5kA/πόλο) και δευτερεύουσας προστασίας (min 20kA/πόλο) τηλεφωνικών σημάτων κατάλληλοι για ψηφιακά και αναλογικά τηλεφωνικά δίκτυα και γραμμές ISDN. Θα πρέπει να παρέχουν προστασία μεταξύ του τηλεφωνικού ζεύγους και της γείωσης καθώς και μεταξύ των πόλων του ζεύγους. Θα πρέπει να είναι ικανοί να παρέχουν προστασία έναντι κεραυνικών ρευμάτων (10/350μs) που οφείλονται σε πτώση κεραυνού στο εναέριο τηλεφωνικό δίκτυο ή από απευθείας κεραυνοπληξία στην κατασκευή όπου είναι εγκατεστημένοι. Παράλληλα θα πρέπει να προσφέρουν προστασία έναντι κρουστικών υπερτάσεων (8/20μs) που οφείλονται στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργείται κατά την πτώση κεραυνού σε γειτονική περιοχή. Οι απαγωγοί συνδέονται στα άκρα μιας τηλεφωνικής γραμμής και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στην υπό προστασία συσκευή.



5.2.8 Νέα γεώτρηση περιβαλλοντικής παρακολούθησης υπογείων υδάτων

5.2.8.1 Γενικά

Για την περιβαλλοντική παρακολούθηση των υπογείων υδάτων του έργου θα πραγματοποιηθεί νέα γεώτρηση παρακολούθησης υπογείων υδάτων στην ίδια περιοχή του έργου με την υφιστάμενη που καταργείται (συγκεκριμένα μετατοπισμένη κατά περίπου 25 m δυτικότερα από την υφιστάμενη) βάθους 100m, έτσι ώστε να συνεχιστεί απρόσκοπτα η περιβαλλοντική παρακολούθηση της περιοχής.

Σχετικά με διάνοιξη υδρογεωτρήσεων ισχύουν τα όσα αναφέρονται στην ΕΛΟΤΤΠ 1501-08-09-01-00:2009.

Κάθε γεώτρηση παρακολούθησης θα ανορυχθεί με κατάλληλο εξοπλισμό κατά προτίμηση με γεωτρήπανα ανάστροφου κυκλοφορίας, χωρίς να αποκλείονται και τα θετικής. Η διάτρηση θα γίνει με κοπήρες από τους οποίους θα τέμνονται δείγματα των πετρωμάτων σε θραύσματα από τα επιστρέφοντα νερά.

Η γεώτρηση θα φθάσει μέχρι το ελάχιστο βάθος, (που επιβάλλεται να αυξηθεί αν τα στοιχεία που θα προκύψουν από τη γεώτρηση συνηγορούν σ' αυτό) που καθορίζεται σύμφωνα με το απόλυτο υψόμετρο εκάστης θέσης γεώτρησης, σε συνδυασμό με τον εντοπισμό υπογείων υδροφόρων σε γειτονικές εν λειτουργία γεωτρήσεις. Σε περίπτωση

που δεν ανιχνευθεί υδροφόρος μέχρι τα 70m βάθος, η γεώτρηση μπορεί να σταματήσει εκεί, οπότε και όσα ακολούθως περιγράφονται σαν να έχει βρεθεί υδροφόρος, δεν ισχύουν.

Όλες οι κάτωθι περιγραφόμενες εργασίες γεωτρήσεων είναι καθολικής αρμοδιότητας και ευθύνης του αναδόχου. Σε κάθε γεώτρηση θα γίνουν οι παρακάτω ενδεικτικά, αλλά όχι περιοριστικά εργασίες :

- Αρχική διάτρηση και λήψη δειγμάτων.
- Ηλεκτρική διασκόπηση.
- Διευρύνσεις.
- Καθαρισμός γεώτρησης.
- Σωληνώσεις.
- Έλεγχος κατακορυφότητας των σωλήνων.
- Χαλίκωση.
- Αναπτύξεις - δοκιμαστικές αντλήσεις κ.λπ.
- Τσιμεντώσεις.
- Στόμια γεωτρήσεων και πιεζομέτρων.
- Όλος ο Η-Μ εξοπλισμός, δηλ. αντλίες, φίλτρα, κινητήρες, καλωδιώσεις, ηλεκτρικοί πίνακες, σωληνώσεις, ειδικά εξαρτήματα, διατάξεις μετρήσεων, απαραίτητα για την άντληση του νερού κ.λ.π.
- Διάφορες άλλες εργασίες για την πλήρη κατασκευή και λειτουργία σύμφωνα με τις προδιαγραφές των γεωτρήσεων.

Μερικές από τις παραπάνω εργασίες μπορεί να μη γίνουν, ύστερα από εντολή της επιβλέψεως.

5.2.8.2 Διάτρηση, δειγματοληψία, ηλεκτρική διασκόπηση

ΔΙΕΥΡΥΝΣΕΙΣ ΑΡΧΙΚΗ ΔΙΑΤΡΗΣΗ :

Αυτή θα γίνει παντού με κοπτήρα διαμέτρου 8" σε όλο το προβλεπόμενο βάθος.

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ :

Κατά τη διάτρηση θα λαμβάνεται δείγμα από το υλικό που διατρύεται, ανά 20 μέτρα. Ένα μέρος από τα δείγματα (500 γρ.) θα τοποθετείται σε σακουλάκια νάilon, διαφανή και μετά σε κιβώτια διαστάσεων 100 x 50 x 15 εκ., που θα είναι χωρισμένα σε μικρά διαμερίσματα. Τα κιβώτια θα είναι από ξύλο αντοχής και θα παραμένουν κλειστά στο εργοτάξιο και στη διάθεση της επιβλέπουσας Υπηρεσίας. Στο τέλος των εργασιών θα

μεταφέρονται σε χώρο που θα υποδείξει η Υπηρεσία.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΙΑΣΚΟΠΙΣΗ :

Σε κάθε γεώτρηση θα εκτελείται ηλεκτρική διασκόπηση (LOGGING) που θα έχει για σκοπό να γίνει ορθή επιλογή των υδροφόρων στρωμάτων για την τοποθέτηση των φίλτρων σε συνδυασμό και με τη λιθολογική τομή της γεωτρήσεως και τις κοκκομετρικές αναλύσεις. Η ηλεκτρική διασκόπηση θα γίνεται αμέσως μετά το τέλος της διατρήσεως και ενώ η γεώτρηση θα είναι γεμάτη με πολτό. Η κυκλοφορία του πολτού πρέπει να διατηρείται μέχρι τη στιγμή που θα αρχίσει η εκτέλεση της διασκοπίσεως. Ο Ανάδοχος οφείλει να διατηρήσει καθαρή τη γεώτρηση σε όλο το βάθος αυτής για να είναι δυνατή η δίοδος της βολίδας για να επιτευχθούν οι απαραίτητες καταγραφές. Σε αντίθετη περίπτωση είναι υποχρεωμένος να επαναλάβει την εργασία αφού πρώτα καθαρίσει την οπή της γεωτρήσεως σε όλο το βάθος της. Κατά την ηλεκτρική διασκόπηση θα καταγράφονται:

- Οι ηλεκτρικές αντιστάσεις.
- Το ίδιο δυναμικό.
- Οι ακτίνες γ.

Οι μετρήσεις αυτές πρέπει να δίνουν ακριβές και διαγνώσιμο αποτέλεσμα. Η εργασία αυτή θα γίνεται μετά την αρχική διάτμηση και πριν σωληνωθεί η γεώτρηση, αρχίζοντας από τον πυθμένα προς την επιφάνεια. Η ταχύτητα κινήσεως της βολίδας θα είναι 3 μ./λ. για τις ακτίνες γ και για τις άλλες μετρήσεις 7-10 μ./λ. Για να είναι συγκρίσιμα τα διαγράμματα μεταξύ τους πρέπει να χρησιμοποιηθεί ενιαία κλίμακα βάθους.

ΔΙΕΥΡΥΝΣΕΙΣ :

Οι διευρύνσεις θα γίνουν με βάση τα στοιχεία της αρχικής διατρήσεως, της ηλεκτρικής διασκοπίσεως, και των κάθε φύσεως άλλων πληροφοριών που έχουν συγκεντρωθεί κατά τη διάρκεια της διατρήσεως. Σε γενικές γραμμές θα γίνει διεύρυνση με διευρυντήρα διαμέτρου 12" καθ' όλο το βάθος της γεώτρησης μέχρι το τελικό βάθος που θα γίνει η σωλήνωση της γεωτρήσεως.

ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ :

Μετά τη διεύρυνση θα επακολουθήσει ο καθαρισμός της γεώτρησης με θετική κυκλοφορία. Η εργασία αυτή θα γίνεται με τον διευρυντήρα 12" σταδιακά μέχρι το τελικό

βάθος της διεύρυνσης και με τη χρήση νέου πολτού, εάν χρειαστεί. Η διάρκεια του καθαρισμού θα καθορίζεται από τον επιβλέποντα.

5.2.8.3 Σωληνώσεις

Είναι της καθολικής αρμοδιότητας και ευθύνης του αναδόχου η σύνταξη και υποβολή προς έγκριση, σχεδίου οριστικής σωληνώσεως της γεωτρήσεως, σύμφωνα με τη γεωλογική τομή, τα στοιχεία ηλεκτρικής διασκοπίσεως, τις κοκκομετρικές αναλύσεις, και τις κάθε φύσεως άλλες πληροφορίες που έχει συγκεντρώσει κατά τη διάρκεια της διατρήσεως.

Το σχέδιο θα καθορίζει τις θέσεις των φίλτρων, τον τύπο αυτών (γέφυρας JOHNSON κ.λ.π.), τις διαστάσεις του χαλικόφιλτρου, το ύψος τοποθέτησεως αυτού, το ύψος στο οποίο θα γίνει η τσιμέντωση, το ολικό βάθος σωληνώσεως της γεωτρήσεως και το βάθος που θα τοποθετηθεί η στήλη του πιεζομετρικού σωλήνα.

Σε κάθε γεώτρηση θα τοποθετηθούν οι σωλήνες και τα φίλτρα της οριστικής σωληνώσεως, τα οποία θα πρέπει να είναι καινούργια, γαλβανισμένα και κατασκευασμένα σε εξειδικευμένο εργοστάσιο για κατασκευές σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα API, DIN κ.λ.π., η δε σύνδεση και τοποθέτηση αυτών θα γίνει σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές.

Το πάχος των σωλήνων θα είναι τουλάχιστον 6 mm και θα φέρουν συγκολλημένους συνδέσμους με 5 σπειρώματα στον σύνδεσμο. Το μήκος θα είναι 6m και οι διάμετροι ανάλογες των παροχών και του βάθους.

ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΗΛΗ

Σε κάθε γεώτρηση θα τοποθετηθεί πιεζομετρική στήλη από σωλήνες διαμέτρου 1" μαζί με την οριστική σωληνώση. Η στήλη αυτή θα τοποθετηθεί έξω από την οριστική σωληνώση μέσα στο δακτυλιοειδή χώρο, το δε κάτω άκρο του θα συνδέεται με θέση της σωληνώσεως της γεωτρήσεως που θα φέρει ειδική οπή. Σκοπός της πιεζομετρικής στήλης είναι να γίνονται μετρήσεις της στάθμης του νερού της γεωτρήσεως.

5.2.8.4 Κατακόρυφο και ευθύγραμμο των σωλήνων γεωτρήσεως

Σε κάθε γεώτρηση πρέπει να γίνει έλεγχος για το κατακόρυφο και ευθύγραμμο των σωλήνων - φίλτρων της οριστικής σωληνώσεως. Η εργασία αυτή γίνεται αμέσως μετά την τοποθέτηση των σωλήνων στην γεώτρηση και προτού τοποθετηθεί το χαλικόφιλτρο,

ώστε να υπάρχει δυνατότητα διορθώσεως της υποκλίσεως. Ο έλεγχος θα γίνεται με φωτοκαθετόμετρο κατάλληλο για μικρές και μεγάλες διαμέτρους. Ο επιβλέπων θα καθορίζει τον αριθμό των μετρήσεων και τα βάθη που θα γίνουν αυτές. Η κατακόρυφη απόκλιση δεν πρέπει να περνά το 1% του μετρηθέντος τμήματος και κάθε δαπάνη για τη διόρθωση των αποκλίσεων θα βαρύνει τον Ανάδοχο.

5.2.8.5 Χαλίκωση της γεώτρησης

Η γεώτρηση θα επενδυθεί με χάλικες, στο δακτυλιοειδή χώρο μεταξύ εξωτερικής επιφάνειας των σωλήνων οριστικής σωληνώσεως και των τοιχωμάτων αυτής. Το χαλικόφιλτρο πρέπει να αποτελείται από κατάλληλα διαβαθμισμένους χάλικες πυριτικής αντιστάσεως, ύστερα από κοσκίνισμα παρακτίων ή ποταμίων αποθέσεων. Πρέπει να είναι στρογγυλοί όχι σπασμένοι, απόλυτα καθαροί χωρίς αργιλικά υλικά ή τεμάχια πετρωμάτων (μάργες, πηλοί κ.λ.π.) να πλένονται στο εργοτάξιο προτού τοποθετηθούν μέσα στη γεώτρηση, και οι διαστάσεις των να είναι σύμφωνες με τις οδηγίες του επιβλέποντα. Για να μη σχηματιστούν γέφυρες κατά τη χαλίκωση, το χαλικόφιλτρο πρέπει να τοποθετηθεί μ ιδιαίτερη προσοχή και με ανάστροφη κυκλοφορία. Η πλύση της γεωτρήσεως, η χρησιμοποίηση αντλιών, ή άλλων απαραίτητων μέσων κατά τη χαλίκωση, αποτελούν μέρος της εργασίας χαλικώσεως.

5.2.8.6 Αναπτύξεις, δοκιμαστικές αντλήσεις, απώλειες φορτίου των γεωτρήσεων

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΣ

Η ανάπτυξη παίζει καθοριστικό ρόλο στην καλή απόδοση σε νερό μιας γεωτρήσεως και γι' αυτό θα γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και αμέσως μετά τη χαλίκωση της γεωτρήσεως. Ο Ανάδοχος θα παραδώσει τη γεώτρηση :

- Με νερό διαυγές, απαλλαγμένο στερεών ουσιών π.χ. από μπετονίτη, άργιλο, άμμο κ.λ.π. όταν αντλείται η μέγιστη παροχή νερού της γεωτρήσεως.
- Χωρίς ίζημα σε όλο το βάθος της σωληνωμένης γεωτρήσεως.
- Με κανονικές απώλειες φορτίου.

Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να γίνει σωστή ανάπτυξη και ενδεχόμενη χρήση χημικών ουσιών, αν κριθεί απαραίτητη. Η ανάπτυξη περιλαμβάνει τις παρακάτω εργασίες, ή μέρος αυτών ανάλογα με την περίπτωση:

- Πλύση της γεωτρήσεως με καθαρό νερό.
- Άντληση νερού με σύστημα AIR-LIFT μεγάλης παροχής, σύμφωνα με οδηγίες του επιβλέποντα.
- Ανάπτυξη με αντλία κατακόρυφου άξονα. Αυτή θα γίνει με πολύ συχνές διακοπές.

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης με AIR-LIFT, όσο και με την αντλία πρέπει να παίρνονται μετρήσεις παροχής στάθμης του νερού και περιεκτικότητας σε άμμο, κατά διαστήματα που θα ορίζει ο επιβλέπων. Η ανάπτυξη θεωρείται ότι τελείωσε, όταν διαπιστωθεί ότι το νερό δεν περιέχει ξένες ύλες και είναι καθαρό, χωρίς ασυνήθιστες απώλειες φορτίου.

ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΛΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΣ

Η τελική δοκιμαστική άντληση είναι μια από τις σπουδαιότερες εργασίες και πρέπει να γίνεται με προσοχή και σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, τις οδηγίες και το πρόγραμμα του επιβλέποντα. Η εργασία αυτή πρέπει να γίνεται αμέσως μετά την ανάπτυξη, αφού αποδειχτεί από αυτή ότι επετεύχθηκε ο καθαρισμός της γεωτρήσεως. Σε όλη τη διάρκεια της αντλήσεως θα παίρνονται μετρήσεις παροχής στάθμης νερού, και περιεκτικότητας σε άμμο. Η μέτρηση της στάθμης θα γίνεται με ηλεκτρικό σταθμήμετρο που θα τοποθετείται μέσα στον πιεζομετρικό σωλήνα. Αν στη γεώτρηση δεν υπάρχει πιεζομετρικός σωλήνας για τη μέτρηση της στάθμης του νερού, πρέπει να τοποθετηθεί προσωρινά εσωτερικά της γεωτρήσεως ειδικό σύστημα μετρήσεως κατά τη διάρκεια της αντλήσεως.

Η παροχή του νερού πρέπει να ρυθμίζεται με δικλείδα (βάνα), ή με την αλλαγή στροφών του κινητήρα, θα μετράται δε με υδρόμετρο ή με σωλήνα PILOT. Οι μετρήσεις παροχής - στάθμης θα είναι συνεχείς και πυκνές σε όλη τη διάρκεια της αντλήσεως. Μετά το τέλος θα ληφθούν μετρήσεις επαναφοράς της στάθμης για χρόνο διάρκειας της αντλήσεως. Κατά το χρόνο αυτό θα έχει τη δυνατότητα ο Ανάδοχος να απομακρύνει την αντλία ή να εκτελεί άλλες εργασίες που δεν επηρεάζουν τη στάθμη του νερού.

Οι αντλήσεις θα γίνουν σε 4 βαθμίδες. Κάθε βαθμίδα θα έχει διάφορη παροχή και θα γίνεται με διακοπή για τόσο χρόνο όσο χρειάζεται να επανέλθει η στάθμη. Οι παροχές και η διάρκεια κάθε βαθμίδας θα καθορίζονται από τον επιβλέποντα. Κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής αντλήσεως, θα παίρνονται συχνά μετρήσεις περιεκτικότητας σε άμμο ή άλλων στερεών υλικών. Κατά τις εργασίες αναπτύξεως και αντλήσεως, ο Ανάδοχος υποχρεούται να απομακρύνει το αντλούμενο νερό σε απόσταση 200 μ., από τη

γεώτρηση. Επίσης είναι υποχρεωμένος για την προμήθεια του συστήματος AIR-LIFT ή της αντλίας μαζί με τον απαραίτητο εξοπλισμό αυτών. Η παρουσία του γεωτρήσανου κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής αντλήσεως, χωρίς εντολή της επιβλέψεως, δεν επιφέρει καμία αποζημίωση στον Ανάδοχο στον οποίο εναπόκειται η εκτέλεση δοκιμαστικής αντλήσεως με αντλητικό συγκρότημα ανεξάρτητο του γεωτρήσανου.

ΈΛΕΓΧΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ

Οι απώλειες φορτίου μέσα στη γεώτρηση θα καθοριστούν κατά τη δοκιμαστική άντληση. Σε περίπτωση υψηλών απωλειών φορτίου η επιβλεψη μπορεί να ζητήσει την επανάληψη της αναπύξεως, τη χρήση χημικών ουσιών, την ανόρυξη νέας γεωτρήσεως κ.λ.π. Αν υπάρξει διαφωνία μεταξύ επιβλέψεως και Αναδόχου, ο τελευταίος πρέπει να αποδείξει την ποιότητα της εργασίας του με την ανόρυξη με δαπάνες του, ενός πιεζομέτρου σε απόσταση 2-3 m από τη γεώτρηση και την εκτέλεση δοκιμής αντλήσεως. Αν οι ασυνήθιστες απώλειες δεν μπορούν να αποδοθούν στην κακή κατασκευή της γεωτρήσεως, τα έξοδα του πιεζομέτρου θα καταβληθούν στον Ανάδοχο.

5.2.8.7 Τσιμεντώσεις

Είναι δυνατό, τμήμα της γεωτρήσεως να τσιμεντωθεί. Η τσιμεντώση θα γίνει με εντολή του επιβλέποντα. Οι εργασίες τσιμεντώσεως θα περιλαμβάνουν την έκχυση τσιμέντου (14 σάκκοι/m³) μέσα στο δακτυλιοειδή χώρο, σε βάθος που θα καθορίζεται από την επιβλεψη, την αναμονή πήξεως και την απομάκρυνση κάθε εμποδίου μέσα στην τοποθετηθείσα σωλήνωση και στα ασωλήνωτα μέρη της γεωτρήσεως. Στο τέλος των εργασιών κάθε γεωτρήσεως μπορεί να γίνει μία τσιμεντινή βάση διαστάσεων 2 x 2 x 0.5 m ή να τοποθετηθεί μεταλλικός σφυκτήρας για τη συγκράτηση της στήλης της οριστικής σωληνώσεως της γεωτρήσεως.

5.2.8.8 Στόμια γεωτρήσεων και πιεζόμετρων

Στα στόμια των δύο σωλήνων, πρέπει να τοποθετηθεί πώμα που θα κλειδώνεται και θα εμποδίζει την είσοδο ξένων σωμάτων στη γεώτρηση και το πιεζόμετρο, το οποίο δεν μπορεί να ανοίξει παρά μόνο από αρμόδια πρόσωπα. Το πώμα της γεωτρήσεως θα βιδώνεται στο πάνω μέρος της σωληνώσεως της γεωτρήσεως και με το κατάλληλο σύστημα θα ασφαρίζεται με κλειδί.

6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αυτόματος έλεγχος της εγκατάστασης απαιτεί την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου τοπικού συστήματος – Κέντρου Ελέγχου (ΚΕΛ) για την παρακολούθηση και διαχείριση της λειτουργίας των επιμέρους μονάδων. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με τη δημιουργία κατάλληλου τοπικού δικτύου για την επικοινωνία και μεταφορά δεδομένων μεταξύ του Κέντρου ελέγχου και των υπολοίπων στοιχείων (PLC, όργανα μέτρησης κλπ) που απαιτούνται για την σωστή λειτουργία της όλης εγκατάστασης.

Στην υφιστάμενη εγκατάσταση η παρακολούθηση γίνεται με SCADA και μιμικά διαγράμματα μέσω υπολογιστή εγκατεστημένου σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου διοίκησης. Στα πλαίσια της παρούσας θα απαιτηθεί η επέκταση του υφιστάμενου συστήματος αυτοματισμών για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού.

Στο ΚΕΛ θα μεταφέρονται όλα τα σήματα λειτουργίας/βλάβης με την ενεργοποίηση αντίστοιχου οπτικοακουστικού σήματος και δυνατότητα απομόνωσης του ηχητικού σήματος μέσω επιλογικού διακόπτη.

6.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Το σύστημα μετρήσεων και τηλε-ελέγχου / τηλεχειρισμού πρέπει να :

- παρέχει στον χειριστή της μονάδας από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου και διαμέσου γραφικού περιβάλλοντος, επαρκείς, έγκυρες και έγκαιρες πληροφορίες για την λειτουργική κατάσταση της μονάδας,
- επιτρέπει την αυτόματη λειτουργία της μονάδας υπό κανονικές συνθήκες,
- επιτρέπει στον χειριστή την παρέμβαση στην λειτουργία της μονάδας από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου αν αυτός το κρίνει απαραίτητο,
- επιτρέπει την αυτόματη λειτουργία της μονάδας από τους τοπικούς σταθμούς ελέγχου αν υπάρχει απώλεια του κεντρικού σταθμού ελέγχου και,
- να πληροφορείται ο χειριστής άμεσα την όποια βλάβη 24 ώρες το 24ωρο, για όλο το χρόνο χωρίς να βρίσκεται παρών στο έργο.

Σημειώνεται ότι όλες οι κρίσιμες μετρήσεις λειτουργίας πρέπει να έχουν και τοπική ένδειξη.

Με το σύστημα επιτυγχάνεται αυτοματοποίηση των κυριότερων λειτουργιών, καθώς και

ρύθμιση των παραμέτρων λειτουργίας της επεξεργασίας μέσω του PLC.

Ειδικότερα οι γενικές δυνατότητες του συστήματος αυτομάτου ελέγχου και λειτουργίας των εγκαταστάσεων είναι οι παρακάτω :

- Όπου απαιτούνται χειρισμοί, που γίνονται σε αραιά χρονικά διαστήματα, κυρίως για λόγους συντήρησης (απομόνωση μονάδων, by pass, κλπ), τότε γίνονται τοπικά.
- Όπου απαιτούνται καθημερινοί χειρισμοί ιδιαίτερης σημασίας για την ποιότητα εκροής (ανακυκλοφορία, αερισμός, κλπ), για τις οποίες μάλιστα απαιτείται αξιολόγηση πληροφοριών και λειτουργικών χαρακτηριστικών, τότε γίνονται με το σύστημα αυτοματισμού.
- Όλα τα τηλεχειριζόμενα όργανα και εξοπλισμός ενεργοποιούνται και με τοπικό χειρισμό που έχει προτεραιότητα έναντι των άλλων.
- Χρησιμοποιούνται και αυτοματισμοί τοπικής σημασίας.
- Όλοι οι χρόνοι λειτουργίας (χρονοπρογραμματισμός) ρυθμίζονται από το SCADA μέσω του PLC.
- Όπου υπάρχει αυτοματισμός, αφ' ενός μεν πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης του αυτόματου συστήματος και αφ' ετέρου να είναι δυνατός ο τοπικός χειρισμός ή και ο τηλεχειρισμός.

Οι απαιτούμενοι αυτοματισμοί αφορούν στην αυτόματη λειτουργία των αντλητικών συγκροτημάτων (εξισορρόπησης, δοσομετρικών θρεπτικών, εκκένωσης κλπ), στην αυτόματη λειτουργία των αεριστήρων του συστήματος αερισμού, στον έλεγχο του διαλυμένου οξυγόνου, της εισερχόμενης παροχής και της στάθμης της δεξαμενής βροχοστραγγιδίων και στον έλεγχο της R.O.

Οι αυτοματισμοί επικεντρώνονται :

- στην κυκλική εναλλαγή της λειτουργίας ομοειδών στοιχείων
- στη στάση ξηρού (αντλίες)
- στη στάση λόγω ασυμμετρίας ηλεκτρικών φάσεων
- στη θέση εκτός κύκλου εναλλαγής ενός στοιχείου που είναι σε βλάβη ή εκτός λόγω τοπικού χειρισμού.

Ως προαναφέρεται, το Κέντρο Ελέγχου της εγκατάστασης (ΚΕΛ) με το SCADA είναι εγκατεστημένο σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου διοίκησης. Στο ΚΕΛ καταλήγουν όλες οι

πληροφορίες του συστήματος με σκοπό τον έλεγχο όλων των μονάδων επεξεργασίας, τη συλλογή και απεικόνιση της κατάστασης λειτουργίας όλου του επιμέρους εξοπλισμού και την επεξεργασία των πληροφοριών και την προετοιμασία διαχειριστικών δελτίων.

Στις οθόνες του SCADA αναπαρίστανται οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας με διάγραμμα επεξεργασίας, τα οποία περιλαμβάνουν όλα τα στάδια επεξεργασίας, με τις επιμέρους μονάδες, όλα τα αντλιοστάσια καθώς και τις κύριες διαδρομές ροής. Γενικά για κάθε επιμέρους εξοπλισμό δίδονται οι παρακάτω πληροφορίες:

- Κατάσταση ελέγχου λειτουργίας (στο SCADA):
 - "τηλεχειρισμός / τοπικός έλεγχος"
 - "αυτόματη/ χειροκίνητη λειτουργία"
 - "σε λειτουργία/ σε συντήρηση/ συναγερμός" . "ON/OFF"
- Πλήκτρα ελέγχου λειτουργίας (στο SCADA) :
 - "τηλεχειρισμός / τοπικός έλεγχος"

6.2.1 Γενικές αρχές σχεδιασμού ελέγχου αντλητικών συγκροτημάτων

Κάθε αντλία πρέπει να διαθέτει τοπικό χειριστήριο με τις ακόλουθες λειτουργίες:

- α. μπουτόν εκκίνησης (START)
- β. μπουτόν στάσης (STOP)
- γ. Επιλογικό διακόπτη με θέσεις
 - Αυτόματο (AUTO)
 - Στάση (O)
 - Χειροκίνητο (MAN)

Μεταβιβαζόμενα σήματα

Για κάθε κινητήρα συνδέονται τα ακόλουθα σήματα στον τοπικό σταθμό ελέγχου και διαμέσου αυτού μεταβιβάζονται στον κεντρικό σταθμό ελέγχου και αντιστρόφως από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου μεταβιβάζονται εντολές προς τον τοπικό σταθμό ελέγχου:

- Ψηφιακό σήμα λειτουργικής κατάστασης των αντλιών (RUN)
- Ψηφιακό σήμα επιλογικού διακόπτη στη θέση AUTO
- Ψηφιακό σήμα πτώσης θερμικού κινητήρα / συναγερμός
- Ψηφιακά σήματα για διαρροές ή αύξηση της θερμοκρασίας εντός των κινητήρων (για τις υποβρύχιες αντλίες)
- Ψηφιακό σήμα εντολής ενεργοποίησης κινητήρα

- Για κάθε κινητήριο μηχανισμό θα καταγράφονται οι ώρες λειτουργίας του

Επιλογικός διακόπτης

Ο επιλογικός διακόπτης στο χειρισμό πεδίου είναι κυρίαρχος. Αν ο επιλογικός διακόπτης είναι στην θέση "ΑΥΤΟ" τότε επιτρέπεται και είναι δυνατή η αυτόματη εκκίνηση και στάση της αντλίας είτε σύμφωνα με το πρόγραμμα του τοπικού σταθμού ελέγχου, είτε δια μέσου εντολής από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου. Αν ο επιλογικός διακόπτης είναι στην θέση "ΜΑΝ" επιτρέπεται και είναι δυνατός ο χειρισμός μόνο από τα κομβία START / STOP του πεδίου.

Προέλευση και προορισμός σημάτων

Όλα τα σήματα εντολών ή κατάστασης των κινητήρων κατευθύνονται και πηγάζουν από τους τοπικούς σταθμούς ελέγχου που βρίσκονται πλησίον των πινάκων ηλεκτρικής τροφοδοσίας των κινητήρων.

Ιεραρχία λειτουργίας

Σε συγκροτήματα αντλιών που υπάρχουν Ν αντλίες κύριες και εφεδρικές τότε η ιεραρχία εκκίνησης όλων των αντλιών είναι ρυθμισμένη ώστε να εναλλάσσονται κυκλικά και ο χρόνος λειτουργίας όλων των αντλιών να ευρίσκεται στο ίδιο επίπεδο. Από την αρχή της εναλλασσόμενης ιεραρχίας εξαιρούνται οι αντλίες που ο επιλογικός διακόπτης αυτών είναι στη θέση "ΜΑΝ" ή "Ο" και σε αντλίες με ανόμοια χαρακτηριστικά (εκ σχεδιασμού). Στην περίπτωση αυτή η ιεραρχία ορίζεται από τον σχεδιαστή του προγράμματος των τοπικών σταθμών ελέγχου ή δια μέσου εντολής από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου.

6.2.2 Γενικές αρχές σχεδιασμού διακοπών συναγερμού – ασφαλείας

Όλοι οι διακόπτες που παράγουν ψηφιακά σήματα (επαφές άνευ τάσης) για σήμανση συναγερμού ή για αναγκαστικό σταμάτημα της μονάδας ακολουθούν την αρχή σχεδιασμού «Ασφάλεια σε Περίπτωση Βλάβης» (Fail Safe). Αυτό σημαίνει πως αν επέλθει βλάβη στο όργανο ή στην καλωδίωση του οργάνου θα σημάνει συναγερμός στο κεντρικό σύστημα ελέγχου ή το σύστημα θα οδηγηθεί σε ασφαλή θέση. Έτσι ως παράδειγμα αναφέρεται ότι:

- αν επέλθει βλάβη στο κύκλωμα του επιλογικού διακόπτη κινητήρα, ο κεντρικός σταθμός ελέγχου θα λάβει την ένδειξη "ΜΑΝ"

- αν χαλάσει ένας διακόπτης χαμηλής στάθμης στο σύστημα θα σημάνει συναγερμός χαμηλής στάθμης και το σύστημα θα οδηγηθεί σε ασφαλή θέση.

6.2.3 Γενικές αρχές σχεδιασμού διακοπών συναγερμού – ασφαλείας

Ο αριθμός και ο τύπος των οργάνων επιτήρησης και ελέγχου είναι τέτοιος ώστε:

- η ολοσχερής βλάβη ενός οργάνου δεν παρεμποδίζει την λειτουργία της μονάδας.
- η αστοχία στην λειτουργία ενός οργάνου δεν μειώνει την αποτελεσματική λειτουργία βασικών μονάδων.
- όλα τα αναλογικά όργανα μετρήσεων μεταδίδουν τις μετρήσεις με ρεύματα χαμηλής ισχύος 4-20 mA.
- οι μεταδότες δυο αγωγών (two cable transmitters) τροφοδοτούνται με 24 VDC.
- οι μεταδότες που απαιτούν τροφοδοσία εναλλασσόμενου ρεύματος τροφοδοτούνται με 220VAC.
- όλα τα όργανα αναλογικής ρύθμισης δέχονται σήμα ελέγχου 4-20 mA με τάση τροφοδοσίας 24VDC.

6.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Δεξαμενές συλλογής – εξισορρόπησης βροχοστραγγιδίων

Η στάθμη των υγρών στην υφιστάμενη δεξαμενή συλλογής – εξισορρόπησης στραγγισμάτων θα ελέγχεται με **πιεζομετρικό μετρητή στάθμης** έτσι, ώστε να υπάρχει πάντα σήμα στο ΚΕΛ για την κατάσταση πληρότητάς της, ενώ προβλέπονται και **εφεδρικοί πλωτεροδιακόπτες** άνω – κάτω στάθμης, τόσο στη δεξαμενή Α, όσο και στη δεξαμενή Β (lagoon).

Η λειτουργία του (υφιστάμενου) **υποβρύχιου οξυγονωτή (jet aerator)** στη δεξαμενή εξισορρόπησης (δεξαμενή Α) θα γίνεται μέσω των ενδείξεων στάθμης από τον μετρητή στάθμης. Ο οξυγονωτής θα λειτουργεί σε περίπτωση που η στάθμη στη δεξαμενή είναι ανώτερη από προκαθορισμένη τιμή σε χαμηλό σημείο της δεξαμενής. Εναλλακτικά, θα υπάρχει η δυνατότητα να παρακάμπτεται ο ανωτέρω αυτοματισμός και να λειτουργεί ο οξυγονωτής με χρονοπρόγραμμα μέσω του PLC, αλλά και η δυνατότητα χειρισμού από τοπικό χειριστήριο στο οποίο θα υπάρχει και επιλογικός διακόπτης λειτουργίας, καθώς και τοπικός διακόπτης ασφαλείας. Η λειτουργία του οξυγονωτή θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή. Σε περίπτωση βλάβης θα

προβλέπεται ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο ΚΕΛ. Η λειτουργία των (υφιστάμενων) **αντλιών εξισορρόπησης (1+1R)** θα ρυθμίζεται μέσω χρονοπρογράμματος που θα υλοποιείται από το PLC από το ΚΕΛ, βάση του επιθυμητού κύκλου λειτουργίας και της μέτρησης της στάθμης των κατάντη δεξαμενών SBR.

Η λειτουργία των αντλιών θα εναλλάσσεται κυκλικά και αυτόματα με σκοπό την ομοιόμορφη φθορά τους, ενώ σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας θα προβλέπεται αυτόματη εμπλοκή της εφεδρικής με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος συναγερμού. Η λειτουργία τους θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή εξισορρόπησης ή πολύ υψηλής στάθμης στις δεξαμενές SBR, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού. Σήμα συναγερμού θα δίνεται και σε περίπτωση πολύ υψηλής στάθμης. Η λειτουργία των αντλιών θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο στο οποίο θα υπάρχει και επιλογικός διακόπτης λειτουργίας, καθώς και τοπικός διακόπτης ασφαλείας.

Για την μέτρηση της παροχής προβλέπεται επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού των αντλιών **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της παροχής.

Προσθήκη θρεπτικών και πηγής εξωτερικού άνθρακα

Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών (C, N, P). Κρίνεται ότι απαιτείται η προσθήκη θρεπτικών και πηγής εξωτερικού άνθρακα προκειμένου να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες αποδόμησης του οργανικού φορτίου στους βιολογικούς αντιδραστήρες.

Για τη δοσομέτρηση **υγρού φωσφορικού οξέος** επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν δύο (2) **δοσομετρικές αντλίες** ρυθμιζόμενης παροχής μέσω αναλογικού σήματος 4..20mA. Η δοσομέτρηση προτείνεται να γίνεται στο σημείο εισόδου των υγρών στη βιολογική βαθμίδα.

Ως πηγή εξωτερικού άνθρακα προτείνεται η χρήση **δ/τος γλυκερίνης**, το οποίο εγχέεται στις δεξαμενές SBR με **δοσομετρικές αντλίες** επίσης ρυθμιζόμενης παροχής μέσω **inverter**. Έκαστο διάλυμα θα τροφοδοτείται σε μανδάλωση με τις αντλίες εξισορρόπησης της ροής, ενώ θα υπάρχει και δυνατότητα χειροκίνητης επιλογής λειτουργίας και χειροκίνητης ρύθμισης της παροχής του διαλύματος, καθώς και τοπικοί διακόπτες ασφαλείας. Η δοσομέτρηση θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση

ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στο (αντίστοιχο) δοχείο εργασίας, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ. Σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας, θα δίνεται επίσης σήμα συναγερμού. Σε περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης θα ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα συναγερμού στο Κέντρο Ελέγχου.

Δεξαμενές SBR

Η λειτουργία του αναδευτήρα σε κάθε δεξαμενή κατά την **ανοξική φάση** θα ελέγχεται με χρονοπρόγραμμα που θα υλοποιείται μέσω του PLC από το ΚΕΛ όπου θα υπάρχουν οπτικές ενδείξεις λειτουργίας / βλάβης. Η λειτουργία του θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

Ο απαιτούμενος αέρας στις δεξαμενές προσδίδεται κατά την οξική φάση από (υφιστάμενους) **επιφανειακούς αεριστήρες** κατακόρυφου άξονα (1 ανά δεξαμενή). Κάθε αεριστήρας φέρει κινητήρα μεταβλητών στροφών μέσω **μετατροπέα συχνότητας (inverter)**. Η λειτουργία των αεριστήρων (εκκίνηση – παύση) θα καθορίζεται με χρονοπρόγραμμα μέσω του PLC που θα ορίζει τη διάρκεια του ημερήσιου κύκλου λειτουργίας τους.

Η παροχή αέρα θα ρυθμίζεται σύμφωνα με τις ενδείξεις οξυγονόμετρων έτσι, ώστε η συγκέντρωση οξυγόνου στο ανάμικτο υγρό να κυμαίνεται από 1,5-2,0mg/lit κατά το δυνατόν στο σύνολο της αεριζόμενης περιοχής. Προβλέπεται ένας (1) **μετρητής διαλυμένου οξυγόνου** σε κάθε δεξαμενή SBR για τον έλεγχο της στάθμης του διαλυμένου οξυγόνου στα υγρά της δεξαμενής με ταυτόχρονη ψηφιακή ένδειξη του διαλυμένου οξυγόνου και της **θερμοκρασίας** έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται η συνεχής αξιοπιστία ελέγχου της ομοιόμορφης και καθ' ύψος συγκέντρωσης οξυγόνου.

Τα αισθητήρια των οξυγονόμετρων θα είναι μονίμως εμβαπτισμένα εντός του υγρού και αντιλαμβάνονται τις μεταβολές των συγκεντρώσεων διαλυμένου οξυγόνου εντός του αεριζόμενου ανάμικτου υγρού. Το σήμα έκαστου αισθητηρίου θα τροφοδοτείται σε μετατροπέα που θα εγκατασταθεί πλησίον του αισθητηρίου και θα μετατρέπεται σε τιμές διαλυμένου οξυγόνου (mg/lit) που αναγράφονται σε τοπικό ψηφιακό ενδεικτικό όργανο DO ενσωματωμένο στην όψη του μετατροπέα. Επιπλέον, τα ασθενή ρεύματα 4-20mA από τον μετατροπέα εκάστης διάταξης μέτρησης του διαλυμένου οξυγόνου θα οδηγούνται στο PLC, όπου θα λαμβάνεται απόφαση για την ρύθμιση της απαιτούμενης δυναμικότητας αερισμού στην οξική ζώνη.

Η ρύθμιση παροχής του αέρα στην οξική ζώνη θα γίνεται μεταβάλλοντας τις στροφές

του ηλεκτροκινητήρα του αεριστήρα σε όλο το εύρος μεταξύ της ελάχιστης και μέγιστης αποδιδόμενης ισχύος. Όταν η (μέση) τιμή οξυγόνου είναι χαμηλή, τότε εκκινούν οι αεριστήρες. Όταν η τιμή οξυγόνου στη δεξαμενή υπερβεί προκαθορισμένο set point (συνήθως 2,0mg/lit), διακόπτεται η λειτουργία τους. Όταν η τιμή οξυγόνου είναι χαμηλή (<1,0mg/lit) τότε λειτουργούν οι αεριστήρες σε μέγιστο αριθμό στροφών. Όταν η τιμή ανέρχεται τότε ο inverter «ρίχνει» τις στροφές των κινητήρων έως ότου φθάσουν στον ελάχιστο αριθμό στροφών στο οποίο αποδίδει έργο. Για τιμές οξυγόνου μεγαλύτερες του προκαθορισμένου set point οι αεριστήρες τίθενται εκτός λειτουργίας και ταυτόχρονα εκκινεί ο αντίστοιχος υποβρύχιος αναδευτήρας, ο οποίος παύει εφόσον επανεκκινήσει ο αεριστήρας εντός του προβλεπόμενου χρονοπρογράμματος.

Επίσης, θα υπάρχει η δυνατότητα χειρισμού από τοπικό χειριστήριο στο οποίο θα υπάρχει και επιλογικός διακόπτης λειτουργίας, καθώς και τοπικός διακόπτης ασφαλείας.

Δεδομένου ότι, πέραν της ηλικίας λάσπης, η επίδραση της θερμοκρασίας παίζει ουσιαστικό ρόλο στην ανάπτυξη και συντήρηση του πληθυσμού των νιτροβακτηρίων (ο ρυθμός νιτροποίησης ελαττώνεται κατά 50% για κάθε μείωση της θερμοκρασίας κατά 10 – 12°C), αυτή θα καταγράφεται μέσω των εμβαπτιζόμενων αισθητηρίων στις δεξαμενές ως περιγράφεται ανωτέρω έτσι, ώστε η εποχιακή ελάττωση του ρυθμού νιτροποίησης να αντισταθμίζεται με την αύξηση των αιωρούμενων στερεών στο υγρό (εφόσον απαιτηθεί) σε συνδυασμό βέβαια με τις μετρήσεις και των λοιπών οργάνων.

Για τον περαιτέρω έλεγχο της λειτουργίας της βιολογικής επεξεργασίας προβλέπεται σε κάθε δεξαμενή SBR ένας (1) **μετρητής pH**, ένας (1) **μετρητής ORP** (δυναμικό οξειδοαναγωγής) για τον καλύτερο έλεγχο της διαδικασίας απονιτροποίησης και διάταξη **μέτρησης της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών (MLSS)** στο ανάμικτο υγρό έτσι, ώστε να βελτιστοποιείται ο ρυθμός απομάκρυνσης περισσειας λάσπης.

Στο Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας θα προβλέπεται η δυνατότητα ένδειξης καταγραφής και εκτύπωσης όλων των μετρήσεων εντός των δεξαμενών, καθώς και η δυνατότητα κατάστρωσης διαγραμμάτων και έκδοση στατιστικών στοιχείων για τον πλήρη έλεγχο του τρόπου λειτουργίας της μονάδας και των διεργασιών.

Απομάκρυνση διαυγαζόντων

Η απομάκρυνση των διαυγαζόντων από κάθε δεξαμενή θα πραγματοποιείται μέσω αντλιών βάση χρονοπρογράμματος που θα υλοποιείται από το PLC από το ΚΕΛ, λαμβάνοντας υπόψη τον επιθυμητό κύκλο λειτουργίας των δεξαμενών SBR. Η στάθμη

των υγρών σε κάθε δεξαμενή SBR ελέγχεται με **πιεζομετρικό μετρητή στάθμης** έτσι, ώστε να υπάρχει πάντα σήμα στο ΚΕΛ για την κατάσταση πληρότητάς της, ενώ προβλέπονται και **εφεδρικοί πλωτεροδιακόπτες** κάτω στάθμης για την προστασία του αεριστήρα και της αντλίας εκκένωσης από ξηρά λειτουργία. Η λειτουργία των αντλιών απομάκρυνσης διαυγαζόντων θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή SBR, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού. Σήμα συναγερμού θα δίνεται και σε περίπτωση πολύ υψηλής στάθμης, καθώς και σε περίπτωση βλάβης. Η λειτουργία των αντλιών θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο στο οποίο θα υπάρχει και επιλογικός διακόπτης λειτουργίας, καθώς και τοπικός διακόπτης ασφαλείας. Για την μέτρηση της παροχής εκκένωσης προβλέπεται επί καταθλιπτικού αγωγού έκαστης αντλίας **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της παροχής.

Απόρριψη περίσσειας λάσπης

Η απόρριψη της περίσσειας λάσπης από κάθε δεξαμενή SBR θα πραγματοποιείται μέσω χρονοπρογράμματος που θα υλοποιείται από το PLC από το ΚΕΛ ή/και με απόφαση του χειριστή. Η λειτουργία των αντλιών θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή SBR, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού. Σήμα συναγερμού θα δίνεται και σε περίπτωση βλάβης. Η λειτουργία των αντλιών θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο στο οποίο θα υπάρχει και επιλογικός διακόπτης λειτουργίας, καθώς και τοπικός διακόπτης ασφαλείας.

Μονάδα διύλισης

Τα διαυγάζοντα από τη 2^η δεξαμενή SBR εισέρχονται σε φίλτρο διύλισης για την περαιτέρω απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών και την εξασφάλιση αποδοτικής λειτουργίας των κατόπιν μονάδων.

Τα επεξεργασμένα λύματα εισέρχονται στον κοίλο άξονα του φίλτρου και εξέρχονται περνώντας μέσω του υφάσματος φίλτρανσης προς την δεξαμενή όπου είναι εγκατεστημένο το φίλτρο. Η διαφορά στάθμης μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας του φίλτρου παρέχει την κινητήρια δύναμη για την φίλτρανση.

Η μέγιστη διαφορά στάθμης μεταξύ του εσωτερικού του φίλτρου και της εξωτερικής στάθμης στην δεξαμενή κατά την συνεχή λειτουργία είναι περίπου 300 mm. Κατά την ομαλή λειτουργία του φίλτρου αυτή η διαφορά είναι περίπου 200 mm.

Τα αιωρούμενα στερεά, κατά την διάρκεια αυτής της φάσης εναποτίθενται στην εσωτερική επιφάνεια του φίλτρου. Η συγκέντρωση της λάσπης στην επιφάνεια του υφάσματος προκαλεί σταδιακά την ελάττωση της ικανότητας φιλτραρίσματος, με συνέπεια την ανύψωση της στάθμης του υγρού στο εσωτερικό του φίλτρου έως την στάθμη που ενεργοποιεί αισθητήριο στάθμης.

Το αισθητήριο δίνει εντολή στην αντλία για την έκπλυση του υφάσματος με πίεση από την εξωτερική επιφάνεια προς το εσωτερικό του φίλτρου. Η αντλία αναρροφά από την ίδια δεξαμενή όπου είναι εγκατεστημένο το φίλτρο. Η έκπλυση γίνεται μέσω διάταξης επί της οποίας είναι προσαρμοσμένη σειρά ακροφυσίων.

Η περιστροφή του φίλτρου και η ενεργοποίηση του συστήματος ψεκασμού γίνεται όταν η στάθμη του νερού στο εσωτερικό του κοίλου άξονα (τύμπανο) φθάσει το αισθητήριο στάθμης. Σε αυτή την περίπτωση η στάθμη του νερού μεταβάλλεται μεταξύ της ελάχιστης στάθμης που έπεται του καθαρισμού της επιφάνειας του φίλτρου και της μέγιστης όπου ενεργοποιείται το αισθητήριο. Μέσω ενσωματωμένου χρονοδιακόπτη διατηρείται η περιστροφή του φίλτρου κατά $1/4 - 1/2$ περιστροφές μετά το πέρας της φάσης έκπλυσης, η οποία γίνεται με τη βοήθεια κατακόρυφης πολυβάθμιας φυγοκεντρικής αντλίας.

Μονάδα φίλτρανσης με ενεργό άνθρακα

Για τον περιορισμό των επικαθίσεων στερεών στη δεξαμενή τροφοδοσίας των φίλτρων π.χ. λόγω δυσλειτουργίας του φίλτρου τυμπάνου ή σε περίπτωση ηθελημένης παράκαμψής του, κρίνεται δόκιμη η εγκατάσταση ενός (1) **υποβρύχιου αναδευτήρα** οριζοντίου άξονα ανάλογης δυναμικότητας, η λειτουργία του οποίου θα ελέγχεται με χρονοπρόγραμμα που θα υλοποιείται μέσω του PLC από το ΚΕΛ όπου θα υπάρχουν οπτικές ενδείξεις λειτουργίας / βλάβης. Η λειτουργία του θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

Η τροφοδοσία της μονάδας γίνεται μέσω δύο (2) φυγοκεντρικών αντλιών οριζοντίου τύπου (1+1R) ρυθμιζόμενης παροχής με **inverter**. Επί του καταθλιπτικού αγωγού τροφοδοσίας έχει εγκατασταθεί **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της παροχής.

Η είσοδος του νερού γίνεται στο πάνω μέρος του πλευρικού τοιχώματος. Ο αγωγός εισόδου καταλήγει σε χοάνη τροφοδοσίας για την ομοιόμορφη κατανομή του ρεύματος εισόδου σε όλη την επιφάνεια των φίλτρων.

Τα φίλτρα είναι εξοπλισμένα με πέντε (5) βάνες πεταλούδας έκαστο, οι οποίες εξυπηρετούν τις φάσεις κανονικής λειτουργίας και πλύσης. Δεδομένου ότι κρίνεται σκόπιμο να αυτοματοποιηθεί κατά το δυνατόν η λειτουργία των φίλτρων (π.χ. αντίστροφη πλύση, παράκαμψη σε περίπτωση δυσλειτουργίας κλπ), προβλέπεται η τοποθέτηση **πνευματικών ενεργοποιητών** και των αντίστοιχων βαλβίδων «πιλότου» στις υφιστάμενες χειροκίνητες δικλείδες.

Κατά την κανονική λειτουργία του φίλτρου οι βάνες εισόδου και εξόδου του φίλτρου είναι ανοικτές. Όταν η διαφορική πίεση υπερβεί τα 0,5 bar (μέτρηση πιεζοστάτη) και τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα το φίλτρο πλένεται με αντίστροφη ροή νερού.

Η αντίστροφη πλύση του φίλτρου γίνεται αυτόματα. Η παροχή νερού προς το φίλτρο διακόπτεται και κλείνει η βαλβίδα εξόδου στη συνέχεια γίνεται ταπείνωση της στάθμης για την αποφυγή συμπαρασυρμού υλικού κατά τα επόμενα στάδια της αντίστροφης πλύσης. Στη συνέχεια ανοίγουν οι βαλβίδες παροχής νερού αντίστροφης πλύσης και τίθεται σε λειτουργία η αντλία αντίστροφης πλύσης. Για τις ανάγκες πλύσης των φίλτρων ενεργού άνθρακα έχουν τοποθετηθεί δύο (2) φυγοκεντρικές **αντλίες αντίστροφης πλύσης** (1+1R) εξοπλισμένες με μετατροπέα συχνότητας (**inverter**) έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται ομαλή εκκίνηση και παύση για την αποφυγή υδραυλικού πλήγματος. Οι αντλίες αναρροφούν από τη δεξαμενή καθαρών κατάντη των φίλτρων. Η διάρκεια της πλύσης με νερό είναι 8-10 λεπτά.

Το νερό αντίστροφης πλύσης διοχετεύεται από τον ψευδοκυθμένα των φίλτρων και διανέμονται στο υλικό μέσω των ειδικών ακροφυσίων του ψευδοκυθμένα.

Τα υγρά της έκπλυσης υπερχειλίζουν στη χοάνη απορροής στο πάνω μέρος του φίλτρου και οδηγούνται σε κανάλι αποχέτευσης και από εκεί μέσω αγωγού PVC Φ160 στο δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης.

Αμέσως μετά τον καθαρισμό με αντίστροφη πλύση κλείνουν οι βαλβίδες αντίστροφης πλύσης και ανοίγουν οι βάνες τροφοδοσίας και εξόδου και το φίλτρο τίθεται πλέον σε κανονική λειτουργία.

Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης

Η μονάδα θα λειτουργεί με αυτοματισμό του κατασκευαστή, με τους επιμέρους εξοπλισμούς σε μανδάλωση μεταξύ τους. Ο κεντρικός σταθμός των μονάδων ελέγχου του ΧΥΤΑ θα ενημερώνεται από την τοπική μονάδα ελέγχου.

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα από τη βιολογική βαθμίδα θα οδηγούνται σε δεξαμενή

εξισορρόπησης απ' όπου τροφοδοτείται η μονάδα R.O. μέσω υποβρύχιας φυγοκεντρικής αντλίας εξοπλισμένης με **inverter** (μια δεύτερη όμοια αντλία προβλέπεται ως εφεδρεία στην αποθήκη). Οι εκκινήσεις και διακοπές λειτουργίας θα γίνονται με βάση τη ζήτηση από τη μονάδα R.O. Ο υφιστάμενος πιεζομετρικός μετρητής στάθμης (εντός της δεξαμενής) παρέχει πληροφορίες στο ΚΕΛ για τη στάθμη της δεξαμενής.

Σε περίπτωση βλάβης της αντλίας θα προβλέπεται ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο ΚΕΛ.

Η λειτουργία της αντλίας θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση που εντέλλεται σήμα από τη μονάδα R.O για πλήση ή βλάβη καθώς και σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ. Σήμα συναγερμού θα δίνεται και στη στάθμη πλημμύρας. Η λειτουργία θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

Τα υγρά θα οδηγούνται μέσω αντλίας υψηλής πίεσης στις μεμβράνες του **1ου σταδίου** αντίστροφης όσμωσης. Το διήθημα των μεμβρανών του πρώτου σταδίου θα τροφοδοτεί το δεύτερο στάδιο. Το συμπύκνωμα (άλμη) του δεύτερου σταδίου θα επανατροφοδοτεί το πρώτο στάδιο της αντίστροφης όσμωσης.

Για την προστασία των μεμβρανών από επικαθήσεις (scaling/fouling) προβλέπεται η προεπεξεργασία των στραγγισμάτων σε φίλτρα άμμου και φυσιγγίων, διατεταγμένων σε σειρά, για την συγκράτηση των υπολοίπων αιωρούμενων στερεών. Προ της τροφοδοσίας των φίλτρων φυσιγγίων προστίθεται, μέσω δοσομετρικών αντλιών, ποσότητα οξέος για την ρύθμιση του pH και αντικαθαλωτικό (antiscalant) για την πρόληψη της δημιουργίας επικαθήσεων αλάτων.

Από τα φίλτρα φυσιγγίου τα στραγγίσματα οδηγούνται στην αναρρόφηση αντλίας υψηλής πίεσης που στη συνέχεια τροφοδοτεί τις μεμβράνες αντίστροφης όσμωσης του **1ου σταδίου**. Το διήθημα του **1ου σταδίου** οδηγείται στην αναρρόφηση της αντλίας υψηλής πίεσης του **2ου σταδίου**.

Από την γραμμή τροφοδοσίας του **2ου σταδίου** το συμπύκνωμα μέσω κατάλληλης ρυθμιστικής βαλβίδας οδηγείται στην είσοδο του **1ου σταδίου** της εγκατάστασης. Στη ρυθμιστική διάταξη περιλαμβάνεται πέραν της βαλβίδας, μειωτήρας πίεσης και μανόμετρο.

Για τη ρύθμιση του pH κατά την διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης θα γίνεται προσθήκη θειικού οξέος. Η ρύθμιση γίνεται με δοσομετρικές αντλίες μανδαλωμένες με τις αντλίες τροφοδοσίας. Οι αντλίες είναι προστατευμένες από εν ξηρώ λειτουργία ενώ

συναγερμός σημαίνει όταν η στάθμη των δοχείων είναι πολύ χαμηλή. Το pH της εισόδου ρυθμίζεται ώστε να διατηρείται μεταξύ 6,0 και 6,5 μέσω αναλογικού αισθητηρίου μέτρησης pH.

Για τον περιοδικό καθαρισμό των μεμβρανών τοποθετείται διάταξη χημικών αποτελούμενη από δεξαμενή χημικών και αντλία ανάμιξης χημικών.

Τα ακάθαρτα των πλύσεων του φίλτρου θα οδηγούνται στην υφιστάμενη δεξαμενή εξισορρόπησης βροχοστραγγιδίων μέσω του φρεατίου ακαθάρτων, ενώ τα νερά πλύσεων των μεμβρανών θα οδηγούνται στη δεξαμενή συγκέντρωσης των συμπυκνωμάτων της R.O. προς απόρριψη στο σώμα του ΧΥΤΑ.

Το όλο σύστημα ελέγχεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι πιέσεις και οι παροχές να κυμαίνονται σε ορισμένα πλαίσια. Ξαφνικές μεταβολές στις πιέσεις, που ελέγχονται από ψηφιακά μανόμετρα ή στις παροχές που επίσης ελέγχονται από ροόμετρα επιφέρει την αυτόματη διακοπή της λειτουργίας. Μεγάλη προσοχή επίσης δίδεται στην θερμοκρασία λειτουργίας των κινητήρων των αντλιών καθώς και στα συστήματα ψύξης των ελαίων των ένσφαιρων τριβών καθώς οι υψηλές πιέσεις επιτυγχάνονται με πολύστροφες αντλίες.

Η **ποιότητα του διηθήματος** θα ελέγχεται συνεχώς με αναλογικά όργανα που μετρούν τα κύρια χαρακτηριστικά εξόδου (pH,αγωγιμότητα, παροχή), ενώ το **συμπύκνωμα** θα καταλήγει σε δεξαμενή συγκέντρωσης απ' όπου ΘΑ καταθλίβεται μέσω υποβρύχιας αντλίας στο ΧΥΤΑ. Οι εκκινήσεις και διακοπές της λειτουργίας της αντλίας θα γίνονται μέσω πιεζομετρικού μετρητή στάθμης, ενώ προβλέπονται και εφεδρικοί πλωτεροδιακόπτες υψηλής – χαμηλής στάθμης. Σε περίπτωση βλάβης θα προβλέπεται ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο ΚΕΛ.

Η λειτουργία της θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ. Σήμα συναγερμού θα δίνεται και στη στάθμη πλημμύρας. Η λειτουργία της αντλίας θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

Επί του καταθλιπτικού αγωγού απόρριψης του συμπυκνώματος (κοινός με τον αγωγό ανακυκλοφορίας των επεξεργασμένων) τοποθετείται **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** που σε συνδυασμό με την τοποθέτηση **inverter** στην αντίστοιχη αντλία θα εξασφαλίζει τον επιθυμητό έλεγχο της ποσότητας προς ανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ ανάλογα με την περίοδο, τον τρόπο και τη θέση διάθεσης.

Απολύμανση – διάθεση επεξεργασμένων

Το διήθημα της μονάδας R.O. θα καταλήγει στην (υφιστάμενη) δεξαμενή χλωρίωσης όπου θα απολυμαίνεται με χρήση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου

Για τη δοσομέτρηση του απολυμαντικού μέσου επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν οι υφιστάμενες **δοσομετρικές αντλίες** ρυθμιζόμενης παροχής. Η παροχή του διαλύματος θα ρυθμίζεται αναλογικά από τον **μετρητή παροχής εισόδου** ή/και σε μανδάλωση με την αντλία διηθήματος της μονάδας αντίστροφης όσμωσης, ενώ θα υπάρχει και δυνατότητα λειτουργίας με χρονοπρόγραμμα που θα υλοποιείται από το PLC στο κεντρικό σύστημα αυτοματισμού αλλά και δυνατότητα χειροκίνητης επιλογής λειτουργίας και χειροκίνητης ρύθμισης της παροχής του διαλύματος.

Η δοσομέτρηση θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στο δοχείο εργασίας, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ. Σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας, θα δίνεται επίσης σήμα συναγερμού.

Από τη δεξαμενή απολύμανσης τα επεξεργασμένα καταλήγουν στην (υφιστάμενη) δεξαμενή επεξεργασμένων απ' όπου σε κανονικές συνθήκες οδεύουν διά της βαρύτητας στον τελικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα). Για τον έλεγχο της συμμόρφωσης με τα όρια εκροής (πλην των μικροβιακών παραμέτρων) προβλέπεται η λήψη σύνθετου ημερήσιου δείγματος σε κατάλληλο σημείο μετά την απολύμανση με **αυτόματο δειγματολήπτη** δυνατότητας λήψης δειγμάτων σταθερής ποσότητας σε 24ωρη βάση και διατήρησής τους σε θερμοκρασία συντήρησης μέσω ψύξης.

Για την περίπτωση επανακυκλοφορίας μικρής ποσότητας αυτών στο κύριο σώμα του ΧΥΤΑ προς διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών εργασίας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες) θα χρησιμοποιηθεί (υφιστάμενη) υποβρύχια αντλία, η λειτουργία της οποίας επανακυκλοφορίας θα ρυθμίζεται με χρονοπρόγραμμα που θα υλοποιείται από το PLC και θα ελέγχεται με **πιεζομετρικό μετρητή στάθμης**, ενώ προβλέπονται και εφεδρικοί **πλωτεροδιακόπτες** κάτω στάθμης.

Σε περίπτωση βλάβης θα προβλέπεται ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος συναγερμού. Η λειτουργία της θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού. Σήμα συναγερμού θα δίνεται και σε περίπτωση πολύ υψηλής στάθμης. Η λειτουργία της αντλίας θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο στο οποίο θα υπάρχει και επιλογικός διακόπτης λειτουργίας, καθώς και τοπικός διακόπτης ασφαλείας.

Δεξαμενή πάχυνσης ιλύος

Τα **διαυγάζοντα υγρά** από τη δεξαμενή απομακρύνονται μέσω πλευρικού συστήματος απαγωγής, το οποίο αποτελείται από τρεις (3) πλευρικούς αγωγούς υπερχειλίσσης DN100, από ανοξείδωτο χάλυβα, τοποθετημένους ανά 1,0m από τη μέγιστη στάθμη εντός του παχυντή. Ο αγωγός, ο οποίος είναι τοποθετημένος στο ύψος της μέγιστης στάθμης αποτελεί τον αγωγό υπερχειλίσσης, ενώ οι άλλοι δύο οι οποίοι είναι τοποθετημένοι χαμηλότερα απομονώνονται με χειροκίνητες δικλείδες τύπου πεταλούδας. Για την αναβάθμιση της διεργασίας προβλέπεται η αυτοματοποίηση της λειτουργίας απαγωγής των διαυγαζόντων της δεξαμενής πάχυνσης, με την τοποθέτηση δύο (2) **πνευματικών ενεργοποιητών** και των αντίστοιχων βαλβίδων «πιλότου» στις υφιστάμενες χειροκίνητες δικλείδες. Η απαγωγή θα γίνεται με απόφαση του χειριστή.

Η **απομάκρυνση της παχυμένης ιλύος** θα γίνεται μέσω δύο (2) αντλιών θετικής εκτόπισης (1 εφεδρεία).

Η λειτουργία των αντλιών θα εναλλάσσεται αυτόματα για την ομοιόμορφη φθορά τους με πρόβλεψη αυτόματης εμπλοκής της εφεδρικής σε περίπτωση βλάβης της κύριας αντλίας και θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση πολύ χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή λάσπης ή/και λειτουργίας εν ξηρώ ή/και υπερπίεσης στην κατάθλιψη, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ. Σήμα συναγερμού θα δίδεται και στη στάθμη πλημμύρας.

Η λειτουργία των αντλιών θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

Δεδομένου ότι οι (υφιστάμενες) αντλίες είναι τοποθετημένες σε υπόγειο μηχανοστάσιο, προβλέπεται φρεάτιο και **αντλία αποστράγγισης** με διακόπτες στάθμης έτσι, ώστε σε περίπτωση πλημμύρας να δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ.

Φρεάτιο ακαθάρτων

Τα διαυγάζοντα υγρά της δεξαμενής πάχυνσης απομακρύνονται προς υφιστάμενο αντλιοστάσιο ακαθάρτων διαστάσεων όπου επίσης καταλήγουν τα υγρά από τις αντίστροφες πλύσεις των φίλτρων ενεργού άνθρακα, του αυτοκαθαριζόμενου φίλτρου και του φίλτρου άμμου της μονάδας RO.

Δεδομένου ότι ως ορθότερη πρακτική κρίνεται τα ακάθαρτα να καταλήγουν στη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων έτσι, ώστε να επανατρέπονται προς επανεπεξεργασία στην εγκατάσταση με την λοιπή εξισορροπημένη παροχή, προτείνεται η αλλαγή χρήσης του

υφιστάμενου Α/Σ ακαθάρτων σε απλό φρεάτιο συλλογής απ' όπου μέσω νέου βαρυτικού αγωγού τα ακάθαρτα θα οδεύουν μέσω βαρυτικού αγωγού στην υφιστάμενη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων.

Σε περίπτωση πλημμύρας του φρεατίου ενεργοποιείται εγκατεστημένος πλωτεροδιακόπτης πολύ υψηλής στάθμης και σημαίνει σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ.

6.4 ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

6.4.1 Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLCs)

Κάθε Τοπικός Σταθμός Ελέγχου (ΤΣΕ) είναι μία προγραμματιζόμενη μονάδα αυτοματισμού (Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής, PLC) η οποία αποτελείται από ανεξάρτητες, εναλλάξιμες κάρτες (modularsystem). Ειδικότερα για την επικοινωνία-διασύνδεση με το περιβάλλον (συλλογή πληροφοριών και αποστολή εντολών), έκαστο PLC διαθέτει τυποποιημένες κάρτες (modules):

- ψηφιακών εισόδων (DI) για την συλλογή πληροφοριών τύπου ON-OFF από επαφές RELAY ελεύθερες δυναμικού. Οι κάρτες ψηφιακών εισόδων είναι των 16 εισόδων τουλάχιστον η κάθε μία και λειτουργούν στα 24 VDC, υπάρχει δε γαλβανική απομόνωση με το εσωτερικό κύκλωμα του προγραμματιζόμενου ελεγκτή (PLC)
- ψηφιακών εξόδων (DO) για την αποστολή εντολών σε κατάλληλες μονάδες. Οι κάρτες ψηφιακών εξόδων είναι των 16 εξόδων τουλάχιστον η κάθε μία και λειτουργούν στα 24 VDC. Η δυνατότητα εξόδου της κάθε εισόδου είναι 500 mA. Η κάρτα αυτοπροφυλάσσεται από υπερεντάσεις και υπερτάσεις και έχει γαλβανική απομόνωση από το εσωτερικό κύκλωμα του PLC
- αναλογικών εισόδων (AI) για τη συλλογή μετρήσεων από όργανα τα οποία παρέχουν αναλογικό σήμα 4...20mA. Οι κάρτες αναλογικών εισόδων είναι 2, 4 ή 8 εισόδων με γαλβανική απομόνωση κάθε εισόδου από το εσωτερικό κύκλωμα του PLC και ανάλυση 12 bit τουλάχιστον
- αναλογικών εξόδων (AO) για την ρύθμιση ειδικών μονάδων. Οι κάρτες αναλογικών εξόδων είναι 2,4 ή 8 εξόδων με λειτουργία στην περιοχή 4...20 mA με ανάλυση 11 bit τουλάχιστον, με προστασία βραχυκύκλωσης και γαλβανική απομόνωση από το εσωτερικό κύκλωμα του PLC. Όλα τα καλώδια που φτάνουν

στα PLC απαγορεύεται να συνδέονται απ' ευθείας στις κάρτες, αλλά πρέπει να τερματίζουν σε αριθμημένες κλεμμοσειρές του κάθε πίνακα.

Εκτός από τα παραπάνω, τα PLCs έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας, ενημέρωσης και προγραμματισμού από τον κεντρικό Η/Υ του Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου (ΚΕΛ).

Όλα τα PLCs μιας εγκατάστασης πρέπει να είναι του ίδιου κατασκευαστή και να διαφέρουν μόνο ως προς το πραγματικό πλήθος των αναλογικών και ψηφιακών εισόδων και εξόδων που απαιτείται ανάλογα με τις ανάγκες κάθε εγκατάστασης. Ο πηγαίος κώδικας θα πρέπει να είναι δυνατόν να "φορτωθεί" σε όλα χωρίς μεταφράσεις (sourcecodecompatible)

Κάθε PLC πρέπει να διαθέτει τροφοδοτικό τάσης εισόδου 230VAC με σταθεροποιημένη τάση εξόδου, προστασία από βραχυκύκλωμα της εξόδου, γαλβανική απομόνωση πρωτεύοντος και δευτερεύοντος κυκλώματος και λοιπά χαρακτηριστικά σύμφωνα με τις απαιτήσεις του εξοπλισμού. Όλα τα προγράμματα πρέπει να είναι γραμμένα σε μη πτητικό μέσο (nonvolatile) EPROM, EEPROM, FLASHEPROM, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση μπαταρίας για τη συντήρηση των δεδομένων. Μόνο για το ρολόι πραγματικού χρόνου είναι απαραίτητη η μπαταρία, αλλά το ρολόι πραγματικού χρόνου πρέπει να συγχρονίζεται μέσω του κεντρικού PLC.

Κάθε PLC πρέπει να έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Τα προγράμματα λειτουργίας του ελεγκτή πρέπει να μπορούν να αποθηκευτούν εναλλακτικά σε μνήμη RAM, EPROM ή EEPROM για τη διατήρηση των στοιχείων της μνήμης RAM και του προγράμματος του ελεγκτή και την επαναφορά του προγράμματος εύκολα και χωρίς την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή σε περίπτωση για οποιονδήποτε λόγω χαθεί η μνήμη. Η εναλλακτική τοποθέτησή τους θα πρέπει να γίνεται με απλό και γρήγορο τρόπο χωρίς να απαιτούνται ειδικά εργαλεία ή μεταφορά της συσκευής σε εργαστήριο
- Ο ελεγκτής πρέπει να είναι κατασκευασμένος με τρόπο τέτοιο, ώστε να μπορεί να επεκτείνεται με πρόσθεση ανεξάρτητων μονάδων εισόδου/εξόδου (modular). Η επέκταση του ελεγκτή θα πρέπει να γίνεται με απλό τρόπο χωρίς να απαιτούνται ειδικά εργαλεία ή μεταφορά της συσκευής σε εργαστήριο
- Η μνήμη του ελεγκτή θα πρέπει να έχει μέγεθος 96 kbytes τουλάχιστον για πρόγραμμα και δεδομένα
- Ο τυπικός χρόνος εντολής θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.1ksγια bitoperation και 0.2ksγια wordoperation

- Η οργάνωση των προγραμμάτων λειτουργίας του ελεγκτή θα πρέπει να γίνεται με προγράμματα δομημένα σε ενότητες
- Ο ελεγκτής θα πρέπει να είναι σύμφωνος με το IEC 1131 και θα υποστηρίζει τις παρακάτω εντολές:
 - ◇ Δυαδικές λογικές πράξεις (AND, OR, NOT)
 - ◇ Σύγκριση για ισότητα, ανισότητα, μεγαλύτερο, μικρότερο, μεγαλύτερο ή ίσο, μικρότερο ή ίσο
 - ◇ Αριθμητικές πράξεις (16 bit πράξεις μέχρι και εύρεση τετραγωνικής ρίζας)
 - ◇ Απαρίθμηση
 - ◇ Set/Reset εσωτερικών σημαιών και εξόδων
 - ◇ Ολίσθηση κατά θέσεις δεξιά ή αριστερά
 - ◇ Χρονικά καθυστέρησης ενεργοποίησης / απενεργοποίησης, παλμού
 - ◇ Σύγκριση
 - ◇ Μανδάλωση (RS, Flip-Flop)
 - ◇ Διακλάδωση υπό συνθήκη και χωρίς συνθήκη
 - ◇ Πράξεις επί πινάκων
 - ◇ Μεταφορά ελέγχου σε υποπρογράμματα
 - ◇ Στιγμιαία διέγερση των εξόδων (pulseoutput)

Κατά τον προγραμματισμό θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να δίνονται λογικές εκφράσεις, οι οποίες να περιέχουν συνδυασμό όλων των παραπάνω εντολών, υπό την μορφή παρενθέσεων

- Η συσκευή θα πρέπει να υποστηρίζει τουλάχιστον 256 απαριθμητές για εσωτερικά γεγονότα και τουλάχιστον 256 εσωτερικά χρονικά για μέτρηση περιόδων
- Η συσκευή θα πρέπει να υποστηρίζει τουλάχιστον 2048 εσωτερικές σημαίες για εσωτερικά γεγονότα ή δεδομένα, να έχει μπαταρία για διατήρηση των στοιχείων της RAM και ενσωματωμένο ρολόι πραγματικού χρόνου
- Θα πρέπει να παρέχει ένδειξη καταστάσεως κάθε ψηφιακής εισόδου/εξόδου με LED και δυνατότητα προσομοίωσης (SIMULATION) κάθε ψηφιακής και αναλογικής εισόδου/εξόδου
- Οι κάρτες ψηφιακών εισόδων θα πρέπει να έχουν τάση εισόδου 24 VDC και προστασία από υπερτάσεις

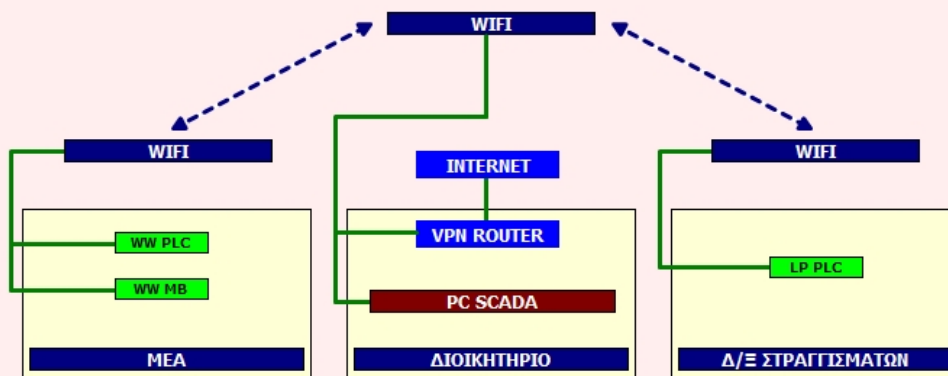
- Οι ψηφιακές έξοδοι θα πρέπει να είναι 24 VDC κατ' ελάχιστον 500 mA, ενώ οι αναλογικές είσοδοι θα πρέπει να διαθέτουν διακριτική ικανότητα (resolution) τουλάχιστον 12 bits, προστασία από υπερτάσεις, ανίχνευση κομμένου καλωδίου αισθητηρίου και δυνατότητες επιλογής (π.χ. με jumpers) του αναλογικού σήματος (π.χ. 0/4...20 mA, +10 V κτλ)
- Η κάρτα σειριακής επικοινωνίας RS 232 είτε RS 485 C/TTY του PLC θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:
 - ◇ Ταχύτητα μετάδοσης τουλάχιστον 9.600 bits/sec
 - ◇ Μηνύματα είτε σταθερού είτε μεταβλητού μήκους (μέχρι 255 bytes)
 - ◇ Ύπαρξη επιπρόσθετου ελέγχου επεκταμένης ισοτιμίας (parity), δηλαδή έλεγχος ισοτιμίας όχι μόνο σε επίπεδο byte αλλά και σε επίπεδο μηνύματος.
 - ◇ Στην περίπτωση αδυναμίας επικοινωνίας πρέπει να επαναλαμβάνονται οι προσπάθειες (πλήθος προσπαθειών και ρυθμός επανάληψης καθοριζόμενο από τον χρήστη) και επιπλέον να προσδιοριστούν το συγκεκριμένο είδος σφάλματος επικοινωνίας.
 - ◇ Ύπαρξη δυνατότητας προγραμματισμού της προτεραιότητας κάθε συσκευής για την αποφυγή συγκρούσεων στην περίπτωση ταυτόχρονης εκπομπής.

6.4.2 Επικοινωνιακός εξοπλισμός

Η δομή του υφιστάμενου συστήματος είναι αυτή του Διανεμημένου ελέγχου (Distributed control). Οι τοπικές μονάδες προγραμματιζόμενων ελεγκτών (Τοπικοί Σταθμοί Ελέγχου, ΤΣΕ-PLC) αναλαμβάνουν τον τοπικό έλεγχο των εγκαταστάσεων και είναι συνδεδεμένες με τον ΚΣΕ (Κεντρικός Σταθμός Ελέγχου) και το ΚΕΛ (Κέντρο Ελέγχου).

Στο ακόλουθο σχήμα δίνεται η διάταξη και ο τρόπος επικοινωνίας των υφιστάμενων ΤΣΕ με το ΚΕΛ:

ΧΥΤΑ ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ - ΔΙΚΤΥΟ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ



Στην παρούσα μελέτη προτείνεται να διατηρηθεί η ως άνω αρχιτεκτονική και ο τρόπος επικοινωνίας αφού προβλέπεται για τους υφιστάμενους ΤΣΕ (PLC-102, PLC-103) μόνο η επέκταση τους, ενώ για τους νέους (PLC μονάδας RO) η δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας μέσω τοπικού δικτύου Wi-Fi.

6.4.3 Κεντρικός Η/Υ – Θέσεις εργασίας – Περιφερειακά

Ο κεντρικός υπολογιστής – με την κατάλληλη οθόνη γραφικών και εκτυπωτή – είναι υπεύθυνος για τις επικοινωνίες του συστήματος, ενώ παράλληλα έχει τον ρόλο Θέσης Εργασίας στον ΚΕΛ. Στον ΚΕΛ απαιτείται πάντα ένα σύστημα μη διακοπτόμενης ηλεκτρικής τροφοδότησης (UPS) που ενεργοποιείται αυτόματα όταν υπάρχει διακοπή ρεύματος και το οποίο καλύπτει όλο τον εξοπλισμό τουλάχιστον για 20 λεπτά. Το UPS πρέπει να έχει κάρτα επικοινωνίας με τον κεντρικό υπολογιστή και να διαθέτει θερμική προστασία, προστασία από υπερτάσεις, δυνατότητα λειτουργίας με διακυμάνσεις της τάσεως +20%, αυτόματη μεταγωγή από το δίκτυο της ΔΕΗ. Στον κεντρικό υπολογιστή πρέπει να λειτουργεί και το αντίστοιχο πρόγραμμα για το ομαλό κλείσιμό του, λόγω διακοπής της τροφοδοσίας του UPS από την ΔΕΗ.

Το σύνολο της εν λόγω εγκατάστασης αδιάλειπτης παροχής πρέπει να είναι αντιπαρασιτικού βαθμού N και VDE 0875/7.71 και να έχει αντικεραυνική προστασία σύμφωνα με το πρότυπο ANSI/IEEE C62.41 Category A&B και ANSI/IEEE C62.45.

