ΕΚΘΕΣΗ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ

ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟ:

«ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΩΝ ΤΕΥΧΩΝ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ «ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΑΜΑΡΙΟΥ»

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">ΕΚΘΕΣΗ ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>00</td><td>Σεπτέμβριος 2020</td><td>Ι.Ε.Α</td><td>Α.Μ.Τ</td><td rowspan="2">11/17_ΕΚΘ_005</td></tr>
<tr><td>ΕΚΔ.</td><td>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</td><td>ΣΥΝΤ</td><td>ΕΓΚΡ.</td></tr>
</table>

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 4
2. ΥΓΕΙΟΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ 4
2.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΟΥ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ 4
2.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 7
2.3 ΕΡΓΟ ΕΙΣΟΔΟΥ -ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΟΥ ΝΕΡΟΥ 7
2.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ –ΠΡΟΑΕΡΙΣΜΟΥ 7
2.5 ΡΥΘΜΙΣΗ ΡΗ 9
2.6 ΠΡΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ-ΠΡΟΟΟΖΟΝΩΣΗ 11
2.7 ΤΑΧΕΙΑ ΜΙΞΗ 16
2.8 ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ 19
2.9 ΚΑΘΙΖΗΣΗ 22
2.10 ΠΑΡΑΚΑΜΨΗ ΚΡΟΚΙΔΟΚΑΘΙΖΗΣΗΣ 24
2.11 ΔΙΥΛΙΣΗ 25
2.12 ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ 29
2.13 ΕΚΠΛΥΣΗ ΚΛΙΝΩΝ 33
2.14 ΜΕΤΑ-ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ 37
2.15 ΤΕΛΙΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΡΗ 38
2.16 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΙΛΥΟΣ 41
2.17 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ 44
2.17.1 Πάχυνση ιλύος 44
2.17.2 Αφυδάτωση ιλύος 49
2.17.3 Παρασκευή και Δοσομέτρηση Πολυηλεκτρολύτη 53
2.18 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΕΚΠΛΥΣΗΣ 55
2.18.1 Μονάδα υπερδιήθησης 55
2.18.2 Παραγωγή στραγγιδίων 56
2.19 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΚΡΟΚΙΔΩΤΙΚΟΥ 58
2.20 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ 59
2.21 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥ 59
3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ 62
3.1 ΓΡΑΜΜΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ –ΓΡΑΜΜΗ ΕΚΠΛΥΗΣ 62
3.2 ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ 78
3.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ 80
3.5.1 Υπολογισμός απωλειών σε διώρυγες και κανάλια 80
3.5.2 Αποτελέσματα Υδραυλικών Υπολογισμών Τάφρων Ομβρίων 81
3.5.3 Υδραυλικοί Υπολογισμοί Αγωγών 83
4. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ 92
4.1 ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ 92
4.2 ΕΡΓΟ ΕΙΣΟΔΟΥ 92
4.3 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ –ΠΡΟΑΕΡΙΣΜΟΥ 92
4.4 ΠΡΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ-ΠΡΟΟΟΖΟΝΩΣΗ 93
4.5 ΤΑΧΕΙΑ ΜΙΞΗ 94
4.6 ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ -ΚΑΘΊΖΗΣΗ 94
4.7 ΔΙΥΛΙΣΗ 95

4.8 ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ 97
4.9 ΜΕΤΑ-ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ 97
4.10 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΟΥ ΝΕΡΟΥ 98
4.11 ΠΑΧΥΝΣΗ ΙΛΥΟΣ 99
4.12 ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΙΛΥΟΣ 99
4.13 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΕΚΠΛΥΣΗΣ 100
4.14 ΚΤΗΡΙΟ ΧΗΜΙΚΩΝ 100
4.15 ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ 102

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Παρούσα *Έκθεση Επικαιροποίησης της Υδραυλικής Προμελέτης* στοχεύει στον υδραυλικό σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Νερού του Ταμιευτήρα Ποταμών και ενσωματώνει τις επιλογές που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της Μελέτης Λειτουργικού Σχεδιασμού.

2. ΥΓΕΙΟΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

2.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΝΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΟΥ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η ΕΕΝ Φράγματος Ποταμών Αμαρίου σχεδιάζεται βάσει των χαρακτηριστικών ποιότητας του ανεπεξέργαστου νερού του ταμιευτήρα Ποταμών προκειμένου η ποιότητα του επεξεργασμένου νερού να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της νομοθεσίας όπως αυτές αποτυπώνονται στην ΚΥΑ Αριθμ. Γ1(δ)/ ΓΠ οικ.67322 Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 3ης Νοεμβρίου 1998 όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία (ΕΕ) 2015/1787 (L260, 7.10.2015). (ΦΕΚ 3282 Β/2017).

Ειδικότερα, σύμφωνα με το άρθρο 4 της ανωτέρω ΚΥΑ, το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό εφόσον:

- είναι απαλλαγμένο μικροοργανισμών και παρασίτων και οποιωνδήποτε ουσιών, σε αριθμούς και συγκεντρώσεις, που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και
- πληροί τις ακόλουθες <u>ελάχιστες απαιτήσεις</u> (Μέρη Α και Β του Παραρτήματος Ι της ανωτέρω ΚΥΑ):

Πίνακας 1 Παράμετροι νερού ανθρώπινης κατανάλωσης - Παράρτημα Ι Μέρος Α και Β (ΚΥΑ Γ1(2)ΓΠ 67322/2017)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Μικροβιολογικές παράμετροι	
Escherichia coli (E. coli)	0 / 100 ml
Εντερόκοκκοι	0 / 100 ml
Χημικές παράμετροι	
Ακρυλαμίδιο	0,10 μg/l
Αντιμόνιο	5,0 μg/l
Αρσενικό	10 μg/l
Βενζόλιο	1,0 μg/l
Βενζο-α-πυρένιο	0,010 μg/l
Βόριο	1,0 mg/l
Βρωμικά	10 μg/l
Κάδμιο	5,0 μg/l
Χρώμιο	50 μg/l
Χαλκός	2,0 mg/l
Κυανιούχα	50 μg/l

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
1,2 - διχλωροαιθάνιο	3,0 μg/l
Επιχλωρυδρίνη	0,10 μg/l
Φθοριούχα	1,5 mg/l
Μόλυβδος	10 μg/l
Υδράργυρος	1,0 μg/l
Νικέλιο	20 μg/l
Νιτρικά	50 mg/l
Νιτρώδη	0,50 mg/l
Παρασιτοκτόνα	0,10 μg/l
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50 μg/l
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10 μg/l
Σελήνιο	10 μg/l
Τετραχλωροαιθένιο και τριχλωροαιθένιο	10 μg/l
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100 μg/l
Βινυλοχλωρίδιο	0,50 μg/l

Επιπλέον στη νομοθεσία καθορίζονται ενδεικτικές παράμετροι (Μέρος Γ του Παραρτήματος Ι της ανωτέρω ΚΥΑ) μόνο για λόγους παρακολούθησης. Σε περίπτωση μη τήρησης των τιμών των ανωτέρω ενδεικτικών παραμέτρων, οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές εξετάζουν κατά πόσο αυτή η μη τήρηση δημιουργεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Οι υπεύθυνοι σε συνεργασία με τις αρμόδιες Αρχές αναλαμβάνουν επανορθωτικές ενέργειες για την αποκατάσταση της ποιότητας του νερού εφόσον αυτό απαιτείται για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Οι ενδεικτικές παράμετροι καθορίζονται ως ακολούθως:

Πίνακας 2 Ενδεικτικές Παράμετροι νερού ανθρώπινης κατανάλωσης - Παράρτημα Ι Μέρος Γ (ΚΥΑ Γ1(2)ΓΠ 67322/2017)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Αργίλιο	200 μg/l
Αμμώνιο	0,50 mg/l
Χλωριούχα	250 mg/l
Clostridium perfringens (συμπεριλαμβανομένων των σπόρων)	0 / 100 ml
Χρώμα	αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής
Αγωγιμότητα	2.500 μS/cm (20 ^{0}C)
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	6,5 ≤ pH ≤ 9,5
Σίδηρος	200 μg/l
Μαγγάνιο	50 μg/l
Οσμή	αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής
Οξειδωσιμότητα	5,0 mg/l O_2
Θειϊκά	250 mg/l

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Νάτριο	200 mg/l
Γεύση	αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής
Αριθμός αποικιών σε 22 ^{0}C και 37 ^{0}C	άνευ ασυνήθους μεταβολής
Κολοβακτηριοειδή	0 / 100 ml
Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)	άνευ ασυνήθους μεταβολής
Υπολειμματικό χλώριο	0,2 mg/l στα ακρότατα σημεία του δικτύου υδρεύσεως
Θολότητα	αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής
Ραδιενέργεια	Εφόσον απαιτείται από την Εθνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ)

Ο σχεδιασμός της μονάδας επεξεργασίας νερού του ταμιευτήρα Ποταμών Αμαρίου θα περιλαμβάνει **προχωρημένη φυσική και χημική επεξεργασία και απολύμανσ**η, π.χ. χλωρίωση μέχρι του σημείου θραύσεως (break point), συσσωμάτωση, κροκίδωση, καθίζηση, διύλιση, προσρόφηση και απολύμανση (όζον, τελική χλωρίωση κλπ.).

2.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η απαιτούμενη δυναμικότητα της ΕΕΝ Φράγματος Ποταμών Αμαρίου ανέρχεται σε 45.000 m^3/d, με δυνατότητα λειτουργίας 3 παράλληλων γραμμών επεξεργασίας, μοναδιαίας δυναμικότητας 15.000 m^3/d ενώ επιπλέον στην αρχική φάση θα πρέπει η μονάδα να μπορεί να λειτουργήσει με δυναμικότητα 7.500 m^3/d.

2.3 ΕΡΓΟ ΕΙΣΟΔΟΥ -ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το ανεπεξέργαστο νερο εισέρχεται στην ΕΚΝ μέσω του έργου εισόδου, το οποίο αποτελείται από ξηρό φρεάτιο εξοπλισμένο με ολισθαίνουσα δικλείδα με ανάντη τοποθετημένης ηλεκτροκίνητης δικλείδα πεταλούδας με ρυθμιστικό ρόλο. Το έργο εισόδου είναι λειτουργικά συνδεδεμένο με τις στάθμες νερού στην ΔΚΝ. Οι δεξαμενές της πόλης θα ρυθμίζουν πλήρως ή εν μέρει τις ωριαίες διακυμάνσεις της κατανάλωσης. Η ΔΚΝ με τον ρυθμιστικό της όγκο θα μπορεί να συμπληρώνει αν χρειάζεται το ρυθμιστικό έργο των δεξαμενών της πόλης και επιπλέον προβλέπει έναν όγκο ασφαλείας για την αντιμετώπιση μικροδιακοπών παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και μικροβλαβών.

Ο σχεδιασμός της ΔΚΝ πραγματοποιείται για λόγο $V_{ΔΚΝ}/Q_{μέση\ ημερήσια}$ = 5 και προκύπτει ίσος με 6.000m^3 για την Α΄Φάση του έργου και **9.000m^3** για τη Β΄Φάση του έργου. Επιλέγεται η κατασκευή τεσσάρων μονοθάλαμων δεξαμενών χωρητικότητας 2.250m^3 έκαστη.

2.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ –ΠΡΟΑΕΡΙΣΜΟΥ

Το ανεπεξέργαστο νερό μετά το έργο εισόδου εισέρχεται στη δεξαμενή αποθήκευσης, χωρητικότητας 1.500m^3 απ' όπου δύναται η δυνατότητα τροφοδοσίας του δικτύου άρδευσης. Το νερό υφίσταται προεπεξεργασία στη δεξαμενή προαερισμού η οποία περιλαμβάνει την αρχική οξείδωση κύρια των ενώσεων σιδήρου και μαγγανίου αλλά και υδροθείου.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή νερού προς επεξεργασία = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h)
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 1
- Ελάχιστος χρόνος παραμονής = 10 min
- Λόγος πλάτους προς βάθος (W/H) < 2
- Ειδική παροχή αέρα = 1 Nm^3/h αέρα ανά m^3 επεξεργαζόμενου νερού
- Είδος διαχυτών αέρα = Λεπτής φυσαλίδας
- Ειδική παροχή διαχυτήρων αέρα = 5,0 – 10,0 Nm^3/h

Απαιτούμενες Μονάδες

Ο απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής προαερισμού ανέρχεται σε

$V_{απαιτ.} = Q \times t_{π} = 1.875 \times 10 / 60$ **= 312,5 m^3**

όπου:

$V_{απαιτ.}$ = απαιτούμενος όγκος δεξαμενής προαερισμού (m^3)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
$t_π$ = απαιτούμενος χρόνος επαφής (10 min)

Για ωφέλιμο βάθος νερού δεξαμενής προαερισμού ίσο με 5,0 m, η απαιτούμενη ωφέλιμη επιφάνεια της δεξαμενής προαερισμού ανέρχεται σε:
$E_{απαιτ.} = V_{απαιτ.} / H_{προαερ.}$ = 312,5 / 5,0 = 62,5 m^2
όπου:
$E_{απαιτ.}$ = απαιτούμενη ωφέλιμη επιφάνεια δεξαμενής προαερισμού (m^2)
$V_{απαιτ.}$ = απαιτούμενος όγκος δεξαμενής προαερισμού (312,5 m^3)
$H_{προαερ.}$ = ωφέλιμο βάθος νερού δεξαμενής προαερισμού (5,0 m)

Οι διαστάσεις της δεξαμενής προαερισμού επιλέγονται ως ακολούθως:

- Μήκος = 8,0 m
- Πλάτος = 8,8 m
- Ωφέλιμο βάθος = 4,55 m

Βάσει των ανωτέρω, ο όγκος της δεξαμενής προαερισμού ανέρχεται σε
$V_{προαερ.}$ = 8,0 x 8,8 x 4,55 = 320,0 m^3 (> 312,5 m^3)

Ο επιτυγχανόμενος χρόνος παραμονής κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
t = V / Q = 320,0 x 60 / 1.250 = 15,4 min
όπου:
t = επιτυγχανόμενος χρόνος παραμονής (min)
V = όγκος δεξαμενής προαερισμού (m^3)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)

Ο επιτυγχανόμενος χρόνος παραμονής κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
t = V / Q = 320,0 x 60 / 1.875 = 10,2 min
όπου:
t = επιτυγχανόμενος χρόνος παραμονής (min)
V = όγκος δεξαμενής προαερισμού (m^3)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

Η απαιτούμενη ποσότητα αέρα στη δεξαμενή προαερισμού κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_{air} = Q \times q_{air}$ = 1.250 x 1 = 1.250 Nm^3/h
όπου:
Q_{O3m} = απαιτούμενη ποσότητα αέρα (Nm^3/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_{O3m} = απαιτούμενη ειδική παροχή αέρα (1 Nm^3/h αέρα / m^3/h νερού)

Η απαιτούμενη ποσότητα αέρα στη δεξαμενή προαερισμού κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_{air} = Q \times q_{air}$ = 1.875 x 1 = 1.875 Nm^3/h

όπου:
Q_{O3m} = απαιτούμενη ποσότητα αέρα (Nm^3/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_{O3m} = απαιτούμενη ειδική παροχή αέρα (1 Nm^3/h αέρα / m^3/h νερού)

Βάσει των ανωτέρω, κατά την Α΄ Φάση απαιτείται η εγκατάσταση ζεύγους φυσητήρων με inverter, μοναδιαίας παροχής 1.250 Nm^3/h αέρα, από τους οποίους ο ένας θα είναι εφεδρικός ενώ κατά τη Β΄ Φάση απαιτείται η εγκατάσταση ζεύγους φυσητήρων με inverter, μοναδιαίας παροχής 1.875 Nm^3/h αέρα, από τους οποίους ο ένας θα είναι εφεδρικός.
Ο απαιτούμενος αέρας διοχετεύεται στη δεξαμενή προαερισμού μέσω διαχυτών λεπτής φυσαλίδας. Ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός διαχυτών παροχής αέρα στη δεξαμενή προαερισμού ανέρχεται σε
$N = Q_{airM} / q_{diff}$ = 1.875 / 10 = 187,5 τεμάχια
όπου:
N = ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός διαχυτών λεπτής φυσαλίδας
Q_{airM} = απαιτούμενη παροχή αέρα κατά τη Β΄ Φάση (1.875 m^3/h)
q_{diff} = μέγιστη ειδική παροχή διαχύτη (10 Nm^3/h)
Επιλέγονται N = 250 διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας, παροχής λειτουργίας 7,5 Nm^3/h (5 - 10 Nm^3/h), οι οποίοι ικανοποιούν τις απαιτήσεις.

2.5 ΡΥΘΜΙΣΗ ΡΗ

Στην περίπτωση που απαιτηθεί, η ρύθμιση του pH του ανεπεξέργαστου νερού μπορεί να γίνει με προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο πρέπει να είναι κατάλληλο για χρήση σε πόσιμο νερό, βάσει σχετικών πιστοποιητικών καταλληλότητας που θα συνοδεύουν την προμήθειά του.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή νερού προς επεξεργασία = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h)
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 1
- Τρόπος προσθήκης διοξειδίου του άνθρακα = Έγχυση στον αγωγό μεταφοράς (in-line)
  Η προσθήκη του διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να γίνει είτε με έγχυση στον αγωγό μεταφοράς (in-line) είτε με κατασκευή ξεχωριστής δεξαμενής ρύθμισης pH. Λόγω χωροταξικών περιορισμών επιλέγεται η προσθήκη του διοξειδίου του άνθρακα με έγχυση στον αγωγό μεταφοράς (in-line).
- Ειδική παροχή διοξειδίου του άνθρακα = 30 – 40 mg/l

Απαιτούμενες Μονάδες

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_{CO2m} = Q \times q_{CO2m}$ = 1.250 x 30 / 1.000 = 37,50 kg/h
όπου:
Q_{CO2m} = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα (kg/h)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_{CO2m} = ελάχιστη απαιτούμενη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (30 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_{CO2M} = Q \times q_{CO2M} = 1.250 \times 40 / 1.000 = 50,00$ kg/h
όπου:
Q_{CO2M} = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_{CO2M} = μέγιστη απαιτούμενη συγκέτρωση διοξειδίου του άνθρακα (40 mg/l)

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_{CO2m} = Q \times q_{CO2m} = 1.875 \times 30 / 1.000 = 56,25$ kg/h
όπου:
Q_{CO2m} = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_{CO2m} = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική διοξειδίου του άνθρακα (30 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_{CO2M} = Q \times q_{CO2M} = 1.875 \times 40 / 1.000 = 75,00$ kg/h
όπου:
Q_{CO2M} = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_{CO2M} = μέγιστη απαιτούμενη ειδική διοξειδίου του άνθρακα (40 mg/l)

Βάσει των ανωτέρω, η αναμενόμενη κατανάλωση διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 3 Κατανάλωση διοξειδιου του άνθρακα για ρύθμιση pH

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg/d)	
	Α΄ ΦΑΣΗ	Β΄ ΦΑΣΗ
Ελάχιστη	900	1.350
Μέγιστη	1.200	1.800

Λαμβάνοντας την πυκνότητα του αέριου διοξειδίου του άνθρακα ίση με 1,8 kg/m^3 (σε 1 atm και 20 ^0C), η μέγιστη απαιτούμενη παροχή του διοξειδίου του άνθρακα κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε 27,8 m^3/h και κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε 41,7 m^3/h.

Η ακριβής δόση διοξειδίου του άνθρακα για τη ρύθμιση του pH θα προσδιοριστεί στα πλαίσια της λειτουργίας του έργου, σε συνδυασμό με το πραγματικό εύρος pH του ανεπεξέργαστου νερού.

2.6 ΠΡΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ-ΠΡΟΟΟΖΟΝΩΣΗ

Στη δεξαμενή προοζόνωσης το ανεπεξέργαστο νερό υφίσταται προεπεξεργασία κατά την επαφή του με όζον, η οποία επιτυγχάνει τα ακόλουθα:

- καταπολεμά τις εισερχόμενες άλγες με αποτέλεσμα τη βελτίωση της απόδοσης των επόμενων σταδίων επεξεργασίας (κύρια της κροκίδωσης αλλά και της καθίζησης)
- οξειδώνει τόσο τους εισερχόμενους οργανικούς ρύπους όσο και το σίδηρο και το μαγγάνιο και
- προ-απολυμαίνει το εισερχόμενο νερό.

Η αποτελεσματικότητα της οξείδωσης των εισερχόμενων οργανικών ρύπων από το όζον μπορεί να ενισχυθεί με την παράλληλη προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2), όπως παρουσιάζεται παρακάτω. Επιπλέον, με το συνδυασμό προσθήκης όζοντος και υπεροξειδίου του υδρογόνου ελαττώνεται η απαιτούμενη δόση όζοντος κατά 25 – 30% περίπου.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή νερού προς επεξεργασία = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h)
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 1
- Ελάχιστος χρόνος παραμονής = 5 min
- Ειδική παροχή όζοντος = 2 – 5 mg/l
  Η ειδική παροχή όζοντος εξαρτάται κύρια από τη συγκέντρωση ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) αλλά και από τις συγκεντρώσεις ης θολότητας, των οσμηρών ενώσεων (π.χ. γεωσμίνη, 2-MIB κλπ.) αλλά και σιδήρου και μαγανίου. Βάσει των ανωτέρω, η απαιτούμενη ειδική παροχή όζοντος στην προοζόνωση λαμβάνεται έχοντας υπόψη την αναγκαιότητα παροχής ευελιξίας στο λειτουργό ώστε να είναι σε θέση να μπορεί να ελέγχει αποτελεσματικά τη διεργασία της προ-οζόνωσης.
- Είδος διαχυτών όζοντος = Λεπτής φυσαλίδας
- Ειδική παροχή διαχυτήρων όζοντος = 0,5 – 2,0 Nm^3/h

Απαιτούμενες Μονάδες

Ο απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής προοζόνωσης ανέρχεται σε:

$$V_{απαιτ.} = Q \times t_{π} = 1.875 \times 5 / 60 = 156,3\ m^3$$

όπου:

$V_{απαιτ.}$ = απαιτούμενος όγκος δεξαμενής προοζόνωσης (m^3)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
$t_{π}$ = απαιτούμενος χρόνος επαφής (5 min)

Για ωφέλιμο βάθος νερού δεξαμενής προοζόνωσης ίσο με 5,5 m, η απαιτούμενη ωφέλιμη επιφάνεια της δεξαμενής προοζόνωσης ανέρχεται σε:

$$E_{απαιτ.} = V_{απαιτ.} / H_{προοζ.} = 156,3 / 5,5 = 28,4\ m^2$$

όπου:

$E_{απαιτ.}$ = απαιτούμενη ωφέλιμη επιφάνεια δεξαμενής προοζόνωσης (m^2)
$V_{απαιτ.}$ = απαιτούμενος όγκος δεξαμενής προοζόνωσης (156,3 m^3)

$H_{προοζ}$ = ωφέλιμο βάθος νερού δεξαμενής προοζόνωσης (5,5 m)

Η δεξαμενή προοζόνωσης αποτελείται από τέσσερα (4) εν σειρά διαμερίσματα, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους με οπές κι ο συνολικός ωφέλιμος όγκος της δεξαμενής προοζόνωσης ανέρχεται σε $V_{ωφ}$ = N x $L_{ωφ}$ x $W_{ωφ}$ x $H_{προοζ}$ = 4 x 2,7 x 3,1 x 5,5 = 184,1 m^3, ο οποίος καλύπτει τις απαιτήσεις (> 156,3 m^3).

Η δεξαμενή προοζόνωσης είναι καλυμμένη για την αποφυγή διαφυγής στην ατμόσφαιρα του μη διαλυμένου στο νερό όζοντος.

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα όζοντος στη δεξαμενή προοζόνωσης κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{O3m} = Q \times q_{O3m} = 1.250 \times 2 / 1.000 = 2,50 \text{ kg/h}$$

όπου:
Q_{O3m} = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα όζοντος (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_{O3m} = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή όζοντος (2 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα όζοντος στη δεξαμενή προοζόνωσης κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{O3M} = Q \times q_{O3M} = 1.250 \times 5 / 1.000 = 6,25 \text{ kg/h}$$

όπου:
$Q_{O3\,M}$ = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα όζοντος (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
$q_{O3\,M}$ = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή όζοντος (5 mg/l)

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα όζοντος στη δεξαμενή προοζόνωσης κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{O3m} = Q \times q_{O3m} = 1.875 \times 2 / 1.000 = 3,75 \text{ kg/h}$$

όπου:
Q_{O3m} = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα όζοντος (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_{O3m} = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή όζοντος (2 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα όζοντος στη δεξαμενή προοζόνωσης κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{O3M} = Q \times q_{O3M} = 1.875 \times 5 / 1.000 = 9,38 \text{ kg/h}$$

όπου:
$Q_{O3\,M}$ = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα όζοντος (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
$q_{O3\,M}$ = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή όζοντος (5 mg/l)

Βάσει των ανωτέρω, η κατανάλωση όζοντος στη δεξαμενή προοζόνωσης έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 4 Κατανάλωση όζοντος

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΖΟΝΤΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg/d)	
	Α΄ ΦΑΣΗ	Β΄ ΦΑΣΗ
Ελάχιστη	60,0	90,0
Μέγιστη	150,0	225,1

Το όζον παράγεται από αέρα σε γεννήτρια όζοντος στη μονάδα παραγωγής όζοντος κι επομένως κατά την Α΄ Φάση απαιτείται η εγκατάσταση οζονιστήρα δυναμικότητας 6,25 kg/h, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 10 – 100% ενώ κατά τη Β΄ Φάση απαιτείται η εγκατάσταση οζονιστήρα δυναμικότητας 9,38 kg/h, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 10 – 100%. Στην παρούσα φαση εγκαθίστανται δύο μονάδες δυναμικότητας 6,25kg/h η μία εκ των οποίων είναι εφεδρική.

Η ελάχιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (εμπλουτισμένου με όζον) στη δεξαμενή προοζόνωσης κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{airm} = Q_{O3m} / q_{air} = (2,50 / 30) \times 1.000 = 83,3\ m^3/h$$

όπου:

Q_{airm} = ελάχιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (m^3/h)

Q_{O3m} = ελάχιστη απαιτούμενη παροχή όζοντος (2,50 kg/h)

q_{air} = ειδική συγκέντρωση όζοντος στον τροφοδοτούμενο αέρα (30 g O_3/m^3 αέρα)

Η μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (εμπλουτισμένου με όζον) στη δεξαμενή προοζόνωσης κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{airM} = Q_{O3M} / q_{air} = (6,25 / 30) \times 1.000 = 208,3\ m^3/h$$

όπου:

Q_{airM} = μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (m^3/h)

Q_{O3M} = μέγιστη απαιτούμενη παροχή όζοντος (6,25 kg/h)

q_{air} = ειδική συγκέντρωση όζοντος στον τροφοδοτούμενο αέρα (30 g O_3/m^3 αέρα)

Η ελάχιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (εμπλουτισμένου με όζον) στη δεξαμενή προοζόνωσης κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{airm} = Q_{O3m} / q_{air} = (3,75 / 30) \times 1.000 = 125,0\ m^3/h$$

όπου:

Q_{airm} = ελάχιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (m^3/h)

Q_{O3m} = ελάχιστη απαιτούμενη παροχή όζοντος (3,75 kg/h)

q_{air} = ειδική συγκέντρωση όζοντος στον τροφοδοτούμενο αέρα (30 g O_3/m^3 αέρα)

Η μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (εμπλουτισμένου με όζον) στη δεξαμενή προοζόνωσης κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{airM} = Q_{O3M} / q_{air} = (9,38 / 30) \times 1.000 = 312,7\ m^3/h$$

όπου:

Q_{airM} = μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (m^3/h)

Q_{O3M} = μέγιστη απαιτούμενη παροχή όζοντος (9,38 kg/h)

q_{air} = ειδική συγκέντρωση όζοντος στον τροφοδοτούμενο αέρα (30 g O_3/m^3 αέρα)

Βάσει των ανωτέρω, κατά την Α΄ Φάση απαιτείται η εγκατάσταση ζεύγους αεροσυμπιεστών, μοναδιαίας παροχής 210 m^3/h αέρα, από τους οποίους ο ένας θα είναι εφεδρικός, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 10 – 100% και κατά τη Β΄ Φάση απαιτείται η εγκατάσταση ζεύγους αεροσυμπιεστών, μοναδιαίας παροχής 315 m^3/h αέρα, από τους οποίους ο ένας θα είναι εφεδρικός, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 10 – 100%

Ο εμπλουτισμένος με όζον αέρας διοχετεύεται στη δεξαμενή προοζόνωσης μέσω διαχυτών λεπτής φυσαλίδας. Ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός διαχυτών παροχής αέρα (εμπλουτισμένου με όζον) στη δεξαμενή προοζόνωσης ανέρχεται σε

$$N = Q_{airM} / q_{diff} = 312,7 / 5 = 63 \text{ τεμάχια}$$

όπου:

N = ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός διαχυτών λεπτής φυσαλίδας

Q_{airM} = μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (312,7 m^3/h)

q_{diff} = μέγιστη ειδική παροχή διαχύτη (5 Nm^3/h)

Επιλέγονται N = 80 διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας, παροχής λειτουργίας 3,9Nm^3/h (0,8 - 5 Nm^3/h), οι οποίοι ικανοποιούν τις απαιτήσεις. Για την αποφυγή έμφραξης και κατά συνέπεια θραύσης των διαχυτών λόγω περιοδικής λειτουργίας της προοζόνωσης απαιτείται η τροφοδότησή τους με ατμοσφαιρικό αέρα, ο οποίος τροφοδοτείται από σχετικό δίκτυο διανομής αέρα. Η απαιτούμενη παροχή ατμοσφαιρικού αέρα είναι αντίστοιχη με την ελάχιστη παροχή αέρα εμπλουτισμένου με όζον, η οποία ανέρχεται, όπως υπολογίστηκε ανωτέρω, κατά την Α΄ Φάση σε Q_{airm} = 83,3 m^3/h και κατά τη Β΄ Φάση σε Q_{airm} = 125,0 m^3/h.

Ο εμπλουτισμένος με όζον αέρας συλλέγεται και οδηγείται σε μονάδα καταστροφής όζοντος. Η δυναμικότητα του καταστροφέα όζοντος καθορίζεται από τη μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα (εμπλουτισμένου με όζον) στη δεξαμενή προοζόνωσης, η οποία ανέρχεται, όπως υπολογίστηκε ανωτέρω, κατά την Α΄ Φάση σε Q_{airM} = 208,3 m^3/h και κατά τη Β΄ Φάση σε Q_{airM} = 312,7 m^3/h. Επιλέγεται καταστροφέας όζοντος δυναμικότητας 210 N m^3/h ενώ προβλέπεται και ένας όμοιος εφεδρικός.

Προσθήκη Υπεροξειδίου Υδρογόνου

Η συνδυασμένη προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου στη δεξαμενή προοζόνωσης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των παραγόμενων ελεύθερων υδροξυλίων (OH^-), με αποτέλεσμα την αύξηση της επιτυγχανόμενης οξειδωτικής δράσης ενώ, όπως προαναφέρθηκε, με το

συνδυασμό προσθήκης όζοντος και υπεροξειδίου του υδρογόνου ελαττώνεται σημαντικά η απαιτούμενη δόση όζοντος.

