



6. Διεργασίες Επεξεργασίας Υδάτινων Αποβλήτων.

6.1 Εισαγωγή.

(1)

- Σύγχρονες κοινωνίες → Μεγάλες ποσότητες υδάτινων αποβλήτων.
 - Επιβάλλεται κατεργασία πριν την απόρριψη στο περιβάλλον.
 - Επιβάλλεται από σχετική κοινοτική οδηγία στην οποία απαιτείται συμμόρφωση.
 - Κοινωνική ευαισθησία
- Τα **Λύματα** διακρίνονται σε αστικά (οικιακά), βιομηχανικά, αγροτικά – γεωργικά, ανθρώπινου μεταβολισμού.
- Η **μέση παροχή λυμάτων** εξαρτάται από παράγοντες όπως:
 - Διαθεσιμότητα νερού
 - Τιμή του νερού
 - Βιοτικό επίπεδο



6.1 Εισαγωγή.

(2)

- Η **Ειδική Κατανάλωση νερού** περιοχής είναι η κατανάλωση νερού ανά κάτοικο και ημέρα.
- Η **Ειδική παροχή λυμάτων** υπολογίζεται ως το 80% της ειδικής κατανάλωσης νερού. Συνήθως η ειδική παροχή λυμάτων κυμαίνεται στο εύρος (150 – 380) lt./ημέρα κάτοικο.
- **Μέση παροχή λυμάτων** (m^3/day)
- **Παροχή αιχμής** θεωρείται μέγιστη τιμή στο 3πλάσιο της μέσης παροχής λυμάτων.
- Τα αστικά λύματα περιέχουν πλήθος ρυπαντών που σχετίζονται με την ποσότητα και ποιότητα των βιομηχανικών λυμάτων.
- **Λύματα:** Πολυφασικό σύστημα όπου συνυπάρχουν στερεά, διαλυμένες ουσίες, κολλοειδείς διασπορές σε υδατικό περιβάλλον (κύρια ποσότητα).
- Ποσότητα ρυπαντικών ουσιών (mg/l): 350 – 1200 mg/l.
- Ποσότητα οργανικής ύλης σε οικιστική περιοχή 110 – 65 g/κάτοικο ημέρα.



6.1 Εισαγωγή.

(3)

- Η σύσταση των αστικών λυμάτων ποικίλει ανάλογα με το είδος και την ποσότητα των βιομηχανικών λυμάτων.
- Αν η σύσταση των βιομηχανικών λυμάτων είναι παρόμοια με εκείνη των αστικών λυμάτων τότε είναι δυνατή η διάθεσή τους στο δίκτυο αποχέτευσης και η κατεργασία τους μαζί με τα οικιακά λύματα.
- Διαφορετικά τα βιομηχανικά λύματα κατεργάζονται ανεξάρτητα (ΒΙΠΕ – Βιολογικός).
- Κοινό χαρακτηριστικό αστικών – βιομηχανικών λυμάτων είναι οι σημαντικές ποσότητες ουσιών μη βιολογικά αποικοδομήσιμων προς CO_2 έτσι ώστε να παραμένει ένα στερεό υπόλοιπο προς διάθεση.
- Τα αστικά λύματα περιέχουν επίσης πλήθος μικροοργανισμών που συμβιώνουν ή παρασιτούν σε ζώντες οργανισμούς πέρα από αυτούς που περιέχονται στον νερό και στο έδαφος.
- Στα λύματα περιλαμβάνονται ιοί, βακτήρια, φύκη, μύκητες πρωτόζωα και θηλαστικά.



6.1 Εισαγωγή.

(4)

Συστατικά	Συγκέντρωση (mg/l)		
	Υψηλή	Μέση	Χαμηλή
Συνολικά στερεά	1200	800	350
Διαλυτά στερεά	850	500	250
Αιωρούμενα στερεά	350	240	100
BOD ₅	600	300	150
COD	1000	500	250
Άζωτο (συνολικό ως N)	85	30	20
Φωσφόρος (συνολικός ως P)	15	8	4
Λίπη	150	100	50



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(1)

- Βιολογική οξείδωση Τι ορίζεται ως COD και BOD
- Το BOD είναι το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο και δείχνει την ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνουν οι μικροοργανισμοί για τη διάσπαση της οργανικής ύλης που υπάρχει στο δείγμα του νερού.
- Ο προσδιορισμός του BOD γίνεται με μέτρηση του οξυγόνου που καταναλώνεται από μικρόβια κατά την παραμονή του δείγματος σε συγκεκριμένες συνθήκες (pH 6,5-7,5, για 5 μέρες σε σκοτεινό χώρο στους 20°C).
- Υγρά απόβλητα με υψηλό BOD σημαίνει λιγότερο διαθέσιμο οξυγόνο στο νερό για τους ανώτερους υδρόβιους οργανισμούς (αφού το περισσότερο έχει καταναλωθεί από μικροοργανισμούς).
- Το COD είναι το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο για την οξείδωση των οργανικών ουσιών που υπάρχουν στο νερό. Για την οξείδωση χρησιμοποιείται το διχρωμικό κάλιο παρουσία θειικού οξέος (και αργύρου/υδραργύρου). Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται ως έμμεσος τρόπος έκφρασης της ποσότητας της οργανικής ύλης στο νερό.



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(2)

- Βιολογική οξείδωση Τι ορίζεται ως COD και BOD
- Οι δείκτες αυτοί δείχνουν πόσο επιβαρυνμένα είναι τα υγρά απόβλητα σε οργανική ύλη, αν τελικά έχουν καθαρίσει, και την ποσότητα οργανικής ύλης στα ποτάμια και τις λίμνες.
- Στη φύση, ο καθαρισμός των νερών από το οργανικό υλικό, γίνεται με τη δράση των μικροβίων με την πάροδο του χρόνου. Τα μικρόβια μετατρέπουν σε απλούστερες ενώσεις το οργανικό υλικό και κάποια ανόργανα που υπάρχουν στο νερό. Τα μικρόβια που αναπτύσσονται είναι αερόβια και αναερόβια.
- Στις δεξαμενές καθίζησης υπάρχει πλούσιο οργανικό υλικό, που κατακάθεται και ευνοείται η ανάπτυξη των αναερόβιων βακτηρίων καθώς δεν υπάρχει οξυγόνο.
- Στην περίπτωση αυτή έχουμε αναερόβιο καθαρισμό των λυμάτων από οργανικά υλικά. Τα αναερόβια βακτήρια μετατρέπουν το οργανικό υλικό σε αμμωνία, υδρόθειο και άλλες ουσίες δυσάρεστης οσμής.



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(3)

- Βιολογική οξείδωση Τι ορίζεται ως COD και BOD
- Όταν γίνεται καλή οξυγόνωση των υγρών αποβλήτων, αναπτύσσονται αερόβια βακτήρια που διασπούν τα οργανικά υλικά σε άοσμα οξείδια. Στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων ευνοείται η αερόβια βιολογική οξείδωση, με αερισμό με συνεχή ανάδευση και τη χρήση λάσπης (ενεργή ίλυς) πλούσιας σε κατάλληλα βακτήρια.
- Για να ελέγξουμε πόσο οξυγόνο απαιτείται για να μειωθεί το οργανικό φορτίο στα λύματα, χρησιμοποιούνται οι αναλυτικοί δείκτες ποιότητας του νερού, οι COD (Chemical Oxygen Demand) και BOD (Bio-Chemical Oxygen Demand).
- Το δείγμα νερού μπορεί να είναι ποταμών, λιμνών, από μονάδες καθαρισμού αποβλήτων, ή από αστικά και βιομηχανικά λύματα. Δείχνουν πόσο οξυγόνο χρειάζεται για τη διάσπαση του οργανικού υλικού που περιέχει το νερό. Έμμεσα δείχνουν την ποσότητα οργανικού υλικού που περιέχει το νερό, αν τα λύματα χρειάζονται επιπλέον επεξεργασία, σε τι βαθμό μπορεί να επηρεαστεί η ζωή των υδρόβιων οργανισμών (νεκρά ψάρια, ευτροφισμός).



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(4)

- Βιολογική οξείδωση Τι ορίζεται ως COD και BOD
- Βιολογική οξείδωση ή Βιολογικός καθαρισμός των υδατικών αποβλήτων είναι ο καθαρισμός του οργανικού υλικού και κάποιων ανόργανων (σωματιδίων σταγονιδίων) που υπάρχουν μέσα στο νερό με την αξιοποίηση της δράσης των μικροοργανισμών.
- Δύο μέθοδοι βιολογικής οξείδωσης είναι:
 - ✓ η αερόβια μέθοδος βιολογικής οξείδωσης, (που γίνεται με παρατεταμένο αερισμό και χρήση ενεργού ιλύος)
 - ✓ η αναερόβια μέθοδος βιολογικής οξείδωσης, (όπου γίνεται καθίζηση του οργανικού υλικού και αναερόβια χώνευση).



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(5)

➤ Βιολογική οξείδωση Τι ορίζεται ως COD και BOD

Όλοι πρέπει να γνωρίζουμε ότι οι δραστηριότητες του ανθρώπου παράγουν πολλά λύματα που ο καθαρισμός τους συνήθως είναι μια επίπονη διαδικασία και δεν είναι σίγουρο ότι θα είναι επιτυχής.

<https://www.voria.gr/article/thermaikos-trianta-chronia-sizitame-gia-metra-pou-de-lamvanoume>



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(6)

- Το **Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο** (ΧΑΟ ή COD) είναι η ποσότητα του Οξυγόνου η οποία απαιτείται για την ολική χημική οξείδωση των οργανικών συστατικών μιας ουσίας.
- Ο προσδιορισμός του COD πραγματοποιείται με την κατανάλωση διχρωμικού καλίου. Το διχρωμικό κάλιο είναι ένα πολύ ισχυρό οξειδωτικό που οδηγεί στην οξείδωση και των μη βιολογικά αποδομήσιμων και των εν μέρει βιοαποδομήσιμων ενώσεων. Ως εκ τούτου το προσδιοριζόμενο COD είναι πάντα μεγαλύτερο του BOD.
- Τόσο η μέθοδος μέτρησης του BOD όσο και του COD αποσκοπούν στον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του οργανικού φορτίου στα λύματα. Λόγω της διαφορετικής μεθοδολογίας που ακολουθείται, η μέτρηση του BOD προσδιορίζει το βιοδιασπώμενο οργανικό φορτίο, ενώ η μέτρηση του COD προσδιορίζει τόσο το βιοδιασπώμενο όσο και το μη βιοδιασπώμενο κλάσμα του οργανικού φορτίου στα λύματα.



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(7)

- Ο λόγος του BOD_5/COD μπορεί προσεγγιστικά να υπολογισθεί από την ακόλουθη σχέση:
- $BOD_5/COD = \text{βιοδιασπώμενο οργανικό φορτίο} / (\text{βιοδιασπώμενο οργανικό φορτίο} + \text{μη βιοδιασπώμενο οργανικό φορτίο})$.
- Κατά την επεξεργασία των λυμάτων το βιοδιασπώμενο οργανικό φορτίο απομακρύνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό από το άθροισμα του βιοδιασπώμενου και μη βιοδιασπώμενου οργανικού φορτίου.
- Συνεπώς ο λόγος BOD_5 / COD αναμένεται να έχει υψηλότερη τιμή στα ανεπεξεργαστα λύματα από τα επεξεργασμένα, όπου στη περίπτωση που έχει απομακρυνθεί όλο το βιοδιασπώμενο οργανικό φορτίο θα είναι μηδέν.



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(8)

- Ως **ολικό BOD** (BOD_u) μιας ποσότητας νερού, ορίζεται η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου που χρησιμοποιούν οι μικροοργανισμοί για την πλήρη βιοχημική οξείδωση των περιεχόμενων οργανικών υλών.
- Το BOD μετρά άμεσα το κυριότερο ρυπαντικό αποτέλεσμα της οργανικής ύλης, δηλαδή την κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου που πραγματοποιούν οι μικροοργανισμοί κατά την οξείδωσή της. Ο έλεγχος βασίζεται στην ιδέα ότι, εάν υπάρχει επάρκεια οξυγόνου, η αεροβική βιολογική διάσπαση θα συνεχιστεί έως ότου καταναλωθεί το σύνολο των αποβλήτων.
- Η ολοκλήρωση του πειράματος BOD απαιτεί πολύ χρόνο. Απαιτούνται 20 ημέρες για να ικανοποιηθούν τα 95-99% του BOD_u και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται συνήθως το BOD₅ που είναι το BOD που ικανοποιείται κατά τις 5 πρώτες μέρες του πειράματος σε θερμοκρασία 20°C. Ο έλεγχος BOD₅ βασίζεται στην ακριβή μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου στην αρχή και στο τέλος της περιόδου των πέντε ημερών, όταν το δείγμα φυλάσσεται σε σκοτεινό σημείο σε συνθήκες επώασης 20°C.



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(9)

- Η διαφορά στη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου μετά από πέντε μέρες αντιπροσωπεύει την "απαίτηση σε οξυγόνο" για την αναπνοή των αερόβιων βιολογικών μικροοργανισμών του δείγματος.
- Το μειονέκτημα του ελέγχου είναι ο απαιτούμενος χρόνος ολοκλήρωσης, ο οποίος καθιστά αδύνατη την άμεση αξιοποίηση του αποτελέσματος για ρυθμίσεις μονάδων διαχείρισης αποβλήτων σε πραγματικό χρόνο. Για το λόγο αυτό, εναλλακτικά ή συμπληρωματικά με το BOD χρησιμοποιείται ο έλεγχος COD.



6.1.1 Βιολογική οξείδωση BOD COD.

(10)

Αποδεκτή ποιότητα λυμάτων.
91/271 Κοινοτική Οδηγία

Παράμετρος	Συγκέντρωση (mg/l)	Ελάχιστη μείωση
BOD ₅	25	70-90%
COD	125	75%
SS (Αιωρούμενα στερεά)	35	90%

Σύσταση βιομηχανικών λυμάτων.

Σύσταση (mg/l)	Βιομηχανία γάλακτος	Βιομηχανία υφασμάτων	Βιομηχανία κρεάτων
BOD ₅	1000	1500	1400
COD	1900	3300	2100
Συνολικά Στερεά	1600	8000	3300
Αιωρούμενα Στερεά	300	2000	1000
Άζωτο	50	30	150
Φωσφόρος	12	0	16
pH	7	5	7



6.1.2 Αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτινων λυμάτων. (1)

- Για την αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτινων λυμάτων ακολουθούνται δειγματοληπτικοί έλεγχοι – τεχνικές.
- Λαμβάνονται δείγματα κατά τη διάρκεια μιας πλήρους ημέρας και μετριέται και η αντίστοιχη παροχή.
- Δημιουργείται ένα τελικό δείγμα ημέρας με ανάμειξη λαμβάνοντας υπόψη και τις παροχές. Αυτό θεωρείται και το δείγμα ημέρας.
- Λαμβάνονται δείγματα σε διαφορετικές μέρες και σε διαφορετικές εποχές για να προκύψει ολοκληρωτική εικόνα της ετήσιας ποιότητας λυμάτων προς επεξεργασία.



6.1.2 Αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτινων λυμάτων. (2)

Παράδειγμα 6.1

- Για την αξιολόγηση της ποιότητας των λυμάτων ελήφθησαν δείγματα ανά 2 ώρες εντός της ημέρας. Δίνονται επίσης οι παροχές τη στιγμή της δειγματοληψίας. Να υπολογισθεί ο τρόπος σχηματισμού του δείγματος.