6.4.4 Μονάδες ελέγχου ΕΕΣ

Ως προαναφέρεται, στην υφιστάμενη εγκατάσταση η παρακολούθηση γίνεται με SCADA και μιμικά διαγράμματα μέσω υπολογιστή εγκατεστημένου σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου διοίκησης. Για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού θα απαιτηθεί η επέκταση του υφιστάμενου συστήματος με τα απαραίτητα παρελκόμενα υλικά (τροφοδοτικά, διακόπτες, μικροαυτόματους, αντικεραυνικά γραμμής 220VAC, UPS, κλέμες, κλπ). Για το λόγο αυτό απαιτείται να ληφθεί υπόψη ο νέος εξοπλισμός που προτείνεται να εγκατασταθεί έτσι, ώστε να υπάρξει μια ρεαλιστική διαστασιολόγηση των έργων επέκτασης, τα οποία στηρίζονται στις κάτωθι βασικές παραδοχές :

1. Κάθε κινητήρας, εκτός εκείνων που λειτουργούν μέσω μετρούμενης τιμής από τα αναλογικά όργανα, λειτουργεί με χρονικό προγραμματισμό ή με «λογικές» μανδαλώσεις (θέμα προγραμματισμού PLC)
2. Για κάθε κινητήρα αντλίας, αναδευτήρα κλπ που έχει υποβρύχια τοποθέτηση προβλέπεται γενικά :
 - 1 ψηφιακή έξοδος (DO), για την εκκίνηση/ παύση του ("run-stop")
 - 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για επιβεβαίωση εκκίνησης/ παύσης του ("status") από ανοικτή επαφή ρελέ γραμμής.
 - 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για βλάβη θερμικού (alarm 1)
 - 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για διαρροές ή για υπερθέρμανση εντός των κινητήρων (για όσους κινητήρες διαθέτουν αισθητήρα υγρασίας ή θερμοκρασίας) (alarm 2)
 - 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για θέση επιλογικού διακόπτη σε θέση auto

Συνολικά δηλαδή 4 D.I , 1 D.O

Ειδικότερα σε όσους κινητήρες ελέγχονται οι στροφές με inverter , το PLC θα διαθέτει επιπλέον μια αναλογική έξοδο (A.O) για την οδήγηση και μία ψηφιακή είσοδο (D.I.) για βλάβη του inverter.

3. Για κάθε κινητήρα που βρίσκεται εκτός νερού προβλέπεται:
 - 1 ψηφιακή έξοδος (DO), για την εκκίνηση/ παύση του ("run-stop")
 - 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για επιβεβαίωση εκκίνησης/ παύσης του ("status") από ανοικτή επαφή ρελέ γραμμής.
 - 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για βλάβη θερμικού (alarm 1)
 - 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για θέση επιλογικού διακόπτη σε θέση auto

Συνολικά δηλαδή 3 D.I , 1 D.O

Ειδικότερα σε όσους κινητήρες ελέγχονται οι στροφές με inverter , το PLC θα διαθέτει και μια αναλογική έξοδο Α.Ο για την οδήγηση του inverter.

4. Για τις δοσομετρικές αντλίες, που δεν έχουν θερμικό στον κινητήρα και επιλογικό διακόπτη “remote-manual” προβλέπεται:
- 1 ψηφιακή έξοδος (DO), για την εκκίνηση/ παύση του (“run-stop”)
 - 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για επιβεβαίωση εκκίνησης/ παύσης του (“status”) από ανοικτή επαφή ρελέ γραμμής.

Συνολικά δηλαδή 1D.I , 1 D.O

5. Προβλέπονται ψηφιακές είσοδοι για σήματα βλαβών σε κινητήρες ή πίνακες όπου δεν θα υπάρχει έλεγχος από το PLC (πχ. πίνακας Η/Ζ κλπ).
6. Όπου απαιτείται προβλέπονται ψηφιακές έξοδοι (πχ. ηλεκτροβάνες), ψηφιακές είσοδοι (πχ. πλωτεροδιακόπτες) και αναλογικές είσοδοι (πχ. παροχόμετρα), αναλογικές έξοδοι (οδήγηση inverters).
7. Για τις ηλεκτροβάνες προβλέπεται:
- 1 ψηφιακή έξοδος (DO), για το άνοιγμα/κλείσιμο τους (“open-close”)
 - 2 ψηφιακές είσοδοι (DI), για επιβεβαίωση τερματικής θέσης (πλήρως ανοικτή-πλήρως κλειστή)

Συνολικά δηλαδή 1 D.I , 2 D.O

Για το σύστημα ελέγχου της ΕΕΣ συνοπτικά προβλέπονται:

- Επέκταση του υφιστάμενου PLC στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΣ (PLC-102)
- Επέκταση του υφιστάμενου PLC στην υφιστάμενη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων (PLC-103).
- Εγκατάσταση νέου PLC στη νέα μονάδα αντίστροφης όσμωσης που θεωρείται ότι αποτελεί τμήμα της προμήθειας του κατασκευαστή της μονάδας (PLC-RO)

Στον παρακάτω πίνακα με τις εισόδους / εξόδους φαίνεται το πλήθος των απαιτούμενων (υφιστάμενων + νέων) σημάτων στους υφιστάμενους ΤΣΕ (PLC-102, PLC-103) για την ορθή λειτουργία της ΕΕΣ και η εκτίμηση για τα σήματα της νέας μονάδας αντίστροφης όσμωσης (PLC-RO) :

Σταθμοί ελέγχου ΕΕΣ (PLC)

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
		1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ - ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C103-1	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ (FLOWJET)	4	1			PLC-103
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C103-2	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ Νο1	4	1			PLC-103
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C103-3	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ Νο2	4	1			PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	H102-3	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ			1		PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-2-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ			1		PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-2-LSHH	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ	1				PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F103-1	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ FLOWJET)	1				PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F103-2	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΥΨΩΣΗΣ)	1				PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-1-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (LAGOON)			1		PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-1-LSHH	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (LAGOON)	1				PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-1-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (LAGOON)	1				PLC-103
		2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ						
		<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ (ΓΛΥΚΕΡΙΝΗ)</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-22	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ Νο1	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-23	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ Νο2	4	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B111-LIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΧΩΝ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ	1				PLC-102
		<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Δ/ΤΟΣ H₃PO₄</u>						
ΝΕΑ	MOTOR	C102-32	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο1	3	1		1	PLC-102
ΝΕΑ	MOTOR	C102-33	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο2	3	1		1	PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	B112-LS	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄	1				PLC-102
		3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ						
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-1</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-1	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-2	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-3	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	5	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-4	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B102.5 QIRC	CONTROLLER	MODBUS				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B102-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΚ ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1			1		PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	H102-1	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F101-3-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1 (ΑΕΡΙΣΤΗΡΑ)	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-1	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1 (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ)	1				PLC-102
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-2</u>						

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-5	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-6	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-7	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	5	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-8	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B103-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΚ ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2			1		PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	H102-2	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F101-5-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2 (ΑΕΡΙΣΤΗΡΑ)	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-2	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2 (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ)	1				PLC-102
		4. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-9	ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΤΥΜΠΑΝΟΥ	3	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-10	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ	3	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-4	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΛΥΣΗΣ)	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F101-7	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B104-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ			1		PLC-102
		5. ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΟ ΑΝΘΡΑΚΑ						
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</u>						
ΝΕΑ	MOTOR	C102-31	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	4	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B105-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-5	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-6	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-7	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	1				PLC-102
		ΦΙΛΤΡΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-11	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 1	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-12	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 2	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-13	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 1	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-14	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 2	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B105-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ			1		PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.00	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.11	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.12	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.13	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.14	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.15	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.21	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
NEA	VALVE	AV-102.22	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102
NEA	VALVE	AV-102.23	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102
NEA	VALVE	AV-102.24	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102
NEA	VALVE	AV-102.25	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B105.1-PIRC	ΠΡΕΣΣΟΣΤΑΤΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B105.2-PIRC	ΠΡΕΣΣΟΣΤΑΤΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	1				PLC-102
		ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΩΝ - ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ Α/Σ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO						
NEA	MOTOR	C-RO-1	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	5	1		1	PLC-RO
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B106-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΚΑΘΑΡΩΝ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-8	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΘΑΡΩΝ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΠΛΥΣΗΣ)	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B106-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΘΑΡΩΝ	1				PLC-102
		6. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ, RO						
NEA	S-MOTOR	B-RO	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	56	16	4	20	PLC-RO
		7. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ						
		ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-15	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl Νο1	3	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-16	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl Νο2	3	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-9	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ NaOCl	1				PLC-102
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-17	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	5	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B108-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B108-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ			1		PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	B108-QIRC	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ			1		PLC-102
		<u>ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-18	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	5	1			PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	B110-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B110-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-10	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-11	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-12	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	1				PLC-102
		8. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ & ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ						
ΝΕΑ	MOTOR	C102-19	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ Νο1	3	1			PLC-102
ΝΕΑ	MOTOR	C102-20	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ Νο2	3	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.31	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΔΙΑΥΓΑΖΟΝΤΩΝ	2	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
NEA	VALVE	AV-102.32	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΔΙΑΥΓΑΖΟΝΤΩΝ	2	1			PLC-102
NEA	MOTOR	C102-34	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B109-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-13	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	1				PLC-102
NEA	INSTR	B109-LSHA	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-15	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ	1				PLC-102
		9. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ - ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ						
NEA	VALVE	AV-102.41	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ SBR-1	2	1			PLC-102
NEA	VALVE	AV-102.42	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ SBR-2	2	1			PLC-102
NEA	VALVE	AV-102.43	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ SBR (ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ)	2	1			PLC-102
NEA	VALVE	AV-102.44	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ SBR (ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ RO)	2	1			PLC-102
NEA	VALVE	AV-102.45	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ SBR-1 (ΠΡΟΣ SBR-2)	2	1			PLC-102
NEA	VALVE	AV-102.46	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ SBR-1 (ΠΡΟΣ ΦΙΛΤΡΟ ΤΥΜΠΑΝΟΥ)	2	1			PLC-102
NEA	VALVE	AV-102.47	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝ ΑΝΘΡΑΚΑ (ΠΡΟΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ)	2	1			PLC-102
NEA	MOTOR	C102-35	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ	1				PLC-102
		ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ						
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	MCC-102	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο1 (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)	5	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	MCC-102A	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο2 (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)	5	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	MCC-103	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)	5	1			PLC-103
ΝΕΑ	M-PANEL	MCC-RO	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	5	1			PLC-RO
			ΣΥΝΟΛΟ Ι/Ο	261	70	21	30	

Ανά ΤΣΕ ο ανωτέρω Πίνακας διακρίνεται σε

PLC-102 (Κτίριο εξυπηρέτησης ΕΕΣ)

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID Νο	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
		2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ						
		<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ (ΓΛΥΚΕΡΙΝΗ)</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-22	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ Νο1	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-23	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ Νο2	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B111-LIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΧΩΝ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ	1				PLC-102
		<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Δ/ΤΟΣ H₃PO₄</u>						
ΝΕΑ	MOTOR	C102-32	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο1	3	1		1	PLC-102
ΝΕΑ	MOTOR	C102-33	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο2	3	1		1	PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	B112-LS	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄	1				PLC-102
		3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ						
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-1</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-1	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-2	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-3	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	5	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-4	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	4	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B102.5 QIRC	CONTROLLER	MODBUS				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B102-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΚ ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1			1		PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	H102-1	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F101-3-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1 (ΑΕΡΙΣΤΗΡΑ)	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-1	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1 (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ)	1				PLC-102
		ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-2						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-5	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-6	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-7	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	5	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-8	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B103-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΚ ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2			1		PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	H102-2	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F101-5-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2 (ΑΕΡΙΣΤΗΡΑ)	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-2	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2 (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ)	1				PLC-102
		4. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-9	ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΤΥΜΠΑΝΟΥ	3	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-10	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ	3	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-4	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΛΥΣΗΣ)	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F101-7	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B104-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ			1		PLC-102
		5. ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΟ ΑΝΘΡΑΚΑ						
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</u>						
ΝΕΑ	MOTOR	C102-31	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B105-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-5	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-6	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-7	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	1				PLC-102
		<u>ΦΙΛΤΡΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-11	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 1	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-12	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 2	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-13	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 1	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-14	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 2	4	1		1	PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B105-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ			1		PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.00	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	2	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.11	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.12	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.13	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.14	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.15	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.21	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.22	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.23	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.24	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.25	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	2	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B105.1-PIRC	ΠΡΕΣΣΟΣΤΑΤΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B105.2-PIRC	ΠΡΕΣΣΟΣΤΑΤΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	1				PLC-102
		ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΩΝ - ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ Α/Σ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RQ						
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B106-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΚΑΘΑΡΩΝ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-8	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΘΑΡΩΝ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΠΛΥΣΗΣ)	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B106-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΘΑΡΩΝ	1				PLC-102
		7. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ						

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
		<u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-15	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl No1	3	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-16	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl No2	3	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-9	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ NaOCl	1				PLC-102
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-17	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	5	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B108-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B108-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ			1		PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	B108-QIRC	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ			1		PLC-102
		<u>ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-18	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	5	1			PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	B110-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B110-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-10	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-11	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-12	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	1				PLC-102
		8. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ & ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ						

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΝΕΑ	MOTOR	C102-19	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ Νο1	3	1			PLC-102
ΝΕΑ	MOTOR	C102-20	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ Νο2	3	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.31	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΔΙΑΥΓΑΖΟΝΤΩΝ	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.32	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΔΙΑΥΓΑΖΟΝΤΩΝ	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	MOTOR	C102-34	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	4	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B109-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ			1		PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-13	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	1				PLC-102
ΝΕΑ	INSTR	B109-LSHA	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	1				PLC-102
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F102-15	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ	1				PLC-102
		9. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ - ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ						
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.41	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ SBR-1	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.42	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ SBR-2	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.43	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ SBR (ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ)	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.44	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ SBR (ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ RO)	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.45	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ SBR-1 (ΠΡΟΣ SBR-2)	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.46	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ SBR-1 (ΠΡΟΣ ΦΙΛΤΡΟ ΤΥΜΠΑΝΟΥ)	2	1			PLC-102
ΝΕΑ	VALVE	AV-102.47	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝ ΑΝΘΡΑΚΑ (ΠΡΟΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ)	2	1			PLC-102

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID Νο	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
ΝΕΑ	MOTOR	C102-35	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ	1				PLC-102
		ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ						
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	MCC-102	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο1 (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)	5	1			PLC-102
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	MCC-102A	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο2 (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)	5	1			PLC-102
			ΣΥΝΟΛΟ Ι/Ο	173	48	14	9	

Το υφιστάμενο PLC που είναι εγκατεστημένο στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΣ (PLC-102) διαθέτει:

- 96 ψηφιακές εισόδους (DI)
- 40 ψηφιακές εξόδους (DO)
- 20 αναλογικές εισόδους (AI)
- 8 αναλογικές εξόδους (AO)

Προβλέπεται η επέκτασή του έτσι, ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις που περιγράφονται ανωτέρω.

PLC-103 (Υφιστάμενη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων)

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
		1 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ - ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C103-1	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ (FLOWJET)	4	1			PLC-103
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C103-2	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ Νο1	4	1			PLC-103
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C103-3	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ Νο2	4	1			PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	H102-3	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ			1		PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-2-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ			1		PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-2-LSHH	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ	1				PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F103-1	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ FLOWJET)	1				PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	F103-2	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΥΨΩΣΗΣ)	1				PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-1-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (LAGOON)			1		PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-1-LSHH	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (LAGOON)	1				PLC-103
ΥΦΙΣΤ	INSTR	B101-1-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (LAGOON)	1				PLC-103
		ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ						
ΥΦΙΣΤ	M- PANEL	MCC-103	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	5	1			PLC-103
			ΣΥΝΟΛΟ Ι/Ο	22	4	3	0	

Το υφιστάμενο PLC που είναι εγκατεστημένο στον πίνακα της υφιστάμενης δεξαμενής βροχοστραγγιδίων (PLC-103) διαθέτει:

- 20 ψηφιακές εισόδους (DI)
- 10 ψηφιακές εξόδους (DO)
- 2 αναλογικές εισόδους (AI)

Προβλέπεται η επέκτασή του έτσι, ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις που περιγράφονται ανωτέρω.

PLC-RO

ΥΦΙΣΤ. / NEA	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
		6. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ, RO						
NEA	MOTOR	C-RO-1	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	5	1		1	PLC-RO
NEA	S-MOTOR	B-RO	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	56	16	4	20	PLC-RO
		ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ						
NEA	M-PANEL	MCC-RO	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	5	1			PLC-RO
			ΣΥΝΟΛΟ Ι/Ο	66	18	4	21	

6.5 ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ – ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ

Στον Η/Μ εξοπλισμό που προβλέπεται για τον έλεγχο, τηλεέλεγχο και αυτοματισμό των επιμέρους τμημάτων της εγκατάστασης, περιλαμβάνονται (νέα) βασικά Όργανα μέτρησης και αισθητήρια στο πεδίο ως κάτωθι :

PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ	
<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Δ/ΤΟΣ H₃PO₄</u>	
B112-LS	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄
3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ	
H102-1	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1
H102-2	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2
H102-R	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)
6. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ, RO	
B-RO-AUT	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΚ. ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ ΟΣΜΩΣΗΣ
7. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	
<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u>	
B108-QIRC	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ
<u>ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u>	
B110-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ
8. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ & ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ	
B109-LSHA	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Σημειώνεται ότι ο συμπαγής τυποποιημένος βιομηχανικός εξοπλισμός (π.χ., μονάδα R.O.) θα φέρει ενσωματωμένα όργανα ελέγχου και πίνακα ισχύος – αυτοματισμού (panel) που θα αποτελούν τμήμα της προμήθειας του κατασκευαστή.

Όλα τα όργανα και ο συναφής εξοπλισμός θα είναι βιομηχανικά προϊόντα προερχόμενα από κατασκευαστές πιστοποιημένους κατά ISO 9001, με αποδεδειγμένη καλή και αξιόπιστη λειτουργία σε παρόμοια έργα.

Όλα τα εξαρτήματα θα είναι κατασκευασμένα από δόκιμα υλικά, ανθεκτικής κατασκευής, αξιόπιστα, ενιαίου τύπου και μελετημένα έτσι, ώστε να διευκολύνεται η συντήρηση και η επισκευή. Τα γυαλιά όλων των ενδεικτικών οργάνων θα είναι τύπου ματ, μη ανακλαστικά. Τα όργανα θα έχουν αναλογική έξοδο 0/4...20 mA, και θα είναι κατάλληλα για μετρήσεις του ρευστού μέσου για το οποίο που προορίζονται και για όλο το εύρος

θερμοκρασιών του. Τα όργανα θα συνοδεύονται από τα αντίστοιχα standard διαλύματα βαθμονόμησης και όποια άλλα διαλύματα απαιτούνται για τη λειτουργία και συντήρησή τους. Τα γενικά χαρακτηριστικά των οργάνων αυτών θα είναι τα ακόλουθα:

- Ονομαστική τάση λειτουργίας (24VDC ή 230 V AC).
- Τα όργανα θα φέρουν υποχρεωτικά τη σήμανση "CE" σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες Νέας Προσέγγισης 73/23, 89/336 και 93/68.
- Τα όργανα μετρήσεως γενικά πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές VDE 0410 και τα πρότυπα IEC 51 και IEC 521.
- Η τάση δοκιμής για την αντοχή των οργάνων μετρήσεως θα είναι η κατάλληλη για την αντίστοιχη περιοχή μέτρησης σε σχέση με την απαιτούμενη κλάση ακρίβειας. Η κλάση ακριβείας θα αναφέρεται για την θερμοκρασία +20°C σύμφωνα με τους κανονισμούς VDE 0410.
- Το περίβλημα των οργάνων θα είναι στεγανό, για εκτόξευση νερού και σκόνης. Η στήριξη των οργάνων στους πίνακες θα είναι σύμφωνη προς το DIN 43835 και θα εξασφαλίζει εύκολη ανάγνωση. Κατά συνέπεια το ύψος τοποθέτησης από το διαμορφωμένο δάπεδο δε θα είναι μικρότερο από 600 mm και μεγαλύτερο από 1.600 mm.
- Η βαθμίδα μετρήσεως θα ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές DIN 43802 και η διάταξη των ακροδεκτών ηλεκτρικής συνδέσεως στις προδιαγραφές DIN 43807.
- Τα όργανα που προγραμματίζονται θα πρέπει να έχουν δυνατότητα διασύνδεσης με φορητό υπολογιστή για τον προγραμματισμό και να διαθέτουν υποδοχή και τα αναγκαία εξαρτήματα για την διασύνδεση αυτή. Επίσης θα συνοδεύονται από τα αντίστοιχα λογισμικά για να είναι δυνατός ο προγραμματισμός από την Υπηρεσία.
- Η βλάβη ενός οργάνου δεν θα παρεμποδίζει τη λειτουργία της αντίστοιχης μονάδας
- Η αστοχία ενός οργάνου δεν θα μειώνει την αποτελεσματική λειτουργία βασικών μονάδων επεξεργασίας
- Μια μέτρηση εκτός ορίων θα πρέπει να αναγνωρίζεται από το σύστημα αυτοματισμού, να σηματοδοτείται και (στην περίπτωση που επιτρέπεται) η αντίστοιχη διαδικασία θα πρέπει να συνεχίζει να διεκπεραιώνεται κανονικά.
- Όλοι οι ενισχυτές των οργάνων μέτρησης θα ενημερώνουν το σύστημα αυτοματισμού μέσω αναλογικών σημάτων 4-20mA ή μέσω τυποποιημένου βιομηχανικού δικτύου επικοινωνίας. Κάθε όργανο θα διαθέτει επαφή συναγερμού

και θα μεταδίδει αντίστοιχο σήμα σε περίπτωση βλάβης ή σε περίπτωση ένδειξης εκτός ορίων.

- Όπου απαιτείται αντιστάθμιση θερμοκρασίας (π.χ. μέτρηση διαλυμένου οξυγόνου) θα γίνεται αυτόματα από το ίδιο όργανο.
- Οι καλωδιώσεις των οργάνων θα προστατεύονται από ασφάλειες.

6.5.1 Πιεζομετρικοί μετρητές στάθμης

Η μέτρηση πρέπει να είναι ανεξάρτητη από τις μεταβολές πυκνότητας και πίεσεως και το όργανο θα πρέπει να ρυθμιστεί για τη συγκεκριμένη χρήση και να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- προβλεπόμενο προς μέτρηση εύρος
- ακρίβεια μέτρησης $\pm 0,2\%$ της πλήρους κλίμακας μέτρησης
- σώμα αισθητηρίου από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316L / DIN 1.4404
- περιοχή θερμοκρασιών λειτουργίας $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ως $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$
- αναλογικό σήμα εξόδου 0/4...20mA ανάλογο προς την μετρούμενη στάθμη
- όργανο με ψηφιακές εξόδους δύο ρελέ για σηματοδότηση ελάχιστης – μέγιστης στάθμης
- γαλβανική απομόνωση σε όλες τις εισόδους και εξόδους μεταξύ τους και μεταξύ αυτών και της τροφοδοσίας του μικροϋπολογιστή
- τάση τροφοδοσίας 230 V / 50 Hz
- δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των τεχνικών χαρακτηριστικών (ρυθμίσεων) του οργάνου παροχής σε περίπτωση διακοπής της τάσης τροφοδοσίας.

Ο μετρητής θα έχει ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα σύμφωνα με το EN/IEC 61326.

6.5.2 Μετρητές παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου

Ο μετρητής παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου δεν θα παρεμβάλει κανένα εμπόδιο στη ροή του υγρού (μηδενική πτώση πίεσεως), δεν θα έχει κινούμενα μέρη, θα είναι κατάλληλος για μετρήσεις σε διαβρωτικά υγρά και υγρά με αιωρήματα. Η μέτρηση πρέπει να είναι ανεξάρτητη από τις μεταβολές πυκνότητας, ιξώδους, πίεσεως και θερμοκρασίας με δυνατότητα μέτρησης και κατά τις δύο κατευθύνσεις.

Η διαστασιολόγηση του μετρητή θα διασφαλίζει ότι η ταχύτητα ροής του νερού θα κυμαίνεται από 0,5 m/s έως 10 m/s.

Η επένδυση των αισθητηρίων θα είναι από σκληρό καουτσούκ ή νεοπρένιο και τα ηλεκτρόδια από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316 με προστασία IP 67. Το αισθητήριο θα έχει σύνδεση με φλάντζα κατά DIN και στη περίπτωση που η διάμετρος είναι μικρότερη της αντίστοιχης σωλήνωσης, πρέπει να συνοδεύεται με τεμάχια συστολής – διαστολής με μέγιστη συνολική κλίση 8° από το οριζόντιο. Στην περίπτωση μη αγωγίμου παρεμβύσματος ή οργάνου, θα συνδέεται αγωγός συνέχειας γείωσης μεταξύ των φλαντζών διατομής 6 mm^2 .

Ο μετατροπέας/ενισχυτής θα βρίσκεται είτε στο σώμα του οργάνου είτε εντός πίνακα και σε απόσταση ως 250 m από το αισθητήριο. Για την περίπτωση απομακρυσμένης εγκατάστασης οι συνδέσεις μεταξύ αισθητηρίου-σώματος και ηλεκτρονικού μετατροπέα θα πραγματοποιούνται μέσω ειδικών καλωδίων διπλής θωράκισης έναντι ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών τα οποία θα εξασφαλίζουν την μεταφορά του σήματος χωρίς απώλειες σε απόσταση τουλάχιστον 250 μέτρων. Σε κάθε περίπτωση θα διασφαλίζεται προστασία IP 67. Η περιοχή μέτρησης θα είναι από 10% έως 125% της ονομαστικής παροχής.

Ο μετατροπέας θα διαθέτει:

- πληκτρολόγιο προγραμματισμού και οθόνη για την ένδειξη της στιγμιαίας ένδειξης (m^3/h), της αθροιστικής παροχής και των σφαλμάτων κατά την λειτουργία του οργάνου
- την δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των τεχνικών χαρακτηριστικών του μετρητή παροχής σε περίπτωση διακοπής ρεύματος
- σήμα εξόδου 0/4...20 mA ανάλογο της στιγμιαίας παροχής
- ακρίβεια μέτρησης $\pm 0,25\%$ της πραγματικής μέτρησης παροχής
- σήμα παλμών που θα αντιστοιχεί στην ολοκλήρωση της παροχής (παραμετροποίηση μετά από ενημέρωση και σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας)
- ένδειξη για την σήμανση της κατάστασης του αγωγού όταν αυτός είναι άδειος
- σήμα σφάλματος οργάνου
- τροφοδοσία 230 V / 50 Hz

Η εγκατάσταση του οργάνου θα γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή και θα είναι τέτοια ώστε να μην επηρεάζεται η ακρίβεια της μέτρησης και η συμπεριφορά του από παρακείμενους αγωγούς ηλεκτρικού ρεύματος (μέση ή χαμηλή τάση), τηλεφωνικά καλώδια και άλλους υπάρχοντες αγωγούς νερού, με βάση τις προδιαγραφές EN 50081-1, EN50082-2 που αφορούν στην ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα.

6.5.3 Διακόπτες στάθμης δοχείων

Διακόπτες στάθμης από υλικό ανθεκτικό σε χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της στάθμης σε δοχεία εργασίας – αποθήκευσης διαλυμάτων, την αποφυγή της «εν ξηρώ» λειτουργίας των δοσομετρικών αντλιών, την αναγγελία παραγγελίας ή/και προετοιμασίας διαλύματος, την αποφυγή υπερχειλίσσης κατά τη διαδικασία πλήρωσης των δοχείων κλπ. Έκαστο αισθητήριο είναι συνδεδεμένο σε ηλεκτρονικό μεταδότη με καλώδιο μεταβλητού μήκους.

Με αυτούς τους διακόπτες, που δεν έχουν κινούμενα μέρη, εξασφαλίζονται τα κάτωθι :

- εύκολη τοποθέτηση,
- αξιόπιστη λειτουργία,
- ακρίβεια στον έλεγχο της στάθμης,
- μεγάλη διάρκεια ζωής ανεπηρέαστη από το χημικό περιβάλλον,
- μηδενική σχεδόν κατανάλωση ρεύματος,
- εύκολη συνδεσμολογία που συνεργάζεται άμεσα με όλα τα PLC και συστήματα ελέγχου χωρίς να απαιτούνται ιδιαίτερες ρυθμίσεις.

6.5.4 Πλωτεροδιακόπτες

Διακόπτες στάθμης τύπου πλωτήρα ανώτατης (LSH), κατώτατης (LSL), πολύ υψηλής (LSHH), πολύ χαμηλής (LSLL) στάθμης σε αντλιοστάσια υγρού θαλάμου και δεξαμενές. Ανάλογα με τη θέση τους, δίνουν σήμα εκκίνησης – παύσης στους αντίστοιχους κινητήρες ή/και συναγερμού τόσο τοπικά όσο και στο ΚΕΛ (ανάλογα με την εφαρμογή)

Κάθε διακόπτης θα είναι αυτοκαθαριζόμενος που δεν χρειάζεται συντήρηση. Θα χρησιμοποιεί μικροδιακόπτη για να εκκινεί και να σταματά τις αντλίες, με βάση μια προκαθορισμένη στάθμη. Ο μικροδιακόπτης θα προστατεύεται από μαλακό πολυπροπυλένιο, ανθεκτικό στην διάβρωση.

Ο διακόπτης θα κρέμεται βυθισμένος στο υγρό και η λειτουργία του δεν θα επηρεάζεται από επικαθίσεις λίπους και στερεών, αφού θα αυτοκαθαρίζεται μέσω της εμβαπτίσεως. Το υλικό του θα είναι το πολυπροπυλένιο, ενώ το καλώδιο ανάρτησης θα είναι από ελαστικό πολυχλωροπρένιο

Η θερμοκρασία λειτουργίας θα είναι 0 ... +60 °C και ο βαθμός προστασίας IP 68.

6.5.5 Αυτόματος δειγματολήπτης

Για τον έλεγχο της συμμόρφωσης με τα όρια εκροής (πλην των μικροβιολογικών

παραμέτρων) προβλέπεται η λήψη σύνθετου ημερήσιου δείγματος από τη δεξαμενή επεξεργασμένων κατάντη της δεξαμενής απολύμανσης.

Ο δειγματολήπτης θα έχει τη δυνατότητα λήψης δειγμάτων σε 24-ωρη βάση και διατήρησής τους σε θερμοκρασία συντήρησης μέσω ψύξης. Ο χρόνος μεταξύ των δειγματοληψιών καθώς και ο αριθμός των δειγμάτων που απαιτούνται προγραμματίζονται από το χειριστή. Τα δείγματα συλλέγονται σε ένα δοχείο (μικτό δείγμα), ενώ πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα αναβάθμισης του δειγματολήπτη έτσι, ώστε να έχει τη δυνατότητα να συλλέγει δείγματα σε ξεχωριστά δοχεία δειγματοληψίας (1,2,4,8 και 24 δοχεία). Το όργανο θα έχει τουλάχιστον τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Όγκος δειγματοληψίας : 10-1000mL προγραμματιζόμενος ανά 10mL
- Δοχείο δειγματοληψίας : Ένα 20,8L Polyethylene, δυνατότητα χρήσης αρκετών διαφορετικών δοχείων
- Μέγιστη ανύψωση δείγματος : 8,5m
- Ρυθμός δειγματοληψίας : 0,9m/sec στα 4,6m
- Ενδιάμεσα διαστήματα : 1-999 ώρες (ανά min)
- Δειγματοληψία : Ανά χρόνο, παροχή, γεγονός
- Χειροκίνητη δειγματοληψία : Ναι
- Προγραμματισμός : Αποθήκευση έως 3 προγραμμάτων
- Τροφοδοσία : 12Vdc με δυνατότητες χρήσης μπαταρίας ή εξωτερικής πηγής 230V
- Θερμοκρασία λειτουργίας : 0...50 °C
- Υλικό κατασκευής Θαλάμου : PE
- Προστασία : NEMA 4X, 6, IP67

7. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν Κεφάλαιο παρατίθεται η περιγραφή του εξοπλισμού και των διατάξεων που απαιτούνται για την ηλεκτρολογική αναβάθμιση της ΕΕΣ, ως αυτή προκύπτει με βάση τη διάταξη των ηλεκτρικών πινάκων, τον υπολογισμό και τη διαστασιολόγηση των κεντρικών παροχικών καλωδίων συναρτήσει της πλήρους λίστας των καταναλωτών (υφιστάμενων και νέων) της ΕΕΣ. Στα πλαίσια αυτά, πραγματοποιείται έλεγχος επάρκειας των υφιστάμενων μονάδων έτσι, ώστε να διατηρηθούν όσες εξ' αυτών κρίνονται κατάλληλες και να προταθούν τα όποια νέα έργα για τη βελτίωση της λειτουργικότητας της μονάδας. Την παρούσα μελέτη συνοδεύουν τα μονογραμμικά σχέδια των ηλεκτρικών πινάκων που τροποποιούνται καθώς και σχέδια διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕΣ.

7.1.1 Κανονισμοί και Πρότυπα

Στις προδιαγραφές που ακολουθούν, όπου γίνεται μνεία προτύπων και κανονισμών, νοείται ότι αυτά αναφέρονται σαν οδηγοί για την αποδεκτή ποιότητα υλικών και εργασίας:

- Προδιαγραφές ΕΛΟΤ (Πρότυπο HD-384)
- Ηλεκτρολογικές Προδιαγραφές ΔΕΗ
- Γερμανικά πρότυπα VDE
- Γερμανικά πρότυπα DIN
- Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή ICE
- Διεθνής Επιτροπή Πιστοποίησης Συμβατότητας Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού CEE
- Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού CIE

7.1.2 Δεδομένα Μελέτης

Μέση τάση	20KV	
Διανομή ενέργειας	400-230V	(50Hz)
Κινητήρες	400V	(3 φάσεις)
Φωτισμός	230V	(1 φάση)
Ρευματοδότες κοινοί (απλοί και SHUCKO)	230V	(1 φάση)

Ρευματοδότες ισχύος	400V	(3 φάσεις)
Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος	40 °C	

7.1.3 Διαδικασίες Αναβάθμισης

Σύμφωνα με τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν σχετικά με την όλη υφιστάμενη ηλεκτρολογική εγκατάσταση και τις απαιτήσεις αναβάθμισης, οι απαιτούμενες διαδικασίες για την τελική αναβάθμιση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων του ΧΥΤΑ περιλαμβάνουν τα ακόλουθα (και υποστηρίζονται από τις συνημμένες τεχνικές προδιαγραφές και τους υπολογισμούς):

- Εγκατάσταση συστήματος κεντρικής αντιστάθμισης αέργου ισχύος εντός του Γενικού Ηλεκτρικού Πίνακα Χ.Τ.
- Αντικατάσταση του κεντρικού παροχικού καλωδίου ονομαστικής διατομής 240 mm², με μονοπολικά καλώδια 300 mm², ανά φάση και 150 mm² στον ουδέτερο.
- Εγκατάσταση γραμμών αναχώρησης προς τους νέους ηλεκτρικούς καταναλωτές, στους ηλεκτρικούς πίνακες MCC-102 και MCC-102A (σύμφωνα με τα συνημμένα σχέδια και υπολογισμούς), πάνω στο υφιστάμενο διακοπτικό υλικό που τοποθετήθηκε αρχικά για λόγους αναμονής μελλοντικής σύνδεσης.
- Πλήρης εγκατάσταση νέων λοιπών φορτίων (σύμφωνα με τα συνημμένα σχέδια και υπολογισμούς) στους πίνακες MCC-102, MCC-102A και ΓΠΧΤ, ήτοι τοποθέτηση κατάλληλου διακοπτικού υλικού εντός των αντίστοιχων πινάκων, τοποθέτηση παροχικών καλωδίων, συνδέσεις και ηλεκτρικές δοκιμές. Στην διαδικασία αυτή περιλαμβάνεται και η εγκατάσταση του παροχικού καλωδίου τύπου J1VV-R5G16mm² για τη αυτόνομη μονάδα αντίστροφης όσμωσης (RO).

7.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

7.2.1 Δομή Συστήματος Διανομής Ενέργειας

Συνοπτικά στα ηλεκτρολογικά έργα που αφορούν στην εν λόγω ΕΕΣ περιλαμβάνονται τα κάτωθι :

- Δίκτυο διανομής ενέργειας χαμηλής τάσης
- Τοπικοί υποπίνακες
- Τοπικά χειριστήρια
- Εγκαταστάσεις γείωσης
- Εσωτερικές ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου εξυπηρέτησης ΕΕΣ

Η ΕΕΣ τροφοδοτείται από το δίκτυο Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.) της ΔΕΗ με την ηλεκτρολογική εγκατάσταση να περιλαμβάνει τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (ΓΠΧΤ), ο οποίος τροφοδοτεί τους υποπίνακες σε διάφορα σημεία (Κτίριο Διοίκησης, Συνεργείο, Ζυγιστήριο, Αντλιοστάσιο Πυρόσβεσης) καθώς και τον γενικό πίνακα κίνησης του κτιρίου εξυπηρέτησης της ΕΕΣ που φέρει την κωδική ονομασία MCC-102. Ο πίνακας MCC-102 τροφοδοτεί με την σειρά του δύο (2) υποπίνακες. Έναν τοπικό εντός του ίδιου κτιρίου, με κωδική ονομασία MCC-102Α και έναν πίνακα υπαίθριου τύπου πλησίον της υφιστάμενης δεξαμενής βροχοστραγγιδίων, με κωδική ονομασία MCC-103.



Στους ανωτέρω πίνακες υπάρχουν αναμονές που ταιριάζουν (κατά περίπτωση) στις νέες γραμμές που πρόκειται να προστεθούν. Μια γραμμή η οποία θα τοποθετηθεί εκ νέου θα είναι αυτή που τροφοδοτεί από το πεδίο αναχώρησης του ΓΠΧΤ, τον συμπαγή νέο πίνακα του συστήματος αντίστροφης όσμωσης, RO. Στην παρούσα εγκατάσταση δεν έχει προβλεφθεί σύστημα αντιστάθμισης του συνολικού συντελεστή ισχύος, με αποτέλεσμα ο γενικός λειτουργικός συντελεστής ($\cos\phi$) να δίνει σχετικά χαμηλές τιμές, της τάξης του 0,78. Για τον λόγο αυτό διαστασιολογείται και σχεδιάζεται και ένα κατάλληλο σύστημα αντιστάθμισης της αέργου ισχύος για ολόκληρο το ΧΥΤΑ.

7.2.2 Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (Η/Ζ)

Για την αντιμετώπιση πιθανών διακοπών ηλεκτρικού ρεύματος Δ.Ε.Η. και για τη λειτουργία ορισμένων καίριων τμημάτων της μονάδας, έχει εγκατασταθεί σε διακριτό χώρο παραπλεύρως του χώρου στέγασης του ΓΠΧΤ Ενέργειας, ένα (1) Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (Η/Ζ) **δυναμικότητας συνεχούς λειτουργίας 100KVA και εφεδρικής λειτουργίας 110KVA.**

Στα πλαίσια της παρούσας και λαμβάνοντας υπόψη τους νέους καταναλωτές στην ΕΕΣ, επιτελείται ο σχετικός έλεγχος επάρκειας σύμφωνα με τον οποίο (βλ. §7.8) κρίνεται ότι το (υφιστάμενο) Η/Ζ **επαρκεί** για την υποστήριξη της (αναβαθμισμένης) ΕΕΣ.



7.3 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα νέα ηλεκτρικά φορτία που πρόκειται να λειτουργήσουν μετά την αναβάθμιση της ΕΕΣ, διαπιστώνεται ότι καμία γραμμή καθώς και το αντίστοιχο διακοπτικό υλικό, δεν απαιτείται να αλλαχθεί εκτός από το κεντρικό παροχικό καλώδιο το οποίο σύμφωνα με την σχετική πληροφόρηση είναι $1 \times 240 \text{ mm}^2$ ανά φάση. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει το παροχικό καλώδιο της εγκατάστασης Χ.Τ. να γίνει σύμφωνα με τους υπολογισμούς της παρούσας μελέτης, $1 \times 300 \text{ mm}^2$ ανά φάση και $1 \times 150 \text{ mm}^2$ για τον ουδέτερο. Πέραν τούτου, μόνο στα σημεία όπου πρέπει να τοποθετηθούν νέα φορτία, εκεί υπάρχουν ήδη κάποιες αναμονές ενώ τα λοιπά φορτία συνδέονται με νέο διακοπτικό υλικό στους υφιστάμενους πίνακες, οι οποίοι διαθέτουν ελεύθερο χώρο για να φιλοξενήσουν το νέο αυτό υλικό.

7.3.1 Διάταξη διόρθωσης συντελεστή ισχύος

Στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (ΓΠΧΤ) θα διασυνδεθεί σύστημα αντιστάθμισης που θα περιλαμβάνει ηλεκτρονικό ρυθμιστή συνημίτονου, τους απαιτούμενους πυκνωτές και τα λοιπά όργανα έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται συνεχώς υψηλός συντελεστής ισχύος της εγκαταστάσεως μεγαλύτερος από 0.96

7.3.2 Τοπικοί χειρισμοί εξοπλισμού

Για όλα τα μηχανήματα της εγκατάστασης, οι χειρισμοί θα συνεχίσουν να γίνονται απ' ευθείας με διακοπτικό υλικό επί της όψεως των αντίστοιχων πινάκων μέσω επιλογικού διακόπτη MANUAL-OFF-AUTO. Θα υπάρχουν επίσης λυχνίες ένδειξης λειτουργίας και βλάβης επί της όψης των πινάκων. Επιπλέον επί της όψης του κάθε πίνακα θα υπάρχει και μπουτόν ασφαλείας (μανιτάρι) μέσω του οποίου θα διακόπτεται η λειτουργία όλων των μηχανημάτων που τροφοδοτεί ο πίνακας.

Κοντά σε κάθε φορτίο θα τοποθετηθεί τοπικό σημείο ελέγχου το οποίο θα είναι εφοδιασμένο με διακόπτη ανάγκης (μανιτάρι). Οι εντολές από τα τοπικά σημεία ελέγχου θα υπερισχύουν κάθε άλλης εντολής και σήματος όπου απαιτείται.

Μέσω των τοπικών σημείων ελέγχου, επιτυγχάνεται μέγιστη ασφάλεια, καθόσον υπάρχει δυνατότητα άμεσης, επιτόπου, απομόνωσης και διακοπής λειτουργίας του εξοπλισμού αν έκτακτα απαιτηθεί ή σε περιπτώσεις συντήρησης.

7.4 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

7.4.1 Επιλογή καλωδίων

Η εκλογή των καλωδίων γίνεται ανάλογα με το είδος εγκατάστασης και το χώρο τοποθέτησης. Η παροχή των καλωδίων θα είναι όπως παρακάτω λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο, τις θερμοκρασίες, το είδος εδάφους κλπ.

1. Τα καλώδια τροφοδοσίας των πινάκων είναι υπολογισμένα για την μέγιστη ισχύ του κάθε πίνακα και για πτώση τάσης 1%
2. Τα καλώδια τροφοδοσίας των κινητήρων έχουν υπολογιστεί για παροχή 10% μεγαλύτερη από το ονομαστικό ρεύμα των κινητήρων και για πτώση τάσης 4% κατά την κανονική λειτουργία και 25% κατά την εκκίνηση. Ελάχιστη παροχή για παροχή κινητήρων είναι 2.5mm². Ειδικά για δοσομετρικές αντλίες προβλέπεται αγωγός διατομής 1.5 mm² λόγω πολύ μικρής ισχύος.

7.4.2 Καλώδια ισχύος

Τα καλώδια ισχύος για την παροχή προς τους πίνακες διανομής και κίνησης θα είναι καλώδια τύπου J1VV-R, ονομαστικής τάσης 600/1000V σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατά IEC 60502-1, με αγωγούς από χαλκό. Η εσωτερική επένδυση κάθε αγωγού θα είναι από υλικό PVC, ενώ εξωτερικά θα φέρουν εξωτερικό μανδύα από PVC.

Η διατομή του ουδέτερου θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Κάθε καλώδιο ισχύος θα συνοδεύεται από αγωγό γείωσης καταλλήλου διατομής, ο οποίος θα είναι ενσωματωμένος στο καλώδιο ή θα είναι ξεχωριστό καλώδιο με θερμοπλαστική μόνωση (PVC), πράσινου/κίτρινου χρώματος, με διατομή καθορισμένη σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60364 και το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Για τα καλώδια τροφοδοσίας κινητήρων που ελέγχονται μέσω inverters θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου 2YSLCY-J τα οποία είναι θωρακισμένα και ελέγχονται για την παρεμβολή συχνοτήτων σύμφωνα με την EN 55011. Καλώδια που οδεύουν σε τοιχία μπορούν να τοποθετούνται σε κλειστές διάτρητες γαλβανισμένες σχάρες, που στερεώνονται στο τοιχίο με εκτονωτικά βύσματα. Όταν μία μονάδα του εξοπλισμού εξυπηρετείται από περισσότερα του ενός καλώδια, θα πρέπει να ληφθεί ειδική μέριμνα ώστε να εξασφαλισθεί η όδευση των καλωδίων από μία κοινή κατεύθυνση και ο τερματισμός τους με κανονική σειρά και συμμετρία.

Κάθε καλώδιο θα φέρει σε κάθε άκρο του σταθερή σήμανση με τον αριθμό του ο οποίος αναφέρεται στους καταλόγους των υλικών. Οι αναγνωριστικές πινακίδες θα έχουν

κατάλληλο μέγεθος και μορφή που θα εγκρίνει η Υπηρεσία και θα είναι στερεωμένες κατά τρόπο ασφαλή επάνω στα καλώδια.

Πινακίδες αναγνωρίσεως θα τοποθετηθούν επίσης στην είσοδο και έξοδο των καλωδίων από υπόγεια κανάλια, οικοδομικά στοιχεία και γενικά σε κάθε περίπτωση αφανούς τοποθέτησης όπου απαιτείται να σημειώνεται και να αναγνωρίζεται η όδευση των καλωδίων. Η χρήση πινακίδων στερεωμένων με κόλλα απαγορεύεται.

Τα σημεία εξόδου και εισόδου των καλωδίων σε οικοδομικά στοιχεία ή βάσεις εδράσεως πινάκων θα στεγανώνονται. Η στεγάνωση θα πραγματοποιείται με κατάλληλο ελαστομερές υλικό και θα φέρει τελικό εξωτερικό στρώμα αδιάβροχης εποξειδικής ρητίνης πάχους όχι μικρότερου των 40 mm ή ελαφράς τσιμεντοκονίας κατά περίπτωση. Η εργασία αυτή θα γίνει και για κάθε εφεδρικό άνοιγμα. Ο Ανάδοχος είναι υπεύθυνος και για την προσωρινή στεγάνωση κάθε οπής διελεύσεως καλωδίου από οικοδομικό στοιχείο κατά τη διάρκεια του σταδίου κατασκευής για λόγους προστασίας έναντι κατακλύσεως. Κατά τη διάρκεια της εργασίας στεγανώσεως θα πρέπει να επιδεικνύεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην υποστούν φθορές η επένδυση και η ενίσχυση του καλωδίου. Όλα τα καλώδια ισχύος θα συνδέονται προς τους πίνακες κατά τρόπο που θα διασφαλίζει ότι η σωστή διαδοχή φάσεων, οι αριθμοί των φάσεων και τα χρώματα των αγωγών θα διατηρούνται σε όλη την εγκατάσταση. Οι αγωγοί των καλωδίων χαμηλής τάσεως θα ταυτίζονται με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1η Φάση	L1
2η Φάση	L2
3η Φάση	L3
Ουδέτερος	N ή μπλε αγωγός
Γείωση	πράσινο ή κιτρινο/πράσινο

Τα μονοπολικά καλώδια ισχύος θα φέρουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ταύτισης:

Φάση	Καφέ
Ουδέτερος	Μπλε
Γείωση	Πράσινο ή κιτρινο/πράσινο

Όλοι οι αγωγοί των καλωδίων θα τερματίζουν σε κατάλληλες χάλκινες λαβές ή ορειχάλκινους δακτυλίους με χρήση ειδικού εργαλείου. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται “κατσάρωμα” με τα χέρια ή πένσα.

Τα άκρα των καλωδίων μέσης και χαμηλής τάσεως θα στεγανώνονται κατάλληλα, όταν τα καλώδια βρίσκονται στα στροφεία, για να αποφεύγεται η είσοδος υγρασίας και όταν

αποκόπτεται ένα κομμάτι από το καλώδιο που είναι στο στροφείο, το τέρμα του καλωδίου που απομένει θα στεγανώνεται αμέσως.

Οι έλξεις κατά την διάρκεια της τοποθέτησης δεν πρέπει να υπερβούν τις προδιαγραφόμενες τιμές του κατασκευαστή, και σε περίπτωση ελλείψεως αυτής, δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 6 kg/mm² διατομής. Για το σκοπό αυτό οι έλξεις θα γίνονται ή με το χέρι, ή μηχανοκίνητα με την προϋπόθεση όμως ότι διατίθεται όργανο ελέγχου της έλξης. Όλα τα μήκη των καλωδίων που κόβονται από το στροφείο πρέπει να τοποθετούνται αμέσως στις προβλεπόμενες θέσεις αλλιώς πρέπει να στεγανώνονται αμέσως τα άκρα των. Προκειμένου να κοπεί ένα τμήμα καλωδίου από το στροφείο, το στροφείο θα τοποθετείται σε κατάλληλη θέση ώστε να διευκολύνεται η αφαίρεση του καλωδίου και να αποφεύγονται στροφές και διπλώσεις. Όταν το αποκοπτόμενο μήκος καλωδίου είναι μεγάλο θα χρησιμοποιούνται κατάλληλα ράουλα ή φορεία έλξεως καλωδίων. Η όδευση των καλωδίων θα είναι σύμφωνη με τα συμβατικά σχέδια.

Επέκταση των καλωδίων (μάτισμα) μέσω κατάλληλων μουφών δεν επιτρέπεται παρά μόνο στις περιπτώσεις που το μήκος της γραμμής είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο μήκος του καλωδίου ενός στροφείου και αφού ενημερωθεί η Υπηρεσία.

Οι αγωγοί κάθε καλωδίου που συνδέει στρεφόμενη μηχανή (κινητήρα ή γεννήτρια) θα φέρουν δακτυλίους με τα χαρακτηριστικά σύμβολα, ώστε να διευκολύνεται η σωστή σύνδεση κάθε μηχανής.

Όταν χρειάζεται να αφαιρεθεί η πλαστική επένδυση των καλωδίων, όπως π.χ. στο τέρμα των καλωδίων, θα αφαιρείται το ελάχιστο απαιτούμενο τμήμα και ο εκτιθέμενος αγωγός ή οπλισμός θα καλύπτεται επαρκώς με κατάλληλο πλαστικό δακτύλιο.

Τα καλώδια με μόνωση από PVC ή XLPE θα στερεώνονται στο τέρμα τους μέσω μηχανικών στυπιοθλιπτών σύμφωνα με το εφαρμοζόμενο πρότυπο. Οι στυπιοθλίπτες αυτοί θα είναι ορειχάλκινοι εκτός από τις περιπτώσεις καλωδίων με οπλισμό από ταινία αλουμινίου, όπου οι στυπιοθλίπτες θα είναι από αλουμίνιο. Οι στυπιοθλίπτες θα εξασφαλίζουν επαρκή στερέωση των καλωδίων μέσω του μεταλλικού οπλισμού τους, εξασφαλίζοντας ταυτοχρόνως και πλήρη σύνδεση προς γη. Θα παραδοθούν πλήρεις, με ορειχάλκινο στοιχείο σύνδεσης προς γη και κατάλληλο πλαστικό κάλυμμα μέσω του οποίου θα στεγανώνεται αποτελεσματικά το μεταξύ επενδύσεων του καλωδίου και στυπιοθλίπτου διάκενο.

7.4.3 Καλώδια οργάνων και ελέγχου

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση οργάνων και τα κυκλώματα ελέγχου πρέπει να είναι πολύκλωνα κατασκευασμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατά VDE 0271 ονομαστικής διατομής 1,5 mm² με αριθμημένους κλώνους για σήμανση αναγνώρισης σε όλο το μήκος τους. Στα άκρα των καλωδίων θα στερεωθούν δακτύλιοι με τα κωδικά στοιχεία τους. Σε σημεία διασύνδεσης των αγωγών, όπου η αλλαγή κωδικών είναι αναπόφευκτη, κάθε αγωγός θα φέρει διπλούς δακτυλίους σήμανσεως. Κάθε αλλαγή αρίθμησης θα σημειώνεται επάνω στο ηλεκτρικό διάγραμμα της εγκαταστάσεως στην οποία έγινε η αλλαγή.

Όπου προβλέπονται κυτία συνδέσεως ή διακλαδώσεως για τη διαλογή και σύνθεση της ομάδας καλωδίων οργάνων και ελέγχου μιας μονάδας του εξοπλισμού, τα κυτία αυτά θα είναι κατάλληλα για το σκοπό που προορίζονται και για επίτοιχη τοποθέτηση και θα φέρουν δύο σειρές ακροδεκτών τύπου κώς.

7.4.4 Καλώδια μεταφοράς δεδομένων

Για τη μεταφορά των δεδομένων θα χρησιμοποιηθούν καλώδια με χάλκινους αγωγούς χάλκινους αγωγούς μονόκλωνους ή πολύκλωνους των πιο κάτω τύπων:

- LiYCY(TP) όταν απαιτείται ηλεκτρική θωράκιση του μεταφερομένου σήματος.
- UTP-FTP κατ' ελάχιστον CATEGORY 5 σε εφαρμογές που δεν αναμένονται ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στη μετάδοση των δεδομένων.

Η κατασκευή των καλωδίων LiYCY(TP) πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές VDE 0812 και 0814 και έχει ως ακολούθως:

- Αγωγοί: Λεπτοπολύκλωνα συρματίδια χαλκού (VDE 0295 class 5)
- Μόνωση αγωγών: Από PVC με κωδικοποίηση χρωματισμών κατά DIN 47100 χωρίς επανάληψη χρωμάτων
- Συνεστραμμένοι αγωγοί: σε ζεύγη
- Θωράκιση: Πλέγμα επικασσιτερωμένου χαλκού με κάλυψη >90%
- Εξωτερικός μανδύας: PVC χρώματος γκρι, βραδύκαυστο κατά IEC 332.1
- Τάση λειτουργίας: 250 V (κορυφή 500 V)
- Περιοχή θερμοκρασιών: -30°C έως 80°C

Η κατασκευή των καλωδίων UTP-FTP πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές ISO/IEC DIS 11801 Class D, TIA/EIA 568A και TSB 36 και έχει ως ακολούθως:

- Αγωγοί: Μονόκλωνα συρματίδια καθαρού χαλκού διαμέτρου 0,5 mm (24 AWG)

- Μόνωση αγωγών: Πολυαιθυλένιο (PE) με κωδικοποίηση χρωματισμών
- Συνεστραμμένοι αγωγοί: σε ζεύγη με πολύ μικρό βήμα στρέψης.
- Θωράκιση (FTP μόνο): Φύλλο αλουμινίου με συνθετική επικάλυψη και αγωγός συνέχειας από επικασσιτερωμένο χαλκό.
- Εξωτερικός μανδύας: PVC χρώματος γκρι, βραδύκαυστος κατά IEC 332.1
- Περιοχή θερμοκρασιών: -30 °C έως 80 °C

Τα καλώδια θα είναι συνεστραμμένα (twist pair) 4 ή 25 αγωγών συχνότητας 100 MHz χωρητικότητας 46 pF/m, σύνθετης αντίστασης $100 \Omega \pm 15 \Omega$ με απόσβεση 21,98 dB/100 m στα 100 MHz.

7.4.5 Κουτιά διασύνδεσης (Junction Boxes)

Τα κουτιά των τοπικών σημείων διασύνδεσης και ελέγχου θα είναι πολυεστερικά για μεγαλύτερη αντοχή στην υγρασία και τις επιδράσεις από το περιβάλλον, κατάλληλης διάστασης, στεγανά IP65. Η στήριξή τους θα γίνει κατάλληλα πλησίον του αντίστοιχου κινητήρα έτσι ώστε να δίνει την δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας του καταναλωτή.

7.4.6 Σωλήνες υπόγειου δικτύου διανομής

Οι σωληνώσεις για την υπόγεια τοποθέτηση των καλωδίων στον περιβάλλοντα χώρο της εγκατάστασης θα είναι από U-PVC, διαμέτρου Φ110, όπως σημειώνεται στα αντίστοιχα σχέδια της ηλεκτρολογικής μελέτης. Θα τοποθετηθούν σε βάθος 70cm (καλώδια ισχύος) και σε βάθος 50cm (καλώδια ασθενών ρευμάτων) σε ευθύγραμμα τμήματα. Όπου απαιτείται αλλαγή διεύθυνσης θα τοποθετηθεί φρεάτιο από οπλισμένο σκυρόδεμα με διαστάσεις 600x600mm, όπως αναφέρεται στα σχέδια και βάθος 900mm και 600mm αντίστοιχα. Το κάθε φρεάτιο θα καλύπτεται με χυτοσιδηρό κάλυμμα τύπου B125 ανάλογης διάστασης. Σε όλες τις σωλήνες θα τοποθετηθεί οδηγός για την έλξη των καλωδίων.

7.4.7 Φρεάτια καλωδίων

Τα φρεάτια διέλευσης καλωδίων στον περιβάλλοντα χώρο κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Θα έχουν ελάχιστο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους 700 mm όταν πρόκειται να διέρχονται καλώδια χαμηλής τάσεως και 500mm για καλώδια ασθενών ρευμάτων.

Το κάθε φρεάτιο θα έχει δυνατότητα αποστραγγίσεως και θα φέρει χυτοσιδηρό κάλυμμα

βαρέως τύπου.

7.4.8 Σχάρες τοποθέτησης καλωδίων

Οι (νέες) σχάρες που θα χρησιμοποιηθούν (εφόσον απαιτηθούν), θα είναι θερμογαλβανισμένες με κατάλληλες διαστάσεις για την εγκατάσταση των καλωδίων παροχής των πινάκων αλλά και διανομής προς τα φορτία. Το πάχος του υλικού κατασκευής τους θα είναι τουλάχιστον 1mm. Οι σχάρες θα στερεωθούν με κατάλληλα στηρίγματα ανά 1.5m έτσι, ώστε να διασφαλίζεται η αντοχή της κατασκευής στο βάρος των καλωδίων. Το σύστημα των εσχάρων θα είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με το πρότυπο NEMA VE-1 και οι τιμές φόρτισης θα υπολογιστούν σύμφωνα με το DIN 4114 με συντελεστή ασφαλείας 1,7 κατ' ελάχιστο. Το γαλβάνισμα εν θερμώ θα γίνει μετά την κατασκευή κατά ΕΛΟΤ EN ISO 1461. Σε όποιες εσχάρες οδεύουν μαζί με άλλα καλώδια σημάτων, καλώδια που μεταφέρουν αναλογικά σήματα τότε θα τοποθετείται στην εσχάρα ειδικό διαχωριστικό εξάρτημα κατά μήκος έτσι ώστε να διαχωρίζει την σχάρα σε δυο τμήματα. Το ένα θα περιέχει τα καλώδια των αναλογικών σημάτων και το άλλο τα υπόλοιπα καλώδια σημάτων.

7.4.9 Ηλεκτρολογικοί σωλήνες καλωδίων

Οι σωλήνες των καλωδίων από τους τοπικούς υποπίνακες έως τα μηχανήματα που οδεύουν σε δομικά στοιχεία θα είναι γαλβανισμένοι σιδηροσωλήνες, χωρίς μονωτική επένδυση, με διάμετρο και πάχος τοιχωμάτων σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Οι ηλεκτρολογικοί σωλήνες που θα χρησιμοποιηθούν για επίτοιχη εγκατάσταση (εφόσον απαιτηθούν) θα είναι πλαστικοί βαρέως τύπου με διαστάσεις Φ13.5-Φ32. Σε σημεία της εγκατάστασης που υπάρχει πιθανότητα μηχανικής καταπόνησης του σωλήνα θα χρησιμοποιηθεί θερμογαλβανισμένος σωλήνας, γειωμένος.

7.4.10 Οχετοί καλωδίων

Οι οχετοί των καλωδίων θα κατασκευαστούν από βαρέως τύπου γαλβανισμένα εν θερμώ χαλυβοελάσματα, σύμφωνα με το πρότυπο NEMA VE-1. Κάθε τεμάχιο οχετού θα έχει διαμορφωμένα χείλη που θα επιτρέπουν την κατά μέτωπο σύνδεση με τα άλλα τεμάχια και θα συνοδεύεται από τα απαραίτητα στοιχεία συνδέσεως. Κάθε τεμάχιο οχετού θα φέρει ευκόλως αφαιρετά καλύμματα τα οποία θα στερεώνονται στον οχετό με γαλβανισμένες εν θερμώ βίδες.

Το σύστημα των οχετών καλωδίων θα φέρει επίσης τα απαραίτητα τεμάχια καμπύλων και διακλαδώσεων, η σχεδίαση και κατασκευή των οποίων θα επιτρέπει την εύκολη εγκατάσταση των καλωδίων και θα αποκλείει τη δημιουργία καμπυλώσεως των καλωδίων με μικρή και μη επιτρεπόμενη ακτίνα. Όλα τα εξαρτήματα των οχετών θα είναι κατασκευασμένα στο εργοστάσιο και θα φέρουν κατάλληλα καλύμματα. Η κατασκευή ή διαρρύθμιση εξαρτημάτων οχετών επί τόπου του έργου απαγορεύεται.

Σε περιπτώσεις κατακόρυφης όδευσης των οχετών, τα καλώδια θα στηρίζονται σε αυτούς με κατάλληλα για το σκοπό αυτό στηρίγματα, σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες από 500 mm. Ολόκληρο το σύστημα οχετών θα έχει ηλεκτρική συνέχεια (γεφυρωμένο), περιλαμβανομένου και του τροφοδοτούμενου εξοπλισμού μέσω μιας ταινίας χαλκού επαρκούς διατομής, που θα συνδέεται με ορειχάλκινους κοχλίες, περικόχλια και ροδέλες. Όλοι οι οχετοί θα διαστασιολογηθούν ώστε να δέχονται άνετα όλα τα προβλεπόμενα καλώδια και μία περίσσεια εφεδρείας 25%, σε καμία όμως περίπτωση οι διαστάσεις των οχετών θα είναι μικρότερες από 50 mm x 50 mm. Όλες οι καμπύλες, οι διακλαδώσεις και τα λοιπά στοιχεία των οχετών θα φέρουν τις απαραίτητες ενισχύσεις και θα κατασκευαστούν σύμφωνα με τα ίδια πρότυπα με τα οποία θα κατασκευαστούν και οι οχετοί. Η στήριξη των οχετών στους τοίχους και στην οροφή θα γίνει μέσω καταλλήλων στιβαρών στοιχείων, που θα εξασφαλίσουν σταθερή και ασφαλή εγκατάσταση. Ο τρόπος και τα υλικά στήριξης θα εγκριθούν προηγουμένως από την Υπηρεσία. Όταν απαιτείται τεμαχισμός τυποποιημένων τεμαχίων οχετών, οι δημιουργούμενες νέες ακμές θα προστατεύονται με ψυχρό γαλβάνισμα ή αντισεισμική βαφή μινιού. Ολόκληρο το σύστημα των οχετών θα κατασκευαστεί στο εργοστάσιο και θα εγκατασταθεί στο έργο πριν από οποιαδήποτε εργασία τοποθετήσεως καλωδίων.

7.4.11 Γειώσεις

Όλα τα μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης θα πρέπει να είναι γειωμένα. Κάθε πίνακας θα γειώνεται στο κεντρικό σύστημα γείωσης με κατάλληλο αγωγό γείωσης. Σε κάθε παροχή προς κινητήρα θα υπάρχει ενσωματωμένος στο καλώδιο αγωγός γείωσης με κατάλληλη διατομή. Οι γυμνοί αγωγοί γείωσης θα είναι κατασκευασμένοι από χαλκό γειώσεων με αγωγιμότητα 98% σε σχέση με τον καθαρό χαλκό και θα είναι πολύκλωνοι.

7.4.12 Κινητήρες

Για ισχύ μεγαλύτερη του 1 kW οι ηλεκτρικοί κινητήρες θα είναι τριφασικοί, με τάση

λειτουργίας 400V / 50HZ και κατάλληλοι για συνεχή λειτουργία υπό την ονομαστική ισχύ. Κινητήρες που εγκαθίστανται στο ύπαιθρο θα είναι κλειστού τύπου με φυσικό αερισμό ή αυτοαεριζόμενοι και βαθμό προστασίας IP55. Κινητήρες που εγκαθίστανται σε κλειστούς χώρους θα προστατεύονται κατάλληλα από την υγρασία και θα αερίζονται με φυσικό αερισμό ή θα είναι αυτοαεριζόμενοι, με βαθμό προστασίας IP 44. Κινητήρες που βρίσκονται σε περιβάλλον αναθυμιάσεων εκρηκτικών αερίων θα είναι αντιαεκρηκτικού τύπου. Οι περιελίξεις των κινητήρων θα είναι κατάλληλες ώστε να λειτουργούν και να αντέχουν στις επικρατούσες συνθήκες λειτουργίας. Κάθε κινητήρας θα είναι εφοδιασμένος με τερματικό κυτίο για καλώδια ισχύος, θερμικής προστασίας και γείωσης. Τα τερματικά κυτία των υποβρύχιων κινητήρων θα είναι απόλυτα υδατοστεγή. Όλοι οι κινητήρες θα είναι κατάλληλα μονωμένοι και θα φέρουν πινακίδα με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους. Κάθε κινητήρας βασικού μηχανήματος θα είναι εφοδιασμένος με θερμική προστασία που θα περιλαμβάνει σύστημα THERMISTOR με τρεις ανιχνευτές, ένα για κάθε φάση της περιέλιξης των κινητήρων. Το σύστημα θα είναι εγκατεστημένο στον πίνακα του εκκινητή και θα ελέγχει τις θερμοκρασίες της περιέλιξης, θέτοντας σε λειτουργία βοηθητικά κυκλώματα ή σύστημα κινδύνων όταν γίνει υπέρβαση των προκαθορισμένων θερμοκρασιών. Η εκκίνηση των κινητήρων των αντλιών θα επιτυγχάνεται μέσω μονάδων ρυθμιστών ταχύτητας (inverter). Ο ρυθμιστής ταχύτητας θα τροφοδοτεί τον κινητήρα με μεταβλητή τάση και συχνότητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις ταχύτητας και ως την ονομαστική ισχύ εξόδου. Επίσης ο ρυθμιστής θα δύναται να αυτορυθμίζεται με αυτόματη μέτρηση των παραμέτρων του κινητήρα. Επίσης θα υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας για μεταβλητή ροπή. Ο ρυθμιστής ταχύτητας θα πληροί τους διεθνείς κανονισμούς IEC/EN 61800 / 61100, EN 50178.

7.4.13 Επιθεώρηση και Δοκιμές

ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΓΗ

Η δοκιμή αυτή συνίσταται στη μέτρηση της αντιστάσεως μονώσεως προς τη γη κάθε τμήματος της εγκαταστάσεως που συμπεριλαμβάνεται μεταξύ δύο διαδοχικών ασφαλειών ή βρίσκεται μετά τη τελευταία ασφάλεια. Η αντίσταση αυτή πρέπει να βρεθεί όχι κατώτερη των 250.000 ΩΜ για αγωγούς διατομής μέχρι και 10 τ.χ. Παραπάνω από τη διατομή αυτή γίνεται δεκτό ότι η μόνωση μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα της διαμέτρου των αγωγών. Οι μετρήσεις θα γίνονται με τη βοήθεια ρεύματος τουλάχιστον 220 V και ο αρνητικός πόλος θα συνδέεται προς την ελεγχόμενη γραμμή. Κατά τη

διάρκεια των δοκιμών οι ασφάλειες, οι διακόπτες και οι λαμπτήρες θα είναι τοποθετημένοι σε θέση λειτουργίας, οι δε μόνιμες συσκευές κατανάλωσης θα είναι αποσυνδεδεμένες.

ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ ΜΕΤΑΞΥ ΑΓΩΓΩΝ

Οι μετρούμενες τιμές αντιστάσεως μονώσεως μεταξύ αγωγών θα είναι τουλάχιστον ίσες με τις οριζόμενες στην προηγούμενη δοκιμή. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών οι ασφάλειες και οι διακόπτες θα είναι τοποθετημένοι σε θέση λειτουργίας, ενώ οι λαμπτήρες και όλες οι συσκευές κατανάλωσης θα είναι αποσυνδεδεμένες. Οι δοκιμές θα εκτελεστούν και για τις μόνιμες ηλεκτρικές συσκευές της εγκατάστασης.

ΔΟΚΙΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ

Κατά τη δοκιμή αυτή ελέγχεται η ορθή σύνδεση των διακοπών (διακοπή φάσεως και όχι του ουδετέρου), η συνέχεια γειώσεων και η συνέχεια των αγωγών σε τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής και κανονική λειτουργία της εγκατάστασης. Εφόσον κατά τις δοκιμές είναι δυνατόν να τεθεί η εγκατάσταση υπό τάση, θα γίνει έλεγχος της ασφαλούς και καλής λειτουργίας της με χειρισμό των συσκευών κατανάλωσης.

7.5 ΛΙΣΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΓΚ. ΙΣΧΥΣ (kW)	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤ. ΙΣΧΥΣ (kW)	ΦΟΡΤΙΑ H/Z (kW)
1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ - ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ					
ΥΦΙΣΤ	C103-1	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ (FLOWJET)	2,00	2,00	2,00
ΥΦΙΣΤ	C103-2	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ Νο1	7,40	7,40	7,40
ΥΦΙΣΤ	C103-3	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ Νο2	7,40		
ΥΦΙΣΤ	H102-3	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	B101-2-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	B101-2-LSHH	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F103-1	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ FLOWJET)	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F103-2	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΥΨΩΣΗΣ)	-	-	
ΥΦΙΣΤ	B101-1-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (LAGOON)	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	B101-1-LSHH	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (LAGOON)	-	-	
ΥΦΙΣΤ	B101-1-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (LAGOON)	-	-	
2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ					
<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ (ΓΛΥΚΕΡΙΝΗ)</u>					
ΥΦΙΣΤ	C102-22	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ Νο1	0,55	0,55	0,55
ΥΦΙΣΤ	C102-23	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ Νο2	0,55	0,55	0,55
ΥΦΙΣΤ	B111-LIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ	0,10	0,10	
<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Δ/ΤΟΣ H₃PO₄</u>					
ΝΕΑ	C102-32	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο1	0,10	0,10	0,10
ΝΕΑ	C102-33	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο2	0,10	0,10	0,10
ΝΕΑ	B112-LS	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄	-	-	

3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ					
<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-1</u>					
ΥΦΙΣΤ	C102-1	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	5,50	5,50	
ΥΦΙΣΤ	C102-2	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	18,50	18,50	18,50
ΥΦΙΣΤ	C102-3	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	1,50	1,50	
ΥΦΙΣΤ	C102-4	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	1,20	1,20	
ΥΦΙΣΤ	B102.5 QIRC	CONTROLLER	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	B102-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΚ ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	0,10	0,10	
ΝΕΑ	H102-1	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	F101-3-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1 (ΑΕΡΙΣΤΗΡΑ)	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F102-1	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1 (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ)	-	-	
<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-2</u>					
ΥΦΙΣΤ	C102-5	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	5,50	5,50	
ΥΦΙΣΤ	C102-6	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	18,50	18,50	18,50
ΥΦΙΣΤ	C102-7	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	1,50	1,50	
ΥΦΙΣΤ	C102-8	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	1,20	1,20	
ΥΦΙΣΤ	B103-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΕΡΚ ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	0,10	0,10	
ΝΕΑ	H102-2	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	F101-5-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2 (ΑΕΡΙΣΤΗΡΑ)	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F102-2	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2 (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ)	-	-	
4. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ					
ΥΦΙΣΤ	C102-9	ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΤΥΜΠΑΝΟΥ	0,37	0,37	
ΥΦΙΣΤ	C102-10	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ	1,50	1,50	1,50
ΥΦΙΣΤ	F102-4	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΛΥΣΗΣ)	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F101-7	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΩΝ	-	-	
ΥΦΙΣΤ	B104-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ	0,10	0,10	

5. ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΟ ΑΝΘΡΑΚΑ					
<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</u>					
ΝΕΑ	C102-31	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	2,30	2,30	2,30
ΥΦΙΣΤ	B105-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	F102-5	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F102-6	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F102-7	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	-	-	
<u>ΦΙΛΤΡΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</u>					
ΥΦΙΣΤ	C102-11	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 1	0,75	0,75	0,75
ΥΦΙΣΤ	C102-12	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 2	0,75		
ΥΦΙΣΤ	C102-13	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 1	2,20	2,20	
ΥΦΙΣΤ	C102-14	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 2	2,20		
ΥΦΙΣΤ	B105-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	0,10	0,10	
ΝΕΑ	AV-102.00	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.11	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.12	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.13	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.14	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.15	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.21	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.22	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.23	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.24	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.25	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	-	-	
ΥΦΙΣΤ	B105.1-PIRC	ΠΡΕΣΣΟΣΤΑΤΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο1	-	-	
ΥΦΙΣΤ	B105.2-PIRC	ΠΡΕΣΣΟΣΤΑΤΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο2	-	-	
<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΩΝ - ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ Α/Σ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO</u>					
ΝΕΑ	C-RO-1	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	1,50	1,50	

ΥΦΙΣΤ	B106-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΚΑΘΑΡΩΝ	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	F102-8	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΘΑΡΩΝ (ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΠΛΥΣΗΣ)	-	-	
ΥΦΙΣΤ	B106-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΘΑΡΩΝ	-	-	
6. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ, RO					
ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ					
ΝΕΑ	B-RO	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	20,00	20,00	
7. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ					
ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ					
ΥΦΙΣΤ	C102-15	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl No1	0,09	0,09	
ΥΦΙΣΤ	C102-16	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl No2	0,09		
ΥΦΙΣΤ	F102-9	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ NaOCl	-	-	
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ					
ΥΦΙΣΤ	C102-17	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	7,40	7,40	
ΥΦΙΣΤ	B108-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	B108-LSLL	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	-	-	
ΝΕΑ	B108-QIRC	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ	0,10	0,10	
ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ					
ΥΦΙΣΤ	C102-18	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	7,40	7,40	7,40
ΝΕΑ	B110-FIRC	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	B110-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	0,10	0,10	
ΥΦΙΣΤ	F102-10	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F102-11	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F102-12	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ	-	-	
8. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ & ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ					
ΝΕΑ	C102-19	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ No1	1,50	1,50	
ΝΕΑ	C102-20	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ No2	1,50		
ΝΕΑ	AV-102.31	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΔΙΑΥΓΑΖΟΝΤΩΝ	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.32	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΔΙΑΥΓΑΖΟΝΤΩΝ	-	-	
ΝΕΑ	C102-34	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	0,37	0,37	0,37
ΥΦΙΣΤ	B109-LIRC	ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	0,10	0,10	

ΥΦΙΣΤ	F102-13	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	-	-	
ΝΕΑ	B109-LSHA	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	-	-	
ΥΦΙΣΤ	F102-15	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ	-	-	
9. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ - ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ					
ΝΕΑ	AV-102.41	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ SBR-1	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.42	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ SBR-2	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.43	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ SBR (ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ)	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.44	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ SBR (ΠΡΟΣ ΔΕΞ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ RO)	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.45	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ SBR-1 (ΠΡΟΣ SBR-2)	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.46	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ SBR-1 (ΠΡΟΣ ΦΙΛΤΡΟ ΤΥΜΠΑΝΟΥ)	-	-	
ΝΕΑ	AV-102.47	ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝ ΑΝΘΡΑΚΑ (ΠΡΟΣ ΔΕΞ. ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ)	-	-	
ΝΕΑ	C102-35	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ	2,20	2,20	2,20
ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ					
<u>ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ</u>					
ΥΦΙΣΤ	MCC-102	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο1 (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)			
ΥΦΙΣΤ	MCC-102A	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο2 (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)			
ΥΦΙΣΤ	MCC-103	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ			
ΝΕΑ	MCC-RO	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ			
<u>ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</u>					
ΥΦΙΣΤ	PLC-102	ΣΥΣΤΗΜΑ PLC ΕΕΣ (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)	0,10	0,10	0,10
ΥΦΙΣΤ	PLC-103	ΣΥΣΤΗΜΑ PLC ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)	0,10	0,10	0,10
ΝΕΑ	PLC-RO	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	0,10	0,10	0,10

ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΧΥΤΑ					
ΥΦΙΣΤ	-	ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ	8,93	8,93	4,00
ΥΦΙΣΤ	-	ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ	5,00	5,00	1,50
ΥΦΙΣΤ	-	ΖΥΓΙΣΤΗΡΙΟ	4,00	4,00	4,00
ΥΦΙΣΤ	-	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ	35,15	35,15	1,50
ΥΦΙΣΤ	-	ΠΥΡΣΟΣ ΚΑΥΣΗΣ	4,00	4,00	4,00
ΥΦΙΣΤ	-	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	5,75	5,75	5,75
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΦΑΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ					
		ΣΥΝΟΛΟ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	188,55		
		ΣΥΝΟΛΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	176,6	83,27 (kW του HZ)	
		ΕΤΕΡΟΧΡΟΝΙΣΜΟΣ	1,00		
		ΣΥΝΟΛΟ (kW)	176,6		
		COSφ	0,791		
		ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ (kVA)	223,23		

7.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο **ΕΛΟΤ HD 384 "Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις"**, χρησιμοποιώντας και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Electrical Installations handbook, Vol 1 & 2, SIEMENS*
- β) *Κανονισμοί Ηλεκτρικών Εσωτερικών Εγκαταστάσεων*
- γ) *Κανονισμοί ΔΕΗ*
- δ) *Ειδικά Κεφάλαια Ηλεκ/κών εγκαταστάσεων και Δικτύων, Δ. Τσανάκα*
- ε) *Τεχνικό Εγχειρίδιο FULGOR*
- στ) *Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Μ. Μόσχοβιτς*

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

(α) Βασικές σχέσεις:

$$U = I * R \quad (\text{νόμος του } \Omega\mu)$$

$$W = I * R * t \quad (\text{θερμότητα ρεύματος})$$

$$R = \frac{2 * I}{K * A} \quad (\text{Αντίσταση Κυκλώματος})$$

$$P = U * I \quad (\text{ισχύς στο συνεχές ρεύμα})$$

$$P = U * I * \cos\varphi \quad (\text{ισχύς στο εναλλασσόμενο μονοφασικό})$$

$$P = 1.73 * U * I * \cos\varphi \quad (\text{ισχύς στο τριφασικό})$$

(β) Πτώση τάσης και διατομή καλωδίων

(β1) Πτώση τάσης u (V)

Μονοφασικό

$$u = 2 * \left(\frac{\cos\varphi}{K * A} + \omega * L * \sin\varphi \right) * I * l$$

Τριφασικό

$$u = 1.73 * \left(\frac{\cos\varphi}{K * A} + \omega * L * \sin\varphi \right) * I * l$$

όπου:

- U: Τάση δικτύου σε V σε σύστημα 2 αγωγών μεταξύ των αγωγών, σε σύστημα συνεχούς 3 αγωγών μεταξύ των 2 κυρίων αγωγών, σε τριφασικά συστήματα μεταξύ δύο κυρίως αγωγών
- u: Πτώση τάσης σε V από την αρχή μέχρι το τέλος του κυκλώματος
- I: Ένταση ρεύματος σε A
- R: Αντίσταση σε Ωμ
- W: Ενέργεια σε W x s
- P: Ισχύς σε W
- K: Αγωγιμότητα
- cosφ: συντελεστής Ισχύος
- A: Διατομή καλωδίου σε mm²
- l: Μήκος της γραμμής σε m
- t: χρονική διάρκεια σε s
- L: Επαγωγική αντίσταση του καλωδίου σε H/m ($\omega=2\pi f$, $f=50$ Hz)

(β2) Διατομή A (mm²)

Επιλέγεται καλώδιο τέτοιο, ώστε το ρεύμα που περνάει από τη γραμμή να είναι μικρότερο από το επιτρεπόμενο ρεύμα του καλωδίου και ταυτόχρονα η προκύπτουσα πτώση τάσης να είναι μικρότερη από την επιθυμητή (προκύπτει από τις σχέσεις της παραγράφου β1). Για την εύρεση του επιτρεπόμενου ρεύματος λαμβάνονται υπόψη το είδος του καλωδίου, το μέσο όδευσης, η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καλωδίου, και ο τρόπος διάταξης και λειτουργίας.