Η αναλογία ειδικής παροχής υπεροξειδίου του υδρογόνου / όζον και κυμαίνεται μεταξύ 0,2/1 – 0,5/1, οπότε:

- η ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή υπεροξειδίου του υδρογόνου στην προοζόνωση ανέρχεται σε 0,2 x 2 = 0,4 mg/l και
- η μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή υπεροξειδίου του υδρογόνου στην προοζόνωση ανέρχεται σε 0,5 x 5 = 2,5 mg/l.

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{H2O2m} = Q \times q_{H2O2m} = 1.250 \times 0,4 / 1.000 = 0,50 \text{ kg/h}$$

όπου:

Q_{H2O2m} = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου (kg/h)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)

q_{H2O2m} = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή υπεροξειδίου του υδρογόνου (0,4 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{H2O2M} = Q \times q_{H2O2M} = 1.250 \times 2,5 / 1.000 = 3,13 \text{ kg/h}$$

όπου:

Q_{H2O2M} = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου (kg/h)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)

q_{H2O2M} = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή υπεροξειδίου του υδρογόνου (2,5 mg/l)

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{H2O2m} = Q \times q_{H2O2m} = 1.875 \times 0,4 / 1.000 = 0,75 \text{ kg/h}$$

όπου:

Q_{H2O2m} = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου (kg/h)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

q_{H2O2m} = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή υπεροξειδίου του υδρογόνου (0,4 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_{H2O2M} = Q \times q_{H2O2M} = 1.875 \times 2,5 / 1.000 = 4,69 \text{ kg/h}$$

όπου:

Q_{H2O2M} = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου (kg/h)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

q_{H2O2M} = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή υπεροξειδίου του υδρογόνου (2,5 mg/l)

Βάσει των ανωτέρω, η καταναλισκόμενη ποσότητα υπεροξειδίου του υδρογόνου στη δεξαμενή προοζόνωσης έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 5 Κατανάλωση υπεροξειδίου του υδρογόνου

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ H_2O_2	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg/d)	
	Α΄ ΦΑΣΗ	Β΄ ΦΑΣΗ
Ελάχιστη	12,0	18,0
Μέγιστη	75,1	112,6

Το υπεροξείδιο του υδρογόνου που προστίθεται στη δεξαμενή προοζόνωσης αποθηκεύεται σε δεξαμενή. Λαμβάνοντας την πυκνότητα του διαλύματος υπεροξειδίου του υδρογόνου ίση με 1,2 kg/l και για περιεκτικότητα του διαλύματος υπεροξειδίου του υδρογόνου ίση με 50%, η απαιτούμενη μέγιστη ημερήσια παροχή υπεροξειδίου του υδρογόνου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 75,1 kg/d / (1,2 kg/l x 0,5) = 125,2 l/d και κατά τη Β΄ Φάση σε 112,6 kg/d / (1,2 kg/l x 0,5) = 187,7 l/d, οπότε για εξασφάλιση επάρκειας ενός μηνός κατά τη Β΄ Φάση απαιτείται δεξαμενή αποθήκευσης όγκου 30 x 187,7 / 1.000 = 5,6 m3.

Η απαιτούμενη παροχή των αντλιών τροφοδοσίας του διαλύματος υπεροξειδίου του υδρογόνου προς την προοζόνωση ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 125,2 l/d / 24 = 5,2 l/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 187,7 l/d / 24 = 7,8 l/h κι επομένως απαιτείται η εγκατάσταση ζεύγους δοσομετρικών αντλιών διαλύματος υπεροξειδίου του υδρογόνου προς την προοζόνωση, μοναδιαίας παροχής 10 l/h, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 0 – 100%.

2.7 ΤΑΧΕΙΑ ΜΙΞΗ

Στη δεξαμενή ταχείας ανάμιξης λαμβάνει χώρα προσθήκη κροκιδωτικού με σκοπό την αποσταθεροποίηση των κολλοειδών αιωρούμενων σωματιδίων του ανεπεξέργαστου νερού, τα οποία προκαλούν τη θολότητα και διευκολύνεται η ανάπτυξη συσσωματωμάτων κι ο σχηματισμός κροκίδων.

Η κροκίδωση μπορεί να γίνει με προσθήκη είτε υγρού χλωριούχου πολυαργιλίου (PACl) είτε διαλύματος θειικού αργιλίου. Από τον ΟΑΚ Α.Ε. έχει επιλεγεί η εγκατάσταση και των δύο συστημάτων προσθήκης κροκιδωτικού.

Το προστιθέμενο κροκιδωτικό (είτε PAC είτε σκόνη θειϊκού αργιλίου) πρέπει να είναι κατάλληλο για χρήση σε πόσιμο νερό, βάσει σχετικών πιστοποιητικών καταλληλότητας που θα συνοδεύουν την προμήθειά του.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή ανεπεξέργαστου νερού = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h).
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 3

- Απαιτούμενος χρόνος παραμονής = 100 sec
- Ελάχιστος χρόνος παραμονής = 60 sec
- Απαιτούμενη κλίση ταχύτητας ανάδευσης = 450 s^{-1}
- Ειδική παροχή κροκιδωτικού = 1,35 – 2,70 mg/l Al

Απαιτούμενες Μονάδες

Ο απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής ταχείας ανάμιξης ανέρχεται σε:

$$V_{απαιτ.} = Q \times t_{\pi} = 1.875 \times 100 / 3.600 = 52,1\ m^3$$

όπου:

$V_{απαιτ.}$ = απαιτούμενος όγκος δεξαμενής ταχείας ανάμιξης (m^3)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

t_{π} = απαιτούμενος χρόνος παραμονής (100 sec)

Οι μοναδιαίες διαστάσεις των τριών δεξαμενών ταχείας ανάμιξης επιλέγονται ως ακολούθως:

- Μήκος = 2,8 m
- Πλάτος = 2,8 m
- Ωφέλιμο βάθος = 2,3 m

Βάσει των ανωτέρω, ο συνολικός όγκος των δεξαμενών ταχείας ανάμιξης ανέρχεται σε

$$V_{ταχείας\ ανάμιξης} = 3 \times 2,8 \times 2,8 \times 2,3 = 54,1\ m^3\ (> 52,1\ m^3)$$

Οι επιτυγχανόμενοι χρόνοι παραμονής, τόσο για την κανονική όσο και την έκτακτη λειτουργία, έχουν ως ακολούθως:

- Για κανονική λειτουργία (3 δεξαμενές σε λειτουργία):

$$t = V / Q = 3 \times (2,8 \times 2,8 \times 2,3) \times 3.600 / 1.875 = 103,9\ sec$$

- Για έκτακτη λειτουργία (2 δεξαμενές σε λειτουργία):

$$t = V / Q = 2 \times (2,8 \times 2,8 \times 2,3) \times 3.600 / 1.875 = 69,2\ sec$$

όπου:

t = επιτυγχανόμενος χρόνος παραμονής (sec)

V = όγκος ταχείας ανάμιξης (m^3)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

Για την αποτελεσματική διασπορά του προστιθέμενου κροκιδωτικού απαιτείται η ταχεία ανάμιξή του με το νερό, η οποία εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση αναδευτήρα κάθετου άξονα με προπέλλα σε κάθε δεξαμενή ταχείας ανάμιξης. Βάσει της απαιτούμενης κλίσης ταχύτητας ανάδευσης, η απορροφούμενη ισχύς του αναδευτήρα είναι:

$$G = [P / (\mu \times V)]^{1/2} \text{ ή } P = G^2 \times \mu \times V = 200^2 \times 10^{-3} \times 18 = 720\ W$$

όπου:

P = απορροφούμενη ισχύς αναδευτήρα (W)

G = κλίσης ταχύτητας ανάδευσης (200 s^{-1})

μ = συνεκτικότητα νερού = 10^{-3} kg/(m x s)

V = μοναδιαίος όγκος δεξαμενής ταχείας ανάμιξης (2,8 x 2,8 x 2,3 = 18,0 m^3)

Επιλέγονται τρεις (3) αναδευτήρες, μοναδιαίας απορροφούμενης ισχύος 1,5 kW, ένας για κάθε δεξαμενή ταχείας ανάμιξης. Για την προσαρμογή της εφαρμοζόμενης κλίσης ταχύτητας τόσο στην ποιότητα του ανεπεξέργαστου νερού όσο και στην ποσότητα του δοσομετρούμενου κροκιδωτικού, απαιτείται ο αναδευτήρας να είναι εξοπλισμένος με σύστημα ρύθμισης στροφών.

Η απαιτούμενη δόση κροκιδωτικού κυμαίνεται μεταξύ 1,35 – 2,70 mg/l Al ανάλογα με τη θολότητα του εισερχόμενου νερού. Για θολότητα εισερχόμενου νερού μικρότερη των 5 NTU, μπορεί να λαμβάνει χώρα απευθείας διύλιση κατόπιν παράκαμψης της δεξαμενής κροκιδοκαθίζησης και η δόση του κροκιδωτικού λαμβάνεται ίση με 0,90 – 1,35 mg/l Al.

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_m = Q \times q_m = 1.250 \times 1,35 / 1.000 = 1,69 \text{ kg/h Al}$$

όπου:
Q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού (kg/h Al)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή κροκιδωτικού (1,35 mg/l Al)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_M = Q \times q_M = 1.250 \times 2,70 / 1.000 = 3,38 \text{ kg/h Al}$$

όπου:
Q_M = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού (kg/h Al)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_M = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή κροκιδωτικού (2,7 mg/l Al)

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_m = Q \times q_m = 1.875 \times 1,35 / 1.000 = 2,53 \text{ kg/h Al}$$

όπου:
Q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού (kg/h Al)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή κροκιδωτικού (1,35 mg/l Al)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε

$$Q_M = Q \times q_M = 1.875 \times 2,70 / 1.000 = 5,06 \text{ kg/h Al}$$

όπου:
Q_M = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού (kg/h Al)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_M = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή κροκιδωτικού (2,7 mg/l Al)

Βάσει των ανωτέρω, η αναμενόμενη κατανάλωση κροκιδωτικού έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 6 Κατανάλωση κροκιδωτικού

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΡΟΚΙΔΩΤΙΚΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg/d Al)	
	Α΄ ΦΑΣΗ	Β΄ ΦΑΣΗ
Ελάχιστη	40,6	60,7
Μέγιστη	81,1	121,4

Η μονάδα παρασκευής, αποθήκευσης και δοσομέτρησης κροκιδωτικού διαστασιολογείται στη σχετική παράγραφο.

2.8 ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε, στο θάλαμο κροκίδωσης λαμβάνει χώρα προσθήκη πολυηλεκτρολύτη σε συνθήκες ήπιας ανάδευσης.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή ανεπεξέργαστου νερού = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h).
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 3
- Απαιτούμενος χρόνος παραμονής = 15 - 25 min
- Ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος παραμονής = 10 min
- Ταχύτητα εισόδου θαλάμου κροκίδωσης = 0,1 – 0,4 m/s
- Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα εξόδου θαλάμου κροκίδωσης = 0,025 m/sec
- Απαιτούμενη κλίση ταχύτητας ανάδευσης = 10 - 100 s^{-1}
- Ειδική παροχή πολυηλεκτρολύτη = 0,2 – 0,5 mg/l

Απαιτούμενες Μονάδες

Ο απαιτούμενος όγκος του θαλάμου κροκίδωσης ανέρχεται σε:

$$V_{απαιτ.} = Q \times t_{π} = 1.875 \times 15 / 60 = 468,8\ m^3$$

όπου:

$V_{απαιτ.}$ = απαιτούμενος όγκος θαλάμου κροκίδωσης (m^3)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

$t_{π}$ = απαιτούμενος χρόνος παραμονής (15 min)

Οι μοναδιαίες διαστάσεις των τριών θαλάμων κροκίδωσης επιλέγονται ως ακολούθως:

- Μήκος = 5,5 m
- Πλάτος = 5,5 m
- Ωφέλιμο βάθος = 5,5 m.

Βάσει των ανωτέρω, ο συνολικός όγκος των θαλάμων κροκίδωσης ανέρχεται σε

$$V_{κροκίδωσης} = 3 \times 5,5 \times 5,5 \times 5,5 = 499,1\ m^3\ (> 468,8\ m^3)$$

Οι επιτυγχανόμενοι χρόνοι παραμονής, τόσο για την κανονική όσο και την έκτακτη λειτουργία, έχουν ως ακολούθως:

- Για κανονική λειτουργία (3 δεξαμενές σε λειτουργία):

t = V / Q = 3 x (5,5 x 5,5 x 5,5) x 60 / 1.875 = 16,0 min

- Για έκτακτη λειτουργία (2 δεξαμενές σε λειτουργία):

t = V / Q = 2 x (5,5 x 5,5 x 5,5) x 60 / 1.875 = 10,6 min

όπου:

t = επιτυγχανόμενος χρόνος παραμονής (min)

V = όγκος κροκίδωσης (m^3)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

Για εξασφάλιση της ταχύτητας εξόδου από το θάλαμο κροκίδωσης - εισόδου στο θάλαμο καθίζησης (0,025 m/s), η ελάχιστη επιτρεπόμενη μοναδιαία επιφάνεια εξόδου (E_2) του θαλάμου κροκίδωσης ανέρχεται σε

$E_2 \geq q / u \leftrightarrow E_2 \geq 0,174 / 0,025\ m^2 \leftrightarrow E_2 \geq 6,96\ m^2$

όπου:

E_2 = επιφάνεια εξόδου θαλάμου κροκίδωσης (m^2)

q = παροχή νερού προς επεξεργασία ανά θάλαμο κροκίδωσης (1.875 / (3 x 3.600) = 0,174 m^3/s).

u = μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα εξόδου θαλάμου κροκίδωσης (0,025 m/s)

Η ανωτέρω επιφάνεια πρέπει να εκτείνεται σε όλο το μήκος του θαλάμου κροκίδωσης και καθώς η έξοδος γίνεται με υπερχείλιση, το ελάχιστο βάθος στο σημείο υπερχείλισης ανέρχεται σε

$H_{υπερχ.} \geq E_2 / L_{κροκ} \leftrightarrow H_{υπερχ.} \geq 6,96 / 5,5 \leftrightarrow H_{υπερχ.} > 1,3$ m

όπου:

$H_{υπερχ.}$ = βάθος σημείου εξόδου θαλάμου κροκίδωσης (m)

E_2 = επιφάνεια εξόδου θαλάμου κροκίδωσης (m^2)

$L_{κροκ}$ = μήκος θαλάμου κροκίδωσης (5,5 m)

Επιλέγεται ύψος υπερχείλισης ίσο με 1,4 m, οπότε, για ωφέλιμο βάθος της δεξαμενής κροκίδωσης ίσο με 5,5 m, το απαιτούμενο ύψος του τοιχείου υπερχείλισης ανέρχεται σε 4,1 m.

Για την αποτελεσματική διασπορά του προστιθέμενου πολυηλεκτρολύτη απαιτείται η βραδεία ανάμιξή του με το νερό, η οποία εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση αναδευτήρα κάθετου άξονα με προπέλλα. Βάσει της απαιτούμενης κλίσης ταχύτητας ανάδευσης, η απορροφούμενη ισχύς του αναδευτήρα είναι:

$G = [P / (\mu \times V)]^{1/2}$ ή $P = G^2 \times \mu \times V = 100^2 \times 10^{-3} \times 166,4 = 1.664$ W

όπου:

P = απορροφούμενη ισχύς αναδευτήρα (W)

G = κλίσης ταχύτητας ανάδευσης (100 s^{-1})

μ = συνεκτικότητα νερού = 10^{-3} kg/(m x s)

V = όγκος θαλάμου κροκίδωσης (5,5 x 5,5 x 5,5 = 166,4 m^3)

Επιλέγονται τρεις (3) αναδευτήρες, μοναδιαίας απορροφούμενης ισχύος 1,7 kW, ένας για κάθε θάλαμο κροκίδωσης. Για την προσαρμογή της εφαρμοζόμενης κλίσης ταχύτητας τόσο στην ποιότητα του ανεπεξέργαστου νερού όσο και στην ποσότητα του δοσομετρούμενου πολυηλεκτρολύτη, απαιτείται ο αναδευτήρας να είναι εξοπλισμένος με σύστημα ρύθμισης στροφών.

Η απαιτούμενη δόση πολυηλεκτρολύτη κυμαίνεται μεταξύ 0,2 – 0,5 mg/l ανάλογα με τη θολότητα του εισερχόμενου νερού. Για θολότητα εισερχόμενου νερού μικρότερη των 5 NTU, μπορεί να λαμβάνει χώρα απευθείας διύλιση κατόπιν παράκαμψης της δεξαμενής κροκιδοκαθίζησης και η δόση του πολυηλεκτρολύτη λαμβάνεται ίση με 0,1 mg/l.

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_m = Q \times q_m = 1.250 \times 0,2 / 1.000 = 0,25$ kg/h
όπου:
Q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή πολυηλεκτρολύτη (0,2 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_M = Q \times q_M = 1.250 \times 0,5 / 1.000 = 0,63$ kg/h
όπου:
Q_M = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_M = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή πολυηλεκτρολύτη (0,5 mg/l)

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_m = Q \times q_m = 1.875 \times 0,2 / 1.000 = 0,38$ kg/h
όπου:
Q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή πολυηλεκτρολύτη (0,2 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_M = Q \times q_M = 1.875 \times 0,5 / 1.000 = 0,94$ kg/h
όπου:
Q_M = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_M = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή πολυηλεκτρολύτη (0,5 mg/l)

Βάσει των ανωτέρω, η αναμενόμενη κατανάλωση πολυηλεκτρολύτη έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 7 Κατανάλωση πολυηλεκτρολύτη στη μονάδα κροκίδωσης –καθίζησης

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg/d)	
	Α΄ ΦΑΣΗ	Β΄ ΦΑΣΗ
Ελάχιστη	6,0	9,1
Μέγιστη	15,1	22,6

Η μονάδα παρασκευής και δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη διαστασιολογείται στη σχετική παράγραφο.

2.9 ΚΑΘΙΖΗΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε, στο θάλαμο κροκίδωσης λαμβάνει χώρα κατόπιν καθίζησης ο διαχωρισμός των κροκίδων που έχουν ήδη σχηματιστεί στο θάλαμο κροκίδωσης. Οι ορθογωνικές δεξαμενές καθίζησης εξοπλίζονται με λαμέλλες, ήτοι κεκλιμένες πλάκες (lamella plates) ή κεκλιμένους σωλήνες (lamella tubes), τοποθετημένες παράλληλα μεταξύ τους. Οι λαμέλλες κατασκευάζονται είτε από σκληρό PVC είτε από PPVT, με σταθεροποιητή προστασίας από την ηλιακή ακτινοβολία, και πρέπει να είναι πιστοποιημένες για χρήση σε πόσιμο νερό. Το νερό ακολουθεί ανοδική πορεία στο χώρο ανάμεσα στις λαμέλλες ενώ οι κροκίδες που περιέχονται σε αυτό είτε καθιζάνουν απευθείας είτε κυλούν στην επιφάνεια των λαμελλών προς τον πυθμένα του θαλάμου, όπου καθιζάνουν και με τη βοήθεια μηχανισμού σάρωσης του πυθμένα οδηγούνται στο φρεάτιο συλλογής ιλύος.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή ανεπεξέργαστου νερού = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h).
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 3
- Ωφέλιμο πλάτος θαλάμου καθίζησης = Ωφέλιμο πλάτος θαλάμου κροκίδωσης
- Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα καθίζησης Hazen = 0,80 $m^3/(m^2 \times h)$
- Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα ροής μέσα στις λαμέλλες = 10 $m^3/(m^2 \times h)$
- Κλίση λαμελλών σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο = 60^0
- Ελάχιστο ωφέλιμο βάθος κάτωθεν λαμελλών = 3,0 m

Απαιτούμενες Μονάδες

Η απαιτούμενη επιφάνεια των λαμελλών κάθε θαλάμου καθίζησης ανέρχεται σε:

$E1_{απαιτ.} = q / (V_H \times \cos\theta) = 625 / (0,8 \times 0,5) = 1.562,5\ m^2$

όπου:

$E1_{απαιτ.}$ = απαιτούμενη επιφάνεια λαμελλών ανά θάλαμο καθίζησης (m^2)

q = παροχή νερού προς επεξεργασία ανά θάλαμο καθίζησης (1.875 / 3 = 625 m^3/h)

V_H = ταχύτητα καθίζησης Hazen (0,80 $m^3/(m^2 \times h)$)

θ = γωνία κλίσης λαμελλών (60^0)

Ακολουθεί η <u>ενδεικτική</u> διαστασιολόγηση του συστήματος λαμελλών και του θαλάμου καθίζησης βάσει των ακόλουθων παραδοχών:

- Ύψος λαμέλλας (H_L) = 1,0 m
- Πάχος λαμέλλας (w_L) = 1,2 mm
- Ελάχιστη απόσταση μεταξύ λαμελλών (a_L) = 40 mm

Βάσει των ανωτέρω, ο απαιτούμενος αριθμός λαμελλών ανέρχεται σε:
$N = E1_{απαιτ.} / (H_L \times w) = 1.562,5 / (1,0 \times 5,5) = 284,1$ τεμ.
όπου:
N = απαιτούμενος αριθμός λαμελλών (τεμ.)
$E1_{απαιτ.}$ = απαιτούμενη επιφάνεια λαμελλών (1.562,5 m^2)
H_L = ύψος λαμέλλας (1,0 m)
w = μοναδιαίο πλάτος θαλάμου καθίζησης (5,5 m)

Επιλέγονται N = 290 τεμάχια λαμελλών οπότε η επιτυγχανόμενη ταχύτητα καθίζησης Hazen ανέρχεται σε:
$V_H = q / (N \times S_L \times \cos\theta) = 625 / (290 \times 5,5 \times 0,5) = 0,78\ m^3/(m^2 \times h)$ [< 0,80 $m^3/(m^2 \times h)$]
όπου:
N = αριθμός λαμελλών (290 τεμ.)
q = παροχή νερού προς επεξεργασία ανά θάλαμο καθίζησης (1.875 / 3 = 625 m^3/h)
S_L = μοναδιαίο εμβαδόν λαμέλλας (1,0 x 5,5 = 5,5 m^2)
θ = γωνία κλίσης λαμελλών (60^0)

Αντίστοιχα, η επιτυγχανόμενη ταχύτητα ταχύτητα ροής μέσα στις λαμέλλες ανέρχεται σε:
$V_F = q / [(N -1) \times a_L \times w] = 625 / (289 \times 0,04 \times 5,5) = 9,8$ m/h (< 10 m/h)
όπου:
V_F = ταχύτητα ταχύτητα ροής μέσα στις λαμέλλες (m/h)
q = παροχή νερού προς επεξεργασία ανά θάλαμο καθίζησης (1.875 / 3 = 625 m^3/h)
N = αριθμός λαμελλών (290 τεμ.)
a_L = απόσταση μεταξύ λαμελλών (40 mm)
w = μοναδιαίο πλάτος θαλάμου καθίζησης (5,5 m)

Βάσει τόσο του πάχους των λαμελλών όσο και της απαιτούμενης απόστασης μεταξύ τους, το ελάχιστο μήκος του θαλάμου καθίζησης ανέρχεται σε:
$L_K = N \times w_L + (N+1) \times a_L = 290 \times 0,0012 + 291 \times 0,04 = 12,0$ m
όπου:
L_K = ελάχιστο μήκος θαλάμου καθίζησης (m)
N = αριθμός λαμελλών (290 τεμ.)
w_L = πάχος λαμέλλας (1,2 mm)
a_L = απόσταση μεταξύ λαμελλών (40 mm)

Βάσει των ανωτέρω, ο κάθε θάλαμος καθίζησης έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
- Μήκος = 13,0 m
- Πλάτος = 5,5 m
- Ωφέλιμο βάθος = 5,0 m

- Ωφέλιμο βάθος κάτωθεν λαμελλών ≥ 3,0 m
- Αριθμός λαμελλών = 290 τεμ.

2.10 ΠΑΡΑΚΑΜΨΗ ΚΡΟΚΙΔΟΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Για θολότητα εισερχόμενου νερού μικρότερη των 5 NTU, μπορεί να λαμβάνει χώρα απευθείας διύλιση κατόπιν παράκαμψης της δεξαμενής κροκιδοκαθίζησης. Στην περίπτωση αυτή το κροκιδωτικό τροφοδοτείται στη δεξαμενή ταχείας μίξης, όπου διασφαλίζεται η επαρκής διασπορά του και η δόση του λαμβάνεται ίση με 0,90 – 1,35 mg/l Al.

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_m = Q \times q_m = 1.250 \times 0,90 / 1.000 = 1,13$ kg/h Al
όπου:
Q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού (kg/h Al)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή κροκιδωτικού (0,90 mg/l Al)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_m = Q \times q_m = 1.250 \times 1,35 / 1.000 = 1,69$ kg/h Al
όπου:
Q_M = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού (kg/h Al)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_M = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή κροκιδωτικού (1,35 mg/l Al)

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_m = Q \times q_m = 1.875 \times 0,90 / 1.000 = 1,69$ kg/h Al
όπου:
Q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού (kg/h Al)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή κροκιδωτικού (0,90 mg/l Al)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_m = Q \times q_m = 1.875 \times 1,35 / 1.000 = 2,53$ kg/h Al
όπου:
Q_M = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα κροκιδωτικού (kg/h Al)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_M = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή κροκιδωτικού (1,35 mg/l Al)

Βάσει των ανωτέρω, η αναμενόμενη κατανάλωση κροκιδωτικού έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 8 Κατανάλωση κροκιδωτικού υπό συνθήκες παράκαμψης της μονάδας κροκιδοκαθίζησης

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΡΟΚΙΔΩΤΙΚΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg/d Al)	
	Α΄ ΦΑΣΗ	Β΄ ΦΑΣΗ
Ελάχιστη	27,1	40,6
Μέγιστη	40,6	60,7

Αντίστοιχα, η δόση του πολυηλεκτρολύτη λαμβάνεται ίση με 0,1 mg/l κι επομένως η κατανάλωσή του, ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 1.250 x 0,1 / 1.000 = 0,125 kg/h = 3,0 kg/d και κατά τη Β΄ Φάση σε 1.875 x 0,1 / 1.000 = 0,1875 kg/h = 4,5 kg/d. Στην περίπτωση παράκαμψης της κροκιδοκαθίζησης ο πολυηλεκτρολύτης τροφοδοτείται στο κοινό κανάλι διανομής των δεξαμενών κροκίδωσης και ο αγωγός παράκαμψης πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε η ταχύτητα ροής να εξασφαλίζει την επαρκή ανάμιξη. Βάσει των ανωτέρω απαιτούνται:

1. Αγωγός τροφοδοσίας πολυηλεκτρολύτη στο κοινό κανάλι διανομής των δεξαμενών κροκίδωσης και
2. Κατάλληλη επιλογή διαμέτρου και κλίσης του αγωγού παράκαμψης ώστε η ταχύτητα ροής εντός του αγωγού να εξασφαλίζει την επαρκή ανάμιξη του πολυηλεκτρολύτη (u > 0,5 m/s) για καθένα από τα σενάρια λειτουργίας της μονάδας.

Όπως προαναφέρθηκε, οι μονάδες παρασκευής και δοσομέτρησης κροκιδωτικού και πολυηλεκτρολύτη διαστασιολογούνται στις σχετικές παραγράφους.

2.11 ΔΙΥΛΙΣΗ

Για τη διύλιση επελέγεται η χρήση διστρωματικών φίλτρων (άμμου – ανθρακίτη), τα οποία εξασφαλίζουν μεγάλο ενεργό χρόνο διύλισης μεταξύ δύο πλύσεων, ελαχιστοποιώντας έτσι το συνολικά απαιτούμενο νερό έκπλυσης αλλά κι εξοικονομώντας ενέργεια λόγω μικρότερου, συνολικά, χρόνου λειτουργίας του εξοπλισμού έκπλυσης.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή νερού προς επεξεργασία = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h)
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 3
- Μέγιστη επιτρεπόμενη επιφανειακή φόρτιση = 10 $m^3/(m^2 \times h)$ για τη δυσμενέστερη περίπτωση λειτουργίας (δύο κλίνες διύλισης εκτός λειτουργίας, η μια κλίνη λόγω πλύσης και η άλλη κλίνη λόγω συντήρησης).
- Λόγος μήκους προς πλάτος (L/W) της κλίνης ≥ 3

Απαιτούμενες Μονάδες

Η απαιτούμενη επιφάνεια των κλινών διύλισης ανέρχεται σε:

$$E_{απαιτ.} = Q / F = 1.875 / 10 = 187,5\ m^2$$

όπου:

$E_{απαιτ.}$ = απαιτούμενη επιφάνεια κλινών διύλισης (m^2)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
F = μέγιστη επιτρεπόμενη επιφανειακή φόρτιση [10 $m^3/(m^2 \times h)$]

Επιλέγονται έξι (6) κλίνες διύλισης, με τις ακόλουθες ωφέλιμες μοναδιαίες διαστάσεις:

- L = 12,25 m και
- W = 4,0 m

Η μοναδιαία επιφάνεια της κλίνης διύλισης ανέρχεται σε 4,0 x 12,25 = 49,0 m^2, η συνολική επιφάνεια κλινών διύλισης ανέρχεται σε 6 x 49,0 = 294,0 m^2 και η επιφανειακή φόρτιση για κάθε σενάριο λειτουργίας έχει ως ακολούθως:

- Για έξι (6) κλίνες σε λειτουργία: $F = Q / E_{απαιτ.} = 1.875 / (6 \times 49,0) = 6,4\ m^3/(m^2 \times h)$
- Για μια κλίνη εκτός λειτουργίας, ήτοι πέντε (5) κλίνες σε λειτουργία:
  $F = Q / E_{απαιτ.} = 1.875 / (5 \times 49,0) = 7,7\ m^3/(m^2 \times h)$
- Για δύο κλίνες εκτός λειτουργίας, ήτοι τέσσερεις (4) κλίνες σε λειτουργία:
  $F = Q / E_{απαιτ.} = 1.875 / (4 \times 49,0) = 9,6\ m^3/(m^2 \times h)$

Διυλιστικό Μέσο

Το ωφέλιμο βάθος του διυλιστικού μέσου των κλινών διύλισης ανέρχεται σε 1,20 m και κατανέμεται ως ακολούθως:

- Ανθρακίτης = 0,60 m
- Άμμος = 0,40 m
- Χαλίκι = 0,20 m

Η ποσότητα των υλικών του διυλιστικού μέσου έχει ως ακολούθως:

- Ανθρακίτης = 6 x 49 x 0,60 = 176,4 m^3
- Άμμος = 6 x 49 x 0,40 = 117,6 m^3
- Χαλίκι = 6 x 49 x 0,20 = 58,8 m^3

Τα χαρακτηριστικά του διυλιστικού μέσου έχουν ως ακολούθως:

- Ανθρακίτης:
  - Ωφέλιμη διάμετρος κόκκων ανθρακίτη = 1,0 – 1,1 mm
  - Συντελεστής ομοιομορφίας ανθρακίτη = 1,5 – 1,6
- Άμμος:
  - Ωφέλιμη διάμετρος κόκκων άμμου = 0,4 – 0,5 mm
  - Συντελεστής ομοιομορφίας άμμου = 1,5 – 1,6
- Ωφέλιμη διάμετρος κόκκων χαλικιού = 5 - 10 mm

Απαιτείται η εξασφάλιση της ισοκατανομής σε καθεμιά από τις έξι (6) κλίνες διύλισης καθώς και η δυνατότητα απομόνωσης καθεμιάς από τις έξι (6) κλίνες διύλισης είτε για πλύση είτε για συντήρηση. Επιπλέον απαιτείται η ομοιόμορφη κατανομή της παροχής σε όλη την επιφάνεια κάθε κλίνης διύλισης.