Ώρα	2.00	6.00	6.00	8.00	10.00	12.00	16.00	16.00	18.00	20.00	22.00	26.00
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Παροχή m ³ /h	35	30	40	60	95	110	100	90	95	105	65	40

- Υποθέτουμε ότι το συνολικό (τελικό) δείγμα (ημέρας) θα είναι **2lt = 2000cm³**.
- Υπολογίζουμε το ποσοστό κάθε δείγματος στο συνολικό δείγμα ημέρας, διαιρώντας κάθε παροχή του πίνακα με το άθροισμα όλων των παροχών που είναι **865m³/h**.
- Πολλαπλασιάζοντας τα **2000cm³** του συνολικού δείγματος ημέρας με το ποσοστό κάθε δείγματος προκύπτει η ποσότητα (συνεισφορά) κάθε επιμέρους δείγματος στο συνολικό - τελικό δείγμα.



6.1.2 Αξιολόγηση της ποιότητας των υδάτινων λυμάτων. (3)

Ώρα	2.00	6.00	6.00	8.00	10.00	12.00	16.00	16.00	18.00	20.00	22.00	26.00
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Παροχή m ³ /h	35	30	40	60	95	110	100	90	95	105	65	40

Ώρα	2.00	6.00	6.00	8.00	10.00	12.00	16.00	16.00	18.00	20.00	22.00	26.00
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Παροχή m ³ /h	35	30	40	60	95	110	100	90	95	105	65	40
Ποσοστό %	0,04	0,03	0,05	0,07	0,11	0,13	0,12	0,10	0,11	0,12	0,08	0,05
cm ³ δείγ- ματος	81	69	92	139	220	254	231	208	220	243	150	92



6.2 Κλασσικές μέθοδοι κατεργασίας λυμάτων. (1)

- Οι κλασσικές μέθοδοι επεξεργασίας
 - → Συνδυασμός φυσικών και βιολογικών διεργασιών με στόχο το διαχωρισμό της οργανικής ύλης και στερεών από το νερό.
 - → Πιο διαδεδομένη συμβατική τεχνική κατεργασίας αυτή της ενεργού λάσπης (activated sludge).
 - → Η λειτουργία της βιολογικής διεργασίας βασίζεται στη δημιουργία βιομάζας που είναι και η ενεργός λάσπη.

Πως ορίζεται η βιομάζα – Από ποιες ουσίες αποτελείται ($C_5H_7NO_2$)

- → Βιομάζα είναι ένα αιώρημα κροκίδων ζωντανών ή νεκρών μικροοργανισμών, αδρανή υλικά, βιοαποικοδομήσιμες και μη, διαλυτές ουσίες, αιωρούμενα στερεά και κολλοειδή.
- → Αποτελείται κατά (70 – 90)% από οργανικά στοιχεία C,H,O,N,P και (10 – 30)% από ανόργανα στερεά (K, Na, Mg, S, Ca, Fe).
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:I28088>



6.2 Κλασσικές μέθοδοι κατεργασίας λυμάτων. (2)

- Το είδος και η ποσότητα των μικροοργανισμών που θα αναπτυχθούν εξαρτάται από
 - ✓ την ποιότητα των αποβλήτων,
 - ✓ τις συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης
 - ✓ τις παραμέτρους σχεδιασμού.
- Οι δράσεις των μικροοργανισμών στη βιομάζα είναι:
 - ✓ Η πρόσληψη οργανικών μορίων ως τροφή και πηγή ενέργειας για τα κύτταρα
 - ✓ Προσρόφηση κολλοειδών και αιωρούμενων σωματιδίων στη βιομάζα και χρησιμοποίησή τους ως τροφή.
 - ✓ Ανάπτυξη και φθορά των κυττάρων των μικροοργανισμών
- Η μέθοδος της ενεργού λάσπης για την κατεργασία των αστικών λυμάτων χωρίζεται σε 3 στάδια επεξεργασίας : **πρωτοβάθμια / δευτεροβάθμια / τριτοβάθμια.**



6.2 Κλασσικές μέθοδοι κατεργασίας λυμάτων. (3)

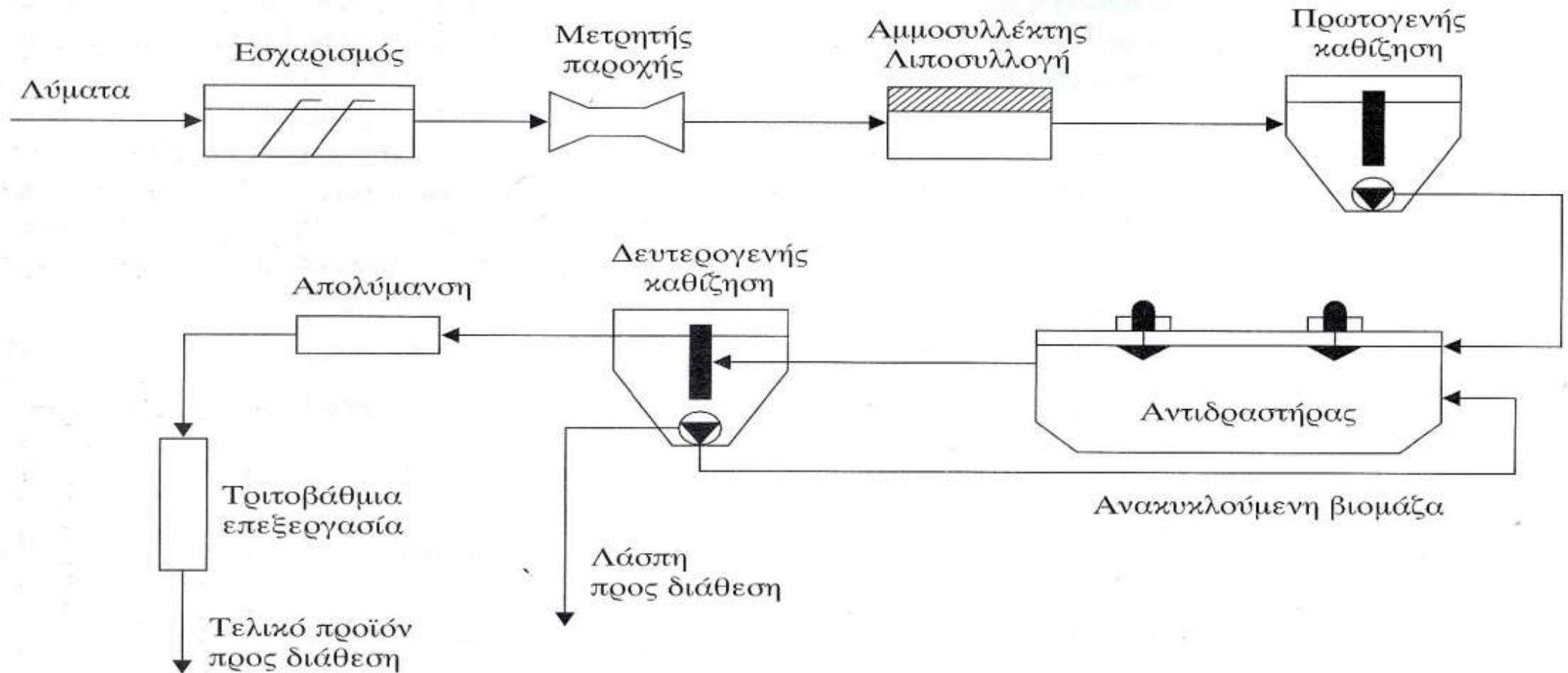
- Πρωτοβάθμια Επεξεργασία
- Στόχος είναι η απομάκρυνση στερεών αντικειμένων και η απομάκρυνση της μεγαλύτερης ποσότητας αιωρούμενων στερεών.
- Δευτεροβάθμια Επεξεργασία
- Περιλαμβάνει τη βιολογική μετατροπή των διαλυμένων και αιωρούμενων κολλοειδών οργανικών ουσιών σε βιομάζα η οποία μπορεί να απομακρυνθεί με καθίζηση.
- Τριτοβάθμια Επεξεργασία
- Περιλαμβάνει την επιπλέον καθίζηση αιωρούμενων στερεών και την απομάκρυνση θρεπτικών ουσιών όπως το άζωτο και ο φώσφορος (N, P).
- Η πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια κατεργασία συνήθως είναι αρκετές για τη βελτίωση των λυμάτων ώστε αυτά να περνούν στον τελικό αποδέκτη.



6.2 Κλασικές μέθοδοι κατεργασίας λυμάτων.

(4)

➤ Διάγραμμα Ροής - Τυπική Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων με ενεργό λάσπη.

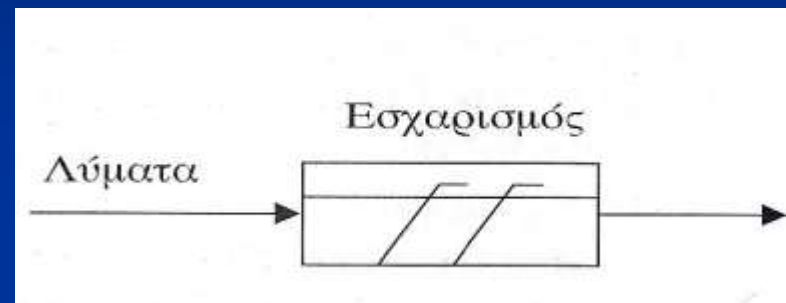




6.2.1 Εσχάρωση.

(1)

- Η εσχάρωση αποτελεί το στάδιο για την απομάκρυνση από τα λύματα των μεγαλύτερων αιωρούμενων ή παρασυρόμενων αντικειμένων, όπως π.χ χάρτινα –πλαστικά αντικείμενα, κουτιά, πέτρες κλαδιά, υφάσματα, ξύλα κλπ.
- Στόχος της κατεργασίας είναι η προστασία του μηχανολογικού εξοπλισμού (αντλίες φυσητήρες).
- Η εσχάρωση γίνεται σε 2 στάδια.
- Στο **1^ο στάδιο** συγκρατούνται τα μεγαλύτερα αντικείμενα από πλέγμα κατακόρυφων ράβδων σε απόσταση 2cm μεταξύ τους. Το πλέγμα έχει κλίση κατά τη διεύθυνση κίνησης των λυμάτων. Τα συγκρατούμενα στερεά καθαρίζονται είτε χειρωνακτικά σε μικρές εγκαταστάσεις ή μηχανικά σε μεγαλύτερες.
- Στο **2^ο στάδιο** τα μικρότερου μεγέθους στερεά συγκρατούνται από πλέγμα με οριζόντιες και κατακόρυφες ράβδους πάχους 5-15mm και διάκενα 15 – 20mm είτε από διάτρητα ελάσματα. Στο στάδιο αυτό τα ελάσματα είναι τοποθετημένα σε κύλινδρο που περιστρέφεται μηχανικά και τα στερεά καθαρίζονται σε συνεχή βάση.

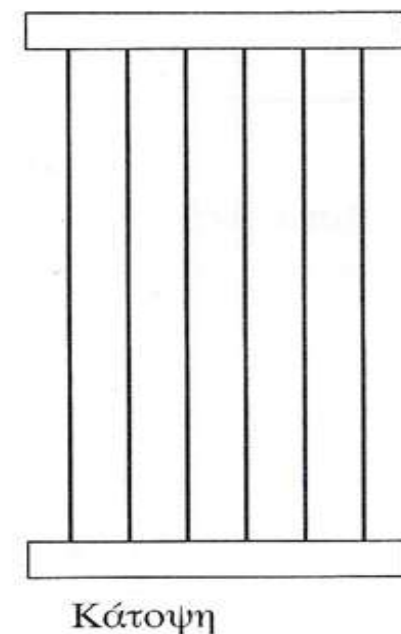
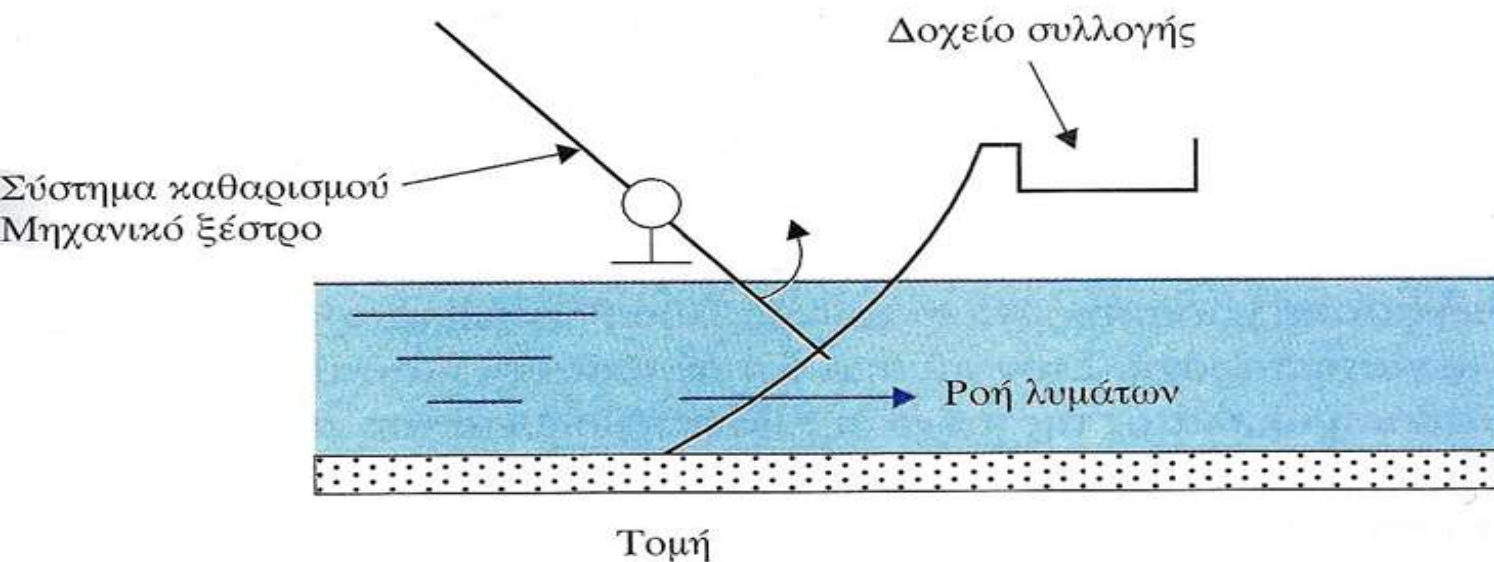




6.2.1 Εσχάρωση.

(2)

- Η τοποθέτηση των πλεγμάτων γίνεται στην είσοδο των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων σε ειδικά κανάλια.
- Ο καθαρισμός των πλεγμάτων γίνεται μηχανικά από ένα ξέστρο που περιστρέφεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα με τα δόντια του να εισέρχονται στα διάκενα της εσχάρας παρασύροντας τα εσχαρίσματα και μεταφέροντάς τα σε ειδικό δοχείο συλλογής.
- Τα εσχαρίσματα μεταφέρονται σε ειδικούς κάδους μεταφοράς με ατέρμονες κοχλίες αφού πρώτα συμπιέζονται για την απομάκρυνση του νερού. <https://ecotech.gr/el/escharismos/>





6.2.1 Εσχάρωση.

(3)

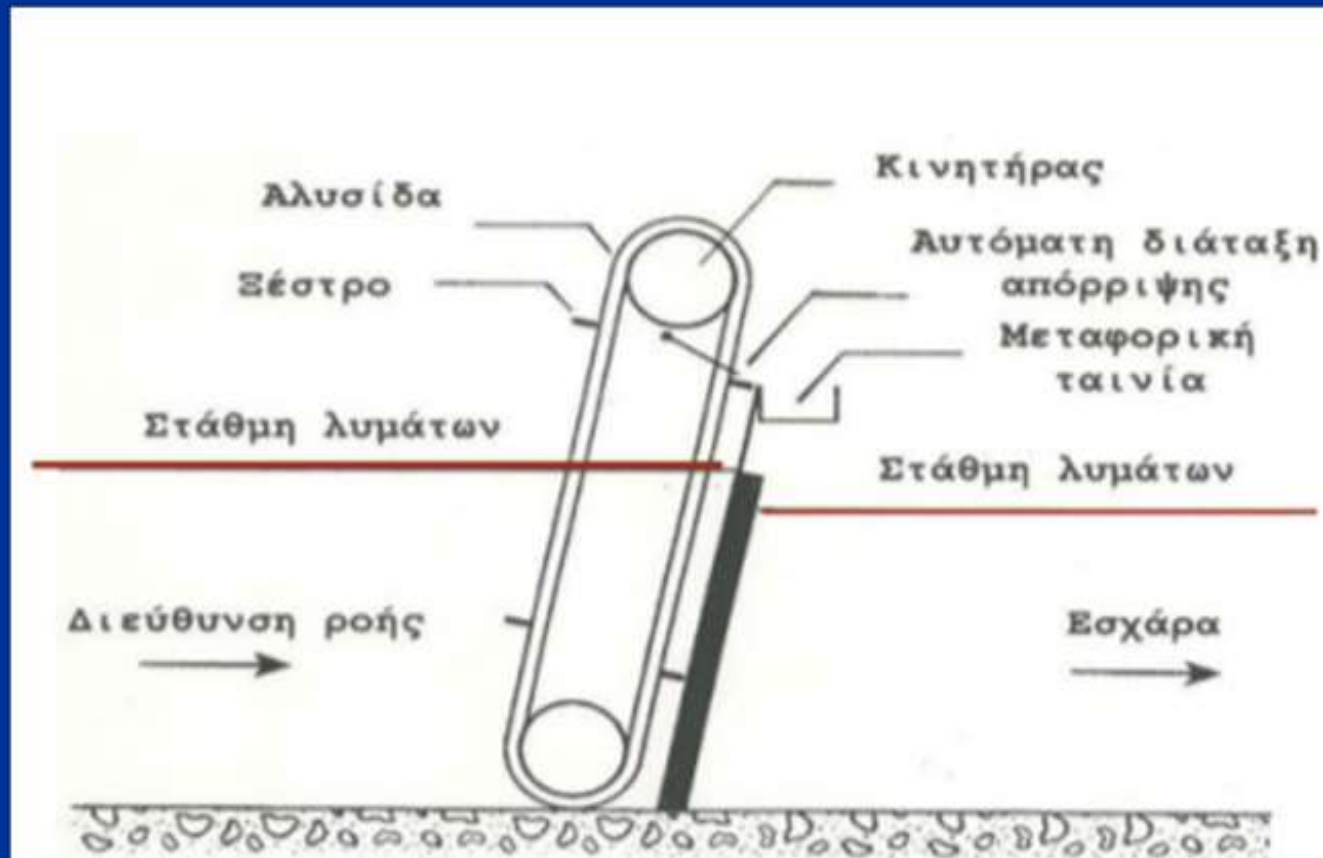
- Η εσχάρωση αποσκοπεί στην απομάκρυνση ογκωδών σωμάτων από τα λύματα, όπως πλαστικά υλικά, χαρτιά, κουρέλια και αποτελεί απαραίτητη μονάδα σε κάθε εγκατάσταση επεξεργασίας. Κατασκευάζονται συνήθως από μια σειρά μεταλλικών ράβδων σε κατακόρυφη ή κεκλιμένη θέση εγκάρσια στη ροή των λυμάτων.
- Το μέγεθος των σωματιδίων που θα συγκρατηθεί καθορίζεται από το άνοιγμα των ράβδων. Έτσι το άνοιγμα εσχάρας αντλιοστασίου είναι 50-150cm, το άνοιγμα εσχάρας εγκατάστασης επεξεργασίας είναι 20mm ενώ τελευταία παρατηρείται η τάση για μικρότερα ανοίγματα 6-16mm (Αλεξάκης, 2017).
- Οι σχάρες χωρίζονται σε δυο κατηγορίες στις Απλές – Χειροκίνητες, οι οποίες απαιτούν χειρονακτικό καθαρισμό, και η χρήση τους δεν συνιστάται, παρά μόνο σε μικρές μονάδες και στις Μηχανικές – Αυτοκαθαριζόμενες, οι οποίες αποτελούν τη βέλτιστη λύση και λειτουργούν με μηχανικό σύστημα περιοδικού καθαρισμού.



6.2.1 Εσχάρωση.

(4)

- Τα προϊόντα που προκύπτουν από τον εσχαρισμό των λυμάτων συμπιέζονται ελαφρά, αφυδατώνονται και οδηγούνται σε χώρους υγειονομικής ταφής στερεών αποβλήτων (Νταρακάς, 2010).

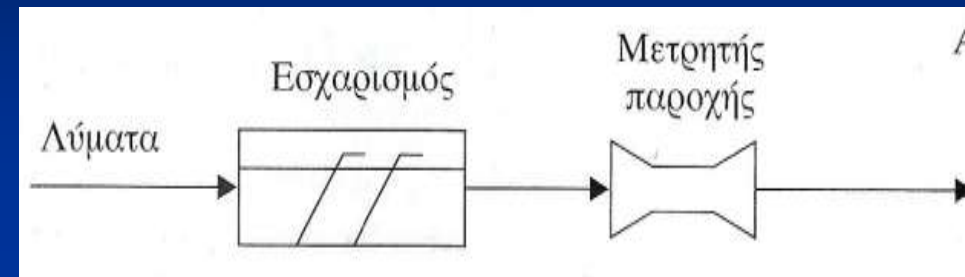




6.2.2 Μέτρηση Παροχής.

(1)

➤ Στα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων θα πρέπει να είναι γνωστή η στιγμιαία παροχή λυμάτων ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση των παραμέτρων λειτουργίας.



➤ Η μέτρηση της παροχής γίνεται σε ανοικτά κανάλια με το **διάυλο Parshall**. Είναι ένας μετρητής Venturi με στένωση και υποβιβασμό του επιπέδου ροής.

$$Q = 0,1133 \times W \times H^{1,522} W^{0,026}$$

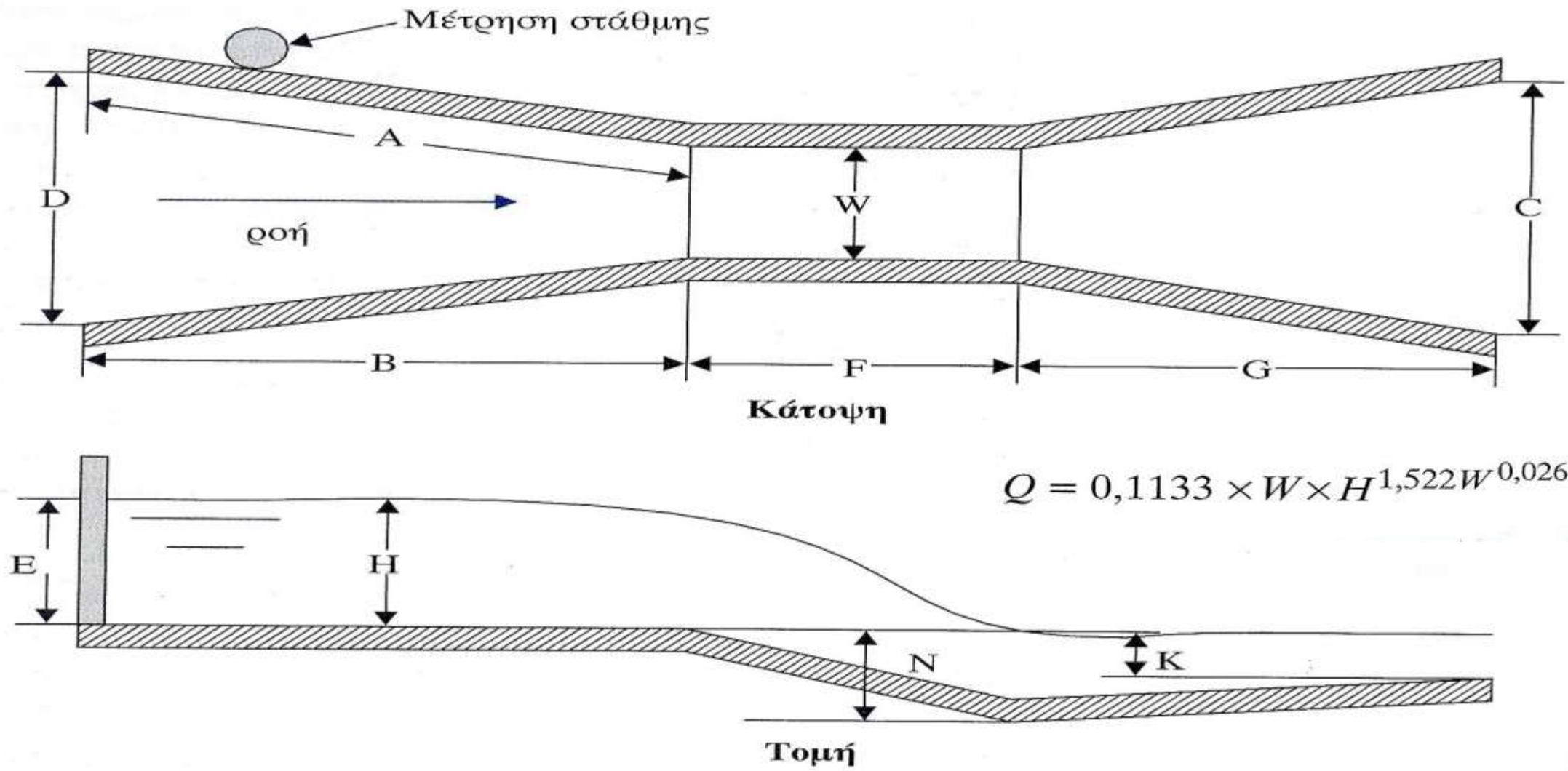
➤ Το μετρητικό όργανο επιλέγεται (με βάση τις διαστάσεις του) ανάλογα με την ελάχιστη και μέγιστη παροχή. Τα διαφορετικής κλίμακας όργανα καθορίζονται από το πλάτος W της στένωσης του διαύλου.

➤ Η παροχή υπολογίζεται από σχέση του κατασκευαστή όπου Q η ογκομετρική παροχή σε m^3/s και το ύψος H της στάθμης του νερού ανάντι της στένωσης σε ft. ($1m = 0,3048ft$)



6.2.2 Μέτρηση Παροχής.

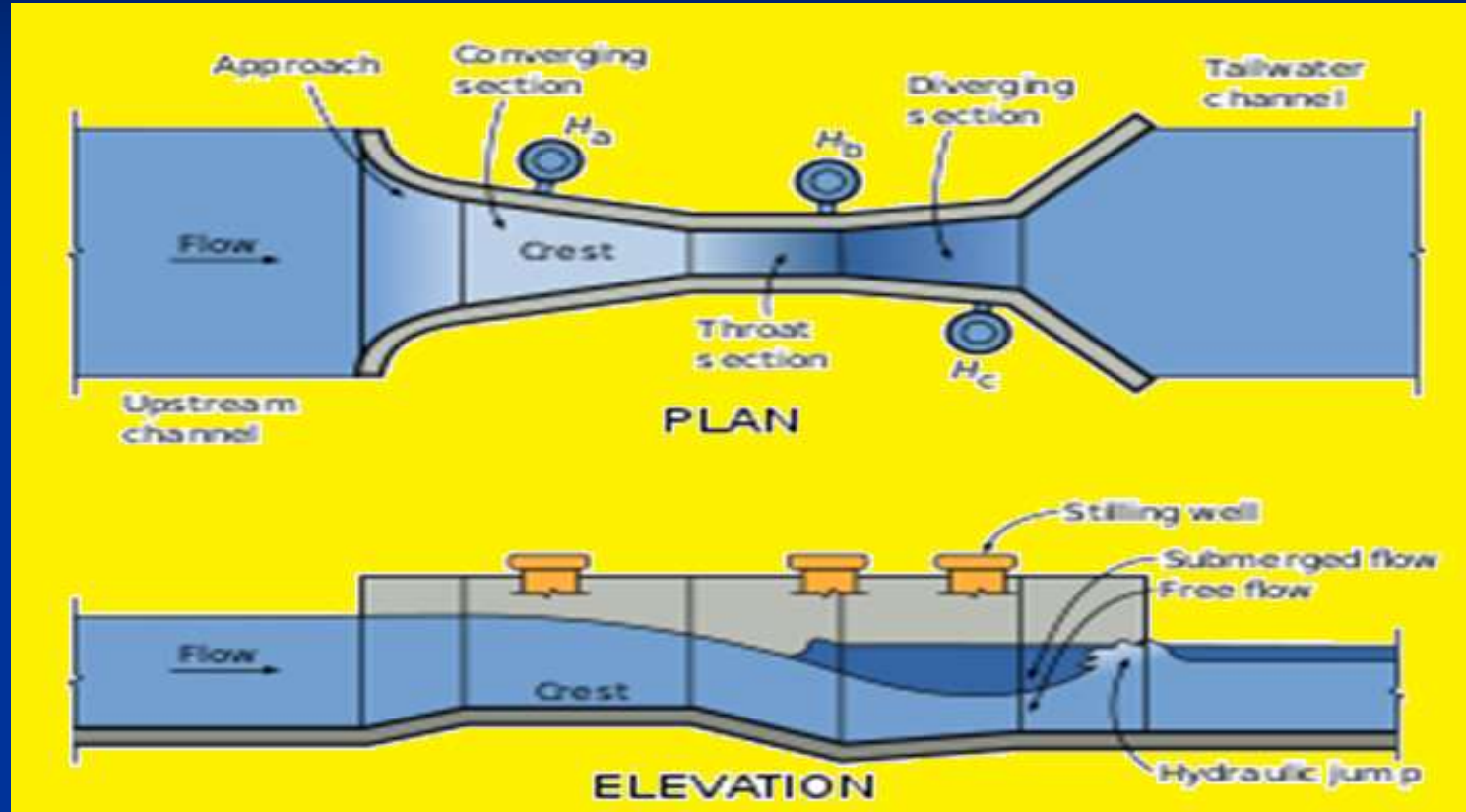
(2)





6.2.2 Μέτρηση Παροχής.

(3)



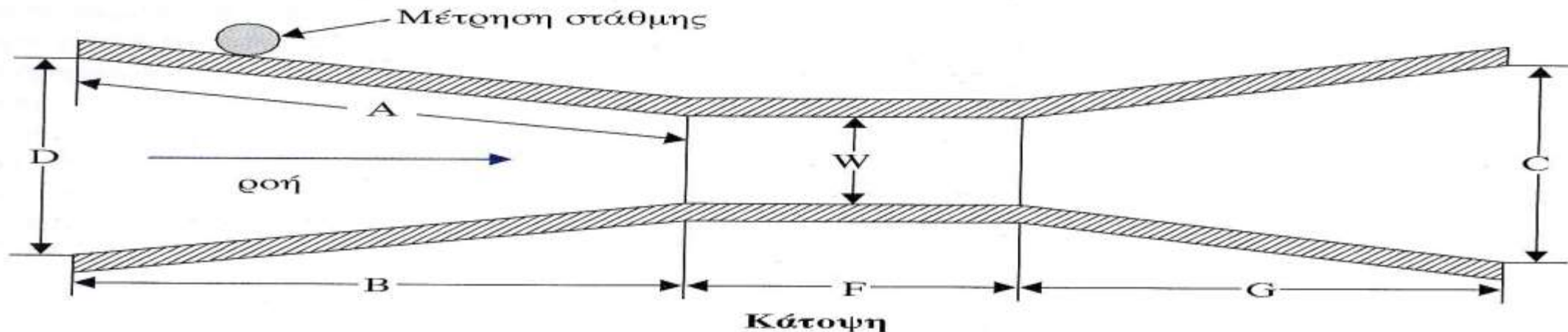
$$Q = 0,1133 \times W \times H^{1,522} W^{0,026}$$



6.2.2 Μέτρηση Παροχής.

(4)

W (cm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	K (cm)	N (cm)
2,54	36,27	35,56	9,29	16,75	22,86	20,32	1,91	2,86	36,27
5,08	41,43	40,64	13,49	21,35	30,48	25,40	2,22	4,28	41,43
7,62	46,66	45,72	17,78	25,87	60,96	30,48	2,54	5,72	46,66
15,24	62,05	60,96	39,37	39,69	60,96	60,96	7,62	11,43	62,05
22,86	87,93	86,36	38,10	57,47	76,20	45,72	7,62	11,43	87,93
30,48	137,16	134,29	60,96	84,46	96,52	96,52	7,62	22,86	137,16





6.2.2 Μέτρηση Παροχής.

(5)

Μέγεθος (cm)	2,54	5,08	7,62	15,24	22,86	30,48
Ελάχιστη παροχή (m ³ /d)	4	4	4	4	11	15
Μεγίστη παροχή (m ³ /d)	833	1665	7116	15064	40424	53028

Παράδειγμα 6.2

Σε μονάδα επεξεργασίας λυμάτων ο διάυλος Parshall έχει πλάτος στένωσης 15,24 cm. Το ύψος στάθμης των λυμάτων ανάντι της στένωσης είναι 10 cm. Να υπολογισθεί η παροχή λυμάτων

Λύση

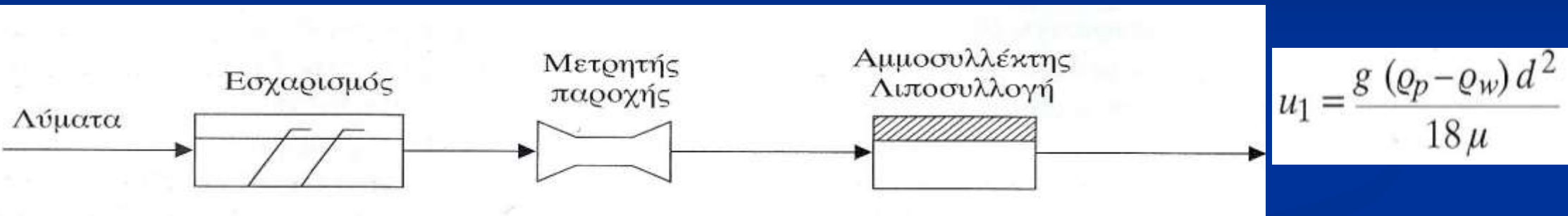
$$\begin{aligned} \text{Εφαρμογή της εξίσωσης (6.1) παρέχει, } Q &= 0,1133 \times W \times H^{1,522} W^{0,026} = \\ &= 0,1133 \times 0,5 \times 0,328^{1,522 \times 0,5} 0,5^{0,026} = 0,0106 \text{ m}^3/\text{s} = 918 \text{ m}^3/\text{d} \end{aligned}$$



6.2.3 Αμμοσυλλογή.

(1)

- Τα αστικά λύματα περιέχουν ανόργανες στερεές ουσίες, άμμο αλλά και οργανικές ουσίες μεγάλου μεγέθους όπως σπόρους που μπορούν να καταβυθιστούν.



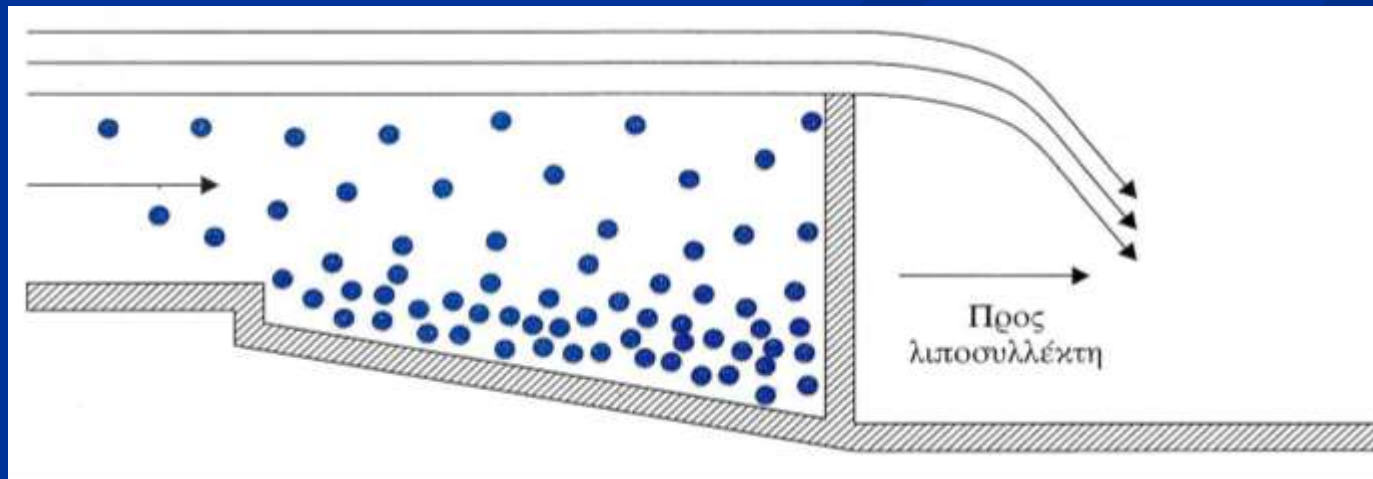
- Η αμμοσυλλογή γίνεται σε ειδικά κανάλια όπου μειώνεται η ταχύτητα των στερεών ώστε να υπάρχει ο απαιτούμενος χρόνος παραμονής για την καταβύθισή τους στο χώρο του καναλιού αμμοσυλλογής.
- Η καθίζηση των στερεών μπορεί να γίνεται με 2 τρόπους (Τύπου I, Τύπου II). Στο στάδιο αυτό της αμμοσυλλογής η καθίζηση είναι τύπου I και αναφέρεται σε σωματίδια μεγάλου βάρους που αιωρούνται και κατακάθονται αφού το βάρος τους υπερνικά την άνωση.
- Για την ταχύτητα καταβύθισης των σωματιδίων ισχύει η σχέση του Stokes.



6.2.3 Αμμοσυλλογή.

(2)

- Τα λύματα εισέρχονται σε ορθογώνια κανάλια αμμοσυλλογής και εξέρχονται υπερχειλίζοντας από το άλλο άκρο.
- Η ταχύτητα ροής των λυμάτων στη δεξαμενή αμμοσυλλογής είναι ~ 0.3 m/s.
- Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει τον υπολογισμό των κατάλληλων διαστάσεων του καναλιού.
- Τα αποτιθέμενα στερεά απομακρύνονται με ειδικά μηχανικά μέσα (κοχλίες μεταφοράς) που συμπιέζουν ταυτόχρονα τη δημιουργούμενη λάσπη ώστε να απομακρύνεται η μεγαλύτερη ποσότητα συγκρατούμενου νερού.





6.2.3 Αμμοσυλλογή – Παράδειγμα 6.3.

(2)

- Ζητείται η διαστασιολόγηση αμμοσυλλέκτη μονάδας επεξεργασίας λυμάτων παροχής $20.000 \text{ m}^3/\text{day}$. Η ταχύτητα ροής απαιτείται να είναι $0,3 \text{ m/s}$. Τα αιωρούμενα σωματίδια καθιζάνουν με καθίζηση Τύπου $-I$ (θεωρούνται διακριτά σφαιρικά σωματίδια – ισχύει η σχέση Stokes), με διάμετρο 0.2 mm πυκνότητας 2.65 g/cm^3 .

Ισχύει ότι: Παροχή = διατομή \times ταχύτητα $\Rightarrow Q = S \times u$

Αν υποθέσουμε ορθογώνιο κανάλι με σχέση ύψους:πλάτος $1,5:1$ και συμβολίσουμε το πλάτος με W θα έχουμε: $Q = 1,5 \times W \times W \times u$

Αντικατάσταση των δεδομένων παρέχει

$$20.000 \text{ m}^3/\text{day} = 1,5 \times W^2 \times 0,3 \text{ m/s. Άρα } W = 0,71 \text{ m}$$

Βάθος $D=1,07 \text{ m}$.

Εφαρμογή της εξίσωσης 6.1 παρέχει $u_1=0,22 \text{ m/s}$. Συνεπώς ο χρόνος καταβύθισης θα είναι:

$$T = \frac{D}{u_1} = \frac{1,07}{0,22} = 4,86 \text{ s}$$

$$u_1 = \frac{g (\rho_p - \rho_w) d^2}{18\mu}$$

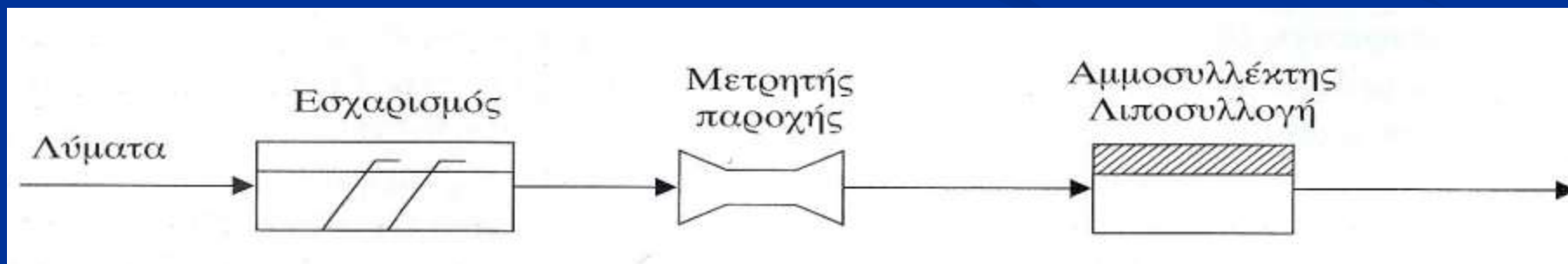
Άρα το μήκος το καναλιού θα είναι : $L=u \cdot T = 0,3 \text{ m/s} \cdot 4,86 \text{ s} = 1,46 \text{ m}$.



6.2.4 Λιποσυλλογή.

(1)

- Στα αστικά λύματα περιέχονται σημαντικές ποσότητες από λίπη και έλαια που πρέπει να απομακρυνθούν πριν την είσοδο των λυμάτων στο βιολογικό αντιδραστήρα.
- Η απομάκρυνση γίνεται με φυσική διεργασία με την εκμετάλλευση της διαφοράς πυκνότητας μεταξύ λιπών – ελαίων και του υδατικού μίγματος.
- Η εγκατάσταση αποτελείται από ένα ορθογώνιο κανάλι στο οποίο τα λύματα ηρεμούν και λίπη και έλαια συλλέγονται στην επιφάνεια από όπου και απομακρύνονται με ειδικά σάρωθρα μηχανικά ή χειρωνακτικά.

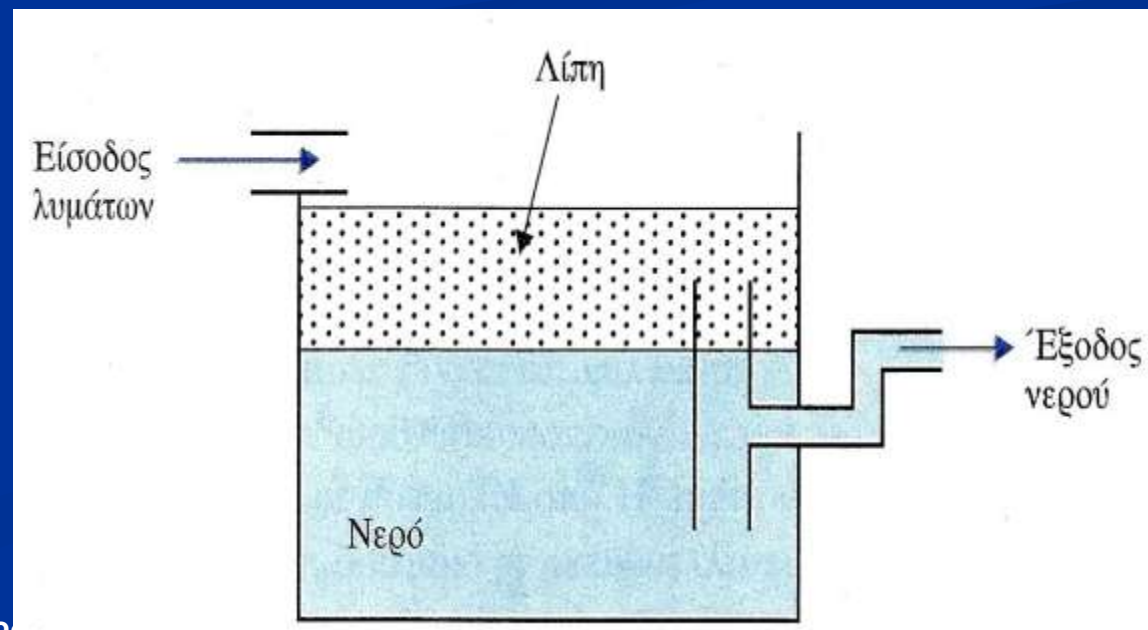
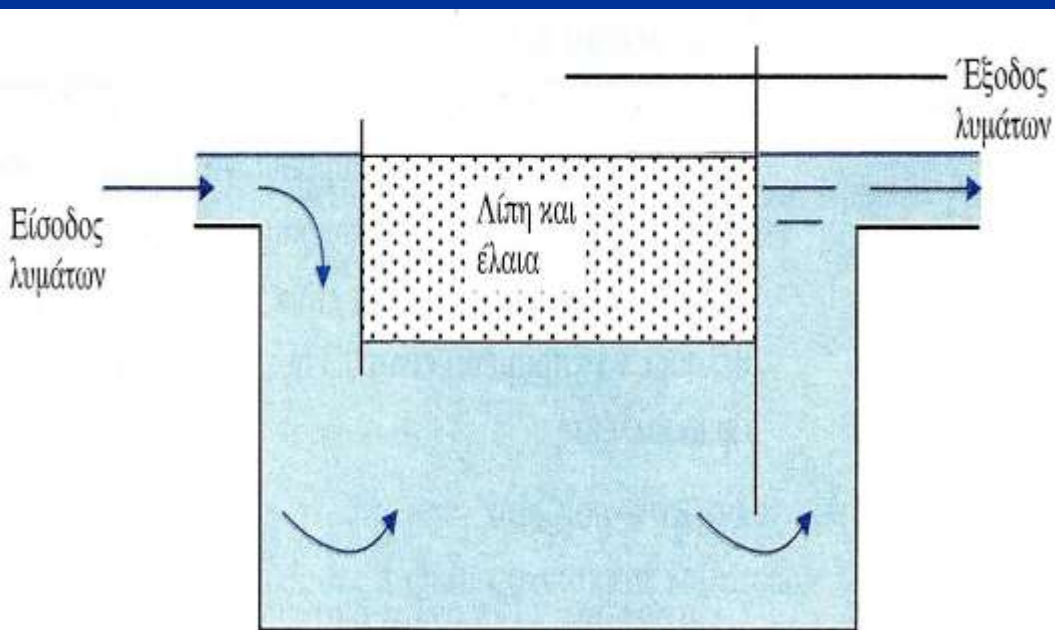




6.2.4 Λιποσυλλογή.

(2)

- Ο σχεδιασμός του λιποσυλλέκτη γίνεται με αναφορά την παροχή , την ποσότητα λιπών και ελαίων και την απαίτηση στο χρόνο καθαρισμού και μεταφοράς αυτών.
- Λίπη και έλαια που βρίσκονται σε μορφή γαλακτώματος απαιτούν κροκίδωση και συσσωμάτωση ώστε να είναι δυνατός ο διαχωρισμός τους.
- Η συγκέντρωση και ο διαχωρισμός των λιπών – ελαίων από το νερό γίνεται σε συνήθως σε απλό φρεάτιο.
- Τυπικές διατάξεις λιποσυλλογής και διαχωρισμού νερού από λίπη – έλαια.





6.2.4 Λιποσυλλογή – Παράδειγμα 6.4. (1)

- Πρόκειται να σχεδιαστεί λιποσυλλέκτης σε μονάδα επεξεργασίας λυμάτων παροχής **10000m³/day**. Η περιεκτικότητα σε λίπη και έλαια των λυμάτων έχει βρεθεί **5lt/m³**.
- Αν ζητείται τα λίπη να συλλέγονται εβδομαδιαία και το ύψος τους να μην ξεπερνά τα **0,5m**
- Να υπολογιστούν οι διαστάσεις του λιποσυλλέκτη.

Λύση

- Θεωρείται ότι η στάθμη από λίπη και έλαια θα είναι στο 40% του βάθους της δεξαμενής. Τότε το βάθος της δεξαμενής θα είναι **$H = 0,5/0,4 = 1,25m$** .
- Η ημερήσια παροχή λιπών θα είναι $5lt/m^3 \times 10.000m^3/day = 50.000lt/day =$ **50m³/day**.
- Επομένως σε εβδομαδιαία βάση θα συλλέγονται **350m³**.
- Θεωρώντας μήκος διπλάσιο του πλάτους στο χώρο συλλογής τότε **$V=(H) (W) (2W)$**
- Επομένως θα είναι **$350 = 1,25 \times 2 \times W^2 \rightarrow W=11,8m$**
- Θεωρώντας επιπλέον μήκος 1m πριν και μετά το χώρο συλλογής των λιπών οι διαστάσεις της δεξαμενής θα είναι **$H = 1,25m \quad W=11,8m \quad L = 25m$** .

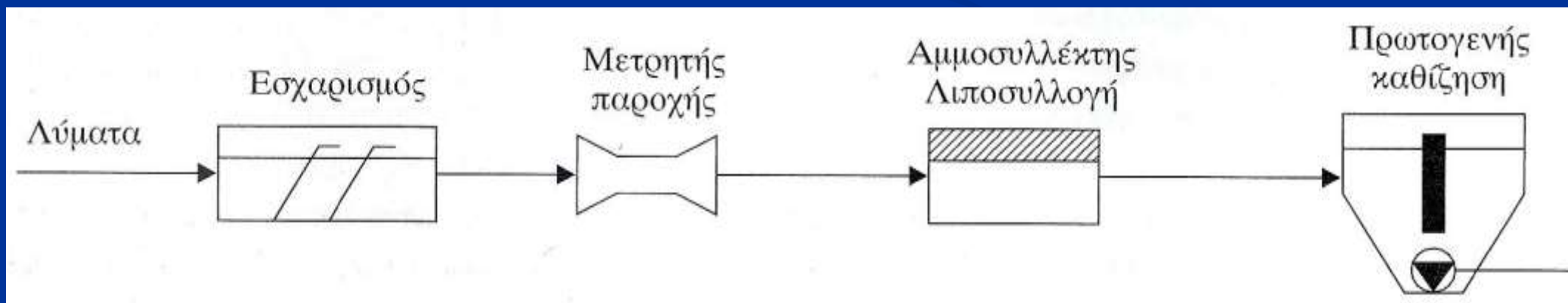




6.2.5 Πρωτογενής Καθίζηση.

(1)

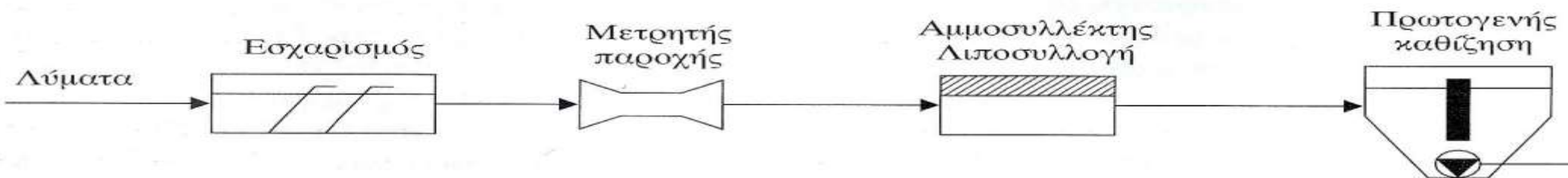
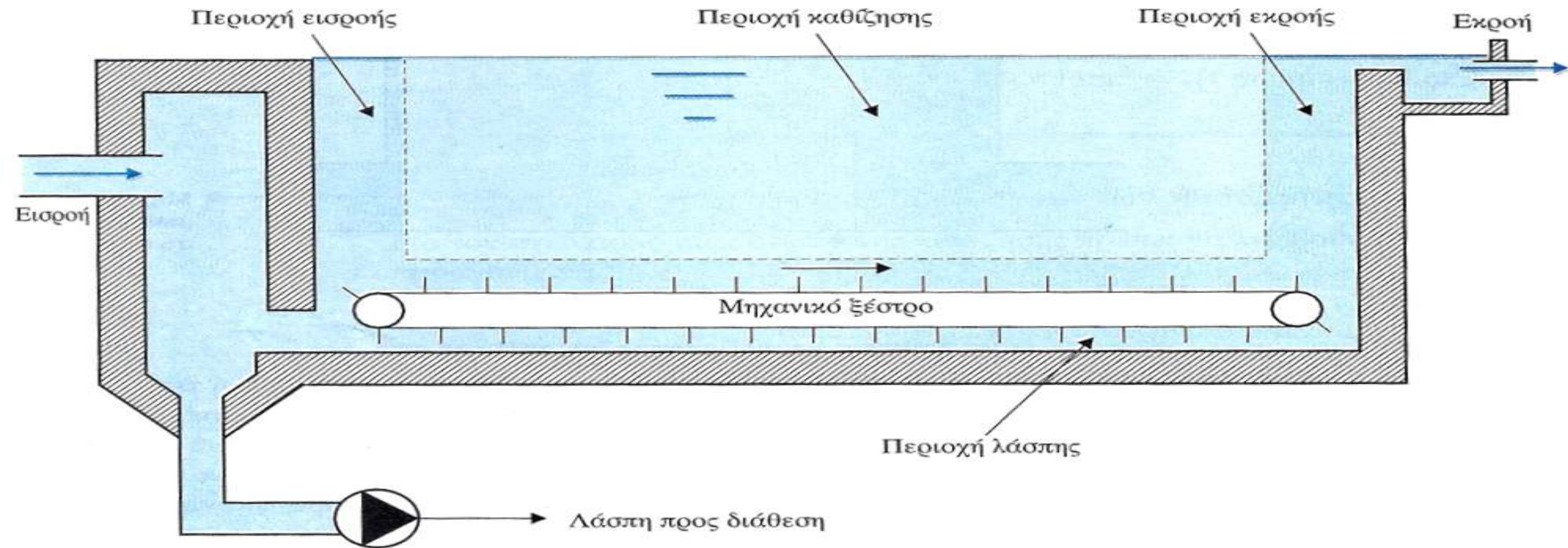
- Η πρωτογενής καθίζηση μπορεί να γίνεται σε ορθογώνιες ή κυκλικές δεξαμενές.
- Για τα επιπλέοντα στερεά υπάρχουν μηχανικά σάρωθρα ενώ τα στερεά που καθιζάνουν μεταφέρονται με αεραντλίες στο τμήμα πάχυνσης της λάσπης ή με ειδικούς σαρωτές.
- Τα στερεά που καθιζάνουν θα πρέπει να μεταφέρονται από τη δεξαμενή καθίζησης πριν αναπτυχθούν συνθήκες αναερόβιας επεξεργασίας.
- Η ποσότητα των στερεών που καθιζάνουν στην πρωτοβάθμια καθίζηση εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποιότητα των λυμάτων προς επεξεργασία και η αποδοτικότητα της κατεργασίας.





6.2.5 Πρωτογενής Καθίζηση. (2)

(2)





6.2.5 Πρωτογενής Καθίζηση.

(3)

- Παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για το σχεδιασμό των δεξαμενών πρωτογενούς καθίζησης δίνονται στον πίνακα.
- Στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης δίνεται προσοχή ώστε τα επιπλέοντα σωματίδια να μην παρασύρονται με το υπερχειλίζον ρευστό. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση πετάσματος. Τα στερεά που καθιζάνουν συλλέγονται με μηχανικό τρόπο.

Παράμετρος	Τιμές	
	Εύρος	Τυπική
Χρόνος παραμονής, h	1,5 – 2,5	2,0
Ταχύτητα υπερχείλισης, $m^3/m^2 d$	Μέση 32 – 48 Αιχμής 80 – 120	100
Διαστάσεις, ορθογώνιας δεξαμενής (m)	Βάθος 3 – 5 Μήκος 15 – 90 Πλάτος 3 – 24	3,5 25 – 40 6 – 10
Κυκλική δεξαμενή	Βάθος 3 – 5 Διάμετρος 3,6 – 60	4,5 12-45



6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (1)

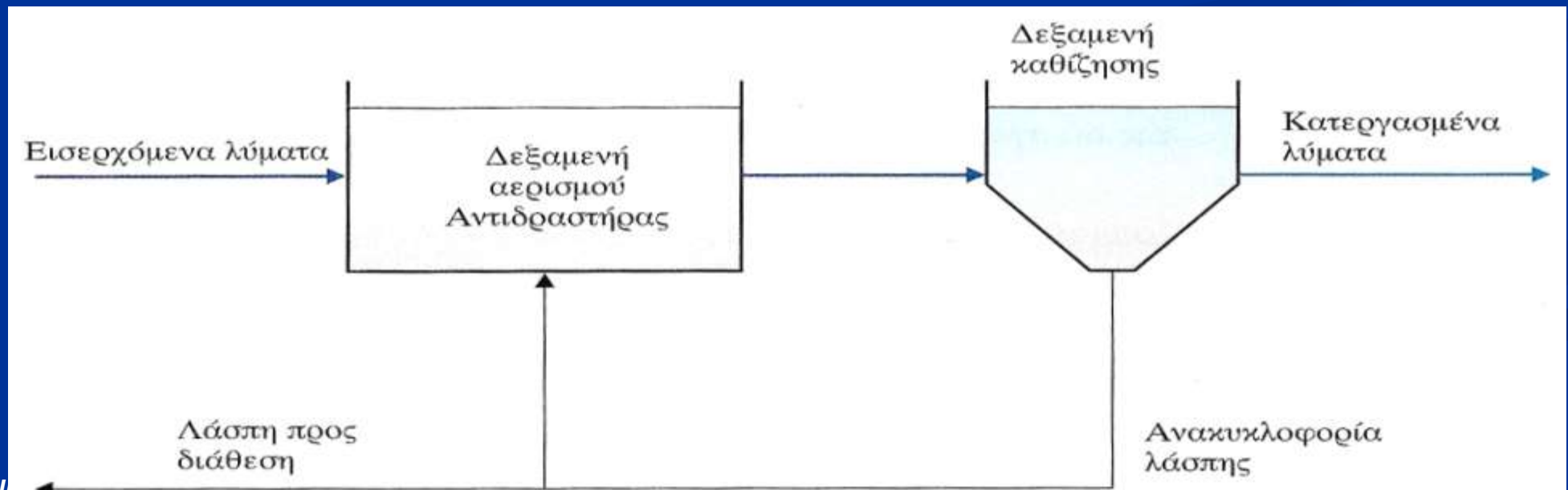
- Το προϊόν της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας περιέχει περίπου το 50% των αιωρούμενων στερεών και το σύνολο σχεδόν των οργανικών και ανόργανων συστατικών.
- Για να μπορούν έτσι τα λύματα να διατεθούν στο περιβάλλον θα πρέπει να υποστούν επιπλέον κατεργασία, τη **δευτεροβάθμια επεξεργασία** που είναι η **βιολογική επεξεργασία** και η **φυσική κατεργασία** (καθίζηση).
- Η δευτεροβάθμια επεξεργασία επιτυγχάνεται στο **βιολογικό αντιδραστήρα** όπου η ενεργός λάσπη με τη βοήθεια αερισμού απομακρύνει τις διαλυμένες οργανικές ουσίες μέσω βιολογικών και φυσικοχημικών διεργασιών.
- Θεωρώντας ότι οι οργανικές ενώσεις περιέχουν C, H, O, N, S και τα κύτταρα έχουν χημικό τύπο $C_5H_7NO_2$ τότε οι αντιδράσεις που συμβαίνουν δίνονται από την εξίσωση (όπου Ψ άλλα τελικά προϊόντα)





6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (2)

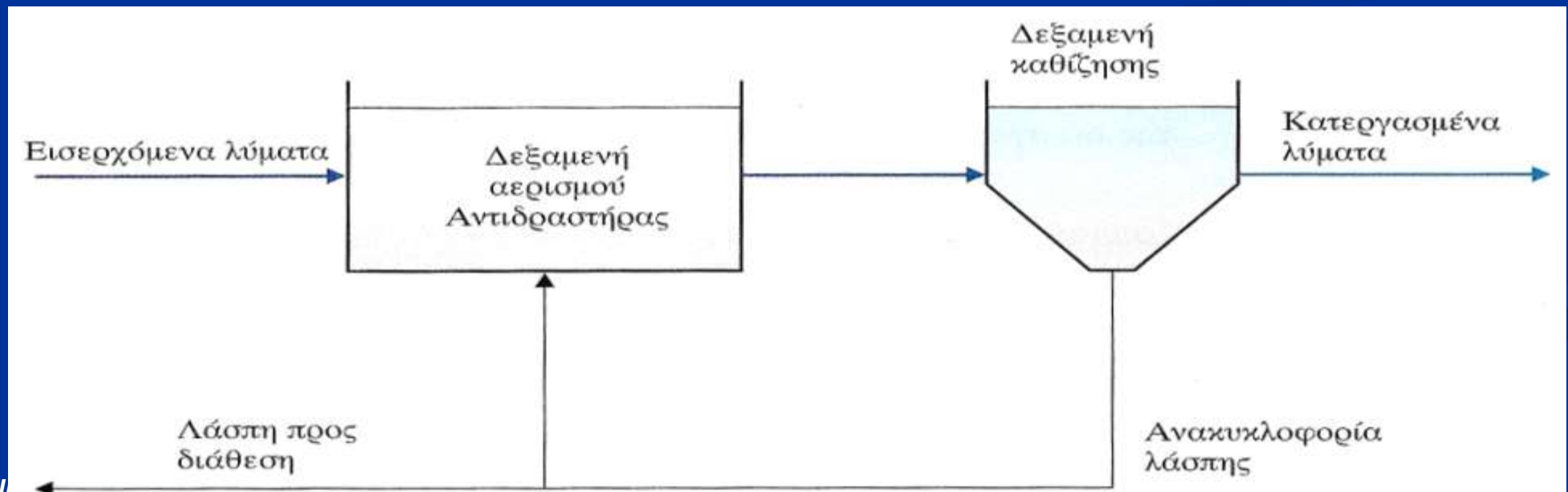
- Η λειτουργία της διεργασίας γίνεται σε 2 δεξαμενές, τη δεξαμενή αερισμού και τη δεξαμενή καθίζησης.
- Στη **δεξαμενή αερισμού - βιολογικό αντιδραστήρα** (aeration tank) γίνεται η κατανάλωση της οργανικής ύλης και άλλων αποβλήτων από τους μικροοργανισμούς που βρίσκονται υπό μορφή αιωρήματος και οι οποίοι αναπτύσσονται.
- Η αποικοδόμηση της οργανικής ύλης γίνεται με τη βοήθεια του διαλυμένου οξυγόνου (dissolved oxygen DO) και αποβολής του CO_2 .





6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (3)

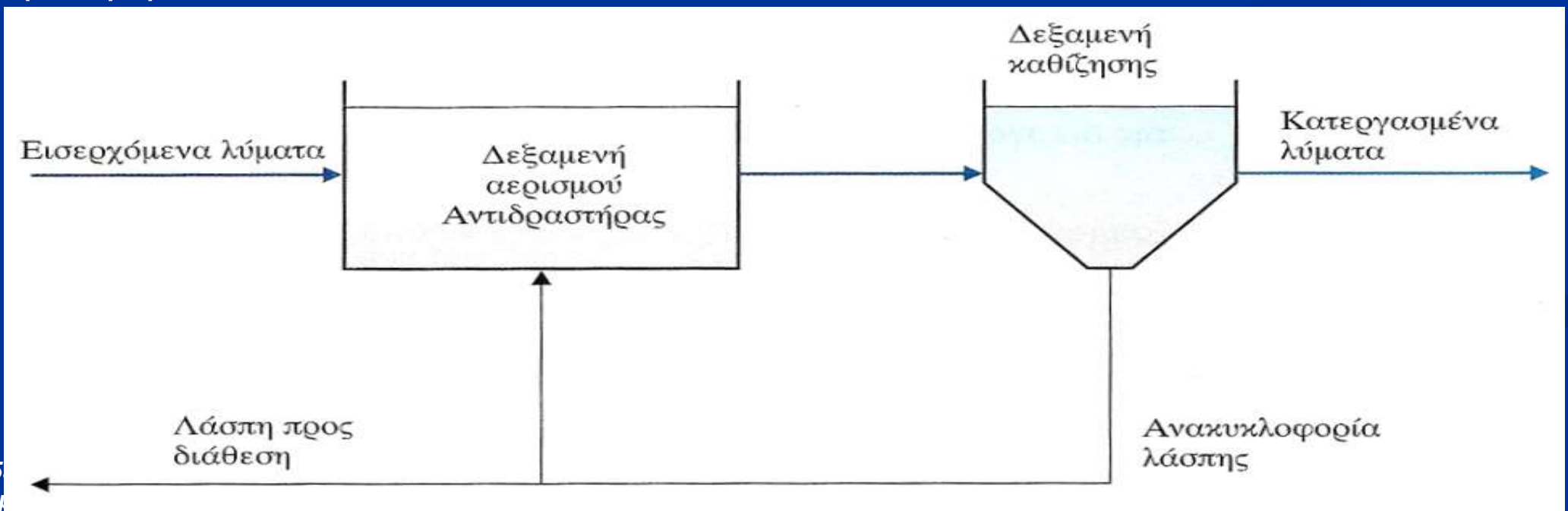
- Το μείγμα υπερχειλίζει συνεχώς στη δεξαμενή καθίζησης (settling tank) όπου και γίνεται ο διαχωρισμός των μικροοργανισμών από το νερό.
- Οι εισερχόμενοι μικροοργανισμοί μαζί με αυτούς που υπάρχουν στη δεξαμενή αερισμού καταναλώνουν την οργανική ύλη και εξερχόμενοι καθιζάνουν στη δεξαμενή καθίζησης από όπου ένα μέρος ανακυκλοφορεί στη δεξαμενή αερισμού ενώ ένα άλλο μέρος πηγαίνει προς διάθεση.





6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (4)

- Η σχηματιζόμενη βιομάζα πρέπει να αφαιρεθεί από τα λύματα ώστε το κατεργασμένο πλέον προϊόν (καθαρό νερό) να μπορεί να διατεθεί στο περιβάλλον.
- Για τη λειτουργία του συστήματος απαιτείται οξυγόνο, που παρέχεται με φυσητήρες ή με ανάδευση του μίγματος.
- Πέρα από τις 2 δεξαμενές (αερισμού και καθίζησης) μπορεί να υπάρχουν και άλλες δεξαμενές (ανοξικές) για απονιτροποίηση ή αναερόβιες δεξαμενές για απομάκρυνση φωσφόρου.





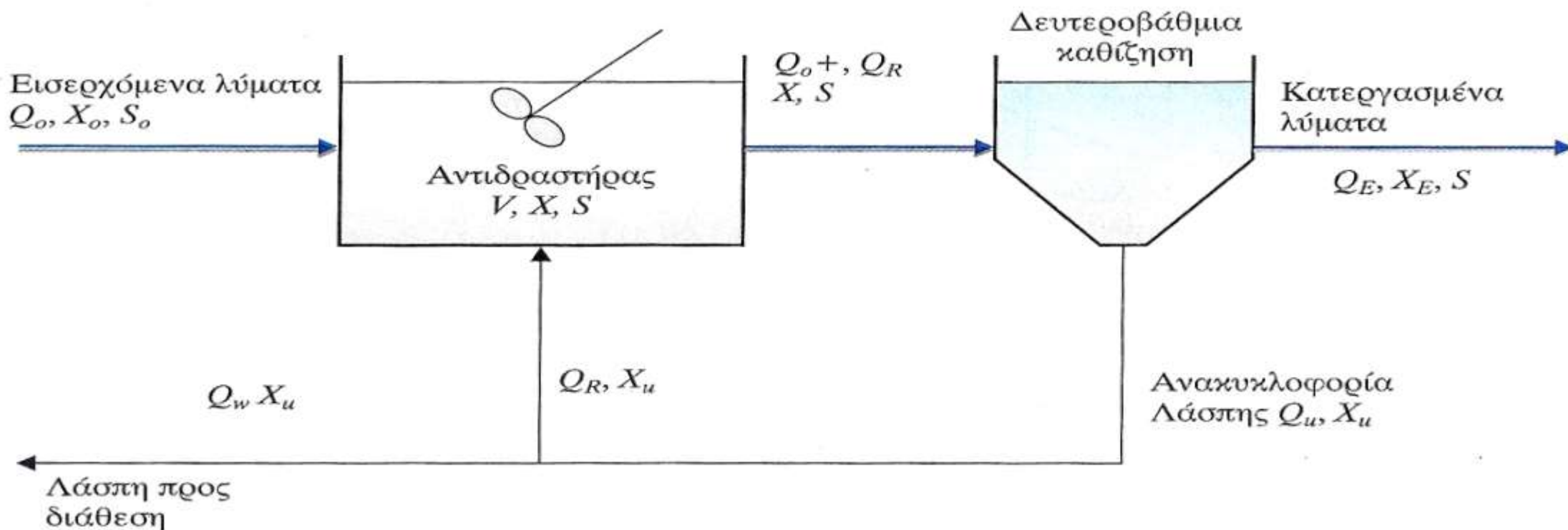
6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (5)

- Πέρα από τις 2 δεξαμενές (αερισμού και καθίζησης) μπορεί να υπάρχουν και άλλες δεξαμενές (ανοξικές) για απονιτροποίηση ή αναερόβιες δεξαμενές για απομάκρυνση φωσφόρου.
- Ο όρος **ανοξικές συνθήκες** αναφέρεται σε **συνθήκης έλλειψης οξυγόνου** αλλά παρουσίας νιτρικών ιόντων.
- Ο όρος **αναερόβιες συνθήκες** αναφέρεται στην **απουσία οξυγόνου και νιτρικών**.
- Ως μέτρο της οργανικής ύλης χρησιμοποιείται συνήθως το BOD_5
- Ως μέτρο της παρουσίας μικροοργανισμών χρησιμοποιείται η συγκέντρωση του οργανικού μέρους των αιωρούμενων στερεών της βιομάζας. Το συγκεκριμένο μέγεθος δίνεται προσεγγιστικά ως αιωρούμενα στερεά του ανάμικτου υγρού (mixed liquor suspended solids – MLSS).



6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (6)

- Πέρα από τις 2 δεξαμενές (αερισμού και καθίζησης) μπορεί να υπάρχουν και άλλες δεξαμενές (ανοξικές) για απονιτροποίηση ή αναερόβιες δεξαμενές για απομάκρυνση φωσφόρου.





6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (7)

- Τα χαρακτηριστικά μεγέθη διεργασίας ενεργού λάσπης είναι
- X – συγκέντρωση βιομάζας σε kg/m^3 – MLSS (αιωρούμενα στερεά του ανάμικτου υγρού)
- Q – ογκομετρική παροχή σε m^3/d
- S – συγκέντρωση τροφικής οργανικής ύλης σε kg/m^3
- V – όγκος της δεξαμενής αερισμού

- Οι δείκτες αναφέρονται σε:
- o – εισερχόμενα λύματα (αρχικά),
- R – ανακυκλώμενα λύματα
- w – απορριπτόμενα
- u – επιστρεφόμενα λύματα
- E – εξερχόμενα λύματα



6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (8)

- Παράμετροι σχεδιασμού της διεργασίας ενεργού λάσπης είναι:
- **Χρόνος αερισμού** – t είναι ο χρόνος συγκράτησης των λυμάτων στη δεξαμενή αερισμού και δίνεται
$$t = V/Q_0 \quad (6.2)$$
- **Οργανική φόρτιση** (BOD loading) είναι ο ρυθμός παροχής μάζας οργανικής ύλης σε $\text{kg}/(\text{m}^3\text{day})$ και δίνεται από τη σχέση:
$$V_L = Q_0 S_0 / V \quad (6.3)$$
- Συνδυάζοντας τις 2 παραπάνω σχέσεις προκύπτει
$$V_L = S_0 / t \quad (6.4)$$
- Η σχέση δίνει μια συσχέτιση μεταξύ της οργανικής φόρτισης και του χρόνου αερισμού.
- V = όγκος της δεξαμενής αερισμού
- Q_0 = ογκομετρική παροχή λυμάτων
- S_0 = το εμβαδόν επιφάνειας της δεξαμενής αερισμού.
- **Λόγος τροφής προς μικροοργανισμούς (food-to-microorganism ratio, F/M)**
- Εκφράζει το πηλίκο της φόρτισης σε BOD_5 προς την ποσότητα των μικροοργανισμών στον αντιδραστήρα και δίνεται από τη σχέση
$$F/M = Q_0 S_0 / VX \quad (6.5)$$

Όπου X – η ποσότητα των αιωρούμενων στερεών του ανάμικτου υγρού.



6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (9)

- Συνδυάζοντας τις (6.3),(6.5) προκύπτει $F/M = V_L/X$
- **Ηλικία της λάσπης (ΗΛ) ή μέσος χρόνος παραμονής των κυττάρων.**
- Είναι ο χρόνος που τα κύτταρα παραμένουν στη δεξαμενή αερισμού. Λόγω της ανακυκλοφορίας της λάσπης είναι πολύ μεγαλύτερος από το χρόνο αερισμού.

$$H\Lambda = \frac{VX}{Q_w X_u + Q_E X_E} \cong \frac{VX}{Q_w X_u}$$

- Q_w – η ογκομετρική παροχή της λάσπης προς διάθεση,
- X_u – η συγκέντρωση βιομάζας προς διάθεση
- Q_E – η ογκομετρική παροχή του κατεργασμένου νερού
- X_E – η συγκέντρωση βιομάζας στο κατεργασμένο νερό.



6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (10)

- **Πως ελέγχεται η αποδοτικότητα της διεργασίας.**
- Η αποδοτικότητα κάθε διεργασίας ενεργού λάσπης προσδιορίζεται από την ικανότητα καθίζησης της βιομάζας στη δεξαμενή καθίζησης.
- Όταν συσσωματώματα μεγάλου μεγέθους μπορούν να καθιζάνουν λόγω βαρύτητας δίνουν ως αποτέλεσμα παραγωγή νερού υψηλής καθαρότητας.
- Αντίθετα κροκίδες μικρού μεγέθους δεν καταβυθίζονται και παρασύρονται από το παραγόμενο νερό διατηρώντας υψηλές τιμές BOD_5 .
- **Λόγοι μείωσης της απόδοσης της διαδικασίας δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.**
- Μη επαρκής αερισμός
- Μειωμένη οργανική ύλη στα εισερχόμενα λύματα
- Παρουσία τοξικών ουσιών
- Υπερβολική οργανική φόρτιση.
- Η αποδοτικότερη τιμή για το λόγο F/M είναι (0.2–0.5) και ο χρόνος αερισμού (5 – 7) ώρες.



6.2.6 Δευτεροβάθμια επεξεργασία – βιολογικός αντιδραστήρας. (11)

- Πως παρακολουθείται η λειτουργία της διεργασίας της ενεργού λάσπης.
- Με το δείκτη ιζήματος (sludge volume index – SVI). Ο προσδιορισμός του SVI γίνεται σε ογκομετρικό κύλινδρο 1l.
- **Διαδικασία υπολογισμού του SVI.**
- Από την έξοδο της δεξαμενής αερισμού λαμβάνεται δείγμα 1l και αφήνεται να καταβυθιστούν τα αιωρούμενα στερεά για 30min.
- Μετράται ο όγκος των καταβυθιζόμενων στερεών V_s σε ml.
- Σε άλλο σημείο της δεξαμενής αερισμού μετρώνται τα αιωρούμενα στερεά του ανάμικτου υγρού X – MLSS.
- Ο προσδιορισμός του SVI δίνεται από τη σχέση:
- Ο αερισμός μπορεί να γίνεται με φυσητήρες και διαχύτες στον πυθμένα της δεξαμενής, οπότε οι φυσαλίδες του αέρα διαχέονται σε όλη τη μάζα του ρευστού.

$$SVI = \frac{V_s \times 1000}{MLSS}$$



6.2.7 Αερισμός και μεταφορά οξυγόνου.

(1)

- Η μεταφορά του οξυγόνου είναι διαδικασία 2 σταδίων.
- 1^ο στάδιο - Το οξυγόνο διαχέεται στο αιώρημα βιομάζας
- 2^ο στάδιο – Το διαλυμένο οξυγόνο προσλαμβάνεται από τους μικροοργανισμούς για το μεταβολισμό της οργανικής ύλης.
- Για την αποφυγή ανοξικών ή αναερόβιων συνθηκών θα πρέπει ο ρυθμός διάλυσης οξυγόνου να είναι τουλάχιστον ίσος με το ρυθμό κατανάλωσής του από τους μικροοργανισμούς.
- Ο **ρυθμός απορρόφησης οξυγόνου** εξαρτάται από το λόγο F/M (λόγος τροφής προς μικροοργανισμούς (food-to-microorganism ratio) και τη θερμοκρασία.
- Για παρατεταμένο αερισμό < 10mg/(l h)
- Για συμβατικές εγκαταστάσεις < 30mg/(l h)
- Για εγκαταστάσεις υψηλής ταχύτητας <100 mg/(l h)



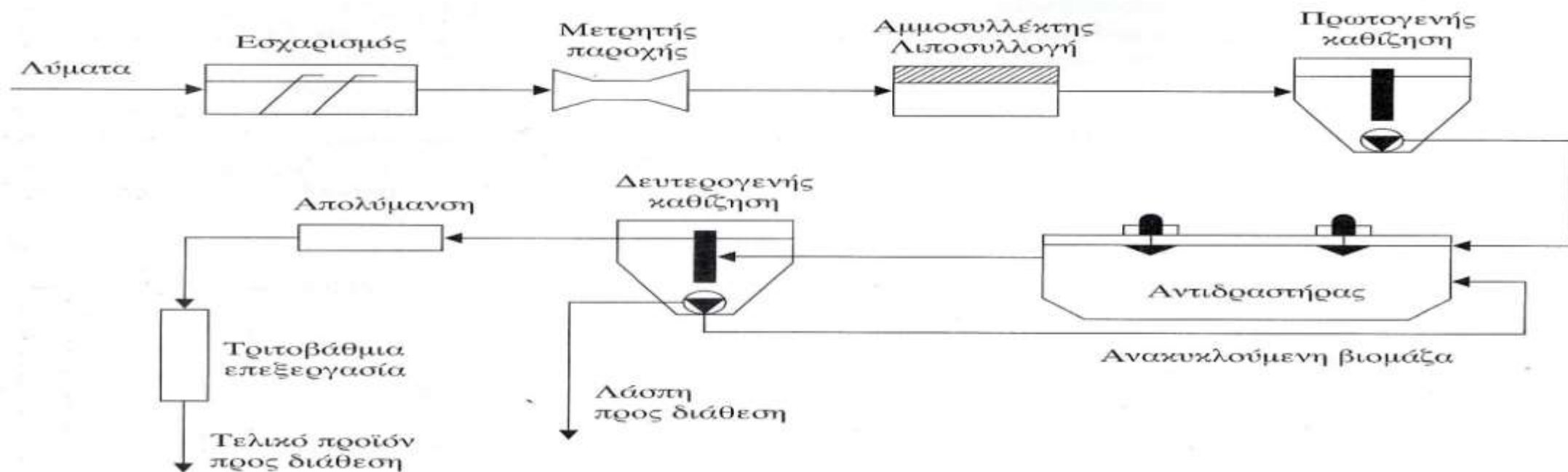
6.2.7 Αερισμός και μεταφορά οξυγόνου. (2)

- Οι διεργασίες που εξελίσσονται στη δεξαμενή αερισμού είναι ανεξάρτητες από τη συγκέντρωση οξυγόνου εφόσον η συγκέντρωση αυτού είναι μεγαλύτερη μιας κρίσιμης.
- Οι κρίσιμες τιμές συγκέντρωσης O_2 (0,2 – 2)mg/l. Η παροχή αέρα τότε θα πρέπει να είναι η ελάχιστη δυνατή που θα δίνει συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου λίγο μεγαλύτερες από την κρίσιμη τιμή συγκέντρωσης.
- Το περισσότερο O_2 δεν έχει κανένα επιπλέον αποτέλεσμα στη διαδικασία ενώ θα αυξάνει το ενεργειακό κόστος.
- Θα πρέπει να γίνεται κατάλληλη ανάμιξη ώστε η συγκέντρωση του διαλυμένου O_2 να είναι τουλάχιστον 2mg/l.



6.2.8 Δευτεροβάθμια καθίζηση. (1)

- Η βιομάζα που παράγεται στο βιολογικό αντιδραστήρα πρέπει να αφαιρείται από τα διατιθέμενα λύματα ώστε να πληρούν τις προδιαγραφές για να διατεθούν στον τελικό αποδέκτη.
- Απαιτείται έτσι δεξαμενή καθίζησης που λειτουργεί σε συνέχεια του βιολογικού αντιδραστήρα. Η καθίζηση είναι τύπου –II και εξυπηρετεί 2 στόχους.

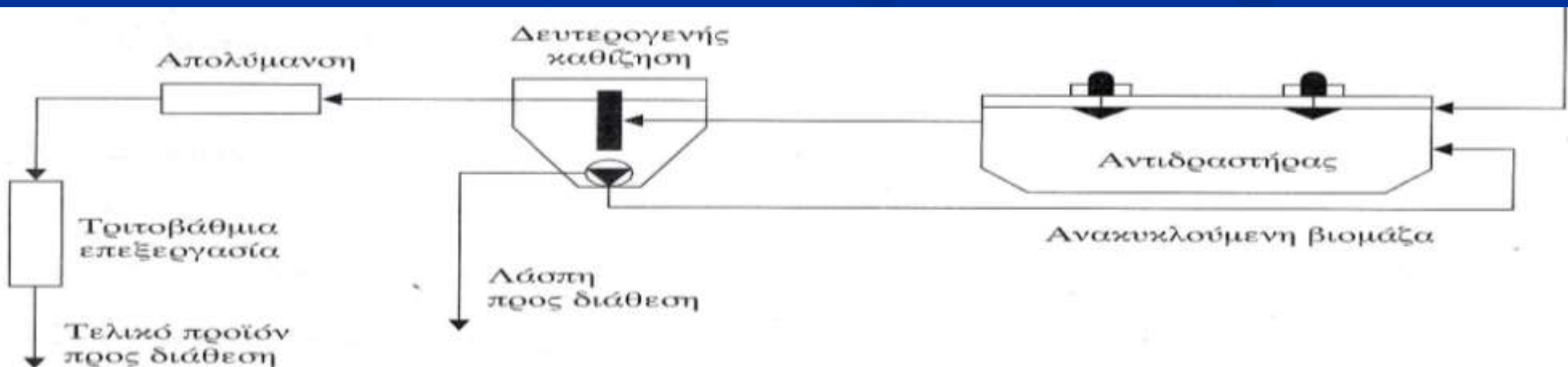




6.2.8 Δευτεροβάθμια καθίζηση.

(2)

- Η καθίζηση είναι τύπου –II ικανοποιώντας 2 στόχους.
- **1^{ος} στόχος** – Επιτυγχάνεται συσσωμάτωση της βιομάζας και καθίζησή της ώστε να υπερχειλίζει το νερό έχοντας την κατάλληλη ποιότητα.
- **2^{ος} στόχος** – Συμπύκνωση της βιομάζας που καθιζάνει ώστε να είναι πιο εύκολη η επεξεργασία της σε επόμενο βήμα λόγω μικρότερου όγκου.
- Στη δεξαμενή δευτερογενούς καθίζησης συνδέεται και το αντλιοστάσιο λάσπης για την ανακυκλοφορία της.





6.2.8 Δευτεροβάθμια καθίζηση.

(3)

- Κατασκευαστικά στοιχεία σχεδιασμού των δεξαμενών καθίζησης.
- Κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα, είναι κυκλικού σχήματος διαμέτρου 30m βάθους 3m με κλίση πυθμένα ~8%.
- Η είσοδος των λυμάτων γίνεται κεντρικά της δεξαμενής μέσω κατακόρυφου αγωγού χωρίς διατάραξη του υγρού που καθιζάνει.

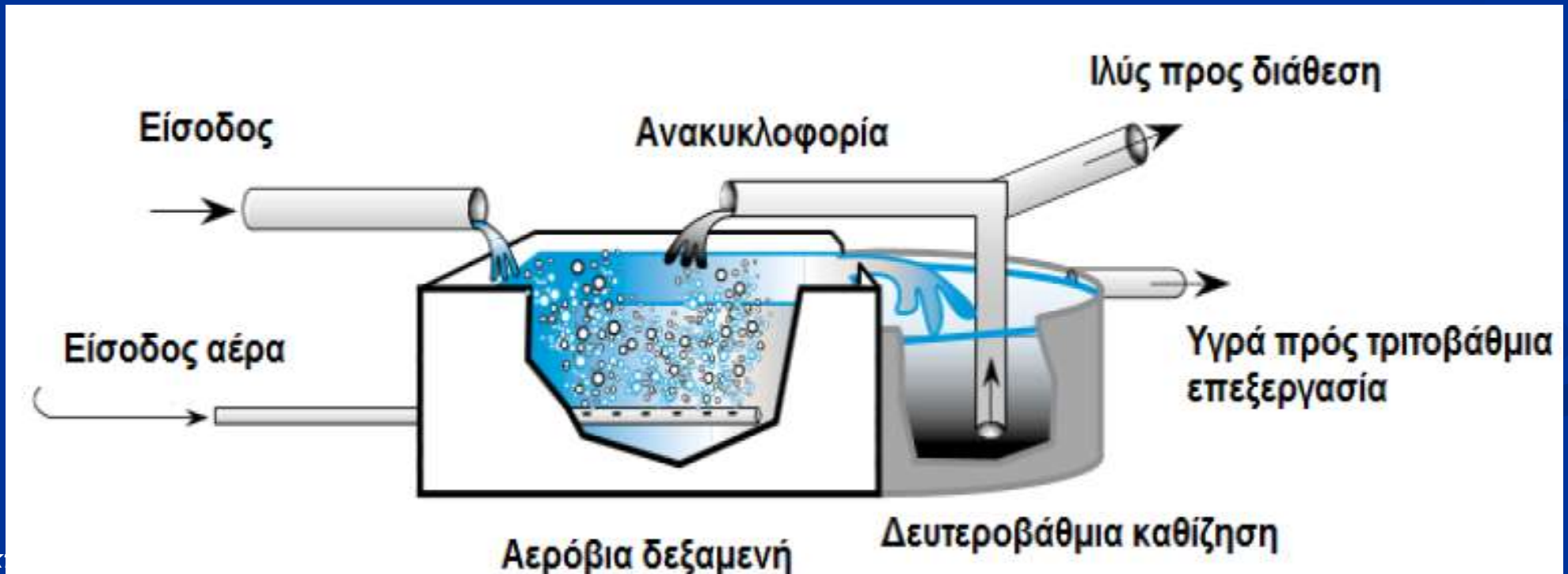




6.2.8 Δευτεροβάθμια καθίζηση.

(4)

- Η έξοδος του παραγόμενου νερού γίνεται περιφερειακά μέσω ενός υπερχειλιστή από ανοξείδωτο χάλυβα, που προστατεύεται από πέτασμα συλλογής για πιθανά επιπλέοντα στερεά.
- Τα επιπλέοντα στερεά και αφροί συλλέγονται από ειδικό περιστρεφόμενο ξέστρο και οδηγούνται σε κατάλληλο φρεάτιο συλλογής.





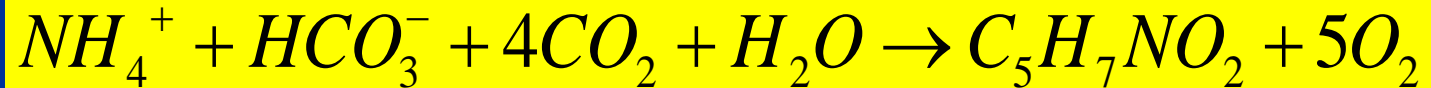
6.3 Τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων. (1)

- Απαιτείται όταν τα λύματα διατίθενται σε ευαίσθητα οικοσυστήματα (λίμνες, ρυάκια).
- Η κατεργασία περιλαμβάνει την απομάκρυνση των ενώσεων του φωσφόρου και αζώτου που αποτελούν θρεπτικά συστατικά προκαλώντας το φαινόμενο του ευτροφισμού.
- Στόχος της επεξεργασίας αυτής είναι η επιπλέον μείωση των αιωρούμενων στερεών ή διαλυμένων αλάτων.
- Τα αστικά λύματα περιέχουν άζωτο υπό μορφή αμμωνίας (NH_3) ή αμμωνιακών αλάτων ως προϊόντα αποικοδόμησης πρωτεϊνών και ουρίας.
- Η παρουσία αζώτου προκαλεί φαινόμενα ευτροφισμού και απαιτείται επιπλέον κατεργασία των λυμάτων (τριτοβάθμια).
- Το άζωτο που περιέχεται στις πρωτεΐνες μετατρέπονται σε αμμωνία (NH_3) ή ιόντα NH_4^+ τα οποία οξειδώνονται προς νιτρώδη και νιτρικά ιόντα καταναλώνοντας μεγάλες ποσότητες οξυγόνου, οδηγώντας σε ασφυξία ζωικούς οργανισμούς που δεν βρίσκουν οξυγόνο.



6.3 Τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων. (2)

- Η βιολογική απομάκρυνση του αζώτου γίνεται με τις διεργασίες νιτροποίησης και απονιτροποίησης.
- Η νιτροποίηση συμβαίνει από νιτροβακτηρίδια και γίνεται σε ανεξάρτητη δεξαμενή ή στη δεξαμενή αερισμού. Τα βακτηρίδια αυτά χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα το CO₂ και συνθέτουν νέα κύτταρα κατά τη αντίδραση



- Η ταχύτητα νιτροποίησης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, με την αύξηση του pH και τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου.



6.3 Τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων.

(3)

- Η απονιτροποίηση συμβαίνει σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου (ανοξικές συνθήκες). Τα ίδια βακτηρίδια συμβάλλουν στη διαδικασία αυτή (όπως και στην νιτροποίηση), χρησιμοποιώντας τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων για τη σύνθεση νέων κυττάρων κατά την αντίδραση



- Το παραγόμενο άζωτο είναι αδρανές αέριο χωρίς καμία επίπτωση στο περιβάλλον.
- Οι 2 διεργασίες γίνονται σε χωριστές δεξαμενές. Πρώτα γίνεται η απονιτροποίηση σε ανοξική δεξαμενή και μετά η νιτροποίηση στη δεξαμενή αερισμού.



6.3 Τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων.

(4)

- Αναφορικά με την απομάκρυνση του φωσφόρου που περιέχεται στα λύματα συνήθως είναι σε περιεκτικότητα των 10ppm, υπό μορφή οργανικών ενώσεων φωσφόρου.
- Η απομάκρυνση του φωσφόρου γίνεται με την προσθήκη ενώσεων αργιλίου και σιδήρου οπότε καταβυθίζονται ως ιζήματα ως φωσφορικά άλατα. Δηλ. γίνεται απομάκρυνση του φωσφόρου με καθίζηση.



6.5 Επεξεργασία και διάθεση της παραγόμενης λάσπης. (1)

- Η περίσσεια λάσπης που παράγεται στη δεξαμενή καθίζησης πριν διατεθεί στο περιβάλλον πρέπει να υποστεί κατεργασία.
- Στόχοι της κατεργασίας της λάσπης είναι:
 - ✓ Η σταθεροποίηση και αδρανοποίηση της λάσπης (μείωση οργανικού φορτίου).
 - ✓ Η μείωση του όγκου της λάσπης με αποβολή του συγκρατούμενου νερού (αφυδάτωση).

Με την αφυδάτωση μειώνεται το κόστος επεξεργασίας και μεταφοράς της λάσπης.

- Η λάσπη που παράγεται από τη διεργασία του αερισμού δεν χρειάζεται σταθεροποίηση συνήθως. Απαιτούνται κατεργασίες όπως **πάχυνση** (thickening) και **αφυδάτωση** (dehydration fibrillation).



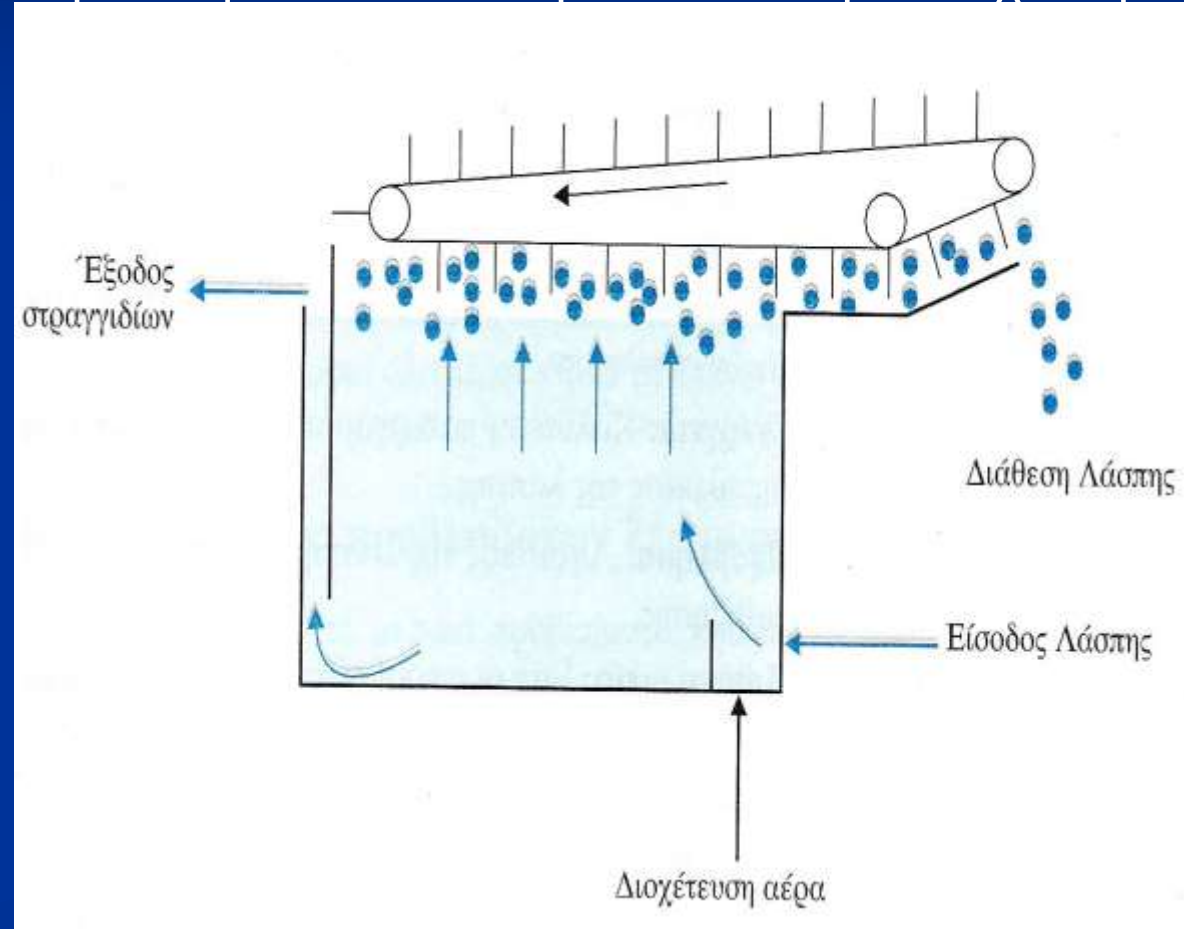
6.5 Επεξεργασία και διάθεση της παραγόμενης λάσπης. (2)

- Η πάχυνση της λάσπης στοχεύει στην αύξηση της περιεκτικότητας σε στερεά (20 – 25)%. Η πάχυνση μπορεί να γίνει με:
 - Βαρύτητα σε δεξαμενές πάχυνσης
 - Επίπλευση
 - Μηχανικά μέσα.
- Η πάχυνση με τη βοήθεια της βαρύτητας γίνεται σε δεξαμενές (ανάλογες με τις δεξαμενές καθίζησης, μικρότερου μεγέθους). Στον πυθμένα υπάρχει ξέστρο που έχει και κατακόρυφες ράβδους για το ανακάτεμα – άλεση της λάσπης ώστε να απελευθερώνονται πιο εύκολα τα αέρια και το νερό.
- Η πάχυνση με τη βοήθεια της επίπλευσης γίνεται με παράσυρση των σωματιδίων λάσπης στις φυσαλίδες αέρα που ανέρχονται στην επιφάνεια του νερού και στη συνέχεια με μηχανικά μέσα απομακρύνονται.



6.5 Επεξεργασία και διάθεση της παραγόμενης λάσπης. (3)

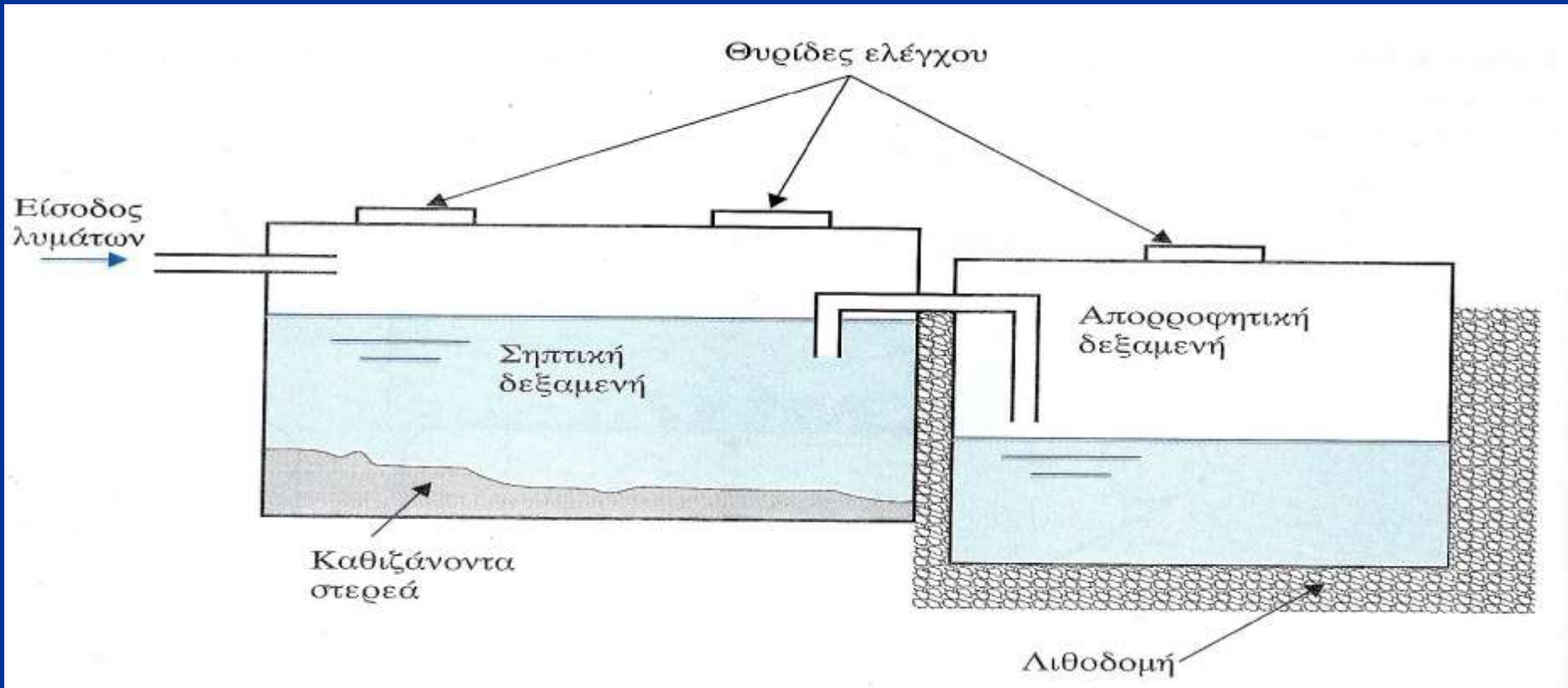
- Η πάχυνση με τη βοήθεια της επίπλευσης γίνεται με παράσυρση των σωματιδίων λάσπης στις φυσαλίδες αέρα που ανέρχονται στην επιφάνεια του νερού και στη συνέχεια με μηχανικά μέσα απομακρύνονται
- Η πάχυνση της λάσπης στοχεύει στην αύξηση της περιεκτικότητας σε στερεά (20 – 25)%. Η πάχυνση μπορεί να γίνει με:
 - Βαρύτητα σε δεξαμενές πάχυνσης
 - Επίπλευση
 - Μηχανικά μέσα.
- Η αφυδάτωση της λάσπης γίνεται με ταινιοφλτροπρέσσες, που έχουν πορώδεις ταινίες μέσα στις οποίες πιέζεται η λάσπη.





6.6 Διάθεση αποβλήτων απουσία δικτύου αποχέτευσης. (1)

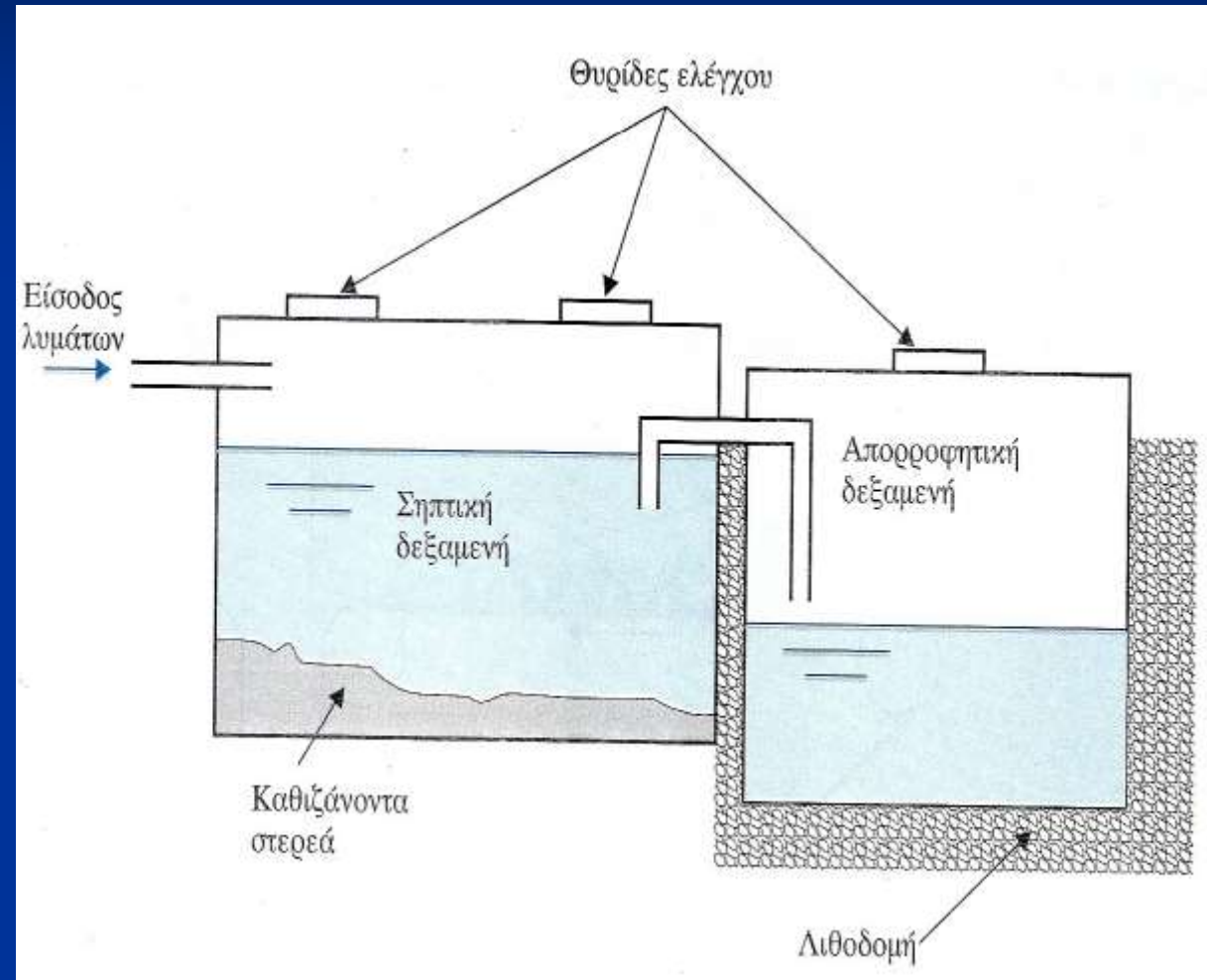
- Σε περιοχές όπου δεν υπάρχει δίκτυο αποχέτευσης ο πιο συνήθης τρόπος επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων είναι με τη χρήση
- μιας σηπτικής δεξαμενής και
- ενός συστήματος υπόγειας διάθεσης των λυμάτων.





6.6 Διάθεση αποβλήτων απουσία δικτύου αποχέτευσης. (1)

- Στόχος σηπτικής δεξαμενής.
- Η συγκράτηση των αιωρούμενων στερεών και λιπών μέσω καθιζήσεων και επίπλευσης αντίστοιχα και την αναερόβια διάσπαση των οργανικών ενώσεων.
- Χρόνος συγκράτησης στη σηπτική δεξαμενή τουλάχιστον 2 ημέρες.
- Όγκος σηπτικής δεξαμενής τουλάχιστον 3m³.
- Το υγρό υπερχειλίζει μέσω σιφωνισμού στη δεξαμενή απορρόφησης.





6.7 Κατεργασία λυμάτων με μεμβράνες.

(1)

- Η ποιότητα των λυμάτων προς διάθεση μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με τη χρήση μεμβρανών ως τρίτοβάθμια επεξεργασία.
- Η μέθοδος χρησιμοποιείται ως επόμενο στάδιο των ΕΕΛ (εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων) με ενεργό λάσπη.



Αποποίηση Πνευματικών Δικαιωμάτων: Τα πνευματικά δικαιώματα του παρόντος εκπαιδευτικού υλικού δεν ανήκουν στον δημιουργό του. Η δημιουργία του πραγματοποιήθηκε αυστηρά και μόνο για εκπαιδευτικό σκοπό.

<https://www.deyamyrt.gr/epexergasia-ilyos>