(β3) Όργανα προστασίας

Ο υπολογισμός γίνεται σε κάθε γραμμή με έναν από τους δύο παρακάτω τρόπους:

- Επιλέγεται όργανο προστασίας ώστε το επιτρεπόμενο ρεύμα να είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα της γραμμής
- Επιλέγεται όργανο προστασίας ώστε το επιτρεπόμενο ρεύμα να είναι μεγαλύτερο από το ρεύμα της γραμμής, και το μέγεθός του να είναι το αμέσως μικρότερο της επιτρεπόμενης έντασης του καλωδίου

(β4) Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως

Το επιτρεπόμενο ρεύμα βραχυκυκλώσεως υπολογίζεται από την σχέση:

$$I = \frac{0,115A}{\sqrt{t}}$$

όπου I σε kA, A διατομή καλωδίου και t διάρκεια βραχυκυκλώματος

Το ρεύμα βραχυκυκλώσεως στους πίνακες υπολογίζεται με την σχέση: V

$$I = \frac{V}{Z}$$

όπου z η συνολική αντίσταση σε όλη την διαδρομή του καλωδίου.

Η παραπάνω σχέση υπερκαλύπτει και την σχέση:

$$I = \frac{\sqrt{3}V}{2Z}$$

που ισχύει για την περίπτωση τριφασικού βραχυκυκλώματος.

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των γραμμών του δικτύου παρουσιάζονται πινακοποιημένα με τις ακόλουθες στήλες:

- Τμήμα Γραμμής
- Μήκος Γραμμής (m)
- Φορτίο (kw)
- Είδος Φορτίου
- Cosφ
- Φάση
- Πτώση Τάσης (V)
- Διατομή Καλ. (mm²)
- Ασφάλεια (A)

Επίσης, για κάθε πίνακα της εγκατάστασης πραγματοποιείται αναλυτικός υπολογισμός, με αποτελέσματα που εμφανίζονται όπως ακολούθως:

Στο επάνω μέρος εμφανίζεται πινακάκι με τις ακόλουθες στήλες:

- Είδος Φορτίου
- Εγκατ. Πραγμ. Ισχύς (kw)
- $\cos\phi$ (KVxA)
- Εγκατ. Φαιν. Ισχύς (KVxA)
- Ετεροχρονισμός
- Μέγιστη πιθανή ζήτηση

Τα στοιχεία αυτά αναγράφονται ανά είδος φορτίου (συγκεντρωτικά) και στο κάτω μέρος αναγράφεται το σύνολο της μέγιστης πιθανής ζήτησης. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά αναγράφονται πιο κάτω τα εξής:

- ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΑΣΕΩΝ R S T
- Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ενταση (A)
- Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης
- Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)
- Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)
- ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
- Λόγω Εφεδρείας (%)
- Λόγω Κινητήρων (A)
- Λόγω Εναυσης Λαμπτήρων (A)
- ΤΕΛΙΚΟ ΡΕΥΜΑ (A)
- τύπος καλωδίου
- επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου σε Κ.Σ. (A)
- συντελεστής διόρθωσης
- επιτρεπόμενο ρεύμα καλωδίου (A)
- Γενικός Διακόπτης (A)
- Ασφάλεια ή Αυτ. Διακόπτης (A)
- Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²)
- Βαθμός Προστασίας πίνακα

Στοιχεία Δικτύου

Φασική Τάση Δικτύου (V)	230
Τύπος Καλωδίων	Χαλκός
Συντελεστής Αγωγιμότητας (S m/mm ²)	56

Τυπικά Είδη Φορτίων

Είδος Φορτίου	CosΦ	Ετερ οχρον ισμός	Πτώση Τάσης (%)	Τρόπος Σύνδεσης	Είδος Γραμμής
Κινητήρας Ir	0.800	0.50	2.500		Τριφασική
Κινητήρας Ir	0.890	0.50	2.500		Μονοφασική
Κινητήρας D	0.800	0.50	2.500	Απ. Εκκίνηση	Τριφασική
Κινητήρας D	0.850	0.50	2.500	Απ. Εκκίνηση	Μονοφασική
Κινητήρας Y	0.870	0.667	2.500	Διακ. Αστ. Τριγ.	Τριφασική
Κινητήρας S	0.800	0.667	2.500		Τριφασική
Κινητήρας S	0.800	0.50	2.500		Τριφασική
Κινητήρας Y	0.870	0.50	2.500	Διακ. Αστ. Τριγ.	Τριφασική
Κινητήρας Ir	0.850	0.667	2.500		Τριφασική
Κινητήρας Ir	0.850	0.333	2.500		Τριφασική
Αναχώρηση	0.90	0.50	2.500	Διακ. Αστ. Τριγ.	Τριφασική

Τεύχος Υπολογισμών

© 4M s/n : 1199338346

Δίκτυο Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	Cosφ	Φάσι	Πτώση Τάσης (V)	Είδος Γραμμής	Επιθ. Διατομή (mm ²)	Υπολ. Διατομή (mm ²)	Μέγιστη Ασφάλεια (A)
M103.Π	225.0	13.58	Πίνακας	0.762	123		3		6	50
M103.1	35.00	2.000	ΥΠΟΒ ΑΕΡΙΣΤ FLOWJE	0.78	123	1.272	3		2.5	16
M103.2	20.00	7.400	ΑΝΤ ΕΞ_ΑΝ ΣΤΡ1	0.75	123	1.696	3		4	20
M103.3	20.00	7.400	ΑΝΤ ΕΞ_ΑΝ ΣΤΡ1	0.75	123	1.696	3		4	20
M103.4	35.00	4.000	ΠΥΡΣΟΣ ΚΑΥΣΗΣ	0.79	123	1.600	3		4	20
M103.7	2.000	0.300	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	0.90	1	0.062	1		1.5	10
M102A.Π	5.000	46.41	Πίνακας	0.742	123		3		25	100
M102A.1	15.00	0.550	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΓΛΥΚΕΡ Νο1	0.85	123	0.150	3		2.5	16
M102A.2	15.00	0.550	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΓΛΥΚΕΡ Νο2	0.85	123	0.150	3		2.5	16
M102A.3	7.500	0.100	N_ΔΟΣ. ΑΝΤ.Η3ΡΟ4 Νο	0.85	1	0.047	1	2.5	2.5	16
M102A.4	8.000	0.100	N_ΔΟΣ. ΑΝΤ.Η3ΡΟ4 Νο	0.85	2	0.050	1	2.5	2.5	16
M102A.5	11.00	18.50	ΕΠΙΦ ΑΕΡ ΔΕΞ SBR-1	0.72	123	0.615	3		16	50
M102A.6	9.000	1.500	ΑΝΤ ΑΠΟΜ SBR-1	0.81	123	0.245	3		2.5	16
M102A.7	11.00	18.50	ΕΠΙΦ ΑΕΡ ΔΕΞ SBR-2	0.72	123	0.615	3		16	50
M102A.8	9.000	1.500	ΑΝΤ ΑΠΟΜ SBR-2	0.81	123	0.245	3		2.5	16
M102A.9	5.500	0.750	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΦΙΛ ΑΝΘ Νο	0.800	123	0.075	3		2.5	16
M102A.10	5.500	0.750	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΦΙΛ ΑΝΘ Νο	0.800	123	0.075	3		2.5	16
M102A.11	18.00	1.500	N_ΑΝΤ. ΤΡΟΦ. ΜΟΝ. Ρ	0.82	123	0.490	3	2.5	2.5	16
M102A.12	5.000	2.200	N_ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ	0.83	123	0.200	3	2.5	2.5	16
M102A.13	2.000	0.600	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	0.90	3	0.124	1		1.5	10
M102.Π	220.0	98.01	Πίνακας	0.782	123		3		95	200
M102.1	8.000	5.500	ΥΠΟΒΡ ΑΝΑΔ SBR-1	0.83	123	0.502	3		4	20
M102.2	6.000	1.200	ΑΝΤ ΑΠΟΜ ΙΛΥΟΣ SBR-	0.83	123	0.131	3		2.5	16
M102.3	11.00	5.500	ΥΠΟΒΡ ΑΝΑΔ ΔΕΞ SBR-	0.83	123	0.690	3		4	20
M102.4	7.500	1.200	ΑΝΤ ΑΠΟΜ ΙΛΥΟΣ SBR-	0.84	123	0.163	3		2.5	16
M102.5	5.000	0.370	ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	0.85	123	0.034	3		2.5	16
M102.6	1.800	1.500	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ	0.85	123	0.049	3		2.5	16
M102.7	15.00	2.300	N_ΥΠΟΒ ΑΝΑΔ ΔΕΞ	0.86	123	0.625	3	2.5	2.5	16
M102.8	5.500	2.200	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΦΙΛ ΑΝΘ Νο	0.86	123	0.219	3		2.5	16
M102.9	5.500	2.200	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΦΙΛ ΑΝΘ Νο	0.88	123	0.219	3		2.5	16
M102.10	18.00	0.090	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	0.85	123	0.029	3		2.5	16
M102.11	16.00	0.090	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	0.85	123	0.026	3		2.5	16
M102.12	18.00	7.400	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦ	0.82	123	2.417	3		2.5	16
M102.13	18.00	7.400	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘ ΣΥΜΠΥΚΝ	0.82	123	2.417	3		2.5	16
M102.14	18.00	1.500	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	0.85	123	0.489	3		2.5	16
M102.15	16.00	1.500	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	0.85	123	0.435	3		2.5	16
M102.16	5.000	0.370	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ	0.85	1	0.115	1		2.5	16
M102.99	10.00	1.100	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	0.80	2	1.139	1		1.5	10
M102.M102A	13.00	46.41	Πίνακας	0.742	123	1.201	3		25	100

Τεύχος Υπολογισμών

© 4M s/n : 1199338346

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	Cosφ	Φάση	Πτώση Τάσης (V)	Είδος Γραμμής	Επιθ. Διατομή (mm ²)	Υπολ. Διατομή (mm ²)	Μέγιστη Ασφάλεια (A)
M102.M103	225.0	13.58	Πίνακας	0.762	123	23.51	3		6	50
A.Π	30.00	176.5	Πίνακας	0.791	123		3	300	300	400
A.1	50.00	8.930	ΓΕΝ. ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗ	0.82	123	5.093	3		4	20
A.2	40.00	5.000	ΓΕΝ. ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ	0.81	123	2.283	3		4	20
A.3	35.00	4.000	ΓΕΝ. ΖΥΓΙΣΤΗΡΙΟΥ	0.87	123	1.592	3		4	20
A.4	28.00	35.15	ΠΙΝ.ΚΙΝ.ΑΝΤ.ΠΥΡΟΣΒΕΣΤ.	0.77	123	1.432	3		35	80
A.5	18.00	5.750	ΕΞΩΤ. ΦΩΤΙΣΜΟΣ	0.77	123	1.184	3		4	20
A.6	215.0	20.10	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝ. ΜΟΝ. RC	0.85	123	12.73	3	16	16	35
A.M102	220.0	98.01	Πίνακας	0.782	123	13.73	3		95	200

Τεύχος Υπολογισμών

© 4M s/n : 1199338346

Υπολογισμοί Ηλεκτρικής Εγκατάστασης													
Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	Cosφ	Είδ. Καλ.	Αριθ. Παρ Καλ	Υπολ. Διατομή (mm²)	Επιθ. Διατομή (mm²)	Επιτρ. Ρεύμα Κ.Σ.	Συντ. Διορέ	Επιτρ. Ρεύμα (Α).	Μέγ Ασφ (Α)	Ρεύμα Γραμ (Α)
M103.Π	225.0	13.58	Πίνακας	0.762	J1VV-R		6		39.00	1.298	50.62	50	35.71
M103.1	35.00	2.000	ΥΠΟΒ ΑΕΡΙΣΤ FLOWJE	0.78	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	3.716
M103.2	20.00	7.400	ΑΝΤ ΕΞ_ΑΝ ΣΤΡ1	0.75	J1VV-R		4		23.00	0.964	22.17	20	14.30
M103.3	20.00	7.400	ΑΝΤ ΕΞ_ΑΝ ΣΤΡ1	0.75	J1VV-R		4		23.00	0.964	22.17	20	14.30
M103.4	35.00	4.000	ΠΥΡΣΟΣ ΚΑΥΣΗΣ	0.79	J1VV-U		4		23.00	0.964	22.17	20	7.338
M103.7	2.000	0.300	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	0.90	A05VV-U		1.5		13.50	0.964	13.01	10	1.449
M102A.Π	5.000	46.41	Πίνακας	0.742	J1VV-R		25		141.0	0.964	135.9	100	97.07
M102A.1	15.00	0.550	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΓΛΥΚΕΡ Νο1	0.85	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	0.938
M102A.2	15.00	0.550	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΓΛΥΚΕΡ Νο2	0.85	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	0.938
M102A.3	7.500	0.100	N_ΔΟΣ. ΑΝΤ.Η3ΡΟ4 Νο	0.85	J1VV-R		2.5	2.5	18.00	0.964	17.35	16	0.512
M102A.4	8.000	0.100	N_ΔΟΣ. ΑΝΤ.Η3ΡΟ4 Νο	0.85	J1VV-R		2.5	2.5	18.00	0.964	17.35	16	0.512
M102A.5	11.00	18.50	ΕΠΙΦ ΑΕΡ ΔΕΞ SBR-1	0.72	J1VV-R		16		52.00	0.964	50.13	50	37.24
M102A.6	9.000	1.500	ΑΝΤ ΑΠΟΜ SBR-1	0.81	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	2.684
M102A.7	11.00	18.50	ΕΠΙΦ ΑΕΡ ΔΕΞ SBR-2	0.72	J1VV-R		16		52.00	0.964	50.13	50	37.24
M102A.8	9.000	1.500	ΑΝΤ ΑΠΟΜ SBR-2	0.81	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	2.684
M102A.9	5.500	0.750	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΦΙΛ ΑΝΘ Νο	0.800	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	1.359
M102A.10	5.500	0.750	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΦΙΛ ΑΝΘ Νο	0.800	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	1.359
M102A.11	18.00	1.500	N_ΑΝΤ. ΤΡΟΦ. ΜΟΝ. Ρ	0.82	J1VV-R		2.5	2.5	17.50	0.964	16.87	16	2.651
M102A.12	5.000	2.200	N_ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ	0.83	J1VV-R		2.5	2.5	17.50	0.964	16.87	16	3.841
M102A.13	2.000	0.600	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	0.90	A05VV-U		1.5		13.50	0.964	13.01	10	2.899
M102.Π	220.0	98.01	Πίνακας	0.782	J1VV-R		95		179.0	1.298	232.3	200	184.5
M102.1	8.000	5.500	ΥΠΟΒΡ ΑΝΑΔ SBR-1	0.83	J1VV-R		4		23.00	0.964	22.17	20	9.604
M102.2	6.000	1.200	ΑΝΤ ΑΠΟΜ ΙΛΥΟΣ SBR-	0.83	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	2.095
M102.3	11.00	5.500	ΥΠΟΒΡ ΑΝΑΔ ΔΕΞ SBR-	0.83	J1VV-R		4		23.00	0.964	22.17	20	9.604
M102.4	7.500	1.200	ΑΝΤ ΑΠΟΜ ΙΛΥΟΣ SBR-	0.84	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	2.070
M102.5	5.000	0.370	ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	0.85	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	0.631
M102.6	1.800	1.500	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ	0.85	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	2.558
M102.7	15.00	2.300	N_ΥΠΟΒ ΑΝΑΔ ΔΕΞ	0.86	J1VV-R		2.5	2.5	18.00	1.220	21.96	16	3.876
M102.8	5.500	2.200	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΦΙΛ ΑΝΘ Νο	0.86	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	3.707
M102.9	5.500	2.200	ΑΝΤ ΤΡΟΦ ΦΙΛ ΑΝΘ Νο	0.88	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	3.623
M102.10	18.00	0.090	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	0.85	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	0.153
M102.11	16.00	0.090	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	0.85	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	0.153
M102.12	18.00	7.400	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟ	0.82	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	13.08
M102.13	18.00	7.400	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘ ΣΥΜΠΥΚΝ	0.82	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	13.08
M102.14	18.00	1.500	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	0.85	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	2.558
M102.15	16.00	1.500	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	0.85	J1VV-R		2.5		17.50	0.964	16.87	16	2.558
M102.16	5.000	0.370	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ	0.85	J1VV-R		2.5		18.00	0.964	17.35	16	1.893
M102.99	10.00	1.100	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	0.80	A05VV-U		1.5		13.50	0.964	13.01	10	5.978
M102.M102A	13.00	46.41	Πίνακας	0.742	J1VV-R		25		141.0	0.964	135.9	100	97.07

Τεύχος Υπολογισμών

Τεύχος Υπολογισμών

© 4M s/n : 1199338346

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμή (KW)	Είδος Φορτίου	Cosφ	Είδ. Καλ.	Αριθ. Παρ Καλ	Υπολ. Διατομή (mm²)	Επιθ. Διατομή (mm²)	Επιτρ. Ρεύμα Κ.Σ.	Συντ. Διορέ	Επιτρ. Ρεύμα (Α).	Μέγ. Ασφ (Α)	Ρεύμα Γραμ (Α)
M102.M103	225.0	13.58	Πίνακας	0.762	J1VV-R		6		39.00	1.298	50.62	50	35.71
A.Π	30.00	176.5	Πίνακας	0.791	J1VV-R		300	300	336.0	1.298	436.1	400	326.4
A.1	50.00	8.930	ΓΕΝ. ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗ	0.82	J1VV-R		4		23.00	0.964	22.17	20	15.78
A.2	40.00	5.000	ΓΕΝ. ΣΥΝΕΡΓΕΙΟΥ	0.81	J1VV-R		4		23.00	0.964	22.17	20	8.946
A.3	35.00	4.000	ΓΕΝ. ΖΥΓΙΣΤΗΡΙΟΥ	0.87	J1VV-R		4		23.00	0.964	22.17	20	6.663
A.4	28.00	35.15	ΠΙΝ.ΚΙΝ.ΑΝΤ.ΠΥΡΟΣΒΕΣΤ.	0.77	J1VV-R		35		83.00	0.964	80.01	80	66.16
A.5	18.00	5.750	ΕΞΩΤ. ΦΩΤΙΣΜΟΣ	0.77	J1VV-R		4		23.00	0.964	22.17	20	10.82
A.6	215.0	20.10	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝ. ΜΟΝ. ΡΟ	0.85	J1VV-R		16	16	52.00	0.964	50.13	35	34.27
A.M102	220.0	98.01	Πίνακας	0.782	J1VV-R		95		179.0	1.298	232.3	200	184.5

Τεύχος Υπολογισμών

© 4M s/n : 1199338346

Ανάλυση Φορτίου Πίνακα		: M103.Π			
Όνομα Πίνακα		: MCC-103 ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΔΕΞ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ			
Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Ετεροχρονισμός	Μέγιστη Ζήτηση (kVA)
Κινητήρας D.O.L.	2.00	0.78	2.56	1	2.56
Κινητήρας ΥΔ StarDel 1	14.80	0.75	19.73	0.50	9.87
Αναχώρηση Υποπίνακα	4.00	0.79	5.06	1	5.06
Control αυτοματισμού	0.30	0.90	0.33	1	0.33
ΣΥΝΟΛΑ	21.10	0.76	27.67		17.81
Κατανομή Φάσεων					
L1 (KVA)				:	9.45
L2 (KVA)				:	9.12
L3 (KVA)				:	9.12
Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)				:	41.10
Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης				:	0.64
Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)				:	25.81
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)				:	26.45
Προσαυξήσεις					
Λόγω Εφεδρείας (%)				:	35
Λόγω Κινητήρων (A)				:	
Λόγω Έντασης Λαμπτήρων (A)				:	
Τελικό Ρεύμα (A)				:	35.71
Τύπος Καλωδίου				:	J1VV-R
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)				:	39.00
Τρόπος τοποθέτησης : Έδαφος				:	
Θερμοκρασία εδάφους				:	10
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας				:	1.100
Θερμική αντίσταση εδάφους				:	10
Συντελεστής διόρθωσης θερμικής αντίστασης				:	1.180
Πλήθος κυκλωμάτων				:	1
Συντελεστής ομαδοποίησης				:	1.000
Συντελεστής Διόρθωσης				:	1.298
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)				:	50.62
Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)				:	0.31
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)				:	0.98
Επιλέγεται					
Γενικός Διακόπτης (A)				:	63
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)				:	50
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²)				:	6.00
Βαθμός Προστασίας Πίνακα				:	IP
Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα				:	Όχι
Τεύχος Υπολογισμών					

Ανάλυση Φορτίου Πίνακα		: M102A.Π			
Όνομα Πίνακα		: MCC102A - ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο2			
Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Ετεροχρονισμός	Μεγιστή Ζήτηση (kVA)
Κινητήρας Inverter	5.60	0.82	6.83	1	6.83
Κινητήρας D.O.L.	2.40	0.83	2.89	1	2.89
Κινητήρας Soft_Start	37.00	0.72	51.39	1	51.39
Κινητήρας Inverter 1	1.50	0.80	1.88	0.50	0.94
Control αυτοματισμού	0.60	0.90	0.67	1	0.67
ΣΥΝΟΛΑ	47.10	0.74	63.50		62.56
Κατανομή Φάσεων					
L1 (KVA)				:	21.03
L2 (KVA)				:	21.03
L3 (KVA)				:	21.58
Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)				:	93.83
Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης				:	0.99
Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)				:	90.67
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)				:	92.45
Προσαυξήσεις					
Λόγω Εφεδρείας (%)				:	5
Λόγω Κινητήρων (A)				:	
Λόγω Έναυσης Λαμπτήρων (A)				:	
Τελικό Ρεύμα (A)				:	97.07
Τύπος Καλωδίου				:	J1VV-R
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)				:	141.00
Τρόπος τοποθέτησης : Σε απόσταση μεταξύ τους διάταξη επίπεδη οριζόντια					
Θερμοκρασία περιβάλλοντος				:	33
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας				:	0.964
Όδευση : Χωρίς Διόρθωση				:	
Πλήθος κυκλωμάτων - πολυπολικών καλωδίων				:	1
Συντελεστής ομαδοποίησης				:	1.000
Συντελεστής Διόρθωσης				:	0.964
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)				:	135.92
Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)				:	2.62
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)				:	4.07
Επιλέγεται					
Γενικός Διακόπτης (A)				:	100
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)				:	100
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²)				:	25.00
Βαθμός Προστασίας Πίνακα				:	IP
Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα				:	Όχι
Τεύχος Υπολογισμών					

Ανάλυση Φορτίου Πίνακα		: M102.Π			
Όνομα Πίνακα		: MCC102 - ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ Νο1			
Έιδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Ετεροχρονισμός	Μέγιστη Ζήτηση (kVA)
Κινητήρας D.O.L.	17.94	0.84	21.44	1	21.44
Κινητήρας Inverter 1	4.40	0.87	5.06	0.50	2.53
Κινητήρας D.O.L. 1	3.18	0.85	3.74	0.50	1.87
Κινητήρας Inverter	14.80	0.82	18.05	1	18.05
Control αυτοματισμού	1.10	0.80	1.38	1	1.38
Πίνακας	59.99	0.75	80.37	1	80.37
ΣΥΝΟΛΑ	101.41	0.78	129.69		125.33
Κατανομή Φάσεων					
L1 (KVA)				:	43.19
L2 (KVA)				:	43.91
L3 (KVA)				:	43.08
Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)				:	190.93
Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης				:	0.97
Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)				:	181.64
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)				:	184.52
Προσαυξήσεις					
Λόγω Εφεδρείας (%)				:	
Λόγω Κινητήρων (A)				:	
Λόγω Έναυσης Λαμπτήρων (A)				:	
Τελικό Ρεύμα (A)				:	184.52
Τύπος Καλωδίου				:	J1VV-R
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)				:	179.00
Τρόπος τοποθέτησης : Έδαφος				:	
Θερμοκρασία εδάφους				:	10
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας				:	1.100
Θερμική αντίσταση εδάφους				:	7
Συντελεστής διόρθωσης θερμικής αντίστασης				:	1.180
Πλήθος κυκλωμάτων				:	1
Συντελεστής ομαδοποίησης				:	1.000
Συντελεστής Διόρθωσης				:	1.298
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)				:	232.34
Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)				:	2.94
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)				:	15.45
Επιλέγεται					
Γενικός Διακόπτης (A)				:	250
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)				:	200
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²)				:	95.00
Βαθμός Προστασίας Πίνακα				:	IP
Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα				:	Όχι
Τεύχος Υπολογισμών					

Ανάλυση Φορτίου Πίνακα		: Α.Π			
Όνομα Πίνακα		: Γ.Π.Χ.Τ. Εγκατάστασης			
Έιδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Ετεροχρονισμός	Μέγιστη Ζήτηση (kVA)
Αναχώρηση Υποπίνακα	78.93	0.80	98.42	1	98.42
Πίνακας	98.01	0.78	125.33	0.996	124.83
ΣΥΝΟΛΑ	176.94	0.79	223.73		223.23
Κατανομή Φάσεων					
L1 (KVA)				:	74.55
L2 (KVA)				:	75.25
L3 (KVA)				:	74.44
Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)				:	327.17
Συνολικός Συντελεστής Ζήτησης				:	1.00
Ένταση για Ισοκατανομή Φάσεων (A)				:	323.52
Πιθανή Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)				:	326.43
Προσαυξήσεις					
Λόγω Εφεδρείας (%)				:	
Λόγω Κινητήρων (A)				:	
Λόγω Έντασης Λαμπτήρων (A)				:	
Τελικό Ρεύμα (A)				:	326.43
Τύπος Καλωδίου				:	J1VV-R
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου σε Κ.Σ (A)				:	336.00
Τρόπος τοποθέτησης : Έδαφος				:	
Θερμοκρασία εδάφους				:	10
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας				:	1.100
Θερμική αντίσταση εδάφους				:	7
Συντελεστής διόρθωσης θερμικής αντίστασης				:	1.180
Πλήθος κυκλωμάτων				:	1
Συντελεστής ομαδοποίησης				:	1.000
Συντελεστής Διόρθωσης				:	1.298
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Καλωδίου (A)				:	436.13
Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)				:	6.93
Επιτρεπόμενο Ρεύμα Βραχυκυκλώσεως (KA)				:	48.79
Επιλέγεται					
Γενικός Διακόπτης (A)				:	400
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)				:	400
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²)				:	300
Βαθμός Προστασίας Πίνακα				:	IP
Ενσωματωμένος σε άλλο Πίνακα				:	Όχι
Τεύχος Υπολογισμών					

Πτώση Τάσης στις Γραμμές του Δικτύου

Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.1 :	5.093 V (1.280%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.2 :	2.283 V (0.574%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.3 :	1.592 V (0.400%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.4 :	1.432 V (0.360%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.5 :	1.184 V (0.298%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->A.6 :	12.730 V (3.199%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.1 :	14.232 V (3.577%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.2 :	13.861 V (3.484%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.3 :	14.420 V (3.624%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.4 :	13.893 V (3.492%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.5 :	13.764 V (3.459%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.6 :	13.779 V (3.463%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.7 :	14.355 V (3.608%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.8 :	13.949 V (3.506%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.9 :	13.949 V (3.506%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.10 :	13.759 V (3.458%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.11 :	13.756 V (3.457%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.12 :	16.147 V (4.058%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.13 :	16.147 V (4.058%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.14 :	14.219 V (3.574%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.15 :	14.165 V (3.560%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.16 :	8.051 V (3.501%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102.99 :	9.075 V (3.946%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.1 :	15.081 V (3.790%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.2 :	15.081 V (3.790%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.3 :	8.678 V (3.773%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.4 :	8.681 V (3.774%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.5 :	15.546 V (3.907%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.6 :	15.176 V (3.814%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.7 :	15.546 V (3.907%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.8 :	15.176 V (3.814%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.9 :	15.006 V (3.771%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.10 :	15.006 V (3.771%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.11 :	15.421 V (3.876%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.12 :	15.131 V (3.803%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M102A.13 :	8.755 V (3.806%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M103.1 :	38.512 V (9.679%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M103.2 :	38.936 V (9.785%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M103.3 :	38.936 V (9.785%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M103.4 :	38.840 V (9.761%)
Πτώση τάσης στη γραμμή	A-->M103.7 :	21.588 V (9.386%)

Δυσμενέστερη γραμμή A-->M103.2 : 38.936 V (9.785%)

7.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ

7.7.1 Γενικά στοιχεία

Η άεργος ισχύς επιβαρύνει τον Μ/Σ καθώς και τα καλώδια της εγκατάστασης και αποτελεί έναν πρόσθετο κοστολογικό παράγοντα διότι χρεώνεται από την Δ.Ε.Η., η οποία επιβάλλει πρόστιμα σε περιπτώσεις χαμηλού συντελεστού ισχύος ($\cos\phi$). Η άεργος ισχύς της εγκατάστασης αντισταθμίζεται με την κατάλληλη τοποθέτηση συστοιχιών πυκνωτών. Η αντιστάθμιση της αέργου ισχύος μπορεί να πραγματοποιηθεί εναλλακτικά, με τους εξής τρόπους:

- Τοπικά σε κάθε συσκευή με σταθερό φορτίο.
- Ομαδικά σε μια ομάδα συσκευών με συνεχή σταθερή λειτουργία.
- Κεντρικά, αν η φόρτιση των διαφόρων συσκευών είναι κυμαινόμενη.

Στους Μ/Σ τοποθετούνται μόνιμοι πυκνωτές οι οποίοι παράγουν σταθερή άεργο ισχύ (αντιστάθμιση μετασχηματιστή). Ο τρόπος αντιστάθμισης που επιλέγεται για το δίκτυο της Χ.Τ. είναι η κεντρική αντιστάθμιση η οποία προσφέρει πλεονεκτήματα συντήρησης, επέκτασης και κυμαινόμενης φόρτισης έναντι της τοπικής.

7.7.2 Κεντρική αντιστάθμιση

Υπολογισμός Αέργου Ισχύος της Εγκατάστασης

Η άεργος ισχύς που πρέπει να αντισταθμιστεί δίνεται από την σχέση:

$$Q = P_{ολ} [\tan\phi_1 - \tan\phi_2]$$

όπου:

$P_{ολ}$: Η συνολική απορροφούμενη ισχύς της εγκατάστασης

ϕ_1 : Η γωνία φορτίου πριν από την βελτίωση του συντελεστή ισχύος (Σ.Ι).

ϕ_2 : Η γωνία φορτίου μετά την βελτίωση του Σ.Ι.

Τα φορτία του Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης, όπως προκύπτουν από το συνημμένο φύλλο των υπολογισμών, δίνονται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί :

Πίνακας	Εγκ. Φορ. (kW)	cosφ	Φαιν. Ισχ. (kVA)	Μέγιστη Ζήτηση (kVA)
ΚΤ. ΔΙΟΙΚ.	8,93	0,82	10,89	10,89
ΣΥΝΕΡΓ	5,00	0,81	6,17	6,17
ΖΥΓΙΣΤ	4,00	0,87	4,60	4,60
ΑΝΤ. ΠΥΡΟΣ	35,15	0,77	45,65	45,65
MCC102	102,72	0,76	134,87	130,35
ΠΙΝ. RO	20,00	0,85	23,53	23,53
Σύνολα:	175,80	0,791	223,23	221,19

Η συνολική φαινόμενη ισχύς που αντιστοιχεί στην μέγιστη ζήτηση, έχει υπολογιστεί με αναλυτικό ετεροχρονισμό. Ο βελτιωμένος συντελεστής ισχύος λαμβάνεται ίσος με 0.96. Σύμφωνα με την απαίτηση αυτή καθώς επίσης και με τα παραπάνω στοιχεία, συμπληρώνεται ο ακόλουθος πίνακας για την εκλογή κατάλληλων πυκνωτών αντιστάθμισης.

A/A	kVAR	kW	cosφ	kVA
Χωρίς Βελτίωση cosφ:	136,10	176,94	0,791	223,2
Με Βελτίωση cosφ:	51,61	176,94	0,96	184,31
Άεργος Ισχύς Πυκνωτών:	84,49			
Λαμβάνεται:	99			

Ονομαστική Τιμή Χαμηλής Τάσης:	400	V
Επιλέγονται Πυκνωτές Αέργου Ισχύος:	5,5	kVAR
Πλήθος Απαιτούμενων Πυκνωτών:	18	-
Μέγιστο Ρεύμα Διάταξης Πυκνωτών:	142,89	A
Μέγιστο Ρεύμα Γραμμής Εκάστου Πυκνωτή:	11,91	A

Λαμβάνονται:

18 πυκνωτές, αέργου ισχύος 5,5 kVar στα 400 Volts.

Σχηματίζεται μια συστοιχία τέτοιων πυκνωτών και μέσω κατάλληλου ηλεκτρονικού ρυθμιστή ελέγχεται η άεργος ισχύς του δικτύου Χ.Τ. Οι πυκνωτές τοποθετούνται στο γενικό πίνακα χαμηλής τάσης, όπως φαίνεται στα συνημμένα σχέδια και πιο συγκεκριμένα στο πεδίο εισόδου.

7.8 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ Η/Ζ

Η διαστασιολόγηση πραγματοποιείται λαμβάνοντας το μεγαλύτερο φορτίο προς εκκίνηση, που είναι ένας επιφανειακός αεριστήρας 18,5 kW ο οποίος εκκινεί ομαλά (soft starting). Η μέγιστη ζήτηση φορτίου με βάση τους υπολογισμούς που προηγήθηκαν είναι 83,27 kW για ταυτόχρονη κάλυψη όλων των κρίσιμων φορτίων της εγκατάστασης και υπό συνθήκες κατανάλωσης πλήρους φορτίου. Τα δεδομένα αυτά αφορούν την εγκατάσταση με τις προσθήκες των νέων φορτίων, οπότε η ακόλουθη διαστασιολόγηση ουσιαστικά αποτελεί έλεγχο επάρκειας του υφιστάμενου ΗΖ, το οποίο έχει εφεδρική ισχύ 110 kVA και 100 kVA σε συνεχή λειτουργία.

Στην συγκεκριμένη εγκατάσταση δεν προβλέπεται διαχωρισμός των ηλεκτρικών υποπινάκων σε κανονικής λειτουργίας και ανάγκης, με αποτέλεσμα όλα τα φορτία να τροφοδοτούνται κανονικά από την γραμμή της Δ.Ε.Η. Σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος θα υπάρχει πρόβλεψη στο σύστημα αυτομάτου ελέγχου των εγκαταστάσεων ώστε να μπορούν να τεθούν σε λειτουργία μόνον τα χαρακτηρισμένα ως κρίσιμα φορτία ή φορτία ανάγκης, αποκλείοντας την παροχή ρεύματος στους υπόλοιπους καταναλωτές καθ' όλη την διάρκεια της λειτουργίας των εγκαταστάσεων από την γραμμή του Η/Ζ. Ακολούθως δίνεται πίνακας για την τελική διαστασιολόγηση του Η/Ζ της μονάδας.

Απαίτηση Ισχύος Εγκατάστασης	83,27	kW	Pn
Μεγαλύτερη εν. ισχύς προς εκκίνηση	18,50	kW	Pm
Συνεχής εν. Ισχύς Διαστασιολόγησης H/Z	83,27	kW	
Μεγαλύτερη εν. ισχύς προς εκκίνηση	18,50	kW	
Υπόλοιπη σταθερή εν. ισχύς	64,77	kW	Pr = Pn - Pm
cosφHZ (λειτουργία σε HZ)	0,80	cosφHZ	
Υπόλοιπη φαινόμενη σταθερή Ισχύς	80,96	kVA	Sr = Pr / cosφHZ
Συντελεστής προσαύξησης ισχύος εκκίνησης του μεγαλύτερου φορτίου με ομαλή εκκίνηση (soft starting)	2,70		σ_{EK}
Προσαυξημένη Ισχύς εκκίνησης του μεγαλύτερου φορτίου με ομαλή εκκίνηση (soft starting)	28,84	kW	$P_{EK} = P_m * \sigma_{EK} / \sqrt{3}$
Συντελεστής ισχύος γραμμής (cosφ _{ΕΚ})	0,75		
Φαινόμενη προσαυξημένη ισχύς για εκκίνηση	38,45	kVA	$S_{EK} = P_{EK} / \cos\phi_{EK}$
Υπόλοιπη φαινόμενη σταθερή Ισχύς	80,96	kVA	Sr
Εκτιμώμενος συντελεστής ετεροχρονισμού λοιπών φορτίων εγκατάστασης:	0,85		te
Μέγιστη πιθανή ζήτηση ισχύος λοιπών φορτίων:	68,82	kVA	St = Sr * te
Σύνολο απαιτούμενης εφεδρικής ισχύος από υπολογισμό:	107,27	kVA	Ssb = Sek + St (Stand By)
Μέγιστη πιθανή ζήτηση ισχύος κανονικής λειτουργίας με ετεροχρονισμό:	88,47	kVA	Scon = Pn * te / cosφHZ (Continuous)

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς συνάγεται ότι το υφιστάμενο ζεύγος, συνεχούς ισχύος 100 kVA και εφεδρικής ισχύος 110 kVA, **επαρκεί για τις ανάγκες της εγκατάστασης** συμπεριλαμβανομένων και των προσθηκών.

8. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΕΣ

8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η λειτουργία της ΕΕΣ θα γίνεται από προσωπικό που θα εκπαιδευτεί κατάλληλα. Για τη συντήρηση του εξοπλισμού, κύριου και βοηθητικού, θα πρέπει να παραδοθούν αναλυτικές οδηγίες ρύθμισης, λειτουργίας και συντήρησης ανά μονάδα έργου και εγχειρίδια των (νέων) κατασκευαστών.

Η «συντήρηση» περιλαμβάνει και αποκατάσταση των επιχρισμάτων, βαφών, μονώσεων, διαρροών εξοπλισμού και σωληνώσεων, καθαρισμός καναλιών και φρεατίων, συντήρηση και πότισμα των φυτών (κλάδεμα, ξεβοτάνισμα όλου του χώρου της εγκατάστασης κλπ) και λοιπές παρόμοιες εργασίες που απαιτούνται τόσο για την καλή και ομαλή λειτουργία όσο και την καλή συνολική εμφάνιση του χώρου της εγκατάστασης.

Οι εργασίες επισκευών βασικού εξοπλισμού (πχ αντλίες), πρέπει να γίνονται από τον προμηθευτή, κατασκευαστή ή εξουσιοδοτημένο επίσημο αντιπρόσωπο του και θα χρησιμοποιούνται γνήσια εξαρτήματα και ανταλλακτικά.

Οι εργασίες συντήρησης πρέπει να καταγράφονται σε ημερολόγιο λειτουργίας σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις.

Βλάβες που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και αυτοματισμό πρέπει να αναφέρονται άμεσα στην επίβλεψη, να αίρονται αμέσως και να περιγράφονται αναλυτικά στο ημερολόγιο λειτουργίας.

Σε κάθε περίπτωση, το ζητούμενο είναι με σωστή επίβλεψη της λειτουργίας και εργασίες συντήρησης οι βλάβες να περιορίζονται στο ελάχιστο και να διασφαλίζεται η άμεση αποκατάσταση των βλαβών αυτοματισμού και ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού καθώς και αλλαγές στο λογισμικό ανάλογα με τις απαιτήσεις των εγκαταστάσεων.

Στις αρμοδιότητες του/των συντηρητή/τών μιας ΕΕΣ είναι ο περιοδικός έλεγχος όλων των επιμέρους τμημάτων της εγκατάστασης. Ενδεικτικά, αλλά όχι περιοριστικά, αναφέρονται τα κάτωθι :

Εργασίες προ της εκκίνησης

- Επιθεώρηση κινητήρων και λοιπών κινουμένων μερών εγκατάστασης.
- Επιθεώρηση μεταλλικών μερών
- Αλλαγή λιπαντικών (όπου απαιτούνται)
- Βαφή καλυμμάτων και κιγκλιδωμάτων
- Δοκιμαστική θέση σε λειτουργία όλων των κινητήρων
- Υδραυλικές δοκιμές

Οι εργασίες αυτές πρέπει να γίνουν τουλάχιστον 15 ημέρες προ της προγραμματιζόμενης εκκίνησης.

Καθημερινές Εργασίες

- Οπτική επιθεώρηση των κινούμενων μερών της εγκατάστασης
- Οπτική επιθεώρηση της καθαρότητας των εξερχομένων υγρών και των ενδείξεων-καταγραφών των οργάνων μέτρησης (ειδοποίηση του κατασκευαστή σε περίπτωση αστοχίας)
- Έλεγχος επάρκειας των διαλυμάτων χημικών

Μηνιαίες Εργασίες

- Δειγματοληψία και εργαστηριακές αναλύσεις εξεταζόμενων παραμέτρων

Τριμηνιαίες Εργασίες

- Αλλαγή λιπαντικών

Ετήσιες Εργασίες

- Γενική συντήρηση της εγκατάστασης

Σε γενικές γραμμές πρέπει να τηρούνται κατ' ελάχιστον τα κάτωθι :

- Σε όλες τις αντλίες, αναδευτήρες, προωθητές και ηλεκτροκινητήρες να αλλάζονται τακτικά όλα τα σε συχνή φθορά υποκείμενα εξαρτήματα όπως ρουλεμάν, μηχανικοί στυπιοθλίπτες, τσιμούχες, δακτύλιοι καθώς και όλα τα υπόλοιπα μέρη αυτών στα οποία η φθορά είναι εμφανής όπως πχ σπηλαιώση σε φτερωτές αντλιών, παραμόρφωση στις φτερωτές ψύξης των ηλεκτροκινητήρων, βλάβες στις περιελίξεις στάτορα και ρότορα, στις μεμβράνες των δοσομετρικών αντλιών κλπ.

- Ρουλεμάν, κουζινέτα, τσιμούχες κλπ άλλων μηχανημάτων (πχ εσχάρες, αεριστές φυσητήρες, σαρωτές δεξαμενών καθίζησης και λοιπά) να αλλάζονται εάν κατόπιν ελέγχου εξακριβωθεί η αναγκαιότητα αυτή. Υπενθυμίζεται ότι τα όρια ασφαλούς λειτουργίας που ισχύουν είναι αυτά των τεχνικών φυλλαδίων των κατασκευαστών.
- Καθαρισμός και συντήρηση των συστημάτων απόσμησης, έλεγχος των οργάνων ρύθμισης, ένδειξης και προστασίας, σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, αλλαγή τυχόν κατεστραμμένων ή άλλων τμημάτων του συστήματος και επαναρρύθμιση της λειτουργίας στα επιθυμητά όρια.
- καθαρισμός, συντήρηση και έλεγχος του αντλιοστασίου βιομηχανικού νερού και του συστήματος πίεσης : αντλίες, κινητήρες, βάνες, βαλβίδες αντεπιστροφής και τα συστήματα ρύθμισης και προστασίας που έχει.
- Καθαρισμός, συντήρηση και έλεγχος όλων των συσκευών και οργάνων ένδειξης, ρύθμισης και προστασίας της εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένου και του συστήματος του αυτοματισμού- τηλεχειρισμού καθώς και τον συνολικό εξοπλισμό του χημείου
- Σε ετήσια βάση να γίνεται έλεγχος της στεγανότητας των αγωγών.

Η συντήρηση περιλαμβάνει επιπλέον

- την αποκατάσταση των επιχρισμάτων, βαφών, μονώσεων, διαρροών εξοπλισμού και σωληνώσεων, καθαρισμός καναλιών και φρεατίων, συντήρηση και πότισμα των φυτών (κλάδεμα, ξεβοτάνισμα όλου του χώρου της εγκατάστασης κλπ) και λοιπές παρόμοιες εργασίες που απαιτούνται τόσο για την καλή και ομαλή λειτουργία όσο και την καλή συνολική εμφάνιση του χώρου της εγκατάστασης.
- τη συχνή και πλήρη απόξεση της λάσπης από τα τοιχώματα των φρεατίων ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία σηπτικών συνθηκών
- τη συνεχή παρακολούθηση των χαρακτηριστικών της λάσπης στον βιολογικό αντιδραστήρα
- την απομάκρυνση αφρών και ιλύος που τυχόν συσσωρεύονται σε ανοικτές δεξαμενές και φρεάτια
- τον καθαρισμό επιφανειών των υπερχειλιστών όπου κατακρατείται γλίτσα (slime)
- τη συνεχή πλύση στις θέσεις συγκέντρωσης ακαθαρσιών (scums)
- την απομάκρυνση στερεών παραπροϊόντων σε ελεγχόμενους χώρους διάθεσης

Στόχος της διαδικασίας συντήρησης είναι η εξασφάλιση της ορθής και ικανοποιητικής λειτουργίας του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Οι απαραίτητες εργασίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων :

Επιθεωρήσεις	Μελέτες αξιοπιστίας και συντήρησης
Προληπτικούς ελέγχους και επεμβάσεις	Διαχείριση ανταλλακτικών
Λίπανση	Τεχνική τεκμηρίωσης
Επισκευές	Τήρηση Προδιαγραφών
Περιοδικές Αντικαταστάσεις	Γνώση τεχνικών οδηγιών
Μετατροπές και μετασκευές	

Η συντήρηση, εκτός από τις απλές εργασίες που τη στοιχειοθετούν, είναι αναγκαίο να χαρακτηρίζεται από:

Προσχεδιασμένες και οργανωμένες διαδικασίες, ώστε να εξασφαλίζεται η οικονομική και συνεχής λειτουργία της μονάδας.

Προγραμματισμό των απαραίτητων ενεργειών και εργασιών, οι οποίες να στοχεύουν στη διατήρηση του υπάρχοντος εξοπλισμού σε άριστη κατάσταση και ετοιμότητα και στη βελτίωση του, με ανασκευές ή προσθήκες, οι οποίες κοστίζουν πολύ λιγότερο από πιθανές αντικαταστάσεις.

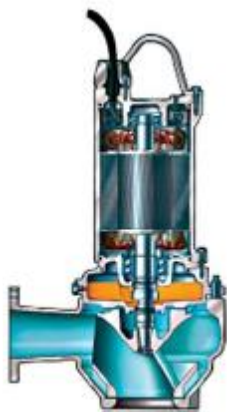
Ενέργειες προληπτικής συντήρησης του εξοπλισμού, οι οποίες εξασφαλίζουν αυξημένο χρόνο ζωής και μακροπρόθεσμα αποτελούν την πιο οικονομική μέθοδο συντήρησης. Οι ενέργειες αυτές μπορεί να προγραμματιστούν σε περιόδους λειτουργίας με χαμηλές εισερχόμενες παροχές, οπότε και μειώνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό η πιθανότητα αστοχίας του εξοπλισμού.

Στη συνέχεια ακολουθούν γενικές οδηγίες συντήρησης για το βασικό Η/Μ εξοπλισμό της μονάδας, σε κάθε περίπτωση όμως είναι αναγκαίο να ακολουθούνται οι ακριβείς οδηγίες συντήρησης και λειτουργίας, όπως αυτές περιγράφονται από τους κατασκευαστές.

8.2 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

8.2.1 Υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
------------	--------------------



Τυπική αντλία λυμάτων

Πριν από κάθε εργασία συντήρησης θα πρέπει:

- η αντλία να αποσυνδέεται τελείως από το δίκτυο και να εξασφαλίζεται ότι δεν θα τεθεί σε λειτουργία από κάποια άλλη αιτία,
- να προηγείται εκκένωση, εξαερισμός και έκπλυση του υγρού θαλάμου του αντλιοστασίου,
- να εφοδιάζεται το προσωπικό με κατάλληλα μέσα προστασίας όπως γάντια, μάσκα, εργαλεία κ.λπ.,
- να εξασφαλίζεται άμεση όδευση διαφυγής από το φρεάτιο του αντλιοστασίου.

Οι υποβρύχιες αντλίες είναι μηχανήματα κατασκευασμένα για συνεχή λειτουργία χωρίς ανάγκη ειδικής παρακολούθησης και συντήρησης.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άντληση υγρών θερμοκρασίας μέχρι 40°C και pH μεταξύ των τιμών 5 και 10.

Το μέγιστο βάθος ασφαλούς τοποθέτησης κυμαίνεται στα 20m κάτω από την στάθμη των λυμάτων.

Η ελάχιστη στάθμη άντλησης για αντλίες χωρίς μανδύα ψύξης είναι περίπου το μέσο του κορμού του ηλεκτροκινητήρα.

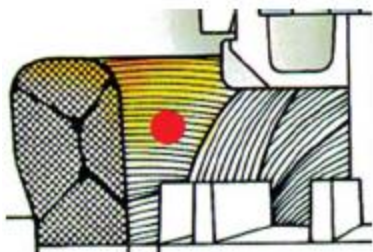
Εφόσον η αντλία έχει μανδύα ψύξης μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί και σε χαμηλότερη στάθμη με την προϋπόθεση ότι δεν εισέρχεται αέρας μέσα στο κέλυφος.

Κάθε κατασκευαστής προβλέπει διάφορα συστήματα προστασίας όπως εσωτερικά θερμικά στα τυλίγματα του στάτη ή και τα ρουλεμάν, αισθητήρα ανίχνευσης υγρασίας στην ελαιολεκάνη, το χώρο σύνδεσης των καλωδίων και άλλα ανάλογα τον κατασκευαστή και το μέγεθος της αντλίας. Θα πρέπει να πραγματοποιείται περιοδικός έλεγχος σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και ανάλογα με τις ώρες λειτουργίας. Ένα μέσο διάστημα για τον τακτικό έλεγχο είναι οι 2.000 - 2.500 ώρες λειτουργίας ή οι έξι μήνες ανάλογα με το ποιο θα συμπληρωθεί πρώτα. Κάθε 2 - 3 χρόνια ή 6.000 ώρες λειτουργίας η αντλία είναι σκόπιμο να αποστέλλεται σε εξουσιοδοτημένο συνεργείο του αντιπροσώπου του οίκου για γενικό έλεγχο και αντικατάσταση βασικών εξαρτημάτων που έχουν φθαρεί. Κατά τη διάρκεια των τακτικών επιθεωρήσεων πρέπει να ελέγχονται:

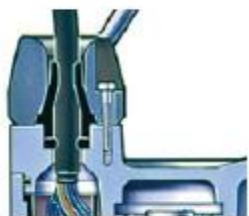
- Η καλή κατάσταση του καλωδίου.
- Η κατάσταση του λαδιού στην ελαιολεκάνη.
- Η κατακόρυφη θέση των οδηγών ράβδων.
- Η καλή κατάσταση του συστήματος ελέγχου στάθμης.
- Το διάκενο μεταξύ πτερωτής και πώματος αναρρόφησης.

Κατά την προληπτική συντήρηση συνίσταται ο έλεγχος του σημείου λειτουργίας με αμπερομέτρηση ώστε να διαπιστωθεί η κατάσταση του υδραυλικού δικτύου που συνεργάζεται ο εξοπλισμός (πιθανή φραγή σωληνώσεων - βανών - ανεπίστροφων βαλβίδων).

Ηλεκτρολογικό μέρος αντλίας

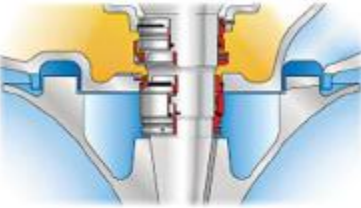
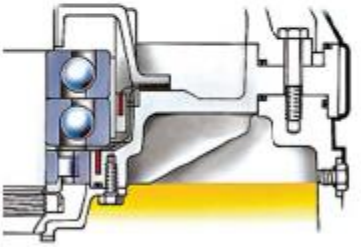


Θερμικοί διακόπτες στην περιέλιξη του ηλεκτροκινητήρα



Στεγανοποίηση καλωδίου αντλίας

- Αρχικά, για τον έλεγχο του ηλεκτροκινητήρα απαιτούνται δύο μετρήσεις:
 - Έλεγχος μόνωσης με ειδικό όργανο. Ελέγχεται ο ηλεκτροκινητήρας μεταξύ φάσεων και μεταξύ φάσεων - γης. Οι ενδείξεις πρέπει να είναι μεγαλύτερες από 1 ΜΩ. Πολύ χαμηλές τιμές μόνωσης υποδεικνύουν πιθανώς εισχώρηση ελαίου ή μίγματος ελαίου - λύματος στο χώρο του ηλεκτροκινητήρα. Στην περίπτωση αυτή, προτείνεται ο καθαρισμός και στέγνωμα του ηλεκτροκινητήρα καθώς και η επαναμόνωσή του με βερνίκι καλής ποιότητας (π.χ. Sterling).
 - Έλεγχος ισορροπίας μεταξύ των φάσεων του ηλεκτροκινητήρα. Η αντίσταση κάθε τυλίγματος του ηλεκτροκινητήρα πρέπει να είναι ίση ή παρόμοια με τα άλλα δύο τυλίγματα.
- Κάθε ηλεκτροκινητήρας εμπεριέχει στα τυλίγματα του θερμικούς διακόπτες. Σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί περιέλιξη ηλεκτροκινητήρα είναι πολύ σημαντικό να

	<p>επανατοποθετηθούν νέοι θερμικοί διακόπτες καθώς και υλικά περιέλιξης κλάσης H.</p> <ul style="list-style-type: none">• Κατά τη <u>συνδεσμολογία</u> (σε τριφασικούς ηλεκτροκινητήρες) πρέπει να ελεγχθεί η φορά περιστροφής της αντλίας – αναδευτήρα (κλότσημα αντιωρολογιακό) όπως επίσης και η ρύθμιση των θερμικών διακοπών του πίνακα να μην υπερβαίνει το ονομαστικό του εξοπλισμού.• Το <u>καλώδιο</u> που χρησιμοποιείται πρέπει να διαθέτει πολύ καλές ιδιότητες υποβρύχιων εφαρμογών. Δεν συνίσταται η επανασύνδεσή του (μάτισμα) σε περίπτωση κοπής του. Τα καλώδια πρέπει να παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε διάβρωση από λύματα καθώς και πολύ μικρή απορρόφηση. Όσον αφορά στην στεγανοποίηση από την μεριά της υποβρύχιας αντλίας σε συνδυασμό με τους κατάλληλους στυπιοθλίπτες καλωδίου πρέπει να εξασφαλίζουν απόλυτη στεγανότητα.
<p>Μηχανικό μέρος αντλίας</p>  <p>Μηχανικός στυπιοθλίπτης</p>  <p>Έναφαιροι τριβείς έδρασης άξονα</p>	<p>Σε ένα υποβρύχιο αντλητικό σύστημα, ιδιαίτερα σημαντικό είναι η διατήρηση της στεγανότητάς του, οπότε και απαιτείται παρακολούθηση των μηχανικών στυπιοθλιπτών:</p> <ul style="list-style-type: none">• Με παρακολούθηση της κατάστασής τους, εξασφαλίζεται η μακροβιότητα της αντλίας. Η παρακολούθηση επιτυγχάνεται με έλεγχο και αντικατάσταση των λαδιών σε τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με την χρήση, αλλά σε γενικές γραμμές συνίσταται αλλαγή μια φορά το χρόνο για εξοπλισμό που λειτουργεί στο 50-70% της δυναμικότητάς του.• Μια μικρή εισχώρηση λύματος στο ελαιοδοχείο (περίπου 10-20%) σε χρονικό διάστημα ενός χρόνου ή 4.000 ωρών είναι φυσιολογική. Αντικατάσταση του λαδιού και του δακτυλίου στεγανοποίησης (O-ring) έχει ως αποτέλεσμα τη λειτουργία της αντλίας, χωρίς πρόβλημα για άλλη μια περίοδο. Σε περίπτωση που παρατηρηθεί εισχώρηση λύματος στο ελαιοδοχείο και προέρχεται από τον μηχανικό στυπιοθλίπτη και όχι από άλλο δακτύλιο στεγανότητας, απαιτείται η αντικατάσταση του μηχανικού στυπιοθλίπτη.

	<ul style="list-style-type: none"> • Σημαντικό είναι κάθε φορά που πραγματοποιείται επέμβαση στην αντλία, ακόμα και για αντικατάσταση ελαίου, να αντικαθίστανται οι δακτύλιοι στεγανοποίησης. • Βασική αρχή: στην περίπτωση που αποσυναρμολογηθεί ο μηχανικός στυπιοθλίπτης που έχει δουλέψει, πρέπει να αντικατασταθεί, αφού δεν μπορεί να επιτευχθεί ξανά απόλυτη ταύτιση των συνεργαζόμενων μερών. • Σε περίπτωση αστοχίας του εσωτερικού μηχανικού στυπιοθλίπτη από υπερθέρμανση του ηλεκτροκινητήρα ή από υπερβολική εισχώρηση λύματος στο ελαιοδοχείο, συνήθως απαιτείται και η αντικατάσταση των ένσφαιρων τριβών της αντλίας. • Στους ένσφαιρους τριβείς πρέπει να χρησιμοποιείται γράσο αντοχής στην θερμοκρασία άνω των 155 βαθμών Κελσίου. • Κατά την επισκευή της αντλίας απαιτείται η αντικατάσταση των δακτυλίων στεγανότητας (O-rings) των μερών που αποσυναρμολογήθηκαν μετά από καλό καθαρισμό των συνεργαζόμενων εδρών. • Η σιλικόνη για τον λόγο της μικρής μηχανικής και χημικής αντοχής και σταθερότητας και της μη ομοιόμορφης κάλυψης των επιφανειών στεγανοποίησης δεν αποτελεί μέσο στεγανοποίησης. Το κόστος των O-rings είναι μικρό και η στεγανοποίηση εξασφαλισμένη.
Υδραυλικό μέρος αντλίας	<p>Το υδραυλικό μέρος δεν απαιτεί ιδιαίτερη συντήρηση.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα λειτουργίας (2-3 χρόνια) ή κάτω από ιδιαίτερα δύσκολες συνθήκες λειτουργίας απαιτείται έλεγχος των δακτυλίων για φθορά και πιθανώς απαιτηθεί αντικατάστασή τους αν το διάκενο είναι μεγαλύτερο από κάποιο όριο. Μη αντικατάστασή των δακτυλίων φθοράς έχει ως συνέπεια τη μειωμένη υδραυλική απόδοση της αντλίας. • Σε εγκαταστάσεις με η ικανοποιητική εσχάρωση απαιτείται έλεγχος και καθαρισμός του υδραυλικού μέρους ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Συνήθη προβλήματα σε υποβρύχιες αντλίες λυμάτων και πιθανές αιτίες:

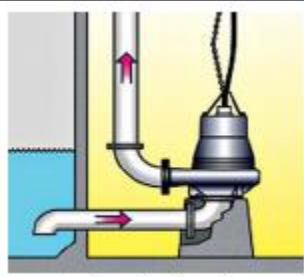
Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Θορυβώδης λειτουργία - Κραδασμοί	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ανάμιξη αέρα στα λύματα ▪ Κλειστή βάνα εξόδου ▪ Έμφραξη στον σωλήνα κατάθλιψης ▪ Κακή στήριξη στη βάση της αντλίας ▪ Λάθος φορά περιστροφής ▪ Λειτουργία πολύ δεξιά ή αριστερά στο διάγραμμα λειτουργίας ▪ Εμπλοκή στερεών στο υδραυλικό τμήμα ▪ Κατεστραμμένα ρουλεμάν ▪ Απώλεια ζυγοστάθμισης άξονα πτερωτής ▪ Ανεπαρκές NPSH – σπηλαιώση ▪ Λειτουργία πτερωτής εν ξηρώ
Διακοπή ροής στον καταθλιπτικό αγωγό	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Εγκλωβισμός αέρα στο κέλυφος της αντλίας ή στον αγωγό κατάθλιψης ▪ Διαρροή στον καταθλιπτικό αγωγό ▪ Φθορά στην πτερωτή και το κέλυφος της αντλίας ▪ Στάση από υπερθέρμανση του στάτη, λόγω ακινητοποίησης του περιστρεφόμενου μέρους ▪ Λάθος στην σύνδεση της βαλβίδας αντεπιστροφής ▪ Ολικό μανομετρικό ύψος υψηλότερο από το διαθέσιμο της συγκεκριμένης αντλίας ▪ Κλειστή βάνα διακοπής ▪ Έμφραξη στον καταθλιπτικό αγωγό ▪ Κακή ρύθμιση διακένου μεταξύ πτερωτής και πώματος αναρρόφησης αντλίας ▪ Λάθος φορά περιστροφής
Ηλεκτρική διακοπή από θερμικό εκκινητή ή εσωτερικό θερμικό	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Εμπλοκή περιστρεφόμενου τμήματος ▪ Πτώση τάσης μεγαλύτερη της κανονικής ▪ Άντληση υγρού με υψηλή πυκνότητα ή μεγάλο ιξώδες ▪ Λειτουργία σε πολύ μικρό μανομετρικό ύψος ▪ Φθορά στα ρουλεμάν και τον άξονα ▪ Υψηλή θερμοκρασία αντλούμενου υγρού ▪ Κακή ψύξη του κινητήρα λόγω χαμηλής στάθμης στο φρεάτιο ▪ Διακοπή μιας φάσης στο δίκτυο ▪ Κακή ρύθμιση διακένου μεταξύ πτερωτής και πώματος αναρρόφησης αντλίας

	<ul style="list-style-type: none"> Χαμηλή ρύθμιση θερμικού Κακή μόνωση μεταξύ τυλιγμάτων στάτη και γης Βλάβη στο θερμικό <p>Σημείωση: Σε περίπτωση θερμικής διακοπής δεν πρέπει να γίνονται συνεχόμενες επαναφορές του θερμικού, εφόσον διακοπεί εκ νέου και δεν έχει εντοπισθεί το αίτιο.</p>
Μηχανική φθορά πτερωτής	<ul style="list-style-type: none"> Σπηλαίωση, λειτουργία εκτός ορίων NPSH Άντληση σκληρών υλικών (άμμου, χαλίκιων κ.λπ.)
Χημική φθορά πτερωτής	<ul style="list-style-type: none"> Λειτουργία σε έντονα διαβρωτικό υγρό (pH<5 ή pH>10) Συχνή ρίψη στο φρεάτιο δραστικών χημικών για τον καθαρισμό του Παράλληλη διάβρωση μηχανικού στυπιοθλίπτη και κελύφους
Φουσκωμένο καλώδιο	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλή θερμοκρασία αντλούμενου υγρού Ακατάλληλος τύπος καλωδίου
Συχνές εκκινήσεις - διακοπές	<ul style="list-style-type: none"> Κακή ρύθμιση ανώτατης – κατώτατης στάθμης Επιστροφή λυμάτων λόγω προβλήματος ή απουσίας βαλβίδας αντεπιστροφής Κακός υπολογισμός φρεατίου (μικρός ωφέλιμος όγκος) Λάθος επιλογή τάσης λειτουργίας των πηνίων των ρελέ Κακή κατάσταση των επαφών ισχύος και των συνδέσεων των ρελέ
Αδυναμία διακοπής	<ul style="list-style-type: none"> Κλειστή βαλβίδα αντεπιστροφής ή βάνα διακοπής Αντλία μικρής παροχής σε σχέση με τις απαιτήσεις του αντλιοστασίου Κακή ρύθμιση στάθμης διακοπής Εμπλοκή στο σύστημα ελέγχου στάθμης
Αδυναμία εκκίνησης	<ul style="list-style-type: none"> Πρόβλημα στον εκκινητή Εμπλοκή στο σύστημα ελέγχου στάθμης Διακοπή ρεύματος Φθορά στο καλώδιο τροφοδοσίας Εμπλοκή πτερωτής <p>Καμένος πυκνωτής εκκίνησης εφόσον πρόκειται για μονοφασικό κινητήρα</p>
Θόρυβος από ηλεκτροκινητήρα χωρίς περιστροφή	<ul style="list-style-type: none"> Εμπλοκή του περιστρεφόμενου μέρους Κακό ζευγάρωμα των τυλιγμάτων στη σύνδεση Υ-Δ

8.2.2 Αντλητικά συγκροτήματα σε ξηρά φρεάτια

Οι αντλίες αυτού του τύπου είναι πολυβάθμιες ή μονοβάθμιες, κατακόρυφες ή οριζόντιες, και είναι συζευγμένες με τον ηλεκτροκινητήρα μέσω ελαστικού συνδέσμου (κόμπλερ), μέσω κοινού άξονα (μονομπλόκ), μέσω τροχαλιών και ιμάντων, κ.λπ. Διατίθενται με λειτουργικά χαρακτηριστικά ευρέως φάσματος (παροχή 1 - 5.000 m³/h, μανομετρικό ύψος 0,1 - 25 bar, στροφές λειτουργίας 750 - 3.000 rpm) και είναι κατάλληλες για την άντληση καθαρού ή ακάθαρτου νερού, ύδρευση, άρδευση, πυρόσβεση, βιομηχανική χρήση κ.λπ.

Ο σχεδιασμός του υδραυλικού τμήματος των αντλιών αυτών είναι ίδιος με αυτών των υποβρύχιων αντλητικών συγκροτημάτων. Έτσι, η συντήρηση για το υδραυλικό τμήμα της αντλίας, τα προβλήματα και ο τρόπος αντιμετώπισης τους ελάχιστα διαφοροποιούνται. Στη συνέχεια επισημαίνονται κάποια επιπλέον στοιχεία σχετικά με τα αντλητικά συγκροτήματα σε ξηρά φρεάτια.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
 Αντλία σε ξηρό φρεάτιο	<ul style="list-style-type: none">▪ Δεν εγκαθίστανται ποτέ σε χώρους όπου υπάρχει πιθανότητα πλημμύρας.▪ Η αναρρόφηση των αντλιών αυτών, εφόσον η στάθμη των λυμάτων στο φρεάτιο συλλογής είναι χαμηλότερα από το οριζόντιο επίπεδο που περνάει από το άνω σημείο του στομίου αναρρόφησης της αντλίας, επιτυγχάνεται μέσω διατάξεων αναρρόφησης και αισθητηρίων στάθμης (ποδοβαλβίδες κ.λπ.).▪ Το γεωδαιτικό ύψος αναρρόφησης δεν πρέπει να υπερβαίνει το συνιστώμενο από τον κατασκευαστή και το οποίο καθορίζεται κυρίως από την καμπύλη NPSH της αντλίας. Γενικά πρέπει να εγκαθίστανται όσο πιο κοντά γίνεται στην στάθμη του υγρού που θα αντλήσουν.▪ Κατά την πρώτη εκκίνησή τους πρέπει να γεμίσει ο σωλήνας αναρρόφησης και η αντλία με νερό, μέχρι να απομακρυνθεί ο αέρας από τις τάπες εξαέρωσης ή τα εξαεριστικά.
<ul style="list-style-type: none">▪ Κοινές εργασίες συντήρησης:▪ Περιοδικός έλεγχος της κατάστασης των ελαστικών συνδέσμων (κόμπλερ) ή άλλου τρόπου σύζευξης της αντλίας.▪ Έλεγχος διαρροών στο σημείο στεγανοποίησης. Μόνιμη διαρροή προκαλείται από κακή επαφή μεταξύ των επιφανειών του κινητού και του σταθερού τριβέα του στυπιοθλίπτη.	

- Έλεγχος θερμοκρασίας εδράνων της αντλίας η οποία θα πρέπει να είναι σταθερή σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της. Η θερμοκρασία των ρουλεμάν μπορεί να φθάσει μέχρι και 50οC πάνω από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, αλλά σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να ξεπερνά τους 80οC.
- Σε περίπτωση ελαιολίπαντης αντλίας ελέγχεται περιοδικά ο δείκτης στάθμης λαδιού συμπληρώνοντας αν χρειαστεί.
- Κάθε 2.000 ώρες λειτουργίας συνίσταται να γίνεται αλλαγή λαδιών και καθαρισμός των ρουλεμάν.
- Κατά τη διάρκεια λειτουργίας η αντλία πρέπει να εργάζεται αθόρυβα. Αν παρατηρηθούν κραδασμοί πρέπει να αναζητηθούν οι πιθανές αιτίες και να αποκατασταθεί η ομαλή λειτουργία.
- Ειδικές εργασίες συντήρησης: όπως περιγράφονται από τον κατασκευαστή.
- Περαιτέρω εργασίες συντήρησης: συνιστάται τουλάχιστον μια φορά το χρόνο μια προσεκτική επιθεώρηση όλων των εσωτερικών τμημάτων της αντλίας με σκοπό τον καθαρισμό, την αντικατάσταση ή την επισκευή τμημάτων.


Συνήθη προβλήματα σε αντλίες ξηρού τύπου και πιθανές αιτίες:

Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Η αντλία δεν δίνει καθόλου υγρό	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Υπερβολικό ύψος αναρρόφησης ▪ Η αντλία είναι γεμάτη νερό αλλά η ποδοβαλβίδα είναι ελαττωματική και το νερό φεύγει πριν ξεκινήσει η αντλία ▪ Η αντλία και ο σωλήνας αναρρόφησης περιέχουν αέρα και πρέπει να γεμίσουν με νερό ▪ Λάθος φορά περιστροφής ▪ Το μανομετρικό ύψος της εγκατάστασης ξεπερνά το μέγιστο που μπορεί να δώσει η αντλία
Η παροχή της αντλίας είναι μικρότερη από την αναμενόμενη	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Φερτά υλικά έχουν μειώσει τα διάκενα των καναλιών της πτερωτής ▪ Μεγαλύτερο μανομετρικό από αυτό που έχει υπολογιστεί ▪ Φθαρμένα στεγανά ή δαχτυλίδια στο πώμα αναρρόφησης
Η αντλία απορροφά υψηλή ισχύ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ο άξονας έχει κάμψη και παρουσιάζονται τριβές μεταξύ των τμημάτων της αντλίας
Γρήγορη φθορά των ρουλεμάν	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Έλλειψη λιπαντικού ▪ Πιθανή παρουσία υγρασίας στα ρουλεμάν
Ο στυπιοθάλαμος στάζει	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Προβληματικά ρουλεμάν – φθορά στα ρουλεμάν ▪ Ο άξονας και οι δακτύλιοι τριβής έχουν φθαρεί

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Λόγω απώλειας ζυγοστάθμισης τα κινούμενα μέρη προκαλούν κραδασμούς
--	--

8.2.3 Αντλίες προοδευτικής κοιλότητας

Η αρχή λειτουργίας των αντλιών προοδευτικής κοιλότητας στηρίζεται στη δημιουργία σειράς προωθούμενων κοιλοτήτων καθώς ο ρότορας περιστρέφεται έκκεντρα μέσα σε έναν ελαστικό στάτη που φέρει αντίστοιχες διπλές κοχλιώσεις από αυτές του ρότορα.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Πριν από κάθε εργασία συντήρησης θα πρέπει: ▪ η αντλία να αποσυνδέεται τελείως από το δίκτυο και να εξασφαλίζεται ότι δεν θα τεθεί σε λειτουργία από κάποια άλλη αιτία, ▪ να καταργείται η πίεση στην αναρρόφηση και στα σημεία εκροής, απομονώνοντας την αντλία, από το υπόλοιπο της εγκατάστασης ▪ να στραγγίζεται το σώμα των αντλιών. ▪ Η κινητήρια μηχανή (συνήθως ο ηλεκτροκινητήρας) είναι συζευγμένη με την αντλία απ' ευθείας ή μέσω ηλεκτρομειωτήρα, ή ηλεκτρονικού ρυθμιστή στροφών. ▪ Η στεγάνωση μεταξύ της αντλίας και του περιβάλλοντος εξασφαλίζεται με ένα μηχανικό στυπιοθλίπτη που αποτελείται από ένα σταθερό τριβέα άξονα ασφαλισμένο στο κέλυφος, ένα περιστρεφόμενο τμήμα στηριγμένο στον άξονα και ένα ελατήριο. ▪ Συνίσταται όταν γίνονται εργασίες συντήρησης και μετακινηθεί ο στυπιοθλίπτης να μην επανατοποθετείται ο ίδιος αλλά να αντικαθίσταται με νέο. ▪ Τα ρουλεμάν στα οποία περιστρέφεται ο άξονας έχουν λιπανθεί για όλο το χρόνο ζωής τους και δεν απαιτούνται επιπλέον εργασίες λίπανσης. Πρέπει να λιπανθούν μόνο σε περίπτωση που αφαιρεθούν και επανατοποθετηθούν

Συνηθή προβλήματα σε αντλίες προοδευτικής κοιλότητας και πιθανές αιτίες:

Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Η αντλία δεν εκκινεί	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Χαλασμένο σύστημα οδήγησης ρότορα ή ηλεκτροκινητήρα ▪ Εμπλοκή ή έμφραξη στις τσιμούχες στεγανότητας ▪ Φθορά στο σύστημα σύζευξης

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ίζημα ή άλλο ξένο σώμα στο εσωτερικό της αντλίας ▪ Υψηλό ποσοστό στερεών στο αντλούμενο υγρό
Χαμηλή παροχή ή ανεπαρκής πίεση εκροής	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Φθορά στον στάτη ή στον ρότορα ▪ Διαρροή στον μηχανικό στυπιοθλίπτη ▪ Υψηλό ποσοστό στερεών στο αντλούμενο υγρό ▪ Χαμηλότερη θερμοκρασία υγρού από την προβλεπόμενη ▪ Υψηλή πίεση ή παροχή στην κατάθλιψη ▪ Χαμηλή πίεση εισόδου στην αναρρόφηση ▪ Εισαγωγή αέρα στην αναρρόφηση ▪ Χαμηλή ταχύτητα περιστροφής ▪ Έλεγχος στον καταθλιπτικό αγωγό και στις βαλβίδες ▪ Υψηλό ιξώδες του αντλούμενου υγρού
Η αντλία διακόπτει συχνά τη λειτουργία της	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Φθορά στον στάτη ή στον ρότορα ▪ Διαρροή στον μηχανικό στυπιοθλίπτη ▪ Φθορά στο σύστημα σύζευξης ▪ Υψηλό ποσοστό στερεών στο αντλούμενο υγρό ▪ Χαμηλότερη θερμοκρασία υγρού από την προβλεπόμενη ▪ Ξηρή λειτουργία αντλίας ▪ Χαμηλή πίεση εισόδου στην αναρρόφηση ▪ Εισαγωγή αέρα στην αναρρόφηση ▪ Ίζημα ή άλλο ξένο σώμα στο εσωτερικό της αντλίας
Θορυβώδης λειτουργία ή παρουσία ακανόνιστων κραδασμών	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Φθορά στον στάτη ή στον ρότορα ▪ Δεν είναι ευθυγραμμισμένος ο κινητήρας με την αντλία ▪ Φθορά στο σύστημα σύζευξης ▪ Υψηλή θερμοκρασία αντλούμενου υγρού ▪ Χαμηλή πίεση εισόδου στην αναρρόφηση ▪ Υψηλή ταχύτητα περιστροφής ▪ Φθορά στα ρουλεμάν ▪ Η αντλία λειτουργεί εν ξηρώ
Θορυβώδης λειτουργία ή παρουσία ακανόνιστων κραδασμών	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Φθορά στον μηχανικό στυπιοθλίπτη ▪ Αντίθετη περιστροφή του άξονα ▪ Φθορά στα ρουλεμάν


8.2.4 Δοσομετρικές αντλίες

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
	<ul style="list-style-type: none"> Συντήρηση και μέτρα ασφαλείας: Κατά τον έλεγχο λειτουργίας και τη συντήρηση των δοσομετρικών συστημάτων είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας του προσωπικού Περιοδικός έλεγχος της δεξαμενής αποθήκευση διαλύματος χλωρίου, ώστε ν' αποφεύγεται η εν ξηρώ λειτουργία της δοσομετρικής αντλίας. Συνίσταται η χρήση ηλεκτροδίου στάθμης Έλεγχος της λειτουργικότητας της αντλίας συχνά, ιδιαιτέρως αν χρησιμοποιείται σε διαβρωτικό περιβάλλον Περιοδικός έλεγχος των βαλβίδων – φίλτρων Περιοδικός καθαρισμός (2 – 4 φορές ανά έτος) έκαστης δοσομετρικής αντλίας με αποσταγμένο νερό για 5-10min Αναγκαίο είναι να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή.

Συνήθη προβλήματα και πιθανές αιτίες :

Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Η αντλία δεν λειτουργεί.	<p>Διακοπή ή αποσύνδεση των ηλεκτρικών συνδέσεων</p> <p>Πτώση τάσης</p> <p>Βλάβη στο ηλεκτρονικό κύκλωμα</p>
Η αντλία λειτουργεί αλλά δεν αντλεί	<p>Είσοδος αέρα από το σωληνάκι αναρρόφησης</p> <p>Έλλειψη φλάντζας (δακτυλίου) σε κάποια βάνα</p> <p>Λάθος συνδέσεις της αντλίας</p> <p>Εγκλωβισμός αέρα</p> <p>Πολύ μικρό μήκος ή συχνότητα εμβολισμού (κάτω από τα όρια)</p> <p>Βουλωμένες οι βαλβίδες αναρρόφησης-κατάθλιψης</p>
Διακυμάνσεις της παροχής	<p>Μερική έμφραξη των βαλβίδων</p> <p>Υπαρξη φυσαλίδων αέρα</p> <p>Υπερτροφοδοσία της αντλίας</p> <p>Σπάσιμο του διαφράγματος</p>
Διαρροή υγρού	<p>Χαλαρές συνδέσεις των σωληνώσεων</p> <p>Χαλαρές συνδέσεις της κεφαλής της αντλίας</p>

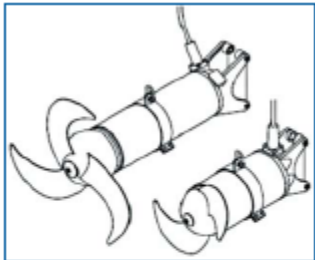
8.2.5 Επιφανειακοί αεριστήρες

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
	<ul style="list-style-type: none"> Συντήρηση και μέτρα ασφαλείας: Κατά τον έλεγχο λειτουργίας και τη συντήρηση του αεριστήρα είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας του προσωπικού Ιδιαίτερα κατά την φάση οπτικού ελέγχου όταν ο αεριστήρας βρίσκεται σε λειτουργία το προσωπικό πρέπει να φοράει εξοπλισμό προστασίας από τον θόρυβο, γυαλιά και γάντια προστασίας. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στα κινούμενα μέρη του αεριστήρα. Αναγκαίο είναι να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή.




Συνηθή προβλήματα σε επιφανειακούς αεριστήρες και πιθανές αιτίες:

Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Ο κινητήρας δεν εκκινεί	<ul style="list-style-type: none"> Λάθος ηλεκτρική εγκατάσταση Διακοπή στην ηλεκτρική τροφοδότηση Κομμένο τύλιγμα στο στάτη. Απαιτείται περιέλιξη Πτώση θερμικού. Απαιτείται αναζήτηση των αιτιών (υπερφόρτιση ή λάθος ρύθμιση) Κομμένος αγωγός. Απαιτείται αντικατάσταση καλωδίου
Ο κινητήρας εκκινεί, αλλά λειτουργεί με θόρυβο. ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΑΜΕΣΗ ΛΗΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	<ul style="list-style-type: none"> Φθορά στα ρουλεμάν. Απαιτείται αντικατάσταση Βλάβη του μειωτήρα λόγω έλλειψης ελαίου λίπανσης ή σπάσιμο γραναζιών. Απαιτείται έλεγχος της στάθμης ελαίου ή/και μέτρηση της απορροφούμενης ενέργειας για να διαπιστωθεί το πραγματικό φορτίο του άξονα
Υψηλή κατανάλωση ενέργειας	<ul style="list-style-type: none"> Λάθος ηλεκτρική εγκατάσταση Λάθος σχέση μετάδοσης κίνησης Λάθος φορά περιστροφής
Διαρροή λαδιού ή/και υγρού	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλή στάθμη λαδιού
Υψηλή θερμοκρασία λαδιού	<ul style="list-style-type: none"> Φθορά στα ρουλεμάν Στεγανοποίηση κινητήρα
Μη κανονική ανάδευση	<ul style="list-style-type: none"> Όχι καλά ζυγοσταθμισμένη πτερωτή. Απαιτείται επανέλεγχος ζυγοστάθμισης Όχι καλή ευθυγράμμιση (οριζοντίωση ηλεκτρομειωτήρα) Απαιτείται αλφάδιασμα πλάκας στήριξης.