Έκπλυση Κλινών Διύλισης

Επιλέγεται η πλύση των κλινών διύλισης τόσο με νερό όσο και με αέρα, με σκοπό τη διασφάλιση της αποτελεσματικότερης πλύσης.

Αέρας Έκπλυσης

Η μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή αέρα έκπλυσης ανέρχεται σε 80 m3/(m2 x h) οπότε η μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα έκπλυσης μιας κλίνης διύλισης ανέρχεται σε:

Qair = qair x A = 80 x 49 = 3.920 m3/h

όπου:

Qair = μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα έκπλυσης (m3/h)

qair = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή αέρα έκπλυσης [80 m3/(m2 x h)]

A = μοναδιαία επιφάνεια κλίνης διύλισης (49 m2)

Νερό Έκπλυσης

Η μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή νερού έκπλυσης ανέρχεται σε 60 m3/(m2 x h) οπότε η μέγιστη απαιτούμενη παροχή νερού έκπλυσης μιας κλίνης διύλισης ανέρχεται σε:

Qwater = qwater x A = 60 x 49 = 2.940 m3/h

όπου:

Qair = μέγιστη απαιτούμενη παροχή νερού έκπλυσης (m3/h)

qwater = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή νερού έκπλυσης [60 m3/(m2 x h)]

A = μοναδιαία επιφάνεια κλίνης διύλισης (49 m2)

Όγκος Καθαρού Νερού Έκπλυσης - Όγκος Ακάθαρτου Νερού Έκπλυσης

Το καθαρό νερό έκπλυσης τροφοδοτείται από τη δεξαμενή καθαρού νερού και ο απαιτούμενος όγκος του εξαρτάται από το εφαρμοζόμενο πρόγραμμα πλύσης. Το παραγόμενο ακάθαρτο νερό πλύσης απομακρύνεται από τον οχετό προς το αντλιοστάσιο ακάθαρτων νερών έκπλυσης, από όπου αντλείται προς τη μονάδα επεξεργασίας ακάθαρτων νερών έκπλυσης.

Το ακριβές πρόγραμμα πλύσης θα καθοριστεί βάσει των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας. Ο απαιτούμενος όγκος καθαρού νερού έκπλυσης καθώς και ο ενδεικτικά παραγόμενος όγκος ακάθαρτων νερών έκπλυσης υπολογίζονται κατωτέρω βάσει ενός τυπικού προγράμματος πλύσης των κλινών διύλισης:

Πίνακας 9 Έκπλυση κλινών διύλισης

ΣΤΑΔΙΟ ΕΚΠΛΥΣΗΣ	ΕΙΔΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΠΛΥΣΗΣ $m^3/(m^2 \times h)$	ΔΙΑΡΚΕΙΑ (min)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΚΑΘΑΡΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΚΠΛΥΣΗΣ (m^3)	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΕΚΠΛΥΣΗΣ (m^3)
Εκκένωση οχετού αποχέτευσης	---	---	---	12,25 x 1,0 x 1,5 = 18,4***
Έκπλυση με αέρα	80	3	---	---
Έκπλυση με αέρα + νερό	60 (αέρας) 15 (νερό)	3	49 x 15 x 3/60 = 36,8	36,8
Έκπλυση με νερό	30	8,5	49 x 30 x 8,5/60 = 208,3	208,3
Έκπλυση με νερό	60	5	49 x 60 x 5/60 = 245,0	245,0
Ωρίμανση κλίνης (ανεπεξέργαστο νερό)	---	20	---	(1.875 / 6) x 20 / 60 = 104,2
ΣΥΝΟΛΟ		**35**	**490,1**	**612,7**

*** Διαστάσεις οχετού αποχέτευσης ακάθαρτων νερών έκπλυσης (L x W) = 12,25 m x 1,0 m

2.12 ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ

Προσθήκη ενεργού άνθρακα σε μορφή σκόνης

Για την αντιμετώπιση επεισοδίων εμφάνισης είτε οσμής είτε εντομοκτόνων και φυτοφαρμάκων χρησιμοποιείται ενεργός άνθρακας σε μορφή σκόνης (PAC), ο οποίος παρασκευάζεται ως διάλυμα και δοσομετρείται στο κανάλι διανομής της κροκιδοκαθίζησης. Ο ενεργός άνθρακας πρέπει να είναι κατάλληλος για χρήση σε πόσιμο νερό, βάσει σχετικών πιστοποιητικών καταλληλότητας που θα συνοδεύουν την προμήθειά του.

Η ειδική παροχή PAC είναι 10 - 30 mg/l, οπότε για μέγιστη απαιτούμενη δόση PAC ίση με 30 mg/l, η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα PAC κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε 1.250 x 30 / 1.000 = 37,50 kg/h και κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε 1.875 x 30 / 1.000 = 56,25 kg/h.

Η σκόνη PAC ζυγίζεται σε δοσομετρικό κοχλία και μεταφέρεται στο κανάλι διανομής της κροκιδοκαθίζησης με χρήση εγχυτήρων και νερού, το οποίο τροφοδοτείται από το αντλιοστάσιο νερού εξυπηρέτησης της μονάδας. Απαιτείται η εγκατάσταση συστήματος διανομής, δυναμικότητας 37,50 kg/h PAC κατά την Α΄ Φάση και δυναμικότητας 56,25 kg/h PAC κατά τη Β΄ Φάση.

Για εξασφάλιση επάρκειας ενός μηνός απαιτείται κατά την Α΄ Φάση αποθήκευση ίση με 37,50 x 24 x 30 / 1.000 = 27,0 t ή 27,0 / 0,5 = 54 m3 και κατά τη Β΄ Φάση ίση με 56,25 x 24 x 30 / 1.000 = 40,5 t ή 40,5 / 0,5 = 81 m3 (για πυκνότητα PAC ίση με 0,5 t/m3).

Κλίνες ενεργού άνθρακα

Εφόσον τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προς επεξεργασία νερού επιβεβαιώσουν την ανάγκη συνεχούς απομάκρυνσης εντομοκτονων και φυτοφαρμάκων αλλά και για την απομάκρυνση των προϊόντων οξείδωσης λόγω της οζόνωσης προβλέπεται κατάλληλος χώρος παραπλεύρως του γηπέδου της ΕΚΝ για την εγκατάσταση φίλτρων ενεργού άνθρακα, στην ενεργή επιφάνεια του οποίου δεσμεύονται οι οξειδωμένες ενώσεις και τα λοιπά μη διασπαθέντα συστατικά.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή νερού προς επεξεργασία = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h)
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 3
- Μέγιστη επιτρεπόμενη επιφανειακή φόρτιση = 12 $m^3/(m^2 \times h)$ για τη δυσμενέστερη περίπτωση λειτουργίας (μια κλίνη διύλισης εκτός λειτουργίας)
- Χρόνος επαφής (EBCT) > 15 min
- Λόγος μήκους προς πλάτος (L/W) της κλίνης ≥ 3

Απαιτούμενες Μονάδες

Η απαιτούμενη επιφάνεια των κλινών άνθρακα ανέρχεται σε:

$$E_{απαιτ.} = Q / F = 1.875 / 12 = 156,3\ m^2$$

όπου:

$E_{απαιτ.}$ = απαιτούμενη επιφάνεια κλινών άνθρακα (m^2)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
F = μέγιστη επιτρεπόμενη επιφανειακή φόρτιση [12 $m^3/(m^2 \times h)$]

Επιλέγονται έξι (6) κλίνες άνθρακα, με τις ακόλουθες ωφέλιμες μοναδιαίες διαστάσεις:

- L = 12,0 m και
- W = 3,0 m

Η μοναδιαία επιφάνεια της κλίνης άνθρακα ανέρχεται σε 3,0 x 12,0 = 36,0 m^2, η συνολική επιφάνεια κλινών άνθρακα ανέρχεται σε 6 x 36 = 216 m^2 και η επιφανειακή φόρτιση για κάθε σενάριο λειτουργίας έχει ως ακολούθως:

- Για έξι (6) κλίνες σε λειτουργία: $F = Q / E_{απαιτ.} = 1.875 / (6 \times 36) = 8,7\ m^3/(m^2 \times h)$
- Για μια κλίνη εκτός λειτουργίας, ήτοι πέντε (5) κλίνες σε λειτουργία:

$$F = Q / E_{απαιτ.} = 1.875 / (5 \times 36) = 10,4\ m^3/(m^2 \times h)$$

Το ωφέλιμο βάθος του ενεργού άνθρακα ανέρχεται σε 2,5 m και ο συνολικός όγκος του ανέρχεται σε 6 x 36 x 2,5 = 540 m^3. Ο επιτυγχανόμενος χρόνος επαφής (EBCT) ανέρχεται σε:

$$EBCT = (V_{ολ} / Q) \times 60 = (540 / 1.875) \times 60 = 17,3\ min\ (> 15\ min)$$

όπου:
EBCT = επιτυγχανόμενος χρόνος επαφής (min)
$V_{ολ}$ = συνολικός όγκος ενεργού άνθρακα (m^3)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

Επειδή αφενός ο ενεργός άνθρακας κορέννυται και θέλει αλλαγή και αφετέρου λαμβάνει χώρα απώλειά του κατά την έκπλυση, είναι απαραίτητο να υπάρχει εφεδρεία ενεργού άνθρακα για την πλήρωση τουλάχιστον μιας κλίνης, η οποία ανέρχεται σε 36 x 2,5 = 90 m^3 κι επομένως η απαιτούμενη εφεδρεία ανέρχεται σε 100 m^3.

Ο ενεργός άνθρακας απαιτείται να είναι ανόργανης προέλευσης με αυξημένη μηχανική αντοχή για τον περιορισμό των απωλειών του κατά την έκπλυση ενώ τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του έχουν ως ακολούθως:

- Ωφέλιμη διάμετρος = 0,8 – 1,0 mm
- Συντελεστής ομοιομορφίας < 1,9

Απαιτείται η εξασφάλιση της ισοκατανομής σε καθεμιά από τις έξι (6) κλίνες άνθρακα καθώς και η δυνατότητα απομόνωσης καθεμιάς από τις έξι (6) κλίνες άνθρακα είτε για πλύση είτε για συντήρηση. Επιπλέον απαιτείται η ομοιόμορφη κατανομή της παροχής σε όλη την επιφάνεια κάθε κλίνης άνθρακα.

Έκπλυση Κλινών Άνθρακα

Επιλέγεται η πλύση των κλινών άνθρακα τόσο με νερό όσο και με αέρα, με σκοπό τη διασφάλιση της αποτελεσματικότερης πλύσης.

<u>Αέρας Έκπλυσης</u>

Η μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή αέρα έκπλυσης ανέρχεται σε 60 $m^3/(m^2 \times h)$ οπότε η μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα έκπλυσης μιας κλίνης άνθρακα ανέρχεται σε:

$$Q_{air} = q_{air} \times A = 60 \times 36 = 2.160\ m^3/h$$

όπου:

Q_{air} = μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα έκπλυσης (m^3/h)

q_{air} = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή αέρα έκπλυσης [60 $m^3/(m^2 \times h)$]

A = μοναδιαία επιφάνεια κλίνης διύλισης (36 m^2)

Νερό Έκπλυσης

Η μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή νερού έκπλυσης ανέρχεται σε 30 $m^3/(m^2 \times h)$ οπότε η μέγιστη απαιτούμενη παροχή νερού έκπλυσης μιας κλίνης άνθρακα ανέρχεται σε:

$$Q_{water} = q_{water} \times A = 30 \times 36 = 1.080\ m^3/h$$

όπου:

Q_{air} = μέγιστη απαιτούμενη παροχή νερού έκπλυσης (m^3/h)

q_{water} = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή νερού έκπλυσης [30 $m^3/(m^2 \times h)$]

A = μοναδιαία επιφάνεια κλίνης διύλισης (36 m^2)

Όγκος Καθαρού Νερού Έκπλυσης - Όγκος Ακάθαρτου Νερού Έκπλυσης

Το καθαρό νερό έκπλυσης τροφοδοτείται από τη δεξαμενή καθαρού νερού και ο απαιτούμενος όγκος του εξαρτάται από το εφαρμοζόμενο πρόγραμμα πλύσης. Το παραγόμενο ακάθαρτο νερό πλύσης απομακρύνεται από τον οχετό προς το αντλιοστάσιο νερών έκπλυσης κλινών άνθρακα, από όπου ανακυκλώνεται προς τα έργα εισόδου.

Το ακριβές πρόγραμμα πλύσης θα καθοριστεί βάσει των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας. Ο απαιτούμενος όγκος καθαρού νερού έκπλυσης καθώς και ο ενδεικτικά παραγόμενος όγκος ακάθαρτων νερών έκπλυσης υπολογίζονται κατωτέρω βάσει ενός τυπικού προγράμματος πλύσης των κλινών άνθρακα:

Πίνακας 10 Έκπλυση κλινών ενεργού άνθρακα

ΣΤΑΔΙΟ ΕΚΠΛΥΣΗΣ	ΕΙΔΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΠΛΥΣΗΣ $m^3/(m^2 \times h)$	ΔΙΑΡΚΕΙΑ (min)	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΚΑΘΑΡΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΚΠΛΥΣΗΣ (m^3)	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΩΝ ΕΚΠΛΥΣΗΣ (m^3)
Εκκένωση οχετού αποχέτευσης	---	---	---	12,0 m x 1,0 m x 2,8 m = 33,6***
Έκπλυση με αέρα	60	3	---	---
Έκπλυση με νερό	30	20	36 x 30 x 20/60 = 360,0	360,0
ΣΥΝΟΛΟ			**360,0**	**393,6**

2.13 ΕΚΠΛΥΣΗ ΚΛΙΝΩΝ

Η έκπλυση τόσο των κλινών διύλισης όσο και των κλινών άνθρακα θα γίνεται από ένα ενιαίο συγκρότημα έκπλυσης, το οποίο θα εξυπηρετεί τις ανάγκες έκπλυσης μιας (1) κλίνης τη φορά, είτε κλίνης διύλισης είτε κλίνης άνθρακα. Η ανωτέρω επιλογή γίνεται για λόγους οικονομίας και βέλτιστης αξιοποίησης του εξοπλισμού χωρίς να επηρρεάζεται η λειτουργικότητα του διυλιστηρίου συνολικά καθώς για τη δυσμενέστατη περίπτωση που θα απαιτηθεί σε ημερήσια βάση έκπλυση και των δώδεκα κλινών (6 κλινών διύλισης + 6 μελλοντικών κλινών άνθρακα) του διυλιστηρίου, αντιστοιχεί χρόνος έκπλυσης ίσος με 24 / 12 = 2 ώρες / κλίνη, ο οποίος είναι υπερεπαρκής.

Φυσητήρες Αέρα Έκπλυσης

Η μέγιστη απαιτούμενη παροχή αέρα έκπλυσης για καθεμιά από τις κλίνες διύλισης και άνθρακα έχει ως ακολούθως:

ΚΛΙΝΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ (m^3/h)
Διύλισης	3.920
Άνθρακα	2.160

Βάσει των ανωτέρω, απαιτείται η εγκατάσταση ζεύγους φυσητήρων, μοναδιαίας παροχής 3.920 Nm^3/h, από τους οποίους ο ένας θα είναι εφεδρικός, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 10 – 100%.

Αντλίες Νερού Έκπλυσης

Η μέγιστη απαιτούμενη παροχή νερού έκπλυσης για καθεμιά από τις κλίνες διύλισης και άνθρακα έχει ως ακολούθως:

ΚΛΙΝΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ (m^3/h)
Διύλισης	2.940
Άνθρακα	1.080

Βάσει των ανωτέρω, απαιτείται η εγκατάσταση τεσσάρων αντλιών νερού έκπλυσης, μοναδιαίας παροχής 980 m^3/h, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 10 – 100%.

Δεξαμενή Νερού Πλύσης

Ο απαιτούμενος όγκος του νερού έκπλυσης για καθεμιά από τις κλίνες διύλισης και άνθρακα έχει ως ακολούθως:

ΚΛΙΝΗ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΕΚΠΛΥΣΗΣ (m^3)
Διύλισης	490,1
Άνθρακα	360,0

Βάσει των ανωτέρω επιλέγεται η κατασκευή δεξαμενής νερού πλύσης ωφέλιμου όγκου 570 m^3, η οποία τροφοδοτείται συνεχώς από το κανάλι διυλισμένου νερού των υπόλοιπων εν λειτουργία κλινών κι επομένως διασφαλίζεται η συνεχόμενη επάρκεια νερού έκπλυσης.

Αντλιοστάσιο Ακάθαρτων Νερών Έκπλυσης

Το νερό έκπλυσης από τις κλίνες διύλισης οδηγείται για περαιτέρω επεξεργασία στη μονάδα επεξεργασίας ακάθαρτων νερών (μονάδα υπερδιήθησης) με άντληση (εφόσον απαιτείται). Ενδιάμεσα το νερό έκπλυσης αποθηκεύεται τόσο στη διώρυγα απαγωγής όσο και στο θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου. Ο όγκος των ακάθαρτων νερών έκπλυσης για καθεμιά από τις κλίνες διύλισης ανέρχεται σε 612,7 m^3 κι έτσι επιλέγεται συνολικός ωφέλιμος όγκος αποθήκευσης (διώρυγα απαγωγής νερού έκπλυσης + θάλαμος αναρρόφησης του αντλιοστασίου ακάθαρτων νερών έκπλυσης) ίσος με 650 m^3, ο οποίος εξασφαλίζει την επάρκεια αποθηκευτικού χώρου των νερών έκπλυσης των κλινών διύλισης.

Ο ημερήσια παραγόμενος όγκος των ακάθαρτων νερών έκπλυσης για κάθε φάση και συνθήκες λειτουργίας έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 11 Παροχή νερού έκπλυσης

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d)	1.225,4 m^3/d[(1)]	2.450,8 m^3/d[(2)]
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d)	1.838,1 m^3/d[(3)]	3.676,2 m^3/d[(4)]

[(1)] Συχνότητα πλύσης = 4 κλίνες / 48 ώρες - [(2)] Συχνότητα πλύσης = 4 κλίνες / 24 ώρες
[(3)] Συχνότητα πλύσης = 6 κλίνες / 48 ώρες - [(4)] Συχνότητα πλύσης = 6 κλίνες / 24 ώρες

Επιπλέον στο αντλιοστάσιο ακάθαρτων νερών έκπλυσης οδηγείται το σύνολο των στραγγιδίων από την επεξεργασία ιλύος (πάχυνση και αφυδάτωση ιλύος) και η αναμενόμενη παροχή τους έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 12 Συνολική ωριαία παροχή αντλιοστασίου ακαθάρτων έκπλυσης

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
19,2 m^3/h	23,7 m^3/h
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
19,5 m^3/h	24,3 m^3/h
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
36,4 m^3/h	43,2 m^3/h
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
36,8 m^3/h	44,1 m^3/h

Η συχνότητα πλύσης των κλινών διύλισης και ο διαθέσιμος χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών πλύσεων, για διάρκεια πλύσης κάθε κλίνης ίση με 1 ώρα, για κάθε φάση και συνθήκη λειτουργίας έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 13 Πλύση κλινών Α΄φάση (Q=30.000m3/d)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Συχνότητα πλύσης	4 κλίνες / 48 ώρες	4 κλίνες / 24 ώρες
Χρόνος μεταξύ διαδοχικών πλύσεων	48 / 4 – 1 = 11 hrs	24 / 4 – 1 = 5 hrs

Πίνακας 14 Πλύση κλινών Β΄φάση (Q=45.000m^3/d)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Συχνότητα πλύσης	6 κλίνες / 48 ώρες	6 κλίνες / 24 ώρες
Χρόνος μεταξύ διαδοχικών πλύσεων	48 / 6 – 1 = 7 hrs	24 / 6 – 1 = 3 hrs

Βάσει του ωφέλιμου χρόνου λειτουργίας των αντλιών ακάθαρτων νερών έκπλυσης μεταξύ δύο διαδοχικών πλύσεων για τη δυσμενέστερη περίπτωση, ο ωφέλιμος χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών πλύσεων και η απαιτούμενη μοναδιαία παροχή της αντλίας ακάθαρτων νερών έκπλυσης έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 15 Απαιτούμενη παροχή αντλίας ακαθάρτων Α Φάση (Q=30.000m^3/d)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Παροχή αντλίας ακαθάρτων νερών έκπλυσης	612,7 / 11 + 19,5 = 75,2 m^3/h	612,7 / 5 + 24,3 = 146,8 m^3/h

Πίνακας 16 Απαιτούμενη παροχή αντλίας ακαθάρτων Β Φάση (Q=45.000m3/d)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Παροχή αντλίας ακαθάρτων νερών έκπλυσης	612,7 / 7 + 36,8 = 124,3 m^3/h	612,7 / 3 + 44,1 = 248,3 m^3/h

Λαμβάνοντας υπόψη αφενός την ανάγκη αντιμετώπισης της ανομοιόμορφης κατανομής των απαιτούμενων πλύσεων των κλινών διύλισης εντός της ημέρας και αφετέρου πως ο ωφέλιμος χρόνος της κατάντι μονάδας υπερδιήθησης ανέρχεται σε 90% περίπου λόγω της αναγκαιότητας τακτικής πλύσης των μεμβρανών, για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της Α΄ Φάσης επιλέγεται η εγκατάσταση ζεύγους αντλιών ακάθαρτων νερών έκπλυσης εξοπλισμένων με inverter, μοναδιαίας παροχής 175 m^3/h, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική ενώ για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της Β΄ Φάσης επιλέγεται η εγκατάσταση ζεύγους αντλιών ακάθαρτων νερών έκπλυσης εξοπλισμένων με inverter, μοναδιαίας παροχής 350 m^3/h, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική.

Ο απαιτούμενος ελάχιστος όγκος του θαλάμου αναρρόφησης για 4 ωριαίες εκκινήσεις των αντλιών υπολογίζεται ως ακολούθως:
$V_{απαιτ.} = 0,9 \times Q / f = 0,9 \times 97,2 / 4 = 21,9\ m^3$
όπου:
V = ελάχιστος απαιτούμενος όγκος θαλάμου αναρρόφησης (m^3)
Q = παροχή αντλιών (350 m^3/h = 97,2 l/s)
f = μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός ωριαίων εκκινήσεων αντλίας (4)

Αντλιοστάσιο Ανακύκλωσης

Το νερό έκπλυσης από τις μελλοντικές κλίνες άνθρακα θα ανακυκλώνεται στα έργα εισόδου με άντληση (εφόσον απαιτείται). Ενδιάμεσα το νερό έκπλυσης θα αποθηκεύεται τόσο στη διώρυγα απαγωγής νερού έκπλυσης όσο και στο θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου ανακύκλωσης. Επιλέγεται συνολικός όγκος αποθήκευσης (διώρυγα απαγωγής νερού έκπλυσης + θάλαμος αναρρόφησης του αντλιοστασίου ανακύκλωσης) ίσος με 360 m^3, ο οποίος εξασφαλίζει την πλήρη αποθήκευση των νερών έκπλυσης των κλινών ενεργού άνθρακα.

Οι κλίνες ενεργού άνθρακα πλένονται κάθε 10 – 20 ημέρες κι επομένως λαμβάνοντας το χρόνο λειτουργίας των αντλιών ανακύκλωσης ίσο με 15 h/d, η απαιτούμενη μοναδιαία παροχή της αντλίας ανύψωσης ιλύος ανέρχεται σε 360 / 15 = 24 m^3/h. Επιλέγεται η εγκατάσταση δύο αντλιών ανακύκλωσης με inverter, ελάχιστης μοναδιαίας παροχής 25 m^3/h, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική.

Ο απαιτούμενος ελάχιστος όγκος του θαλάμου αναρρόφησης για 4 ωριαίες εκκινήσεις των αντλιών υπολογίζεται ως ακολούθως:
$V_{απαιτ.} = 0,9 \times Q / f = 0,9 \times 6,94 / 4 = 1,6\ m^3$
όπου:
V = ελάχιστος απαιτούμενος όγκος θαλάμου αναρρόφησης (m^3)
Q = παροχή αντλιών (25 m^3/h = 6,94 l/s)
f = μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός ωριαίων εκκινήσεων αντλίας (4)

2.14 ΜΕΤΑ-ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Για την εξασφάλιση της προστασίας του επεξεργασμένου νερού από πιθανή μόλυνση λόγω παθογόνων μικροοργανισμών στο δίκτυο μεταφοράς απαιτείται η χλωρίωσή του, η οποία εξασφαλίζει τη δημιουργία υπολειμματικής απολυμαντικής δράσης.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή νερού προς επεξεργασία = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h)
- Απαιτούμενη δόση χλωρίου = 1 – 3 mg/l
- Συγκέντρωση χλωρίου = 12% (120 g Cl_2/l διαλύματος NaOCl)

Το υποχλωριώδες νάτριο πρέπει να είναι κατάλληλο για χρήση σε πόσιμο νερό. Σημειώνεται πως λόγω του τρόπου παρασκευής του το υποχλωριώδες νάτριο μπορεί να περιέχει βρωμικά κι επομένως είναι επιπλέον απαραίτητο να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του προτύπου NSF/ANSI Standard 60 ως προς τα βρωμικά.

Απαιτούμενες Μονάδες

Η προσθήκη του υποχλωριώδους νατρίου γίνεται απευθείας στον αγωγό εξόδου κι επομένως δεν απαιτείται η κατασκευή ξεχωριστής δεξαμενής.

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε:

$$C1_{απαιτ.} = Q \times q_{min} / 1.000 = 1.250 \times 1 / 1.000 = 1,25 \text{ kg/h}$$

όπου:

$C1_{απαιτ.}$ = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου (kg/h)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)

q_{min} = ελάχιστη απαιτούμενη δόση χλωρίου (1 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε:

$$C2_{απαιτ.} = Q \times q_{max} / 1.000 = 1.250 \times 3 / 1.000 = 3,75 \text{ kg/h}$$

όπου:

$C2_{απαιτ.}$ = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου (kg/h)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)

q_{min} = μέγιστη απαιτούμενη δόση χλωρίου (3 mg/l)

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε:

$$C1_{απαιτ.} = Q \times q_{min} / 1.000 = 1.875 \times 1 / 1.000 = 1,88 \text{ kg/h}$$

όπου:

$C1_{απαιτ.}$ = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου (kg/h)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

q_{min} = ελάχιστη απαιτούμενη δόση χλωρίου (1 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε:

$$C2_{απαιτ.} = Q \times q_{max} / 1.000 = 1.875 \times 3 / 1.000 = 5,63 \text{ kg/h}$$

όπου:

$C2_{απαιτ.}$ = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου (kg/h)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

q_{min} = μέγιστη απαιτούμενη δόση χλωρίου (3 mg/l)

Βάσει των ανωτέρω και για συγκέντρωση χλωρίου 12% στο διάλυμα NaOCl, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή διαλύματος NaOCl κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε 3,75 / 0,12 = 31,3 l/h και κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε 5,63 / 0,12 = 46,9 l/h. Επιλέγεται ζεύγος δοσομετρικών αντλιών διαλύματος NaOCl, μοναδιαίας παροχής 50 l/h, από τις οποίες η μια είναι εφεδρική, με δυνατότητα ρύθμισης στροφών 10 – 100%.

Η μέγιστη ημερήσια απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος NaOCl κατά φάση ανέρχεται σε:

- Α΄ Φάση: 3,0 x 30.000 / (1.000 x 0,12 x 1.000) = 0,75 m^3/d
- Β΄ Φάση: 3,0 x 45.000 / (1.000 x 0,12 x 1.000) = 1,1 m^3/d

Για εξασφάλιση επάρκειας για 10 ημέρες, η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος NaOCl κατά φάση ανέρχεται σε:

- Α΄ Φάση: 0,75 m^3/d x 10 d = 7,5 m^3
- Β΄ Φάση: 1,1 m^3/d x 10 d = 11 m^3.

Συστήνεται η αποφυγή αποθήκευσης του διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου για διάστημα μεγαλύτερο των 20 ημερών λόγω της σημαντικής αποσύνθεσης που λαμβάνει χώρα με την πάροδο του χρόνου.

2.15 ΤΕΛΙΚΗ ΡΥΘΜΙΣΗ ΡΗ

Σε περίπτωση που απαιτηθεί μελλοντικά για τη διασφάλιση αποφυγής προβλημάτων κατά τη μεταφορά του νερού στο δίκτυο ύδρευσης, είτε απόθεσης ιζημάτων στους σωλήνες του δικτύου είτε διάβρωσής τους, είναι απαραίτητη η τελική ρύθμιση του pH στην τιμή κορεσμού (pH_s). Η αναγκαιότητα της ανωτέρω ρύθμισης σχετίζεται με την κατάσταση του δικτύου ύδρευσης που πρόκειται να τροφοδοτηθεί και η εφαρμογή της αποτελεί αντικείμενο καθημερινού ελέγχου κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης.

Η τελική ρύθμιση του pH γίνεται με κορεσμένο διάλυμα ασβέστου $Ca(OH)_2$, το οποίο παρασκευάζεται από σκόνη ασβέστου σε δεξαμενή κορεσμού. Η προσθήκη του διαλύματος ασβέστου λαμβάνει χώρα στο φρεάτιο εξόδου υπό ανάδευση.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή νερού προς επεξεργασία = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h)
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 1
- Ειδική παροχή ασβέστου = 10 – 15 mg/l $Ca(OH)_2$

Απαιτούμενες Μονάδες

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα ασβέστου κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_m = Q \times q_m = 1.250 \times 10 / 1.000 = 12,50$ kg/h
όπου:
Q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα ασβέστου (kg/h)φεψρε
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή ασβέστου (10 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα ασβέστου κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_M = Q \times q_M = 1.250 \times 15 / 1.000 = 18,75$ kg/h
όπου:
Q_M = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα ασβέστου (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.250 m^3/h)
q_M = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή ασβέστου (15 mg/l)

Η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα ασβέστου κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_m = Q \times q_m = 1.875 \times 10 / 1.000 = 18,75$ kg/h
όπου:
Q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα ασβέστου (kg/h Al)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_m = ελάχιστη απαιτούμενη ειδική παροχή ασβέστου (10 mg/l)

Η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα ασβέστου κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε
$Q_M = Q \times q_M = 1.875 \times 15 / 1.000 = 28,125$ kg/h
όπου:
Q_M = μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα ασβέστου (kg/h)
Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)
q_M = μέγιστη απαιτούμενη ειδική παροχή ασβέστου (15 mg/l)

Λαμβάνοντας υπόψη πως η καθαρότητα της σκόνης ασβέστου ανέρχεται σε 90%, η αναμενόμενη κατανάλωση ασβέστου έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 17 Κατανάλωση ασβέστου για τελική ρύθμιση pH

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΣΒΕΣΤΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kg/d)	
	Α΄ ΦΑΣΗ	Β΄ ΦΑΣΗ
Ελάχιστη	333,3	500,0
Μέγιστη	500,0	750,0

Στο φρεάτιο εξόδου λαμβάνει χώρα η προσθήκη του διαλύματος ασβέστου υπό ανάδευση.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή νερού προς επεξεργασία = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h)
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 1
- Ελάχιστος χρόνος παραμονής = 1 min
- Ελάχιστη ειδική ισχύς ανάμιξης = 25,0 W/m^3

Απαιτούμενες Μονάδες

Ο απαιτούμενος όγκος του φρεατίου εξόδου ανέρχεται σε

$V_{απαιτ.} = Q \times t_{π} = 1.875 \times 1 / 60 = 31,25\ m^3$

όπου:

$V_{απαιτ.}$ = απαιτούμενος όγκος φρεατίου εξόδου (m^3)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (1.875 m^3/h)

$t_{π}$ = απαιτούμενος χρόνος επαφής (1 min)

Για ωφέλιμο βάθος νερού του φρεατίου εξόδου ίσο με 3,0 m, η απαιτούμενη ωφέλιμη επιφάνεια του φρεατίου εξόδου ανέρχεται σε:

$E_{απαιτ.} = V_{απαιτ.} / H_{φρ.} = 31,25 / 3,0 = 10,4\ m^2$

όπου:

$E_{απαιτ.}$ = απαιτούμενη ωφέλιμη επιφάνεια φρεατίου εξόδου (m^2)

$V_{απαιτ.}$ = απαιτούμενος όγκος φρεατίου εξόδου (31,25 m^3)

$H_{προαερ.}$ = ωφέλιμο βάθος νερού φρεατίου εξόδου (3,0 m)

Οι διαστάσεις του φρεατίου εξόδου επιλέγονται ως ακολούθως:

- Μήκος = 3,5 m
- Πλάτος = 3,5 m
- Ωφέλιμο βάθος = 3,0 m

Βάσει των ανωτέρω, ο όγκος του φρεατίου εξόδου ανέρχεται σε

$V_{φρ.} = 3,5 \times 3,5 \times 3,0 = 36,75\ m^3$ (> 31,25 m^3)

Για την αποτελεσματική διασπορά του προστιθέμενου διαλύματος ασβεστίου απαιτείται η ανάμιξή του με το νερό, η οποία εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση αναδευτήρα κάθετου άξονα με προπέλλα. Βάσει της απαιτούμενης ειδικής ισχύος ανάμιξης, η ελάχιστη απαιτούμενη απορροφούμενη ισχύς του αναδευτήρα είναι:

$P = g \times V = 25 \times 36,75 = 918,75\ W$

όπου:

P = απορροφούμενη ισχύς αναδευτήρα (W)

g = ελάχιστη ειδική ισχύς ανάμιξης (25,0 W/m^3)

V = όγκος φρεατίου εξόδου (36,75 m^3)

Σε περίπτωση που απαιτηθεί θα εγακτασταθεί ένας (1) αναδευτήρας, απορροφούμενης ισχύος 1 kW, ο οποίος ικανοποιεί τις απαιτήσεις ανάδευσης.

