

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : Συστήματα επεξεργασίας λυμάτων σε ναυτικές  
εγκαταστάσεις-ΤΥΠΟΙ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΕΙ  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΣΩΤΗΡΙΟΥ ΑΛΦΟΝΣΟ-ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΑΑΝΤ ΦΑΝΤΙ**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2012**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : Συστήματα επεξεργασίας λυμάτων σε ναυτικές  
εγκαταστάσεις-ΤΥΠΟΙ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΕΙ  
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΣΩΤΗΡΙΟΥ ΑΛΦΟΝΣΟ-ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΑΜ : 4261**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα πρώτα πλοία απέβαλαν τα λύματα απευθείας στην θάλασσα χωρίς ουδεμία κατεργασία, αλλά κατά την πάροδο του χρόνου και την ταυτόχρονη γρήγορη τεχνολογική εξέλιξη μα και την ναυπήγηση των πλοίων με δραματική συνέπεια της αύξησης των λυμάτων στη θάλασσα δημιουργήθηκε ένας διεθνής οργανισμός επονομαζόμενος και ως IMO (International Marine time Organization) όπου εδράσθηκε το 1959. Με βάση δημιουργίας νομοθετικών διατάξεων επέβαλε σε όλα τα πλοία εμπορικά και μη την απόρριψη λυμάτων μιας ανάλογης απόστασης από την πλησιέστερη ακτή, με συνέπια τα πλοία να αναγκαστούν να τοποθετήσουν δεξαμενές αποθήκευσης λυμάτων εφόσον δεν διέθετε το λιμάνι χώρους υποδοχής λυμάτων. Μεταγενέστερα και ταυτόχρονα με την αναβάθμιση των κανονισμών του IMO τοποθετήθηκε και το πρώτο σύστημα επεξεργασίας λυμάτων όπου αποτελούταν από πληθώρα εξαρτημάτων και αποτελούσε μια ξεχωριστή μονάδα στο πλοίο, η επεξεργασία γινόταν με βιολογική κατεργασία. Αρχικά υπήρξε πρόβλημα στα επιβατικά πλοία λόγω μεγάλου αριθμού επιβαινόντων και οι μονάδες επεξεργασία λυμάτων ήταν ογκώδης με συνεπεία της αναγκαστικής εξέλιξης και δημιουργίας μικρότερων μονάδων επεξεργασίας όπως είναι η επεξεργασίας της αντιστροφής όσμωσης και της μονάδας αποτέφρωσης. Το τελευταίο στάδιο της εξέλιξης στην επεξεργασία λυμάτων είναι ένα μεικτό σύστημα βιολογικού καθαρισμού και αντιστροφής όσμωσης όπου γίνεται ο διαχωρισμός των λυμάτων σε μαύρα και γκρίζα λύματα αντιστοίχως.

## **Abstract**

The first ships cleared the sewage directly into the sea without any treatment, but over time and the simultaneous rapid technological change but also the construction of ships with dramatic consequence of the increase of sea water pollution created an international organization named as the IMO (International Maritime Organization) where founded in 1959. Based creating laws imposed on all commercial vessels and the non-discharge of a similar distance from the nearest coast, ships consistently being forced to place water waste storage tanks if the port had no sewage reception. Later, while upgrading the regulations of IMO and placed first wastewater treatment system which consisted of many parts and formed a separate unit on board the editing was done by biological treatment. Initially there was a problem for passenger ships is why a large number of occupants and wastewater treatment plants was a result of massive forced evolution and creation of smaller processing units such as the treatment of reverse osmosis and incineration. The last stage of evolution in sewage treatment is a mixed system of purification and reverse osmosis which become the separation of waste into black and gray water, respectively.

## 1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διαχείριση των λυμάτων στα πλοία έχει άμεση σχέση με τις συσκευές και τις μονάδες που διατίθενται για το σκοπό αυτό. Υπάρχουν ποικίλες συσκευές και μονάδες ανάλογα με τον αριθμό ατόμων που μεταφέρουν, τις πλώες, το τύπο πλοίου και τους υπάρχοντες κανονισμούς. Τα πλοία μπορούν να εξοπλιστούν με διαφορετικά συστήματα για τη διάθεση των λυμάτων, όπως:

α. το σύστημα συλλογής. Μετά την εκκένωση των αποχωρητηρίων τα λύματα οδηγούνται στους οχετούς που συλλέγουν όλων των ειδών τα ακάθαρτα νερά τα οποία οδηγούνται στην πλευρά του σκάφους κι από εκεί έξω από το πλοίο απευθείας στη θάλασσα μέσω κατάλληλων βαλβίδων κατάθλιψης. Τα συστήματα αυτού του είδους υπάρχουν σε μικρά σκάφη με μικρό αριθμό μεταφερόμενων ατόμων όπως αλιευτικά, ρυμουλκά και σκάφη αναψυχής τα οποία τείνουν να εξαλείψουν λόγω των αυστηρών κανονισμών που έχουν υιοθετηθεί και απαγορεύουν την απευθείας απόρριψη λυμάτων στη θάλασσα

β. το σύστημα δεξαμενής συλλογής και αποθήκευσης (με ή χωρίς εγκαταστάσεις αερισμού). Τα λύματα συλλέγονται όπως και στα συστήματα συλλογής αλλά οδηγούνται στις δεξαμενές κατακράτησης, όπου συγκρατούνται για τη διάθεσή τους στη ξηρά ή στη θάλασσα. Οι δεξαμενές αυτές είναι κατάλληλες για την κατακράτηση και την αποθήκευση των λυμάτων για κάποιο διάστημα μέχρι την παράδοσή τους από το πλοίο σε κάποια εγκατάσταση υποδοχής λυμάτων ή έως ότου το πλοίο απομακρυνθεί σε απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή οπότε και τα απορρίπτει στη θάλασσα, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

γ. το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων. Πρόκειται για έναν συνδυασμό συστημάτων συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας σε δεξαμενή, σχεδιασμένα με συγκεκριμένες μεθόδους ώστε να αποσυνθέτουν και να διαλύουν τα οργανικά υλικά και τις ακαθαρσίες που περιέχονται στα λύματα με κατάλληλο τρόπο προκειμένου να απορρίπτονται στη θάλασσα χωρίς επιβλαβή αποτελέσματα στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Οι μέθοδοι και οι διαδικασίες επεξεργασίας στις οποίες βασίζονται τα συστήματα αυτά είναι:

- Φυσική / χημική διαδικασία.
- Βιολογική ή αερόβια διαδικασία σε συνδυασμό ή όχι με τον βιολογικό αντιδραστήρα μεμβράνης (MBR).
- Ηλεκτρολυτική επεξεργασία.

## **2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ**

Η απόρριψη λυμάτων επί του σκάφους σε ένα πλοίο είναι μία από τις λίγες εργασίες για την οποία πρέπει να ληφθεί κάθε δυνατή φροντίδα, προς αποφυγή ενός ιδιαίτερα βαρέως προστίμου. Τα λύματα που παράγονται επί του πλοίου δεν μπορούν να αποθηκεύονται στο πλοίο για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα και για το λόγο αυτό πρέπει να απορριφθούν στη θάλασσα.

Οι εκκενώσεις των λυμάτων στη θάλασσα ή στα χωρικά ύδατα απαγορεύεται, καθώς μπορεί να επηρεάσει δραστικά τη θαλάσσια ζωή. Σε περίπτωση που τα λύματα πρέπει να απορρίπτονται, πρώτα πρέπει να αντιμετωπίζονται με τη βοήθεια ενός σταθμού επεξεργασίας λυμάτων (sewage treatment plant - STP). Ο STP είναι πλέον υποχρεωτικός σε κάθε πλοίο, σύμφωνα με τη διεθνή νομοθεσία.

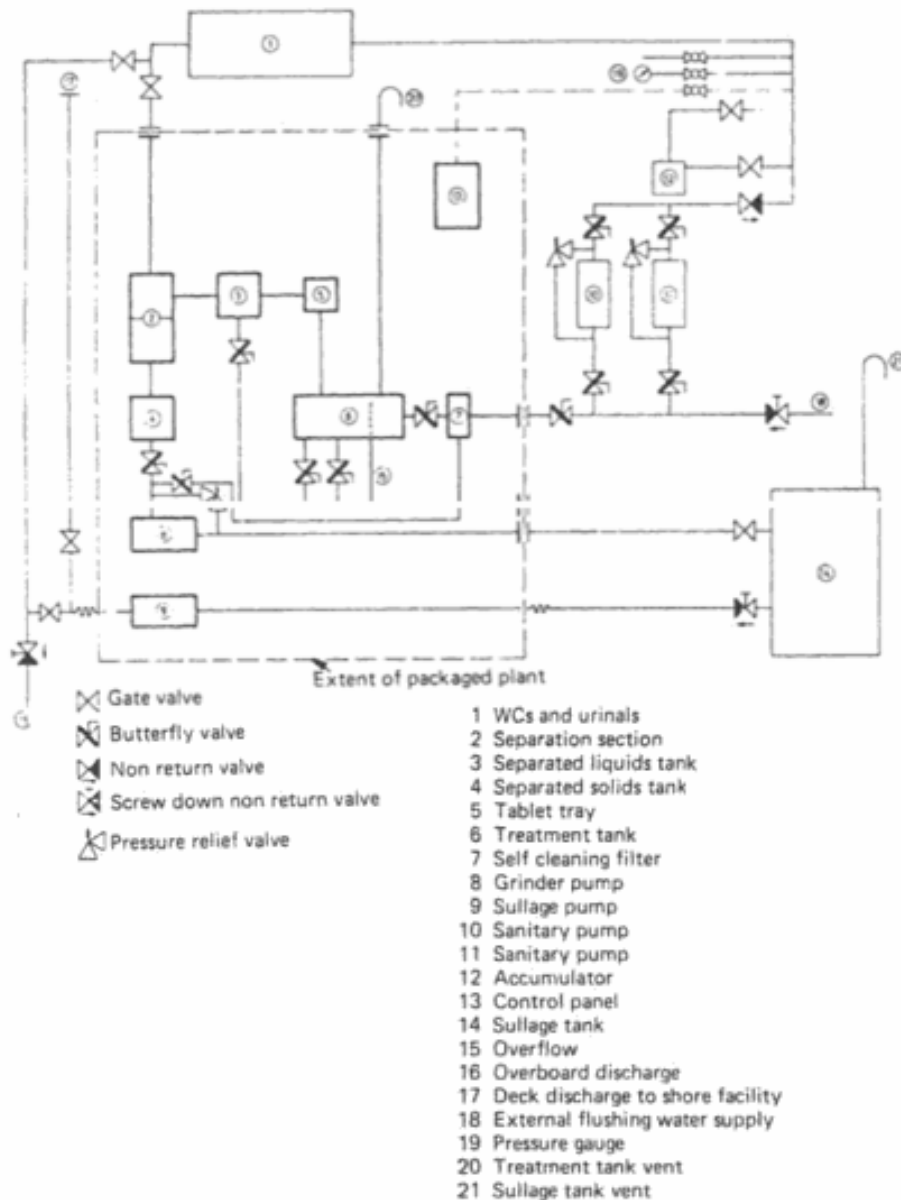
Ένα μέρος των λυμάτων μπορεί να είναι ήδη βιοδιασπώμενα. Το πρόβλημα είναι ότι δεν είναι όλα τα συστατικά λυμάτων βιοδιασπώμενα και δεν χρειάζονται όλα τον ίδιο χρόνο για να διασπαστούν. Επίσης, λύματα που δεν έχουν δεχτεί κάποια επεξεργασία περιέχουν στερεά σωματίδια τα οποία παίρνουν πολύ χρόνο για να αποσυντεθούν.

Στα πλοία παρατηρούνται δύο συγκεκριμένα είδη εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, τα οποία χρησιμοποιούν χημικές ή βιολογικές μεθόδους. Η χημική μέθοδος είναι ουσιαστικά μια δεξαμενή αποθήκευσης που συλλέγει στερεά υλικά για διάθεση σε περιοχές όπου επιτρέπεται ή σε μια ακτή με εγκαταστάσεις συλλογής. Η βιολογική μέθοδος αντιμετωπίζει τα λύματα, ώστε να μπορούν να εκκενωθούν και παράκτια.

### **2.1 Χημική επεξεργασία λυμάτων**

Το σύστημα αυτό ελαχιστοποιεί τη συλλογή λυμάτων, τα επεξεργάζεται και τα διατηρεί μέχρι να μπορούν να απαλλαχθούν σε μια περιοχή χωρίς περιορισμούς, συνήθως στην ανοικτή θάλασσα. Οι εγκαταστάσεις υποδοχής των ακτών μπορεί να είναι διαθέσιμες σε ορισμένους λιμένες ώστε να δεχτούν τα λύματα αυτά.

Το σύστημα αυτό πρέπει να συλλέγει και να αποθηκεύει τα λύματα που παράγονται, ενώ το πλοίο βρίσκεται σε ελεγχόμενη περιοχή. Το υγρό περιεχόμενο του συστήματος μειώνεται, όπου επιτρέπεται από τη νομοθεσία, με εκκένωση νιπτήρων και μπανιερών κατ'ευθείαν στη θάλασσα. Το υγρό θα πρέπει να επεξεργάζεται κατά τρόπο ώστε να είναι αποδεκτό από την άποψη της όσφρησης και της εμφάνισης.



**Εικόνα 1. Μονάδα χημικής επεξεργασίας λυμάτων**

Προστίθενται διάφορες χημικές ουσίες σε διάφορα σημεία για την απομάκρυνση των οσμών και χρωμάτων, αλλά και για να βοηθήσει στην κατανομή και την

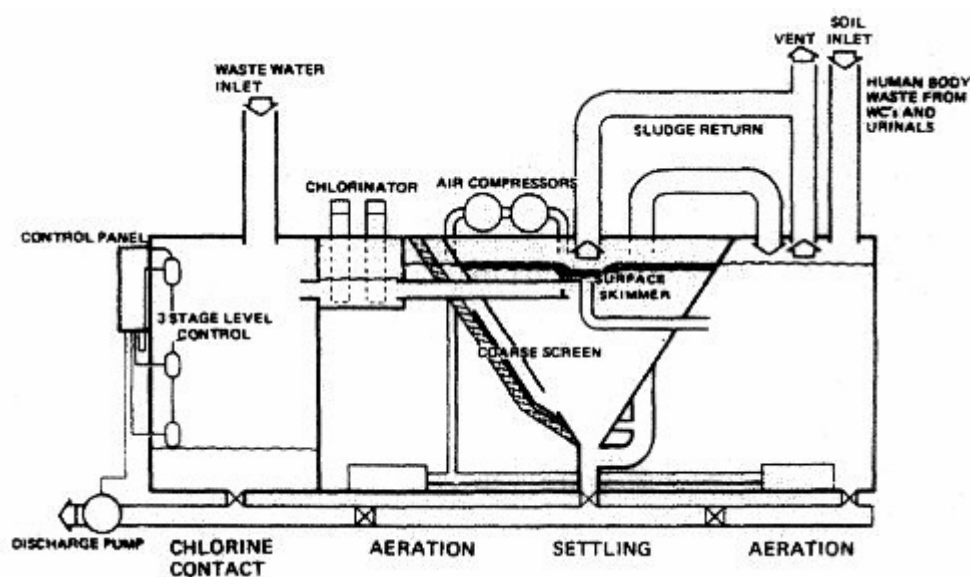


αποστείρωση. Χρησιμοποιείται ένας μύλος (comminutor) για να διαλύσει φυσικά τα λύματα και να βοηθήσει τη διαδικασία κατανομής των χημικών.

Τα στερεά υλικά εγκαθίστανται στη δεξαμενή και αποθηκεύονται πριν από την απαλλαγή στη δεξαμενή υγρών λυμάτων: το υγρό ανακυκλώνεται για διοχέτευση. Οι δοκιμές πρέπει να εκτελούνται καθημερινά για να ελέγχονται οι τιμές των χημικών δοσολογιών. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η ανάπτυξη δυσοσμίας και για να αποφευχθεί η διάβρωση ως αποτέλεσμα των υψηλών επιπέδων αλκαλικότητας.

## 2.2 Βιολογική επεξεργασία λυμάτων

Το βιολογικό σύστημα χρησιμοποιεί βακτηρίδια για να διασπάσει εντελώς τα λύματα σε μια αποδεκτή ουσία για απόρριψη σε οποιαδήποτε νερά. Η εκτεταμένη διαδικασία αερισμού παρέχει ένα κλίμα στο οποίο τα βακτήρια που αγαπούν το οξυγόνο πολλαπλασιάζονται και αφομοιώνουν τα λύματα, μετατρέποντας τα σε λάσπη. Τα βακτήρια αυτά είναι γνωστά ως αερόβια.



Εικόνα 2. Μονάδα βιολογικού καθαρισμού λυμάτων

Ο σταθμός επεξεργασίας χρησιμοποιεί μια δεξαμενή η οποία χωρίζεται σε τρία στεγανά τμήματα: ένα τμήμα αερισμού, ένα τμήμα καθίζησης και ένα τμήμα για επαφή με το χλώριο.

Ο θάλαμος αερισμού τροφοδοτείται με ακατέργαστα λύματα τα οποία έχουν τεμαχιστεί για να σχηματίσουν μικρά σωματίδια. Το πλεονέκτημα αυτής της διαδικασίας είναι ότι αυξάνει τον χώρο και ένας μεγάλος αριθμός βακτηρίων μπορούν να επιτεθούν ταυτόχρονα για να αποσυντεθούν τα λύματα. Τα λύματα διασπώνται σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και ανόργανα λύματα. Ο αέρας διοχετεύεται μέσω διαχύτη στο θάλαμο αέρα. Η πίεση του αέρα παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην αποσύνθεση των λυμάτων. Αν η πίεση παραμένει υψηλή τότε το μείγμα αέρα και λυμάτων δεν θα γίνει κανονικά και θα ξεφύγουν χωρίς να γίνει η εργασία που απαιτείται για την αποσύνθεση. Η ελεγχόμενη πίεση είναι σημαντική εντός της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων, καθώς αυτή θα βοηθήσει στη σωστή ανάμιξη και αποσύνθεση από την αναταραχή που προκαλείται από τις φυσαλίδες του αέρα. Γενικά, η πίεση διατηρείται περίπου στις 0,3 έως 0,4 bar.

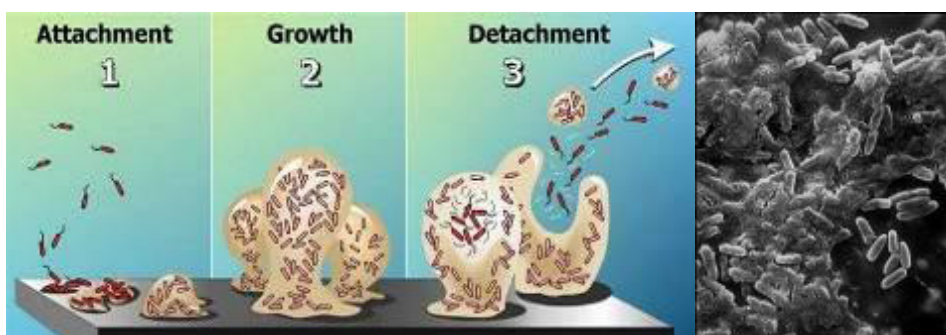
Το μίγμα των υγρών και της λυματολάσπης περνά στην δεξαμενή καθίζησης από το θάλαμο αερισμού. Στη δεξαμενή καθίζησης η λάσπη εγκαθίσταται στο κάτω μέρος και στην κορυφή διαυγές υγρό. Η λάσπη στο κάτω μέρος δεν επιτρέπεται να μείνει μέσα τη δεξαμενή καθίζησης, καθώς αυτό θα οδηγήσει σε αύξηση των αναερόβιων βακτηρίων και θα παραχθούν αέρια. Η λάσπη που σχηματίζεται ανακυκλώνεται με την εισερχόμενη ιλύ όπου θα αναμιχτεί με την επομένη και θα βοηθήσει στην κατανομή των λυμάτων.

Στον θάλαμο χλωρίωσης, το διαυγές υγρό που παράγεται από τη δεξαμενή καθίζησης ξεχειλίζει και το υγρό απολυμαίνεται με τη βοήθεια του χλωρίου. Αυτό γίνεται λόγω της παρουσίας κολοβακτηρίδιων που υπάρχουν στο υγρό. Για τη μείωση αυτών των βακτηρίων σε αποδεκτό επίπεδο γίνεται χλωρίωση. Επιπλέον, για να μειωθούν τα βακτήρια αυτά, το επεξεργασμένο υγρό διατηρείται για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 60 λεπτών. Σε ορισμένες εγκαταστάσεις η απολύμανση γίνεται επίσης με τη βοήθεια της υπεριώδους ακτινοβολίας. Το συλλεχθέν υγρό απορρίπτεται στη θάλασσα ή σε μια δεξαμενή καθίζησης, ανάλογα με τη γεωλογική θέση του πλοίου. Εάν το πλοίο είναι σε απαγορευμένο σημείο ή κοντά σε ακτή, τα λύματα θα απορρίπτονται σε δεξαμενή συγκράτησης. Αλλιώς, τα λύματα απορρίπτονται απευθείας στη θάλασσα, όταν επιτυγχάνεται υψηλό επίπεδο και διατίθενται αυτόματα μέχρι να χαμηλώσει το επίπεδό τους.

### 2.1.1. Τύποι βιολογικής επεξεργασίας

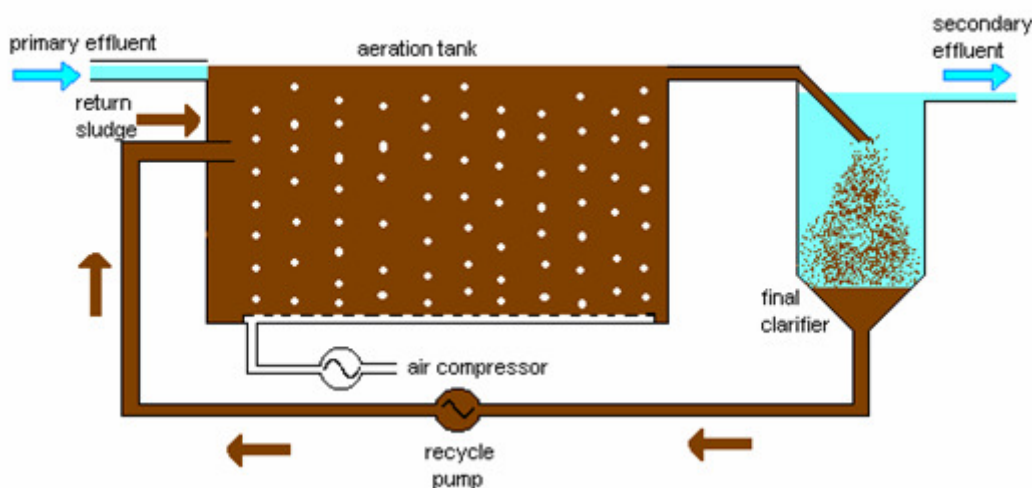
Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι βιολογικής επεξεργασίας, τα συστήματα προσκολλημένης βιομάζας (attached growth) και αιωρούμενης βιομάζας (suspended growth).

Σε μια διαδικασία προσκολλημένης βιομάζας, οι μικροοργανισμοί που οξειδώνουν την οργανική ύλη των υγρών αποβλήτων είναι προσκολλημένοι σε ένα αδρανές υλικό. Η οργανική ύλη και τα θρεπτικά άλατα απομακρύνονται από τα υγρά απόβλητα καθώς αυτά ρέουν πάνω στην προσκολλημένη βιομάζα, η οποία είναι γνωστή και ως βιολογική στοιβάδα ή βιολογικός υμένας. Τα υλικά πλήρωσης που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους επεξεργασία περιλαμβάνουν κροκάλες, χαλίκια, σκωρίες, άμμο, ξύλα, πλαστικά και διαφόρων ειδών συνθετικά υλικά. Οι διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας μπορούν να λειτουργήσουν και ως αερόβιες ή αναερόβιες διεργασίες. Το υλικό πλήρωσης μπορεί να είναι τελείως εμβαπτισμένο στο υγρό ή να μην είναι εμβαπτισμένο, με κενό χώρο αέρα ή αερίου πάνω από το υγρό στρώμα της βιολογικής στοιβάδας (υμένα).



**Εικόνα 3. Αερόβια βιολογική επεξεργασία (προσκολλημένη βιομάζα)**

Ο πιο κοινός τύπος της διαδικασίας αιωρούμενης βιομάζας είναι η μέθοδος ενεργού ιλύος. Αυτός ο τύπος του συστήματος αποτελείται από δύο μέρη, μια δεξαμενή αερισμού και μια δεξαμενή καθίζησης. Η δεξαμενή αερισμού περιέχει ιλύς, η οποία μπορεί καλύτερα να περιγραφεί ως «μικτής μικροβιακής καλλιέργειας», που περιέχει κυρίως βακτήρια, καθώς και πρωτόζωα, μύκητες, φύκια, λάσπη, κλπ.



**Εικόνα 4. Διαδικασία ενεργού ιλύος**

Η ιλύς συνεχώς αναμειγνύεται και αερίζεται είτε με πεπιεσμένο bubbler αέρα που βρίσκεται κατά μήκος του πυθμένα, ή με μηχανικούς αερισμούς στην επιφάνεια. Τα υγρά απόβλητα εισέρχονται στη δεξαμενή και αναμειγνύονται. Οι οργανικές ενώσεις χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη, παράγοντας περισσότερους μικροοργανισμούς, και για την αναπνοή, η οποία οδηγεί κυρίως το σχηματισμό του διοξειδίου του άνθρακα και του νερού. Η διαδικασία μπορεί επίσης να ρυθμιστεί έτσι ώστε να παρέχει βιολογική απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών του αζώτου και του φωσφόρου.

Μετά από αρκετό χρόνο αερισμού για να επιτευχθεί το απαιτούμενο επίπεδο, η ιλύς ρέει στη δεξαμενή καθίζησης, η οποία συχνά έχει κυκλικό σχήμα. Μια σημαντική προϋπόθεση για την επιτυχία αυτής της διαδικασίας είναι ο σχηματισμός ενός τύπου, ο οποίος θα παράγει καθίζηση της ιλύος και ένα αρκετά σαφές άνω ή υπερκείμενο στρώμα. Εάν η ιλύς δεν συμπεριφέρεται με αυτόν τον τρόπο, πολλά στερεά θα παραμείνουν στο νερό, και η ποιότητα της εκροής των λυμάτων θα είναι κακή.

Η ιλύς που συλλέγεται στο κάτω μέρος του διαχωριστή στη συνέχεια ανακυκλώνεται στη δεξαμενή αερισμού για να καταναλώσουν περισσότερη οργανική ύλη. Δεδομένου ότι το ποσό των μικροοργανισμών, ή της βιομάζας, αυξάνει ως αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας, κάποια πρέπει να αφαιρούνται σε τακτική βάση

για περαιτέρω επεξεργασία και διάθεση, προσθέτοντας τα στερεά που παράγονται στην πρωτοβάθμια επεξεργασία.

### 2.1.2. Βιολογικός αντιδραστήρας μεμβράνης (MBR)

Η Τεχνολογία MBR (Membrane Bioreactors) αποτελεί την πιο σύγχρονη λύση για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Η μέθοδος MBR είναι ουσιαστικά συγκερασμός ενεργού ιλύος και διύλισης. Σαν αποτέλεσμα η μέθοδος αυτή απαιτεί πολύ μικρό χώρο, σε σύγκριση με την ενεργό ιλύ και δίνει πολύ καλύτερα ποιοτικά αποτελέσματα. Με την χρήση συστοιχιών μεμβρανών επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός των υγρών από την ιλύ, χωρίς προβλήματα αφρισμού και διόγκωσης, ενώ παράλληλα, επιτυγχάνεται απολύμανση και τριτοβάθμια επεξεργασία με μικρότερους όγκους αερισμού.

<b>Πίνακας 1. Σύγκριση Μονάδων Παρατ. Αερισμού και MBR</b>		
<b>Παράμετρος</b>	Παρατετ. Αερισμός	MBR
<b>Ποιότητα Επ/νων Λυμάτων</b>	Πολύ καλή	Άριστη
<b>Απαιτούμενη Έκταση (τμ/PE)</b>	0,5 ως 1,0	0,10
<b>Αισθητική Διάσταση</b>	Αρνητική	Προσαρμογή στο Περιβ.
<b>Λειτουργία / Συντήρηση (Λ/Σ)</b>	Πολλαπλό Ειδ. Πρωσοπ.	Ελάχιστο Ειδ. Προσωπ.
<b>Ευελιξία Επέκτασης / Περιορ. Μον.</b>	Αρκετά Δύσκολη	Απόλυτη & Εύκολη
<b>Οσμές</b>	Σπανίως αλλά πιθανές	Καμία (κλειστό κυκλ.)
<b>Κόστος κατασκευής</b>	Μεγάλο	Κατά τι μικρότερο
<b>Κόστος Λ/Σ</b>	Σημαντικό	Μεγαλύτερο με τάσεις μείωσης

Η MBR λειτουργεί σαν μονάδα ενεργού ιλύος με MLSS της τάξης των  $12 \text{ gr/m}^3$  ως  $20 \text{ gr/m}^3$ , και ηλικία λάσπης 30 ως 60 ημέρες, ελαχιστοποιώντας τον υδραυλικό χρόνο παραμονής και την πλεονάζουσα ιλύ που είναι πλήρως σταθεροποιημένη. Οι τεράστιες δεξαμενές καθίζησης αντικαθίστανται από μονάδες διύλισης, μέσω μεμβρανών, τύπου MF ή UF με πόρους από  $0,01 \mu\text{m}$  ως  $1 \mu\text{m}$  και κατά μέσο όρο  $0,4 \mu\text{m}$ . Η επανακυκλοφορία της ενεργού ιλύος γίνεται με ταχείς ρυθμούς της τάξης των

5\*Q, σε αντίθεση με τα κλασσικά συστήματα ενεργού ιλύος που κυμαίνεται από 0,5\*Q ως 1,5\*Q.

Η μεγάλη συγκέντρωση της βιομάζας στον βιολογικό αντιδραστήρα έχει ως συνέπεια την παντελή διάσπαση της οργανικής ύλης (ελάχιστη πλεονάζουσα ιλύς) και την νιτροποίηση μέσα σε περίπου 3 ώρες κατά μέσον όρο. Η συμπύκνωση της πλεονάζουσας ιλύος είναι της τάξης  $m=1,2$ . Η παραγωγή περίσσιας ιλύος θεωρητικά είναι περίπου 0,00 Kgr/Kgr BOD, αλλά πρακτικά μπορεί να φθάσει και μέχρι 0,15 Kgr/Kgr BOD.

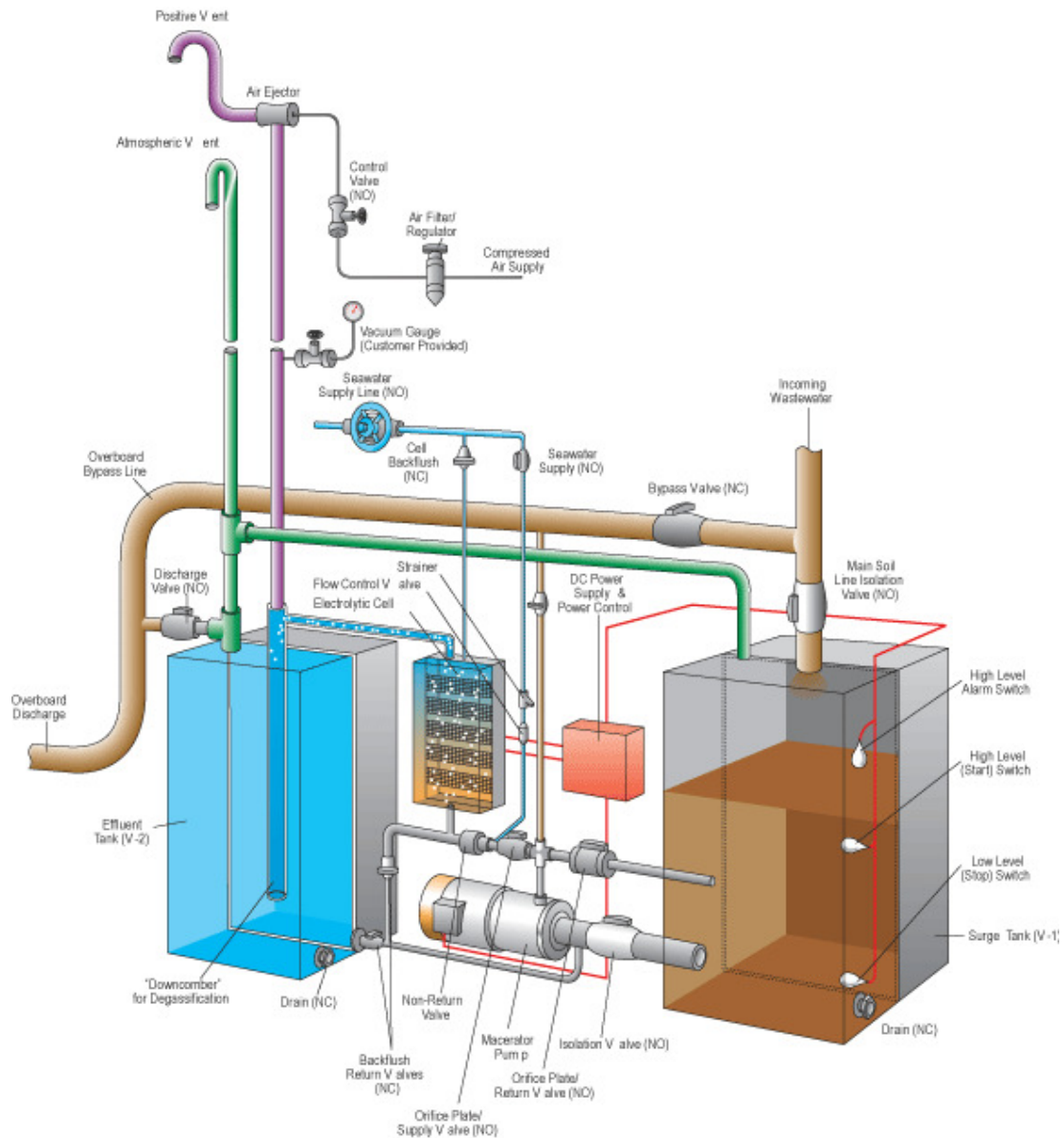
### **2.3 Ηλεκτρολυτική επεξεργασία λυμάτων**

Ηλεκτρολυτική επεξεργασία λυμάτων χρησιμοποιεί την ηλεκτροχημική αντίδραση που συμβαίνει σε ένα κελί ηλεκτρόλυσης σαν αποτέλεσμα του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος που εφαρμόζεται στα ηλεκτρόδια για την οξείδωση και απολύμανση των ακατέργαστων λυμάτων μέσα σε ένα κελί ηλεκτρόλυσης.

Τα εισερχόμενα λύματα συλλέγονται πρώτα στη δεξαμενή συλλογής του συστήματος εισροής. Όλα τα φαιόχρωα ύδατα που αποβάλλονται από τους νεροχύτες, τις ντουζιέρες και τα συνδυασμένα απόβλητα του αποχετευτικού συστήματος επίσης οδηγούνται απευθείας στη δεξαμενή συλλογής λόγω της βαρύτητας. Η δεξαμενή ενσωματώνει ένα σύστημα διακοπών ελέγχου της στάθμης των λυμάτων. Αυτοί οι διακόπτες ξεκινούν την ακολουθία –λειτουργία εκκίνησης και παύσης του συστήματος όταν η μονάδα είναι στην κατάσταση αυτόματης λειτουργίας. Όταν η στάθμη στη δεξαμενή αυξηθεί, ο διακόπτης της στάθμης ενεργοποιείται και ξεκινάει η λειτουργία του συστήματος.

Όταν η στάθμη του υγρού στη δεξαμενή φτάσει το σημείο «εκκίνησης», το λύμα είναι κονιοποιημένο ή πολτοποιημένο μέσω μιας ειδικής αντλίας πολτοποίησης. Ένα μέρος του κονιορτοποιημένου λύματος επιστρέφει στην πρωταρχική δεξαμενή μέσω ενός σωλήνα. Το υπόλειμμα του πολτοποιημένου λύματος αναμιγνύεται έπειτα με μια ελεγχόμενη ποσότητα θαλασσινού νερού για να εξασφαλίσει κατάλληλο βαθμό αλμυρότητας για τη βέλτιστη λειτουργία του ηλεκτρολυτικού κελιού της μονάδας.

Η μονάδα οξειδώνει και απολυμαίνει το ακατέργαστο λύμα μέσω μιας ηλεκτροχημικής αντίδρασης που λαμβάνει χώρα στο ηλεκτρολυτικό κελί. Αφού το πολτοποιημένο μίγμα λύματος και θαλασσινού νερού υποστεί ηλεκτρόλυση στο ηλεκτρολυτικό κελί, το ρευστό οδηγείται σε δεύτερη δεξαμενή συλλογής του συστήματος.



**Εικόνα 5. Σύστημα επεξεργασίας με ηλεκτρολυτική μέθοδο**

Η δεξαμενή αυτή έχει τέτοιο μέγεθος κατάλληλο για να παρέχει ένα συγκεκριμένο χρόνο διαμονής τουλάχιστο 30 λεπτών μεταξύ της εισόδου του επεξεργασμένου

λύματος στον πυθμένα και της επακόλουθης κατάθλιψης από τη κορυφή της δεξαμενής προς τη θάλασσα. Αυτή η διαμονή εξασφαλίζει ότι κάθε βακτηρίδιο που απομένει θα παραμένει ακάλυπτο στη δράση του υποχλωριώδους νατρίου και θα εξοντώνεται. Παράλληλα επιτρέπει σε οποιαδήποτε ατελώς – μερικώς οξειδωμένα στοιχειώδη σωμάτια να κατακάθονται. Μετά το χρόνο διαμονής στη δεύτερη δεξαμενή, το εκρέων ρευστό υπερχειλίζει από τη κορυφή της δεξαμενής και ρέει προς τη θάλασσα, λόγω της βαρύτητας.



### **3. ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ**

Μια τυπική μονάδα επεξεργασίας αποτελείται από ένα σύνολο επιμέρους διεργασιών που εκτελούνται διαδοχικά, με την έξοδο (εκροή) μίας διαδικασίας να γίνεται η είσοδος (εισροή) της επόμενης διαδικασίας. Τα πρώτα στάδια συνήθως αποτελούνται από φυσικές διεργασίες που αφαιρούν εύκολα ρύπους. Μετά από αυτό, οι υπόλοιποι ρύποι επεξεργάζονται περαιτέρω με βιολογικές ή χημικές διεργασίες. Αυτά στη συνέχεια 1) μετατρέπουν διαλυμένες ή κολλοειδείς προσμίξεις σε στερεά ή αέρια μορφή, έτσι ώστε να μπορούν να αφαιρεθούν φυσικά, ή 2) τα μετατρέπει σε διαλυτά υλικά που παραμένουν στο νερό, αλλά δεν είναι τόσο ανεπιθύμητα όσο οι αρχικοί ρύποι. Τα στερεά (υπολείμματα ή λάσπες) που προκύπτουν από τις διεργασίες αυτές αποτελούν ένα πλευρικό ρεύμα, το οποίο πρέπει επίσης να αντιμετωπιστεί πριν από την απόρριψή τους.

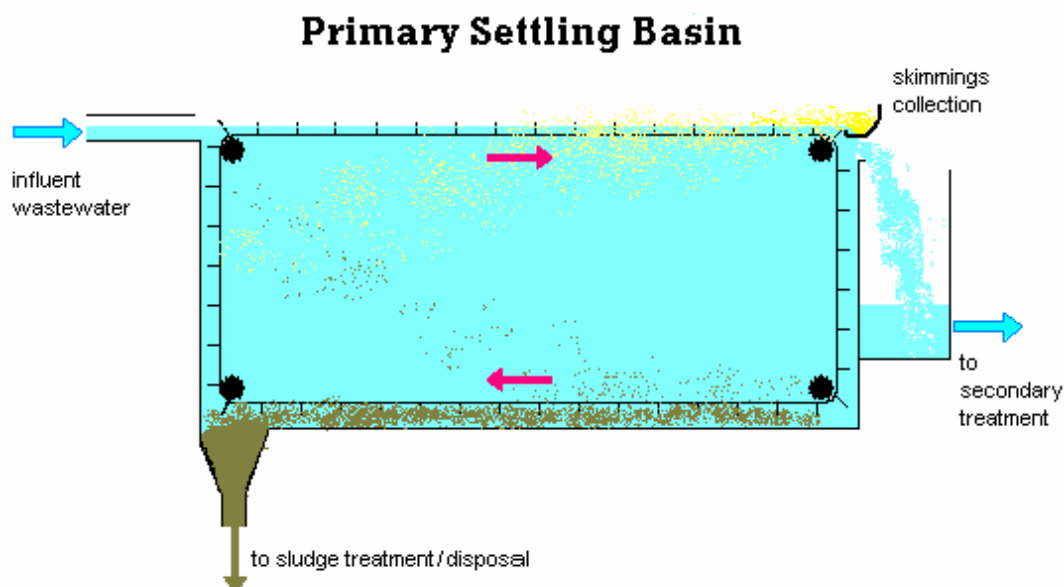
Ένα κοινό σύνολο διαδικασιών που θα μπορούσαν να βρεθούν σε δημοτική μονάδα επεξεργασίας είναι:

- πρωτοβάθμια επεξεργασία
- δευτεροβάθμια επεξεργασία και
- τριτοβάθμια επεξεργασία

Η προκαταρκτική επεξεργασία για την αφαίρεση μεγάλων ή σκληρών στερεών που μπορεί να φράξουν ή να βλάψουν κάποιον άλλον εξοπλισμό. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν μύλους (comminuters), bar screens και grit channels. Οι πρώτοι τεμαχίζουν κουρέλια και σκουπίδια, οι δεύτεροι πιάνουν απλώς μεγάλα αντικείμενα, τα οποία μπορούν να συλλεχτούν, και τα τελευταία είναι υπεύθυνα για να περιορίσουν βαρύτερα υλικά, όπως πέτρες και άμμο, έτσι ώστε να μην προκαλούν εκτριβής φθορά σε επόμενες συσκευές.

Η δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, όπου το νερό ρέει αργά για μερικές ώρες, ώστε να επιτρέψει στα αιωρούμενα οργανικά σωματίδια να κατακαθίσουν ή να επιπλέουν στην επιφάνεια. Τα μεγαλύτερο μέρος από αυτό το υλικό έχει μια

πυκνότητα η οποία δεν είναι πολύ διαφορετική από αυτή του νερού, γι' αυτό πρέπει να δοθεί αρκετός χρόνος για να διαχωριστούν τα σωματίδια. Οι δεξαμενές καθίζησης μπορεί να είναι ορθογώνιες ή κυκλικές. Σε κάθε τύπο, η δεξαμενή πρέπει να σχεδιαστεί με κάποιο τύπο ξύστρας στο κάτω μέρος ώστε να γίνει συλλογή της πάγιας λάσπης και κατεύθυνση της σε ένα λάκκο από τον οποίο μπορεί να αντληθεί για περαιτέρω επεξεργασία. Στην επιφάνεια υπάρχουν skimmers προκειμένου να συλλέξουν το υλικό που επιπλέει. Ο μηχανικός καθαρισμός μπορεί να ελαττώσει το ρυπαντικό φορτίο (οργανικά, στερεά, μικρόβια) από 35 – 50% κατά μέσον όρο. Στην εικόνα 6 φαίνεται η λειτουργία μιας τυπικής δεξαμενής πρωτογενούς καθίζησης.



**Εικόνα 6. Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης**

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία, συνήθως βιολογική, προσπαθεί να εξαλείψει την υπόλοιπη διαλυμένη ή κολλοειδής οργανική ύλη. Η επεξεργασία αυτή γίνεται, είτε με βιολογική αποδόμηση των οργανικών ουσιών και στη συνέχεια απομάκρυνση των σχηματιζόμενων αιωρημάτων με δεύτερη καθίζηση, είτε μη χημική κατακρήμνιση των κολλοειδών ουσιών (κροκύδωση), πριν από την καθίζηση, για την υποβοήθηση της διαδικασίας. Γενικά, η βιοδιάσπαση των ρύπων επιτρέπεται να λαμβάνει χώρα σε μια θέση όπου μπορεί να παραχθεί άφθονος αέρας στους μικροοργανισμούς. Αυτό προωθεί την δημιουργία των λιγότερο οξειδωμένων προϊόντων. Οι μηχανικοί

προσπαθούν να σχεδιάσουν την ικανότητα των μονάδων επεξεργασίας, ώστε αρκετές από τις ακαθαρσίες να αφαιρεθούν για να αποφευχθούν σημαντικές ανάγκες σε οξυγόνο στην λήψη υδάτων υποδοχής μετά την έξοδο.

Αν χρειάζεται μπορεί να γίνει συμπληρωματικά απολύμανση. Η ελάττωση του ρυπαντικού φορτίου, κατά το δευτεροβάθμιο καθαρισμού (σε συνδυασμό με τον πρωτοβάθμιο), είναι κατά μέσον όρο 80 – 90% και θεωρείται κατά κανόνα ικανοποιητική, εκτός από ειδικές περιπτώσεις, όπου εφαρμόζεται και τριτοβάθμιος καθαρισμός.

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία είναι ο τύπος με τον οποίο πραγματοποιούνται οι μεγαλύτερες και πιο σημαντικές τεχνικές διαφορές στην επεξεργασία λυμάτων. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για τη μείωση των βιολογικών μολυσματικών παραγόντων στα λύματα, αλλά ένα κοινό χαρακτηριστικό είναι η προώθηση των μικροοργανισμών να φάνε ή να εξαλείψουν ανεπιθύμητα στοιχεία των λυμάτων. Η ενεργός ιλύς χρησιμοποιεί το διαλυμένο οξυγόνο για την προώθηση αερόβιων διεργασιών που απομακρύνουν οργανικά απόβλητα. Μια παραλλαγή αυτού του τύπου ενεργού ιλύος συνδυάζεται με ένα σύστημα διαχωρισμού μεμβράνης.

Τα βιολογικά αεριούχα φίλτρα λειτουργούν με τη χρήση ενός ταξινομητή (είτε αιωρούμενο στο διάλυμα ή επισυναπτόμενος με ένα στρώμα από χαλίκι στο κάτω μέρος της δεξαμενής) για να επιτευχθεί η απομάκρυνση των οργανικών και η απονιτροποίηση.

Το στρώμα διήθησης θέτει τα λύματα στη δεξαμενή πάνω από ένα στρώμα οπτάνθρακα ή ασβεστόλιθου που υποστηρίζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που τρέφονται με την οργανική ύλη στα λύματα. Αυτοί οι μικροοργανισμοί, με τη σειρά τους, τρέφονται από σκουλήκια και παρόμοια είδη.

Το περιστρεφόμενο φίλτρο δίσκου χρησιμοποιείται ως αντικατάσταση της πρωτοβάθμιας καθίζησης. Αρχικά το ενεργό συστατικό τοποθετείται στην πάνω όψη του δίσκου. Στη συνέχεια περιστρέφονται αργά μέσα στη δεξαμενή, εκτιθέμενοι συνεχώς στον καθαρό αέρα και παρέχουν το επιπλέον οξυγόνο που οι ενεργοί μικροοργανισμοί χρειάζονται για να λειτουργήσουν.

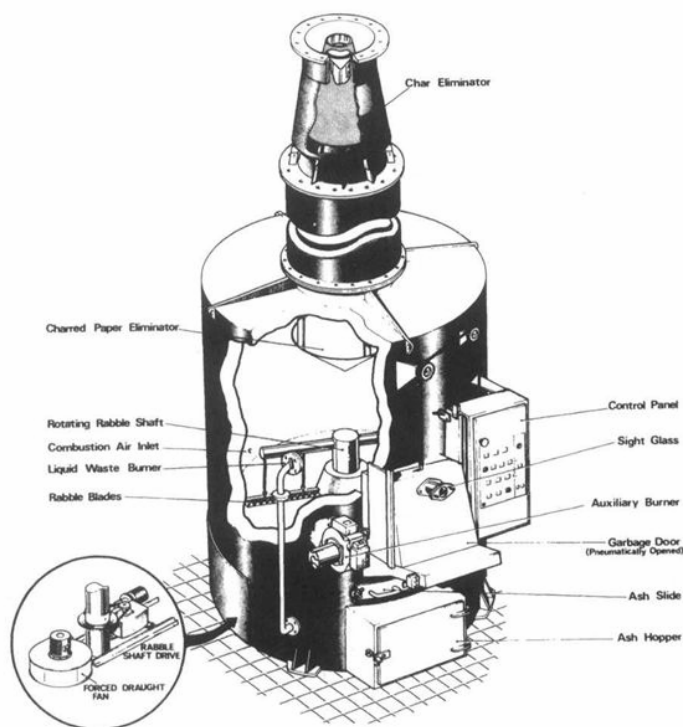
Για τους τύπους επεξεργασίας που έχουν ανοικτές δεξαμενές σε αυτό το στάδιο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιφανειακές συσκευές αερισμού προκειμένου να

δημιουργηθεί το κατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη των ενεργών μικροοργανισμών.

Το τελικό στάδιο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, ανεξάρτητα από τον τύπο, είναι η τροφοδότηση των λυμάτων σε μια δεξαμενή και η δυνατότητα καθίζησης των ιζημάτων.

Η τριτοβάθμια επεξεργασία έχει ως στόχο τη βελτίωση της ποιότητας του νερού πριν από την εναπόθεσή του πίσω στο περιβάλλον. Αυτό περιλαμβάνει συχνά τη χρήση τεχνητών φίλτρων ή ανθρωπογενών, φυσικών φίλτρων, όπως η κατασκευή μιας λιμνοθάλασσας ή ενός τεχνητού υδροβιότοπου με καλαμιές. Μπορεί επίσης να γίνει επεξεργασία για την απομάκρυνση του πλεονάζοντος αζώτου και φωσφόρου, με σκοπό την αντιμετώπιση των κινδύνων ευτροφισμού του τελικού αποδέκτη ή την επαναχρησιμοποίηση της τελικής απορροής για δευτερεύουσες χρήσεις ή ακόμα και για ύδρευση, ύστερα από πιο πέρα επεξεργασία. Υπάρχει συνήθως μια τελική απολύμανση, συνήθως μέσω χλωρίωσης ή λάμπα υπεριώδους (UV).

Για την επεξεργασία των λυμάτων χρησιμοποιείται και η αποτέφρωση. Οι πρώτοι αποτεφρωτήρες (incinerators) για τη διάθεση αποβλήτων κατασκευάστηκαν στο Nottingham από την εταιρία Manlove, Alliott Manlove, Alliott & Co. Ltd. το 1874 σε ένα σχέδιο με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας του Albert Fryer. Αρχικά ήταν γνωστοί ως καταστροφείς (destructors).



**Εικόνα 7. Αποτεφρωτήρας πλοίων.**

Οι αποτεφρωτήρες καίνε τα λύματα σε υψηλές θερμοκρασίες, μετατρέποντας τα απόβλητα σε αναλώσιμη τέφρα. Έχει το σχήμα ενός κάθετου κυλινδρικού θαλάμου με μια ανεστραμμένη καμινάδα με σχήμα χωνιού στην κορυφή. Ο κυλινδρικός θάλαμος αποτελείται από ένα θάλαμο καύσης, ο οποίος είναι υπενδεδυμένος με πυρίμαχα υλικά στο εσωτερικό. Η διαδικασία ανάφλεξης κινείται από έναν καυστήρα πετρελαίου. Είναι εξαιρετικά σημαντικό το γεγονός ότι η θερμοκρασία στο εσωτερικό του κυλίνδρου ελέγχεται και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται θερμοστάτες. Για την παροχή μιας αδιάκοπης ροής αέρα για την καύση, παρέχονται ανεμιστήρες βεβιασμένης απαγωγής καυσαερίων. Ο παρεχόμενος αέρας κατευθύνεται προς τα πάνω σε στροβίλους με τη βοήθεια στρατηγικά σχεδιασμένων θυρών.

Λεπτομερέστερα, ένας περιστρεφόμενος άξονας με λεπίδες επισυνάπτεται στο κέντρο, ο οποίος βοηθά για μια ταχύτερη διαδικασία καύσης και αποτρέπει την ατελή καύση. Έτσι η τέφρα και τα υπολείμματα που δημιουργούνται λόγω της καύσης προωθούνται στην περιφέρεια από τον περιστρεφόμενο άξονα. Η τέφρα ωθείται σε μια χοάνη τέφρας και συγκεντρώνεται εκεί. Χρησιμοποιείται μια πόρτα για να απορρίπτονται τα απόβλητα στο εσωτερικό του αποτεφρωτήρα. Αυτή η πόρτα

λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα και όταν ανοίγει, κλείνουν αυτόματα ο ανεμιστήρας και ο καυστήρας.

Ωστόσο, δεν συλλέγεται όλη η τέφρα στην χοάνη τέφρας. Μέρος της, λόγω του εξαναγκασμένου αέρα, ανεβαίνει στην καμινάδα με τον καπνό. Για να αφαιρεθεί αυτή η τέφρα από τον καπνό, χρησιμοποιείται ένας char eliminator, ο οποίος είναι παρόμοιος με διηθητικό χαρτί. Στο πλάι του αποτεφρωτήρα παρέχεται ένα τζάμι για να υπάρχει οπτική επαφή κατά τη διαδικασία της καύσης. Όλες οι διαδικασίες ελέγχονται με τη βοήθεια ενός πίνακα ελέγχου που τοποθετείται πάνω ή κοντά στον αποτεφρωτήρα.

Τα στερεά απόβλητα τοποθετούνται στο εσωτερικό του αποτεφρωτήρα από την πόρτα των αποβλήτων, σε κατάλληλα διαμορφωμένες στοίβες έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες ατελούς καύσης. Τα λιπαρά κατακαθήματα ή τα ορυκτέλαια δεν υποβάλλονται απευθείας στο θάλαμο καύσης, αλλά ούτε και περνούν από την πόρτα των αποβλήτων. Δημιουργείται μια ξεχωριστή δεξαμενή η οποία έχει την έξοδο της στο θάλαμο καύσης. Τα λιπαρά κατακαθήματα αρχικά θερμαίνονται σε θερμοκρασία η οποία μπορεί να διευκολύνει τη δύσκολη διαδικασία της καύσης των πετρελαιοειδών αποβλήτων. Μόλις επιτευχθεί η βέλτιστη θερμοκρασία, το λάδι περνά στο θάλαμο καύσης. Ο καυστήρας στη συνέχεια καίει το μίγμα σε μια θερμοστατικά ελεγχόμενη θερμοκρασία, έτσι ώστε να προκληθεί μια πλήρη καύση. Ο ανεμιστήρας βεβιασμένης απαγωγής καυσαερίων παρέχει συνεχή παροχή αέρα και ο περιστρεφόμενος άξονας δημιουργεί τους απαιτούμενους στροβιλισμούς του αέρα. Η στάχτη που δημιουργείται συλλέγεται στην περιοχή της τέφρας. Η τέφρα μπορεί να απορριφθεί στη θάλασσα ή να αποθηκευτεί ώστε να απορριφτεί στο επόμενο λιμάνι.

Ένας τελευταίος τρόπος επεξεργασίας των λυμάτων είναι ο διαχωρισμός του μαύρου από το γκρι νερό. Το γκρι νερό αποτελείται από το σύνολο των λυμάτων που προέρχονται από την κουζίνα, το ντους ή τα πλυντήρια σε ένα πλοίο, ενώ το μαύρο νερό αποτελείται από τα απόβλητα της τουαλέτας του πλοίου. Το γκρι νερό είναι προτιμότερο να διατηρείται χωριστά από το μαύρο, ώστε να μειωθεί η ποσότητα του νερού που ρυπαίνεται σοβαρά. Το μαύρο νερό δεν επιτρέπεται να επαναχρησιμοποιηθεί χωρίς εξειδικευμένη επεξεργασία, λόγω του υψηλού παθογόνου περιεχόμενου του. Οι παθογόνοι παράγοντες θα πρέπει να αποσυντεθούν

πριν μπορέσουν να απελευθερωθούν με ασφάλεια στο περιβάλλον. Η επεξεργασία είναι δύσκολο να γίνει, εάν το μαύρο νερό περιέχει μεγάλη ποσότητα από περίσσεια νερού, ή αν πρέπει η επεξεργασία να γίνει γρήγορα, λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων του οργανικού υλικού. Διαφορετικά, η επεξεργασία του γίνεται με κομποστοποίηση.

Εφόσον το γκρι νερό συλλεχθεί ξεχωριστά από το μαύρο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξολοκλήρου μετά από κατάλληλη επεξεργασία. Το γκρι νερό συλλέγεται αρχικά σε δεξαμενές όπου τα ευμεγέθη αιωρούμενα στερεά καθιζάνουν. Στη συνέχεια εισάγεται στις δεξαμενές αερισμού προκειμένου να υποστεί βιολογική επεξεργασία. Συγκεκριμένα, βακτηρίδια παρουσία οξυγόνου αποσυνθέτουν τα οργανικά συστατικά του γκριζου νερού. Ευφυή συστήματα ελέγχου διευκολύνουν τη διεργασία ρυθμίζοντας τους απαραίτητους χρόνους αερισμού. Το επεξεργασμένο νερό διοχετεύεται στη συνέχεια στη δεξαμενή διήθησης όπου και διηθείται μέσα από φίλτρο μεμβράνης. Στην προκειμένη περίπτωση λαμβάνει χώρα φυσικός διαχωρισμός των ρυπαντών του νερού: το νερό διέρχεται διαμέσου πολύ μικρών πόρων, εξασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό την αποτελεσματική απομάκρυνση των μικροβίων και βακτηριδίων του επεξεργασμένου νερού. Τέλος, το καθαρό διηθημένο νερό αναρροφάται στη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης από την οποία και αντλείται για διάφορες χρήσεις.

#### **4. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

Υπάρχει πλούσια διεθνής και εθνική νομοθεσία η οποία θεσπίζει όρους σχετικά με τον εξοπλισμό των πλοίων και με τον τρόπο αντίδρασης του πληρώματος προκειμένου η ρύπανση της θάλασσας από τα πλοία να είναι ελάχιστη. Αυτοί οι κανόνες αφορούν καταρχήν τους πλοιοκτήτες και τα πληρώματα, καθώς επίσης και τις κυβερνήσεις. Οι διεθνείς συνθήκες που διέπουν τον τομέα της ρύπανσης της θάλασσας από τα πλοία είναι η Διεθνής Σύμβαση για την πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από τα πλοία (Σύμβαση MARPOL).

##### **4.1 Σύμβαση MARPOL**

Η διεθνής σύμβαση MARPOL 73/78 και οι τροποποιήσεις της αποτελούν το κύριο νομοθετικό πλαίσιο για την αποφυγή της ρύπανσης από πλοία. Η Marpol είναι ένα σύνολο διεθνών κανονισμών που εμποδίζουν τα πλοία από την εξάπλωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος στην θάλασσα. Ο όρος Marpol προέρχεται από την συντομογραφία των λέξεων θαλάσσια ρύπανση (MARine POLLution).

Η ιστορία της Marpol πηγαίνει πίσω στο 1954 όταν πραγματοποιήθηκε η πρώτη διάσκεψη σχετικά με τη ρύπανση της θάλασσας, γνωστή ως "διεθνής σύμβαση για την πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο" (OILPOL). Το συνέδριο διοργανώθηκε για πρώτη φορά από το Ηνωμένο Βασίλειο. Όμως αργότερα, όλοι οι κανονισμοί και οι λειτουργίες που σχετίζονται με τη σύμβαση μεταφέρθηκαν στον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO).

Το συνέδριο του 1954 είχε τροποποιήσεις που εμπόδισαν κυρίως την θαλάσσια ρύπανση από πετρέλαιο. Αυτό επιτεύχθηκε καθιστώντας ζώνες όπου κάθε είδους απόρριψη πετρελαίου ήταν απαγορευμένη. Στη συνέχεια, το 1967, μετά από το καταστρεπτικό ατύχημα του πετρελαιοφόρου Torrey Canyon, το οποίο απέβαλε σχεδόν 120.000 τόνους πετρελαίου στη Μάγχη, τροποποιήθηκε η σύμβαση του 1954 και θεσπίστηκε το 1973, με κύρια έμφαση στα πετρελαιοφόρα.

Το Πρωτόκολλο του 1978 σχετικά με τη διεθνή σύμβαση του 1973 για την Πρόληψη της Ρύπανσης από Πλοία (MARPOL 1978 πρωτόκολλο) εγκρίθηκε σε διάσκεψη για



την ασφάλεια των πετρελαιοφόρων και πρόληψη της ρύπανσης το Φεβρουάριο του 1978, η οποία πραγματοποιήθηκε ως απάντηση σε μια έξαρση των ατυχημάτων σε δεξαμενόπλοια τα έτη 1976-1977.

Τεχνικά, η συνθήκη Marpol 73/78 είναι ένας συνδυασμός των δύο διεθνών συνθηκών Marpol που τέθηκαν σε λειτουργία το 1973 και 1978. Η συμφωνία τέθηκε σε ισχύ στις 2 Νοεμβρίου 1973 στην έδρα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) στο Λονδίνο.

Η Marpol 73/78 είναι μία από τις πιο σημαντικές διεθνείς συμβάσεις για το θαλάσσιο περιβάλλον. Είχε σχεδιαστεί για να ελαχιστοποιηθεί η ρύπανση των θαλασσών. Στόχος της σύμβασης είναι η διατήρηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος μέσα από την πλήρη εξάλειψη της ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες και την ελαχιστοποίηση τυχαίων απορρίψεων αυτών των ουσιών. Η σύμβαση Marpol είναι υψίστης σημασίας για το θαλάσσιο περιβάλλον μέσω της πλήρους εξάλειψης της χρήσης κάθε είδους ουσιών που μπορούν να αποδειχθούν επιβλαβείς για το περιβάλλον.

<b>Πίνακας 2. Κατηγορίες αποβλήτων πλοίων</b>	
<b>Annex MARPOL 73/78</b>	<b>Περιγραφή αποβλήτων</b>
I	Πετρελαιοειδή απόβλητα
II	Επιβλαβείς υγρές ουσίες χύδην
III	Επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται συσκευασμένες
IV	Λύματα-Βοθρολύματα
V	Απορρίμματα
VI	Απόβλητα σχετιζόμενα με αέριες εκπομπές

Η συνθήκη Marpol 73/78 αποτελείται κυρίως από έξι παραρτήματα τα οποία περιγράφουν διάφορους κανονισμούς που σχετίζονται με την απόρριψη πετρελαίου και άλλων επιβλαβών για το περιβάλλον χημικών ουσιών στη θάλασσα. Το πρώτο εκ των έξι παράρτημα τέθηκε σε ισχύ από το 1983 και τα υπόλοιπα ακολούθησαν

σταδιακά. Κάθε ένα από τα παραρτήματα είναι αφιερωμένο στους κανόνες και τους κανονισμούς μιας συγκεκριμένης επιβλαβούς ουσίας. Συγκεκριμένα:

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι:** Κανονισμοί για τη πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από το πετρέλαιο.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ:** Κανονισμοί για τον έλεγχο της θαλάσσιας ρύπανσης από τις επιβλαβείς ουσίες σε μορφή χύδην.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ:** Κανονισμοί για τη ρύπανση της θάλασσας από επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται θαλασσίως σε συσκευασμένη μορφή. (εμπορευματοκιβώτια, φορητές δεξαμενές ή βυτιοφόρα οχήματα)

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV:** Κανονισμοί για τη πρόληψη της ρύπανσης από λύματα από τα σκάφη.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V:** Κανονισμοί για τη πρόληψη της ρύπανσης από τα απορρίμματα από τα πλοία.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI:** Κανονισμοί για τη πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα σκάφη. (από τις εκροές αερίων από τα πλοία, πχ διοξείδιο του άνθρακα).

Οι θεσμοθετημένοι διεθνείς κανονισμοί για την αποφυγή της θαλάσσιας ρύπανσης από τα λύματα των πλοίων συγκεντρώνονται στο Παράρτημα IV της Σύμβασης της MARPOL 73/78, την οποία διαχειρίζεται ο IMO και είναι σε ισχύ σε 103 χώρες συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας. Το παράρτημα αυτό ρυθμίζει διάφορα θέματα που είναι σχετικά με την απόρριψη λυμάτων στη θάλασσα, με τον εξοπλισμό και τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων, με τις επιθεωρήσεις, με την έκδοση πιστοποιητικών και τις εγκαταστάσεις υποδοχής λυμάτων σε λιμάνια και τερματικούς σταθμούς.

Στην αρχική του μορφή, τον Σεπτέμβριο του 2003, περιείχε 11 κανονισμούς και ένα υπόδειγμα πιστοποιητικού πρόληψης. Στη συνέχεια, τον Απρίλιο του 2004, έγινε αναθεώρηση και προστέθηκαν 2 επιπλέον κανονισμοί, οι οποίοι τέθηκαν σε ισχύ τον Αύγουστο του 2005 και θα πρέπει να εφαρμόζονται στα νέα πλοία πέντε χρόνια μετά τη καθιέρωσή τους.

## **4.2 Κανονισμοί για την πρόληψη ρύπανσης της θάλασσας από τα λύματα των πλοίων.**

### **Κανονισμός 1**

Στον κανονισμό 1 δίνονται ορισμοί σχετικά με τα θέματα που αφορούν οι κανονισμοί αυτοί. Έτσι :

«**Νέο πλοίο**» είναι το πλοίο:

για το οποίο έχει υπογραφεί η σύμβαση κατασκευής ή, ελλείψει της συμβάσεως, η τρόπιδα του οποίου τοποθετήθηκε ή είναι σε παρόμοιο στάδιο κατασκευής, κατά ή μετά την ημερομηνία θέσεως σε ισχύ του παρόντος παραρτήματος. ή

η παράδοση του οποίου θα λάβει χώρα τρία ή περισσότερα χρόνια μετά την ημερομηνία θέσεως σε ισχύ του παρόντος Παραρτήματος.

«**Υπάρχον πλοίο**» είναι ένα πλοίο το οποίο δεν είναι νέο πλοίο.

«**Λύματα**» είναι :

η αποχέτευση ή άλλα απόβλητα από κάθε τύπο αποχωρητηρίων, ουρητηρίων και WC.

η αποχέτευση από ιατρικούς χώρους (φαρμακείο, αναρρωτήρια κλπ) μέσω νιπτήρων πλυσίματος, λουτήρων και αποχετευτικών αγωγών που βρίσκονται σε τέτοιους χώρους.

η αποχέτευση από χώρους που ζουν ζώα

λοιπά απόβλητα ύδατα, όταν αναμειγνύονται με τις αποχετεύσεις που αναφέρθηκαν στα a,b και c.

«**Δεξαμενή συγκρατήσεως**» είναι η δεξαμενή, η οποία χρησιμοποιείται για την συλλογή και αποθήκευση των λυμάτων.

«Πλησιέστερη ακτή». Ο όρος «από την πλησιέστερη ακτή», σημαίνει από την βασική γραμμή, από την οποία έχει καθιερωθεί η μέτρηση των χωρικών υδάτων μιας επικράτειας σύμφωνα με το Διεθνές Δίκαιο.

«Διεθνές ταξίδι» σημαίνει ένα ταξίδι από μια χώρα στην οποία ισχύει η παρούσα Σύμβαση σε ένα λιμάνι έξω από αυτή τη χώρα, ή αντιστρόφως.

«Άτομο» σημαίνει μέλος του πληρώματος και των επιβατών.

«Επετειακή ημέρα» σημαίνει την ημέρα και τον μήνα κάθε έτους που αντιστοιχεί στην ημερομηνία λήξης του Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα.

## **Κανονισμός 2**

Οι διατάξεις του παρόντος παραρτήματος θα εφαρμόζονται σε:

νέα πλοία ολικής χωρητικότητας 400 τόνων και άνω

ή σε νέα πλοία ολικής χωρητικότητας κάτω των 400 τόνων, τα οποία είναι πιστοποιημένα να μεταφέρουν πάνω από 15 άτομα,

υπάρχοντα πλοία ολικής χωρητικότητας 400 τόνων και άνω, 5 έτη μετά την ημερομηνία θέσεως σε ισχύ του παρόντος Παραρτήματος

υπάρχοντα πλοία ολικής χωρητικότητας κάτω των 400 τόνων, τα οποία είναι πιστοποιημένα να μεταφέρουν άνω των 15 ατόμων, 5 έτη μετά την ημερομηνία θέσεως σε ισχύ του παρόντος Παραρτήματος.

Η Διοίκηση πρέπει να διασφαλίζει ότι τα υπάρχοντα πλοία είναι εφοδιασμένα στο βαθμό που κάτι τέτοιο είναι εφικτό, για να αποχετεύουν και να απορρίπτουν λύματα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κανονισμού 11 του Παραρτήματος.

## **Κανονισμός 3**

Στο Κανονισμό 3 αναφέρονται οι εξαιρέσεις του κανονισμού 11 του Παραρτήματος. Έτσι, ο κανονισμός δεν εφαρμόζεται όταν:

- a. η απόρριψη λυμάτων από ένα πλοίο είναι αναγκαία για λόγους ασφαλείας του πλοίου και των επιβαινόντων σε αυτό ή της προστασίας της ζωής στη θάλασσα,
- b. η απόρριψη λυμάτων προκλήθηκε από ζημιά στο πλοίο ή στον εξοπλισμό του, εφόσον έχουν ληφθεί, πριν και μετά την επέλευση της ζημιάς, όλα τα απαραίτητα μέτρα προς το σκοπό της πρόληψης ή της ελαχιστοποίησης της παραπάνω απόρριψης λυμάτων.

#### **Κανονισμός 4**

Κάθε πλοίο, το οποίο σύμφωνα με τον Κανονισμό 2 απαιτείται να συμμορφώνεται με τις διατάξεις του παρόντος Παραρτήματος, υπόκειται στις κάτωθι επιθεωρήσεις:

- a. μία αρχική επιθεώρηση πριν την θέση σε λειτουργία του πλοίου ή πριν την έκδοση για πρώτη φορά του Πιστοποιητικού που απαιτείται από τον Κανονισμό 5 του παρόντος Παραρτήματος, η οποία περιλαμβάνει μία πλήρη επιθεώρηση της κατασκευής του, του εξοπλισμού του, των συστημάτων του, της συναρμολόγησής τους, των διατάξεων και του υλικού κατασκευής που έχουν να κάνουν με τα λύματα του πλοίου.
- b. μία επιθεώρηση ανανέωσης σε μεσοδιαστήματα που καθορίζονται από την Διοίκηση αλλά χωρίς να υπερβαίνουν τα πέντε χρόνια, πλην της περιπτώσεως όπου θα έχει εφαρμογή ο κανονισμός 8 αυτού του Παραρτήματος.
- c. μια επιπρόσθετη επιθεώρηση γενική ή τμηματική, ανάλογα με τις περιστάσεις, πραγματοποιείται, μετά από μια επισκευή που προκύπτει ύστερα από έρευνα ή οποτεδήποτε πραγματοποιούνται σημαντικές επισκευές ή ανανεώσεις – αντικαταστάσεις μερών.

Οι επιθεωρήσεις πλοίων αναφορικά με την επιβολή και εκτέλεση των διατάξεων αυτού του Παραρτήματος, διενεργούνται από αξιωματούχους της Αρχής. Η

τελευταία ωστόσο, δύναται να αναθέσει τις επιθεωρήσεις, είτε σε επιθεωρητές διορισμένους για τον σκοπό αυτό, είτε σε αναγνωρισμένους απ' αυτή οργανισμούς.

Όταν ένας διορισμένος επιθεωρητής ή αναγνωρισμένος οργανισμός διαπιστώνει ότι η κατάσταση του πλοίου ή του εξοπλισμού του δεν ανταποκρίνεται ουσιαστικά στα στοιχεία του Πιστοποιητικού του, ή είναι τέτοια ώστε το πλοίο δεν είναι αξιόπλοο χωρίς να αποτελεί μια αδικαιολόγητη απειλή πρόκλησης ζημιών ή επιπτώσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον, αυτός ο διορισμένος επιθεωρητής ή αναγνωρισμένος οργανισμός πρέπει αμέσως να εξασφαλίσει ότι λαμβάνονται οι απαραίτητες σχετικές διορθωτικές ενέργειες ή μέτρα και να ενημερώσει την αρμόδια Αρχή εν ευθέτω χρόνο. Σε περίπτωση που δεν ληφθούν ανάλογες διορθωτικές ενέργειες ή μέτρα, το Πιστοποιητικό πρέπει να ανακληθεί και να ενημερωθεί άμεσα η Διοικητική Αρχή.

Μετά την ολοκλήρωση όποιας επιθεώρησης του πλοίου σύμφωνα με τον Κανονισμό, δεν πρέπει να πραγματοποιείται καμία αλλαγή ή τροποποίηση στην κατασκευή, εξαρτήματα, εξοπλισμό, συστήματα, διατάξεις (χώρων) ή υλικών που καλύπτονται από την επιθεώρηση, δίχως την έγκριση της αρμόδιας Διοικητικής Αρχής.

Σε κάθε περίπτωση, η ενδιαφερόμενη Αρχή πρέπει να εγγυάται πλήρως την πληρότητα και αποτελεσματικότητα της επιθεώρησης και δεσμεύεται να εξασφαλίσει τις απαραίτητες ρυθμίσεις για την ικανοποίηση αυτής της υποχρέωσης.

Η κατάσταση του πλοίου και του εξοπλισμού του πρέπει να διατηρείται προς τον σκοπό συμμόρφωσης με τους κανονισμούς της παρούσης Σύμβασης για να διασφαλισθεί ότι το πλοίο παραμένει από κάθε άποψη ικανό να πραγματοποιεί θαλάσσιους πλόες χωρίς να αποτελεί μια αδικαιολόγητη απειλή πρόκλησης βλαβών ή άλλων επιπτώσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Όποτε συμβαίνει ένα ατύχημα σ' ένα πλοίο ή αποκαλύπτεται ένα ελάττωμα ή ατέλεια που επηρεάζει ουσιαστικά την ακεραιότητα του πλοίου ή την αποτελεσματικότητα ή την πληρότητα του εξοπλισμού και των εξαρτημάτων του που καλύπτονται από το παρόν Παράρτημα, ο πλοίαρχος του πλοίου ή ο πλοιοκτήτης υποχρεούται να αναφέρει, με την πρώτη ευκαιρία στην Αρχή, τον αναγνωρισμένο οργανισμό ή τον διορισμένο επιθεωρητή υπεύθυνο για την έκδοση του σχετικού Πιστοποιητικού, ο οποίος πρόκειται να λάβει μέριμνα για την έναρξη ερευνών για να καθορισθεί εάν απαιτείται επιθεώρηση.

## **Κανονισμός 5**

Ένα Πιστοποιητικό Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα εκδίδεται, μετά από την διενέργεια αρχικής επιθεώρησης ή την επιθεώρηση ανανέωσης σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού 4 του Παραρτήματος για κάθε πλοίο που εκτελεί ταξίδια σε λιμάνια, ή σε υπεράκτιους σταθμούς που βρίσκονται στην δικαιοδοσία άλλων Μερών της Σύμβασης. Στην περίπτωση υπαρχόντων πλοίων η παρούσα απαίτηση θα ισχύει για πέντε έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος Παραρτήματος.

Τέτοιο Πιστοποιητικό εκδίδεται ή επικυρώνεται, είτε από την Αρχή είτε από οποιοδήποτε άλλο άτομο ή οργανισμό που θα έχει νομίμως και δεόντως εξουσιοδοτηθεί από την Αρχή. Σε κάθε περίπτωση η Αρχή αναλαμβάνει πλήρη ευθύνη για το Πιστοποιητικό.

## **Κανονισμός 6**

Ο Κανονισμός 6 αναφέρεται σχετικά με την έκδοση ή επικύρωση Πιστοποιητικού από άλλη Κυβέρνηση. Η Κυβέρνηση ενός Μέρους της Σύμβασης δυναται να προβει σε ενεργειες για την επιθεωρηση ενός πλοιου. Ένα Πιστοποιητικο, το οποιο εχει εκδοθει κατ' αυτόν τον τρόπο, πρεπει να περιεχει μια δηλωση υπο την εννοια ότι εκδοθηκε μετα απο αιτηση της Αρχης. Διεθνες Πιστοποιητικο Πρόληψης Ρύπανσης δεν εκδιδεται για πλοια που φερουν σημαια Κρατους που δεν είναι Μερους της Συμβασης.

## **Κανονισμός 7**

Το Διεθνές Πιστοποιητικό Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα συντασσεται στον τυπο και την μορφή του προσαρτήματος. Η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι η Αγγλική ή η Γερμανική.

## Κανονισμός 8

- Ένα Διεθνές Πιστοποιητικό Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα εκδίδεται για μια χρονική περίοδο που καθορίζεται από την αρμόδια Διοικητική Αρχή η οποία δεν πρέπει να υπερβαίνει τα πέντε (5) έτη.
  - a. Κάθε φορά που αποπερατώνεται η επιθεώρηση ανανέωσης μέσα σε 3 μήνες πριν την ημερομηνία λήξεως του υπάρχοντος Πιστοποιητικού, το νέο Πιστοποιητικό τίθεται σε ισχύ από την ημερομηνία ολοκλήρωσης της επιθεώρησης ανανέωσης μέχρι μια ημερομηνία που δεν υπερβαίνει τα πέντε έτη από την ημερομηνία λήξης του υπάρχοντος Πιστοποιητικού.
  - b. Σε περίπτωση που ένα Πιστοποιητικό εκδοθεί για μια χρονική περίοδο μικρότερη των πέντε ετών, η Αρχή δύναται να παρατείνει την ισχύ του Πιστοποιητικού πέραν της ημερομηνίας ισχύος μέχρι μια ανώτατη χρονική περίοδο.
  - c. Σε περίπτωση κατά την οποία η επιθεώρηση ανανέωσης έχει ολοκληρωθεί και δεν είναι δυνατόν να εκδοθεί ή να εφοδιαστεί το πλοίο με ένα νέο Πιστοποιητικό πριν την ημερομηνία λήξης του υπάρχοντος Πιστοποιητικού, το πρόσωπο, ή ο εξουσιοδοτημένος οργανισμός από την Αρχή, δύναται να επικυρώσει το υπάρχον Πιστοποιητικό και το τελευταίο (το Πιστοποιητικό) θα γίνει αποδεκτό ως έγκυρο για μια περαιτέρω περίοδο που δεν υπερβαίνει τους πέντε μήνες από την ημερομηνία λήξης.
- Εάν ένα πλοίο κατά τον χρόνο που λήγει ένα Πιστοποιητικό δεν βρίσκεται σε λιμάνι στο οποίο πρόκειται να επιθεωρηθεί, η Διοικητική Αρχή δύναται να παρατείνει την περίοδο ισχύος του Πιστοποιητικού, παράταση όμως η οποία θα παρέχεται μόνο για με τον σκοπό να επιτραπεί στο πλοίο να ολοκληρώσει το ταξίδι του προς το λιμάνι στο οποίο πρόκειται να επιθεωρηθεί και πάντοτε μόνο στις περιπτώσεις όπου κάτι τέτοιο θεωρείται σωστό και λογικό. Κανένα Πιστοποιητικό δεν παρατείνεται για χρονική περίοδο μεγαλύτερη από 3 μήνες και ένα πλοίο στο οποίο χορηγείται μια παράταση, κατά τον κατάπλου του στο



λιμάνι το οποίο πρόκειται να επιθεωρηθεί, δεν έχει το δικαίωμα δυνάμει της παραπάνω παράτασης να αποπλεύσει από το λιμάνι αυτό χωρίς να του χορηγηθεί ένα νέο Πιστοποιητικό.

- Ένα πιστοποιητικό που εκδόθηκε σ' ένα πλοίο που πραγματοποιεί σύντομα ταξίδια το οποίο δεν έχει παραταθεί σύμφωνα με τις παραπάνω διατάξεις του παρόντος Κανονισμού, μπορεί να παραταθεί από την παραπάνω Αρχή για χρονική περίοδο χάριτος μέχρι ένα μήνα από την ημερομηνία λήξεως που αναφέρεται σ' αυτό.
  
- Ένα Πιστοποιητικό που εκδόθηκε σύμφωνα με τον κανονισμό 5 ή 6 του παρόντος Παραρτήματος θα παύει να ισχύει σε καθεμία από τις παρακάτω περιπτώσεις :
  - a. εάν οι σχετικές επιθεωρήσεις δεν ολοκληρωθούν μέσα στα χρονικά όρια που αναφέρονται σύμφωνα με τον κανονισμό 4.1 του παρόντος Παραρτήματος, ή με την αλλαγή της σημαίας του πλοίου. Ένα νέο Πιστοποιητικό εκδίδεται μόνο όταν η Κυβέρνηση που εκδίδει το νέο αυτό Πιστοποιητικό είναι πλήρως ικανοποιημένη ότι το πλοίο βρίσκεται σε συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του κανονισμού 4 του παρόντος Παραρτήματος. Στην περίπτωση της αλλαγής σημαίας του πλοίου σε άλλο Κράτος - Μέρος, εάν ζητηθεί μέσα σε 3 μήνες μετά την πραγματοποίηση της αλλαγής της σημαίας, η Κυβέρνηση του Μέρους της οποίας την σημαία εδικαιούτο να φέρει προηγουμένως το πλοίο, πρέπει το συντομότερο δυνατόν να μεταβιβάσει στην Αρχή τα σχετικά αντίγραφα του Πιστοποιητικού που έφερε το πλοίο πριν την αλλαγή της σημαίας και εάν είναι διαθέσιμα, αντίγραφα των σχετικών εκθέσεων/ αναφορών επιθεώρησης.

## **Κανονισμός 9**

Ο κανονισμός 9 αναφέρεται στα εγκεκριμένα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων. Κάθε πλοίο το οποίο, σύμφωνα με το κανονισμό 2, απαιτείται να συμμορφώνεται με

τις διατάξεις του παρόντος Παραρτήματος πρέπει να είναι εξοπλισμένο με ένα από τα παρακάτω συστήματα λυμάτων:

- μονάδα επεξεργασίας – καθαρισμού λυμάτων το οποίο είναι εγκεκριμένου τύπου από την Αρχή, λαμβάνοντας υπόψη τα πρότυπα και τις μεθόδους δοκιμών που έχουν αναπτυχθεί από τον Οργανισμό,
- ένα σύστημα κονιορτοποιήσης, πολτοποίησης και απολύμανσης λυμάτων εγκεκριμένο από την Αρχή. Ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να διαθέτει ευκολίες που θα ικανοποιούν την Αρχή, αναφορικά με την προσωρινή αποθήκευση των λυμάτων όταν το πλοίο βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 3 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή, μια δεξαμενή συγκράτησης με χωρητικότητα που θα ικανοποιεί την Αρχή για τη συλλογή και κατακράτηση όλων των λυμάτων, αναλογικά με την λειτουργία του πλοίου, τον αριθμό των προσώπων που επιβαίνουν στο πλοίο καθώς επίσης και άλλους σχετικούς παράγοντες. Αυτή η δεξαμενή πρέπει να κατασκευαστεί έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της Γιοικητικής Αρχής και να διαθέτει μέσα που δείχνουν οπτικά την ποσότητα του περιεχομένου της δεξαμενής.

### **Κανονισμός 10**

Ο κανονισμός αυτός αφορά τις πρότυπες συνδέσεις των σωλήνων απόρριψης λυμάτων, επεξεργασμένων ή μη, με τις σωληνώσεις παραλαβής αυτών από τις εγκαταστάσεις ξηράς. Για να καταστεί δυνατόν οι σωλήνες των ευκολιών υποδοχής να συνδεθούν με τους αγωγούς απόρριψης του πλοίου, οι δύο αγωγοί – σωληνώσεις πρέπει να έχουν εξοπλισθεί με μια πρότυπη σύνδεση απόρριψης λυμάτων σύμφωνα με τον πίνακα 2. Για πλοία που έχουν πλευρικό βάθος 5 μέτρων ή μικρότερο, η εσωτερική διάμετρος των σωλήνων απορρίψεως δύναται να είναι 38 mm.

<b>Πίνακας 3. Πρότυπες διαστάσεις παρεμβυσμάτων για συνδέσεις απόρριψης λυμάτων</b>	
<b>Περιγραφή</b>	Διαστάσεις
<b>Εξωτερική διάμετρος</b>	210 χιλ.
<b>Εσωτερική διάμετρος</b>	Σύμφωνα με την εξωτερική διάμετρο του σωλήνα
<b>Διάμετρος μήκους κοχλιών</b>	170 χιλ.
<b>Εγκοπές στο παρέμβυσμα (φλάντζα)</b>	4 οπές διαμέτρου 18 χιλ. που απέχουν εξίσου επί του κύκλου κοχλιών, ως άνω, χαραγμένες μέχρι

	της περιφέρειας του παρεμβύσματος. Το πλάτος της εγκοπής θα είναι 18 χιλ.
<b>Πάχος παρεμβύσματος</b>	16 χιλ.
<b>Κοιλίες και περικόχλια Ποσότητες και διάμετρος</b>	4 κάθε μια διαμέτρου 16 χιλ. κατάλληλου μήκους
Το παρέμβυσμα θα είναι σχεδιασμένο για σωλήνες μέγιστης εσωτερικής διαμέτρου 100 χιλ. και θα είναι από χάλυβα ή άλλο ισοδύναμο υλικό με επίπεδη επιφάνεια. Αυτό το παρέμβυσμα μαζί με μια κατάλληλη σαλαμάστρα, θα είναι κατάλληλο για πίεση λειτουργίας 600 kPa.	

Για πλοία με εμπορικές δραστηριότητες αποκλειστικού προορισμού π.χ. επιβατηγά οχηματαγωγά, εναλλακτικά το δίκτυο αγωγών απόρριψης λυμάτων μπορεί να είναι εφοδιασμένο με σύνδεση απόρριψης που είναι αποδεκτή από την Αρχή, όπως είναι οι συζεύξεις ταχείας σύνδεσης.

### **Κανονισμός 11**

Σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού 3 του παρόντος Παραρτήματος, η απόρριψη των λυμάτων στην θάλασσα απαγορεύεται, εκτός αν:

- το πλοίο απορρίπτει κονιορτοποιημένα, πολτοποιημένα και απολυμασμένα λύματα χρησιμοποιώντας ένα εγκεκριμένο σύστημα από την Αρχή, σε μια απόσταση μεγαλύτερη των 3 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή ή λύματα που δεν είναι κονιορτοποιημένα ή απολυμασμένα απορρίπτονται σε μια απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή υπό την προϋπόθεση ότι σε κάθε περίπτωση, τα λύματα που έχουν αποθηκευθεί σε δεξαμενές συγκρατήσεως λυμάτων δεν απορρίπτονται στιγμιαίως, αλλά με ένα μέτριο ρυθμό όταν το πλοίο βρίσκεται εν πορεία και η ταχύτητά του δεν είναι μικρότερη των 4 κόμβων.

- το πλοίο έχει σε λειτουργία μια εγκεκριμένη μονάδα επεξεργασίας – καθαρισμού λυμάτων, που έχει πιστοποιηθεί από την Αρχή ότι ανταποκρίνεται στις λειτουργικές απαιτήσεις που αναφέρονται στον Κανονισμό 9, και τα αποτελέσματα της δοκιμής της παραπάνω μονάδας – εγκατάστασης αναγράφονται στο Διεθνές Πιστοποιητικό

Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα του πλοίου, και επιπρόσθετα, η εκροή δεν παράγει ορατά επιπλέοντα στερεά σώματα ούτε προκαλεί αποχρωματισμό του περιβάλλοντος ύδατος.

Οι παραπάνω διατάξεις δεν εφαρμόζονται σε πλοία που πραγματοποιούν πλόες σε ύδατα που βρίσκονται υπό την δικαιοδοσία ενός Κράτους όπου εφαρμόζει αυστηρότερες διατάξεις από τις συγκεκριμένες για τα εθνικά της ύδατα.

Όταν τα λύματα είναι αναμεμιγμένα με απόβλητα ή απόβλητα νερού που καλύπτονται από άλλα Παραρτήματα της Δ.Σ. MARPOL 73/78, οι απαιτήσεις αυτών των Παραρτημάτων πρέπει να τηρούνται επιπλέον των απαιτήσεων του παρόντος Παραρτήματος.

## **Κανονισμός 12**

Ο Κανονισμός 12 αφορά τις εγκαταστάσεις υποδοχής λυμάτων. Η Κυβέρνηση κάθε Μέρους της Σύμβασης αναλαμβάνει να διασφαλίζει την παροχή τεχνικών μέσων και εγκαταστάσεων σε λιμάνια και τερματικούς σταθμούς υποδοχής και αποκομιδής λυμάτων, χωρίς να προκαλούνται καθυστερήσεις στα πλοία, που είναι επαρκείς για να ανταποκριθούν στις ανάγκες των πλοίων.

## **Κανονισμός 13**

Ο κανονισμός αυτός έχει να κάνει με τον έλεγχο που έχει δικαίωμα να ασκήσει ο Λιμένας του Κράτους στον οποίο βρίσκεται ένα πλοίο. Έτσι ένα πλοίο όταν βρίσκεται σε λιμένα ή σε παράκτιο τερματικό ενός άλλου Μέρους υπόκειται στην επιθεώρηση από αξιωματούχους δεόντως εξουσιοδοτημένους από το Μέρος αυτό σχετικά με τις λειτουργικές απαιτήσεις βάσει του Παραρτήματος αυτού, όταν υπάρχουν επαρκείς ενδείξεις να πιστεύεται ότι ο πλοίαρχος ή το πλήρωμα δεν είναι εξοικειωμένοι με βασικές διαδικασίες επί του πλοίου οι οποίες σχετίζονται με την πρόληψη ρύπανσης από λύματα. Στις περιπτώσεις αυτές, το Μέρος πρέπει να λαμβάνει τα μέτρα τα οποία θα διασφαλίζουν ότι το πλοίο δεν πρόκειται να αποπλεύσει έως ότου η κατάσταση έχει τεθεί σε έλεγχο σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Παραρτήματος αυτού.

Καμία διάταξη σ' αυτόν τον κανονισμό δεν θεωρείται ότι περιορίζει τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις ενός Μέρους να πραγματοποιεί έλεγχο επί των λειτουργικών απαιτήσεων που ειδικότερα προβλέπονται στη παρούσα Σύμβαση.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</u> .....	0
<u>ΕΙΚΟΝΕΣ</u> .....	38
<u>ΠΙΝΑΚΕΣ</u> .....	38
1. <u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u> .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
2. <u>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ</u> .....	6
2.1 <u>Χημική επεξεργασία λυμάτων</u> .....	6
2.2 <u>Βιολογική επεξεργασία λυμάτων</u> .....	8
2.1.1. <u>Τύποι βιολογικής επεξεργασίας</u> .....	10
2.1.2. <u>Βιολογικός αντιδραστήρας μεμβράνης (MBR)</u> .....	12
2.3 <u>Ηλεκτρολυτική επεξεργασία λυμάτων</u> .....	13
3. <u>ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ</u> .....	16
4. <u>ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ</u> .....	23
4.1 <u>Σύμβαση MARPOL</u> .....	23
4.2 <u>Κανονισμοί για την πρόληψη ρύπανσης της θάλασσας από τα λύματα των πλοίων</u> .....	26
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u> .....	37

## **ΕΙΚΟΝΕΣ**

<a href="#">Εικόνα 1. Μονάδα χημικής επεξεργασίας λυμάτων</a> .....	7
<a href="#">Εικόνα 2. Μονάδα βιολογικού καθαρισμού λυμάτων</a> .....	8
<a href="#">Εικόνα 3. Αερόβια βιολογική επεξεργασία (προσκολλημένη βιομάζα)</a> .....	10
<a href="#">Εικόνα 4. Διαδικασία ενεργού ιλύος</a> .....	11
<a href="#">Εικόνα 5. Σύστημα επεξεργασίας με ηλεκτρολυτική μέθοδο</a> .....	14
<a href="#">Εικόνα 6. Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης</a> .....	17
<a href="#">Εικόνα 7. Αποτεφρωτήρας πλοίων</a> .....	20

## **ΠΙΝΑΚΕΣ**

<a href="#">Πίνακας 1. Σύγκριση Μονάδων Παρατ. Αερισμού και MBR</a> .....	12
<a href="#">Πίνακας 2. Κατηγορίες αποβλήτων πλοίων</a> .....	24
<a href="#">Πίνακας 3. Πρότυπες διαστάσεις παρεμβυσμάτων για συνδέσεις απόρριψης λυμάτων</a> .....	33

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

D. A. Taylor, (1996). Introduction to Marine Engineering. 2<sup>nd</sup> edition. Elsevier Ltd: Great Britain.

Nicholas P. Cheremisinoff, (2002). Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies. Butterworth-Heinemann: USA

Henry Mallia, Steven Till, 2001. Membrane Bioreactors: Wastewater Treatment Application to achieve high quality effluent. Conference papers- WIOA/AUSTRALIA.

Mohit, (2010). Sewage Treatment Plant on a Ship Explained. Διαθέσιμο στην ηλ. διεύθυνση <http://www.marineinsight.com/tech/auxiliary-machinery/sewage-treatment-plant/#ixzz1tfK5z1pP/>. Πρόσβαση στις 5/5/2012.

Raunekk, Kenneth Sleight, (2009). Basic Description of a Sewage Treatment Plant on Ship. Διαθέσιμο στην ηλ. διεύθυνση <http://www.brighthub.com/engineering/marine/articles/32026.aspx>. Πρόσβαση στις 3/5/2012.

Machinery Spaces.com, (2010). Sewage treatment on board- biological and chemical sewage treatment plant working principles. Διαθέσιμο στην ηλ. διεύθυνση <http://www.machineryspaces.com/sewage-treatment.html>. Πρόσβαση στις 1/5/2012.

Raunekk, Lamar Stonecypher, (2010). What is Marpol?. Διαθέσιμο στην ηλ. διεύθυνση <http://www.brighthub.com/engineering/marine/articles/63580.aspx>. Πρόσβαση στις 1/5/2012.

IMO International Maritime Organization, (2011). Διαθέσιμο στην ηλ. διεύθυνση <http://www.imo.org/KnowledgeCentre/ReferencesAndArchives/HistoryofMARPOL/Pages/default.aspx>. Πρόσβαση στις 28/4/2012.

Annex IV of MARPOL 73/78. Regulations for the Prevention of Pollution by Sewage from Ships. Διαθέσιμο στην ηλ. διεύθυνση



[http://www.mpa.gov.sg/sites/circulars\\_and\\_notices/pdfs/shipping\\_circulars/mc03-18a.pdf](http://www.mpa.gov.sg/sites/circulars_and_notices/pdfs/shipping_circulars/mc03-18a.pdf). Πρόσβαση στις 29/4/2012.

Sewage Pollution Prevention, Marpol Annex IV, 2009. Διαθέσιμο στην ηλ. διεύθυνση <http://www.slideshare.net/mertersozydo/marpol-annex-iv-sewage-pollution-prevention>. Πρόσβαση στις 29/4/2012.

Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, τεύχος πρώτο. Σεπτέμβριος 2003. Διαθέσιμο στην ηλ. διεύθυνση <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=4Fm98mIAf%2BI%3D&tabid=561>. Πρόσβαση στις 29/4/2012.

[http://www.ehow.com/about\\_4701033\\_types-sewage-treatment-plants.html#ixzz1tYWpPlip](http://www.ehow.com/about_4701033_types-sewage-treatment-plants.html#ixzz1tYWpPlip).

Herbert, Lewis (2007). "Centenary History of Waste and Waste Managers in London and South East England". Chartered Institution of Wastes Management.

D A Taylor (1996). Introduction to marine engineering, 2<sup>nd</sup> edition. Butterworth-Heinemann Ltd.

<http://www.acsgarden.com/articles/other-gardening/how-to-use-greywater.aspx>

[http://www.sorbwater.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=131&Itemid=89](http://www.sorbwater.com/index.php?option=com_content&view=article&id=131&Itemid=89)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Greywater>

<http://www.nauticexpo.com/cat/water-waste-pollution-control/waste-water-treatment-for-ships-SA-1403.html>

<http://www.wisegeek.com/what-is-blackwater.htm>

<http://www.wisegeek.com/what-is-grey-water.htm>