8.2.6 Υποβρύχιοι αναμίκτες

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
 <p>Τυπικοί αναδευτήρες λιμμάτων</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Σύνολο συγκροτήματος αναδευτήρων: Απαιτείται τακτική επιθεώρηση και η προληπτική συντήρηση του με καθαρισμό του σε τακτά χρονικά διαστήματα. ▪ Διάστημα επιθεώρησης: Καθορίζεται ανάλογα της καταπόνησης του συγκροτήματος αλλά δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να ξεπερνά τον ένα χρόνο. ▪ Οι εργασίες συντήρησης και παρακολούθησης θα πρέπει να εκτελούνται σύμφωνα με το πρόγραμμα του κατασκευαστή. ▪ Ισχυροί κραδασμοί ή μη ομαλή λειτουργία: Πιθανές αιτίες είναι: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Πολύ μικρή επικάλυψη της έλικας από το υγρό. ▪ Είσοδος αέρα στην περιοχή της έλικας. ▪ Λάθος φορά περιστροφής της έλικας. ▪ Μέρη της εγκατάστασης όπως εξαρτήματα στήριξης ή τμήματα του συνδέσμου είναι ελαττωματικά ή έχουν λυθεί. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει το συγκρότημα να τεθεί εκτός λειτουργίας και να επιθεωρηθεί. ▪ Ηλεκτρικά καλώδια σύνδεσης κινητήρα: Καθαρισμός και έλεγχος για τυχόν φθορές της μόνωσης, μια φορά το μήνα. ▪ Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος: Έλεγχος με αμπερόμετρο. ▪ Ανυψωτικός μηχανισμός: Έλεγχος καλής λειτουργίας του, κάθε έξι μήνες. ▪ Έλικα: Οπτικός έλεγχος για παρουσία φθορών ή ραγισμάτων από τραχιά ή διαβρωτικά μέσα ανάδευσης. ▪ Μόνωση κινητήρα: μια φορά το χρόνο ή κάθε 4.000 ώρες λειτουργίας επιβάλλεται ο έλεγχος της αντίστασης της μόνωσης του κινητήρα και της καλής λειτουργίας των διατάξεων παρακολούθησης.

8.2.7 Ηλεκτροκινητήρες

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
  	<ul style="list-style-type: none"> • Αρχικά για τον έλεγχο ενός ηλεκτροκινητήρα απαιτούνται 2 μετρήσεις: <ul style="list-style-type: none"> - Έλεγχος μόνωσης του ηλεκτροκινητήρα με κατάλληλο όργανο. Ελέγχεται ο ηλεκτροκινητήρας μεταξύ φάσεων και μεταξύ φάσεων - γης. Οι ενδείξεις πρέπει να είναι μεγαλύτερες από 1 ΜΩ. Πολύ χαμηλές τιμές μόνωσης υποδεικνύουν πιθανώς εισχώρηση ελαίου ή μίγματος ελαίου – λύματος στον χώρο του ηλεκτροκινητήρα. Στην περίπτωση αυτή προτείνεται ο καθαρισμός και στέγνωμα του ηλεκτροκινητήρα καθώς και η επαναμόνωσή του με βερνίκι καλής ποιότητας (π.χ. Sterling). - Έλεγχος ισορροπίας μεταξύ των φάσεων του ηλεκτροκινητήρα. Η αντίσταση κάθε τυλίγματος του ηλεκτροκινητήρα πρέπει να είναι ίση ή παρόμοια με τα άλλα δύο τυλίγματα. Κάθε ηλεκτροκινητήρας εμπεριέχει στα τυλίγματα του θερμικούς διακόπτες. Σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί περιέλιξη ηλεκτροκινητήρα είναι πολύ σημαντικό να επανατοποθετηθούν νέοι θερμικοί διακόπτες καθώς και υλικά περιέλιξης κλάσης H. • Κατά τη συνδεσμολογία πρέπει να ελεγχθεί η ρύθμιση των θερμικών διακοπών του πίνακα, ώστε να μην υπερβαίνει το ονομαστικό του εξοπλισμού (αναγράφεται στην ταμπέλα του εξοπλισμού). • Κατά τακτά διαστήματα θα πρέπει να γίνεται έλεγχος σωστής λειτουργίας με αμπερομέτρηση. • Σε υποβρύχια συστήματα το σημαντικότερο μέλημά, είναι η διατήρηση της στεγανότητάς του. Αυτό επιτυγχάνεται αντικαθιστώντας και ελέγχοντας το λάδι σε τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με τη χρήση του προϊόντος αλλά σε γενικές γραμμές και για εξοπλισμό που λειτουργεί στο 50-70% της δυναμικότητάς του, μία φορά το χρόνο. Είναι φυσιολογικό για ένα τέτοιο χρονικό διάστημα να έχουμε μια μικρή εισχώρηση λύματος και ανάμιξή του με το λάδι.

	<p>Μέχρι κάποιο όριο, της τάξης του 20%, δεν αποτελεί λόγο ανησυχίας.</p> <p>Απλώς πραγματοποιείται αντικατάσταση του λαδιού και η αντλία αναμένεται να λειτουργήσει κανονικά μέχρι την επόμενη συντήρηση.</p> <p>Σημαντικό είναι κάθε φορά που πραγματοποιείται επέμβαση στον κινητήρα ενός υποβρύχιου συγκροτήματος, ακόμα και για αντικατάσταση ελαίου, να γίνεται αντικατάσταση των δακτυλίων στεγανοποίησης - Ο - .</p> <ul style="list-style-type: none"> • Σε μη υποβρύχια συγκροτήματα, θα πρέπει να ελέγχονται οι ηλεκτροκινητήρες οπτικά και ακουστικά σε καθημερινή βάση. Επίσης πρέπει να καθαρίζονται τακτικά από σκόνες και ρύπους ώστε να εξασφαλίζεται η ψύξη τους. • Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται, ειδικά σε υποβρύχιες εφαρμογές, πρέπει να παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε διάβρωση από λύματα καθώς και πολύ μικρή απορρόφηση (φούσκωμα). Δεν συνίσταται η επανασύνδεσή τους (μάτισμα) σε περίπτωση κοπής του.
--	---

8.2.8 Υποσταθμός Μέσης Τάσης

Κάθε υποσταθμός πρέπει να συντηρείται σε τακτά χρονικά διαστήματα, τόσο από την πλευρά της μέσης τάσης όσο και από την πλευρά της χαμηλής τάσης. Η συντήρηση περιλαμβάνει τον έλεγχο της εγκατάστασης, τις απαραίτητες μετρήσεις και την κατά περίπτωση επέμβαση που θα κριθεί αναγκαία από τον έλεγχο του συνόλου των εγκαταστάσεων του υποσταθμού.

ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Έλεγχος

Ο έλεγχος ενός υποσταθμού πρέπει να πραγματοποιείται υποχρεωτικά από κάτοχο άδειας επίβλεψης ή εργοδηγού ΣΤ ειδικότητας υποσταθμών. Η εργασία στη συντήρηση του υποσταθμού προσώπων που δεν κατέχουν τις παραπάνω άδειες θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μόνο κάτω από την αδιάκοπη επίβλεψη αδειούχου συντηρητή ή εργοδηγού.

Ο έλεγχος του υποσταθμού περιλαμβάνει τις παρακάτω εργασίες :

- Οπτικό έλεγχο του συνόλου των εγκαταστάσεων του υποσταθμού. Ο οπτικός έλεγχος πραγματοποιείται στο μέτρο του δυνατού, πριν από τη διακοπή της μέσης τάσης. Σε αυτό το στάδιο, παρακολουθείται ό,τι μπορεί να υποπέσει στην αντίληψη του υπεύθυνου από οπτικής ή ακουστικής πλευράς (θόρυβοι, λάδια που έχουν διαφύγει, ενδεικτικές λυχνίες, οξειδώσεις, τυχόν σπινθηρισμοί κ.λπ.).
- Στη συνέχεια διακόπτονται τα φορτία χαμηλής τάσης που τροφοδοτούνται από τον υποσταθμό.
- Μετά την ολοκληρωτική εκφόρτιση του μετασχηματιστή, ακολουθεί η διακοπή της μέσης τάσης και η γείωση του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή.
- Σε περιπτώσεις που ο υποσταθμός περιλαμβάνει δύο ή περισσότερους παράλληλους μετασχηματιστές, είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί τμηματικά ο έλεγχος και η συντήρηση με την προϋπόθεση ότι κάθε μετασχηματιστής είναι σε δικό του περίφραγμα και μετά την απομόνωση του από τη χαμηλή και τη μέση τάση, ο χώρος του μετασχηματιστή είναι απαλλαγμένος από ζυγούς που συνεχίζουν να βρίσκονται σε μέση τάση.

Η δυνατότητα ανεξάρτητης διακοπής και συντήρησης των μετασχηματιστών επιβάλλεται ώστε να μη υπάρχει ανάγκη ολοκληρωτικής διακοπής της χαμηλής τάσης από τις τροφοδοτούμενες εγκαταστάσεις.

Συντήρηση

Μετά τον οπτικό έλεγχο και την απομόνωση του τμήματος για το οποίο απαιτείται συντήρηση, αρχίζει ο έλεγχος και η συντήρηση της εγκατάστασης τα οποία περιλαμβάνουν:

1. Μέτρηση της αντίστασης των γειώσεων

Σε αυτή τη φάση ελέγχεται η αντίσταση των γειώσεων με τη χρήση γειώμετρου. Ανεξάρτητα από τα αποτελέσματα, η μέτρηση πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε Ιούλιο ή Αύγουστο για τον έλεγχο της γείωσης στην κρίσιμη εποχή που το έδαφος είναι ξηρό. Στην περίπτωση που η γείωση είναι ενιαία για τον ουδέτερο και τα μεταλλικά μέρη, η αντίσταση της δεν ξεπερνάει το 1Ω. Στην παραπάνω μέτρηση πρέπει να επαναλαμβάνεται και ο έλεγχος της καλής επαφής όλων των ακροδεκτών γείωσης.

Ελέγχεται επίσης η κατάσταση των συνδέσεων των αγωγών γείωσης με τα αντίστοιχα ηλεκτρόδια.

2. Καθαρισμός μετασχηματιστή

Σε αυτό το στάδιο καθαρίζεται ολόκληρος ο μετασχηματιστής προσέχοντας για τυχόν

διαφυγές λαδιού από κάποιο σημείο που δεν προσεγγίζεται όταν ο μετασχηματιστής βρίσκεται σε τάση.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στον καθαρισμό των μονωτήρων και των ακροδεκτών των καλωδίων.

Επιβάλλεται επίσης, με ιδιαίτερη προσοχή, ο καθαρισμός του κρουνού εκκένωσης ώστε να είναι δυνατή η λήψη καθαρού δείγματος από το λάδι του μετασχηματιστή.

3. Έλεγχος μόνωσης

Με τη βοήθεια ωμόμετρου, γίνεται μέτρηση της μόνωσης των εγκαταστάσεων χαμηλής και μέσης τάσης και του ίδιου του μετασχηματιστή. Η αντίσταση αυτή πρέπει να ξεπερνάει τα 1.000 Ω ανά βολτ για τη μέση τάση, τα 250 KΩ για τη χαμηλή τάση μέχρι 250 V σε σχέση με τη γη και τα 500 KΩ μεταξύ φάσεων χαμηλής τάσης.

Η παραπάνω διαδικασία, δεν απαλλάσσει από την υποχρέωση ελέγχου, σε ξεχωριστή φάση, των λαδιών του μετασχηματιστή.

4. Έλεγχος και καθαρισμός λαδιού

Το λάδι του μετασχηματιστή με την πάροδο του χρόνου ενδέχεται να δεχθεί υγρασία, σκουριές ή σκόνες, με αποτέλεσμα τη μείωση της μονωτικότητας του.

Για αυτό το λόγο, επιβάλλεται ο έλεγχος της κατάστασης του λαδιού σε τακτά χρονικά διαστήματα. Τα διαστήματα αυτά κυμαίνονται ανάλογα με την κατάσταση και τη θέση του υποσταθμού από 6 μήνες μέχρι και 2 χρόνια.

Για τον έλεγχο του λαδιού ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

- Παίρνουμε φιάλη χωρητικότητας 2 λίτρων περίπου, η οποία καθαρίζεται απλά (πλύσιμο και στέγνωμα). Η φιάλη πρέπει να αποτελείται από διαφανές υλικό, για να είναι εύκολος ο εποπτικός έλεγχος της.
- Αφού καθαριστεί καλά ο κρουνός εκκένωσης, πραγματοποιείται συλλογή μικρής ποσότητας λαδιού, σε ανεξάρτητο δοχείο, για να αποσυρθούν όσες σκόνες παρέμειναν μετά τον καθαρισμό του κρουνού. Στην συνέχεια η καθαρή φιάλη πληρώνεται με λάδι από τον καθαρισμένο κρουνό εκκένωσης.
- Πραγματοποιείται δοκιμή του λαδιού, με ειδικό όργανο διάσπασης, σε υψηλή τάση που παράγεται για αυτό το σκοπό. Η υψηλή τάση είναι ελεγχόμενη και ρυθμιζόμενη και παράγεται από εργαστηριακό μετασχηματιστή.

Το λάδι τροφοδοτείται σε ειδικό δοχείο διάσπασης, όπου υπάρχουν δύο ηλεκτρόδια τροφοδοτούμενα από την υψηλή τάση που προαναφέρθηκε.

Στη συνέχεια αφού ρυθμιστεί η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων (που βρίσκονται

μέσα στο λάδι) αυξάνεται προοδευτικά η υψηλή τάση. Σε κάποιο σημείο θα αρχίσει η διάσπαση του μονωτικού λαδιού και η μεταφορά ηλεκτρικών φορτίων από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο υπό μορφή μικρών κεραυνών.

- Σημειώνεται η τάση με την οποία έγινε η διάσπαση του μονωτικού λαδιού.
- Αν η τάση είναι μεγαλύτερη από το διπλάσιο της πολικής τάσης λειτουργίας, γίνεται αποδεκτή η μονωτικότητα του λαδιού ως ικανοποιητική.
- Στην περίπτωση που η διάσπαση του λαδιού πραγματοποιηθεί με μικρότερη τάση, αποτελεί ένδειξη ότι το λάδι περιέχει αγωγίμες ουσίες, όπως είναι η υγρασία, σκόνη, σκουριές κ.λπ. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται ο καθαρισμός του λαδιού. Για τον καθαρισμό του λαδιού χρησιμοποιείται συνδυασμός φίλτρων και φυγοκεντρικός ελαιοδιαχωριστήρας, ενώ παράλληλα το λάδι θερμαίνεται για την αφύγρανση του.

Μετά τον καθαρισμό του λαδιού ακολουθεί νέα δοκιμή με τη διαδικασία της διάσπασης. Κατά αυτή τη μέτρηση, πρέπει η διάσπαση να πραγματοποιείται σε τριπλάσια τάση από τη μέση τάση που παρέχεται στο μετασχηματιστή.

Μετά τον έλεγχο και τον καθαρισμό του λαδιού ελέγχεται ο δείκτης στάθμης που βρίσκεται στο δοχείο διαστολής και αν απαιτείται συμπληρώνεται, ώστε να φθάσει στην κανονική στάθμη.

5. Έλεγχος και καθαρισμός επαφών

Στο στάδιο της συντήρησης ελέγχονται όλες οι επαφές των διακοπών και των ασφαλειών και πραγματοποιείται ρύθμιση και καθαρισμός τους.

Σε αυτό το στάδιο απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για να μην πραγματοποιηθεί επέμβαση σε αποζεύκτη ή διακόπτη ισχύος που παρά την διακοπή, διατηρεί στην είσοδο του τη μέση τάση.

Το γενικό μέσο διακοπής της μέσης τάσης στο χώρο του καταναλωτή, επιδέχεται έλεγχο και συντήρηση μόνο όταν διακοπεί η μέση τάση από τη ΔΕΗ και μετά από τη βραχυκύκλωση και γείωση της τροφοδοτικής γραμμής. Ειδικά οι επαφές των αυτομάτων διακοπών πρέπει να είναι απαλλαγμένες από υπολείμματα βολταϊκού τόξου (καρβουνιάσματα ακίδες) και να πατάνε πάνω σταθερά τμήματα τους με την ίδια πίεση. Τέλος, οι επαφές μετά το κλείσιμο τους πρέπει να παρουσιάζουν μηδενική αντίσταση. Ανάλογος καθαρισμός πρέπει να γίνεται στις υποδοχές των ασφαλειών μέσης τάσης και στα ίδια τα φυσίγγια των ασφαλειών.

Συνοπτικά οι επιμέρους ενέργειες συντήρησης έχουν ως εξής:

Σειρά ενεργειών συντήρησης υποσταθμού

- 1.** Οπτικός έλεγχος Υ/Σ σε λειτουργία
- 2.** Σταδιακή διακοπή φορτίων χαμηλής τάσης
- 3.** Διακοπή τροφοδότησης μετασχηματιστή (από πεδίο μέσης τάσης)
- 4.** Διακοπή τροφοδότησης πεδίου μέσης τάσης (από ΔΕΗ ή κεντρικό πεδίο Μ.Τ.)
- 5.** Έλεγχος δευτερεύοντος μετασχηματιστή (για ύπαρξη τάσης)
- 6.** Δοκιμή όλου του δικτύου Μ.Τ.(με δοκιμαστικό μέσης τάσης για επιβεβαίωση διακοπής της Μ.Τ.)
- 7.** Γείωση πρωτεύοντος μετασχηματιστή και γραμμών μη ηλεκτροδοτούμενων πεδίων μέσης τάσης
- 8.** Εργασίες συντήρησης μετασχηματιστή και πεδίων μέσης τάσης. Δεν πραγματοποιείται επέμβαση σε πεδία που ο αποζεύκτης έχει τάση στην είσοδο.

Κύριες εργασίες συντήρησης Υ/Σ (Χωρίς Τάση)

- 1.** Καθαρισμός χώρου Μ/Σ και πεδίων Μ.Τ.&Χ.Τ
- 2.** Καθαρισμός Μ/Σ (ψυγείο, σώμα, μονωτήρες, όργανα)
- 3.** Καθαρισμός πεδίων Μ.Τ. και Χ.Τ. (μονωτήρες, όργανα ελέγχου, Μ/Σ. τάσης και έντασης, αποζεύκτες κ.λπ.)
- 4.** Οπτικός έλεγχος Μ/Σ για τυχόν διαρροή λαδιού και λήψη μέτρων
- 5.** Έλεγχος στάθμης λαδιού Μ/Σ (να είναι στην κανονική στάθμη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος)
- 6.** Έλεγχος χρώματος αφυγραντήρα
- 7.** Αλλαγή αφυγραντήρα αν απαιτείται
- 8.** Έλεγχος διηλεκτρικής αντοχής λαδιού
- 9.** Έλεγχος κυκλώματος προστασίας και σήμανσης
- 10.** Έλεγχος στάθμης λαδιού καλωδίου Ν.Κ.Β.Α.- μέσης τάσης αν απολήγουν σε μονωτήρες λαδιού και συμπλήρωση αν απαιτείται
- 11.** Έλεγχος πλαστικών ακροκιβωτίων και ακροδεκτών
- 12.** Έλεγχος σύσφιξης κοχλίων γενικά (πεδίου, μετ/στη ροηφόρων ράβδων)
- 13.** Έλεγχος και συμπλήρωση φωτισμού χώρου Υ/Σ
- 14.** Οπτικός έλεγχος χρώματος λαδιού στους διακόπτες πτωχού ελαίου (αν υπάρχουν) και αλλαγή λαδιού αν παρατηρείται μαύρισμα στο χρώμα του
- 15.** Έλεγχος κατάστασης επαφών διακοπών γενικά και καθαρισμός ή αντικατάσταση

τους ανάλογα με τη διαπιστούμενη φθορά

- 16.** Έλεγχος γειώσεων γενικά (επαφές, σφικτήρες, περιλαίμια, αντίσταση)
- 17.** Έλεγχος αερισμού μετασχηματιστή (φυσικού ή τεχνικού)

Σειρά ενεργειών μετά τη συντήρηση του υποσταθμού

- 1.** Έλεγχος θέσεων εργασίας και απομάκρυνση υλικών και εργαλείων
- 2.** Αφαίρεση γειώσεων μέσης τάσης. Όταν χρησιμοποιούνται γειωτές, αυτοί αποσυνδέονται μετά το κλείσιμο των πεδίων μέσης τάσης
- 3.** Κλείσιμο πεδίου μέσης τάσης και αφαίρεση γειωτών
- 4.** Τροφοδότηση με μέση τάση και έλεγχος άφιξης
- 5.** Τροφοδότηση μετασχηματιστή και έλεγχος (αν λειτουργεί κανονικά)
- 6.** Σταδιακή τροφοδότηση φορτίων χαμηλής τάσης
- 7.** Έλεγχος χαμηλής τάσης

8.2.9 Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος

A/A	Κατηγορία ελέγχου	200 ώρες	500 ώρες	1.000 ώρες
1.	Στάθμη λαδιού	E	E	E
2.	Φίλτρο λαδιού	A	A	A
3.	Αλλαγή λαδιού	A	A	A
4.	Έλεγχος στάθμης νερού	E	E	E
5.	Αλλαγή νερού			A
6.	Έλεγχος κολάρων		E	E
7.	Έλεγχος ψυγείου			E
8.	Έλεγχος στάθμης ρεζερβουάρ	E	E	E
9.	Αλλαγή φίλτρου πετρελαίου	A	A	A
10.	Έλεγχος φίλτρου αέρος	E		
11.	Αλλαγή φίλτρου αέρος		A	A
12.	Αλλαγή φίλτρου νερού			A
13.	Έλεγχος εναλλακτήρα	E	E	E
14.	Μπαταρίες	E	E	E
15.	Ντίζα στροφόμετρου	E	E	E
16.	Ντίζες ρεγουλατόρου	E	E	E
17.	Ιμάντες	E	E	A
18.	Έλεγχος ρυθμιστή υπερστρ.		E	E
19.	Καθαρισμός σημείων αερισμού γεννήτριας			E
20.	Έλεγχος καλωδιώσεων	E	E	E
21.	Έλεγχος λειτουργίας όλων των οργάνων	E	E	E
22.	Έλεγχος αντικραδασμικών	E	E	E
23.	Ελαστικές βάσεις γεννήτριας			E
24.	Έλεγχος χειροκίνητης διέγερσης	E	E	E
25.	Έλεγχος μπεκ			E
26.	Έλεγχος βαλβίδας			P
27.	Γρασάρισμα αντλίας νερού	E	E	E
28.	Μέτρηση συχνότητας	E	E	E
29.	Μέτρηση τάσης	E	E	E
30.	Έλεγχος ρελέ και διακοπών	E	E	E

8.2.10 Βασικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση πρέπει να ελέγχεται μετά την αποπεράτωση της, αλλά και αργότερα μετά τη θέση της σε λειτουργία ώστε να εξακριβωθεί, στο μέτρο του δυνατού, ότι πληροί τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ HD304, ή στη περίπτωση που η εγκατάσταση έχει κατασκευασθεί πριν από τη θέσπιση του παραπάνω Προτύπου, ότι αυτή παρέχει επαρκή ασφάλεια.

Προληπτική συντήρηση – Επανέλεγχος

Προληπτική συντήρηση πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ιδιαίτερα σε εξοπλισμό που, με βάση στατιστικά στοιχεία, παρουσιάζει μεγάλη συχνότητα βλαβών. Αντίθετα, εξοπλισμός που δεν παρουσιάζει μεγάλη συχνότητα βλαβών, όπως ηλεκτρικές αντιστάσεις ή ηλεκτρικοί λέβητες, καταλαμβάνει δεύτερη σειρά στον κατάλογο προτεραιοτήτων συντήρησης.

Κατά τον επανέλεγχο είναι ανάγκη να εξακριβώνεται ότι:

- το ηλεκτρολογικό υλικό δεν έχει υποστεί βλάβες ή φθορά από τη χρήση του, που μειώνουν το βαθμό της παρεχόμενης ασφάλειας,
- δεν έχουν γίνει επεμβάσεις που έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία επισφαλών καταστάσεων,
- δεν έχει μεταβληθεί η χρήση του χώρου ή δεν έχουν αλλάξει οι συνθήκες που επικρατούν σε αυτόν, ή σε περίπτωση που συμβαίνει αυτό, ότι η ηλεκτρική εγκατάσταση είναι κατάλληλη για νέα ενδεχόμενη χρήση της ή νέες συνθήκες,
- δεν έχουν προστεθεί στο χώρο ξένα αγωγίμα στοιχεία που θα έπρεπε να έχουν περιληφθεί στην ισοδυναμική σύνδεση ή αν συμβαίνει αυτό, ότι έχουν γίνει οι κατάλληλες συνδέσεις,
- δεν έχουν γίνει διαρρυθμίσεις του χώρου που μεταβάλλουν την πρόσβαση των στοιχείων της εγκατάστασης.

Ο επανέλεγχος πρέπει να περιλαμβάνει οπτική επιθεώρηση, καθώς και δοκιμές και μετρήσεις:

Η οπτική επιθεώρηση πρέπει να περιλαμβάνει εξακρίβωση των ακολούθων στοιχείων, στο μέτρο που έχουν εφαρμογή για την συγκεκριμένη εγκατάσταση:

- A. μέτρα προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας
- B. μέτρα προστασίας για την αποτροπή πρόκλησης πυρκαγιάς
- Γ. μέτρα προστασίας για την παρεμπόδιση εξάπλωσης της πυρκαγιάς
- Δ. εξακρίβωση ότι οι διατομές των αγωγών ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις

Ε. επιλογή και ρύθμιση διατάξεων προστασίας

ΣΤ. ύπαρξη και επιλογή των κατάλληλων διατάξεων απομόνωσης και διακοπής

Ζ. επιλογή του κατάλληλου υλικού ή λήψη απαιτούμενων μέτρων προστασίας του, σε σχέση με τις εξωτερικές επιδράσεις

Η. δυνατότητα αναγνώρισης του ουδετέρου αγωγού και των αγωγών προστασίας

Θ. δυνατότητα αναγνώρισης των κυκλωμάτων

Ι. ύπαρξη σχεδίων, διαγραμμάτων και πινακίδων

Ια. Επάρκεια των συνδέσεων των αγωγών

Ιβ. Δυνατότητα πρόσβασης για τη συντήρηση, για την εκτέλεση χειρισμών ή για την αναγνώριση

Ειδικότερα οι δοκιμές και μετρήσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν είναι οι ακόλουθες:

Α. μέτρηση αντίστασης της μόνωσης

Β. εξακρίβωση της συνέχειας του αγωγού προστασίας, σε όσα σημεία αυτό κρίνεται αναγκαίο

Γ. εξακρίβωση της ορθής λειτουργίας των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος, αν υπάρχουν

Βασικές ενέργειες σε περιπτώσεις ανάγκης

Βασικά σημεία που πρέπει να ελέγχονται και να επισκευάζονται ανά κατηγορία, όταν κρίνεται αναγκαίο ή σκόπιμο, είναι:

Στους ηλεκτροκινητήρες:

- ευθυγράμμιση αξόνων κινητήρα και φορτίου
- έλεγχος ηλεκτρικών επαφών
- καθαρισμός
- λίπανση και αλλαγή φθαρμένων εδράνων

Στο φωτισμό:

- καθαρισμός ή αλλαγή λαμπτήρων

Στα συστήματα ελέγχου:

- καθαρισμός διακοπών
- έλεγχος τερματικών, επαφών και λειτουργίας ηλεκτρονόμων

8.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

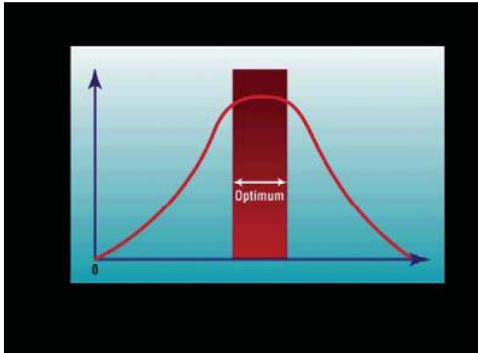
Το σύστημα της ενεργού ιλύος είναι ένα δυναμικό σύστημα, που εξαρτάται άμεσα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Έτσι, κάτω από ορισμένες συνθήκες είναι δυνατή η ανάπτυξη συγκεκριμένου είδους μικροοργανισμών το οποίο κάτω από άλλες συνθήκες μπορεί να βρίσκεται σε ελάχιστα ποσοστά ή ακόμα να μην αναπτύσσεται στην ενεργό ιλύ. Συνεπώς, συγκεκριμένες συνθήκες μπορούν να αποτρέψουν ή να προάγουν την απόδοση της διεργασίας.

Για τον επιτυχημένο έλεγχο της διεργασίας, οι λειτουργοί της εγκατάστασης θα πρέπει να κατανοούν τις βιολογικές και χημικές διεργασίες, καθώς και να μπορούν να χρησιμοποιούν την κρίση τους και τη γνώση τους για την επίλυση έκτακτων καταστάσεων, αλλά και για τη βελτιστοποίηση του συστήματος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κύριες παράμετροι ελέγχου ενός συστήματος ενεργού ιλύος.

8.3.1 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά υγρών προς επεξεργασία

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των εισερχομένων υγρών είναι δεδομένα και οι λειτουργοί της εγκατάστασης δεν μπορούν να έχουν τον άμεσο έλεγχο τους, αλλά παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του τύπου του μικροοργανισμού, ο οποίος θα κυριαρχήσει στο σύστημα.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ
BOD και COD Αποτελούν μέτρηση της οργανικής ύλης που θα χρησιμοποιηθεί από τους αναπτυσσόμενους μικροοργανισμούς για την αναπαραγωγή και ανάπτυξή τους, αφού οι περισσότεροι είναι ετερότροφοι.	<u>Χρησιμότητα:</u> Γνωρίζοντας το BOD και COD, καθώς και πληροφορίες σχετικά με το είδος των αναπτυσσόμενων μικροοργανισμών, είναι δυνατός ο προσδιορισμός του λόγου F/M, ο οποίος αποτελεί μια πολύ κρίσιμη παράμετρο ελέγχου της διεργασίας. <u>Διακυμάνσεις:</u> Διακυμάνσεις για μικρό χρονικό διάστημα (1-2 ώρες) θα έχουν μάλλον μικρή επίδραση στη διεργασία. Διακυμάνσεις μεγαλύτερων χρονικών διαστημάτων (πολλές ώρες ή ημέρες), μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σημαντική επίδραση στην κατάσταση της

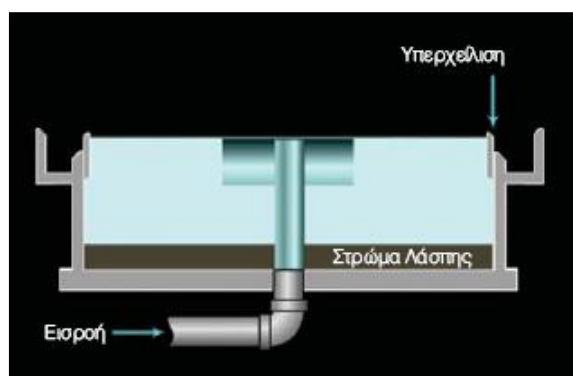
	ενεργού ιλύος.																
<p>Θερμοκρασία</p> 	<p>Οι μικροοργανισμοί έχουν συγκεκριμένα θερμοκρασιακά όρια στα οποία η ανάπτυξή τους βελτιστοποιείται. Αν η θερμοκρασία της διεργασίας βρίσκεται εκτός αυτών των καθορισμένων ορίων, παρατηρείται μειωμένη ανάπτυξή τους.</p> <p>Κατά τη διάρκεια κρύου καιρού, μπορεί να παρατηρηθεί μειωμένη ποιότητα επεξεργασίας λόγω των μικρότερων ρυθμών ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Το φαινόμενο αντιμετωπίζεται με αύξηση του χρόνου παραμονής των μικροοργανισμών στο σύστημα (MCRT ή ΘC), με σκοπό να υπάρχει αυξημένος χρόνος διαθέσιμος για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.</p> <p>Ειδικότερα για τα συστήματα που έχουν σχεδιαστεί με τη διεργασία της νιτροποίησης, η βέλτιστη θερμοκρασία του ανάμικτου υγρού, θεωρείται στους 20-30 °C.</p>																
pH	<p>Η μέτρηση pH καθορίζει αν το εισερχόμενο λύμα είναι όξινο, ουδέτερο ή αλκαλικό. Για την αποφυγή προβλημάτων στη διεργασία, προτείνονται οι παρακάτω τιμές:</p> <table border="0"> <tr> <td>Βιολογική διεργασία</td><td>Εύρος</td></tr> <tr> <td>τιμών pH</td><td></td></tr> <tr> <td>Απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου</td><td>→</td></tr> <tr> <td>6,5 - 8,5</td><td></td></tr> <tr> <td>Με διεργασία νιτροποίησης</td><td>→</td></tr> <tr> <td>7,0 - 8,0</td><td></td></tr> <tr> <td>Με διεργασία αποφωσφόρωσης</td><td>→</td></tr> <tr> <td>6,6 - 7,4</td><td></td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> • Για τιμές $pH < 2,0$ ή $pH > 10,0$ ενδέχεται να παρατηρηθεί διακοπή της διεργασίας. 	Βιολογική διεργασία	Εύρος	τιμών pH		Απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου	→	6,5 - 8,5		Με διεργασία νιτροποίησης	→	7,0 - 8,0		Με διεργασία αποφωσφόρωσης	→	6,6 - 7,4	
Βιολογική διεργασία	Εύρος																
τιμών pH																	
Απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου	→																
6,5 - 8,5																	
Με διεργασία νιτροποίησης	→																
7,0 - 8,0																	
Με διεργασία αποφωσφόρωσης	→																
6,6 - 7,4																	

	<ul style="list-style-type: none"> • Για τιμές $pH \leq 4,0$ ενδέχεται να κυριαρχήσουν μύκητες (fungi) με επιβλαβή αποτελέσματα στη διεργασία της καθίζησης. <p>Σε συστήματα ενεργού ιλύος που πραγματοποιείται νιτροποίηση, παρατηρείται “κατανάλωση” αλκαλικότητας.</p> <p>Ως γενικός κανόνας για τον έλεγχο της διεργασίας προτείνεται:</p> <ul style="list-style-type: none"> • η διατήρηση της αλκαλικότητας της εκροής σε επίπεδα της τάξης των 50 mg/L στην περίπτωση που η ρύθμιση πραγματοποιείται μέσω αυτοματισμών. • στην περίπτωση που δεν υπάρχει αυτόματος έλεγχος, τα επίπεδα αλκαλικότητας της εκροής συνίστανται στα 100 mg/L, ώστε να υπάρχει περιθώριο αντίδρασης από τους χειριστές.
<p>Θρεπτικές ουσίες</p> <p>Η έλλειψη θρεπτικών υλών στα εισερχόμενα λύματα, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την υγιή ανάπτυξη των μικροοργανισμών (ενεργός ιλύς).</p> <p>Αν και υπάρχουν πολλές θρεπτικές ύλες για τους μικροοργανισμούς, οι σοβαρότερες επιπτώσεις προέρχονται από την έλλειψη Αζώτου (N) και Φωσφόρου (P).</p>	<p>Η ελάχιστη αναλογία του BOD προς το N και τον P είναι:</p> $BOD : N : P = 100 : 5 : 1$ <p>Όταν η συγκέντρωση των κύριων θρεπτικών συστατικών μειωθεί κάτω από τα συνιστώμενα όρια, τότε οι μικροοργανισμοί που συνήθως αναπτύσσονται δεν είναι πλέον ανταγωνιστικοί σε σχέση με άλλους ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς.</p> <p>Προβλήματα μπορεί να παρουσιαστούν στην περίπτωση διοχέτευσης στο σύστημα αυξημένης ποσότητας βιομηχανικών αποβλήτων, κυρίως βιομηχανίας τροφίμων (κονσερβοποιία, βιομηχανίες χυμών, γαλακτοκομικές βιομηχανίες κ.λπ.) τα οποία περιέχουν αρκετά υψηλό BOD.</p> <p>Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει πλέον ανάγκη προσθήκης διαλυμάτων θρεπτικών ουσιών, ώστε να διατηρηθεί μια υγιής ενεργός ιλύς.</p>

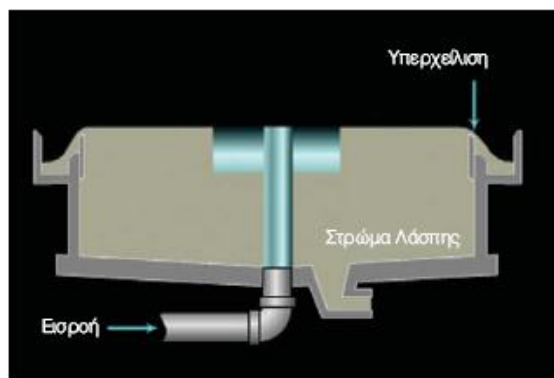
8.3.2 Παροχές υγρών προς επεξεργασία

Παροχή Σχεδιασμού : Οι βιολογικοί αντιδραστήρες, οι δεξαμενές καθίζησης, καθώς και οι αντλίες του συστήματος ενεργού ιλύος, κατασκευάζονται και επιλέγονται ώστε να δεχθούν συγκεκριμένη παροχή λυμάτων - την παροχή σχεδιασμού.

Υδραυλική υπερφόρτιση : Στην περίπτωση που η εισερχόμενη παροχή είναι σημαντικά υψηλότερη από την παροχή σχεδιασμού, η απόδοση της εγκατάστασης θα μειωθεί σημαντικά και μπορεί να προκληθεί παρασυρμός φλόκων «washing out» στη δεξαμενή καθίζησης (λόγω της μείωσης του χρόνου παραμονής των στερεών στη δεξαμενή). Το αποτέλεσμα είναι η αυξημένη περιεκτικότητα της εκροής σε ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), τα οποία προσδίδουν αυξημένη θολότητα.



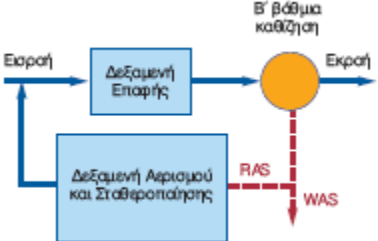
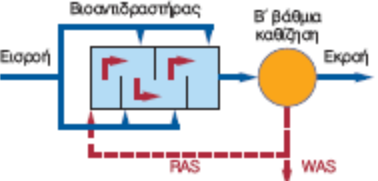
Κανονικές συνθήκες παροχής



Συνθήκες υδραυλικής υπερφόρτισης

Στην περίπτωση του βιοαντιδραστήρα μπορεί να χρειαστεί αυξημένο χρονικό διάστημα για να ξεπεραστεί το πρόβλημα υπερφόρτισης, ανάλογα με την ποσότητα των στερεών που παρασύρθηκε στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης, καθώς και τον αριθμό των μικροοργανισμών που χρειάζεται να αναπτυχθούν από την αρχή. Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες λύσεις αντιμετώπισης του φαινομένου της υδραυλικής υπερφόρτισης.

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ
<p>Πρόβλεψη</p> <p>Σκοπός είναι να υπάρχει ετοιμότητα για τις περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων.</p>	<p>Συνίσταται να μπορεί να γίνει μια σχετική πρόβλεψη τέτοιων περιστατικών, παρατηρώντας τα φαινόμενα των τελευταίων χρόνων στην περιοχή, αλλά και παρακολουθώντας τις επίσημες προβλέψεις του καιρού.</p>
<p>Δεξαμενές Εξισορρόπησης</p> <p>Οι δεξαμενές εξισορρόπησης σχεδιάζονται για τη διαχείριση ωριαίων παροχών αιχμής και είναι αποτελεσματικές, μόνο στην περίπτωση μικρής διάρκειας επεισοδίων αυξημένης ροής.</p> <div data-bbox="245 734 1200 981"> </div> <ul style="list-style-type: none"> • Στην πρώτη περίπτωση, η εισερχόμενη παροχή βρίσκεται εντός των αναμενόμενων ορίων, οπότε και δεν υπάρχει ανάγκη άντλησης, προς ή από τη δεξαμενή εξισορρόπησης. • Στη δεύτερη περίπτωση, η εισερχόμενη παροχή είναι μεγαλύτερη από την παροχή σχεδιασμού, οπότε τμήμα της εισερχόμενης ροής αντλείται προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης. Η παροχή που τελικά θα οδηγηθεί στις επιμέρους διεργασίες της εγκατάστασης θα είναι η αναμενόμενη. • Στην τρίτη περίπτωση, η εισερχόμενη παροχή είναι πολύ μικρότερη από την αναμενόμενη, οπότε και ποσότητα λυμάτων αντλείται από τη δεξαμενή εξισορρόπησης, προς τα έργα εισόδου της εγκατάστασης επεξεργασίας, με σκοπό τη διατήρηση της παροχής σε σταθερά επίπεδα. 	
<p>Λίμνες Αποθήκευσης</p> <p>Σκοπός είναι να υπάρχει ετοιμότητα για τις περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων.</p> <div data-bbox="245 1657 608 1908"> </div>	<p>Αποτελούν μια μέθοδο προσωρινής αποθήκευσης αυξημένων ποσοτήτων λυμάτων.</p> <p>Σε αυτήν την περίπτωση, η ικανότητα αποθήκευσης είναι κάποιος αριθμός ημερών που αντιστοιχούν σε αυξημένη εισερχόμενη παροχή. Και σε αυτήν την περίπτωση τα λύματα αντλούνται προς και από τις λίμνες αποθήκευσης, ανάλογα με το αν η εισερχόμενη παροχή είναι εντός των</p>

	αναμενόμενων επιπέδων ή όχι.
<p>Τρόπος λειτουργίας ΕΕΛ</p> <p>Στην περίπτωση που ο σχεδιασμός της εγκατάστασης επεξεργασίας το επιτρέπει, η αποφυγή των προβλημάτων που δημιουργούνται λόγω των αυξημένων παροχών, μπορούν να αντιμετωπιστούν με εφαρμογή συγκεκριμένου τρόπου λειτουργίας της διεργασίας:</p>	
	<p>Ένας τρόπος είναι η λειτουργία της μονάδας αερισμού με τον τρόπο επαφής - σταθεροποίησης (contact stabilization mode).</p> <p>Η διάταξη αυτή, συνήθως χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις με μικρές εισερχόμενες παροχές.</p> <p>Η δεξαμενή αερισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις αυξημένων παροχών, ως δεξαμενή σταθεροποίησης της ροής οπότε και προστατεύεται η αναπτυγμένη βιομάζα και αποτρέπεται το φαινόμενο παράσυρσης των στερεών στην εκροή λόγω υδραυλικής υπερφόρτισης.</p>
	<p>Ένας δεύτερος τρόπος λειτουργίας, είναι η λειτουργία της διεργασίας, με τη μέθοδο της εμβολικής ροής – βηματικής τροφοδοσίας.</p> <p>Σε αυτήν λοιπόν την περίπτωση, υπάρχει η δυνατότητα τροφοδοσίας των εισερχομένων λυμάτων από διάφορα σημεία στη δεξαμενή αερισμού, οπότε και παρατηρείται πιο ομοιόμορφη κατανομή της παροχής και του φορτίου κατά μήκος του αντιδραστήρα.</p>
<p>Ανακυκλοφορία</p> <p>Θα πρέπει να διαμορφωθεί ειδικό σχέδιο εφαρμογής και να εφαρμοστεί με προσοχή.</p>	<p>Θα πρέπει να εξεταστεί η αύξηση του ρυθμού ανακυκλοφορίας της ιλύος από τη δεξαμενή καθίζησης προς τη δεξαμενή αερισμού, ώστε να αποφευχθεί η διαφυγή των στερεών στην εκροή της δεξαμενής αερισμού.</p>

8.3.3 Αερισμός υγρών

Ο αερισμός στο βιοαντιδραστήρα εξυπηρετεί δύο σκοπούς:

- την τροφοδότηση του συστήματος με διαλυμένο οξυγόνο, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί από τους αναπτυσσόμενους μικροοργανισμούς και
- την ανάδευση του συστήματος, ώστε να μην παρατηρείται καθίζηση των μικροοργανισμών από το ανάμικτο υγρό.

Τυπικά, οι απαιτήσεις συγκέντρωσης D.O. στο ανάμικτο υγρό είναι της τάξης των 2 mg /L ή/και περισσότερο, για να πραγματοποιηθεί επιτυχώς η διεργασία της νιτροποίησης, αλλά συνίσταται η διεξαγωγή πειραμάτων σε κάθε συγκεκριμένη εγκατάσταση, ώστε να καθοριστεί η βέλτιστη συγκέντρωση του D.O κάθε συγκεκριμένου συστήματος.

ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΚΑΙ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

Στη συνέχεια, συνοψίζονται κάποιες επισημάνσεις που αφορούν στη σχέση μεταξύ των επιπέδων συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου και των συστημάτων που είναι σχεδιασμένα για την απομάκρυνση θρεπτικών συστατικών.

Συστήματα επεξεργασίας σχεδιασμένα για απομάκρυνση θρεπτικών συστατικών (N ή /και P) και επίπεδα συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου	
Δεξαμενές απονιτροποίησης:	Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η απουσία διαλυμένου οξυγόνου. Συγκεντρώσεις της τάξης ακόμα και του 0,2 mg/L μειώνουν το ρυθμό απονιτροποίησης στο μισό.
Σε χωριστές δεξαμενές νιτροποίησης και απονιτροποίησης όπου πραγματοποιείται εσωτερική ανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού από τη δεξαμενή νιτροποίησης στη δεξαμενή απονιτροποίησης:	<ul style="list-style-type: none">• Πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα, ώστε να μην ανακυκλοφορείται μεγάλη ποσότητα οξυγόνου στη δεξαμενή απονιτροποίησης.• Τα επίπεδα συγκέντρωσης στα σημεία ανακυκλοφορίας πρέπει να διατηρούνται στο 1 mg/L περίπου. Σημαντικό ρόλο σε αυτό, έχει και η επιλογή της αντλίας ανακυκλοφορίας.
Σε συστήματα που περιλαμβάνουν και απομάκρυνση φωσφόρου:	<ul style="list-style-type: none">• Τέλος δεξαμενής αερισμού: είναι απαραίτητη η παρουσία διαλυμένου οξυγόνου σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 2 mg/L, ώστε να εξασφαλιστεί η επιτυχής πρόσληψη του φωσφόρου από τους μικροοργανισμούς.

	<ul style="list-style-type: none">Είσοδος της εγκατάστασης και γραμμή ανακυκλοφορίας από τη δεξαμενή καθίζησης προς την αναερόβια δεξαμενή: τα επίπεδα οξυγόνου θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν, λόγω των καταστροφικών αποτελεσμάτων της παρουσίας οξυγόνου στις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην αναερόβια δεξαμενή.
--	--

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά, οι ενδείξεις χαμηλής συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου και τα κυριότερα μέτρα πρόληψης. Σημειώνεται ότι οι οπτικές παρατηρήσεις αποτελούν σημαντικό αρχικό στάδιο για την αναγνώριση του προβλήματος, αλλά είναι απαραίτητο να ακολουθήσουν οι κατάλληλες εργαστηριακές αναλύσεις, ώστε να επιβεβαιωθεί η αρχική υπόθεση.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Κυριαρχία νηματοειδών μικροοργανισμών

Αποτελεί την πρώτη ένδειξη χαμηλής συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου

Επηρεάζεται άμεσα η διαδικασία καθίζησης της λάσπης στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Θολή εκροή

Αν η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου εξακολουθεί να μειώνεται, ακόμα και τα νηματοειδή βακτήρια παύουν να αναπτύσσονται στο ανάμικτο υγρό, ενώ η απόδοση του συστήματος αρχίζει να επηρεάζεται σοβαρά.

Σε αυτό το στάδιο, παρατηρείται αυξημένη θολότητα της εκροής και η απόδοση της επεξεργασίας αναμένεται να υποβαθμιστεί ιδιαίτερα γρήγορα.

Γκρι ή μαύρο χρώμα του ανάμικτου υγρού

Παρατηρείται σε πολύ σοβαρές περιπτώσεις έλλειψης διαλυμένου οξυγόνου.

Το χρώμα του ανάμικτου υγρού μετατρέπεται σε γκρι ή μαύρο και αποκτά έντονα άσχημη μυρωδιά (μυρωδιά σήψης).

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ

Οπτικές παρατηρήσεις : Περιοδικά, θα πρέπει να πραγματοποιείται οπτικός έλεγχος στο βιοαντιδραστήρα, ώστε να ελεγχθεί ότι:

- η ανάδευση και
- η παροχή οξυγόνου

πραγματοποιείται ομοιόμορφα σε όλο το σώμα του ανάμικτου υγρού και δε δημιουργούνται «νεκρά σημεία» τα οποία μπορούν να προκαλέσουν δημιουργία αναερόβιων συνθηκών.

Δειγματοληψίες : Συνίσταται η τακτική δειγματοληψία ανάμικτου υγρού, από διάφορες περιοχές και βάθη του βιοαντιδραστήρα και έλεγχος της ομοιομορφίας των δειγμάτων, όσον αφορά στα επίπεδα των αιωρούμενων στερεών.

Μετρήσεις DO

Εξοπλισμός: Θα πρέπει να πραγματοποιούνται μετρήσεις του DO μέσω ειδικού εργαστηριακού εξοπλισμού (DO-μετρα).

Σωστή μέτρηση: Για να πραγματοποιηθούν σωστά οι μετρήσεις, θα πρέπει να προηγηθεί σωστή βαθμονόμηση (ή καλιμπράρισμα - calibration) του εργαστηριακού οργάνου, ενώ τα όργανα θα πρέπει να βαθμονομούνται από την αρχή, μετά από κάθε χρήση.

On line μετρήσεις: Στην περίπτωση on-line μετρητών DO, μειονέκτημα αποτελεί η μέτρηση της συγκέντρωσης σε ένα μόνο σημείο της δεξαμενής. Συνίσταται λοιπόν η πραγματοποίηση επιπλέον μετρήσεων από διάφορα σημεία και βάθη του βιοαντιδραστήρα.

Υπεραερισμός

Ασφαλής τακτική: Ο υπεραερισμός του βιοαντιδραστήρα είναι μια τακτική που μπορεί να εξασφαλίσει εγγύηση για επαρκή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο ανάμικτο υγρό. Κόστος ενέργειας: Είναι σημαντικό όμως η επιλογή αυτής της τακτικής, να μελετηθεί λεπτομερώς, αφού το κόστος της ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία του εξοπλισμού αερισμού, αποτελεί ίσως το υψηλότερο λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης.

8.3.4 Έλεγχος στερεών

Ο έλεγχος των στερεών στη διεργασία της ενεργού ιλύος αποτελεί μια πολύ σημαντική παράμετρο, αφού δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί επιτυχής επεξεργασία των εισερχόμενων λυμάτων, χωρίς τη κατάλληλη ποσότητα βιολογικών στερεών.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ						
<p>Ρυθμός απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος (WAS)</p> <p>Σκοπός: Αποφυγή υπερφόρτισης των δεξαμενών καθίζησης.</p> <p>Περιγραφή: Ποσότητα ενεργού ιλύος πρέπει να απομακρύνεται από τη δεξαμενή κατά τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να αποφεύγεται υπερφόρτιση του συστήματος.</p>	<p>Υπολογισμός:</p> <p>$M_w (kd/d) = Q_w (L/d) \times TSS_w (kg/L)$</p> <p>$M_w =$ ο ζητούμενος ρυθμός απομάκρυνσης της περίσσειας ιλύος</p> <p>$Q_w =$ η παροχή της γραμμής περίσσειας ιλύος</p> <p>$TSS_w =$ η συγκέντρωση των στερεών στη γραμμή απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος</p>	<p>Q_w Μέτρηση μέσω ροόμετρου.</p> <p>Επειδή το κόστος των ροομέτρων είναι υψηλό, η μέτρησή του στα σημεία που υπάρχουν αντλίες, μπορεί να πραγματοποιηθεί με έναν ωρομετρητή λειτουργίας της αντλίας, σε συνδυασμό με τη γνώση της δυναμικότητάς της.</p> <p>TSS_w Η συγκέντρωση υπολογίζεται μέσω δειγματοληψίας και εργαστηριακής ανάλυσης, που αφορά στα ολικά αιωρούμενα στερεά.</p>						
<p>Λόγος Τροφή: Μικροοργανισμοί (F:M)</p> <p>Αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους ελέγχου της διεργασίας.</p> <p>Οι τυπικές τιμές του είναι:</p> <table><tr><td>Εύρος τιμών F/M</td><td>Βιολογική Διεργασία</td></tr><tr><td>0,2 - 0,5 (d⁻¹)</td><td>Με απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου</td></tr><tr><td>≤ 0,1 (d⁻¹)</td><td>Με διεργασία νιτροποίησης</td></tr></table>	Εύρος τιμών F/M	Βιολογική Διεργασία	0,2 - 0,5 (d ⁻¹)	Με απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου	≤ 0,1 (d ⁻¹)	Με διεργασία νιτροποίησης	<p>Υπολογισμός βάσει του BOD:</p> <p>$F = BOD_{\text{εισόδου}} (mg/L) \times Q_{\text{εισόδου}} (L/d)$</p> <p>$M = MLVSS (mg/L) \times V_R (L)$</p> <p>$BOD_{\text{εισόδου}} =$ BOD εισερχομένων λυμάτων (από εργαστηριακή ανάλυση)</p> <p>$Q_{\text{εισόδου}} =$ παροχή των εισερχομένων λυμάτων (μέσω ροόμετρου ή άλλης διάταξης π.χ. δίαυλος Parshall)</p> <p>$MLVSS =$ η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στο βιοαντιδραστήρα. (μέσω εργαστηριακής ανάλυσης)</p> <p>$V_R =$ ο όγκος του βιοαντιδραστήρα</p>	<p>Αν $F : M < F/M$ στόχος → Μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών στο σύστημα → Αύξηση του ρυθμού απομάκρυνσης της ιλύος</p> <p>Στην ηλεκτρονική έκδοση παρουσιάζεται αναλυτικά παράδειγμα υπολογισμού της επιπλέον αναγκαίας ποσότητας ιλύος για απομάκρυνση, καθώς και ο αντίστοιχος αναγκαίος ρυθμός απομάκρυνσης.</p>
Εύρος τιμών F/M	Βιολογική Διεργασία							
0,2 - 0,5 (d ⁻¹)	Με απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου							
≤ 0,1 (d ⁻¹)	Με διεργασία νιτροποίησης							

Πραγματοποιώντας συνεχείς μετρήσεις του λόγου F/M, ανά τακτά χρονικά διαστήματα και κρατώντας αντίστοιχο αρχείο, αποτελεί ένα πολύ καλό εργαλείο παρακολούθησης της λειτουργίας της ΜΕΥΑ.		Αν $F : M > F/M$ στόχος → Μικρός αριθμός μικροοργανισμών στο σύστημα → Μείωση του ρυθμού απομάκρυνσης της ιλύος										
	<p>Υπολογισμός βάσει του COD:</p> $(F : M)_{COD} = \frac{(F : M)_{BOD}}{BOD : COD}$	Εφαρμόζεται στην περίπτωση που είναι απαραίτητη η άμεση λήψη στοιχείων όσον αφορά στη λειτουργία της εγκατάστασης (οπότε και η μέτρηση του BOD αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία).										
<p>Μέση ηλικία λάσπης (MCRT)</p> <p>Αντιπροσωπεύει το μέσο χρόνο παραμονής των μικροοργανισμών στο βιολογικό αντιδραστήρα</p> <p>Τυπικές τιμές είναι:</p> <table><tr><td>Βιολογική Διεργασία</td><td>MCRT (d)</td></tr><tr><td>Τυπική</td><td>5-15</td></tr><tr><td>Νιτροποίηση</td><td>8-20</td></tr><tr><td>Ξεχωριστή νιτροποίηση</td><td>15-100</td></tr><tr><td>Παρατεταμένος Αερισμός</td><td>20-30</td></tr></table>	Βιολογική Διεργασία	MCRT (d)	Τυπική	5-15	Νιτροποίηση	8-20	Ξεχωριστή νιτροποίηση	15-100	Παρατεταμένος Αερισμός	20-30	<p>Υπολογισμός:</p> $MCRT = \frac{Μσπερεών\ στη\ διεργασία[kg]}{Μσπερεών\ που\ αποκρανώνονται\ απο\ τη\ διεργασία[kg/d]}$ $MCRT = \frac{(MLSS \times V_R) + (TSS_{καθίζηση} \times V_{καθίζηση})}{(TSS_W \times Q_W) + (TSS_{εκροής} \times Q_{εκροής})}$ <p>Μσπερεών στη διεργασία = Μάζα στερεών στο βιολογικό αντιδραστήρα + Μάζα στερεών στη δεξαμενή Β' βάθμιας καθίζησης</p> <p>= (MLSS x V_R) + (TSS_{καθίζησης} x V_{καθίζησης})</p> <p>Μσπερεών που απομακρύνονται από τη διεργασία = Μάζα στερεών στη γραμμή περίσσειας ιλύος + Μάζα στερεών στη γραμμή επεξεργασμένων λυμάτων</p> <p>= (TSS_W x Q_W) + (TSS_{εκροής} x Q_{εκροής})</p>	<p>Όλες οι παράμετροι είναι γνωστές από:</p> <ul style="list-style-type: none">τα δεδομένα σχεδιασμού της εγκατάστασης (π.χ. όγκοι δεξαμενών) και απόεργαστηριακές αναλύσεις <p>Ανακύπτει δυσκολία στην εκτίμηση της συγκέντρωσης των στερεών που παραμένουν στο στρώμα λάσπης της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης. Αυτό οφείλεται στην ανομοιομορφία της συγκέντρωσης των στερεών στο στρώμα της λάσπης ή/και στην μεταβολή του όγκου του στρώματος της λάσπης</p>
Βιολογική Διεργασία	MCRT (d)											
Τυπική	5-15											
Νιτροποίηση	8-20											
Ξεχωριστή νιτροποίηση	15-100											
Παρατεταμένος Αερισμός	20-30											
Χρόνος παραμονής στερεών (SRT ή ΘC)		Δεν λαμβάνεται υπόψη η συγκέντρωση των στερεών										

	$SRT = \frac{(MLSS \times V_R)}{(TSS_W \times Q_W) + (TSS_{εκροής} \times Q_{εκροής})}$	<p>στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η ποσότητα των στερεών στη δεξαμενή καθίζησης, είναι μικρή σε σχέση με την ποσότητα των στερεών στο βιοαντιδραστήρα, δηλαδή στην περίπτωση που τα επίπεδα του στρώματος της λάσπης διατηρούνται μικρά.</p>
--	---	--

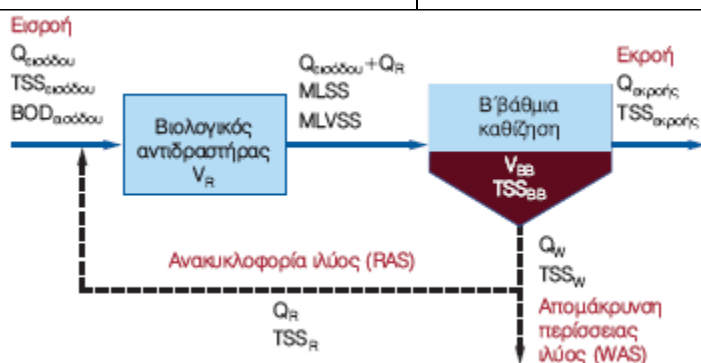
Ανάμεσα στις παραμέτρους F:M και MCRT, χρησιμοποιείται:

- Ο λόγος F:M, στην περίπτωση που παρουσιάζονται έντονες διακυμάνσεις στο εισερχόμενο στην εγκατάσταση BOD.
- Η ηλικία της λάσπης MCRT, στην περίπτωση που οι διακυμάνσεις είναι πιο ήπιες και σταδιακές.

Θερμοκρασία

Κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής θερμοκρασίας, περισσότερη βιομάζα πρέπει να συντηρηθεί στο σύστημα.

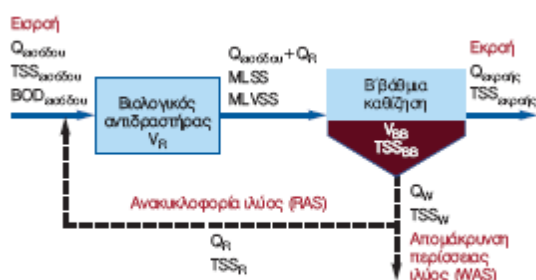
Η θερμοκρασία επηρεάζει το ρυθμό μεταφοράς οξυγόνου, αλλά και το ρυθμό καθίζησης των στερεών, οπότε και είναι απαραίτητες κατάλληλες ρυθμίσεις στο βιοαντιδραστήρα, αλλά και στον αριθμό των δεξαμενών καθίζησης που βρίσκονται σε λειτουργία.



8.3.5 Λειτουργία καθίζησης

Παρά το γεγονός ότι η «καρδιά» του συστήματος είναι ο βιοαντιδραστήρας, οι δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης είναι απαραίτητες για το διαχωρισμό των στερεών από το επεξεργασμένο υγρό. Αν η λειτουργία της καθίζησης δεν πραγματοποιείται σωστά, επηρεάζει άμεσα και τη λειτουργία του βιοαντιδραστήρα. Στη συνέχεια, θα εξεταστούν οι τρόποι υπολογισμού των κύριων παραμέτρου ελέγχου της δευτεροβάθμιας καθίζησης.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ
<p>Ανακυκλοφορία Ενεργού Ιλύος (RAS)</p> <p>Σκοπός: επίτευξη βέλτιστου στρώματος ενεργού ιλύος στη δεξαμενή καθίζησης και σταθεροποίησή του, καθώς και ανανέωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών στη δεξαμενή αερισμού.</p> <p>Περιγραφή: Ποσότητα ενεργού ιλύος ανακυκλοφορεί από τη δεξαμενή καθίζησης στη δεξαμενή αερισμού.</p> <p>Τυπικές τιμές: Για μικρές ηλικίες λάσπης, το ποσοστό ανακυκλοφορίας κυμαίνεται από 25 - 50% της εισερχόμενης παροχής με τυπικές τιμές της τάξης του 30-40%. Για συστήματα με αυξημένες ηλικίες λάσπης, το ποσοστό ανακυκλοφορίας είναι της τάξης του 100-150% της εισερχόμενης στην εγκατάσταση παροχής.</p>	<p>Υπολογισμός:</p> <p>Ισοζύγιο μάζας στερεών γύρω από τη δεξαμενή καθίζησης.</p> $MLSS (Q_{\text{εισ}} + Q_R) = TSS_{\text{εκρ}} Q_{\text{εκρ}} + TSS_W Q_W + TSS_R Q_R$ $O_R = \frac{(MLSS \times Q_{\text{εισ}}) \left(TSS_{\text{εκρ}} \times Q_{\text{εκρ}} \right) (TSS_W \times Q_W)}{(TSS_R \times MLSS)}$ <p>MLSS = συγκέντρωση στερεών στο ανάμικτο υγρό και στην είσοδο της δεξαμενής καθίζησης</p> <p>$Q_{\text{εισ}}$ = η παροχή εισόδου</p> <p>$TSS_{\text{εκρ}}$ = η συγκέντρωση των στερεών στην εκροή (επεξεργασμένα λύματα)</p> <p>$Q_{\text{εκρ}}$ = η παροχή εκροής (επεξεργασμένων λυμάτων)</p> <p>TSS_W = η συγκέντρωση των στερεών στη γραμμή περίσσειας ιλύος</p> <p>Q_W = η παροχή της περίσσειας</p> <p>TSS_R = η συγκέντρωση των στερεών στη γραμμή ανακυκλοφορίας</p>	<p>Όταν πραγματοποιείται το ισοζύγιο μάζας, πρέπει να εξασφαλίζεται ότι το βάθος του στρώματος ιλύος είναι σταθερό.</p> <p>Συνίσταται ο καθημερινός υπολογισμός των ισοζυγίων μάζας, ώστε να εξασφαλιστεί ο καλός έλεγχος της επεξεργασίας, καθώς και η σταθερή και αποδοτική λειτουργία</p>



ΑΚΡΑΙΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ:

Μηδενική ανακυκλοφορία


- τα στερεά σταδιακά καταλαμβάνουν όλο τον όγκο της δεξαμενής καθίζησης και
- διαφεύγουν στην εκροή, μολύνοντας έτσι την έξοδο της επεξεργασίας.

Υπερβολική ανακυκλοφορία:

- δημιουργείται υδραυλική υπερφόρτιση της δεξαμενής

δευτεροβάθμιας καθίζησης,

- εμποδίζεται η καθίζηση της ενεργού ιλύος παρουσιάζεται διαφυγή στερεών στην εκροή της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης.

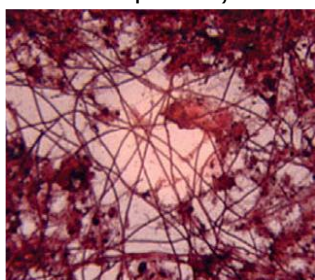
<p>Ρυθμός επιφανειακής φόρτισης στερεών (SLR)</p> <p>Περιγραφή: εκφράζει την ποσότητα των στερεών που εφαρμόζονται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης προς την επιφάνεια της δεξαμενής.</p> <p>Τυπικές τιμές: για την περίπτωση συστημάτων παρατεταμένου αερισμού είναι μικρότερες των 170 kg/(m².d).</p>	<p>Υπολογισμός:</p> $SLR = \frac{MLSS(Q_{ΕΙΣ} + Q_R)}{A_C}$ <p>Q_{ΕΙΣ} = η παροχή εισόδου Q_R = η παροχή ανακυκλοφορίας MLSS = συγκέντρωση στερεών στο ανάμικτο υγρό και στην είσοδο της δεξαμενής καθίζησης A_C = η επιφάνεια της δεξαμενής καθίζησης</p>	<p>Στην περίπτωση που παρουσιάζεται δυσκολία στην καθίζηση των στερεών, ο ρυθμός επιφανειακής φόρτισης θα πρέπει να μειώνεται.</p>
<p>Βάθος στρώματος λάσπης</p> <p>Τυπικά, το στρώμα λάσπης στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, κυμαίνεται από 0,15-0,9 m από τον πυθμένα της δεξαμενής.</p>	 <p>Η μέτρηση πραγματοποιείται με συγκεκριμένο καθαρό, πλαστικό σωλήνα.</p>	<p>Η μέτρηση του βάθους του στρώματος λάσπης στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, συνίσταται να γίνεται 1-3 φορές κάθε ημέρα.</p> <p>Το βέλτιστο βάθος, κυμαίνεται από 0,3 - 0,6 m.</p>

8.3.6 Ανάπτυξη μικροοργανισμών – νηματοειδή βακτήρια

Επίσης σημαντική παράμετρος ελέγχου της διεργασίας είναι τα χαρακτηριστικά των αναπτυσσόμενων μικροοργανισμών στην ενεργό ιλύ, τα οποία παρουσιάζουν άμεση συσχέτιση με:

- Τα χαρακτηριστικά της ενεργού ιλύος,
- Την ικανότητα του συνόλου του συστήματος για την επεξεργασία των εισερχόμενων λυμάτων

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ	
Είδος μικροοργανισμών Γενικά:	<p>Το είδος των μικροοργανισμών που θα αναπτυχθεί στην ενεργό ιλύ εξαρτάται από:</p> <ul style="list-style-type: none">• τη σύνθεση των εισερχομένων στην εγκατάσταση λυμάτων (π.χ. επίπεδα σακχάρων, λιπών και ελαίων κ.λπ.),• την ηλικία της λάσπης,• το pH στον βιοαντιδραστήρα,• τη θερμοκρασία στον βιοαντιδραστήρα,• τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στον βιοαντιδραστήρα.
Νηματοειδή βακτήρια Γενικά: Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, μπορούν να προκαλέσουν ιδιαίτερα προβλήματα στην επεξεργασία.	<ul style="list-style-type: none">• τα κύτταρά τους αναπτύσσονται γραμμικά, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ινών (filaments).• σε κατάλληλες ποσότητες παίζουν το ρόλο του «σκελετού» του δημιουργούμενου φλόκου, με αποτέλεσμα τα συσσωματώματα της ενεργού ιλύος να καθιζάνουν σωστά στη δεξαμενή καθίζησης.• Παρουσία μεγάλων ποσοτήτων νηματοειδών βακτηρίων, η καθίζηση είναι ιδιαίτερα φτωχή. Σε αυτήν την περίπτωση αναπτύσσεται το φαινόμενο της «διογκωμένης ιλύος».• Σε μικρές ποσότητές τους, η δομή του δημιουργούμενου φλόκου είναι ασθενής, αφού δε δημιουργείται ο κατάλληλος «σκελετός», με αποτέλεσμα η καθίζηση να είναι προβληματική (λόγω θραύσης πλέον του φλόκου).• Παρουσία συγκεκριμένων νηματοειδών βακτηρίων (<i>Nocardia</i> ή <i>Microthrix parvicella</i>) μπορεί να αναπτυχθεί αφρισμός στις δεξαμενές αερισμού. Ιδιαίτερα στην περίπτωση του νηματοειδούς <i>Nocardia</i>,



	δημιουργείται αφρός καφέ χρώματος σε ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες που μπορεί να ξεχειλίζει από το βιοαντιδραστήρα.		
Αντιμετώπιση νηματοειδών:	<p>Ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης</p> <ul style="list-style-type: none"> χαμηλή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο βιοαντιδραστήρα χαμηλό pH αυξημένη συγκέντρωση εισερχόμενου στην εγκατάσταση BOD 	<p>Λύσεις</p> <ul style="list-style-type: none"> περαιτέρω αερισμός, μέσω ρύθμισης του μηχανολογικού εξοπλισμού προσθήκη χημικού μέσου (ασβέστης, καυστική σόδα ή όξινο ανθρακικό άλας) για την αύξηση του pH ($\leq 8,5$) χρήση βιοεπιλογέα πριν τη δεξαμενή αερισμού, οπότε και ευνοείται η ανάπτυξη μικροοργανισμών ανταγωνιστικών προς τους νηματοειδείς 	
Προσωρινή αντιμετώπιση	<p>Χλωρίωση λυμάτων στη γραμμή ανακυκλοφορίας.</p> <ul style="list-style-type: none"> απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, γιατί αυξημένη χλωρίωση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα και την καταστροφή των επιθυμητών μικροοργανισμών στον βιοαντιδραστήρα. 	<p>Τυπικές δόσεις: 4kg Cl₂ / 1.000 kg MLVSS/μέρα με αύξηση κατά 2kg Cl₂ /1.000 kg MLVSS/μέρα μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Συνολική δόση = $M_{MLVSS} \times$ Συνιστώμενη δόση $M_{MLVSS} = C_{MLVSS} \times V_R$</p>	
Αντιμετώπιση Nocardia	Θ _c < 1 ημέρα (ζεστές ημέρες)	Φυσική απομάκρυνση και διάθεση	Χλωρίωση

8.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΈΛΕΓΧΟΙ

8.4.1 Ορισμοί

Κατά τη λειτουργία μιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα τα οποία είναι απαραίτητο να αντιμετωπισθούν εγκαίρως ώστε η εκροή και η ιλύς να είναι μέσα στις επιθυμητές προδιαγραφές ποιότητας.

Κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν οι παρακάτω γενικοί ορισμοί :

Βιομηχανικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biological Oxygen Demand - BOD)

Είναι το στοιχειακό οξυγόνο που απαιτείται για τη βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών των λυμάτων από αερόβιους μικροοργανισμούς.

Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand - COD)

Είναι η ποσότητα του οξειδωτικού παράγοντα που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων με εργαστηριακά μέσα.

Αιωρούμενα στερεά (Suspended Solids - SS)

Είναι τα περιεχόμενα στα λύματα στερεά (ανόργανα και οργανικά) διαμέτρου $D \geq 0,1-1,0\mu$ που αποτελούν το κύριο αίτιο της θολότητας των λυμάτων.

Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen - DO)

Αποτελεί παράμετρο καθαρότητας γιατί αν βρίσκεται στην περιοχή κορεσμού σημαίνει περιορισμένο (ή και μηδενικό) οργανικό φορτίο.

Ενεργός ιλύς (Activated Sludge)

Είναι οι βιολογικές κροκίδες που σχηματίζονται με συνεχή παροχή αέρα (οξυγόνου) των λυμάτων.

Μικρό υγρό (Mixed Liquor)

Είναι το μίγμα ενεργού ιλύος και ακαθάρτων στη δεξαμενή αερισμού

Πτητικά αιωρούμενα στερεά μικτού υγρού (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids - MLVSS)

Παριστάνουν κατά βάση τα οργανικά στερεά και επομένως εκφράζουν τη μάζα των μικροοργανισμών.

Λόγος $U = F/M$

Είναι ο λόγος της τροφής (food), δηλαδή των οργανικών ουσιών εκφρασμένη σε $KgBOD_5$ εισερχομένων λυμάτων προς την ποσότητα των μικροοργανισμών (micro-organisms) εκφρασμένης σε $kg MLSS$ των δεξαμενών αερισμού στη μονάδα του χρόνου (ημέρα).

Οι σημαντικότερες παράμετροι ελέγχου των λυμάτων της μονάδας διακρίνονται σε φυσικές και χημικές:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ

Θερμοκρασία	Θερμόμετρο
Αγωγιμότητα	Ηλεκτρομετρία
Θολερότητα	Θολερομετρία
Χρώμα	Οπτική σύγκριση (φασματοφωτομετρία, GC)
Οσμή	Οσφρητικά (υποκείμενη εκτίμηση)
Στερεά (αιωρούμενα, πτητικά διαλυμένα κ.λ.π.)	Σταθμικά (μετά από διήθηση, ξήρανση, εξάτμιση κ.λ.π.)
Επιπλέοντα	Σταθμικά
Επιπλέοντα λίπη-λάδια	Σταθμικά (μετά από εκχύλιση)

ΧΗΜΙΚΕΣ

pH	Ηλεκτρομετρία
DO	Ογκομετρικά, ηλεκτρομετρικά
BOD	Ογκομετρικά, ηλεκτρομετρικά
COD	Ογκομετρικά
NO_3^- , NO_2^-	Φασματοφωτομετρικά
NH_4^+	Φασματοφωτομετρικά
Χλώριο	Ογκομετρικά
P	Φασματοφωτομετρικά
Σκληρότητα	Ογκομετρικά
Αλκαλικότητα	Ογκομετρικά
Μέταλλα	Ατομική απορρόφηση, φασματοφωτομετρία
Οργανικά	GC, HPLC, φασματοφωτομετρία

ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ

Κολοβακτηρίδια	Μέθοδος μεμβρανών, Μικροσκοπικά
----------------	---------------------------------

ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Παροχή

Απαραίτητη για να υπολογισθεί το ρυπαντικό φορτίο/μονάδα χρόνου. Η απουσία μετρητή παροχής επιβάλλει την επί τόπου μέτρηση με χρονόμετρο χειρός.

Θερμοκρασία

Η ταχύτητα των αντιδράσεων διπλασιάζεται για κάθε 10°C που ανεβαίνει η θερμοκρασία. Επιτόπου μέτρηση με χρήση θερμομέτρου.

Οσμή

Οφείλεται σε οργανικές κυρίως αλλά και ανόργανες ενώσεις καθώς και σε μικροβιακή δράση. Ανίχνευση με την όσφρηση. Πρότυπα -n- βουτανόλη -m- κρεσόλη.

Ολικά αιωρούμενα στερεά (Total suspended solids, TSS)

Στερεά που συγκρατούνται σε φίλτρο με μέγεθος πόρων 0,45μm. Σταθμικός προσδιορισμός μετά από ξήρανση του ηθμού στους 103-105°C.

ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

pH

Απευθείας μέτρηση της περιεκτικότητας του δείγματος σε οξέα και βάσεις με χρήση pH-μέτρου.

Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen, D.O.)

Επί τόπου μέτρηση με χρήση DO-μέτρου.

Υπολειμματικό χλώριο

Επί τόπου μέτρηση με kit ανίχνευσης χλωρίου.

Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅)

Ακολουθείται η μανομετρική μέθοδος για τον προσδιορισμό του οξυγόνου που καταναλώνει 1 δείγμα σε 5 ημέρες από τον πεπερασμένο χώρο του δοχείου ανάλυσης. Το υπό εξέταση δείγμα κλείνεται μαζί με μια ποσότητα ατμοσφαιρικού αέρα σε μια φιάλη

μέτρησης. Το οξυγόνο που είναι αναγκαίο για την οξείδωση της οργανικής ρύπανσης στο νερό, συμπληρώνεται από το οξυγόνο του περιεχομένου μέσα στη φιάλη αέρα. Ένας μαγνητικός αναμικτήρας, κινεί το δείγμα του νερού και έτσι επιτυγχάνεται ο εμπλουτισμός με οξυγόνο. Η κατανάλωση του οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς μέσα την φιάλη, δημιουργεί μια υποπίεση που είναι αντίστοιχη προς την τιμή του BOD₅. Η υποπίεση μετράται με ένα μανόμετρο το οποίο δείχνει κατευθείαν την τιμή του BOD₅. Η τιμή του BOD₅ λαμβάνεται μετά 5 ημέρες. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πρέπει να κρατιέται στους 20 °C.

Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)

Η συγκέντρωση των οργανικών ενώσεων προσδιορίζεται με την οξείδωση τους από το K₂Cr₂O₇ σε όξινο περιβάλλον. Το δείγμα ζέεται με μίγμα γνωστής ποσότητας διχρωμικού καλίου και θειικού οξέος. Η περίσσεια του K₂Cr₂O₇ προσδιορίζεται ογκομετρικά με πρότυπο διάλυμα Fe. Η ποσότητα του K₂Cr₂O₇ που καταναλώθηκε είναι ανάλογη με την υπάρχουσα ποσότητα οργανικών ενώσεων που μπορούν να οξειδωθούν κάτω από ειδικές συνθήκες.

Τα χλωριούχα ιόντα παρεμποδίζουν γιατί οξειδώνονται προς στοιχειακό χλώριο. Με την προσθήκη HgSO₄, δεσμεύονται τα χλωριούχα και σχηματίζονται ευδιάλυτα χλωρισύνπλοκα του τύπου HgCl₂. Υπάρχουν ορισμένες οργανικές ενώσεις που ενώ επιβαρύνουν βιολογικά το ύδωρ δεν προσδιορίζονται με τη μέθοδο αυτή (π.χ. CH₃COOH), ενώ άλλες που δεν επιβαρύνουν βιολογικά τα νερά συμπροσδιορίζονται.

Δεν οξειδώνονται πλήρως οι ευθείας αλυσίδας αλειφατικοί υδρογονάνθρακες, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες και η πυριδίνη. Με προσθήκη Ag₂SO₄, σαν καταλύτη έχουμε πιο αποτελεσματική οξείδωση των ευθείας αλυσίδας αλειφατικών υδρογονανθράκων. Η προσθήκη αυτή δημιουργεί ιζήματα αν υπάρχουν ιόντα χλωρίου, βρωμίου ή ιωδίου. Οι ευθείας αλυσίδας αλκοόλες και τα οξέα οξειδώνονται αποτελεσματικά με την παρουσία του καταλύτη ενώ οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (βενζόλιο, τολουόλιο) εξακολουθούν να μην προσβάλλονται.

Τα νιτρώδη ιόντα αποτελούν σημαντικό πρόβλημα γιατί αντιδρούν με το K₂Cr₂O₇ και δίνουν τιμή COD ίση προς 1,4mg ανά mgN των νιτρωδών. Για να αποφευχθεί αυτή η επίδραση προστίθεται σουλφαμικό οξύ (NH₂SO₃H) σε ποσότητα 10mg για κάθε mg N των νιτρωδών που τυχόν υπάρχουν.

8.4.2 Οδηγίες δειγματοληψίας

1. Συλλογή δείγματος από σημείο όπου το απόβλητο είναι καλά αναμιγμένο. Ορισμένοι τύποι φραγμάτων και αγωγών ευνοούν την κατακάθιση στερεών ανάντη (upstream) ενώ συσσωρεύουν επιπλέοντα στερεά και λάδια κατόντη (downstream). Γι' αυτό, τέτοια σημεία πρέπει να αποφεύγονται για δειγματοληψία. Σε περιπτώσεις χαμηλής ανατάραξης της μάζας του αποβλήτου καλό είναι να χρησιμοποιείται μηχανική ανάμιξη ή αερισμός εκτός και αν πρόκειται να προσδιοριστούν διαλυμένα αέρια ή πτητικές ουσίες.

