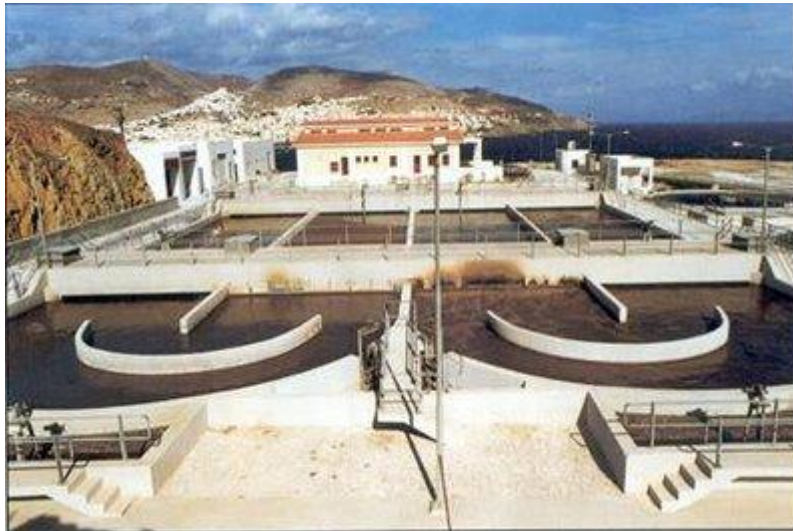




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«Σύγκριση Αποδόσεων Αντλιών σε μια Ομάδα
Βιολογικού Καθαρισμού»



Όνοματεπώνυμο Φοιτητή: Καραμανίδης Δημήτριος

Επιβλέπων Καθηγητής: Σκούρας Ευγένιος

ΠΑΤΡΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2013



*Η παρούσα εργασία αφερώνεται
στον καθηγητή μου κ. Σκούρα Ευγένιο
όπου με τις οδηγίες του κατάφερα να φέρω εις
ωέρας την παρούσα έρευνα.*



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

1.1 Εισαγωγικά.....	σελ 7
1.2 Η έννοια του βιολογικού καθαρισμού.....	σελ 7
1.3 Στάδια βιολογικού καθαρισμού.....	σελ 10
1.4 Μονάδες επεξεργασίας.....	σελ 12
1.5 Κριτήρια επιλογής τρόπου διάθεσης.....	σελ 14
1.6 Διαχωρισμός αποβλήτων	σελ 15
1.6.1 Αέρια απόβλητα.....	σελ 15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

2.1 Εισαγωγικά.....	σελ 50
2.2 Οργανικά και ανόργανα συστατικά	σελ 50
2.3 BOD.....	σελ 53
2.4 COD	σελ 54
2.5 Θερμοκρασία – Χρώμα – Οσμή.....	σελ 54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΤΟ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟ – ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

3.1 Προεπεξεργασία.....	σελ 57
3.2 Πρωτοβάθμιο στάδιο	σελ 61
3.2.1 Αρχή λειτουργίας	σελ 61
3.3 Δευτεροβάθμιο στάδιο καθαρισμού.....	σελ 62



3.3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος.....	σελ 63
3.4 Τριτοβάθμιο στάδιο.....	σελ 64
3.5 Επιτρεπτά όρια.....	σελ 64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΡΕΒΕΖΑΣ

4.1 Εισαγωγικά.....	σελ 68
4.2 Αποχετευτικό δίκτυο Πρέβεζας.....	σελ 69
4.3 Βιολογικός καθαρισμός Πρέβεζας – Ανάλυση	σελ 72
4.3.1 Έργο εισόδου	σελ 73
4.3.2 Σταθμός βοθρολυμάτων	σελ 73
4.3.3 Δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας.....	σελ 74
4.3.4 Σταθμός χημικής κατακρήμνισης φωσφόρου	σελ 74
4.3.5 Δεξαμενές καθίζησης.....	σελ 74
4.3.6 Χλωρίωση.....	σελ 75
4.3.7 Δεξαμενές ομογενοποίησης.....	σελ 76
4.3.8 Σταθμός αφυδάτωσης ιλύος	σελ 76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΑΝΤΛΙΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

5.1 Παρουσίαση αντλιών με βάση τη χρήση.....	σελ 78
5.1.1 AQUAmax XL	σελ 78
5.1.2 Pre – engineered Σύστημα SBR βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων τύπου AQUAmax Classic/Basic	σελ 82
5.1.3 Pre – engineered Σύστημα SBR βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων	σελ 86
5.1.4 Προκατασκευασμένη (compact) μονάδα βιολογικού καθαρισμού λυμάτων AS-VARIOcompK και AS-VARIOcompN	σελ 92
5.1.5 AS-VARIOcompN Ultra	σε λ 98



5.2 Κατηγορίες στροβιλομηχανών και χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας	σελ 104
5.2.1 Διαστατική ανάλυση στροβιλομηχανών	σελ 104
5.2.2 Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας	σελ 106
5.2.3 Λειτουργία αντλίας εκτός σχεδιασμού	σελ 108
5.3 Σύγκριση αποδόσεων αντλιών σε μια ομάδα βιολογικού καθαρισμού	σελ. 110
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ 145



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Στην παρούσα εργασία με τίτλο «Σύγκριση Αποδόσεων Αντλιών σε μια Ομάδα Βιολογικού Καθαρισμού» πρόκειται να γίνει μια ανάλυση των αντλιών που χρησιμοποιούνται σε έναν βιολογικό καθαρισμό. Συγκεκριμένα στο πρώτο κεφάλαιο πρόκειται να αναλυθεί η έννοια του βιολογικού καθαρισμού, η χρησιμότητά του, τα κριτήρια επιλογής του τρόπου διάθεσης ώστε να γίνει κατανοητό από το ευρύ κοινό οι αντλίες που χρησιμοποιούνται.

1.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Οι βασικές έννοιες που συσχετίζονται με τον βιολογικό καθαρισμό είναι η έννοια της επεξεργασίας λυμάτων, ο όρος 'λύματα' και ο ορισμός του βιολογικού καθαρισμού.

Έτσι λοιπόν, η **επεξεργασία λυμάτων** είναι η διαδικασία που διαχωρίζει τις επικίνδυνες ουσίες από το νερό στα λύματα, ώστε το νερό να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο περιβάλλον. Τα λύματα μεταφέρονται στις εγκαταστάσεις καθαρισμού μέσω των υπονόμων, μερικές φορές και με χρήση ειδικών βυτιοφόρων οχημάτων¹.

Ο όρος **λύματα** αναφέρεται στα υγρά απόβλητα από τις κατοικίες (*οικιακά λύματα*) και τα υγρά απόβλητα από τις συνήθειες δραστηριότητες μιας πόλης (*αστικά λύματα*). Όταν τα υγρά απόβλητα μιας πόλης περιέχουν και σημαντικές ποσότητες υγρών βιομηχανικών αποβλήτων τότε ονομάζονται υγρά αστικά απόβλητα. Τα οικιακά λύματα παράγονται από τις ανάγκες των ανθρώπων όπως η αφόδευση, η χρήση του μπάγιου, η προετοιμασία του φαγητού κ.α. Κατά μέσο όρο παράγονται 180 - 300 λίτρα ανά άτομο κάθε ημέρα. Τα αστικά λύματα παράγονται από δημόσια κτήρια, νοσοκομεία κ.λ.π. Η ποιότητα και η ποσότητα των βιομηχανικών αποβλήτων μεταβάλλεται συνεχώς και δεν είναι εύκολο να

¹ <http://el.wikipedia.org/>



προσδιοριστεί, αφού πολλές βιομηχανίες ρίχνουν - παρανόμως - ανεπεξέργαστα τα απόβλητά τους στο αποχετευτικό δίκτυο μιας πόλης.

Το στάδιο της διαδικασίας καθαρισμού λυμάτων (αστικών και βιομηχανικών) κατά το οποίο οι εύκολα αποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις που περιέχονται στα λύματα διασπώνται και αδρανοποιούνται μέσω μικροοργανισμών που τρέφονται από αυτές. Αποτελεί τη δευτεροβάθμια επεξεργασία λυμάτων, καθώς έπεται συνήθως της πρωτοβάθμιας μηχανικής επεξεργασίας και ακολουθείται, όταν αυτό είναι απαραίτητο, από τριτοβάθμια φυσικοχημική επεξεργασία.

Η βιολογική διεργασία πραγματοποιείται μέσα σε μία δεξαμενή, το βιοαντιδραστήρα, όπου διοχετεύονται τα απόβλητα, αφού σε προηγούμενη βαθμίδα έχει γίνει κατακράτηση των στερεών υλών που περιέχονται σε αυτά. Μέσα στο βιοαντιδραστήρα υπάρχει μεγάλος αριθμός ετεροτροφικών μικροοργανισμών, που αποτελούν τη βιολογική ιλύ (λάσπη), ενώ παράλληλα, μέσω ενός συστήματος αερισμού, διοχετεύεται στη μάζα των αποβλήτων αέρας, που είναι απαραίτητος για τη διεργασία, και γίνεται συνεχής ανάδευση του νερού και της βιολογικής μάζας. Συχνά, αντί για αέρας διοχετεύεται στα απόβλητα καθαρό οξυγόνο, που αυξάνει την απόδοση του βιοαντιδραστήρα, δηλαδή την ικανότητα επεξεργασίας αποβλήτων ανά μονάδα όγκου του.

Οι μικροοργανισμοί διασπών τους οργανικούς ρύπους και τρέφονται από αυτούς, ενώ ταυτόχρονα πολλαπλασιάζονται. Όταν πλέον οι μικροοργανισμοί καταναλώσουν όλη την ποσότητα των οργανικών ουσιών που έχουν την ικανότητα να διασπάσουν και ολοκληρωθεί η βιολογική διεργασία, αρχίζουν να καταναλώνουν το δικό τους οργανικό υλικό, οπότε μειώνεται η συνολική τους μάζα. Τότε τα απόβλητα διοχετεύονται σε μία δεξαμενή καθίζησης, όπου οι εναπομείναντες ζώντες μικροοργανισμοί διαχωρίζονται και επαναδιοχετεύονται στο βιοαντιδραστήρα, ενώ το καθαρισμένο νερό μπορεί να μεταβιβαστεί σε υδάτινους αποδέκτες στο περιβάλλον ή να περάσει από τρίτη βαθμίδα επεξεργασίας. Μετά το διαχωρισμό των μικροοργανισμών, στη δεξαμενή καθίζησης παραμένει ένα υπόλειμμα (ιλύς) από στερεά υλικά, οργανικές ουσίες που δεν αποικοδομήθηκαν, νεκρούς μικροοργανισμούς κ.λπ. Η ιλύς αυτή πρέπει να αδρανοποιηθεί πριν απορριφθεί στο περιβάλλον, πρέπει επομένως να υποστεί επεξεργασία-συμπύκνωση (πάχυνση), αερόβια ή αναερόβια ζύμωση για τη διάσπαση των μακρομοριακών οργανικών ενώσεων, αφυδάτωση και τελικά απόθεση στο περιβάλλον ή καύση. Πρόσφατα, άρχισαν



να εφαρμόζονται δύο μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας της ιλύος, η θέρμανση υπό πίεση και η υγρή οξείδωση. Η ανάγκη επεξεργασίας της ιλύος εισάγει γενικά ένα επιπλέον κόστος στη διαδικασία του βιολογικού καθαρισμού.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς που έχουν θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, όλες οι πόλεις με πληθυσμό πάνω από 15.000 κατοίκους υποχρεούνται μέχρι το 2000 να εγκαταστήσουν μονάδες βιολογικού καθαρισμού για την επεξεργασία των λυμάτων τους, ενώ από το 2005 την ίδια υποχρέωση θα έχουν δήμοι και κοινότητες με πληθυσμό από 2.000 έως 15.000 κατοίκους.

Εικόνα 1: Βιολογικός Καθαρισμός της πόλης του Ηρακλείου



Πηγή: <http://www.cretalive.gr/img/thumbs/650x325/657d12870257c5572e486fc252821b3f.jpeg>

Εικόνα 2: Στάδιο Δημιουργίας Βιολογικού Καθαρισμού Ψυτάλλειας



Πηγή: http://www.omete.gr/New/projects/07_3_1s.jpg

1.3 ΣΤΑΔΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Στην πλειονότητα των μονάδων ο βιολογικός καθαρισμός των λυμάτων και των αποβλήτων περιλαμβάνει συνοπτικά τα παρακάτω στάδια (βλέπε Εικόνα 2):

- ο πρωτογενής επεξεργασία: Με φυσικές μεθόδους (εσχαρισμός, διήθηση) επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των στερεών συστατικών μεγάλου μεγέθους. Ακολουθεί καθίζηση και η λάσπη που σχηματίζεται αποσυντίθεται και μπορεί, μετά από κατάλληλη επεξεργασία, να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα.
- ο δευτερογενής επεξεργασία: Κατάλληλα επιλεγμένοι μικροοργανισμοί διασπών, αερόβια ή αναερόβια, τις οργανικές ουσίες των λυμάτων και των αποβλήτων σε τέτοιο βαθμό ώστε η διοχέτευσή τους σε ποτάμια, λίμνες ή θάλασσες να μη ρυπαίνει σημαντικά το υδάτινο περιβάλλον.

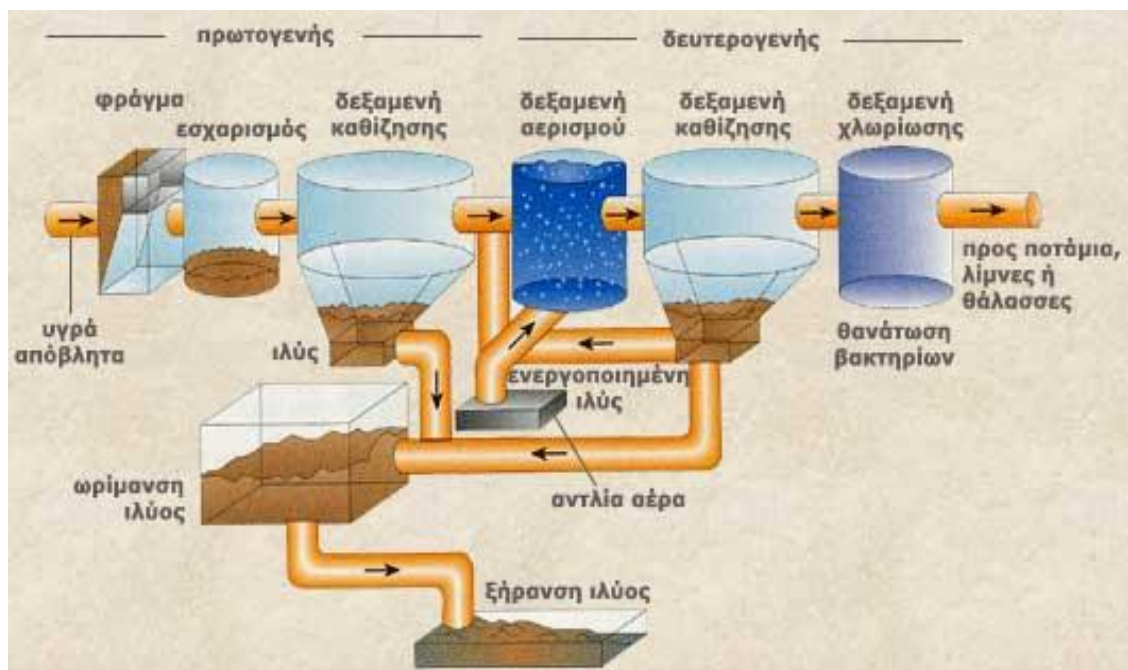
Η επιλογή των μικροοργανισμών γίνεται συνήθως από περιοχές που έχουν υποστεί ρύπανση για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα από τις ουσίες που θέλουμε να διασπαστούν. Εργαστηριακά και με την εφαρμογή τεχνικών κλασικής γενετικής και ανασυνδυασμένου DNA, δημιουργούνται τροποποιημένοι τύποι αυτών των

μικροοργανισμών με ιδιότητες που επιταχύνουν τη διάσπαση των συγκεκριμένων ουσιών.

Κατά την αερόβια διάσπαση, μικροοργανισμοί μετατρέπουν τις οργανικές ουσίες σε διοξείδιο του άνθρακα, αμμωνία, νιτρικά, φωσφορικά και θειικά άλατα. Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιείται σε μια δεξαμενή (πρωτοβάθμια δεξαμενή) στην οποία χορηγείται αέρας ή οξυγόνο. Το υγρό που περιέχει τους μικροοργανισμούς μεταφέρεται σε μια δεύτερη δεξαμενή (δευτεροβάθμια δεξαμενή βιομάζας), στην οποία η μικροβιακή βιομάζα καθιζάνει, έχοντας καταναλώσει μεγάλη ποσότητα οργανικής ύλης.

Το ίζημα που αποτελείται από συσσωματώματα μικροοργανισμών και ουσίες που δεν αποσυντέθηκαν μεταφέρεται σε μεγάλες κλειστές δεξαμενές, τους βιοαντιδραστήρες, όπου θα υποστεί αναερόβια διάσπαση με τη συνδυασμένη δράση ποικιλίας μικροοργανισμών. Τα κύρια προϊόντα της αναερόβιας διάσπασης είναι το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενέργειας.

Εικόνα 2. Πρωτογενής και δευτερογενής επεξεργασία αποβλήτων



- ο τριτογενής επεξεργασία: Με την εφαρμογή φυσικοχημικών μεθόδων επιτυγχάνεται σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των ανόργανων συστατικών, κυρίως των



φωσφορικών και των νιτρικών αλάτων, στα λύματα. Τέλος με την προσθήκη χλωρίου τα λύματα απαλλάσσονται από τους μικροοργανισμούς.

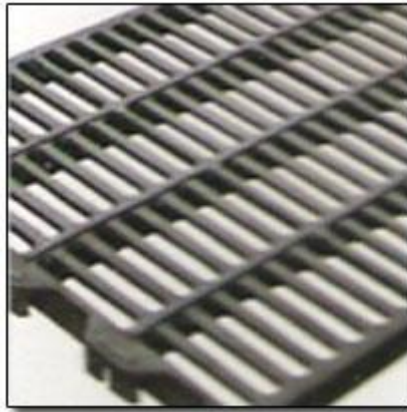
1.4 ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Με βάση την οδηγία η οποία εξέδωσε το Συμβούλιο υπουργών Περιβάλλοντος της ΕΟΚ το 1992, για τον καθαρισμό των αστικών αποβλήτων, θα πρέπει να εγκατασταθούν μονάδες επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, σε όλες τις πόλεις της κοινότητας. Συγκεκριμένα, για όλες τις πόλεις με πληθυσμό μεγαλύτερο από 15000 κατοίκους μέχρι το 2000 και για τις μικρότερες μέχρι το 2005. Επιπρόσθετα για τις πόλεις που βρίσκονται σε πιο ευαίσθητες περιοχές προβλέπεται και τριτοβάθμιος καθαρισμός, ενώ για τις πόλεις σε λιγότερο ευαίσθητες περιοχές με λιγότερο από 150000 κατοίκους, ο πρωτοβάθμιος καθαρισμός θεωρείται αρκετός.

Σύμφωνα λοιπόν με την εν λόγω οδηγία, οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών αποβλήτων χαρακτηρίζονται από το βαθμό καθαρισμού, ο οποίος καθορίζεται από το ποια από τα προαναφερόμενα βλαβερά συστατικά, απομακρύνει. Τα ογκώδη στερεά, η άμμος και τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται σχεδόν πάντα σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, οπότε ο καθαρισμός χαρακτηρίζεται πρωτοβάθμιος. Ο δευτεροβάθμιος ή συχνά αποκαλούμενος βιολογικός καθαρισμός αποσκοπεί στην απομάκρυνση και των οργανικών συστατικών και συχνά των παθογόνων μικροοργανισμών. Ο τριτοβάθμιος αφορά την απομάκρυνση και των θρεπτικών συστατικών (φώσφορο και άζωτο).

Οι βασικές μονάδες σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, με πρωτοβάθμιο καθαρισμό είναι οι:

§ Εσχάρες (σειρά από μεταλλικές ράβδους στις οποίες συγκρατούνται τα ογκώδη στερεά)



- § Εξαμμωτές (ειδικά σχεδιασμένες δεξαμενές στις οποίες δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες ροής που προκαλούν την καθίζηση της άμμου σε αυτές)
- § Δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης (όπου καθιζάνει και απομακρύνεται μεγάλο μέρος των αιωρούμενων στερεών 70% και μέρος των οργανικών συστατικών 30%)

Τα αιωρούμενα στερεά που καθιζάνουν στον πυθμένα των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης αποτελούν την πρωτοβάθμια λάσπη. Μια εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών αποβλήτων με βιολογικό ή δευτεροβάθμιο καθαρισμό επιτυγχάνει όχι μόνο πρωτοβάθμιο αλλά και δευτεροβάθμιο καθαρισμό, δηλαδή πλήρη σχεδόν απομάκρυνση - σε ποσοστό πάνω από 95% - των οργανικών συστατικών. Ο βιολογικός καθαρισμός στηρίζεται στην πραγματοποίηση των βιοχημικών διεργασιών που γίνονται ανεξέλεγκτα στη φύση (π.χ. κατά τη διοχέτευση των αποβλήτων σε έναν υδάτινο αποδέκτη), με ελεγχόμενο τρόπο σε ειδικές για το σκοπό αυτό δεξαμενές. Στις δεξαμενές αυτές παρέχονται οι κατάλληλες συνθήκες στους μικροοργανισμούς, που είναι η τροφή (οργανικά συστατικά των αποβλήτων) και το οξυγόνο, για να αναπτυχθούν και να πολλαπλασιαστούν. Έτσι, τη θέση των βλαβερών οργανικών συστατικών παίρνουν οι μικροοργανισμοί αυτοί (κυρίως βακτηρίδια), που όχι μόνο δεν είναι βλαβεροί, όπως οι παθογόνοι, αλλά αποτελούν και το «εργαλείο» καθαρισμού σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών αποβλήτων. Το οξυγόνο παρέχεται στους μικροοργανισμούς τεχνητά, με διατάξεις που καλούνται αεριστήρες, οπότε και οι δεξαμενές καλούνται δεξαμενές αερισμού. Το μίγμα των μικροοργανισμών και της τροφής αποτελούν την καλούμενη «ενεργό ιλύ», οπότε και η μέθοδος αυτή του βιολογικού καθαρισμού καλείται μέθοδος ενεργού ιλύος.



Η ιλύς απομακρύνεται από τη μάζα των αποβλήτων, με το να αφηθούν τα απόβλητα να περάσουν σε δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης (όμοιες με τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης), όπου η ιλύς καθιζάνει και συλλέγεται στον πυθμένα των δεξαμενών αυτών, αποτελώντας τη λεγόμενη δευτεροβάθμια λάσπη, ενώ τα καθαρισμένα πλέον απόβλητα υπερχειλίζουν από την περιφέρεια των δεξαμενών. Μετά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, τα καθαρισμένα απόβλητα μπορούν να διατεθούν ακίνδυνα στον υδάτινο αποδέκτη, εφόσον ο αποδέκτης αυτός δεν κριθεί ότι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος, ώστε να απαιτείται τριτοβάθμια επεξεργασία. Τα καθαρισμένα πλέον απόβλητα υφίστανται μόνο τη διεργασία της απολύμανσης, συνήθως με χλωρίωση, για την εξόντωση των παθογόνων μικροοργανισμών σε επιμήκεις δεξαμενές και διοχετεύονται στον αποδέκτη.

Τριτοβάθμια επεξεργασία πραγματοποιείται σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, όταν τα επεξεργασμένα απόβλητα διοχετεύονται σε έναν αποδέκτη, όπου είναι πιθανή η δημιουργία συνθηκών ευτροφισμού ή όταν αναμένονται λειτουργικά προβλήματα στη μονάδα, όπως π.χ. η ανύψωση ή διόγκωση της λάσπης. Τότε γίνεται απομάκρυνση του αζώτου και του φωσφόρου με βιολογικές μεθόδους ή και με τη χρήση χημικών.

Η πρωτοβάθμια και η δευτεροβάθμια λάσπη από τις δεξαμενές καθίζησης υφίσταται:

- § Συμπύκνωση (αύξηση του ποσοστού των στερεών που περιέχει)
- § Σταθεροποίηση (μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών, των οσμών και της δυνατότητας της λάσπης να γίνει ασηπτική)
- § Αφυδάτωση-Ξήρανση Η σταθεροποίηση γίνεται είτε αερόβια, με τον αερισμό της λάσπης σε δεξαμενές όμοιες με τις δεξαμενές αερισμού είτε αναερόβια.

1.5 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΘΕΣΗΣ

Τα κριτήρια επιλογής του τρόπου διάθεσης βιολογικών καθαρισμών είναι περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά. Πιο αναλυτικά:



1) Περιβαλλοντικά . Θα πρέπει να εξετάζονται όλες οι επιπτώσεις (θετικές και αρνητικές) για κάθε εξεταζόμενο εναλλακτικό τρόπο διάθεσης. Στη συνέχεια πρέπει να προσδιορίζονται:

- § τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της ιλύος προς διάθεση,
- § η διαθεσιμότητα των αποδεκτών (πχ. αγροτικές εκτάσεις, βιομηχανία κτλ.)
- § η απαιτούμενη κατά περίπτωση επεξεργασία ιλύος για την άρση των αρνητικών επιπτώσεων
- § τα έργα και μέσα που είναι αναγκαία για την τυχόν αποθήκευση, μεταφορά κτλ. των παραπροϊόντων επεξεργασίας
- § οι αναγκαίες αδειοδοτήσεις, καθώς επίσης και οι υποχρεώσεις τόσο του παραγωγού ιλύος, όσο και του καταναλωτή του τελικού προϊόντος

2) Οικονομικά. Για κάθε εξεταζόμενο εναλλακτικό τρόπο διαχείρισης των παραπροϊόντων επεξεργασίας, που διαμορφώνεται σύμφωνα με τα παραπάνω, πρέπει να προσδιορίζεται το κόστος επένδυσης, οι ετήσιες δαπάνες για την λειτουργία και συντήρηση, καθώς επίσης και τα τυχόν έσοδα από την επαναχρησιμοποίηση των παραπροϊόντων επεξεργασίας. Με βάση τις οικονομικές εκτιμήσεις, προτείνονται ένα ή περισσότερα εναλλακτικά σενάρια, τα οποία εφ'όσον αποκτήσουν την κοινωνική αποδοχή μπορεί να υλοποιηθούν.

3) Κοινωνικά. Για τις προκρινθείσες εναλλακτικές λύσεις θα πρέπει να γίνεται ενημέρωση του κοινού και των φορέων, να παρουσιάζονται οι επιπτώσεις και τα μέτρα που λαμβάνονται, τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις των εμπλεκόμενων φορέων, ώστε να εξασφαλιστεί η κοινωνική αποδοχή.

1.6 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

1.6.1 ΑΕΡΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Ως **αέρια απόβλητα** (ή **αερολύματα**) μπορούμε γενικά να ορίσουμε τα αέρια παραπροϊόντα φυσικών ή χημικών διεργασιών, όπως για παράδειγμα της καύσης. Ανάλογα



με την πηγή και τις διεργασίες που συντελούνται σε αυτή, τα κυριότερα συστατικά των αερίων αποβλήτων μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- α. Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- β. Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
- γ. Οξείδια του Θείου (SO_x) με σημαντικότερο εκπρόσωπο το διοξείδιο του θείου (SO₂)
- δ. Οξείδια του αζώτου (NO_x) με συνηθέστερα το μονοξείδιο του αζώτου (NO) και το διοξείδιο του αζώτου (NO₂)
- ε. Υδρογονάνθρακες (HCs)
- στ. Σωματίδια (PM₁₀ δηλ. με διάμετρο μικρότερη των 10 μm)
- ζ. Οζόν (O₃)

Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται μερικές από τις οι σημαντικότερες πηγές αερίων αποβλήτων, καθώς και τα κυριότερα συστατικά τους, ενώ στο Σχήμα 1, η κατανομή των ανθρωπογενών πηγών και των αέριων ρύπων, που εκπέμπονται από αυτές, στην ατμόσφαιρα.

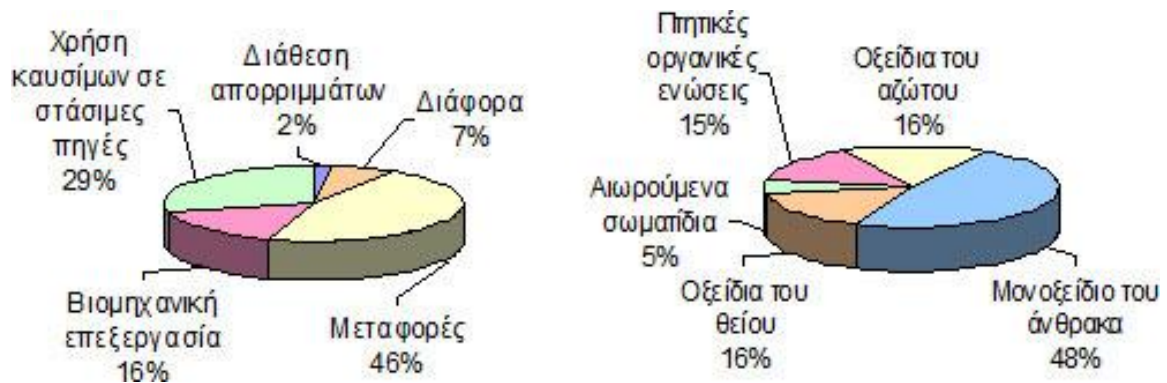
Πίνακας 1. Σημαντικότερες πηγές και τα κυριότερα συστατικά των αερίων αποβλήτων (Kiely, 1998)

Συστατικό	Πηγές					
	Σταθμοί παραγωγής ενέργειας	Κυκλοφορία οχημάτων	Οικιακή θέρμανση	Διύλιση πετρελαίου	Αποτέφρωση (υγρών στερεών αποβλήτων)	Χημικές και φαρμακευτικές βιομηχανίες
CO	•	•	•		•	
CO ₂	•	•	•		•	
SO _x	•	•	•	•	•	
NO _x	•	•	•	•	•	
HCs	•	•	•	•	•	
σωματίδια	•	•	•		•	•
O ₃	•	•	•		•	
Άλλα	•	•	•	•	•	•



Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, δραστηριότητες που σχετίζονται με την παραγωγή ενέργειας μέσω της καύσης πρώτων υλών, καθώς και οι μεταφορές είναι οι σημαντικότερες πηγές απελευθέρωσης αερίων αποβλήτων στην ατμόσφαιρα.

Σχήμα 1: Κατανομή των ανθρωπογενών πηγών και των εκπομπών αερίων ρύπων (Δ. Μελάς, 2002).



Πέραν όμως των ρύπων αυτών, τα αέρια απόβλητα στην ατμόσφαιρα εμπλέκονται σε διάφορες χημικές αντιδράσεις τόσο μεταξύ τους όσο και μεταξύ των συστατικών της ατμόσφαιρας (οξυγόνο, υδρατμοί, κ.λπ.), κυρίως ως αποτέλεσμα της απορρόφησης ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι, παράγονται οι δευτερογενείς ρύποι, όπως το **τροποσφαιρικό όζον**, το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2), το νιτρικό υπεροξυακετύλιο [$CH_3C(O)OONO_2$, *peroxyacetyl nitrate*, *PAN*] και τα υπεροξείδια του αζώτου μέσω μηχανισμών ελευθέρων ριζών, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι κατά κύριο λόγο για τα φαινόμενα του φωτοχημικού νέφους, της μειωμένης ορατότητας, του ερεθισμού των ματιών και του αναπνευστικού συστήματος, αλλά και για μια σειρά επιπτώσεων στο περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Στην Ελλάδα η απουσία μεγάλων βιομηχανικών μονάδων καθιστούν τις μεταφορές ως τον κύριο υπεύθυνο (σε ποσοστό που μπορεί να ξεπερνά και το 60%) για τις εκπομπές αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Πιο συγκεκριμένα, οι βασικοί αέριοι ρύποι που εντοπίζονται στην ατμόσφαιρα των ελληνικών πόλεων, είναι:

§ **Οξείδια του θείου (SOX):** οι εκπομπές αυτών προέρχονται κατά το 70% περίπου από τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, το 17% από τη βιομηχανία και το 9% από τις μεταφορές.



- § **Οξειδία του αζώτου (NOX):** το 48% αυτών προέρχεται από τις μεταφορές, το 20% από τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας και το 15% από τη βιομηχανία.
- § **Μη Μεθανιούχες Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (NMVOCs):** για το 59% των εκπομπών αυτών ευθύνονται οι μεταφορές, για το 13% η χρήση διαλυτών, για το 11% η γεωργία, ενώ για το 10% άλλες πηγές, μεταξύ των οποίων και τα απόβλητα.
- § **Μονοξείδιο του άνθρακα (CO):** το 71% των εκπομπών οφείλεται στις μεταφορές, ενώ το 17% οφείλεται στον εμπορικό και οικιακό τομέα.
- § **Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂):** η πλειοψηφία των εκπομπών αυτών προέρχεται από τη χρήση ενέργειας (92%) και οι υπόλοιπες από βιομηχανικές διαδικασίες. Σε ό,τι αφορά στις εκπομπές από τη χρήση ενέργειας αυτές οφείλονται στην παραγωγή ενέργειας (55%), στις μεταφορές (21%), στη βιομηχανία (12%) και σε άλλες σταθερές πηγές (12%).

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό πως τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι αυξημένα στα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας μας, όπως η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη. Στην Αθήνα, τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχουν σταθεροποιηθεί. Οι μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις του SO₂ έχουν μειωθεί αρκετά, γεγονός που οφείλεται κυρίως στη μετεγκατάσταση των βιομηχανιών στα προάστια των πόλεων, στην αντικατάσταση του πετρελαίου ντήζελ από υγραέριο ή βενζίνη στους βιομηχανικούς και οικιακούς/ εμπορικούς τομείς, καθώς και σε μειώσεις του περιεχομένου σε θείο του πετρελαίου ντήζελ από 0,3 σε 0,2% του βάρους. Οι διάμεσες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις NO₂ έχουν σταθεροποιηθεί τα τελευταία χρόνια κοντά στα όρια ατμοσφαιρικής ποιότητας του αέρα. Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις των ολικών αιωρούμενων σωματιδίων, υπερβαίνουν συνεχώς το κατευθυντήριο όριο (120 μg/m³) που δίνει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO). Όσον αφορά στις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις καπνού στην Αθήνα, υπερβαίνουν το ατμοσφαιρικό όριο (80 μg/m³) στο κέντρο της πόλης, ενώ είναι μέσα στα κανονικά όρια σε πέντε διαφορετικά αστικά σημεία. Επιπλέον, στην Αθήνα, οι μέσες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις CO οκταώρου παρουσιάζουν τάση μείωσης και οι υπερβάσεις της Π.Ο.Υ. είναι όλο και πιο σπάνιες. Σε ό,τι αφορά στις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του όζοντος (O₃) στο επίπεδο του εδάφους, συχνά



υπερβαίνουν τις οριακές τιμές της Ε.Ε. μεταξύ 12:00 και 22:00, ιδιαίτερα στην περιφέρεια των Αθηνών, ενώ τα ατμοσφαιρικά επίπεδα μολύβδου συνεχώς μειώνονται τα τελευταία χρόνια, λόγω της εκτεταμένης πλέον χρήσης της αμόλυβδης βενζίνης στα αυτοκίνητα, με αποτέλεσμα τα επίπεδα μολύβδου να είναι αρκετά χαμηλότερα από τα όρια του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Σε ό,τι αφορά στα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην πόλη της Θεσσαλονίκης, η κατάσταση είναι κάπως καλύτερη. Οι μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις SO_2 έχουν μειωθεί αρκετά από το 1990, ενώ οι διάμεσες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις NO_2 είναι αρκετά χαμηλότερες από τις οριακές τιμές. Την αντίθετη με το NO_2 πορεία εμφανίζει το O_3 . Στην περιφέρεια παρουσιάζει μια αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια, ενώ στο κέντρο της πόλης εμφανίζεται μείωση.

Παρολαυτά, τα επίπεδα του O_3 είναι απόλυτα συγκρίσιμα με εκείνα της Αθήνας, κάτι που οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι δημιουργείται πρόσθετο O_3 στην περιοχή, εκτός, δηλαδή, του παραγόμενου από τη φωτοχημική αντίδραση του NO_2 στην ατμόσφαιρα της πόλης. Επίσης, οι συγκεντρώσεις CO παρουσιάζουν τάση μείωσης και οι μέσες συγκεντρώσεις είναι χαμηλότερες από αυτές που εμφανίζονται στην Αθήνα, ενώ, τέλος, μείωση παρουσιάζουν και τα ατμοσφαιρικά επίπεδα μολύβδου.

Στην περιοχή της Κοζάνης και της Μεγαλόπολης, όπου η ΔΕΗ εκμεταλλεύεται τα κοιτάσματα λιγνίτη για παραγωγή ενέργειας, το πρόβλημα εκπομπής αιωρούμενων σωματιδίων και SO_2 από τις καμινάδες των εργοστασίων της είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Αξίζει να αναφερθεί η περίπτωση εκπομπής SO_2 από την καμινάδα της μονάδας IV του ΑΗΣ Μεγαλόπολης κατά την περίοδο 8-13 Ιουνίου 2003, οπότε η συγκέντρωση του ρύπου στην έξοδο της καμινάδας ξεπέρασε το όριο των 440 mg/nm^3 έως και 14 φορές. Υπολογίζεται ότι η μονάδα ΑΗΣ Μεγαλόπολης της ΔΕΗ συμβάλλει σε SO_x στην ατμόσφαιρα της Ελλάδας κατά 40%, ενώ σε ευρωπαϊκό επίπεδο κατά 8,89% (Πηγή: ΓΓΕΤ, 2004).

Επεξεργασία – διαχείριση αέριων αποβλήτων

Η σημαντικότητα των προβλημάτων που προκύπτουν από την απελευθέρωση των αέριων αποβλήτων έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πολλών τεχνικών που έχουν ως στόχο α) την απομάκρυνσή τους από την ατμόσφαιρα β) την αδρανοποίησή τους πριν την



απελευθέρωσή τους στην ατμόσφαιρα, δηλ. τη μετατροπή των συστατικών τους σε λιγότερο επιβλαβή συστατικά ή γ) συνδυασμό των ανωτέρω. Η συσσώρευση συστατικών που αποτελούν φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας, ακόμα και αν δεν έχουν άμεσες τοξικές επιδράσεις, χρήζει ιδιαίτερης προσοχής, καθώς αυτά μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές έμμεσες επιπτώσεις. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου (βλ. ενότητα «Ατμοσφαιρική ρύπανση – κλιματική αλλαγή»). Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επεξεργασίας των αερολυμάτων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες:

- i. τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των αέριων ρύπων
- ii. τον όγκο (ποσότητα) των αερολυμάτων
- iii. την περιεκτικότητα σε τοξικά αέρια
- iv. τη συνολική σύσταση του μίγματος (δηλ. ποια συστατικά βρίσκονται σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα).

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των αέριων αποβλήτων, κυρίως στη βιομηχανία, λόγω του σημαντικού όγκου των αέριων αποβλήτων και της υψηλής περιεκτικότητάς τους στους διάφορους επιμέρους ρύπους, μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω γενικές κατηγορίες:

Συμπύκνωση

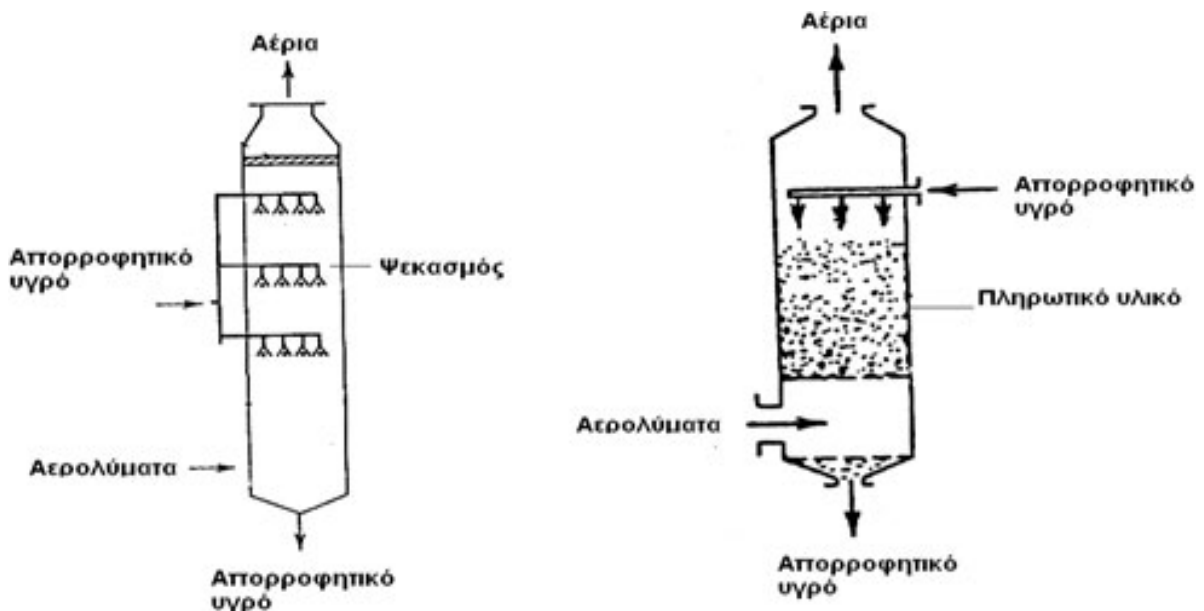
Η μέθοδος αυτή αφορά σε μεγάλες ποσότητες αερίων ή ατμών και παρέχει τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης (ανακύκλωσης) των αερίων που κατακρατούνται. Δεν εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που τα αερολύματα περιέχουν ενώσεις που είναι ιδιαίτερα τοξικές. Η μέθοδος βασίζεται στην επαφή των αερολυμάτων με ένα ψυκτικό υγρό ή με μια ψυχρή μεταλλική επιφάνεια, με αποτέλεσμα τα αέρια ή οι ατμοί να συμπυκνώνονται και, έτσι, να συγκρατούνται χωρίς να απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα.

Απορρόφηση

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην επαφή των αερολυμάτων με ένα απορροφητικό υγρό (νερό ή οργανικό διαλύτη), ώστε τα συστατικά των αερολυμάτων να μεταφερθούν από την αέρια φάση στην υγρή. Η επαφή γίνεται με δυο τρόπους: α) είτε ψεκάζοντας τα αερολύματα με το υγρό ή β) περνώντας τα αερολύματα από ένα υλικό το οποίο έχει εμποτιστεί με το απορροφητικό υγρό. Το υγρό στη συνέχεια συλλέγεται και είτε οδηγείται

προς επεξεργασία είτε αναγεννάται, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται οργανικοί διαλύτες που έχουν υψηλότερο λειτουργικό κόστος. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η λειτουργία της τεχνικής καθαρισμού αερολυμάτων με τη μέθοδο της απορρόφησης.

Σχήμα 2: Διατάξεις συμπύκνωσης αερολυμάτων (Κουμιτζής- Μάτης, 1993).



Προσρόφηση

Η τεχνική της προσρόφησης είναι παρόμοια με αυτή της απορρόφησης, υπό την έννοια, ότι τα αερολύματα αντί να έρχονται σε επαφή με κάποιο υγρό, έρχονται σε επαφή με ένα στερεό. Η διαδικασία απαιτεί χαμηλή θερμοκρασία, ώστε να γίνεται πιο γρήγορα. Ως προσροφητικά μέσα χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά, όπως ο ενεργός άνθρακας και πηκτή πυριτίας (*silicagel*).

Κατάλυση

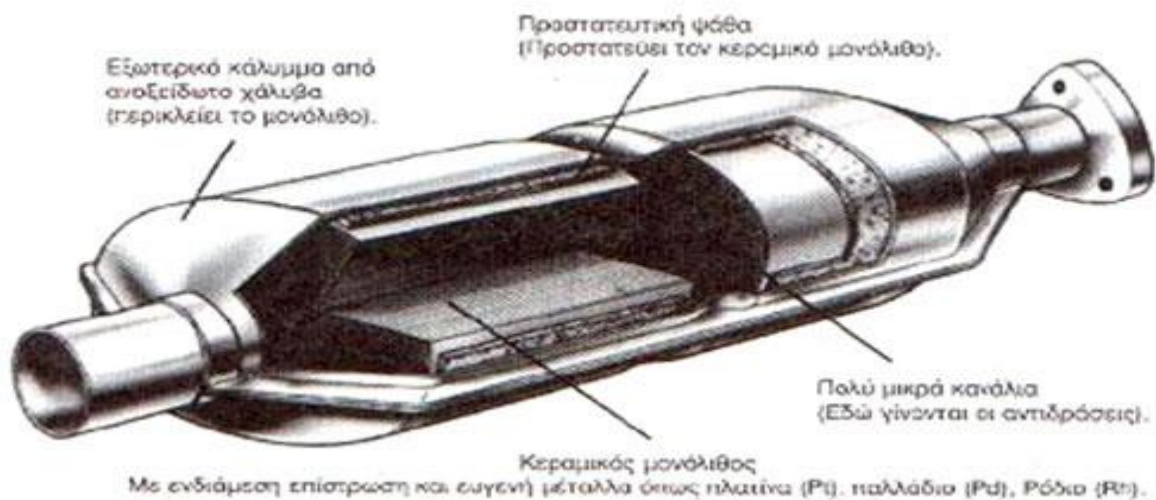
Η κατάλυση είναι μια ιδιαίτερα γνωστή μέθοδος επεξεργασίας αερολυμάτων, μιας και χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα σύγχρονης τεχνολογίας. Οι καταλύτες που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα (Σχήμα 3) είναι συστήματα που τοποθετούνται στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων και μετατρέπουν τους εκπεμπόμενους ρύπους, κατά το δυνατόν, σε αβλαβή αέρια, μέσω μιας σειράς οξειδο-αναγωγικών αντιδράσεων.



Φίλτρα

Τα φίλτρα χρησιμοποιούνται, κατά κύριο λόγο για την απομάκρυνση των σωματιδίων που περιέχονται στα αερολύματα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι φίλτρων, όπως βαρύτητας, ψεκασμού, ηλεκτρισμού κ.λπ. Η επιλογή του κατάλληλου φίλτρου εξαρτάται από την περιεκτικότητα των αερολυμάτων σε σωματίδια και από την σύσταση των σωματιδίων (περιεκτικότητα σε τοξικές ενώσεις κ.λπ.).

Σχήμα 3: Εσωτερική δομή κεραμικού καταλύτη (Χασιώτης, 2004).



ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα υγρά απόβλητα αποτελούν σήμερα μια από τις κυριότερες πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος. Τα υγρά απόβλητα αποτελούνται κατά 99,9% από νερό το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο είτε στις συνηθισμένες οικιακές χρήσεις (πλύσιμο, καθαριότητα, κ.λπ.) είτε στις βιομηχανικές παραγωγικές διαδικασίες, με αποτέλεσμα να έχει υποστεί σημαντική ποιοτική υποβάθμιση. Η υποβάθμιση αυτή οφείλεται στο γεγονός, ότι κατά τη χρήση του, το νερό γίνεται αποδέκτης πολλών χημικών και βιολογικών παραπροϊόντων, η απόρριψη των οποίων στο περιβάλλον δημιουργεί πληθώρα περιβαλλοντικών προβλημάτων (ρύπανση και μόλυνση).

Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των αποβλήτων σε ρυπογόνα συστατικά (ή μολυσματικά, όπως οι παθογόνοι μικροοργανισμοί), αλλά και του μεγάλου όγκου τους, που συσσωρεύεται κυρίως σε μεγάλα αστικά κέντρα, είναι επιτακτική η κατάλληλη επεξεργασία τους πριν την διάθεσή τους στο περιβάλλον. Πρωταρχική επιδίωξη της επεξεργασίας των αποβλήτων είναι η απαλλαγή της μάζας του αποβλήτου από ρύπους και



μολυσματικούς παράγοντες και, δευτερευόντως, η εξουδετέρωση των ρύπων, δηλαδή η αδρανοποίησή τους.

Η επιτακτικότητα του προβλήματος της επεξεργασίας αποβλήτων έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πολλών συστημάτων επεξεργασίας με διαφορετική ικανότητα «καθαρισμού» των αποβλήτων. Η επιλογή της κάθε μεθόδου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το φορτίο των αποβλήτων, ο όγκος τους, αλλά και η επιθυμητή ποιότητα τους μετά την επεξεργασία. Σε κάθε περίπτωση πάντως, η επεξεργασία των αποβλήτων ακολουθεί κάποιες βασικές αρχές, οι οποίες εξαρτώνται από τη σύστασή τους.

Σύσταση υγρών αποβλήτων

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε καλύτερα τα διάφορα στάδια επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, θα πρέπει πρώτα να γνωρίζουμε τη σύστασή τους. Στην υδάτινη μάζα τους τα υγρά απόβλητα περιέχουν διάφορα οργανικά και ανόργανα συστατικά, τα οποία μπορούν να συνοψιστούν στις ακόλουθες γενικές κατηγορίες:

α) Φυσικά συστατικά

1. Περιεχόμενα στερεά συστατικά. Περιλαμβάνουν στερεά διαφόρων μεγεθών, όπως ογκώδη αντικείμενα, άμμο και μικρού μεγέθους στερεά που αιωρούνται στη μάζα των αποβλήτων (αιωρούμενα στερεά).
2. Χρώμα, οσμή και θερμοκρασία. Το χρώμα των υγρών αστικών αποβλήτων είναι συνήθως γκρι, αλλά με την διάσπαση των οργανικών ενώσεων μειώνεται το διαλυμένο οξυγόνο και το χρώμα σταδιακά μεταβάλλεται σε μαύρο, καθώς γίνονται σηπτικά. Η οσμή προκαλείται από δύσσομα αέρια που απελευθερώνονται με τη διάσπαση της οργανικής ύλης και γίνεται πιο έντονη με το χρόνο. Τέλος, η θερμοκρασία κυμαίνεται από 10-21οC (με τυπική τιμή τους 16οC) και εξαρτάται από την προέλευση των αποβλήτων.

β) Χημικά συστατικά

1. Οργανικά συστατικά. Περιλαμβάνουν παραπροϊόντα των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων, όπως υπολείμματα τροφής (υδατάνθρακες, λίπη, πρωτεΐνες), απορρυπαντικά κ.λπ.
2. Άζωτο. Περιλαμβάνει το οργανικό άζωτο, που προέρχεται από πρωτεΐνες, ουρία και αμινοξέα, την αμμωνία που προέρχεται κυρίως από την



αποικοδόμηση και υδρόλυση του οργανικού αζώτου και τα νιτρικά άλατα (NO₃) που αποτελούν το κυριότερο προϊόν οξείδωσης του αμμωνιακού αζώτου. Τα νιτρικά άλατα ενισχύουν το φαινόμενο του ευτροφισμού.

3. Φώσφορος. Βρίσκεται κυρίως με την μορφή του ανόργανου φωσφόρου (ως ορθοφωσφορικά ή PO₄³⁻) και ως οργανικός φώσφορος σε μικρότερο ποσοστό, και συντελεί στο φαινόμενο του ευτροφισμού.

γ) Βιολογικά συστατικά

Το σημαντικότερο βιολογικό χαρακτηριστικό των υγρών αποβλήτων είναι η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών, με σημαντικότερο εκπρόσωπο το βακτήριο του εντερικού συστήματος, *Escherichiacoli*.

Θα πρέπει εδώ να διασαφηνιστεί πως η ανωτέρω σύσταση είναι αντιπροσωπευτική των υγρών αστικών αποβλήτων, ενώ για τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα η σύστασή τους διαφοροποιείται ανάλογα με την παραγωγική διαδικασία κάθε βιομηχανίας. Έτσι, τα βιομηχανικά απόβλητα δεν περιέχουν συνήθως παθογόνους μικροοργανισμούς, ενώ το μεγαλύτερο μέρος των οργανικών τους συστατικών είναι κυρίως χημικής παρά βιολογικής προέλευσης (εξαιρέση αποτελούν ιδιαίτερες κατηγορίες αποβλήτων, όπως τα ιατρικά και νοσοκομειακά απόβλητα, τα οποία εντάσσονται στην κατηγορία των επικίνδυνων και τοξικών αποβλήτων).

Θα πρέπει να σημειωθεί πως η περιεκτικότητα των αποβλήτων σε κάθε ένα από τα ανωτέρω συστατικά δεν είναι σταθερή. Ανάλογα με τον πληθυσμό, το βιοτικό επίπεδο, αλλά και άλλες κοινωνικές παραμέτρους η σύσταση μπορεί να διαφοροποιείται σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό. Η τυπική σύσταση των υγρών αστικών αποβλήτων, αλλά και η σύσταση των υγρών αστικών αποβλήτων σε μερικές πόλεις της Ελλάδας παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Σύσταση υγρών αστικών αποβλήτων (σε διάφορες πόλεις της Ελλάδας)				
Αστικά κέντρα	Συστατικά			
	Αιωρούμενα Στερεά (mg/L)	BOD5 (mg/L) 110-400	COD (mg/L) 250-1000	Άζωτο (mg/L) 20-85 (MT 40)



	100-350 (MT 220)	(MT 220)	(MT 500)	
Βόλος	300	330	720	56
Καβάλα	282	355	750	43
Κατερίνη	230	280	450	35
Κως	300	240	620	45
Σπάρτη	230	323	700	31

mg/L: Μονάδα μέτρησης της συγκέντρωσης (χιλιοστά του γραμμαρίου ανά λίτρο).

M.T. Μέση τιμή.

BOD5: Biological Oxygen Demand ή Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο. Αναφέρεται στην ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση (αποικοδόμηση) των οργανικών συστατικών των αποβλήτων από μικροοργανισμούς. Αποτελεί δείκτη των βιολογικά διασπασίμων οργανικών συστατικών των αποβλήτων.

COD: *ChemicalOxygenDemand* ή Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο. Αναφέρεται στην ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση των οργανικών συστατικών των αποβλήτων με χημικά μέσα. Με το COD προσδιορίζονται σχεδόν όλες οι οργανικές ενώσεις ανεξάρτητα από το αν είναι βιολογικά διασπασίμες ή μη.

Έχοντας υπόψη τα συστατικά των αποβλήτων, μπορούμε τώρα να μελετήσουμε τα διάφορα στάδια επεξεργασίας τους και πώς αυτά συντελούν στη σταδιακή μείωση του φορτίου και στη διαύγαση των αποβλήτων πριν τη διάθεσή τους στον τελικό αποδέκτη.

Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

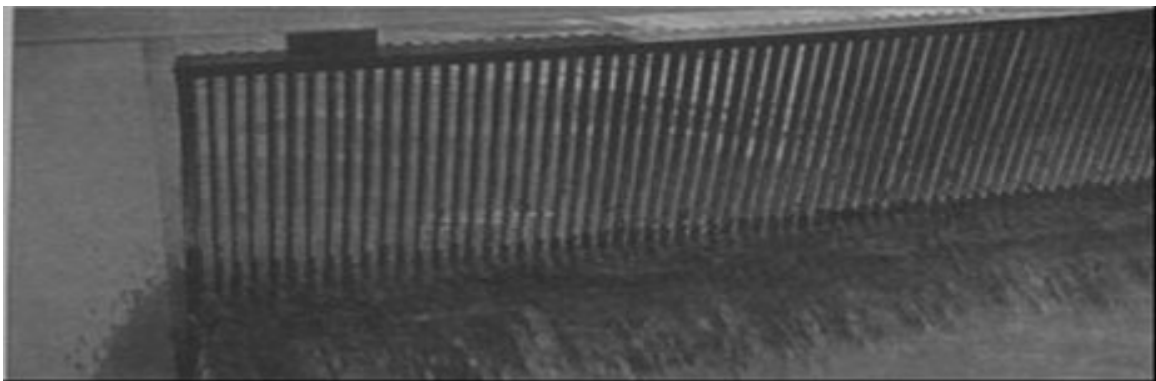
Προεπεξεργασία

Το πρώτο στάδιο στην επεξεργασία των αποβλήτων είναι προκαταρτικό και γι' αυτό χαρακτηρίζεται και ως «προεπεξεργασία». Στο στάδιο της προεπεξεργασίας επιδιώκεται η απομάκρυνση των μεγαλύτερων αντικειμένων που βρίσκονται σε αιώρηση στα λύματα και που εγκυμονούν κινδύνους έμφραξης των αγωγών, φθοράς του μηχανολογικού εξοπλισμού και δυσλειτουργίας των συστημάτων επεξεργασίας που ακολουθούν.



Στο πρώτο στάδιο της προεπεξεργασίας επιδιώκεται η απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων (χαρτιά, κουρέλια, πλαστικά υλικά). Για το λόγο αυτό τα λύματα περνούν μέσα από μεταλλικές σχάρες ή κόσκινα που έχουν τοποθετηθεί σε κατακόρυφη ή κεκλιμένη θέση και απέχουν μεταξύ τους 2 με 7 cm (*εσχάρωση*) (εικόνα 60). Τα στερεά που συγκεντρώνονται στις σχάρες απομακρύνονται συνήθως με μηχανικά μέσα, αποθηκεύονται σε κλειστούς κάδους απορριμμάτων και απορρίπτονται σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων.

Εικόνα 60: *Τυπική σχάρα συλλογής ογκωδών αντικειμένων*



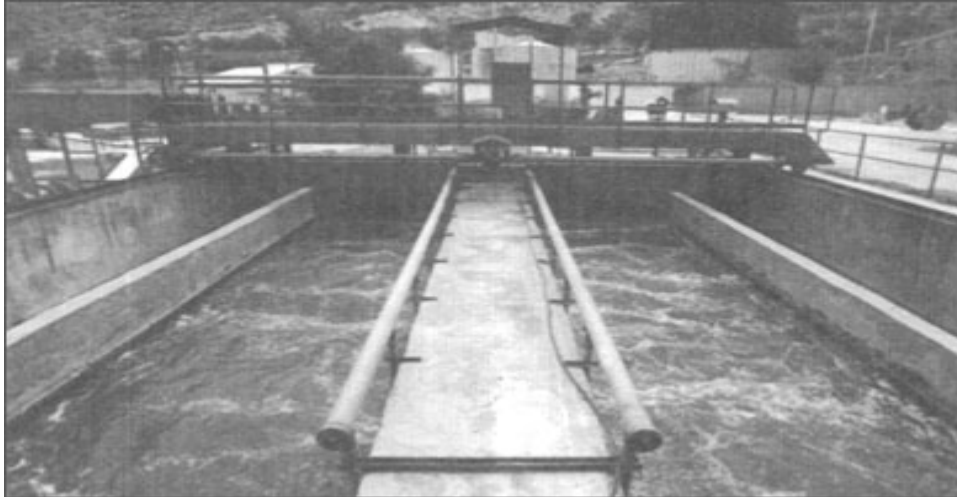
Πηγή: Λέκκας, 2001

Στη συνέχεια, τα απόβλητα περνούν μέσα από δεξαμενή (*εξαμμωτή*), όπου παραμένουν για μερικά λεπτά, ώστε να καθιζήσουν τα βαρύτερα σωματίδια, όπως η άμμος, τα σωματίδια αργίλου και άλλα σωματίδια γεωλογικής ή όχι υφής. Η άμμος και τα υπόλοιπα στερεά που συλλέγονται στο στάδιο αυτό αφυδατώνονται (στραγγίζονται) και συλλέγονται σε δοχεία, όμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή των εσχαρισμάτων. Η τελική διάθεση μπορεί να γίνει σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων ή να επαναχρησιμοποιηθεί σε δρόμους ως υλικό επίστρωσης. Ακολούθως, τα απόβλητα οδηγούνται σε δεξαμενές, όπου διαχωρίζονται οι ελαιώδεις και λιπαρές ουσίες από τη μάζα των αποβλήτων. Αυτό επιτυγχάνεται με την παραμονή των αποβλήτων στις δεξαμενές, όπου τα λίπη και έλαια συγκεντρώνονται στην επιφάνεια, λόγω του ότι είναι ελαφρύτερα από το νερό. Σε μεγάλες μονάδες επεξεργασίας, η διαδικασία μπορεί να υποβοηθείται από τη διοχέτευση αέρα από τον πυθμένα. Τα λίπη και έλαια, που απομακρύνονται από τα απόβλητα, διατίθενται για υγειονομική ταφή ή καίγονται σε ειδικούς καυστήρες.



Σε πολλές περιπτώσεις, και κυρίως όταν η περιεκτικότητα σε λίπη και έλαια είναι χαμηλή, οι διαδικασίες της εξάμμωσης και της λιποσυλλογής συνδυάζονται σε μια δεξαμενή μεγιστοποιώντας έτσι την οικονομία του χώρου (εικόνα 61).

Εικόνα 61: Τυπική δεξαμενή όπου συνδυάζονται η εξάμμωση με τη λιποσυλλογή. Στον πυθμένα συγκεντρώνονται τα σωματίδια, ενώ στην επιφάνεια τα λίπη και τα έλαια.



Πηγή: *Στάμον, 2004.*

Μέχρι το σημείο αυτό έχουν απομακρυνθεί τα μεγαλύτερα στερεά από τη μάζα των αποβλήτων, ενώ σχεδόν όλα τα οργανικά και ανόργανα συστατικά τους (με εξαίρεση τα λίπη και έλαια), καθώς και τα πολύ μικρότερα σωματίδια, παραμένουν ουσιαστικά άθικτα. Για το λόγο αυτό η επεξεργασία που ακολουθεί επικεντρώνεται, πλέον, στην απομάκρυνση των διαλυμένων συστατικών και των μικρότερων σωματιδίων.

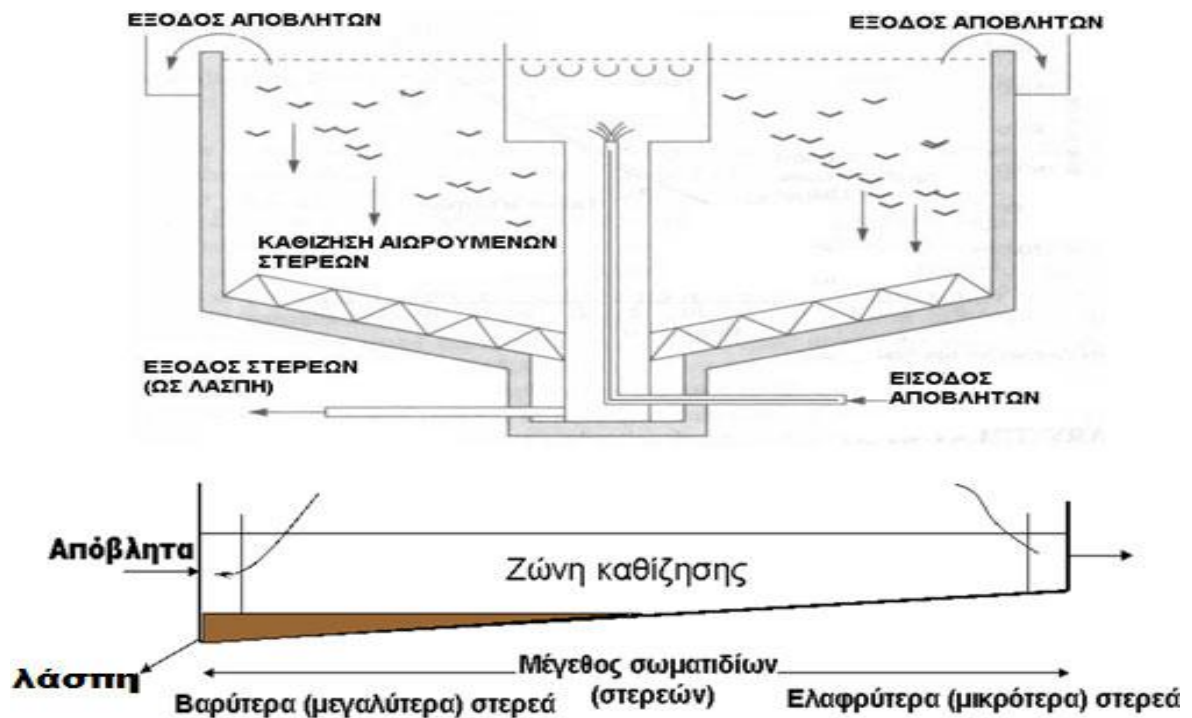
Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Ακολουθώντας το ρεύμα επεξεργασίας, αφού έχουν απομακρυνθεί τα μεγαλύτερα στερεά, σειρά έχει η απομάκρυνση των μικρότερων στερεών που έχουν παραμείνει στα απόβλητα. Τα στερεά αυτά διαφέρουν από τα προηγούμενα στο ότι φέρουν ένα σημαντικό μέρος του οργανικού υλικού των λυμάτων που βρίσκεται σε σωματιδιακή μορφή, ενώ το μέγεθός τους είναι σημαντικά μικρότερο.

Η απομάκρυνση των μικρότερων (αιωρούμενων) στερεών βασίζεται, και πάλι, στην καθίζηση. Αυτό επιτυγχάνεται στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης (σχήμα 4), όπου τα απόβλητα παραμένουν για χρονικό διάστημα 2-3 ωρών σε ηρεμία, με αποτέλεσμα την καθίζηση των στερεών λόγω βαρύτητας. Με τον τρόπο αυτό απομακρύνεται το 50-

65% των αιωρούμενων στερεών και το 25-40% των βιοδιασπώμενων οργανικών συστατικών των αποβλήτων, καθώς ένα μέρος των οργανικών αυτών συστατικών βρίσκεται πάνω στα στερεά. Έτσι, το ρεύμα των αποβλήτων απαλλάσσεται από ένα σημαντικό μέρος των στερεών, αλλά και από ένα μέρος του οργανικού φορτίου.

Σχήμα 4: Τυπικές δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης (κυκλική και ορθογωνική)



Δευτεροβάθμια επεξεργασία

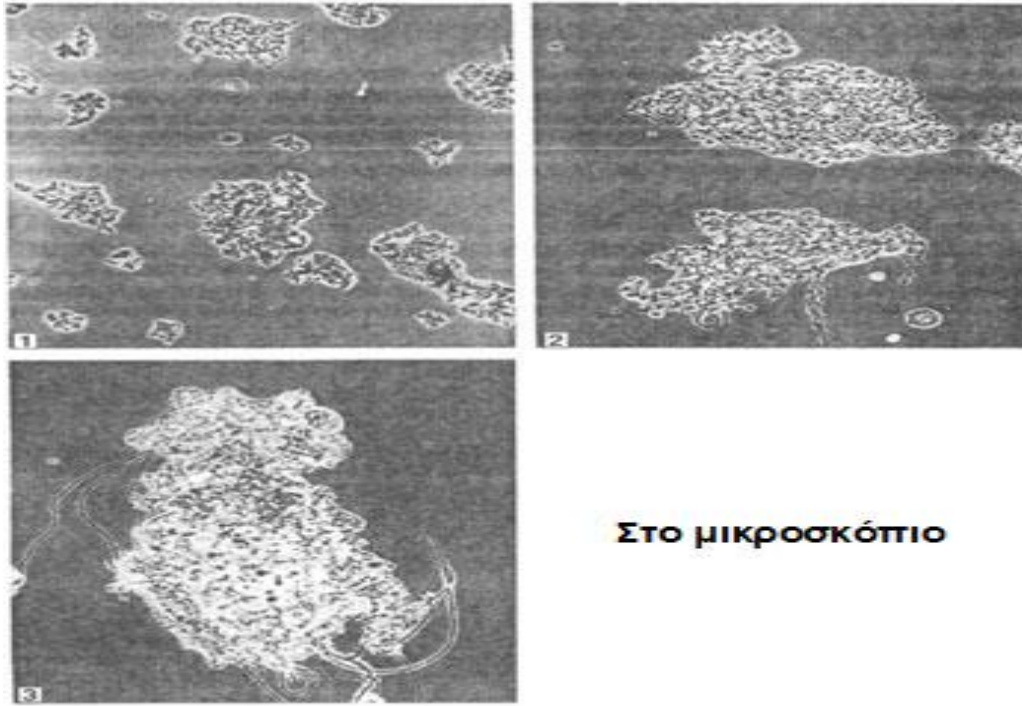
Τα απόβλητα που εξέρχονται από τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης έχουν απαλλαγεί από ένα μεγάλο μέρος των στερεών, σε σχέση με την αρχική τους σύσταση, καθώς και από ένα μέρος του οργανικού φορτίου. Παρολαυτά η ποιότητα των αποβλήτων δεν είναι ακόμα ικανοποιητική για τη διάθεση στον αποδέκτη. Για το λόγο αυτό ακολουθεί η βιολογική επεξεργασία (βιολογικό στάδιο).

Στο βιολογικό στάδιο τα απόβλητα έρχονται σε επαφή με μικροοργανισμούς που βρίσκονται με τη μορφή συσσωματωμάτων (*βιοκροκίδες*) (εικόνα 62). Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν το φορτίο των αποβλήτων ως τροφή, με αποτέλεσμα ένα μέρος να μετατρέπεται σε απλά τελικά προϊόντα (διοξείδιο του άνθρακα, νερό, κ.λπ.) ενώ το υπόλοιπο μετατρέπεται σε κυτταρικό υλικό των μικροοργανισμών. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται τόσο η βιολογική αποικοδόμηση των οργανικών συστατικών όσο και η



ανανέωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για τη συνέχιση της λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων.

Εικόνα 62: Βιοκροκίδες στο μικροσκόπιο



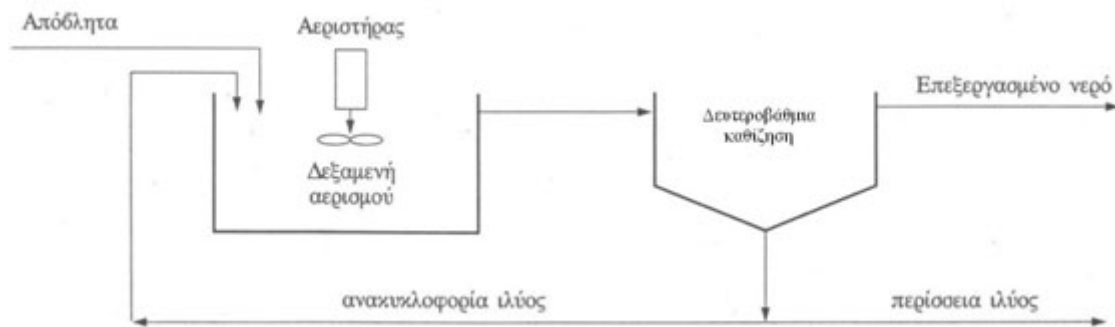
Πηγή: ΕΕΤΑΑ, 1995

Για την αερόβια βιολογική αποικοδόμηση των οργανικών συστατικών των αποβλήτων έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος βιολογικής επεξεργασίας των αστικών υγρών αποβλήτων είναι η μέθοδος της ενεργού ιλύος. Από την πρώτη εφαρμογή της μεθόδου σε μονάδα συνεχούς ροής (1913) μέχρι σήμερα, ένας σημαντικός αριθμός παραλλαγών της έχει αναπτυχθεί, προσδίδοντας ιδιαίτερη ευελιξία στη χρήση της. Στην απλούστερη μορφή του ένα σύστημα ενεργού ιλύος συνεχούς ροής αποτελείται από δύο δεξαμενές σε σειρά, τη δεξαμενή αερισμού και τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης (σχήμα 5).

Στη δεξαμενή αερισμού παρέχεται αρκετό οξυγόνο ώστε να επιτευχθεί η αποικοδόμηση των οργανικών συστατικών από τους μικροοργανισμούς (βιομάζα). Στη συνέχεια, το μίγμα αποβλήτων και μικροβιακής βιομάζας (μικτό υγρό) οδηγείται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, όπου υπό συνθήκες ηρεμίας οι βιοκροκίδες καθιζάνουν και έτσι, διαχωρίζονται από τα επεξεργασμένα απόβλητα. Μέρος των συμπυκνωμένων βιοκροκίδων (ιλύς) επαναφέρεται (ανακυκλοφορεί) στη δεξαμενή

αερισμού για τη διατήρηση επαρκούς συγκέντρωσης βιομάζας για την αποικοδόμηση των λυμάτων, ενώ το υπερκείμενο υγρό οδηγείται για περαιτέρω επεξεργασία (τριτοβάθμια) ή καταλήγει στον τελικό αποδέκτη.

Σχήμα 5: Σχεδιάγραμμα μιας τυπικής μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος.



Ιδιαίτερη σημασία για την ομαλή λειτουργία μιας μονάδας ενεργού ιλύος έχει η διατήρηση κατάλληλων περιβαλλοντικών συνθηκών στη δεξαμενή αερισμού, που να ευνοούν τη δράση των μικροοργανισμών. Τέτοιες συνθήκες είναι η επίτευξη συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου μεγαλύτερης του 1-2 mg/l, η διατήρηση της τιμής του pH σε επίπεδα μεταξύ 6.5-8.0 και η ικανοποίηση αναλογίας BOD: άζωτο: φώσφορος ίσης με 100:6:1.

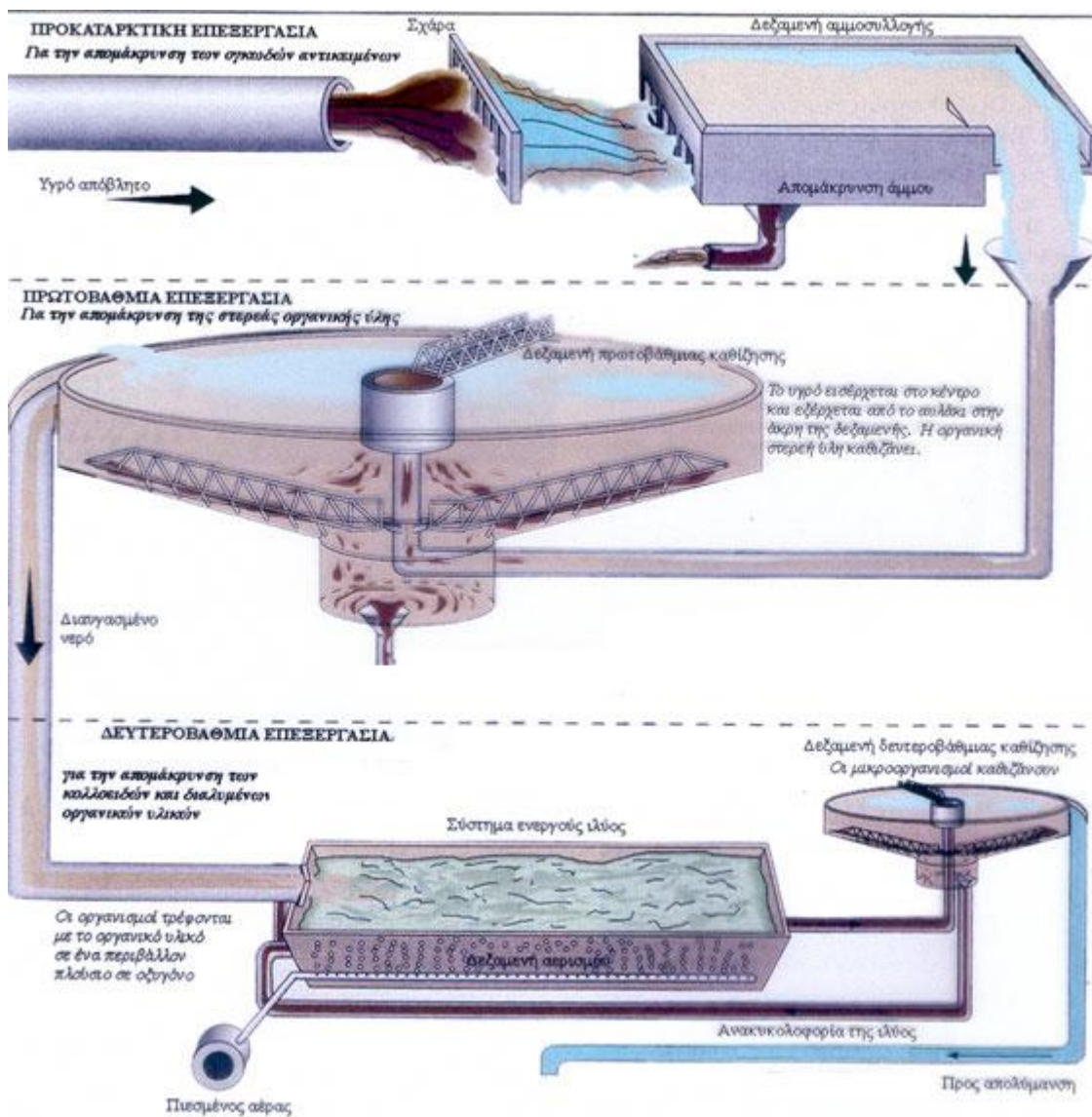
Η επίτευξη της απαραίτητης συγκέντρωσης οξυγόνου γίνεται με εξωτερική παροχή αέρα που επιτυγχάνεται με επιφανειακούς αεριστήρες ή με διαχυτήρες, όπου ο αέρας διαβιβάζεται στον πυθμένα της δεξαμενής με τη μορφή φυσαλίδων (εικόνα 63). Συνοψίζοντας, λοιπόν, τα ανωτέρω, θα μπορούσαμε να αναπαραστήσουμε μια τυπική μονάδα επεξεργασίας υγρών αστικών αποβλήτων με το απλουστευμένο σχήμα 6.

Εικόνα 63: Τυπική δεξαμενή αερισμού με επιφανειακό αεριστήρα σε μονάδα ενεργού ιλύος



Πηγή: Λέκκας, 2001

Σχήμα 6: Διάγραμμα μιας μονάδας ενεργού ιλύος χωρίς βιολογική αφαίρεση αζώτου και φωσφόρου.



Πηγή: Εκπαιδευτική βαλίτσα «Προστασία περιβάλλοντος μέσω διαχείρισης αποβλήτων», Παν/μιο Πατρών, 2000.

Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠΕΧΩΔΕ, σήμερα σε όλη τη χώρα έχουν κατασκευαστεί 245 εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, ενώ ακόμα 86 βρίσκονται υπό κατασκευή. Η επιθυμητή ποιότητα των εκροών από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων καθορίζεται από την Οδηγία 91/271 της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συνοψίζεται στον ακόλουθο Πίνακα:

Πίνακας 3: Επιθυμητή ποιότητα επεξεργασμένων αποβλήτων

Χαρακτηριστικά

Όρια Οδηγίας 91/271



BOD5	<=25
COD	<=125
Αιωρούμενα στερεά	<=35A
Ολικό Άζωτο (Kjeldahl)	<=10A
Ολικός Φώσφορος	<=1B
A: Για πληθυσμό άνω των 10.000 κατοίκων	
B: Για πληθυσμό άνω των 100.000 κατοίκων	

Συγκρίνοντας την τυπική σύσταση των υγρών αστικών αποβλήτων (Πίνακας 2) με τα δεδομένα ποιότητας εκροής του Πίνακα 3, προκύπτει το επιθυμητό ποσοστό επεξεργασίας σύμφωνα με τη σχέση:

Αντικαθιστώντας τις τιμές του Πίνακα 2 (συγκέντρωση εισόδου) και 3 (συγκέντρωση εξόδου), προκύπτει πως η μονάδα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων θα πρέπει να επιτυγχάνει κατά μέσο όρο αποδόσεις της τάξης του $\geq 87\%$ για το BOD, $\geq 75\%$ για το COD, $\geq 85\%$ για τα αιωρούμενα στερεά, $\geq 75\%$ για το άζωτο και $\geq 87\%$ για το φώσφορο.

Τριτοβάθμια επεξεργασία

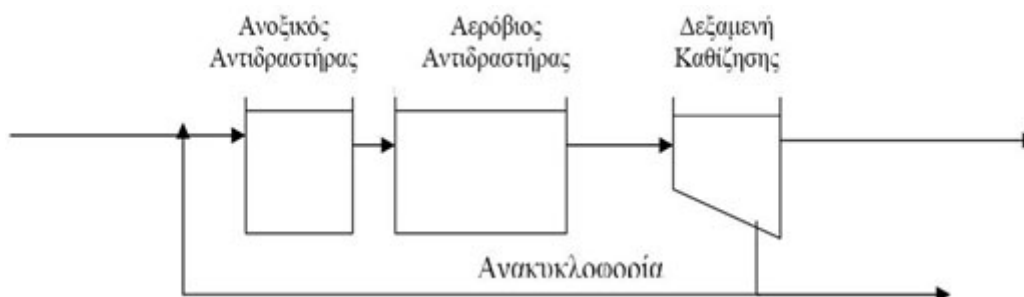
Η παρουσία ενώσεων αζώτου και φωσφόρου στα λύματα και η συμβολή τους στο φαινόμενο του ευτροφισμού καθιστούν συχνά αναγκαία την απομάκρυνσή τους κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους απομάκρυνσης των ενώσεων του αζώτου σε μονάδες ενεργού ιλύος είναι η βιολογική απονιτροποίηση τους κάτω από ανοξικές συνθήκες. Στις συνθήκες αυτές, τα ετερότροφα, απονιτροποιητικά βακτήρια, αποκτούν την απαραίτητη ενέργεια για την ανάπτυξή τους όχι από το οξυγόνο - το οποίο απουσιάζει σκοπίμως, - αλλά από την αναγωγή των νιτρικών αλάτων σε άζωτο, ενώ παράλληλα, χρησιμοποιούν άνθρακα (που προέρχεται από το οργανικό φορτίο των αποβλήτων) για τη σύνθεση των κυττάρων τους. Η αντίδραση μετατροπής των νιτρικών αλάτων σε αέριο άζωτο ακολουθεί τέσσερα στάδια:





Για τη μετατροπή των νιτρικών σε αέριο άζωτο κατασκευάζονται συνήθως ανοξικοί αντιδραστήρες έναντι των δεξαμενών αερισμού. Μια τυπική μονάδα ενεργού ιλύος με βιολογική αφαίρεση αζώτου παρουσιάζεται στο σχήμα 7.

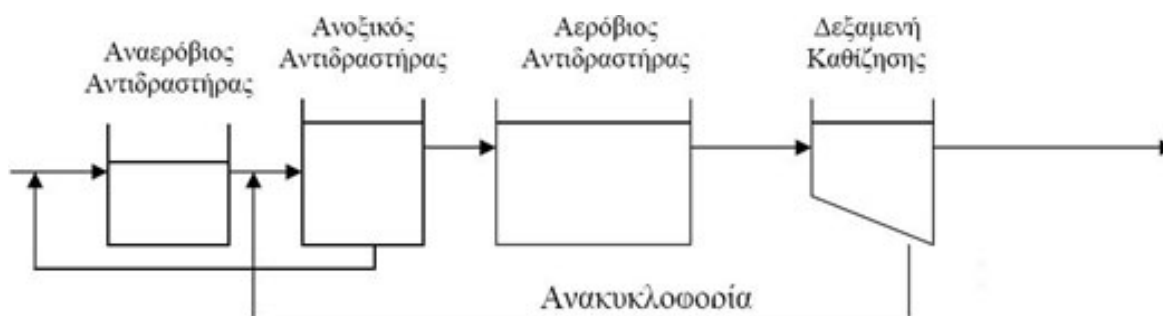
Σχήμα 7: Σχεδιάγραμμα μιας τυπικής μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με την μέθοδο της ενεργού ιλύος και βιολογική αφαίρεση αζώτου.



Πηγή: Στασινάκης, 2003

Η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου βασίζεται στην ίδια περίπου αρχή και επιτυγχάνεται με τη διαδοχή αναερόβιων - αερόβιων συνθηκών, που υποβοηθά την ανάπτυξη αερόβιων βακτηρίων με μεγαλύτερη ικανότητα (ενδοκυτταρικής) αποθήκευσης φωσφόρου (πολυφωσφορικά βακτήρια). Για το λόγο αυτό κατασκευάζονται αναερόβιοι αντιδραστήρες στην αρχή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Για τη διατήρηση επαρκούς συγκέντρωσης μικροοργανισμών στην αναερόβια δεξαμενή, μέρος του μικτού υγρού από την ανοξική δεξαμενή επανακυκλοφορεί στην αναερόβια δεξαμενή. Μια τυπική μονάδα ενεργού ιλύος με βιολογική αφαίρεση αζώτου και φωσφόρου παρουσιάζεται στο σχήμα 8.

Σχήμα 8. Σχεδιάγραμμα μιας τυπικής μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με την μέθοδο της ενεργού ιλύος και βιολογική αφαίρεση αζώτου και φωσφόρου.



Πηγή: Στασινάκης, 2003



Απολύμανση και τελική επεξεργασία

Η απολύμανση είναι το τελευταίο στάδιο στην επεξεργασία αποβλήτων και το μοναδικό που έχει ως σκοπό την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών, ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση του αποδέκτη και η διάδοση ασθενειών. Η απολύμανση μπορεί να γίνει με τρεις (3) τρόπους. Με χλωρίωση, με οζονισμό ή με υπεριώδη ακτινοβολία. Η περισσότερο διαδεδομένη και δοκιμασμένη μέθοδος απολύμανσης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι η χλωρίωση. Γίνεται με υποχλωριώδες νάτριο (χλωρίνη) το οποίο διατίθεται εμπορικά σε υγρή μορφή με περιεκτικότητα χλωρίου <15% (κατά βάρος). Τα πλεονεκτήματα της χλωρίωσης είναι ο αποχρωματισμός των επεξεργασμένων αποβλήτων, η απομάκρυνση οσμών, η μεγάλη αποτελεσματικότητα στην καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών, καθώς και η απλή της εφαρμογή και το χαμηλό της κόστος σε σχέση με τις άλλες μεθόδους. Όμως, κατά τη χλωρίωση σχηματίζονται αλογονομένα παράγωγα ανόργανων και οργανικών ενώσεων που είναι καρκινογόνα και δημιουργούνται υπολείμματα χλωρίου τα οποία εκτός από την οσμή του χλωρίου, έχουν έχουν τοξικές επιδράσεις στους υδρόβιους οργανισμούς.

Σε αντίθεση με τη χλωρίωση, το όζον (O₃) δε δημιουργεί τοξικά παράγωγα, είναι 300-3000 φορές πιο αποτελεσματικό και δεν επηρεάζεται η απόδοση της απολυμαντικής του ικανότητας από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, pH), όπως με τη χλωρίωση. Όμως, ο οζονισμός απαιτεί εξοπλισμό υψηλού κόστους, η παραγωγή όζοντος απαιτεί πολλή ενέργεια, το όζον είναι διαβρωτικό και τοξικό και διασπάται πολύ γρήγορα χωρίς να αφήνει υπολείμματα, ώστε να μπορεί να παρακολουθηθεί. Η υπεριώδης ακτινοβολία από την άλλη, δεν έχει τα μειονεκτήματα των προηγούμενων μεθόδων, όμως είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.



Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί συνοψίζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των τριών τεχνολογιών απολύμανσης.

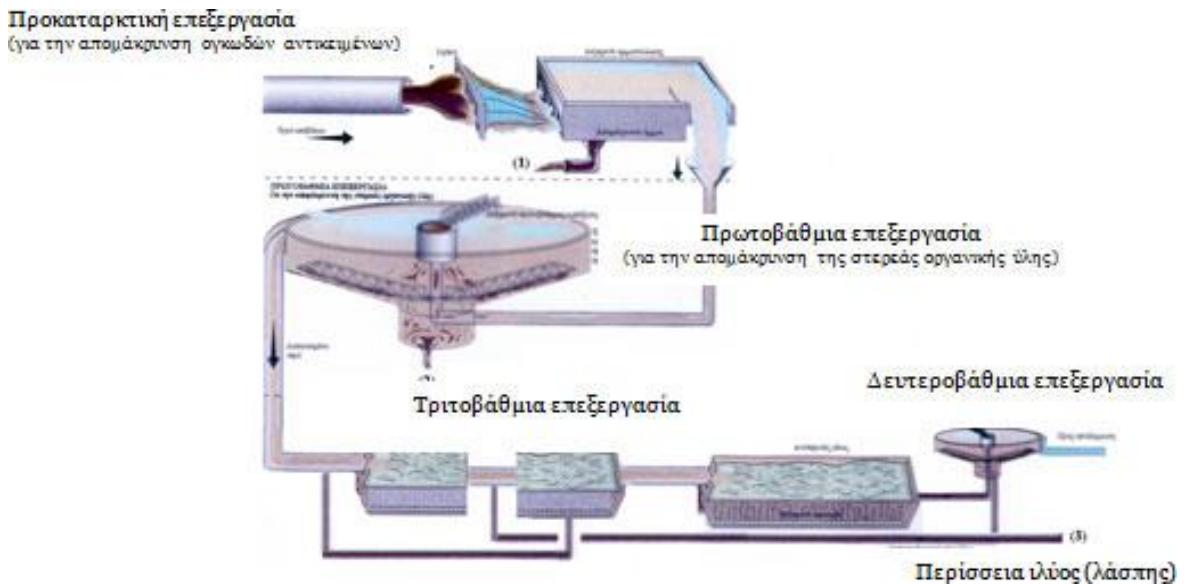
Πίνακας 4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεθόδων απολύμανσης			
Χαρακτηριστικά	Χλωρίωση	Οζονισμός	UV
Ιοκτόνος δράση	*	***	**
Βακτηριοκτόνος δράση	**	*	**
Επανεμφάνιση βακτηρίων (στα επεξεργασμένα απόβλητα)	*	*	*
Παραπροϊόντα	***	*	-
Απομένουσα τοξικότητα	***	*	-
Προβλήματα ασφάλειας	***	**	*
Κόστος επένδυσης	*	**	*
Ευκολία εγκατάστασης	*	*	**
Λειτουργικό κόστος	*	**	*
Συντήρηση	**	*	***
Σύστημα ελέγχου	*	**	***

Επεξεργασία λάσπης

Ανακεφαλαιώνοντας τα παραπάνω, σχετικά με την επεξεργασία των αποβλήτων θα μπορούσαμε πλέον να αναπαραστήσουμε μια πλήρη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με το σχήμα 9.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, σε όσα στάδια χρησιμοποιείται η τεχνική της καθίζησης παράγεται μια μάζα στερεών με τη μορφή λάσπης (ιλύς). Στην προεπεξεργασία (1) αποτελείται από αδρανή υλικά, όπως άμμος, χώμα κ.λπ., στην πρωτοβάθμια καθίζηση (2) αποτελείται από αιωρούμενα στερεά και οργανικό υλικό των αποβλήτων, ενώ στη δευτεροβάθμια (3) από τα συσσωματώματα των μικροοργανισμών. Παρόλο που ένα μέρος αυτής της λάσπης (δευτεροβάθμια) ανακυκλοφορείται για τους λόγους που αναφέραμε, ένα μεγάλο μέρος πρέπει να απομακρυνθεί από τη μονάδα, λόγω περιορισμού χώρου, αλλά και ανάγκης για ανανέωση των μικροοργανισμών.

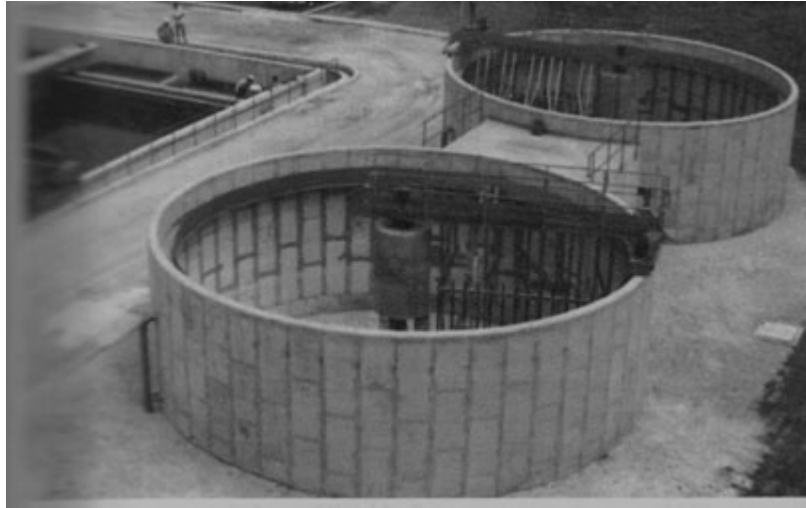
Σχήμα 9: Διάγραμμα μιας ολοκληρωμένης μονάδας επεξεργασία υγρών αποβλήτων με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος και βιολογική απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου



Τόσο η πρωτοβάθμια όσο και η δευτεροβάθμια ιλύς φέρουν πολύ μεγάλο ρυπαντικό φορτίο και ως εκ τούτου, θα πρέπει να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία πριν τη διάθεσή τους. Να σημειωθεί εδώ, πώς η ιλύς δε διατίθεται στον ίδιο αποδέκτη με τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα, αλλά σε Χ.Υ.Τ.Α., μετά από κατάλληλη επεξεργασία. Η επεξεργασία της ιλύος έχει τρεις (3) κυρίως στόχους: α) Τη μείωση του όγκου της ιλύος με σκοπό την ευκολότερη μεταφορά και διάθεσή της, β) τη σταθεροποίησή της (δηλ. τη μείωση των οργανικών ουσιών που περιέχει) με σκοπό την ασφαλέστερη τελική διάθεση και γ) τη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών.

Οι τυπικές διαδικασίες επεξεργασίας της ιλύος περιλαμβάνουν τα εξής στάδια:

α) Πάχυνση (thickening), για αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών και ελάττωση του όγκου μέσω διαχωρισμού των στερεών από το μεγαλύτερο μέρος του νερού το οποίο περιέχεται στην ιλύ (εικόνα 64). Αυτό επιτυγχάνεται είτε με καθίζηση είτε με επίπλευση δηλ. με παροχή αέρα από τον πυθμένα της δεξαμενής, οπότε τα στερεά παρασύρονται στην επιφάνεια από τις φυσαλίδες του αέρα.



β) Σταθεροποίηση (*stabilization*), για τη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών και την αποφυγή δυσάρεστων οσμών και εντόμων. Για να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί, θα πρέπει να εξαντληθούν οι οργανικές βιοδιασπάσιμες ενώσεις που μπορούν να αποτελέσουν υπόστρωμα για την ανάπτυξη βιολογικής δραστηριότητας. Η σταθεροποίηση της ιλύος γίνεται με διάφορους τρόπους, όπως η χημική οξείδωση, η θερμική αποστείρωση, και, πιο συχνά, η αναερόβια χώνευση. Στην αναερόβια χώνευση χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί, απουσία οξυγόνου, για τη σταθεροποίηση της ιλύος μέσα σε δεξαμενές μέσω της μετατροπής της σε μεθάνιο και ανόργανα προϊόντα (συμπεριλαμβανομένου διοξειδίου του άνθρακα).

γ) Προετοιμασία για απονέρωση (*conditioning*). Η διαδικασία αυτή γίνεται κατά κύριο λόγο με χρήση κάποιων χημικών, όπως ο σίδηρος (Fe^{3+}) και ο υδράσβεστος. Με την προσθήκη τους στην ιλύ επιτυγχάνεται η συσσωμάτωσή της (συμπύκνωση), οπότε και διευκολύνεται η διαδικασία της αφυδάτωσης.

δ) Αφυδάτωση ή απονέρωση (*dewatering*). Στόχος της απονέρωσης είναι: α) η μείωση του κόστους μεταφοράς της επεξεργασμένης ιλύος, β) η ευκολότερη διαχείριση της στερεάς επεξεργασμένης ιλύος αντί της ρευστής (μη απονερωμένης) γ) η ευκολότερη καύση (όταν αυτή εφαρμόζεται), γ) η απαλλαγή από οσμές και δ) η αποφυγή στράγγισης (όταν γίνεται ταφή). Η απονέρωση γίνεται κυρίως με μηχανικούς τρόπους.

ε) Διάθεση (*Disposal*) σε χωματερή ή ως εδαφοβελτιωτικό. Η ιλύς που παράγεται κατά την επεξεργασία των λυμάτων στην Ελλάδα διατίθεται κυρίως σε χώρους υγειονομικής ταφής μαζί με αστικά στερεά απόβλητα, χωρίς να έχει εφαρμοστεί ποτέ η μέθοδος



διάθεσης στη θάλασσα. Πολύ περιορισμένη είναι και επαναχρησιμοποίηση της ιλύος ως εδαφοβελτιωτικού.

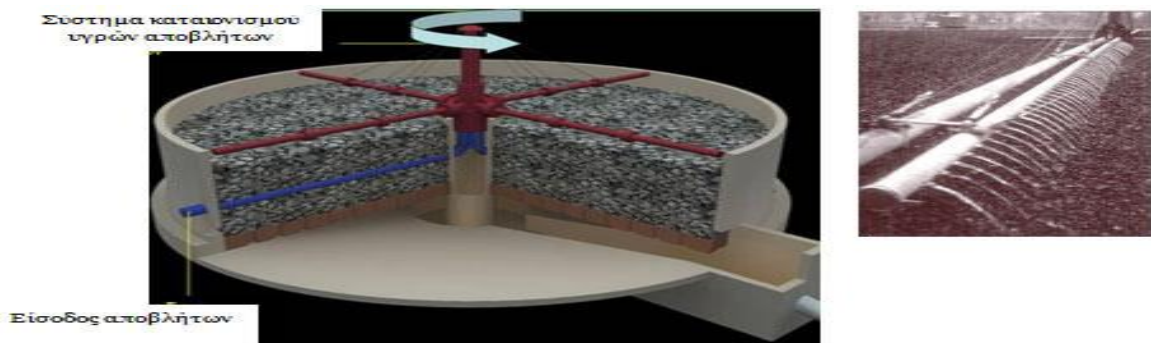
Εναλλακτικές μέθοδοι επεξεργασίας

Εκτός από τη μέθοδο της ενεργού ιλύος έχουν αναπτυχθεί και πολλές άλλες μέθοδοι για την επεξεργασία των αποβλήτων. Συνοπτικά, οι σημαντικότερες μέθοδοι είναι:

- § Τα βιολογικά φίλτρα ή χαλικο-δουλίστηρια
- § Οι βιολογικοί πύργοι
- § Οι βιολογικοί δίσκοι
- § Τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας.

Από τις μεθόδους αυτές, τα βιολογικά φίλτρα και τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας είναι που βρίσκουν τη μεγαλύτερη εφαρμογή. Το βιολογικό φίλτρο (σχήμα 10), όπως και το σύστημα ενεργού ιλύος έχει ως στόχο την απομάκρυνση των οργανικών ουσιών από τα λύματα με τις διαδικασίες της βιολογικής οξειδωσης και σύνθεσης. Η βασική διαφορά των δύο συστημάτων έγκειται στο ότι, ενώ στο σύστημα ενεργού ιλύος η βιομάζα βρίσκεται σε αιώρηση, στα βιολογικά φίλτρα οι μικροοργανισμοί είναι προσκολλημένοι σε ένα σταθερό φορέα. Πρόκειται για μία κυλινδρική (συνήθως) δεξαμενή γεμάτη με ένα αδρανές υλικό (πλαστικό ή χαλίκι) όπου αναπτύσσονται μικροοργανισμοί. Τα απόβλητα διαβρέχουν το υλικό και αναπτύσσεται βιολογική δράση, παρουσία οξυγόνου από την ατμόσφαιρα.

Σχήμα 10. Τυπικό βιολογικό φίλτρο



Πηγή: Βαγενάς, 2006



Σχήμα 11β: Συστήματα που βασίζονται σε φυσικούς ή τεχνητούς υγροβιότοπους και σε συστήματα επιπλεόντων υδροχαρών φυτών



Πηγή: Αγγελάκης και Tsobanoglous, 1995 και Kim et.al. 2006

Υγρά βιομηχανικά απόβλητα

Τα βιομηχανικά απόβλητα, όπως προαναφέραμε, έχουν κάποιες ιδιαιτερότητες σε σχέση με τα αστικά:

1. Διαφορετική χημική σύνθεση (π.χ. ύπαρξη χημικών ρύπων, υψηλό οργανικό φορτίο)
2. Διαφορετική επικινδυνότητα (π.χ. ύπαρξη τοξικών ρύπων, όπως τα βαρέα μέταλλα)
3. Μεγάλη διακύμανση υδραυλικών και ρυπαντικών φορτίων (π.χ. ανάλογα με την παραγωγική διαδικασία του εργοστασίου, είναι δυνατόν η παραγωγή αποβλήτων να πραγματοποιείται σε διάστημα λίγων ωρών)



4. Ακανόνιστη συχνότητα εκπομπών (φύση της παραγωγικής διαδικασίας, εποχικότητα λειτουργίας, ανυπαρξία αγοράς για τα τελικά προϊόντα όλο το χρόνο)

Είναι, λοιπόν, φανερό πως το κάθε είδος βιομηχανικών αποβλήτων αποτελεί μια ξεχωριστή περίπτωση. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από σειρά παραμέτρων, όπως:

1. τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων (είδος και φύση ρυπαντών, βιοδιασπαστική ικανότητα, τοξικότητα οργανικών και ανόργανων συστατικών)
2. την απαιτούμενη ποιότητα της τελικής εκροής (με βάση τα χαρακτηριστικά του αποδέκτη, νομοθεσία)
3. το κόστος της επεξεργασίας και τη διαθεσιμότητα γης για την κατασκευή της εγκατάστασης.

Όπως και στα αστικά απόβλητα, έτσι και στα βιομηχανικά, η προεπεξεργασία αποτελεί το πρώτο στάδιο επεξεργασίας. Τα στάδια της εσχάρωσης, της εξάμμωσης και της συλλογής λιπών και ελαιών είναι συνήθως τα ίδια. Στα βιομηχανικά απόβλητα όμως, προστίθεται συνήθως και ένα ακόμη στάδιο που αφορά στην εξουδετέρωση του pH των αποβλήτων, καθώς μπορεί να είναι πολύ βασικά ή όξινα για τη βιολογική επεξεργασία.

Η βιολογική (δευτερογενής) επεξεργασία γίνεται με τις ίδιες περίπου μεθόδους, δηλαδή, της ενεργού ιλύος, με βιολογικά φίλτρα κ.λπ.

Η τριτοβάθμια επεξεργασία είναι συνήθως διαφορετική και προστίθεται σε ορισμένες περιπτώσεις για την αφαίρεση ειδικών ρυπαντών. Συνήθως εφαρμόζονται τεχνικές, όπως η διύλιση (για την απομάκρυνση κολλοειδών), η προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα ή η χημική οξείδωση (για την απομάκρυνση διαλυμένων οργανικών ενώσεων). Επίσης, στα βιομηχανικά απόβλητα εφαρμόζονται και ξεχωριστές επεξεργασίες σε ξεχωριστά ρεύματα αποβλήτων. Έτσι, αν τα απόβλητα περιέχουν μεγάλες ποσότητες βαρέων μετάλλων, φυτοφαρμάκων και γενικότερα τοξικών ενώσεων, που δεν απομακρύνονται κατά την προεπεξεργασία και παρεμποδίζουν τη βιολογική επεξεργασία, εφαρμόζονται ξεχωριστές τεχνικές για την απομάκρυνση των ενώσεων αυτών, πριν το βιολογικό στάδιο (π.χ. προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα, χημική οξείδωση, ιοντοανταλλαγή κ.λπ.).



Ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων

Η μεγάλη κατανάλωση νερού σε συνδυασμό με τα προβλήματα ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, έφερε στο προσκήνιο την ανάγκη εξοικονόμησης του υδατικού δυναμικού του πλανήτη. Εκτός από τις προσπάθειες για μειωμένη κατανάλωση, μια σειρά εναλλακτικών λύσεων έχει προταθεί για την επίλυση του προβλήματος της διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων.

Μια από αυτές τις λύσεις είναι η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Η πιο ρεαλιστική προσέγγιση στο θέμα της επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων είναι η χρήση τους για μη πόσιμους σκοπούς, δηλαδή, για αγροτικές, αστικές, βιομηχανικές χρήσεις, καθώς και για φόρτιση των υπόγειων υδροφορέων (που δεν χρησιμοποιούνται για ύδρευση). Λιγότερο ρεαλιστική, αλλά όχι ουτοπική, στις μέρες μας είναι η χρήση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για πόση ή για εμπλουτισμό του δικτύου ύδρευσης. Αν και η τεχνολογία παραγωγής πόσιμου ύδατος από υγρά αστικά απόβλητα είναι δεδομένη (π.χ. στους διαστημικούς σταθμούς, όπου πρακτικά το σύνολο των αποβλήτων ανακυκλώνεται), η χρήση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για ύδρευση δεν είναι αποδεκτή από το κοινωνικό σύνολο.

Αντίθετα, η επαναχρησιμοποίηση για μη πόσιμους σκοπούς έχει βρει ευρεία απήχηση παγκοσμίως. Η μεγαλύτερη ανάκτηση επεξεργασμένων αποβλήτων αφορά στις αγροτικές χρήσεις όπου σημειώνεται και η μεγαλύτερη απαίτηση για νερό. Αξίζει να σημειωθεί πως σε παγκόσμιο επίπεδο το ποσοστό του νερού που χρησιμοποιείται για γεωργικές εφαρμογές υπερβαίνει το 70% της συνολικής κατανάλωσης νερού, ενώ στην Ελλάδα το ποσοστό αυτό ανέρχεται περίπου στο 86%.

Για να επιτραπεί η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων σε γεωργικές εφαρμογές, εξετάζεται μια σειρά παραμέτρων που σχετίζονται με:

1. τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του επεξεργασμένου νερού
2. το είδος της καλλιέργειας
3. τα χαρακτηριστικά της περιοχής (τοπογραφία, χαρακτηριστικά εδάφους, χρήσεις γης, γεωλογικές συνθήκες, κ.λπ.)
4. τη μέθοδο άρδευσης (άρδευση με καταιονισμό, επιφανειακή άρδευση ή τοπική άρδευση) και



5. την πρακτική της άρδευσης (περιορισμένη ή απεριόριστη).

Είναι προφανές πως το επεξεργασμένο νερό θα πρέπει να τηρεί κάποιες αυστηρές προδιαγραφές ποιότητας πριν τη χρήση του. Η Ελλάδα δεν έχει ακόμη θεσπίσει προδιαγραφές για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων, έτσι, θα μπορούσε κάποιος να θεωρήσει ότι ισχύουν οι προδιαγραφές που έχει εκδώσει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO), οι οποίες, όμως, κατά γενικό κριτήριο θεωρούνται μη αυστηρές. Για το λόγο αυτό, πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν θεσπίσει τα δικά τους κριτήρια για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων. Τα κριτήρια, για παράδειγμα, που έχει θεσπίσει η Κύπρος αναλύονται στον Πίνακα 5.

Σημαντικό στοιχείο της επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση είναι το αν αυτή είναι περιορισμένη, δηλαδή, αν εφαρμόζεται σε ορισμένα είδη καλλιιεργειών ή είναι απεριόριστη. Η περιορισμένη άρδευση με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα, δηλαδή η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων σε καλλιέργειες που οι καρποί δεν καταναλώνονται ωμοί, αποτελεί ένα σημαντικό κριτήριο που προστατεύει τη δημόσια υγεία, απαιτεί, όμως, αυστηρό έλεγχο για τη διασφάλιση της τήρησής του. Για τις ελληνικές συνθήκες, πάντως, δε συνιστάται προς το παρόν η εφαρμογή της περιορισμένης άρδευσης (Στάμου, 2004).

Πίνακας 5: Κριτήρια της Κύπρου για αστικά λύματα που θα χρησιμοποιηθούν για άρδευση (Πηγή: Dodou, 2000)

Άρδευση	BOD5 (mg/L)	Αιωρούμενα στερεά (mg/L)	Κολοβακτηρίδια	Εντερικοί σκώληκες/L	Απαιτούμενη επεξεργασία
Απεριόριστη άρδευση (α)	(A) 10*	10*	5* 15**	Μηδέν	Δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια και απολύμανση
Χώροι αναψυχής ελεύθερης πρόσβασης- άρδευση καλλιιεργειών προϊόντων που	(A) 10* 15**	10* 15*	10* 100**	Μηδέν	Δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια και απολύμανση



τρώγονται μαγειρεμένα ή μετά από επεξεργασία					
Περιορισμένη άρδευση- χώροι αναψυχής περιορισμένης πρόσβασης	(A) 20* 30**	30* 45**	200* 1.000**	Μηδέν	Δευτεροβάθμια και αποθήκευση για πάνω από 7 ημέρες και απολύμανση ή τριτοβάθμια και απολύμανση
Περιορισμένη άρδευση- χώροι αναψυχής περιορισμένης πρόσβασης (εναλλακτικά)	(B) -		200* 1.000**	Μηδέν	Λίμνες σταθερο- ποίησης- ωρί- μανσης, συνολικός χρόνος παραμονής πάνω από 30 ημέρες ή δευτεροβάθμια και αποθήκευση για πάνω από 30 ημέρες
Καλλιέργειες για ζωοτροφές	(A) 20* 30**	30* 45**	1.000* 5.000**	Μηδέν	Δευτεροβάθμια και αποθήκευση για πάνω από 7 ημέρες ή τριτοβάθμια και απολύμανση
	(B) -	-	5.000*	Μηδέν	Λίμνες σταθερο- ποίησης- ωρίμανσης, συνολικός



					χρόνος παραμονής πάνω από 30 ημέρες ή δευτεροβάθμια και αποθήκευση για πάνω από 30 ημέρες
Βιομηχανικές καλλιέργειες (καλλιέργειες που παράγουν προϊόντα τα οποία υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία πριν την κατανάλωσή τους)	(A) 50* 70**	-	3.000* 10.000**	-	Δευτεροβάθμια και απολύμανση
	(B) -		3.000* 10.000**		Λίμνες σταθεροποίησης- ωρίμανσης, συνολικός χρόνος παραμονής πάνω από 30 ημέρες ή δευτεροβάθμια και αποθήκευση για πάνω από 30 ημέρες
A: Κλασικές μέθοδοι επεξεργασίας B. Λίμνες σταθεροποίησης					
*: Τιμές που δεν επιτρέπεται να τις υπερβεί πλέον του 80% των δειγμάτων ανά μήνα, με ελάχιστο αριθμό 5 δειγμάτων ανά μήνα.					
**: Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή					
α: Εξαιρούνται φυλλώδη λαχανικά που τρώγονται ωμά, β: πατάτες, ζαχαρότευτλα και ομοειδή					

Πληθώρα εφαρμογών επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών λυμάτων για άρδευση έχουν αναπτυχθεί ανά την υφήλιο. Για παράδειγμα, το 90% των λυμάτων της πόλης του Μεξικού χρησιμοποιείται μετά από κατάλληλη επεξεργασία για την άρδευση 90.000 εκταρίων. Ομοίως, περίπου 130 εκατ. κυβικά μέτρα αποβλήτων το χρόνο από την πόλη του Tel Aviv διατίθενται μετά από επεξεργασία για τον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και στη συνέχεια αντλούνται για την άρδευση των αγροτικών εκτάσεων στην έρημο Negev. Στην Ουγγαρία χρησιμοποιούνται περίπου 300 εκατ. κυβικά



μέτρα εκροής υγρών αποβλήτων το χρόνο για άρδευση διαφόρων **αροτραίων** καλλιεργειών (όπως **σίτος, η κριθή, ο αραβόσιτος, η σίκαλη, η κράμβη, το ηλιοτρόπιο, κ.λπ.**) και φυτειών λεύκης.

Στην Ελλάδα η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αστικών αποβλήτων για άρδευση βρίσκεται σε ερευνητικό επίπεδο, με πιλοτικά έργα να λειτουργούν ή να βρίσκονται σε φάση κατασκευής. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εργασιών επαναχρησιμοποίησης διεξάγεται από το ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. στη περιοχή Θεσσαλονίκης, οι οποίες αφορούν στην άρδευση ζαχαρότευτλων, βάμβακος, ρυζιού, καθώς και ντομάτας και ζέρμπερας σε θερμοκήπιο, με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα (εικόνες 65α, 65β).



Άρδευση ζαχαρότευτλων με επεξεργασμένα απόβλητα στη περιοχή Γαλλικού Θεσσαλονίκης



Ζέρμπερες αρδευόμενες με επεξεργασμένα αστικά απόβλητα σε θερμοκήπιο

Πηγή: Παρισόπουλος και συν., 2001

Η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων για αστικές χρήσεις έχει επίσης βρει μεγάλη εφαρμογή. Αυτή αφορά στην άρδευση κοινόχρηστων χώρων, όπως το πότισμα κήπων σε οικίες, την άρδευση δημοτικών πάρκων, τη χρήση τους σε παράλληλο κύκλωμα ύδρευσης για την τροφοδοσία στα καζανάκια των τουαλετών, τη δημιουργία τεχνητών λιμνών αναψυχής, την αποθήκευση ύδατος για σκοπούς πυρόσβεσης, τα πλυντήρια αυτοκινήτων κ.λπ. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των Ολυμπιακών Αγώνων του 2000 στο Sydney της Αυστραλίας, όπου περίπου 7.000 κυβικά μέτρα ανακυκλωμένων λυμάτων χρησιμοποιούνταν καθημερινά στις αθλητικές εγκαταστάσεις για την έκπλυση των τουαλετών και για άρδευση του πρασίνου. Η πλεονάζουσα ποσότητα των ανακυκλωμένων λυμάτων παροχετευόταν σε περίπου 2.000 παρακείμενες οικίες και



χρησιμοποιούταν για τους ίδιους σκοπούς. Στην Ελλάδα η επαναχρησιμοποίηση γίνεται σε ορισμένες ξενοδοχειακές μονάδες και περιοχές ιδιωτικής πολεοδόμησης, όπου υποχρεωτικά χρησιμοποιούνται τα δευτεροβάθμια επεξεργασμένα λύματα για άρδευση των χώρων πρασίνου.

Η χρησιμοποίηση του ανακυκλωμένου νερού στη βιομηχανία, το οποίο συνήθως παράγεται ως παραπροϊόν κατά τις διάφορες διεργασίες, είναι σχετικά σύνηθες φαινόμενο. Οι κυριότερες χρήσεις του είναι στην ψύξη, στη μεταποίηση και στη βαριά βιομηχανία. Στην Ελλάδα μια τέτοια εφαρμογή έχει αναπτυχθεί στο Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυτάλλειας, όπου βρίσκεται εγκατεστημένη η μονάδα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων του λεκανοπεδίου Αθηνών. Εκεί ανακυκλώνονται περίπου 30.000 κυβικά μέτρα αποβλήτων την ημέρα, αφού επεξεργαστούν σε αυτόματους ηθμούς (φίλτρα). Τα 2/3 του ανακυκλωμένου ύδατος χρησιμοποιείται ως νερό ψύξης των συμπιεστών αέρα και ως νερό παρασκευής διαλυμάτων πολυηλεκτρολυτών, ενώ το υπολειπόμενο 1/3 απολυμαίνεται με εφαρμογή υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) και χρησιμοποιείται για άρδευση του πρασίνου και ως νερό πλύσης διαφόρων εξαρτημάτων.

Ο εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων αποτελεί μια ακόμα σημαντική εφαρμογή της επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και εξυπηρετεί ποικίλες ανάγκες, όπως:

1. την παρεμπόδιση διείσδυσης θαλασσίου ύδατος στους υδροφορείς
2. την ανύψωση της στάθμης των υφισταμένων υδροφορέων
3. την αποθήκευση νερού για σκοπούς άρδευσης ή ακόμη και ύδρευσης

Αν και όλες οι εφαρμογές ενέχουν το δυνητικό κίνδυνο της ρύπανσης ή της μόλυνσης του υπόγειου υδροφορέα, εάν τα απόβλητα δεν έχουν υποστεί τον απαιτούμενο βαθμό επεξεργασίας, η τελευταία εφαρμογή αντιμετωπίζεται με περισσότερο σκεπτικισμό από τους καταναλωτές σε σχέση με τις άλλες δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ
ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ
ΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΙΑΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ
ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Το δεύτερο κεφάλαιο με τίτλο «ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ», πρόκειται να ασχοληθεί με τα κυριότερα χαρακτηριστικά των αποβλήτων που καθορίζουν τον σχεδιασμό μιας εγκατάστασης επεξεργασίας αστικών αποβλήτων. Πιο αναλυτικά:

2.2 ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Τα κυριότερα οργανικά συστατικά των αποβλήτων είναι τα παρακάτω.

- 1) Πρωτεΐνες: είναι βασικά συστατικά των ζωντανών οργανισμών και αποτελούνται κυρίως από C, H, O, N και S, P, και Fe.
- 2) Υδατάθρακες: περιέχουν C, O και H. Ορισμένοι διασπώνται εύκολα από μικροοργανισμούς
- 3) Λιπίδια: περιέχονται στα αστικά απόβλητα αφού αποτελούν συστατικά των τροφών του ανθρώπου. Τα πιο σημαντικά λιπίδια είναι τα λάδια (υγρά λιπίδια) και τα λίπη (στερεά λιπίδια).

Η τυπική σύσταση των αστικών αποβλήτων είναι: 40-60% πρωτεΐνες, 25-50% υδρογονάνθρακες και 10% λιπίδια.

- 4) Επιφανειακά ενεργές ουσίες: περιέχονται στα αστικά αλλά και στα βιομηχανικά απόβλητα ως συστατικά των απορρυπαντικών, σαπουνιών κλπ. Περιλαμβάνουν μακρομοριακές ενώσεις διαλυτές στη μάζα των αποβλήτων και δρουν στη διαχωριστική επιφάνεια υγρού-αέρα δημιουργώντας αφρούς.
- 5) Φαινόλες (C₆H₅OH): περιέχονται σε βιομηχανικά απόβλητα και δεν διασπώνται από μικροοργανισμούς σε μεγάλες συγκεντρώσεις.



- 6) Εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα: είναι τοξικές ενώσεις για όλες τις μορφές ζωής και καταλήγουν στο αποχετευτικό σύστημα μέσα από την απορροή γεωργικών περιοχών.

Η μέτρηση των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου είναι πρακτικά αδύνατη λόγω της πολύπλοκης σύστασης του. Έτσι ως μέτρο των οργανικών συστατικών, αλλά και γενικότερα του ρυπαντικού φορτίου ενός αποβλήτου, χρησιμοποιείται η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για να οξειδώσει πλήρως τα οργανικά συστατικά του.

Άζωτο, N

Το N είναι ένα από τα βασικά συστατικά των ζωντανών οργανισμών και περιέχεται στα αστικά απόβλητα στις παρακάτω μορφές:

- α) οργανικό N (πρωτεΐνες ουρία και αμινοξέα).
β) αμμωνιακό N (άλατα NH_4^+ ή NH_3).

Φώσφορος, P

Ο φώσφορος είναι ένα από τα βασικά συστατικά των ζωντανών οργανισμών και περιέχεται στα απόβλητα στις παρακάτω μορφές:

- α) ανόργανος P ως ορθοφωσφορικά (PO_4^{-3} , HPO_4^{-3} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$) και λιγότερο ως πολυφωσφορικά

pH

Το pH είναι σημαντικό χαρακτηριστικό των αποβλήτων γιατί επηρεάζει όλες τις διαδικασίες επεξεργασίας (χημική και βιολογική επεξεργασία, απολύμανση, επεξεργασία λάσπης κ.λ.π.) και σχετίζεται με προβλήματα φθοράς (διάβρωσης) σε αγωγούς, μηχανολογικό εξοπλισμό κ.λ.π. Για τη βέλτιστη απόδοση και λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας απαιτείται ο έλεγχος της τιμής του pH.

Αλκαλικότητα

Οφείλεται στην παρουσία HCO_3^- , CO_3^{-2} ιόντων ενωμένων με Ca, Mg, K ή NH_4 . Η παρουσία των ιόντων στα αστικά απόβλητα οφείλεται στο πόσιμο νερό και στις εισροές στο αποχετευτικό σύστημα. Η αλκαλικότητα ρυθμίζει το pH των αποβλήτων και εκφράζεται σε mg/l CaCO_3 .

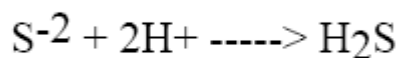
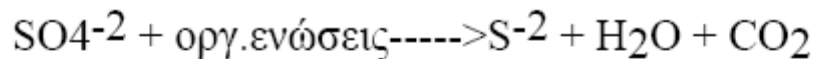


Χλωριούχα

Περιέχονται στα αστικά απόβλητα από το πόσιμο νερό και τα ανθρώπινα απόβλητα (6gr/ άτομο, ημέρα) καθώς και σε βιομηχανικά απόβλητα. Η παρουσία τους στο νερό δε δημιουργεί γενικά προβλήματα ρύπανσης αλλά δίνει υφάλμυρη γεύση. Στις διαδικασίες επεξεργασίας μειώνουν τη διαλυτότητα του οξυγόνου και επηρεάζουν τον προσδιορισμό του COD.

Ενώσεις του θείου

Το θείο είναι βασικό συστατικό των ζώντων οργανισμών και βρίσκεται στα αστικά απόβλητα με διάφορες μορφές. Η κυριότερη από τις ενώσεις του θείου είναι το SO₄⁻² που δημιουργεί προβλήματα ρύπανσης εξαιτίας του σχηματισμού H₂S και H₂SO₄. Κάτω από αναερόβιες συνθήκες το SO₄⁻² ανάγεται σε S⁻² και στη συνέχεια σε H₂S και H₂SO₄ από ειδικά βακτηρίδια, δηλ.



Το βασικό πρόβλημα είναι η έκλυση δυσάρεστης οσμής στο αποχετευτικό σύστημα και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Όταν το H₂S περιέχεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο μείγμα των αερίων της αναερόβιας χώνευσης λάσπης λόγω της διαβρωτικής ικανότητάς του καταστρέφει τη διάταξη καύσης του παραγόμενου αερίου, ενώ H₂SO₄ το διαβρώνει τους αγωγούς αποχέτευσης.

Τοξικά συστατικά-βαριά μέταλλα

Περιέχονται στα βιομηχανικά και αστικά απόβλητα. Διάφορα ιόντα στοιχείων όπως των Cu, Pb, Cr, As, Bo, Ag, Ni, Mn, Cd, Zn, Fe, Hg πάνω από ορισμένη συγκέντρωση είναι τοξικά όπως και οργανικές ενώσεις που περιέχονται σε εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα κ.λ.π. Οι τοξικές ουσίες σε ένα οικοσύστημα είτε σε υδάτινο



φορέα είτε σε βιολογική διεργασία επεξεργασίας επιφέρουν το θάνατο πολλών οργανισμών

2.3 BOD

Ως BOD ορίζεται το Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand-BOD) που είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου από μικροοργανισμούς σε αερόβιες συνθήκες. Η οξείδωση αυτή είναι σχετικά αργή και ολοκληρώνεται πρακτικά σε 20 ημέρες, οπότε το προσδιοριζόμενο απαιτούμενο οξυγόνο καλείται τελικό BOD (BODL). Στη συνηθισμένη πρακτική έχει επικρατήσει ο προσδιορισμός του BOD στις 5 ημέρες (BOD5), μέσα στις οποίες οξειδώνονται απλές οργανικές ουσίες που αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό 60-70% των συνολικών οργανικών ουσιών. Σε μεγαλύτερους χρόνους λαμβάνει χώρα επιπλέον κατανάλωση οξυγόνου που οφείλεται στην αποδόμηση των αζωτούχων ουσιών και τη μετατροπή τους σε νιτρικά ιόντα με τη διαδικασία της νιτροποίησης.

Επίδραση της θερμοκρασίας στη μέτρηση του οργανικού φορτίου Η θερμοκρασία επηρεάζει την αποδόμηση των οργανικών ουσιών με δύο τρόπους:

α) Επηρεάζει την τιμή του συντελεστή k. Ο συντελεστής k σε θερμοκρασία T, σε συνάρτηση με το συντελεστή k₂₀ σε θερμοκρασία 20°C, δίνεται από τη σχέση:

$$K_T = K_{20} \cdot \Theta_2^{(T-20)}, \quad \Theta_2 = 1.135 \text{ για } T = 4-20^\circ\text{C} \text{ και } \Theta_2 = 1.056 \text{ για } T = 20-30^\circ\text{C}.$$

β) Επηρεάζει την ίδια την τιμή του BOD. Είναι ευνόητο ότι σε μεγαλύτερη θερμοκρασία το BODL είναι μεγαλύτερο. Το BODL,T σε θερμοκρασία T, σε συνάρτηση με το BODL,20 σε θερμοκρασία 20 °C, δίνεται από τη σχέση:

$$L_T = L_{20} \cdot \Theta_1^{(T-20)}, \quad \text{όπου } \Theta_1 = 1.02 \text{ στην περιοχή των } 20^\circ\text{C}.$$

Ισοδύναμο πληθυσμού

Η μέση τιμή του BOD₅, για κάθε άτομο εκτιμάται περίπου για την Ευρώπη, σύμφωνα με τον Γρ. Μαρκαντωνάτο σε BOD₅ = 54 gr/ άτομ. Για την Αμερική προτείνεται η τιμή 60 gr/ άτομ. Οι τιμές αυτές ισχύουν για χωριστικό σύστημα. Για



παντοροϊκό σύστημα η τιμή πρέπει να είναι λίγο αυξημένη, 70 έως 80 gr/ άτ.ημ. Αν διαιρεθεί το συνολικό ημερήσιο BOD5 μιας πηγής ρύπανσης (π.χ. βιομηχανίας) με το ποσό που αντιστοιχεί στο άτομο, προκύπτει το πληθυσμιακό ισοδύναμο της πηγής από άποψη οργανικού φορτίου.

Το πληθυσμιακό ισοδύναμο εξυπηρετεί διάφορες πρακτικές ανάγκες έκφρασης του ρυπαντικού φορτίου μιας περιοχής κατά ενιαίο τρόπο. Η ημερήσια κατανάλωση νερού ανά άτομο για μία σχετικά άνετη διαβίωση υπολογίζεται σε 200 l/άτ.ημ. Χρησιμοποιώντας τις τιμές που δίνονται στην παράγραφο αυτή μπορούμε να υπολογίσουμε την παροχή και το οργανικό φορτίο σε μία μονάδα κατεργασίας αποβλήτων.

2.4 COD

Ως COD ορίζεται η χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand-COD) όπου είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη χημική οξείδωση των οργανικών συστατικών ενός αποβλήτου σε CO₂ και H₂O από ισχυρό οξειδωτικό μέσο (διχρωμικό κάλιο) και σε όξινες συνθήκες. Κατά τον προσδιορισμό του COD οξειδώνονται όλες οι οργανικές ουσίες, ανεξάρτητα από το αν είναι βιολογικά διασπάσιμες ή όχι.

2.5 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ – ΧΡΩΜΑ – ΟΣΜΗ

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία των αποβλήτων είναι γενικά μεγαλύτερη από εκείνη του πόσιμου νερού γιατί επηρεάζεται από τα θερμά απόβλητα κατοικιών, βιομηχανιών κ.λ.π. Συνήθως κυμαίνεται από 10 μέχρι 22 οC και είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος το μεγαλύτερο μέρος του έτους με εξαίρεση τις ζεστές ημέρες του καλοκαιριού. Η θερμοκρασία των αποβλήτων είναι ένας ρυθμιστικός παράγοντας του βιολογικού και χημικού χαρακτήρα τους. Αύξηση της θερμοκρασίας επιφέρει:

- § ανάπτυξη των μικροοργανισμών που ευνοούνται από υψηλές θερμοκρασίες.
- § επιτάχυνση των βιολογικών διεργασιών.



§ μείωση της διαλυτότητας των αερίων στη μάζα των αποβλήτων, κυρίως του οξυγόνου.

§ επιτάχυνση των χημικών αντιδράσεων.

Από άποψη ρύπανσης του περιβάλλοντος, η διοχέτευση θερμών αποβλήτων σε ένα υδάτινο φορέα οδηγεί σε σοβαρή μείωση του διαλυμένου οξυγόνου του φορέα (τόσο λόγω της μειωμένης διαλυτότητας του οξυγόνου σε υψηλές θερμοκρασίες, όσο και λόγω του αυξημένου ρυθμού κατανάλωσης του στις βιολογικές διεργασίες), αλλά και επιδρά αρνητικά στο οικοσύστημα του φορέα (θάνατος ωφέλιμων οργανισμών, ανάπτυξη ανεπιθύμητων οργανισμών).

Χρώμα

Το χρώμα είναι ενδεικτικό της ηλικίας και προέλευσης των αποβλήτων. Απόβλητα που δεν έχουν υποστεί σήψη έχουν γκρίζο χρώμα, ενώ εκείνα που έχουν υποστεί σήψη έχουν μαύρο χρώμα. Η αλλαγή του χρώματος οφείλεται στην κατανάλωση του διαλυμένου οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς που διασπούν τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων.

Οσμή

Η οσμή των αποβλήτων είναι ενδεικτικό στοιχείο της κατάστασης τους. Απόβλητα που δεν έχουν υποστεί σήψη έχουν ελαφριά δυσάρεστη οσμή, ενώ εκείνα που έχουν υποστεί σήψη έχουν πολύ ενοχλητική οσμή, που οφείλεται στην έκλυση υδροθείου. Στην δημιουργία δυσάρεστων οσμών συμμετέχουν και ουσίες από βιομηχανικά απόβλητα, κυρίως οργανικές, όπως φαινόλες, χλωροφαινόλες κλπ.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ
ΤΟ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟ-
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟ
ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΤΟ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟ – ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

3.1 ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η πρώτη φυσική διεργασία, η οποία συναντάται στην κατεργασία των υγρών λυμάτων, είναι η κοσκίνιση. Κόσκινο είναι μία συσκευή με ανοίγματα, συνήθως ομοιόμορφου μεγέθους, η οποία συγκρατεί τα μεγάλου μεγέθους σωματίδια που παρασύρονται από τα λύματα και φθάνουν στην μονάδα επεξεργασίας. Αυτά τα σωματίδια, εάν επιτραπούν να περάσουν στο κύριο μέρος της μονάδος μπορούν να προκαλέσουν σοβαρότατα προβλήματα. Φραγμοί σωληνώσεων, βλάβη σε αντλητικά, σφήνωση σε ξέστρα και αύξηση των λειτουργικών εξόδων είναι μερικά μόνο από τα προβλήματα που μπορούν να προκύψουν. Ο διαχωρισμός των στερεών αυτών από τον κύριο όγκο των λυμάτων γίνεται κατά την διέλευσή τους από τα κόσκινα. Τα κόσκινα έχουν ακριβώς τέτοιο διαμέτρημα, ώστε να γίνεται ο απαραίτητος διαχωρισμός. Η κοσκίνιση είναι δυνατόν να έχει μία από τις παρακάτω μορφές: παράλληλες ευθύγραμες ή καμπύλες σχάρες, συρμάτινα πλέγματα, διάτρητες πλάκες με δυνατότητα σχήματος εγκοπών, αλλά με σύνηθες σχήμα το κυκλικό ή ορθογώνιο. Συνήθως χρησιμοποιείται η πρώτη, που αναφέρεται ως σχάρα. Ο όρος κοσκίνιση έχει περιοριστεί σήμερα στις υπόλοιπες μορφές, εκτός από τη σχάρα.

Εφαρμογές σχαρών

Η σημαντικότερη παράμετρος για την ταξινόμηση των σχαρών είναι η απόσταση των διακένων, δηλαδή η απόσταση μεταξύ των σιδερένιων ράβδων. Αυτό το μέγεθος καθορίζει και το μέγεθος των σωματιδίων που συγκρατούνται.

Είδη σχαρών- χοντρές σχάρες

Είναι ο βασικότερος τύπος σχάρας που χρησιμοποιείται. Συνήθως τοποθετείται μόνο τέτοια σχάρα, εκτός εάν η μονάδα είναι μεγάλης δυναμικότητας. Αποτελούνται από μία σειρά ευθύγραμμων χαλύβδινων ράβδων





τοποθετημένες παράλληλα και σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους. Συνήθως η απόσταση των ράβδων είναι τυποποιημένη.

1) Σχάρες χειροκίνητου καθαρισμού

Χρησιμοποιούνται σε μικρές μονάδες μέχρι 1000 m³/d. Το κανάλι της σχάρας είναι ορθογωνικό και οριζόντιο ή με πολύ μικρή κλίση. Οι ράβδοι της σχάρας τοποθετούνται με κλίση 30-80 μοίρες (συνήθως 60) με τη διεύθυνση της ροής, ώστε να διευκολύνεται η απομάκρυνση των συκρατούμενων στερεών. Εμπειρικά για κάθε χίλιους κατοίκους αναλογεί 0,15-0,20m² βυθισμένης επιφάνειας σχάρας. Τα μειονεκτήματα των απλών σχαρών είναι ότι απαιτούν συχνό καθαρισμό (εργασία κουραστική και επίπονη) και ότι φράζουν εύκολα σε περιόδους μεγάλων παροχών, με αποτέλεσμα την ανύψωση της στάθμης ροής στο μπροστινό τμήμα της σχάρας, την αναστροφή της ροής και τη λειτουργία του αγωγού της εισόδου κάτω από πίεση.

2) Σχάρες μηχανοκίνητου καθαρισμού

Οι μηχανικές σχάρες χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες παροχές. Η απομάκρυνση των συκρατούμενων στερεών γίνεται με ειδική μηχανική διάταξη, η οποία τίθεται σε λειτουργία αυτόματα όταν η διαφορά της στάθμης στις δύο πλευρές της σχάρας φτάσει σε ένα ορισμένο όριο (τυπικά 75 - 100 mm) ή μπορεί ακόμη και να λειτουργεί σε τακτικά χρονικά διαστήματα ή ακόμη και συνέχεια. Ο πρώτος τρόπος της λειτουργίας είναι και ο πιο ενδεδειγμένος, ενώ ο δεύτερος παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι ο μηχανισμός μπορεί να τεθεί σε λειτουργία νωρίτερα από ότι πρέπει ή και αργότερα. Η μηχανική διάταξη απομάκρυνσης των συκρατούμενων στερεών βρίσκεται μπροστά ή πίσω από τη σχάρα. Όταν οι ράβδοι της σχάρας είναι καμπύλες, η διάταξη της απομάκρυνσης είναι ένας βραχίονας - κτένα του οποίου τα δόντια μπαίνουν στα διάκενα της σχάρας και κάνοντας παλινδρομικές και κυκλικές κινήσεις ή πλήρεις περιστροφές γύρω από ένα σταθερό σημείο παρασύρουν τα συκρατούμενα στερεά προς το επάνω μέρος της σχάρας. Όταν η σχάρα είναι επίπεδη, ο καθαρισμός γίνεται από μια σειρά δόντια ή βούρτσες που είναι τοποθετημένα σε ατέρμονες αλυσίδες και με την κίνησή τους παρασύρουν τα στερεά προς το επάνω μέρος της σχάρας. Τα στερεά συκρατούνται σε χοάνη και από εκεί μεταφέρονται σε κατάλληλο χώρο αποθήκευσης.



Η καμπύλη σχάρα έχει μεγάλη ωφέλιμη επιφάνεια και χρησιμοποιείται σε ρηγά κανάλια, ενώ η επίπεδη σε βαθύτερα. Στο εμπόριο υπάρχουν πολλοί τύποι μηχανικών σχαρών. Οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι πρέπει να εξετάζονται από το μελετητή για τη σωστή εκλογή μιας σχάρας είναι οι διαστάσεις του καναλιού της, οι μεταβολές του βάθους ροής, ο όγκος και τα χαρακτηριστικά των συγκρατούμενων στερεών, το πλάτος των διακένων και ο τρόπος λειτουργίας της σχάρας.

Η ταχύτητα ροής στο κανάλι και στα διάκενα της σχάρας πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μη γίνεται εναπόθεση στερεών στο κανάλι και να μην παρασύρονται στερεά που έχουν συγκρατηθεί στη σχάρα. Η ταχύτητα ροής στο κανάλι της σχάρας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0,4 m/sec (ή 0,6 m/sec, αν αναμένονται μεγάλες παροχές από παντοροικό σύστημα) και η ταχύτητα στα διάκενα της σχάρας δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,6 - 0,9 m/sec στη μέγιστη παροχή.

Στοιχεία σχεδιασμού δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης

Παράμετροι σχεδιασμού

- 1) Επιφανειακή φόρτιση και χρόνος παραμονής Ο σχεδιασμός των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης (ΔΠΚ) βασίζεται στην επιφανειακή φόρτιση και στο χρόνο παραμονής για μια επιθυμητή απομάκρυνση στερεών, που προκύπτουν από πειραματική ανάλυση της καθίζησης των στερεών ενός συγκεκριμένου αποβλήτου. Στην περίπτωση όμως που δεν υπάρχουν πειραματικά στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιούνται τιμές που έχουν προκύψει από την εμπειρία στην επεξεργασία αστικών αποβλήτων. Για μικρές εγκαταστάσεις με μεγάλες αυξομειώσεις παροχής μπορούν να χρησιμοποιούνται μικρότερες τιμές επιφανειακής φόρτισης για τη μέγιστη παροχή (80-100 m³/m² · d).
- 2) Ταχύτητα ροής στον πυθμένα των ΔΠΚ Η ταχύτητα ροής στον πυθμένα δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από μια κρίσιμη τιμή για την οποία τα στερεά που έχουν καθιζάνει αρχίζουν να παρασύρονται σε αιώρηση. Η κρίσιμη αυτή ταχύτητα μπορεί να υπολογιστεί από την $V_s = 0,4[(s-1)d]^{0,5}$ και είναι 9-15 φορές μεγαλύτερη της ταχύτητας καθίζησης, συνήθως της τάξης των 0,02 m/sec.
- 3) Απομάκρυνση SS και BOD Η απομάκρυνση των SS (αιωρούμενα στερεά) στις ΔΠΚ είναι συνήθως 50- 70%. Η απομάκρυνση των SS έχει



συσχετισθεί με διάφορες παραμέτρους όπως η επιφανειακή φόρτιση ο χρόνος παραμονής και η αρχική συγκέντρωση των SS στα απόβλητα. Η απομάκρυνση του BOD στις ΔΠΚ είναι συνήθως 25-40%. Σημειώνεται ότι οι παραπάνω σχέσεις απόδοσης-παραμέτρων σχεδιασμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο ενδεικτικά για συνηθισμένα αστικά απόβλητα καθόσον έχουν προκύψει από ποικιλία πηγών και συνθηκών λειτουργίας. Οι σχέσεις απόδοσης-παραμέτρων σχεδιασμού για ένα συγκεκριμένο απόβλητο και για συγκεκριμένες συνθήκες μπορούν να προσδιοριστούν μόνο από λεπτομερή πειραματική ανάλυση σε υπάρχουσες ή πιλοτικές εγκαταστάσεις.

- 4) Χαρακτηριστικά και ποσότητες πρωτοβάθμιας λάσπης. Η ποσότητα της πρωτοβάθμιας λάσπης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του αποβλήτου, την απόδοση της δεξαμενής καθίζησης και τα χαρακτηριστικά της λάσπης (συγκέντρωση, ειδική βαρύτητα, συνθήκες λειτουργίας που τα επηρεάζουν κλπ). Η μάζα των στερεών που καθιζάνουν (λάσπη) υπολογίζεται με βάση τη μάζα των στερεών στην εισροή της ΔΠΚ και το ποσοστό απομάκρυνσής τους. Η παροχή της λάσπης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q_{\lambda} = \frac{M}{1000 * C_{\lambda} * S}$$

όπου Q_{λ} : παροχή λάσπης (στερεά+νερό) m³/d

M : μάζα στερεών που απομακρύνονται Kg/d

C_{λ} : συγκέντρωση στερεών λάσπης %

S : ειδική βαρύτητα λάσπης.

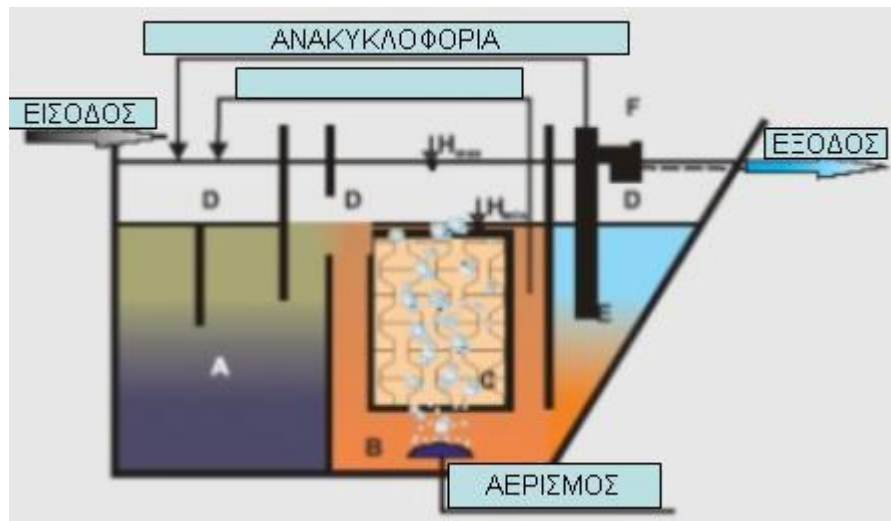
Στην περίπτωση που η λάσπη από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης επιστρέφει στη ΔΠΚ για πύκνωση, η ποσότητά της πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της συνολικής ποσότητας λάσπης από τη ΔΠΚ.

3.2 ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΟ ΣΤΑΔΙΟ

Σκοπός της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των στερεών από τα απόβλητα. Περιλαμβάνει την καθίζηση (πρωτοβάθμια καθίζηση) ή επίπλευση και χημική επεξεργασία με καθίζηση.

Πρωτοβάθμια καθίζηση

Σκοπός της πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, οργανικών και ανοργάνων, μεγέθους 0,1 0,001 mm. Η απομάκρυνση αυτή σκοπεύει στη μείωση του ρυπαντικού φορτίου (SS και BOD) που προορίζεται για τις επόμενες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας ή τον τελικό αποδέκτη, εφόσον η μοναδική επεξεργασία που γίνεται είναι η πρωτοβάθμια.



3.2.1 Αρχή λειτουργίας

Απομάκρυνση λόγω καθίζησης βασίζεται στην διαφορά πυκνότητας μεταξύ των σωματιδίων και του υγρού, που οδηγεί στην κατακάθιση των αιωρούμενων στερεών. Σε ορισμένες περιπτώσεις η κατακάθιση είναι η μοναδική κατεργασία στην οποία υποβάλλονται τα απόβλητα. Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις η κατακάθιση χρησιμοποιείται σαν ένα από τα στάδια της συνολικής επεξεργασίας αποβλήτων. Σε μια τυπική μονάδα ενεργούς ιλύος η κατακάθιση χρησιμοποιείται σε τρία βήματα επεξεργασίας:

- (1) στους αμμοσυλλέκτες, στους οποίους ανόργανη ύλη (δηλαδή άμμος) απομακρύνεται από τα απόβλητα,



- (2) στον πρωτοβάθμιο διαυγαστήρα, που προηγείται του βιολογικού αντιδραστήρα, στον οποίον στερεά (οργανικά και άλλα) διαχωρίζονται και
- (3) στον δευτεροβάθμιο διαυγαστήρα, ο οποίος ακολουθεί τον βιολογικό αντιδραστήρα, στον οποίον η βιολογική λάσπη διαχωρίζεται από το επεξεργασμένο υγρό εκροής.

Είδη κατακάθισης

Τρία είδη κατακάθισης αναγνωρίζονται ανάλογα με τη φύση των στερεών που βρίσκονται σε αιώρηση.

1. Καθίζηση διακεκριμένων σωματιδίων

Σωματίδια που καθιζάνουν διατηρούν την αυτοτέλειά τους, δηλαδή δεν συννεώνονται με άλλα σωματίδια. Έτσι, οι φυσικές ιδιότητες των σωματιδίων (μέγεθος, σχήμα, πυκνότητα) διατηρούνται αναλλοίωτες κατά τη διεργασία. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα κατακάθισης διακεκριμένων σωματιδίων είναι η κατακάθιση σωματιδίων άμμου στον εξαμμωτή.

2. Καθίζηση συσσωματωμένων στερεών

Η συσσωμάτωση των σωματιδίων που καθιζάνουν συνοδεύεται από αλλαγές στην πυκνότητα και στην ταχύτητα κατακάθισης. Ένα παράδειγμα τέτοιου τύπου καθίζησης είναι αυτή που συμβαίνει στους πρωτοβάθμιους διαυγαστήρες.

3. Καθίζηση ζώνης

Τα σωματίδια δημιουργούν ένα πλέγμα (blanket) που κατακαθίζει ενιαία, δημιουργώντας μια διεπιφάνεια στην υγρή φάση. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου είδους καθίζησης είναι αυτή που συμβαίνει στους δευτεροβάθμιους διαυγαστήρες *ενεργού ιλύος*.

3.3 ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Σκοπός της δευτεροβάθμιας (ή βιολογικής) επεξεργασίας είναι η απομάκρυνση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων με βιολογικές διεργασίες στις οποίες χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί οι οποίοι αναπαράγονται, καταναλώνοντας τις οργανικές ουσίες. Οι παραγόμενοι οργανισμοί στη συνέχεια απομακρύνονται από τα απόβλητα με καθίζηση ή



κάποια άλλη διαδικασία. Η βιολογική επεξεργασία μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους που χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες ανάλογα με το αν οι μικροοργανισμοί βρίσκονται σε αιώρηση μέσα στα απόβλητα (ενεργός ιλύς, λίμνες) ή προσκολλημένοι σε κάποια επιφάνεια (βιολογικά φίλτρα, βιολογικοί δίσκοι).

3.3.1 Συστήματα ενεργού ιλύος

Τα συστήματα ενεργού ιλύος περιλαμβάνουν:

- α) Δεξαμενή αερισμού, όπου οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες χρησιμοποιώντας οξυγόνο που προστίθεται στα απόβλητα από ειδικές διατάξεις αερισμού και
- β) Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, όπου οι μικροοργανισμοί καθιζάνουν και απομακρύνονται (δευτεροβάθμια λάσπη). Μέρος της λάσπης αυτής επανακυκλοφορείται στη δεξαμενή αερισμού, ενώ το υπόλοιπο οδηγείται στη γραμμή επεξεργασίας λάσπης.

Η μέθοδος της δραστηκής λάσπης (ενεργού ιλύος) αναπτύχθηκε στην Αγγλία το 1914. Έχει υψηλή απόδοση και απαιτεί μικρή έκταση αλλά έχει ανάγκη συστηματικής παρακολούθησης από έμπειρο προσωπικό. Για μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεις είναι σήμερα η πιο διαδεδομένη μέθοδος σε παγκόσμια κλίμακα. Κατά τη μέθοδο ενεργού ιλύος, τα λύματα εισάγονται σε έναν αντιδραστήρα όπου αερόβιοι μικροοργανισμοί διατηρούνται σε αιώρηση. Το περιεχόμενο του αντιδραστήρα αναφέρεται ως μικτό υγρό. Οι αερόβιες συνθήκες στον αντιδραστήρα επιτυγχάνονται με χρήση διαχυτήρων ή μηχανικών αεριστήρων που δίνουν και την απαραίτητη ενέργεια για ανάδευση. Μετά από ορισμένο χρόνο παραμονής τόσο των μικροοργανισμών όσο και του υγρού, το μικτό υγρό οδηγείται στην δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης. Σκοπός της καθίζησης είναι ο διαχωρισμός των στερεών. Το μεγαλύτερο μέρος της λάσπης ανακυκλώνεται στην δεξαμενή αερισμού ώστε να διατηρείται σταθερή η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στον αντιδραστήρα. Ενώ ένα τμήμα της λάσπης ίσο με την καθαρή παραγωγή της, οδηγείται προς κατεργασία. Χαρακτηριστική παράμετρος για το ρυθμό επεξεργασίας και τον υπολογισμό των διαστάσεων εγκαταστάσεων βιολογικού καθαρισμού είναι ο λόγος των οργανικών ουσιών (BOD₅) προς τους σαπροφυτικούς οργανισμούς, ο οποίος συμβολίζεται συνήθως F/M.



$$\text{Τροφή/μικρόβια} = F/M = \text{kg BOD5/ημέρα/kgMLVSS}$$

Στην πράξη ο λόγος αυτός αντικαθίσταται από το λόγο του BOD5 των λυμάτων που μπαίνουν κάθε μέρα στην εγκατάσταση (F=τροφή) προς τα αιωρούμενα πτητικά στερεά (MLVSS = Mixed liquor volatile suspended solids) που αντιπροσωπεύουν ενδεικτικά τα μικρόβια. Για το σχεδιασμό μιας μονάδας επεξεργασίας λυμάτων υπολογίζεται το οργανικό φορτίο (BOD5) που εισέρχεται στη μονάδα καθημερινά, γίνεται η παραδοχή για την τιμή του λόγου F/M οπότε προκύπτει η συνολική ποσότητα των μικροοργανισμών που πρέπει να υπάρχει στο σύστημα ώστε αυτό να λειτουργεί ικανοποιητικά. Κατόπιν, από μια τυπική τιμή της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών στον αντιδραστήρα υπολογίζεται ο απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής αερισμού.

3.4 ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΟ ΣΤΑΔΙΟ

Σκοπός της είναι η απομάκρυνση ορισμένων ρυπαντικών ουσιών που δεν απομακρύνονται στα προηγούμενα στάδια επεξεργασίας. Η απομάκρυνση αυτή αποσκοπεί στην προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από ορισμένες ουσίες ή στην προετοιμασία των αποβλήτων για επαναχρησιμοποίηση. Στην τρίτοβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνονται φυσικές, χημικές και βιολογικές διαδικασίες. Στις φυσικές περιλαμβάνονται η απομάκρυνση της αμμωνίας με εκρρόφηση, των ολικών στερεών με διήθηση, και των διαλυτών στερεών με ηλεκτροδιάλυση ή αντίστροφη όσμωση, στις χημικές η απομάκρυνση των νιτρικών και της αμμωνίας με ιονανταλλαγή, του φωσφόρου με χημική επεξεργασία- καθίζηση και των διαλυμένων οργανικών ουσιών, χλωρίου και βαρέων μετάλλων με ενεργό άνθρακα, ενώ από τις βιολογικές η σημαντικότερη είναι η νιτροποίηση- απονιτροποίηση για την απομάκρυνση των ενώσεων του αζώτου.

3.5 ΕΠΙΤΡΕΠΤΑ ΟΡΙΑ

Τα ανώτατα επιτρεπτά όρια για τα λύματα και τα υγρά απόβλητα καθορίζονται συνήθως με βάση Νομαρχιακές αποφάσεις και παίρνοντας υπόψη:

1. Σχετικές κοινοτικές οδηγίες.
2. Τη σχετική ελληνική Νομοθεσία.
3. Τις χρήσεις των νερών του αποδέκτη (π.χ. αν προορίζονται τα ύδατα για αλιεία, ύδρευση, κολύμβηση, αλιεία οστρακοειδών).
4. Την πιθανή ύπαρξη προστατευομένων υδροτόπων.



Ως παράδειγμα αναφέρονται παρακάτω τα ανώτατα επιτρεπτά όρια για τα λύματα και τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα.

Παράμετρος	Τιμή
pH	6- 9
Θερμοκρασία στην έξοδο του εργοστασίου	40 °C
Θερμοκρασία στην είσοδο του αποδέκτη	35 °C
Χρώμα (κλίμακα κοβαλτίου- λευκοχρύσου)	75 μονάδες
Επιπλέοντα υλικά με διάμετρο > 0.5 cm	0
Αιωρούμενα στερεά (mg/l)	70
B.O.D.5 (mg/l)	60
C.O.D. (mg/l)	180
Λίπη - έλαια (ζωικά φυτικά) (mg/l)	10
Ορυκτά έλαια- υδρογονάνθρακες (mg/l)	12
Αργίλιο (mg/l)	20
Αρσενικό (mg/l)	2
Βάριο (mg/l)	10
Βόριο (mg/l)	2
Κάδμιο (mg/l)	0.5
Χρώμιο τρισθενές (mg/l)	3
Χρώμιο εξασθενές (mg/l)	1
Ολικός σίδηρος (mg/l)	25
Σίδηρος διαλυμένος (mg/l)	5
Μαγγάνιο (mg/l)	4
Υδράργυρος (mg/l)	0.05
Νικέλιο (mg/l)	4
Μόλυβδος (mg/l)	1
Χαλκός (mg/l)	3
Σελήνιο (mg/l)	0.1
Κασσίτερος (mg/l)	10
Ψευδάργυρος (mg/l)	10
Κυανιούχα (mg/l)	0.5
Ελεύθερο χλώριο (mg/l)	1
Θειώδη (mg/l)	2



Θειούχα (mg/l)	2
Φθοριούχα (mg/l)	30
Φωσφόρος (mg/l)	30
Ολική αμμωνία (NH ₄) (mg/l)	35
Νιτρώδη σε άζωτο (mg/l)	3
Νιτρικά σε άζωτο (mg/l)	50
Φαινόλες ολικές (mg/l)	0.5
Αλδεύδες (mg/l)	0.5
Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl (εκτός NO ₂ και NO ₃)	45
Αρωματικές και χλωριωμένες ενώσεις	Όπως ορίζονται στο ΦΕΚ 90Α/11.7.90
Άργυρος (mg/l)	0.5
Κολοβακτηριοειδή Ολικά/ 100 ml	1000
Κολοβακτηριοειδή κοπρανώδη/ 100 ml	200



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ
ΠΡΕΒΕΖΑΣ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΡΕΒΕΖΑΣ

4.1 Εισαγωγικά

Σύμφωνα με στοιχεία της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης Αποχέτευσης Πρέβεζας (ΔΕΥΑΠ) από το 2006 ολοκληρώθηκε και λειτουργεί το χωριστικό δίκτυο συλλογής – μεταφοράς που εξυπηρετεί ολόκληρη την πόλη και τους Οικισμούς Παντοκράτορα, Μαργαρώνα και Ψαθάκι Δήμου Πρέβεζας.



Τα αστικά λύματα, των περιοχών του Δήμου στις οποίες έχει κατασκευασθεί το νέο χωριστικό δίκτυο συλλογής – μεταφοράς ακαθάρτων, με τη βοήθεια του τελευταίου – από τα 9 συνολικά – αντλιοστασίου ακαθάρτων, που βρίσκεται στη θέση «Παλιούρι» μεταφέρονται με δίδυμο καταθλιπτικό αγωγό στη λεκάνη υποδοχής της ΜΕΛ.

Η επεξεργασία των λυμάτων στη ΜΕΛ Πρέβεζας περιλαμβάνει φυσικές, χημικές και βιολογικές διαδικασίες. Επιπλέον η ΜΕΛ διαθέτει και γραμμή υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων.

Τέλος το καθαρό υγρό της εκροής οδηγείται με αγωγό συνολικού μήκους 2.680 μ.(1.050 μ. το χερσαίο τμήμα και 1630 το υποθαλάσσιο) στο Ιόνιο Πέλαγος, στην ακτή «Καλαμίτσι» όπου εκβάλλει σε βάθους 30 μ. μέσω διαχυτήρα με πέντε στόμια. Ένα έτος πριν την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΛ Πρέβεζας η ΔΕΥΑΠ ανάθεσε στην Ερευνητική Επιτροπή του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης τη διεξαγωγή ερευνητικής εργασίας με αντικείμενο την παρακολούθηση της ποιότητας των θαλάσσιων νερών της παράκτιας περιοχής απόρριψης της εκροής της ΜΕΛ Πρέβεζας (Ιόνιο, ακτή «Καλαμίτσι»).

Η ερευνητική εργασία πραγματοποιήθηκε σε δύο (2) φάσεις.



- ÷ Η **1^η φάση** κάλυψε την περίοδο από το Μάρτιο 2001 έως τον Ιούλιο 2002, δηλ. έως την έναρξη λειτουργίας της ΜΕΛ Πρέβεζας και οι μετρηθείσες τιμές των παραμέτρων ποιότητας θεωρούνται «τιμές αναφοράς»
- ÷ Η **2^η φάση** κάλυψε την περίοδο από το Νοέμβριο του 2002 έως τον Ιούλιο 2003.

Την άνοιξη 2004 η ΔΕΥΑΠ ανέθεσε στην ίδια ερευνητική ομάδα τη διεξαγωγή της έρευνας με το ίδιο πρωτόκολλο, εμπλουτισμένο σε μερικά σημεία από την εμπειρία της 1^{ης} φάσης για δύο (2) επιπλέον έτη δηλ. από τον Οκτώβριο 2004 έως τον Οκτώβριο 2006. Η εργασία ολοκληρώθηκε με επιτυχία και παραδόθηκε στη ΔΕΥΑΠ η Τελική Έκθεση όπου η τελευταία παράγραφος των Γενικών Συμπερασμάτων αναφέρει :

«Με βάση τα προαναφερθέντα και σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις στις μεταβολές των μεγεθών συγκεκριμένων παραμέτρων που παρακολούθηθηκαν, μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η ποιότητα των νερών παραμένει αναλλοίωτη από τη διάθεση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων της ΜΕΛ και αυτή χαρακτηρίζεται από καλή έως πολύ καλή. Το 2007 εντάχθηκε στο Γ'ΚΠΣ μελέτη με τίτλο «Μελέτη προσθήκης Μονάδας Υγιεινοποίησης της Λάσπης στη ΜΕΛ Πρέβεζας», συνολικού προϋπολογισμού 70.135 €. Με την ολοκλήρωση της μελέτης το 2010 θα ξεκινήσει η διαδικασία ένταξης για κατασκευή του έργου με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ

4.2 Αποχετευτικό Δίκτυο Πρέβεζας

Το αποχετευτικό δίκτυο της πόλης της πρέβεζας είναι χωριστικό, δηλαδή περιλαμβάνει αγωγούς όμβριων υδάτων προστατεύοντας την πόλη από πλημμύρες και αγωγούς ακαθάρτων για τη παροχέτευση των λυμάτων της πόλης στη θάλασσα του ιονίου μετά από επεξεργασία των λυμάτων στις εγκαταστάσεις του βιολογικού καθαρισμού.

Το συνολικό μήκος των αγωγών ανέρχεται σε 60.000 μ. αγωγών ακαθάρτων και 38.000 μ. αγωγών ομβρίων.



Η κατασκευή των δικτύων ξεκίνησε το 1996 με το έργο «Αποχέτευση και Βιολογικός Καθαρισμός Πρέβεζας» και χρηματοδοτήθηκε από το 1^ο Ταμείο Συνοχής με συνολικό ποσό των 9.275.000 €

Στα πλαίσια του παραπάνω έργου κατασκευάστηκαν :

- ÷ Δίκτυα ακαθάρτων, χωριστικού συστήματος, με τους συλλεκτήριους αγωγούς και δευτερεύοντα δίκτυα, στις περιοχές Νεάπολη, Λευκαδίτικα, Νοσοκομείο, Υδραγωγείο, Ορυζόμυλος, Ναυτικές Σχολές σε συνολικό μήκος 21.282 μ.
- ÷ Δίκτυα ομβρίων στις παραπάνω περιοχές συνολικού μήκους 6750 μ.
- ÷ 7 Αντλιοστάσια λυμάτων
- ÷ Καταθλιπτικοί αγωγοί
- ÷ Μονάδα επεξεργασίας λυμάτων (Βιολογικός Καθαρισμός)
- ÷ Έργα διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων (χερσαίο τμήμα αγωγού μήκους 1647 μ. και υποθαλάσσιο τμήμα αγωγού συνολικού μήκους 1615 μ.)
- ÷ Προμήθεια ειδικού οχήματος καθαρισμού και απόφραξης αγωγών υπονόμων.

Το 2005 συνεχίζεται η κατασκευή δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων και ομβρίων της πόλης με το έργο «Αποχέτευση ακαθάρτων και ομβρίων λοιπών τομέων πόλης Πρέβεζας, το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το 2^ο Ταμείο Συνοχής με το συνολικό ποσό των 10.271.460 €

Το έργο άρχισε να κατασκευάζεται στα τέλη του 2003 και ολοκληρώθηκε το 2005. Στα πλαίσια του παραπάνω έργου κατασκευάστηκαν :

- ÷ Δίκτυα ακαθάρτων συνολικού μήκους 23.000 μ. στο κεντρικό και νότιο τμήμα της παλαιάς πόλης, στο υπόλοιπο βόρειο και ΒΑ τμήμα της παλαιάς πόλης, στην Αγία Ειρήνη, στο Ψαθάκι και στις Εργατικές Κατοικίες Μαργαρώνας.
- ÷ Δύο αντλιοστάσια στις περιοχές Ψαθάκι και Αγία Ειρήνη με αντίστοιχους καταθλιπτικούς αγωγούς.



÷ Δίκτυα ομβρίων συνολικού μήκους 7000 μ.

Το 2007 εντάσσεται στο Γ' ΚΠΣ έργο με τίτλο : «Υπόλοιπες εργασίες αποχέτευσης Δήμου Πρέβεζας» συνολικής χρηματοδότησης 1.190.000 €το οποίο περιλαμβάνει τα υποέργα :

÷ Αποχέτευση υπολοίπων μεμονωμένων τμημάτων Δήμου Πρέβεζας προϋπολογισμού 340.000 €

÷ Εσωτερική επένδυση αποχετευτικού αγωγού, προϋπολογισμού 850.000 €

Τα δύο υποέργα ξεκίνησαν να κατασκευάζονται αρχές του 2008 και τον μόν πρώτο ολοκληρώθηκε το δε δεύτερο βρίσκεται στο στάδιο της ολοκλήρωσης. Με το πρώτο υποέργο κατασκευάσθηκαν δίκτυα ομβρίων και ακαθάρτων στις περιοχές Περιμετρική τάφρος, Λευκαδίτικα, Παντοκράτορας κ.λ.π. Το δεύτερο υποέργο αφορά την ανακαίνιση του κύριου αποχετευτικού αγωγού της οδού Ελ. Βενιζέλου (παραλία της πόλης) με νέα πρωτοποριακή μη σκαπτική μέθοδο, η οποία εφαρμόζεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα.

Με τα έργα αυτά ολοκληρώθηκαν συστηματικά τα δίκτυα αποχέτευσης και ομβρίων και έτσι όλη η πόλη διαθέτει σύγχρονα δίκτυα αποχέτευσης χωριστικού συστήματος με ευεργετικές επιπτώσεις στον τομέα της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος.

Το 2005 ξεκίνησε η κατασκευή κύριου αποχετευτικού αγωγού που θα συνδέσει τις περιοχές Αγίου Θωμά και Νεοχώρι με το Βιολογικό Καθαρισμό.

Το έργο με τίτλο «Αποχέτευση οικισμών Αγ. Θωμά- Νεοχωρίου Δήμου Πρέβεζας» προϋπολογισμού 875.841,80 € χρηματοδοτείται από το Δήμο Πρέβεζας μέσω του πρόγραμματος ΘΗΣΕΑΣ 600.000 €και τη ΔΕΥΑΠ με ίδια συμμετοχή 275.841,80 € και βρίσκεται στη φάση της ολοκλήρωσης.



Το 2007 εντάχθηκε στο Γ΄ ΚΠΣ μελέτη με τίτλο «Μελέτη κατασκευής Δικτύου Αποχέτευσης ακαθάρτων, επέκτασης σχεδίου πόλης, στην περιοχή Δροσιά του Δήμου Πρέβεζας», συνολικού προϋπολογισμού 78.406 € Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης που παραδόθηκε στην ΔΕΥΑΠ ξεκίνησε η διαδικασία ένταξης .

Εκτός από αυτά η ΔΕΥΑΠ κατασκευάζει έργα από ίδιους πόρους . Τα έργα αυτά αφορούν επεκτάσεις των δικτύων για τη σύνδεση νέων ακινήτων καθώς και την αντικατάσταση και συντήρηση του δικτύου.

4.3 Βιολογικός Καθαρισμός Πρέβεζας – Ανάλυση

Η μονάδα επεξεργασίας λυμάτων (βιολογικός καθαρισμός) του Δήμου Πρέβεζας λειτουργεί από το έτος 2001 και βρίσκεται στη βιομηχανική περιοχή. Τα λύματα συγκεντρώνονται από την πόλη και τους κοντινούς οικισμούς και καταλήγουν στη μονάδα μέσω του αποχετευτικού δικτύου που αποτελείται από υπόγειους αγωγούς και 10 αντλιοστάσια. Για τη μεταφορά των λυμάτων του Δήμου Πρέβεζας στη μονάδα επεξεργασίας υπάρχουν ανά περιοχές αντλιοστάσια τα οποία συγκεντρώνουν τα λύματα και τα προωθούν στο αποχετευτικό δίκτυο. Κάθε αντλιοστάσιο περιλαμβάνει δυο ως τέσσερις εμβυθιζόμενες αντλίες λυμάτων και κεντρικό ελεγκτή που συντονίζει τη λειτουργία των αντλιών βάσει της στάθμης των λυμάτων στους θαλάμους ανά πάσα στιγμή.

Ε1 Αντλιοστασιο Λυματων





η μονάδα επεξεργασίας λυμάτων του Δήμου Πρέβεζας λειτουργεί με τη μέθοδο του παρατεταμένου αερισμού με βιολογική απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου. Έχει έκταση 24 στρέμματα και οι βασικότερες μονάδες εκ των οποίων απαρτίζεται είναι οι παρακάτω

4.3.1 ΕΡΓΟ ΕΙΣΟΔΟΥ

Στο συγκεκριμένο σημείο πραγματοποιείται η πρωτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων. Το εισερχόμενο από το αποχετευτικό δίκτυο λύμα οδηγείται σε δυο παράλληλες, όμοιες βαθμίδες επεξεργασίας, όπου απομακρύνονται τα στερεά σωματίδια, η άμμος και τα λίπη. Κάθε γραμμή επεξεργασίας αποτελείται από εσχάρα και δεξαμενή εξάμμωσης.

4.3.2 ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

Τα βοθρολύματα που μεταφέρονται στη μονάδα με τα βυτία, οδηγούνται σε ξεχωριστό σταθμό προεπεξεργασίας λόγω της διαφορετικής σύστασής τους. Αρχικά περνούν από μηχάνημα εξάμμωσης-λιποσυλλογής και μεταφέρονται σε αντλιοστάσιο υπό συνθήκες αερισμού, όπου και παραμένουν 3-4 ημέρες προτού οδηγηθούν στην αρχή του έργου εισόδου.

E2: Σταθμός βοθρολυμάτων





4.3.3 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Πρόκειται για δυο παράλληλες γραμμές επεξεργασίας, καθεμία εκ των οποίων αποτελείται από ανοξική, αναερόβια και αερόβια δεξαμενή σε σειρά. Στην αναερόβια δεξαμενή πραγματοποιείται η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου, στην ανοξική δεξαμενή πραγματοποιείται η απονιτροποίηση και στην αερόβια πραγματοποιείται η απομάκρυνση των ενώσεων του άνθρακα

E3: Δεξαμενή Αερισμού



4.3.4 ΣΤΑΘΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Κατάντι της κάθε δεξαμενής αερισμού υπάρχει σταθμός χημικής απομάκρυνσης του φωσφόρου ο οποίος, μέχρι στιγμής, δεν κρίθηκε αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί, καθώς η απομάκρυνση του φωσφόρου με βιολογική διαδικασία και μόνο κρίνεται παραπάνω από ικανοποιητική.

4.3.5 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Στις συγκεκριμένες δεξαμενές (δυο τον αριθμό) πραγματοποιείται η καθίζηση της ενεργού ιλύος και ο διαχωρισμός της από τα εκρέοντα ύδατα. Η καθιζάμενη ιλύς οδηγείται σε δυο αντλιοστάσια (RAS – WAS) απ' όπου και αντλείται προς τη γραμμή ανακυκλοφορίας ή προς τη γραμμή αφυδάτωσης αντίστοιχα



4.3.6 ΧΛΩΡΙΩΣΗ

Η υπερχειλιζόμενη εκροή από τις δεξαμενές καθίζησης οδηγείται σε μαιανδρικές δεξαμενές όπου πραγματοποιείται απολύμανση μέσω χλωρίωσης - αποχλωρίωσης πριν τη διάθεσή της μέσω αγωγού στον τελικό αποδέκτη





Στο ίδιο σημείο υπάρχει αγωγός Parshall για τη μέτρηση της παροχής εξόδου καθώς και κίосκι με δειγματολήπτη εκροής επί εικοσιτετραώρου βάσεως



4.3.7 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η αντλούμενη ιλύς από τις δεξαμενές καθίζησης οδηγείται σε τρεις δεξαμενές, όπου και ομογενοποιείται για 3-4 ημέρες υπό συνθήκες αερισμού.

4.3.8 ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Στο συγκεκριμένο σημείο πραγματοποιείται η πάχυνση και, εν συνεχεία, η αφυδάτωση της ομογενοποιημένης ιλύος. Η πάχυνση γίνεται με μηχανικό παχυντή με την προσθήκη πολυηλεκτρολύτη, ενώ η αφυδάτωση πραγματοποιείται μηχανικά, με ταινιοφιλτροπρέσσα. Η αφυδατωμένη ιλύς απομακρύνεται από τη μονάδα με φορτηγό, ενώ τα στραγγίδια από την πάχυνση-αφυδάτωση επιστρέφουν στην είσοδο της μονάδας



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΑΝΤΛΙΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΑΝΤΛΙΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

5.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο πρόκειται να παρουσιαστούν αντλίες που χρησιμοποιούνται για τον βιολογικό καθαρισμό με βάση την εφαρμογή τους. Πολλές εταιρίες ειδικεύονται σε λύματα, μεταφορά λυματολάσπης, και αντλίες πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας επεξεργασίας λυμάτων. Πιο αναλυτικά:

Εφαρμογή: Αερισμός δεξαμενής (Για τα απόβλητα ενεργοποιημένη εφαρμογές ιλύος)

Παρουσίαση Προϊόντων

5.1.1 AQUAmax® XL

Το AQUAmax® XL σχεδιάστηκε ειδικά για μεγαλύτερες ξενοδοχειακές μονάδες και βιομηχανίες, κοινότητες και μικρούς δήμους. Εφαρμόζεται άριστα σε εγκαταστάσεις για ισοδύναμο πληθυσμό 60 έως 450 κατοίκων (Ι.Π). Το σύστημα πραγματοποιεί τρεις κύκλους λειτουργίας ημερησίως. Ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας περιλαμβάνει το χρόνο τροφοδοσίας, το χρόνο αερισμού (βιοαποδόμησης), το χρόνο καθίζησης και το χρόνο άντλησης των επεξεργασμένων λυμάτων. Ο συνήθης συνολικός χρόνος ενός κύκλου είναι 8 ώρες.

Ο κύκλος ξεκινάει με τη φάση τροφοδοσίας του αντιδραστήρα με συγκεκριμένη ποσότητα λύματος και συνεχίζει με τη φάση της βιοαποδόμησης. Αρχικά λαμβάνει χώρα η φάση της απονιτροποίησης (αν υπάρχει απαίτηση μείωσης νιτρικών) και ακολουθεί η φάση της αερόβιας επεξεργασίας. Ο αερισμός λαμβάνει χώρα διακοπτόμενα (ώστε να διατηρείται το επιθυμητό επίπεδο διαλυμένου οξυγόνου) μέσω του πλωτού αεριστήρα. Με την ολοκλήρωση της φάσης βιοοξειδωσης, ακολουθεί η φάση της καθίζησης όπου η ενεργός ιλύς κατακάθεται, αφήνοντας στην επιφάνεια μια διευγασμένη ζώνη. Μετά από 1,5 ώρα καθίζησης (ορίζεται από τον χειριστή), τα επεξεργασμένα και διευγασμένα λύματα αντλούνται μέσω των ειδικών αντλιών προς διάθεση (ή απολύμανση εάν απαιτηθεί) και ο κύκλος αρχίζει ξανά. Το κατώτατο όριο στάθμης της δεξαμενής αερισμού, στο οποίο οι αντλίες σταματάνε τη λειτουργία τους, καθορίζεται από ένα σύστημα φλοτεροδιακοπών.



Στο τέλος της φάσης καθίζησης, οι αντλίες ιλύος απομακρύνουν προς τη δεξαμενή ιλύος, την απαιτούμενη ποσότητα περίσσειας βιομάζας. Όταν η λάσπη στις δεξαμενές ιλύος φτάσει σε συγκεκριμένο ύψος θα πρέπει αυτές να εκκενώνονται με κατάλληλο βυτιοφόρο όχημα. Οι απαιτούμενες δεξαμενές κατασκευάζονται υπόγεια, στις προκαθορισμένες διαστάσεις. Η κατασκευή όλων των τοιγίων, του πυθμένα και της οροφής γίνεται από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Αεριστήρας της σειράς AQUAmax® Professional XLS



Αεριστήρας AQUA8

Το σύστημα ελέγχεται πλήρως από μια προγραμματιζόμενη ηλεκτρονική μονάδα (PLC), η οποία ρυθμίζει την λειτουργία όλων των μηχανικών μερών. Έτσι προκύπτει ένα ευέλικτο σύστημα, που επιτυγχάνει υψηλής ποιότητας επεξεργασία λυμάτων και παράλληλα χαμηλότατο κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

Κατάσταση εξοικονόμησης ενέργειας (energy saving mode). Εφόσον δεν εισέλθουν λύματα στη μονάδα για περίοδο μεγαλύτερη των 6 ωρών, το AQUAmax® μπαίνει αυτόματα σε κατάσταση εξοικονόμησης ενέργειας (energy saving mode). Ο χρόνος αερισμού μειώνεται, μέχρι το σημείο που να επαρκεί για την διατήρηση των αερόβιων συνθηκών που απαιτούν οι μικροοργανισμοί. Το σύστημα ξαναγυρνάει σε κατάσταση πλήρους λειτουργίας όταν οι συνθήκες φορτίου γίνουν κανονικές.

Σχηματική περιγραφή

- 1. Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης με αποθήκευση ιλύος:** Εδώ απαλλάσσονται τα λύματα από τα χονδρόκοκκα στερεά.
- 2. Δεξαμενή εξισορρόπησης:** Η δεξαμενή εξισορρόπησης αποθηκεύει τα προεπεξεργασμένα λύματα. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα απορρόφησης μεγάλων αιχμών του υδραυλικού και οργανικού φορτίου. Η τροφοδοσία του αντιδραστήρα SBR ξεκινάει αφού προηγουμένως, έχει ολοκληρωθεί ο τελευταίος κύκλος επεξεργασίας. Τα λύματα διοχετεύονται προς επεξεργασία μέσω μιας ή περισσοτέρων υποβρύχιων αντλιών
- 3. Δεξαμενή SBR:** Εδώ λαμβάνει χώρα ο βιολογικός καθαρισμός των λυμάτων με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Οι τρεις φάσεις που ξεχωρίζουν είναι η ανάμειξη, ο αερισμός και η τελική καθίζηση. Με το τέλος της άντλησης των επεξεργασμένων λυμάτων προς διάθεση, ο κύκλος αρχίζει ξανά.
- 4. Αποθήκευση ιλύος:** Η περίσσεια βιομάζα (ενεργός ιλύς) απομακρύνεται σε προκαθορισμένα διαστήματα ώστε να διατηρείται σταθερή η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στη δεξαμενή SBR. Η σταθεροποιημένη περίσσεια ιλύς οδηγείται στη δεξαμενή πάχυνσης και αποθήκευσης. Το νερό που προκύπτει από την πάχυνση, υπερχειλίζει προς την δεξαμενή εξισορρόπησης.



Τα παραπροϊόντα της επεξεργασίας, δηλαδή η πρωτογενής και δευτερογενής ιλύς, απομακρύνεται με χρήση βυτιοφόρου οχήματος είτε προς απευθείας υγειονομική ταφή στο ΧΥΤΑ είτε προς αφυδάτωση σε γειτονική μονάδα επεξεργασίας λυμάτων που να διαθέτει ανάλογη υποδομή και στην συνέχεια στο ΧΥΤΑ.

Σημαντικότερα πλεονεκτήματα του συστήματος AQUAmax® :

- Η εγκατάσταση έχει μεγάλη ικανότητα εξισορρόπησης της παροχής σε συνδυασμό με σταθερά καλή βιοαποδόμηση. Οι διακυμάνσεις και οι έντονες αιχμές του



οργανικού ή υδραυλικού φορτίου απορροφούνται πολύ εύκολα και δεν έχουν καμία επίπτωση στο βαθμό καθαρότητας της εκροής.

- Όλες οι βασικές βιολογικές και φυσικοχημικές διεργασίες πραγματοποιούνται στη δεξαμενή SBR με αποτέλεσμα η απαίτηση χώρου να είναι ιδιαίτερα μικρή. Ταυτόχρονα η χρήση μιας κοινής δεξαμενής σημαίνει μεγάλη μείωση του κόστους των οικοδομικών και ηλεκτρομηχανολογικών έργων της εγκατάστασης.
- Ο αερισμός γίνεται επιφανειακά και η συνολική απαίτηση της ισχύος είναι σημαντικά χαμηλότερη από τον υποβρύχιο αερισμό καθώς δεν καταναλώνεται έργο στο να υπερνικηθεί η πίεση της στήλης του νερού.
- Δεν απαιτούνται υποβρύχιοι διαχυτές (και δίκτυο σωληνώσεων) οποιουδήποτε τύπου που συχνά βουλώνουν ή σπάζουν.
- Η καθίζηση σε μια διάταξη SBR γίνεται κάτω από τις βέλτιστες δυνατές συνθήκες αφού οι σημαντικότεροι παράμετροι σχεδιασμού της διεργασίας καθίζησης είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές: η ταχύτητα υπερχείλισης (overflow rate) είναι ουσιαστικά μηδέν (δεν υπάρχει υπερχείλιση) ενώ η επιφανειακή φόρτιση στερεών είναι ιδιαίτερα χαμηλή καθώς η επιφάνεια της δεξαμενής αερισμού (όπου πραγματοποιείται η καθίζηση) είναι πολλαπλάσια από την απαιτούμενη ακόμη και με τα πιο συντηρητικά κριτήρια σχεδιασμού. Το γεγονός αυτό εξασφαλίζει άριστη απομάκρυνση στερεών.
- Δεν απαιτούνται εκχειλιστές και διατάξεις για την ανακυκλοφορία της βιομάζας μεταξύ των δεξαμενών καθίζησης και αερισμού. Σε συμβατικές διατάξεις, το τμήμα αυτό παρουσιάζεται ως το πιο προβληματικό στη ρύθμιση του, από μη εξειδικευμένους χειρίστες.
- Όλα τα μηχανικά μέρη λειτουργούν στην ζώνη καθαρού νερού και όχι μέσα σε πυκνή λάσπη όπου υπάρχουν στερεά σώματα που προκαλούν φθορά
- Η στάθμη θορύβου είναι ιδιαίτερα χαμηλή, καθώς ο αεριστήρας του συστήματος βρίσκεται εγκατεστημένος μέσα στην δεξαμενή και έτσι ακόμη κι αυτός ο ελάχιστος θόρυβος που παράγεται δεν γίνεται αντιληπτός πουθενά.



5.1.2 Pre-engineered ΣΥΣΤΗΜΑ SBR ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΥΠΟΥ AQUAmax® Classic/Basic

Η μέθοδος SBR (Sequential Batch Reactor) για τη βιολογική επεξεργασία λυμάτων, βασίζεται σε ενεργό ιλύ (βιομάζα). Η διαφοροποίηση σε σχέση με τη συμβατική σχεδίαση αντιδραστήρα ενεργού ιλύος είναι ότι στον αντιδραστήρα διαλείποντος έργου ή εναλλασσόμενης λειτουργίας (SBR), οι φάσεις της επεξεργασίας διαχωρίζονται χρονικά και όχι χωρικά καθώς οι φάσεις της τροφοδοσίας, του αερισμού, της καθίζησης και της εκκένωσης, διαδέχονται η μια την άλλη. Έτσι, δεν απαιτούνται ξεχωριστές δεξαμενές αερισμού και καθίζησης αλλά οι δυο αυτές διεργασίες πραγματοποιούνται σε μια κοινή δεξαμενή. Η εγκατάσταση έχει μεγάλη ικανότητα εξισορρόπησης της παροχής σε συνδυασμό με σταθερά καλή βιοαποδόμηση, καθώς οι διακυμάνσεις και οι έντονες αιχμές του οργανικού ή υδραυλικού φορτίου απορροφούνται πολύ εύκολα και δεν έχουν καμία επίπτωση στο βαθμό καθαρότητας της εκροής.

Η μέθοδος SBR αποτελεί την τεχνολογική βάση όλων των μονάδων βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων AQUAmax®.



Ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας περιλαμβάνει το χρόνο τροφοδοσίας, το χρόνο αερισμού (βιοαποδόμησης), το χρόνο καθίζησης και το χρόνο άντλησης των επεξεργασμένων λυμάτων. Ο συνήθης συνολικός χρόνος ενός κύκλου είναι 8 ώρες.

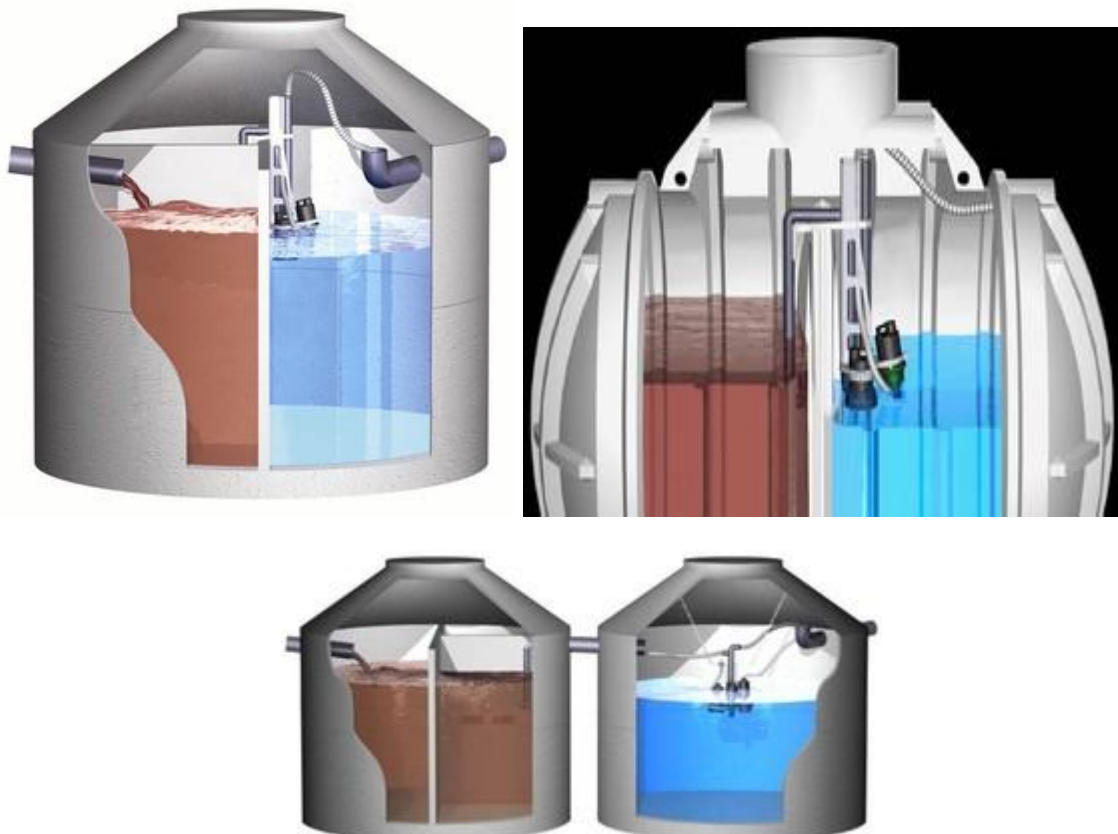


Στην είσοδο της εγκατάστασης, τα λύματα διοχετεύονται σε μια δεξαμενή καθίζησης, όπου γίνεται η αφαίρεση μη βιοαποδομήσιμων σωματιδίων.

Μετά το τέλος της τροφοδοσίας του αντιδραστήρα με συγκεκριμένη ποσότητα λύματος ξεκινά η φάση της βιοαποδόμησης. Αρχικά λαμβάνει χώρα η φάση της απονιτροποίησης (αν υπάρχει απαίτηση μείωσης νιτρικών) και ακολουθεί η φάση της αερόβιας επεξεργασίας. Ο αερισμός λαμβάνει χώρα διακοπτόμενα (ώστε να διατηρείται το επιθυμητό επίπεδο διαλυμένου οξυγόνου) χρησιμοποιώντας έναν εμβαπτιζόμενο επιφανειακό αεριστήρα.

Με την ολοκλήρωση της φάσης αερισμού, ακολουθεί η φάση της καθίζησης όπου η ενεργός ιλύς κατακάθεται, αφήνοντας στην επιφάνεια μια διαυγή ζώνη. Μετά από 2 ώρες καθίζησης, τα επεξεργασμένα και διευγασμένα λύματα αντλούνται με τη βοήθεια μιας αντλίας προς διάθεση (ή απολύμανση εάν απαιτηθεί) και ο κύκλος αρχίζει ξανά. Το κατώτατο όριο στάθμης της δεξαμενής αερισμού, στο οποίο η αντλία σταματάει τη λειτουργία της, καθορίζεται από έναν φλοτεροδιακόπτη.

Κατά τη διάρκεια της διεργασίας της βιοοξειδωσης, η αντλία ιλύος αντλεί προς τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, συγκεκριμένη ποσότητα μεικτού υγρού (MLSS) απομακρύνοντας ταυτόχρονα και την περίσσεια βιομάζα.





Εγκατάσταση και εφαρμογές του AQUAmax®

Το σύστημα AQUAmax® εφαρμόζεται σε κάθε μορφής δεξαμενή, πλαστική ή από μπετόν ενώ οι μικροί απαιτούμενοι όγκοι δεξαμενών, έχουν σαν αποτέλεσμα την οικονομία χώρου. Η εγκατάσταση είναι τελείως απλή: αναλόγως



του μοντέλου, το AQUAmax® στηρίζεται στο διαχωριστικό τοίχιο της δεξαμενής ή κρεμιέται από την οροφή της δεξαμενής SBR χρησιμοποιώντας τις ειδικές αλυσίδες. Όλα τα βασικά εξαρτήματα του συστήματος βρίσκονται εγκατεστημένα στο πλαίσιο. Για την περίπτωση συντήρησης και επισκευής, το AQUAmax® απλώς ξεκρεμιέται από τη δεξαμενή, μειώνοντας έτσι το χρόνο και κόστος του service.

Το AQUAmax® είναι σχεδιασμένο για την επεξεργασία οικιακών λυμάτων όπως και βιομηχανικών λυμάτων με σημαντική περιεκτικότητα οργανικού υλικού. Με τις σειρές AQUAmax® Classic και Gastro κατασκευάζονται μονάδες επεξεργασίας λυμάτων, για εξυπηρέτηση 4 έως 53 κατοίκων (Ι.Π.).

Το AQUAmax® λειτουργεί βάση των ακόλουθων ορίων που ορίζονται στο DIN 4261 για μικρές εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων: BOD5: 20 mg/lit, COD: 90 mg/lit, SS: 50 mg/lit, NH4N: 10 mg/lit (ικανό τυχαίο ομογενοποιημένο δείγμα σε θερμοκρασία λυμάτων > 120 C) και BOD5: 15 mg/lit, COD: 75 mg/lit, SS: 50 mg/lit, NH4N: 10 mg/lit, Νολικό: 25 mg/lit (μέση τιμή ομογενοποιημένου 24ωρου δείγματος).

Το σύστημα ελέγχεται από μια σύγχρονη Ηλεκτρονική Μονάδα Ελέγχο PLC, η οποία ρυθμίζει τη λειτουργία του AQUAmax®. Σε περίπτωση πρόσκαιρου υψηλού φορτίου, ή παρατεταμένης μειωμένης χρήσης, δεν είναι απαραίτητο να αλλάξει η ρύθμιση αυτή.

Κατάσταση εξοικονόμησης ενέργειας (energy saving mode)

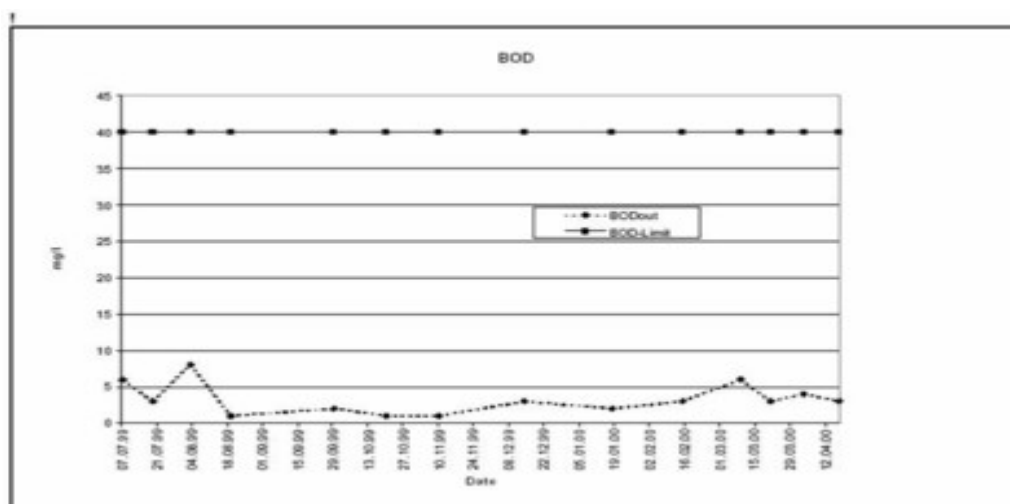


Εφόσον δεν εισέλθουν λύματα στη μονάδα για περίοδο μεγαλύτερη των 6 ωρών, το AQUAmax® μπαίνει αυτόματα σε κατάσταση εξοικονόμησης ενέργειας. Ο χρόνος αερισμού μειώνεται, μέχρι το σημείο που να επαρκεί για την διατήρηση των αερόβιων συνθηκών που απαιτούν οι μικροοργανισμοί. Το σύστημα μπαίνει σε κατάσταση πλήρους λειτουργίας όταν οι συνθήκες φορτίου γίνουν κανονικές.

Εγκρίσεις και πιστοποιήσεις

Το AQUAmax® έχει δοκιμαστεί με απόλυτη επιτυχία βάση του DIN 4261, στο Ινστιτούτο Περιβαλλοντικής Μηχανικής του Πολυτεχνείου Άαχεν (RWTH Aachen) και του Ευρωπαϊκού πρότυπου EN 12566 στη Βιέννη. Καλύπτεται από την **Εθνική Τεχνική Έγκριση No Z-55.3-53 (στη Γερμανία)** όπως αυτή έχει καθοριστεί από το Γερμανικό Ινστιτούτο Τεχνικής των Κατασκευών του Βερολίνου (DIBt Berlin). Ακόμα σημαντικότερο όμως είναι το γεγονός ότι σε πρακτικές εφαρμογές, δίνει αποτελέσματα τα οποία είναι σημαντικά καλύτερα από τα αυστηρά γερμανικά όρια του DIBt Berlin. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η **συνηθισμένη τιμή εκροής BOD5 που προκύπτει, κυμαίνεται μεταξύ 3-8 mg/l**, (βλ. σχετικό διάγραμμα) ενώ ο μέσος όρος των **αιωρούμενων στερεών SS είναι κάτω από 10 mg/l**. Με τη δυνατότητα αναβάθμισης του πακέτου AQUAmax® Plus, μπορεί να επιτευχθεί ακόμα και μείωση του ολικού αζώτου.

Τιμές εκροής BOD5 σε δοκιμή μακράς διάρκειας του AQUAmax® από το RWTH Aachen





5.1.3 Pre-engineered ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

SBR

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ

Η ΜΕΘΟΔΟΣ SBR

Η μέθοδος **SBR (Sequential Batch Reactor)** για τη βιολογική επεξεργασία λυμάτων, βασίζεται σε ενεργό ιλύ (βιομάζα). Η διαφοροποίηση σε σχέση με την συμβατική σχεδίαση αντιδραστήρα ενεργού ιλύος είναι ότι στον αντιδραστήρα διαλείποντος έργου ή εναλλασσόμενης λειτουργίας (SBR), οι φάσεις της επεξεργασίας διαχωρίζονται χρονικά και όχι χωρικά καθώς οι φάσεις της τροφοδοσίας, του αερισμού, της καθίζησης και της εκκένωσης, διαδέχονται η μια την άλλη. Έτσι, δεν απαιτούνται ξεχωριστές δεξαμενές αερισμού και καθίζησης αλλά οι δυο αυτές διεργασίες πραγματοποιούνται σε μια κοινή δεξαμενή.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το συγκεκριμένο σύστημα σχεδιάστηκε ειδικά για μεγαλύτερες ξενοδοχειακές μονάδες και βιομηχανίες, κοινότητες και μικρούς δήμους. Εφαρμόζεται άριστα σε εγκαταστάσεις για ισοδύναμο πληθυσμό από 500 έως 3.000 κατοίκους (Ι.Π)

Το σύστημα πραγματοποιεί τρεις κύκλους λειτουργίας ημερησίως. Ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας περιλαμβάνει το χρόνο τροφοδοσίας, το χρόνο αερισμού (βιοαποδόμησης), το χρόνο καθίζησης και το χρόνο άντλησης των επεξεργασμένων λυμάτων. Η διάρκεια κάθε φάσης είναι καθορισμένη από τον κατασκευαστή αλλά μπορεί να ρυθμιστεί και από τον χειριστή της μονάδας. Ο συνήθης συνολικός χρόνος ενός κύκλου είναι 8 ώρες.

Ο κύκλος ξεκινάει με τη φάση τροφοδοσίας του αντιδραστήρα με συγκεκριμένη ποσότητα λύματος και συνεχίζει με τη φάση της βιοαποδόμησης. Αρχικά λαμβάνει χώρα η φάση της απονιτροποίησης (αν υπάρχει απαίτηση μείωσης νιτρικών) και ακολουθεί η φάση της αερόβιας επεξεργασίας. Ο αερισμός λαμβάνει χώρα διακοπτόμενα (ώστε να διατηρείται το επιθυμητό επίπεδο διαλυμένου οξυγόνου) μέσω των πλωτών επιφανειακών αεριστήρων. Με την



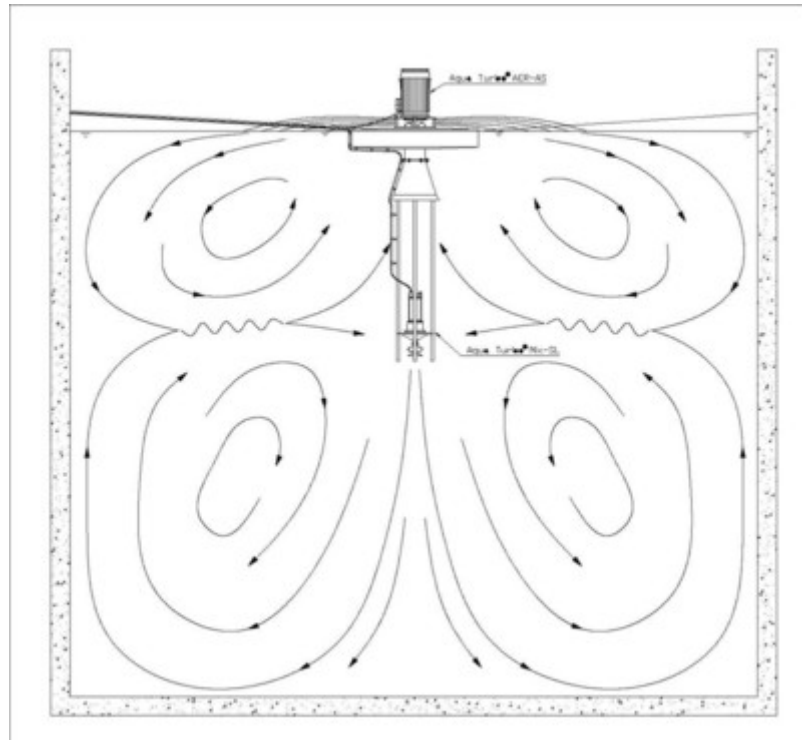
ολοκλήρωση της φάσης βιοοξειδωσης, ακολουθεί η φάση της καθίζησης όπου η ενεργός ιλύς κατακάθεται, αφήνοντας στην επιφάνεια μια διευγασμένη ζώνη.

Μετά από 1,5 ώρα καθίζησης (ορίζεται από τον χειριστή), τα επεξεργασμένα και διευγασμένα λύματα αντλούνται μέσω των ειδικών αντλιών προς διάθεση (ή απολύμανση εάν απαιτηθεί) και ο κύκλος αρχίζει ξανά. Το κατώτατο όριο στάθμης της δεξαμενής αερισμού, στο οποίο οι αντλίες σταματάνε τη λειτουργία τους, καθορίζεται από ένα σύστημα φλοτεροδιακοπών.

Στο τέλος της φάσης καθίζησης, οι αντλίες ιλύος απομακρύνουν προς τη δεξαμενή πάχυνσης ιλύος, την απαιτούμενη ποσότητα περίσσειας βιομάζας. Όταν η λάσπη φτάσει σε συγκεκριμένο ύψος θα πρέπει αυτές να εκκενώνονται με κατάλληλο βυτιοφόρο όχημα.

Πλωτός αεριστήρας/αναμίκτης AER-AS/MIX-SL





Χαρακτηριστικά ροής του AER-AS/MIX-SL (flow pattern)

Μονάδα ελέγχου

Το σύστημα ελέγχεται πλήρως από μια προγραμματιζόμενη ηλεκτρονική μονάδα (PLC), η οποία ρυθμίζει την λειτουργία όλων των μηχανικών μερών. Εάν δεν εισέλθουν λύματα στη μονάδα για περίοδο μεγαλύτερη των 6 ωρών, μπαίνει αυτόματα σε κατάσταση εξοικονόμησης ενέργειας (energy saving mode). Ο χρόνος αερισμού μειώνεται, μέχρι το σημείο που να επαρκεί για την διατήρηση των αερόβιων συνθηκών που απαιτούν οι μικροοργανισμοί. Το σύστημα ξαναγυρνάει σε κατάσταση πλήρους λειτουργίας όταν οι συνθήκες φορτίου γίνουν κανονικές.

Η μονάδα PLC διαθέτει δυνατότητα τηλεϊδοποίησης, με χρήση της τεχνολογίας GSM, δηλαδή ηχητική και οπτική αποστολή μηνυμάτων μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Έτσι και χωρίς τη μόνιμη παρουσία του προσωπικού, δίδεται η δυνατότητα αποστολής τουλάχιστο τριών διαφορετικών ενδείξεων – συναγεργιών.



Δεξαμενές / Οικοδομικά έργα

Οι απαιτούμενες δεξαμενές κατασκευάζονται υπόγεια ή υπέργεια, στις προκαθορισμένες διαστάσεις. Η κατασκευή όλων των τοιχίων, του πυθμένα και της οροφής γίνεται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Εφόσον αυτές κατασκευαστούν καλυμμένες, προβλέπονται σε κάθε διαμέρισμα ανοίγματα για την είσοδο - έξοδο των μηχανημάτων και των τεχνιτών.

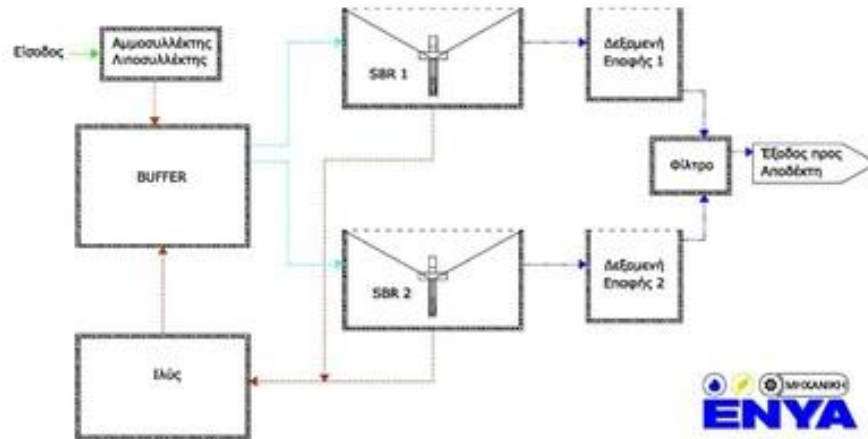
Διάγραμμα ροής

- **Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης ή μηχανική εσχάρα:** Εδώ απαλλάσσονται τα λύματα από τα χονδρόκοκκα στερεά.
- **Δεξαμενή εξισορρόπησης:** Η δεξαμενή εξισορρόπησης αποθηκεύει τα προεπεξεργασμένα λύματα. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα απορρόφησης μεγάλων αιχμών του υδραυλικού και οργανικού φορτίου. Η τροφοδοσία του αντιδραστήρα SBR ξεκινάει αφού προηγουμένως, έχει ολοκληρωθεί ο τελευταίος κύκλος επεξεργασίας. Τα λύματα διοχετεύονται προς επεξεργασία μέσω μιας ή περισσότερων υποβρύχιων αντλιών
- **Δεξαμενή SBR:** Εδώ λαμβάνει χώρα ο βιολογικός καθαρισμός των λυμάτων με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Οι τρεις φάσεις που ξεχωρίζουν είναι η ανάμειξη, ο αερισμός και η τελική καθίζηση. Με το τέλος της άντλησης των επεξεργασμένων λυμάτων προς διάθεση, ο κύκλος αρχίζει ξανά.
- **Αποθήκευση ιλύος:** Η περίσσεια βιομάζα (ενεργός ιλύς) απομακρύνεται σε προκαθορισμένα διαστήματα ώστε να διατηρείται σταθερή η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στη δεξαμενή SBR. Η σταθεροποιημένη περίσσεια ιλύς οδηγείται στη δεξαμενή πάχυνσης και αποθήκευσης. Το νερό που προκύπτει από την πάχυνση, υπερχειλίζει προς την δεξαμενή εξισορρόπησης.

Τα παραπροϊόντα της επεξεργασίας, δηλαδή η πρωτογενής και δευτερογενής ιλύς, απομακρύνεται με χρήση βυτιοφόρου οχήματος είτε προς



απευθείας υγειονομική ταφή στο ΧΥΤΑ είτε προς αφυδάτωση σε γειτονική μονάδα επεξεργασίας λυμάτων που να διαθέτει ανάλογη υποδομή και στην συνέχεια στο ΧΥΤΑ



Σημαντικότερα πλεονεκτήματα του συστήματος :

- Η εγκατάσταση έχει μεγάλη ικανότητα εξισορρόπησης της παροχής λόγω της δεξαμενής εξισορρόπησης που αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της μεθόδου SBR. Οι διακυμάνσεις και οι έντονες αιχμές του οργανικού ή υδραυλικού φορτίου απορροφούνται πολύ εύκολα και δεν έχουν καμία επίπτωση στο βαθμό καθαρότητας της εκροής.
- Ο αερισμός γίνεται επιφανειακά και η συνολική απαίτηση της ισχύος είναι σημαντικά χαμηλότερη από τον υποβρύχιο αερισμό καθώς δεν καταναλώνεται έργο στο να υπερνικηθεί η πίεση της στήλης του νερού.
- Η καθίζηση σε μια διάταξη SBR γίνεται κάτω από τις βέλτιστες δυνατές συνθήκες αφού οι σημαντικότεροι παράμετροι σχεδιασμού της διεργασίας καθίζησης είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές: η ταχύτητα υπερχείλισης (overflow rate) είναι ουσιαστικά μηδέν (δεν υπάρχει υπερχείλιση) ενώ η επιφανειακή φόρτιση στερεών είναι ιδιαίτερα χαμηλή καθώς η επιφάνεια της δεξαμενής αερισμού (όπου πραγματοποιείται η καθίζηση) είναι πολλαπλάσια από την απαιτούμενη ακόμη και με τα πιο συντηρητικά κριτήρια σχεδιασμού. Το γεγονός αυτό εξασφαλίζει άριστη απομάκρυνση στερεών.



- Δεν απαιτούνται εκχειλιστές και διατάξεις για την ανακυκλοφορία της βιομάζας μεταξύ των δεξαμενών καθίζησης και αερισμού. Σε συμβατικές διατάξεις, το τμήμα αυτό παρουσιάζεται ως το πιο προβληματικό στη ρύθμιση του, από μη εξειδικευμένους χειρίστες.
- Δεν απαιτούνται υποβρύχιοι διαχυτές (και δίκτυο σωληνώσεων) οποιουδήποτε τύπου που συχνά βουλώνουν ή σπάζουν.
- Η κατασκευή των δεξαμενών είναι ιδιαίτερα απλή και οικονομική αφού δεν απαιτείται καμία συγκεκριμένη μορφολογία ή κλίση πυθμένα ή υπερχειλιστές ή άλλη διάταξη με υψηλή κατασκευαστική δυσκολία.
- Κατά κανόνα η εγκατάσταση τύπου SBR καταλαμβάνει σημαντικά χαμηλότερη έκταση (footprint) και απαιτεί λιγότερη ενέργεια για τη λειτουργία της από μια εγκατάσταση τύπου CFSTR, αντίστοιχης δυναμικότητας.
- Η στάθμη θορύβου είναι ιδιαίτερα χαμηλή, καθώς ο αεριστήρας του συστήματος λειτουργεί μέσα στην δεξαμενή και εντός νερού.
- Υψηλή ποιότητα εκροής: η συνηθισμένη τιμή BOD5 εξόδου κυμαίνεται μεταξύ 10-15 mg/l και ο μέσος όρος των αιωρούμενων στερεών SS είναι κάτω από 20 mg/l, δηλαδή σημαντικά χαμηλότερα από τα όρια που θεσπίζει η νομοθεσία.

5.1.4 ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ (COMPACT) ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ AS-VARIOcompK και AS-VARIOcompN

Οι μονάδες βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων AS – VARIOcomp παραδίδονται έτοιμες προς άμεση τοποθέτηση (υπόγεια ή υπέργεια) με όλα τα ηλεκτρομηχανολογικά τους μέρη προεγκατεστημένα. Τα βασικά μοντέλα, το AS-VARIOcompK και το AS-VARIOcompN εξυπηρετούν παροχές λυμάτων με ισοδύναμο πληθυσμό από 5 έως 25 άτομα (Μ. Ι. Π.) και από 30 έως 150 άτομα (Μ. Ι. Π.) αντίστοιχα. Για μεγαλύτερες παροχές γίνεται συνδυασμός από



δύο ή περισσότερα βασικά μοντέλα. Το μοντέλο AS-VARIOcompN παράγεται σε δύο σειρές: τη σειρά VARIOcomp N για υπόγεια τοποθέτηση και τη σειρά VARIOcomp N / PUMP με ενσωματωμένη αντλία ανύψωσης (για υψηλότερη / υπέργεια τοποθέτηση).

1. Δεδομένα εισόδου - Υδραυλικό και οργανικό φορτίο λυμάτων

Ο υπολογισμός της ποσότητας των λυμάτων και τη διαστασιολόγηση της μονάδας, γίνεται βάση της ευρωπαϊκής (91/271/EC) και ελληνικής νομοθεσίας (ΚΥΑ 5673/400/97) καθώς και της ευρωπαϊκής και τσεχικής νόρμας ČSN EN 122553.

Με βάση τους παραπάνω κανονισμούς και οδηγίες ισχύει:

- ÷ μια Μονάδα Ισοδύναμου Πληθυσμού (Μ. Ι. Π.) αντιστοιχεί σε υδραυλικό φορτίο 150 lt/day και οργανικό φορτίο $BOD_5 = 60$ gr/day

2. Δεδομένα εξόδου

Η ποιότητα της επεξεργασμένης εκροής, βάση της ευρωπαϊκής (91/271/EC) και ελληνικής νομοθεσίας (ΚΥΑ 5673/400/97, ΥΑ Ε1β. 221/65) υπάγεται στα παρακάτω όρια:

- ÷ Συγκέντρωση BOD_5 : <25 mg /lt
- ÷ Συγκέντρωση COD : <125 mg /lt
- ÷ Αιωρούμενα στερεά : <35 mg / lt
- ÷ pH : 6-8
- ÷ Βαθμός επεξεργασίας : >90%

3. Περιγραφή διεργασιών – διάγραμμα ροής

Η υποδοχή των λυμάτων γίνεται στο θάλαμο πρωτοβάθμιας καθίζησης όπου κατακρατούνται τα μη βιοαποδομήσιμα στερεά. Από εκεί, και αναλόγως του μοντέλου, τα λύματα οδηγούνται είτε σε θάλαμο απονιτροποίησης είτε απευθείας στη δεξαμενή αερισμού ενεργού ιλύος (βιολογικός αντιδραστήρας). Οι μικροοργανισμοί (ενεργός ιλύς), που αναπτύσσονται αποδομούν το οργανικό



φορτίο (φορτίο ρύπανσης) των υγρών αποβλήτων, και το μετατρέπουν σε νερό, διοξείδιο του άνθρακα και περισσότερη βιομάζα (περίσσεια ιλύς). Στη συνέχεια το μείγμα επεξεργασμένων λυμάτων και ενεργού ιλύος υπερχειλίζει στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης όπου η ενεργός ιλύς καθιζάνει, ενώ τα διευγασμένα λύματα εξέρχονται της μονάδας προς διάθεση (ή απολύμανση εάν απαιτηθεί).

Οι αεραντλίες ιλύος ανακυκλοφορούν την ενεργό ιλύ προς τη δεξαμενή απονιτροποίησης/αερισμού ενώ απομακρύνουν προς τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης/ιλύος, την απαιτούμενη ποσότητα περίσσειας βιομάζας. Ανάλογα απομακρύνονται τυχόν επιπλέοντα από την δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης.

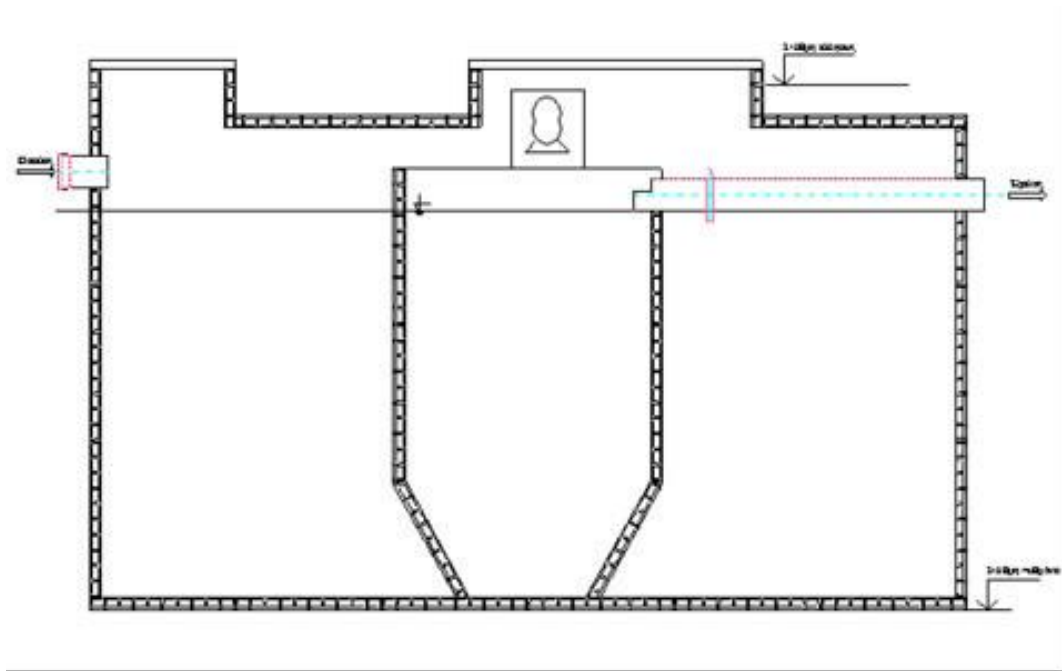
Κατασκευή - Τοποθέτηση – Εγκατάσταση της μονάδας

Οι compact μονάδες AS – VARIOcomp παραδίδονται έτοιμες προς τοποθέτηση με όλα τα ηλεκτρομηχανολογικά τους μέρη προεγκατεστημένα. Η δεξαμενή κατασκευάζεται από ενισχυμένο πολυπροπυλένιο, κατάλληλο για υπόγεια τοποθέτηση με σχήμα ορθογώνιο.

Η έδραση της δεξαμενής θα πρέπει να γίνει σε πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα επαρκώς διαστασιολογημένη για να αντέξει τα φορτία της γεμάτης δεξαμενής.

Η δεξαμενή είναι σχεδιασμένη για να αντεπεξέλθει στις συνήθεις φορτίσεις χωμάτων και όχι σε φορτία από διερχόμενα αυτοκίνητα / φορτηγά ή ανέγερση κτιρίων ή άλλων δεξαμενών. Μετά την τοποθέτηση, συνιστάται σκυροδέτηση του εξωτερικού τοιχώματος της δεξαμενής για περαιτέρω ενίσχυση. Για τον ακριβή τρόπο σκυροδέτησης συμβουλευτείτε το αντίστοιχο τεχνικό φυλλάδιο. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμμος.

Όλα τα μοντέλα διαθέτουν ανθρωποθυρίδες επίσκεψης και ελέγχου και πλευρικό υπερχειλιστή ασφαλείας (για περίπτωση υπερβολικά μεγάλης στιγμιαίας παροχής που ξεπερνά κατά πολύ την παροχή σχεδιασμού).



Σχήμα 1: Τυπική τομή μονάδας AS – VARIOcomp.

Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος αερισμού

Ο φυσητήρας εγκαθίσταται στις περισσότερες περιπτώσεις εντός της μονάδας βιολογικού καθαρισμού σε κλειστό πλαστικό κουτί με κατάλληλες θυρίδες αερισμού. Εναλλακτικά μπορεί να τοποθετηθεί σε γειτονική θέση, εξωτερικά της δεξαμενής.

Σε όλα τα μοντέλα, προσφέρεται η δυνατότητα τοποθέτησης διπλού φυσητήρα (εναλλασσόμενης λειτουργίας 1+1) για εξασφάλιση από περίπτωση βλάβης. Τα μεγαλύτερα μοντέλα της σειράς AS-VARIOcompN, τα comp 125 και comp 150, φέρουν δύο φυσητήρες (2+0) παράλληλης λειτουργίας (standard εξοπλισμός) ενώ μπορούν να εξοπλιστούν και με έναν τρίτο ως ρεζέρβα (2+1).



Μονάδα AS-VARIOcompN. Διακρίνονται οι ανθρωποθυρίδες επίσκεψης και ελέγχου.



Ανοιγόμενη εξωτερική οροφή και αφαιρούμενα πάνελ πρόσβασης.



Άποψη της δεξαμενής AS-VARIOcompK



Άποψη του εσωτερικού δεξαμενής AS-VARIOcompK

5.1.5 AS – VARIOcompN Ultra

Το AS – VARIOcompN Ultra αποτελεί μια ολοκληρωμένη προκατασκευασμένη μονάδα βιολογικού καθαρισμού λυμάτων τύπου MBR, που παραδίδεται έτοιμη προς τοποθέτηση, με όλα τα ηλεκτρομηχανολογικά μέρη προεγκατεστημένα. Το μοντέλο Ultra βασίζεται στην μέθοδο **MBR (Membrane BioReactor)** δηλαδή βιολογικό αντιδραστήρα ενεργού ιλύος με μεμβράνες υπερδιήθησης της γερμανικής **MARTIN GmbH**. Τα βασικά μοντέλα εξυπηρετούν παροχές λυμάτων με ισοδύναμο πληθυσμό από 5 έως 150 άτομα (Μ.Ι.Π.) ενώ για μεγαλύτερες παροχές γίνεται συνδυασμός από δύο ή περισσότερα βασικά μοντέλα.

Τα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με τεχνολογία μεμβρανών (MBR), τύπου **υπερδιήθησης (ultrafiltration)**, κατακρατούν πλήρως τα στερεά ενώ η επεξεργασμένη εκροή απαλλάσσεται από βακτήρια και ιούς, καταργώντας τις παραδοσιακές μεθόδους απολύμανσης με χλώριο, UV, όζον κλπ





6. Αφυδατωτής ιλύος VOLUTE

Ο αφυδατωτής ιλύος VOLUTE εξελίχθηκε και κατασκευάζεται από τον οίκο AMCON Ιαπωνίας. Πρόκειται για μια νέα, πρωτοποριακή και έξυπνη τεχνολογία αφυδάτωσης ιλύος, η οποία ξεπερνάει εγγενείς αδυναμίες των παραδοσιακών μεθόδων αφυδάτωσης με φιλτρόπρεσσα ή ταινιοφιλτρόπρεσσα, φυγοκεντρικό διαχωριστή – decanter, κλπ.

Το VOLUTE μπορεί να τροφοδοτηθεί με λάσπη ακόμη και απευθείας από τη δεξαμενή αερισμού, με συγκέντρωση DS από 0,35%, χωρίς να έχει προηγηθεί πάχυνση, αφού έχει το πλεονέκτημα να συνδυάζει ταυτόχρονη πάχυνση και αφυδάτωση της λάσπης, αποδίδοντας τελικό προϊόν με περιεκτικότητα στερεών άνω του 20%.

Η αρχή λειτουργίας του VOLUTE βασίζεται στην συμπίεση της λάσπης μεταξύ μιας συστοιχίας ομόκεντρων στατικών και κινούμενων δίσκων, περασμένων γύρω από ένα κοχλία μεταβλητού βήματος. Η περιστροφική κίνηση του κοχλία κινεί τους κινούμενους δίσκους ενώ ταυτόχρονα μεταφέρει την τροφοδοτούμενη λάσπη στα ενδιάμεσα κενά όπου και συμπιέζεται. Στην πρώτη ζώνη του κοχλία, η συμπίεση είναι μικρή σχηματίζοντας τη ζώνη πάχυνσης του VOLUTE ενώ στην δεύτερη ζώνη, η συμπίεση αυξάνεται και σχηματίζεται η ζώνη αφυδάτωσης.

Στα βασικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας VOLUTE διακρίνονται:

- ÷ Υψηλή απόδοσης αφυδάτωση ιλύος, με ποσοστό στερεών DS 18-30%.
- ÷ Υψηλής αξιοπιστίας σχεδίαση που βασίζεται σε μηχανικά μέρη με μεγάλη μηχανικά αντοχή, μεγάλη διάρκεια ζωής και ανθεκτικότητα στην καθημερινή χρήση.
- ÷ Δυνατότητα για 24ωρη, συνεχή και πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία και χωρίς απαίτηση επίβλεψης.
- ÷ Ελαχιστοποίηση εργατωρών του χειριστή (ενδεικτικά 5 λεπτά ημερησίως).



- ÷ Ελάχιστη ποσότητα απαιτούμενου νερού πλύσης του μηχανήματος και σημαντική εξοικονόμηση νερού.
- ÷ Απλή και εύκολη συντήρηση. Προγραμματισμένη συντήρηση κάθε 10.000 ώρες.
- ÷ Μηδενική απαίτηση παροχής πεπιεσμένου αέρα, ευθυγράμμισης ή αλλαγής ιμάντα, ρουλεμάν κλπ.
- ÷ Ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.
- ÷ Δυνατότητα αφυδάτωσης της λάσπης κατευθείαν από τη δεξαμενή αερισμού με συγκέντρωση SS έως και 0,3% (χωρίς να προηγηθεί πάχυνση).
- ÷ Δυνατότητα αφυδάτωσης λάσπης που περιέχει έλαια και ελαιώδη.
- ÷ Μικρή απαίτηση χώρου για την τοποθέτησή του.
- ÷ Χαμηλή στάθμη θορύβου και δονήσεων

Τα καθήκοντα του χειριστή περιορίζονται στην προετοιμασία του απαιτούμενου ηλεκτρολύτη για το διάστημα των επόμενων 1-2 ημερών.

Ακόμη και στην περίπτωση που για την πλύση, χρησιμοποιείται το ανακτημένο νερό του ΒΚ, η μικρή απαίτηση νερού σημαίνει πως ακόμη και σε περίοδο κακής ποιότητας των επεξεργασμένων υδάτων (και άρα ακατάλληλων για επαναχρησιμοποίηση), η αφυδάτωσης της λάσπης μπορεί να συνεχιστεί κανονικά και χωρίς διακοπή χρησιμοποιώντας φρέσκο νερό από δεξαμενή ή το δίκτυο.

Περιγραφή διεργασίας

Αρχικά η λάσπη αντλείται είτε απευθείας από τη δεξαμενή καθίζησης είτε από τη δεξαμενή ιλύος προς την είσοδο του VOLUTE. Μέσω του ρυθμιζόμενου υπερχειλιστή, ρυθμίζεται η μέγιστη ποσότητα λάσπης που οδηγείται προς αφυδάτωση ενώ η υπόλοιπη επιστρέφει στις αντίστοιχες δεξαμενές. Στη συνέχεια η λάσπη οδηγείται στη ενσωματωμένη δεξαμενή κροκίδωσης για την ανάμιξη με τον πολυηλεκτρολύτη. Η κροκιδωμένη λάσπη διοχετεύεται στην αρχή του ειδικού κοχλία μεταβλητού βήματος. Η περιστροφική κίνηση του κοχλία μεταφέρει την τροφοδοτούμενη λάσπη και ταυτόχρονα κινεί τους κινούμενους δίσκους ανοδικά και καθοδικά. Μεταξύ των κινούμενων και των στατικών δίσκων,



δημιουργούνται κενά διαστήματα όπου συμπιέζεται η λάσπη. Λόγω του μεταβλητού βήματος του κοχλία, οι δίσκοι στην πρώτη ζώνη ασκούν μια χαμηλή πίεση στην λάσπη και σχηματίζεται η ζώνη πάχυνσης του VOLUTE. Στην δεύτερη ζώνη, η πίεση των δίσκων είναι υψηλότερη και σχηματίζεται η ζώνη αφυδάτωσης, συμπιέζοντας την ήδη παχυμένη λάσπη και στραγγίζοντας το νερό.

Σε προκαθορισμένα διαστήματα γίνεται αυτόματη πλύση του κοχλία, ώστε να απομακρύνονται οι επικαθίσεις της λάσπης.

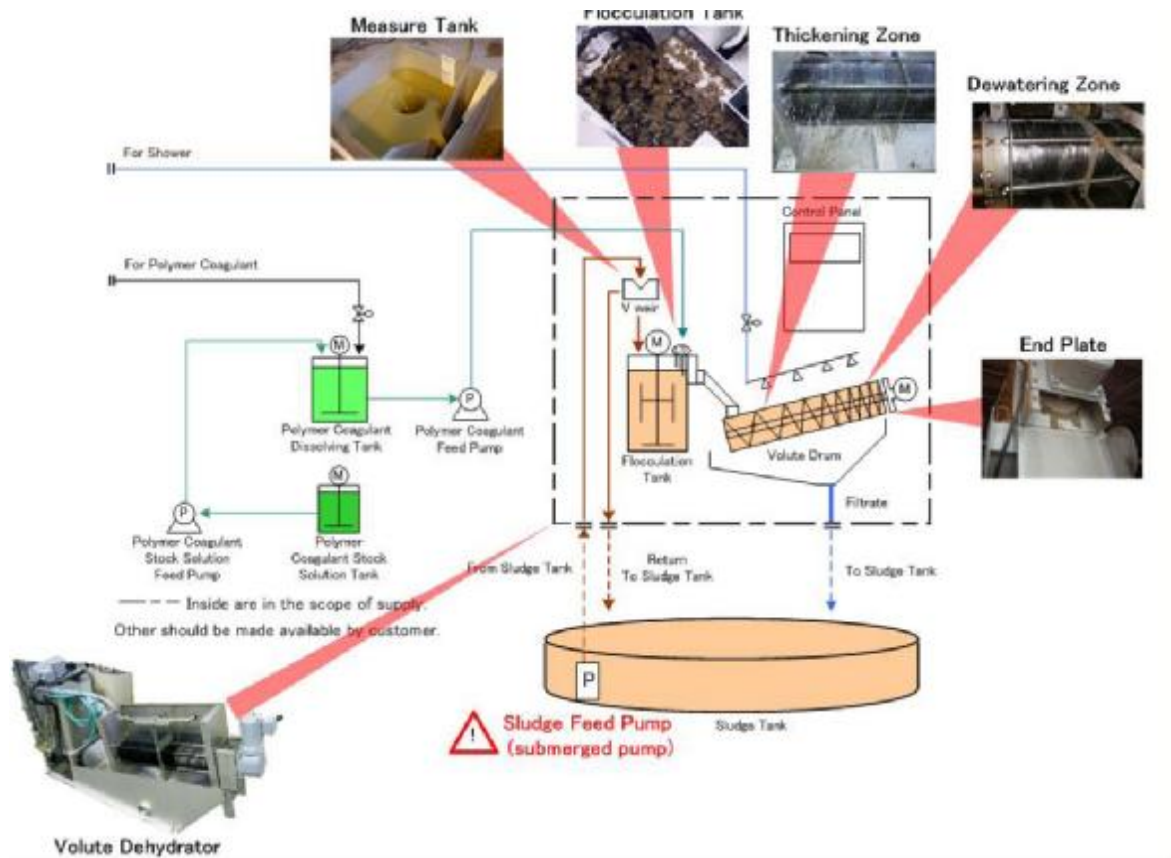
Κάτω από τον κοχλία VOLUTE υπάρχει δεξαμενή που συλλέγει το νερό που στραγγίζει και το οποίο επιστρέφει στη MBK.

Το σύστημα ελέγχεται από αυτόματη μονάδα ελέγχου, η οποία ρυθμίζει όλη τη λειτουργία του VOLUTE καθώς και των όλων παρελκομένων μηχανημάτων (αντλία τροφοδοσίας ιλύος, σύστημα πολυηλεκτρολύτη και δοσομετρική αντλία, μεταφορική ταινία κλπ





«Σύγκριση Αποδόσεων Αντλιών σε μια Ομάδα Βιολογικού Καθαρισμού»





5.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΟΡΙΣΜΟΣ

Στροβιλομηχανή (ΣΜ) είναι η μηχανή όπου η ενέργεια μεταφέρεται από ή προς ένα συνεχώς κινούμενο ρευστό, μέσω της δυναμικής δράσης μιας ή περισσότερων πτερωτών.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΟΡΟΛΟΓΙΑ

Μια ΣΜ αποτελείται από την άτρακτο, πάνω στην οποία είναι συνδεδεμένη η πτερωτή / ο δρομέας, η οποία αποτελείται από τα πτερύγια. Οι κλειστές ΣΜ περιλαμβάνουν ακόμη τα στόμια εισόδου και εξόδου, το κέλυφος και (προαιρετικά) τα οδηγητικά πτερύγια τα οποία μπορεί να βρίσκονται πριν ή μετά την πτερωτή.

Η στροβιλομηχανή μπορεί να αποτελείται από μια ή περισσότερες περιστρεφόμενες και σταθερές βαθμίδες, οι οποίες αποκαλούνται ρότορας και στάτορας, αντίστοιχα.

Ουσιαστικά, τα περιστρεφόμενα πτερύγια της ΣΜ μεταβάλλουν την ολική ενθαλπία του ρευστού που περνάει μέσα από τη ΣΜ προσδίδοντάς του ή παίρνοντάς από αυτό, μηχανικό έργο. Αυτές οι αλλαγές ενθαλπίας, από τον ορισμό της, είναι στενά συνδεδεμένες με αλλαγές στην πίεση του ρευστού.

5.2.1 ΔΙΑΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΩΝ

Η διαστατική ανάλυση προσφέρει τη μεγαλύτερη βοήθεια στην κατανόηση της συμπεριφοράς και λειτουργίας των ΣΜ. Με τη μέθοδο αυτή μια ομάδα μεταβλητών οι οποίες περιγράφουν τη φυσική κατάσταση του προβλήματος περιορίζεται σε μικρότερο αριθμό ανεξάρτητων αδιάστατων αριθμών.

Όταν ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών δεν είναι πολύ μεγάλος, η διαστατική ανάλυση επιτρέπει την αξιοποίηση των πειραματικών μετρήσεων με μικρή προσπάθεια..

Η διαστατική ανάλυση μπορεί να εφαρμοστεί στις ΣΜ για να πετύχει την επιλογή του βέλτιστου τύπου ΣΜ, με γνώμονα το μέγιστο βαθμό απόδοσης, για συγκεκριμένο σημείο λειτουργίας (στατικό ύψος, στροφές και παροχή)



Η ταχύτητα περιστροφής, N , μπορεί να ρυθμιστεί από τον κινητήρα, ενώ η παροχή Q από τη βάνα. Τα υπόλοιπα μεγέθη όπως η ροπή, T , και το ύψος, H , καθορίζονται από τα N και Q .

Συχνά προκύπτει το ερώτημα ποιος τύπος ΣΜ είναι ο πλέον κατάλληλος για κάποια συγκεκριμένη εφαρμογή. Για αντλία συνήθως δεδομένα είναι η παροχή, Q , το μανομετρικό ύψος, H , και οι στροφές, N . για στρόβιλο η ισχύς στον άξονα, P , το μανομετρικό στην είσοδο, H , και οι στροφές, N .

Συχνά για τη διευκόλυνση της σωστής ΣΜ, χρησιμοποιείται ένας αδιάστατος αριθμός, ο αποκαλούμενος ειδικός αριθμός στροφών N_s . Η τιμή του N_s αποτελεί οδηγό για την εύρεση της ΣΜ που δίνει τη βέλτιστη απόδοση για τις συνθήκες σχεδιασμού.

Δηλαδή με βάση τα δεδομένα μας (Q , H και N) μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό αυτό και να προσπαθήσουμε να τον "ταιριάξουμε" με μια αντλία η οποία δίνει τον αριθμό αυτό στο σημείο βέλτιστης λειτουργίας της.

Συνηθίζεται ο ειδικός αριθμός στροφών να ορίζεται για κάθε αντλία ΜΟΝΟ για το σημείο βέλτιστης λειτουργίας. Όπως βλέπουμε ο αριθμός N_s αυξάνει με την αύξηση του Q και τη μείωση του H . Στις αντλίες, η μικρή παροχή συνδυάζεται με αυξημένο μανομετρικό στις φυγοκεντρικές, ενώ το αντίστροφο στις αξονικές. Άρα όταν υπολογίσουμε τον ειδικό αριθμό στροφών της εφαρμογής μας, μπορούμε να γνωρίσουμε άμεσα τι τύπος αντλίας θα μας ικανοποιήσει την ανάγκη αυτή με το βέλτιστο βαθμό απόδοσης.

Από τον ορισμό του N_s , φαίνεται ότι αυτός, για σταθερό N , αυξάνει με αύξηση του Q ή μείωση του H . Από τον ορισμό του ψ φαίνεται ότι για σταθερό N η μείωση του H συνεπάγεται μείωση του D . Άρα μεγάλη τιμή του N_s σημαίνει μεγάλη επιφάνεια εισόδου (αύξηση του Q) ή/και μικρή διάμετρο της πτερωτής (μείωση D).

Εάν λοιπόν έχουμε τα ίδια Q και H , τότε το N_s θα εξαρτάται μόνο από το N . συνεπώς μεγάλο N_s συνεπάγεται μικρό μέγεθος (D), άρα για λόγους οικονομίας (μικρό μέγεθος, κόστος και βάρος) είναι σκόπιμο να επιδιώκουμε τη μέγιστη δυνατή τιμή του N_s για την ίδια απόδοση.



5.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η λειτουργία μιας ΣΜ χαρακτηρίζεται από τα εξής μεγέθη: (α) παροχή, (β) ισχύς στον άξονα, (γ) ολικό μανομετρικό ύψος που μεταφέρεται στο ρευστό, (δ) βαθμό απόδοσης ακια ανάλογα με το είδος της ΣΜ με άλλα δευτερεύοντα μεγέθη. Αυτά τα λειτουργικά μεγέθη εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, κύρια όμως από το είδος της ΣΜ (αξονική/μικτή, πρόσδωσης/απόδοσης έργου), το ρευστό (υγρό ή αέριο), την ταχύτητα περιστροφής και το μέγεθος της (διάμετρος).

Είναι κοινή πρακτική να [παρουσιάζεται η ταυτότητα μιας ΣΜ με τη μορφή διαγραμμάτων, τις ονομαζόμενες χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας (ΧΚΛ). Πριν όμως την εξέταση των ΧΚΛ θα αναφερθούν οι διάφορες κατηγορίες των παραπάνω βασικών μεγεθών για αντλίες.

ΠΑΡΟΧΗ

Πραγματική παροχή, Q: είναι η παροχή που παίρνουμε στην έξοδο (κατάθλιψη) της αντλίας και υπολογίζεται από $Q=c A$, όπου c =μέση ταχύτητα (m/s) στον αγωγό εξόδου και A = επιφάνεια (m²) της διατομής του αγωγού.

Θεωρητική παροχή, Q_θ: είναι η παροχή που θα έπρεπε να παίρνουμε στην έξοδο (κατάθλιψη) της αντλίας εάν δεν υπήρχαν καθόλου εσωτερικές ή εξωτερικές διαρροές.

Εσωτερική παροχή, Q_{εσ}: είναι η παροχή που περνάει από την πτερωτή αλλά τελικά δε διέρχεται εξ' ολοκλήρου από την έξοδο της αντλίας και ισούται με $Q_{εσ} = Q + Q_{\delta}$, δηλαδή ένα τμήμα της παροχής (Q_{δ}) διαρρέει εσωτερικά μέσα από το διάκενο της πτερωτής και του κελύφους της αντλίας. Η εσωτερική διαρροή οφείλεται στη διαφορά πίεσης μεταξύ των πλευρών κατάθλιψης και αναρρόφησης της πτερωτής και εξαρτάται (i) από το μέγεθός της, (ii) από το μέγεθος του διακένου και (iii) από το ιξώδες του ρευστού. Εάν οι εξωτερικές διαρροές είναι μηδενικές, τότε $Q_{\delta} = Q_{\theta} - Q$.

Κανονική παροχή, Q_ο: είναι η παροχή που παίρνουμε στην έξοδο (κατάθλιψη) της αντλίας όταν η αντλία λειτουργεί στο μέγιστο βαθμό απόδοσης (για φυγοκεντρικές αντλίες $Q_o = 0.6 Q_{max}$).

ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ (ΥΨΟΣ)



Ύψος αναρρόφησης, h_a : είναι το μανομετρικό που αντιστοιχεί στην πίεση αναρρόφησης, $h_a = r_k / \gamma$.

Ύψος κατάθλιψης, h_k : είναι το μανομετρικό που αντιστοιχεί στην πίεση κατάθλιψης, $h_k = r_k / \gamma$.

Ολικό μανομετρικό, Δh : είναι το μανομετρικό που δημιουργείται μεταξύ της αναρρόφησης/εισόδου/θέση (α) και της κατάθλιψης/εξόδου/θέση (κ) της αντλίας ($\gamma = \rho g = \text{ειδικό βάρος του ρευστού}$)

Δηλαδή με την τοποθέτηση ενός μανομέτρου στην αναρρόφηση και ενός στην κατάθλιψη, είναι δυνατός ο υπολογισμός όλων των παραπάνω μανομετρικών.

ΙΣΧΥΣ

Ηλεκτρική ισχύς, $P_{\eta\lambda}$: είναι η ισχύς που καταναλίσκεται από τον Η/Κ της αντλίας.

Αξονική ισχύς, P_v : είναι η ισχύς που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας από τον Η/Κ.

Υδραυλική ισχύς, P_h : είναι η ισχύς που περιλαμβάνεται από το ρευστό στην έξοδο της αντλίας και ισούται με:

$$P_h = Q \Delta P = Q \rho g \Delta h = Q \gamma \Delta h (W)$$

Εσωτερική ισχύς, $P_{\epsilon\varsigma}$: είναι η ισχύς που μεταβιβάζεται από την πτερωτή στο ρευστό και ισούται με:

$$P_{\epsilon\varsigma} = Q_{\epsilon\sigma} \rho g D h_{\epsilon\varsigma} (W)$$

ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Βαθμός απόδοσης, η : είναι ο λόγος της υδραυλικής ισχύος προς την αξονική ισχύ: $\eta = P_h / P_v$. Η μέγιστη τιμή του η για αντλίες είναι μεταξύ 60% και 80%.

Υδραυλικός βαθμός απόδοσης, η_h : είναι ο λόγος του ολικού μανομετρικού ως προς το εσωτερικό μανομετρικό: $\eta_h = \Delta h / \Delta h_{\epsilon\varsigma} = \Delta h / (\Delta h + \Delta h_{\delta})$ και δηλώνει τις υδραυλικές απώλειες λόγω της ροής (οριακά στρώματα, δευτερεύουσα ροή, απώλεια στήριξης κτλ). Κυμαίνεται μεταξύ 70% και 90%.

Μηχανικός βαθμός απόδοσης, η_m : είναι ο λόγος της εσωτερικής ισχύος προς την αξονική ισχύ: $\eta_m = P_{\epsilon\varsigma} / P_v$ και δηλώνει τις μηχανικές απώλειες λόγω της μετάδοσης της κίνησης (π.χ τριβές στα έδρανα ολίσθησης). Κυμαίνεται μεταξύ 80% και 96%



Ογκομετρικός βαθμός απόδοσης, η_v : είναι ο λόγος της πραγματικής παροχής προς την εσωτερική παροχή: $\eta_v = Q/Q_{εξ} = Q/(Q+Q_{\delta})$ και δηλώνει τις απώλειες λόγω των εσωτερικών διαρροών από την πλευρά κατάθλιψης στην πλευρά αναρρόφησης. Κυμαίνεται μεταξύ 96% και 98%.

Δηλαδή ο βαθμός απόδοσης ισούται με το γινόμενο του υδραυλικού, του μηχανικού και του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης.

Για τις αντλίες κατασκευάζονται τρεις χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας: α) για το ολικό μανομετρικό Δh , β) για την αξονική ισχύ στον άξονα P_n και γ) για το βαθμό απόδοσης. Και τα τρία αυτά μεγέθη παριστάνονται ως συνάρτηση της παροχής, Q . Συνήθως οι τρεις καμπύλες παριστάνονται μαζί στο ίδιο διάγραμμα. Κάθε ΣΜ έχει ένα βέλτιστο σημείο λειτουργίας, εκεί δηλαδή όπου ο βαθμός απόδοσης, η , παίρνει τη μέγιστη τιμή του. Άρα πρέπει να χρησιμοποιούμε τη ΣΜ που μας δίνει την επιθυμητή λειτουργία με τη μεγαλύτερη οικονομία.

Για αντλίες παριστάνεται επίσης η καμπύλη $NPSH_R$ (Net Positive Suction Head, Required), η οποία είναι το απαιτούμενο μανομετρικό στην αναρρόφηση, ώστε να μην παρουσιαστεί σπηλαιώση και εξαρτάται από τη γεωμετρική μορφή του δρομέα στην περιοχή της αναρρόφησης (εισόδου αντλίας). Η μέτρηση του $NPSH_R$ γίνεται με βαθμιαία ελάττωση της στατικής πίεσης στην είσοδο της αντλίας, κρατώντας σταθερή την παροχή και μετρώντας τη διαφορά πίεσης Δp μεταξύ εισόδου και εξόδου της αντλίας. όταν η διαφορά αυτή, η οποία πρέπει χωρίς σπηλαιώση να είναι σταθερή, μειωθεί κατά 1-3%, τότε οριοθετείτε η απαρχή της σπηλαιώσης για τη συγκεκριμένη παροχή και καταγράφεται η τιμή του $NPSH$. πολλοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν ακουστικές μεθόδους για την ανίχνευση της αρχής της σπηλαιώσης και τότε το $NPSH_R$ είναι πάντοτε μεγαλύτερο από ότι με τη μέθοδο της μέτρησης της διαφοράς πίεσης στην αντλία.

5.2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΚΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Όπως αναφέρθηκε, μια αντλία είναι επιθυμητό να λειτουργεί στο σημείο βέλτιστης απόδοσης (μέγιστος βαθμός απόδοσης, η_{max}). Όταν λειτουργεί αριστερά του σημείου αυτού, δηλαδή με μικρότερη παροχή από αυτή που αντιστοιχεί στο η_{max} ,



τότε λέγεται ότι λειτουργεί σε συνθήκες μερικής παροχής (off-design/ εκτός σχεδιασμού) και εκφράζεται από το λόγο της παροχής ως προς την παροχή για Q_{max} .

Υπάρχει όμως περίπτωση η αντλία να μη λειτουργεί με κανονικό τρόπο, δηλαδή για θετική παροχή και θετικό μανομετρικό. Έτσι αν η πίεση στην είσοδο είναι μεγαλύτερη απ' ότι στην έξοδο, τότε η αντλία λειτουργεί ως απώλεια τριβής στη ροή, όπως ένα οποιοδήποτε υδραυλικό εξάρτημα. Αν όμως η πίεση στην έξοδο είναι μεγαλύτερη απ' ότι στην είσοδο, αλλά η ροή είναι αντίθετη, δηλαδή από την έξοδο προς την είσοδο της αντλίας, τότε η αντλία ανθίσταται πραγματικά (ενεργητικά και όχι παθητικά) στη ροή.



5.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΟΜΑΔΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Στο σημείο αυτό πρόκειται να παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν. Για καλύτερα αποτελέσματα κρίθηκε απαραίτητο να φαίνεται και ο πίνακας με τις μετρήσεις και σχηματικά.

Οι μετρήσεις αφορούν την παροχή της κάθε αντλίας σε διάφορες φάσεις της στάθμης του φρεατίου. Όσο η στάθμη κατεβαίνει, τόσο το μανομετρικό ανεβαίνει. Οι μετρήσεις γίνονται στα όρια που έχουμε θέσει για τη στάθμη έναρξης και παύσης λειτουργίας των αντλιών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Περιοχή	ΑΝΤΛΙΑ	Ον. Ισχύς	ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
A8	CP 3170.180/460	22KW	170m ³ /h	30m
A4	CP 3140.180/432	9KW	160m ³ /h	10m
A3	CP 3127.180/441	5.9KW	150m ³ /h	7m
A1	CP3152.181/431	13KW	144m ³ /h	12m
A2	CP 3127.180/481	5.9KW	125m ³ /h	8m

Οι μετρήσεις είναι στιγμιαίες.

Η παροχή μετρήθηκε από όργανο με απόκλιση 10%.

Σχετικά με το μανομετρικό, οι απώλειες τριβών στους σωλήνες και τα εξαρτήματα δεν προσθέτουν παραπάνω από 1m ύψους, και γι' αυτό το λόγο δε λαμβάνονται υπόψη, για διευκόλυνση στους υπολογισμούς. Συνεπώς, το μανομετρικό θεωρείται σταθερό και ίσο με το στατικό ύψος.

Εξαιρείται η πρώτη περίπτωση, όπου η καμπύλη $H = f(Q)$ ορίζεται προσεγγιστικά από τον παρακάτω πίνακα:

Q (m ³ /h)	H (m)
0	22
50	23
100	25
150	28
200	32
250	38



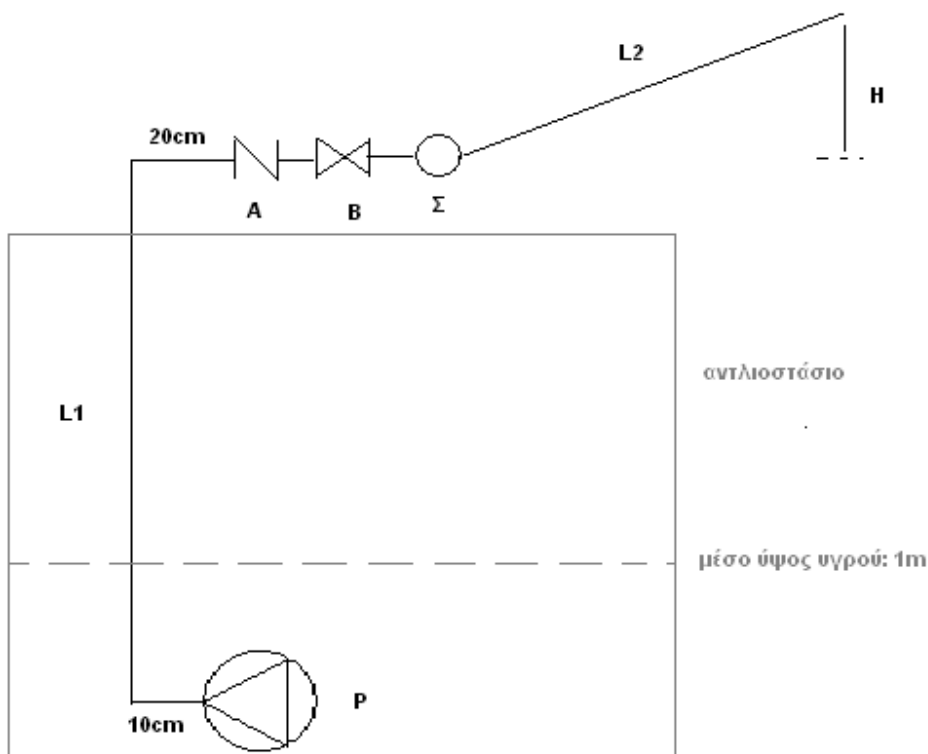
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Περιοχή	Μήκος κατακόρυφου αγωγού (L1)	Διατομή κατακόρυφου αγωγού (Φ1)	Μήκος καταθλιπτικού αγωγού (L2)	Υψομετρική διαφορά συλλέκτη-σημείου κατάθλιψης (H)	Καμπύλες 90 ⁰ στον κοινό καταθλιπτικό	Διατομή καταθλιπτικού αγωγού (Φ2)
A8	13m	250	2000	15	5	800
A4	8m	150	30	2	2	350
A3	6m	150	20	1	2	400
A1	6m	150	100	6	4	400
A2	5m	150	50	3	5	200

ΤΟΜΗ

- P:** Αντλία
- A:** Αντεπίστροφη βαλβίδα με μπίλα
- B:** Βάνα πεταλούδας
- Σ:** Συλλέκτης 2 x 1

- L1:** Μήκος κατακόρυφου καταθλιπτικού αγωγού
- L2:** Μήκος κοινού καταθλιπτικού αγωγού μετά το συλλέκτη
- H:** Υψομετρική διαφορά συλλέκτη-σημείου κατάθλιψης

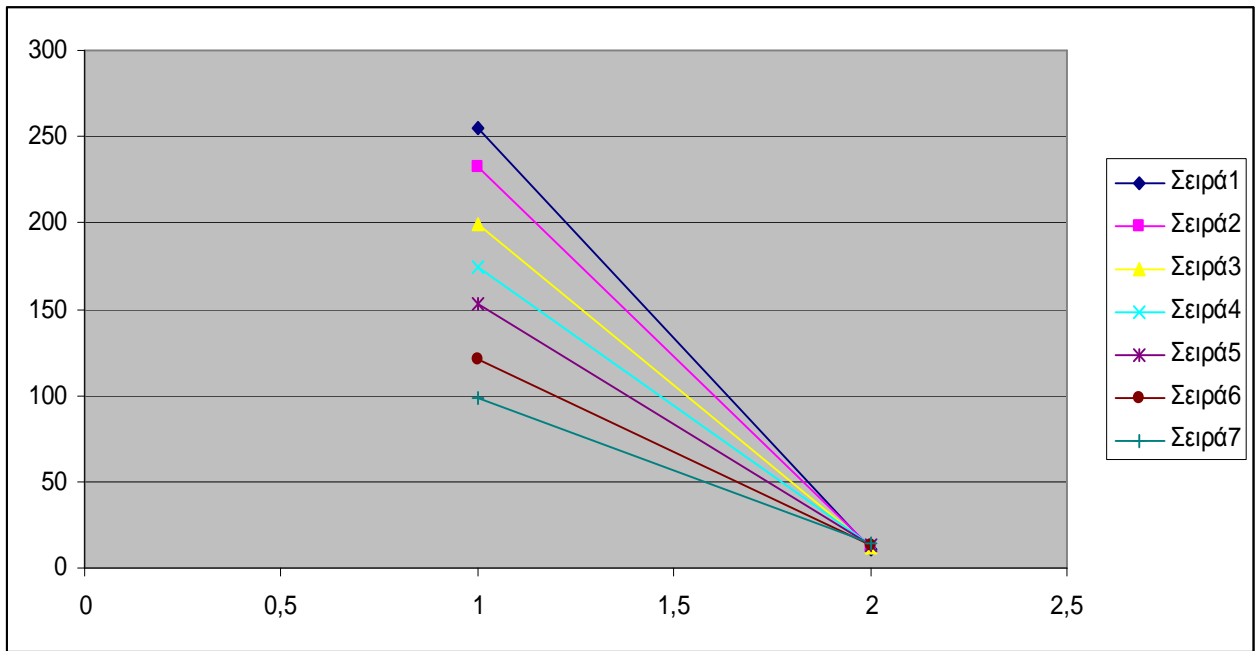


Στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό καταλήγουν δυο ίδιες αντλίες, οπότε η παροχή διπλασιάζεται.



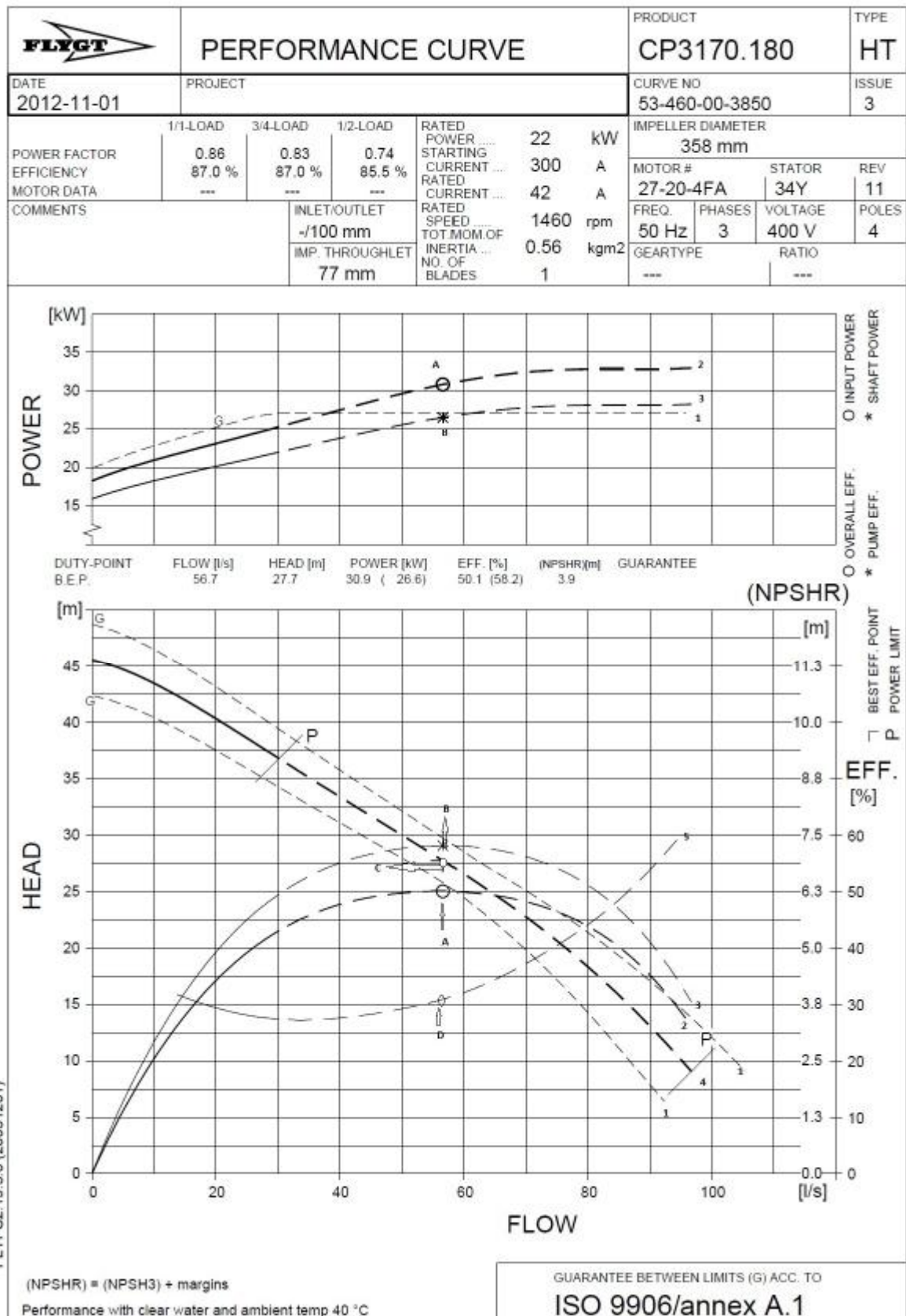
ΥΔΑΤΟΠΥΡΓΟΣ

ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
255	11
233	11,5
199	12
174	12,5
153	13
121	13,5
98	14





ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ ΑΝΤΛΙΑΣ A8





ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΑΤΑΚΕΥΑΣΤΗ

Τα παραπάνω διαγράμματα είναι οι χαρακτηριστικές λειτουργίες που έχουμε από την FLYGT για την αντλία A8 που λειτουργεί στο έργο Υδατόπυργος. Οι προδιαγραφές είναι οι εξής:

- Για πλήρη φορτίο ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,86 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 87%
- Για τα $\frac{3}{4}$ του φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,86 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 87%
- Για το $\frac{1}{2}$ φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,74 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 85,5%

Η διάμετρος εξόδου της αντλίας είναι 100mm.

Η πραγματική ισχύς (P) της μηχανής είναι 22kw.

Ονομαστικό ρεύμα εκκίνησης (I_{εκκ}) είναι 300A

Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας (I_{ον}) είναι 42A

(Αυτή η διαφορά προκύπτει επειδή κατά την εκκίνηση το ρεύμα εκκίνησης είναι 6 έως 7 φορές μεγαλύτερο του ρεύματος λειτουργίας)

Η αντλία είναι 4πολική. Λειτουργεί στα 400 volt και σε συχνότητα 50Hz(τριφασική).

Οι ασύγχρονες στροφές της μηχανής (n_a) είναι 1450 rpm. Για τις στροφές ισχύει $n = f/p * 60$. (όπου n ο αριθμός στροφών, f η συχνότητα σε Hz, P αριθμός ζεύγους πόλων.

Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο προκύπτει ότι οι σύγχρονες στροφές(n) της αντλίας είναι 1500rpm. Λόγο ολίσθησης (S) έχουμε n_a=1460rpm.

Στα πιο πάνω διαγράμματα παρουσιάζεται η ισχύς σε σχέση με την παροχή και η παροχή σε σύγκριση με το μανομετρικό (HEAD).

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ.

ΚΑΜΠΥΛΗ 1:

Μας δίνει τα μέγιστα ανεκτά όρια λειτουργίας της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 2:

Μας δίνει την ισχύ που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο.

ΚΑΜΠΥΛΗ 3:

Μας δίνει την ισχύ που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 4:

Εκφράζει το ρυθμό μεταβολής της ισχύος σε συνάρτηση με την μεταβολή του μανομετρικού και της παροχής της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 5:

Εκφράζει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσεως (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης καθόλα τα όρια λειτουργίας της αντλίας) και ορίζεται ως NPSHR.

ΣΗΜΕΙΟ Α:

Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της πραγματικής ισχύς που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο και βρίσκεται επάνω στην καμπύλη 2

ΣΗΜΕΙΟ Β:

Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της μηχανικής ισχύς στον άξονα της αντλίας, δηλαδή το έργο που αποδίδει η αντλία.



ΣΗΜΕΙΟ C:

Εκφράζει το ιδανικό σημείο λειτουργίας της αντλίας (βέλτιστο σημείο λειτουργίας).

ΣΗΜΕΙΟ D:

Εκφράζει το ελάχιστο όριο θετικού μανομετρικού αναρρόφησης της αντλίας. Αν το σύστημα λειτουργήσει κάτω από αυτό το όριο θα εμφανιστεί το φαινόμενο της σπηλαιώσης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Από το διάγραμμα ισχύος βλέπουμε ότι η ισχύς που καταναλώνει από το Η/Κ της αντλίας είναι $P_{ηλ}=30.9$ kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται από τον Η/Κ στον άξονα της αντλίας είναι $P_N=26.6$ kw.

Από το διάγραμμα μανομετρικού – παροχής της αντλίας παρατηρούμε ότι:

Στο σημείο A ο Η/Κ της αντλίας καταναλώνει 30,9kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας είναι 26,6kw. Για το σημείο A η απόδοση της αντλίας είναι 50,1%, ενώ για το σημείο B είναι 58,2%. Με βάση τα δεδομένα η απόδοση της αντλίας (power factor) = $EFF(A)/EFF(B)=50.1/58.2=0.86$

Για τα σημεία A,B,C η παροχή μας είναι ίση με 56,7 lt/sec.

Το σημείο C αντιστοιχεί σε μανομετρικό ίσο με $H=27.7$ m το οποίο αντιστοιχεί στο βέλτιστο μανομετρικό της αντλίας.

Το σημείο D που βρίσκεται πάνω στην καμπύλη 5, μας δίνει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσης (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης της αντλίας) και ορίζεται ως $NPSHR=3,9m$.

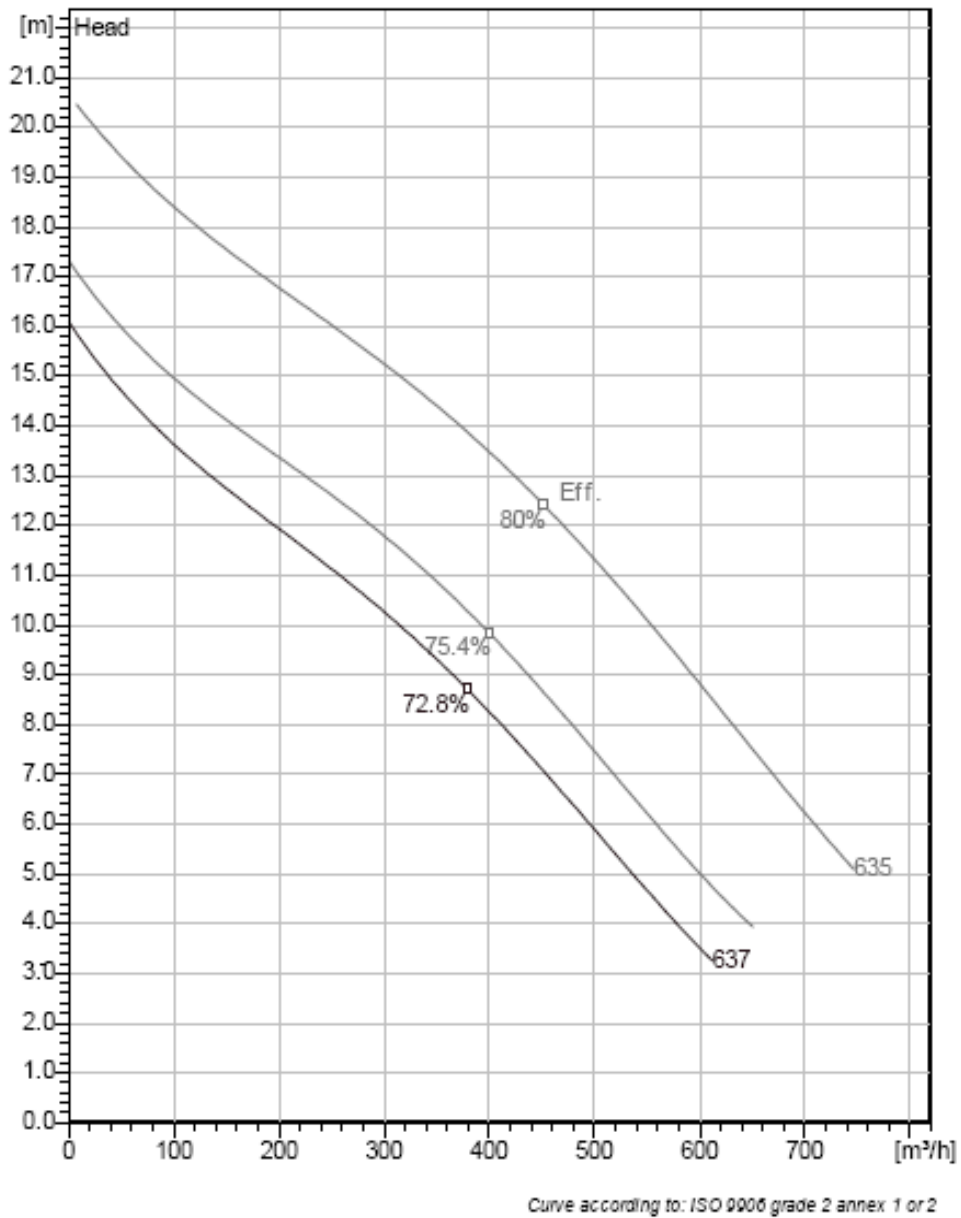
Συμπερασματικά, όπως προκύπτει από τον πίνακα 1

Περιοχή	ΑΝΤΛΙΑ	Ον. Ισχύς	ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
A8	CP 3170.180/460	22KW	170m ³ /h	30m

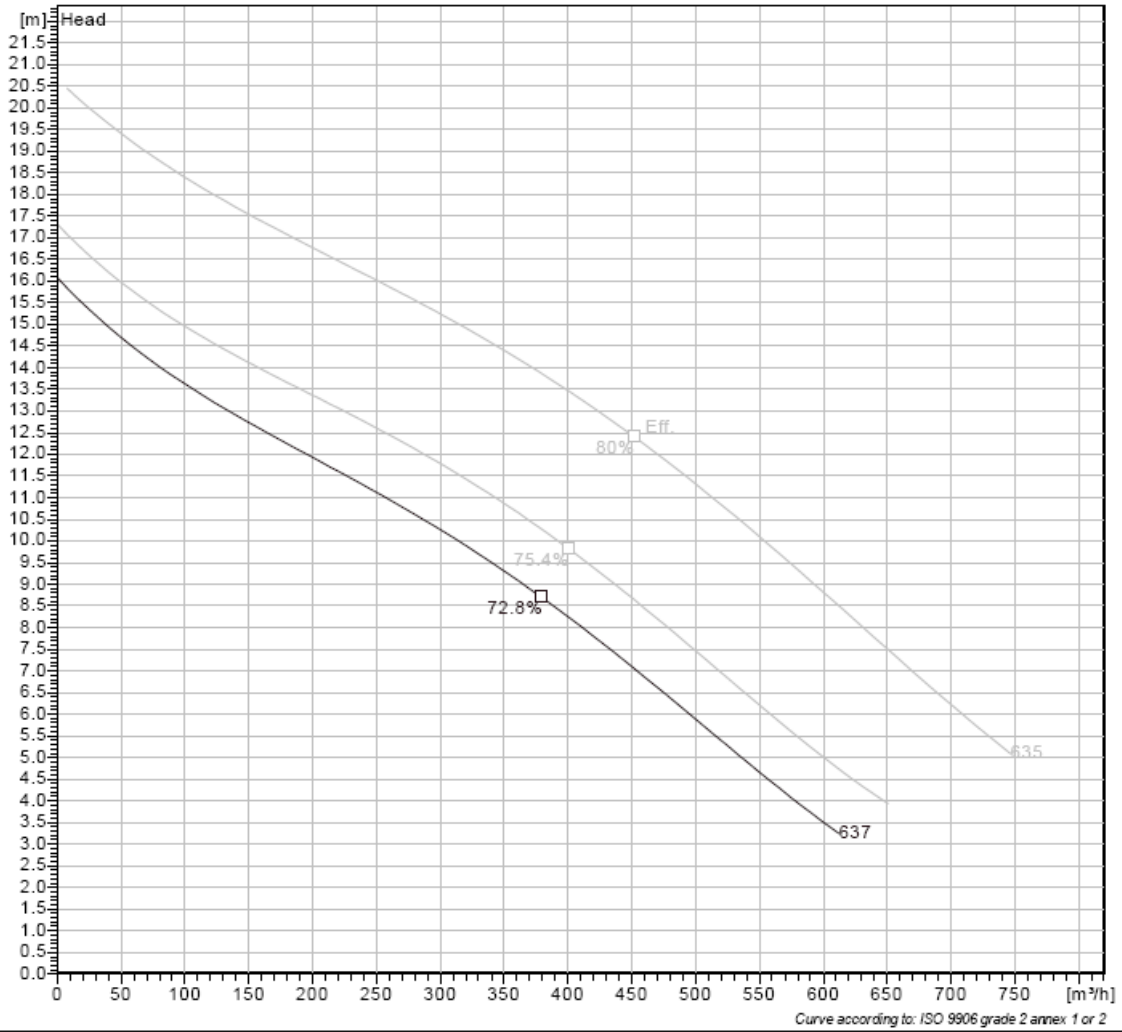
και πίνακα 2

Περιοχή	Μήκος κατακόρυφου αγωγού (L1)	Διατομή κατακόρυφου αγωγού (Φ1)	Μήκος καταθλιπτικού αγωγού (L2)	Ύψομετρική διαφορά συλλέκτη-σημείου κατάθλιψης (H)	Καμπύλες 90 ⁰ στον κοινό καταθλιπτικό	Διατομή καταθλιπτικού αγωγού (Φ2)
A8	13m	250	2000	15	5	800

προκύπτει ότι το μανομετρικό της συγκεκριμένης αντλίας είναι 30m και άρα η αντλία μας δουλεύει εντός ορίων.



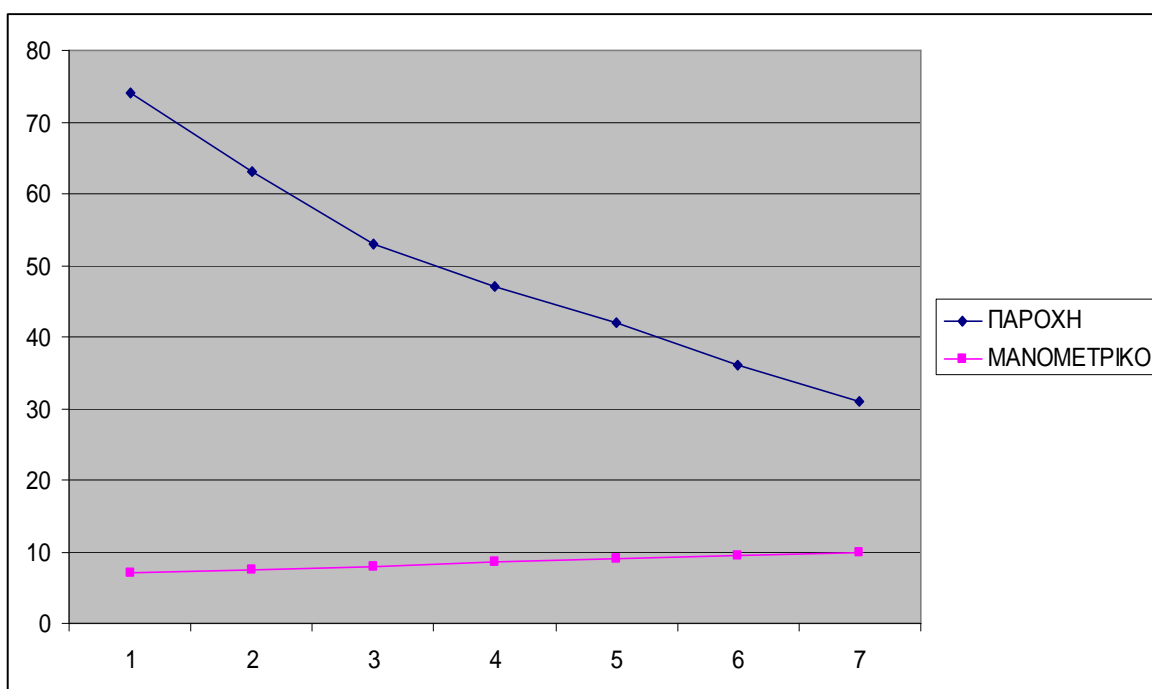
«Σύγκριση Αποδόσεων Αντλιών σε μια Ομάδα Βιολογικού Καθαρισμού»





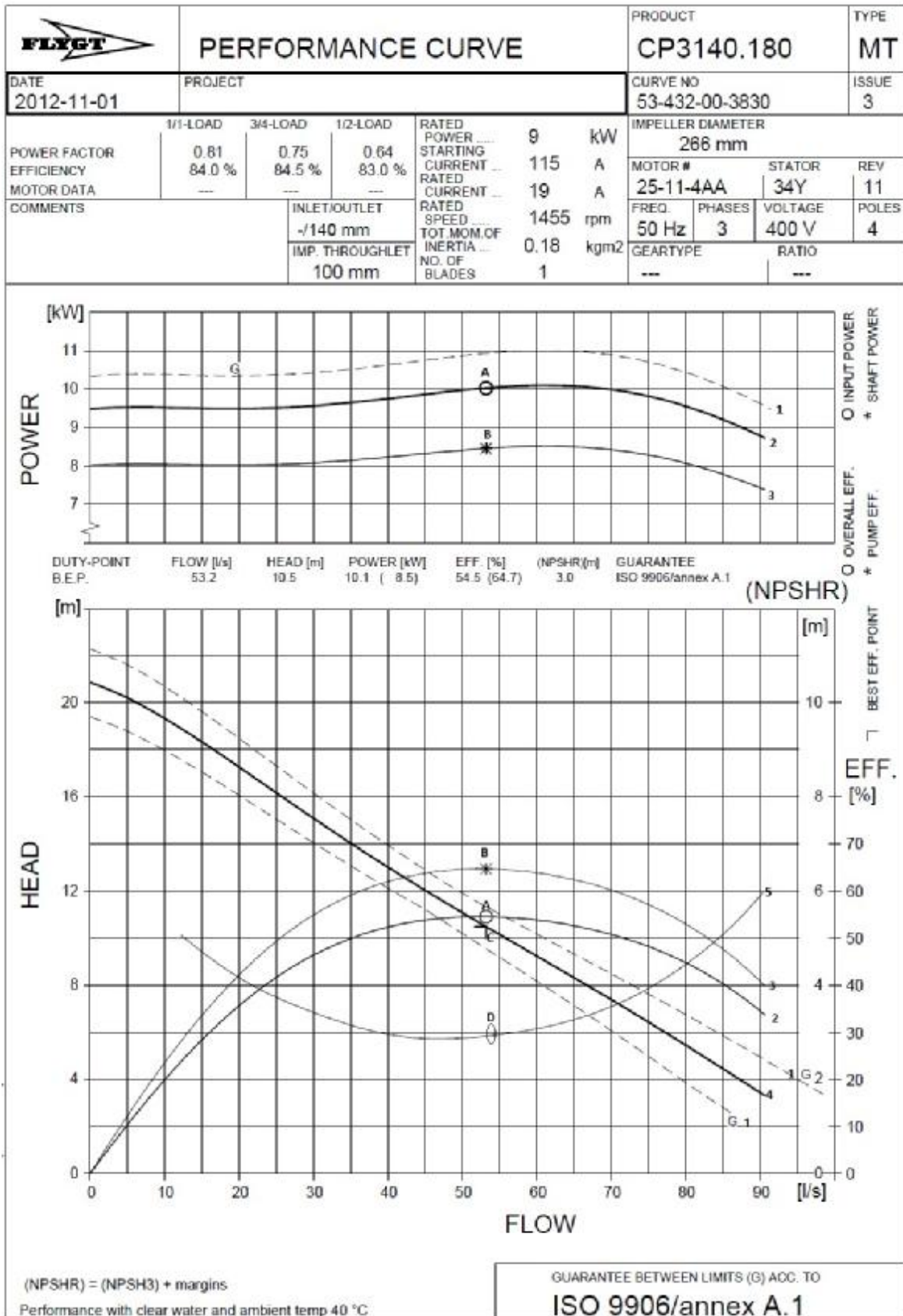
ΓΗΠΕΔΟ

ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
74	7
63	7,5
53	8
47	8,5
42	9
36	9,5
31	10





ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ ΑΝΤΛΙΑΣ A4





ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΑΤΑΚΕΥΑΣΤΗ

Τα παραπάνω διαγράμματα είναι οι χαρακτηριστικές λειτουργίες που έχουμε από την FLYGT για την αντλία A4 που λειτουργεί στο έργο Γήπεδο. Οι προδιαγραφές είναι οι εξής:

- Για πλήρη φορτίο ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,81 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 84%
- Για τα $\frac{3}{4}$ του φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,75 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 84,5%
- Για το $\frac{1}{2}$ φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,64 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 83%

Η διάμετρος εξόδου της αντλίας είναι 140mm.

Η πραγματική ισχύς (P) της μηχανής είναι 9kw.

Ονομαστικό ρεύμα εκκίνησης (I_{εκκ}) είναι 115A

Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας (I_{ον}) είναι 19A

(Αυτή η διαφορά προκύπτει επειδή κατά την εκκίνηση το ρεύμα εκκίνησης είναι 6 έως 7 φορές μεγαλύτερο του ρεύματος λειτουργίας)

Η αντλία είναι 4πολική. Λειτουργεί στα 400 volt και σε συχνότητα 50Hz(τριφασική).

Οι ασύγχρονες στροφές της μηχανής (n_a) είναι 1455 rpm. Για τις στροφές ισχύει $n = f/p * 60$. (όπου n ο αριθμός στροφών, f η συχνότητα σε Hz, P αριθμός ζεύγους πόλων).

Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο προκύπτει ότι οι σύγχρονες στροφές(n) της αντλίας είναι 1500rpm. Λόγο ολίσθησης (S) έχουμε n_a=1455rpm.

Στα πιο πάνω διαγράμματα παρουσιάζεται η ισχύς σε σχέση με την παροχή και η παροχή σε σύγκριση με το μανομετρικό (HEAD).

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ.

ΚΑΜΠΥΛΗ 1:

Μας δίνει τα μέγιστα ανεκτά όρια λειτουργίας της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 2:

Μας δίνει την ισχύ που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο.

ΚΑΜΠΥΛΗ 3:

Μας δίνει την ισχύ που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 4:

Εκφράζει το ρυθμό μεταβολής της ισχύος σε συνάρτηση με την μεταβολή του μανομετρικού και της παροχής της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 5:

Εκφράζει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσεως (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης καθόλα τα όρια λειτουργίας της αντλίας) και ορίζεται ως NPSHR.

ΣΗΜΕΙΟ Α:

Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της πραγματικής ισχύς που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο και βρίσκεται επάνω στην καμπύλη 2

ΣΗΜΕΙΟ Β:

Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της μηχανικής ισχύς στον άξονα της αντλίας, δηλαδή το έργο που αποδίδει η αντλία.



ΣΗΜΕΙΟ C:

Εκφράζει το ιδανικό σημείο λειτουργίας της αντλίας (βέλτιστο σημείο λειτουργίας).

ΣΗΜΕΙΟ D:

Εκφράζει το ελάχιστο όριο θετικού μανομετρικού αναρρόφησης της αντλίας. Αν το σύστημα λειτουργήσει κάτω από αυτό το όριο θα εμφανιστεί το φαινόμενο της σπηλαιώσης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Από το διάγραμμα ισχύος βλέπουμε ότι η ισχύς που καταναλώνει από το Η/Κ της αντλίας είναι $P_{\eta\lambda}=10.1$ kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται από τον Η/Κ στον άξονα της αντλίας είναι $P_N=8.5$ kw.

Από το διάγραμμα μανομετρικού – παροχής της αντλίας παρατηρούμε ότι:

Στο σημείο A ο Η/Κ της αντλίας καταναλώνει 10,1kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας είναι 8.5 kw. Για το σημείο A η απόδοση της αντλίας είναι 54,5%, ενώ για το σημείο B είναι 64,7%. Με βάση τα δεδομένα η απόδοση της αντλίας (power factor) = $EFF(A)/EFF(B)=54.5/64,7=0,84$

Για τα σημεία A,B,C η παροχή μας είναι ίση με 53,2 lt/sec.

Το σημείο C αντιστοιχεί σε μανομετρικό ίσο με $H=10,5$ m το οποίο αντιστοιχεί στο βέλτιστο μανομετρικό της αντλίας.

Το σημείο D που βρίσκεται πάνω στην καμπύλη 5, μας δίνει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσης (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης της αντλίας) και ορίζεται ως $NPSHR=3,0m$.

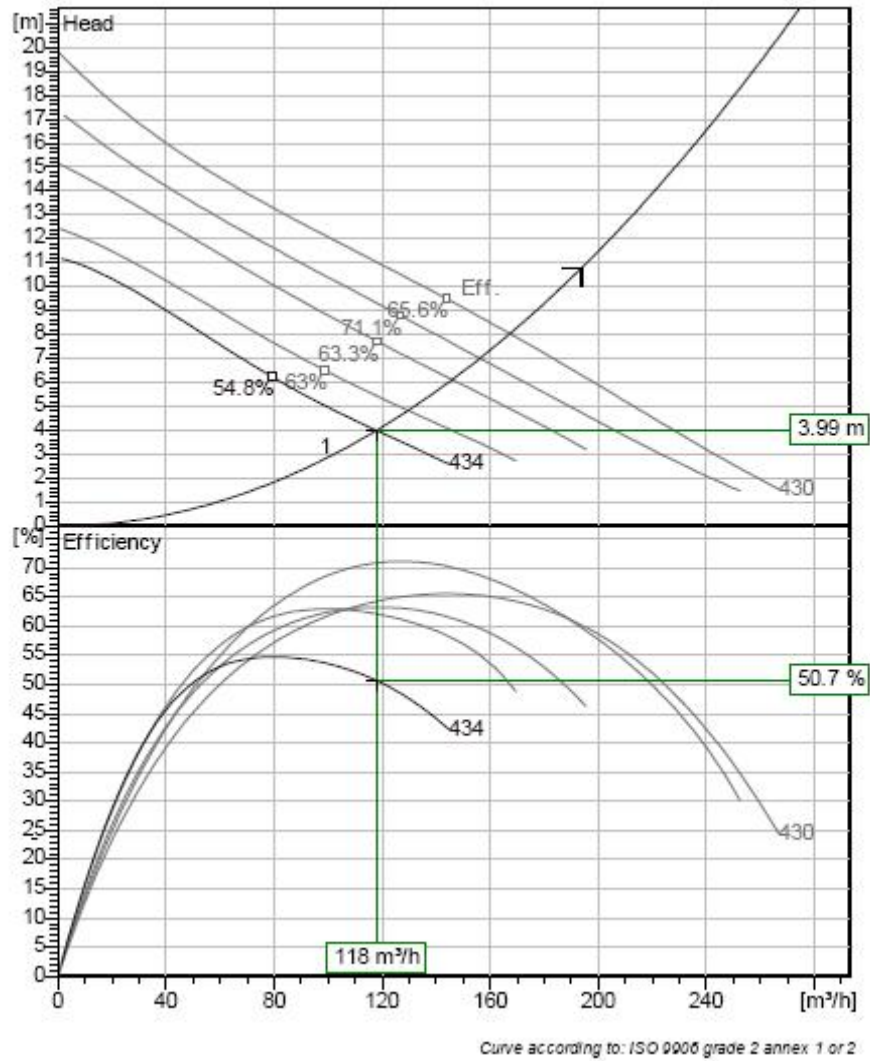
Συμπερασματικά, όπως προκύπτει από τον πίνακα 1

Περιοχή	ΑΝΤΛΙΑ	Ον. Ισχύς	ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
A4	CP 3140.180/432	9KW	160m ³ /h	10m

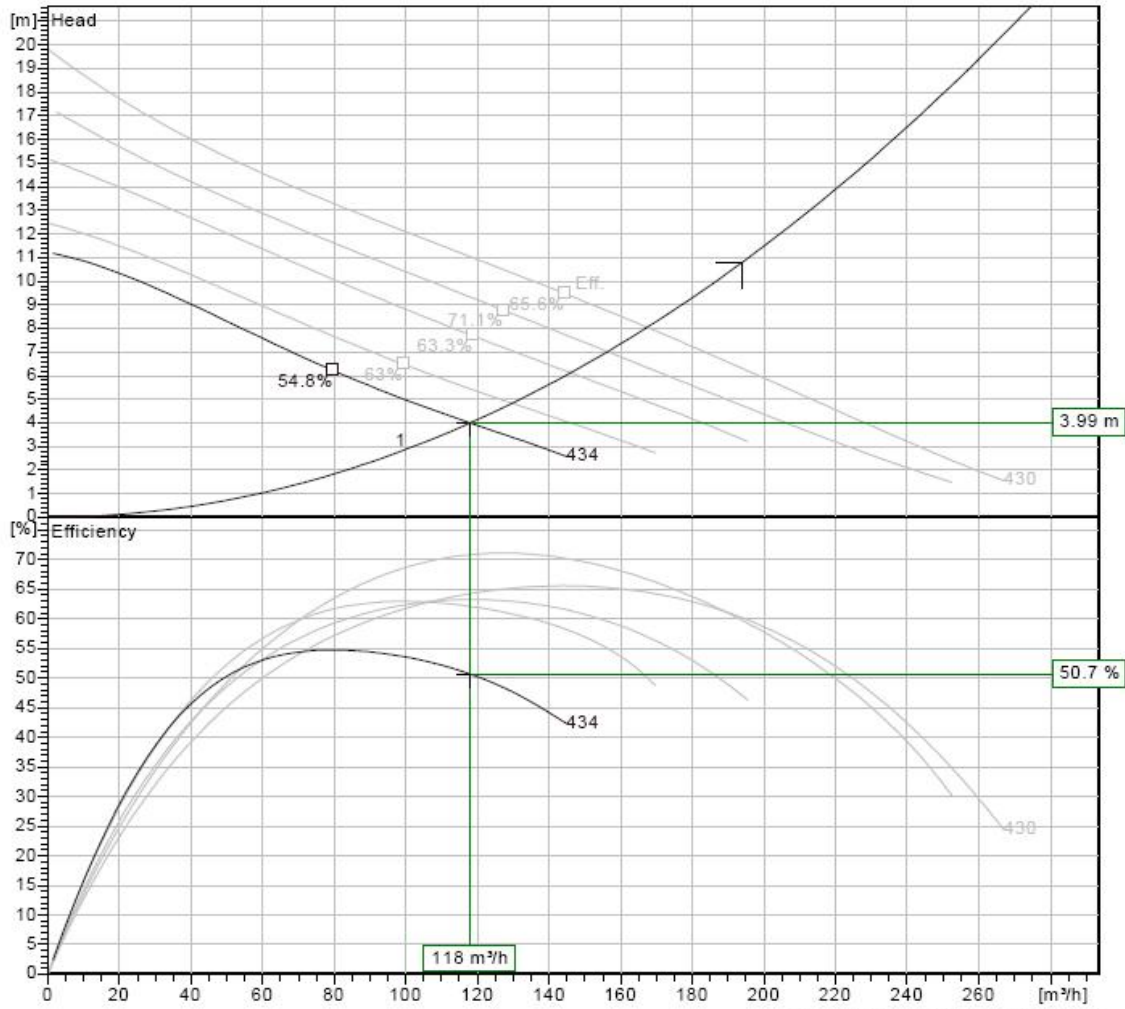
και τον πίνακα 2

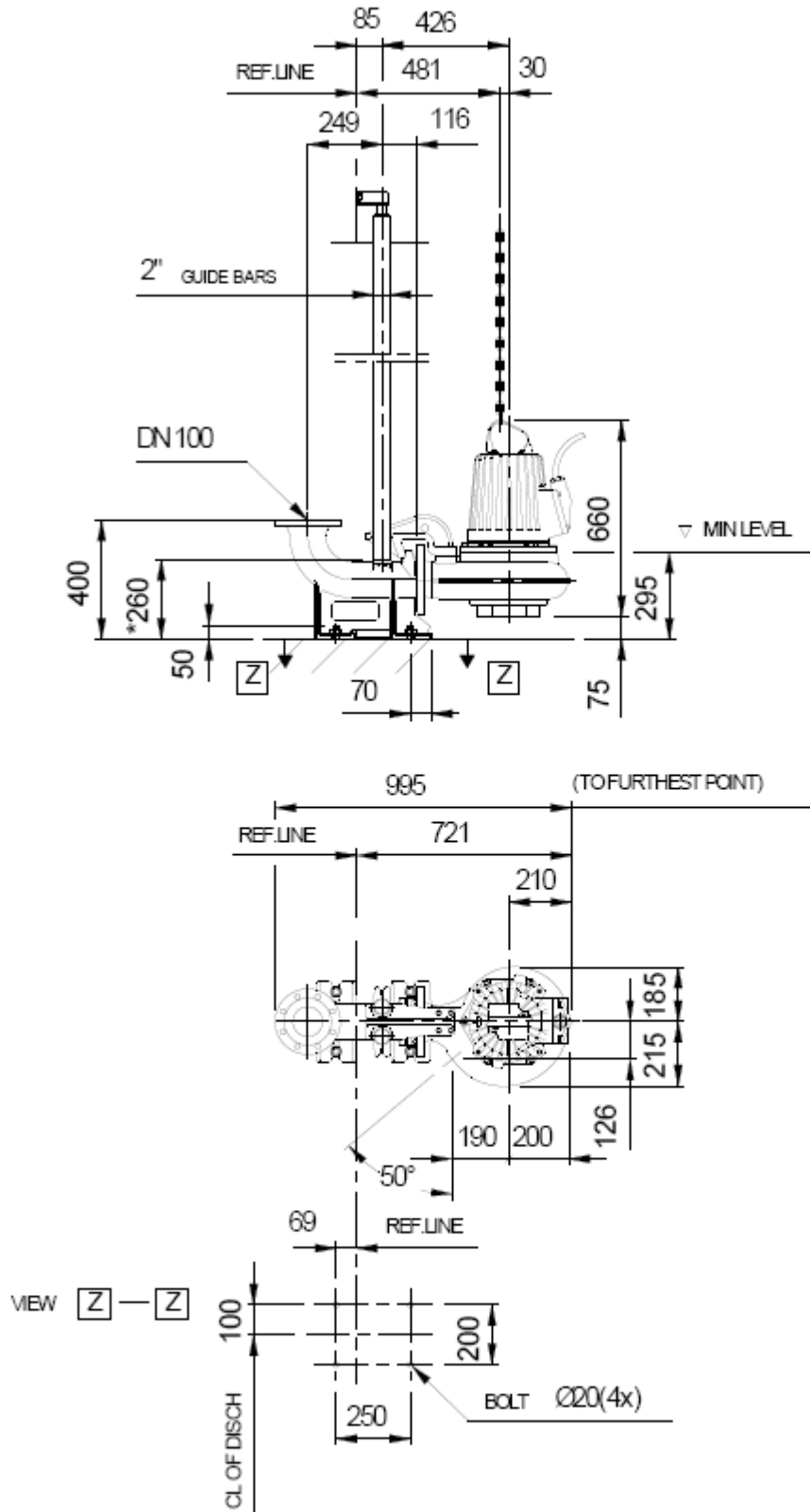
Περιοχή	Μήκος κατακόρυφου αγωγού (L1)	Διατομή κατακόρυφου αγωγού (Φ1)	Μήκος καταθλιπτικού αγωγού (L2)	Ύψομετρική διαφορά συλλέκτη-σημείου κατάθλιψης (H)	Καμπύλες 90 ⁰ στον κοινό καταθλιπτικό	Διατομή καταθλιπτικού αγωγού (Φ2)
A4	8m	150	30	2	2	350

προκύπτει ότι το μανομετρικό της συγκεκριμένης αντλίας είναι 10 m και άρα η αντλία μας δουλεύει εντός ορίων.



«Σύγκριση Αποδόσεων Αντλιών σε μια Ομάδα Βιολογικού Καθαρισμού»





* DIMENSION TO ENDS OF GUIDE BARS

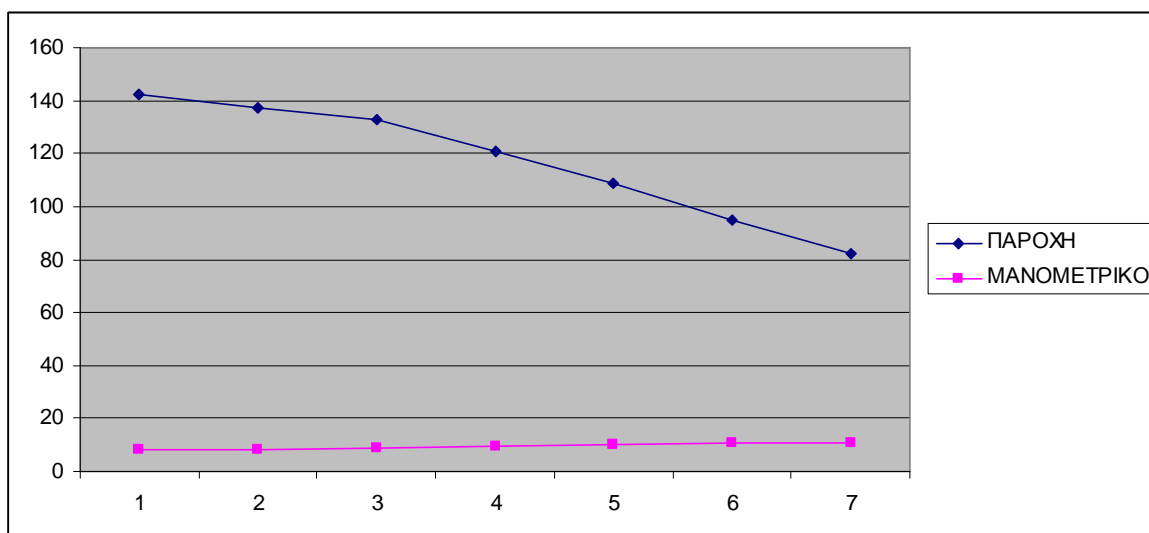
Weight

Dimensional drwg
CP 3127 MT



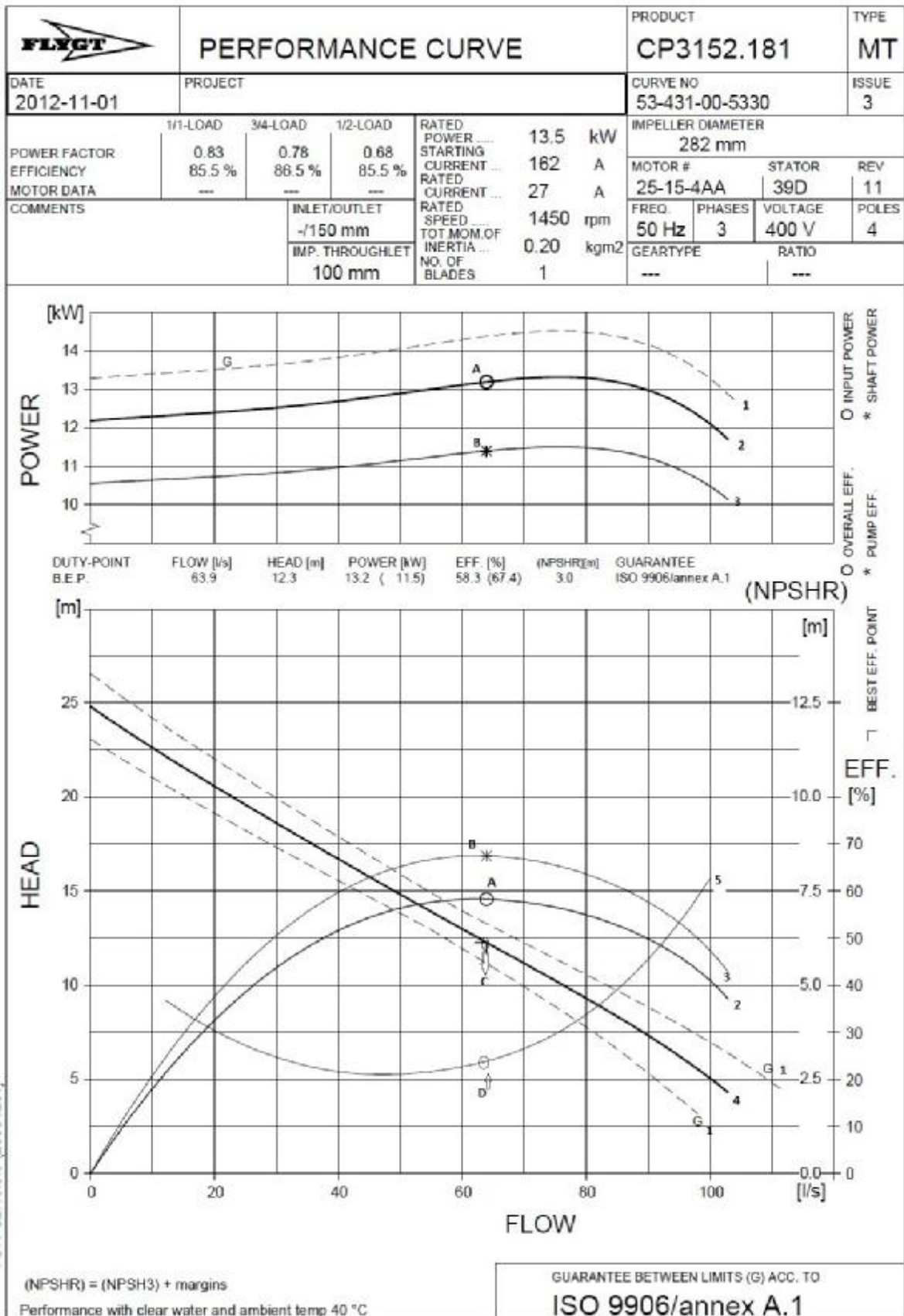
ΒΑΘΥ

ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
142	8
137	8,5
133	9
121	9,5
109	10
95	10,5
82	11





ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ ΑΝΤΛΙΑΣ Α1





ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΑΤΑΚΕΥΑΣΤΗ

Τα παραπάνω διαγράμματα είναι οι χαρακτηριστικές λειτουργίες που έχουμε από την FLYGT για την αντλία A1 που λειτουργεί στο έργο Βαθύ. Οι προδιαγραφές είναι οι εξής:

- Για πλήρη φορτίο ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,83 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 85,5%
- Για τα $\frac{3}{4}$ του φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,78 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 86,5%
- Για το $\frac{1}{2}$ φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,68 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 85,5%

Η διάμετρος εξόδου της αντλίας είναι 150mm.

Η πραγματική ισχύς (P) της μηχανής είναι 13,5kw.

Ονομαστικό ρεύμα εκκίνησης (I_{εκκ}) είναι 162A

Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας (I_{ον}) είναι 27A

(Αυτή η διαφορά προκύπτει επειδή κατά την εκκίνηση το ρεύμα εκκίνησης είναι 6 έως 7 φορές μεγαλύτερο του ρεύματος λειτουργίας)

Η αντλία είναι 4πολική. Λειτουργεί στα 400 volt και σε συχνότητα 50Hz(τριφασική).

Οι ασύγχρονες στροφές της μηχανής (n_a) είναι 1450 rpm. Για τις στροφές ισχύει $n = f/p * 60$. (όπου n ο αριθμός στροφών, f η συχνότητα σε Hz, P αριθμός ζεύγους πόλων).

Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο προκύπτει ότι οι σύγχρονες στροφές(n) της αντλίας είναι 1500rpm. Λόγο ολίσθησης (S) έχουμε n_a=1450rpm.

Στα πιο πάνω διαγράμματα παρουσιάζεται η ισχύς σε σχέση με την παροχή και η παροχή σε σύγκριση με το μανομετρικό (HEAD).

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ.

ΚΑΜΠΥΛΗ 1:

Μας δίνει τα μέγιστα ανεκτά όρια λειτουργίας της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 2:

Μας δίνει την ισχύ που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο.

ΚΑΜΠΥΛΗ 3:

Μας δίνει την ισχύ που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 4:

Εκφράζει το ρυθμό μεταβολής της ισχύος σε συνάρτηση με την μεταβολή του μανομετρικού και της παροχής της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 5:

Εκφράζει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσεως (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης καθόλα τα όρια λειτουργίας της αντλίας) και ορίζεται ως NPSHR.

ΣΗΜΕΙΟ Α:

Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της πραγματικής ισχύς που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο και βρίσκεται επάνω στην καμπύλη 2

ΣΗΜΕΙΟ Β:



Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της μηχανικής ισχύς στον άξονα της αντλίας, δηλαδή το έργο που αποδίδει η αντλία.

ΣΗΜΕΙΟ C:

Εκφράζει το ιδανικό σημείο λειτουργίας της αντλίας (βέλτιστο σημείο λειτουργίας).

ΣΗΜΕΙΟ D:

Εκφράζει το ελάχιστο όριο θετικού μανομετρικού αναρρόφησης της αντλίας. Αν το σύστημα λειτουργήσει κάτω από αυτό το όριο θα εμφανιστεί το φαινόμενο της σπηλαιώσης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Από το διάγραμμα ισχύος βλέπουμε ότι η ισχύς που καταναλώνει από το Η/Κ της αντλίας είναι $P_{ηλ}=13,2$ kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται από τον Η/Κ στον άξονα της αντλίας είναι $P_N=11.5$ kw.

Από το διάγραμμα μανομετρικού – παροχής της αντλίας παρατηρούμε ότι:

Στο σημείο A ο Η/Κ της αντλίας καταναλώνει 13,2kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας είναι 11.5 kw. Για το σημείο A η απόδοση της αντλίας είναι 58,3%, ενώ για το σημείο B είναι 67,4%. Με βάση τα δεδομένα η απόδοση της αντλίας (power factor) = $EFF(A)/EFF(B)=58,3/67,4=0,86$

Για τα σημεία A,B,C η παροχή μας είναι ίση με 63,9 lt/sec.

Το σημείο C αντιστοιχεί σε μανομετρικό ίσο με $H=12,3$ m το οποίο αντιστοιχεί στο βέλτιστο μανομετρικό της αντλίας.

Το σημείο D που βρίσκεται πάνω στην καμπύλη 5, μας δίνει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσης (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης της αντλίας) και ορίζεται ως $NPSHR=3,0m$.

Συμπερασματικά, όπως προκύπτει από τον πίνακα 1

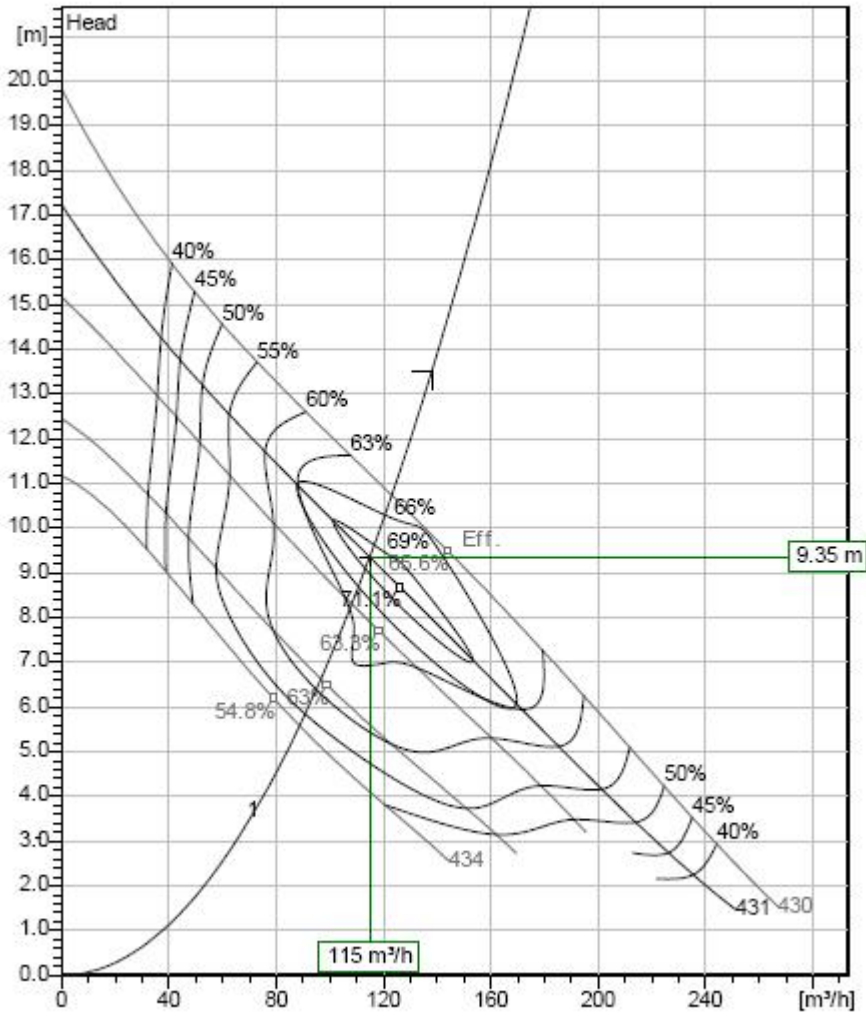
Περιοχή	ΑΝΤΛΙΑ	Ον. Ισχύς	ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
A1	CP3152.181/431	13KW	144m ³ /h	12m

και πίνακα 2

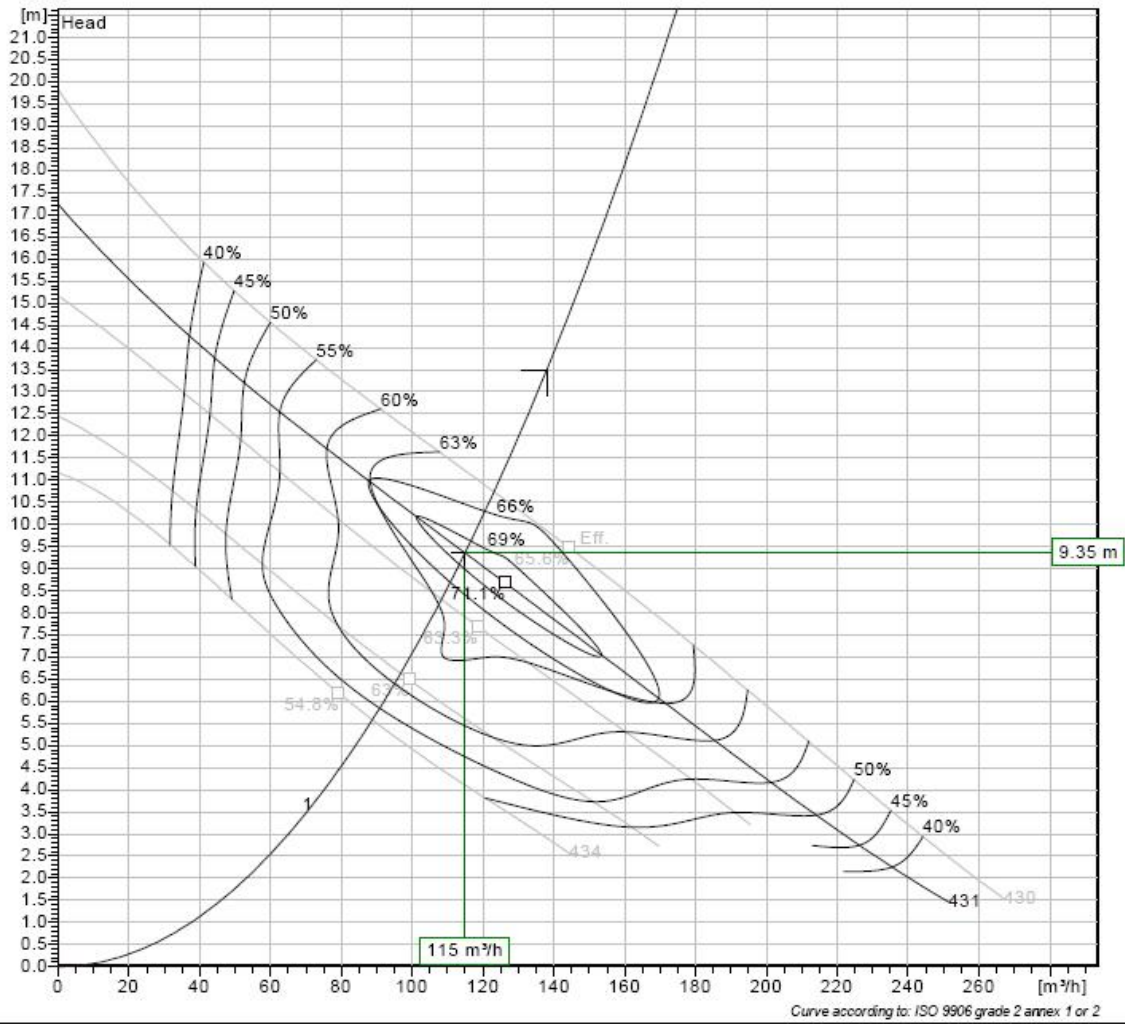
Περιοχή	Μήκος κατακόρυφου αγωγού (L1)	Διατομή κατακόρυφου αγωγού (Φ1)	Μήκος καταθλιπτικού αγωγού (L2)	Υψομετρική διαφορά συλλέκτη-σημείου κατάθλιψης (H)	Καμπύλες 90 ⁰ στον κοινό καταθλιπτικό	Διατομή καταθλιπτικού αγωγού (Φ2)
A1	6m	150	100	6	4	400

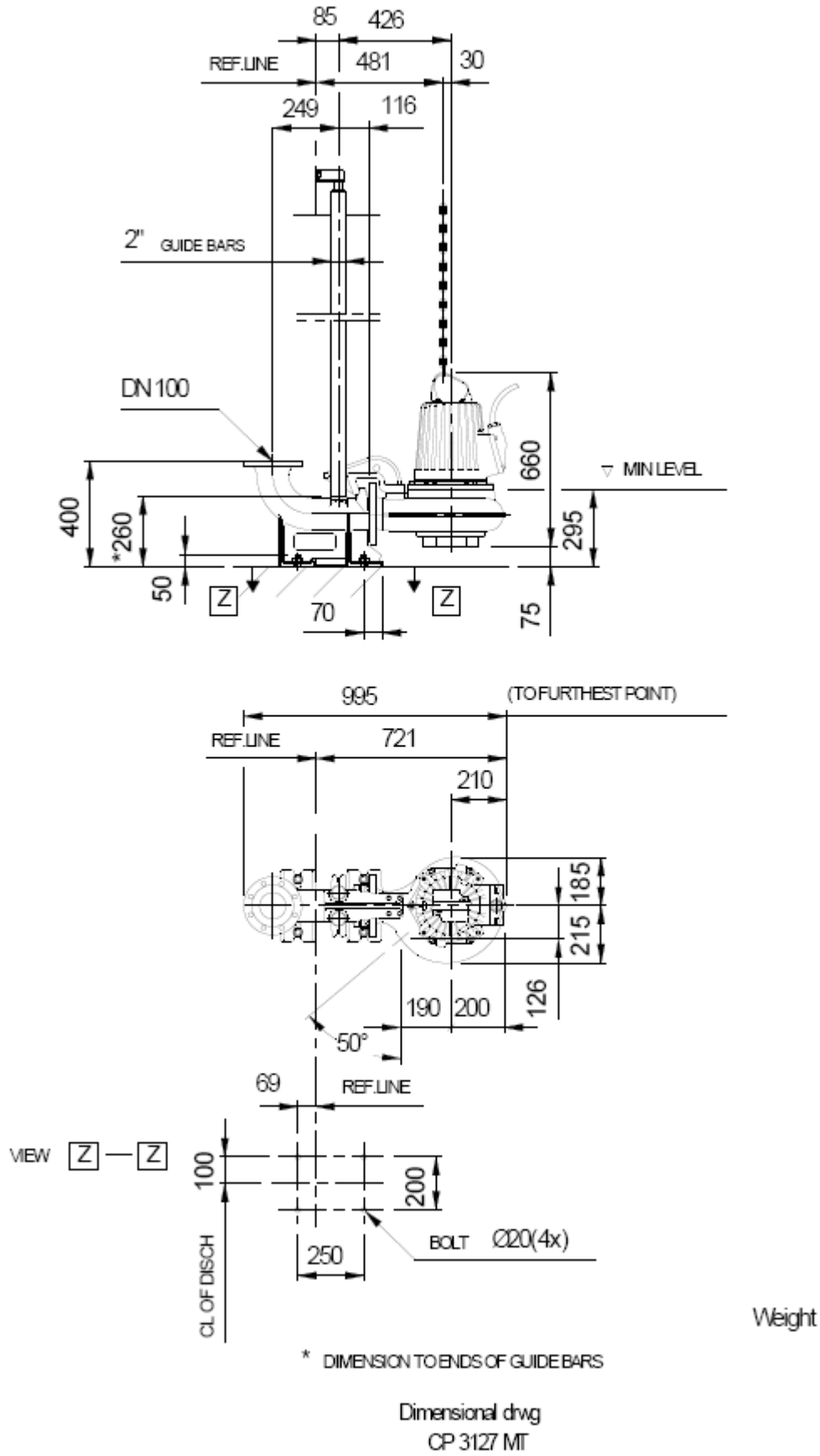
προκύπτει ότι το μανομετρικό της συγκεκριμένης αντλίας είναι 12 m και άρα η αντλία μας δουλεύει εντός ορίων.

«Σύγκριση Αποδόσεων Αντλιών σε μια Ομάδα Βιολογικού Καθαρισμού»



Curve according to: ISO 9906 grade 2 annex 1 or 2

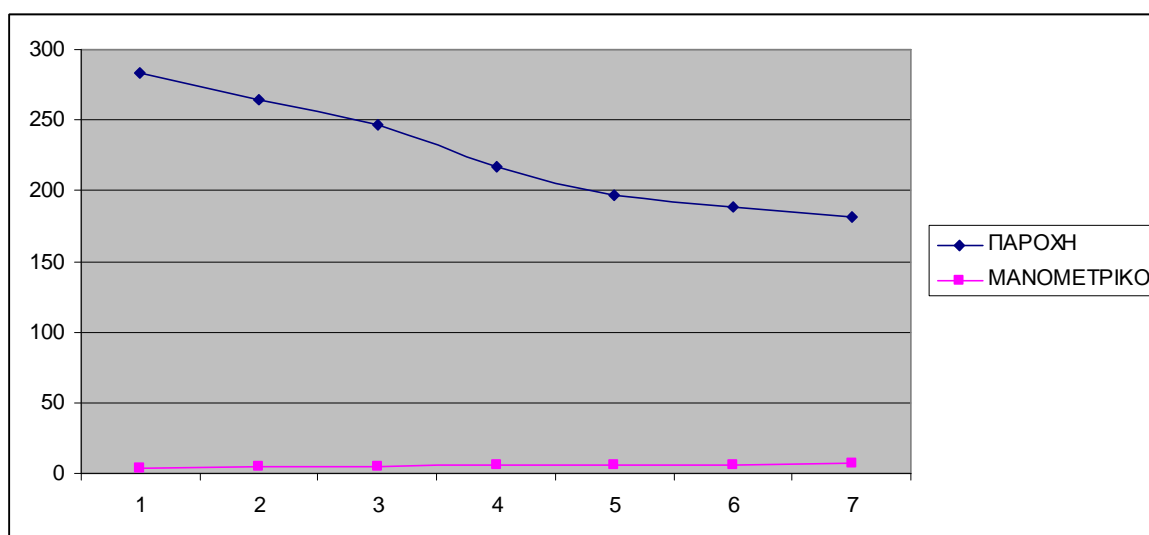






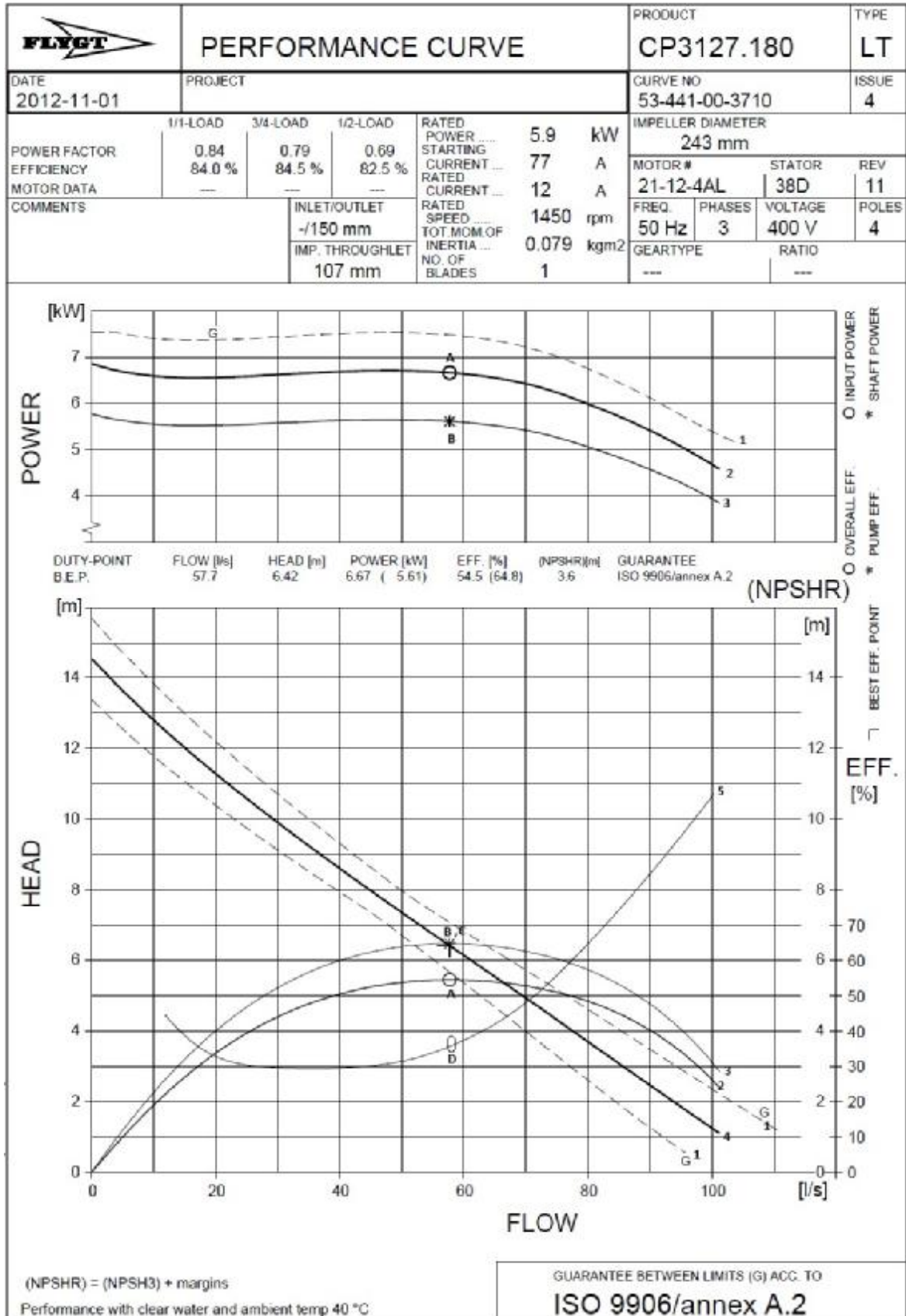
ΦΟΡΟΣ

ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
283	4
264	4,5
247	5
217	5,5
197	6
188	6,5
181	7





ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ ΑΝΤΛΙΑΣ Α3





ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΑΤΑΚΕΥΑΣΤΗ

Τα παραπάνω διαγράμματα είναι οι χαρακτηριστικές λειτουργίες που έχουμε από την FLYGT για την αντλία A3 που λειτουργεί στο έργο Φόρος. Οι προδιαγραφές είναι οι εξής:

- Για πλήρη φορτίο ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,84 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 84%
- Για τα $\frac{3}{4}$ του φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,79 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 84,5%
- Για το $\frac{1}{2}$ φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,69 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 82,5%

Η διάμετρος εξόδου της αντλίας είναι 150mm.

Η πραγματική ισχύς (P) της μηχανής είναι ,5,9kw.

Ονομαστικό ρεύμα εκκίνησης(I_{εκκ}) είναι 77A

Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας (I_{ον}) είναι 12A

(Αυτή η διαφορά προκύπτει επειδή κατά την εκκίνηση το ρεύμα εκκίνησης είναι 6 έως 7 φορές μεγαλύτερο του ρεύματος λειτουργίας)

Η αντλία είναι 4πολική.Λειτουργεί στα 400 volt και σε συχνότητα 50Hz(τριφασική).

Οι ασύγχρονες στροφές της μηχανής (n_a) είναι 1450 rpm.Για τις στροφές ισχύει $n=f/p*60$.(όπου n ο αριθμός στροφών,f η συχνότητα σε Hz, P αριθμός ζεύγους πόλων.

Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο προκύπτει ότι οι σύγχρονες στροφές(n) της αντλίας είναι 1500rpm. Λόγο ολίσθησης (S) έχουμε n_a=1450rpm.

Στα πιο πάνω διαγράμματα παρουσιάζεται η ισχύς σε σχέση με την παροχή και η παροχή σε σύγκριση με το μανομετρικό (HEAD).

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ.

ΚΑΜΠΥΛΗ 1:

Μας δίνει τα μέγιστα ανεκτά όρια λειτουργίας της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 2:

Μας δίνει την ισχύ που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο.

ΚΑΜΠΥΛΗ 3:

Μας δίνει την ισχύ που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 4:

Εκφράζει το ρυθμό μεταβολής της ισχύος σε συνάρτηση με την μεταβολή του μανομετρικού και της παροχής της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 5:

Εκφράζει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσεως (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης καθόλα τα όρια λειτουργίας της αντλίας) και ορίζεται ως NPSHR.

ΣΗΜΕΙΟ A:

Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της πραγματικής ισχύς που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο και βρίσκεται επάνω στην καμπύλη 2

ΣΗΜΕΙΟ B:

Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της μηχανικής ισχύς στον άξονα της αντλίας, δηλαδή το έργο που αποδίδει η αντλία.

ΣΗΜΕΙΟ C:



Εκφράζει το ιδανικό σημείο λειτουργίας της αντλίας (βέλτιστο σημείο λειτουργίας).

ΣΗΜΕΙΟ D:

Εκφράζει το ελάχιστο όριο θετικού μανομετρικού αναρρόφησης της αντλίας. Αν το σύστημα λειτουργήσει κάτω από αυτό το όριο θα εμφανιστεί το φαινόμενο της σπηλαιώσης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Από το διάγραμμα ισχύος βλέπουμε ότι η ισχύς που καταναλώνει από το Η/Κ της αντλίας είναι $P_{\eta\lambda}=6,67$ kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται από τον Η/Κ στον άξονα της αντλίας είναι $P_N=5,61$ kw.

Από το διάγραμμα μανομετρικού – παροχής της αντλίας παρατηρούμε ότι:

Στο σημείο A ο Η/Κ της αντλίας καταναλώνει 6,67kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας είναι 5,61 kw. Για το σημείο A η απόδοση της αντλίας είναι 54,5%, ενώ για το σημείο B είναι 64,8%. Με βάση τα δεδομένα η απόδοση της αντλίας (power factor) = $EFF(A)/EFF(B)=54,5/64,8=0,84$

Για τα σημεία A,B,C η παροχή μας είναι ίση με 57,7 lt/sec.

Το σημείο C αντιστοιχεί σε μανομετρικό ίσο με $H=6,42$ m το οποίο αντιστοιχεί στο βέλτιστο μανομετρικό της αντλίας.

Το σημείο D που βρίσκεται πάνω στην καμπύλη 5, μας δίνει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσης (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης της αντλίας) και ορίζεται ως $NPSHR=3,6$ m.

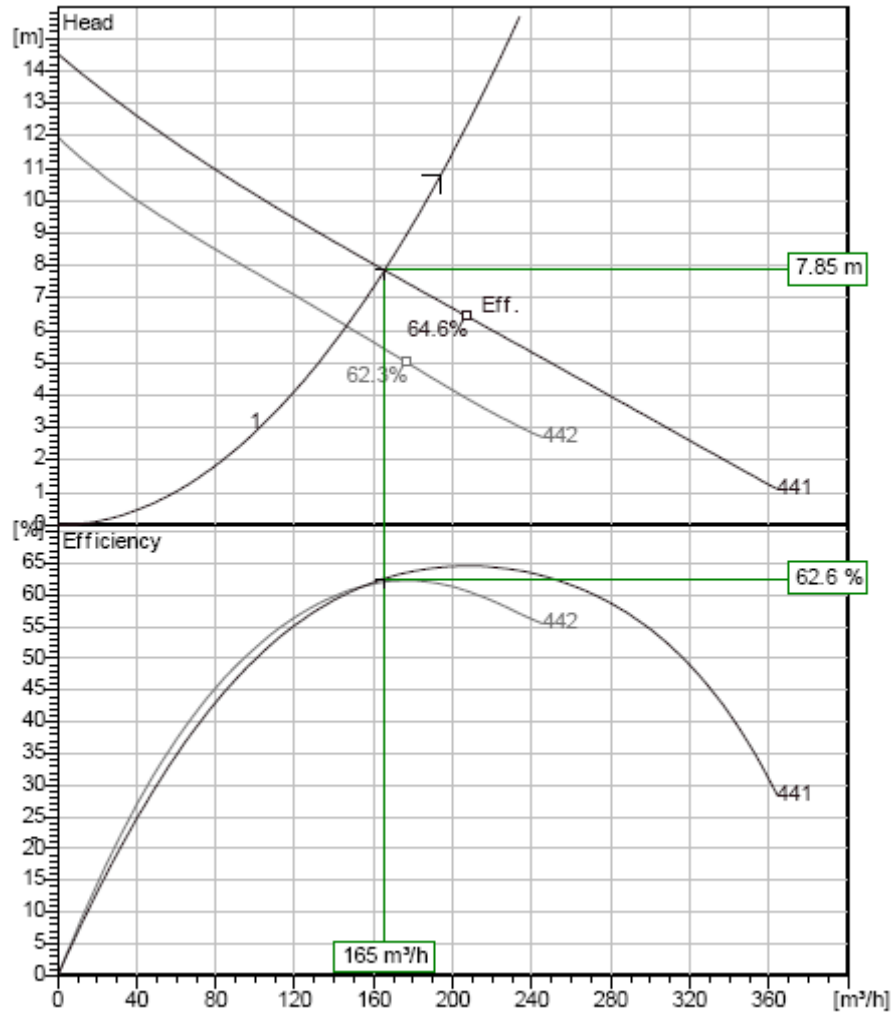
Συμπερασματικά, όπως προκύπτει από τον πίνακα 1

Περιοχή	ΑΝΤΛΙΑ	Ον. Ισχύς	ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
A3	CP 3127.180/441	5.9KW	150m ³ /h	7m

και πίνακα 2

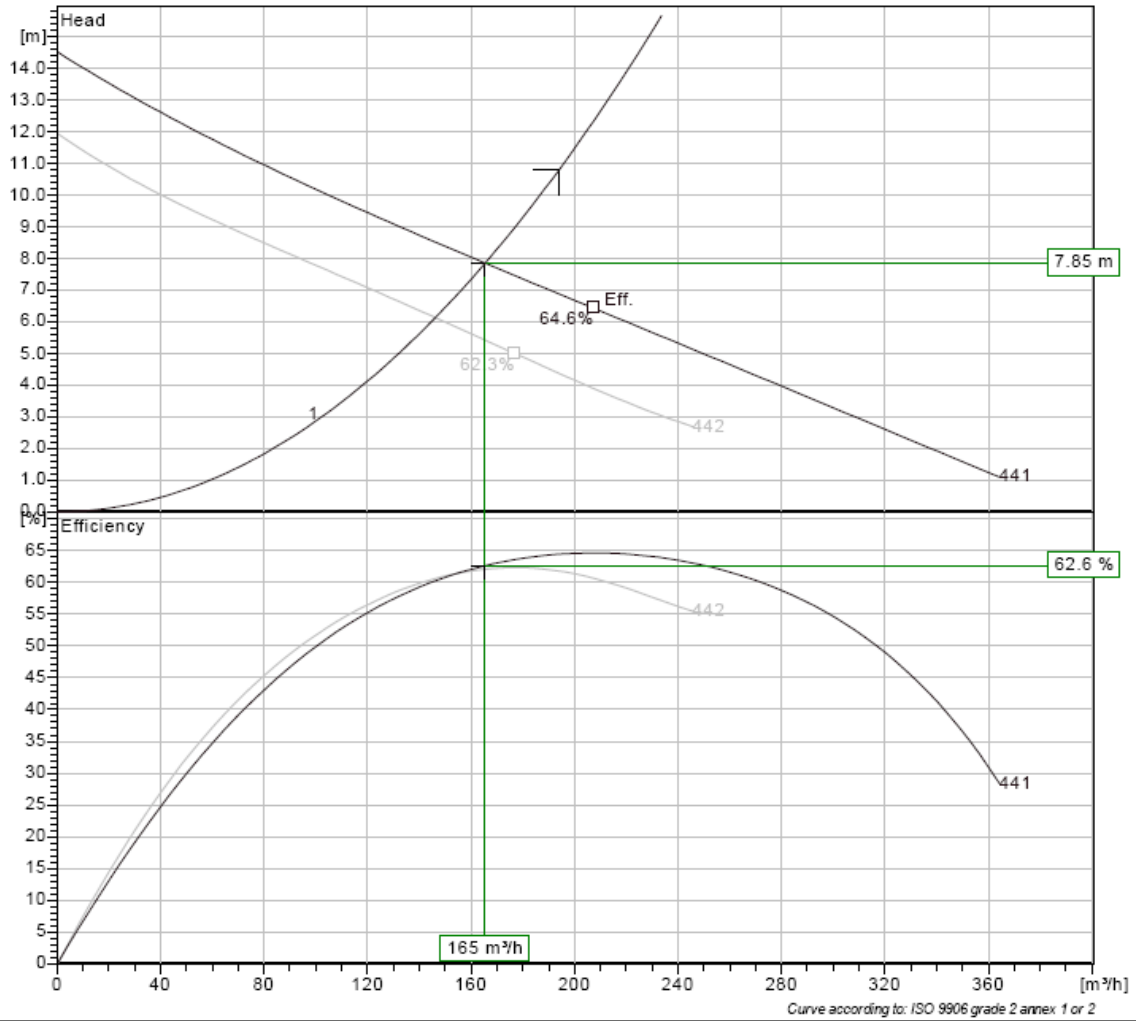
Περιοχή	Μήκος κατακόρυφου αγωγού (L1)	Διατομή κατακόρυφου αγωγού (Φ1)	Μήκος καταθλιπτικού αγωγού (L2)	Ύψομετρική διαφορά συλλέκτη-σημείου κατάθλιψης (H)	Καμπύλες 90 ⁰ στον κοινό καταθλιπτικό	Διατομή καταθλιπτικού αγωγού (Φ2)
A3	6m	150	20	1	2	400

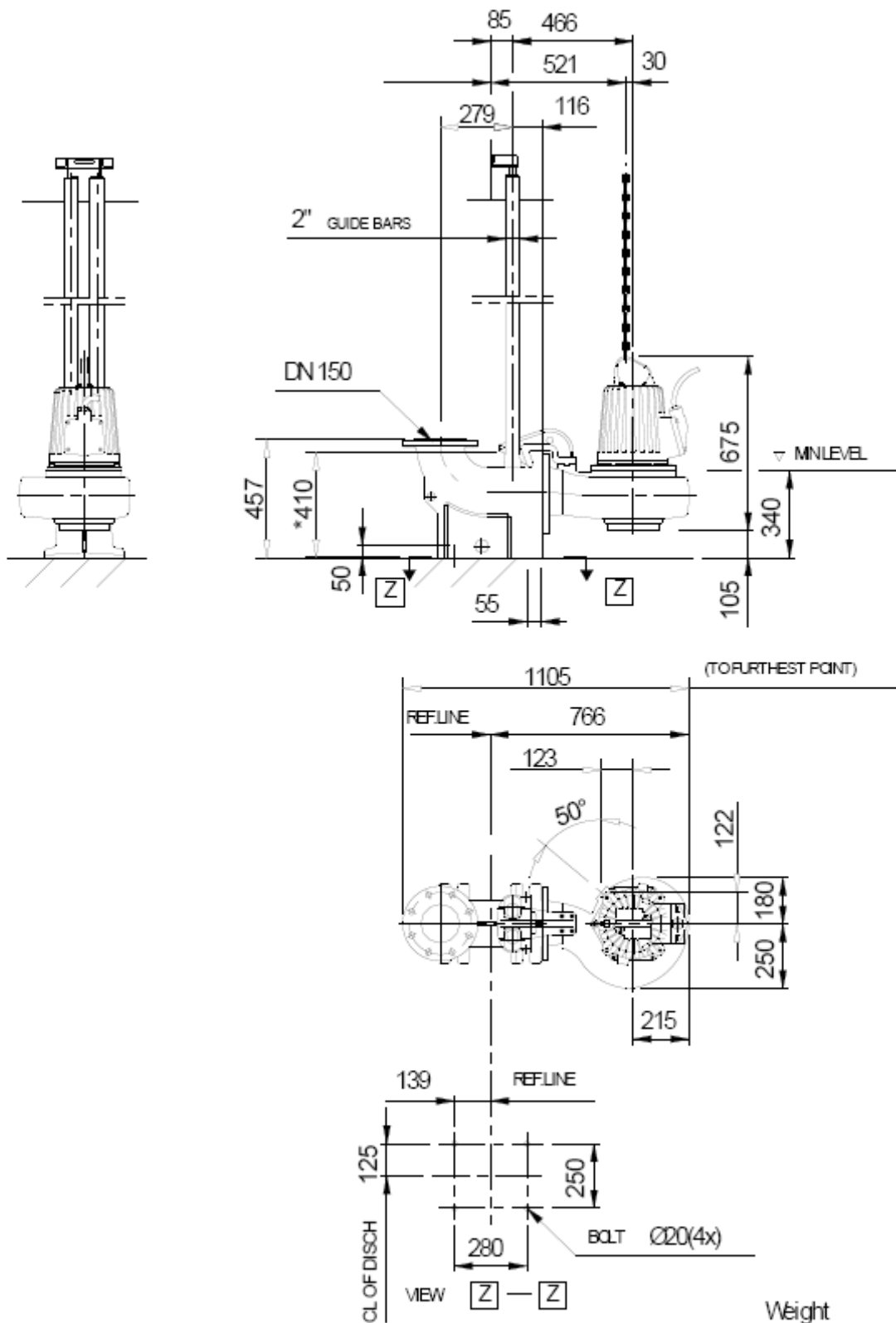
προκύπτει ότι το μανομετρικό της συγκεκριμένης αντλίας είναι 7 m και άρα η αντλία μας δουλεύει εντός ορίων.



Curve according to: ISO 9906 grade 2 annex 1 or 2

«Σύγκριση Αποδόσεων Αντλιών σε μια Ομάδα Βιολογικού Καθαρισμού»





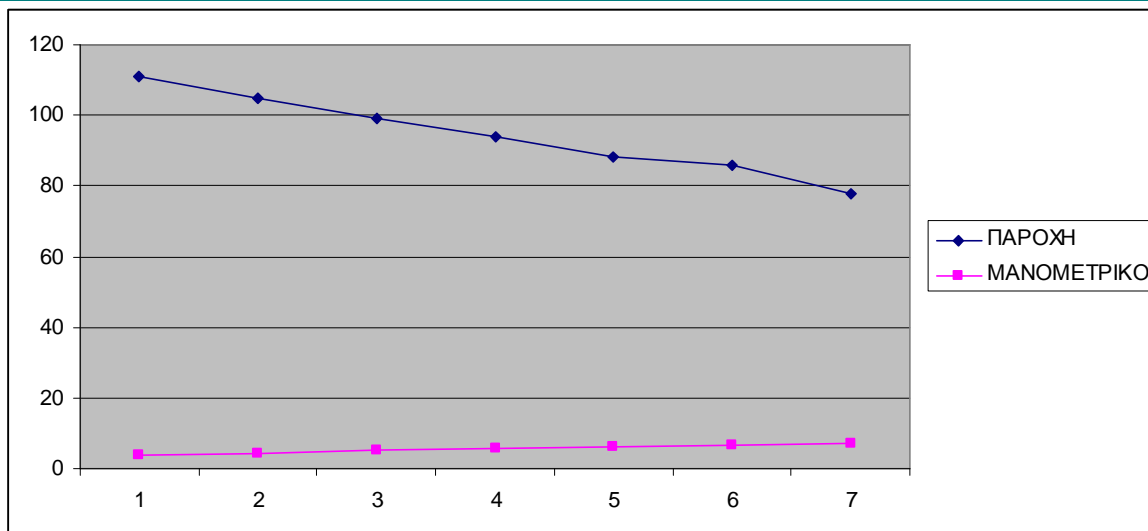
* DIMENSION TO ENDS OF GUIDE BARS

Dimensional dwg
CPNP3127LT



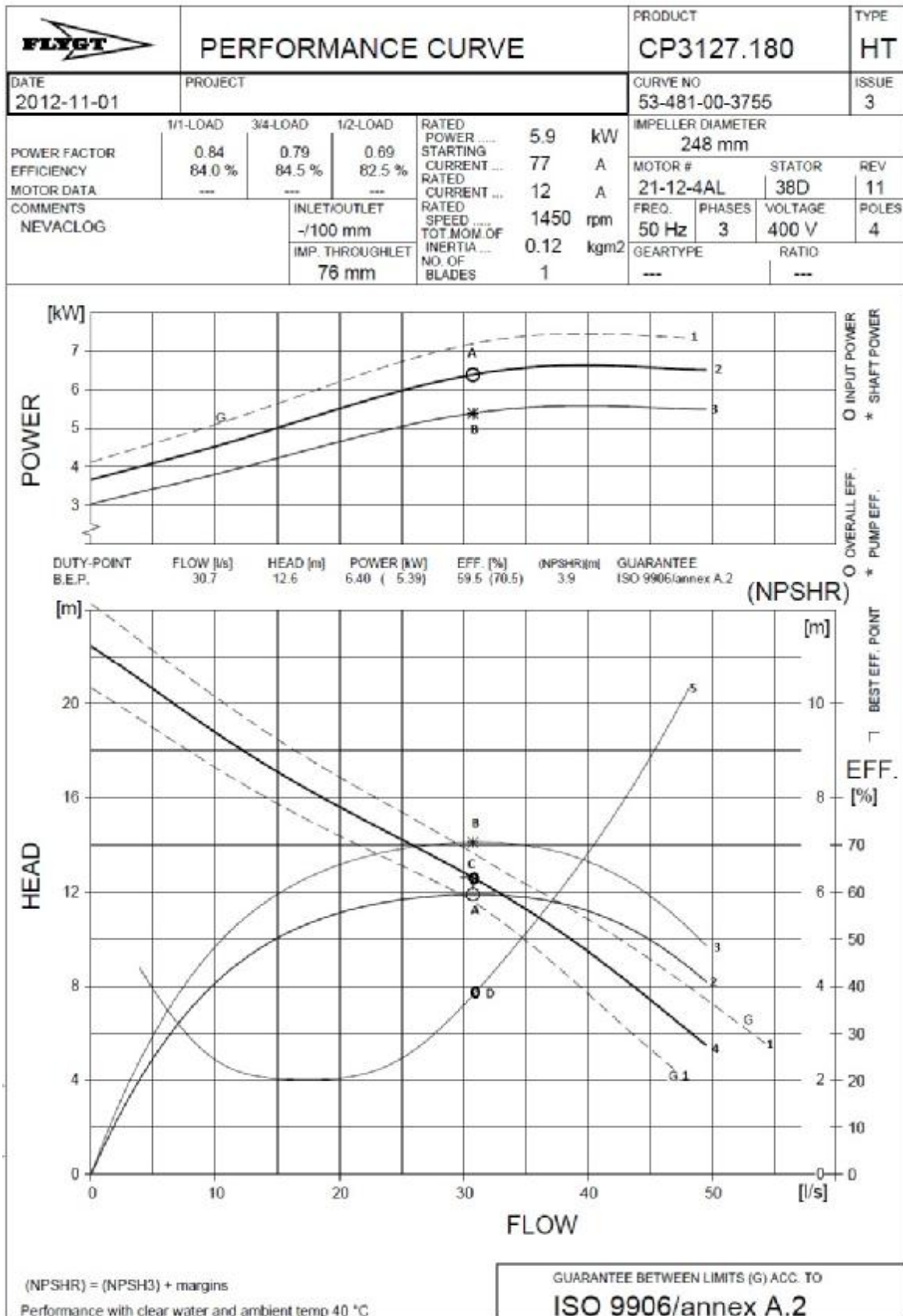
ΑΓΙΑ ΕΙΡΗΝΗ

ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
111	4
105	4,5
99	5
94	5,5
88	6
86	6,5
78	7





ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ ΑΝΤΛΙΑΣ Α2





ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΑΤΑΚΕΥΑΣΤΗ

Τα παραπάνω διαγράμματα είναι οι χαρακτηριστικές λειτουργιάς που έχουμε από την FLYGT για την αντλία A2 που λειτουργεί στο έργο Αγία Ειρήνη. Οι προδιαγραφές είναι οι εξής:

- Για πλήρη φορτίο ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,84 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 84%
- Για τα $\frac{3}{4}$ του φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,79 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 84,5%
- Για το $\frac{1}{2}$ φορτίου ο συντελεστής απόδοσης είναι 0,69 και η απόδοση της μηχανής (n%) είναι 82,5%

Η διάμετρος εξόδου της αντλίας είναι 100mm.

Η πραγματική ισχύς (P) της μηχανής είναι ,5,9kw.

Ονομαστικό ρεύμα εκκίνησης(I_{εκκ}) είναι 77A

Ονομαστικό ρεύμα λειτουργιάς (I_{ον}) είναι 12A

(Αυτή η διαφορά προκύπτει επειδή κατά την εκκίνηση το ρεύμα εκκίνησης είναι 6 έως 7 φορές μεγαλύτερο του ρεύματος λειτουργιάς)

Η αντλία είναι 4πολικη.Λειτουργει στα 400 volt και σε συχνότητα 50Hz(τριφασική).

Οι ασύγχρονες στροφές της μηχανής (n_a) είναι 1450 rpm.Για τις στροφές ισχύει $n = f/p * 60$. (όπου n ο αριθμός στροφών, f η συχνότητα σε Hz, P αριθμός ζεύγους πόλων.

Σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο προκύπτει ότι οι σύγχρονες στροφές(n) της αντλίας είναι 1500rpm. Λόγο ολίσθησης (S) έχουμε n_a=1450rpm.

Στα πιο πάνω διαγράμματα παρουσιάζεται η ισχύς σε σχέση με την παροχή και η παροχή σε σύγκριση με το μανομετρικό (HEAD).

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΝ ΑΝΤΛΙΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ.

ΚΑΜΠΥΛΗ 1:

Μας δίνει τα μέγιστα ανεκτά όρια λειτουργιάς της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 2:

Μας δίνει την ισχύ που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο.

ΚΑΜΠΥΛΗ 3:

Μας δίνει την ισχύ που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 4:

Εκφράζει το ρυθμό μεταβολής της ισχύος σε συνάρτηση με την μεταβολή του μανομετρικού και της παροχής της αντλίας.

ΚΑΜΠΥΛΗ 5:

Εκφράζει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσης (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης καθόλα τα όρια λειτουργιάς της αντλίας) και ορίζεται ως NPSHR.

ΣΗΜΕΙΟ Α:

Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της πραγματικής ισχύς που καταναλώνει η αντλία από το δίκτυο και βρίσκεται επάνω στην καμπύλη 2

ΣΗΜΕΙΟ Β:

Εκφράζει το βέλτιστο σημείο της μηχανικής ισχύς στον άξονα της αντλίας, δηλαδή το έργο που αποδίδει η αντλία.



ΣΗΜΕΙΟ C:

Εκφράζει το ιδανικό σημείο λειτουργίας της αντλίας (βέλτιστο σημείο λειτουργίας).

ΣΗΜΕΙΟ D:

Εκφράζει το ελάχιστο όριο θετικού μανομετρικού αναρρόφησης της αντλίας. Αν το σύστημα λειτουργήσει κάτω από αυτό το όριο θα εμφανιστεί το φαινόμενο της σπηλαιώσης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Από το διάγραμμα ισχύος βλέπουμε ότι η ισχύς που καταναλώνει από το Η/Κ της αντλίας είναι $P_{\eta\lambda}=6,4$ kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται από τον Η/Κ στον άξονα της αντλίας είναι $P_N=5,39$ kw.

Από το διάγραμμα μανομετρικού – παροχής της αντλίας παρατηρούμε ότι:

Στο σημείο A ο Η/Κ της αντλίας καταναλώνει 6,4kw ενώ η ισχύς που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας είναι 5,39 kw. Για το σημείο A η απόδοση της αντλίας είναι 59,5%, ενώ για το σημείο B είναι 70,5%. Με βάση τα δεδομένα η απόδοση της αντλίας (power factor) $=EFF(A)/EFF(B)=59,5/70,5=0,84$

Για τα σημεία A,B,C η παροχή μας είναι ίση με 30,7lt/sec.

Το σημείο C αντιστοιχεί σε μανομετρικό ίσο με $H=12,6$ m το οποίο αντιστοιχεί στο βέλτιστο μανομετρικό της αντλίας.

Το σημείο D που βρίσκεται πάνω στην καμπύλη 5, μας δίνει την απαραίτητη ελάχιστη πίεση για την αποφυγή εκδήλωσης σπηλαιώσης (θετικό μανομετρικό αναρρόφησης της αντλίας) και ορίζεται ως $NPSHR=3,9$ m.

Συμπερασματικά, όπως προκύπτει από τον πίνακα 1

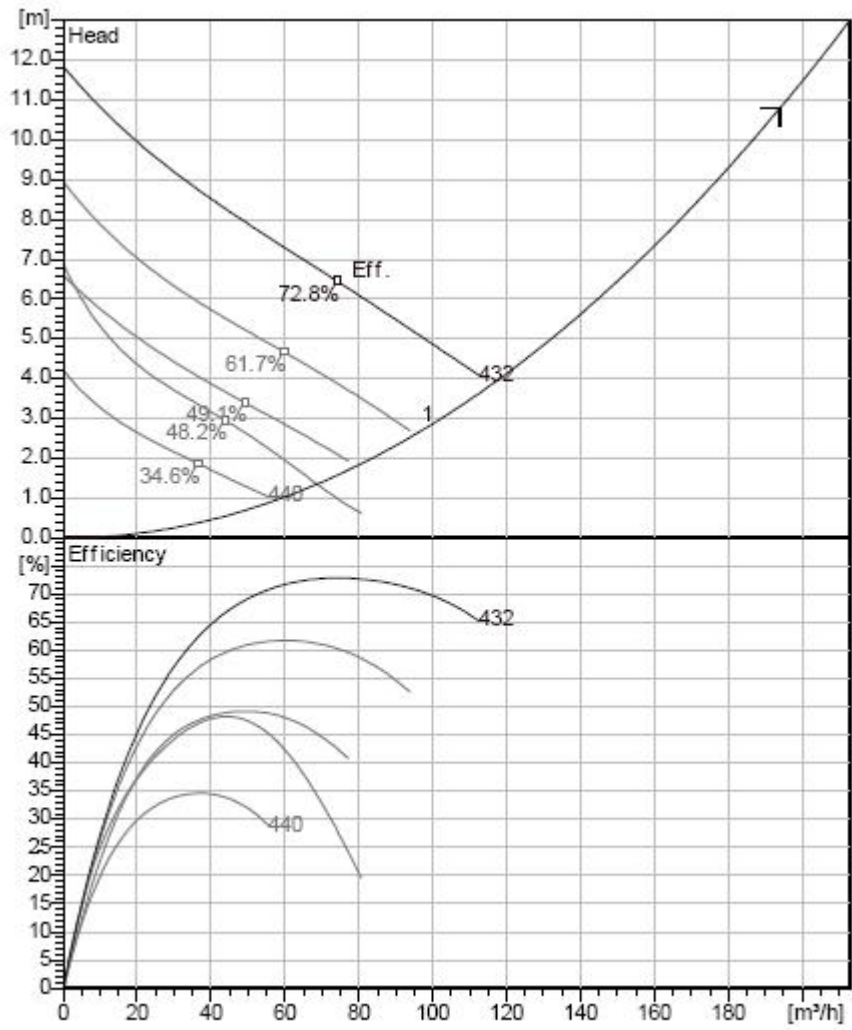
Περιοχή	ΑΝΤΛΙΑ	Ον. Ισχύς	ΠΑΡΟΧΗ	ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ
A2	CP 3127.180/481	5.9KW	125m ³ /h	8m

και πίνακα 2

Περιοχή	Μήκος κατακόρυφου αγωγού (L1)	Διατομή κατακόρυφου αγωγού (Φ1)	Μήκος καταθλιπτικού αγωγού (L2)	Υψομετρική διαφορά συλλέκτη-σημείου κατάθλιψης (H)	Καμπύλες 90 ⁰ στον κοινό καταθλιπτικό	Διατομή καταθλιπτικού αγωγού (Φ2)
A2	5m	150	50	3	5	200

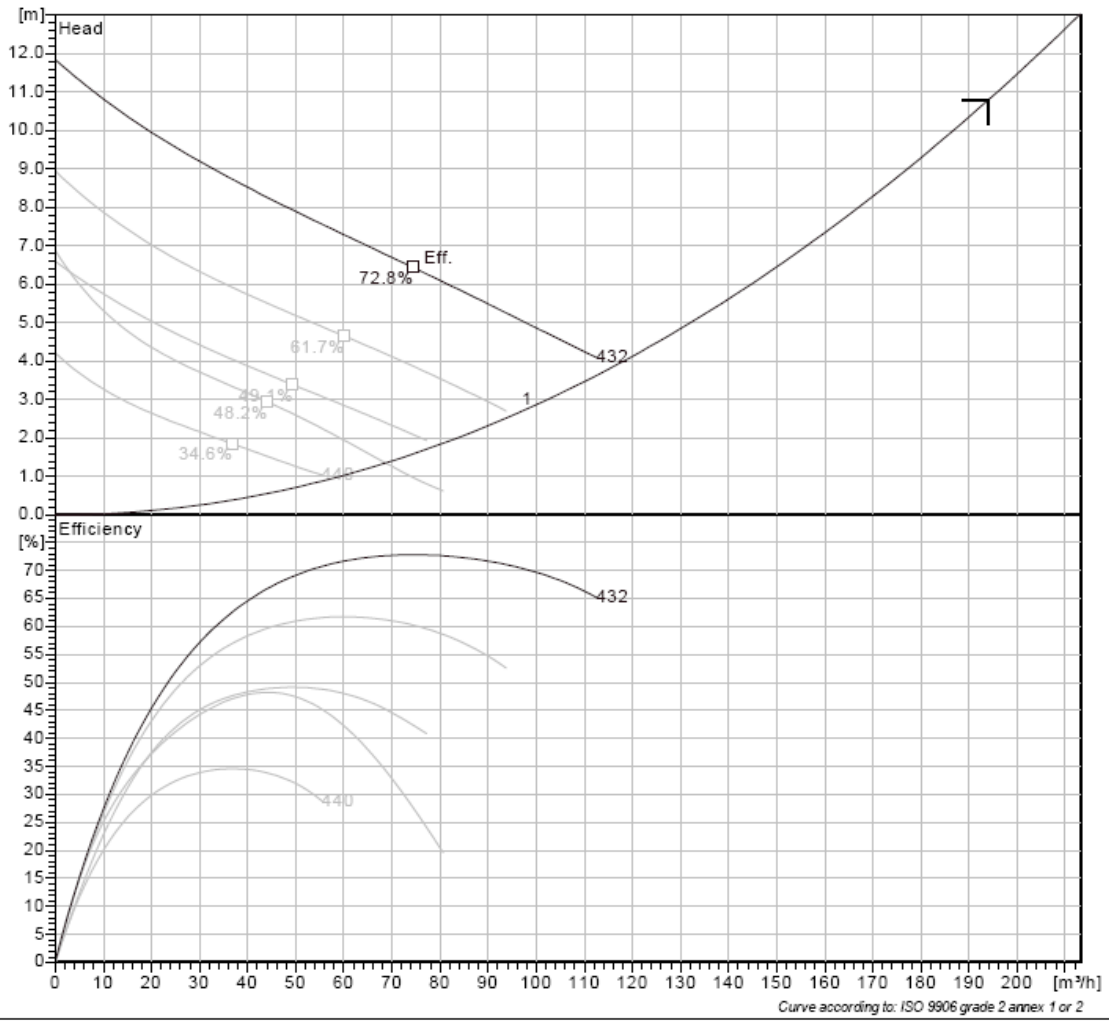
προκύπτει ότι το μανομετρικό της συγκεκριμένης αντλίας είναι 8 m και άρα η αντλία μας δουλεύει εντός ορίων.

Αν και οι αντλίες των έργων Φόρος και Αγία Ειρήνη έχουν τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τους Η/Κ των αντλιών, εντούτοις λόγω της διαφοράς στη διατομή της αντλίας παρατηρούμε ότι υπάρχει διαφορά τόσο στην παροχή, όσο και στο μανομετρικό. Διαφορές επίσης παρατηρούνται στην ισχύ, την απόδοση και στο θετικό μανομετρικό (NPSHR).



Curve according to: ISO 9906 grade 2 annex 1 or 2

«Σύγκριση Αποδόσεων Αντλιών σε μια Ομάδα Βιολογικού Καθαρισμού»





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Επεξεργασία λυμάτων, Τσώνης, Στυλιανός Παπασωτηρίου
2. Οδηγός λειτουργίας μονάδων επεξεργασίας λυμάτων, Τραγανίτης Στ., Σκουμπούρης Ι., Εκδόσεις Ελληνική Εταιρία τοπικής ανάπτυξης και αυτοδιοίκησης.
3. Εγχειρίδιο αντλιών, Flygt Hellas.
4. Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων, με παρατεταμένο αερισμό και βιολογική απομάκρυνση, Αναστάσιος Ι. Στάμου.
5. Φυγοκεντρικές Αντλίες Οδηγίες για το Χρήστη,, SAM YEDIDIAH, Εκδόσεις ΙΩΝ
6. Αντλίες και Σωληνώσεις, Μαυρούδης Ιωάννης, Εκδόσεις Σταμουλάκη
7. Μελέτη του φαινομένου της σπηλαίωσης σε φυγοκεντρική αντλία, εισήγηση του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου
8. Δίκτυα Αποχέτευσης και Επεξεργασίας λυμάτων, Τσόγκας Χρήστος, Εκδόσεις ΙΩΝ
9. Μηνιαίο Τεχνικό Περιοδικό, Ο ΘΕΡΜΟΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ, Τεύχος 153, Φεβρουάριος 2004
10. www.deyaprevezas.gr