2.16 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΙΛΥΟΣ

Η ιλύς που παράγεται στη δεξαμενή καθίζησης του συγκροτήματος κροκιδοκαθίζησης συλλέγεται και οδηγείται για επεξεργασία. Η ημερήσια παραγόμενη ποσότητα ιλύος υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$M = E \times (\lambda \times \Theta + \mu \times \Delta + \Pi + P) \times Q / 1.000$$

όπου:

M = ημερήσια παραγόμενη ποσότητα ιλύος (kg/d)
E = συντελεστής απόδοσης καθίζησης (90%)
λ = συντελεστής συσχέτισης αιωρούμενων στερεών και θολότητας (1,2)
Θ = θολότητα ανεπεξέργαστου νερού (NTU)
μ = συντελεστής παραγωγής στερεών λόγω προσθήκης κροκιδωτικού (4,9)
Δ = δόση κροκιδωτικού (mg/l Al)
Π = δόση πολυηλεκτρολύτη (mg/l)
P = δόση σκόνης ενεργού άνθρακα (mg/l)
Q = παροχή επεξεργασίας (m^3/d)

Λόγω της ύπαρξης προοζόνωσης, η συνεισφορά του χρώματος στην παραγωγή ιλύος θεωρείται αμελητέα.

Η ποσότητα της παραγόμενης ιλύος κατά φάση και για κάθε συνθήκη λειτουργίας έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 18 Παραγόμενη ιλύς Α΄Φάση (Q=30.000m3/d) – Χωρίς προσθήκη PAC

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Θ (NTU)	5	20
Δ (mg/l Al)	1,35	2,70
Π (mg/l)	0,2	0,5
M (kg/d)	346,0	1.018,7

Πίνακας 19 Παραγόμενη ιλύς Α΄Φάση (Q=30.000m3/d) – Με προσθήκη PAC

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Θ (NTU)	5	20
Δ (mg/l Al)	1,35	2,70
Π (mg/l)	0,2	0,5
P (mg/l)	10	30
M (kg/d)	616,0	1.828,7

Πίνακας 20 Παραγόμενη ιλύς Β΄Φάση (45.000m3/d) – Χωρίς προσθήκη PAC

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Θ (NTU)	5	20
Δ (mg/l Al)	1,35	2,70
Π (mg/l)	0,2	0,5
M (kg/d)	519,0	1.528,1

Πίνακας 21 Παραγόμενη ιλύς Β΄Φάση (45.000m3/d) – Με προσθήκη PAC

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Θ (NTU)	5	20
Δ (mg/l Al)	1,35	2,70
Π (mg/l)	0,2	0,5
P (mg/l)	10	30
M (kg/d)	924,0	2.743,1

Η αναμενόμενη συγκέντρωση στερεών της ιλύος στον πυθμένα των δεξαμενών καθίζησης με τις λαμέλλες και χωρίς προσθήκη PAC κυμαίνεται μεταξύ 2,5 – 3,5 %, οπότε η μέση συγκέντρωση στερεών της ιλύος λαμβάνεται ίση με 3%. Αντίστοιχα, η αναμενόμενη συγκέντρωση στερεών της ιλύος στον πυθμένα των δεξαμενών καθίζησης με τις λαμέλλες με προσθήκη PAC κυμαίνεται μεταξύ 4,0 – 6,0 %, οπότε η μέση συγκέντρωση στερεών της ιλύος λαμβάνεται ίση με 5%. Βάσει των ανωτέρω, οι παροχές της παραγόμενης ιλύος κατά φάση και για κάθε συνθήκη λειτουργίας έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 22 Παροχή παραγόμενης ιλύος από Δεξαμενές Καθίζησης προς πάχυνση

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
11,5 m^3/d	34,0 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
12,3 m^3/d	36,6 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
17,3 m^3/d	50,9 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
18,5 m^3/d	54,9 m^3/d

Αντλιοστάσιο ιλύος

Για την ανύψωση της παραγόμενης ιλύος απαιτείται η κατασκευή αντλιοστασίου, το οποίο θα εξοπλιστεί με ζεύγος αντλιών, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική. Λαμβάνοντας το χρόνο λειτουργίας των αντλιών ίσο με 8 h/d, η απαιτούμενη μοναδιαία παροχή της αντλίας ανύψωσης ιλύος ανέρχεται σε:

- Α΄ Φάση: 36,6 / 8 = 4,6 m^3/h και
- Β΄ Φάση: 54,9 / 8 = 6,9 m^3/h.

Επιλέγεται ζεύγος αντλιών, μοναδιαίας παροχής 5 m^3/h, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική.

Ο απαιτούμενος ελάχιστος όγκος του θαλάμου αναρρόφησης για 4 ωριαίες εκκινήσεις της αντλίας υπολογίζεται ως ακολούθως:

$V_{απαιτ.}$ = 0,9 x Q / f = 0,9 x 1,4 / 4 = 0,32 m^3

όπου:

V = ελάχιστος απαιτούμενος όγκος θαλάμου αναρρόφησης (m^3)

Q = παροχή αντλίας (5 m^3/h = 1,4 l/s)

f = μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός ωριαίων εκκινήσεων αντλίας (4)

2.17 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ

Η επεξεργασία της ιλύος που συλλέγεται στον πυθμένα των δεξαμενών καθίζησης περιλαμβάνει την πάχυνση και τη μηχανική αφυδάτωσή της. Επιπλέον μαζί της συνεπεξεργάζεται και η ιλύς της μονάδας υπερδιήθησης των ακάθαρτων νερών έκπλυσης των κλινών διύλισης.

2.17.1 Πάχυνση ιλύος

Η πάχυνση ιλύος λαμβάνει χώρα σε κυκλική δεξαμενή πάχυνσης, η οποία είναι εξοπλισμένη με περιστρεφόμενο διαμετρικό ξέστρο. Επίσης στον παχυντή θα οδηγείται μελλοντικά το ίζημα της δεξαμενής κορεσμού ασβέστη, το οποίο λειτουργεί ενισχυτικά της κροκίδωσης της ιλύος του παχυντή.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή νερού προς επεξεργασία = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h).
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 1
- Μέση φόρτιση στερεών = 25 kg/(m^2 x d)
- Μέγιστη φόρτιση στερεών = 45 kg/(m^2 x d)
- Κλίση πυθμένα = 10%
- Απόδοση συγκράτησης στερεών = 90%

Απαιτούμενες Μονάδες

Οι ποσότητες των ημερήσια παραγόμενων στερεών έχουν ως ακολούθως:

Πίνακας 23 Παραγόμενη ιλύς Α΄Φάση (Q=30.000m3/d) – χωρίς προσθήκη PAC

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΙΛΥΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Δεξαμενή κροκιδοκαθίζησης	346,0 kg/d	1.018,7 kg/d
Μονάδα υπερδιήθησης	106,0 kg/d	264,0 kg/d
ΣΥΝΟΛΟ	452,0 kg/d	1.282,7 kg/d

Πίνακας 24 Παραγόμενη ιλύς Α΄Φάση (Q=30.000m3/d) – με προσθήκη PAC

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΙΛΥΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Δεξαμενή κροκιδοκαθίζησης	616,0 kg/d	1.828,7 kg/d
Μονάδα υπερδιήθησης	158,5 kg/d	409,7 kg/d
ΣΥΝΟΛΟ	774,5 kg/d	2.238,4 kg/d

Πίνακας 25 Παραγόμενη ιλύς Β΄Φάση (Q=45.000m3/d) – χωρίς προσθήκη PAC

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΙΛΥΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Δεξαμενή κροκιδοκαθίζησης	519,0 kg/d	1.528,1 kg/d
Μονάδα υπερδιήθησης	159,2 kg/d	395,9 kg/d
ΣΥΝΟΛΟ	678,2 kg/d	1.924,0 kg/d

Πίνακας 26 Παραγόμενη ιλύς Β΄Φάση (Q=45.000m3/d) – με προσθήκη PAC

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΙΛΥΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Δεξαμενή κροκιδοκαθίζησης	924,0 kg/d	2.743,1 kg/d
Μονάδα υπερδιήθησης	237,9 kg/d	614,4 kg/d
ΣΥΝΟΛΟ	1.161,9 kg/d	3.357,5 kg/d

Η ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια του παχυντή ιλύος υπό μέσες συνθήκες ανέρχεται σε:
$E_{απαιτ.}$ = SS / F = 1.161,9 / 25 = 46,5 m^2
όπου:
$E_{απαιτ.}$ = ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια παχυντή ιλύος (m^2)
SS = μέγιστη ποσότητα παραγόμενης ιλύος υπό μέσες συνθήκες (1.161,9 kg/d)
F = μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση στερεών υπό μέσες συνθήκες [25 kg/(m^2 x d)]

Η ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια του παχυντή ιλύος υπό ακραίες συνθήκες ανέρχεται σε:
$E_{απαιτ.}$ = SS / F = 3.357,5 / 45 = 74,6 m^2
όπου:
$E_{απαιτ.}$ = ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια παχυντή ιλύος (m^2)
SS = μέγιστη ποσότητα παραγόμενης ιλύος υπό ακραίες συνθήκες (3.357,5 kg/d)
F = μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση στερεών υπό ακραίες συνθήκες [45 kg/(m^2 x d)]

Επιλέγεται παχυντής ιλύος με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ωφέλιμη διάμετρος = 10,0 m
- Ωφέλιμο βάθος = 4,0 m και
- Κλίση πυθμένα = 10%.

Βάσει των ανωτέρω, η ωφέλιμη επιφάνεια και ο όγκος αποθήκευσης του παχυντή έχουν ως ακολούθως:

- Ωφέλιμη επιφάνεια = 3,14 x $10,0^2$ / 4 = 78,5 m^2 και
- Ωφέλιμος όγκος = 78,5 x 4 = 314,0 m^3.

Η επιτυγχανόμενη φόρτιση στερεών υπό μέσες συνθήκες ανέρχεται σε:
F = SS / E = 1.161,9 / 78,5 = 14,8 kg/(m^2 x d) < 25 kg/(m^2 x d)
όπου:
F = επιτυγχανόμενη φόρτιση στερεών υπό μέσες συνθήκες [kg/(m^2 x d)]

E = επιφάνεια παχυντή ιλύος (78,5 m^2)
SS = μέγιστη ποσότητα παραγόμενης ιλύος υπό μέσες συνθήκες (1.161,9 kg/d)

Η επιτυγχανόμενη φόρτιση στερεών υπό ακραίες συνθήκες ανέρχεται σε:
F = SS / E = 3.357,5 / 78,5 = 42,8 kg/(m^2 x d) < 45 kg/(m^2 x d)
όπου:
F = επιτυγχανόμενη φόρτιση στερεών υπό ακραίες συνθήκες [kg/(m^2 x d)]
E = επιφάνεια παχυντή ιλύος (78,5 m^2)
SS = μέγιστη ποσότητα παραγόμενης ιλύος υπό ακραίες συνθήκες (3.357,5 kg/d)

Η παροχή εισόδου της ημερήσια παραγόμενης ιλύος από τις δεξαμενές κροκιδοκαθίζησης έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 27 Παροχή ιλύος από Δεξαμενές Καθίζησης προς πάχυνση

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
11,5 m^3/d	34,0 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
12,3 m^3/d	36,6 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
17,3 m^3/d	50,9 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
18,5 m^3/d	54,9 m^3/d

Η παροχή των στραγγιδίων της μονάδας υπερδιήθησης έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 28 Παροχή ακαθάρτων υπερδιήθησης προς πάχυνση

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
71,4 m^3/d	137,0 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
71,5 m^3/d	136,9 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
110,3 m^3/d	208,6 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
110,3 m^3/d	208,6 m^3/d

Βάσει των ανωτέρω, η συνολική παροχή εισόδου στον παχυντή ιλύος έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 29 Συνολική παροχή εισόδου στην πάχυνση

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
82,9 m^3/d	171,0 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
83,8 m^3/d	173,5 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
127,6 m^3/d	259,5 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
128,8 m^3/d	263,5 m^3/d

Οι επιτυγχανόμενοι χρόνοι παραμονής στον παχυντή έχουν ως ακολούθως:

Πίνακας 30 Χρόνος παραμονής ιλύος στην πάχυνση

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
3,8 d	1,8 d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
3,7 d	1,8 d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
2,5 d	1,2 d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
2,4 d	1,2 d

Όπως φαίνεται από τον ανωτέρω πίνακα, ο παχυντής υπό μέσες συνθήκες επαρκεί για την αποθήκευση της συνολικά παραγόμενης ιλύος της μονάδας ώστε κατά την Α΄ Φάση η κατάντι μονάδα της αφυδάτωσης να λειτουργεί επί πενθήμερο.

Για συγκράτηση στερεών ίση με 90%, η παραγόμενη παχυμένη ιλύς έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 31 Παραγωγή παχυμένης ιλύος –kgr/d

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
406,8 kg/d	1.154,5 kg/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
697,1 kg/d	2.014,7 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
610,4 kg/d	1.731,7 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
1.045,8 kg/d	3.021,9 kg/d

Η αναμενόμενη συγκέντρωση στερεών της ιλύος στον πυθμένα του παχυντή ιλύος ανέρχεται σε 5% όταν δεν λαμβάνει χώρα προσθήκη PAC και σε 6% όταν λαμβάνει χώρα προσθήκη PAC, οπότε οι παροχές της παχυμένης ιλύος έχουν ως ακολούθως:

Πίνακας 32 Παροχή παχυμένης ιλύος –m3/d

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
8,1 m^3/d	23,1 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
11,6 m^3/d	33,6 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
12,2 m^3/d	34,6 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
17,4 m^3/d	50,3 m^3/d

Η ποσότητα των παραγόμενων στραγγιδίων του παχυντή έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 33 Παροχή στραγγιδίων πάχυνσης

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
74,8 m^3/d	147,9 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
72,2 m^3/d	139,9 m^3/d

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
115,4 m^3/d	224,9 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
111,4 m^3/d	213,2 m^3/d

Τέλος, η ποσότητα στερεών των παραγόμενων στραγγιδίων του παχυντή έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 34 Στερεά στραγγιδίων πάχυνσης

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
45,2 kg/d	128,2 kg/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
77,4 kg/d	223,7 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
67,8 kg/d	192,3 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
116,1 kg/d	335,6 kg/d

2.17.2 Αφυδάτωση ιλύος

Αντλιοστάσιο Αναρρόφησης Ιλύος

Η παχυμένη ιλύς αναρροφάται από τον παχυντή ιλύος προς τη μηχανική αφυδάτωση μέσω του αντλιοστασίου αναρρόφησης ιλύος.

Η λειτουργία του συγκροτήματος μηχανικής αφυδάτωσης ιλύος λαμβάνεται ως πενθήμερη υπό μέσες συνθήκες και ως εξαήμερη υπό ακραίες συνθήκες και για ωφέλιμο χρόνο λειτουργίας ίσο με 8 ώρες ημερησίως, οπότε η ανηγμένη ωριαία παροχή παχυμένης ιλύος ανέρχεται σε:

Πίνακας 35 Παροχή παχυμένης ιλύος προς αφυδάτωση

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
8,1 x 7 / (5 x 8) = 1,42 m^3/h	23,1 x 7 / (6 x 8) = 3,37 m^3/h
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
11,6 x 7 / (5 x 8) = 2,03 m^3/h	33,6 x 7 / (6 x 8) = 4,90 m^3/h
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
12,2 x 7 / (5 x 8) = 2,14 m^3/h	34,6 x 7 / (6 x 8) = 5,05 m^3/h

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
17,4 x 7 / (5 x 8) = 3,05 m^3/h	50,3 x 7 / (6 x 8) = 7,34 m^3/h

Επιλέγεται ζεύγος αντλιών αναρρόφησης ιλύος, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική, μοναδιαίας παροχής 7,5 m^3/h, με δυνατότητα ρύθμισης στροφών (inverter), οι οποίες επαρκούν για την ικανοποίηση των απαιτήσεων τόσο κατά την Α΄ Φάση όσο και κατά τη Β΄ Φάση.

Μηχανική Αφυδάτωση

Η μηχανική αφυδάτωση λαμβάνει χώρα με χρήση ταινιοφιλτρόπρεσσας κατόπιν προσθήκης πολυηλεκτρολύτη.

Κριτήρια Σχεδιασμού

- Ημερήσια παροχή ανεπεξέργαστου νερού = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h)
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 1
- Μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση στερεών = 200 kg/(m x h)
- Απόδοση συγκράτησης στερεών = 95%

Απαιτούμενες Μονάδες

Η ανηγμένη μέγιστη ωριαία παροχή παχυμένης ιλύος υπό ακραίες συνθήκες και για αναμενόμενη συγκέντρωση στερεών της ιλύος ίση με 6% ανέρχεται σε:

- Α΄ Φάση: 4,90 x 60 = 294,0 kg/h
- Β΄ Φάση: 7,34 x 60 = 440,4 kg/h.

Το ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος της ταινιοφιλτρόπρεσσας υπό ακραίες συνθήκες κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε:

$W_{απαιτ.}$ = SS / F = 294 / 200 = 1,47 m

όπου:

$W_{απαιτ.}$ = ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος ταινιοφιλτρόπρεσσας (m)

SS = μέγιστη ποσότητα ιλύος προς αφυδάτωση (294 kg/h)

F = μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση στερεών [200 kg/(m x h)]

Το ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος της ταινιοφιλτρόπρεσσας υπό ακραίες συνθήκες κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε:

$W_{απαιτ.}$ = SS / F = 440,4 / 200 = 2,2 m

όπου:

$W_{απαιτ.}$ = ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος ταινιοφιλτρόπρεσσας (m)

SS = μέγιστη ποσότητα ιλύος προς αφυδάτωση (440,4 kg/h)

F = μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση στερεών [200 kg/(m x h)]

Επιλέγεται ταινιοφιλτρόπρεσσα πλάτους 1,5 m, η οποία επαρκεί για την ικανοποίηση των απαιτήσεων κατά την Α΄ Φάση. Για την ικανοποίηση των αναγκών κατά τη Β΄ Φάση απαιτείται η τοποθέτηση μιας επιπλέον ταινιοφιλτρόπρεσσας.

Η επιτυγχανόμενη φόρτιση στερεών υπό ακραίες συνθήκες κατά την Α΄ Φάση ανέρχεται σε:
F = SS / W = 294 / 1,5 = 196 kg/(m x h) < 200 kg/(m x h)
όπου:
F = επιτυγχανόμενη φόρτιση στερεών [kg/(m^2 x h)]
W = πλάτος ταινιοφιλτρόπρεσσας (1,5 m)
SS = μέγιστη ποσότητα ιλύος προς αφυδάτωση (294 kg/h)

Για συγκράτηση στερεών ίση με 95%, η ανηγμένη (πενθήμερη οκτάωρη λειτουργία υπό μέσες συνθήκες και εξαήμερη οκτάωρη λειτουργία υπό ακραίες συνθήκες) ποσότητα της παραγόμενης πίτας ιλύος έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 36 Παραγόμενη αφυδατωμένη ιλύς kgr/d

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
1,42 x 50 x 0,95 x 8 = 539,6 kg/d	3,37 x 50 x 0,95 x 8 = 1.280,6 kg/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
2,03 x 60 x 0,95 x 8 = 925,7 kg/d	4,90 x 60 x 0,95 x 8 = 2.234,4 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
2,14 x 50 x 0,95 x 8 = 813,2 kg/d	5,05 x 50 x 0,95 x 8 = 1.919,0 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
3,05 x 60 x 0,95 x 8 = 1.390,8 kg/d	7,34 x 60 x 0,95 x 8 = 3.347,0 kg/d

Η αναμενόμενη συγκέντρωση στερεών της πίτας ανέρχεται σε 20%, οπότε οι ανηγμένες (πενθήμερη οκτάωρη λειτουργία υπό μέσες συνθήκες και εξαήμερη οκτάωρη λειτουργία υπό ακραίες συνθήκες) παροχές της παραγόμενης πίτας ιλύος έχουν ως ακολούθως:

Πίνακας 37 Παροχή αφυδατωμένης ιλύος m3/d

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
2,7 m^3/d	6,4 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
4,6 m^3/d	11,2 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	

4,1 m^3/d	9,6 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
7,0 m^3/d	16,7 m^3/d

Η αφυδατωμένη ιλύς απορρίπτεται σε δύο κοντέινερ χωρητικότητας 14m^3 έκαστο τα οποία παρέχουν αποθήκευση της τάξης των 10 ημερών κατά την Α΄Φάση του έργου. Η ανηγμένη (πενθήμερη οκτάωρη λειτουργία υπό μέσες συνθήκες και εξαήμερη οκτάωρη λειτουργία υπό ακραίες συνθήκες) ποσότητα στερεών στα παραγόμενα στραγγίδια έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 38 Στερεά στραγγιδίων αφυδάτωσης

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
1,42 x 50 x 0,05 x 8 = 28,4 kg/d	3,37 x 50 x 0,05 x 8 = 67,4 kg/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
2,03 x 60 x 0,05 x 8 = 48,7 kg/d	4,90 x 60 x 0,05 x 8 = 117,6 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
2,14 x 50 x 0,05 x 8 = 42,8 kg/d	5,05 x 50 x 0,05 x 8 = 101,0 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
3,05 x 60 x 0,05 x 8 = 73,2 kg/d	7,34 x 60 x 0,05 x 8 = 176,2 kg/d

Λαμβάνοντας υπόψη πως κατά την αφυδάτωση λαμβάνει χώρα πλύση της ταινιοφιλτρόπρεσσας με νερό, ενδεικτικής παροχής 15,0 m^3/h, το οποίο οδηγείται στα στραγγίδια, η ανηγμένη (πενθήμερη οκτάωρη λειτουργία υπό μέσες συνθήκες και εξαήμερη οκτάωρη λειτουργία υπό ακραίες συνθήκες) ποσότητα των παραγόμενων στραγγιδίων έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 39 Παραγωγή στραγγιδίων αφυδάτωσης

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
(1,42 + 15,0) x 8 – 2,7 = 128,7 m^3/d	(3,37 + 15,0) x 8 – 6,4 = 140,6 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
(2,03 + 15,0) x 8 – 4,6 = 131,6 m^3/d	(4,90 + 15,0) x 8 – 11,2 = 148,0 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
(2,14 + 2 x 15,0) x 8 – 4,1 = 253,0 m^3/d	(5,05 + 2 x 15,0) x 8 – 9,6 = 270,8 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
(3,05 + 2 x 15,0) x 8 – 7,0 = 257,4 m^3/d	(7,34 + 2 x 15,0) x 8 – 16,7 = 282,0 m^3/d

2.17.3 Παρασκευή και Δοσομέτρηση Πολυηλεκτρολύτη

Η δοσολογία πολυηλεκτρολύτη ανέρχεται σε 3 g/kg ιλύος προς αφυδάτωση, οπότε η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη ανέρχεται σε 440,4 kg/h x 3 g/kg / 1.000 = 1,32 kg/h. Για συγκέντρωση διαλύματος πολυηλεκτρολύτη ίση με 0,1%, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή διαλύματος πολυηλεκτρολύτη ανέρχεται σε 1,32 / 0,001 = 1.320 l/h.

Επιλέγεται συγκρότημα παρασκευής πολυηλεκτρολύτη, δυναμικότητας 1.500 l/h. Για τη δοσομέτρηση του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη επιλέγονται δύο δοσομετρικές αντλίες διαλύματος πολυηλεκτρολύτη, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική, μοναδιαίας παροχής 1.500 l/h, με δυνατότητα ρύθμισης παροχής 0 – 100%.

Συνολική Παραγωγή Στραγγιδίων από επεξεργασία ιλύος

Η συνολικά παραγόμενη ποσότητα στραγγιδίων, η οποία οδηγείται στο αντλιοστάσιο ακάθαρτων νερών έκπλυσης, έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 40 Συνολική παροχή στραγγιδίων από επεξεργασία ιλύος

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
203,5 m^3/d	288,5 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
203,8 m^3/d	287,9 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
368,4 m^3/d	495,7 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
368,8 m^3/d	495,2 m^3/d

Αντίστοιχα, η συνολική ποσότητα στερεών των παραγόμενων στραγγιδίων έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 41 Συνολική ποσότητα στερεών στραγγιδίων από επεξεργασία ιλύος

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
73,6 kg/d	195,6 kg/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
126,1 kg/d	341,3 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
110,6 kg/d	293,3 kg/d

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	**ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
189,3 kg/d	511,8 kg/d

2.18 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΕΚΠΛΥΣΗΣ

Τα ακάθαρτα νερά έκπλυσης των κλινών διύλισης οδηγούνται, μέσω του αντλιοστασίου ακαθάρτων νερών έκπλυσης, για επεξεργασία στη μονάδα υπερδιήθησης και στη συνέχεια ανακυκλώνονται στα έργα εισόδου ενώ τα παραγόμενα στραγγίδια οδηγούνται στον παχυντή ιλύος.

Η μονάδα υπερδιήθησης με μεμβράνες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην απομάκρυνση παρασίτων, βακτηριδίων και παθογόνων μικροοργανισμών. Η συσσώρευση παρασίτων (cryptosporidium giardia) θεωρείται πιο σοβαρή καθώς το προς επεξεργασία νερό προέρχεται από επιφανειακά και όχι υπόγεια νερά.

Η λειτουργία των μεμβρανών βασίζεται στη διέλευση των ακάθαρτων νερών έκπλυσης των κλινών διύλισης διαμέσου μεμβρανών υπό την επίδραση πίεσης. Λόγω της μικρής διαπερατότητας των μεμβρανών, τα παράσιτα, τα άλγη, τα πρωτόζωα, τα βακτήρια και οι ιοί συγκρατούνται στις μεμβράνες κι επιπλέον εξασφαλίζεται αποτελεσματική απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών οπότε το επεξεργασμένο νερό μπορεί να ανακυκλωθεί στην είσοδο.

2.18.1 Μονάδα υπερδιήθησης

Οι μεμβράνες κατασκευάζονται από οργανικά υλικά και παράγωγά τους (πολυπροπυλένιο ή άλλα πολυμερή υλικά) και πρέπει να είναι πιστοποιημένες για χρήση σε πόσιμο νερό. Η δυναμικότητα της μονάδας υπερδιήθησης προσδιορίζεται βάσει της δυναμικότητας του αντλιοστασίου ακάθαρτων νερών έκπλυσης και ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 175 m^3/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 350 m^3/h.

Ο σχεδιασμός πραγματοποιείται για την ικανοποίηση των παρακάτω ελάχιστων απαιτήσεων:

Η υδραυλική φόρτιση των μεμβρανών (flux, σε $lt/m^2.h$) για θερμοκρασίες μικρότερες των 20^0C δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$F = F_0 \times (1{,}025)^{(T-20)}$$, όπου:

F: Υδραυλική φόρτιση σε θερμοκρασία T (^0C)

F_0: Υδραυλική φόρτιση σε θερμοκρασία T≥20^0C, (βλ. παρακάτω Πίνακα)

Συγκέντρωση στερεών (mg/l)	Υδραυλική φόρτιση F_{20} (flux) στη μέση ημερήσια παροχή (lt/m2-hr)
≤20	100
20<TS≤70	60
70<TS≤150	45
>150	25

Δεχόμενη μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση της τάξης των $25l/m^2$-hr, η οποία αντιστοιχεί σε συγκέντρωση στερεών στην είσοδο του συστήματος > 150mg/l προκύπτει η απαιτούμενη επιφάνεια μεμβρανών ίση με:

A= 7.000m2 (για την Ά φάση) και

A = 14.000m2 (για την Β΄φάση) του έργου.

Η εκτιμώμενη απαιτούμενη έκταση για την εγκατάσταση των συστοιχιών καθώς και του χώρου εξυπηρέτησης της μονάδας όπου θα εγκατασταθούν οι φυσητήρες έκπλυσης, ο εξοπλισμός για το χημικό καθαρισμό, ο αυτοματισμός κλπ) είναι της τάξης των $55m^2$.

2.18.2 Παραγωγή στραγγιδίων

Τα στερεά που συγκρατούνται στις μεμβράνες υπερδιήθησης απομακρύνονται κατά την έκπλυση των μεμβρανών και οδηγούνται στον παχυντή ιλύος. Λαμβάνοντας για ασφάλεια ως πλήρη (100%) την κατακράτηση των στερεών στις μεμβράνες της μονάδας υπερδιήθησης, η ποσότητα των παραγόμενων στερεών υπολογίζεται ως το άθροισμα των στερεών (1) των ακάθαρτων νερών έκπλυσης των κλινών διύλισης και (2) των στραγγιδίων της επεξεργασίας ιλύος (πάχυνση και μηχανική αφυδάτωση).