2. Το δείγμα συλλέγεται από το κέντρο του αγωγού σε βάθος 0,4 ή 0,6 από τον πυθμένα, όπου η ταχύτητα είναι η μέση η υψηλότερη της μέσης τιμής και η πιθανότητα κατακάθισης στερεών είναι ελάχιστη. Με τη δειγματοληψία σ' αυτό το βάθος αποφεύγονται ουσίες που επιπλέουν όπως λάδια και λίπη.

3. Σε χειροκίνητη δειγματοληψία τοποθετείται το στόμιο του δοχείου συλλογής κάτω από την επιφάνεια του υγρού και προς το μέρος που έρχεται το υγρό για να αποφευχθεί περίσσεια του επιπλεόντος υλικού. Κρατούμε το χέρι μας όσο το δυνατό μακρύτερα από το στόμιο του δοχείου.

4. Είναι απαραίτητο να πληρώνονται τα δοχεία συλλογής μέχρι επάνω, αν πρόκειται να προσδιοριστούν πτητικές οργανικές ουσίες, O_2 , CO_2 , NH_3 , H_2S , ελεύθερο χλώριο, pH, σκληρότητα, SO_2 , NH_4^+ , Fe^{++} , λάδια, οξύτητα ή αλκαλικότητα. Αντίθετα, όταν γίνεται δειγματοληψία για προσδιορισμό βακτηριδίων ή αιωρούμενων στερεών είναι απαραίτητο να μένει αέρα μέσα στο δοχείο συλλογής για να διευκολυνθεί η ανάμιξη πριν τη λήψη κάποιας ποσότητας από το δείγμα. Για τον προσδιορισμό του BOD συλλέγεται δείγμα πριν από το στάδιο της απολύμανσης.

5. Συλλέγεται ικανός όγκος δείγματος ώστε να είναι δυνατή η ανάλυση εις διπλούν και ο έλεγχος της ποιότητας της ανάλυσης (με διαίρεση του δείγματος ή σταθερή προσθήκη).

8.5 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Ιδιαίτερα σημαντικοί παράγοντες που αφορούν τους εργαζόμενους σε μια ΕΕΣ είναι:

- η αναγνώριση των φυσικών, χημικών και βιολογικών κινδύνων, των κινδύνων που σχετίζονται με το θόρυβο και τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, καθώς και των κινδύνων που προέρχονται κατά την εργασία σε εσωτερικούς / κλειστούς χώρους, και
- η γνώση των τρόπων αντιμετώπισης των παραπάνω κινδύνων.

Τα προγράμματα υγιεινής και ασφάλειας συνήθως σχεδιάζονται σύμφωνα με οδηγούς οι οποίοι βασίζονται στους ισχύοντες νόμους ή κανονισμούς. Τα προγράμματα αυτά σχεδιάζονται για να προστατέψουν τους εργαζομένους από την αδικαιολόγητη έκθεσή τους σε φυσικούς, χημικούς και υγιεινολογικούς κινδύνους στο χώρο εργασίας τους.

Αν και οι υπεύθυνοι και οι επιβλέποντες της μονάδας, παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και εφαρμογή των προγραμμάτων ασφάλειας, κάθε εργαζόμενος -ανεξαρτήτως θέσης- φέρει προσωπική ευθύνη για την ασφάλειά του. Κάθε ένας σε συνεργασία με τη διοίκηση της εγκατάστασης μοιράζεται την ευθύνη για την προσωπική του ασφάλεια και αυτή των συναδέλφων του. Έκαστος πρέπει να ενδιαφέρεται πρωτίστως για τη δική του ασφάλεια και να αναλάβει σημαντικές πρωτοβουλίες ώστε να εξασφαλίσει την ασφάλεια στο χώρο εργασίας.

8.5.1 Φυσικοί κίνδυνοι

Οι φυσικοί κίνδυνοι που σχετίζονται με την επεξεργασία ενεργού ιλύος είναι τα ολισθήματα και οι πτώσεις, ο πνιγμός, οι τραυματισμοί όπως τα διαστρέμματα και οι εξαρθρώσεις, οι τραυματισμοί από κινούμενα μηχανήματα, καθώς και οι κίνδυνοι που οφείλονται στη χρήση πεπιεσμένου αέρα.

ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
Ολισθήματα, πτώσεις	<ul style="list-style-type: none"> _ Σωστός φωτισμός των επιμέρους εγκαταστάσεων της μονάδας. _ Χρήση κατάλληλων υποδημάτων όπως για παράδειγμα μπότες εργασίας με αντιολισθητικές σόλες. _ Ανοικτές και χωρίς εμπόδια προσβάσεις στις δεξαμενές και στα κτίρια. _ Απομάκρυνση μπαζών και εργαλείων, μετά την περάτωση των εργασιών. _ Άμεσος καθαρισμός των διαρροών. _ Προσοχή στις συχνά διαβρεχόμενες περιοχές οι οποίες αποτελούν ολισθηρές επιφάνειες, λόγω ανάπτυξης αλγών – συνίσταται το στέγνωμα όλων των διαδρόμων διάβασης. _ Συχνή πλύση των περιοχών πρόσβασης γύρω από τους βιολογικούς αντιδραστήρες, λόγω ενδεχόμενης παρουσίας λιπαρών αφρών από τη δεξαμενή αερισμού, οι οποίοι καθιστούν τις συγκεκριμένες περιοχές ολισθηρές. _ Συχνή απομάκρυνση παγετού από τους διαδρόμους πρόσβασης, τα σκαλιά και τις περιοχές γύρω από τους βιολογικούς αντιδραστήρες και τις δεξαμενές καθίζησης. <p>Διοχέτευση άμμου ή αλατιού ώστε να απομακρυνθεί ο πάγος και να βελτιωθούν οι συνθήκες κίνησης.</p> <ul style="list-style-type: none"> _ Προσοχή για ενδεχόμενες διαρροές στη γραμμή ανακυκλοφορίας του ανάμικτου υγρού. Θα πρέπει να υπάρχει άμεση επιδιόρθωση και καθαρισμός των διαρροών. _ Κύριος εξοπλισμός ασφαλείας: αντιολισθητικές επιφάνειες, προστατευτικά κιγκλιδώματα, κουπαστές σκάλας, αλυσίδες ασφαλείας σε σημεία εισόδου και φωτισμός για νυχτερινές εργασίες και για περιοχές χαμηλής ορατότητας. _ Ο απαραίτητος εξοπλισμός ασφαλείας πρέπει να είναι άμεσα προσβάσιμος.
Λοιποί τραυματισμοί	



Κατά τις εργασίες συντήρησης στις οποίες είναι αναγκαία η μετακίνηση τμημάτων του μηχανολογικού εξοπλισμού, συνίσταται η χρήση μηχανισμών ανύψωσης και χρήση προστατευτικών κρανών και ειδικά ενισχυμένων με σίδηρο

μποτών ασφαλείας.

_ Διατήρηση απόστασης ασφαλείας από τον εξοπλισμό με κινητά μέρη, καθώς και αποφυγή των χαλαρών ρούχων τα οποία μπορούν να πιαστούν στα κινητά μέρη του εξοπλισμού.

_ Οι κύριοι άξονες περιστροφής των αντλιών μπορούν επίσης να δημιουργήσουν κινδύνους. Για το λόγο αυτό τα προστατευτικά μέρη αυτών πρέπει να αντικαθίστανται πριν τα τμήματα της μηχανής συναρμολογηθούν και τεθεί ξανά σε λειτουργία. Συνηθισμένοι έλεγχοι ασφαλείας μπορούν να εντοπίσουν ελλείψεις ή χαλαρά προστατευτικά για τα οποία πρέπει να αναληφθεί δράση προς την αντικατάσταση ή την επιδιόρθωσή τους.

_ Οι μηχανισμοί μετάδοσης κίνησης στα ξέστρα των δεξαμενών καθίζησης μπορούν να δημιουργήσουν πιθανές επικίνδυνες καταστάσεις στην περίπτωση που εξαρτήματα ασφαλείας όπως οι διακόπτες και οι πείροι ασφαλείας δε λειτουργήσουν σωστά. Εάν αυτοί οι μηχανισμοί δε σταματήσουν αυτόματα τη λειτουργία του εξοπλισμού όταν αναπτύσσεται υψηλός αριθμός στροφών, ενδέχεται να αναπτυχθούν υπερβολικές δυνάμεις, οπότε και να προκληθεί τραυματισμός.

_ Η εργασία σε συστήματα που περιέχουν πεπιεσμένο αέρα, επίσης μπορεί να ελλοχεύει κινδύνους. Επιπρόσθετα μέτρα και προφυλάξεις πρέπει να λαμβάνονται κατά την δοκιμή αντοχής πίεσης ενός αγωγού ή κατά την εργασία στην πλευρά του φυσητήρα από την οποία διοχετεύεται ο αέρας στην δεξαμενή ή σε οποιοδήποτε άλλο τμήμα του συστήματος διανομής του αέρα. Εάν η πίεση στο σύστημα διανομής του αέρα φθάσει σε υψηλά επίπεδα, υπάρχει η πιθανότητα έκρηξης και εκτόξευσης τμημάτων του

	<p>συστήματος με υπερβολική δύναμη.</p>
<p>Πνιγμός</p>  	<p>– Οι κουπαστές πρέπει να είναι συμβατές με τις απαιτήσεις όλων των σχετικών κωδικών ασφαλείας και οι αλυσίδες πρέπει να έχουν δεθεί σε όλα σημεία πρόσβασης.</p> <p>– Είναι αναγκαία η ύπαρξη σωσιβίων, καθώς και σχοινιών και κονταριών διάσωσης.</p> <p>– Οι βιολογικοί αντιδραστήρες αποτελούν έναν ειδικό κίνδυνο επειδή η αυξανόμενη ποσότητα αέρα του υγρού μίγματος μειώνει την πλευστότητα του ανθρώπινου σώματος αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο πνιγμού.</p> <p>– Οποτεδήποτε είναι εφικτό ο αντιδραστήρας πρέπει να παύει να λειτουργεί και να αδειάζει, ειδικά όταν εκτελούνται εργασίες συντήρησης.</p> <p>– Όταν η εργασία εκτελούνται πάνω από τον αντιδραστήρα, συνίσταται να σταματά η λειτουργία του συστήματος αερισμού.</p> <p>– Όταν οι εργασίες γίνονται πάνω ή γύρω από ανοικτές δεξαμενές για παράδειγμα όταν επιθεωρούνται ο εξοπλισμός ή οι σωλήνες, όταν λαμβάνονται δείγματα, μετριέται το βάθος της ιλύος ή προσεγγίζεται εξοπλισμός πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας.</p> <p>– Ο απαραίτητος εξοπλισμός ασφαλείας πρέπει να είναι άμεσα προσβάσιμος.</p>

8.5.2 Χημικοί κίνδυνοι

Η εργασία σε μια ΕΕΣ μπορεί να συνοδεύεται από κινδύνους που προέρχονται από τη χρήση χημικών ουσιών. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να θεσπίζονται απαιτήσεις ασφάλειας που σχετίζονται με τη χρήση χημικών ουσιών και οι οποίες είναι πιθανό να χρησιμοποιηθούν για πληθώρα σκοπών, όπως η ρύθμιση του pH, η τροφοδοσία θρεπτικών, ο έλεγχος των νηματοειδών οργανισμών ή η απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων.

Οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων μπορεί να είναι επικίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό και για το περιβάλλον. Μπορεί να είναι αναφλέξιμες, εκρηκτικές ή διαβρωτικές. Πολλές από αυτές είναι τοξικές και θέτουν σε κίνδυνο τον ανθρώπινο οργανισμό εάν καταπωθούν, εισπνευσθούν ή απορροφηθούν μέσω του δέρματος.

ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
Γενικά	<ul style="list-style-type: none">❑ Ύπαρξη κατάλληλης σήμανσης και οδηγιών ασφαλούς διαχείρισης των υλικών, οι οποίοι περιλαμβάνουν ζωτικές πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους που προκαλούνται από τις χημικές ουσίες, καθώς και τις απαραίτητες ενέργειες αντιμετώπισης έκτακτων καταστάσεων.❑ Κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού, σχετικά με τις τεχνικές και τις πρακτικές διαχείρισης των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται σε κάθε ΕΕΣ.❑ Δεν επιτρέπεται το φαγητό, το ποτό και το κάπνισμα κατά τη διάρκεια ή μετά το πέρας της εργασίας με επικίνδυνα ή τοξικά υλικά. Το κάπνισμα μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα όταν διαχειρίζονται εύφλεκτα ή εκρηκτικά υλικά. Επίσης υπάρχουν πιθανότητες μόλυνσης του ανθρώπινου οργανισμού μέσω της μεταφοράς μικροβίων από τα χέρια.❑ Μετά την απομάκρυνση από τον τόπο εργασίας, συνίσταται η αφαίρεση όλου του προσωπικού προστατευτικού εξοπλισμού και το πλύσιμο των χεριών και του προσώπου.
Χημικές ουσίες	<p>Οι συνηθέστερες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι:</p> <ul style="list-style-type: none">_ Το θειικό αργίλιο, και ο τριχλωριούχος σίδηρος για τον έλεγχο της ποσότητας των νηματοειδών οργανισμών.

	<p>_ Η άνυδρη αμμωνία και ο τριχλωριούχος σίδηρος για την προσθήκη θρεπτικών στα υγρά απόβλητα. Ο τριχλωριούχος σίδηρος χρησιμοποιείται και ως κροκιδωτικό.</p> <p>_ Η καυστική σόδα και το υδροξείδιο του ασβεστίου για τη ρύθμιση του pH. Το υδροξείδιο του ασβεστίου χρησιμοποιείται και για κροκίδωση, θρόμβωση, καθίζηση και αφαίρεση ανθρακικών ιόντων.</p> <p>_ Το χλώριο για τον έλεγχο της ποσότητας των νηματοειδών οργανισμών, καθώς και για απολύμανση των λυμάτων.</p> <p>_ Τα πολυμερή για την βελτίωση της ικανότητας καθίζησης της ιλύος.</p> <p>_ Οι διαλύτες για την συντήρηση του εξοπλισμού και την καθαριότητα των χώρων εργασίας.</p> <p>_ Το φωσφορικό νάτριο για την προσθήκη θρεπτικών στα υγρά απόβλητα.</p>
Θειικό αργίλιο $Al_2(SO_4)_3$	<p>❑ Η υγρή μορφή είναι διαβρωτική και πρέπει να αποφεύγεται η εισπνοή των αναθυμιάσεών της.</p> <p>❑ Η στερεή φάση έχει τη μορφή σκόνης και είναι ιδιαίτερα διαβρωτική.</p> <p>❑ Η προστασία των ματιών αποτελεί βασική προϋπόθεση κατά τη χρήση, αφού ενδέχεται να προκληθούν βλάβες στην όραση. Σε περίπτωση ατυχήματος είναι αναγκαίος ο άμεσος καθαρισμός με άφθονο νερό και για αρκετή ώρα.</p> <p>❑ Η επαφή μεταξύ του θειικού αργιλίου και του οξειδίου του ασβεστίου (CaO) πρέπει να αποφεύγεται. Η αντίδραση των δύο χημικών ουσιών είναι άμεση (εξώθερμη αντίδραση) απελευθερώνοντας υδρογόνο και δημιουργώντας εκρηκτικές συνθήκες στην ατμόσφαιρα, ικανές να προκαλέσουν φωτιά.</p> <p>❑ Απαιτείται η χρήση αναπνευστικής μάσκας ή αναπνευστικής συσκευής που να καλύπτει το σύνολο του προσώπου, κιάλια και ασπίδες προσώπου ανθεκτικά στο οξύ, λαστιχένια γάντια, λαστιχένιες φόρμες και ποδιές και λαστιχένιες μπότες.</p>

<p>Τριχλωριούχος σίδηρος FeCl_3</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Είναι διαθέσιμος σε υγρή και σε κοκκώδη μορφή. ❑ Με την παρουσία φωτός και σε υψηλή θερμοκρασία, διαλύεται σε υδροχλωρικό οξύ, το οποίο είναι ιδιαίτερα διαβρωτικό. ❑ Η επαφή της ουσίας αυτής με το δέρμα ή τα μάτια προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. ❑ Απαιτείται η χρήση αναπνευστικής μάσκας ή αναπνευστικής συσκευής που να καλύπτει το σύνολο του προσώπου, κιάλια και ασπίδες προσώπου ανθεκτικά στο οξύ, λαστιχένια γάντια, λαστιχένιες φόρμες και ποδιές και λαστιχένιες μπότες. ❑ Στους χώρους φύλαξης και διαχείρισης απαιτείται η εγκατάσταση, σε απόσταση 8μ από τους χώρους αυτούς, συστημάτων πλύσης έκτακτης ανάγκης για τα μάτια και το σώμα. ❑ Αρχικά οι πλύσεις πρέπει να γίνουν με αργό ρυθμό και εν συνεχεία πολύ γρήγορα έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα εγκαύματα. Συνίσταται και η εξουδετέρωση με νερό που περιέχει δισανθρακικά ιόντα (HCO_3). ❑ Όλες οι δεξαμενές, οι σωληνώσεις και οι βαλβίδες που έρχονται σε επαφή με τον τριχλωριούχο σίδηρο πρέπει να είναι είτε από λάστιχο είτε από ανθεκτικό στα οξέα πλαστικό. ❑ Οι αποθηκευτικές εγκαταστάσεις πρέπει να εξαερίζονται πολύ καλά. ❑ Τα δάπεδα, οι τοίχοι καθώς και ο εξοπλισμός που έρχεται σε επαφή με τον τριχλωριούχο σίδηρο πρέπει να είναι επικαλυπτόμενα με αντιδιαβρωτική μπογιά ή λαστιχένιο τάπητα.
<p>Άνυδρη αμμωνία</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Άχρωμο αέριο με οξεία μυρωδιά. ❑ Αντιδρά πολύ εύκολα με το χλώριο (κίνδυνος έκρηξης) και τα οξέα και αποτελεί μετριοπαθή κίνδυνος για πρόκληση φωτιάς. ❑ Κατά την εργασία με την αμμωνία συνίσταται η χρήση αναπνευστικών μασκών ή συσκευών και προστατευτικών εξαρτημάτων ματιών και γαντιών, αφού έχει ιδιαίτερα ενοχλητική δράση στα μάτια και στους πνεύμονες προκαλώντας εγκαύματα. ❑ Στους χώρους φύλαξης ή διαχείρισης, απαιτείται η εγκατάσταση και λειτουργία συστημάτων πλύσης έκτακτης ανάγκης για τα μάτια και το σώμα.

<p>Καυστική σόδα - NaOH</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Διαθέσιμη σε ξηρή ή υγρή μορφή. ❑ Η ανάμιξη οποιασδήποτε μορφής με νερό οδηγεί σε χημική αντίδραση, η οποία παράγει θερμότητα και υδρογόνο σε αέρια φάση, δημιουργώντας ενδεχομένως εκρηκτικές συνθήκες στην ατμόσφαιρα. ❑ Η ανάμιξη της καυστικής σόδας σε κλειστό δοχείο μπορεί να προκαλέσει την διάρρηξή του. ❑ Δεν είναι συμβατή με τα οξέα και με ορισμένα μέταλλα, όπως τον κασσίτερο, τον ψευδάργυρο και το αργίλιο προκαλώντας βίαιες αντιδράσεις. ❑ Η εξουδετέρωση τυχόν διαρροών γίνεται με τη βοήθεια εξασθετισμένων οξέων και μεγάλων ποσοτήτων νερού. ❑ Η καυστική σόδα είναι εξαιρετικά διαβρωτική για τα μάτια και το δέρμα και συνίσταται ανεπιφύλακτα η χρήση προστατευτικού ρουχισμού και προστατευτικών γυαλιών. Αναπνευστικές μάσκες πρέπει να χρησιμοποιούνται για την αποφυγή εισπνοής της σκόνης, των αναθυμιάσεων ή των σταγονιδίων. ❑ Συσκευές πλύσης έκτακτης ανάγκης για τα μάτια και το σώμα πρέπει να παρέχονται στον άμεσο χώρο φύλαξης ή διαχείρισης.
<p>Υδροξείδιο ασβεστίου Ca (OH)₂</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Χρησιμοποιείται ως σκόνη, η οποία και μπορεί να είναι ιδιαίτερα ενοχλητική για το δέρμα και τους πνεύμονες. ❑ Στους χώρου διαχείρισης, πρέπει να εγκαθίστανται και να λειτουργούν συστήματα εξαερισμού και αποκονίωσης. ❑ Μπορεί να δημιουργήσει εγκαύματα εάν αναμιχθεί με οποιαδήποτε μορφή υγρασίας συμπεριλαμβανομένου και του ιδρώτα. Σε αυτήν την περίπτωση, πρέπει να πλυθεί η περιοχή επαφής με νερό και σαπούνι και εν συνεχεία με ξύδι, ενώ το έγκαυμα πρέπει να καλυφθεί με κατάλληλο επίδεσμο. ❑ Συνίσταται να χρησιμοποιείται ο απαραίτητος εξοπλισμός προστασίας για τα μάτια, καθώς και αναπνευστικές μάσκες και κατάλληλα ρούχα.
<p>Χλώριο - Cl₂</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Διαθέσιμο ως αέριο, υγρό ή υπό τη μορφή σκόνης (συνήθως ως υποχλωριώδες ασβέστιο – Ca(ClO)₂.

	<p>❑ Είναι σε ασυμβατότητα με πολλά υλικά και οι αντιδράσεις με αυτά μπορεί να προκαλέσουν φωτιές ή εκρήξεις.</p> <p>❑ Είναι τοξικό ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις (θανατηφόρο σε συγκεντρώσεις αέριου χλωρίου της τάξης των 30mg/L αέρα).</p> <p>❑ Όλες οι μορφές του χλωρίου είναι διαβρωτικές όταν αναμιχθούν με το νερό και επικίνδυνες εάν εισπνεύσουν ή έρθουν σε επαφή με τα μάτια ή το δέρμα.</p> <p>❑ Η χρήση αναπνευστικών масκών ή συσκευών, προστατευτικού ρουχισμού και ειδικών ενισχυμένων με βουτύλιο προστατευτικών γαντιών είναι απαραίτητη.</p> <p>❑ Ειδικές προφυλάξεις, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων εξαερισμού και ανίχνευσης διαρροών, απαιτούνται στους χώρους αποθήκευσης και διαχείρισης του χλωρίου. Οι χώροι αυτοί πρέπει να βρίσκονται χωριστά από τα άλλα τμήματα της εγκατάστασης. Επίσης πρέπει να είναι ασφαλείς και προστατευμένοι από δυσμενείς καιρικές συνθήκες και με καλή πρόσβαση, ενώ πρέπει να υπάρχει εξοπλισμός έκτακτης ανάγκης, όπως ειδικός αναπνευστικός εξοπλισμός, σταθμός πλύσης ματιών και ντους. Συνίσταται η αποφυγή παρουσίας υγρασίας, λιπών και ελαίων σε χώρους αποθήκευσης χλωρίου.</p> <p>❑ Άμεση ιατρική βοήθεια για τους εργαζόμενους που δηλητηριάζονται από το χλώριο είναι απαραίτητη. Σε περίπτωση κατάποσης ή εισπνοής πρέπει να προκαλείται άμεσα εμετός.</p>
Πολυμερή	<p>❑ Χρησιμοποιούνται υπό τη μορφή σκόνης, κόκκων ή ζελέ.</p> <p>❑ Μπορούν να δημιουργήσουν ερεθισμούς στα μάτια, τη μύτη και το δέρμα. Χημικά εγκαύματα μπορούν να δημιουργηθούν εάν τα πολυμερή έρθουν σε επαφή με τα μάτια ή με το δέρμα.</p> <p>❑ Η χρήση προστατευτικών γυαλιών, γαντιών και κατάλληλου ρουχισμού με μακριά μανίκια είναι απαραίτητη έτσι ώστε να αποφεύγεται η επαφή, ενώ απαραίτητη είναι και η χρήση αναπνευστικών масκών ή φίλτρων έτσι ώστε να αποφεύγεται η εισπνοή σκόνης ή αναθυμιάσεων.</p> <p>❑ Οι διαρροές μπορούν να δημιουργήσουν εξαιρετικά ολισθηρές συνθήκες και πρέπει να καθαρίζονται άμεσα.</p>

<p>Διαλυτικά</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Αρκετά είναι εύφλεκτα, καυστικά ή επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό. ❑ Η χρήση τους πρέπει να γίνεται πάντοτε σύμφωνα με τις αναγραφόμενες στις συσκευασίες τους οδηγίες χρήσης και μετά την κατανάλωσή τους πρέπει να απομακρύνονται με κατάλληλες τεχνικές. ❑ Συνίσταται χρήση τόσο συστημάτων εξαερισμού, όσο και αναπνευστικών масκών ή συσκευών κατάλληλά προστατευμένων, καθώς και προστατευτικών γαντιών. ❑ Πλησίον των χώρων χρήσης και αποθήκευσης διαλυτικών πρέπει να υπάρχουν τοποθετημένοι πυροσβεστήρες. ❑ Συνίσταται η αποθήκευση των διαλυτικών να γίνεται σε ειδικούς πυρασφαλείς θαλάμους ή δωμάτια, στα οποία να υπάρχουν προειδοποιητικές πινακίδες απαγόρευσης του καπνίσματος. Σε μεγαλύτερους αποθηκευτικούς χώρους πρέπει να είναι εγκατεστημένα συστήματα πυρασφάλειας. <p>Η αποθήκευση των διαλυτικών δίπλα σε οξέα, καυστικές ουσίες ή ενώσεις του χλωρίου πρέπει να αποφεύγεται.</p>
<p>Φωσφορικό νάτριο Na_3PO_4</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Μέτρια αλκαλική ένωση που μπορεί να δημιουργήσει εγκαύματα στα μάτια και να ερεθίσει τις βλεννογόνους μεμβράνες. ❑ Συνίσταται η χρήση αναπνευστικών масκών και προστατευτικών γυαλιών, ενώ είναι απαραίτητο κοντά στους χώρους διαχείρισης να υπάρχουν εγκατεστημένα συστήματα πλύσης των ματιών. ❑ Η έκθεση στο φωσφορικό νάτριο μπορεί να προκαλέσει χρόνιες δερματίτιδες.

εντός των υγρών αποβλήτων.		
Ομάδα ιών	Τρόπος μετάδοσης	Ασθένεια
Clostridium	Τοπική μόλυνση μέσω ανοιχτών πληγών	Τέτανος Γάγγραινα Γαστρεντερίτιδα
Salmonella	Κατάποση	Γαστρεντερίτιδα Τυφοειδής πυρετός
Shingella	Κατάποση	Γαστρεντερίτιδα Δυσεντερίτιδα

☐ Παράσιτα: Συνήθως παρατηρείται έκθεση σε κύστες και αυγά μέσω των οποίων τα παράσιτα αναπαράγονται και είναι ικανά να επιβιώσουν σε αντίξοες συνθήκες.

☐ Ο εξοπλισμός και οι επιφάνειες μπορεί να επιμολύνονται ως αποτέλεσμα της διαβροχής τους από υγρά απόβλητα ή του ψεκασμού τους από σταγονίδια ή αιωρούμενα σωματίδια. Οι περιοχές γύρω από τους βιολογικούς αντιδραστήρες είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς σε αυτού του είδους τις μολύνσεις.

☐ Προληπτικά μέτρα: Σωστή υγιεινή και καθαριότητα. Μετά από οποιαδήποτε επαφή με τα υγρά απόβλητα ή την ιλύ πρέπει να ακολουθεί πλύση των χεριών. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τις διάφορες εργασίες πρέπει να καθαρίζονται μετά από κάθε χρήση. Ο προστατευτικός ρουχισμός και οι φόρμες εργασίας πρέπει να αλλάζονται μετά το πέρας των εργασιών. Χρήση προστατευτικού εξοπλισμού: Για την ελαχιστοποίηση της έκθεσης στους διάφορους τύπους βιολογικών κινδύνων. Κρίνεται επίσης υποχρεωτικό σε περίπτωση ανοικτών τραυμάτων, πληγών και εγκαυμάτων στα χέρια να χρησιμοποιούνται ειδικά προστατευτικά - αδιαπέραστα γάντια. Όταν στο χώρο εργασίας υπάρχει η παρουσία αιωρούμενων σωματιδίων ή άλλων ουσιών επιβάλλεται η χρήση μάσκας, προστατευτικών γυαλιών ή ακόμη και αναπνευστικής συσκευής ανάλογα με την περίπτωση. Η προσωπική

	<p>ένδυση και η ένδυση εργασίας πρέπει να φυλάσσονται σε ξεχωριστά ερμάρια.</p> <p>❑ Όλοι οι τραυματισμοί πρέπει να αντιμετωπίζονται άμεσα προκειμένου να προλαμβάνονται τυχόν μολύνσεις. Τα μικρά κοψίματα πρέπει να πλένονται προσεκτικά και εν συνεχεία να επιθέεται σε αυτά αντιβιοτική αλοιφή.</p> <p>Οι πληγές πρέπει να καλύπτονται με επίδεσμο. Σε περίπτωση ενός πιο σοβαρού τραυματισμού ή άμεσης επαφής με το σώμα των υγρών αποβλήτων ή της λάσπης πρέπει να αναζητείται ιατρική βοήθεια και περίθαλψη.</p> <p>❑ Στο κουτί πρώτων βοηθειών πρέπει να φυλάσσονται εμβόλια διφθερίτιδας και αντιτετανικοί οροί, καθώς επίσης και όλα εκείνα τα απαιτούμενα, από την διεύθυνση υγιεινής της αρμόδιας νομαρχίας, εμβόλια.</p> <p>❑ Σημείωση: Όσον αφορά στην πιθανότητα έκθεσης του προσωπικού στον ιό HIV που προκαλεί το Σύνδρομο Επίκτητης Ανοσοποιητικής Ανεπάρκειας (AIDS) και την Ηπατίτιδα Β δεν υπάρχουν αναφορές που να σχετίζουν την μετάδοση των δύο αυτών ιών μέσω του νερού ή των υγρών αποβλήτων και δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα περιστατικά ανίχνευσης από επιμόλυνση. Οι τελευταίες επιστημονικές έρευνες υποδεικνύουν ότι είναι εξαιρετικά δύσκολο το AIDS να συσχετιστεί με την έκθεση εργαζομένων στα υγρά απόβλητα.</p>
--	---

8.5.4 Κίνδυνοι σχετικά με το θόρυβο

ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
<p>❑ Χαρακτηριστικό παράδειγμα: εξοπλισμός αερισμού, ο οποίος παράγει υψηλά επίπεδα θορύβου.</p>	<p>◆ Χρήση ωτασπίδων και άλλα προστατευτικά μέτρα για την ακοή.</p> <p>◆ Η είσοδος σε κτήρια πρέπει είναι περιορισμένη και να υπάρχουν πινακίδες που προειδοποιούν για τον επικείμενο κίνδυνο.</p> <p>❑ Επισήμανση: όταν χρησιμοποιούνται προστατευτικά μέτρα για την ακοή, ο συναγερμός έκτακτης ανάγκης μπορεί να μην γίνει εύκολα αντιληπτός, γι' αυτό και πρέπει να είναι εγκατεστημένοι και οπτικοί συναγερμοί.</p>

Ο θόρυβος στις ΕΕΣ οφείλεται κυρίως στη λειτουργία των αεριστήρων, φυσητήρων, συμπιεστών, μεγάλων αντλιών, γεννητριών, εξοπλισμού φυγοκέντρησης και άλλων μηχανημάτων που λειτουργούν σε μεγάλες ταχύτητες. Πηγή θορύβου μπορούν να αποτελέσουν και οι εσχάρες της προεπεξεργασίας. Ανάλογα με την απόσταση, οι μηχανικοί αεριστήρες μπορούν να προκαλέσουν ενόχληση σε παρακείμενες στην εγκατάσταση κατοικίες, ιδιαίτερα κατά τις βραδινές ώρες.

Ο παραγόμενος θόρυβος επηρεάζει α) το προσωπικό της ΕΕΣ και β) κατοίκους σε παρακείμενους στην εγκατάσταση οικισμούς, ανάλογα με την απόσταση από την ΕΕΣ. Σημειώνεται ότι η δημιουργία όχλησης από θόρυβο που παράγεται κατά τη λειτουργία της ΕΕΣ, εξαρτάται άμεσα από τα επίπεδα θορύβου που επικρατούν στην περιοχή γύρω από τη θέση χωροθέτησής της. Συνεπώς, κατά το στάδιο της επιλογής του χώρου κατασκευής της ΕΕΣ πρέπει να επισημαίνονται τα επίπεδα θορύβου που επικρατούν στη γύρω περιοχή.

Η μέτρηση των επιπέδων του θορύβου, πραγματοποιείται από μετρητές στάθμης θορύβου που περιέχουν δίκτυα μέτρησης συχνοτήτων με ενδείξεις Α-, Β-, Γ- και Δ-. Η κλίμακα Α- είναι αυτή που συνήθως χρησιμοποιείται σε μετρήσεις πεδίου ενώ η μονάδα μέτρησης είναι το dB (decibel). (Η κλίμακα decibel είναι λογαριθμική, ξεκινά από το μηδέν και καταλήγει στο 130 όπου αντιστοιχεί στο όριο του πόνου που προκαλείται από την ένταση του παραγόμενου ήχου)

Η αύξηση των επιπέδων θορύβου που προκαλείται από μια ΕΕΣ κατά 3 dB-A σε σχέση με γύρω όρια, έχει ως αποτέλεσμα μικρή ως μηδαμινή επίπτωση στον περιβάλλοντα χώρο. Αύξηση της τάξης των 3-15 dB-A, προκαλεί μέτριες επιπτώσεις, ενώ αύξηση της τάξης των 15 dB-A και άνω, έχουν σημαντικές επιπτώσεις στον περιβάλλοντα χώρο. Για να προσδιοριστούν οι επιπτώσεις από μια ΕΕΣ στον περιβάλλοντα χώρο, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη ωριαίες και εποχιακές διακυμάνσεις.

8.5.5 Κίνδυνοι σχετικά με τον Η/Μ εξοπλισμό

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

- ❑ Κυρίως αφορά σε κινδύνους που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό και την αποθηκευμένη μηχανική και υδραυλική ενέργεια.
- ❑ Είναι απαραίτητο να υπάρχει συστηματική προσέγγιση σε ότι αφορά στην απαιτούμενη ασφάλεια των εργαζομένων κατά την εγκατάσταση, καθαρισμό, ρύθμιση και συντήρηση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- ❑ Η υψηλή τάση σε μέρη του εξοπλισμού, τα οποία μπορούν να αρχίσουν την λειτουργία τους αυτόματα ή με τηλεχειρισμό, μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό ή θάνατο.
- ❑ Απαραίτητη η εφαρμογή μιας συγκεκριμένης διαδικασίας «κλειδώματος» του Η/Μ εξοπλισμού κατά την οποία συμμετέχουν οι άμεσα εμπλεκόμενοι (χειριστές συντήρησης, λειτουργίας, επιβλέποντες, κλπ).
- ❑ Μόνο εξουσιοδοτημένο και καλά εκπαιδευμένο προσωπικό πρέπει να ασχολείται με την συντήρηση ή της ρυθμίσεις του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- ❑ Πριν από την απομάκρυνση της εξαρτήματος του εξοπλισμού για επισκευή ή συντήρηση, όχι μόνο πρέπει να ενημερώνεται ο επιβλέπων της εγκατάστασης, αλλά της ο χειριστής του εξοπλισμού οφείλει να συμπληρώσει ένα απογραφικό δελτίο για την προσωρινή απόσυρση του εκάστοτε εξαρτήματος.
- ❑ Ο εξοπλισμός τίθεται εκτός λειτουργίας από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου της εγκατάστασης. Ο χειριστής του πίνακα ελέγχου οφείλει να έχει κλειστό το διακόπτη του της συντήρηση /επισκευή μηχανήματος, καθώς και να έχει τοποθετήσει πάνω στο διακόπτη αυτό καρτέλα που να περιλαμβάνει την ημερομηνία, το όνομα και την υπογραφή του εργαζόμενου που είναι υπεύθυνος για το προσωρινό «κλείδωμα» του μηχανήματος.
- ❑ Το επόμενο βήμα που ακολουθεί είναι η επιβεβαίωση ότι ο εξοπλισμός έχει απομονωθεί. Τούτο επιτυγχάνεται ως εξής:
 - α) ελέγχεται ο κεντρικός διακόπτης έτσι ώστε της να μην μπορεί να μετακινηθεί στη θέση «on»,
 - β) χρησιμοποιείται ένα βολτόμετρο για να επιβεβαιωθεί ότι ο διακόπτης είναι κλειστός
 - γ) πιέζονται όλοι οι «τοπικοί» διακόπτες που ενεργοποιούν το μηχάνημα προκειμένου να επαληθευτεί ότι κανένας από της δεν το ενεργοποιεί.

- ❑ Η καλή γνώση της λειτουργίας όλου του συστήματος πάνω στο οποίο θα γίνουν οι απαιτούμενες εργασίες είναι απαραίτητη προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες παρουσίασης επικίνδυνων καταστάσεων.
- ❑ Όταν οι εργασίες επισκευής έχουν ολοκληρωθεί, πρέπει να διαπιστωθεί ότι όλα τα τμήματα του εξοπλισμού είναι πλήρως συναρμολογημένα συμπεριλαμβανομένου και των προφυλακτών και των προστατευτικών καλυμμάτων και να ελεγχθεί ότι όλο το προσωπικό έχει απομακρυνθεί από τον εξοπλισμό.
- ❑ Το τελευταίο βήμα είναι η ειδοποίηση του επιβλέποντα, του χειριστή και γενικότερα όλου του προσωπικού που εργάζεται σε αυτό τον τομέα της εγκατάστασης, ότι η διαδικασία «κλειδώματος» της λειτουργία του η/μ εξοπλισμού δεν ισχύει πλέον.

8.5.6 Κίνδυνοι εσωτερικών χώρων

Ως Εσωτερικοί Χώροι ορίζονται οι χώροι των οποίων το μέγεθος και το σχήμα είναι τέτοιο, που η είσοδος και η έξοδος σε αυτούς είναι περιορισμένοι, ενώ δεν ενδείκνυνται για τη συνεχή απασχόληση των εργαζομένων εντός τους. Επειδή οι χώροι αυτοί συνήθως περιέχουν ή πιθανόν να περιέχουν επικίνδυνο ατμοσφαιρικό αέρα, η εργασία εντός τους μπορεί να οδηγήσει σε παγίδευση ή ασφυξία των εργαζομένων ή γενικότερα να υφίστανται κίνδυνοι για την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων, οπότε και απαιτείται ειδική άδεια εισόδου.

Παραδείγματα τέτοιου είδους χώρων, θεωρούνται οι υγροί θάλαμοι των αντλιοστασίων και τα φρεάτια αγωγών. Υπάρχουν επίσης και άλλες εγκαταστάσεις που εξαιτίας των τοξικών, εύφλεκτων ή των καταστάσεων έλλειψης οξυγόνου στην ατμόσφαιρα μπορούν να προσεγγισθούν ως «εσωτερικοί χώροι».

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

❑ Η είσοδος σε αυτού του είδους τους χώρους πρέπει να επιτρέπεται μόνο μετά από έκδοση ειδικής άδειας. Η άδεια αυτή υπογράφεται από τον επιβλέποντα, αναφέρει ρητά τις εργασίες που πρέπει να γίνουν, τους σχετικούς κινδύνους, τον ειδικό ρουχισμό και εξοπλισμό, την παρακολούθηση του αέρα και καταγραφή των ενδείξεων, το προσωπικό ασφαλείας και τις διαδικασίες έκτακτης ανάγκης. Για όλους λοιπόν τους προαναφερόμενους λόγους η είσοδος σε τέτοιους χώρους πρέπει να επιτρέπεται μόνο σε κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό.

❑ Πριν από την είσοδο σε έναν τέτοιο χώρο, πρέπει να ελέγχεται η ατμόσφαιρά του. Για το σκοπό αυτό συνίσταται η εγκατάσταση ανιχνευτών αερίων και συναγερμών ασφαλείας σε περίπτωση που οι τιμές των αερίων υπερβούν ένα προκαθορισμένο όριο. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν φορητές μονάδες ανίχνευσης αερίων, με ιδιαίτερη προτίμηση στη χρήση ανιχνευτή πολλαπλών αερίων.

❑ Οι ελεγχόμενες παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται, αφορούν συνήθως την περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο, την αναφλεξιμότητα, και την παρουσία τοξικών αερίων. Τις περισσότερες φορές πριν την είσοδο στους χώρους αυτούς απαιτείται εξαερισμός.

❑ Για την αποφυγή ατυχημάτων κατά την είσοδο εργαζομένων σε εσωτερικούς χώρους, πρέπει πριν από την είσοδό τους σ' αυτούς, να εφαρμόζονται διαδικασίες παύσης λειτουργίας του εξοπλισμού ή της ροής των υγρών αποβλήτων.

Σε όσους εισέρχονται σε κλειστούς χώρους, αλλά και σε όσους παρέχουν υποστηρικτική εργασία και παρακολούθηση, πρέπει να προμηθεύεται κατάλληλος αναπνευστικός εξοπλισμός. Ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να απαιτείται η πρόσδεση και η χρήση σκοινιών ασφαλείας.

8.6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Οδηγός Εσωτερικού Ελέγχου Λειτουργίας και Συντήρησης Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων», Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 2006



«Οδηγός Εσωτερικού Ελέγχου Λειτουργίας και Ασφάλειας Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων», Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 2006



«Οδηγός Διαχείρισης Ασφάλειας», Ε.Ε.Τ.Α.Α., τόμος Β1, Αθήνα 2000



«Εκτίμηση Επαγγελματικού Κινδύνου», Τ.Ε.Ε.-Τ.Κ.Μ., Β. Μουκριώτη, Θεσ/νίκη 2002



«Μέσα Ατομικής Προστασίας», Τ.Ε.Ε.-Τ.Κ.Μ., Β. Μουκριώτη, Θεσσαλονίκη 2002



«Σήμανση Ασφαλείας και Υγείας», Τ.Ε.Ε.-Τ.Κ.Μ., Β. Μουκριώτη, Θεσσαλονίκη 2002



«Έκθεση σε Χημικούς Παράγοντες», Τ.Ε.Ε.-Τ.Κ.Μ., Ν. Κάρναβος, Θεσσαλονίκη 2002



«Κανόνες Υγιεινής και Ασφάλειας», Α. Μαρούλης, Θεσσαλονίκη 2001



Πηγές Πληροφοριών :

- <http://www.rcm.gr>
- <http://www.elinyae.gr>
- <http://www.osh.gr>

9. ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΕΣ

Το κόστος λειτουργίας της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ αναλύεται σε :

- Κόστος Ηλεκτρικής ενέργειας
- Κόστος Χημικών
- Κόστος Συντήρησης – Ανταλλακτικών – Αναλωσίμων
- Κόστος Προσωπικού λειτουργίας

9.1 ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Παρατίθεται στη συνέχεια Πίνακας με τα ενεργειακά χαρακτηριστικά του συστήματος και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με βάση την μέση ημερήσια παροχή σχεδιασμού σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας, ήτοι διάθεση σε φυσικό αποδέκτη και απευθείας τροφοδοσία της μονάδας R.O. από τη βιολογική βαθμίδα (σ.σ. παράκαμψη των φίλτρων ενεργού άνθρακα).

Σημειώνεται ότι λαμβάνεται υπόψη η απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς από το δίκτυο ανά κινητήρα και οι πραγματικές αποδόσεις του εξοπλισμού στο πεδίο, ώστε να αναχθούν ρεαλιστικά οι τελικές τιμές σε ώρες λειτουργίας και καταναλισκόμενη ισχύ.

Αρχικά υπολογίζεται η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας για κάθε καταναλωτή με βάση την απορροφούμενη ισχύ στο σημείο λειτουργίας του και τις εκτιμώμενες ώρες λειτουργίας του ανά ημέρα, λαμβάνοντας υπόψη τα πραγματικά δεδομένα σχεδιασμού (π.χ. παροχές εισόδου, λειτουργικές απαιτήσεις κλπ).

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας γίνονται οι κάτωθι βασικοί υπολογισμοί – παραδοχές :

- Για τα αντλητικά συγκροτήματα υπολογίζονται οι ώρες λειτουργίας με βάση το ημερήσιο υδραυλικό φορτίο (σε m^3/d), τη δυναμικότητά του καταναλωτή (σε m^3/hr) και τον αριθμό (n) ομοειδών καταναλωτών σε παράλληλη λειτουργία : $\text{m}^3 \text{ d}^{-1} / \text{m}^3 \text{ h}^{-1} / n = \text{h/d}$
- Για τα συστήματα οξυγόνωσης γίνεται η παραδοχή ότι οι αντίστοιχοι καταναλωτές λειτουργούν στο 100% της δυναμικότητάς τους για την πρόσδοση της απαιτούμενης ποσότητας αέρα ως αυτή υπολογίζεται στους υγιεινολογικούς υπολογισμούς.
- Καταναλωτές που λειτουργούν σε μανδάλωση με κύριους καταναλωτές, θεωρείται ότι λειτουργούν τις ίδιες ώρες με αυτούς (σ.σ. τους κύριους καταναλωτές) με χρονοκαυστέρηση κατά περίπτωση.

- Λοιποί καταναλωτές (π.χ. on line διατάξεις μέτρησης D.O., MLSS κλπ) θεωρείται ότι λειτουργούν σε 24ωρη βάση.

Προκειμένου να υπάρχει μια ρεαλιστική προσέγγιση, για τον υπολογισμό της κατανάλωσης, η δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την ισχύουσα Τιμολογιακή Πολιτική της ΔΕΗ για μεγάλους καταναλωτές Χαμηλής Τάσης, ήτοι μέσο κόστος της τάξης των 0,10€/kWh :

Παράμετρος	Μ.Μ.	Τιμή
Κατανάλωση	kWh/d	865,30
	kWh/m ³	28,84
Εκτίμηση Κόστους	€/m ³	2,88

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΕΣ ΣΤΟ 100% ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ)

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΓΚ. ΙΣΧΥΣ (kW)	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (hrs/d)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh/d)
		1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ - ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - Α/Σ ΑΝΥΨΩΣΗΣ				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C103-1	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ (FLOWJET)	2,00	2,00	4,00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C103-2	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΑΝΥΨΩΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ Νο1	7,40	2,00	14,80
		2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ				
		<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ (ΓΛΥΚΕΡΙΝΗ)</u>				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-22	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ Νο1	0,55	2,00	1,10
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-23	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Δ/ΤΟΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ Νο2	0,55	2,00	1,10
		<u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Δ/ΤΟΣ H₃PO₄</u>				
ΝΕΑ	MOTOR	C102-32	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο1	0,10	2,00	0,20
ΝΕΑ	MOTOR	C102-33	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄ Νο2	0,10	2,00	0,20
		3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ				
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-1</u>				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-1	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	5,50	10,00	55,00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-2	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	18,50	10,00	185,00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-3	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	1,50	2,00	3,00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-4	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-1	1,20	0,40	0,48
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ SBR-2</u>				

ΥΦΙΣΤ. / NEA	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΓΚ. ΙΣΧΥΣ (kW)	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (hrs/d)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh/d)
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-5	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	5,50	10,00	55,00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-6	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	18,50	10,00	185,00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-7	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	1,50	2,00	3,00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-8	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ SBR-2	1,20	0,40	0,48
		4. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-9	ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΤΥΜΠΑΝΟΥ	0,37	2,00	0,74
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-10	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ	1,50	0,50	0,75
		5. ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΟ ΑΝΘΡΑΚΑ				
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</u>				
NEA	MOTOR	C102-31	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	2,30	16,00	36,80
		<u>ΦΙΛΤΡΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ</u>				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-11	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 1	0,75	2,00	1,50
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-13	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΠΛΥΣΗΣ ΦΙΛΤΡΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ Νο 1	2,20	0,17	0,37
		<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΩΝ - ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ Α/Σ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO</u>				
NEA	MOTOR	C-RO-1	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	1,50	10,90	16,35
		6. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ, RO				
		<u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u>				
NEA	S-MOTOR	B-RO	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	20,00	10,90	218,00

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID Νο	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΓΚ. ΙΣΧΥΣ (kW)	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (hrs/d)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh/d)
			7. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ			
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-15	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl Νο1	0,09	10,90	0,98
			<u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u>			
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-17	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	7,40	0,00	0,00
			<u>ΝΕΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u>			
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	C102-18	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	7,40	1,23	9,10
			8. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ & ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ			
ΝΕΑ	MOTOR	C102-19	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ Νο1	1,50	0,50	0,75
ΝΕΑ	MOTOR	C102-34	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	0,37	0,00	0,00
			9. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ - ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ			
ΝΕΑ	MOTOR	C102-35	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ	2,20	2,00	4,40
			10. ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ			
-	INSTR	INSTR	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	2,00	24,00	48,00
ΝΕΑ	VALVE	VALVE	ΑΥΤΟΜΑΤΕΣ ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ	0,50	24,00	12,00
ΥΦΙΣΤ	PLC	PLC-102	ΣΥΣΤΗΜΑ PLC ΕΕΣ	0,10	24,00	2,40
ΥΦΙΣΤ	PLC	PLC-103	ΣΥΣΤΗΜΑ PLC ΥΦΙΣΤ. ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	0,10	24,00	2,40
ΝΕΑ	PLC	PLC-RO	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	0,10	24,00	2,40
			ΣΥΝΟΛΟ			865,30

9.2 ΚΟΣΤΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ

Σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας, η κατανάλωση χημικών συνίσταται στην κατανάλωση των κάτωθι υδατικών διαλυμάτων για τη λειτουργία του βιοαντιδραστήρα

- Φωσφορικό οξύ (H_3PO_4) για την προσθήκη θρεπτικών
- Γλυκερίνη ως πηγή εξωτερικού άνθρακα
- Υποχλωριώδες νάτριο ($NaOCl$) για την απολύμανση των επεξεργασμένων

Με βάση την ημερήσια παροχή σχεδιασμού της φάσης σχεδιασμού της ΕΕΣ επιχειρείται στη συνέχεια μια κατά το δυνατόν ρεαλιστική εκτίμηση κόστους :

ΔΙΑΛΥΜΑ	Μ.Μ.	ΑΠΑΙΤΗΣΗ	ΔΑΠΑΝΗ (€/L ή €/kg)	ΚΟΣΤΟΣ (€/d)
Απαιτήσεις δ/τος H_3PO_4	L/d	3,3	3,50	11,55
Απαιτήσεις δ/τος γλυκερίνης	kg/d	219,3	0,35	76,75
Απαιτήσεις δ/τος $NaOCl$	L/d	0,3	0,20	0,06
				88,35

Με βάση τα ανωτέρω, εκτιμάται κόστος χημικών της τάξης των 2,95€/m³ για την ημερήσια παροχή σχεδιασμού των 30m³/d.

Πέραν των ανωτέρω θα απαιτηθούν χημικά για τη λειτουργία της μονάδας RO, ήτοι θειικό οξύ (H_2SO_4) για τη ρύθμιση pH, αντικαθαλωτικό (anti-scalant) κλπ

Δεδομένου ότι η κατανάλωση ρυθμιστικού διαλύματος pH και αντικαθαλωτικού δεν μπορεί να εκτιμηθεί εξ' αρχής, θεωρείται ότι κόστος της τάξης των 0,6 – 1,0€/m³ είναι ρεαλιστικό με βάση την εμπειρία από τη λειτουργία παρόμοιων μονάδων.

9.3 ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ – ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ – ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ

Περιλαμβάνονται υλικά (ανταλλακτικά και αναλώσιμα) και εργασίες για την αντιμετώπιση συνήθων προβλημάτων καθώς επίσης και γενικά έξοδα – απρόβλεπτα.

Λαμβάνοντας υπόψη την υψηλή ποιότητα του προσφερόμενου εξοπλισμού, τον προβλεπόμενο χρόνο ζωής του, το κόστος των ανταλλακτικών ανά επιμέρους μονάδα και με βάση την εμπειρία από τον Ελλαδικό χώρο, κρίνεται ότι συνολικό ποσοστό της τάξης του 8% επί του ετήσιου κόστους λειτουργίας, αποτελεί μια ρεαλιστική προσέγγιση.

9.4 ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

Η λειτουργία και συντήρηση της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων πρέπει να γίνεται από προσωπικό που θα εκπαιδευτεί κατάλληλα. Ο Κύριος του Έργου (ΚτΕ) υποχρεούται να λειτουργεί, να συντηρεί και να φυλάσσει τις εγκαταστάσεις του έργου με ελάχιστη υποχρέωση μία (οκτάωρη) βάρδια τις εργάσιμες ημέρες.

Για την επίβλεψη της λειτουργίας της Εγκατάστασης κρίνεται ότι απαιτείται ένας (1) υπεύθυνος/η που πρέπει να είναι άτομο που ασκεί το επάγγελμα του Διπλωματούχου Μηχανικού με βασικές σπουδές ή εξειδίκευση στη λειτουργία εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, **κατά προτίμηση Χημικός Μηχανικός ή Περιβαλλοντολόγος Μηχανικός**, με προϋπηρεσία σε αντίστοιχη θέση ή/και ανάλογη εμπειρία. Στο προσωπικό βάρδιας πρέπει να περιλαμβάνεται τουλάχιστον ένας (1) τεχνίτης / συντηρητής με προϋπηρεσία σε αντίστοιχη θέση ή ανάλογη εμπειρία σε απλές υδραυλικές ή/και ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

Λαμβάνοντας υπόψη την ποιότητα του εξοπλισμού και του συστήματος αυτοματισμών και ελέγχου, κρίνεται ότι ο υπεύθυνος Μηχανικός και ο τεχνίτης / συντηρητής δεν απαιτούνται επί τόπου του έργου σε 8ωρη βάρδια, παρά μόνο για προληπτικές ή/και διορθωτικές ενέργειες που τυχόν απαιτηθούν (π.χ. σύνταξη εκθέσεων ενημέρωσης για τη λειτουργία του έργου στους αρμόδιους φορείς, σοβαρές δυσλειτουργίες ή/και συνήθειες βλάβες). Συνεπώς, στην περίπτωση αυτή, μπορούν να απασχοληθούν άτομα που ήδη εργάζονται για λογαριασμό του ΚτΕ, χωρίς να επιβαρυνθεί ιδιαίτερα το αντικείμενο εργασίας τους

9.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

Παράμετρος	Μ.Μ.	Τιμή
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	€/m ³	2,88
Κόστος χημικών	€/m ³	3,95
Κόστος συντήρησης	€/m ³	2,00
Κόστος εργατικών	€/m ³	0,50
Κόστος λειτουργίας	€/m ³	9,33

9.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ανωτέρω εκτιμήσεις πρέπει να υπόκεινται σε τακτικές αναθεωρήσεις – επισκοπήσεις κυρίως λόγω των διαφοροποιήσεων που μπορούν να προέρχονται από τις ανάγκες του φορέα, πληθωριστικές τάσεις, νέες τεχνολογίες κλπ.

Απαιτείται δηλαδή η **συστηματική παρακολούθηση του κόστους λειτουργίας** μέσω της χρήσης μοντέλων πλήρους κοστολόγησης (Full Cost Accounting - FCA) και σχετικών software (τυποποιημένων ή και αναπτυγμένων για τις ανάγκες του φορέα).

Η χρησιμότητα τέτοιου είδους εργαλείων είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι προφέρουν ένα συστηματοποιημένο τρόπο για την αναγνώριση, τον υπολογισμό και την δημοσιοποίηση μέσω αναφορών, των πραγματικών εσόδων και εξόδων ενός Φορέα.

Ένα μοντέλο ολοκληρωμένης κοστολόγησης μπορεί να βοηθήσει :

- Στην αναγνώριση του πραγματικού Κόστους Διαχείρισης των Υγρών αποβλήτων
- Στη γνώση του Κόστους σε Εύρος Χρόνου, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα πρόληψης φαινομένων μεγάλων διακυμάνσεων στα έσοδα ή τα έξοδα
- Στην αξιολόγηση των επιμέρους υπηρεσιών
- Στη διαφάνεια προς τους Πολίτες σχετικά με τα Δημοτικά Τέλη
- Στην υιοθέτηση μιας επιχειρηματικής στάσης απέναντι στη διαχείριση των αποβλήτων
- Στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των αποβλήτων

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι ήδη στο εξωτερικό λαμβάνεται υπόψη και το **κόστος αειφορίας** που εξασφαλίζει την απρόσκοπτη και περιβαλλοντικά ασφαλή λειτουργία του έργου. Αυτό το κόστος μεταφράζεται σε

- **κόστος ασφάλισης** του έργου ή ισοδύναμης χρηματοοικονομικής εγγύησης που πρέπει να πληρώνεται σε ετήσια βάση από το φορέα διαχείρισης. Ουσιαστικά, πρόκειται για ένα κόστος που σκοπεύει είτε να αποζημιώσει τους θιγόμενους σε περίπτωση ατυχήματος ή σοβαρής αστοχίας του έργου, είτε να αποκαταστήσει σημαντικές φθορές που μπορεί να προέλθουν από απρόβλεπτους παράγοντες (σεισμοί, θεομηνίες κλπ). Παρά το γεγονός ότι στην ελληνική ασφαλιστική αγορά δεν υπάρχει ακόμη τέτοια εμπειρία, εκτιμάται ότι αυτό το κόστος θα είναι της τάξης του 0,5% του κόστους κατασκευής ανά έτος, για την φάση λειτουργίας του έργου, εφόσον η κατασκευή του έργου έχει γίνει με όλες τις διασφαλίσεις ποιότητας και τους ελέγχους που απαιτούνται.

- **κόστος εκσυγχρονισμού και αναβάθμισης**, που πρέπει να προκύπτει από τα τέλη χρήσης του έργου κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Παρά το γεγονός ότι μέχρι σήμερα στην Ελλάδα τα έργα εκσυγχρονισμού είθισται να χρηματοδοτούνται με κονδύλια δημόσιων έργων, τα περιθώρια συνέχειας μιας τέτοιας προσέγγισης στενεύουν δραματικά. Αργά ή γρήγορα, αυτού του είδους χρηματοδοτήσεις θα γίνονται με ιδίους πόρους των φορέων διαχείρισης.

Ο πραγματικός προσδιορισμός του κόστους λειτουργίας αφορά σε εκείνες τις κατηγορίες κόστους που πρέπει υποχρεωτικά να συμπεριλαμβάνονται για έναν ακριβή προσδιορισμό των τελών χρήσης, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα του έργου.

Το θέμα βεβαίως είναι πόσο ολοκληρωμένα υπολογίζονται όλα αυτά. Για παράδειγμα, είναι συχνό το φαινόμενο στα κόστη προσωπικού να μην περιλαμβάνεται το προσωπικό διοικητικής υποστήριξης, ιδιαίτερα όταν αυτό εργάζεται σε γραφεία που δεν είναι εντός της Εγκατάστασης. Σε πολλές επίσης περιπτώσεις, υπάρχουν εργαζόμενοι μερικής απασχόλησης που είτε δεν υπολογίζονται καθόλου στο κοστολόγιο, είτε υπολογίζονται εξ' ολοκλήρου, ενώ μπορεί το 60-70% του χρόνου τους να απασχολούνται αλλού.

Η συστηματική αναθεώρηση του υπολογισμού του κόστους είναι απαραίτητη προκειμένου αφενός να μπορούν να υπολογίζονται τα τέλη χρήσης του έργου για να μην απαξιωθεί ως τεχνικό έργο και αφετέρου να μην επιβάλλονται αυθαίρετα τέλη χωρίς έλεγχο της ανταποδοτικότητάς τους.

10. ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ

10.1 Έργα Π/Μ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ.	ΠΟΣ.
<u>ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ</u>		
<u>ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ</u>		
ΕΚΣΚΑΦΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΝ ΤΕΧΝ. ΕΡΓΩΝ – (ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ-ΤΑΦΡΩΝ-ΦΡΕΑΤΙΩΝ ΚΛΠ)	m ³	2285,2
• Εκσκαφή δεξαμενής βροχοστραγγιδίων	m ³	2073,8
• Εκσκαφή τοίχου αντιστήριξης	m ³	200,0
• Εκσκαφές φρεατίων	m ³	1,3
• Εκσκαφή πλακάς έδρασης ΡΟ	m ³	10,1
ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ ΜΕ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ (ΕΕΣ, ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΑΝΩΝ)	m ³	2732,2
ΕΞΥΓΕΙΑΝΤΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΜΕ ΘΡΑΥΣΤΑ ΥΛΙΚΑ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ	m ³	50
ΕΚΣΚΑΦΗ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΥΠΟΓ. ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ ΓΑΙΩΔΕΣ	m ³	534,0
• Αγωγός διάθεσης - Αγωγός επανατροπής	m ³	272,8
• Αγωγοί μεταφοράς βιοαερίου	m ³	37,0
• Λοιποί αγωγοί-σωληνώσεις ΕΕΣ	m ³	223,0
ΕΚΣΚΑΦΗ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΤΑΦΡΩΝ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ ΓΑΙΩΔΕΣ	m ³	58,5
ΕΓΚΙΒΩΤΙΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΜΕ ΑΜΜΟ	m ³	155,7
• Αγωγός διάθεσης - Αγωγός επανατροπής	m ³	92,5
• Λοιποί αγωγοί –σωληνώσεις ΕΕΣ	m ³	51,0
• Αγωγοί μεταφοράς βιοαερίου	m ³	12,2
ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ (ΓΑΙΩΔΗ ΥΛΙΚΑ)	m ³	393,5
• Επιχώσεις δεξαμενής βροχοστραγγιδίων	m ³	222,5 95,3
• Επιχώσεις ορυγμάτων σωληνώσεων ΕΕΣ	m ³	171
ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΩΔΕΣ ΥΛΙΚΟ		265,0
• Επιχώσεις σκαμμάτων αγωγών διάθεσης, επανατροπής με χαλικωδες υλικό	m ³	169,3
• Επιχώσεις λοιπων ορυγμάτων	m ³	95,4
ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ ΠΑΡΕΙΩΝ ΣΚΑΜΜΑΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ	m ²	909,3
<u>ΣΤΕΓΑΝΩΣΕΙΣ ΧΩΜΑΤΙΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ</u>		
ΣΤΕΓΑΝΩΣΗ ΜΕ MEMBRANE ΠΑΧΟΥΣ 1mm	m ²	1777,3
ΓΕΩΥΦΑΣΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ MEMBRANE 500kg/m ²	m ²	3555,0
<u>ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ</u>		
ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	m ³	13,5
ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	m	75

<u>ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ</u>		
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C30/37 ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ	m ³	45
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C16/20	m ³	100,6
• Φρεατία ΕΕΣ	m ³	0,9
• Ταφρος διαθεσης	m ³	23,5
• Εδραση RO	m ³	50.2
• Τοίχιο δεξαμενής	m ³	8,95
• Ανύψωση τοιχείων SBR	m ³	16.5
• Πλατεία πρόσβασης	m ³	0,52
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C12/15 (εδραση πυρσού)	m ³	7.5
ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	m ²	410
<u>ΟΠΛΙΣΜΟΙ</u>		
ΟΠΛΙΣΜΟΙ B500c	kg	16267
• Φρεατία ΕΕΣ		90
• Ταφρος διαθεσης		2560
• Εδραση RO		5522
• Τοίχιο δεξαμενής		900
• Ανύψωση τοιχείων SBR		1813
• Πλατεία πρόσβασης		57
• Τοίχος αντιστήριξης		4500
• Εδραση πυρσού		825
<u>ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΜ</u>		
ΕΣΧΑΡΕΣ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΕΣ	kg	100,0
ΚΑΛΥΜΜΑΤΑ ΑΠΟ ΓΑΛΒ. ΛΑΜΑΡΙΝΑ	kg	50,0
ΠΡΟΚΑΤΑΣΕΥΑΣΜΕΝΑ ΦΡΕΑΤΙΑ	TMX	8
ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ ΜΕ ΣΥΡΜΑΤΟΠΛΕΓΜΑ (ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ)	m	30
ΚΙΓΚΛΙΔΩΜΑΤΑ	m	240
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗ ΜΕ ΑΣΦΑΛΤΙΚΟ ΓΑΛΑΚΤΩΜΑ	m ²	115
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗ ΜΕ ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	m ²	115
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕ ΔΙΟΓΚ. ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ	m ²	182,0
ΚΑΛΥΨΗ ΜΕ ΠΟΛΥΚΑΡΒΟΝΙΚΑ ΦΥΛΛΑ	m ²	202,5

Σημειώνεται ότι ποσότητες των εκσκαφών που δε θα χρησιμοποιηθούν ως επισχώσεις στα τεχνικά θα αποτεθούν στη δημιουργία-εξομάλυνση των κλίσεων του πρανούς δυτικά της νέας δεξαμενής βροχοστραγγιδίων.

10.2 ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ	ΠΟΣ.
<u>ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΚΤΥΑ</u>		
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 250	m	129
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 160	m	192
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 63	m	120
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 32	m	6
<u>ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΩΝ</u>		
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 150	m	3
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 100	m	12
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 80	m	30
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 65	m	18
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 50	m	30
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 25	m	30
ΣΩΛΗΝ. PE 10 atm Φ 6x8	m	120
<u>ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ - ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</u>		
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ DN 150 ΜΕ ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗ	τμχ	1
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ DN 80 ΜΕ ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗ	τμχ	4
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ DN 65 ΜΕ ΠΝΕΥΜ. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗ	τμχ	2
ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ DN 100	τμχ	2
ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ DN 65	τμχ	4
ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ ΔΙΚΛΕΙΔΑΣ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ DN 40	τμχ	7
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ DN 100 ΜΕ ΧΕΙΡΟΛΑΒΗ	τμχ	4
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΜΠΑΛΑΣ DN 65	τμχ	2
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΜΠΑΛΑΣ DN 50	τμχ	1
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ "ΚΛΑΠΕ" DN 50	τμχ	1
ΑΝΟΞ. ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ DN 20	τμχ	4
ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ	τμχ	3

Περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα υλικά σύνδεσης, όδευσης και στήριξης (καμπύλες, ταυ, φλάντζες, στηρίγματα, βίδες, παξιμάδια, ροδέλες.

10.3 ΗΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ	ΠΟΣ.
1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ		
2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ		
ΔΟΧΕΙΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄	ΤΜΧ	1
ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄	ΤΜΧ	3
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ H ₃ PO ₄	ΤΜΧ	1
3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ		
ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ SBR	ΤΜΧ	3
ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΠΕΡΚ. ΥΓΡΩΝ ΔΕΞ. SBR (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)	ΤΜΧ	1
ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ ΔΕΞ. SBR (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)	ΤΜΧ	1
4. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ		
5. ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΟ ΑΝΘΡΑΚΑ		
ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΙΛΤΡΩΝ	ΤΜΧ	1
ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	ΤΜΧ	2
6. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ, RO		
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	ΤΜΧ	1
7. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ & ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ - ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ		
ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ / ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)	ΤΜΧ	1
ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ	ΤΜΧ	1
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗ	ΤΜΧ	1
8. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ & ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ		
ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	ΤΜΧ	2
ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	ΤΜΧ	1
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	ΤΜΧ	1
9. ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ		
ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΓΙΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ	ΤΜΧ	1
ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΗΛΜ		
ΑΠΟΞΗΛΩΣΗ-ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ-ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤ. ΠΥΡΣΟΥ ΚΑΥΣΗΣ ΒΙΟΑΡΕΙΟΥ	ΚΑ	1
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΛΟΙΠΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΗΛΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	ΚΑ	1
ΤΜΧ = ΤΕΜΑΧΙΟ / ΚΑ = ΚΑΤ' ΑΠΟΚΟΠΗ		

10.4 ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ	ΠΟΣ.
ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤ. ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ MCC-102	ΚΑ	1
ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤ. ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ MCC-102Α	ΚΑ	1
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΑΕΡΓΟΥ ΙΣΧΥΟΣ	ΤΜΧ	1
ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤ. ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ PLC ΕΕΣ (PLC-102)	ΚΑ	1
ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤ. ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ PLC ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (PLC-103)	ΚΑ	1
ΣΩΛΗΝΑΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ HDPE Φ90	m	442
ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΠΟ Μ/Σ ΔΕΗ (3xJ1VV-R 1x300 mm ² + J1VV-R 1x150 mm ²)	m	155
ΚΑΛΩΔΙΟ ΤΥΠΟΥ Ε1VV-U, -R, -S (ΝΥΥ), ΤΡΙΠΟΛΙΚΟ, ΔΙΑΤΟΜΗΣ 5 x 2,5 mm ²	m	212
ΚΑΛΩΔΙΟ ΤΥΠΟΥ Ε1VV-U, -R, -S (ΝΥΥ), ΤΡΙΠΟΛΙΚΟ, ΔΙΑΤΟΜΗΣ 5 x 16 mm ²	m	230
ΚΑΛΩΔΙΟ ΤΥΠΟΥ Ε1VV-U, -R, -S (ΝΥΥ), ΤΡΙΠΟΛΙΚΟ, ΔΙΑΤΟΜΗΣ 3 x 1,5 mm ²	m	200
ΚΑΛΩΔΙΟ ΤΥΠΟΥ Ε1VV-U, -R, -S (ΝΥΥ), ΤΕΤΡΑΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΤΟΜΗΣ 4 x 1,5 mm ²	m	250
ΚΑΛΩΔΙΟ ΤΥΠΟΥ LIYCY 2(TP) 2x 1,5 mm ²	m	80

10.5 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ.	ΠΟΣ.
ΣΦΙΓΚΤΗΡΑΣ ΔΙΠΛΟΣ Φ8 FRG κραμ Cu/eSn	ΤΜΧ	15
ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΓΕΙΩΣΗΣ	ΤΜΧ	5
ΓΕΙΩΤΗΣ "Ε" St/Zn	ΤΜΧ	5
ΧΑΛΚΙΝΟΣ ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ 50 τ.χ.	ΤΜΧ	25
ΜΟΝΟΠΟΛΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ T1 + T2, U _c =440V, I _{imp} =35 kA (10/350μς), I _{max} =200 kA (8/20μς), με βοηθητική επαφή & οπτική ένδειξη	ΤΜΧ	15
ΑΠΑΓΩΓΟΣ T1 N –PE (BLUE HOUSING)	ΤΜΧ	5
ΑΠΑΓΩΓΟΣ τηλεφωνικού ζεύγους ή συστημάτων data, πρωτεύουσας και δευτερεύουσας προστασίας U _n =110V (U _c =120V), I _{imp} = 5 kA (10/350μς), I _{max} = 40 kA (8/20μς),	ΤΜΧ	5
ΙΣΤΟΣ – ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ h = 14 m, St/tZn	ΤΜΧ	5
ΒΑΣΗ ΙΣΤΟΥ h = 14 m ΓΑΛΒ/ΖΕ	ΤΜΧ	5
ΚΕΦΑΛΗ PULSAR 60 με ένδειξη	ΤΜΧ	5

ΣΩΛΗΝΩΤΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ PULSAR Φ30Χ750 ΣΠ.Α2	ΤΜΧ	5
ΑΚΙΔΑ PULSAR Φ18Χ370mmΑ2	ΤΜΧ	5

10.6 ΝΕΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ.	ΠΟΣ.
Διάνοιξη υδρογεωτρήσεων Φ12 1/2" σε σκληρά πετρώματα	m	100
Γαλβανισμένος Διάτρητος χαλυβδοσωλήνας 8"	m	9
Γαλβανισμένος χαλυβδοσωλήνας 8"	m	100
Πιεζομετρικός σωλήνας Φ1"	m	98

11.ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ

ΠΡΟ ΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗΣ

Α/Α	Είδος Εργασίας	Κωδικός ρθρου	Κωδικός Αναθεώρησης	Α.Τ.	Μον. Μετρ.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (Ευρ)	Δαπάνη (Ευρ)	
								Μερική Δαπάνη	Ολική Δαπάνη
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1. ΟΜΑΔΑ Α ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ									
1	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες για την δημιουργία υπογείων κλπ χώρων	ΝΑΟΙΚ 20.02	ΟΙΚ 2112	1	m3	2.286,00	2,80	6.400,80	
2	Επιχώσεις ορυγμάτων υπογείων δικτύων με προϊόντα εκσκαφών, με ιδιαίτερες απαιτήσεις συμπίκνωσης	ΝΑΥΔΡ 5.04	ΥΔΡ 6067	2	m3	2.733,00	1,55	4.236,15	
3	Εξυγιαντικές στρώσεις με θραυστό υλικό λατομείου	ΝΑΟΙΚ 20.20	ΟΙΚ 2162	3	m3	50,00	24,82	1.241,00	
4	Εκσκαφή ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε έδαφος γαιώδες ή ημιβραχώδες Με πλάτος πυθμένα έως 3,00 m, με την πλευρική απόθεση των προϊόντων εκσκαφής. Πα βάθος ορύγματος έως 4,00 m	ΝΑΥΔΡ 3.10.01.01	ΥΔΡ 6081.1	4	m3	534,00	6,70	3.577,80	
5	Εκσκαφές τάφρων ή διωρύγων αρδευτικών ή αποστραγγιστικών δικτύων σε εδάφη γαιώδη - ημιβραχώδη Με την φόρτωση των προϊόντων επί αυτοκινήτου και την μεταφορά στον χώρο απόθεσης ή απόρριψης σε οποιαδήποτε απόσταση	ΝΑΥΔΡ 3.01.02	ΥΔΡ 6054	5	m3	59,00	0,82	48,38	
6	Επιχώσεις ορυγμάτων με προϊόντα εκσκαφών χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις συμπίκνωσης	ΝΑΥΔΡ 5.03	ΥΔΡ 6066	6	m3	394,00	0,41	161,54	
7	Στρώσεις έδρασης και εγκιβωτισμός σωλήνων με άμμο προελεύσεως λατομείου	ΝΑΥΔΡ 5.07	ΥΔΡ 6069	7	m3	156,00	20,42	3.185,52	
8	Επιχώσεις ορυγμάτων υπογείων δικτύων με διαβαθμισμένο θραυστό αμμοχάλικο λατομείου Για συνολικό πάχος επίχωσης άνω των 50 cm	ΝΑΥΔΡ 5.05.02	ΥΔΡ 6068	8	m3	265,00	20,42	5.411,30	
9	Αντιστηρίξεις με ξυλοζεύγματα	ΝΑΥΔΡ 7.01	ΥΔΡ 6301	9	m2	910,00	2,20	2.002,00	
10	Προμήθεια δανείων, συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε2 έως Ε3	ΝΑΟΔΟ Α18.1	ΝΟΔΟ 1510	10	m3	250,00	10,17	2.542,50	
Σ νολο 1. ΟΜΑΔΑ Α ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ								28.806,99	28.806,99
2. ΟΜΑΔΑ Β ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΛΟΙΠΕΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ									
1	Καθαίρεσεις μεμονωμένων στοιχείων ή τμημάτων κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Συνήθους ακριβείας, με χρήση αεροσυμπιεστών κλπ συμβατικών μέσων υδραυλική σφύρα, εργαλεία πεπιεσμένου αέρα, ηλεκτρεργαλεία κλπ)	ΝΑΥΔΡ 4.01.01	ΥΔΡ 6082.1	11	m3	89,00	44,05	3.920,45	
2	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπίκνωση και συντήρηση σκυροδέματος Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37	ΝΑΥΔΡ 9.10.07	ΥΔΡ 6331	12	m3	45,00	103,00	4.635,00	
Σε μεταφορά								8.555,45	28.806,99

Α/Α	Είδος Εργασίας	Κωδικός ρθρου	Κωδικός Αναθεώρησης	Α.Τ.	Μον. Μετρ.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (Ευρ)	Δαπάνη (Ευρ)	
								Μερική Δαπάνη	Ολική Δαπάνη
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
							Από μεταφορά	8.555,45	28.806,99
3	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπίκνωση και συντήρηση σκυροδέματος Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20	ΝΑΥΔΡ 9.10.04	ΥΔΡ 6327	13	m3	101,00	82,00	8.282,00	
4	Παραγωγή, μεταφορά, διάστρωση, συμπίκνωση και συντήρηση σκυροδέματος Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15	ΝΑΥΔΡ 9.10.03	ΥΔΡ 6326	14	m3	8,00	77,00	616,00	
5	Ξυλότυποι συνήθων χυτών κατασκευών	ΝΑΟΙΚ 38.03	ΟΙΚ 3816	15	m2	410,00	15,70	6.437,00	
6	Χαλύβδινοι οπλισμοί σκυροδέματος, κατηγορίας B500C.	ΝΑΟΙΚ 38.20.02	ΟΙΚ 3873	16	kg	16.267,00	1,07	17.405,69	
7	Προκατασκευασμένα φρεάτια από συνθετικά υλικά, κατά το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13598-1 προς τοποθέτηση εκτός καταστρώματος της οδού Φρεάτιο κατά ΕΛΟΤ EN 13598 -1, ονομαστικής διαμέτρου D 630 mm, με ύψος στοιχείου βάσης 0,70 m, μιας εισόδου και μιας εξόδου διαμέτρου έως D 315 mm	ΝΑΥΔΡ 9.41.06	ΥΔΡ 6711.7	17	TEM	8,00	227,00	1.816,00	
8	Μεταλλικές εσχάρες υδροσυλλογής Εσχάρες καναλιών υδροσυλλογής, τυποποιημένες, ηλεκτροπρεσαριστές, γαλβανισμένες	ΝΑΥΔΡ 11.02.03	ΥΔΡ 6752	18	kg	100,00	3,10	310,00	
9	Επένδυση κατακόρυφης ή οριζόντιας επιφάνειας με γαλβανισμένη λαμαρίνα	ΝΑΟΙΚ 78.91	ΟΙΚ 7231	19	m2	50,00	29,00	1.450,00	
10	Κιγκλίδωμα από σιδηροσωλήνες	ΝΑΥΔΡ 11.11	ΥΔΡ 6810	20	m	240,00	62,00	14.880,00	
11	Περίφραξη με συρματόπλεγμα	ΝΑΥΔΡ 11.12	ΥΔΡ 6812	21	m	30,00	14,90	447,00	
12	Διαζώματα (σενάζ) από ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα γραμμικά δρομικών τοίχων	ΝΑΟΙΚ 49.01.01	ΟΙΚ 3213	22	m	30,00	16,80	504,00	
13	Στεγανοποίηση λιμνοδεξαμενών και ΧΥΤΥ με μεμβράνη πολυαιθυλενίου Με μεμβράνη PE πάχους 1,0 mm	ΝΑΥΔΡ 14.04.01	ΥΔΡ 6361	23	m2	1.778,00	4,10	7.289,80	
14	Γεωύφασμα προστασίας στεγανοποιητικής μεμβράνης (τοποθετούμενο υπό την μεμβράνη) Γεωύφασμα μή υφαντό, των 400 gr/m2	ΝΑΥΔΡ 14.05.03	ΥΔΡ 6361	24	m2	3.555,00	1,85	6.576,75	
15	Θερμομόνωση τοίχων με πλάκες από αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 50 mm	ΝΑΟΙΚ 79.47	ΟΙΚ 7934	25	m2	182,00	11,80	2.147,60	
16	Επάλειψη επιφανειών σκυροδέματος με ελαστομερές ασφαλτικό γαλάκτωμα	ΝΑΟΙΚ 79.02	ΟΙΚ 7902	26	m2	115,00	2,20	253,00	
17	Επάλειψη επιφανειών σκυροδέματος με εποξειδικά υλικά	ΝΑΟΙΚ 79.05	ΟΙΚ 7903	27	kg	115,00	9,50	1.092,50	
18	Επιστεγάσεις με επίπεδα κυψελωτά πολυκαρβονικά φύλλα	ΝΑΟΙΚ 72.70	ΟΙΚ 7231	28	m2	203,00	67,50	13.702,50	
	Σ νολο 2. ΟΜΑΔΑ Β ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΛΟΙΠΕΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							91.765,29	91.765,29
							Σε μεταφορά		120.572,28

Α/Α	Είδος Εργασίας	Κωδικός ρθρου	Κωδικός Αναθεώρησης	Α.Τ.	Μον. Μετρ.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (Ευρ)	Δαπάνη (Ευρ)	
								Μερική Δαπάνη	Ολική Δαπάνη
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
	Από μεταφορά								120.572,28
	3. ΟΜΑΔΑ Γ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ, ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ - ΔΙΚΤΥΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ, ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ								
1	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 Ονομ. διαμέτρου DN 250 mm / PN 10 atm	NAYΔP 12.14.01.13	ΥΔP 6621.6	29	m	129,00	35,70	4.605,30	
2	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 Ονομ. διαμέτρου DN 160 mm/ PN 10 atm	NAYΔP 12.14.01.10	ΥΔP 6621.3	30	m	192,00	17,30	3.321,60	
3	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 Ονομ. διαμέτρου DN 63 mm / PN 10 atm	NAYΔP 12.14.01.04	ΥΔP 6621.1	31	m	120,00	4,60	552,00	
4	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 Ονομ. διαμέτρου DN 32 mm/ PN 10 atm	NAYΔP 12.14.01.01	ΥΔP 6621.1	32	m	6,00	2,80	16,80	
5	Ανοξείδωτοι Χαλυβδосωλήνες AISI 304 διαμέτρου 150 mm και πάχους 2,0 mm	NAYΔP 12.18ΣΧΑ	ΥΔP 6630.1	33	m	3,00	92,30	276,90	
6	Ανοξείδωτοι Χαλυβδосωλήνες AISI 304 διαμέτρου 100 mm και πάχους 2,0 mm	NAYΔP 12.18ΣΧΒ	ΥΔP 6630.1	34	m	12,00	55,00	660,00	
7	Ανοξείδωτοι Χαλυβδосωλήνες AISI 304 εξωτ διαμέτρου 80 mm και πάχους 2,0 mm	NAYΔP 12.18ΣΧΓ	ΥΔP 6630.1	35	m	30,00	40,00	1.200,00	
8	Ανοξείδωτοι Χαλυβδосωλήνες AISI 304 διαμέτρου 65 mm και πάχους 2 mm	NAYΔP 12.18ΣΧΔ	ΥΔP 6630.1	36	m	18,00	38,00	684,00	
9	Ανοξείδωτοι Χαλυβδосωλήνες AISI 304 διαμέτρου 50 mm και πάχους 2 mm	NAYΔP 12.18ΣΧΕ	ΥΔP 6630.1	37	m	30,00	26,30	789,00	
10	Σωλήνες από HDPE 10 atm, ονομαστικής διαμέτρου Φ25 mm	NAYΔP 12.14.01.03ΣΧ1	ΥΔP 6621.1	38	m	30,00	0,65	19,50	
	Σε μεταφορά							12.125,10	120.572,28

Α/Α	Είδος Εργασίας	Κωδικός Ρθρου	Κωδικός Αναθεώρησης	Α.Τ.	Μον. Μετρ.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (Ευρ)	Δαπάνη (Ευρ)	
								Μερική Δαπάνη	Ολική Δαπάνη
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
							Από μεταφορά	12.125,10	120.572,28
11	Σωλήνες από πολυαιθυλένιο (PE) 10 atm, διαμέτρου Φ6x8	ΝΑΥΔΡ 12.14.01.03ΣΧ2	ΥΔΡ 6621.1	39	m	120,00	0,30	36,00	
12	Διάνοιξη υδρογεωτρήσεων Φ12 1/2" σε σκληρά πετρώματα	ΝΑΥΔΡ 15.21ΣΧ	ΥΔΡ 7123	40	m	100,00	45,00	4.500,00	
13	Γαλβανισμένος σιδηροσωλήνας βαρέως τύπου ονομαστικής διαμέτρου DN200	ΑΤΗΕ ΝΙ8036.10.4	ΗΛΜ 5	41	TEM	100,00	170,25	17.025,00	
14	Γαλβανισμένος σιδηροσωλήνας βαρέως τύπου ονομαστικής διαμέτρου DN200 διάτρητος	ΑΤΗΕ ΝΙ8036.10.4ΣΧ	ΗΛΜ 5	42	TEM	9,00	170,25	1.532,25	
15	Εγκατάσταση και Παρακολούθηση Οργάνων. Πιεζομετρικός φιλτροσωλήνας (Standpipe piezometer)	ΓΤΕ 1.24		43	μ.μ.	98,00	40,194	3.939,01	
	Σ νολο 3. ΟΜΑΔΑ Γ. ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ, ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ - ΔΙΚΤΥΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ, ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ							39.157,36	39.157,36
	4. ΟΜΑΔΑ Δ. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ								
1	Δικλείδα Πεταλούδας DN 150 με πνευματικό ενεργοποιητή	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.3.1ΣΧ1	ΗΛΜ 11	44	TEM	1,00	627,20	627,20	
2	Δικλείδα Πεταλούδας DN 80 με πνευματικό ενεργοποιητή	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.3.1ΣΧ2	ΗΛΜ 11	45	TEM	4,00	420,80	1.683,20	
3	Δικλείδα Πεταλούδας DN 65 με πνευματικό ενεργοποιητή	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.3.1ΣΧ3	ΗΛΜ 11	46	TEM	2,00	314,60	629,20	
4	Πνευματικός ενεργοποιητής δικλείδας πεταλούδας DN100	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.3.1ΣΧ4	ΗΛΜ 11	47	TEM	2,00	288,10	576,20	
5	Πνευματικός ενεργοποιητής δικλείδας πεταλούδας DN65	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.3.1ΣΧ5	ΗΛΜ 11	48	TEM	4,00	288,10	1.152,40	
6	Πνευματικός ενεργοποιητής δικλείδας πεταλούδας DN40	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.3.1ΣΧ6	ΗΛΜ 11	49	TEM	7,00	208,50	1.459,50	
7	Δικλείδα πεταλούδας DN100 με χειρολαβή	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.3.1ΣΧ7	ΗΛΜ 11	50	TEM	4,00	202,90	811,60	
8	Δικλείδα Αντεπιστροφής Λυμάτων τύπου μπάλας DN65	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.3.1ΣΧ8	ΗΛΜ 11	51	TEM	2,00	143,70	287,40	
9	Δικλείδα Αντεπιστροφής Λυμάτων τύπου μπάλας DN50	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.3.1ΣΧ9	ΗΛΜ 11	52	TEM	1,00	93,40	93,40	
10	Δικλείδα Αντεπιστροφής "Κλαπέ" DN50	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.2.1ΣΧ1	ΗΛΜ 11	53	TEM	1,00	47,30	47,30	
11	Ανοξείδωτη Σφαιρική Δικλείδα DN20	ΑΤΗΕ ΝΙ8106.2.1ΣΧ2	ΗΛΜ 11	54	TEM	4,00	60,00	240,00	
12	Μανόμετρα γλυκερίνης Φ100mm	ΝΑΠΡΣ Η05.13ΣΧ2	ΗΛΜ 31	55	TEM	3,00	59,00	177,00	
13	Δοχείο αποθήκευσης δ/τος Η3ΡΟ4	ΑΤΗΕ ΝΙ01.18ΣΧ1	ΗΛΜ 30	56	TEM	1,00	120,00	120,00	
14	Δοσομετρική αντλία δ/τος Η3ΡΟ4	ΑΤΗΕ ΝΙ01.12ΣΧ1	ΗΛΜ 80	57	TEM	3,00	700,00	2.100,00	
15	Διακόπτες στάθμης δοχείων Η3ΡΟ4	ΑΤΗΕ ΝΙ01.19ΣΧ1	ΗΛΜ 87	58	TEM	1,00	120,00	120,00	
16	Πιεζομετρικοί μετρητές στάθμης δεξαμενών SBR	ΑΤΗΕ ΝΙ01.19ΣΧ2	ΗΛΜ 87	59	TEM	3,00	480,00	1.440,00	
17	Αντλία απομάκρυνσης υπερκείμενων υγρών δεξαμενής SBR	ΑΤΗΕ ΝΙ01.02ΣΧ2	ΗΛΜ 80	60	TEM	1,00	1.500,00	1.500,00	
18	Αντλία απομάκρυνσης περίσσεια ιλύος δεξαμενής SBR	ΑΤΗΕ ΝΙ01.02ΣΧ3	ΗΛΜ 80	61	TEM	1,00	1.500,00	1.500,00	
19	Υποβρύχιος αναδευτήρας δεξαμενής τροφοδοσίας φίλτρων	ΑΤΗΕ ΝΙ01.07ΣΧ3	ΗΛΜ 80	62	TEM	1,00	2.500,00	2.500,00	
							Σε μεταφορά	17.064,40	159.729,64

Α/Α	Είδος Εργασίας	Κωδικός Ρθρου	Κωδικός Αναθεώρησης	Α.Τ.	Μον. Μετρ.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (Ευρώ)	Δαπάνη (Ευρώ)	
								Μερική Δαπάνη	Ολική Δαπάνη
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
						Από μεταφορά		17.064,40	159.729,64
20	Αντλία τροφοδοσίας μονάδας RO	ATHE N101.02ΣΧ4	ΗΛΜ 80	63	TEM	2,00	1.500,00	3.000,00	
21	Προκατασκευασμένη διάταξη αντιστροφής όσμωσης	ATHE N101.10ΣΧ1	ΗΛΜ 80	64	TEM	1,00	400.000,00	400.000,00	
22	Αντλία ανακυκλοφορίας επεξεργασμένων / διάθεσης συμπτυνώματος	ATHE N101.02ΣΧ5	ΗΛΜ 80	65	TEM	1,00	3.500,00	3.500,00	
23	Αυτόματος δειγματολήπτης	ATHE N101.19ΣΧ3	ΗΛΜ 87	66	TEM	1,00	3.000,00	3.000,00	
24	Ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής συμπτυνώματος προς διάθεση	ATHE N101.20ΣΧ1	ΗΛΜ 31	67	TEM	1,00	2.000,00	2.000,00	
25	Αντλία διάθεσης ίλυος	ATHE N101.02ΣΧ6	ΗΛΜ 80	68	TEM	2,00	1.900,00	3.800,00	
26	Αντλία αποστράγισης φρεατίου αντλιών διάθεσης ίλυος	ATHE N101.02ΣΧ7	ΗΛΜ 80	69	TEM	1,00	1.000,00	1.000,00	
27	Διακόπτης πλημμυρικής στάθμης φρεατίου αντλιών διάθεσης ίλυος	ATHE N101.21ΣΧ1	ΗΛΜ 31	70	TEM	1,00	220,00	220,00	
28	Αεροσυμπιεστής για πνευματικές δικλίδες διατάξεων παράκαμψης	ATHE N101.23ΣΧ1	ΗΛΜ 31	71	TEM	1,00	800,00	800,00	
29	Συντήρηση υφιστάμενου ΗΛΜ εξοπλισμού ΕΕΣ	ATHE N101.31ΣΧ3	ΗΛΜ 21	72	TEM	1,00	35.000,00	35.000,00	
30	Επέκταση υφιστάμενου ηλ. Πίνακα κίνησης κτιρίου ΕΕΣ MCC-102	ATHE N101.31ΣΧ4	50% ΗΛΜ 52 50% ΗΛΜ 89	73	TEM	1,00	2.500,00	2.500,00	
31	Επέκταση υφιστάμενου ηλ. Πίνακα κίνησης κτιρίου ΕΕΣ MCC-102Α	ATHE N101.31ΣΧ5	50% ΗΛΜ 52 50% ΗΛΜ 89	74	TEM	1,00	2.000,00	2.000,00	
32	Σύστημα αντιστάθμισης αεργού ισχύος	ATHE N101.24ΣΧ1	ΗΛΜ 31	75	TEM	1,00	1.600,00	1.600,00	
33	Επέκταση υφιστάμενου συστήματος PLC ΕΕΣ (PLC-102)	ATHE N101.27ΣΧ2	30% ΗΛΜ 55 20% ΗΛΜ 56 50% ΗΛΜ 87	76	TEM	1,00	1.800,00	1.800,00	
34	Επέκταση υφιστάμενου συστήματος δεξαμενής βροχοστραγγιδίων (PLC-103)	ATHE N101.27ΣΧ3	30% ΗΛΜ 55 20% ΗΛΜ 56 50% ΗΛΜ 87	77	TEM	1,00	450,00	450,00	
35	Σωλήνας από πολυαιθυλένιο προστασίας καλωδίων (HDPE), διαμέτρου 90 mm	ATHE N18042.50.111ΣΧ	ΗΛΜ 8	78	m	442,00	7,50	3.315,00	
36	Γραμμή παροχής από Μ/Σ ΔΕΗ (3xJ1VV-R 1x300 mm2 + J1VV-R 1x150 mm2)	ATHE N101.27ΣΧ4	ΗΛΜ 49	79	TEM	155,00	87,70	13.593,50	
37	Καλώδιο τύπου E1VV-U, -R, -S (NYY), Τριπολικό, διατομής 5x2,5 mm2	ATHE N101.27ΣΧ5	ΗΛΜ 49	80	TEM	212,00	4,58	970,96	
38	Καλώδιο τύπου E1VV-U, -R, -S (NYY), Τριπολικό, διατομής 5x16 mm2	ATHE N101.27ΣΧ6	ΗΛΜ 49	81	TEM	230,00	15,00	3.450,00	
39	Καλώδιο τύπου E1VV-U, -R, -S (NYY), Τριπολικό, διατομής 3x1,5 mm2	ATHE N101.27ΣΧ7	ΗΛΜ 49	82	TEM	200,00	2,90	580,00	
40	Καλώδιο τύπου E1VV-U, -R, -S (NYY), Τριπολικό, διατομής 4x1,5 mm2	ATHE N101.27ΣΧ8	ΗΛΜ 49	83	TEM	250,00	3,08	770,00	
41	Καλώδιο τύπου LiYCY 2(TP), διατομής 2x1,5 mm2	ATHE N101.27ΣΧ9	ΗΛΜ 49	84	TEM	80,00	4,00	320,00	
42	Σφικτήρας διπλός Φ8 FRG κραμ Cu/eSn	ATHE N101.25ΣΧ1	ΗΛΜ 31	85	TEM	15,00	10,85	162,75	
						Σε μεταφορά		500.896,61	159.729,64

Α/Α	Είδος Εργασι ν	Κωδικός ρθρου	Κωδικός Αναθε ρησης	Α.Τ.	Μον. Μετρ.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (Eur)	Δαπάνη (Eur)	
								Μερική Δαπάνη	Ολική Δαπάνη
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
	Από μεταφορά							500.896,61	159.729,64
43	Μεταλλική πινακίδα γείωσης	ΑΤΗΕ Ν101.26ΣΧ1	ΗΛΜ 31	86	ΤΕΜ	5,00	6,80	34,00	
44	Γειωτής "Ε" St/Zn	ΑΤΗΕ Ν101.26ΣΧ2	ΗΛΜ 31	87	ΤΕΜ	5,00	449,80	2.249,00	
45	Χάλκινος πολυκλωνικός αγωγός 50τ.χ.	ΑΤΗΕ Ν101.26ΣΧ3	ΗΛΜ 31	88	ΤΕΜ	25,00	8,39	209,75	
46	Μονοπολικός αγωγός T1+T2, Uc = 440V	ΑΤΗΕ Ν101.26ΣΧ4	ΗΛΜ 31	89	ΤΕΜ	15,00	309,25	4.638,75	
47	Απαγωγός T1 N-PE (BLUE HOUSING)	ΑΤΗΕ Ν101.26ΣΧ5	ΗΛΜ 31	90	ΤΕΜ	5,00	295,09	1.475,45	
48	Απαγωγός τηλεφωνικού ζεύγους ή συστημάτων data	ΑΤΗΕ Ν101.26ΣΧ6	ΗΛΜ 31	91	ΤΕΜ	5,00	151,14	755,70	
49	Ιστός - Στηρίγματα h=14m, St/tZn	ΑΤΗΕ Ν101.26ΣΧ7	ΗΛΜ 31	92	ΤΕΜ	5,00	2.198,07	10.990,35	
50	Βάση ιστού h=14m, ΓΑΛΒΙΖΕ	ΑΤΗΕ Ν101.26ΣΧ8	ΗΛΜ 31	93	ΤΕΜ	5,00	732,69	3.663,45	
51	Κεφαλή PULSAR 60 με ένδειξη	ΑΤΗΕ Ν101.26ΣΧ9	ΗΛΜ 31	94	ΤΕΜ	5,00	2.540,00	12.700,00	
52	Σωληνωτό στέλεχος PULSAR Φ30Χ750 ΣΠ.Α2	ΑΤΗΕ Ν101.25ΣΧ9	ΗΛΜ 31	95	ΤΕΜ	5,00	35,11	175,55	
53	Ακίδα PULSAR Φ18Χ370 mm Α2	ΑΤΗΕ Ν101.25ΣΧ8	ΗΛΜ 31	96	ΤΕΜ	5,00	27,60	138,00	
54	Αποξήλωση - Συντήρηση - μετεγκατάσταση υφιστάμενου πυρσού καύσης βιοαερίου	ΑΤΗΕ Ν101.28ΣΧ1	ΗΛΜ 21	97	ΤΕΜ	1,00	3.000,00	3.000,00	
55	Συντήρηση λοιπού υφιστάμενου ΗΛΜ εξοπλισμού	ΑΤΗΕ Ν101.31ΣΧ6	50% ΗΛΜ 52 50% ΗΛΜ 89	98	ΤΕΜ	1,00	30.000,00	30.000,00	
	Σ νολο 4. ΟΜΑΔΑ Δ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							570.926,61	570.926,61
θροισμα									730.656,25
Προστίθεται ΓΕ & ΟΕ								18,00%	131.518,13
θροισμα									862.174,38
Απρόβλεπτα								15,00%	129.326,16
θροισμα									991.500,54
Απολογιστικά χωρίς ΓΕ & ΟΕ									1.500,00
θροισμα									993.000,54
Πρόβλεψη αναθεώρησης									2.967,20
θροισμα									995.967,74
ΦΠΑ								24,00%	239.032,26
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ									1.235.000,00

ΣΥΝΤΑΞΗ - ΕΛΕΓΧΟΣ - ΘΕΩΡΗΣΗ			
	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ Ο ΑΝΑΔΟΧΟΣ	ΣΤΑΜΑΤΕΛΟΠΟΥΛΟΥ - ΜΠΟΥΡΚΑ ΜΑΡΙΑ ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΑΝΑΔΟΧΟΥ		
	ΕΠΤΑ Α.Ε. - ENVIROPLAN Α.Ε. ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΥΝΤΑΞΗΣ		
ΟΙ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ	ΕΛΕΝΗ ΜΠΑΚΙΡΤΖΗ ΔΙΠΛ. ΑΓΡ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MSc (για κατηγορία 13)		
	ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΛΑΡΑΚΗΣ ΔΙΠΛ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ (για κατηγορία 09)		
	ΣΤΑΥΡΟΣ ΨΩΜΑΣ ΔΡ. ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ (για κατηγορία 18)		
ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΤΜΗΜ. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΩΝ & ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ	ΕΛΕΝΗ ΜΠΑΚΙΡΤΖΗ ΔΙΠΛ. ΑΓΡ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MSc		
ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ Δ/ΝΣΗΣ ΤΕΧΝ. ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	ΤΑΤΣΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΔΡ. ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		
ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠ. ΑΡ.		ΑΠΟΦΑΣΗ	

ΣΧΕΔΙΑ – ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ	
ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
T1-Γ	ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΕΣ
T1-Γ-01	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΕΡΓΩΝ ΧΥΤΑ ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ
T2-Γ	ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ
T2-Γ-01	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ
T2-Γ-02	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΕΣ
T2-Ο	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΕΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΡΓΩΝ
T2-Ο-01	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΝΕΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ
T2-Ο-02	ΕΡΓΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ-ΝΕΑ ΘΕΣΗ ΠΥΡΣΟΥ ΚΑΥΣΗΣ
T2-Ο-03	ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
T2-Ο-04	ΝΕΑ ΕΡΓΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
T2-Δ	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ
T2-Δ-01.1	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΕΣ
T2-Δ-01.2	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ ΜΑΖΑΣ
T2-Δ-02	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΕΕΣ
T2-Δ-03.1	ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΝΕΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ
T2-Δ-03.2	ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ ΕΚΡΟΗΣ ΠΡΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ
T2-Μ	ΣΧΕΔΙΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ
T2-Μ-01	ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΝΕΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ
T2-Μ-02	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ & ΚΤΙΡΙΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΕΕΣ - ΔΙΑΤΑΞΗ ΗΛΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ & ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

T2-M-03	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ
T2-M-04	ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΑΦΡΟΥ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ
T2-M-05	ΤΟΙΧΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ
T2-M-06	ΤΥΠΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ
T2-H	ΣΧΕΔΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
T2-H-01	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΝΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΧΥΤΑ
T2-H-02	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΝΕΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ & ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΕΣ
T2-H-03	ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ

**ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
ΣΤΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ Α ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΧΥΤΑ ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ
- 3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΑ ΝΕΡΑ ΜΙΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ
- 4 Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ
- 5 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ
- 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ
- 7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ
- 8 ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΣΕ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ
- 9 ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ
- 10 ΤΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ
- 11 ΤΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΟΛΥΓΥΡΟ
- 12 Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ ΚΑΙ Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ
- 13 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- A . ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΥΤΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΕΣ ΑΕΡΟΣ 6.5 ΚΑΙ 17.1 °C
- B. ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΗΝ ΜΟΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ
- Γ. Η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη για την κατάστροψη/δημιουργία των ισοζυγίων θερμότητας , στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας στραγγισμάτων (ΕΕΣ) του Πολυγύρου , οφείλεται στο γεγονός ότι τον χειμώνα επικρατούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος , οι οποίες προκαλούν απώλειες θερμότητας στις δεξαμενές και ότι στον βιολογικό αντιδραστήρα εκλύεται θερμότητα από την οξείδωση του ανθρακούχου ρύπου και του αμμωνιακού αζώτου.

Η θερμοκρασία των υγρών είναι σημαντικός παράγοντας της λειτουργίας του βιολογικού σταδίου και της αντίστροφης όσμωσης που ακολουθεί, από την οποία καθορίζεται η όλη συμπεριφορά και η απόδοση της εγκατάστασης.

Η μεθοδολογία των υπολογισμών βασίζεται στις βιβλιογραφικές αναφορές [1,2,3,4,6,7] και στα μετεωρολογικά στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού του Αστεροσκοπείου Αθηνών στον Πολύγυρο και στην Μίκρα (παράγραφος 5).

Τέλος, η εκκίνηση των υπολογισμών γίνεται με την θερμοκρασία των παραγόμενων στραγγισμάτων τον χειμώνα , στην θερμοκρασία αέρος των κριτηρίων σχεδιασμού .

2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μελέτη αυτή έχει σκοπό να κάνει τα θερμικά ισοζύγια των δεξαμενών: Α εξισορρόπησης , του SBR1 και SBR2 του ΧΥΤΑ Πολυγύρου τον χειμώνα , ώστε να εντοπίσει και να διερευνήσει τα φαινόμενα που προκαλούν μεγάλες απώλειες θερμότητας και να προτείνει μέτρα περιορισμού αυτών.

Από τα ισοζύγια θερμότητας, σε διαφορετικές περιπτώσεις, προκύπτουν και τα απαραίτητα έργα και οι επεμβάσεις που πρέπει να γίνουν.

3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΑ ΝΕΡΑ ΜΙΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Οι ροές θερμότητας λαμβάνουν χώρα από τα ακόλουθα φαινόμενα:

- 1 **Ηλιακή ακτινοβολία** : είναι ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος , από τον ήλιο και εξαρτάται από τον τόπο, τα μετεωρολογικά στοιχεία και την χρονική περίοδο του έτους
- 2 **Ατμοσφαιρική ακτινοβολία** : είναι η ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος , ανταλλασσόμενη με την ατμόσφαιρα και υπολογιζόμενη με τον νόμο Stefan-Boltzman , σαν η διαφορά μεταξύ της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από το νερό και της ακτινοβολίας που δέχεται το νερό από την ατμόσφαιρα.
- 3 **Συναγωγή επιφανείας (surface convection)**: εξαρτάται από την ταχύτητα ανέμου και την θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού και του αέρα επάνω από την επιφάνεια του νερού.
- 4 **Επιφανειακή Εξάτμιση (evaporation)**: εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, την σχετική υγρασία του αέρα και την θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού και του αέρα επάνω από την επιφάνεια του νερού.
- 5 **Αερισμός** : στον αερισμό υπάρχουν δύο ροές , η ροή της ανταλλαγής θερμότητας (sensible heat loss) μεταξύ του αέρα και του νερού και η ροή από την εξάτμιση του νερού (latent heat loss). Στη περίπτωση που ο αερισμός γίνεται με επιφανειακό αεριστήρα , καθοριστικό ρόλο στις απώλειες παίζει η ταχύτητα του αέρα επάνω από την δεξαμενή.
- 6 **Από την λειτουργία μηχανολογικού εξοπλισμού**: ένα μέρος της απώλειας ισχύος του εξοπλισμού αποδίδεται στο νερό σαν θερμότητα (επιφανειακός αεριστήρας, υποβρύχιος αναμείκτης , αναδευτήρας κλπ)
- 7 **Ροές παραγωγής θερμότητας βιολογικής φύσης**: αυτές προέρχονται από την οξείδωση του BOD με τον αέρα , από την απονιτροποίηση και την νιτροποίηση.
- 8 **Ροες αγωγιμότητας και μεταφοράς θερμότητας μέσω τοιχείων της δεξαμενής** : τοιχείων προς αέρα, τοιχείων προς το έδαφος και τοιχείων προς νερά παρακείμενης δεξαμενής.

Η επίπτωση των παραπάνω φαινομένων στη θερμοκρασία των νερών μιας δεξαμενής φαίνεται στον πίνακα παρακάτω.

Απώλειες Θερμότητας (εάν $T_w > T_a$)	Κέρδος θερμότητας
Ατμοσφαιρική Ακτινοβολία	Ηλιακή Ακτινοβολία
Surface Convection	Βιολογικές Αντιδράσεις
Επιφανειακή Εξάτμιση	Μηχανολογικός Εξοπλισμός
Αερισμός	
Τοιχεία Δεξαμενής	

Όπου T_w η θερμοκρασία των νερών και T_a η θερμοκρασία του αέρος

Τον χειμώνα είναι πάντα $T_w > T_a$, αφ'ενός μεν αφού μέσα στους βιολογικούς αντιδραστήρες εκλύεται θερμότητα και αφ'ετέρου γιατί η θερμοκρασία των παραγόμενων στραγγισμάτων είναι πάντοτε μεγαλύτερη της θερμοκρασίας του αέρος.

Ο περιορισμός ή μείωση των απωλειών θερμότητας μπορεί γίνουν με τα ακόλουθα μέτρα:

A Με **αντιανεμικές κατασκευές/ανεμοπετάσματα** περιμετρικά των δεξαμενών για την μείωση της έντασης του ανέμου, επάνω από την επιφάνεια του νερού των δεξαμενών
Με το μέτρο αυτό περιορίζονται οι απώλειες 3 και 4 και του αερισμού με επιφανειακό αεριστήρα. (αλλά δεν εξαλείφονται)

B Με **κάλυψη των δεξαμενών πλήρως**, επάνω από τα τοιχεία της δεξαμενής, πλευρικά και από επάνω.

Η κάλυψη μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

B1 Πλήρης αδιαφανής κάλυψη

Με την κάλυψη αυτή μηδενίζεται η ταχύτητα του αέρα και δεν συμβαίνει το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ακτινοβολίας. Με το μέτρο αυτό, ενώ μηδενίζονται οι απώλειες 2, 3, 4 και περιορίζονται οι απώλειες αερισμού με επιφανειακό αεριστήρα, όμως μηδενίζεται και το θερμικό κέρδος από την ηλιακή ακτινοβολία.

B2 Πλήρης διαφανής κάλυψη

Με την κάλυψη αυτή μηδενίζεται η ταχύτητα του αέρα και εξαλείφονται τα φαινόμενα 3 και 4 ενώ περιορίζονται σημαντικά οι απώλειες από τον επιφανειακό αεριστήρα. Με το μέτρο αυτό λαμβάνει χώρα το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής και ηλιακής ακτινοβολίας.

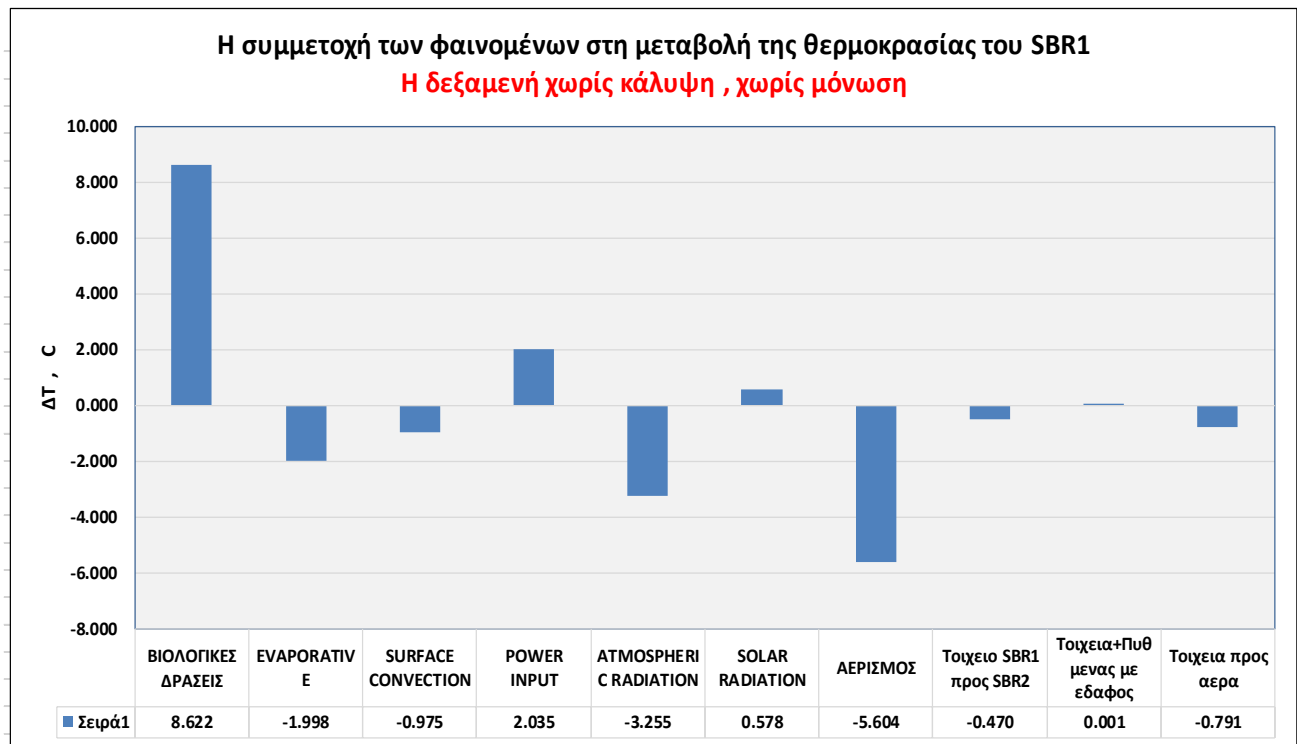
B3 Πλήρης κάλυψη με διαφανές υλικό που έχει μειωμένη διαπερατότητα στην υπέρυθρη ακτινοβολία.

Με το μέτρο αυτό εξαλείφονται τα φαινόμενα 3 και 4 και περιορίζονται σημαντικά οι απώλειες από τον επιφανειακό αεριστήρα, αλλά περιορίζονται οι απώλειες από την ατμοσφαιρική ακτινοβολία και το κέρδος από την ηλιακή.

Γ Με **μόνωση των τοιχείων** των δεξαμενών, αυτών που έρχονται σε εναλλαγή θερμότητας με τον άνεμο ή με το νερό της διπλανής δεξαμενής.

Για να γίνει γνωστό το ύψος των θερμοκρασιακών επιπτώσεων των φαινομένων αλλά και των εν δυνάμει μέτρων που μπορούν να ληφθούν, στην παράγραφο που ακολουθεί, παρουσιάζονται υπο μορφή γραφήματος οι απώλειες και τα κέρδη θερμότητας, στην δεξαμενή SBR 1, τον χειμώνα, για 3 περιπτώσεις:

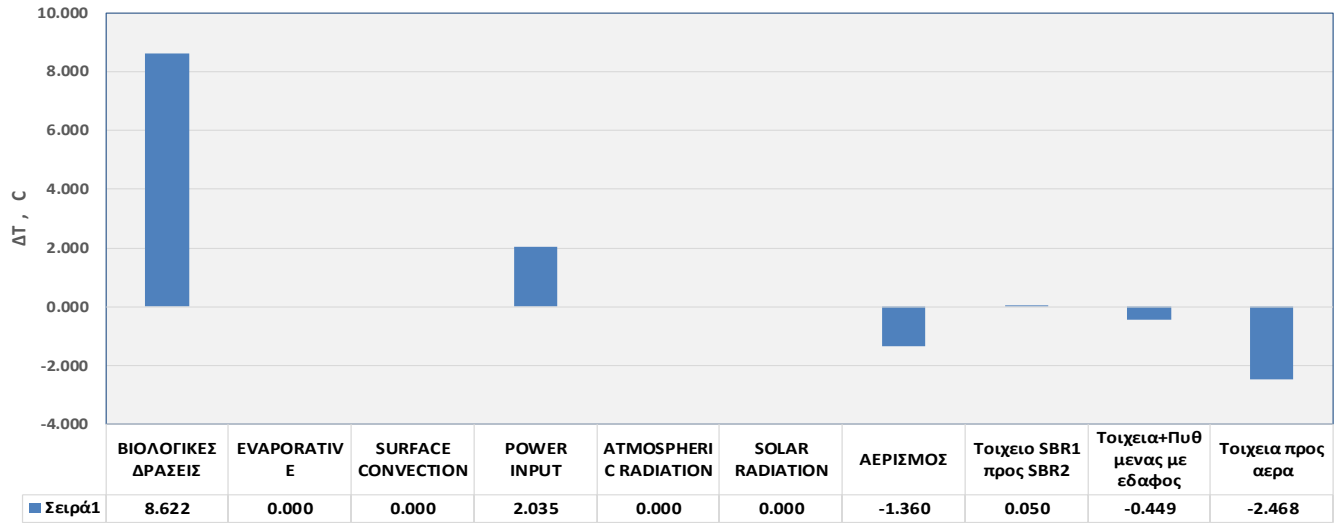
- I. Η δεξαμενή ως έχει, χωρίς καμιά επέμβαση
- II. Αδιαφανής Πλήρης Κάλυψη της δεξαμενής
- III. Αδιαφανής Πλήρης Κάλυψη και μόνωση της δεξαμενής



Θερμοκρασία αέρος, C	1.00
Ταχύτητα ανέμου, m/s	3
Θερμοκρασία εισόδου, C	7.47
Θερμοκρασία εξόδου, C	5.61
Συνολικό ΔΤ στο SBR 1, C	-1.86

Η συμμετοχή των φαινομένων στη μεταβολή της θερμοκρασίας του SBR1

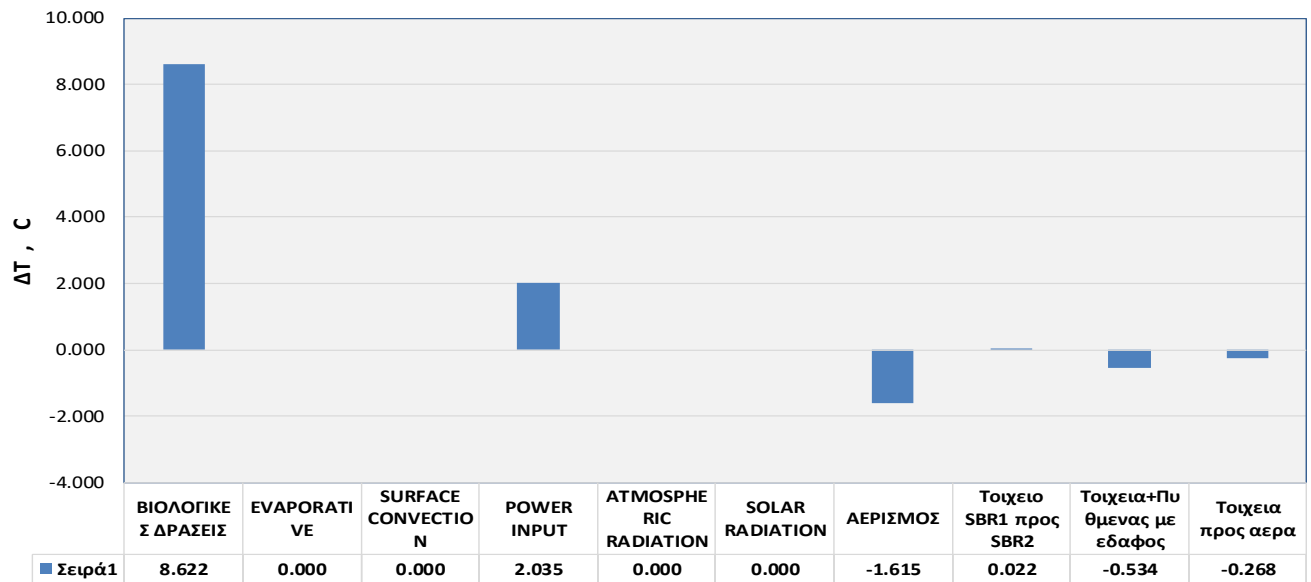
Κάλυψη δεξαμενής , χωρίς μόνωση



Θερμοκρασία αέρος , C	1.00
Ταχύτητα ανέμου , m/s	3
Θερμοκρασία εισόδου , C	8.96
Θερμοκρασία εξόδου, C	15.39
Συνολικό ΔΤ στο SBR 1 , C	6.43

Η συμμετοχή των φαινομένων στη μεταβολή της θερμοκρασίας του SBR1

Με κάλυψη και με μόνωση



Θερμοκρασία αέρος , C	1.00
Ταχύτητα ανέμου , m/s	3
Θερμοκρασία εισόδου , C	8.96
Θερμοκρασία εξόδου, C	17.223
Συνολικό ΔΤ , C	8.262

4 Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Η μέθοδος υπολογισμών

Τα θερμικά ισοζύγια έγιναν με την μεθοδολογία που αναφέρουν βασικά οι βιβλιογραφικές αναφορές [1] και [2]. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται βιβλιογραφικά «πλήρης» (complete) και αυτή αποτελεί την standard μέθοδο υπολογισμών.

Τα απαραίτητα δεδομένα για να «τρέξει» η μέθοδος

Τα μετεωρολογικά δεδομένα που απαιτούνται για να τρέξει η μέθοδος είναι

- η θερμοκρασία του αέρος
- η σχετική υγρασία του αέρος
- η ταχύτητα του ανέμου
- το γεωγραφικό πλάτος του ΧΥΤΑ , για την εκτίμηση της ηλιοφάνειας

και για την εκκίνηση των υπολογισμών : η θερμοκρασία με την οποία εισέρχονται τα στραγγίσματα στην Α δεξαμενή εξισορρόπησης. Αυτή επιλέγη στους 10 °C.

Η επιλογή των παραπάνω δεδομένων συζητείται στην παράγραφο 12.

Για τον υπολογισμό της παραγόμενης θερμότητας από τις βιολογικές διεργασίες (οξειδωση ανθρακούχου ρύπου , νιτροποίηση και απονιτροποίηση), ελήφθησαν τα αναγκαία στοιχεία από την μελέτη των υγειονομολογικών υπολογισμών που έχει υποβληθεί.

Πέραν αυτών είναι απαραίτητες στους υπολογισμούς και οι επιφάνειες των τοιχείων των δεξαμενών που είναι σε ανταλλαγή θερμότητας με τον αέρα, το νερό διπλανών δεξαμενών και με το έδαφος.

Η επιφάνεια της δεξαμενής Α εξισορρόπησης , που είναι σε επαφή με το νερό του lagoon , εμφανίζει ιδιαιτερότητα. Αυτή συζητείται και αναλύεται πιο κάτω στην παράγραφο 12.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα που επιλέγησαν είναι

- η θερμοκρασία του αέρος 1 °C
- η σχετική υγρασία του αέρος 76 %
- η ταχύτητα του ανέμου 3 m/s
- το γεωγραφικό πλάτος του ΧΥΤΑ , για την εκτίμηση της ηλιοφάνειας είναι 40 μοίρες.

Οι υπολογισμοί

A. Γίνονται υπολογισμοί/ισοζύγια θερμότητας στις δεξαμενές για τις επιλεγμένες καιρικές συνθήκες

B. Υπολογισμοί για την απαραίτητη/επαρκή θερμομόνωση των τοιχείων των δεξαμενών με δυσμενέστερες συνθήκες , όπου

- η θερμοκρασία του αέρος -5 °C
- η ταχύτητα του ανέμου 5 m/s

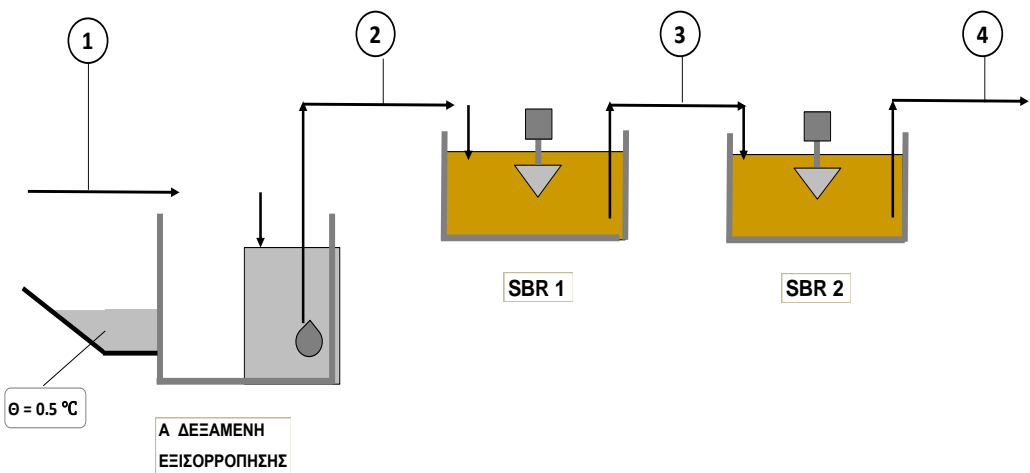
Για κάθε περίπτωση , οι υπολογισμοί ξεκινούν με το θερμικό ισοζύγιο στην Α δεξαμενή εξισορρόπησης και στην συνέχεια με το ισοζύγιο του SBR1 και ακολούθως του SBR 2.

Οι περιπτώσεις είναι 6 :

1. Οι δεξαμενές ως έχουν – καμμία παρέμβαση
2. Οι δεξαμενές έχουν αδιαφανή κάλυψη – όλες , χωρίς μόνωση
3. Οι SBR1 και SBR 2 έχουν αδιαφανή κάλυψη και μόνωση , η δεξαμενή Α μόνο αδιαφανή κάλυψη
4. Όλες οι δεξαμενές έχουν αδιαφανή κάλυψη και μόνωση
5. Η δεξαμενή Α εξισορρόπησης έχει αδιαφανή κάλυψη και μόνωση , ενώ οι SBR1 και SBR 2 έχουν διαφανή κάλυψη με διαπερατότητα ακτινοβολίας 86 % (διαφανή πολυκαρβονικά) και μόνωση
6. Η δεξαμενή Α εξισορρόπησης έχει αδιαφανή κάλυψη και μόνωση , ενώ οι SBR1 και SBR 2 έχουν διαφανή κάλυψη με διαπερατότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας 40 % (διαφανή πολυκαρβονικά με προστασία από υπέρυθρη ακτινοβολία) και μόνωση

Η μόνωση που χρησιμοποιήθηκε για τους λογαριασμούς είναι 4 cm , πολυουρεθάνης με θερμική αγωγιμότητα $\lambda = 0.024 \text{ Kcal}/(\text{mh}^\circ\text{C})$.

5 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Θέση	Μονάδες	1	2	3	4
Θερμοκρασία αέρος		°C	1.00			
Ταχύτητα ανέμου		m/s	3			
Παροχή υγρών		m ³ /ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών		°C	10.09	7.47	5.61	3.04

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	όχι	όχι
SBR 1	όχι	όχι
SBR 2	όχι	όχι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2 -7.06

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	-0.48	-2.00	-1.63
SURFACE CONVECTION	-0.46	-0.98	-0.54
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	-0.94	-3.26	-2.97
SOLAR RADIATION	0.14	0.58	0.67
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-5.60	-3.71
Τοιχείο SBR1 προς SBR2		-0.47	0.54
Τοιχεία+Πυθμένας με εδαφος	0.02	0.00	0.13
Τοιχεία προς αέρα	-0.55	-0.79	-0.41
Τοιχεία προς νερά	-0.42		-0.12
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	-2.63	-1.86	-2.57

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Θέση	Μονάδες	1	2	3	4
Θερμοκρασία αέρος		°C	1.00			
Ταχύτητα ανέμου		m/s	3			
Παροχή υγρών		m ³ /ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών		°C	10.09	8.96	15.39	15.71

* αδιαφανής κάλυψη

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι *	όχι
SBR 1	ναι *	όχι
SBR 2	ναι *	όχι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2 5.62

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	0.00	0.00
SOLAR RADIATION	0.00	0.00	0.00
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.36	-1.48
Τοιχείο SBR1 προς SBR2		0.05	-0.07
Τοιχεία+Πυθμένας με εδαφος	-0.010	-0.45	-0.45
Τοιχεία προς αέρα	-0.68	-2.47	-2.93
Τοιχεία προς νερά	-0.51		-0.20
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	-1.13	6.43	0.33

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Θέση	Μονάδες	1	2	3	4
Θερμοκρασία αέρος		°C	1.00			
Ταχύτητα ανέμου		m/s	3.00			
Παροχή υγρών		m ³ /ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών		°C	10.09	8.96	17.22	19.60

* αδιαφανής κάλυψη

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι *	όχι
SBR 1	ναι *	ναι
SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2 9.51

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	0.00	0.00
SOLAR RADIATION	0.00	0.00	0.00
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.61	-2.08
Τοιχείο SBR1 προς SBR2		0.02	-0.03
Τοιχεία+Πυθμένας με εδαφος	-0.01	-0.53	-0.63
Τοιχεία προς αέρα	-0.68	-0.27	-0.30
Τοιχεία προς νερά	-0.51		-0.03
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	-1.13	8.26	2.38

Θέση		1	2	3	4
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Μοναδες				
Θερμοκρασία αέρος	°C	1.00			
Ταχύτητα ανέμου	m/s	3.00			
Παροχή υγρών	m3/ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών	°C	10.09	10.02	18.11	20.32

* αδιαφανής κάλυψη

4

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι *	ναι
SBR 1	ναι *	ναι
SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2 10.23

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	0.00	0.00
SOLAR RADIATION	0.00	0.00	0.00
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.74	-2.20
Τοιχείο SBR1 προς SBR2		0.03	-0.03
Τοιχεία+Πυθμενας με εδαφος	-0.03	-0.57	-0.67
Τοιχεία προς αέρα	-0.06	-0.28	-0.31
Τοιχεία προς νερά	-0.04		-0.04
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	-0.07	8.09	2.21

Θέση		1	2	3	4
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Μοναδες				
Θερμοκρασία αέρος	°C	1.00			
Ταχύτητα ανέμου	m/s	3.00			
Παροχή υγρών	m3/ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών	°C	10.09	10.02	14.22	13.07

* διαφανής κάλυψη

φωτ οδιαπερατ οτ ητ α 86%

5

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι	ναι
SBR 1	ναι *	ναι
SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2 2.98

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	-4.94	-5.41
SOLAR RADIATION	0.00	0.50	0.58
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.38	-1.29
Τοιχείο SBR1 προς SBR2		-0.02	0.01
Τοιχεία+Πυθμενας με εδαφος	-0.03	-0.40	-0.33
Τοιχεία προς αέρα	-0.06	-0.22	-0.20
Τοιχεία προς νερά	-0.04		0.01
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	-0.07	4.20	-1.16

Θέση		1	2	3	4
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Μοναδες				
Θερμοκρασία αέρος	°C	1.00			
Ταχύτητα ανέμου	m/s	3.00			
Παροχή υγρών	m3/ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών	°C	10.09	10.02	15.74	16.06

* διαφανής κάλυψη

φωτ οδιαπερατ οτ ητ α 40%
στις υπερυθρες

6

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι	ναι
SBR 1	ναι *	ναι
SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2 5.97

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	1.66	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	-2.49	-2.94
SOLAR RADIATION	0.00	0.23	0.27
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.60	-1.74
Τοιχείο SBR1 προς SBR2		0.00	0.00
Τοιχεία+Πυθμενας με εδαφος	-0.03	-0.47	-0.47
Τοιχεία προς αέρα	-0.06	-0.24	-0.24
Τοιχεία προς νερά	-0.04		-0.01
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	-0.07	5.72	0.32

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Από τους παραπάνω πίνακες των θερμικών ισοζυγίων , 1 έως 4 , φαίνεται η ανάγκη για κάλυψη και μόνωση όλων των δεξαμενών.

Η μόνωση θα γίνει στα τσιμεντένια τοιχεία των δεξαμενών (αυτά που ευρίσκονται εκτός εδαφους)

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ & B γίνεται αναφορά σε γενικές τεχνικές για τις εργασίες της μόνωσης και της κάλυψης.

Σχετικά με την κάλυψη , έγινε και το θερμικό ισοζύγιο 5 , με διαφανή κάλυψη και με υλικό που εμφανίζει βαθμό διαπερατότητας της ακτινοβολίας 86 % (τιμή που συνήθως έχουν τα απλά πολυκαρβονικά φύλλα του εμπορίου). Όπως φαίνεται, οι απώλειες θερμότητας από τη ατμοσφαιρική ακτινοβολία είναι πάρα πολύ μεγαλύτερες από το κερδος που έχουμε από την ηλιακή ακτινοβολία.

Σχετικά με την κάλυψη , έγινε και το θερμικό ισοζύγιο 6 , με διαφανή κάλυψη και με υλικό που εμφανίζει βαθμό διαπερατότητας της υπέρυθρης ακτινοβολίας 40 % (τιμή που συνήθως έχουν ειδικά και ακριβώτερα πολυκαρβονικά φύλλα του εμπορίου). Όπως φαίνεται, οι απώλειες θερμότητας από τη ατμοσφαιρική ακτινοβολία είναι πολύ μικρότερες αυτών της περίπτωσης 5.

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ & A γίνεται συζήτηση για τις απώλειες θερμότητας από την ατμοσφαιρική ακτινοβολία και διερεύνηση του μεγέθους της σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες περιβάλλοντος και σε σχέση επίσης με τα δύο είδη πολυκαρβονικών φύλλων , των περιπτώσεων 5 και 6.

Το συμπέρασμα λοιπόν, εάν επιθυμείται αυστηρά μείωση των απωλειών θερμότητας , είναι ότι : Η κάλυψη πρέπει να είναι αδιαφανής (opaque)

Το είδος της κάλυψης που θα εφαρμοσθεί τελικά εξαρτάται και από το κόστος των παρεμβάσεων (Τα συμπεράσματα της παραγράφου A στο παράρτημα και το κόστος της κάλυψης θα βοηθήσουν στην κατάλληλη επιλογή)

7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ

Το πάχος της μόνωσης υπολογίσθηκε με υλικό πολυουρεθάνη και με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0.024 \text{ Kcal}/(\text{m h}^\circ\text{C})$.

Βέβαια , μπορεί να χρησιμοποιηθεί άλλη ισοδύναμη διάταξη , με άλλο υλικό , υπό την προϋπόθεση ότι θα ισχύσει η ακόλουθη σχέση :

$$d2 = d1 * \lambda2 / 0.024$$

οπου d2 και λ2 σε $\text{Kcal}/(\text{m h}^\circ\text{C})$ είναι αντίστοιχα το πάχος και η θερμική αγωγιμότητα της μόνωσης με το υλικό 2 και d1 το πάχος της μόνωσης με την πολυουρεθάνη.

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ & B δίδεται το ισοδύναμο πάχος σε διογκωμένη πολυστερίνη ισο προς 6.6 εκατοστα.

Ο υπολογισμός της μόνωσης, στην δεξαμενή A της εξισορρόπησης, έγινε με την χειρότερη και υποθετική κατάσταση ότι τα τοιχεία της A είναι εξ ολοκλήρου μέσα στο νερο της δεξαμενής B και με δεδομένα :

- η θερμοκρασία του αέρος -5 °C
- η ταχύτητα του ανέμου 5 m/s
- θερμοκρασία νερο στην δεξαμενή B -2 °C

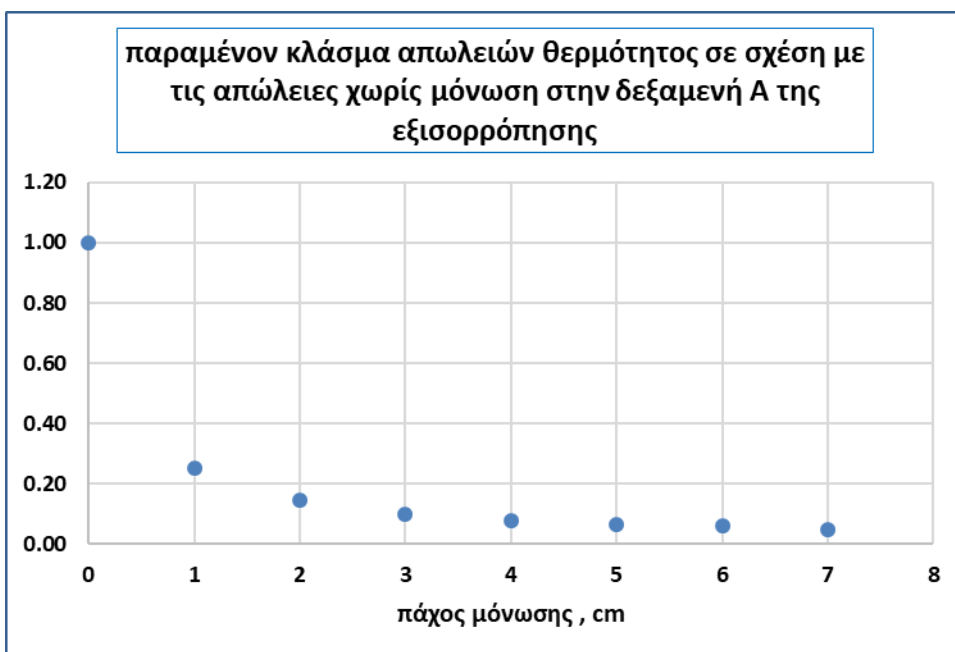
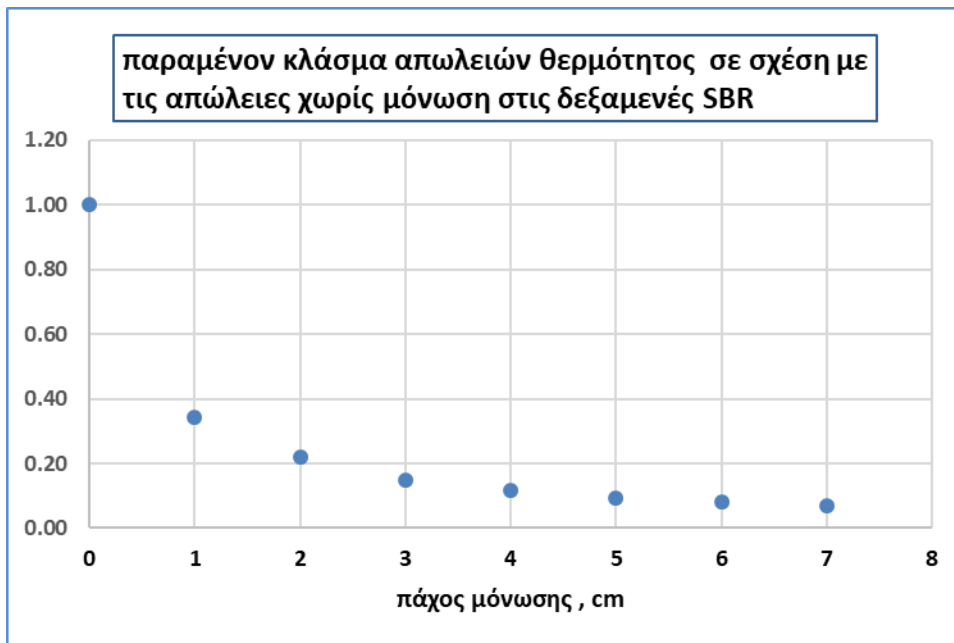
- θερμοκρασία στραγγισμάτων

15 °C

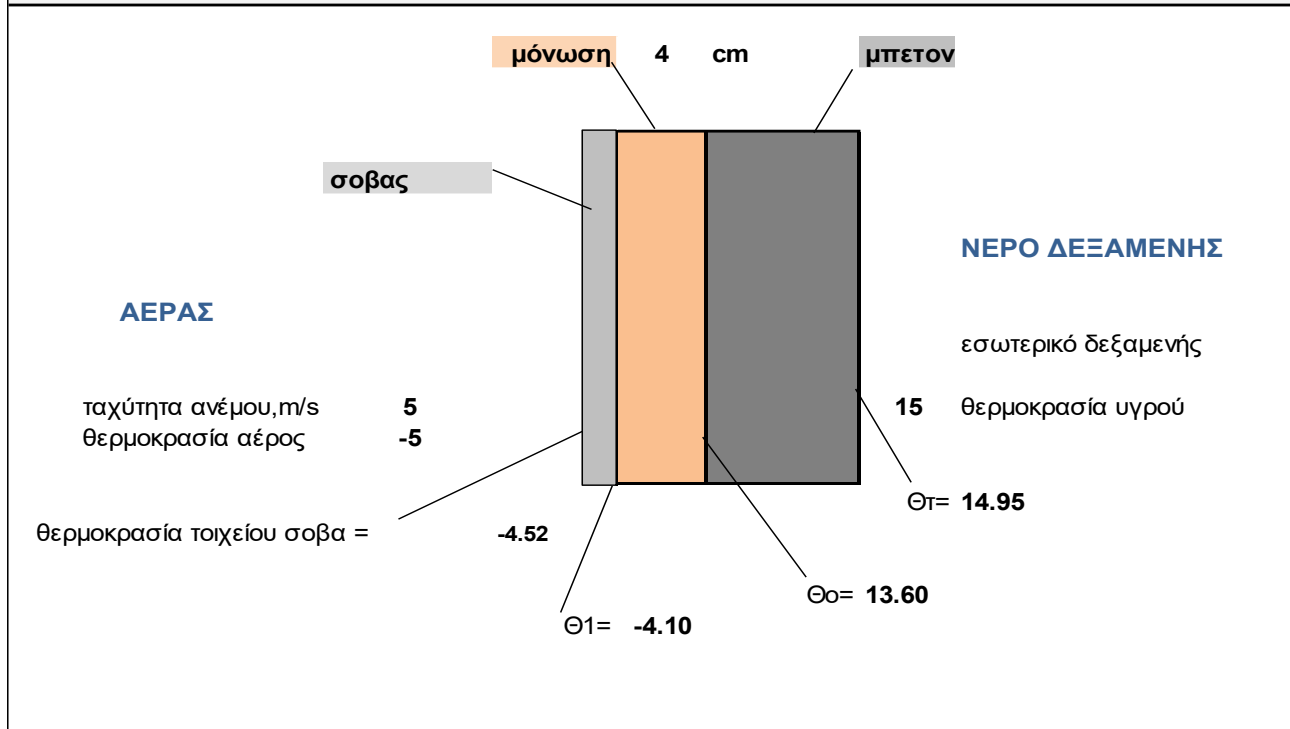
Για τα τοιχεία των SBR : η θερμοκρασία του αέρος -5 °C , η ταχύτητα του ανέμου 5 m/s και η θερμοκρασία των νερών 15 °C.

Για την επιλογή του επαρκούς πάχους της μόνωσης , υπολογίσθηκε για κάθε πάχος το υψος των απωλειών και μετά συγκρίθηκε με το υψος των απωλειών χωρίς μόνωση.

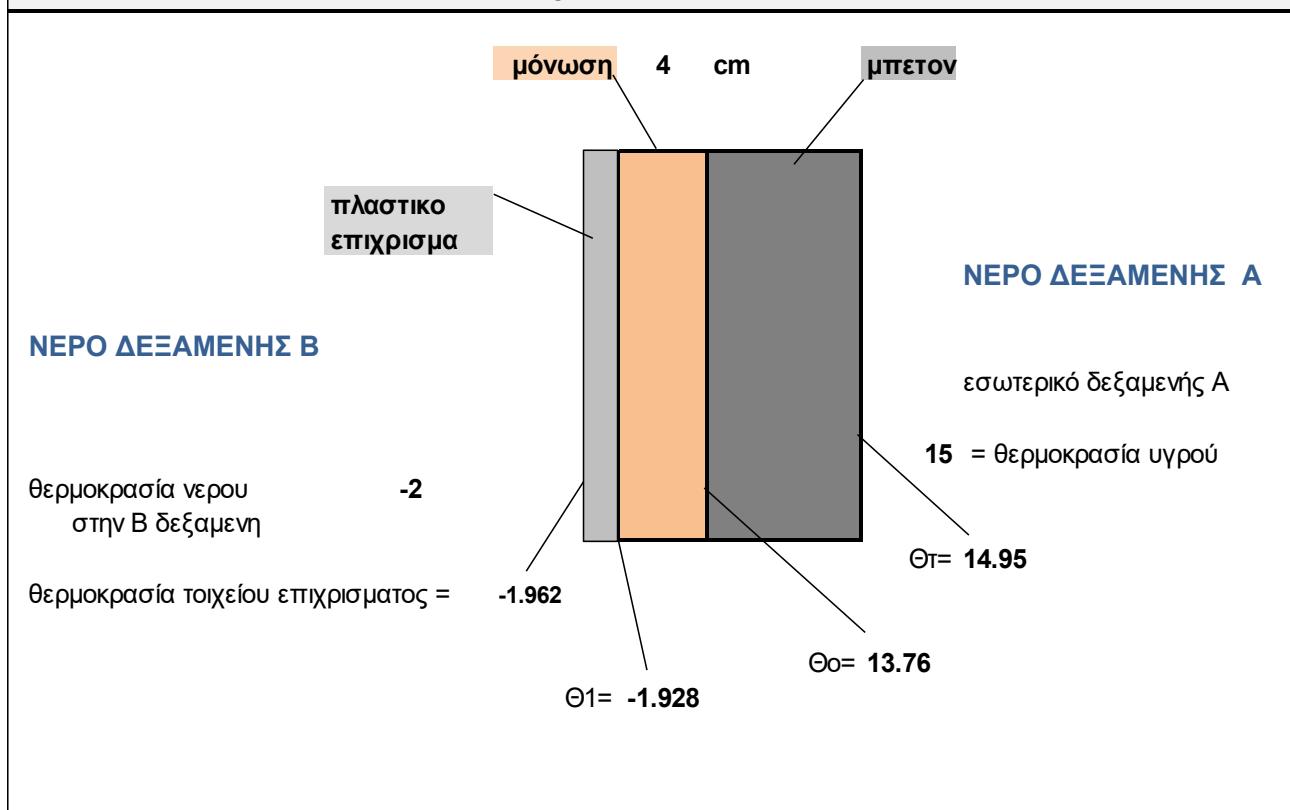
Τα αποτελέσματα φαίνονται στα ακόλουθα σχήματα ως επίσης και τα θερμοκρασιακά profil στα τοιχεία των δεξαμενών SBR και της δεξαμενής Α εξισορρόπησης.



ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΥ PROFIL ΣΤΑ ΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ SBR1 ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΕΡΑ



ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΥ PROFIL ΣΤΟ ΤΟΙΧΕΙΟ ΤΗΣ Α ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ Β ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ



Από τα παραπάνω σχήματα καταφαίνεται η επάρκεια του πάχους των 4 cm με πολυουρεθάνη ή με άλλο υλικό αλλά με το ισοδύναμο πάχος.

8 ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΣΕ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΙΒΟΛΙΑ

Η θερμότητα που προσδίδεται στο νερό από την ηλιακή ακτινοβολία , υπολογίζεται με την μέθοδο Thackston and Parker [14]

Η απορροφούμενη ενέργεια με την επίδραση της συνεφιάς είναι:

$$H_{sr} = H_{sr,o} * (1 - 0,0071 * Cc^2) * A_s$$

Η απορροφούμενη ενέργεια χωρίς σύννεφα :

$$H^*_{sr,o} = a - b * \eta_{\mu} (2\pi d/366 + C) \quad \text{cal/m}^2/\text{day}$$

$$H_{sr,o} = H^*_{sr,o} * 10 \quad \text{Kcal/m}^2/\text{day}$$

$$a = 95,1892 - 0,3591 * k - 8,45371 * 10^{-3} * k^2$$

$$b = -6,2484 + 1,66645 * k - 1,1648 * 10^{-2} * k^2$$

$$c = 1,4451 + 1,434 * 10^{-2} * k - 1,745 * 10^{-4} * k^2$$

d = ημέρα του έτους

k = γεωγραφικό πλάτος του γηπέδου , degrees

Cc = κάλυψη του ουρανού από τα σύννεφα , σε δέκατα (1-10)

A_s = η επιφάνεια της δεξαμενής , m²

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΛΟΓΩ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ (EVAPORATIVE HEAT LOSSES)

$$H_{\text{evap}} = \{ 1,145 * 10^6 * (1 - r_h/100) + 6,86 * 10^4 * (T_w - T_a) \} * e^{0,0604 * T_a} * W * A_s^{0,95}$$

$$[H_{\text{evap}}] = \text{cal/ημερα}$$

r_h = σχετική υγρασία αέρος , %

W = ταχύτητα ανέμου , m/s

A_s = επιφάνεια δεξαμενής , m²

T_w = θερμοκρασία νερού , °C

T_a = θερμοκρασία αέρος , °C

SURFACE CONVECTION

Οι απώλειες θερμότητας αυτές οφείλονται στην διαφορά θερμοκρασίας του αέρος και της επιφανείας του νερού (Novotny , Krenkel 1973).

$$H_c = \rho_a C_{pa} h_v A_s (T_w - T_a) \quad \text{cal/ημέρα}$$

h_v είναι ο συντελεστής μεταφοράς υδρατμών = $392 A_s^{-0,05} W$

ρ_a = η πυκνότητα του αέρος , Kg/m³

C_{pa} = η ειδική θερμότητα του αέρα , cal/Kg/ °C

W = η ταχύτητα του ανέμου , m/s

A_s = επιφάνεια δεξαμενής , m²

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΛΟΓΩ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

$$H_a = H_{as} + H_{ai} \quad , \text{cal/ημερα}$$

Οι απώλειες θερμότητας λόγω της εναλλαγής νερού- αέρος είναι :

$$H_{as} = Q_a \rho_a C_{pa} S (T_w - T_a) \quad , \text{cal/ημερα}$$

Οι απώλειες θερμότητας λόγω εξάτμισης νερού (cal/ημερα)

$$H_{ai} = M_w Q_a L S / (R 100) \{ (u_w [(r_h + h_f (100 - r_h))] / (T_w + 273) - u_a r_h / (T_a + 273) \}$$

M_w = το μοριακό βάρος του νερού

ρ_a = η πυκνότητα του αέρος , Kg/m³

C_{pa} = η ειδική θερμότητα του αέρα , cal/Kg/ °C

L = θερμότητα εξάτμισης νερού , cal/Kg

S = s/ημέρα

R = Universal Gas Constant

u_w = πίεση ατμού στην θερμοκρασία του νερού

u_a = πίεση ατμού στην θερμοκρασία του αέρα

r_h = σχετική υγρασία αέρος , %

h_f =παράμετρος υγρασίας του αέρα στην έξοδο από την δεξαμενή =1 για διάχυση του αέρα στη δεξαμενή

Q_a = παροχή του αέρος , m³/s

Σε περίπτωση αερισμού :

- με διάχυση , ως παροχή αέρος χρησιμοποιείται η παροχή του φυσητήρα.
- Με επιφανειακό αεριστήρα , τότε

$$Q_a = N F W \quad (\text{για } H_{ai})$$

$$H_{as} = h_v \rho_a C_{pa} S (T_w - T_a) \quad , \text{ cal/ημερα}$$

$$\text{όπου } h_v = 392 F^{-0.05} W$$

και F η επιφάνεια εκνέφωσης του αεριστήρα , m²

το F εξαρτάται από την ισχύ του επιφανειακού αεριστήρα , από το Fig 2

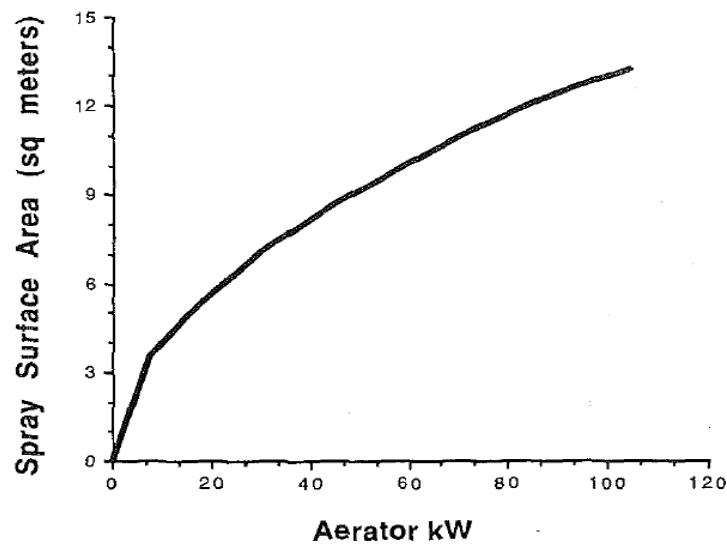


FIG. 2. Spray Area versus Kilowatts for Low-Speed Mechanical Aerators

ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

$$H_p = C_{hp} P (1 - \eta/100) \quad \text{cal/ημέρα}$$

$$C_{hp} = \text{σταθερά μετατροπής για cal/Kwh}$$

$$P = \text{Kwh / ημέρα του συμπιεστή ή αναδευτήρος}$$

$$\eta = \text{απόδοση του συμπιεστή ή του αναδευτήρος}$$

ΕΝΑΛΛΑΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Μοντελο Angraham and Adams

$$H_{ar} = \epsilon \sigma (T_w + 273)^4 A_s - (1 - \lambda) \beta \sigma (T_a + 273)^4 A_s \quad , \text{ cal/ημέρα}$$

β = παράμετρος ατμοσφαιρικής ακτινοβολίας , $\beta = 0,75 - 0,95$

A_s = επιφάνεια δεξαμενής , m^2

λ = βαθμος ανάκλασης νερου = 0.03

ϵ = βαθμός εκπομπής νερου = 0.97

σ = η σταθερά Stefan – Boltzman = $0.00117 \text{ cal}/(m^2 \text{ day } K^4)$

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Οι απώλειες από τα τοιχώματα των δεξαμενών υπολογίζονται με την κλασσική μέθοδο του υπολογισμού του συνολικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας , εκ των αριθμών θερμότητος στην πλευρά του αέρα, δια μέσου του τοιχείου και προς το έδαφος.

Ο υπολογισμός της θερμοκρασίας του εδάφους μπορεί να γίνει με την εξίσωση του Labs

$$T(z,t) = T_m - A_s \exp(-z (\pi/365/\alpha)^{0,5} * \sin\{(2\pi/365) [t - t_0 - z/2 (365/\pi/\alpha)^{0,5}]\})$$

$T(z,t)$ = η θερμοκρασία εδάφους σε βαθος z και ημέρα χρόνου t

T_m = η μέση ετήσια θερμοκρασία εδάφους

z = βάθος , m

α = συντελεστής θερμικής διάχυσης του εδάφους , $m^2/\text{ημέρα}$

A_s = το πλάτος της ετήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας της επιφανείας του εδάφους

t_0 = ημέρα του έτους κατά την οποία η θερμοκρασία επιφανείας του εδάφους είναι η μικρότερη

t = ημερολογιακή ημέρα υπολογισμού

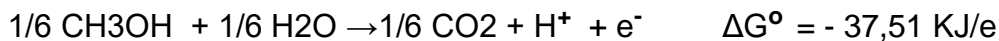
9 ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΣΕ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ

Οι εκτιμήσεις της παραγόμενης θερμότητας γίνεται με την μεθοδολογία των ημίσεων αντιδράσεων και της ελεύθερης ενέργειας του Gibbs ΔG° (half reactions and the Gibbs free energy) (πίνακας 2.6 [9])

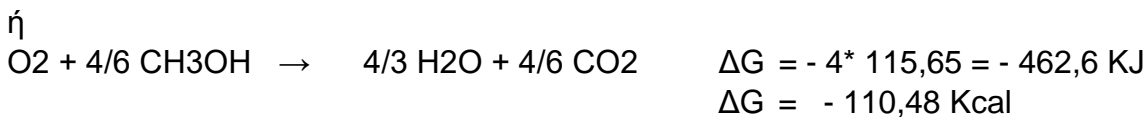
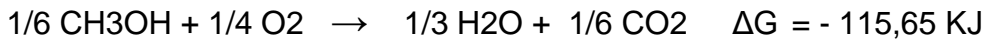
Για την εκτίμηση της παραγόμενης θερμότητας κατά την οξείδωση του BOD με αέρα και κατά την απονιτροποίηση, έγιναν οι παρακάτω υπολογισμοί, για αντίδραση δότη ηλεκτρονίων, με βάση την μεθανόλη και με βάση την γλυκερίνη. Σημειωτέο ότι το ΔG° της μεθανόλης έχει περίπου την ίδια περίπου τιμή με εκείνη της γλυκερίνης, ως επίσης και με άλλες ενώσεις που ευρίσκονται στα στραγγίσματα (πίνακας 2.6 [9]).

ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΜΕΘΑΝΟΛΗΣ ΜΕ ΑΕΡΑ

Half reactions



προσθέτοντας έχουμε :



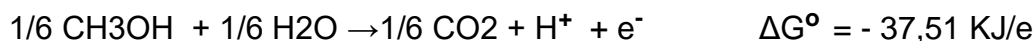
υποθέτουμε 40 % απώλειες της εκλυόμενης ενέργειας, που προσδίδονται στο περιβάλλον = $0,4 * 110,48 = 44,19 \text{ Kcal}$

η έκλυση θερμότητας ανα g O₂ είναι $44,19/32 = 1,38 \text{ Kcal/g O}_2$
λαμβάνοντας υπόψη ότι 1 g CH₃OH δίνουν 1,28 gBOD, τότε τα $4/6 * 32$ της μεθανόλης είναι 27,3 g BOD.

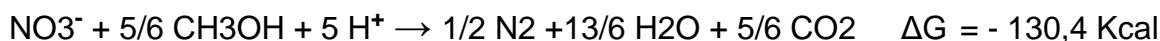
συνεπώς η εκλυόμενη ενέργεια ανα g BOD είναι $44,19/27,3 = 1,6185 \text{ Kcal/g BOD}$

ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΠΗΓΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΜΕΘΑΝΟΛΗ

Half reactions



προσθέτοντας και με επεξεργασία τελικά έχουμε :



Με τους ίδιους συλλογισμούς , όπως παραπάνω ευρίσκεται ότι:

η παραγόμενη θερμότητα προς το περιβάλλον είναι :

3,72 Kcal ανά 1 g απονιτροποιημένου N

και 1,528 Kcal/ gBOD

ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ ΣΑΝ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ

Χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση :



Με την ίδια μεθοδολογία υπολογίζεται ότι:

Εκλύονται 1,958 Kcal/gBOD στην οξείδωση της γλυκερίνης με αέρα

1,851 Kcal/gBOD στην απονιτροποίηση με BOD από γλυκερίνη

ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Half reactions

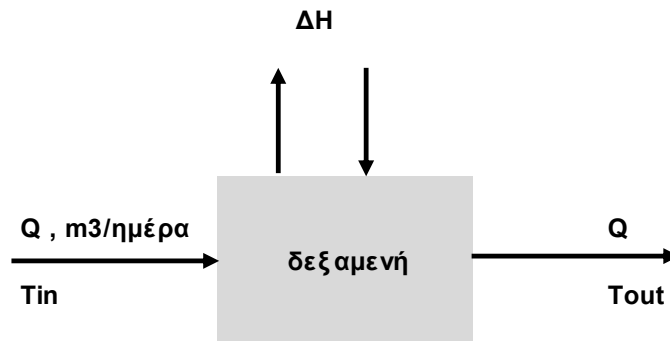


Με τους ίδιους συλλογισμούς , όπως παραπάνω ευρίσκεται ότι:

η εκλυόμενη στο περιβάλλον θερμότητα είναι:

2,38 Kcal ανα g νιτροποιούμενου N

10 ΤΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ



$$\Delta H = -H_{\alpha} + H_{br} - H_{evap} - H_c + H_p - H_{ar} + H_{sr} - H_s$$

Η εξίσωση του ισοζυγίου , για συνθήκες ισορροπίας , είναι :

$$0 = \rho C_p Q (T_{in} - T_{out}) + \Delta H$$

όπου ρ η πυκνότητα του νερού

C_p η ειδική θερμότητα του νερού

T_{in} και T_{out} η θερμοκρασίες του νερού στην είσοδο και έξοδο της δεξαμενής αντίστοιχα

11 ΤΑ ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΘΕΡΜΙΚΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ

Από τα μετεωρολογικά στοιχεία , για τον ψυχρότερο μήνα τον χειμώνα, ενδιαφέρουν τα κάτωθι:

- η θερμοκρασία του αέρος
- η σχετική υγρασία του αέρος
- η ταχύτητα του ανέμου
- η ηλιοφάνεια

Ο Πολυγυρος έχει δικό του μετεωρολογικό σταθμό στα 580 μέτρα. Ο πλησιέστερος μετεωρολογικός σταθμος είναι της Μίκρας , στα 5 μέτρα υψόμετρο και σε απόσταση 40 περίπου χιλιομέτρων.

Ο σταθμός του Πολυγύρου από τον ΧΥΤΑ Πολυγύρου απέχει περίπου 1400 μέτρα.

Από τα δεδομένα του σταθμού του Πολυγύρου καταγράφεται σαν χαμηλότερη μέση μηνιαία θερμοκρασία της περιοχής , αυτή που σημειώθηκε τον Ιανουαριο του 2017, ίση με 0,6 °C.

Από τα διαθέσιμα θερμοκρασιακά δεδομένα των σταθμών Μίκρας και Πολυγύρου, με εξαίρεση τον Ιανουάριο 2017 , η χαμηλότερη μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος είναι της τάξης του 5,4 βαθμοί Κελσίου.

Η χαμηλή αυτή θερμοκρασία παρατηρήθηκε την 8^η Ιανουαρίου. Η ημερομηνία αυτή χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ηλιακής ακτινοβολία στην περιοχή και σε 40 μοιρες γεωγραφικού πλάτους.

Τον μήνα αυτό σημειώθηκε μέση ταχύτητα ανέμου 3 m/s.

Σαν σχετική υγρασία του αέρος χρησιμοποιείται η σχετική υγρασία του σταθμού της Μίκρας και η οποία είναι 76,1 %.

Για τα **θερμικά ισοζύγια** αυτής της μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα μετεωρολογικά μεγέθη :

- Μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος 1 °C
- Ταχύτητα ανέμου 3 m/s
- Σχετική υγρασία αέρος 76,1 %
- Ηλιοφάνεια : της 8^{ης} Ιανουαρίου και 40 ° γεωγραφικό πλάτος

Για τα **θερμικά ισοζύγια υπολογισμού της μόνωσης** , χρησιμοποιήθηκαν :

- Μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος -5 °C
- Ταχύτητα ανέμου 5 m/s
- Σχετική υγρασία αέρος 76,1 %
- Ηλιοφάνεια : της 8^{ης} Ιανουαρίου και 40 ° γεωγραφικό μήκος

Παρατήρηση για τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας.