Η ημερήσια ποσότητα στερεών των ακάθαρτων νερών έκπλυσης των κλινών διύλισης υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$M = (Θ_{KK} – Θ_{Δ}) \times λ \times Q / 1.000$

όπου:

M = ημερήσια παραγόμενη ποσότητα στερεών (kg/d)

$Θ_{KK}$ = μέγιστη θολότητα εξόδου κροκιδοκαθίζησης (NTU)

$Θ_{Δ}$ = θολότητα εξόδου διύλισης (0,1 NTU)

λ = συντελεστής συσχέτισης αιωρούμενων στερεών και θολότητας (1,2)

Q = παροχή νερού προς επεξεργασία (m^3/d)

Η ημερήσια ποσότητα στερεών (M) για κάθε φάση και συνθήκη λειτουργίας του έργου έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 42 Στερεά ακαθάρτων μονάδας υπερδιήθησης Α Φάση (Q=30.000m3/d)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Θκκ (NTU)	1	2
M (kg/d)	32,4	68,4

Πίνακας 43 Στερεά ακαθάρτων μονάδας υπερδιήθησης Β΄Φάση (Q=45.000m3/d)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Θκκ (NTU)	1	2
M (kg/d)	48,6	102,6

Βάσει των ανωτέρω, προσθέτωντας την ποσότητα στερεών από την επεξεργασία ιλύος (Πίνακας 37), η συνολική ημερήσια ποσότητα στερεών από τη μονάδα υπερδιήθησης έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 44 Συνολική ποσότητα στερεών στραγγιδίων (Επεξεργασία ιλύος + Υπερδιήθηση ακαθάρτων)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
106,0 kg/d	264,0 kg/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
158,5 kg/d	409,7 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
159,2 kg/d	395,9 kg/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
237,9 kg/d	614,4 kg/d

Η παροχή των παραγόμενων στραγγιδίων από τη μονάδα υπερδιήθησης ισούται με την παροχή του νερού πλύσης των μεμβρανών υπερδιήθησης, η οποία ανέρχεται σε 5% περίπου της παροχής εισόδου στη μονάδα υπερδιήθησης, δηλαδή του αθροίσματος της παροχής των ακάθαρτων νερών έκπλυσης και της παροχής των στραγγιδίων της επεξεργασίας ιλύος και έχει ως ακολούθως:

Πίνακας 45 Συνολική παροχή στραγγιδίων (Επεξεργασία ιλύος + Υπερδιήθηση ακαθάρτων)

ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
(1.225,4 + 203,5) x 0,05 = 71,4 m^3/d	(2.450,8 + 288,5) x 0,05 = 137,0 m^3/d
Α΄ Φάση (Q = 30.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
(1.225,4 + 203,8) x 0,05 = 71,5 m^3/d	(2.450,8 + 287,9) x 0,05 = 136,9 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Χωρίς Προσθήκη PAC	
(1.838,1 + 368,4) x 0,05 = 110,3 m^3/d	(3.676,2 + 495,7) x 0,05 = 208,6 m^3/d
Β΄ Φάση (Q = 45.000 m^3/d) – Με Προσθήκη PAC	
(1.838,1 + 368,8) x 0,05 = 110,3 m^3/d	(3.676,2 + 495,2) x 0,05 = 208,6 m^3/d

2.18.3 Αντλιοστάσιο στραγγιδίων υπερδιήθησης

Για την ανύψωση της συγκρατούμενης ιλύος της μονάδας υπερδιήθησης προς τον παχυντή απαιτείται η κατασκευή αντλιοστασίου, το οποίο θα εξοπλιστεί με ζεύγος αντλιών , από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική. Λαμβάνοντας το χρόνο λειτουργίας των αντλιών ίσο με 10 h/d, η απαιτούμενη μοναδιαία παροχή της αντλίας ανύψωσης ιλύος ανέρχεται σε:

- Α΄ Φάση: 137,0 / 10 = 13,7 m^3/h και
- Β΄ Φάση: 208,6 / 10 = 20,9 m^3/h.

Επιλέγεται ζεύγος αντλιών, μοναδιαίας παροχής 15 m^3/h, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική, το οποίο ικανοποιεί τις ανάγκες της Α΄ Φάσης.

Ο απαιτούμενος ελάχιστος όγκος του θαλάμου αναρρόφησης για 4 ωριαίες εκκινήσεις της αντλίας υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$V_{απαιτ.} = 0,9 \times Q / f = 0,9 \times 4,2 / 4 = 0,95\ m^3$$

όπου:

V = ελάχιστος απαιτούμενος όγκος θαλάμου αναρρόφησης (m^3)
Q = παροχή αντλίας (15 m^3/h = 4,2 l/s)
f = μέγιστος επιτρεπόμενος αριθμός ωριαίων εκκινήσεων αντλίας (4)

2.19 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΚΡΟΚΙΔΩΤΙΚΟΥ

Το κροκιδωτικό που προστίθεται στις δεξαμενές ταχείας ανάμιξης είναι είτε υγρό χλωριούχο πολυαργίλιο (PACl) είτε διάλυμα θειικού αργιλίου που παρασκευάζεται επιτόπου από σκόνη θειικού αργιλίου. Όπως προαναφέρθηκε, από τον ΟΑΚ Α.Ε. έχει επιλεγεί η εγκατάσταση και των δύο συστημάτων προσθήκης κροκιδωτικού.

<u>Διάλυμα PACl</u>
Λαμβάνοντας την πυκνότητα του διαλύματος PACl ίση με 1,2 kg/l, συγκέντρωσης 10% σε Al_2O_3 (5,3% σε Al), η μέγιστη απαιτούμενη παροχή διαλύματος PACl ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 3,38 / (0,053 x 1,2) = 53,1 l/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 5,06 / (0,053 x 1,2) = 79,6 l/h. Το διάλυμα PACl τροφοδοτείται από ζεύγος δοσομετρικών αντλιών, από τις οποίες η μια είναι εφεδρική, μοναδιαίας παροχής 100 l/h, με δυνατότητα ρύθμισης παροχής 0 – 100%. Για χρόνο αποθήκευσης ίσο με 2 ημέρες, η απαιτούμενη χωρητικότητα της δεξαμενής αποθήκευσης διαλύματος PACl ανέρχεται σε 79,6 x 24 x 2 / 1.000 = 3,8 m^3.

Για την περίπτωση παράκαμψης της κροκιδοκαθίζησης, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή διαλύματος PACl ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 1,69 / (0,053 x 1,2) = 26,6 l/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 2,53 / (0,053 x 1,2) = 39,8 l/h. Το διάλυμα PACl για την περίπτωση παράκαμψης της κροκιδοκαθίζησης τροφοδοτείται από το ίδιο ως άνω ζεύγος δοσομετρικών αντλιών PACl, με κατάλληλη ρύθμιση της παροχής τους.

<u>Διάλυμα Θειϊκού Αργιλίου</u>
Λαμβάνοντας την περιεκτικότητα της σκόνης θειϊκού αργιλίου σε αργίλιο ίση με 90 g Al/kg σκόνης, η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα σκόνης θειϊκού αργιλίου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 3,38 / 0,09 = 37,6 kg/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 5,06 / 0,09 = 56,2 kg/h. Για συγκέντρωση διαλύματος θειϊκού αργιλίου ίση με 8%, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή διαλύματος θειϊκού αργιλίου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 37,6 x 1.000 / 80 = 470 l/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 56,2 x 1.000 / 80 = 702,5 l/h. Το διάλυμα θειϊκού αργιλίου τροφοδοτείται από ζεύγος δοσομετρικών αντλιών, από τις οποίες η μια είναι εφεδρική, μοναδιαίας παροχής 750 l/h, με δυνατότητα ρύθμισης παροχής 0 – 100%.

Για την περίπτωση παράκαμψης της κροκιδοκαθίζησης, η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα σκόνης θειϊκού αργιλίου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 1,69 / 0,09 = 18,8 kg/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 2,53 / 0,09 = 28,1 kg/h. Για συγκέντρωση διαλύματος θειϊκού αργιλίου ίση με 8%, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή διαλύματος θειϊκού αργιλίου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 18,8 x 1.000 / 80 = 235 l/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 28,1 x 1.000 / 80 = 351,3 l/h. Το διάλυμα θειϊκού αργιλίου τροφοδοτείται από το ίδιο ως άνω ζεύγος δοσομετρικών αντλιών διαλύματος θειϊκού αργιλίου, με κατάλληλη ρύθμιση της παροχής τους.

Η σκόνη θειϊκού αργιλίου αποθηκεύεται σε μεγασάκους, βάρους 1 ton και όγκου 1 m^3, οπότε για χρόνο αποθήκευσης ίσο με 20 ημέρες, ο απαιτούμενος όγκος του χώρου αποθήκευσης κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε 56,2 x 24 x 20 / 1.000 = 27 m^3. Για μονή διάστρωση των σάκων, μοναδιαίας επιφάνειας περίπου 0,8 m^2, η απαιτούμενη επιφάνεια αποθήκευσης ανέρχεται σε περίπου 33 m^2.

Οι μεγασάκοι σκόνης θειϊκού αργιλίου τροφοδοτούνται στις διατάξεις προσωρινής αποθήκευσης – παρασκευής διαλύματος θειϊκού αργιλίου. Η απαιτούμενη δυναμικότητα των διατάξεων προσωρινής αποθήκευσης – παρασκευής διαλύματος θειϊκού αργιλίου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 37,6 kg/h σκόνης θειϊκού αργιλίου και κατά τη Β΄ Φάση σε 56,2 kg/h σκόνης θειϊκού αργιλίου. Επιλέγονται δύο διατάξεις προσωρινής αποθήκευσης – παρασκευής διαλύματος θειϊκού αργιλίου, μοναδιαίας δυναμικότητας 60,0 kg/h, από τις οποίες η μια είναι εφεδρική.

2.20 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ

Το διάλυμα πολυηλεκτρολύτη που προστίθεται στη δεξαμενή κροκίδωσης παρασκευάζεται στο συγκρότημα παρασκευής διαλύματος και δοσομετρείται κατάλληλα. Λαμβάνοντας την περιεκτικότητα του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη ίση με 0,2%, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή διαλύματος πολυηλεκτρολύτη ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 0,63 / 0,002 = 315 l/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 0,94 / 0,002 = 470 l/h. Επιλέγεται συγκρότημα παρασκευής πολυηλεκτρολύτη, δυναμικότητας 500 l/h, το οποίο επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών και της Β΄ Φάσης.

Για την τροφοδοσία του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη προς τη δεξαμενή κροκίδωσης της επεξεργασίας νερού απαιτείται η εγκατάσταση ζεύγους δοσομετρικών αντλιών διαλύματος πολυηλεκτρολύτη, μοναδιαίας δυναμικότητας 500 l/h, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 0 – 100%.

Αντίστοιχα, η απαιτούμενη παροχή των αντλιών τροφοδοσίας του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη προς το κανάλι διανομής της δεξαμενής κροκίδωσης κατά την παράκαμψη της κροκιδοκαθίζησης ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 0,125 / 0,002 = 62,5 l/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 0,1875 / 0,002 = 93,8 l/h. Βάσει των ανωτέρω, απαιτείται η εγκατάσταση ζεύγους δοσομετρικών αντλιών διαλύματος πολυηλεκτρολύτη προς το κανάλι διανομής της δεξαμενής κροκίδωσης κατά την παράκαμψη της κροκιδοκαθίζησης, μοναδιαίας δυναμικότητας 100 l/h, από τις οποίες η μια θα είναι εφεδρική, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 0 – 100%.

2.21 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΑΣΒΕΣΤΟΥ

Το κορεσμένο διάλυμα ασβέστου που χρησιμοποιείται για την τελική ρύθμιση pH παρασκευάζεται επιτόπου από σκόνη ασβέστου. Όπως υπολογίστηκε προηγούμενα, η μέγιστη απαιτούμενη ποσότητα σκόνης ασβέστου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 18,75 / 0,9 = 20,8 kg/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 28,13 / 0,9 = 31,3 kg/h. Η σκόνη ασβέστου αποθηκεύεται σε σιλό, οπότε για χρόνο αποθήκευσης ίσο με 30 ημέρες και ειδικό βάρος σκόνης ασβέστου ίσο με 500 kg/m^3, ο απαιτούμενος όγκος αποθήκευσης κατά τη Β΄ Φάση ανέρχεται σε 31,3 x 24 x 30 / 500 = 45,0 m^3. Τα σιλό αποθήκευσης σκόνης ασβέστου θα είναι εξοπλισμένα με μηχανισμό δόνησης για αποφυγή στερεοποίησης της σκόνης καθώς και διάταξη δέσμευσης σκόνης, αποτελούμενη από ανεμιστήρα και φίλτρο δέσμευσης σκόνης.

Η σκόνη ασβέστου τροφοδοτείται στις διατάξεις διαλυτοποίησης ασβέστου. Η απαιτούμενη δυναμικότητα των διατάξεων διαλυτοποίησης ασβέστου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 20,8 kg/h σκόνης ασβέστου και κατά τη Β΄ Φάση σε 31,3 kg/h σκόνης ασβέστου. Επιλέγονται δύο διατάξεις διαλυτοποίησης ασβέστου, μοναδιαίας δυναμικότητας 35,0 kg/h σκόνης ασβέστου, από τις οποίες η μια είναι εφεδρική.

Κάθε διάταξη διαλυτοποίησης ασβέστου περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Δοσομετρικό κοχλία
- Ζυγιστική χοάνη
- Ηλεκτροκίνητη θυρίδα φραγής
- Δοσομετρικό κοχλία προσθήκης
- Δοχείο διαλυτοποίησης με αναδευτήρα
- Αντλία ανακυκλοφορίας γαλακτώματος ασβέστου και
- Ρυθμιστική δικλείδα δοσομέτρησης γαλακτώματος.

Το παραγόμενο στις διατάξεις διαλυτοποίησης γαλάκτωμα ασβέστου τροφοδοτείται στη δεξαμενή κορεσμού ασβέστου. Για συγκέντρωση γαλακτώματος ασβέστου ίση με 7,5%, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή γαλακτώματος ασβέστου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 20,8 x 1.000 / 75 = 277 l/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 31,3 x 1.000 / 75 = 417 l/h. Το γαλάκτωμα ασβέστου τροφοδοτείται από ζεύγος δοσομετρικών αντλιών, από τις οποίες η μια είναι εφεδρική, μοναδιαίας παροχής 450 l/h, με δυνατότητα ρύθμισης παροχής 0 – 100%.

Το κορεσμένο διάλυμα ασβέστη παράγεται στη δεξαμενή κορεσμού, η οποία διαθέτει εσωτερικό θάλαμο επαφής, όπου τροφοδοτούνται τόσο το γαλάκτωμα ασβέστη όσο και το απαιτούμενο νερό διαλυτοποίησης. Ο θάλαμος επαφής είναι εξοπλισμένος με αναδευτήρα, ο οποίος προκαλεί ανοδική κίνηση του αιωρήματος νερού – ασβέστου προς το εξωτερικό τμήμα του θαλάμου επαφής, όπου λαμβάνει χώρα καθίζηση και διαύγαση του διαλύματος. Το τελικά κορεσμένο διάλυμα ασβέστου παραλαμβάνεται με υπερχείλιση και τροφοδοτείται μέσω κατάλληλης ρυθμιστικής δικλείδας. Το παραγόμενο ίζημα απομακρύνεται μέσω αντλίας προς τον παχυντή ιλύος. Για συγκέντρωση κορεσμένου διαλύματος ασβέστου ίση με 1,6 kg/m^3, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή κορεσμένου διαλύματος ασβέστου ανέρχεται κατά την Α΄ Φάση σε 20,8 / 1,6 = 13,0 m^3/h και κατά τη Β΄ Φάση σε 31,3 / 1,6 = 19,6 m3/h.

Για τη διαστασιολόγηση της δεξαμενής κορεσμού χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα κριτήρια σχεδιασμού:

- Ημερήσια παροχή ανεπεξέργαστου νερού = 45.000 m^3/d (1.875 m^3/h).
- Αριθμός γραμμών επεξεργασίας = 1
- Επιφανειακή φόρτιση = 3 kg $Ca(OH)_2$ / (m^2 x h)
- Υδραυλική φόρτιση = 2 m^3 κορεσμένου διαλύματος / (m^2 x h)
- Ωφέλιμο βάθος = 4,5 m

Βάσει της επιφανειακής φόρτισης, η απαιτούμενη επιφάνεια της δεξαμενής κορεσμού ανέρχεται σε:

$$E_{απαιτ.} = SS / F = 31,3 / 3 = 10,4\ m^2$$

όπου:

$E_{απαιτ.}$ = απαιτούμενη επιφάνεια δεξαμενής κορεσμού (m^2)
SS = ποσότητα σκόνης ασβέστου (31,3 kg/h)
F = επιφανειακή φόρτιση [3 kg $Ca(OH)_2$ / (m^2 x h)]

Βάσει της υδραυλική φόρτισης, η απαιτούμενη επιφάνεια της δεξαμενής κορεσμού ανέρχεται σε:

$$E_{απαιτ.} = Qsat / q = 19,6 / 2 = 9,8\ m^2$$

όπου:
$E_{απαιτ.}$ = απαιτούμενη επιφάνεια δεξαμενής κορεσμού (m^2)
Qsat = παροχή κορεσμένου διαλύματος ασβέστου (19,6 m^3/h)
q = υδραυλική φόρτιση [2 m^3 κορεσμένου διαλύματος / (m^2 x h)]

Επιλέγεται δεξαμενή κορεσμού με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ωφέλιμη διάμετρος = 4,0 m και
- Ωφέλιμο βάθος = 4,5 m.

Βάσει των ανωτέρω, η ωφέλιμη επιφάνεια της δεξαμενής κορεσμού ανέρχεται σε 3,14 x $4,0^2$ / 4 = 12,6 m^2, η οποία ικανοποιεί τις απαιτήσεις (>10,4 m^2).

Η επιτυγχανόμενη επιφανειακή φόρτιση ανέρχεται σε

$$F = SS / E = 31,3 / 12,6 = 2,5\ kg\ Ca(OH)_2 / (m^2 \times h) < 3\ kg\ Ca(OH)_2 / (m^2 \times h)$$

όπου:
F = επιτυγχανόμενη επιφανειακή φόρτιση [kg $Ca(OH)_2$ / (m^2 x h)]
E = επιφάνεια δεξαμενής κορεσμού (12,6 m^2)
SS = ποσότητα σκόνης ασβέστου (31,3 kg/h)

Η επιτυγχανόμενη υδραυλική φόρτιση ανέρχεται σε

$$q = Qsat / E = 19,6 / 12,6 = 1,6\ m^3 / (m^2 \times h) < 2\ m^3 / (m^2 \times h)$$

όπου:
q = υδραυλική φόρτιση [m^3 / (m^2 x h)]
E = επιφάνεια δεξαμενής κορεσμού (12,6 m^2)
Qsat = παροχή κορεσμένου διαλύματος ασβέστου (19,6 m^3/h)

3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

3.1 ΓΡΑΜΜΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ –ΓΡΑΜΜΗ ΕΚΠΛΥΗΣ

Η εγκατάσταση επεξεργασίας νερού αποτελείται από τις εξής επιμέρους μονάδες:

- Έργα εισόδου: Ρυθμιστική ολισθαίνουσα δικλείδα-φρεάτιο ηρεμίας.
- Μετρητής παροχής επί αγωγού τροφοδοσίας
- Μονάδα προοζόνωσης-Μερισμός παροχής προς δεξαμενές κροκίδωσης-καθίζησης.
- Μονάδα ταχείας ανάμιξης με στατικούς αναμίκτες (μία ανά δεξαμενή κροκίδωσης-καθίζησης).
- Τρεις δεξαμενές κροκίδωσης-καθίζησης.
- Συγκρότημα διυλιστηρίων αποτελούμενο από έξι τριστρωματικά φίλτρα χαλικιού – άμμου - ανθρακίτη, δεξαμενή έκπλυσης των φίλτρων, δεξαμενή ακάθαρτου νερού έκπλυσης.
- Στατικό αναμίκτη χλωρίωσης
- Δεξαμενή καθαρού νερού αποτελούμενη από τέσσερα διαμερίσματα.
- Μονάδα πάχυνσης της ιλύος.
- Μονάδα αφυδάτωσης της ιλύος.

Κατά τον έλεγχο της υδραυλικής λειτουργίας της ΕΚΝ ως κύρια σημεία ελέγχου θεωρήθηκαν τα ακόλουθα:

Στάθμη νερού στη Δεξαμενή Καθαρού Νερού (ΑΣΥ)	+162,10 m
Στάθμη νερού στη Δεξαμενή Καθαρού Νερού (ΚΣΥ)	+155,10 m
Στάθμη νερού πάνω από τα τριστρωματικά φίλτρα	+165,54 m
Στάθμη υπερχειλιστή μερισμού παροχής	+166,18 m
Στάθμη υπερχειλιστή εξόδου προοζόνωσης	+166,94 m
Στάθμη νερού στην είσοδο	+167,45 m

Το έργο εισόδου αποτελείται από την ρυθμιστική ολισθαίνουσα δικλείδα και το φρεάτιο ηρεμίας. Η ανώτατη στάθμη του νερού στη δεξαμενή άρδευσης ανάντη των φρεατίων μετρητή παροχής είναι + 172,00 m ενώ η κατώτατη στάθμη στη δεξαμενή είναι +167,45 m.

Κατάντη των φρεατίων μέτρησης παροχής, κατασκευάζεται η <u>δεξαμενή προοζόνωσης</u>, κατάλληλα διαμερισματοποιημένη. Η ροή του νερού μέσα στη δεξαμενή γίνεται δια μέσου βυθισμένων οπών και βυθισμένων υπερχειλιστών προσαρμοσμένων στο πλάτος της δεξαμενής. Κατάντη του υπερχειλιστή εξόδου από τη δεξαμενή επαφής εξασφαλίζεται η απαιτούμενη ελεύθερη πτώση των 50 cm για την απελευθέρωση και την εν συνεχεία καταστροφή του δεσμευμένου όζοντος.

Ο ισομοιρασμός της παροχής προς τις δεξαμενές ταχεία ανάμιξης, γίνεται μέσω τριών υπερχειλιστών στην έξοδο της δεξαμενής επαφής όζοντος, που πρακτικά αποτελεί το <u>φρεάτιο μερισμού</u> της παροχής, από όπου εκκινούν οι αγωγοί τροφοδοσίας των δεξαμενών κροκίδωσης-καθίζησης. Στην συνέχεια γίνεται η προσθήκη του θειικού αργιλίου και θειικού οξέος για τη ρύθμιση του pH σε κάθε αγωγό μέσω ειδικής διάταξης αναμικτών.

Το νερό μεταφέρεται σε κάθε δεξαμενή κροκίδωσης-καθίζησης μέσω αγωγού αρχικής διαμέτρου Φ800. Το νερό εισέρχεται αρχικά στο θάλαμο κροκίδωσης, από όπου υπερχειλίζει προς τη δεξαμενή καθίζησης μέσω βυθισμένου υπερχειλιστή. Το επεξεργασμένο νερό μεταφέρεται στο περιμετρικό κανάλι της δεξαμενής κροκίδωσης-καθίζησης μέσω διάτρητων σωλήνων PVC DN280 10atm. Στους υπολογισμούς περιλαμβάνεται και ο υπολογισμός του ανάντη βάθους ροής της διώρυγας συλλογής των εκροών από την δεξαμενή κροκίδωσης-καθίζησης. Η εκροή από τις τρεις δεξαμενές κροκίδωσης-καθίζησης, συλλέγεται σε αντίστοιχα φρεάτια, που βρίσκονται σε επαφή με τις δεξαμενές, από όπου στη συνέχεια μεταφέρεται μέσω αγωγού Φ800 προς την μονάδα διύλισης του νερού.

Στο τελευταίο τμήμα του αγωγού και ανάντη του καναλιού μεταφοράς και διανομής του νερού προς τα φίλτρα άμμου είναι προσαρμοσμένος ηλεκτρομαγνητικός μετρητής, της εισερχόμενης στα φίλτρα, παροχής. Οι απώλειες κατά μήκος του καναλιού μεταφοράς του νερού προς τα φίλτρα έχουν υπολογιστεί για βαθμιαία μεταβαλλόμενη παροχή. Το νερό εισέρχεται σε κάθε κλίνη δια μέσου οπής και στη συνέχεια και μέσω πλευρικού καναλιού τραπεζοειδούς διατομής, με οπές, ισοκατανεμημένες στο πλάτος κάθε καναλιού, το νερό εισέρχεται στο φίλτρο προς διύλιση.

Ο τρόπος λειτουργίας των τριστρωματικών φίλτρων διύλισης προϋποθέτει ότι η στάθμη του νερού πάνω από τα φίλτρα παραμένει σταθερή (+165,54 m) για όλες τις εξεταζόμενες παροχές ρυθμίζοντας ανάλογα τη δικλείδα στην έξοδο των φίλτρων.

Οι συνολικές υδραυλικές απώλειες στα φίλτρα διύλισης επιμερίζονται στις απώλειες,

- του αγωγού μεταφοράς διυλισμένου νερού από κάθε φίλτρο,
- της δικλείδας απομόνωσης στην έξοδο από κάθε φίλτρο,
- του μετρητή παροχής του νερού που εξέρχεται από κάθε φίλτρο άμμου,
- της ρυθμιστικής δικλείδας στον αγωγό εξόδου των φίλτρων,
- τις απώλειες των οπών του πυθμένα,
- τις απώλειες δια μέσω των ακροφυσίων και
- τις απώλειες δια μέσου των στρωμάτων χαλικιού, άμμου, ανθρακίτη (βάθος στρωμάτων L = 1,20 m).

Το διυλισμένο νερό υπερχειλίζει (στέψη υπερχειλιστή +163,54 m) από κάθε φίλτρο προς τη διώρυγα συλλογής του διυλισμένου νερού και μεταφέρεται στο περιμετρικό κανάλι όπου υπερχειλίζει εκ νέου (στέψη υπερχείλισης +162,97 m). Έπειτα οδηγείται μέσω αγωγού Φ800 στο θάλαμο, όπου βρίσκεται εγκατεστημένες ο στατικός αναμίκτης για την προσθήκη και αποτελεσματική ανάμιξη του χλωρίου με το νερό.

Στη συνέχεια, από το φρεάτιο αυτό ξεκινά αγωγός Φ800, ο οποίος διακλαδίζεται και εισέρχεται στους δύο πρώτους θαλάμους της δεξαμενής καθαρού νερού μέσω αντίστοιχου αριθμού αγωγών διαμέτρου Φ800, ενώ μέσω κατάλληλης διάταξης στένωσης ξεκινά αγωγός Φ560 ώστε τα τροφοδοτηθούν και οι δύο εναπομείνασες δεξαμενές. Ο κάθε θάλαμος είναι χωρισμένος σε τέσσερα όμοια τμήματα μαιανδρικής διαμόρφωσης. Κατά την είσοδο του επεξεργασμένου νερού στο πρώτο διαμέρισμα, υπάρχουν δικλίδες

ώστε να παρέχεται η δυνατότητα απομόνωσής τους για συντήρηση ή καθαρισμό, ενώ υπάρχει κατάλληλη διαμόρφωση για την αποφυγή ταπείνωσης της στάθμης στα έργα ανάντη της δεξαμενής και μέχρι τον υπερχειλιστή εξόδου από τα φίλτρα άμμου. Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθαρού νερού ορίζεται στο +162,00m.

Η υδραυλική λειτουργία της εγκατάστασης έχει μελετηθεί για τη μέγιστη παροχή των 45.000 m^3/d (σενάρια 1 και 2) και τη μέση παροχή σχεδιασμού 30.000 m^3/d (σενάριο 3).

Σενάριο 1

- Δύο γραμμές ταχείας ανάμιξης και δύο δεξαμενές κροκίδωσης-καθίζησης σε λειτουργία και μία γραμμή εκτός.
- Πέντε φίλτρα άμμου σε λειτουργία, ένα σε αντίστροφη πλύση.
- Τρία διαμερίσματα της δεξαμενής καθαρού νερού για την υποδοχή και αποθήκευση του νερού σε λειτουργία και ένα σε συντήρηση.

Σενάριο 2

- Τρεις γραμμές ταχείας ανάμιξης και τρεις δεξαμενές κροκίδωσης-καθίζησης σε λειτουργία.
- Πέντε φίλτρα άμμου σε λειτουργία, ένα σε αντίστροφη πλύση.
- Τέσσερα διαμερίσματα της δεξαμενής καθαρού νερού για την υποδοχή και αποθήκευση του νερού σε λειτουργία.

Σενάριο 3

- Μία γραμμές ταχείας ανάμιξης και μία δεξαμενή κροκίδωσης-καθίζησης σε λειτουργία.
- Τρία φίλτρα άμμου σε λειτουργία, ένα σε αντίστροφη πλύση.
- Δύο διαμερίσματα της δεξαμενής καθαρού νερού για την υποδοχή και αποθήκευση του νερού σε λειτουργία.

Τυπολόγιο

- **Απώλειες σε αγωγούς**

Υπολογισμός γραμμικών απωλειών σε αγωγούς υπό πίεση

Οι γραμμικές απώλειες υπολογίστηκαν με εφαρμογή των ακόλουθων τύπων [1, 2]:

$$h=f\times\frac{L}{4R}\times\frac{V^2}{2g} \qquad \text{(Darcy - Weisbach)} \qquad (1.1)$$

όπου f = συντελεστής απωλειών
L = μήκος αγωγού (m)
R = ισοδύναμη υδραυλική ακτίνα (m)
V = ταχύτητα ροής (m/s)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\times\log_{10}\left(\frac{Ks}{3{,}74\times 4R} + \frac{2{,}51}{Re\times\sqrt{f}}\right) \qquad \text{(Colebrook-White)} \qquad (1.2)$$

όπου
Ks = ισοδύναμη τραχύτητα

Re = αριθμός Reynolds = $\frac{V \times 4R}{\nu}$ (1.3)

όπου: ν = κινηματική συνεκτικότητα

Η ισοδύναμη τραχύτητα θεωρήθηκε ίση με Ks = 1 mm για μεταλλικούς αγωγούς και Ks = 0.1 mm για πλαστικούς και η κινηματική συνεκτικότητα ίση με $\nu = 1{,}1\times10^{-6}$ m^2/s σε όλες τις περιπτώσεις υπολογισμού των απωλειών σε σωλήνες μεταφοράς νερού.

Υπολογισμός τοπικών απωλειών σε αγωγούς υπό πίεση

Οι τοπικές απώλειες υπολογίσθηκαν από τη σχέση που ακολουθεί [1, 2, 8]:

$h_{\text{τοπικές}} = \Sigma K\, V^2/2g$ (1.4)

όπου, ΣΚ = άθροισμα επιμέρους συντελεστών απωλειών Κ, σε περιπτώσεις εισόδου-εξόδου σε δεξαμενή, στροφών κλπ.

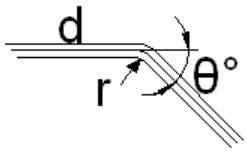
Πιο συγκεκριμένα οι τοπικές απώλειες ως ποσοστό της κινητικής ενέργειας υπολογίζονται βάσει των ακόλουθων συντελεστών:

Είσοδος αγωγού σε δεξαμενή: K = 1,00
Έξοδος αγωγού από δεξαμενή: K = 0,50
Έξοδος αγωγού από δεξαμενή στρογγυλευμένα χείλη: K = 0,24

Στροφές

Για ομαλές στροφές ισχύουν οι ακόλουθοι συντελεστές τοπικών απωλειών Κ [3]:

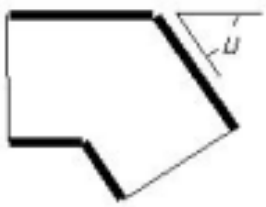
r/d	1	1,5	2	3	4
θ = 22,5 °	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08
θ = 45 °	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15
θ = 60 °	0,25	0,22	0,21	0,20	0,19
θ = 90 °	0,33	0,29	0,27	0,26	0,26
θ = 135 °	0,41	0,36	0,35	0,35	0,35
θ = 180°	0,48	0,43	0,42	0,42	0,42



όπου r η ακτίνα καμπυλότητας και d η εσωτερική διάμετρος.

Στην περίπτωση σπονδυλωτών στροφών, εφαρμόζεται ο συντελεστής $K=\alpha f_T$ ως ακολούθως [7]:

μ	$K=\alpha f_T$	$K=0.012 f_T$
0	$2f_T$	0.024
15	$4f_T$	0.048
30	$8f_T$	0.096
35	$15f_T$	0.18
60	$25f_T$	0.30
75	$40f_T$	0.48
90	$60f_T$	0.72



όπου μ η γωνία στροφής

Για διαμέτρους μεγαλύτερες από 18’’ ο συντελεστής f_T λαμβάνεται δυσμενώς ίσος με 0.012 [7].

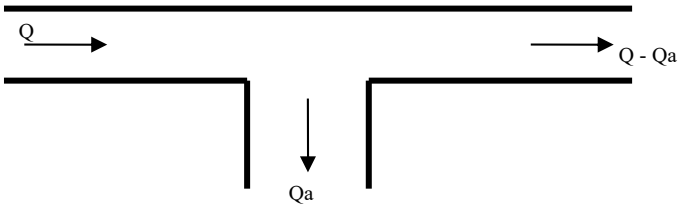
Ταυ

Στην περίπτωση διακλαδώσεων τύπου Τ με οξέα χείλη διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις [3]:

<u>Ταυ διανομής ροής</u>

κύρια διεύθυνση $K_r V^2/2g$
κάθετη διεύθυνση $K_b V^2/2g$

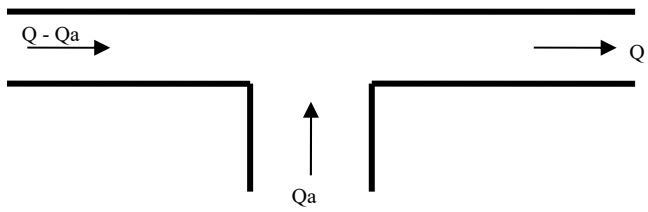
όπου Q η συνολική παροχή και V η ταχύτητα που αντιστοιχεί στη συνολική παροχή.



Qa/Q	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
K_b	1,0	1,0	1,01	1,03	1,05	1,09	1,15	1,22	1,32	1,38	1,45
K_r	0	0,004	0,02	0,04	0,06	0,10	0,15	0,20	0,26	0,32	0,40

Ταυ συμβολής ροής

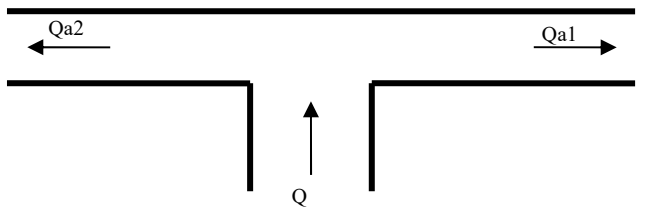
κύρια διεύθυνση $K_rV_r^2/2g$
κάθετη διεύθυνση $K_bV_b^2/2g$



Qa/Q	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
K_b	-	-	-	-	0,26	0,46	0,62	0,78	0,94	1,08	1,20
K_r	0	0,16	0,27	0,38	0,46	0,53	0,57	0,59	0,60	0,59	0,55

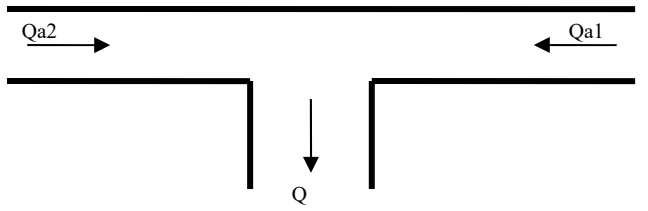
Συμμετρικό ταυ διαχωρισμού ροής

$K_{r1} = 1+0,3 \times (Qa_1/Q)^2$
$K_{r2} = 1+0,3 \times (Qa_2/Q)^2$



Συμμετρικό ταυ συμβολής ροής

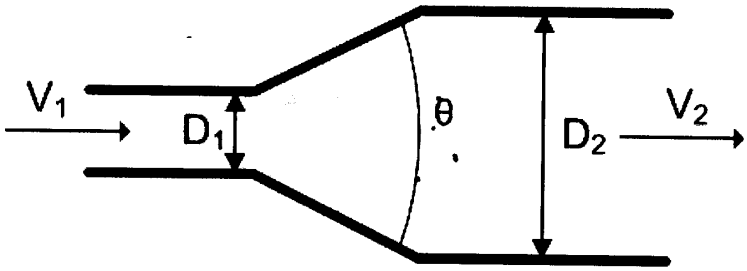
$K_{r1} = 2 + 3 \times [(Qa_1/Q)^2 – Qa_2/Q]$
$K_{r2} = 2 + 3 \times [(Qa_2/Q)^2 – Qa_1/Q]$



Διαστολές -Συστολές

Τοπικές απώλειες σε βαθμιαίες διαστολές

Μια βαθμιαία διαστολή χρησιμοποιείται σε ένα σύστημα σωλήνων για να μειώσει την ταχύτητα ροής ή να αυξήσει την πίεση. Τα χαρακτηριστικά μιας βαθμιαίας διαστολής φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.



Χαρακτηριστικά μιας βαθμιαίας διαστολής

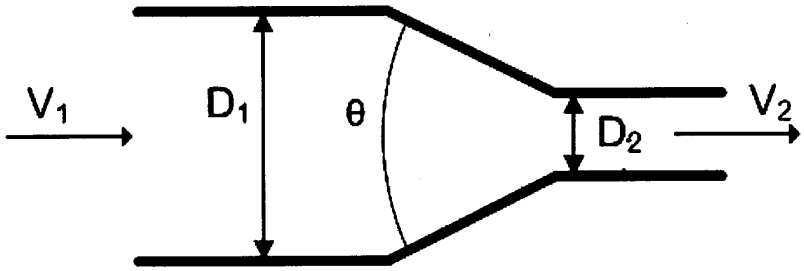
Ο υπολογισμός του K σε μια βαθμιαία διαστολή γίνεται από τις ακόλουθες εξισώσεις [2]:

$$K=2.6\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\left(1-\frac{D_1^2}{D_2^2}\right)^2 \quad \text{για } \theta<45^o \qquad (1.5)$$

$$K=\left(1-\frac{D_1^2}{D_2^2}\right)^2 \quad \text{για } \theta\geq45^o \qquad (1.6)$$

Τοπικές απώλειες σε βαθμιαίες συστολές

Τα χαρακτηριστικά μιας βαθμιαίας συστολής φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.



Χαρακτηριστικά μιας βαθμιαίας συστολής

Ο υπολογισμός του K σε μια βαθμιαία συστολή γίνεται από τις ακόλουθες εξισώσεις [2]

$$k=0.8\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\left(1-\frac{D_2^2}{D_1^2}\right) \quad \text{για } \theta<45^o \qquad (1.7)$$

$$k=0.5\sqrt{\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}\left(1-\frac{D_2^2}{D_1^2}\right) \quad \text{για } \theta \geq 45^o \qquad (1.8)$$

Απώλειες δια μέσου βυθισμένων οπών

Οι τοπικές απώλειες στις περιπτώσεις διέλευσης του νερού δια μέσου βυθισμένων οπών υπολογίζονται βάσει του τύπου που ακολουθεί [1]:

$$Q = C_D \times A \times (2gh)^{0,5} \qquad (1.9)$$

όπου: Q = η παροχή διέλευσης (m^3/s)
A = επιφάνεια οπής (m^2)
C_D = συντελεστής συστολής, με τιμή 0,61
h = απώλειες δια μέσου οπής (m)

Εναλλακτικά μπορεί να εφαρμοσθεί η σχέση

$$h_{\text{βυθισμένης οπής}} = 2,70\ V^2/2g \qquad (1.10)$$

Για τις απώλειες από τα ακροφύσια που εγκαθίστανται στο δάπεδο κάτω από τον πυθμένα των φίλτρων λαμβάνονται οι απώλειες που δίδονται από το σχετικό διάγραμμα του οίκου CADAR (Παράρτημα).

Υπολογισμός τοπικών απωλειών σε εξαρτήματα
Δικλίδες

Για τις <u>συρταρωτές</u> δικλίδες οι απώλειες, ανάλογα με το άνοιγμα, υπολογίζονται για τους ακόλουθους συντελεστές τοπικών απωλειών K [1]:

Ανοικτή δικλίδα	K = 0,19
¼ κλειστή	K = 1,15
½ κλειστή	K = 5,6
¾ κλειστή	K = 24

Για τις απώλειες της δικλίδας τύπου <u>πεταλούδας</u> που τοποθετούνται επί αγωγού ισχύει ο ακόλουθος τύπος υπολογισμού:

$$\Delta p = (8000\ K\ Q^2)/D^4 \qquad (1.11)$$

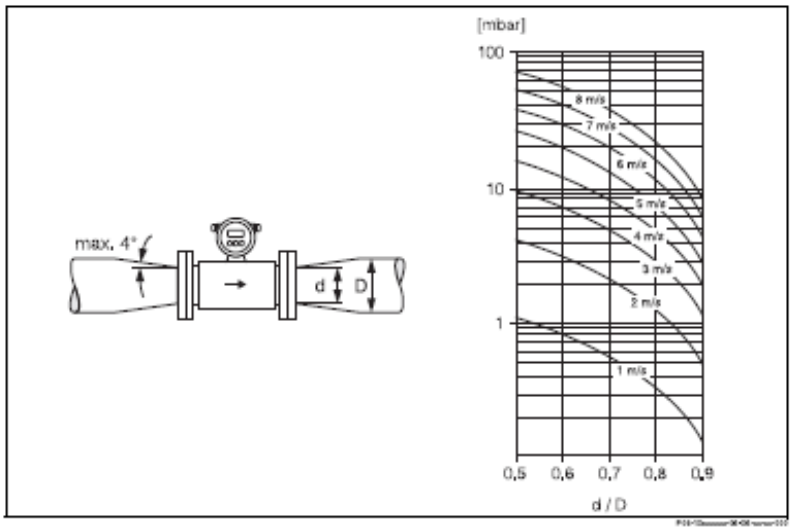
όπου
Δp = η πτώση πίεσης (bar)
Q = η παροχή υπολογισμού (l/s)
K = ο συντελεστής απωλειών

D = η ονομαστική διάμετρος του αγωγού (mm)

Για τις δικλίδες αντεπιστροφής ο συντελεστής τοπικών απωλειών κυμαίνεται μεταξύ 1,5 έως 2,5 με τυπική τιμή K = 2 [1, 3].

Μετρητές παροχής επί αγωγού

Οι απώλειες κατά τη ροή μέσα από ηλεκτρομαγνητικούς μετρητές παροχής υπολογίζονται από το ακόλουθο διάγραμμα και για την προτεινόμενη από τους προμηθευτές διαμόρφωση του αντίστοιχου σχήματος. Στις υπολογισμένες απώλειες περιλαμβάνονται και αυτές που οφείλονται στην συστολή ανάντη και τη διαστολή κατάντη, ενώ προϋπόθεση για εφαρμογή του σχετικού νομογραφήματος αποτελεί η τήρηση της γωνίας των 4°.



Pressure loss due to adapters

Επισημαίνεται πως για τους μετρητές τύπου υπερήχων ο συντελεστής τοπικών απωλειών είναι K=0.

- **Απώλειες σε κανάλια μεταφοράς νερού.**

Υπολογισμός απωλειών σε διώρυγες και κανάλια

Οι απώλειες στις περιπτώσεις αυτές υπολογίστηκαν με τον τύπο του Manning [1, 4]:

$$h = S_f \times L = (V^2 \times n^2) / R^{4/3} \times L \qquad (2.1)$$

όπου: S_f = κλίση της γραμμής ενέργειας (m/m)
L = μήκος διώρυγας (m)
R = ισοδύναμη υδραυλική ακτίνα (m)
V = ταχύτητα ροής (m/s)
n = συντελεστής τραχύτητας Manning

Ο συντελεστής τραχύτητας θεωρήθηκε ίσος με n = 0,016 σε όλες τις περιπτώσεις υπολογισμού των απωλειών σε διώρυγες και κανάλια μεταφοράς νερού, με μόνη εξαίρεση τα περιμετρικά κανάλια των ΔΚΚ στα οποία λαμβάνεται μειωμένος συντελεστής Manning, n=0,01 θεωρώντας λεία επιφάνεια που θα διαμορφωθεί με κατάλληλη εξομάλυνση του σκυροδέματος των περιμετρικών καναλιών [1].

Στην περίπτωση που κατά μήκος του καναλιού εγκαθίσταται επιφανειακό θυρόφραγμα λαμβάνεται συντελεστής τοπικών απωλειών K = 0,50.

Υπολογισμός κρίσιμου βάθους ροής σε διώρυγες

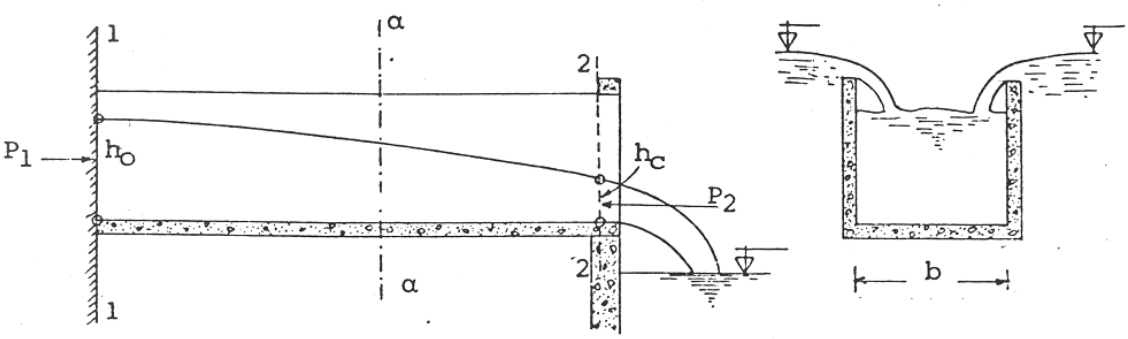
Το κρίσιμο βάθος ροής σε διώρυγα πλάτους b υπολογίζεται από την σχέση που ακολουθεί [1, 4]:

$$Y_c = \left(\frac{Q^2}{g \times b^2} \right)^{\frac{1}{3}} \qquad (2.2)$$

όπου Y_c = κρίσιμο βάθος ροής (m)
Q = παροχή υπολογισμού (m^3/s)
b = πλάτος διώρυγας (m)

Υπολογισμός βάθους ροής σε διώρυγες συλλογής μικρού μήκους

Ο υπολογισμός του μέγιστου βάθους ροής σε μικρού μήκους διώρυγες συλλογής (ho) [5], γίνεται, για ορθογωνική διώρυγα αν αγνοηθούν οι δυνάμεις τριβής και η επιρροή της ταχύτητας του εισερχόμενου νερού και υποτεθεί υδροστατική κατανομή των πιέσεων, με εφαρμογή του θεωρήματος της ποσότητας κινήσεως μεταξύ των διατομών 1-1 και 2-2 του σχήματος που ακολουθεί, όπου η 2-2 αντιστοιχεί σε κάποιο βάθος ροής κατάντη, hκ και ενδεχόμενα (για περίπτωση ελεύθερης πτώσης) και στο κρίσιμο βάθος ροής hc. Επειδή Q_1= 0 η μεταβολή της ποσότητας κινήσεως θα είναι $\rho u_\kappa Q$ όπου Q είναι η ολική παροχή περίπου ίση με τη παροχή Q_2. Είναι $u_\kappa = Q/bh_\kappa$



$P_1 = (1/2)\gamma b h_0^2$, $P_2 = (1/2)\gamma b h_\kappa^2$.
Επομένως
$(1/2)\gamma (h_0^2 - h_\kappa^2) b = \gamma Q^2/bgh_\kappa$
$$h_0^2 = h_\kappa^2 + 2 Q^2/b^2 g h_\kappa \qquad (2.3)$$

Όταν $h_\kappa = h_c = (Q^2/b^2g)^{1/3}$

$h_0^2 = h_c^2 + 2\, h_c^3 / h_c = 3\, h_c^2$

και $h_0 = \sqrt{3}\ h_c = \sqrt{3}\left[\dfrac{Q^2}{gb^2}\right]^{1/3}$ (2.4)

Συλλογή σε διώρυγες σε περιπτώσεις βαθμιαίας μεταβαλλόμενης ροής

Κατά τη συλλογή νερού σε ανοικτές διώρυγες ή κανάλια διώρυγα οι απώλειες κατά μήκος μίας διώρυγας καθώς και οι στάθμες σε χαρακτηριστικά σημεία υπολογίζονται με τη μέθοδο της αριθμητικής ολοκλήρωσης, η οποία εφαρμόζεται σε περιπτώσεις διαδοχικά μεταβαλλόμενης (αυξανόμενης ή μειούμενης) παροχής. Η διαδικασία που περιγράφεται στη συνέχεια αφορά σε συνεχώς αυξανόμενη παροχή [4].

Η ανύψωση της στάθμης Δy′ από τα κατάντη προς τα ανάντη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Delta y' = \frac{Q_1(V_1 + V_2)}{g(Q_1 + Q_2)}\left(\Delta V + \frac{V_2}{Q_1}\Delta Q\right) + S_{f\mu\varepsilon\sigma\eta}\Delta x \qquad (2.5)$$

όπου: Q_1, V_1 : παροχή και ταχύτητα ροής στην ανάντη διατομή (m^3/s, m/s)
Q_2, V_2 : παροχή και ταχύτητα ροής στην κατάντη διατομή (m^3/s, m/s)
$S_{f\mu\varepsilon\sigma\eta}$: η κλίση της γραμμής ενέργειας (m/m)
Δx : απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων (m)

Η κλίση της γραμμής ενέργειας υπολογίζεται από τον τύπο του Manning:

$S_f = (V^2 \times n^2) / R^{4/3}$ (2.6)

όπου: S_f : κλίση της γραμμής ενέργειας (m/m)
R : ισοδύναμη υδραυλική ακτίνα (m)
V : ταχύτητα ροής στο κανάλι (m/s)
n : συντελεστής τραχύτητας Manning

Η διαδικασία υπολογισμού ξεκινά από γνωστό κατάντη βάθος, όπου υπολογίζονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής καθώς και η κλίση S_f της γραμμής ενέργειας από τη σχέση (2.6) και συνεχίζεται προς τα ανάντη ακολουθώντας τα εξής βήματα:

1. Καθορισμός των σημείων του καναλιού στα οποία υπολογίζεται το βάθος ροής.
2. Υπολογισμός της ταχύτητας V και παροχής Q στο σημείο ενδιαφέροντος καθώς και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών στην εν λόγω διατομή.

3. Υπολογισμός της κλίσης S_f στο εν λόγω σημείο από την σχέση (2.6) και της μέσης κλίσης $S_{fμέση}$ μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών.
4. Υπολογισμός της ανύψωσης της στάθμης από τη σχέση (2.5).
5. Υπολογισμός της ανάντη στάθμης από τη σχέση:

$$h_{ανάντη} = h_{κατάντη} + \Delta y' \qquad (2.7)$$

6. Η διαδικασία υπολογισμού της στάθμης συνεχίζεται μέχρι την αρχή του καναλιού συλλογής.

Η ανωτέρω υπολογιστική αλληλουχία εφαρμόζεται σε όλες τις περιπτώσεις καναλιών συλλογής (διώρυγες συλλογής εκροών από το διυλιστήριο) συμπεριλαμβανομένων των καναλιών συλλογής των εκροών από τις ΔΚΚ.

- **Υπερχειλιστές**

Απώλειες υπερχειλιστών λεπτής στέψης

Στις περιπτώσεις υπερχείλισης από υπερχειλιστές λεπτής στέψης το ύψος της φλέβας υπολογίζεται από την σχέση που ακολουθεί [1]:

$$h = \left(\frac{Q}{1.77L}\right)^{2/3} \qquad (3.1)$$

όπου h = ύψος φλέβας (m)
Q = παροχή υπολογισμού(m^3/s)
L = μήκος υπερχειλιστή (m)

Απώλειες υπερχειλιστών ευρείας στέψης

Η σχέση που χρησιμοποιείται στην περίπτωση των υπερχειλιστών ευρείας στέψης με ελεύθερη ροή είναι η ακόλουθη [1]:

$$Q = 1.705Lh^{1,5} \qquad (3.2)$$

όπου h = ύψος φλέβας (m)
Q = παροχή υπερχείλισης(m^3/s)
L = μήκος υπερχειλιστή (m)

Απώλειες βυθισμένων υπερχειλιστών λεπτής στέψης

Η παροχή υπερχείλισης για βυθισμένο υπερχειλιστή υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση [1]:

$$\frac{Q}{Q_1} = \left[1 - \left(\frac{H_2}{H_1}\right)^n\right]^{0.385} \qquad (3.3)$$

όπου: Q_1 = η παροχή υπερχείλισης σε περίπτωση ελεύθερης ροής για φλέβα H_1 (m^3/s)
Q = η παροχή βυθισμένης υπερχείλισης (m^3/s)
H_1 = η βύθιση ανάντη του υπερχειλιστή (m)
H_2 = η βύθιση κατάντη του υπερχειλιστή (m)
n = εκθέτης στη σχέση παροχής – φλέβας για ελεύθερη υπερχείλιση (n=1,5 στην περίπτωση ορθογωνικού υπερχειλιστή λεπτής στέψης)

Υπολογισμός φλέβας τριγωνικών υπερχειλιστών (τύπου V-notch 90ο)

Χρησιμοποιήθηκε η σχέση (3.4) που ακολουθεί[1]:

$$h = 0{,}869\ q^{0.40} \qquad (3.4)$$

όπου	h	=	ύψος φλέβας (m)
	q	=	Q/n = n ανά υπερχειλιστή παροχή (m^3/sec)
	n	=	αριθμός υπερχειλιστών τύπου V, n = πD / (ε+s)
	ε	=	απόσταση μεταξύ τριγωνικών υπερχειλιστών
	s	=	άνοιγμα τριγωνικών υπερχειλιστών

- **Μετρητής παροχής Parshall**

Η μέτρηση της παροχής στην είσοδο της εγκατάστασης πραγματοποιείται από μετρητή τύπου Parshall στένωσης 4 ft προσαρμοσμένου σε κανάλι κατάντη του φρεατίου εισόδου. Βάσει της επιλογής του τύπου του μετρητή παροχής υπολογίζεται το ανάντη του μετρητή βάθος ροής από τη σχέση που ακολουθεί [1, 4]:

$$Q = 2{,}953 \times h^{1{,}578} \qquad (4.1)$$

όπου: Q = παροχή διέλευσης από τον μετρητή (m^3/s)
h = ανάντη βάθος ροής (m)

Σε κάθε εξεταζόμενη περίπτωση θα πρέπει να εξασφαλίζεται ο λόγος του κατάντη προς το ανάντη βάθος ροής μικρότερος από 0,75.

- **Απώλειες στρώματος άμμου**

Κανονική λειτουργία

Οι απώλειες δια μέσου του στρώματος της άμμου υπολογίζονται με εφαρμογή των ακόλουθων τύπων (5.1) και (5.2) [3, 5, 6]:

$$\frac{h}{L} = K\frac{\nu}{g}V\frac{(1-e)^2}{e^3}\left(\frac{6}{w}\right)^2 S \qquad (5.1)$$

όπου: h = οι υδραυλικές απώλειες δια μέσου του στρώματος (m)
L = το βάθος του στρώματος (m)
K = αδιάστατος συντελεστής ίσος με 5
ν = κινηματική συνεκτικότητα (m^2/s)
g = επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s^2)
V = η ταχύτητα διέλευσης (m/s)
e = το πορώδες του διυλιστικού μέσου
w = ο συντελεστής σχήματος του μέσου
S = συντελεστής εξαρτώμενος από την κοκκομετρία του υλικού.

$$S = \sum_{i=1}^{n} \frac{P_i}{d_i^2} \qquad (5.2)$$

όπου: P_i: ποσοστό των κόκκων με διάμετρο d_i.

Απώλειες διογκωμένου στρώματος διυλιστικού μέσου

Οι απώλειες δια μέσου του στρώματος της άμμου όταν αυτό είναι διογκωμένο υπολογίζονται με εφαρμογή των τύπων (5.3) έως (5.5) [3, 5, 6]:

$$\frac{h}{L_e} = K\frac{\nu}{g}u\frac{(1-f_e)^2}{f_e^3}\left(\frac{6}{w}\frac{1}{d}\right)^2 \qquad (5.3)$$

όπου: h: οι υδραυλικές απώλειες δια μέσου του διογκωμένου στρώματος

Για να παραμείνουν οι κόκκοι σε αιώρηση πρέπει η συρτική δύναμη που ασκείται στους κόκκους από την ανοδική ροή του νερού να εξισορροπείται με τη βαρύτητα. Έτσι για μοναδιαία επιφάνεια φίλτρου ισχύει:

$$h \cdot \rho \cdot g = Le \cdot (\rho_s - \rho) \cdot g \cdot (1 - fe)$$ και συνεπώς

$$\frac{h}{L_e} = \frac{\rho_s - \rho}{\rho}(1 - f_e) \qquad (5.4)$$

L_e: το βάθος του διογκωμένου στρώματος
K: αδιάστατος συντελεστής ίσος με 4
ν: κινηματική συνεκτικότητα (εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία)
g: επιτάχυνση της βαρύτητας
u: η ταχύτητα διέλευσης
f_e: το πορώδες του διογκωμένου στρώματος
w: ο συντελεστής σχήματος του μέσου
d: διάμετρος κόκκων
ρ: πυκνότητα του νερού (εξαρτωμένη από τη θερμοκρασία)
ρ_s: πυκνότητα των κόκκων (gr/cm^3),

Επίσης ισχύει η ακόλουθη σχέση μεταξύ του βάθους του ρευστοποιημένου στρώματος προς το αρχικό βάθος:

$$\frac{L_e}{L} = \frac{1-f}{1-f_e} \qquad (5.5)$$

όπου: L, f το αρχικό βάθος και ο αρχικός συντελεστής πορώδους του στρώματος.

Αποτελέσματα

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών στον ακόλουθο Πίνακα:

Πίνακας 46 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υδραυλικών υπολογισμών ΕΚΝ

α/α-Υ.Μ.	Θέση	Μέγιστη παροχή - ΕΣ	Μέγιστη παροχή - ΚΣ	Μέση παροχή - ΕΣ	Σταθερά σημεία
	ΕΞΟΔΟΣ				
1	Δεξαμενή καθαρού Νερού	162.10	162.10	162.10	
	ΦΙΛΤΡΑ ΔΙΥΛΙΣΗΣ				
2	Ανάντη καναλιού συλλογής-κατάντη υπερχειλιστή εξόδου φίλτρων	163.36	163.36	163.27	162.97
3	Ανάντη υπερχειλιστή εξόδου φίλτρων	163.71	163.73	163.75	163.94
4	Στάθμη πάνω από τις κλίνες διύλισης	165.54	165.54	165.54	
5	Τραπεζοειδές κανάλι διανομης	165.56	165.55	165.56	
6	Ανάντη καναλιού τροφοδοσίας κλινών άμμου	165.64	165.61	165.60	
	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ-ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ				
7	Φρεάτιο συλλογής εκροών από ΔΚ-Κ 1	165.95	165.87	165.74	
8	Διώρυγα συλλογής ΔΚ-Κ (κατάντη)	165.98	165.88	165.79	
9	Δεξαμενή καθίζησης	166.05	165.91	165.90	
10	Στάθμη κατάντη υπερχειλιστή κροκίδωσης	166.05	165.91	165.90	
11	Δεξαμενή κροκίδωσης	166.05	165.91	165.90	164.28
	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΡΟΟΖΟΝΩΣΗΣ				
12	Δεξαμενή ταχείας ανάμιξης	166.08	165.93	165.96	
13	Κατάντη υπερχειλιστή μερισμού παροχής	166.08	165.93	165.96	166.18
14	Κατάντη υπερχειλιστή οζόνωσης	166.39	166.34	166.44	166.43
15	Δεξαμενή προοζόνωσης (κατάντη)	167.15	167.15	167.10	
16	Στάθμη εντός προοζόνωσης (ανάντη βυθμισμένου υπερχειλιστή)	167.15	167.15	167.10	166.14
17	Στάθμη εντός προοζόνωσης (ανάντη οπής 3.10 m x1.5 m)	167.15	167.15	167.10	
18	Στάθμη εντός προοζόνωσης (ανάντη βυθμισμένου υπερχειλιστή)	167.15	167.15	167.10	166.14
19	Στάθμη εντός προοζόνωσης (ανάντη οπής 1.1 m x1.5 m)	167.16	167.16	167.10	
20	Στάθμη εντός προοζόνωσης (ανάντη βυθμισμένου υπερχειλιστή)	167.16	167.16	167.10	166.14
21	Στάθμη εντός προοζόνωσης (ανάντη οπής 3.1 m x1.5 m)	167.16	167.16	167.10	
22	Στάθμη εντός προοζόνωσης (ανάντη βυθμισμένου υπερχειλιστή)	167.18	167.18	167.11	166.14
	ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ				
23	Στάθμη στη δεξαμενή άρδευσης	167.45	167.45	167.23	

Πίνακας 47 Αποτελέσματα υδραυλικών υπολογισμών αγωγού τροφοδοσίας ΕΚΝ

Αγωγός τροφοδοσίας ΕΚΝ	*Παροχή Β΄φάσης*
DN1000 D.I.	
Παροχή (m3/h)	2595,60
Παροχή (m3/s)	0,72
ΣΚ	4,00
Διάμετρος (m)	1,0294
Α	0,8318
Π	3,2323
4R	1,0294
V (m/s)	0,867
L (m)	420
Ks (mm)	1,5
ν (m2/s)	1,1E-06
Re	8,11E+05
f	0,0219
Τοπικές απώλειες (m)	*0,15*
Γραμμικές απώλειες (m)	*0,34*
Ολικές απώλειες (m)	*0,49*
Ελάχιστη Πιεζομετρική γραμμή στο φρεάτιο Φ1 (m)	**173,00**
Δεξαμενή εισόδου (m)	**172,51**

3.2 ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον σχεδιασμό του δικτύου στραγγιδίων σχετίζεται με την ροή σε ανοιχτούς αγωγούς.

Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές η ελάχιστη κλίση των αγωγών αποχέτευσης καθορίζεται ώστε η ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 10% της παροχετευτικότητας του αγωγού (Q/Qo=0.10) να μην είναι μικρότερη από 0.3 m/s.

Το δίκτυο στραγγιδίων και αποχέτευσης της εγκατάστασης καταλήγει με βαρύτητα σε στεγανό βόθρο στην είσοδο της εγκατάστασης και αποτελείται από σωλήνες PVC DN200 mm, με κλίσεις από 0.80% έως 12.5%. Το δίκτυο στραγγιδίων χωρίζεται σε τέσσερις βασικούς κλάδους:

- Ο κλάδος 1 (φρεάτια Φ1 έως Φ4) συλλέγει τα στραγγίδια από το κτίριο διοίκησης. Ο κλάδος σχεδιάζεται με αγωγό PVC DN200, αρχικές κλίσεις 12.5% ως το φρεάτιο Φ2 και έπειτα ομαλές κλίσεις που κυμαίνονται από 0.8% - 4.7% ακολουθώντας τις κατά μήκος κλίσεις της οδοποιίας, και παροχή στραγγιδίων περίπου 0.41 m3/h. Ο κλάδος

1 έχει μήκος περίπου 80 m και εξυπηρετείται από τέσσερα ενδιάμεσα φρεάτια, έως το φρεάτιο συμβολής (Φ5), όπου καταλήγουν τα στραγγίδια από το συνεργείο.

- Ο κλάδος 2 μεταφέρει τις προαναφερθείσες ποσότητες στραγγιδίων μαζί με τα στραγγίδια από τις πλύσεις που προέρχονται από το χώρο του συνεργείου. Ο κλάδος σχεδιάζεται με αγωγό PVC DN200, κλίση 0.80% και παροχή στραγγιδίων 0.51 m3/h. Ο κλάδος 2 έχει μήκος 10 m και εξυπηρετείται από ένα ενδιάμεσο φρεάτιο (Φ5) έως το φρεάτιο συμβολής (Φ6), όπου καταλήγουν τα στραγγίδια από τις πλύσεις του κτιρίου αφυδάτωσης.
- Ο κλάδος 3 μεταφέρει τα παραγόμενα από το κτίριο διοίκησης και από το συνεργείο στραγγίδια, μαζί με την ποσότητα στραγγιδίων που παράγεται από τις πλύσεις του κτιρίου αφυδάτωσης. Ο κλάδος σχεδιάζεται με αγωγό PVC DN200, κλίσεις που κυμαίνονται από 0.8% - 7.2%, και παροχή στραγγιδίων περίπου 0.62 m3/h. Ο κλάδος 3 έχει μήκος περίπου 240 m και εξυπηρετείται από 6 ενδιάμεσα φρεάτια, έως το φρεάτιο συμβολής (Φ14), όπου καταλήγουν τα στραγγίδια από το φυλάκιο εισόδου.
- Ο κλάδος 4 μεταφέρει το σύνολο των στραγγιδίων σε στεγανό βόθρο που χωροθετείται πλησίον της εισόδου της εγκατάστασης επεξεργασίας νερού. Ο κλάδος σχεδιάζεται με αγωγό PVC DN200, κλίση 0.5% και παροχή στραγγιδίων 0.72 m3/h.

3.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ

Στο παρόν περιγράφεται η λύση της αντιπλημμυρικής προστασίας του οικοπέδου και των προβλεπόμενων εγκαταστάσεων. Τα έργα συλλογής και διάθεσης ομβρίων περιλαμβάνουν χωμάτινους τάφρους όπως περιγράφεται και διαστασιολογείται στις παρακάτω παραγράφους.

3.5.1 Υπολογισμός απωλειών σε διώρυγες και κανάλια

Οι απώλειες στις περιπτώσεις αυτές υπολογίστηκαν με τον τύπο του Manning:

h = Sf × L = (V2×n2) / R4/3 × L (1)

όπου: Sf = κλίση της γραμμής ενέργειας (m/m)
L = μήκος διώρυγας (m)
R = ισοδύναμη υδραυλική ακτίνα (m)
V = ταχύτητα ροής (m/sec)
n = συντελεστής τραχύτητας Manning

Ο συντελεστής τραχύτητας θεωρήθηκε ίσος με n = 0,05 σε όλες τις περιπτώσεις υπολογισμού των απωλειών σε διώρυγες και κανάλια.

Υπολογισμός κρίσιμου βάθους ροής σε διώρυγες

Το κρίσιμο βάθος ροής σε διώρυγα πλάτους b υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Y_c = \left(\frac{Q^2}{g \times b^2}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad (2)$$

όπου Yc = κρίσιμο βάθος ροής (m)

Q = παροχή υπολογισμού (m3/sec)
b = πλάτος διώρυγας (m)

Οι βασικές αρχές της αποχέτευσης του οδοστρώματος ακολουθούν τις ΟΜΟΕ και πιο συγκεκριμένα το Τεύχος 8, ενώ η ροή εντός της αβαθούς τάφρου υπολογίζεται σύμφωνα με το κεφάλαιο 5.3.2.

Η διαστασιολόγηση του δικτύου ομβρίων γίνεται με βάση την ορθολογική μέθοδο:
Q = C × r × A

Όπου:

C: = 0.60 ή 0.80

r: = η κρίσιμη ένταση βροχής που προκύπτει από την όμβρια καμπύλη της περιοχής για περίοδο επαναφοράς 10 έτη mm/h.

A: Η έκταση που καταλήγει στον αποδέκτη του δικτύου ομβρίων (m2)

Η ένταση βροχής υπολογίζεται από την όμβρια καμπύλη της πόλης του Ρεθύμνου, πολύ κοντά στο γήπεδο που θα κατασκευασθεί η παρούσα μονάδα, για περίοδο επαναφοράς T=10 έτη. Η όμβρια καμπύλη είναι:

r=21.81/t^0.534 σε mm/min

όπου t ο χρόνος συρροής σε λεπτά (min). Λαμβάνοντας ως χρόνο συρροής 10 λεπτά, προκύπτει ένταση ίση με 56.78 mm/hr.

3.5.2 Αποτελέσματα Υδραυλικών Υπολογισμών Τάφρων Ομβρίων

Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές για την περίπτωση των τάφρων η μέγιστη ταχύτητα να μην ξεπερνά 1.5 m/s προκειμένου να μην απαιτείται επένδυση.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών της τάφρου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 48 Υδραυλικοί υπολογισμοί τάφρων ομβρίων

ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΛΙΣΗ - ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	
Υπολογισμός παροχής σχεδιασμού	**T1**
Επιφάνεια λεκάνης απορροής A (m2)	6700
Συντελεστής απορροής C	0.5
Περίοδος επαναφοράς T (έτη)	5
Χρόνος συρροής t (min)	10
Χρόνος συρροής t (h)	0.1667
Ένταση βροχής i (mm/h)	48.31
Ένταση βροχής i (m/h)	0.05
Παροχή υπολογισμού Q (m3/s)	0.053

Μέγιστη κλίση	
Βάθος ροής y (m)	0.1762
Κλίση πρανών Z	1.00
Ύψος τάφρου H (m)	0.50
Πλάτος τάφρου b (m)	0.3
Συνολικό πλάτος B (m)	1.3
Βρεχόμενη περίμετρος Π (m)	0.798
Επιφάνεια διατομής Ao (m2)	0.400
Βρεχόμενη περίμετρος Πο (m)	1.714

Μέγιστη κλίση	
Επιφάνεια A (m2)	0.084
Υδραυλική ακτίνα R (m)	0.105
R^2/3	0.223
Παροχή Q (m3/s)	0.053
Ταχύτητα (m/s)	0.63
Συντελεστής Manning n	0.0500
Κλίση Sf (%)	2.00%
Sf	2.00%
Παροχετευτικότητα τάφρου Qo (m3/s)	0.43
Qo/Q	8.12
y/H	0.35
Fr	0.73
Umax<1.5 m/s	ok
Έλεγχος Q/Qo=0,10	
Βάθος ροής y (m)	0.157
Κλίση πρανών Z	1.00
Ύψος τάφρου H (m)	0.50
Πλάτος τάφρου b (m)	0.3
Συνολικό πλάτος B (m)	1.300
Βρεχόμενη περίμετρος Π (m)	0.745
Επιφάνεια διατομής Ao (m2)	0.400
Περίμετρος Πο (m)	1.714
Επιφάνεια A (m2)	0.072
Υδραυλική ακτίνα R (m)	0.097
R^2/3	0.211
Παροχή Q (m3/s)	0.04
Ταχύτητα (m/s)	0.60
Συντελεστής Manning n	0.0500
Κλίση Sf (%)	2.00%
Sf	2.00%
Παροχετευτικότητα τάφρου Qo (m3/s)	0.43
Qo/Q	10.00
y/H	0.31

Από τους υπολογισμούς προκύπτει ότι οι διαστάσεις της τάφρου επαρκούν για τη διέλευση της παροχής ομβρίων υδάτων, διατηρώντας μία μέγιστη ταχύτητα μικρότερη από 6 m/s των κανονισμών, μία ελάχιστη ταχύτητα πάνω από 0.30 m/s, ποσοστό πλήρωσης μικρότερο από 0.5. Η τάφρος είναι τραπεζοειδούς διατομής με πλάτος πυθμένα b=0.3m και ελάχιστο ύψος H=0.5 m με κλίσεις πρανών 2:1 (υ:β), ενώ εφόσον η μέγιστη ταχύτητα δεν ξεπερνά τα 1.5 m/s, δεν απαιτείται επένδυση.

3.5.3 Υδραυλικοί Υπολογισμοί Αγωγών

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο1**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.01404	0.019
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	1.20%	1.20%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.084	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	108.977	118
γωνία θ (rad)	1.901	2.052
A	0.019	0.023
P	0.380	0.410
R	0.05	0.057
V	**0.73**	**0.79**
Q	0.01404	0.02
V/Vo	0.50	0.54
Vo	1.48	1.48
Qo	0.19	0.19
Q/Qo	0.08	0.10
y/yo	**0.21**	**0.24**
n	0.02	0.02
n/no	1.27	1.27
B	0.33	0.34
Dh	0.06	0.07
F	0.97	0.97

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο2**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.02508	0.019
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	1.20%	1.20%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.113	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	128.193	118
γωνία θ (rad)	2.236	2.052
A	0.029	0.023
P	0.447	0.410
R	0.06	0.057
V	0.86	0.79
Q	0.03	0.02

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο2**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
V/Vo	0.59	0.54
Vo	1.48	1.48
Qo	0.19	0.19
Q/Qo	0.14	0.10
y/yo	0.28	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.28	1.27
B	0.36	0.34
Dh	0.08	0.07
F	0.97	0.97

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο3**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.03139	0.021
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	1.50%	1.50%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.119	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	132.454	118
γωνία θ (rad)	2.311	2.052
A	0.031	0.023
P	0.462	0.410
R	0.07	0.057
V	1.00	0.89
Q	0.03	0.02
V/Vo	0.61	0.54
Vo	1.65	1.65
Qo	0.21	0.21
Q/Qo	0.15	0.10
y/yo	0.30	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.28	1.27
B	0.37	0.34
Dh	0.09	0.07
F	1.09	1.09

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο4**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.034	0.023
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	1.90%	1.90%
no	0.016	0.016

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο4**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.116	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	130.711	118
γωνία θ (rad)	2.280	2.052
A	0.030	0.023
P	0.456	0.410
R	0.07	0.057
V	1.11	1.00
Q	0.03	0.02
V/Vo	0.60	0.54
Vo	1.86	1.86
Qo	0.23	0.23
Q/Qo	0.14	0.10
y/yo	0.29	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.28	1.27
B	0.36	0.34
Dh	0.08	0.07
F	1.22	1.22

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο5**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.03572	0.023
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	1.90%	1.90%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.120	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	132.889	118
γωνία θ (rad)	2.318	2.052
A	0.032	0.023
P	0.464	0.410
R	0.07	0.057
V	1.13	1.00
Q	0.04	0.02
V/Vo	0.61	0.54
Vo	1.86	1.86
Qo	0.23	0.23
Q/Qo	0.15	0.10
y/yo	0.30	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.28	1.27

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο5**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
B	0.37	0.34
Dh	0.09	0.07
F	1.22	1.22
ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο6**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.04519	0.015
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	0.80%	0.80%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.171	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	163.152	118
γωνία θ (rad)	2.846	2.052
A	0.051	0.023
P	0.569	0.410
R	0.09	0.057
V	0.88	0.65
Q	0.05	0.02
V/Vo	0.73	0.54
Vo	1.20	1.20
Qo	0.15	0.15
Q/Qo	0.30	0.10
y/yo	0.43	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.27	1.27
B	0.40	0.34
Dh	0.13	0.07
F	0.79	0.79

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο7**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.05583	0.015
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	0.80%	0.80%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.191	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	175.157	118
γωνία θ (rad)	3.056	2.052
A	0.059	0.023
P	0.611	0.410
R	0.10	0.057
V	0.94	0.65

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο7**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Q	0.06	0.02
DQ	0.78	0.54
V/Vo	1.20	1.20
Vo	0.15	0.15
Qo	0.37	0.10
Q/Qo	0.48	0.24
y/yo	0.02	0.02
n	1.26	1.27
n/no	0.40	0.34
B	0.15	0.07
Dh	0.78	0.79

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο8**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.06490	0.038
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	5.10%	5.10%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.127	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	136.991	118
γωνία θ (rad)	2.390	2.052
A	0.034	0.023
P	0.478	0.410
R	0.07	0.057
V	1.90	1.64
Q	0.06	0.04
V/Vo	0.63	0.54
Vo	3.04	3.04
Qo	0.38	0.38
Q/Qo	0.17	0.10
y/yo	0.32	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.28	1.27
B	0.37	0.34
Dh	0.09	0.07
F	2.00	2.00

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο9**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.06766	0.036
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	4.50%	4.50%

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο9**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.134	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	141.315	118
γωνία θ (rad)	2.465	2.052
A	0.037	0.023
P	0.493	0.410
R	0.07	0.057
V	1.84	1.54
Q	0.07	0.04
V/Vo	0.64	0.54
Vo	2.86	2.86
Qo	0.36	0.36
Q/Qo	0.19	0.10
y/yo	0.33	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.28	1.27
B	0.38	0.34
Dh	0.10	0.07
F	1.88	1.88

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο10**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.06963	0.036
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	4.50%	4.50%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.136	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	142.542	118
γωνία θ (rad)	2.487	2.052
A	0.038	0.023
P	0.497	0.410
R	0.08	0.057
V	1.85	1.54
Q	0.07	0.04
V/Vo	0.65	0.54
Vo	2.86	2.86
Qo	0.36	0.36
Q/Qo	0.19	0.10
y/yo	0.34	0.24
n	0.02	0.02

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο10**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
n/no	1.28	1.27
B	0.38	0.34
Dh	0.10	0.07
F	1.88	1.88

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο11**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.08028	0.023
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	1.80%	1.80%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.187	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	172.631	118
γωνία θ (rad)	3.011	2.052
A	0.058	0.023
P	0.602	0.410
R	0.10	0.057
V	1.39	0.97
Q	0.08	0.02
V/Vo	0.77	0.54
Vo	1.81	1.81
Qo	0.23	0.23
Q/Qo	0.35	0.10
y/yo	0.47	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.26	1.27
B	0.40	0.34
Dh	0.14	0.07
F	1.17	1.19

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο12**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.09171	0.045
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	7.20%	7.20%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.139	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	144.297	118
γωνία θ (rad)	2.517	2.052
A	0.039	0.023
P	0.503	0.410

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο12**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
R	0.08	0.057
V	2.37	1.95
Q	0.09	0.05
V/Vo	0.66	0.54
Vo	3.61	3.61
Qo	0.45	0.45
Q/Qo	0.20	0.10
y/yo	0.35	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.28	1.27
B	0.38	0.34
Dh	0.10	0.07
F	2.38	2.38

ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ	**ΚΛΑΔΟΣ Ο13**	Έλεγχος Q/Qo=0,10
Παροχή (m3/s)	0.09842	0.045
Διάμετρος (m)	0.400	0.4000
Κλίση αγωγού	7.20%	7.20%
no	0.016	0.016
Βάθος ροής (yo*) (m)	0.144	0.096
Ao (εμβαδόν διατομής)	0.126	0.1256
γωνία θ (degrees)	147.438	118
γωνία θ (rad)	2.572	2.052
A	0.041	0.023
P	0.514	0.410
R	0.08	0.057
V	2.42	1.95
Q	0.10	0.05
V/Vo	0.67	0.54
Vo	3.61	3.61
Qo	0.45	0.45
Q/Qo	0.22	0.10
y/yo	0.29	0.24
n	0.02	0.02
n/no	1.28	1.27
B	0.38	0.34
Dh	0.11	0.07
F	2.38	2.38

Από τους υπολογισμούς προκύπτει ότι η τάφρος και οι διαστάσεις του αγωγού (διάμετρος, κλίση) επαρκούν για τη διέλευση της παροχής ομβρίων υδάτων, διατηρώντας μία μέγιστη ταχύτητα μικρότερη από 6 m/s των κανονισμών, μία ελάχιστη ταχύτητα πάνω από 0.30 m/s, ποσοστό πλήρωσης μικρότερο από 0.5 για τους αγωγούς διατομής DN400.

4. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

4.1 ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ

Ο αγωγός τροφοδοσίας της εγκατάστασης καθαρισμού νερού (Ε.Κ.Ν.), εκκινεί από το υφιστάμενο φρεάτιο Φ1 με γεωγραφικές συντεταγμένες κατά ΕΓΣΑ ’87, Χ: 548956.98, Υ: 3911039.59 και καταλήγει αρχικά στο φρεάτιο μέτρησης παροχής εντός της εγκατάστασης και εν συνεχεία στη δεξαμενή εισόδου – άρδευσης. Το συνολικό μήκος του αγωγού ανέρχεται σε περίπου 420m, η διάμετρός του είναι DN 1000 και το υλικό του είναι ελατός χυτοσίδηρος (D.I.), Class 25.

Η χάραξη του αγωγού θα ακολουθήσει στα πρώτα 150m την οδοποιία πρόσβασης και στη συνέχεια θα οδεύσει απευθείας στο σημείο εισόδου. Με σκοπό την ελαχιστοποίηση των παρεμβάσεων, παράλληλα με τον αγωγό εισόδου, σε κοινό σκάμμα θα τοποθετηθούν ταυτόχρονα και οι δύο αγωγοί διασύνδεσης της Ε.Κ.Ν. με τις υφιστάμενες υποδομές ύδρευσης της ΔΕΥΑΡ και άρδευσης. Εξαιτίας των απότομων κλίσεων, αλλά και των σημείων αλλαγής διεύθυνσης, οι αγωγοί θα εφοδιαστούν με κατάλληλους αυτοαγκυρούμενους συνδέσμους.

Δεδομένης της υψομετρικής διαφοράς της εγκατάστασης και της στάθμης υδροληψίας από τον ταμιευτήρα Ποταμών Αμαρίου, καθώς και της ελάχιστης πιεζομετρικής γραμμής στο σημείο διασύνδεσης με τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς, ήτοι το φρεάτιο Φ1 (+173.0m), η τροφοδοσία της εγκατάστασης θα πραγματοποιείται βαρυτικά, με τον αγωγό να λειτουργεί διαρκώς υπό πλήρωση.

4.2 ΕΡΓΟ ΕΙΣΟΔΟΥ

Το ανεπεξέργαστο νερο εισέρχεται στην ΕΚΝ αφού διέλθει από το μετρητή παροχής και τη δικλείδα ρύθμισης της παροχής που είναι εγκατεστημένοι επί του αγωγού τροφοδοσίας. Το έργο εισόδου αποτελείται από ξηρό φρεάτιο εξοπλισμένο με ολισθαίνουσα δικλείδα με ανάντη τοποθετημένη δικλείδα πεταλούδας με ρυθμιστικό ρόλο και παρακαμπτήριο αγωγό εξοπλισμένο επίσης με ηλεκτροκίνητη δικλείδα πεταλούδας με ρυθμιστικό ρόλο Η πρόσβαση στο φρεάτιο πραγματοποιείται μέσω κατάλληλου ανοίγματος και μεταλλικής κλίμακας.Ο αγωγός προσαγωγής καταλήγει στη δεξαμενή αποθήκευσης.

4.3 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ –ΠΡΟΑΕΡΙΣΜΟΥ

Το ανεπεξέργαστο νερό μετά το έργο εισόδου εισέρχεται στη δεξαμενή αποθήκευσης απ’ όπου δύναται η δυνατότητα τροφοδοσίας του δικτύου άρδευσης. Η δεξαμενή αποθήκευσης έχει διαστάσεις 42,0m x 8,0m x6,95m και ωφέλιμη χωρητικότητα 1.500m^3. Η δεξαμενή είναι κλειστή με κάλυμμα από σκυρόδεμα και η πρόσβαση στο εσωτερικό της εξασφαλίζεται μέσω μεταλλικής κλίμακας.

Η δεξαμενή επικοινωνεί μέσω υποβρύχιας οπής με τη δεξαμενή προαερισμού διαστάσεων 8,80m x 8,0m x6,95m και ωφέλιμης χωρητικότητας 320m^3. Εντός της δεξαμενής

τροφοδοτείται αέρας μέσω συστήματος υποβρύχιων αγωγών και 250 διαχυτών λεπτής φυσαλίδας. Ο αέρας τροφοδοτείται από 2 φυσητήρες (1 +1 εφεδρικός), δυναμικότητας 1.250 Nm^3/h αέρα, οι οποίοι εγκαθίστανται σε κατάλληλα ηχομονωμένο χώρο εντός του κτιρίου αφυδάτωσης της ιλύος.

4.4 ΠΡΟΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ-ΠΡΟΟΟΖΟΝΩΣΗ

Το ανεπεξέργαστο νερό τροφοδοτείται στη συνέχεια στη μονάδα προοζόνωσης η οποία περιλαμβάνει τη δεξαμενή επαφής, το φρέατιο μερισμού προς τις δεξαμενές ταχείας μίξης, το φρεάτιο παράκαμψης της μονάδας κροκίδωσης-καθίζησης, και τη μονάδα παραγωγής όζοντος που αποτελείται από το κτίριο παραγωγής όζοντος και το σύστημα διάχυσης όζοντος.

Η δεξαμενή επαφής έχει χωρητικότητα 185m^3 και είναι κατάλληλα διαμερισματοποιημένη για την επίτευξη εμβολοειδούς ροής σε τέσσερα (4) εν σειρά διαμερίσματα, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους με οπές. Στην είσοδο κάθε διαμερίσματος έχει προβλεφθεί ενδιάμεσο τοιχίο προκειμένου η ροή του να ακολουθεί μαιανδρική κίνηση μέσω διαδοχικών ανοιγμάτων στον πυθμένα και στην κορυφή (βυθισμένοι υπερχειλιστές) των ενδιάμεσων τοιχίων. Η έξοδος πραγματοποιείται μέσω υπερχειλιστή μήκους 3,1m προς φρεάτιο μερισμού στις τρεις δεξαμενές ταχείας μίξης.

Η δεξαμενή είναι σκεπασμένη με δυνατότητα συλλογής του εμπλουτισμένου σε όζον υπερκείμενου αέρα και διοχέτευσής του στη μονάδα καταστροφής όζοντος.

Το σύστημα παραγωγής όζοντος βρίσκεται σε παρακείμενο κτίριο και αποτελείται από μονάδα δυναμικότητας 6,25kg O_3/h. Το σύστημα περιλαμβάνει τίς μονάδες παραγωγής και επεξεργασίας ξηρού αέρα, τις γεννήτριες παραγωγής του όζοντος, τή μονάδα καταστροφής του όζοντος καθώς και τα όργανα μέτρησης και λειτουργίας των μονάδων. Ο εμπλουτισμένος με O_3 αέρας διοχετεύεται με σύστημα 80 συνολικά διαχυτών λεπτής φυασλίδας στη δεξαμενή επαφής. Προβλέπονται δύο όμοια συστήματα, το ένα εκ των οποίων είναι εφεδρικό.

Ο αέρας τροφοδοτείται από δύο αεροσυμπιεστές (1+1 εφεδρικός) παροχής 210 Nm^3/h αέρα, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 10 – 100%. Η μονάδα καταστροφής όζοντος έχει δυναμικότητα 210 Nm^3/h. Προβλέπονται δύο μονάδες καταστροφής όζοντος, η μία εκ των οποίων είναι εφεδρική.

Στην περίπτωση που για την ψύξη των οζονιστήρων απαιτείται νερό, αυτό θα γίνεται από τη δεξαμενή νερού πλύσης του συγκροτήματος έκπλυσης κλινών με συνεχή ανακυκλοφορία μέσω αντλιών, ο αριθμός των οποίων θα εξασφαλίζει 100% εφεδρεία για το σύστημα.

Στη δεξαμενή προοζόνωσης προστίθεται ακόμη υπεροξείδιο του υδρογόνου, το οποίο αποθηκεύεται σε δεξαμενή χωρητικότητας 5,6 m^3 η οποία εγκαθίσταται στον κάτω χώρο

του παρακείμενου κτιρίου. Η τροφοδοσία του υπεροξειδίου του υδρογόνου επιτυγχάνεται μέσω ζεύγους δοσομετρικών αντλιών (1+1 εφεδρική) παροχής 10 l/h, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής μεταξύ 0 – 100%.

Το παρακείμενο κτίριο εξυπηρέτησης της μονάδας προοζόνωσης έχει διαστάσεις κάτοψης 17,50 m x 7,40m και διαμορφώνεται σε δύο επίπεδα τα οποία επικοινωνούν μέσω κλίμακας από σκυρόδεμα. Τμήμα του κάτω επιπέδου αποτελεί η δεξαμενή νερού ύδρευσης-πυρόσβεσης, ωφέλιμης χωρητικότητας 90m^3. Για την απομάκρυνση του εξοπλισμού προβλέπονται κατάλληλα ανοίγματα και ανυψωτικοί μηχανισμοί τύπου μονοράγας.

Όργανα Ελέγχου

Για την παρακολούθηση της λειτουργίας της μονάδας και την εφαρμογή των απαιτούμενων ρυθμίσεων ελέγχου των διεργασιών απαιτείται η εγκατάσταση των ακόλουθων οργάνων:

- Αναλυτή ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) στην είσοδο της δεξαμενής προοζόνωσης.
- Αναλυτή ολικού οργανικού άνθρακα (TOC) στην έξοδο της δεξαμενής προοζόνωσης και
- Μετρητή υπολειμματικού όζοντος στη δεξαμενή προοζόνωσης.
- Όργανο μέτρησης παροχής αερίου όζοντος στους αγωγούς τροφοδοσίας της δεξαμενής επαφής
- Όργανο ανίχνευσης αερίου όζοντος εντός του κτιρίου εξυπηρέτησης
- Όργανο μέτρησης σημείου δρόσου στην είσοδο του οζονιστήρα.

4.5 ΤΑΧΕΙΑ ΜΙΞΗ

Το νερό υπερχειλίζει προς φρεάτιο μερισμού όπου μέσω τριών υπερχειλιστών λεπτής στέψης μήκους 2,4m έκαστος, επιτυγχάνεται η ισοκατανομή στις ισάριθμες δεξαμενές ταχείας μίξης διαστάσεων 2,80m x 2,80m x 2,30m έκαστη. Κατά την Α΄Φάση του έργου εξοπλίζονται οι 2 από τις τρεις δεξαμενές. Στη δεξαμενή ταχείας ανάμιξης λαμβάνει χώρα προσθήκη κροκιδωτικού (υγρού χλωριούχου πολυαργιλίου (PACl) ή διαλύματος θειικού αργιλίου). Για την αποτελεσματική διασπορά του προστιθέμενου κροκιδωτικού προβλέπεται εντός έκαστης δεξαμενής η εγκατάσταση αναδευτήρα κάθετου άξονα με προπέλλα, εξοπλισμένου με ρυθμιστή στροφών απορροφούμενης ισχύος 4 kW. Ο αναδευτήρας στηρίζεται σε βάση από σκυρόδεμα. Το νερό στην συνέχεια μέσω τριών αγωγών HDPE DN800 τροφοδοτείται στις Δεξαμενές Κροκίδωσης – Καθίζησης.

4.6 ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ -ΚΑΘΊΖΗΣΗ

Στις Δεξαμενές Κροκίδωσης διαστάσεων έκαστη 5,5 mx 5,5 mx 5,9 m πραγματοποιείται προσθήκη πολυηλεκτρολύτη για την υποβοήθηση της διεργαίας της κροκίδωσης. Οι δεξαμενές είναι εφοδιασμένες με αργόστροφο αναδευτήρα κάθετου άξονα, ισχύος 1,7kW, με ρυθμιστή στροφών.

Το νερό εισέρχεται μέσω βυθισμένων υπερχειλιστών στις Δεξαμενές Καθίζησης. Οι τρεις, για τη Β΄Φάση του έργου, και δύο για την Α΄φάση του έργου Δεξαμενές Καθίζησης είναι ορθογωνικές και εξοπλίζονται με λαμέλλες, ήτοι κεκλιμένες πλάκες (lamella plates)

τοποθετημένες παράλληλα μεταξύ τους. Οι λαμέλλες κατασκευάζονται είτε από σκληρό PVC είτε από PPVT, με σταθεροποιητή προστασίας από την ηλιακή ακτινοβολία, και πρέπει να είναι πιστοποιημένες για χρήση σε πόσιμο νερό. Το νερό ακολουθεί ανοδική πορεία στο χώρο ανάμεσα στις λαμέλλες ενώ οι κροκίδες που περιέχονται σε αυτό είτε καθιζάνουν απευθείας είτε κυλούν στην επιφάνεια των λαμελλών προς τον πυθμένα του θαλάμου, όπου καθιζάνουν και με τη βοήθεια μηχανισμού σάρωσης του πυθμένα συγκεντρώνονται σε κατάλληλη διαμόρφωση στον πυθμένα της δεξαμενής. Η απομάκρυνση της ιλύος προς φρεάτιο συλλογής πραγματοποιείται μέσω αγωγών Φ150 (4 σε κάθε θάλαμο καθίζησης). Εντός του φρεατίου εγκαθίστανται δύο αντλίες (1+1 εφεδρική) οι οποίες καταθλίβουν την ιλύ στη μονάδα πάχυνσης, μέσω αγωγού HDPE DN200.

Έκαστος θάλαμος καθίζησης έχει διαστάσεις 13,0m x 5,5m x 5,0 m και το ωφέλιμο βάθος κάτωθεν των λαμελλών είναι 3,7m. Σε κάθε δεξαμενή εγκαθίστανται 290τεμάχια διαστάσεων:

- Ύψος λαμέλλας (HL) = 1,0 m
- Πάχος λαμέλλας (wL) = 1,2 mm
- Ελάχιστη απόσταση μεταξύ λαμελλών (aL) = 40 mm

Η επιφάνεια καθίζησης σε κάθε δεξαμενή ανέρχεται σε 1.563m^2.

Το καθαρό νερό από κάθε δεξαμενή καθίζησης υπερχειλίζει σε κοινή διώρυγα συλλογής επεξεργασμένου νερού απ'όπου μέσω υποβρύχιων οπών εισέρχεται στα 2 (για την Α΄φάση) φρεάτια τροφοδοσία της μονάδας διύλισης. Η τροφοδοσία πραγματοποιείται μέσω αγωγών HDPE DN800. Οι δεξαμενές είναι καλυμμένες και διαθέτουν κατάλληλα ανοίγματα με μεταλλικά καπάκια για την απομάκρυνση του εξοπλισμού.
Για την παρακολούθηση της λειτουργίας της μονάδας και την εφαρμογή των απαιτούμενων ρυθμίσεων ελέγχου των διεργασιών απαιτείται η εγκατάσταση στην έξοδο της κροκιδοκαθίζησης των ακόλουθων οργάνων:

- Μετρητή pH
- Μετρητή θολότητας
- Μετρητής συγκέντρωσης στερεών
- Μετρητής στάθμης ιλύος

4.7 ΔΙΥΛΙΣΗ

Οι αγωγοί εισέρχονται στη διώρυγα κεφαλής πλάτους 1,00m απ' όπου μέσω 6 ηλεκτροκίνητων θυροφραγμάτων εξασφαλίζεται η ισοκατανομή του υπό διύλιση νερού στις αντίστοιχες κλίνες διύλισης ενώ παράλληλα δίδεται και η δυνατότητα απομόνωσης κάθε κλίνης.
Η διύλιση επιτυγχάνεται σε διστρωματικά φίλτρα (άμμου – ανθρακίτη). Προβλέπονται 6 συνολικά κλίνες για τη Β΄Φάση του έργου και 5 κλίνες για την Α΄Φάση του έργου, διαστάσεων 4,0 x 12,25 = 49,0 m^2 έκαστη. Το ωφέλιμο βάθος του διυλιστικού μέσου των κλινών διύλισης ανέρχεται σε 1,20 m και κατανέμεται ως ακολούθως:

- Ανθρακίτης = 0,60 m

- Άμμος = 0,40 m
- Χαλίκι = 0,20 m

Ο ανθρακίτης έχει ωφέλιμη διάμετρο κόκκων 1,0 – 1,1 mm και συντελεστή ομοιομορφίας 1,5 – 1,6. Αντίστοιχα, η άμμος έχει ωφέλιμη διάμετρο κόκκων 0,4 – 0,5 mm και συντελεστή ομοιομορφίας 1,5 – 1,6, ενώ η ωφέλιμη διάμετρος κόκκων χαλικιού είναι 5 - 10 mm.

Κατά την κανονική λειτουργία των κλινών, το νερό θα τροφοδοτείται ομοιόμορφα σε κάθε κλίνη μέσω πλευρικής διώρυγας μήκους 12,25m, τραπεζοειδούς διατομής, στον πυθμένα της οποίας θα κατασκευαστούν οπές ομοιόμορφα κατανεμημένες καθ΄ όλο το μήκος της. Εν συνεχεία το διυλισμένο νερό θα συλλέγεται στο χώρο κάτω από το δάπεδο των κλινών ωφέλιμου βάθους 0,93m.

Το διυλισμένο νερό από κάθε κλίνη οδηγείται σε διώρυγα συλλογής πλάτους 0,80m και από εκεί με ανεξάρτητους αγωγούς μέσω σταθερού υπερχειλιστή λεπτής στέψης καταλήγει σε κοινή για όλες τις κλίνες διώρυγα συλλογής του διυλισμένου νερού πλάτους 1,20m. Κάθε γραμμή θα είναι εξοπλισμένη με μία ανάντη ηλεκτροκίνητη δικλείδα πεταλούδας με ηλεκτρομαγνητικό μετρητή παροχής και με ρυθμιστική ηλεκτροκίνητη δικλείδα τύπου πεταλούδας. Το διυλισμένο νερό από την διώρυγα συλλογής οδηγείται σε κανάλι εξόδου, το οποίο είναι εξοπλισμένο με υπερχειλιστή για τον έλεγχο στάθμης εντός της κοινής διώρυγας συλλογής του διυλισμένου νερού.

Κατά την αντίστροφη έκπλυση οι κλίνες θα εκπλύνονται αυτόματα με ανοδική διοχέτευση σταδιακά αέρα και νερού δια μέσου του χώρου συλλογής καθαρού νερού και των ακροφυσίων του δαπέδου των κλινών. Το νερό θα υπερχειλίζει και θα συλλέγεται σε διώρυγα συλλογής του νερού έκπλυσης, κλίσης πυθμένα 9,3% και πλάτους 0,80 m, απ΄ όπου μέσω ηλεκτροκίνητων θυροφραγμάτων θα οδηγείται στη δεξαμενή ακάθαρτου νερού έκπλυσης.

Η δεξαμενή αποθήκευσης νερού έκπλυσης έχει ωφέλιμη (ρυθμιστική) χωρητικότητα 570m^3 και εκκενώνει μέσω αντλιοστασίου αποτελουμένου από τέσσερις (3+1 εφεδρική) υποβρύχιες αντλίες, δυναμικότητας 980m^3/hr εξοπλισμένες με ρυθμιστή στροφών. Η κατάθλιψη κάθε αντλίας συνδέεται σε κεντρικό συλλεκτήριο καταθλιπτικό αγωγό μέσω του οποίου το νερό έκπλυσης οδηγείται προς κάθε κλίνη. Στους κλάδους του καταθλιπτικού αγωγού που τροφοδοτούν τις κλίνες εγκαθίστανται ηλεκτροκίνητες δικλείδες τύπου πεταλούδας. Η δεξαμενή είναι ορθογωνικής κάτοψης και βρίσκεται στον υπόγειο χώρο του κτιρίου εξυπηρέτησης της μονάδας διύλισης.

Η δεξαμενή αποθήκευσης ακάθαρτου νερού έκπλυσης μαζί με τη διώρυγα συλλογής των ακαθάρτων έχουν ωφέλιμη (ρυθμιστική) χωρητικότητα 650m^3. Εντός της δεξαμενής εγκαθίστανται δύο υποβρύχιες αντλίες, δυναμικότητας 175m^3/hr. Στη δεξαμενή ακαθάρτων καταλήγουν επίσης τα επιπολάζοντα υγρά του παχυντή και τα στραγγίσματα

της αφυδάτωσης, τα οποία θα συναντλούνται μαζί με τα ακάθαρτα νερά έκπλυσης προς τη μονάδα υπερδιήθησης.

Επιπλέον, το σύστημα έκπλυσης περιλαμβάνει τους δύο αεροσυμπιεστές (ο ένας εφεδρικός) με δυναμικότητα έκαστου 3.920 Nm^3/hr, οι οποίοι θα έχουν τη δυνατότητα μείωσης της παροχής τους μέσω μετατροπέα συχνότητας. Κάθε συγκρότημα φυσητήρα διαθέτει ηχομονωτικό θάλαμο με ηχοπαγίδες και ανεμιστήρα αερισμού, σιγαστήρα/φίλτρο αναρρόφησης,σιγαστήρα κατάθλιψης.

Όργανα Ελέγχου

Για την παρακολούθηση της λειτουργίας της μονάδας και την εφαρμογή των απαιτούμενων ρυθμίσεων ελέγχου των διεργασιών απαιτείται η εγκατάσταση στην έξοδο καθεμιάς από τις κλίνες διύλισης των ακόλουθων οργάνων:

- Μετρητή παροχής διυλισμένου νερού κάθε κλίνης διύλισης και
- Μετρητή θολότητας διυλισμένου νερού κάθε κλίνης διύλισης.
- Μέτρηση παροχής στον κοινό καταθλιπτικο αγωγό των φυσητήρων αέρα έκπλυσης
- Μέτρηση παροχής στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό των αντλιών έκπλυσης
- Μέτρηση παροχής στον κοινό καταθλιπτικό αγωγών των αντλιών ακαθάρτων νερών έκπλυσης
- Μετρηση στάθμης υπερήχων στη διώρυγα εισόδου και συλλογής ακαθάρτων
- Μετρητές πίεσης (ένας σε κάθε αγωγό εξόδου στη γραμμή καθαρού νερού έκπλυσης και στη γραμμή ακαθάρτων και στη γραμμή καθαρισμού του αέρα).

4.8 ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ

Για την αντιμετώπιση είτε οσμής είτε εντομοκτόνων και φυτοφαρμάκων χρησιμοποιείται ενεργός άνθρακας σε μορφή σκόνης (PAC), ο οποίος παρασκευάζεται ως διάλυμα και δοσομετρείται στο κανάλι διανομής της κροκιδοκαθίζησης. Η σκόνη PAC ζυγίζεται σε δοσομετρικό κοχλία και μεταφέρεται στο κανάλι διανομής της κροκιδοκαθίζησης με χρήση εγχυτήρων και νερού, το οποίο τροφοδοτείται από το αντλιοστάσιο νερού εξυπηρέτησης της μονάδας. Το συγκρότημα προετοιμασίας και δοσομέτρησης του διαλύματος εγκαθίσταται εντός του κτιριου χημικών.

Εφόσον τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του προς επεξεργασία νερού επιβεβαιώσουν την ανάγκη συνεχούς απομάκρυνσης εντομοκτονων και φυτοφαρμάκων αλλά και για την απομάκρυνση των προϊόντων οξείδωσης λόγω της οζόνωσης προβλέπεται κατάλληλος χώρος παραπλεύρως του γηπέδου της ΕΚΝ για την εγκατάσταση φίλτρων ενεργού άνθρακα, επιφάνειας 156,3m^2. Προβλέπονται έξι κλίνες άνθρακα, έκαστη διαστάσεων 12,0 m x 3,0m.

4.9 ΜΕΤΑ-ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Για την εξασφάλιση της προστασίας του επεξεργασμένου νερού από πιθανή μόλυνση λόγω παθογόνων μικροοργανισμών στο δίκτυο μεταφοράς απαιτείται η χλωρίωσή του, η οποία εξασφαλίζει τη δημιουργία υπολειμματικής απολυμαντικής δράσης. Ο εξοπλισμός

δοσομέτρησης και αποθήκευσης του διαλύματος υποχλωριώδες νατριου εγκαθίσταται εντός του κτιριόυ χημικών. Η τροφοδοσία του διαλύματος πραγματοποιείται σε στατικό αναμίκτη ο οποίος εγκαθίσταται στον αγωγό τροφοδοσίας της Δεξαμενής Καθαρού Νερού.

4.10 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΑΡΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η Δεξαμενή Καθαρού Νερού, αποτελείται από τέσσερις θαλάμους διαστάσεων 17,8mx18,1m ύψους 9,0m και ωφέλιμης χωρητικότητας 2250m^3 έκαστος. Κατά την Α΄ φάση του έργου κατασκευάζονται τρεις εκ των τεσσάρων θαλάμων. Ως εκ τούτου η συνολική χωρητικότητα της δεξαμενής καθαρού νερού ανέρχεται σε 9.000m^3 για τη Β΄Φάση και 6.750m^3 για την Α΄Φάση. Η ανώτατη στάθμη υγρού βρίσκεται στο +162,00 ενώ η κατώτατη στάθμη λειτουργίας βρίσκεται σε στάθμη +155,00m. Η διαμόρφωση της δεξαμενής σε τέσσερις θαλάμους προσφέρει σημαντική ευελιξία τόσο κατά τη λειτουργία όσο και κατά το καθαρισμό και συντήρηση της μονάδας. Κάθε θάλαμος αποτελείται από δύο διαμερίσματα μαιανδρικής διαμόρφωσης.

Το επεξεργασμένο νερό τροφοδοτείται στη δεξαμενή καθαρού νερού μέσω αγωγού HDPE DN800. Η είσοδος του επεξεργασμένου νερού σε κάθε θάλαμο της ΔΚΝ πραγματοποιείται μέσω τεσσάρων αγωγών εξοπλισμένων με ηλεκτροκίνητες δικλείδες ώστε να παρέχεται η δυνατότητα απομόνωσης των διαμερισμάτων για συντήρηση ή καθαρισμό. Οι δικλείδες τοποθετούνται εντός ξηρών φρεατίων που διαμορφώνονται στα σημεία εισόδου στη δεξαμενή, εσωτερικών διαστάσεων 2.0 x 2.30 m και βάθους 3,0m.

Η έξοδος του επεξεργασμένου νερού από το κάθε διαμέρισμα πραγματοποιείται μέσω τεσσάρων αγωγών, εξοπλισμένων με ηλεκτροκίνητες δικλείδες τοποθετημένες εντός ξηρών φρεατίων εσωτερικών διαστάσεων 2.0 x 3.5 m κα βάθους 9.0 m. Για τη βέλτιστη αξιοποίηση του όγκου ασφαλείας αλλά και για τη διευκόλυνση των εργασιών συντήρησης και καθαρισμού, πραγματοποιείται διαμόρφωση τοπικής βάθυνσης σε κάθε θέση υδροληψίας.

Σε έκτακτες περιπτώσεις ανόδου της στάθμης του νερού στη ΔΚΝ πάνω από την ανώτατη στάθμη λειτουργίας (162,00), έχει προβλεφθεί σε κάθε θάλαμο της ΔΚΝ κατάλληλη διάταξη υπερχείλισης.

Η δεξαμενή είναι στεγανή και η οροφή της διαθέτει θερμομόνωση με διάστρωση με κροκάλες και γαίες ενώ διαμορφώνονται κατάλληλες κλίσεις για την απαγωγή των ομβρίων από την οροφή της. Σε κάθε θάλαμο θα κατασκευαστεί φρεάτιο μέτρησης της στάθμης.

Όργανα Ελέγχου

Για τον έλεγχο της ποιότητας του επεξεργασμένου νερού απαιτείται η εγκατάσταση των ακόλουθων οργάνων:

- Μετρητή pH
- Μετρητή θολότητας
- Μετρητή αγωγιμότητας

- Μετρητή υπολειμματικού χλωρίου
- Μετρητή TOC και
- Μετρητή υπολειμματικού αργιλίου

4.11 ΠΑΧΥΝΣΗ ΙΛΥΟΣ

Η περίσσεια της ιλύος από το φρεάτιο συλλογής της ιλύος των δεξαμενών κροκίδωσης-καθίζησης, θα οδηγείται μέσω 2 αντλιών στον παχυντή βαρύτητας. Η είσοδος της ιλύος θα γίνεται μέσα από κεντρικό τύμπανο ηρεμίας.

Ο παχυντής βαρύτητας είναι διαμέτρου 10,0m, με πλευρικό βάθος υγρού 4m και κλίση πυθμένα 10%. Ο παχυντής είναι εξοπλισμένος με διαμετρική γέφυρα από οπλισμένο σκυρόδεμα πλάτους 1,0 m επί της οποίας θα αναρτηθεί αναμοχλευτής ιλύος.

Η συλλογή και απομάκρυνση των επιπολαζόντων θα γίνεται μέσω περιμετρικού οδοντωτού υπερχειλιστή σε περιμετρική διώρυγα πλάτους 0,40m, απ΄ όπου θα οδηγούνται σε παρακείμενο φρεάτιο. Από το φρεάτιο συλλογής θα εκκινεί αγωγός μέσω του οποίου τα επιπολάζοντα υγρά θα οδηγούνται προς τη δεξαμενή συλλογής ακάθαρτου νερού έκπλυσης. Η παχυμένη ιλύς από τον πυθμένα του παχυντή, μέσω αγωγού θα αντλείται προς αφυδάτωση στις ταινιοφιλτρόπρεσσες. Οι αντλιές εγκαθίστανται εντός του κτιρίου αφυδάτωσης. Ο παχυντής διαθέτει κάλυμμα από GRP για την αποφυγή έκλυσης δυσάρεστων οσμών.

Όργανα Ελέγχου

Για την παρακολούθηση της λειτουργίας της μονάδας και την εφαρμογή των απαιτούμενων ρυθμίσεων ελέγχου των διεργασιών απαιτείται η εγκατάσταση των ακόλουθων οργάνων:

- Μετρητή συγκέντρωσης στερεών στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό των αντλιών αναρρόφησης ιλύος και
- Μετρητή παροχής στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό των αντλιών αναρρόφησης ιλύος.

4.12 ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΙΛΥΟΣ

Η παχυμένη ιλύς από τον πυθμένα του παχυντή, αντλείται προς αφυδάτωση στις ταινιοφιλτρόπρεσσες, μέσω δύο αντλιών θετικής εκτόπισης (εκ των οποίων η μία θα είναι εφεδρική), δυναμικότητας 5-10m^3/hr με δυνατότητα ρύθμισης στροφών. Η ταινιοφιλτρόπρεσσα έχει πλάτος ταινίας 1,5m.

Για την παροχή νερού πλύσης προβλέπεται ζεύγος αντλιών δυναμικότητας 12 m^3/hr, σε πίεση 4bar. Η ταινιοφιλτρόπρεσσα διαθέτει διάταξη αυτόματης τάνυσης και ευθυγράμμισης των ταινών, οι οποίες λειτουργούν μέσω 2 αεροσυμπιεστών. Η βάση της ταινιοφιλτρόπρεσσας είναι κατάλληλα διαμορφωμένη ώστε να συλλέγονται τα

παραγόμενα στραγγίδια, τα οποία εν συνεχεία θα οδηγούνται προς τη δεξαμενή συλλογής του ακάθαρτου νερού έκπλυσης των φίλτρων.

Η αφυδατωμένη ιλύς θα συλλέγεται και θα μεταφέρεται προς το στεγασμένο χώρο αποθήκευσης της ιλύος όπου και θα εκκενώνεται σε κοντέινερ.

Η προετοιμασία, ωρίμανση και τροφοδοσία του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη, θα πραγματοποιείται σε σχετικό συγκρότημα δυναμικότητας 1.500l/hr. Το συγκρότημα περιλαμβάνει τριθάλαμη δεξαμενή με αργόστροφους αναδευτήρες στους δύο θαλάμους. Η τροφοδότηση του διαλύματος θα γίνεται με δύο δοσομετρικές αντλίες (η μία θα είναι εφεδρική), δυναμικότητας 1500l/h.

Το κτίριο της αφυδάτωσης αποτελείται από τρεις κύριους χώρους στους οποίους στεγάζονται:

- η ταινιοφιλτρόπρεσσα (με προβλεπόμενο χώρο για μία μελλοντική), η μονάδα προετοιμασίας και δοσομέτρησης του πολυηλεκτρολύτη, οι αντλίες τροφοδοσίας ιλύος, οι αντλίες έκπλυσης και ο αεροσυμπιεστής τάνισης των τανιοφιλτροπρεσσών
- Τα κοντέινερ απόθεσης της αφυδατωμένης ιλύος
- Οι φυσητήρες της δεξαμενής προαερισμού.

Το κτίριο, διαθέτει 3 μεταλλικές θύρες, για την έξοδο των ταινιοφιλτροπρεσσών και των κοντέινερ.

4.13 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΕΚΠΛΥΣΗΣ

Τα ακάθαρτα νερά έκπλυσης των κλινών διύλισης οδηγούνται, μέσω του αντλιοστασίου ακαθάρτων για επεξεργασία στη μονάδα υπερδιήθησης και στη συνέχεια ανακυκλώνονται στα έργα εισόδου ενώ τα παραγόμενα στραγγίδια οδηγούνται στον παχυντή ιλύος.
Η μονάδα υπερδιήθησης με μεμβράνες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην απομάκρυνση παρασίτων, βακτηριδίων και παθογόνων μικροοργανισμών. Η λειτουργία των μεμβρανών βασίζεται στη διέλευση των ακάθαρτων νερών έκπλυσης των κλινών διύλισης διαμέσου μεμβρανών υπό την επίδραση πίεσης. Οι μεμβράνες κατασκευάζονται από οργανικά υλικά και παράγωγά τους (πολυπροπυλένιο ή άλλα πολυμερή υλικά) και πρέπει να είναι πιστοποιημένες για χρήση σε πόσιμο νερό. Με βάση τη μορφή, οι μεμβράνες διακρίνονται σε επίπεδες και κοίλες ενώ με βάση την κατεύθυνση ροής σε εξωτερικής (ροή από έξω προς τα μέσα) και εσωτερικής ροής (ροή από μέσα προς τα έξω).

4.14 ΚΤΗΡΙΟ ΧΗΜΙΚΩΝ

Εντός του κτιρίου χημικών εγκαθίσταται ο εξοπλισμός αποθήκευσης και δοσομέτρησης του του θεϊκού αργιλίου, του πολυηλεκτρολύτη, του ενεργού άνθρακα, και του υποχλωριώδες νατρίου. Το κτίριο αποτελείται από δύο ορόφους. Το κτίριο περιλαμβάνει χώρο για τη φορτοεκφόρτωση των φορτηγών, γραφείο επιφανείαςρε 7,8m^2, χώρο πινάκων επιφανείας 10,4m^2, χώρους για την αποθήκρεευση των κροκιδωτικών και την παρασκευή των διαλυμάτων τους, χώρους υγιεινής επιφανείας 3,4m^2 και εξώστη στο δεύτερο όροφο, ο

οποίος οδηγεί σε κλιμακοστάσιο, για την κάλυψη των απαιτήσεων της παθητικής πυροπροστασίας. Η συνολική επιφάνειά ου, συμπεριλαμβανομένων και των δύο ορόφων, είναι 450m^2.

Ο εξοπλισμός για την αποθήκευση, την παρασκευή και την έγχυση του διαλύματος του **θειικού αργιλίου** περιλαμβάνει κυλινδρικό σιλό θεϊκού αργιλίου χωρητικότητας 11m^3, διάμετρο 2,40m εξοπλισμένο με μηχανισμούς ταλάντωσης. Η δοσολογία του θειικού αργιλίου θα γίνεται με σύστημα ηλεκτρονικής συνεχούς ζύγισης προς τη δεξαμενή παρασκευής διαλύματος, εντός της οποίας είναι εγκατεστημένος αναδευτήρας. Το παραγόμενο διάλυμα αντλείται μέσω ζεύγους αντλιών (η μία εφεδρική) παροχής 750l/hr με δυνατότητα ρύθμισης 0-100%, προς τα 3 σημεία έγχυσης και ταχείας μίξης με το υπό επεξεργασία νερό -ένα σημείο για κάθε μία ΔΚΚ- από 2 αντλίες θετικής εκτόπισης. Η αποθήκευση του θεϊκού αργιλίου πραγματοποιείται σε σάκους τοποθετημένους σε τμήμα του δαπέδου, του πρώτου ορόφου. Στον ίδιο όροφο προβλέπεται κατάλληλος ανυψωτικός μηχανισμός, τύπου γερανογέφυρας, για την εκφόρτωση των σάκων από τα φορτηγά, την τοποθέτησή τους στο δάπεδο και τη μεταφορά και εκκένωσή τους στα σιλό.

Επιπρόσθετα, στο ισόγειο του κτιρίου προβλέπεται δεξαμενή αποθήκευσης διαλύματος υγρού θειικού αργιλίου και ζεύγος δοσομετρικών αντλιών (η μία εφεδρική) παροχής 100l/hr με δυνατότητα ρύθμισης 0-100% οι οποίες τροφοδοτούν το διάλυμα PACl στις δεξαμενές ταχείας μίξης.

Σε ξεχωριστό χώρο στο ισόγειο του κτηρίου, εσωτερικών διαστάσεων 3,30m x 5,05m, πραγματοποιείται η αποθήκευση και η παρασκευή του διαλύματος του **πολυηλεκτρολύτη**. Προβλέπεται χώρος για την αποθήκευση σάκων του πολυηλεκτρολύτη. Η παρασκευή πραγματοποιείται σε σύστημα δυναμικότητας 500l/hr, αποτελούμενο από τριθάλαμη δεξαμενή, μηχανισμό τροφοδότησης με ξηρό πολυηλεκτρολύτη και το σύστημα τροφοδοσίας με νερό. Στον πρώτο θάλαμο πραγματοποιείται η παρασκευή, στο δεύτερο η ωρίμανση και στον τρίτο η αποθήκευση του διαλύματος. Εγκαθίστανται 2 αντλίες θετικής εκτόπισης (εκ των οποίων η μία εφεδρική) δυναμικότητας έως 500l/hr. Η έγχυση πραγματοποιείται στις δεξαμενές κροκίδωσης. Στο χώρο αποθήκευσης και παρασκευής πολυηλεκτρολύτη εγκαθίσταται χειροκίνητος ανυψωτικός μηχανισμός, για την μεταφορά των σάκων πολυηλεκτρολύτη στο συγκρότημα παρασκευής.

Με στόχο την απομάκρυνση των ουσιών που προκαλούν οσμή και γεύση στο νερό μέσω προσρόφησης, στο κτίριο χημικών, θα εγκατασταθεί μονάδα δοσιμέτρησης ενεργού άνθρακα σε μορφή σκόνης (Powdered Activated Carbon – **PAC**). Η παρασκευή του ενεργού άνθρακα πραγματοποιείται σε τμήμα του ισογείου εσωτερικών διαστάσεων 8,10m x 5,05m. Το σύστημα περιλαμβάνει:

- Σύστημα εκκένωσης και δοσιμέτρησης ενεργού άνθρακα, που αποτελείται από σταθμό εκκένωσης Big bag, με δονούμενη βάση, κυλινδρικό δοχείο αποθήκευσης και αναδευσης, κοχλία δοσομέτρησης ενεργού άνθρακα δυναμικότητας 200 kg/h, εξοπλισμένο με μετατροπέα συχνότητας .

- Μονάδα ανάμιξης & κατακράτησης σκόνης για την αρχική ανάμιξη του υλικού κατά την δοσομέτρηση και απομάκρυνση της σκόνης.
- Δεξαμενή προετοιμασίας διαλύματος που περιλαμβάνει δεξαμενή παρασκευής διαλύματος ενεργού άνθρακα, χωρητικότητας 1000L, από υλικό HDPE, με αναδευτήρα.

Για την τροφοδοσία της ποσότητας του PAC θα εγκατασταθούν δύο αντλίες η μία εφεδρική με δυναμικότητα κάθε αντλίας 500 l/hr και δυνατότητα μείωσης μέχρι και 50 l/hr. Το διάλυμα θα δοσιμετρείται στο θάλαμο διανομής των δεξαμενών κροκίδωσης.

Για την αποθήκευση της σκόνης ενεργού άνθρακα προβλέπεται χώρος στον όροφο του κτιρίου χημικών που επαρκεί για αποθήκευση 15 σάκων. Η φόρτωση των σάκων στο σύστημα γίνεται με γερανογέφυρα.

Σε αυτόνομο χώρο διαστάσεων 5,05m x 3,5m εγκαθίσταται η δεξαμενή αποθήκευσης του διαλύματος **υποχλωριώδους νατριου**, χωρητικότητας 12m^3. Η δεξαμενή εγκαθίσταται εντός λεκάνης ελέγχου διαρροών. Η δοσομέτρηση του διαλύματος προς το στατικό αναμίκτη πραγματοποιείται μέσω δύο αντλιών (1 εφεδρική) μέγιστης δυναμικότητας 32l/hr.

4.15 ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Εσωτερικη οδοποιία

Στον χώρο των εγκαταστάσεων κατασκευάζεται πλήρες εσωτερικό οδικό δίκτυο, συνολικού μήκους κύριας οδοποιίας 457.50 m ασφαλτοστρωμένων δρόμων, επιφάνειας 3200 m^2, που εξασφαλίζει άνετη πρόσβαση σε όλες τις μονάδες. Ο γεωμετρικός σχεδιασμός της οδού πραγματοποιήθηκε βάσει των ακόλουθων κανονισμών/προτύπων:

- Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (Ο.Μ.Ο.Ε.)
- Οδηγίες Σύνταξης Μελετών Έργων Οδοποιίας (Ο.Σ.Μ.Ε.Ο.)
- Πρότυπα Κατασκευής Έργων της Ε.Ο. (Π.Κ.Ε.)
- Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (Π.Τ.Π.)
- Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές ΥΠΟΜΕΔΙ (ΕΛΟΤ)

Η Οδός θα έχει οδόστρωμα 6.00m, με 3.00m λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση. Πέραν των 6.00m, οι πλευρικές διαμορφώσεις μελετήθηκαν με κράσπεδο και πλάκες πεζοδρομίου 1m σε κάθε κατεύθυνση, διαταγμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ύπαρξη πεζοδρομίου σε τουλάχιστον μία από τις δύο διευθύνσεις της οδού στο σύνολο της εσωτερικής οδοποιίας. Παραπλεύρως του κτιρίου διοίκησης διαμορφώνεται χώρος στάθμευσης είκοσι θέσεων για επιβατικά αυτοκίνητα εκ των οποίων η μία θα είναι για ΑΜΕΑ ενώ στους ακάλυπτους χώρους του γηπέδου και γύρω από τις μονάδες προβλέπεται χαλικόστρωση, συνολικής έκτασης 2300 m2 για τον περιορισμό της ανεξέλεγκτης ανάπτυξης χλωρίδας.

Η εσωτερική Οδός αποτελείται οριζοντιογραφικά από τρείς κορυφές πολυγωνικής, οι οποίες συναρμόζουν μεταξύ τους με κυκλικά τόξα ακτίνας 15.50m. Υψομετρικά, η Οδός χαρακτηρίζεται από τα κάθετα σημεία με ανηφορικές κλίσεις και τα οριζόντια τμήματα με ήπιες κλίσεις.

Η εσωτερική οδός ξεκινά από την πύλη εισόδου της ΕΕΛ με υψόμετρο 155m. Διέρχεται από τον χώρο της του φυλακίου εισόδου και της δεξαμενής καθαρού νερού έως και τη μονάδα διύλισης με ανηφορική κλίση 7.3%. Από τη μονάδα διύλισης έως και τη Χ.Θ. 0+135 εφαρμόζεται ανηφορική ήπια κλίση περίπου 0.5% και στη θέση αυτή διαμορφώνονται διαδοχικές στροφές με σταθερή κλίση περίπου 4% ώστε να πραγματοποιηθεί μία κυκλική διαδρομή περιμετρικά της μονάδας διύλισης. Στη συνέχεια διαμορφώνεται πλάτωμα μπροστά από το κτίριο προοζόνωσης – ταχείας μίξης που χρησιμοποιείται ως χώρος ελιγμών, και με πολύ ήπια κλίση (0.8%) περνάει κατά σειρά μπροστά από τα κτίριο ενέργειας, αφυδάτωσης, συνεργείου και χημικών. Μπροστά από τα κτίρια αφυδάτωσης και χημικών, διαμορφώνονται πλατώματα ώστε να καταστεί δυνατή η αποκομιδή της αφυδατωμένης ιλύος καθώς και ο ανεφοδιασμός της εγκατάστασης με τα απαραίτητη για την επεξεργασία χημικά. Στη συνέχεια, πλησίον της Χ.Θ. 0+290.50 το τμήμα της οδού διαμορφώνονται διαδοχικές στροφές με ανηφορική κλίση 3.6%, και στη συνέχεια εφαρμόζεται πολύ ήπια κλίση 0,8% έτσι ώστε να επιτευχθεί η τελική διαμόρφωση του εδάφους στο +166m στη Χ.Θ. 0+457.50 m όπου είναι και το υψηλότερο τμήμα της εσωτερικής οδοποιίας της ΕΕΝ.

Η οδός είναι μονοκλινής με επίκλιση 2% τόσο στα ευθύγραμμα όσο και στα καμπύλα τμήματα.

Διαχείριση ομβρίων

Τα έργα συλλογής και διάθεσης ομβρίων περιλαμβάνουν χωμάτινους τάφρους όπως περιγράφεται και διαστασιολογείται στις παρακάτω παραγράφους. Για την εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης επεξεργασίας νερού και την προστασία των κατασκευών έναντι πλημμυρίδων φαινόμενων, κατασκευάζεται το σύνολο των απαιτούμενων έργων.

Σύμφωνα με την γενική διάταξη έργων, η έκταση της λεκάνης απορροής που θα ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό περιορίζεται στην έκταση του οικοπέδου καθώς και στο κύριο χώρο τοποθέτησης των μονάδων.

Τα όμβρια εντός του οικοπέδου συλλέγονται με φυσική επιφανειακή ροή μέσω υδροσυλλογών , τα οποία με τη σειρά τους καταλήγουν στο εξωτερικό του οικοπέδου όπου χωροθετείται η εγκατάσταση επεξεργασίας νερού.

Συγκεκριμένα, το δίκτυο ομβρίων αποτελείται από μία τάφρο η οποία εκτείνεται από το νοτιοανατολικό ως και το νοτιοδυτικό κομμάτι .

Η εν λόγω τάφρος (Τ1) η οποία προστατεύει την εγκατάσταση από τις εξωτερικές απορροές, έχει πλάτος 0,9m και μήκος 275 m και θα δέχεται την επιφανειακή απορροή ομβρίων επιφάνειας 6750m^2. Η τάφρος σχεδιάζεται με κλίση 2% και οδηγεί τα όμβρια εκτός του γηπέδου της εγκατάστασης στον υφιστάμενο αποδέκτη.

Κτήριο Διοίκησης

Το Κτήριο Διοίκησης χωροθετείται στο νοτιοανατολικο άκρο του γηπέδου σε κατάλληλη θέση που εξασφαλίζει εύκολη πρόσβαση και εποπτία των μονάδων.

Για την Ομάδα Τ.Σ,

Αποστόλης Τζίμας