Για την ηλιακή ακτινοβολία , το Αστεροσκοπείο Αθηνών δεν είχε για το Πολύγυρο διαθέσιμα στοιχεία.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται στην μελέτη αυτή , για την ηλιακή ακτινοβολία , χρησιμοποιεί σαν παραμέτρους το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής , την ημέρα του έτους και το ποσοστό κάλυψης του ουρανού από τα σύννεφα.

Η ακρίβεια αυτής της μεθόδου ελέγχθηκε με τα ημερήσια μετεωρολογικά στοιχεία του Αστεροσκοπείου για το μελέτη του Κιλκίς (από το internet), καθημερινά για μερικές ημέρες κάνοντας την ολοκλήρωση της ηλιακής ακτινοβολίας , από το διάγραμμα το ημερήσιο της ακτινοβολίας που εμφανίζουν και υποθέτοντας ένα ποσοστό κάλυψης από τα σύννεφα.

Η μέθοδος εκτιμά τα της ηλιακής ακτινοβολίας με αξιόπιστη ακρίβεια.

12 Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΟΣ

Η θερμοκρασία των στραγγισμάτων όπως παράγονται είναι μία παράμετρος με την οποία ξεκινούν οι θερμικοί λογαριασμοί.

Ενδιαφέρουν οι τιμές της θερμοκρασίας των στραγγισμάτων ειδικά τον χειμώνα αλλά και το καλοκαίρι.

Τον χειμώνα, στους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο και μήνα Ιανουάριο , τα στραγγίσματα που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες , οδηγούνται στην δεξαμενή Α της εξισορρόπησης και από εκεί ένα μέρος οδηγείται στο SBR και το υπόλοιπο υπερχειλίζει στην δεξαμενή Β της εξισορρόπησης και στην νέα δεξαμενή εξισορρόπησης.

Το καλοκαίρι , τον μήνα Ιούλιο , η παραγωγή στραγγισμάτων είναι εξαιρετικά μειωμένη , γίνεται εισχώρηση των στραγγισμάτων από την δεξαμενή Β και από την νέα δεξαμενή εξισορρόπησης προς την δεξαμενή Α και από εκεί στο SBR.

Ετσι , τον χειμώνα τα στραγγίσματα διερχόμενα από την δεξαμενή Α , ώσπου να εξέλθουν προς το SBR , υφίστανται εναλλαγή θερμότητας με τα νερά της δεξαμενής Β , μέσω των τοιχείων της Α και με το περιβάλλον.

Για τον χειμώνα η μεθοδολογία είναι η ακόλουθη.

Από το γράφημα που δείχνει το όγκο των νερών στη δεξαμενή εξισορρόπησης, ευρίσκεται ο όγκος των νερών στην Β και νέα δεξαμενή , τον μήνα Ιανουάριο και συγκεκριμένα γύρω στις 8 Ιανουαρίου.

Με βάση τον όγκο που έχουν οι δύο δεξαμενές Β και νέα δεξαμενή , υπολογίζεται η πλευρική επιφάνεια της δεξαμενής Α που είναι μέσα στο νερό της Β και η πλευρική επιφάνεια της Α που είναι εκτεθειμένη στον αέρα.

Εκτιμάται πρώτα η θερμοκρασία των νερών της δεξαμενής Β (με τα επιλεγέντα μετεωρολογικά στοιχεία) γιατί αυτή περιβάλλει και ανταλλάσει θερμότητα με την δεξαμενή Α. Στην συνέχεια γίνεται το θερμικό ισοζύγιο στην δεξαμενή Α.

Η θερμοκρασία των στραγγισμάτων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες , μερικοί εκ των οποίων είναι : η ηλικία του ΧΥΤΑ , το βάθος ταφής των σκουπιδιών , η βροχόπτωση , το επίπεδο θερμοκρασιών της περιοχής , η υγρασία μέσα στο σώμα του ΧΥΤΑ και οι καιρικές αλλαγές της περιοχής.

Επειδή δεν υπάρχει μεθοδολογία εκτίμησης της θερμοκρασίας των φρέσκων στραγγισμάτων, όπως παράγονται , στην μελέτη αυτή θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα μετρήσεων από τον ΧΥΤΑ Λάρισας κατά το έτος 2002

Εκεί , γινόταν μετρήσεις της θερμοκρασίας των παραγόμενων στραγγιδίων σχεδόν μέρα παρά μέρα και των δεξαμενών , μεταξύ των οποίων ήταν και η δεξαμενή σταθεροποίησης όγκου 3300 m³.

Ο πίνακας που ακολουθεί δείχνει τις σχετικές μετρήσεις της θερμοκρασίας.

Παρατηρείται , **ότι τα στραγγίσματα έχουν μεγαλύτερη θερμοκρασία από την θερμοκρασία του αέρος και τούτο γιατί ο όγκος των σκουπιδιών έχει θερμοχωρητικότητα που τα διατηρεί πιο θερμά από τον εξωτερικό αέρα.**

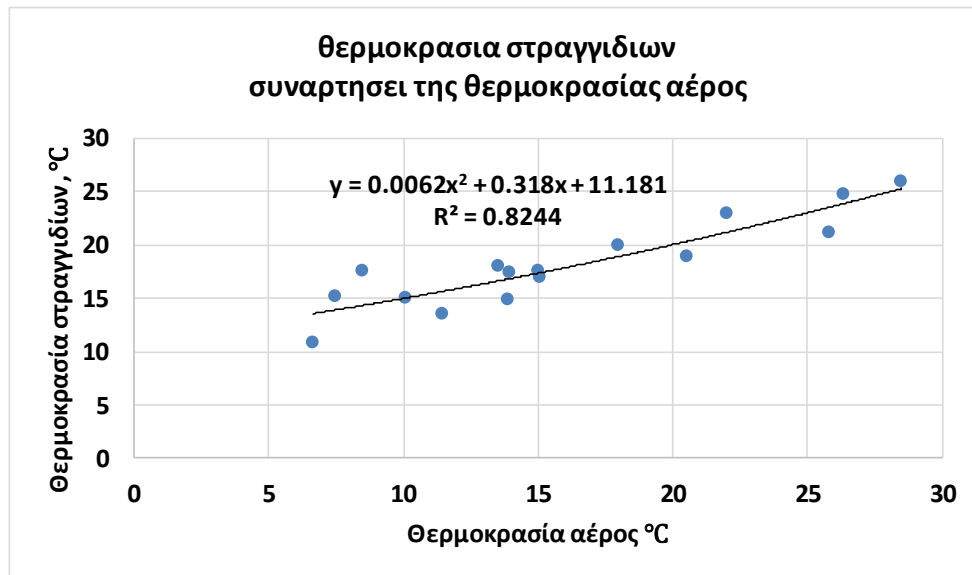
ΔΕΛΤΙΟ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ

ΕΤΟΣ 2002

ΧΥΤΑ ΛΑΡΙΣΑΣ

μήνας	Παροχή	Βροχή	Σκουπιδια	Μεταφορα	αερος, C		αερος, C	Θερμοκρασιες , C					Θρεπτικα		ΑΕΡΙΣΤΗΡΕΣ				
ετους	m3/μερα	mm/μηνα	τονοι/μηνα	νερων, m3/μηνα	min	max	ΜΟ αερος	στραγγιδ	ΔΑ1	ΔΑ2	ΔΑ3	Σταθερ	ουρια, Kg	φωσφορικα	λειπουρ,min	παυση,min	1	2	3
1	10,54	10	5082	660	0,4	12,9	6,65	10,9	5,66	5	5	5,5	0	2000	15	30 -60	15/30	15/60	15/60
2	11,4	18	4823	840	5,4	17,5	11,45	13,5	8,7	8,7	9	9,2	0	2500	15	30 -60	15/30	15/60	15/60
3	14,37	72	4547	450	7,1	20,7	13,9	14,8	11	11,25	11,75	11,8	0	3000	15	30 -60	15/30	15/60	15/60
4	18	95	5149	750	9,6	20,5	15,05	17	13,2	13,2	13,8	13,8	0	3000	15	30 -60	15/30	15/60	15/60
5	10,4	38	5600	195	14	27	20,5	18,9	18	17,8	19	19	0	3000	15	30 -60	15/45	15/60	15/60
6	8,5	7	4692	0	18,6	33	25,8	21,1	21	22,25	22,7	23	0	1000	15	30 -60	15/45	15/60	15/60
7	11,3	95	4592	165	20,1	36,9	28,5	25,9	23,2	24	24,4	24,5	0	0	15	30 -60	15/45	15/60	15/60
8	9,69	21	4545	270	20,1	32,6	26,35	24,8	23,25	23,7	23,7	23,9	0	2000	15	30 -60	15/45	15/60	15/60
9	22,8	199	5464	540	16	28	22	23	20	20	21	21	0	1000	15	30 -60	15/45	15/60	15/60
10	15,77	79	5868	1425	12	24	18	20	17	17	16	16	0	1000	15	30 -60	15/45	15/60	15/60
11	17,09	60	4947	1005	7	20	13,5	18	12	11	11	11	0	1000	15	30 -60	15/45	15/60	15/60
12	50,1	201		2005	3	14	8,5	17,5	8	8	7	7	0	1000	15	30 -60	15/45	15/60	15/60

Από τον πίνακα αυτό ευρίσκεται η σχέση της θερμοκρασίας των στραγγισμάτων με την θερμοκρασία του αέρα.



Σ.Τραγανής , ΧΥΤΑ Λαρίσας 2002

Παρατηρείται ότι η τάση της γραμμής της εξίσωσης , για χαμηλές θερμοκρασίες κάτω των 5 °C, δείχνει θερμοκρασίες στραγγισμάτων μεγαλύτερες από 10 °C.

Η εξίσωση που εκτιμά την θερμοκρασία των παραγόμενων στραγγισμάτων , στον ΧΥΤΑ της Λάρισας (2002) , συναρτήσει της θερμοκρασίας αέρος είναι:

$$T_{\text{στραγγισματων}} = 0.0062 T_{\text{α}}^2 + 0.318 T_{\text{α}} + 11.181 \quad , \quad R^2 = 0.8244$$

Η εξίσωση αυτή προβλέπει για θερμοκρασία αέρος 1 °C , θερμοκρασία στραγγισμάτων 11.5 °C

Για τους θερμικούς υπολογισμούς λαμβάνομε θερμοκρασία παραγομένων στραγγισμάτων 10 °C.

Η βιβλιογραφική παραπομπή [5] περιγράφει τις θερμοκρασιακές μετρήσεις που έγιναν στο σώμα ενός ΧΥΤΑ , σε σχέση με την θερμοκρασία του αέρος και το βάθος μέτρησης. Είναι εμφανής η θερμοχωρητική συμπεριφορά του ΧΥΤΑ , σε σχέση με την εξωτερική θερμοκρασία.

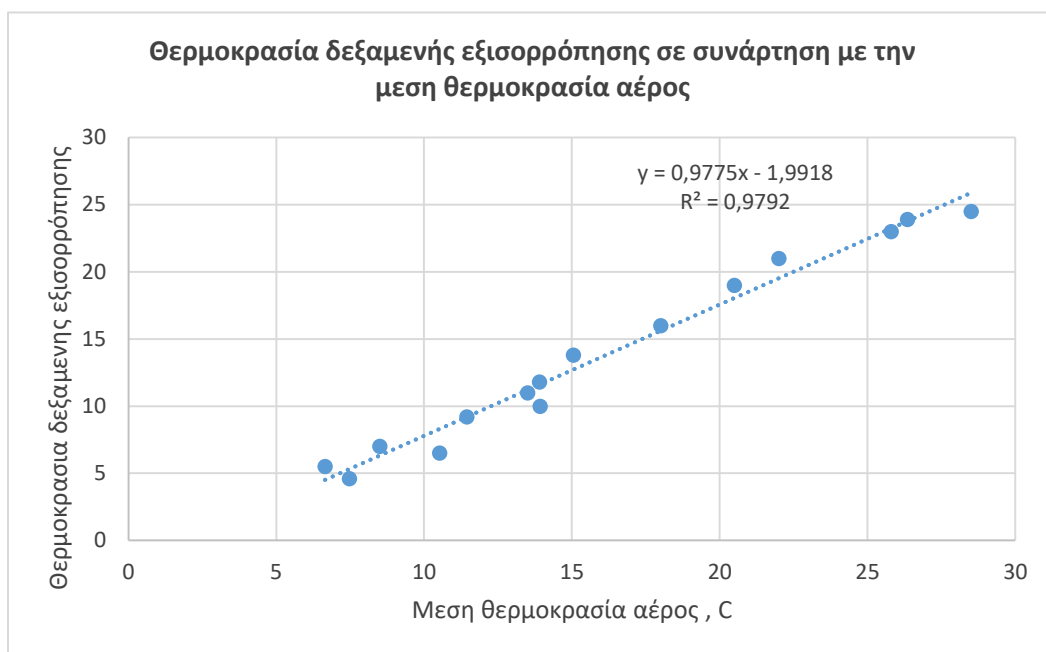
Στα συμπεράσματα αυτής της παραπομπής αναφέρεται:

«Temperatures in cover systems are also generally similar to seasonal air temperatures with up to 10 °C higher values immediately below the cover system in winter»

Στην ίδια βιβλιογραφική παραπομπή [5], γράφημα δείχνει την σχετική σταθερότητα της θερμοκρασίας στο σώμα του ΧΥΤΑ σε σχέση με την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρος.

Έτσι θεωρείται τεχνικά αποδεκτή η επιλογή 10 °C σαν η θερμοκρασία των στραγγισμάτων για τους θερμικούς υπολογισμούς της μελέτης.

Η θερμοκρασία δεξαμενής σταθεροποίησης, στον ΧΥΤΑ Λάρισας , σε σχέση με την θερμοκρασία του αέρος , φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.



Η θερμοκρασία της δεξαμενής Β της εξισορρόπησης για τον χειμώνα εκτιμάται υπολογιστικά με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε προηγουμένως και το αποτέλεσμα συγκρίνεται με το ανωτέρω γράφημα.

13 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. S. Talati “ Heat Losses in Aeration Tanks “ University of California , 1988
- 2 . N. Talati¹ and M. K. Stenstrom, AERATION-BASIN HEAT LOSS , ASCE , February 1990
3. Paul Edward Sedory, A Dynamic Model for the Prediction of Wastewater Aeration Basin Temperature, University of California, Los Angeles, 1992
4. Jacek Makinia, Scott A. Wells, Piotr Zima, Temperature Modeling in Activated Sludge Systems: A Case Study, Water Environ. Res., 77, 000 (2005).
5. N. YESILLER AND J. L. HANSON ,ANALYSIS OF TEMPERATURES AT A MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL
Department of Civil and Environmental Engineering, Wayne State University, Detroit, Michigan, 48202, U.S.A.
6. S. Komori, R. Kurose, N. Takagaki, S. Ohtsubo, K. Iwano , Sensible and latent heat transfer across the air-water interface in wind-driven turbulence, K. Handa and S. Shimada, Department of Mechanical Engineering and Science, Advanced Research Institute of Fluid Science and Engineering, Kyoto University, Kyoto 606-8501, Japan
7. S.C. Reed, D.S. Pottle, W.B. Moeller, C.R. Ott, R. Peirent and E.L. Niedringhaus , Prevention of freezing and other cold weather problems at wastewater treatment facilities , special Report 85-11, July 1985, US Army Corps of Engineers Cold Regions Research & Engineering Laboratory
8. 16 ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΕ , TOTEE 20701-3/2010 – Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών
9. Henze, van Loosdrecht , Ekama , Brdjanovic , “ Biological Waste Water Treatment – Principles, Modelling and Design” , IWA Publishing , 2008 , page 21-25

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- A. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΥΤΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΕΣ ΑΕΡΟΣ 6.5 ΚΑΙ 17.1 °C
- B . ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΗΝ ΜΟΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ
- Γ. Η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

A. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΑΥΤΩΝ ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΕΣ ΑΕΡΟΣ 6.5 ΚΑΙ 17.1 °C

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι ακτινοβολία μικρού μήκους κυματος 0.5 – 1 μm , προέρχεται από τον ήλιο και έχει ισχύ , ορισμένες ώρες της ημέρας, περίπου 1000 W/m².

Η ατμοσφαιρική ακτινοβολία , με μήκη κύματος περίπου 10 μm , εκπέμπεται σαν θερμική ακτινοβολία (infra red) από την γή και τα επ'αυτής αντικείμενα προς όλες τις κατευθύνσεις.

Η ισχύς της μπορεί να φθάσει μερικές εκατοντάδες W/m² .

Η ατμοσφαιρική ακτινοβολία εκπέμπεται **συνεχώς** . Αντικείμενα εκπέμπουν αυτή την ακτινοβολία , άλλα αντικείμενα απορροφούν μέρος αυτής και την επανεκπέμπουν προς άλλες κατευθύνσεις και αντικείμενα.

Ένα μέγιστο μέρος της ακτινοβολίας αυτής είναι από την γή (έδαφος, νερά κλπ) προς την ατμόσφαιρα.

Η ακτινοβολία μεγάλου μηκους κύματος που υπάρχει στην ηλιακή ακτινοβολία είναι παντελώς αμελητέα προς την ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος που εκπέμπουν επιγείες πηγές.

Όπως αναφέρθηκε στην & 8 η ατμοσφαιρική ακτινοβολία υπολογίζεται από τη εξίσωση

$$H_{ar} = \varepsilon \sigma (T_w + 273)^4 A_s - (1 - \lambda) \beta \sigma (T_a + 273)^4 A_s \quad , \text{ cal/ημέρα}$$

β = παράμετρος ατμοσφαιρικής ακτινοβολίας , $\beta = 0,75 - 0,95$

A_s = επιφάνεια δεξαμενής , m²

λ = βαθμος ανάκλασης νερου = 0.03

ε = βαθμός εκπομπής νερου = 0.97

σ = η σταθερά Stefan – Boltzman = 0.00117 cal/(m² day K⁴)

Φαίνεται σαφώς η εξάρτηση της H_{ar} από την διαφορά T_w (νερού) και T_a (αέρος)

Η ατμοσφαιρική ακτινοβολία προκαλεί σημαντικώτατες απώλειες θερμότητας στις δεξαμενές νερών , ειδικά σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος.

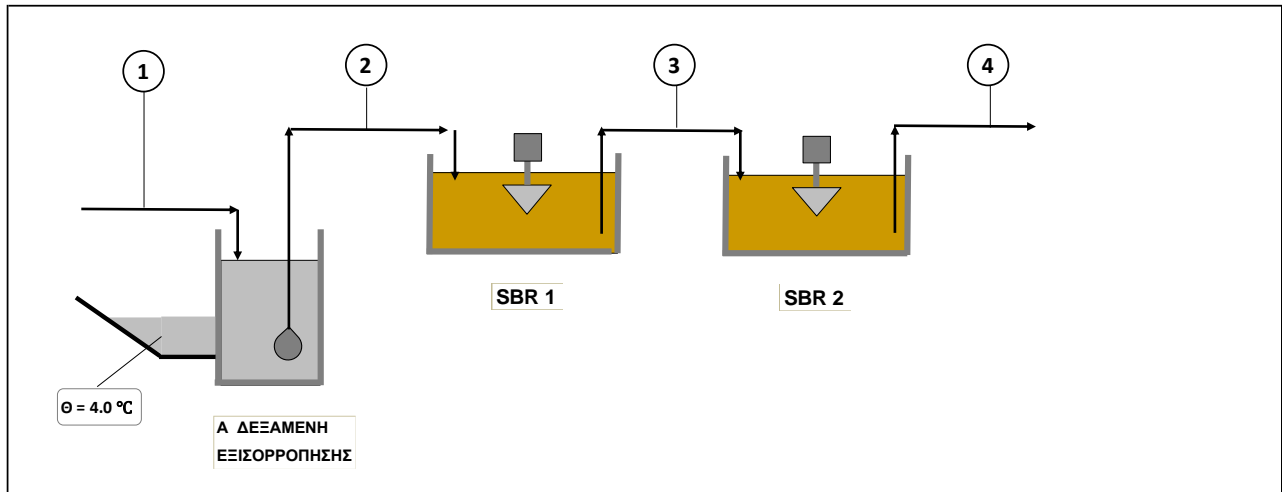
Τα προηγούμενα ισοζύγια θερμότητας έγιναν για θερμοκρασία αερος 1 °C και θερμοκρασία στραγγισμάτων 10 °C.

Εδώ στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ θα εκτιμηθεί/διερευνηθεί το μέγεθος των απωλειών θερμότητας από την ατμοσφαιρική ακτινοβολία σε δύο άλλες περιπτώσεις , μεγαλύτερων θερμοκρασιών αέρος και στραγγισμάτων.

αέρος 6.5 °C και παραγομένων στραγγισμάτων 13.51 °C

αέρος 17.1 °C και παραγομένων στραγγισμάτων 18.40 °C

και συγκεκριμένα για τα δύο , εν λόγω , είδη των πολυκαρβονικών υλικών.



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Θέση	Μονάδες	1	2	3	4
Θερμοκρασία αέρος		°C	6.50			
Ταχύτητα ανέμου		m/s	3.00			
Παροχή υγρών		m ³ /ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών		°C	13.51	13.45	21.42	23.48

* αδιαφανής κάλυψη

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι *	ναι
SBR 1	ναι *	ναι
SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2

9.96

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			

ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	0.00	0.00
SOLAR RADIATION	0.00	0.00	0.00
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.94	-2.41
Τοίχιο SBR1 προς SBR2		0.03	-0.03
Τοίχια*Πυθμενας με εδαφος	-0.02	-0.53	-0.62
Τοίχια προς αέρα	-0.01	-0.25	-0.28
Τοίχια προς νερά	-0.11		-0.06
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	-0.06	7.97	2.06

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Θέση	Μονάδες	1	2	3	4
Θερμοκρασία αέρος		°C	6.50			
Ταχύτητα ανέμου		m/s	3.00			
Παροχή υγρών		m ³ /ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών		°C	13.51	13.45	18.68	18.49

* διαφανής κάλυψη
φωτ οδιαπερατ οτ ητ α 86%

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι	ναι
SBR 1	ναι *	ναι
SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2

5.23

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			

ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	-3.68	-4.22
SOLAR RADIATION	0.00	0.77	0.90
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.66	-1.72
Τοίχιο SBR1 προς SBR2		0.00	0.00
Τοίχια*Πυθμενας με εδαφος	-0.02	-0.41	-0.39
Τοίχια προς αέρα	-0.01	-0.20	-0.20
Τοίχια προς νερά	-0.11		-0.03
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	-0.06	5.48	-0.19

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Θέση	Μονάδες	1	2	3	4
Θερμοκρασία αέρος		°C	6.50			
Ταχύτητα ανέμου		m/s	3.00			
Παροχή υγρών		m ³ /ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών		°C	13.51	13.45	19.83	20.58

* διαφανής κάλυψη
φωτ οδιαπερατ οτ ητ α 40%
στις υπερυψωθεις

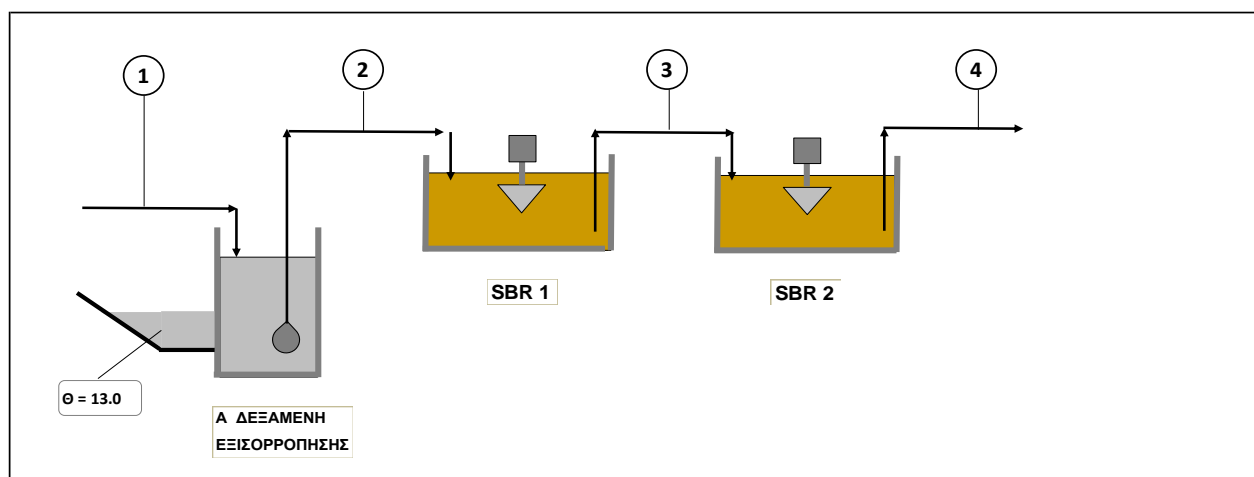
ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι	ναι
SBR 1	ναι *	ναι
SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2

7.31

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			

ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	-1.86	-2.27
SOLAR RADIATION	0.00	0.36	0.42
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.86	-2.10
Τοίχιο SBR1 προς SBR2		0.01	-0.01
Τοίχια*Πυθμενας με εδαφος	-0.02	-0.46	-0.49
Τοίχια προς αέρα	-0.01	-0.22	-0.23
Τοίχια προς νερά	-0.11		-0.04
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	-0.06	6.63	0.74



Θέση		1	2	3	4
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Μονάδες				
Θερμοκρασία αέρος	°C	17.10			
Ταχύτητα ανέμου	m/s	3.00			
Παροχή υγρών	m3/ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών	°C	18.43	18.48	26.80	29.11

* αδιαφανής κάλυψη

4	ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
	Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι *	ναι
	SBR 1	ναι *	ναι
	SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2 10.67

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	0.00	0.00
SOLAR RADIATION	0.00	0.00	0.00
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.79	-2.40
Τοίχιο SBR1 προς SBR2		0.03	-0.03
Τοίχια+Πυθμενας με εδαφος	0.04	-0.41	-0.51
Τοίχια προς αέρα	0.00	-0.16	-0.20
Τοίχια προς νερά	-0.06		-0.03
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	0.05	8.32	2.30

Θέση		1	2	3	4
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Μονάδες				
Θερμοκρασία αέρος	°C	17.10			
Ταχύτητα ανέμου	m/s	3.00			
Παροχή υγρών	m3/ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών	°C	18.43	18.48	25.43	26.26

* διαφανής κάλυψη
φωτ οδιαπερατ οτ ητ α 86 %

5	ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
	Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι	ναι
	SBR 1	ναι *	ναι
	SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2 7.83

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	-3.30	-4.13
SOLAR RADIATION	0.00	1.71	1.99
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.64	-1.91
Τοίχιο SBR1 προς SBR2		0.01	-0.01
Τοίχια+Πυθμενας με εδαφος	0.04	-0.34	-0.37
Τοίχια προς αέρα	0.00	-0.14	-0.15
Τοίχια προς νερά	-0.06		-0.05
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	0.05	6.95	0.83

Θέση		1	2	3	4
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Μονάδες				
Θερμοκρασία αέρος	°C	17.10			
Ταχύτητα ανέμου	m/s	3.00			
Παροχή υγρών	m3/ημέρα	35.50		30.5	
Θερμοκρασία υγρών	°C	18.43	18.48	26.05	27.43

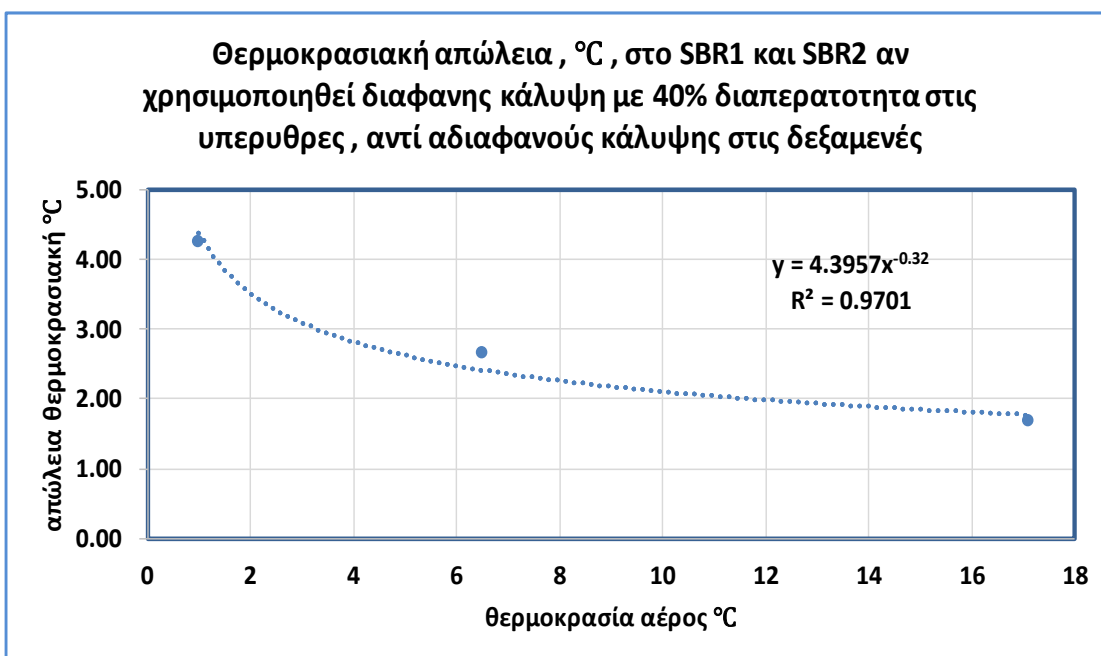
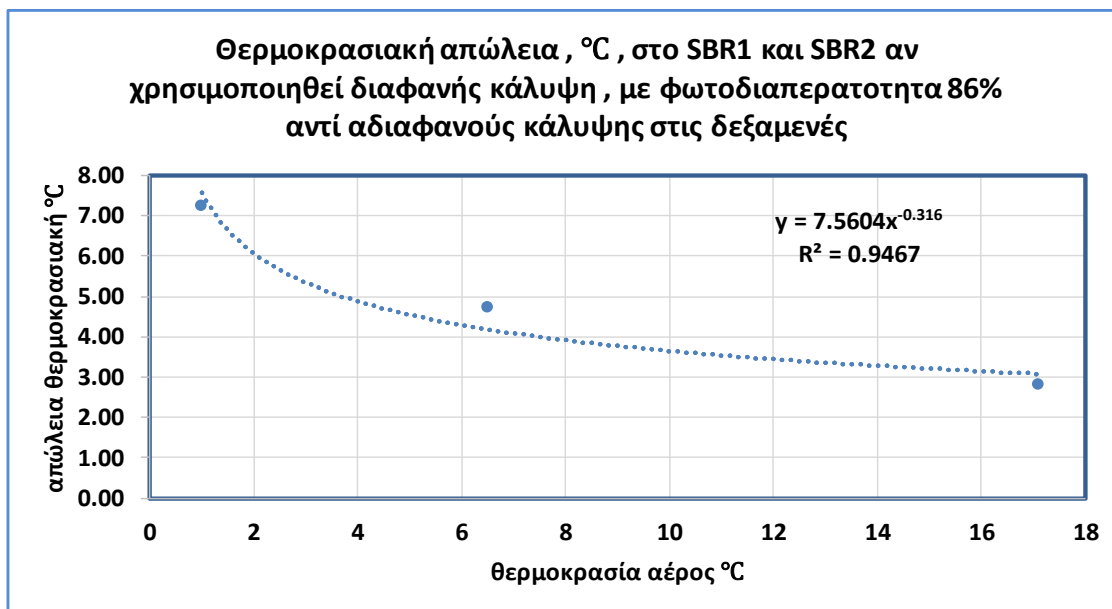
* διαφανής κάλυψη
φωτ οδιαπερατ οτ ητ α 40%
στις υπερυψρες

6	ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ	Κάλυψη	Μόνωση
	Α Δεξαμενή Εξισορρόπησης	ναι	ναι
	SBR 1	ναι *	ναι
	SBR 2	ναι *	ναι

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΜΕΧΡΙ ΕΞΟΔΟ SBR2 9.00

Θέση	Δεξ. Α	SBR1	SBR2
ΔΤ σε βαθμούς Κελσίου από			
ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ		8.62	3.22
EVAPORATIVE	0.00	0.00	0.00
SURFACE CONVECTION	0.00	0.00	0.00
POWER INPUT	0.07	2.03	2.24
ATMOSPHERIC RADIATION	0.00	-1.62	-2.11
SOLAR RADIATION	0.00	0.79	0.92
ΑΕΡΙΣΜΟΣ		-1.76	-2.18
Τοίχιο SBR1 προς SBR2		0.02	-0.02
Τοίχια+Πυθμενας με εδαφος	0.04	-0.37	-0.43
Τοίχια προς αέρα	0.00	-0.15	-0.17
Τοίχια προς νερά	-0.06		-0.09
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΔΤ	0.05	7.57	1.38

Οι παραπάνω πίνακες για 6.5 °C και 17.1 °C και ο αρχικός πίνακας για 1 °C δίνουν το παρακάτω γράφημα .



Δύο τα συμπεράσματα:

1. Σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος η αδιαφανής κάλυψη μειώνει τις απώλειες θερμότητας , πάρα πολύ , σε σχέση με την διαφανή κάλυψη
2. Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες αέρος , η αδιαφανής κάλυψη δίνει περίπου 3 και 1.5 βαθμούς °C παραπάνω στα νερά των αντιδραστήρων, σε σχέση με την διαφανή κάλυψη με 86% φωτοδιαπερατότητα και 40% διαπερατότητα στις υπέρυθρες , αντίστοιχα .

Τέλος , πρέπει να αναφερθεί ότι η ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι απαραίτητη για την βιολογία των δεξαμενών , μάλλον το αντίθετο, καθ'όσον βιβλιογραφικές αναφορές καταδεικνύουν ότι η ηλιακή ακτινοβολία , ειδικά με τις υπεριώδεις ακτίνες παρεμποδίζει και μειώνει την δραστηριότητα των αυτοτρόφων (νιτροποιητών) και ετεροτρόφων βακτηρίων στους βιολογικούς αντιδραστήρες.

B . ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

B1 ΜΟΝΩΣΕΙΣ

B1.1 Το μονωτικό υλικό

Αυτό μπορεί να είναι όχι πολυουρεθάνη ή πολυουρεθάνη με διαφορετικό λ.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί άλλη ισοδύναμη διάταξη , με άλλο υλικό , υπό την προϋπόθεση ότι θα ισχύσει η ακόλουθη σχέση :

$$d2 = d1 * \lambda 2 / 0.024$$

οπου d2 και λ2 σε Kcal/(m h°C) είναι αντίστοιχα το πάχος και η θερμική αγωγιμότητα της μόνωσης με το υλικό 2 και d1 το πάχος της μόνωσης με την πολυουρεθάνη (d1=4 cm).

π.χ αν εξετάζεται σαν υλικό η **διογκωμένη πολυστερίνη** , της οποίας το μέσο λ= 0.040 Kcal/(m h°C), τότε το ισοδύναμο πάχος της μόνωσης είναι :

$$d \text{ πολυστερίνης} = 0.04 \times 0.040 / 0.024 = 0.066 \text{ m ή } \mathbf{6.6 \text{ εκατοστά πάχος}}$$

Αν το μονωτικό υλικό έχει την μορφή πλακών , τότε πρέπει να εφαρμοσθεί μια στρώση κόλλας , ώστε οι πλάκες να κολληθούν επάνω στην επιφάνεια του μπετον των τοιχείων και επιπρόσθετα να καρφωθούν στην επιφάνεια των τοίχων.

Αν είναι πολυουρεθάνη , τότε μπορεί να εγχυθεί πάνω στην επιφάνεια , χωρίς κόλλες και καρφιά (σύνηθες πάχος έγχυσης 5 εκατοστά)

Επάνω από το μονωτικό υλικό , γίνεται επικάλυψη είτε με σοβά 3 περίπου εκατοστών (αφού πρώτα τοποθετηθεί πλέγμα) ή με δύο άλλες μεθόδους:

1. Με ρευστό καουτσούκ , που δημιουργεί στεγανοποιητική ελαστομερή μεμβράνη – αντιηλιακή , υψηλής αντοχής στις καιρικές συνθήκες και στην UV ακτινοβολία . εφαρμογή σε δύο «χέρια» μέχρι 2 mm πάχος.
2. Με υλικό πολυουρεθανικής βάσης για στεγάνωση και προστασία , υψηλής αντοχής

Η επικάλυψη με ελαστομερές υλικό ενδείκνυται στην μόνωση της δεξαμενής Α της εξισορρόπησης

B1.2 Στεγάνωση των δεξαμενών εσωτερικά

Για την επιτυχή εφαρμογή της μόνωσης στα εξωτερικά τοιχεία , πρέπει τα τοιχεία να στεγανοποιηθούν εσωτερικά (από μέσα).

Τούτο αναφέρεται γιατί οι εξωτερικές όψεις των τοιχείων (από φωτογραφίες) δείχνουν ότι ίσως δεν υπάρχει καλή εσωτερική στεγάνωση.

B2 ΚΑΛΥΨΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ SBR

Η επιλογή του υλικού ή των υλικών της κάλυψης και η αρχιτεκτονική της κάλυψης εξαρτώνται βασικά από το κόστος των υλικών και των εργασιών , το τελικά επιθυμητό θερμικό αποτέλεσμα , με σεβασμό πάντοτε στην λειτουργικότητα της εγκατάστασης.

Υλικά κάλυψης

α. Αδιαφανή

- πλάκες πολυουρεθάνης (ή άλλου υλικού) , μικρού πάχους , έχουσες λαμαρίνα και από τις δύο πλευρές. Επιχρισμα στίλβωσης της εσωτερικής λαμαρίνας βοηθά στην μείωση των απωλειών από την ατμοσφαιρική ακτινοβολία.
- λαμαρίνες σκεπής , με ή χωρίς μόνωση . Επιχρισμα στίλβωσης εσωτερικά της λαμαρίνας βοηθά στην μείωση των απωλειών από την ατμοσφαιρική ακτινοβολία.
- μουσαμαδες/τέντες με ειδικό υλικό. Εύπλαστοι μουσαμαδες (π.χ. κάλυψης φορτηγών) με αντοχές και καλή συμπεριφορά στην ηλιακή ακτινοβολία . Μπορούν να είναι τοποθετημένοι σε ρολλά και να ανοίγουν ή να κλείνουν ανάλογα με τις ανάγκες της εγκατάστασης. Η περίπτωση αυτή πρέπει να επιτρέπει την αφαίρεση των μουσαμάδων για πλύσιμο και εύκολη επανατοποθέτηση.

β. Διαφανή υλικά

- πολυκαρβονικά φύλλα με φωτοδιαπερατότητα στο ηλιακό φως
- πολυκαρβονικά φύλλα με χαμηλή διαπερατότητα στην υπέρυθρη ακτινοβολία.

γ. Συνδιασμός διαφανών και αδιαφανών υλικών

Σκέψεις σχετικά με την κατασκευή/τοποθέτηση της κάλυψης

Στην παράγραφο αυτή παρατίθενται “κάποιες” σκέψεις , σύμφωνα με το πνεύμα των συμπερασμάτων αυτής της μελέτης για την κατασκευή της κάλυψης.

Οι σκέψεις αυτές δεν έχουν την έννοια των προδιαγραφών , γιατί ο λειτουργός της εγκατάστασης έχει την τεχνική κατάρτιση να τις κάνει , σύμφωνα με το διατιθέμενο προϋπολογισμένο ποσό της δαπάνης και τις άλλες λειτουργικές ιδιαιτερότητες και ανάγκες της εγκατάστασης .

Η κάλυψη θα αποτελείται από δύο τμήματα.

Ένα τμήμα είναι η οροφή και το άλλο είναι η περιμετρική κάλυψη (μεταξύ στέγης και τοιχείων δεξαμενής)

Η στέγη είναι καλό να έχει κλίση από την πασαρέλα (στο μέσο των δεξαμενών) προς το άλλο άκρο της δεξαμενής.

Η στέγη πρέπει να έχει κλίση για να αποχετεύονται τα νερά της βροχής(με τις σχετικές υδροροές) και να είναι τοποθετημένη περίπου 70-80 εκατοστά πιο ψηλά από τα ακραία τοιχεία , για να αποφεύγεται το πιστίλισμα αυτής (εσωτερικά) από τον επιφανειακό αεριστήρα.

Η περιμετρική κάλυψη μπορεί να γίνει με πολυκαρβονικά υλικά , αντοχής και επαρκώς διαφανή για να επιτρέπουν τον οπτικό έλεγχο του εσωτερικού των SBR.

Το υλικό της στέγης κατά προτίμηση αδιαφανές (όταν το κριτήριο είναι η όσο το δυνατόν μείωση των απωλειών θερμότητας) , μπορεί να είναι κατά 70 % αδιαφανές (δηλαδή στο 70% της επιφανείας) και 30 % διαφανές. Ο συνδιασμός αυτός είναι τεχνικά αποδεκτός και μειώνει πάρα πολύ τις απώλειες από την ατμοσφαιρική ακτινοβολία τον χειμώνα.

Το διαφανές τμήμα της στέγης καλό είναι να τοποθετηθεί προς το επάνω μέρος της , προς την πασαρέλα (επίσης κατά μήκος της πασαρέλας) και με ανοιγόμενα «παράθυρα» σε αυτό το σημείο της περιμετρικής κάλυψης , να επιτρέπεται το πλύσιμο εσωτερικά του διαφανούς υλικού.

Η όλη κατασκευή πρέπει να επιτρέπει την εύκολη συντήρηση του εξοπλισμού των δεξαμενών (αναδευτήρες, επιφανειακό αεριστήρα, αντλίες).

Η επιλογή της αρχιτεκτονικής και των υλικών της κάλυψης δεν είναι στις υποχρεώσεις αυτής της μελέτης.

Γ . Η ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΩΝ ΦΥΛΛΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιασθούν ενδεικτικά φύλλα των υπολογισμών των θερμικών ισοζυγίων για την περίπτωση 1 , δηλαδή οι δεξαμενές δεν έχουν κάλυψη ούτε μόνωση και η περίπτωση 3 για το SBR1 .

ΔΕΞΑΜΕΝΗ Α ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΩΣ ΕΧΕΙ

ΠΟΛΥΓΥΡΟΣ - ΘΕΡΜΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΣΤΗΝ Α ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

ΕΠΟΧΗ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Δεδομένα Υπολογισμού

Τα , θερμοκρασία αερος , C	1.00	C
θερμοκρασία στραγγιδίων εισόδου	10.092	C
rh , σχετική υγρασία του αερα περιβάλλοντος	76.10	%
W , ταχύτητα ανεμου , m/s	3	m/s
As , επιφάνεια δεξαμενής , m ²	25	m ²
Βαθος δεξαμενης στο εδαφος	4	m
Qw , m ³ /d	35.50	m ³ /μερα
k , Latitude of the site - γεωγραφικό πλάτος της εγκατάστασης , degrees	40	
Cc , cloud cover (κάλυψη συνένφων) , tenths (1-10)	6	
d , day of the year - ημέρα του έτους	8	
παχος μπετον τοιχείων	0.25	m
παχοςμονωσης	0	m
θερμικη αγωγιμοτητα μπετον (οπλισμενο σκυροδεμα)	1.97	Kcal/(mh C)
επιφανεια εναλλαγης τοιχείων με νερό στην Α δεξαμενη προς νερό Β δεξαμενης	12.2	m ²
επιφανεια πλευρικη εντος εδαφους	37.70	m ²
συνολο επιφανεια εντος εδαφους	62.70	m ²
επιφανεια εναλλαγης τοιχείων με τον αερα	22.8	m ²
παχος μπετον πυθμενα	0.5	m
υποβρύχιος εγχυτήρας , τεμάχια	1	
ισχύς εγχυτήρα	2	Kw

EVAPORATIVE HEAT LOSS		
W , ταχύτητα ανέμου επάνω από την επιφάνεια του νερού, m/s	1.05	m/s
A_s , επιφάνεια δεξαμενής , m ²	25	m ²
H_{evap} =	1.709E+07	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap}$ (τα προσήματα οσον αφορά το νερό)	-1.709E+07	cal/day
SURFACE CONVECTION		
h_v	0.0041	m/s
H_c	1.632E+07	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap} - H_c$ (τα προσήματα οσον αφορά το νερό)	-3.342E+07	cal/day
HEAT GAIN FROM POWER INPUT		
απόδοση εγχυτήρα , %	65	%
P , κατανάλωση ενέργειας , Kwh/day	8.00	
P , κατανάλωση ενέργειας , cal/day	6880000	
H_p , είσοδος θερμότητας από τον εγχυτήρα	2408000	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap} - H_c + H_p$ (τα προσήματα οσον αφορά το νερό)	-3.101E+07	cal/day

ATMOSPHERIC RADIATION		0.801332858	
		0.134996528	
β , atmospheric radiation factor		0.89	
		0.888383518	
Har		3.350E+07	cal/day
$\Delta H = -H\alpha + Hbr - Hevap - Hc + Hp - Har$ (τ α προσημα οσον αφορα τ ο νερο)		-6.451E+07	cal/day
SOLAR RADIATION			
k , Latitude of the site , degrees		40	
Cc , cloud cover , tenths		6	
	a =	67.29928	
	b =	41.6948	
	c =	1.7395	
	d , day of the year	8	
Hsr,o , average daily absorbed solar radiation for clear sky conditions		275.4	Kcal/m2/day
net average daily absorbed solar radiation with cloud cover		205.0	Kcal/m2/day
Hsr		5.125E+06	cal/day
$\Delta H = -H\alpha + Hbr - Hevap - Hc + Hp - Har + Hsr$ (τ α προσημα οσον αφορα τ ο νερο)		-5.938E+07	cal/day
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΛΑΙΝΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ Α ΠΡΟΣ ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ Β			
θερμοκρασια στραγγισματων στην Β δεξαμενη, Θστρ		0.50	C
θερμοκρασια νερού στην Α δεξαμενή		7.47	C
παχος μπετον		0.25	m
παχοςμονωσης		0	m
θερμικη αγωγιμοτητα μπετον		1.97	Kcal/(mh C)
θερμικη αγωγιμοτητα μονωσης			Kcal/(mh C)
επιφανεια εναλλαγης τοιχειων της Α δεξαμ προς την Β δεξαμενή		12.2	m2
ταχυτητα ανεμου		3	m/s
απωλειες θερμοτητας, Q=		621.12	Kcal/h
U overall		7.3044	Kcal/(m2hC)
$\alpha 1$, $\alpha 2$ αριθμος μεταφ.θερμοτητας στο ηρεμο νερό		200.0	Kcal/(m2hC)
$\alpha 1 \text{ νερου}^{\wedge}1 + \delta 1 / \lambda 1 + \delta 0 / \lambda 0 + 1 / \alpha 2 \text{ νερου} = U^{\wedge}1$		0.137	m2hC/Kcal
απωλειες θερμοτητας, Q=		0.722	KW
απωλειες θερμοτητας, Q=		2600.52	KJ/h
Q, απωλειες πλαινων της Α με τα νερα της Β =		62412.5	KJ/d

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΡΟΣ ΕΔΑΦΟΣ		
θερμοκρασία εδαφους κατω από τον πυθμενα	11.42	C
θερμοκρασία στραγγιδίων	7.47	C
μεσο παχος μπετον τοιχείων	0.25	m
παχοςμονωσης	0.00	m
θερμικη αγωγιμότητα μπετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμικη αγωγιμότητα μονωσης		Kcal/(mh C)
επιφανεια πυθμενα	25.00	m2
επιφανεια πλευρικη εντος εδαφους	37.70	m2
συνολο επιφανεια εντος εδαφους	62.70	m2
Μέση θερμοκρασία εδαφους σε επαφή με τα τοιχεία	6.62	C
απωλειες θερμότητος τοιχείων προς εδαφος Q=	15.07	Kcal/h
U overall τοιχείων	0.47	Kcal/(m2hC)
συντελεστης μεταφορας θερμότητος προς το εδαφος από την πλακα, Us	0.50	Kcal/(m2hC)
$Us^{-1} + \delta 1 / \lambda 1 + \delta 0 / \lambda 0 + 1 / a 1 = U^{-1}$ (τοιχείων)	2.13	m2hC/Kcal
$Us^{-1} + \delta 1 / \lambda 1 + \delta 0 / \lambda 0 + 1 / a 1 = U^{-1}$ (δαπεδου)	2.26	m2hC/Kcal
απωλειες θερμότητος πυθμενος προς εδαφος Q=	-43.69	
απωλειες θερμότητος, Q=	-0.03	KW
απωλειες θερμότητος, Q=	-119.82	KJ/h
Q, απωλειες τοιχειων και πυθμενα προς εδαφος=	-2875.59	KJ/d
Hs , ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΠΟ ΌΛΑ ΤΑ ΤΟΙΧΕΙΑ =	3.381E+07	cal/day
ΔΗ = - Ηα + Ηbr - Hevap - Ηc + Ηp - Ηar + Ηsr - Ηs (τα προσημα οσον αφορά το νερο)	-9.319E+07	cal/day
Tw = Tin + ΔΗ/(ρw Cpw Qw)	7.467	C

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΛΑΙΝΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ Α ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΕΡΑ		
θερμοκρασία στραγγισματων στην Α δεξαμενη, Θστρ	7.47	C
παχος μπετον	0.25	m
παχοςμονωσης	0	m
θερμικη αγωγιμότητα μπετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμικη αγωγιμότητα μονωσης	0.02	Kcal/(mh C)
επιφανεια εναλλαγης τοιχείων της Α δεξαμ προς τον αερα	22.8	m2
ταχυτητα ανεμου	3	m/s
απωλειες θερμότητος, Q=	816.09	Kcal/h
U overall	5.5322	Kcal/(m2hC)
α2 αερος, αριθμος μεταφ.θερμότητος στον αερα	20.5	Kcal/(m2hC)
$\alpha 2^{-1} + \delta 1 / \lambda 1 + \delta 0 / \lambda 0 + \alpha 1^{-1} = U^{-1}$	0.181	
α1 νερου , αριθμος μεταφορας θερμότητος νερου	200	Kcal/(m2hC)
απωλειες θερμότητος, Q=	0.949	KW
απωλειες θερμότητος, Q=	3416.83	KJ/h
Q, απωλειες πλαινων προς αερα =	82003.8	KJ/d

στο σημείο αυτό ΕΝΑΡΞΗ των υπολογισμών για το SBR1 – ως έχει ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΘΕΡΜΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΣΤΟΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ SBR1 ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ - ΩΣ ΕΧΕΙ - ΚΑΜΜΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ		
ΕΠΟΧΗ ΧΕΙΜΩΝΑΣ		
Δεδομένα Υπολογισμού		
Ta , θερμοκρασία αερος , C	1.00	C
θερμοκρασία στραγγιδίων εισόδου	7.47	C
rh , σχετική υγρασία του αερα περιβάλλοντος	76.10	%
W , ταχύτητα ανεμου , m/s	3	m/s
As , επιφάνεια δεξαμενής , m2	100	m2
Βαθος δεξαμενης στο εδαφος	2	m
Qw , m3/d	35.5	m3/μερα
k , Latitude of the site - γεωγραφικό πλάτος της εγκατάστασης , degrees	40.0	
Cc , cloud cover (κάλυψη συνέφων) , tenths (1-10)	6.0	
d , day of the year - ημέρα του έτους	8.0	
παχος μπετον τοιχείων	0.25	m
παχοςμονωσης	0.0	m
θερμικη αγωγιμότητα μπετον	1.97	Kcal/(mh C)
επιφανεια εναλλαγης τοιχείων νερου με αερα, πλαινα εκτος εδαφους	45	m2
επιφανεια πλευρικη εντος εδαφους	60.00	m2
συνολο επιφανεια εντος εδαφους	160.00	m2
επιφανεια τοιχείων νερου SBR1 προς νερο SBR2	35	m2
αναδευτήρες , τεμάχια	1	
ισχύς αναδευτήρων	5.5	Kw
έκλυση θερμότητος κατά την βιολογική οξείδωση του BOD με O2	1.958	Kcal/g BOD
έκλυση θερμότητος κατά την απονιτροποίηση	1.851	Kcal/g BOD
έκλυση θερμότητος κατά την νιτροποίηση	2.380	Kcal/ g N
επιφανειακος αεριστηρας , τεμάχια	1	
ισχύς επιφανειακου αεριστηρα	18.5	Kw

Εκλυση θερμότητος από βιολογικές αντιδράσεις		
βιολογική οξείδωση του BOD με O2	1.958	Kcal/g BOD
κατά την απονιτροποίηση	1.851	Kcal/g BOD
κατά την νιτροποίηση	2.380	Kcal/ g N
BOD που απονιτροποιείται	1.20	Kg BOD/m3 στ ραγγιδιων
BOD που οξειδώνεται με O2	2.15	Kg BOD/m3 στ ραγγιδιων
N που νιτροποιείται	0.92	Kg N/m3 στ ραγγιδιων
Είσοδος θερμότητος ανα m3 στ ραγγιδιων		
βιολογική οξείδωση του BOD με O2	4217.55	Kcal /m3
κατά την απονιτροποίηση	2216.48	Kcal /m3
κατά την νιτροποίηση	2187.48	Kcal /m3
σύνολο εισόδου θερμότητος	8621.51	Kcal /m3
Hbr, ημερήσια είσοδος θερμότητος από βιολογικές δράσεις	3.061E+08	cal/day
θερμοκρασια στ ραγγιδιων εισόδου	7.47	C
θερμοκρασια στ ραγγιδιων εξόδου	16.88	

EVAPORATIVE HEAT LOSS		
W , ταχύτητα ανέμου , m/s	1.425	m/s
As , επιφάνεια δεξαμενής , m2	100	m2
Hevap =	7.095E+07	cal/day
$\Delta H = -H\alpha + Hbr - Hevap$ (τα προσημα οσον αφορά το νερο)	3.618E+07	cal/day
SURFACE CONVECTION		
hv	0.0051	m/s
Hc	3.463E+07	cal/day
$\Delta H = -H\alpha + Hbr - Hevap - Hc$ (τα προσημα οσον αφορά το νερο)	1.558E+06	cal/day
HEAT GAIN FROM POWER INPUT - Αναδευτήρες + Επιφανειακος αεριστήρας		
απόδοση αναδευτήρων , %	65	%
P , κατανάλωση ενεργειας , Kwh/day	240.00	
P , κατανάλωση ενεργειας , cal/day	206400000	
Hp , είσοδος θερμότητος από τον αναδευτήρα	7.224E+07	cal/day
$\Delta H = -H\alpha + Hbr - Hevap - Hc + Hp$ (τα προσημα οσον αφορά το νερο)	7.380E+07	cal/day
ATMOSPHERIC RADIATION		
	0.801332858	
	0.134996528	
β , atmospheric radiation factor	0.89	
	0.888383518	
Har	1.156E+08	cal/day
$\Delta H = -H\alpha + Hbr - Hevap - Hc + Hp - Har$ (τα προσημα οσον αφορά το νερο)	-4.177E+07	cal/day
SOLAR RADIATION		
k , Latitude of the site , degrees	40	
Cc , cloud cover , tenths	6	
a =	67.29928	
b =	41.6948	
c =	1.7395	
d , day of the year	8	
Hsr,o , average daily absorbed solar radiation for clear sky conditions	275.4	Kcal/m2/day
net average daily absorbed solar radiation with cloud cover	205.0	Kcal/m2/day
Hsr	2.050E+07	cal/day
$\Delta H = -H\alpha + Hbr - Hevap - Hc + Hp - Har + Hsr$ (τα προσημα οσον αφορά το νερο)	-2.127E+07	cal/day

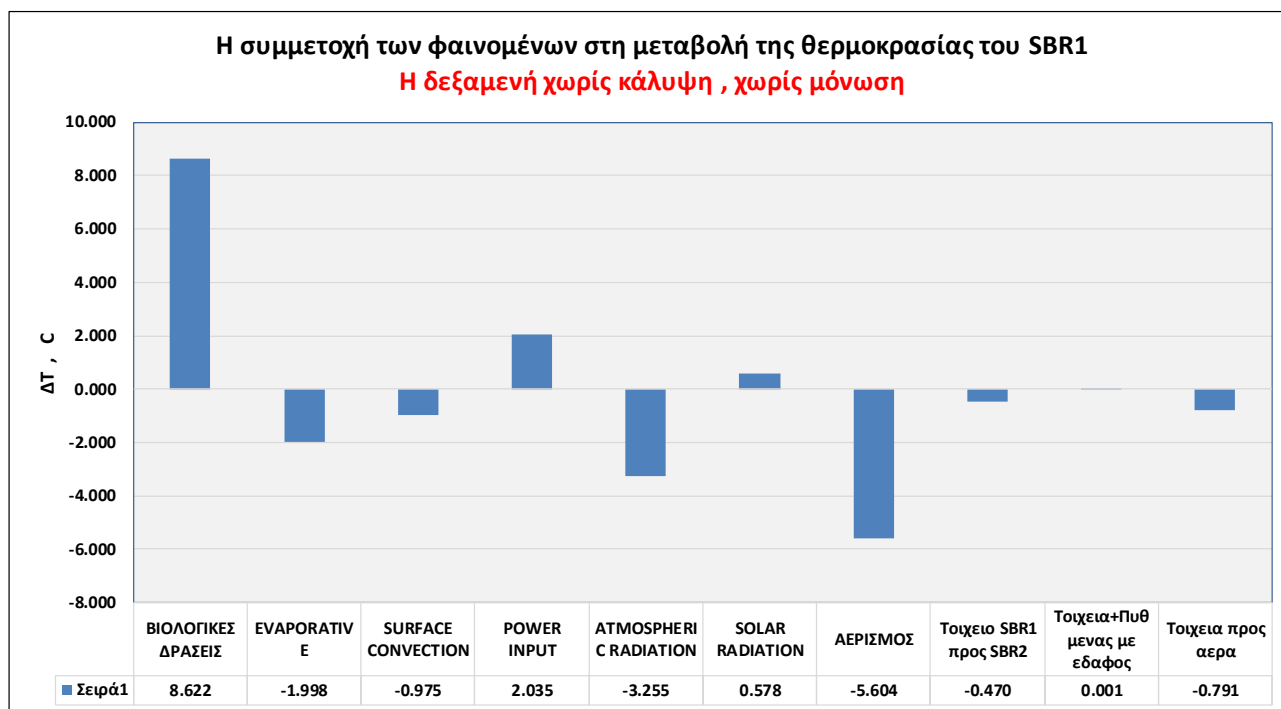
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΛΑΙΝΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ SBR1 ΠΡΟΣ ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ SBR2		
θερμοκρασία νερών στην SBR2	3.03	C
θερμοκρασία νερού στην SBR1	5.61	C
παχος μπετον	0.25	m
παχοσμωμωσης	0	m
θερμική αγωγιμότητα μπετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμική αγωγιμότητα μονωσης		Kcal/(mh C)
επιφανεια εναλλαγής τοιχείου νερού SBR1 προς SBR2	35	m2
ταχύτητα ανεμου	3	m/s
απωλειες θερμότητας, Q=	695.00	Kcal/h
U overall	7.6815	Kcal/(m2hC)
α1 , α2 αριθμος μεταφ.θερμότητας στο νερό (ήπια κινούμενο)	610.0	Kcal/(m2hC)
α1 νερού ⁻¹ +δ1/λ1+δ0/λ0 +1/α2 νερού= U ⁻¹	0.130	m2hC/Kcal
απωλειες θερμότητας, Q=	0.808	KW
απωλειες θερμότητας, Q=	2909.84	KJ/h
Q, απωλειες πλαινων της Α με τα νερα της Β =	69836.2	KJ/d

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΡΟΣ ΕΔΑΦΟΣ		
θερμοκρασία εδαφους κατω από τον πυθμενα	6.62	C
θερμοκρασία στραγγιδίων	5.61	C
μεσο παχος μπετον τοιχείων	0.25	m
παχοσμωμωσης	0.00	m
θερμική αγωγιμότητα μπετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμική αγωγιμότητα μονωσης		Kcal/(mh C)
επιφανεια πυθμενα	100.00	m2
επιφανεια πλευρική εντος εδαφους	60.00	m2
συνολο επιφανεια εντος εδαφους	160.00	m2
Μέση θερμοκρασία εδαφους σε επαφή με τα τοιχεία	4.22	C
απωλειες θερμότητας τοιχείων προς εδαφος Q=	39.31	Kcal/h
U overall τοιχείων	0.47	Kcal/(m2hC)
συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς το εδαφος από την πλάκα, Us	0.50	Kcal/(m2hC)
Us ⁻¹ +δ1/λ1+δ0/λ0 +1/α1= U ⁻¹ (τοιχείων)	2.13	m2hC/Kcal
Us ⁻¹ +δ1/λ1+δ0/λ0 +1/α1= U ⁻¹ (δαπεδου)	2.51	m2hC/Kcal
απωλειες θερμότητας πυθμενος προς εδαφος Q=	-40.07	
απωλειες θερμότητας, Q=	0.00	KW
απωλειες θερμότητας, Q=	-3.21	KJ/h
Q, απωλειες τοιχειων και πυθμενα προς εδαφος=	-76.95	KJ/d

Hs , ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΠΟ ΌΛΑ ΤΑ ΤΟΙΧΕΙΑ και τον πυθμενα =	4.47E+07	cal/day
ΔH = - Hα + Hbr - Hεναρ - Hc + Hp - Har + Hsr - Hs (τ α προσημα οσον αφορα τ ο νερο)	-6.60E+07	cal/day
Tw = Tin + ΔH/(pw CpW Qw)	5.611	C
	0.0014	

Απώλειες θερμότητας λόγω αερισμού με επιφανειακό αερισμό		
Επιφάνεια αναμειγνύσ νερών του αεριστήρα	4.00	m ²
Q _a , m ³ /s	5.70	m ³ /s
ρ _a , πυκνότητα αερος , Kg/m ³	1.20	Kg/m ³
C _{pa} , ειδική θερμότητα αερος , cal/(Kg C)	240.00	Cal/Kg/C
s , seconds per day	86400.00	s/day
T _{in} , θερμοκρασία νερών στην είσοδο	7.47	
T _w , θερμοκρασία νερών στην έξοδο, C	5.61	C
T _a , θερμοκρασία αερος , C	1.00	C
h _v στα νερά του αεριστήρα	0.0060	m/s
MW νερού , g/gmole	18.00	g/gmole
R , Universal Gas constant , mmHg lt/(gmole K)	62.36	mmHg lt/(gmole K)
L , Latent heat of vaporisation , cal/Kg	580000.00	cal/Kg
h _f , exit air humidity factor , for diffusion aeration =1	0.50	
rh , σχετική υγρασία του αέρα περιβάλλοντος	76.10	
u _w , vapor pressure of water at tank temperature , mmHg	7.14	mmHg
u _a , vapor pressure of water at ambient air temperature , mmHg	6.35	mmHg
Has (το προσημο οσον αφορά τον αερα)	28845237.90	cal/day
Hal (το προσημο οσον αφορά τον αερα)	170088346.43	cal/day
Ha (το προσημο οσον αφορά τον αερα)	1.989E+08	cal/day
ΔH = - Ha (τα προσημα οσον αφορά το νερο)	-1.989E+08	cal/day
ρ _w , πυκνότητα νερού , Kg/m ³	1000.00	
C _{pw} , ειδική θερμότητα νερού , cal/Kg/C	1000.00	
Q _w , m ³ /d	35.50	
Υπάρχει κάλυψη της δεξαμενης ?	NO	

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΛΑΙΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ SBR1 ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΕΡΑ		
θερμοκρασία στραγγισμάτων στην SBR1	5.61	C
παχος μπτετον	0.25	m
παχος μονωσης	0.0	m
θερμική αγωγιμότητα μπτετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμική αγωγιμότητα μονωσης		Kcal/(m C)
επιφάνεια εναλλαγής τοιχείων της SBR1 δεξαμ προς τον αερα	45	m ²
ταχύτητα ανέμου	3	m/s
απώλειες θερμότητας, Q=	1169.93	Kcal/h
U overall	5.6371	Kcal/(m ² hC)
α ₂ αερος, αριθμος μεταφ.θερμότητας στον αερα	20.5	Kcal/(m ² hC)
α ₂ ⁻¹ +δ ₁ /λ ₁ +δ ₀ /λ ₀ +α ₁ ⁻¹ = U ⁻¹	0.177	
α ₁ νερου , αριθμος μεταφορας θερμότητας νερου	610.0	Kcal/(m ² hC)
απώλειες θερμότητας, Q=	1.360	KW
απώλειες θερμότητας, Q=	4898.26	KJ/h
Q, απώλειες πλαιων προς αερα =	117558.2	KJ/d



Θερμοκρασία αέρος , C	1.00
Ταχύτητα ανέμου , m/s	3
Θερμοκρασία εισόδου , C	7.47
Θερμοκρασία εξόδου, C	5.61
Συνολικό ΔΤ στο SBR 1, C	-1.86

στο σημείο αυτό ΤΕΛΟΣ των υπολογισμών για SBR1 - ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

στο σημείο αυτό ΕΝΑΡΞΗ υπολογισμών για SBR2 - ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

ΘΕΡΜΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΣΤΟΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ SBR2 ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ - ΩΣ ΕΧΕΙ - ΚΑΜΜΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΗ		
ΕΠΟΧΗ ΧΕΙΜΩΝΑΣ		
Δεδομένα Υπολογισμού		
Τα , θερμοκρασία αερος , C	1.00	C
θερμοκρασία στραγγιδίων εισόδου	5.61	C
rh , σχετική υγρασία του αερα περιβάλλοντος	76.10	%
W , ταχύτητα ανέμου , m/s	3	m/s
As , επιφάνεια δεξαμενής , m2	100	m2
Βαθος δεξαμενής στο εδαφος	2	m
Qw , m3/d	30.5	m3/μερα
k , Latitude of the site - γεωγραφικό πλάτος της εγκατάστασης , degrees	40.0	
Cc , cloud cover (κάλυψη συνένφων) , tenths (1-10)	6.0	
d , day of the year - ημέρα του έτους	8.0	
παχος μπετον τοιχείων	0.25	m
παχοςμονωσης	0.0	m
θερμική αγωγιμότητα μπετον	1.97	Kcal/(mh C)
επιφανεα εναλλαγης τοιχείων νερου με αερα, πλαινα εκτος εδαφους	45	m2
επιφανεα πλευρική εντος εδαφους	40.00	m2
συνολο επιφανεα εντος εδαφους	140.00	m2
επιφανεα τοιχείων νερου SBR2 προς νερο SBR1	35	m2
αναδευτήρες , τεμάχια	1	
ισχύς αναδευτήρων	5.5	Kw
έκλυση θερμότητος κατά την βιολογική οξείδωση του BOD με O2	1.958	Kcal/g BOD
έκλυση θερμότητος κατά την απονιτροποίηση	1.851	Kcal/g BOD
έκλυση θερμότητος κατά την νιτροποίηση	2.380	Kcal/ g N
επιφανεακος αεριστηρας , τεμάχια	1	
ισχύς επιφανεακου αεριστηρα	18.5	Kw
παχος μπετον πυθμενα	0.5	m

Εκλυση θερμότητος από βιολογικές αντιδράσεις		
βιολογική οξείδωση του BOD με O2	1.958	Kcal/g BOD
κατά την απονιτροποίηση	1.851	Kcal/g BOD
κατά την νιτροποίηση	2.380	Kcal/ g N
BOD που απονιτροποιείται	0.26	Kg BOD/m3 στ ραγγιδίων
BOD που οξειδώνεται με O2	1.17	Kg BOD/m3 στ ραγγιδίων
N που νιτροποιείται	0.18	Kg N/m3 στ ραγγιδίων
Είσοδος θερμότητος ανα m3 στ ραγγιδίων		
βιολογική οξείδωση του BOD με O2	2297.16	Kcal /m3
κατά την απονιτροποίηση	482.01	Kcal /m3
κατά την νιτροποίηση	439.55	Kcal /m3
σύνολο εισόδου θερμότητος	3218.72	Kcal /m3
Hbr, ημερήσια είσοδος θερμότητος από βιολογικές δράσεις	9.817E+07	cal/day
θερμοκρασία στ ραγγιδίων εισόδου	5.61	C
θερμοκρασία στ ραγγιδίων εξόδου	8.83	

EVAPORATIVE HEAT LOSS		
W , ταχύτητα ανέμου , m/s	1.425	m/s
As , επιφάνεια δεξαμενής , m2	100	m2
Hevap =	4.973E+07	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap}$ (τα προσήμα οσον αφορά το νερο)	-6.467E+07	cal/day
SURFACE CONVECTION		
hv	0.0051	m/s
Hc	1.640E+07	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap} - H_c$ (τα προσήμα οσον αφορά το νερο)	-8.107E+07	cal/day
HEAT GAIN FROM POWER INPUT - Αναδευτήρες + Επιφανειακος αεριστήρας		
απόδοση αναδευτήρων, %	65	%
P , κατανάλωση ενεργειας , Kwh/day	227.00	
P , κατανάλωση ενεργειας , cal/day	195220000	
Hp , είσοδος θερμοτητας από τον αναδευτήρα	6.833E+07	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap} - H_c + H_p$ (τα προσήμα οσον αφορά το νερο)	-1.275E+07	cal/day
ATMOSPHERIC RADIATION		
	0.801332858	
	0.134996528	
β , atmospheric radiation factor	0.89	
	0.888383518	
Har	9.067E+07	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap} - H_c + H_p - H_{ar}$ (τα προσήμα οσον αφορά το νερο)	-1.034E+08	cal/day

SOLAR RADIATION		
k , Latitude of the site , degrees	40	
Cc , cloud cover , tenths	6	
a =	67.29928	
b =	41.6948	
c =	1.7395	
d , day of the year	8	
Hsr,o , average daily absorbed solar radiation for clear sky conditions	275.4	Kcal/m2/day
net average daily absorbed solar radiation with cloud cover	205.0	Kcal/m2/day
Hsr	2.050E+07	cal/day
ΔH = - Hα + Hbr - H_{evap} - H_c + H_p - H_{ar} + Hsr (τ α προσήμα οσον αφορά τ ο νερο)	-8.291E+07	cal/day

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΛΑΙΝΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ SBR2 ΠΡΟΣ ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ SBR1		
θερμοκρασια νερων στην SBR1	5.61	C
θερμοκρασια νερού στην SBR2	3.04	C
παχος μπετον	0.25	m
παχοςμονωσης	0	m
θερμικη αγωγιμοτητα μπετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμικη αγωγιμοτητα μονωσης		Kcal/(mh C)
επιφανεια εναλλαγης τοιχείου νερου SBR2 προς SBR1	35	m2
ταχυτητα ανεμου	3	m/s
απωλειες θερμιοτητας, Q=	-691.03	Kcal/h
U overall	7.6815	Kcal/(m2hC)
α1 , α2 αριθμος μεταφ.θερμοτητας στο νερό (ήπια κινούμενο)	610.0	Kcal/(m2hC)
α1 νερου ^Λ 1+δ1/Λ1+δ0/Λ0 +1/α2 νερου= U ^Λ 1	0.130	m2hC/Kcal
απωλειες θερμιοτητας, Q=	-0.804	KW
απωλειες θερμιοτητας, Q=	-2893.22	KJ/h
Q, απωλειες πλαινων της 2 με τα νερα της 1 =	-69437.3	KJ/d

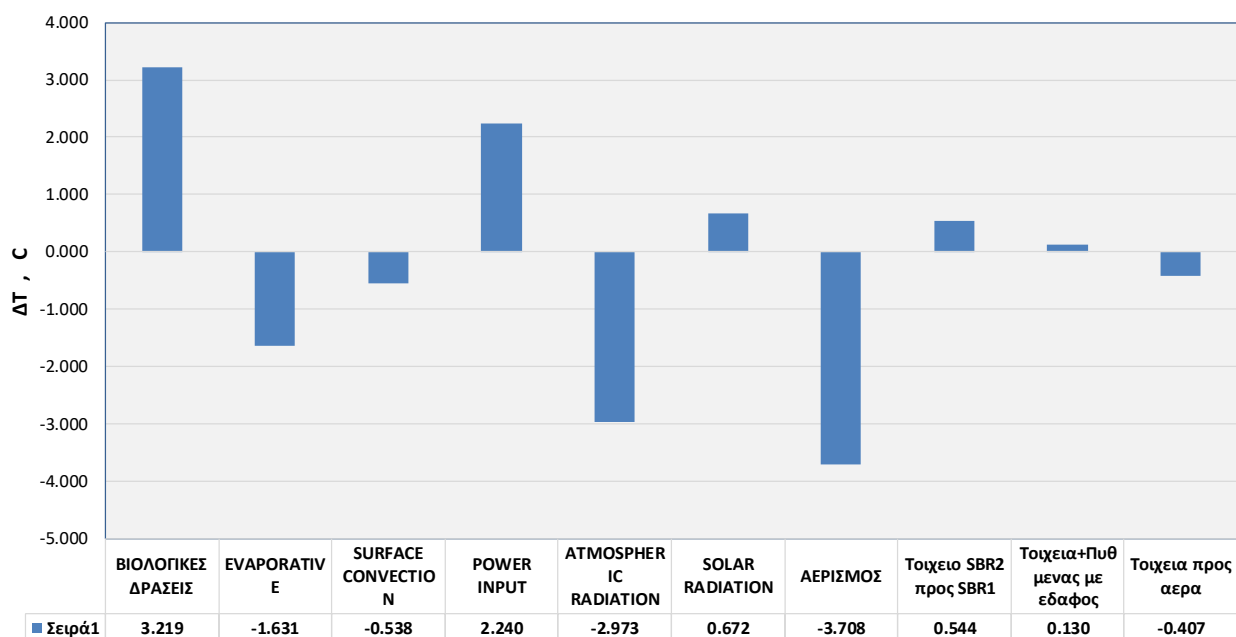
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΡΟΣ ΕΔΑΦΟΣ		
θερμοκρασια εδαφους κατω από τον πυθμενα	6.62	C
θερμοκρασια στραγγιδιων	3.04	C
μεσο παχος μπετον τοιχειων	0.25	m
παχοςμονωσης	0.00	m
θερμικη αγωγιμοτητα μπετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμικη αγωγιμοτητα μονωσης		Kcal/(mh C)
επιφανεια πυθμενα	100.00	m2
επιφανεια πλευρικη εντος εδαφους	40.00	m2
συνολο επιφανεια εντος εδαφους	140.00	m2
Μέση θερμοκρασία εδαφους σε επαφή με τα τοιχεία	4.22	C
απωλειες θερμιοτητας τοιχείων προς εδαφος Q=	-22.12	Kcal/h
U overall τοιχείων	0.47	Kcal/(m2hC)
συντελεστής μεταφορας θερμιοτητας προς το εδαφος από την πλάκα, Us	0.50	Kcal/(m2hC)
Us ^Λ 1+δ1/Λ1+δ0/Λ0 +1/α1= U ^Λ 1 (τοιχείων)	2.13	m2hC/Kcal
Us ^Λ 1+δ1/Λ1+δ0/Λ0 +1/α1= U ^Λ 1 (δαπεδου)	2.51	m2hC/Kcal
απωλειες θερμιοτητας πυθμενος προς εδαφος Q=	-142.56	
απωλειες θερμιοτητας, Q=	-0.19	KW
απωλειες θερμιοτητας, Q=	-689.51	KJ/h
Q, απωλειες τοιχειων και πυθμενα προς εδαφος=	-16548.14	KJ/d

Hs , ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΠΟ ΌΛΑ ΤΑ ΤΟΙΧΕΙΑ και τον πυθμενα =	-4.38E+06	cal/day
ΔH = - Hα + Hbr - H_{evap} - H_c + H_p - H_{ar} + Hsr - Hs (τ α προσήμα οσον αφορά τ ο νερο)	-7.85E+07	cal/day

Απώλειες θερμότητας λόγω αερισμού με επιφανειακό αερισμό		
Επιφάνεια αναμειγξης νερών του αεριστήρα	4.00	m2
Qa , m3/s	5.70	m3/s
ρ _a , πυκνότητα αερος , Kg/m3	1.20	Kg/m3
C _{pa} , ειδική θερμότητα αερος , cal/(Kg C)	240.00	Cal/Kg/C
s , seconds per day	86400.00	s/day
T _{in} , θερμοκρασία νερών στην είσοδο	5.61	
T _w , θερμοκρασία νερών στην έξοδο, C	3.04	C
T _a , θερμοκρασία αερος , C	1.00	C
h _v στα νερα του αεριστήρα	0.0060	m/s
MW νερου , g/gmole	18.00	g/gmole
R , Universal Gas constant , mmHg lt/(gmole K)	62.36	mmHg lt/(gmole K)
L , Latent heat of vaporisation , cal/Kg	580000.00	cal/Kg
h _f , exit air humidity factor , for diffusion aeration =1	0.50	
rh , σχετική υγρασία του αερα περιβάλλοντος	76.10	
u _w , vapor pressure of water at tank temperature , mmHg	6.56	mmHg
u _a , vapor pressure of water at ambient air temperature , mmHg	6.35	mmHg
H _{as} (το προσήμιο οσον αφορά τον αερα)	11484854.78	cal/day
H _{al} (το προσήμιο οσον αφορά τον αερα)	101622366.00	cal/day
H _a (το προσήμιο οσον αφορά τον αερα)	1.131E+08	cal/day
ΔH = - H _a (τα προσήμια οσον αφορά το νερο)	-1.131E+08	cal/day
ρ _w , πυκνότητα νερου , Kg/m3	1000.00	
C _{pw} , ειδική θερμότητα νερου , cal/Kg/C	1000.00	
Q _w , m3/d	30.50	
Υπάρχει κάλυψη της δεξαμενης ?	NO	

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΛΑΙΝΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ SBR2 ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΕΡΑ		
θερμοκρασία στραγγισμάτων στην SBR2	3.04	C
παχος μπτετον	0.25	m
παχοςμονωσης	0.0	m
θερμικη αγωγιμοτητα μπτετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμικη αγωγιμοτητα μονωσης		Kcal/(m C)
επιφανεια εναλλαγης τοιχείων της SBR2 δεξαμ προς τον αερα	45	m2
ταχυτητα ανεμου	3	m/s
απωλειες θερμοτητας, Q=	517.57	Kcal/h
U overall	5.6371	Kcal/(m2hC)
α2 αερος, αριθμος μεταφ.θερμοτητας στον αερα	20.5	Kcal/(m2hC)
$\alpha 2^{-1} + \delta 1 / \lambda 1 + \delta 0 / \lambda 0 + \alpha 1^{-1} = U^{-1}$	0.177	
α1 νερου , αριθμος μεταφορας θερμοτητας νερου	610.0	Kcal/(m2hC)
απωλειες θερμοτητας, Q=	0.602	KW
απωλειες θερμοτητας, Q=	2166.96	KJ/h
Q, απωλειες πλαινων προς αερα =	52007.0	KJ/d
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΛΑΙΝΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ SBR2 ΠΡΟΣ ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΩΝ ΔΙΠΛΑΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ		
θερμοκρασία νερων στην διπλανη δεξαμενη	2.00	C
θερμοκρασία νερού στην SBR2	3.04	C
παχος μπτετον	0.25	m
παχοςμονωσης	0.0	m
θερμικη αγωγιμοτητα μπτετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμικη αγωγιμοτητα μονωσης		Kcal/(m C)
επιφανεια εναλλαγης τοιχείου νερου SBR2 προς τις διπλανεξ δεξαμενες	20	m2
ταχυτητα ανεμου	3	m/s
απωλειες θερμοτητας, Q=	155.81	Kcal/h
U overall	7.4882	Kcal/(m2hC)
α1 , α2 αριθμος μεταφ.θερμοτητας στο νερό (ήπια κινούμενο)	610.0	Kcal/(m2hC)
$\alpha 1 \text{ νερου}^{-1} + \delta 1 / \lambda 1 + \delta 0 / \lambda 0 + 1 / \alpha 2 \text{ νερου} = U^{-1}$	0.134	m2hC/Kcal
απωλειες θερμοτητας, Q=	0.181	KW
απωλειες θερμοτητας, Q=	652.33	KJ/h
Q, απωλειες πλαινων της 2 με τα νερα της 1 =	15656.0	KJ/d

Η συμμετοχή των φαινομενων στη μεταβολη της θερμοκρασιας του SBR2



Θερμοκρασία αέρος , C	1.00
Ταχύτητα ανέμου , m/s	3
Θερμοκρασία εισόδου , C	5.61
Θερμοκρασία εξόδου, C	3.036
Συνολικο ΔΤ , C	-2.575

στο σημείο αυτό ΤΕΛΟΣ υπολογισμων για SBR2 (ως έχει) – ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1

στο σημείο αυτό ΕΝΑΡΞΗ των υπολογισμών για SBR1 – ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

ΠΛΗΡΗΣ ΑΔΙΑΦΑΝΗΣ ΚΑΛΥΨΗ - ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ		
ΘΕΡΜΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΣΤΟΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ SBR1 ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ		
ΕΠΟΧΗ ΧΕΙΜΩΝΑΣ		
Δεδομένα Υπολογισμού		
Τα , θερμοκρασία αερος , C	1.00	C
θερμοκρασία στραγγιδίων εισόδου	8.96	C
rh , σχετική υγρασία του αερα περιβάλλοντος	76.10	%
W , ταχύτητα ανέμου , m/s	3	m/s
As , επιφάνεια δεξαμενής , m2	100	m2
Βαθος δεξαμενης στο εδαφος	2	m
Qw , m3/d	35.5	m3/μερα
k , Latitude of the site - γεωγραφικό πλάτος της εγκατάστασης , degrees	40.0	
Cc , cloud cover (κάλυψη συνέφων) , tenths (1-10)	6.0	
d , day of the year - ημέρα του έτους	8.0	
παχος μπετον τοιχείων	0.25	m
παχοςμονωσης	0.04	m
θερμικη αγωγιμότητα μπετον	1.97	Kcal/(mhC)
επιφανεια εναλλαγης τοιχείων νερου με αερα, πλαινα εκτος εδαφους	45	m2
επιφανεια πλευρικη εντος εδαφους	60.00	m2
συνολο επιφανεια εντος εδαφους	160.00	m2
επιφανεια τοιχείων νερου SBR1 προς νερο SBR2	35	m2
αναδευτήρες , τεμάχια	1	
ισχύς αναδευτήρων	5.5	Kw
έκλυση θερμότητας κατά την βιολογική οξείδωση του BOD με O2	1.958	Kcal/g BOD
έκλυση θερμότητας κατά την απονιτροποίηση	1.851	Kcal/g BOD
έκλυση θερμότητας κατά την νιτροποίηση	2.380	Kcal/ g N
επιφανειακος αεριστηρας , τεμάχια	1	
ισχύς επιφανειακου αεριστηρα	18.5	Kw
παχος μπετον πυθμενα	0.5	m

Εκλυση θερμότητας από βιολογικές αντιδράσεις		
βιολογική οξείδωση του BOD με O2	1.958	Kcal/g BOD
κατά την απονιτροποίηση	1.851	Kcal/g BOD
κατά την νιτροποίηση	2.380	Kcal/ g N
BOD που απονιτροποιείται	1.20	Kg BOD/m3 στ ραγγιδιων
BOD που οξειδώνεται με O2	2.15	Kg BOD/m3 στ ραγγιδιων
N που νιτροποιείται	0.92	Kg N/m3 στ ραγγιδιων
Είσοδος θερμότητας ανα m3 στ ραγγιδιων		
βιολογική οξείδωση του BOD με O2	4217.55	Kcal /m3
κατά την απονιτροποίηση	2216.48	Kcal /m3
κατά την νιτροποίηση	2187.48	Kcal /m3
σύνολο εισόδου θερμότητας	8621.51	Kcal /m3
Hbr, ημερήσια είσοδος θερμότητας από βιολογικές δράσεις	3.061E+08	cal/day
θερμοκρασια στ ραγγιδιων εισόδου	8.96	C
θερμοκρασια στ ραγγιδιων εξόδου	17.58	

EVAPORATIVE HEAT LOSS		
W , ταχύτητα ανέμου , m/s	0	m/s
As , επιφάνεια δεξαμενής , m2	100	m2
Hevap =	0.000E+00	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap}$ (τα προσήμα οσον αφορά το νερο)	2.487E+08	cal/day
SURFACE CONVECTION		
hv	0.0000	m/s
Hc	0.000E+00	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap} - H_c$ (τα προσήμα οσον αφορά το νερο)	2.487E+08	cal/day
HEAT GAIN FROM POWER INPUT - Αναδευτήρες + Επιφανειακος αεριστηρας		
απόδοση αναδευτήρων, %	65	%
P , κατανάλωση ενεργειας , Kwh/day	240.00	
P , κατανάλωση ενεργειας , cal/day	206400000	
Hp , είσοδος θερμότητος από τον αναδευτήρα	7.224E+07	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap} - H_c + H_p$ (τα προσήμα οσον αφορά το νερο)	3.210E+08	cal/day

ATMOSPHERIC RADIATION	0.801332858	
	0.134996528	
β , atmospheric radiation factor	0.89	
	0.888383518	
Har	0.000E+00	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap} - H_c + H_p - H_{ar}$ (τ α προσημα οσον αφορα τ ο νερο)	3.210E+08	cal/day

SOLAR RADIATION		
k , Latitude of the site , degrees	40	
Cc , cloud cover , tenths	6	
a =	67.29928	
b =	41.6948	
c =	1.7395	
d , day of the year	8	
Hsr,o , average daily absorbed solar radiation for clear sky conditions	275.4	Kcal/m2/day
net average daily absorbed solar radiation with cloud cover	205.0	Kcal/m2/day
Hsr	0.000E+00	cal/day
$\Delta H = -H_a + H_{br} - H_{evap} - H_c + H_p - H_{ar} + H_{sr}$ (τ α προσημα οσον αφορα τ ο νερο)	3.210E+08	cal/day

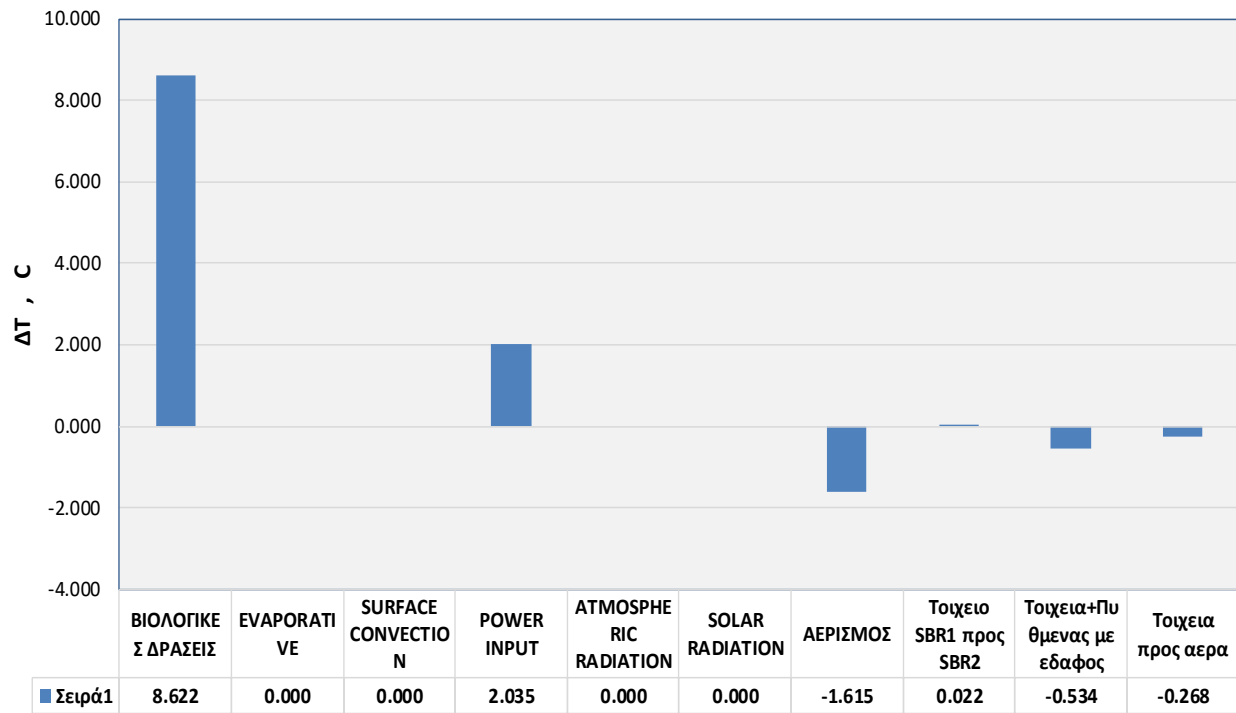
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΛΑΙΝΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ SBR1 ΠΡΟΣ ΤΟ ΝΕΡΟ ΤΗΣ SBR2		
θερμοκρασια νερων στην SBR2	18.93	C
θερμοκρασια νερού στην SBR1	17.23	C
παχος μπτετον	0.25	m
παχος μονωσης	0.04	m
θερμικη αγωγιμοτητα μπτετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμικη αγωγιμοτητα μονωσης	0.024	Kcal/(mh C)
επιφανεια εναλλαγης τοιχειου νερου SBR1 προς SBR2	35	m2
ταχυτητα ανεμου	3	m/s
απωλειες θερμωτητος, Q=	-33.09	Kcal/h
U overall	0.5565	Kcal/(m2hC)
α1 , α2 αριθμος μεταφ.θερμωτητος στο νερό (ήττια κινούμενο)	610.0	Kcal/(m2hC)
α1 νερου ^Λ 1+δ1/λ 1+δ0/λ0 +1/α2 νερου= U ^Λ 1	1.797	m2hC/Kcal
απωλειες θερμωτητος, Q=	-0.038	KW
απωλειες θερμωτητος, Q=	-138.53	KJ/h
Q, απωλειες πλαινων της Α με τα νερα της Β =	-3324.7	KJ/d

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΡΟΣ ΕΔΑΦΟΣ		
θερμοκρασία εδάφους κάτω από τον πυθμένα	6.62	C
θερμοκρασία στραγγιδίων	17.23	C
μεσο πάχος μπετον τοιχείων	0.25	m
παχοςμονωσης	0.00	m
θερμική αγωγιμότητα μπετον	1.97	Kcal/(mhC)
θερμική αγωγιμότητα μονωσης		Kcal/(mhC)
επιφάνεια πυθμένα	100.00	m2
επιφάνεια πλευρική εντος εδαφους	60.00	m2
συνολο επιφάνεια εντος εδαφους	160.00	m2
Μέση θερμοκρασία εδαφους σε επαφή με τα τοιχεία	4.22	C
απωλειες θερμοτητος τοιχείων προς εδαφος Q=	366.84	Kcal/h
U overall τοιχείων	0.47	Kcal/(m2hC)
συντελεστής μεταφοράς θερμοτητος προς το εδαφος από την πλακα, Us	0.50	Kcal/(m2hC)
$U_s^{-1} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_0/\lambda_0 + 1/a_1 = U^{-1}$ (τοιχείων)	2.13	m2hC/Kcal
$U_s^{-1} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_0/\lambda_0 + 1/a_1 = U^{-1}$ (δαπεδου)	2.51	m2hC/Kcal
απωλειες θερμοτητος πυθμενος προς εδαφος Q=	422.98	
απωλειες θερμοτητος, Q=	0.92	KW
απωλειες θερμοτητος, Q=	3306.82	KJ/h
Q, απωλειες τοιχειων και πυθμενα προς εδαφος=	79363.65	KJ/d
Hs , ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΠΟ ΌΛΑ ΤΑ ΤΟΙΧΕΙΑ και τον πυθμένα =	2.77E+07	cal/day
ΔΗ = - Hα + Hbr - Hevap - Hc + Hp - Har + Hsr - Hs (τα προσήμα οσον αφορά το νερο)	2.93E+08	cal/day

Απώλειες θερμότητας λόγω αερισμού με επιφανειακό αερισμό		
Επιφάνεια αναμειγξης νερων του αεριστηρα	4.00	m2
Qa , m3/s	0.22	m3/s
ρ , πυκνοτητα αερος , Kg/m3	1.20	Kg/m3
Cpa , ειδική θερμότητα αερος , cal/(Kg C)	240.00	Cal/Kg/C
s , seconds per day	86400.00	s/day
Tin , θερμοκρασια νερών στην είσοδο	8.96	
Tw , θερμοκρασία νερών στην έξοδο, C	17.23	C
Ta , θερμοκρασια αερος , C	8.14	C
hn στα νερα του αεριστηρα	0.0012	m/s
MW νερου , g/gmole	18.00	g/gmole
R , Universal Gas constant , mmHg lt/(gmole K)	62.36	mmHg lt/(gmole K)
L , Latent heat of vaporisation , cal/Kg	580000.00	cal/Kg
hf , exit air humidity factor , for diffusion aeration =1	0.50	
rh , σχετική υγρασια του αερα περιβάλλοντος	90.00	
uw , vapor pressure of water at tank temperature , mmHg	14.51	mmHg
ua , vapor pressure of water at ambient air temperature , mmHg	6.35	mmHg
Has (το προσημο οσον αφορά τον αερα)	20935404.57	cal/day
Hal (το προσημο οσον αφορά τον αερα)	36383470.59	cal/day
Ha (το προσημο οσον αφορά τον αερα)	5.732E+07	cal/day
ΔH = - Ha (τα προσημα οσον αφορά το νερο)	-5.732E+07	cal/day
ρw , πυκνοτητα νερου , Kg/m3	1000.00	
Cpw , ειδική θερμότητα νερου , cal/Kg/C	1000.00	
Qw , m3/d	35.50	
Υπάρχει κάλυψη της δεξαμενης ?	Y	
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΛΑΙΝΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ SBR1 ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΕΡΑ		
θερμοκρασια στραγγισματων στην SBR1	17.23	C
παχος μπετον	0.25	m
παχος μονωσης	0.04	m
θερμικη αγωγιμοτητα μπετον	1.97	Kcal/(mh C)
θερμικη αγωγιμοτητα μονωσης	0.024	Kcal/(m C)
επιφάνεια εναλλαγης τοιχειών της SBR1 δεξαμ προς τον αερα	45	m2
ταχυτητα ανεμου	3	m/s
απωλειες θερμότητος, Q=	396.09	Kcal/h
U overall	0.5423	Kcal/(m2hC)
α2 αερος, αριθμος μεταφ.θερμότητος στον αερα	20.5	Kcal/(m2hC)
α2^1+δ1/λ1+δ0/λ0 +α1^1= U^1	1.844	
α1 νερου , αριθμος μεταφορας θερμότητος νερου	610.0	Kcal/(m2hC)
απωλειες θερμότητος, Q=	0.461	KW
απωλειες θερμότητος, Q=	1658.34	KJ/h
Q, απωλειες πλαινων προς αερα =	39800.1	KJ/d

Η συμμετοχή των φαινομένων στη μεταβολή της θερμοκρασίας του SBR1

Με κάλυψη και με μόνωση



Θερμοκρασία αέρος , C	1.00
Ταχύτητα ανέμου , m/s	3
Θερμοκρασία εισόδου , C	8.96
Θερμοκρασία εξόδου, C	17.223
Συνολικό ΔΤ, C	8.262

στο σημείο αυτό ΤΕΛΟΣ των υπολογισμών για SBR1 – ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3

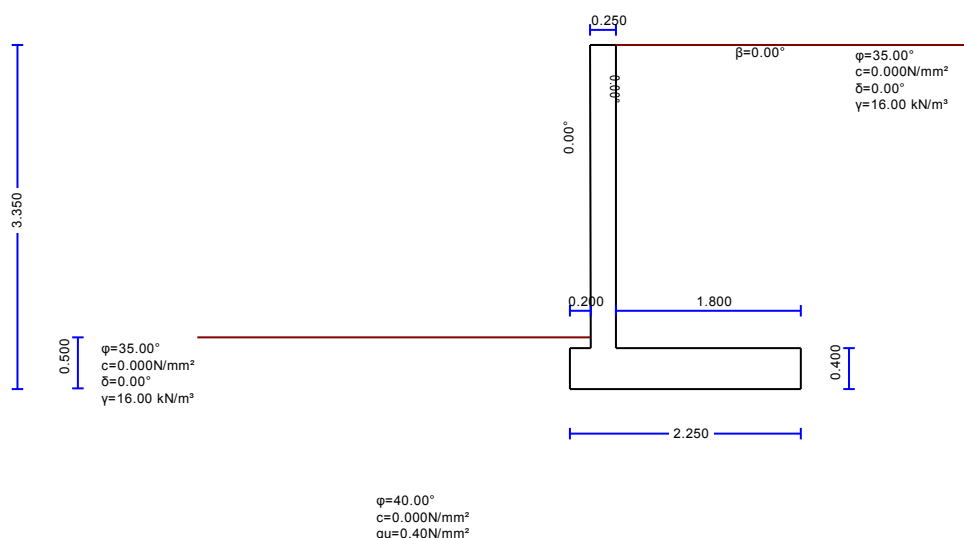
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΤΟΙΧΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

MKC

1. polyg1

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-EL0T:2010)

C25/30 - B500C
Σεισμός α=0.240g

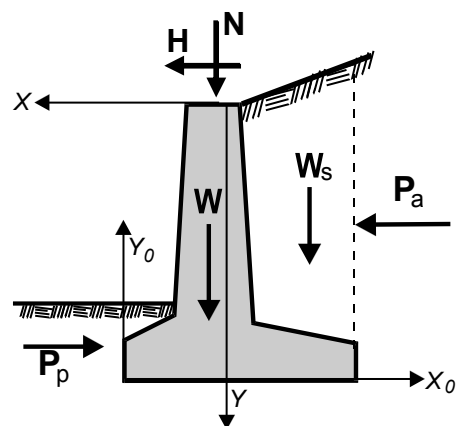
1.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h= 3.350 m
Μήκος τοίχου	L=14.000 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.250 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 2.250 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.200 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	1.800 m
Υψος κορμού τοίχου	2.950 m
Υψος βάσης τοίχου	0.400 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.400 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.400 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)

Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	γg=25.000 kN/m³
Εμβαδόν διατομής τοίχου	A= 1.637 m²
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	W= 1.637x25.000= 40.92 kN/m
Κέντρο βάρους τοίχου	x=-0.315 m, y=2.396 m (xo=0.765 m, yo=0.954 m)



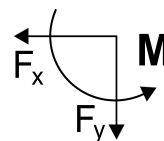
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 59.00$ EQU STR GEO
 Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.361$ 0.271 0.361
 Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

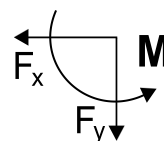
	EQU	STR	GEO
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00	0.00 kN/m ²
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 3.35$ m)	$q_B= 19.35$	14.53	19.35 kN/m ²
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 32.41$	24.34	32.41 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00	0.00 °
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 32.41$	24.34	32.41 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.00$	0.00	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -72.37$	-54.35	-72.37 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= -1.800$ m, $y= 2.233$ m			

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=-1.800$ m, $y=3.350$ m)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	STR	GEO
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx}= 32.41$	24.34	32.41 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy}= 0.00$	0.00	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = 36.20$	27.19	36.20 kNm/m

**Σεισμικές δυνάμεις**

(EC8 EN1998-1-1:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=1.00 \times 0.24 \times 1.00 / 1.500 = 0.160$

(EC8 Εξ.7.1, T.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.160 = 0.080$

(EC8 Εξ.7.2)

Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8 Παράρτημα E.5)

$\tan(\omega)=k_h/(1-k_v)=0.160/(1-0.080)=0.174$, $\omega=9.87^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8 Παράρτημα E.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_{e*}= 0.459$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi=(K_{e*}/K_e-1)=(0.459/0.271-1)=0.694$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.694 \times 24.34=41.23$ kN/m

1.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)**1.6.1. Τμήμα τοίχου από $y=2.850$ m έως $y=3.350$ m, $H_s=0.500$ m**

Ανω Σημείο A $x= 0.450$ m $y= 2.850$ m

Κάτω Σημείο B $x= 0.450$ m $y= 3.350$ m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αμμοχάλικο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 16.00$ kN/m³

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 20.00$ kN/m³

Ειδικό βάρος νερού

$\gamma_w = 10.00$ kN/m³

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 35.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.000$ N/mm²

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

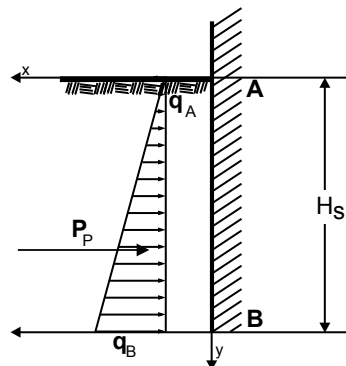
$\beta = 0.00^\circ$

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 0.00^\circ$



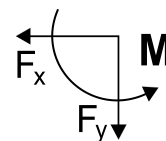
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2=$ 31.00 27.50 31.00°
 Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p =$ 2.770 3.690 2.770
 Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta)} \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2$$

Μόνιμες δράσεις

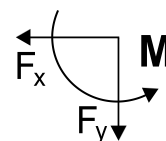
	EQU	STR	GEO
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$qA=$ 0.00	0.00	0.00 kN/m ²
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+0.50m$)	$qB=-$ 22.16	-29.52	-22.16 kN/m ²
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(qA+qB)H$	$P_p=$ 5.54	7.38	5.54 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha =$ 0.00	0.00	0.00 °
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px}=$ -5.54	-7.38	-5.54 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py}=$ 0.00	0.00	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M =$ 17.63	23.49	17.63 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x=$ 0.450 m, $y=$ 3.183 m			

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

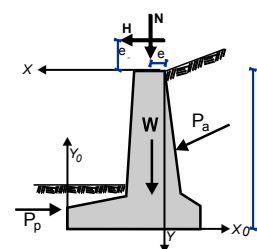
Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.450$ m, $y=3.350$ m)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	STR	GEO
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}=$	-5.54	-7.38	-5.54 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}=$	0.00	0.00	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	-0.93	-1.23	-0.93 kNm/m

**1.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)****1.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)**

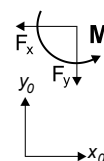
Φορτίο	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	P_a 0.00- 3.35	32.41	0.00	-1.800	2.233
Passive earth pressure	P_p 2.85- 3.35	-5.54	0.00	0.450	3.183
Wall weight	W	0.00	40.92	-0.315	2.396
Backfill weight	W_s	0.00	84.96	-0.900	1.475

**1.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)**

(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με 0.90x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P, γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	$P_a \times 1.10$	0.00- 3.35	35.65	0.00	2.250	1.117	39.82
Wall weight	$W \times 0.90$		0.00	36.83	0.765	0.954	-28.18
Backfill weight	$W_s \times 0.90$		0.00	76.46	1.350	1.875	-103.23
			Σύνολα=	113.29			-91.59

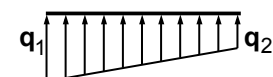


Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 113.29 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -91.59 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 35.86 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=35.86/113.29=0.317m$, $ec \leq 2.250/6=0.375m$
 Τάσεις εδάφους $q_1=0.093$ N/mm² $q_2=0.008$ N/mm²

Ενεργό θεμέλιο $L'=2.250-2 \times 0.317= 1.617$ m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d=L' \cdot q_u / \gamma M = 1.617 \times (1000 \times 0.40) / 1.40 = 462.00$ kN/m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=113.29 < R_d=462.00$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



(EC7 Παράρτημα D)

Ελεγχος περίπτωσης με 1.10x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.10	0.00- 3.35	35.65	0.00	2.250	1.117	39.82
Wall weight	W x1.10		0.00	45.01	0.765	0.954	-34.44
Backfill weight	Wsx1.10		0.00	93.46	1.350	1.875	-126.17
			Σύνολα=	138.47			-120.79

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 138.47 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -120.79 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 34.99 kNm/m

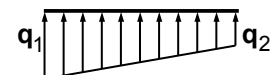
Εκκεντρότητα $e_c = 34.99/138.47 = 0.253\text{m}$, $e_c \leq 2.250/6 = 0.375\text{m}$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.103\text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.020\text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 2.250 - 2 \times 0.253 = 1.745\text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_u / \gamma_M = 1.745 \times (1000 \times 0.40) / 1.40 = 498.57\text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 138.47 < R_d = 498.57\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



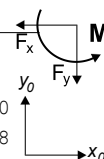
(EC7 Παράρτημα D)

1.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.450, y = 3.350\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.10	0.00- 3.35	35.65	0.00	2.250	1.117	39.82	0.00
Wall weight	W x0.90		0.00	36.83	0.765	0.954	0.00	28.18
Backfill weight	Wsx0.90		0.00	76.46	1.350	1.875	0.00	103.23
			Σύνολα=				39.82	131.41



Σύνολο ροπών ανατροπής = 39.82 kNm/m

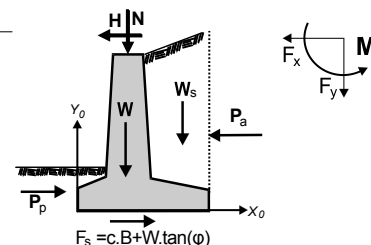
Σύνολο ροπών ευστάθειας = 131.41 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 39.82 < M_{rd} = 131.41\text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

1.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Active earth pressure	Pax1.10	0.00- 3.35	35.65	0.00	0.00
Passive earth pressure	Ppx0.90	2.85- 3.35	0.00	4.99	0.00
Wall weight	W x0.90		0.00	0.00	36.83
Backfill weight	Wsx0.90		0.00	0.00	76.46
			Σύνολα=	35.65	4.99 113.29



Τριβή εδάφους $R_d = V_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 113.29 \times \tan(40.00^\circ) / 1.25 = 76.05\text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

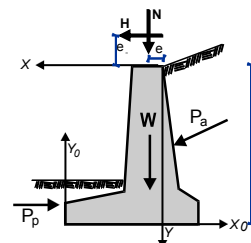
Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 35.65 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(4.99 + 76.05) = 81.04\text{ kN/m}$

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 35.65 < R_d = 81.04\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

1.8. Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR)**1.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR)**

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	Pa	0.00- 3.35	24.34	0.00	-1.800	2.233
Passive earth pressure	Pp	2.85- 3.35	-7.38	0.00	0.450	3.183
Wall weight	W		0.00	40.92	-0.315	2.396
Backfill weight	Ws		0.00	84.96	-0.900	1.475

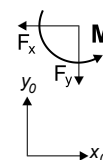


1.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR)

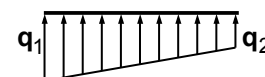
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x	F _y	x ₀	y ₀	M
			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.35	0.00- 3.35	32.86	0.00	2.250	1.117	36.71
Wall weight	W x1.00		0.00	40.92	0.765	0.954	-31.31
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	84.96	1.350	1.875	-114.70
			Σύνολα=	125.88			-109.30



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 125.88 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -109.30 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 32.32 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 32.32 / 125.88 = 0.257m$, $ec \leq 2.250 / 6 = 0.375m$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.094 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.018 \text{ N/mm}^2$



Ενεργό θεμέλιο $L' = 2.250 - 2 \times 0.257 = 1.736 \text{ m}$

(EC7 Παράρτημα D)

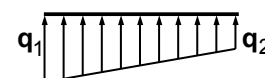
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_u / \gamma M = 1.736 \times (1000 \times 0.40) / 1.00 = 694.40 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 125.88 < R_d = 694.40 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

Έλεγχος περίπτωσης με 1.35x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x	F _y	x ₀	y ₀	M
			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.35	0.00- 3.35	32.86	0.00	2.250	1.117	36.71
Wall weight	W x1.35		0.00	55.24	0.765	0.954	-42.27
Backfill weight	Wsx1.35		0.00	114.70	1.350	1.875	-154.85
			Σύνολα=	169.94			-160.41

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 169.94 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -160.41 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 30.77 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 30.77 / 169.94 = 0.181m$, $ec \leq 2.250 / 6 = 0.375m$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.112 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.039 \text{ N/mm}^2$



Ενεργό θεμέλιο $L' = 2.250 - 2 \times 0.181 = 1.888 \text{ m}$

(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_u / \gamma M = 1.888 \times (1000 \times 0.40) / 1.00 = 755.20 \text{ kN/m}$

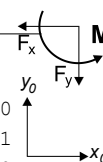
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 169.94 < R_d = 755.20 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

1.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0 = 0, y_0 = 0$) ($x = 0.450, y = 3.350 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x	F _y	x ₀	y ₀	M _{o+}	M _{o-}
			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.35	0.00- 3.35	32.86	0.00	2.250	1.117	36.71	0.00
Wall weight	W x1.00		0.00	40.92	0.765	0.954	0.00	31.31
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	84.96	1.350	1.875	0.00	114.70
							Σύνολα=	36.71 146.01



Σύνολο ροπών ανατροπής = 36.71 kNm/m

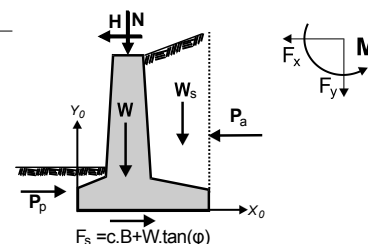
Σύνολο ροπών ευστάθειας = 146.01 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 36.71 < M_{rd} = 146.01 \text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

1.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _{x+}	F _{x-}	F _y
			[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
Active earth pressure	Pax1.35	0.00- 3.35	32.86	0.00	0.00
Passive earth pressure	Ppx1.00	2.85- 3.35	0.00	7.38	0.00
Wall weight	W x1.00		0.00	0.00	40.92
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	0.00	84.96
			Σύνολα=	32.86 7.38	125.88



Τριβή εδάφους $R_d = V_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 125.88 \times \tan(40.00^\circ) / 1.00 = 105.63 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 32.86 kN/m

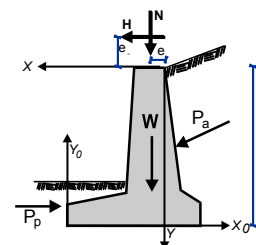
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.38 + 105.63) = 113.01 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 32.86 < R_d = 113.01 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

1.9. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (GEO)

1.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (GEO)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	Pa	0.00- 3.35	32.41	0.00	-1.800	2.233
Passive earth pressure	Pp	2.85- 3.35	-5.54	0.00	0.450	3.183
Wall weight	W		0.00	40.92	-0.315	2.396
Backfill weight	Ws		0.00	84.96	-0.900	1.475

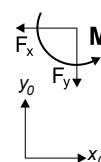


1.9.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (GEO)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Ελεγχος περίπτωσης με $1.00x$ (ίδιο βάρος+μόνιμα) + $0.00x$ (κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 3.35	32.41	0.00	2.250	1.117	36.20
Wall weight	W x1.00		0.00	40.92	0.765	0.954	-31.31
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	84.96	1.350	1.875	-114.70
			Σύνολα=	125.88			-109.81



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 125.88 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -109.81 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 31.80 kNm/m

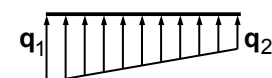
Εκκεντρότητα $e_c = 31.80 / 125.88 = 0.253 \text{ m}$, $e_c \leq 2.250 / 6 = 0.375 \text{ m}$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.094 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.018 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 2.250 - 2 \times 0.253 = 1.745 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_u / \gamma M = 1.745 \times (1000 \times 0.40) / 1.40 = 498.57 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 125.88 < R_d = 498.57 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



(EC7 Παράρτημα D)

Ελεγχος περίπτωσης με $1.00x$ (ίδιο βάρος+μόνιμα) + $1.30x$ (κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 3.35	32.41	0.00	2.250	1.117	36.20
Wall weight	W x1.00		0.00	40.92	0.765	0.954	-31.31
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	84.96	1.350	1.875	-114.70
			Σύνολα=	125.88			-109.81

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 125.88 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -109.81 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 31.80 kNm/m

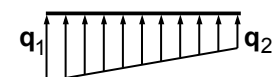
Εκκεντρότητα $e_c = 31.80 / 125.88 = 0.253 \text{ m}$, $e_c \leq 2.250 / 6 = 0.375 \text{ m}$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.094 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.018 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 2.250 - 2 \times 0.253 = 1.745 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_u / \gamma M = 1.745 \times (1000 \times 0.40) / 1.40 = 498.57 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 125.88 < R_d = 498.57 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



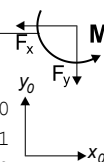
(EC7 Παράρτημα D)

1.9.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (GEO)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.450, y=3.350$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 3.35	32.41	0.00	2.250	1.117	36.20	0.00
Wall weight	W x1.00		0.00	40.92	0.765	0.954	0.00	31.31
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	84.96	1.350	1.875	0.00	114.70
Σύνολα=							36.20	146.01



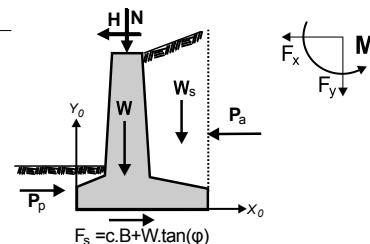
Σύνολο ροπών ανατροπής = 36.20 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 146.01 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=36.20 < M_{rd}=146.01$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται**1.9.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (GEO)**

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 3.35	32.41	0.00	0.00
Passive earth pressure	Ppx1.00	2.85- 3.35	0.00	5.54	0.00
Wall weight	W x1.00		0.00	0.00	40.92
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	0.00	84.96
Σύνολα=			32.41	5.54	125.88

Τριβή εδάφους $R_d = V_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 125.88 \times \tan(40.00^\circ) / 1.25 = 84.50$ kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 32.41 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης (5.54+84.50) = 90.04 kN/m

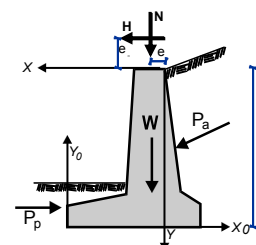
Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d=32.41 < R_d=90.04$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται**1.10. Αντισεισμικός έλεγχος**

(EC8 EN1998-1-1:2004)

Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

1.10.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	Pa	0.00- 3.35	24.34	0.00	-1.800	2.233
Passive earth pressure	Pp	2.85- 3.35	-7.38	0.00	0.450	3.183
Wall weight	W		0.00	40.92	-0.315	2.396
Backfill weight	Ws		0.00	84.96	-0.900	1.475

**1.10.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού**

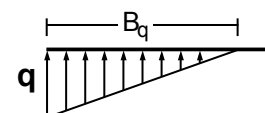
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	Pa	0.00- 3.35	16.89		-1.800	2.233
Wall weight	W		6.55	-3.27	-0.315	2.396
Backfill weight	Ws		13.59	-6.80	-0.900	1.475

1.10.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 3.35	41.23	0.00	2.250	1.117	46.06
Wall weight	W x1.00		6.55	44.19	0.765	0.954	-22.56
Backfill weight	Wsx1.00		13.59	91.76	1.350	1.875	-80.04
Σύνολα=							-56.54

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 135.95 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -56.54 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 96.40 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 96.40 / 135.95 = 0.709\text{m}$, $e_c > 2.250 / 6 = 0.375\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.218\text{ N/mm}^2$ $Bq = 1.248\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 2.250 - 2 \times 0.709 = 0.832\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_u / \gamma M = 0.832 \times (1000 \times 0.40) / 1.00 = 332.80\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 135.95 < R_d = 332.80\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



(EC7 Παράρτημα D)

1.10.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.450, y=3.350\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 3.35	41.23	0.00	2.250	1.117	46.06	0.00
Wall weight	W x1.00		6.55	44.19	0.765	0.954	8.75	31.31*
Backfill weight	Wsx1.00		13.59	91.76	1.350	1.875	34.66	114.70*
Σύνολα=							89.47	146.01

(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 89.47 kNm/m

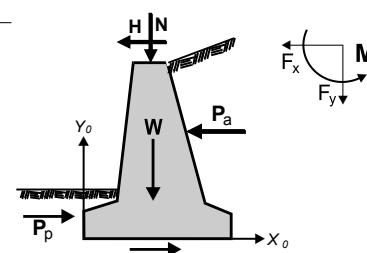
Σύνολο ροπών ευστάθειας = 146.01 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 89.47 < M_{rd} = 146.01\text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

1.10.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 3.35	41.23	0.00	0.00
Passive earth pressure	Ppx1.00	2.85- 3.35	0.00	7.38	0.00
Wall weight	W x1.00		6.55	0.00	37.65
Backfill weight	Wsx1.00		13.59	0.00	78.16
Σύνολα=			61.37	7.38	115.81



Τριβή εδάφους $R_d = V_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 115.81 \times \tan(40.00^\circ) / 1.00 = 97.18\text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 61.37 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.38 + 97.18) = 104.56\text{ kN/m}$

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 61.37 < R_d = 104.56\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

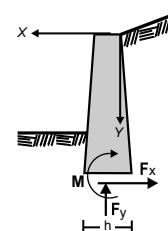
1.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

1.11.1. Φόρτιση 1.35x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+1.50x(κινητά δυσμενή)

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.50	0.250	0.73	3.13	0.12
1.00	0.250	2.93	6.25	0.97
1.50	0.250	6.59	9.38	3.29
2.00	0.250	11.70	12.50	7.80
2.95	0.250	25.47	18.44	25.04



1.11.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm

(\$3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$

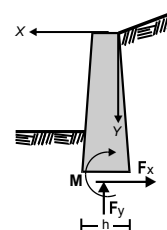
(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min	vzgt.
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]		[cm ² /m]
0.50	0.12	-3.13	216	33.90	0.01	0.2/20.0	2.30	0.00	(	2.52)
1.00	0.97	-6.25	216	17.40	0.02	0.3/20.0	2.31	0.02	(	2.92)
1.50	3.29	-9.38	216	10.61	0.03	0.5/20.0	2.32	0.23	(	2.92)
2.00	7.80	-12.50	216	7.22	0.04	0.8/20.0	2.33	0.68	(	2.92)
2.95	25.04	-18.44	216	4.18	0.07	1.6/20.0	2.36	2.50	(	2.92)

1.11.3. Φόρτιση 1.00x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+1.00x(κινητά)+1.00x(σεισμός)

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου (με σεισμό)

y	h	Fx	Fy	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.50	0.250	3.72	3.13	0.85
1.00	0.250	9.28	6.25	4.03
1.50	0.250	16.68	9.38	10.44
2.00	0.250	25.90	12.50	21.01
2.95	0.250	48.51	18.44	55.82

**1.11.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)**

(EC2 §9.6, §6.1)

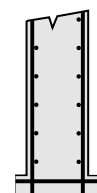
Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm

(\$3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$

(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min	vzgt.
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]		[cm ² /m]
0.50	0.85	-3.13	216	20.25	0.01	0.3/20.0	2.31	0.05	(	2.92)
1.00	4.03	-6.25	216	10.08	0.03	0.6/20.0	2.32	0.35	(	2.92)
1.50	10.44	-9.38	216	6.43	0.04	0.9/20.0	2.33	1.01	(	2.92)
2.00	21.01	-12.50	216	4.59	0.06	1.4/20.0	2.35	2.13	(	2.92)
2.95	55.82	-18.44	216	2.85	0.12	2.7/20.0	2.41	6.00	(	2.92)

1.11.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχουΟπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου ($y=0$ κορυφή τοίχου)($y=0.00 \sim y=1.47$ m) $\varnothing 10/20.0$ ($3.93\text{cm}^2/\text{m}$)($y=1.47 \sim y=2.95$ m) $\varnothing 10/20.0 + \varnothing 8/24.0$ ($6.03\text{cm}^2/\text{m}$)Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/20.0$ ($2.52\text{cm}^2/\text{m}$)Οπλισμός εξωτερικής παρειάς τοίχου $\varnothing 8/20.0$ ($2.52\text{cm}^2/\text{m}$)Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/20.0$ ($2.52\text{cm}^2/\text{m}$)**1.11.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου**

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

 $l_{b, reqd} = (\varnothing/4) (o_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \times (433/1.61) = 672\text{mm}$ $o_{sd} = 435.00 \times 600/603 = 433\text{MPa}$ $f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61\text{MPa}$

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $l_{bd} = 1.00 \times 672 = 672\text{mm}$, $C_{nom} = 30\text{mm} < 3 \times 10 = 30\text{mm} = (3\varnothing)$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b, min} = \max(0.30 l_{b, reqd}, 10\varnothing, 100\text{mm}) = 202\text{mm}$

Απαραίτητο άγκιστρο 310mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

1.11.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm

(\$3, §4.4.1.1)

Η κατανομή του φορτίου ώθησης είναι γραμμική, άρα η μεταβολή της διατμητικής δύναμης είναι παραβολική. Η μεταβολή της διατομής του κορμού είναι γραμμική. Άρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

 $V_{ed}=22.34$ kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=43.37 kN/m, $N_{ed}=-17.09$ kN/m
Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

$$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

(EC2 Εξ.6.2.a)

$$V_{rdc} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

(EC2 Εξ.6.2.b)

 $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25.00$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=216$ mm

 $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.96$, $k_1=0.15$
 $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 603/(1000 \times 216) = 0.0028$
 $\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c = 1000 \times 17.09/250000 = 0.07$ N/mm²
 $v_{min} = 0.035 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.48$ N/mm²

(EC2 Εξ.6.3N)

 $V_{rd,c(min)} = 0.001 \times (0.48 + 0.15 \times 0.07) \times 1000 \times 216 = 105.95$ kN/m

 $V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.96 \times (0.28 \times 25.00)^{0.33} + 0.15 \times 0.07] \times 1000 \times 216 = 99.45$, $V_{rdc} = V_{rdc(min)} = 105.95$ kN/m

 $V_{ed} = 43.37$ kN/m $\leq V_{rdc} = 105.95$ kN/m, διάτμηση OK
1.12. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

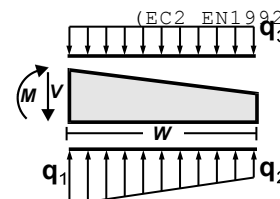
1.12.1. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-1.800$ m το $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 169.94 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 30.77 kNm/m

 $q_1 = 0.097$ N/mm², $q_2 = 0.039$ N/mm², $w = 1.800$ m
πίεση από επίκωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.057$ N/mm²
 $M = 2.45$ kNm/m, $V = 20.22$ kN/m

 V σε απόσταση $h=370$ mm από παρειά = 7.63 kN/m

 $M_{ed} = 2.45$ k Nm/m, $V_{ed} = 7.63$ kN/m
**1.12.2. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-1.800$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 135.95 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 96.40 kNm/m

 $q_1 = 0.139$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 1.800$ m
πίεση από επίκωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.057$ N/mm²
 $M = -65.51$ kNm/m, $V = 47.03$ kN/m

 V σε απόσταση $h=370$ mm από παρειά = 21.98 kN/m

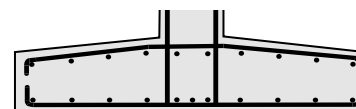
 $M_{ed} = -65.51$ k Nm/m, $V_{ed} = 21.98$ kN/m
1.12.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm

(\$3, §4.4.1.1)

 $M_{ed} = 2.45$ kNm/m, $d=366$ mm, $K_d=23.38$ $x/d=0.01$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.2/20.0$ $k_s=2.31$, $A_s = 0.15$ cm²/m

 $M_{ed} = -65.51$ kNm/m, $d=366$ mm, $K_d=4.52$ $x/d=0.07$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-1.4/20.0$ $k_s=2.35$, $A_s = 4.21$ cm²/m
Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 10/31.0$ (2.53 cm²/m)
1.12.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχουΟπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 10/31.0$ (2.53 cm²/m)Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 10/18.5$ (4.24 cm²/m)Δευτερεύον εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 8/20.0$ (2.52 cm²/m)

1.12.5. Αγκύρωση οπλισμού πεδίου τοίχου

(EC2 §9.8.2.2, §8.4)

$x=h/2=0.200\text{m}$, $R=1000 \times 0.139 \times 0.200=27.80 \text{ kN/m}$
 $e=0.15b=0.038\text{m}$ $z_e=1.737 \text{ m}$, $z_i=0.900d=0.329\text{m}$
 $F_s=R \cdot z_e/z_i=27.80 \times 1.737/0.329=146.64 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{sd}=F_s/A_s=1000 \times 146.64/424=346 \text{ MPa}$

Βασικό μήκος αγκύρωσης (EC2 Εξ.8.3)

$l_{b,rqd}=(\sigma_{sd}/f_{bd})=(10/4) \times (346/2.30)=376\text{mm}$

$f_{bd}=2.25 \times 1.00 \times f_{ctd}=2.30 \text{ MPa}$ (EC2 §8.4.2)

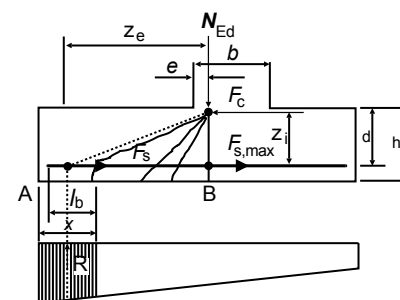
Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης (EC2 §8.4.4, T.8.2)

$l_{bd}=1.00 \times 376=376\text{mm}$, $C_{nom}=30\text{mm} < 3 \times 10=30\text{mm}=(3\emptyset)$

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b,min}=\max(0.30l_{b,rqd}, 10\emptyset, 100\text{mm})=113\text{mm}$

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης διαμήκους οπλισμού $L_{bd}=380\text{mm} = 0.380\text{m}$

$l_{bd}=380\text{mm} > (x-C_{nom})=170.00$. Απαραίτητα άγκιστρα 210mm στα τέρματα των ράβδων οπλισμού

**1.12.6. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση**

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30 \text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4)

$V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50)

$V_{rdc} > [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d=d_m=366\text{mm}$, $a=366\text{mm}$

$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25.00\text{MPa}$, $b_w=1000\text{mm}$, $d=366\text{mm}$

$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.74$

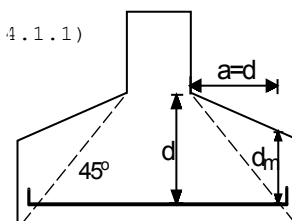
$\rho_1=A_{s1}/(b_w \cdot d)=253/(1000 \times 366)=0.0007$

$v_{min}=0.035 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.40\text{N/mm}^2$ (EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.40 \times 2 \times 366/366) \times 1000 \times 366=292.80\text{kN/m}$

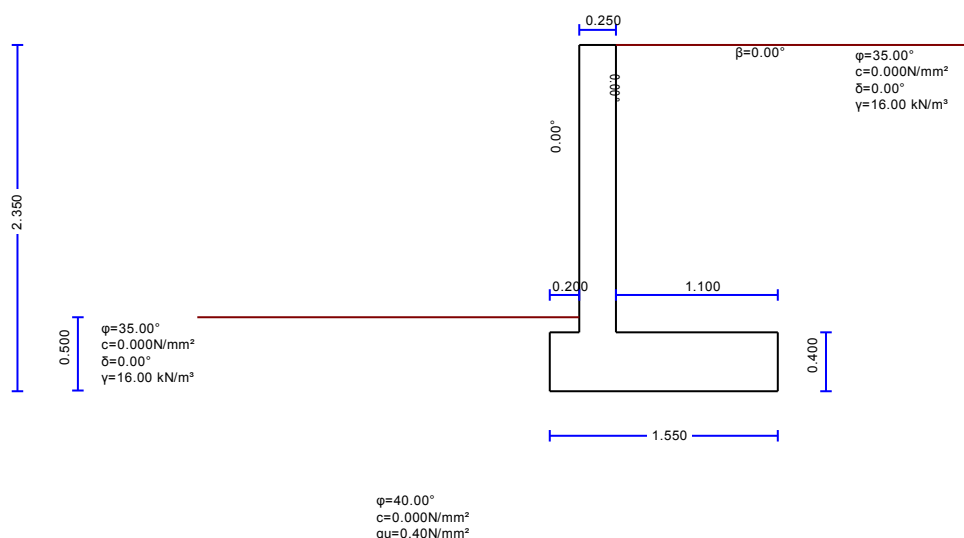
$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.74 \times (0.07 \times 25.00)^{0.33} \times 2 \times 366/366] \times 1000 \times 366=184.18$, $V_{rdc}=V_{rdc(min)}=292.80\text{kN/m}$

$V_{ed}=21.98 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=292.80 \text{ kN/m}$, διάτμηση και διάτρηση OK



MKC**1. polyg2****Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος**

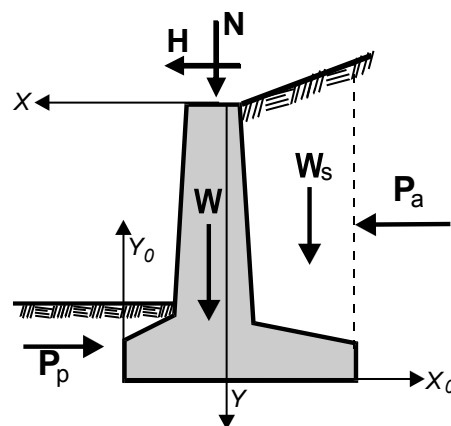
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ΕΛΟΤ:2010)

C25/30 - B500C
Σεισμός α=0.240g**1.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί****Διαστάσεις**

Ολικό ύψος τοίχου	h= 2.350 m
Μήκος τοίχου	L=10.000 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.250 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 1.550 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.200 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	1.100 m
Υψος κορμού τοίχου	1.950 m
Υψος βάσης τοίχου	0.400 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.400 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.400 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)

Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	γγ=25.000 kN/m³
Εμβαδόν διατομής τοίχου	A= 1.108 m²
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	W= 1.108x25.000= 27.70 kN/m
Κέντρο βάρους τοίχου	x=-0.127 m, y=1.633 m (xo=0.577 m, yo=0.717 m)



Υλικά τοίχου

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm
 Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm

(EN1992-1-1, §3)
 (EN1992-1-1, §4.4.1)

Βάρος επίχωσης

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο $W_s=34.32$ kN/m
 Κέντρο βάρους επίχωσης $x=-0.550$ m, $y=0.975$ m

1.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

Οριακή κατάσταση Ισοροπίας (EQU), Δομικού τύπου (STR), Γεωτεχνικού τύπου (GEO)

			(EQU)	(STR)	(GEO)	(Σεισμός)
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst} :	1.10	1.35	1.00	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb} :	0.90	1.00	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst} :	1.50	1.50	1.30	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb} :	0.00	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_ϕ :	1.25	1.00	1.25	1.25
	Συνοχή c	γ_c :	1.25	1.00	1.25	1.25
	Διατμητική αντοχή c_u	γ_{cu} :	1.40	1.00	1.40	1.40
	Θλιπτική αντοχή q_u	γ_{qu} :	1.40	1.00	1.40	1.40
	Βάρος	γ_w :	1.00	1.00	1.00	1.00

1.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.40$ N/mm²
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=40.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.839$
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.000$ N/mm²

1.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $g_h=a_x g$, $a=0.24$ (EC8-5 §7.3.2)
 Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=1.00$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=1.00 \times 0.24 \times 1.00 / 1.500 = 0.160$ (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.160 = 0.080$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

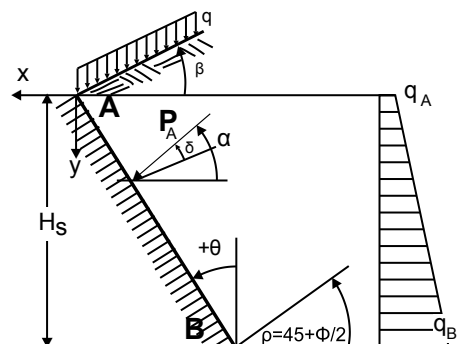
Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}=27.70 \times 0.160 = 4.43$ kN/m
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}=27.70 \times 0.080 = 2.22$ kN/m
 Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsx}=34.32 \times 0.160 = 5.49$ kN/m
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsy}=34.32 \times 0.080 = 2.75$ kN/m

1.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)**1.5.1. Τμήμα τοίχου από $y=0.000$ m έως $y=2.350$ m, $H_s=2.350$ m**

Ανω Σημείο A $x=-1.100$ m $y=0.000$ m
 Κάτω Σημείο B $x=-1.100$ m $y=2.350$ m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αμμοχάλικο
 Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma=16.00$ kN/m³
 Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s=20.00$ kN/m³
 Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w=10.00$ kN/m³
 Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\phi=35.00^\circ$
 Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c=0.000$ N/mm²
 Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια $\beta=0.00^\circ$
 Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta=0.00^\circ$
 Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta=0.00^\circ$



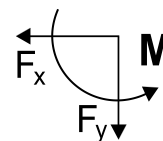
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 59.00$ EQU STR GEO
 Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.361$ 0.271 0.361
 Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

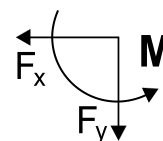
	EQU	STR	GEO
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00	0.00 kN/m ²
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 2.35$ m)	$q_B= 13.57$	10.19	13.57 kN/m ²
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 15.94$	11.97	15.94 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00	0.00 °
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 15.94$	11.97	15.94 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.00$	0.00	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -24.98$	-18.76	-24.98 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= -1.100$ m, $y= 1.567$ m			

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=-1.100$ m, $y=2.350$ m)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	STR	GEO
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx}= 15.94$	11.97	15.94 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy}= 0.00$	0.00	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = 12.48$	9.37	12.48 kNm/m

**Σεισμικές δυνάμεις**

(EC8 EN1998-1-1:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=1.00 \times 0.24 \times 1.00 / 1.500 = 0.160$

(EC8 Εξ.7.1, T.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.160 = 0.080$

(EC8 Εξ.7.2)

Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8 Παράρτημα E.5)

$\tan(\omega)=k_h/(1-k_v)=0.160/(1-0.080)=0.174$, $\omega=9.87^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8 Παράρτημα E.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^* = 0.459$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^*/K_e - 1) = (0.459/0.271 - 1) = 0.694$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.694 \times 11.97 = 20.28$ kN/m

1.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)**1.6.1. Τμήμα τοίχου από $y=1.850$ m έως $y=2.350$ m, $H_s=0.500$ m**

Ανω Σημείο A $x= 0.450$ m $y= 1.850$ m

Κάτω Σημείο B $x= 0.450$ m $y= 2.350$ m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αμμοχάλικο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 16.00$ kN/m³

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 20.00$ kN/m³

Ειδικό βάρος νερού

$\gamma_w = 10.00$ kN/m³

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 35.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.000$ N/mm²

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

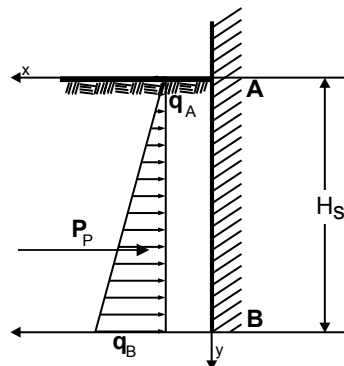
$\beta = 0.00^\circ$

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 0.00^\circ$



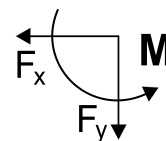
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2=$ 31.00 27.50 31.00°
 Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p =$ 2.770 3.690 2.770
 Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

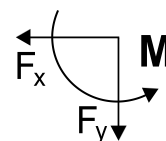
	EQU	STR	GEO
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=yA$)	$qA=$ 0.00	0.00	0.00 kN/m ²
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=yA+0.50m$)	$qB=-$ 22.16	-29.52	-22.16 kN/m ²
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(qA+qB)H$	$P_p=$ 5.54	7.38	5.54 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha =$ 0.00	0.00	0.00 °
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px}=$ -5.54	-7.38	-5.54 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py}=$ 0.00	0.00	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M =$ 12.09	16.11	12.09 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x=$ 0.450 m, $y=$ 2.183 m			

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

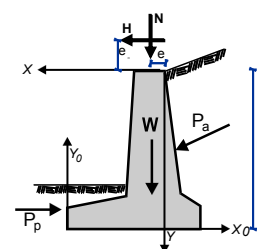
Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.450$ m, $y=2.350$ m)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	STR	GEO
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx}=$ -5.54	-7.38	-5.54 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy}=$ 0.00	0.00	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s =$ -0.93	-1.23	-0.93 kNm/m

**1.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)****1.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)**

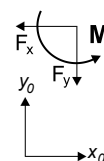
Φορτίο	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	P_a 0.00- 2.35	15.94	0.00	-1.100	1.567
Passive earth pressure	P_p 1.85- 2.35	-5.54	0.00	0.450	2.183
Wall weight	W	0.00	27.70	-0.127	1.633
Backfill weight	W_s	0.00	34.32	-0.550	0.975

**1.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)**

(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με 0.90x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P, γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	$P_a \times 1.10$	0.00- 2.35	17.53	0.00	1.550	0.783	13.73
Wall weight	$W \times 0.90$		0.00	24.93	0.577	0.717	-14.38
Backfill weight	$W_s \times 0.90$		0.00	30.89	1.000	1.375	-30.89
			Σύνολα=	55.82			-31.54



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 55.82 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -31.54 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 11.72 kNm/m

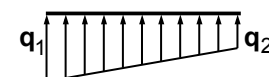
Εκκεντρότητα $e_c=11.72/55.82=0.210m$, $e_c \leq 1.550/6=0.258m$

Τάσεις εδάφους $q_1=0.065$ N/mm² $q_2=0.007$ N/mm²

Ενεργό θεμέλιο $L'=1.550-2 \times 0.210= 1.130$ m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d=L' \cdot q_u / \gamma M = 1.130 \times (1000 \times 0.40) / 1.40 = 322.86$ kN/m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=55.82 < R_d=322.86$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



(EC7 Παράρτημα D)

Ελεγχος περίπτωσης με 1.10x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.10	0.00- 2.35	17.53	0.00	1.550	0.783	13.73
Wall weight	W x1.10		0.00	30.47	0.577	0.717	-17.58
Backfill weight	Wsx1.10		0.00	37.75	1.000	1.375	-37.75
			Σύνολα=	68.22			-41.60

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 68.22 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -41.60 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 11.27 kNm/m

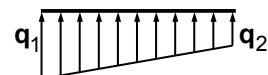
Εκκεντρότητα $ec=11.27/68.22=0.165m$, $ec \leq 1.550/6=0.258m$

Τάσεις εδάφους $q_1=0.072$ N/mm² $q_2=0.016$ N/mm²

Ενεργό θεμέλιο $L'=1.550-2 \times 0.165= 1.220$ m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d=L' \cdot q_u/\gamma M=1.220 \times (1000 \times 0.40)/1.40= 348.57$ kN/m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=68.22 < R_d=348.57$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



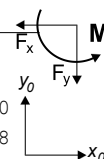
(EC7 Παράρτημα D)

1.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.450, y=2.350$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.10	0.00- 2.35	17.53	0.00	1.550	0.783	13.73	0.00
Wall weight	W x0.90		0.00	24.93	0.577	0.717	0.00	14.38
Backfill weight	Wsx0.90		0.00	30.89	1.000	1.375	0.00	30.89
			Σύνολα=				13.73	45.27



Σύνολο ροπών ανατροπής = 13.73 kNm/m

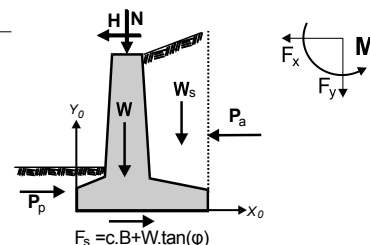
Σύνολο ροπών ευστάθειας = 45.27 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή $Med=13.73 < Mrd=45.27$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται

1.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Active earth pressure	Pax1.10	0.00- 2.35	17.53	0.00	0.00
Passive earth pressure	Ppx0.90	1.85- 2.35	0.00	4.99	0.00
Wall weight	W x0.90		0.00	0.00	24.93
Backfill weight	Wsx0.90		0.00	0.00	30.89
		Σύνολα=	17.53	4.99	55.82



Τριβή εδάφους $R_d=V_d \cdot \tan \phi / \gamma M= 55.82 \times \tan(40.00^\circ) / 1.25= 37.47$ kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

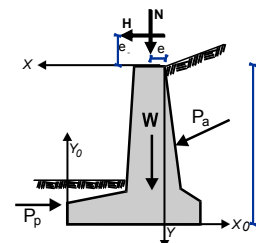
Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 17.53 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης (4.99+37.47) = 42.46 kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d=17.53 < R_d=42.46$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται

1.8. Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR)**1.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR)**

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	Pa	0.00- 2.35	11.97	0.00	-1.100	1.567
Passive earth pressure	Pp	1.85- 2.35	-7.38	0.00	0.450	2.183
Wall weight	W		0.00	27.70	-0.127	1.633
Backfill weight	Ws		0.00	34.32	-0.550	0.975

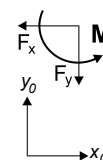


1.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.35	0.00- 2.35	16.16	0.00	1.550	0.783	12.65
Wall weight	W x1.00		0.00	27.70	0.577	0.717	-15.98
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	34.32	1.000	1.375	-34.32
			Σύνολα=	62.02			-37.65



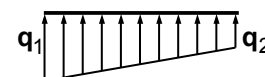
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 62.02 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -37.65 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.42 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=10.42/62.02=0.168m$, $ec\leq 1.550/6=0.258m$

Τάσεις εδάφους $q1=0.066$ N/mm² $q2=0.014$ N/mm²

Ενεργό θεμέλιο $L'=1.550-2\times 0.168= 1.214$ m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L'\cdot q_u/\gamma M=1.214\times(1000\times 0.40)/1.00= 485.60$ kN/m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=62.02 < Rd=485.60$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



(EC7 Παράρτημα D)

Έλεγχος περίπτωσης με 1.35x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.35	0.00- 2.35	16.16	0.00	1.550	0.783	12.65
Wall weight	W x1.35		0.00	37.40	0.577	0.717	-21.57
Backfill weight	Wsx1.35		0.00	46.33	1.000	1.375	-46.33
			Σύνολα=	83.73			-55.25

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 83.73 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -55.25 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 9.64 kNm/m

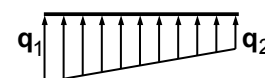
Εκκεντρότητα $ec=9.64/83.73=0.115m$, $ec\leq 1.550/6=0.258m$

Τάσεις εδάφους $q1=0.078$ N/mm² $q2=0.030$ N/mm²

Ενεργό θεμέλιο $L'=1.550-2\times 0.115= 1.320$ m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L'\cdot q_u/\gamma M=1.320\times(1000\times 0.40)/1.00= 528.00$ kN/m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=83.73 < Rd=528.00$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



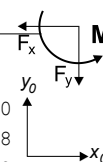
(EC7 Παράρτημα D)

1.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($xo=0, yo=0$) ($x=0.450, y=2.350$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.35	0.00- 2.35	16.16	0.00	1.550	0.783	12.65	0.00
Wall weight	W x1.00		0.00	27.70	0.577	0.717	0.00	15.98
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	34.32	1.000	1.375	0.00	34.32
							Σύνολα=	12.65 50.30



Σύνολο ροπών ανατροπής = 12.65 kNm/m

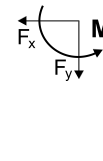
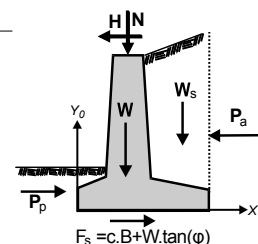
Σύνολο ροπών ευστάθειας = 50.30 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή $Med=12.65 < Mrd=50.30$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται

1.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Active earth pressure	Pax1.35	0.00- 2.35	16.16	0.00	0.00
Passive earth pressure	Ppx1.00	1.85- 2.35	0.00	7.38	0.00
Wall weight	W x1.00		0.00	0.00	27.70
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	0.00	34.32
			Σύνολα=	16.16 7.38	62.02



Τριβή εδάφους $R_d = V_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 62.02 \times \tan(40.00^\circ) / 1.00 = 52.04 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 16.16 kN/m

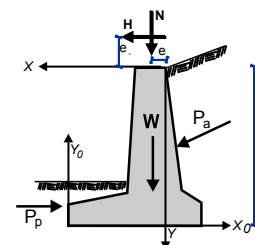
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.38 + 52.04) = 59.42 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 16.16 < R_d = 59.42 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

1.9. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (GEO)

1.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (GEO)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	Pa	0.00- 2.35	15.94	0.00	-1.100	1.567
Passive earth pressure	Pp	1.85- 2.35	-5.54	0.00	0.450	2.183
Wall weight	W		0.00	27.70	-0.127	1.633
Backfill weight	Ws		0.00	34.32	-0.550	0.975

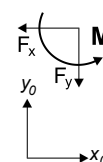


1.9.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (GEO)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Ελεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 2.35	15.94	0.00	1.550	0.783	12.48
Wall weight	W x1.00		0.00	27.70	0.577	0.717	-15.98
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	34.32	1.000	1.375	-34.32
			Σύνολα=	62.02			-37.82



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 62.02 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -37.82 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.25 kNm/m

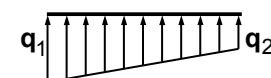
Εκκεντρότητα $ec = 10.25 / 62.02 = 0.165 \text{ m}$, $ec \leq 1.550 / 6 = 0.258 \text{ m}$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.066 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.014 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.550 - 2 \times 0.165 = 1.219 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_u / \gamma M = 1.219 \times (1000 \times 0.40) / 1.40 = 348.29 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 62.02 < R_d = 348.29 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



(EC7 Παράρτημα D)

Ελεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.30x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 2.35	15.94	0.00	1.550	0.783	12.48
Wall weight	W x1.00		0.00	27.70	0.577	0.717	-15.98
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	34.32	1.000	1.375	-34.32
			Σύνολα=	62.02			-37.82

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 62.02 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -37.82 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.25 kNm/m

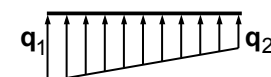
Εκκεντρότητα $ec = 10.25 / 62.02 = 0.165 \text{ m}$, $ec \leq 1.550 / 6 = 0.258 \text{ m}$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.066 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.014 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.550 - 2 \times 0.165 = 1.219 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_u / \gamma M = 1.219 \times (1000 \times 0.40) / 1.40 = 348.29 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 62.02 < R_d = 348.29 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



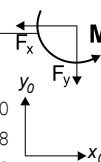
(EC7 Παράρτημα D)

1.9.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (GEO)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.450, y=2.350$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 2.35	15.94	0.00	1.550	0.783	12.48	0.00
Wall weight	W x1.00		0.00	27.70	0.577	0.717	0.00	15.98
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	34.32	1.000	1.375	0.00	34.32
Σύνολα=							12.48	50.30



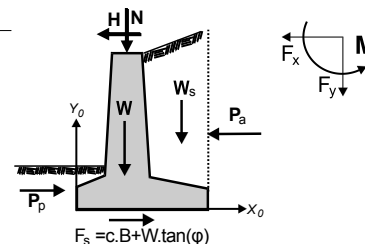
Σύνολο ροπών ανατροπής = 12.48 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 50.30 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=12.48 < M_{rd}=50.30$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται**1.9.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (GEO)**

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 2.35	15.94	0.00	0.00
Passive earth pressure	Ppx1.00	1.85- 2.35	0.00	5.54	0.00
Wall weight	W x1.00		0.00	0.00	27.70
Backfill weight	Wsx1.00		0.00	0.00	34.32
Σύνολα=			15.94	5.54	62.02

Τριβή εδάφους $R_d = V_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 62.02 \times \tan(40.00^\circ) / 1.25 = 41.63$ kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 15.94 kN/m

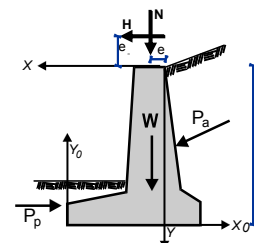
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(5.54 + 41.63) = 47.17$ kN/mΈλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 15.94 < R_d = 47.17$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται**1.10. Αντισεισμικός έλεγχος**

(EC8 EN1998-1-1:2004)

Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

1.10.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	Pa	0.00- 2.35	11.97	0.00	-1.100	1.567
Passive earth pressure	Pp	1.85- 2.35	-7.38	0.00	0.450	2.183
Wall weight	W		0.00	27.70	-0.127	1.633
Backfill weight	Ws		0.00	34.32	-0.550	0.975

**1.10.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού**

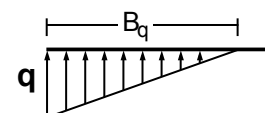
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Active earth pressure	Pa	0.00- 2.35	8.31		-1.100	1.567
Wall weight	W		4.43		-0.127	1.633
Backfill weight	Ws		5.49		-0.550	0.975

1.10.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 2.35	20.28	0.00	1.550	0.783	15.87
Wall weight	W x1.00		4.43	29.92	0.577	0.717	-11.52
Backfill weight	Wsx1.00		5.49	37.07	1.000	1.375	-24.02
Σύνολα=							-19.67

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 66.99 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -19.67 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 32.25 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 32.25 / 66.99 = 0.481\text{m}$, $e_c > 1.550 / 6 = 0.258\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.152\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.881\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.550 - 2 \times 0.481 = 0.587\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_u / \gamma M = 0.587 \times (1000 \times 0.40) / 1.00 = 234.80\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 66.99 < R_d = 234.80\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

1.10.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.450, y=2.350\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 2.35	20.28	0.00	1.550	0.783	15.87	0.00
Wall weight	W x1.00		4.43	29.92	0.577	0.717	4.46	15.98*
Backfill weight	Wsx1.00		5.49	37.07	1.000	1.375	10.30	34.32*
Σύνολα=							30.63	50.30

(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 30.63 kNm/m

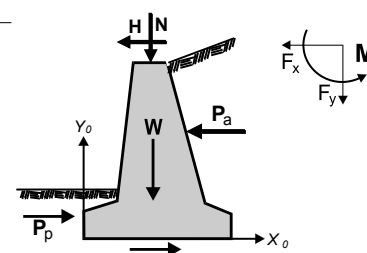
Σύνολο ροπών ευστάθειας = 50.30 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 30.63 < M_{rd} = 50.30\text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

1.10.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Active earth pressure	Pax1.00	0.00- 2.35	20.28	0.00	0.00
Passive earth pressure	Ppx1.00	1.85- 2.35	0.00	7.38	0.00
Wall weight	W x1.00		4.43	0.00	25.48
Backfill weight	Wsx1.00		5.49	0.00	31.57
Σύνολα=			30.20	7.38	57.05



Τριβή εδάφους $R_d = V_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 57.05 \times \tan(40.00^\circ) / 1.00 = 47.87\text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 30.20 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.38 + 47.87) = 55.25\text{ kN/m}$

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 30.20 < R_d = 55.25\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

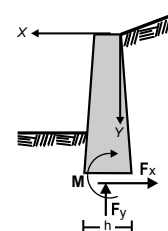
1.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

1.11.1. Φόρτιση 1.35x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+1.50x(κινητά δυσμενή)

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.39	0.250	0.45	2.44	0.05
0.78	0.250	1.78	4.88	0.46
1.17	0.250	4.01	7.31	1.57
1.56	0.250	7.13	9.75	3.71
1.95	0.250	11.12	12.19	7.24



1.11.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm

(\$3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$

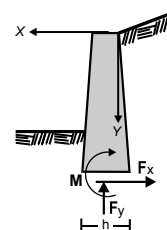
(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min	vzgt.
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]		[cm ² /m]
0.39	0.05	-2.44	216	41.13	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(	2.52)
0.78	0.46	-4.88	216	22.74	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(	2.52)
1.17	1.57	-7.31	216	14.46	0.02	0.4/20.0	2.31	0.07	(	2.92)
1.56	3.71	-9.75	216	10.07	0.03	0.6/20.0	2.32	0.27	(	2.92)
1.95	7.24	-12.19	216	7.48	0.04	0.8/20.0	2.33	0.62	(	2.92)

1.11.3. Φόρτιση 1.00x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+1.00x(κινητά)+1.00x(σεισμός)

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου (με σεισμό)

y	h	Fx	Fy	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.39	0.250	2.05	2.44	0.36
0.78	0.250	5.21	4.88	1.74
1.17	0.250	9.50	7.31	4.58
1.56	0.250	14.90	9.75	9.30
1.95	0.250	21.40	12.19	16.33

**1.11.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)**

(EC2 §9.6, §6.1)

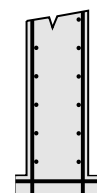
Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm

(\$3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$

(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min	vzgt.
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]		[cm ² /m]
0.39	0.36	-2.44	216	28.32	0.01	0.2/20.0	2.31	0.01	(	2.92)
0.78	1.74	-4.88	216	14.62	0.02	0.4/20.0	2.31	0.12	(	2.92)
1.17	4.58	-7.31	216	9.43	0.03	0.6/20.0	2.32	0.40	(	2.92)
1.56	9.30	-9.75	216	6.77	0.04	0.9/20.0	2.33	0.88	(	2.92)
1.95	16.33	-12.19	216	5.17	0.06	1.2/20.0	2.35	1.61	(	2.92)

1.11.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχουΟπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου $\varnothing 8/17.0$ (2.96cm²/m)Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/20.0$ (2.52cm²/m)Οπλισμός εξωτερικής παρειάς τοίχου $\varnothing 8/20.0$ (2.52cm²/m)Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/20.0$ (2.52cm²/m)**1.11.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου**

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

 $l_{b, reqd} = (\varnothing/4) (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (8/4) \times (237/1.61) = 294$ mm $\sigma_{sd} = 435.00 \times 161 / 296 = 237$ MPa $f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61$ MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $l_{bd} = 0.70 \times 294 = 206$ mm, $C_{nom} = 30$ mm $> 3 \times 8 = 24$ mm $= (3\varnothing)$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b, min} = \max(0.30 l_{b, reqd}, 10\varnothing, 100$ mm)

Απαραίτητο άγκιστρο 80 mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

1.11.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm

(\$3, §4.4.1.1)

Η κατανομή του φορτίου ώθησης είναι γραμμική, άρα η μεταβολή της διατμητικής

δύναμης είναι παραβολική. Η μεταβολή της διατομής του κορμού είναι γραμμική.

Άρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

$V_{ed}=8.91 \text{ kN/m}$, $V_{ed} (+\text{σεισμικός})=17.80 \text{ kN/m}$, $N_{ed}=-10.84 \text{ kN/m}$

Αντοχή τέννουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

$V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$

(EC2 Εξ.6.2.a)

$V_{rdc} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$

(EC2 Εξ.6.2.b)

$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25.00 \text{ MPa}$, $b_w=1000 \text{ mm}$, $d=216 \text{ mm}$

$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.96$, $k_1=0.15$

$\rho_1=A_{s1}/(b_w \cdot d)=296/(1000 \times 216)=0.0014$

$\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 10.84/250000=0.04 \text{ N/mm}^2$

$v_{min}=0.035 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.48 \text{ N/mm}^2$

(EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.48 + 0.15 \times 0.04) \times 1000 \times 216 = 104.98 \text{ kN/m}$

$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.96 \times (0.14 \times 25.00)^{0.33} + 0.15 \times 0.04] \times 1000 \times 216 = 78.43$, $V_{rdc}=V_{rdc(min)}=104.98 \text{ kN/m}$

$V_{ed}=17.80 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=104.98 \text{ kN/m}$, διάτμηση OK

1.12. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

1.12.1. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-1.100 \text{ m}$ το $x=0.000 \text{ m}$

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 83.73 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 9.64 kNm/m

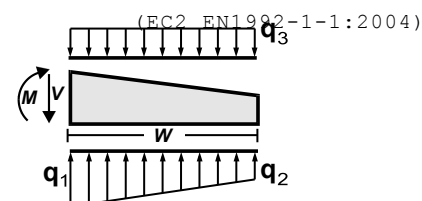
$q_1=0.064 \text{ N/mm}^2$, $q_2=0.030 \text{ N/mm}^2$, $w=1.100 \text{ m}$

πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3=0.041 \text{ N/mm}^2$

$M=0.20 \text{ kNm/m}$, $V=6.63 \text{ kN/m}$

V σε απόσταση $h=370 \text{ mm}$ από παρειά = 0.24 kN/m

$M_{ed}=0.20 \text{ kNm/m}$, $V_{ed}=0.24 \text{ kN/m}$



1.12.2. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-1.100 \text{ m}$ το $x=0.000 \text{ m}$ (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 66.99 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 32.25 kNm/m

$q_1=0.074 \text{ N/mm}^2$, $q_2=0.000 \text{ N/mm}^2$, $w=1.100 \text{ m}$

πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3=0.041 \text{ N/mm}^2$

$M=-19.50 \text{ kNm/m}$, $V=29.08 \text{ kN/m}$

V σε απόσταση $h=370 \text{ mm}$ από παρειά = 21.47 kN/m

$M_{ed}=-19.50 \text{ kNm/m}$, $V_{ed}=21.47 \text{ kN/m}$

1.12.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

$M_{ed}=0.20 \text{ kNm/m}$, $d=366 \text{ mm}$, $K_d=81.84$ $x/d=0.00$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.1/20.0$ $k_s=2.30$, $A_s=0.01 \text{ cm}^2/\text{m}$

$M_{ed}=-19.50 \text{ kNm/m}$, $d=366 \text{ mm}$, $K_d=8.29$ $x/d=0.03$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.7/20.0$ $k_s=2.33$, $A_s=1.24 \text{ cm}^2/\text{m}$

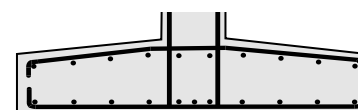
Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 10/31.0$ ($2.53 \text{ cm}^2/\text{m}$)

1.12.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 10/31.0$ ($2.53 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 10/31.0$ ($2.53 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Δευτερεύον εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 8/20.0$ ($2.52 \text{ cm}^2/\text{m}$)



1.12.5. Αγκύρωση οπλισμού πεδίου τοίχου

(EC2 §9.8.2.2, §8.4)

$x=h/2=0.200 \text{ m}$, $R=1000 \times 0.074 \times 0.200=14.80 \text{ kN/m}$

$e=0.15b=0.038 \text{ m}$ $z_e=1.038 \text{ m}$, $z_i=0.900d=0.329 \text{ m}$

$F_s=R \cdot z_e/z_i=14.80 \times 1.038/0.329=46.62 \text{ kN/m}$

$\sigma_{sd}=F_s/A_s=1000 \times 46.62/253=184 \text{ MPa}$

Βασικό μήκος αγκύρωσης (EC2 Εξ.8.3)

$l_{b,rqd}=(\varnothing/4) (\sigma_{sd}/f_{bd})=(10/4) \times (184/2.30)=200 \text{ mm}$

$f_{bd}=2.25 \times 1.00 \times f_{ctd}=2.30 \text{ MPa}$ (EC2 §8.4.2)

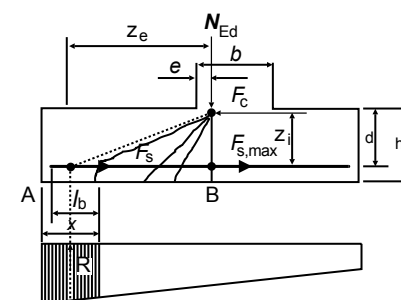
Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης (EC2 §8.4.4, T.8.2)

$l_{bd}=1.00 \times 200=200 \text{ mm}$, $C_{nom}=30 \text{ mm} < 3 \times 10=30 \text{ mm}=(3\varnothing)$

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b,min}=\max(0.30l_{b,rqd}, 10\varnothing, 100 \text{ mm})=100 \text{ mm}$

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης διαμήκους οπλισμού $l_{bd}=200 \text{ mm}=0.200 \text{ m}$

$l_{bd}=200 \text{ mm} > (x-C_{nom})=170.00$. Απαραίτητα άγκιστρα 50mm στα τέρματα των ράβδων οπλισμού



1.12.6. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=30$ mm (§3, §4.4.1.1)Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4) $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50) $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d=d_m=366$ mm, $a=366$ mm $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25.00$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=366$ mm $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.74$ $\rho_1=A_{s1}/(b_w \cdot d)=253/(1000 \times 366)=0.0007$ $v_{min}=0.035 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.40$ N/mm² (EC2 Εξ.6.3N) $V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.40 \times 2 \times 366/366) \times 1000 \times 366=292.80$ kN/m $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.74 \times (0.07 \times 25.00)^{0.33} \times 2 \times 366/366] \times 1000 \times 366=184.18$, $V_{rdc}=V_{rdc(min)}=292.80$ kN/m $V_{ed}=21.47$ kN/m $\leq V_{rdc}=292.80$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK