

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ
ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ**

ΤΙΤΛΟΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΟΝΤΟΡΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΝΙΚΟΛΑΟΣ Π. ΒΕΝΤΙΚΟΣ**

Αθήνα, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2008

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία ασχολείται με το θέμα της διαχείρισης και επεξεργασίας λυμάτων (black water) που παράγονται στα πλοία κατά τη λειτουργία τους σε παράκτιες κυρίως περιοχές όπου εντοπίζεται το πρόβλημα. Το θέμα αναφέρεται σε όλους τους τύπους πλοίων αλλά εστιάζεται κυρίως στα κρουαζιερόπλοια και στα σκάφη ακτοπλοΐας.

Πιο συγκεκριμένα, στο θεωρητικό μέρος της εργασίας αναφερόμαστε στη σχέση των λυμάτων και φαιόχρωων υδάτων (black & gray water) με το τρίπτυχο πλοίο-θαλάσσιο περιβάλλον-Διεθνείς Κανονισμοί. Το θέμα της απόρριψης λυμάτων στη θάλασσα είναι ένα κομμάτι που σχετίζεται με τη θαλάσσια ρύπανση στο οποίο δεν είχε δοθεί η πρέπουσα σημασία από τους σχετιζόμενους με τη ναυτιλία φορείς μέχρι και πριν από λίγα χρόνια. Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα γίνει πλήρης ανάπτυξη των μεθόδων επεξεργασίας λυμάτων και των αντίστοιχων συστημάτων που είναι εγκατεστημένα πάνω στο πλοίο με τα κύρια χαρακτηριστικά λειτουργίας τους, των διεθνών κανονισμών και προτύπων που εφαρμόζονται για την αποφυγή της ρυπάνσεως της θάλασσας εκ των λυμάτων των πλοίων, των συνεπειών που προκύπτουν από την απόρριψη μη επεξεργασμένων λυμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον και των σημαντικότερων παραμέτρων που αφορούν την παραγωγή των λυμάτων κατά τη διάρκεια λειτουργίας του πλοίου.

Στο υπολογιστικό μέρος της διπλωματικής εργασίας ασχοληθήκαμε με τη δημιουργία μιας αξιόπιστης βάσης δεδομένων η οποία περιλαμβάνει όλα τα εγκεκριμένα από τον IMO συστήματα επεξεργασίας λυμάτων με τα κύρια χαρακτηριστικά τους και ειδικότερα την ημερήσια ικανότητα επεξεργασίας τους. Με γνώμονα τη βάση των δεδομένων και του μαθηματικού μοντέλου υπολογισμού της ημερήσιας παραγωγής λυμάτων δημιουργήσαμε ένα πρόγραμμα εύρεσης κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας ανάλογα με τις απαιτήσεις μας και πραγματοποιήσαμε και ορισμένες εφαρμογές.

Τέλος χρησιμοποιήσαμε ένα στοχαστικό πιθανοθεωρητικό μοντέλο για να προσεγγίσουμε την ημερήσια ποσότητα των παραγόμενων λυμάτων σε βάθος χρόνου σε συγκεκριμένο επιβατηγό πλοίο που εκτελεί συγκεκριμένη γραμμή. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να επιλέξουμε ένα σύστημα επεξεργασίας το οποίο θα διαχειρίζεται την ποσότητα των παραγόμενων λυμάτων μακροπρόθεσμα, χωρίς να είναι αναγκαίο να έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας μέγιστου ημερήσιου φορτίου το οποίο μπορεί να

εμφανιστεί με μηδενικές σχεδόν πιθανότητες σε βάθος χρόνου. Ο σκοπός του εγχειρήματος αυτού είναι η εξοικονόμηση χρήματος και χώρου όσον αφορά την εγκατάσταση μονάδας επεξεργασίας λυμάτων στο πλοίο.

Τα αποτελέσματα των προγραμμάτων που εφαρμόσαμε φαίνονται αναλυτικά σε διαγράμματα, σχήματα και πίνακες μέσα από τα οποία μπορούμε να καταλάβουμε τη διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά την πραγματοποίηση των εφαρμογών.

ABSTRACT

This thesis is involved with the matter of treating and managing the sewage being produced by the ships which sail close to the shorelines where the appearance of such waters are a real problem. This matter concerns all types of ships but is mainly focused on cruise liners and passenger ships.

More specifically, the theoretical part of the thesis refers to the relationship of black and grey water and the triptych of Ship-Naval Environment-International Rules. The subject of black and grey water rejection into the sea is one of the key factors of the sea pollution which it had not been attended properly by the related maritime organizations even a few years ago. In the following chapters, the sewage treatment methods and their corresponding systems installed on the ship, will be analytically developed by referring to their functional characteristics, the international rules and methods being applied to avoid sea pollution through ship sewage, the consequences that result from untreated sewage rejection to the naval environment as well as the most important factors concerning the sewage production during sailing of ships.

On the practical part of the thesis, a reliable database that includes all approved by I.M.O. sewage treatment systems has been created with their main characteristics and especially their daily treatment ability. Based on this database and the mathematical model of calculation the daily sewage production, a searching program of the most suitable treatment system has been developed taking all desired requirements into account and then a variety of applications was carried out.

Finally, a stochastic probability model has been used in order to estimate the daily quantity of sewage production against time of a specific passenger ship sailing on a specific sea route. In such a way, a proper treatment system can be chosen to manage the sewage production on a long-term basis without the need for the capability of treating the maximum daily load since there is zero probability of such a demand in the long-run. The aim of this undertaking is saving funds and space as far as the installation of the treatment unit in the ship is concerned.

The results of the accomplished applications can be seen analytically on diagrams, figures and tables from within the procedure that has been followed can be understood more clearly.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Γενικά.....	1
1.2 Το πρόβλημα.....	3
1.3 Κανονισμοί – Νομικό πλαίσιο.....	5
1.4 Διαχείριση λυμάτων επί των πλοίων.....	6
1.5 Αντικειμενικός σκοπός.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΟΡΙΣΜΟΙ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ – ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ.....	9
2.1 Ορισμοί – επεξηγήσεις.....	9
2.2 Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD).....	11
2.2.1 Τρόπος μέτρησης BOD – BOD ₅	12
2.3 Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD).....	17
2.3.1 Θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο ThOD.....	17
2.3.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο COD.....	17
2.4 Κανονισμοί Ασφαλείας MARPOL 73/78 Παράρτημα IV.....	20
2.5 Ελληνική νομοθεσία.....	29
2.6 Επιτρεπτά όρια ποιότητας απόβλητων υδάτων στις ΗΠΑ.....	39
2.7 Συνέπειες – Παραβάσεις – Κυρώσεις.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	
ΛΥΜΑΤΩΝ.....	47
3.1 Γενικά.....	47
3.2 Φυσική / χημική επεξεργασία.....	48
3.2.1 Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με φυσική / χημική διαδικασία της εταιρείας TRITON.....	55
3.2.2 Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με φυσική / χημική διαδικασία της εταιρείας HAMANN.....	60
3.2.3 Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων της εταιρείας MARINFLOC.....	62

3.3 Βιολογική διαδικασία.....	69
3.3.1 Γενικά – περιγραφή διαδικασίας.....	69
3.3.2 Βιολογικό σύστημα επεξεργασίας με μεμβράνη διήθησης – φιλτραρίσματος (MBR).....	79
3.3.3 Σύστημα βιολογικής επεξεργασίας της εταιρείας Hamworthy.....	89
3.3.4. Σύστημα βιολογικής επεξεργασίας της εταιρείας ACO MARIPUR.....	99
3.4. Ηλεκτρολυτικός τρόπος επεξεργασίας.....	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ.....	112
4.1 Επεξήγηση προγράμματος.....	112
4.2 Εφαρμογές προγράμματος.....	115
4.2.1 Εφαρμογή προγράμματος για εμπορικά πλοία.....	115
4.2.2 Εφαρμογή προγράμματος για επιβατηγά – οχηματαγωγά πλοία..	127
4.2.3 Εφαρμογή προγράμματος για κρουαζιερόπλοια.....	132
4.3 Ρυθμός απόρριψης λυμάτων.....	140
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΠΙΒΑΤΗΓΟ ΠΛΟΙΟ ΜΕ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ.....	142
5.1 Επεξήγηση προγράμματος.....	142
5.2 Εφαρμογή προγράμματος για τα 5 έτη.....	147
5.3 εφαρμογή προγράμματος για τα 12 έτη.....	159
5.4 Εφαρμογή προγράμματος για τα 20 έτη.....	171
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	180
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	184
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	185

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Πίνακας 1.1 : Σύγκριση όγκου λυμάτων που παράγονται από τρεις διαφορετικούς τύπους σκαφών.....	4
Πίνακας 1.2 : Παραγωγή black & gray water σε πλοία διαφορετικού τύπου.....	5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Πίνακας 2.1 : Τιμές σταθεράς k στους 20 °C.....	16
Πίνακας 2.2 : Πρότυπες διαστάσεις παρεμβυσμάτων για συνδέσεις απόρριψης λυμάτων.....	26
Πίνακας 2.3 : Πρότυπα όρια ποιότητας εκροής απόβλητων υδάτων.....	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Πίνακας 3.1 : Μοντέλα του συστήματος HAMANN με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους.....	62
Πίνακας 3.2 : Γενικοί τύποι μεμβρανών διήθησης.....	95
Πίνακας 3.3 : Τυπική διαδικασία ροής.....	96
Πίνακας 3.4 : Τιμές εκροής εταιρείας Aco Maripur σε σύγκριση με τιμές άλλων προτύπων.....	101
Πίνακας 3.5 : Τεχνικές πληροφορίες εταιρείας Aco Maripur.....	102

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 :

Πίνακας 4.1 : Εφαρμογή προγράμματος για εμπορικά πλοία με αποχετευτικό σύστημα τύπου βαρύτητας.....	116
Πίνακας 4.2. : Εφαρμογή προγράμματος για εμπορικά πλοία με αποχετευτικό σύστημα τύπου χαμηλής πίεσης.....	120
Πίνακας 4.3. : Εφαρμογή προγράμματος για εμπορικά πλοία με αποχετευτικό σύστημα τύπου κενού.....	124

Πίνακας 4.4. : Εφαρμογή προγράμματος για επιβατηγά πλοία με αποχετευτικό σύστημα τύπου κενού.....	128
Πίνακας 4.5. : Εφαρμογή προγράμματος για κρουαζιερόπλοια με αποχετευτικό σύστημα τύπου χαμηλής πίεσης.....	133
Πίνακας 4.6. : Εφαρμογή προγράμματος για κρουαζιερόπλοια με αποχετευτικό σύστημα τύπου κενού.....	137
Πίνακας 4.7 : Ρυθμός απόρριψης ακατέργαστων λυμάτων.....	141

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 :

Πίνακας 5.1 Στατιστικά στοιχεία μεταβλητών.....	145
Πίνακας 5.2.1 Γενικά στατιστικά στοιχεία προγράμματος για τα 5 έτη.....	147
Πίνακας 5.2.2 Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου βαρύτητας.....	147
Πίνακας 5.2.3. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου χαμηλής πίεσης.....	150
Πίνακας 5.2.4. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου κενού.....	153
Πίνακας 5.2.5. Ανάλυση ευαισθησίας για τύπο κενού.....	156
Πίνακας 5.3.1 Γενικά στατιστικά στοιχεία προγράμματος για τα 12 έτη.....	157
Πίνακας 5.3.2. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου βαρύτητας.....	157
Πίνακας 5.3.3. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου χαμηλής πίεσης.....	160
Πίνακας 5.3.4. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου κενού.....	163
Πίνακας 5.3.5. Ανάλυση ευαισθησίας για τύπο κενού.....	166
Πίνακας 5.4.1 Γενικά στατιστικά στοιχεία προγράμματος για τα 20 έτη.....	167
Πίνακας 5.4.2. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου βαρύτητας.....	167
Πίνακας 5.4.3. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου χαμηλής πίεσης.....	170
Πίνακας 5.4.4. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου κενού.....	173
Πίνακας 5.4.5. Ανάλυση ευαισθησίας για τύπο κενού.....	176

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Σχήμα 2.2(α) Γραφικός προσδιορισμός L_014

Σχήμα 2.2 (β) Γραφικός προσδιορισμός L_015

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Σχήμα 3.1 Σχηματική διάταξη περιγραφής φυσικής/χημικής διαδικασίας.....51

Σχήμα 3.2 Σχηματική διάταξη περιγραφής φυσικής/χημικής διαδικασίας.....54

Σχήμα 3.3 Διάταξη μονάδας TRITON.....57

Σχήματα 3.4., 3.5 Διάταξη μονάδας TRITON.....58

Σχήμα 3.6 Τυπική εγκατάσταση μονάδας συστήματος TRITON.....59

Σχήμα 3.7 Διάταξη λειτουργίας συστήματος HAMANN.....61

Σχήμα 3.8 Γενική περιγραφή της λειτουργίας συστήματος MARINFLOC.....64

Σχήμα 3.9 : Τυπική διάταξη λειτουργίας του μοντέλου NEPTUMATIC MOC..66

Σχήμα 3.10 Τυπική διάταξη λειτουργίας μοντέλου Neptumatic Retro.....67

Σχήματα 3.11., 3.12 Σχηματικά διαγράμματα περιγραφής βιολογικής διαδικασίας.....76

Σχήματα 3.13., 3.14 Σχηματικά διαγράμματα περιγραφής βιολογικής διαδικασίας.....77

Σχήμα 3.16 Ισομετρική εικόνα συστήματος βιολογικής επεξεργασίας.....78

Σχήμα 3.17 Σύστημα μεμβράνης βιολογικού αντιδραστήρα (MBR).....81

Σχήμα 3.18 Περιγραφικό διάγραμμα συστήματος MBR.....85

Σχήμα 3.19 Αναλυτικό περιγραφικό σχήμα συστήματος MBR.....88

Σχήμα 3.20 Αρχή λειτουργίας συστήματος εταιρείας HAMWORTHY.....91

Σχήμα 3.21 Αρχή λειτουργίας συστήματος.....92

Σχήμα 3.22 Σχηματικό διάγραμμα MBR.....93

Σχήμα 3.23 Αρχή λειτουργίας συστήματος ACO MARIPUR.....100

Σχ.ημα 3.24 Περιγραφικό διάγραμμα λειτουργίας βασικού συστήματος.....102

Σχ.ημα 3.25 Περιγραφικό διάγραμμα λειτουργίας προηγμένου συστήματος.....103

Σχ.ημα 3.24 Περιγραφικό διάγραμμα λειτουργίας πλήρους συστήματος υψηλών προδιαγραφών.....104

Σχήμα 3.27 Διάγραμμα λειτουργίας συστήματος επεξεργασίας με ηλεκτρολυτική μέθοδο.....108

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 :

Σχήμα 5.1 Διαγράμματα μεταβλητών.....	145
Σχήμα 5.2.1 Διάγραμμα τύπου βαρύτητας για εμπορικά πλοία.....	148
Σχήμα 5.2.2. Διαγράμματα τύπου χαμηλής πίεσης για εμπορικά πλοία.....	151
Σχήμα 5.2.3. Διαγράμματα πρόβλεψης τύπου κενού για εμπορικά πλοία	154
Σχήμα 5.3.1. Διαγράμματα τύπου βαρύτητας για επιβατηγά πλοία.....	158
Σχήμα 5.3.2. Διαγράμματα τύπου χαμηλής πίεσης για επιβατηγά πλοία.....	161
Σχήμα 5.3.3. Διαγράμματα τύπου κενού για επιβατηγά πλοία.....	164
Σχήμα 5.4.1. Διαγράμματα τύπου βαρύτητας για κρουαζιερόπλοια.....	168
Σχήμα 5.4.2. Διαγράμματα τύπου χαμηλής πίεσης για κρουαζιερόπλοια.....	171
Σχήμα 5.4.3. Διαγράμματα τύπου κενού για κρουαζιερόπλοια.....	174
Σχήμα 5.5 Διαγράμματα τύπου βαρύτητας στα 5 έτη και τύπου κενού στα 20 έτη για 9-12, 12-15 και 17-20 ώρες λειτουργίας/24ωρο.....	177

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Είναι γνωστό ότι το υδάτινο στοιχείο κυριαρχεί στη ζωή του ανθρώπου αφού οι θάλασσες καλύπτουν το 71% της γης, το 80% των ζωντανών οργανισμών βρίσκονται και κατοικούν στη θάλασσα, ενώ το 70% του οξυγόνου προσφέρεται από τη θάλασσα. Από τη θάλασσα ο άνθρωπος αντλεί φυσικούς πόρους (ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς, ορυκτό πλούτο), χρησιμοποιεί ενέργεια από τα κύματα και τις θαλάσσιες θερμικές πηγές, τοποθετεί εγκαταστάσεις για την εκμετάλλευση της, λ.χ. πλατφόρμες εξόρυξης πετρελαίου, αγωγοί, σήραγγες, χώροι εναποθήκευσης, τεχνητά νησιά, πλέοντα αεροδρόμια, σταθμοί πυρηνικής ενέργειας. Άλλες χρήσεις του θαλασσίου περιβάλλοντος από τον άνθρωπο είναι η διαμόρφωση λιμένων, η αφαλάτωση του νερού, η αναψυχή και ο τουρισμός, η αρχαιολογική και πολιτιστική έρευνα.

Από οικονομική και νομική σκοπιά, ελευθερία της ναυσιπλοίας σημαίνει ακώλυτη και συνεχή ελευθερία της μεταφοράς αγαθών δια θαλάσσης, ενώ κάθε πλοίο υπόκειται αποκλειστικά στη δικαιοδοσία του κράτους της σημαίας για οτιδήποτε συμβάν στην ανοιχτή θάλασσα. Γεγονότα της ελεύθερης ναυσιπλοίας λ.χ. ρύπανση, συγκρούσεις και προσaráξεις αποτελούν έργο της διεθνούς κοινότητας.

Η αλήθεια είναι ότι υπήρξε μεγάλη αργοπορία στην καθιέρωση διεθνών κανονισμών ελέγχου της θαλάσσιας ρύπανσης, συγκεκριμένα μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, σε σχέση με την αλιεία διότι αντιπροσώπευε δευτερεύοντα συμφέροντα των κρατών ενώ υπήρχε και έλλειψη επιστημονικής κατανόησης των ωκεανών. Η διάσκεψη της Στοκχόλμης φαίνεται να ασκεί κριτική στην αναποτελεσματικότητα των προϋπαρχόντων διεθνών συμβάσεων, λ.χ. οι συμβάσεις του IMO, OILPOL (1954), Intervention (1969), CLC, (1969) και αναφέρεται στη βιώσιμη ανάπτυξη και τα πρώτα στοιχεία περιβαλλοντικού δικαίου.

Πολλές πηγές σήμερα υποστηρίζουν ότι η θαλάσσια ρύπανση δεν μπορεί πλέον να θεωρηθεί ως μία ανεμπόδιστη χρήση της ελευθερίας των θαλασσών, ενώ δεν είναι πια αποκλειστική ευθύνη του κράτους της σημαίας αλλά στηρίζεται στη διεθνή νομοθεσία και συνεργασία για την προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος.

Παράλληλα, όσο αυξάνεται η θαλάσσια ρύπανση τόσο αυξάνεται και το κόστος καταπολέμησης της και ελαχιστοποιείται η ωφέλεια που αποκομίζει η παγκόσμια κοινότητα από την αντιμετώπιση της θαλάσσιας ρύπανσης.

Στη σημερινή εποχή γνωρίζουμε ότι η θαλάσσια ρύπανση που προκαλείται από τα εμπορικά πλοία, είναι αυτή που απασχολεί στο μεγαλύτερο βαθμό τη διεθνή κοινότητα. Αυτό επιβεβαιώνεται και από ένα πλήθος διεθνούς, περιφερειακής και εθνικής νομοθεσίας με αυτό το γνωστικό αντικείμενο, μολονότι άλλες μορφές είναι πολύ πιο σημαντικές από την πλευρά των ποσοτήτων και των συνεπειών στο θαλάσσιο περιβάλλον, λ.χ. η ρύπανση που προέρχεται από τις χερσαίες πηγές.

Ο όρος “ρύπανση” έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως κατά το παρελθόν και έχει αποδοθεί ως κατάλληλη λέξη για να ικανοποιήσει διαφορετικές ανάγκες. Σήμερα όλοι γνωρίζουν ότι η ρύπανση σχετίζεται με κάτι βλαβερό για το περιβάλλον και δεν γνωρίζει σύνορα όπως ορθά υποστηρίζεται. Η επικρατέστερη άποψη δίνει την ερμηνεία της παρέμβασης σε άλλες χρήσεις του περιβάλλοντος. Εάν ανατρέξουμε στη σχετική βιβλιογραφία για την ετοιμολογία της λέξης "ρυπαίνω", θα παρατηρήσουμε ότι αποδίδονται τρεις διαφορετικές έννοιες: (α) καθιστώ κάτι ρυπαρό, λερώνω ή βρωμίζω (β) καταρρίπτω ή προσάπτω κατηγορία ή ατιμάζω και (γ) μαιίνω, μολύνω δια κολλητικής νόσου.

Ο Ελληνικός νόμος 1650/1986 για την προστασία του περιβάλλοντος δίνει τους εξής ορισμούς για συγκεκριμένες μορφές περιβαλλοντικών προσβολών :

Ρύπανση είναι η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβων, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας, σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Θαλάσσια ρύπανση είναι η εισαγωγή από τον άνθρωπο, άμεσα ή έμμεσα, επιβλαβών ουσιών ή ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον, περιλαμβάνοντας και τις εκβολές των ποταμών, που έχει ως αποτέλεσμα τη διαταραχή του θαλάσσιου οικοσυστήματος (διατήρηση των φυσικών πόρων), κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, εμπόδια στις θαλάσσιες δραστηριότητες (αλιεία) καθώς και ελάττωση των ανέσεων (θαλάσσιος τουρισμός, αναψυχή).

Εμείς στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με τη ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος που προκαλείται από την απόρριψη – κατάθλιψη στη θάλασσα ακατέργαστων, μη επεξεργασμένων λυμάτων (black water)

και φαιόχρωων υδάτων (gray water) που παράγονται από τα πλοία κατά τη λειτουργία τους, τις επιπτώσεις τους στις παράκτιες κυρίως περιοχές, το νομικό πλαίσιο που εφαρμόζεται για την αποφυγή της ρύπανσης καθώς και τα διαθέσιμα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων που υπάρχουν στα πλοία για την επεξεργασία αυτών.

Με τον όρο λύματα εννοούμε τα εξής απόβλητα ύδατα τα οποία παράγονται στους χώρους των πλοίων και των πλωτών κατασκευών :

- (α) τα ύδατα των αποχετεύσεων και τα απόβλητα που προέρχονται από τα αποχωρητήρια, τα ουρητήρια και τους ευδιαίους των αποχωρητηρίων (WC),
- (β) τα ύδατα των αποχετεύσεων των ιατρικών χώρων του πλοίου (φαρμακείου, νοσοκομείου κλπ.) που προέρχονται από τους νιπτήρες πλυσίματος, τους λουτήρες και τους ευδιαίους που υπάρχουν στους χώρους αυτούς,
- (γ) τα ύδατα των αποχετεύσεων που προέρχονται από χώρους που χρησιμοποιούνται για την παραμονή των μεταφερομένων ζώντων ζώων,
- (δ) τα απόβλητα που αναμιγνύονται με τα ύδατα των αποχετεύσεων που ορίζονται παραπάνω.

Με τον όρο φαιόχρα ή γκρίζα ύδατα (gray water) εννοούμε :

- (α) τα απόβλητα νερά από τους λουτήρες, τις μπανιέρες και τους νιπτήρες που βρίσκονται στους χώρους υγιεινής του πληρώματος και των επιβατών καθώς και στους κοινόχρηστους χώρους,
- (β) τα νερά από τα πλυντήρια ρούχων και πιάτων, τα οποία περιέχουν και τοξικές χημικές ουσίες λόγω της χρήσης απορρυπαντικών και άλλων ουσιών καθαρισμού,
- (γ) τα νερά από τους χώρους των μαγειριών και εστιατορίων.

Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι το gray water είναι τα απόβλητα νερά που προέρχονται από τους ξενοδοχειακούς χώρους του πλοίου όταν αυτά δεν αναμιγνύονται κατα οποιοδήποτε τρόπο με το black water.

1.2 Το Πρόβλημα

. Η απόρριψη των λυμάτων από τα εμπορικά σκάφη είναι ένα από τα λίγα πεδία που συνδέονται με τη ναυτιλία όπου δεν υπήρχαν συγκεκριμένοι ή επιβλητοί διεθνείς κανόνες σε ισχύ μέχρι πριν από λίγα χρόνια. Η απόρριψη ακατέργαστου ή ελάχιστα επεξεργασμένου λύματος συμβάλλει στη γενική μόλυνση των θαλασσών, ενώ η ποσότητα των λυμάτων που αποβάλλεται στη θάλασσα από ένα πλοίο μπορεί να ποικίλλει εξαρτώμενη από τον αριθμό των επιβαινόντων που μεταφέρει, τη διάρκεια του ταξιδιού και τη συχνότητα χρήσης.

Το πρόβλημα έχει να κάνει κυρίως με τα μεγάλα κρουαζιερόπλοια και σκάφη ακτοπλοΐας. Η ραγδαία αύξηση του μεγέθους και του αριθμού των κρουαζιερόπλοιων τα τελευταία χρόνια έχει σαν αποτέλεσμα την επανεξέταση του ζητήματος. Τα σημερινά κρουαζιερόπλοια, τα μεγαλύτερα εκ των οποίων έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν περισσότερους από 5000 επιβάτες και πλήρωμα, είναι πλωτές πολιτείες οι οποίες παράγουν σημαντικές ποσότητες λυμάτων. Χαρακτηριστικά, ένα μέσου μεγέθους κρουαζιερόπλοιο μπορεί να παράγει περίπου 100000 λίτρα ακάθαρτων υδάτων ανα ημέρα, όταν ένα μέσου μεγέθους φορτηγό bulk carrier με αριθμό πληρώματος γύρω στα 25 άτομα παράγει περίπου 300 λίτρα ανα ημέρα.

Το μέγεθος της πρόκλησης που αντιμετωπίζεται από τη ναυτιλιακή βιομηχανία των κρουαζιερόπλοιων μπορεί μόνο να εκτιμηθεί από τη σχετική σύγκριση των τυπικών χαρακτηριστικών όγκων λυμάτων που παράγονται από τρεις διαφορετικούς γενικούς τύπους σκαφών όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (1.1):

Πίνακας 1.1 : Σύγκριση όγκων λυμάτων που παράγονται από τρεις διαφορετικούς τύπους σκαφών

	Μήκος (m)	Εκτόπισμα (10³ tonnes)	Τιμή (10⁶ \$)	Ημέρησια παραγωγή λύματος (m³)
Suezmax tanker	274	150	24	4
Αντιτορπιλικό	152	8	235	54
Κρουαζιερόπλοιο	288	109	4400	450

Μια αναλυτικότερη εξέταση των πηγών παραγωγής απόβλητου ύδατος (το μαύρο σε σχέση με το γκρίζο νερό) στα πλοία φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα (1.2) :

Πίνακας 1.2 : Παραγωγή black & gray water σε πλοία διαφορετικού

τύπου

	Εμπορικά Σκάφη	Πολεμικά Σκάφη	Κρουαζιερόπλοια
Τυπική τιμή (10 ⁶ \$)	24	235	4000
Μάυρο νερό (m ³)	0.6	2.4	50
Γκρίζο νερό (m ³)	3,7	51,6	400
<u>Σύνολο (m³)</u>	4.3	54	450

Από τους παραπάνω πίνακες συμπεραίνουμε ότι ένα κρουαζιερόπλοιο το οποίο μπορεί να έχει το ίδιο ή μικρότερο εκτόπισμα και διαστάσεις σε σχέση με ένα άλλο εμπορικό ή πολεμικό πλοίο μπορεί να παράγει εκατοντάδες φορές μεγαλύτερη ποσότητα απόβλητων ακάθαρτων υδάτων. Αυτό αποκτά μεγαλύτερη σημασία αν σκεφτούμε ότι τα κρουαζιερόπλοια πλέουν σε πιο μικρές και «ευαίσθητες» περιοχές (όπως είναι η Καραϊβική, η Μεσόγειος, η θαλάσσια περιοχή της Αμερικής και ιδιαίτερα της Αλάσκας, η ευρύτερη θαλάσσια περιοχή της Αυστραλίας, η Βόρεια Θάλασσα, οι λίμνες του Καναδά κ.α) σε σχέση με τις πλόες των ποντοπόρων εμπορικών πλοίων που πλέουν σε ανοικτές συνήθως θάλασσες.

Τα κρουαζιερόπλοια λοιπόν ενώ είναι μια από τις μεγαλύτερες πηγές ανεξέλεγκτης ωκεάνιας ρύπανσης μέχρι πριν λίγα χρόνια η δράση τους εξαιρούνταν από τον πρότυπο διεθνή κανονισμό ελέγχου θαλάσσιας ρύπανσης – Clean Water Act. Αυτό σημαίνει ότι ο έλεγχος, η επιθεώρηση, η υποβολή αναφοράς και οι διατάξεις επιβολής αυτού του νόμου δεν ίσχυαν για αυτού του είδους των πλοίων, ακόμα και όταν ελλιμενίζονταν στα αμερικάνικα ύδατα. Κατά συνέπεια, το κοινό δεν είχε κανέναν τρόπο να γνωρίζει εάν ακολουθούν ή όχι τις εταιρικές πολιτικές για το περιβάλλον τους

1.3 Κανονισμοί – Νομικό πλαίσιο

Οι διεθνείς κανονισμοί που έχουν θεσμοθετηθεί για την αποφυγή της ρυπάνσεως της θάλασσας 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 συμπεριλαμβανομένου και της Ελλάδας. Αξίζει να

σημειωθεί ότι τα άρθρα του παραρτήματος IV επικυρώθηκαν πολύ πρόσφατα, σχεδόν είκοσι χρόνια μετά την αρχική πρωτότυπη αρχειοθέτηση. Σύμφωνα με αυτό ρυθμίζονται διάφορα θέματα που σχετίζονται 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. Το Μάρτιο του 2000, ο IMO υιοθέτησε ένα αριθμό τροποποιήσεων του Παραρτήματος IV, οι οποίες θίγουν αξιοσημείωτα θέματα σε σχέση με την απόρριψη λυμάτων στη θάλασσα, τα οποία είχαν παγκόσμια αποδοχή. Τώρα το Παράρτημα IV έχει αποδεχθεί από το 51,14 % του συνολικού παγκόσμιου tonnage (89 χώρες).

Εκτός από το διεθνή κανονισμό της MARPOL είναι σε ισχύ και διάφορες τοπικές νομοθεσίες σχετικές με την απόρριψη των λυμάτων στη θάλασσα ορισμένων μεγάλων κρατών όπως είναι των ΗΠΑ (USCG), της Αλάσκας, της Μεγάλης Βρετανίας, και της Αυστραλίας όπου μπορεί να έχουν τα ίδια ή πιο αυστηρά πρότυπα όσον αφορά την απόρριψη λυμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον.

1.4 Διαχείριση λυμάτων επί των πλοίων

Η διαχείριση των λυμάτων πάνω στα πλοία σχετίζεται με τις συσκευές και τις μονάδες που διαθέτουν τα πλοία για το σκοπό αυτό και οι οποίες ποικίλλουν 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 είναι:

(α) συστήματα 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, σκάφη αναψυχής που τείνουν όμως να εξαλείψουν λόγω των αυστηρών κανονισμών που έχουν υιοθετηθεί και απαγορεύουν την απευθείας απόρριψη λυμάτων στη θάλασσα

(β) σύστημα δεξαμενής συλλογής και αποθήκευσης (με ή χωρίς εγκαταστάσεις αερισμού) : τα λύματα συλλέγονται όπως ανωτέρω αλλά οδηγούνται στις δεξαμενές κατακράτησης, όπου συγκρατούνται για τη διάθεσή τους στη ξηρά ή στη θάλασσα. Οι δεξαμενές αυτές είναι κατάλληλες να κατακρατούν και να

αποθηκεύουν τα λύματα για κάποιο διάστημα μέχρι το πλοίο τα παραδώσει σε κάποια εγκατάσταση υποδοχής λυμάτων ή εως ότου να απομακρυνθεί σε απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή οπότε και να τα απορρίψει στη θάλασσα σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

(γ) συστήματα επεξεργασίας λυμάτων : ένας συνδυασμός συστημάτων συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας σε δεξαμενή, σχεδιασμένα με συγκεκριμένες μεθόδους να αποσυνθέτουν και να διαλύουν τα οργανικά υλικά και τις ακαθαρσίες που περιέχονται στα λύματα με κατάλληλο τρόπο ώστε να απορρίπτονται στη θάλασσα χωρίς επιβλαβή αποτελέσματα στο θαλάσσιο περιβάλλον. Οι μέθοδοι και διαδικασίες επεξεργασίας στις οποίες βασίζονται τα συστήματα αυτά είναι τρεις για τις θαλάσσιες εφαρμογές :

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

Οι τρεις παραπάνω μέθοδοι περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3.

1.5 Αντικειμενικός σκοπός

Το θέμα της απόρριψης λυμάτων στη θάλασσα είναι ένα κομμάτι που σχετίζεται με τη θαλάσσια ρύπανση στο οποίο δεν έχει δοθεί η πρέπουσα – ανάλογη σημασία από τους σχετιζόμενους με τη ναυτιλία φορείς (οργανισμοί, εταιρείες, πλοιοκτήτες κλπ.). Μόνο τα τελευταία χρόνια έχει εκδηλωθεί ενδιαφέρον για την προστασία του περιβάλλοντος από τέτοιου είδους απορρίψεις, αφού μέχρι τώρα είχε δοθεί βάση κυρίως στη μόλυνση που προκαλείται από τις απορρίψεις πετρελαιοειδών. Σκοπός λοιπόν της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να δώσει έμφαση στα προβλήματα και τις ζημιές που μπορούν να προκληθούν στο θαλάσσιο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία λόγω της απόρριψης μη επεξεργασμένων λυμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα γίνει πλήρη ανάπτυξη των μεθόδων επεξεργασίας λυμάτων και των αντίστοιχων συστημάτων που είναι εγκατεστημένα πάνω στο πλοίο, των διεθνών κανονισμών και προτύπων που εφαρμόζονται για την αποφυγή της ρυπάνσεως εκ των λυμάτων των πλοίων, των συνεπειών που προκύπτουν καθώς επίσης και η δημιουργία ενός προγράμματος επιλογής

συστήματος επεξεργασίας λυμάτων που βοηθάει τον εκάστοτε πλοιοκτήτη να επιλέξει το κατάλληλο σύστημα, εγκεκριμένο από τον ΙΜΟ, για το πλοίο του ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του (αριθμός επιβαινόντων, τύπος πλοίου, ταξίδια κλπ.). Τέλος θα γίνει μια στοχαστική προσέγγιση των αναμενόμενων λυμάτων που πρόκειται να παραχθούν από ένα συγκεκριμένο επιβατηγό πλοίο κατά την πάροδο συγκεκριμένων χρονικών περιόδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΟΡΙΣΜΟΙ - ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ – ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

2.1 Ορισμοί - επεξηγήσεις

Για να κατανοήσουμε και να μπορούμε να παρακολουθήσουμε τη διαδικασία επεξεργασίας λυμάτων, την απαίτηση για τη θέσπιση και επιβολή των κανονισμών των Διεθνών Οργανισμών και τις συνέπειες που προκύπτουν από την απόρριψη των λυμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι αναγκαίο να δοθούν κάποιοι ορισμοί εννοιών που αφορούν τα παραγόμενα λύματα στα πλοία. Για αυτό το λόγο παραθέτουμε παρακάτω τους εξής ορισμούς:

Ρύπανση : Η παρουσία στη θάλασσα κάθε ουσίας, η οποία αλλοιώνει τη φυσική κατάσταση του θαλασσινού νερού ή το καθιστά επιβλαβές, στην υγεία του ανθρώπου ή στην πανίδα και χλωρίδα των βυθών και γενικά ακατάλληλο για τις προβλεπόμενες κατά περίπτωση χρήσεις του.

Μόλυνση : Η μορφή ρύπανσης που χαρακτηρίζεται από την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον ή δεικτών που υποδηλώνουν την πιθανότητα παρουσίας τέτοιων μικροοργανισμών

Επιβλαβής ουσία : Κάθε είδους στερεή, υγρή ή αέρια ουσία, η οποία χαρακτηρίζεται ως επιβλαβής και περιλαμβάνεται στους σχετικούς πίνακες των διεθνών που ισχύουν και των κωδικών του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO).

Διασκορπιστικό : Κάθε χημική ουσία που εγκρίνεται αρμόδια ως κατάλληλη για την εξουδετέρωση της ρύπανσης

Λύματα : Τα αποβαλλόμενα από το αποχετευτικό σύστημα των πλοίων που προέρχονται από χώρους υγιεινής, ενδιαίτησης και ιατρείων του πληρώματος και των επιβατών, καθώς και αυτά που προέρχονται από τους χώρους των πλοίων που μεταφέρουν ζώα. Τα λύματα περιέχουν πολλές βιολογικές ομάδες όπως :

- Μικροοργανισμούς : περιλαμβάνουν ευκαρυωτικούς οργανισμούς, βακτηρίδια και αρχαιοβακτηρίδια,
- Βακτηρίδια : προκαρυωτικοί οργανισμοί, ομαδοποιούνται σε 4 κατηγορίες : σφαιροειδής, ραβδωτοί, ελικοειδής και νηματοειδής,

- Μύκητες : αερόβιοι, πολυκύτταροι, μη φωτοσυνθετικοί, χημειοτροφικοί οργανισμοί και ευκαρυωτικά πρώτιστα (ιοί, πρωτόχωα κλπ.). Οι περισσότεροι μύκητες λαμβάνουν τη τροφή τους από τα νεκρά οργανικά υλικά.
- Άλγη – φύκη : αποτελούν εμπόδιο στη επεξεργασία των λυμάτων γιατί, όταν οι συνθήκες είναι κατάλληλες, μπορούν γρήγορα να αναδημιουργήσουν και να αναπαράγουν τα λύματα,
- Πρωτόζωα : μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί μικροοργανισμοί χωρίς κυτταρικό τοίχωμα, στην πλειοψηφία τους είναι αερόβια αν και υπάρχουν ορισμένοι τύποι αναερόβιων.

Υποβάθμιση : Η πρόκληση από ανθρώπινες δραστηριότητες ρύπανσης ή οποιασδήποτε άλλης μεταβολής στο περιβάλλον, η οποία είναι πιθανό να έχει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στην οικολογική ισορροπία, στην ποιότητα ζωής και στην υγεία των κατοίκων, στην ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά και στις αισθητικές αξίες.

Συστάσεις : Οι Συστάσεις που απευθύνονται από τους Διεθνείς Οργανισμούς προς τις Κυβερνήσεις των Κρατών Μελών τους για τη λήψη μέτρων προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Προστασία του περιβάλλοντος : Το σύνολο των ενεργειών, μέτρων και έργων που έχουν στόχο την πρόληψη της υποβάθμισης του περιβάλλοντος ή την αποκατάσταση, διατήρηση ή βελτίωσή του.

Δ.Π.Θ.Π : Η Διεύθυνση Προστασίας Περιβάλλοντος του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας

Εξοπλισμός – μέσα αντιμετώπισης ρύπανσης : Όλες οι συσκευές, μέσα, υλικά, ουσίες και εξοπλισμός που έχουν εγκριθεί από το Υπουργείο ή άλλες αρμόδιες υπηρεσίες της ημεδαπής ή της αλλοδαπής και είναι κατάλληλα για την επεξεργασία των λυμάτων.

Ευκολίες υποδοχής : Οι πάσης φύσεως, μορφής και είδους χερσαίες ή πλωτές εγκαταστάσεις, που προορίζονται ή χρησιμοποιούνται για την παραλαβή και παραπέρα διάθεση από τα πλοία των λυμάτων και γενικά κάθε ουσίας ή αντικειμένου, η εκβολή ή η διαφυγή των οποίων στη θάλασσα όπως και αν προκαλείται, μπορεί να προκαλέσει ρύπανση.

Διάθεση λυμάτων : Η απόρριψη υγρών αποβλήτων και ιλύος στους υδάτινους αποδέκτες.

Ιλύς : το στερεό κατάλοιπο, επεξεργασμένο ή όχι, που προέρχεται από τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων.

Ευτροφισμός : ο εμπλουτισμός των υδάτων με θρεπτικές ουσίες, ιδίως αζώτου ή /και φωσφόρου, που προκαλεί τη ταχύτερη ανάπτυξη φυκιών και νεότερων μορφών φυτικής ζωής, με συνακόλουθη ανεπιθύμητη διαταραχή της ισορροπίας των οργανισμών που ζουν στα ύδατα και υποβάθμιση της ποιότητας των εν λόγω υδάτων.

BOD (Biochemical Oxygen Demand): Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο. Η βιοχημική απαίτηση οξυγόνου ή το βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για να αποικοδομήσουν βιολογικά τα απόβλητα.

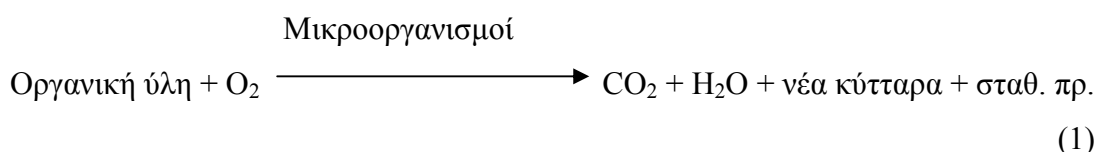
COD (Chemical Oxygen Demand) : Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο. Είναι η απαιτούμενη ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνεται κατά τη χημική οξείδωση της οργανικής ύλης. Και τα δύο είναι καθολικές παράμετροι που αντιπροσωπεύουν τις οργανικές ύλες οι οποίες περιέχονται στα λύματα. Επειδή τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων έχουν σαν στόχο να μειώσουν όσο το δυνατόν περισσότερο την ποσότητα του BOD και COD σύμφωνα με τους κανονισμούς, παρακάτω περιγράφουμε αναλυτικότερα τη σημασία των δύο αυτών παραμέτρων.

2.2 Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)

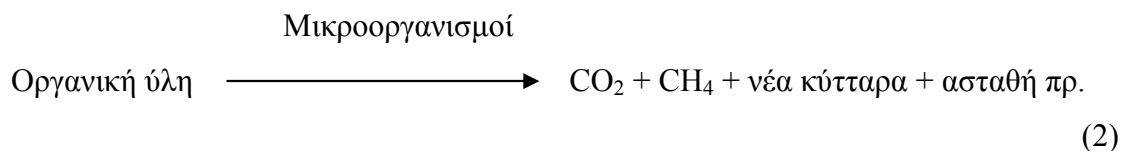
Το BOD όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για να αποικοδομήσουν βιολογικά τα απόβλητα. Με τον όρο βιοαποικοδόμηση εννοούμε τη καταστροφή μιας οργανικής ουσίας από βακτηρίδια ή άλλους μικροοργανισμούς που περιέχονται στο περιβάλλον και στους οποίους ενδεχόμενα χρησιμεύει ως τροφή ή ευνοεί τον πολλαπλασιασμό τους. Αποτελεί μέτρο της πυκνότητας των μικροοργανισμών (βιολογικού φορτίου) ανα μονάδα όγκου νερού και μέτρο της μόλυνσης του περιβάλλοντος που συνεπάγεται. Όσο περισσότεροι μικροοργανισμοί υπάρχουν στο νερό, τόσο περισσότερο οξυγόνο καταναλώνουν, με αποτέλεσμα οι θαλάσσιοι οργανισμοί να έχουν λιγότερο οξυγόνο στη διάθεσή τους για να αναπτυχθούν.

Το BOD είναι παραδοσιακά πλέον η σημαντικότερη παράμετρος μέτρησης της ισχύος της οργανικής ρύπανσης. Η ποσότητα της μείωσης του BOD σε μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων είναι ένα από τα κλειδιά προκειμένου να εκτιμηθεί η ικανότητα και η απόδοση της επεξεργασίας.

Όταν βιοαποικοδομήσιμη οργανική ύλη απορρίπτεται στο νερό, οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στα απόβλητα, και ειδικότερα τα βακτηρίδια, την αποικοδομούν σε απλούστερα οργανικά και ανόργανα συστατικά. Όταν η αποσύνθεση αυτή της οργανικής ύλης λαμβάνει χώρα υπό αερόβιες συνθήκες, δηλαδή παρουσία οξυγόνου, τα προϊόντα της αποικοδόμησης είναι αβλαβή και σταθερά όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), τα θειικά (SO₄), τα νιτρικά (NO₃) και τα φωσφορικά οξείδια (PO₄). Μία απλουστευμένη αναπαράσταση αερόβιας αποσύνθεσης δίνεται από την παρακάτω αντίδραση (1):



Όταν το διαθέσιμο οξυγόνο είναι ανεπαρκές, λαμβάνει χώρα αναερόβια αποσύνθεση και γίνεται από εντελώς διαφορετικούς μικροοργανισμούς. Αυτοί παράγουν τελικά προϊόντα που είναι επιβλαβή και ανεπιθύμητα, όπως το υδρόθειο (H₂S), η αμμωνία (NH₃) και το μεθάνιο (CH₄). Η αναερόβια αποσύνθεση δίνεται από την παρακάτω αντίδραση (2):



Το μεθάνιο που παράγεται είναι σταθερό και είναι ένα από τα δραστικά αέρια που συνεισφέρουν στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για να οξειδώσουν αερόβια τα οργανικά απόβλητα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω ονομάζεται βιοχημική απαίτηση οξυγόνου BOD και εκφράζεται σε χιλιοστογραμμάρια απαιτούμενου οξυγόνου ανά λίτρο απόβλητου ύδατος (mg/l) ή σε ισοδύναμες μονάδες γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (g/m³).

2.2.1 Τρόπος μέτρησης BOD - BOD₅

Η ολική ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για τη βιοαποικοδόμηση είναι μία σημαντική παράμετρος για την εκτίμηση των επιπτώσεων που θα έχει μια εκροή αποβλήτων σε ένα τελικό αποδέκτη, όπως είναι το θαλάσσιο περιβάλλον. Ενώ θα μπορούσαμε να φανταστούμε ένα τεστ με το οποίο να μπορούμε να μετρήσουμε το

οξυγόνο που απαιτείται για την πλήρη αποικοδόμηση ενός αποβλήτου, ένα τέτοιο τεστ θα απαιτούσε μια μεγάλη χρονική περίοδο (μερικές εβδομάδες), πράγμα το οποίο, από πρακτικής πλευράς, είναι ασύμφορο. Συνεπώς, η πρακτική που υιοθετήθηκε είναι να μετρείται και να αναφέρεται ως αποτέλεσμα η απαίτηση οξυγόνου κατά τη διάρκεια μιας μικρότερης, καθορισμένης περιόδου 5 ημερών, αν και τελικά η απαίτηση σε οξυγόνο είναι αρκετά μεγαλύτερη.

Το BOD – 5 ημερών ή BOD₅, είναι η συνολική ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς κατά τις 5 πρώτες ημέρες της βιοαποικοδόμησης και αποτελεί την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη παράμετρος των οργανικών μολυσματικών υλικών . Ο προσδιορισμός αυτός περιλαμβάνει τις μετρήσεις του διαλυμένου οξυγόνου που χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς στη βιοχημική οξείδωση των οργανικών υλικών.

Τα αποτελέσματα ελέγχων του BOD χρησιμοποιούνται ως εξής :

1. να προσδιορίσουν την προσεγγιστική ποσότητα του οξυγόνου το οποίο θα απαιτηθεί να σταθεροποιήσει βιολογικά την παρουσία οργανικών υλικών,
2. να προσδιορίσουν το μέγεθος των εγκαταστάσεων – συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων,
3. να υπολογίσουν την αποτελεσματικότητα ορισμένων διαδικασιών επεξεργασίας,
4. να εκτιμήσουν κατά πόσο συμμορφώνονται οι απορρίψεις των λυμάτων με τα απαιτούμενα όρια.

Η βιοχημική οξείδωση είναι μια αργή διαδικασία και θεωρητικά παίρνει άπειρο χρόνο για την ολοκλήρωσή της. Μέσα σε μια περίοδο 20 ημερών, η οξείδωση οργανικών υλικών άνθρακα είναι περίπου 95 – 99 % ολοκληρωμένη, και σε περίοδο 5 ημερών χρησιμοποιείται για τον έλεγχο – τεστ του BOD. Η οξείδωση ολοκληρώνεται κατά 60 – 70 %. Οι 20 °C που χρησιμοποιούνται είναι μια μέση τιμή για αργά κινούμενα ρευστά σε μέτριο – εύκρατο κλίμα και είναι εύκολα αναπαραγωγίσιμο μέσα σε κλίβανο. Διαφορετικά αποτελέσματα θα επιτευχθούν σε διαφορετική θερμοκρασία επειδή η σχετική ταχύτητα της βιοχημικής αντίδρασης εξαρτάται από τη θερμοκρασία.

Αν υποθέσουμε ότι ο ρυθμός (ταχύτητα) της αποικοδόμησης οργανικών αποβλήτων είναι ανάλογος της ποσότητας τους, και ορίσουμε ως Lt την ποσότητα του πρώτου σταδίου του βιοχημικώς απαιτούμενου οξυγόνου που απομένει στο διάλυμα μετά από χρόνο t, τότε μπορούμε να γράψουμε την εξίσωση (3) :

$$dL_t / dt = -k_1 \cdot t \quad (3)$$

όπου k είναι η σταθερά της ταχύτητας της αντίδρασης κατανάλωσης οξυγόνου (time^{-1})

Η λύση του ολοκληρώματος της (3) δίνεται από την (4) :

$$L_t = L_0 \cdot e^{-kt} \quad (4)$$

όπου L_0 είναι η αρχική ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου στο διάλυμα. Αυτή η ποσότητα ισούται με το άθροισμα της ποσότητας οξυγόνου που καταναλώθηκε από τα απόβλητα τις t πρώτες ημέρες (BOD_t) και της υπόλοιπης ποσότητας του οξυγόνου που απομένει για να καταναλωθεί μετά από χρόνο t .

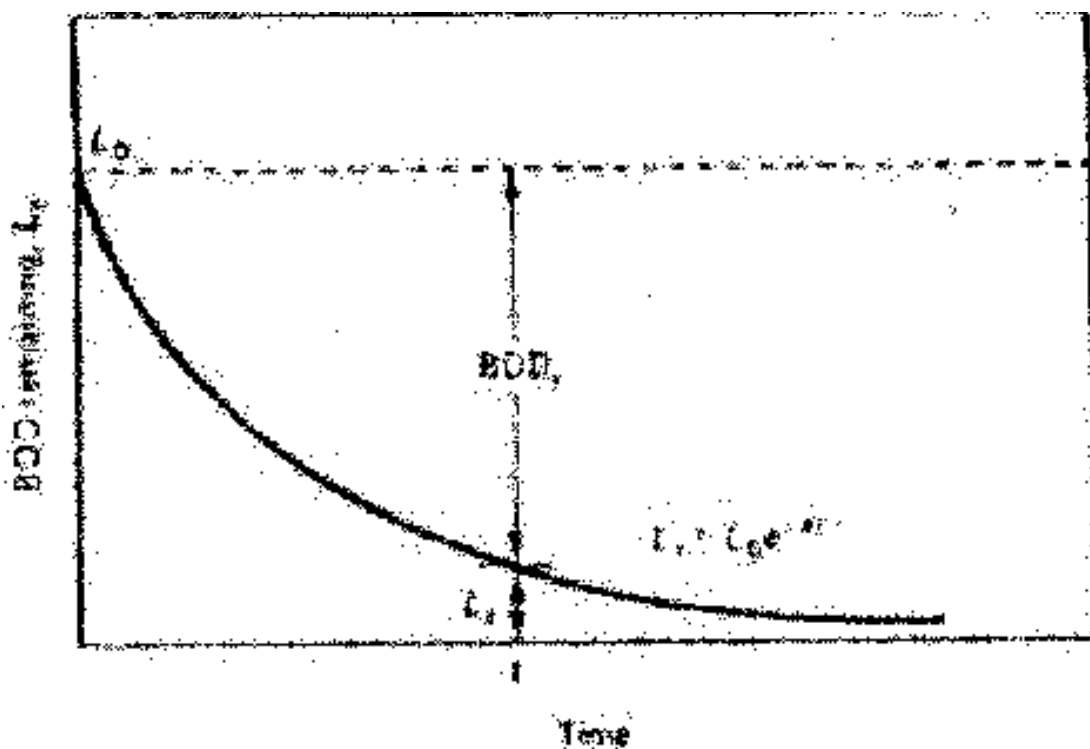
Έτσι μπορούμε να γράψουμε την εξίσωση (5) :

$$L_0 = \text{BOD}_t + L_t \quad (5)$$

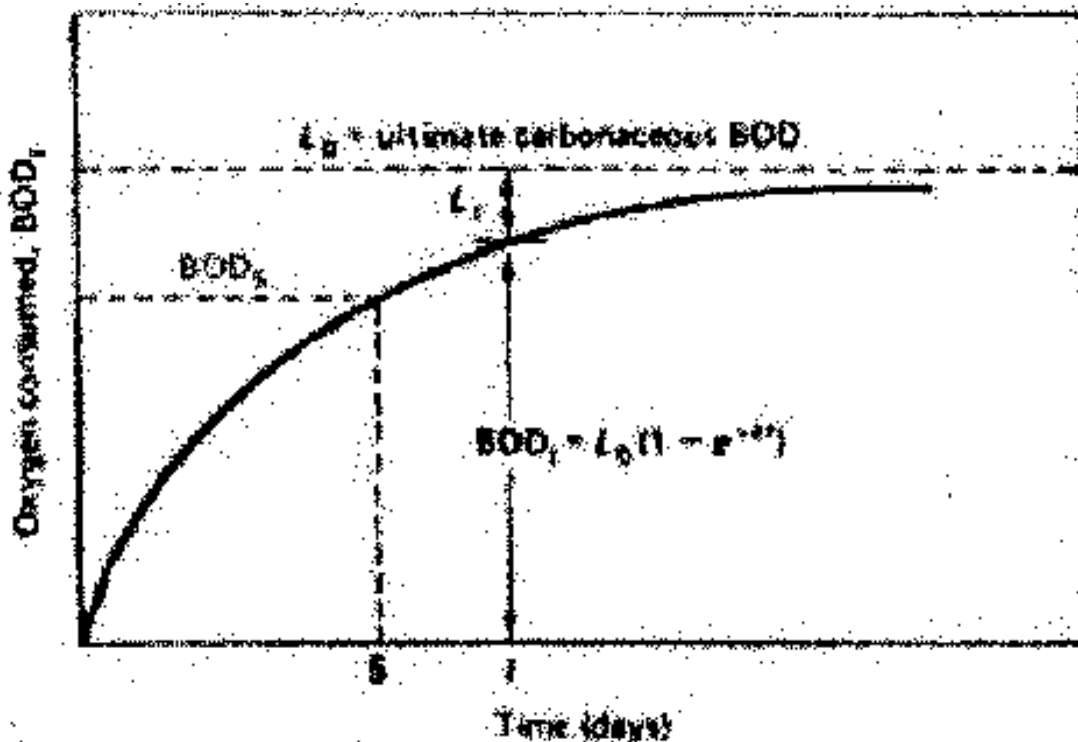
Από τις εξισώσεις (4) και (5) έχουμε την εξίσωση (6) :

$$\text{BOD}_t = L_0 - L_t = L_0 \cdot (1 - e^{-kt}) \quad (6)$$

Οι γραφικές παραστάσεις των εξισώσεων (5) και (6) δίνονται στα σχήματα 2.2 (α) και (β). Από το σχήμα αυτό φαίνεται καθαρά ότι όταν γνωρίζουμε τη τιμή του BOD_t και τη σταθερά k , μπορούμε να υπολογίσουμε το L_0 .



Σχήμα 2.2(α)



Σχήμα 2.2(β)

Σχήμα 2.2. Συνολική απαίτηση σε οξυγόνο οργανικής ύλης (α) Το απομένον (προς κατανάλωση) BOD σε συνάρτηση με το χρόνο. (β). Το οξυγόνο που καταναλώθηκε.

Η σταθερά k είναι ενδεικτική του ρυθμού αποικοδόμησης του αποβλήτου. Αν αυτή αυξάνεται, η ταχύτητα με την οποία καταναλώνεται το οξυγόνο αυξάνει, αλλά η τιμή του L_0 παραμένει αμετάβλητη. Οι κυριότεροι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται το k σχετίζονται με :

- τη φύση των λυμάτων (π.χ. απλά σάκχαρα και άμυλο αποικοδομούνται ευκολότερα από την κυτταρίνη),
- την ικανότητα των μικροοργανισμών να αποικοδομήσουν ένα συγκεκριμένο απόβλητο,
- τη θερμοκρασία (αυξανόμενη της θερμοκρασίας αυξάνει η ταχύτητα βιοαποικοδόμησης)

Η σταθερά k μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία σύμφωνα με την εξίσωση :

$$k = k_{20} \cdot \theta^{(T - 20)} \quad (7)$$

όπου

k_{20} : είναι η τιμή της k στους 20 °C,

θ : είναι ο συντελεστής θερμοκρασίας (συνήθως τιμή λαμβάνεται ίση με 1,047)

Τυπικές τιμές του k στους 20 °C δίνονται στον πίνακα (2.2) που ακολουθεί :

Πίνακας 2.1 : Τιμές του k στους 20 °C

Είδος αποβλήτου	k (ημέρα ⁻¹)
Ακατέργαστα λύματα αποχέτευσης	0,35 – 0,70
Επεξεργασμένα λύματα αποχέτευσης	0,10 – 0,25
Νερά βεβαρημένου ποταμού	0,10 – 0,25

Από τον πίνακα αυτό παρατηρούμε ότι για τα ακατέργαστα λύματα αποχέτευσης οι τιμές της k είναι μεγαλύτερες από αυτές που αντιστοιχούν στα επεξεργασμένα λύματα. Αυτό συμβαίνει διότι τα ακατέργαστα λύματα περιέχουν μεγαλύτερη αναλογία εύκολα βιοαποικοδομήσιμων οργανικών ενώσεων οι οποίες απαιτούν γρήγορη κατανάλωση οξυγόνου, αφήνοντας ένα υπολλειματικό οργανικό φορτίο το οποίο βιοαποικοδομείται βραδύτερα. Το υπολλειματικό αυτό οργανικό φορτίο βρίσκεται στα επεξεργασμένα απόβλητα τα οποία καταλήγουν σε φυσικό αποδέκτη π.χ. θάλασσα ή ποταμό και αποικοδομείται βραδύτερα, όπως φαίνεται και από τις τιμές του k για τις περιπτώσεις των κατεργασμένων αποβλήτων.

Περιορισμοί ελέγχου του BOD :

- απαιτείται υψηλή συγκέντρωση ενεργών βακτηριδίων,
- χρειάζεται πρωταρχική επεξεργασία όταν συναλάσσεται με τοξικά απόβλητα και πρέπει να μειωθεί η επίδραση – επενέργεια των οργανισμών εστέρων νιτρώδους οξέος,
- προσμετρούνται μόνο τα βιοδιασπώμενα οργανικά υλικά,
- τα τεστ δεν έχουν στοιχειομετρική ισχύ μετά τη χρήση των ευδιάλυτων οργανικών υλικών μέσα στο διάλυμα,
- απαιτείται μια αυθαίρετη, μεγάλη περίοδος χρόνου για επιτυχημένα αποτελέσματα.

Από όλα τα παραπάνω ο πιο σοβαρός περιορισμός είναι ότι η 5 ημερών περίοδος πρέπει ή δεν πρέπει να ανταποκρίνεται και να αντιστοιχεί με το σημείο όπου τα ευδιάλυτα οργανικά υλικά έχουν χρησιμοποιηθεί. Η έλλειψη στοιχειομετρικής ισχύος σε όλο το χρόνο μειώνει τη χρησιμότητα των αποτελεσμάτων ελέγχου.

2.3 Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο COD

Επιπλέον του BOD, υπάρχουν άλλες δύο παράμετροι – δείκτες που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την απαίτηση σε οξυγόνο των αποβλήτων. Η θεωρητική απαίτηση σε οξυγόνο ThOD (Theoretical Oxygen Demand) και η χημική απαίτηση σε οξυγόνο COD (Chemical Oxygen Demand).

2.3.1 Θεωρητικά Απαιτούμενο Οξυγόνο ThOD

Η θεωρητική απαίτηση σε οξυγόνο, είναι η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση μιας συγκεκριμένης οργανικής ένωσης, όπως υπολογίζεται από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης οξείδωσης. Εάν η οργανική ύλη είναι βιοαποικοδομήσιμη, το ThOD θα είναι μεγαλύτερο από το μετρούμενο BOD διότι με τη βιοαποικοδόμηση ο άνθρακας που αντιστοιχεί στην οργανική ύλη δεν οξειδώνεται ποσοτικά σε CO₂. Ένα μικρό ποσοστό οργανικής ύλης ενσωματώνεται σε νέα μικροβιακά κύτταρα. Η μέτρηση του ThOD είναι περιορισμένης χρησιμότητας εφόσον προϋποθέτει τη γνώση της μοριακής δομής της συγκεκριμένης οργανικής ένωσης. Αυτό είναι πρακτικά πολύ χρονοβόρο διότι ένα απόβλητο μπορεί να περιέχει χιλιάδες οργανικές ενώσεις, άρα είναι πρακτικά ασύμφορο.

2.3.2. Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο COD.

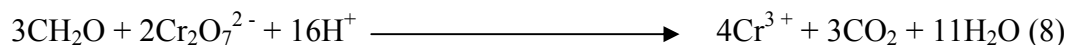
Το COD είναι μια μετρήσιμη ποσότητα η οποία δεν εξαρτάται ούτε από την ικανότητα βιοαποικοδόμησης των μικροοργανισμών ούτε από τη γνώση της χημικής σύστασης και δομής των μορίων που υπάρχουν σε ένα απόβλητο. Κατά την μέτρηση του COD, χρησιμοποιείται ένα ισχυρό οξειδωτικό αντιδραστήριο για να οξειδώσει ποσοτικά την οργανική ύλη. Η μέθοδος μέτρησης του COD είναι αρκετά γρηγορότερη από αυτήν του BOD και διαρκεί μόνο λίγες ώρες.

Το αποτέλεσμα που προκύπτει από τη μέτρηση του COD αναφέρεται στη συνολική απαίτηση των λυμάτων σε οξυγόνο. Με το αποτέλεσμα αυτό δε μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ των βιοαποικοδομήσιμων και μη ενώσεων που περιέχονται σε ένα απόβλητο. Η μέτρησή του επίσης δεν δίνει πληροφορίες για τη ταχύτητα οξείδωσης των ενώσεων.

Η τιμή του COD είναι πάντα μεγαλύτερη από αυτήν του BOD. Στην περίπτωση που το σύνολο των ενώσεων των αποβλήτων είναι βιοαποικοδομήσιμες, το COD αντιπροσωπεύει τη τελική απαίτηση των αποβλήτων σε οξυγόνο και παρουσιάζει ελαφρά μεγαλύτερη τιμή από αυτήν που αντιστοιχεί στο BOD. Στην

περίπτωση που τα απόβλητα περιέχουν σημαντικές ποσότητες δύσκολα βιοαποικοδομήσιμων ενώσεων ή μη βιοδιασπώμενων (τοξικών), το COD είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το BOD. Η διαφορά COD – BOD δίνει μια καλή εκτίμηση του μη βιοαποικοδομήσιμου οργανικού φορτίου των αποβλήτων.

Το τεστ του COD χρησιμοποιείται για να μετρήσει το περιεχόμενο οργανικών υλικών των αποβλήτων υδάτων. Το ισοδύναμο οξυγόνο των οργανικών υλικών, που μπορούν να οξειδωθούν, μετρείται χρησιμοποιώντας ένα ισχυρό χημικό οξειδωτικό παράγοντα - αντιδραστήριο μέσα σε όξινο περιβάλλον – μέσο – φορέα. Έχει βρεθεί ότι το διχρωμικό κάλιο είναι άριστο για αυτούς τους σκοπούς. Ο έλεγχος πρέπει να εκτελείται σε υψηλή θερμοκρασία (150 °C για 2 ώρες). Ένας καταλύτης (θειώδες άλας του αργύρου) απαιτείται για να βοηθήσει την οξείδωση των οργανικών υλικών. Από τη στιγμή που ορισμένα ανόργανα υλικά έχουν κοινά σημεία επαφής με το τεστ, πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη προσοχή για την εξάλειψή τους. Εάν παρασταθεί με CH₂O η απλούστερη οξειδώσιμη ένωση τότε η αντίδραση που χρησιμοποιεί το διχρωματικό κάλιο ως οξειδωτικό παράγοντα παριστάνεται με γενικό τρόπο από την ακόλουθη εξίσωση (8) :



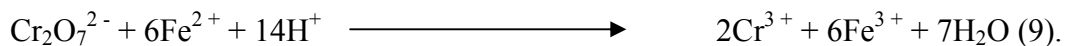
Το τεστ του COD χρησιμοποιείται για να μετρήσει τα οργανικά υλικά που περιέχονται στα λύματα τα οποία είναι τοξικά και τη βιολογική ζωή. Το COD ενός λύματος είναι, γενικά, υψηλότερο από το BOD επειδή τα περισσότερα συστατικά μπορούν να οξειδωθούν χημικά πιο πολύ από ότι μπορούν βιολογικά. Για πολλούς τύπους λυμάτων, είναι πιθανό να συνδυάζει το COD με το BOD. Αυτό μπορεί να είναι πολύ χρήσιμο επειδή το COD μπορεί να προσδιοριστεί σε 3 ώρες σε αντίθεση με το BOD που χρειάζεται 5 ημέρες.

Υπάρχουν 2 μέθοδοι προσδιορισμού του COD που μπορεί να χρησιμοποιηθούν μετά την οξείδωση :

1. Χρωματομετρική – φασματομετρική : με αυτήν προσδιορίζεται η ποσότητα των ιόντων Cr⁶⁺ που απομένουν στο διάλυμα μετά την οξείδωση της οργανικής ύλης, φασματοφωτομετρικά σε μήκος κύματος 420 nm. Γνωρίζοντας την αρχική τους ποσότητα και αυτήν που απομένει στο διάλυμα, υπολογίζεται έμμεσα το COD που αντιστοιχεί στο δείγμα, σε mg/l. Η μέθοδος εφαρμόζεται συνήθως σε δείγματα που το αναμενόμενο COD δεν είναι πολύ

υψηλό (0 – 150 mg/l). για μεγαλύτερες τιμές COD (έως 1500 mg/l) κατά την εκτέλεση της χρωματομετρικής μεθόδου, προσδιορίζεται η ποσότητα του παραγόμενου Cr^{3+} . Στην περίπτωση αυτή, ο προσδιορισμός εκτελείται σε μήκος κύματος 620 nm.

2. Ογκομέτρηση – τιτλοδότηση : για την εκτέλεση αυτής της μεθόδου δεν απαιτείται φασματοφωτόμετρο. Το δείγμα, μετά τη διαδικασία οξείδωσης, ογκομετρείται κλασικά με χρήση πρότυπου διαλύματος $\text{Fe}(\text{NH}_4\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ και δείκτη φερροΐνη. Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι η παρακάτω (9) :



Με το τρόπο αυτό προσδιορίζεται η ποσότητα των ιόντων που απομένουν στο διάλυμα μετά την οξείδωση της οργανικής ύλης. Γνωρίζοντας την αρχική τους ποσότητα και αυτήν που απομένει υπολογίζεται το COD που αντιστοιχεί, σε mg/l.

TOC (Total Organic Carbon) : Άλλο μέσο για την μέτρηση των οργανικών υλικών που παρουσιάζονται είναι το TOC, το οποίο είναι ειδικά εφαρμόσιμο σε μικρές συγκεντρώσεις οργανικών υλικών. Αυτό το τεστ πραγματοποιείται, με έγχυση γνωστής ποσότητας δείγματος μέσα σε υψηλής θερμοκρασίας αντιδραστήρα ή σε οξειδωτικό περιβάλλον. Ο οργανικός άνθρακας οξειδώνεται σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) με την παρουσία καταλύτη. Το CO_2 το οποίο παράγεται είναι ποσοτικώς μετρημένο μέσω υπέρυθρου αναλυτή. Η οξύτητα και η οξυγόνωση του δείγματος εξαλείφει τα σφάλματα κατά την παρουσία ανόργανου άνθρακα. Το τεστ μπορεί να εφαρμοστεί γρήγορα και γίνεται όλο και πιο εύχρηστο. Τα οργανικά ανθεκτικά συστατικά μπορεί να μην οξειδώνονται και η τιμή του μετρούμενου TOC μπορεί να είναι ελαφρώς λιγότερη από ότι η ενεργή ποσότητα που παρουσιάζεται στο δείγμα.

Ανόργανα υλικά : Ορισμένα ανόργανα συστατικά των απόβλητων υδάτων είναι σημαντικά στη καθιέρωση και έλεγχο της ποιότητας του νερού. Οι συγκεντρώσεις των ανόργανων υλικών μέσα στο νερό αυξάνονται και από τα λύματα, επεξεργασμένων ή μη, τα οποία απορρίπτονται σε αυτό. Ένα παράδειγμα τόσο ανόργανων υλικών τα οποία μπορεί να βρίσκονται στο νερό και στα λύματα είναι τα χλωρίδια, αζωτούχες ενώσεις, φώσφορος, θείο και βαριά μέταλλα (όπως νικέλιο, μαγνήσιο, χρώμιο, κάδμιο, ψευδάργυρος, χαλκός, σίδηρος και υδράργυρος).

2.4 Κανονισμοί Ασφαλείας MARPOL 73/78 Παράρτημα IV

Το Παράρτημα IV της MARPOL περιλαμβάνει τους κανονισμούς για την αποφυγή ρυπάνσεως της θάλασσας λόγω απόρριψης των λυμάτων των πλοίων και αρχιεοθετήθηκε για πρώτη φορά πριν είκοσι περίπου χρόνια αλλά μόλις πρόσφατα τέθηκε σε ισχύ (Σεπτέμβριος του 2003). Το Παράρτημα αυτό στην αρχική του μορφή περιείχε 11 Κανονισμούς και ένα προσάρτημα (υπόδειγμα πιστοποιητικού πρόληψης), αλλά στη συνέχεια έγινε αναθεώρηση (Απρίλιος του 2004) και προστέθηκαν 2 επιπλέον κανονισμοί. Οι αναθεωρημένοι κανονισμοί που υιοθετήθηκαν τέθηκαν σε ισχύ τον Αύγουστο του 2005 και θα πρέπει να εφαρμόζονται στα νέα πλοία πέντε χρόνια μετά τη καθιέρωσή τους. Περιληπτικά το Παράρτημα IV περιλαμβάνει κανονισμούς που σχετίζονται με την εφαρμογή τους, τις επιθεωρήσεις, τα πιστοποιητικά, την απόρριψη λυμάτων, τις εξαιρέσεις από αυτούς, τις εγκαταστάσεις υποδοχής λυμάτων και την πρότυπη σύνδεση για τους σωλήνες απορρίψεως λυμάτων στη θάλασσα. Το περιεχόμενο των κανονισμών αυτών αναλύεται αμέσως παρακάτω :

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 (α) η σύμβαση κατασκευής υπεγράφη ή ελλείψη συμβάσεως κατασκευής, η τρόπιδα του οποίου τοποθετήθηκε ή βρίσκεται σε παρεμφερές στάδιο κατασκευής, κατά ή μετά την ημερομηνία θέσεως σε ισχύ του παρόντος Παραρτήματος ή (β) η παράδοση του οποίου θα λάβει χώρα τρία ή περισσότερα έτη μετά την ημερομηνία θέσεως σε ισχύ του παρόντος Παραρτήματος.

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

«Λύματα» είναι :

- η αποχέτευση ή άλλα απόβλητα από κάθε τύπο οχετού των αποχωρητηρίων, ουρητηρίων και WC.
- η αποχέτευση από ιατρικούς χώρους (αναρρωτήρια, φαρμακείο, νοσοκομείο κλπ) μέσω των νιπτήρων πλυσίματος, των λουτήρων και των αποχευτικών αγωγών που βρίσκονται σε τέτοιες
- η αποχέτευση από χώρους που ζουν ζώα ή λοιπά απόβλητα ύδατα, όταν αναμειγνύονται με αποχετεύσεις που καθορίζονται ανωτέρω.

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

«Πλησιέστερη ακτή». Ο όρος «από ην 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 της λήξεως του Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα.

Κανονισμός 2

Στον Κανονισμό 2 αναφέρεται σε ποια πλοία θα εφαρμόζεται ο κανονισμός. Έτσι οι διατάξεις του Παραρτήματος θα εφαρμόζονται σε

- νέα πλοία ολικής χωρητικότητας 400 τόννων και άνω ή σε νέα πλοία ολικής χωρητικότητας κάτω των 400 τόννων, τα οποία όμως είναι πιστοποιημένα να μεταφέρουν πάνω από 15 άτομα,
- υπάρχοντα πλοία ολικής χωρητικότητας 400 τόννων και άνω, 5 έτη μετά την ημερομηνία θέσεως σε ισχύ του παρόντος Παραρτήματος και σε υπάρχοντα πλοία ολικής χωρητικότητας κάτω των 400 τόννων, τα οποία σύμφωνα με το πιστοποιητικό που φέρουν, μεταφέρουν άνω των 15 ατόμων, 5 έτη μετά την ημερομηνία θέσεως σε ισχύ του παρόντος Παραρτήματος.

Η Διοικητική Αρχή πρέπει να διασφαλίζει ότι τα υπάρχοντα πλοία είναι εφοδιασμένα στο βαθμό που κάτι τέτοιο είναι εφικτό, για να αποχετεύουν – απορρίπτουν λύματα – απόβλητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού 11 του Παραρτήματος.

Κανονισμός 3

Στο Κανονισμό 3 αναφέρονται ποιά πλοία εξαιρούνται από τον κανονισμό 11 του Παραρτήματος όπου σύμφωνα με αυτόν, ο κανονισμός δεν εφαρμόζεται όταν 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, ή όταν 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

Στον κανονισμό 4 αναφέρεται ο τρόπος και το χρονικό διάστημα των επιθεωρήσεων που λαμβάνουν χώρα από τη Διοικητική Αρχή.

Συνεπώς έχουμε :

- 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 διατάξεών και του υλικού κατασκευής που έχουν να κάνουν με τα λύματα του πλοίου.
- Μία επιθεώρηση ανανέωσης σε μεσοδιαστήματα που καθορίζονται από την Διοικητική Αρχή αλλά χωρίς να υπερβαίνουν τα πέντε χρόνια, πλην της περιπτώσεως όπου θα έχει εφαρμογή ο κανονισμός 8 αυτού του Παραρτήματος.
- 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 ικανό (αξιόπλοο) να πραγματοποιεί πλόες στην θάλασσα 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 τέτοιου είδους διορθωτικές ενέργειες ή μέτρα, το Πιστοποιητικό πρέπει να ανακληθεί και να ενημερωθεί άμεσα η Διοικητική Αρχή.

Μετά την ολοκλήρωση οποιασδήποτε 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

Στο Κανονισμό 5 αναφέρεται ότι το Πιστοποιητικό Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα εκδίδεται, μετά από την διενέργεια αρχικής επιθεώρησης ή την επιθεώρηση ανανέωσης σύμφωνα με τις διατάξεις του Κανονισμού 4 αυτού 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 οποία έχει τη δυνατότητα να προβεί στις σχετικές ενέργειες για την επιθεώρηση ενός πλοίου και να εκδώσει ή να εγκρίνει την έκδοση ενός Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα του πλοίου.

Κανονισμός 7

Ο κανονισμός 7 αναφέρεται στο τύπο του Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα το οποίο συντάσσεται με τη μορφή που αναφέρεται στο προσάρτημα του παρόντος Παραρτήματος (υπόδειγμα Πιστοποιητικού).

Κανονισμός 8

Ο Κανονισμός 8 αναφέρεται στη διάρκεια και την ισχύ του Πιστοποιητικού. 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.

- 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 λήξεως του υπάρχοντος Πιστοποιητικού.
- 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.
- 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 :

1. εάν οι σχετικές επιθεωρήσεις δεν ολοκληρωθούν μέσα στα χρονικά όρια που αναφέρονται σύμφωνα με τον κανονισμό 4.1 του παρόντος Παραρτήματος, ή
2. 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 κονιορτοποίησης, 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 Διοικητικής 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 (αποκομιδής) λυμάτων σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (2.4) :

Πίνακας 2.2 : Πρότυπες διαστάσεις παρεμβυσμάτων για συνδέσεις απόρριψης λυμάτων

ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟΡΡΙΨΕΩΣ	
Περιγραφή	Διαστάσεις
Εξωτερική διάμετρος	210 mm.
Εσωτερική διάμετρος	Σύμφωνα με την εξωτερική διάμετρο του σωλήνα
Διάμετρος μήκους κοχλιών	170 mm.
Εγκοπές στο παρέμβυσμα (φλάντζα)	4 οπές διαμέτρου 18 mm. που απέχουν εξίσου επί του κύκλου κοχλιών, ως άνω, χαραγμένες μέχρι της περιφέρειας του παρεμβύσματος. Το πλάτος της εγκοπής θα είναι 18 mm.
Πάχος παρεμβύσματος	16 mm.
Κοχλίες και περικόχλια	4 κάθε μια διαμέτρου 16 mm.
Ποσότητες και διάμετρος	κατάλληλου μήκους
Το παρέμβυσμα θα είναι σχεδιασμένο για σωλήνες μέγιστης εσωτερικής διαμέτρου	

100 mm. 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 6 Kg/cm².

Για πλοία που έχουν πλευρικό βάθος 5 μέτρων ή μικρότερο, η εσωτερική διάμετρος των σωλήνων απορρίψεως δύναται να είναι 38 mm

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

Στο Κανονισμό 11 αναφέρεται σε ποιές περιπτώσεις και σε πόσα μίλια από την πλησιέστερη ακτή μιας περιοχής απαγορεύεται η απόρριψη λυμάτων ανάλογα με το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων που είναι εγκατεστημένο πάνω στο πλοίο. Συνεπώς η απόρριψη των λυμάτων στη θάλασσα απαγορεύεται καθ'οιοδήποτε τρόπο, εκτός εάν :

- 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.

Ουσιαστικά ο κανονισμός αυτός αναφέρει ότι τα πλοία που διαθέτουν μόνο δεξαμενές κατακράτησης και συγκέντρωσης των λυμάτων και όχι κάποιο σύστημα επεξεργασίας αυτών, επιτρέπεται να απορρίπτουν τα λύματα σε απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή, ενώ τα πλοία που διαθέτουν συστήματα τα οποία επεξεργάζονται τα λύματα με φυσική / χημική μέθοδο επιτρέπεται να απορρίπτουν τα λύματα σε απόσταση μεγαλύτερη των 3 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή. Τέλος τα πλοία που διαθέτουν συστήματα βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων επιτρέπεται να απορρίπτουν οπουδήποτε τα επεξεργασμένα λύματα χωρίς περιορισμό.

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, σύμφωνα με τον οποίο 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.

Οι διατάξεις και οι Κανονισμοί του αναθεωρημένου Παραρτήματος IV της Διεθνούς Σύμβασης της MARPOL παρατίθενται αυτούσιοι στο Παραρτημα Β της Διπλωματικής εργασίας καθώς και το Προσάρτημα το οποίο αφορά στο υπόδειγμα Διεθνούς Πιστοποιητικού για την αποφυγή ρύπανσης από λύματα.

2.5 Ελληνική Νομοθεσία

Ο Ελληνικός Κανονισμός για την πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από τα λύματα των πλοίων τέθηκε σε εφαρμογή σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα Π.Δ. 205/3.7.1996. Περιλαμβάνει 12 άρθρα που σχετίζονται με την εφαρμογή του, τις επιθεωρήσεις, τη διαχείριση των λυμάτων στα πλοία, τον εξοπλισμό που πρέπει να φέρουν, τα συστήματα διαχείρισης και επεξεργασίας λυμάτων, την έκδοση πιστοποιητικών, τις απαγορεύσεις και τα επιτρεπτά όρια απόρριψης λυμάτων, τη διάθεση των λυμάτων σε κατάλληλες εγκαταστάσεις υποδοχής, τις κυρώσεις και τις αρμόδιες Αρχές που είναι υπεύθυνες για την εφαρμογή του, καθώς επίσης και ένα άρθρο (άρθρο 13) στο οποίο φαίνεται ένα υπόδειγμα πιστοποιητικού πρόληψης της ρύπανσης από λύματα.

Άρθρο 1

Στο πρώτο άρθρο περιέχονται ορισμοί σχετικοί με τα θέματα που αφορούν τα λύματα που παράγονται πάνω στα πλοία. Έτσι έχουμε :

(1) **Δ.Ε.Ε.Π.:** Η Διεύθυνση Ελέγχου Εμπορικών Πλοίων του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας που εδρεύει στο Πειραιά.

(2) **Οργανισμός:** Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (I.M.O.) που εδρεύει στο Λονδίνο.

(3) **Λιμενικές Αρχές:** Τα Κεντρικά Λιμεναρχεία, Λιμεναρχεία και Υπολιμεναρχεία.

(4) **Νέο Πλοίο:**

(α) Κάθε πλοίο του οποίου η σύμβαση ναυπήγησης έχει υπογραφεί, ή σε περίπτωση μη ύπαρξης τέτοιας σύμβασης η τρόπιδά του έχει τεθεί, ή η ναυπήγησή του βρίσκεται σε παρεμφερές στάδιο κατασκευής την ή μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού.

(β) Κάθε πλοίο του οποίου η παράδοση γίνεται τρία ή περισσότερα έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού.

(γ) Κάθε πλοίο το οποίο υφίσταται μετασκευή ευρείας έκτασης, η οποία αρχίζει την ή μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού ή περατώνεται τρία ή περισσότερα έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού.

(5) **«Παρεμφερές στάδιο κατασκευής»:** Το στάδιο κατά το οποίο :

(α) αρχίζει η κατασκευή που χαρακτηρίζει συγκεκριμένο πλοίο ή

(β) η συναρμολόγησή του έχει αρχίσει και έχει γίνει ήδη χρήση τουλάχιστο 50 τόννων ή του 1% της προβλεπόμενης μάζας όλων των κατασκευαστικών υλικών, οποιοδήποτε από τα παραπάνω είναι μικρότερο.

(6) **«Μετασκευή ευρείας έκτασης»:** Η μετασκευή όπως ορίζεται στον κανονισμό 1 (8) του Παραρτήματος 1 της Διεθνούς Σύμβασης «Περί της προλήψεως της ρυπάνσεως της θάλασσας από πλοία» του 1973 και του Πρωτοκόλλου 1978 που αναφέρεται σ' αυτή τη Σύμβαση» (MARPOL 73/78) όπως ισχύει κάθε φορά.

(7) **«Υπάρχον πλοίο»:** Κάθε πλοίο που δεν είναι νέο.

(8) **Π.Π.Ρ.Λ.:** Το Πιστοποιητικό Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα.

(9) **Λύματα:**

(α) τα ύδατα των αποχετεύσεων και τα απόβλητα που προέρχονται από τα αποχωρητήρια, τα ουρητήρια και τους ευδιαίους των αποχωρητηρίων WC,

(β) τα ύδατα των αποχετεύσεων των ιατρικών χώρων (φαρμακείου, νοσοκομείου κλπ.) που προέρχονται από τους νιπτήρες πλυσίματος, τους λουτήρες και τους ευδιαίους που υπάρχουν στους χώρους αυτούς,

(γ) τα ύδατα των αποχετεύσεων που προέρχονται από χώρους που χρησιμοποιούνται για την παραμονή των μεταφερομένων ζώντων ζώων.

(δ) τα απόβλητα που αναμιγνύονται με τα ύδατα των αποχετεύσεων που ορίζονται παραπάνω.

(10) **«Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων»:** Η εγκατάσταση που μειώνει τις ποσότητες των αιωρούμενων στερεών, του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου πέντε ημερών (BOD 5) και των κωλοβακτηριδίων που περιέχονται στα λύματα σε επίπεδα κάτω των ορίων που καθορίζονται κάθε φορά από τα αρμόδια όργανα του

Οργανισμού χρησιμοποιώντας είτε βιολογική οξείδωση είτε φυσικοχημική επεξεργασία είτε άλλες μεθόδους αποδεκτές από τη Δ.Ε.Ε.Π.

(11) **«Δεξαμενή συγκέντρωσης»:** Η δεξαμενή που χρησιμοποιείται για τη συγκέντρωση και αποθήκευση των λυμάτων.

(12) **«Πλοία κατηγορίας Ι»:** Τα πλοία που εκτελούν πλόες μέσα σε ζώνη 6 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή.

(13) **«Πλοία κατηγορίας ΙΙ»:** Τα πλοία που εκτελούν πλόες μέσα σε ζώνη 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή.

(14) **«Πλοία κατηγορίας ΙΙΙ»:** Τα πλοία που εκτελούν πλόες απομακρυνόμενα πέραν των 12 ναυτικών από την πλησιέστερη ακτή.

(15) **«Φαιόχρωα ύδατα (GRAY WATER)»:** Τα ύδατα που δεν έχουν ανάμιξη καθ'οιονδήποτε τρόπο με τα λύματα που ορίζονται στην παράγραφο 9 αυτού του άρθρου.

(16) **«Σύστημα αποχέτευσης λυμάτων τύπου βαρύτητας»:** Το σύστημα αποχέτευσης στο οποίο παράγονται περίπου 12 λίτρα λυμάτων ανά χρήση.

(17) **«Σύστημα αποχέτευσης λυμάτων τύπου χαμηλής πίεσης»:** Το σύστημα αποχέτευσης στο οποίο παράγονται περίπου 7 λίτρα λυμάτων ανά χρήση.

(18) **«Σύστημα αποχέτευσης λυμάτων τύπου κενού»:** Το σύστημα αποχέτευσης στο οποίο παράγονται περίπου 1,5 λίτρα λυμάτων ανά χρήση.

(19) **«Πλησιέστερη ακτή»:** Ο όρος «από την πλησιέστερη ακτή» σημαίνει από τη βασική γραμμή από την οποία έχει καθορισθεί η μέτρηση των χωρικών υδάτων μιας χώρας σύμφωνα με το ισχύον διεθνές δίκαιο της θάλασσας.

(20) **«Επιβαίνοντες»:** Είναι το σύνολο των ανθρώπων που επιβαίνουν στο πλοίο.

Άρθρο 2

Το άρθρο αυτό αναφέρεται στις κατηγορίες πλοίων όπου εφαρμόζεται ο Κανονισμός. Έτσι ο παρών κανονισμός εφαρμόζεται στις ακόλουθες κατηγορίες πλοίων με Ελληνική σημαία που διαθέτουν δίκτυο αποχέτευσης λυμάτων:

1. Στα νέα πλοία:

(α) Ολικής χωρητικότητας 200 κ.ο.χ. και άνω.

(β) Ολικής χωρητικότητας μικρότερης των 200 κ.ο.χ. τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν με βάση το Πρωτόκολλο Γενικής Επιθεώρησης ή το Πιστοποιητικό Ασφαλείας περισσότερους από δέκα επιβαίνοντες.

(γ) Που έχουν δυνατότητα με βάση το Πρωτόκολλο Γενικής Επιθεώρησης να μεταφέρουν περισσότερους από δέκα επιβαίνοντες ανεξαρτήτου χωρητικότητας και χορηγείται για πρώτη φορά άδεια σκοπιμότητας για εκτέλεση δρομολογίων μεταξύ Ελληνικών λιμένων.

2. Στα υπάρχοντα πλοία 200 κ.ο.χ. και άνω ως εξής:

- (α) Στα πλοία κατηγορίας III, τρία έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού,
- (β) Στα πλοία κατηγορίας II, τέσσερα έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού,
- (γ) Στα πλοία κατηγορίας I, πέντε έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού.

Άρθρο 3

Το άρθρο 3 περιλαμβάνει τον εξοπλισμό με τον οποίο πρέπει να είναι εφοδιασμένο ένα πλοίο. Έτσι κάθε πλοίο στο οποίο εφαρμόζεται ο κανονισμός πρέπει να είναι εξοπλισμένο με ένα από τα ακόλουθα συστήματα:

- (α) Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων εγκεκριμένο από τη Δ.Ε.Ε.Π. που να πληροί τις λειτουργικές απαιτήσεις, οι οποίες βασίζονται σε πρότυπα και μεθόδους δοκιμών που έχει συντάξει ο Οργανισμός.
- (β) Σύστημα πολυτοποίησης και απολύμανσης των λυμάτων εγκεκριμένο από τη Δ.Ε.Ε.Π. Το σύστημα αυτό όπου τοποθετείται πρέπει να συνδέεται με δεξαμενή συγκέντρωσης λυμάτων, η οποία να πληροί τις προδιαγραφές του άρθρου 5.
- (γ) Δεξαμενή συγκέντρωσης λυμάτων επαρκούς χωρητικότητας σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο άρθρο 4. Η δεξαμενή αυτή κατασκευάζεται σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο άρθρο 5 και κατά τέτοιο τρόπο που να ικανοποιεί τη Δ.Ε.Ε.Π.

Με την επιφύλαξη των διατάξεων του άρθρου 10 του κανονισμού αυτού η εκλογή του συστήματος που εγκαθίσταται στο πλοίο γίνεται με βάση τους εκτελούμενους πλόες ώστε το συγκεκριμένο σύστημα να εξυπηρετεί τις λειτουργικές ανάγκες του πλοίου καθώς και τις απαιτήσεις του άρθρου 7.

Άρθρο 4

Στο άρθρο 4 αναφέρεται ο τρόπος υπολογισμού της ικανότητας παραγωγής και της παροχής του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων. Όταν το δίκτυο αποχέτευσης των λυμάτων είναι ξεχωριστό από το δίκτυο αποχέτευσης των

φαιόχρωων υδάτων, η ημερήσια παροχή του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων ή του συστήματος πολτοποίησης λυμάτων που εγκαθίσταται πάνω στο πλοίο καθώς επίσης και η χωρητικότητα της δεξαμενής συγκέντρωσης λυμάτων, προσδιορίζεται από μία από τις δύο ακόλουθες σχέσεις όποια από τις δύο δίνει την μικρότερη τιμή:

$$\Pi = 0,7 \times A \times \Omega \times F/4 \quad (\text{lt/ημέρα})$$

$$\Pi = N \times 12 \times \Omega \times F \quad (\text{lt/ημέρα})$$

όπου:

Π : η παραγωγή των λυμάτων σε λίτρα ανά ημέρα

A : ο αριθμός των επιβαινόντων

F : η παραγωγή των λυμάτων σε λίτρα ανά χρήση ανάλογα με τον τύπο του συστήματος των αποχωρητηρίων και αποχέτευσης του πλοίου

N : ο αριθμός αποχωρητηρίων του πλοίου

Ω : οι συνολικές ώρες ταξιδιού ανά 24ωρο.

Όταν το δίκτυο αποχέτευσης των λυμάτων είναι κοινό με το δίκτυο φαιόχρωων υδάτων, τότε η χωρητικότητα που προσδιορίζεται από τις παραπάνω σχέσεις διπλασιάζεται και στη συνέχεια προσαυξάνεται με το συντελεστή 0,15. Η πιο πάνω προσαύξηση εφαρμόζεται μόνο σε πλοία που διαθέτουν καταιωνιστήρες στους κοινόχρηστους χώρους υγιεινής ή στις καμπίνες επιβατών.

Άρθρο 5

Στο άρθρο 5 αναφέρονται οι προϋποθέσεις κατασκευής και χωρητικότητας των δεξαμενών κατακράτησης και αποθήκευσης των λυμάτων που παράγονται στα πλοία:

1. Η δεξαμενή συγκέντρωσης των λυμάτων πρέπει να έχει τέτοια χωρητικότητα που να επαρκεί για όλες τις λειτουργικές ανάγκες του πλοίου όπως αυτές καθορίζονται στο άρθρο 4 του κανονισμού αυτού. Το υλικό κατασκευής της πρέπει να είναι ανθεκτικό στη διάβρωση που μπορεί να προκληθεί εξ' αιτίας των λυμάτων ή να προστατεύεται με κατάλληλο υλικό ανθεκτικό στη διάβρωση.

2. Σε κάθε δεξαμενή συγκέντρωσης πρέπει να υπάρχουν:

- (α) ανοίγματα κατάλληλου μεγέθους για τον καθαρισμό, το πλύσιμο, την εκκένωση και γενικά τη συντήρησή της,
- (β) εξαεριστικό, που να επεκτείνεται μέχρι το κατάστρωμα καιρού,
- (γ) δικτυωτό ανάσχεσης φλόγας ή κατάλληλα μέσα συγκράτησης φλόγας,

- (δ) κατάλληλο σύστημα ένδειξης της στάθμης του περιεχομένου της με το οποίο να ενεργοποιείται ο τοποθετημένος στο μηχανοστάσιο ή στο δωμάτιο ελέγχου του μηχανοστασίου (CONTROL ROOM) μηχανισμός οπτικοακουστικής αναγγελίας συναγερμού, όταν η στάθμη του περιεχομένου της δεξαμενής φτάσει στο 80% της συνολικής χωρητικότητας αυτής. Στην περίπτωση που η δεξαμενή έχει χωρητικότητα για να καλύπτει τις ανάγκες του πλοίου για τέσσερις τουλάχιστον ημέρες, ο μηχανισμός αναγγελίας συναγερμού μπορεί να ενεργοποιείται στο 90% της χωρητικότητάς της, και
- (ε) μόνιμα συνδεδεμένη σωλήνωση παροχής θάλασσας η οποία να εξασφαλίζει την δυνατότητα πλύσης της για να αποφεύγεται η συγκέντρωση των υπολειμμάτων από λύματα και αερίων.

3. Η εκκένωση της δεξαμενής της προηγούμενης παραγράφου πραγματοποιείται με τη χρησιμοποίηση κατάλληλης αντλίας λυμάτων (MACERATOR) ικανοποιητικής παροχής. Η αντλία αυτή τίθεται αυτόματα σε λειτουργία και κρατείται επίσης αυτόματα όταν η στάθμη των λυμάτων στη δεξαμενή ανέλθει ή κατέλθει αντίστοιχα πέραν του ορίου που καθορίζεται με βάση τις λειτουργικές ανάγκες κάθε πλοίου. Μετά από έγκριση της Δ.Ε.Ε.Π. η αντλία αυτή επιτρέπεται να ενεργοποιείται ή και να κρατείται και χειροκίνητα με την προϋπόθεση ότι υπάρχει και δεύτερος διακόπτης λειτουργίας έξω από το χώρο εγκατάστασης της δεξαμενής. Για λόγους ασφαλείας απαιτείται να υπάρχει πάντοτε εγκατεστημένη και δεύτερη (εφεδρική) αντλία απόρριψης των λυμάτων που ενεργοποιείται σε περίπτωση βλάβης της πρώτης (κύριας) αντλίας. Στα πλοία που λόγω έλλειψης χώρου δεν είναι δυνατό να εγκαταστήσουν τις παραπάνω δύο αντλίες απόρριψης λυμάτων, η εκκένωση της δεξαμενής συγκέντρωσης μπορεί να γίνεται μετά από έγκριση της Δ.Ε.Ε.Π. και με κατάλληλη καταδύομενη αντλία λυμάτων ή σύστημα κενού (vacuum).

4. Η δεξαμενή πρέπει να κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αντέχει στην πίεση λειτουργίας για την οποία προορίζεται και να είναι ασφαλής λαμβάνοντας υπόψη τους συντελεστές ασφαλείας (4:1). Όλα τα ενδεικτικά συστήματα και οι αντλίες που συνδέονται με αυτή πρέπει να σε θέση να λειτουργήσουν με εγκάρσια κλίση του πλοίου μέχρι 15° και διαγωγή μέχρι 7°.

Άρθρο 6

Στο άρθρο 6 περιέχονται οι προϋποθέσεις κατασκευής και λειτουργίας των διαθέσιμων συστημάτων επεξεργασίας, πολτοποίησης και απολύμανσης των λυμάτων

1. Κάθε σύστημα επεξεργασίας λυμάτων ή πολτοποίησης και απολύμανσης αυτών πρέπει να εγκαθίσταται σε κατάλληλα επισκέψιμο και προσπελάσιμο χώρο ώστε να καθίσταται δυνατός ο έλεγχος και η επιθεώρηση όλων των τμημάτων του καθώς και ευχερής η δειγματοληψία λυμάτων.

2. Κάθε σύστημα πρέπει:

- (α) Να έχει τη δυνατότητα να τίθεται αυτόματα σε λειτουργία.
- (β) Να φέρει μηχανισμό οπτικοακουστικής αναγγελίας συναγερμού που να ενεργοποιείται σε περίπτωση που παρουσιαστεί βλάβη ή όταν ενεργοποιηθεί ο ενδείκτης υψηλής στάθμης.
- (γ) Να τροφοδοτείται είτε απ'ευθείας μέσω της κυρίας σωλήνωσης λυμάτων είτε μέσω αντλίας που αναρροφά από δεξαμενή συγκέντρωσης. Στην περίπτωση της απ'ευθείας τροφοδότησης πρέπει να υπάρχει παρακαμπτήρια σωλήνωση (by – pass) εφοδιασμένη με επιστόμιο για να διοχετεύει εκτός πλοίου τα λύματα στην περίπτωση που παρουσιασθεί βλάβη στο σύστημα ή δεν ενεργοποιηθεί ο ενδείκτης υψηλής στάθμης.
- (δ) Να είναι ικανό να λειτουργεί αξιόπιστα και με κλίση του πλοίου μέχρι 15° σε σχέση με την κανονική θέση λειτουργίας του.
- (ε) Να φέρει εξαιρεστικό το οποίο να καταλήγει στο κατάστρωμα καιρού και να έχει στο άκρο του δικτυωτό ανάσχεσης φλόγας ή άλλο μέσο συγκράτησης φλόγας.
- (στ) Να έχει ανοίγματα κατάλληλου μεγέθους για να είναι δυνατός ο καθαρισμός, η επιθεώρηση και η συντήρησή του.
- (ζ) Να έχει κατάλληλες διατάξεις δειγματοληψίας τόσο στην εισαγωγή, όσο και στην εξαγωγή του.
- (η) Να φέρει προσαρτημένη πινακίδα επαρκούς αντοχής στην οποία να αναγράφεται το όνομα του κατασκευαστή, ο τύπος, ο αριθμός και η ημερομηνία κατασκευής, η παροχή του συστήματος, το μέγιστο οργανικό φορτίο και ο αριθμός των επιβαίνοντων τις ανάγκες των οποίων δύναται να καλύψει, και

(θ) Να έχει ημερήσια οργανική παροχή τουλάχιστον ίση με την τιμή που προκύπτει από την ακόλουθη σχέση:

$$O = 300 \times \Pi \text{ kg/ημέρα}$$

όπου:

Π : ημερήσια υδραυλική παροχή σε $\text{m}^3/\text{ημέρα}$,

O : οργανική παροχή των λυμάτων σε kg/ημέρα .

Η ανωτέρα σχέση ισχύει για τα λύματα αποχέτευσης τύπου βαρύτητας.

Άρθρο 7

Το άρθρο 7 αναφέρεται στις περιπτώσεις που επιτρέπεται η απόρριψη των λυμάτων στη θάλασσα :

1. Με την επιφύλαξη των διατάξεων του άρθρου 10 του κανονισμού αυτού η απόρριψη των λυμάτων στη θάλασσα απαγορεύεται εκτός εάν:

(α) Διαθέτει σύστημα πολτοποίησης και απολύμανσης των λυμάτων εγκεκριμένο από την Δ.Ε.Ε.Π. σύμφωνα με το άρθρο 3 (β) του κανονισμού αυτού οπότε μπορεί να απορρίψει πέραν των 6 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή, ή

(β) Διαθέτει σύστημα επεξεργασίας λυμάτων εγκεκριμένο από τη Δ.Ε.Ε.Π. σύμφωνα με το άρθρο 3 (α) του κανονισμού αυτού του οποίου τα αποτελέσματα των δοκιμών αναγράφονται στο πιστοποιητικό πρόληψης ρύπανσης από λύματα και η εκροή του δεν δημιουργεί ορατά επιπλέοντα στερεά ούτε προκαλεί αποχρωματισμό των γύρω υδάτων, ή

(γ) Διαθέτει δεξαμενή συγκράτησης των λυμάτων οπότε μπορεί να απορρίψει πέραν των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή με την προϋπόθεση ότι ο ρυθμός απόρριψης είναι βραδύς και όχι μεγαλύτερος από $5 \text{ m}^3 / \text{h}$ λαμβάνοντας υπόψη την ταχύτητα του πλοίου και το μήκος του.

2. Όταν τα λύματα αναμιγνύονται με άλλα απόβλητα για τα οποία ισχύουν διαφορετικές προϋποθέσεις απόρριψης, τότε εφαρμόζονται οι αυστηρότερες απαιτήσεις.

Άρθρο 8

1. Τα πλοία στα οποία εφαρμόζεται ο κανονισμός αυτός υπόκεινται στις ακόλουθες επιθεωρήσεις:

- (α) **Αρχική επιθεώρηση**, που διενεργείται πριν από την έκδοση του πιστοποιητικού που προβλέπεται από το άρθρο 9 του κανονισμού αυτού, προκειμένου να διαπιστώνεται ότι ο εξοπλισμός, τα εξαρτήματα, οι διατάξεις και τα συστήματα είναι σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος κανονισμού.
- (β) **Ετήσια επιθεώρηση** που εκτελείται μέσα στο διάστημα των τριών μηνών που προηγούνται ή έπονται της ημερομηνίας κάθε έτους που αντιστοιχεί στην ημέρα και το μήνα λήξης του πιστοποιητικού που αναφέρεται στο άρθρο 9 του κανονισμού αυτού. Κατά την επιθεώρηση ελέγχεται ο εξοπλισμός που προβλέπεται για κάθε συγκεκριμένο πλοίο ώστε να εξασφαλίζεται ότι αυτός συντηρείται ικανοποιητικά και διατηρείται σε καλή κατάσταση.
- (γ) **Έκτακτη επιθεώρηση** που εκτελείται κατά τη διάρκεια ισχύος του πιστοποιητικού για να διαπιστώνεται αν η κατάσταση του πλοίου και του εξοπλισμού του ανταποκρίνεται στις ενδείξεις των σχετικών πιστοποιητικών.
2. (α) Το πλοίο και ο εξοπλισμός του πρέπει να βρίσκονται σε καλή κατάσταση και να πληρούν τις απαιτήσεις του κανονισμού αυτού ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν τίθεται σε κίνδυνο το θαλάσσιο περιβάλλον.
- (β) Μετά τη διενεργούμενη επιθεώρηση σύμφωνα με τη παράγραφο 1(α) του άρθρου αυτού απαγορεύεται οποιαδήποτε αλλαγή στα συστήματα, τον εξοπλισμό ή την κατασκευή του πλοίου χωρίς προηγούμενη έγκριση της Δ.Ε.Ε.Π.

Άρθρο 9

Το άρθρο αυτό αναφέρεται στη σχετική έκδοση κατάλληλου πιστοποιητικού αποφυγής ρύπανσης από τα λύματα, τη διάρκεια ισχύος του και την περίπτωση άρσης αυτού λόγω μεταβολών ή μετασκευών του ανάλογου συστήματος του πλοίου.

Άρθρο 10

Το άρθρο 10 αναφέρει τα σχετικά με τη διάθεση λυμάτων σε ευκολίες υποδοχής στεριάς :

1. Ανεξάρτητα από τη διάρκεια των πλόων η Δ.Ε.Ε.Π. μπορεί να επιτρέψει την εγκατάσταση δεξαμενής συγκέντρωσης λυμάτων αντί του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων ή του συστήματος πολτοποίησης των λυμάτων, εφόσον το

συγκεκριμένο πλοίο εκτελεί πλόες μεταξύ λιμένων με αναγνωρισμένες ευκολίες υποδοχής λυμάτων.

2. Για τη διάθεση των λυμάτων στις ευκολίες υποδοχής το πλοίο πρέπει να διαθέτει ανεξάρτητο σύστημα σωληνώσεων και αντλιών. Η κατάθλιψη της αντλίας παράδοσης λυμάτων απαιτείται να έχει ελάχιστη διατομή 50 cm (2 ιντσών) που να καταλήγει στο κύριο κατάστρωμα δεξιά και αριστερά του πλοίου σε πρότυπο σύνδεσμο με τις διαστάσεις που καθορίζονται στην πιο κάτω παράγραφο 4 του παρόντος άρθρου. Στα πλοία ολικού πλάτους μέχρι 7 μέτρων επιτρέπεται η τοποθέτηση μόνο ενός πρότυπου συνδέσμου. Ειδικά στα επιβατηγά – οχηματαγωγα (Ε/Γ –Ο/Γ) κλειστού τύπου ο ένας από τους δύο πρότυπους συνδέσμους τοποθετείται σε σημείο πλησίον του καταπέλτη.

3. Η αντλία κατάθλιψης των λυμάτων πρέπει να είναι κατάλληλη διαφραγματική αντλία ώστε να γίνεται εύκολα η διάθεση των λυμάτων σε ευκολίες υποδοχής μέσω των πρότυπων συνδέσμων.

4. Ο πρότυπος σύνδεσμος πρέπει να είναι χαλύβδινος και να έχει τις ακόλουθες διαστάσεις :

Εξωτερική διάμετρος : 210 mm

Εσωτερική διάμετρος : Ανάλογα με τη διάμετρο της σωλήνωσης

Εγκοπές στον αυχένα : 4 εγκοπές πλάτους 18 mm

(φλάντζα)

Διάμετρος μεταξύ

κέντρων εγκοπών : 170 mm

Πάχος αυχένα : 16 mm

(φλάντζα)

Πλοία που έχουν συνολικό μήκος μικρότερο των 24 μέτρων μπορούν αντί του παραπάνω πρότυπου συνδέσμου να φέρουν φλάντζα διαμέτρου 38 mm και σωλήνωση κατάθλιψης των λυμάτων με διάμετρο τουλάχιστον 40 mm.

5. Οι διατάξεις του άρθρου 7 δεν εφαρμόζονται μόνο όταν:

(α) Η απόρριψη των λυμάτων από το πλοίο είναι αναγκαία για την ασφάλεια του πλοίου και των επιβαινόντων ή τη διάσωση ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα.

(β) Η απόρριψη των λυμάτων από το πλοίο γίνεται εξ' αιτίας ζημιάς που έχει υποστεί το πλοίο ή βλάβη του εξοπλισμού, με την προϋπόθεση ότι

έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα πριν και μετά τη ζημιά ή βλάβη για την πρόληψη ή ελαχιστοποίηση της απόρριψης.

Τέλος στα άρθρα 11 και 12 αναφέρονται οι αρμόδιες Αρχές για την εφαρμογή του Κανονισμού στα πλοία καθώς και οι κυρώσεις που μπορούν να επιβληθούν σε περίπτωση μη τήρησης των κανονισμών.

Στο Παράρτημα Α της Διπλωματικής εργασίας παρατίθεται αυτούσια η Ελληνική Νομοθεσία που αφορά τους Κανονισμούς για την αποφυγή ρύπανσης της θάλασσας από τα λύματα των πλοίων ενώ προσαρτάται και ένα υπόδειγμα Πιστοποιητικού Πρόληψης της Ρύπανσης από Λύματα (Π.Π.Ρ.Λ.- περιλαμβάνεται στο άρθρο 13 του Κανονισμού).

2.6. Επιτρεπτά όρια – επιπεδα ποιότητας απόβλητων υδάτων στις ΗΠΑ

Οι ακόλουθες παράγραφοι περιγράφουν το ελάχιστο επίπεδο ποιότητας απόβλητων υδάτων αποχέτευσης που είναι εφικτό ύστερα από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία σχετικά με τις παραμέτρους – BOD₅, συνολικά αιωρούμενα στερεά, και pH. Όλες οι απαιτήσεις για κάθε παράμετρο θα πρέπει να επιτευχθούν όπως προβλέπονται:

(α) BOD₅.

- (1) η μέση ποσότητα σε διάρκεια 30 ημερών δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 30 mg/l.
- (2) η μέση ποσότητα σε διάρκεια 7 ημερών δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 45 mg/l.
- (3) το μέσο ποσοστό απομάκρυνσης των λυμάτων σε διάρκεια 30 ημερών δε θα πρέπει να είναι λιγότερο από 85 %.
- (4) Σύμφωνα με το Διεθνές Σύστημα Εξάλειψης Μολυσματικών Απόβλητων Υδάτων επιτρέπεται αντί των επιπέδων που ορίστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο σχετικά με το BOD₅ να οριστούν τα παρακάτω επίπεδα για το CBOD₅ :
 - (i) η μέση ποσότητα σε διάρκεια 30 ημερών δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 25 mg/l.
 - (ii) η μέση ποσότητα σε διάρκεια 30 ημερών δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 40 mg/l.

(iii) το μέσο ποσοστό απομάκρυνσης των λυμάτων σε διάρκεια 30 ημερών δε θα πρέπει να είναι λιγότερο από 85 %.

(β) Συνολικά αιωρούμενα στερεά:

(1) η μέση ποσότητα σε διάρκεια 30 ημερών δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 30 mg/l.

(2) η μέση ποσότητα σε διάρκεια 7 ημερών δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 45 mg/l.

(3) το μέσο ποσοστό απομάκρυνσης των λυμάτων σε διάρκεια 30 ημερών δε θα πρέπει να είναι λιγότερο από 85 %.

(γ) pH.

Οι τιμές αποβλήτων αποχέτευσης για το pH θα διατηρηθούν μέσα στα όρια 6.0 έως 9.0 εκτός αν η σταθερή διαδικασία επεξεργασίας καταδεικνύει ότι:

(1) οι ανόργανες χημικές ουσίες δεν προστίθενται στο ρεύμα αποβλήτων ως τμήμα της διαδικασίας επεξεργασίας και

(2) οι συνεισφορές από τις βιομηχανικές πηγές δεν αναγκάζουν το pH των αποβλήτων αποχέτευσης να είναι λιγότερο από 6.0 ή μεγαλύτερο από 9.0.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συνοπτικά τα πρότυπα όρια ποιότητας εκροής των απόβλητων νερών των πλοίων στους Διεθνείς Οργανισμούς : IMO, Αμερικάνικη Ακτοφυλακή (USCG) και Αλάσκα (υπάγεται στη USCG αλλά έχει πιο αυστηρά όρια)

Πίνακας 2.3 : Πρότυπα όρια ποιότητας εκροής απόβλητων υδάτων

	Μονάδες	Φορέας	Φορέας	Αλάσκα
		USCG 33CFR 159 PT1-300	IMO MARPOL 73/78 Annex IV	40CFR 133 33CFR 159 PT300-600
Διάρκεια ελέγχου	Μέρες	10	10	30

Αιωρούμενα στερεά	mg/l	150	50 (100 για τη θάλασσα)	30
BOD ₅	mg/l	Δεν απαιτείται	50	30
Περιττωματικά κωλοβακτηρίδια	Αριθμός/100ml	200	250	20
pH		Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	6.0 ως 9.0
χλώριο	mg/l	Δεν απαιτείται	Δεν απαιτείται	10.0

2.7. Συνέπειες – Παραβάσεις - Κυρώσεις

Η απόρριψη των λυμάτων από τα εμπορικά σκάφη είναι ένα από τα λίγα πεδία που συνδέονται με τη ναυτιλία όπου δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι ή επιβλητοί διεθνείς κανόνες σε ισχύ. Η απόρριψη ακατέργαστου ή ελάχιστα επεξεργασμένου λύματος συμβάλλει στη γενική μόλυνση των θαλασσών. Η ποσότητα των λυμάτων που αποβάλλεται στη θάλασσα από ένα πλοίο μπορεί να ποικίλλει εξαρτώμενη από τον αριθμό των επιβαινόντων που μεταφέρει, τη διάρκεια του ταξιδιού και τη συχνότητα χρήσης. Η ραγδαία αύξηση του μεγέθους και του αριθμού των κρουαζιερόπλοιων τα τελευταία χρόνια έχει σαν αποτέλεσμα την επανεξέταση του ζητήματος. Τα σημερινά κρουαζιερόπλοια, τα μεγαλύτερα εκ των οποίων έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν περισσότερους από 5000 επιβάτες και πλήρωμα, είναι πλωτές πολιτείες οι οποίες παράγουν σημαντικές ποσότητες λυμάτων. Χαρακτηριστικά, ένα μέσου μεγέθους κρουαζιερόπλοιο μπορεί να παράγει περίπου 100000 λίτρα ακάθαρτων υδάτων ανα ημέρα, όταν ένα μέσου μεγέθους φορτηγό bulk carrier με αριθμό πληρώματος γύρω στα 25 άτομα παράγει περίπου 300 λίτρα ανα ημέρα.

Τη χρονιά 1999 - 2000 τα διεθνή εμπορικά σκάφη που επισκέφθηκαν τα λιμάνια της Αυστραλίας ήταν 3254. Τα λύματα από τα πλοία μπορούν να περιέχουν υψηλά επίπεδα τροφών και ασθeneιών μεταφέροντας μικροοργανισμούς, και διαφέρουν από άλλα είδη λυμάτων τα οποία συχνά απελευθερώνονται απευθείας στη θάλασσα και μπορεί να περιέχουν χρησιμοποιημένα χημικά τα οποία δε βρίσκονται σε άλλα λύματα, όπως χλώριο και φορμαλδεΰδη. Η Εταιρεία Προστασίας Περιβάλλοντος της Αμερικής (EPA) εκτιμά ότι η ποσότητα της βακτηριακής μόλυνσης (περιττωματικά κωλοβακτηρίδια) μη επεξεργασμένου λύματος από την

εβδομαδιαία απόρριψη από ένα πλοίο, ισοδυναμεί με την ποσότητα επεξεργασμένου λύματος 10000 ανθρώπων κατά τη διάρκεια ίδιας χρονικής περιόδου. Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, η συγκομιδή – συλλογή οστρακόδερμων ή μαλάκιων περιορίζεται ή απαγορεύεται σε περίπου 30 % του περιβάλλοντος που ευδοκιμούν τα οστρακόδερμα λόγω της χαμηλής ποιότητας νερού. Τα μη επεξεργασμένα λύματα που απορρίπτονται από τα πλοία υπολογίζεται στο 13 % αυτών των απαγορεύσεων.

Τα λύματα περιέχουν αποχετεύσεις από χώρους που περιλαμβάνουν ζώα. Η Αυστραλία έχει μια αναπτυσσόμενη βιομηχανία εξαγωγής ζώων φάρμας, κυρίως στη Μέση Ανατολή και Νοτιοανατολική Ασία. Μέσα στο 2001, η Αυστραλία εξήγαγε 826000 κεφάλια βοδιών που αποτιμώνται σε 545 \$ εκατομμύρια.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με τα θαλάσσια λύματα (π.χ. λύματα από πλοία) περιλαμβάνουν την εισαγωγή – σύσταση ουσιών όπως είναι το άζωτο και ο φωσφόρος στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η υπερβολική τροφή προκαλεί υπερβολική αύξηση του πλαγκτόν και φυκιών τα οποία εμποδίζουν το φως να περάσει προς το πυθμένα επηρεάζοντας την ανάπτυξη της θαλάσσιας χλωρίδας. Η θαλάσσια χλωρίδα είναι η βάση για το θαλάσσιο οικοσύστημα καθώς είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των ψαριών και άλλων θαλάσσιων οργανισμών. Η ελάττωση του οξυγόνου από την αποσύνθεση των λυμάτων αφαιρεί το οξυγόνο που απαιτείται από τους θαλάσσιους οργανισμούς για να αναπνεύσουν. Αυτή η ζημιά στο θαλάσσιο περιβάλλον όχι μόνο επηρεάζει τα παραλιακά νερά αλλά και τα ωκεάνια ύδατα.

Υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου σε εκβολές ποταμών και παραλίες έχουν γίνει το αντικείμενο συζήτησης τα τελευταία χρόνια. Βήματα έχουν γίνει σε ορισμένες χώρες για να μειώσουν τις αιτίες που προκαλούν τις αζωτούχες μολύνσεις, όπως είναι το νιτρικό άλας, μέσω επίτευξης καλύτερων πρακτικών διαχείρισης. Ομοίως, η αποτελεσματική επεξεργασία των λυμάτων έχει οδηγήσει σε μείωση των επιπέδων ευτροφίας σε παραλιακές ζώνες σε μερικές περοχές. Πάντως σε πολλά μέρη του κόσμου ειδικά η μόλυνση από άζωτο συνεχίζει να αυξάνει παράλληλα με τη συνεχιζόμενη αύξηση του πληθυσμού και τη μεγαλύτερη ανάγκη για ντατικότερη γεωργία.

Στην Αυστραλία, η Αναφορά της Περιβαλλοντικής Προστασίας σημειώνει ότι η εισαγωγή απόβλητων τροφίμων από τις εκροές από τα λύματα είναι ένα από τα πιο σημαντικά και μεγάλης κλίμακας απειλές για το θαλάσσιο περιβάλλον των ακτών της Αυστραλίας.

Τα θαλάσσια λύματα έχει αντίκτυπο επίσης στην ανθρώπινη υγεία. Μια πρόσφατη αναφορά του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organisation - WHO) εκτιμά ότι ένας στους 20 λουόμενους στις «μη απαγορευμένες παραλίες» θα αρρωστήσει τολμώντας να κολυπήσει σε τέτοια νερά. Η μελέτη του Οργανισμού εκτιμάει ότι το μπάνιο σε μολυσμένες θάλασσες προκαλεί μερικές από τις 250 εκατομμύρια περιπτώσεις γαστρεντερίτιδας και πολλά αναπνευστικά προβλήματα κάθε χρόνο. Μερικοί από αυτούς θα παρουσιάσουν σοβαρό πρόβλημα υγείας το επόμενο τρίμηνο. Το βαρύ τίμημα από τη κατανάλωση μολυσμένων οστρακόδερμων είναι ακόμη μεγαλύτερο. Μια μελέτη υποδηλώνει ότι τα θαλασσινά και τα ψάρια εμπλέκονται στο 11 % των περιπτώσεων ασθενειών που εκδηλώνονται στα φαγητά στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, 20 % στην Αυστραλία, και πάνω από 70 % στην Ιαπωνία η οποία έχει μια ιδιαίτερη σθεναρή παράδοση στη κατανάλωση ωμών ψαριών και οστρακόδερμων. Τα παθογόνα βακτηρίδια μπορούν να επιβιώσουν στη θάλασσα για ημέρες και εβδομάδες, ενώ οι ιοί μπορούν να επιβιώσουν στο νερό – ή στα ψάρια και στα θαλασσινά – για μήνες.

Το διεθνές ενδιαφέρον για τους ποικίλους τύπους μόλυνσης έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη Προληπτικών Αρχών αναγνωρισμένων από τη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών στο Περιβάλλον και Ανάπτυξη, Ημερήσια Διάταξη 21, Αρχή 15. Οι Προληπτικές Αρχές εκθέτουν – δηλώνουν επίσημα ότι οι Κυβερνήσεις πρέπει να αναλάβουν δράση ώστε να εμποδίσουν την περιβαλλοντική μόλυνση κάθε φορά που υπάρχουν λογικά αίτια για ανησυχία ότι αυτές οι μολύνσεις ενδέχεται να λαμβάνουν χώρα, και ότι η έλλειψη πλήρους επιστημονικής βεβαιότητας δε πρέπει να χρησιμοποιείται σαν λόγος για, οικονομικά, αποδοτικές μετρήσεις που μπορεί να αναβληθούν για να εμποδίσουν το περιβαλλοντικό εκφυλισμό.

Σύμφωνα με τη διεθνή ένωση των γενικών εισαγγελέων, το 75 % των λεγόμενων επεξεργασμένων λυμάτων που εξετάστηκαν από το κράτος της Αλάσκας υπερέβησαν τα πρότυπα για τα επικίνδυνα περιττωματικά κωλοβακτηρίδια, ενώ το 86 % υπερέβησαν τα πρότυπα για τα αιωρούμενα στερεά στα λύματα. Τα δείγματα από το gray water επίσης υπερέβησαν τα πρότυπα για τα επεξεργασμένα λύματα. Οι δοκιμές της Αλάσκας επίσης έδειξαν ότι οι δειγματοληψίες γκρίζου ύδατος περιείχαν τους μολυσματικούς παράγοντες υπερβαίνοντας τα πρότυπα λυμάτων κατά τουλάχιστον 50.000 φορές. Επιπλέον, η δοκιμή, ο έλεγχος, και η υποβολή έκθεσης των απαλλαγών δεν απαιτούνται. Οι επιθεωρητές ακτοφυλακής ελέγχουν μόνο αν τα σκάφη διαθέτουν μια εγκεκριμένη σύσκευή – σύστημα αποχέτευσης – υγιεινής, αλλά

δεν εξετάζουν αν τα ορατά απόβλητα της αποχέτευσης βρίσκονται μέσα στα όρια των προτύπων ή αν αποβάλλονται σε απόσταση τριών μιλίων όπως απαιτείται από το νόμο.

Οι επιστημονικές έρευνες έχουν δείξει ότι τα λύματα συμβάλλουν στη μόλυνση των οστρακόδερμων του βυθού, στην μόλυνση των υδάτων στις παραλίες, καταστροφή των κοραλλιογενών υφάλων, δημιουργούν νεκρές ζώνες όπου η έλλειψη οξυγόνου σκοτώνει όλη τη θαλάσσια ζωή και είναι επίζημια για το φυτικό πλάγκτον και τα φύκια.

Σύμφωνα με έρευνες του Πανελληνίου Κέντρου Οικολογικών Ερευνών (ΠΑΚΟΕ) πέρυσι στην Ελλάδα είχαμε 20% περισσότερη ρύπανση σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά με υψηλές τιμές κολοβακτηριδίων, που ξεπερνούσαν τις θεσμοθετημένες οριακές τιμές της ΕΕ που είναι 100 κολοβακτηρίδια ανά 100 mm νερού, τα οποία βρέθηκαν στα ύδατα των ακτών. Η ρύπανση από λάδια, λύματα και από γράσα είναι δραματική. Οι τιμές των νιτρικών και των φωσφορικών, ρύποι οι οποίοι προέρχονται από λύματα, λιπάσματα και απορρυπαντικά, είναι διπλάσιες από πέρυσι. Επίσης ιδιαίτερα αυξημένες είναι και οι τιμές των κολοβακτηριδίων κάθε καλοκαίρι, όπου σύμφωνα με την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία έχουμε αύξηση γυναικολογικών και δερματολογικών προβλημάτων, εξαιτίας της θαλάσσιας μόλυνσης. Σύμφωνα με την ΠΑΟΚΕ οι ρύποι που προέρχονται από τα λύματα αυτά προκαλούν καρκίνο της μήτρας, νεοπλασίες και χρόνιες δερματίτιδες και γι αυτό συνιστάται να αποφεύγονται από τους λουόμενους οι παραλίες που εμφανίζουν σημάδια μόλυνσης.

Παράβαση

Τον Αύγουστο του 2004, σύμφωνα με έλεγχο του Λιμενικού Σώματος και της Διεύθυνσης Υγιεινής / Νομαρχίας Πειραιά διαπιστώθηκε παράβαση σε πλοίο ξένης σημαίας (Μπαχάμες) όσον αφορά την απόρριψη λυμάτων στο θαλάσσιο χώρο του κεντρικού Λιμένα Πειραιά.

Σύμφωνα με την Έκθεση Βεβαίωσης Παράβασης της υπηρεσίας Διεύθυνσης Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (ΔΠΘΠ) καταγράφηκαν τα εξής:

Ο Πλοίαρχος του πλοίου Ε/Γ – Τ/Ρ “CLELIA II” από την ημερομηνία κατάπλου του πλοίου στον προβλήτα Ξαβερίου του Κεντρικού Λιμένα Πειραιά την 02/08/2004 έως και την 16/08/2004 οπότε και πραγματοποιήθηκε η σύνδεση του πλοίου με το αποχετευτικό δίκτυο ζώνης Ολυμπιακής φιλοξενίας του ΟΛΠ Α.Ε., απέρριπτε απευθείας στη θάλασσα την εκροή του συστήματος διαχείρισης λυμάτων,

η οποία, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εξέτασης των δειγμάτων που ελήφθησαν από κλιμάκιο της υπηρεσίας συνοδεία εκπροσώπου της Δ/σης Υγιεινής / Νομαρχίας Πειραιά, δεν ικανοποιούσε τις προβλεπόμενες παραμέτρους όπως αυτές καθορίζονται στην απόφαση ΜΕΡC.2(VI), και πιο συγκεκριμένα :

α) συγκέντρωση κολοβακτηριδίων $\leq 250/100$ ml

β) BOD₅ ≤ 50 mg/l

γ) ολικά αιωρούμενα στερεά ≤ 100 mg/l

προκαλώντας ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος κατά παράβαση των άρθρων 1, 2 και 3 του Προεδρικού Διατάγματος Π.Δ. 55/98 (Α 58).

Οι ισχυρισμοί του πλοιάρχου σε σχέση με το θέμα ήταν οι εξής :

α) ότι δεν αντιμετώπισε απολύτως κανένα πρόβλημα σε σχετικούς ελέγχους άλλων Λιμενικών Αρχών,

β) ότι το πλοίο του διέθετε πιστοποιημένο σύστημα βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων, στο οποίο, μάλιστα είχε πραγματοποιηθεί γενικός καθαρισμός και πλήρης συντήρηση,

γ) ότι το πλοίο ήταν εφοδιασμένο με όλα τα πιστοποιητικά σε ισχύ, (ωστόσο την ημέρα της επιθεώρησης από το κλιμάκιο δεν κατέστη δυνατή η ανεύρεση του Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης της Ρύπανσης από Λύματα (Sewage Pollution Prevention Certificate)),

δ) την επομένη ημέρα της διαπίστωσης της παράβασης ο Νηογνώμονας προέβη σε επιθεώρηση όπου διαπιστώθηκε βλάβη στην τροφοδοσία του αέρα, εξαιτίας της οποίας το σύστημα επεξεργασίας δεν τροφοδοτούνταν με την απαραίτητη ποσότητα αέρα και συνεπώς δεν επιτυγχάνοναν η πλήρης επεξεργασία των λυμάτων. Η εν λόγω βλάβη αποκαταστάθηκε και, ακολούθως, εκδόθηκε νέο πιστοποιητικό,

ε) πραγματοποιήθηκε άμεσα η σύνδεση με το αποχετευτικό δίκτυο της Ολυμπιακής φιλοξενίας του ΟΛΠ Α.Ε.,

στ) ότι δεν υπήρχε κάποια ένδειξη δυσλειτουργίας του συστήματος και οπτικά τα λύματα μετά την επεξεργασία τους φαίνονταν καθαρά και δεν προκαλούσαν αλλαγή στο χρώμα της θάλασσας,

ζ) η μέγιστη ποσότητα επεξεργασμένων λυμάτων που μπορούσε να διοχετευτεί στη θάλασσα σε ένα 24ωρο ήταν λιγότερη του μισού κυβικού μέτρου, η οποία λόγω της μετέπειτα βιολογικής επεξεργασίας τριών σταδίων καθαρίζοταν σχεδόν πλήρως (λόγω της προαναφερόμενης βλάβης).

Οι παραπάνω ισχυρισμοί κρίθηκαν ανεπαρκείς και αβάσιμοι διότι ο πλοίαρχος όφειλε σε κάθε περίπτωση να λάβει κάθε πρόσφορο προληπτικό μέτρο και να μεριμνήσει για την άρτια λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων, ούτως ώστε να ικανοποιούνται οι λειτουργικές απαιτήσεις όπως προβλέπει ο κανονισμός.

Σύμφωνα με τα παρακάτω αποδεικτικά στοιχεία :

- α) το Προεδρικό Διάταγμα Π.Δ. 55/98 «Προστασία Θαλασσίου Περιβάλλοντος» (Α 58),
 - β) το Παράρτημα IV της Διεθνούς Σύμβασης της MARPOL 73/78 όπως τροποποιήθηκε μέχρι σήμερα,
 - γ) την Έκθεση Βεβαίωσης Παράβασης της υπηρεσίας,
 - δ) την απολογία του πλοιάρχου,
 - ε) την Έκθεση Αυτοψίας του κλιμακίου,
 - στ) τα έγγραφα του Υπουργείου Υγείας (Δ/νση Κεντρικού Εργαστηρίου Δημόσιας Υγείας) και της Εθνικής Σχολής Δημόσιας Υγείας
- αποφασίστηκε το παρακάτω πρόστιμο για τα εμπλεκόμενα μέρη
- πρόστιμο 14000 euro για τους υπεύθυνους της ρύπανσης που είναι ο πλοίαρχος του πλοίου, η πλοιοκτήτρια εταιρεία και η διαχειρίστρια εταιρεία το οποίο εισπράττεται σύμφωνα με τις διατάξεις του Κώδικα Είσπραξης Δημόσιων Εσόδων (ΚΕΔΕ) γιατί όπως διαπιστώθηκε απέρριπτε απευθείας στη θάλασσα την εκροή του συστήματος διαχείρισης λυμάτων, η οποία σύμφωνα με τα αποτελέσματα εξέτασης των δειγμάτων που ελήφθησαν δεν ικανοποιούσε τις προβλεπόμενες απαιτήσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ - ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

3.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια λόγω των Διεθνών κανονισμών με τις αυστηρές απαιτήσεις που εφαρμόζουν όσον αφορά τις απορρίψεις λυμάτων από τα πλοία έχει αναγκάσει τις ναυτιλιακές εταιρείες να εξοπλίσουν τα πλοία των στόλων τους με κατάλληλες συσκευές και συστήματα διαχείρισης και επεξεργασίας των λυμάτων που παράγονται σε αυτά, ιδιαίτερα στα κρουαζιερόπλοια και τα επιβατηγά λόγω του μεγάλου όγκου παραγωγής λυμάτων και των πλόων τους σε παράκτιες περιοχές.

Το αναθεωρημένο παράρτημα της MARPOL θα ισχύσει για τα νέα σκάφη που απασχολούνται στα διεθνή ταξίδια, με χωρητικότητα 400 τόννων και άνω ή που είναι πιστοποιημένα να μεταφέρουν πάνω από 15 επιβάτες. Τα υπάρχοντα πλοία θα απαιτηθούν να συμμορφωθούν με τις διατάξεις του αναθεωρημένου παραρτήματος πέντε χρόνια μετά από την ημερομηνία της έναρξης ισχύος του. Σύμφωνα με τις διατάξεις του Παραρτήματος τα σκάφη υποχρεώνονται να εξοπλιστούν είτε με συστήματα επεξεργασίας λυμάτων είτε με συστήματα πολτοποίησης και απολύμανσης λυμάτων είτε με δεξαμενές κατακράτησης λυμάτων.

Η απόρριψη των λυμάτων στη θάλασσα θα απαγορευτεί, εκτός αν τα πλοία έχουν σε λειτουργία εγκεκριμένα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων, ή απορρίπτουν πολτοποιημένα και απολυμασμένα λύματα χρησιμοποιώντας εγκεκριμένο σύστημα σε απόσταση μεγαλύτερη των τριών ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή, ή η απόρριψη λυμάτων τα οποία δεν είναι πολτοποιημένα ή απολυμασμένα σε απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή.

Η τεχνολογία που εφαρμόζεται αυτή τη στιγμή στα πλοία όσον αφορά την επεξεργασία των λυμάτων ώστε να συμμορφώνονται με τους κανονισμούς διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες :

- Φυσική / Χημική διαδικασία
- Βιολογική ή αερόβια επεξεργασία σε συνδυασμό ή όχι με τεχνολογία βιολογικού αντιδραστήρα μεμβρανών (MBR)
- Ηλεκτρολυτικός τρόπος επεξεργασίας.

3.2. Φυσική / Χημική επεξεργασία

Γενικά

Η αυξανόμενη περιβαλλοντική ενημέρωση και πληροφόρηση έχει οδηγήσει σε περισσότερο αυστηρά πρότυπα και κανονισμούς σχετικά με τη κατάθλιψη διαφόρων μολυσματικών υλικών στη θάλασσα από τα πλοία. Για αυτό το λόγο οι ποικίλες θαλάσσιες συσκευές υγιεινής έχουν αναπτυχθεί ώστε να συμμορφώνονται με τα διεθνή πρότυπα. Τα συστήματα που έχουν σχεδιαστεί για να επεξεργάζονται τα ανθρώπινα απόβλητα, το λεγόμενο «μαύρο» νερό, πρέπει να είναι ικανά να απομακρύνουν τα αιωρούμενα στερεά, τα διαλυμένα οργανικά στερεά, και να απολυμαίνουν το ρευστό πριν τη κατάθλιψή του στη θάλασσα. Επιπρόσθετα, ένα σύστημα που προορίζεται για χρήση πάνω σε πλοίο πρέπει να ικανοποιεί τις ανάγκες μεγέθους, αποτελεσματικότητας και αξιοπιστίας χωρίς την απαίτηση συνεχούς ελέγχου και εποπτείας από ένα χειριστή.

Οι ναυτικές συσκευές υγιεινής που χρησιμοποιούνται τώρα απομακρύνουν τα αιωρούμενα στερεά από τα λύματα με διάφορες μεθόδους όπως είναι διαχωρισμός, κατακάθιση, φιλτράρισμα και επίπλευση. Αυτοί οι μέθοδοι είναι αποτελεσματικοί, αλλά απαιτούν σε μεγάλο βαθμό επιτήρηση, έλεγχο και συντήρηση. Μια συχνή μέθοδος απομάκρυνσης των αιωρούμενων και διαλυμένων στερεών είναι η βιολογική – βιοχημική αποσύνθεση οργανικής ύλης., αλλά αυτή η μέθοδος δεν έχει βρεθεί πλήρως ικανοποιητική για χρήση σε πλοία, εξαιτίας του σχετικά μεγάλου χρόνου επεξεργασίας που απαιτείται. Η απολύμανση του ρευστού πριν τη κατάθλιψή του στη θάλασσα έχει προηγουμένως ολοκληρωθεί με χλωρίωση. Πάντως η χλωρίωση αφήνει ένα ανεπιθύμητο χημικό κατάλοιπο το οποίο συχνά είναι υπερβολικό και επιζήμιο για την υδρόβια - θαλάσσια ζωή. Κατά συνέπεια, υπάρχει ανάγκη για ένα κατάλληλο σύστημα επεξεργασίας το οποίο δε πρέπει να είναι υπερμεγέθες, πολύπλοκο κοστοβόρο και να μην απαιτεί τη συνεχή παρακολούθηση και τον έλεγχο από έναν χειριστή.

Αυτού του είδους η μέθοδος για την επεξεργασία των λυμάτων είναι η πρώτη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για εφαρμογή πάνω σε πλοία. Γενικά τα στάδια που ακολουθούνται κατά τη διαδικασία της μεθόδου περιλαμβάνει τα εξής χαρακτηριστικά : πολτοποίηση – κονιορτοποίηση των στερεών λυμάτων με κατάλληλη αντλία πολτοποίησης (macerator), πλέγμα συγκράτησης όπου γίνεται διήθηση των χονδροειδών – ογκοδών στερεών, ανάμιξη με αέρα, κατακάθιση

αιωρούμενων στερεών λόγω βαρύτητας, επίπλευση, φιλτράρισμα και απολύμανση με κατάλληλο διάλυμα συνήθως χλωρίου.

Σύνοψη – Περίληψη διαδικασίας

Τα συγκεκριμένα συστήματα επεξεργασίας ξεπερνούν πολλά από τα μειονεκτήματα των προηγούμενων θαλάσσιων συσκευών υγιεινής παρέχοντας ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων το οποίο είναι αυτοματοποιημένο, αποτελεσματικό, και απαιτεί ελάχιστο έλεγχο κατά τη λειτουργία και μικρή συντήρηση.

Το λύμα πρώτα διέρχεται σε μια συσκευή διαχωρισμού στερεών τύπου σίτας (μεταλλικό δίχτυ). Τα στερεά απόβλητα, εισέρχονται ύστερα σε μια δεξαμενή κατακράτησης από την οποία αντλούνται από μια αντλία πολτοποίησης / μεταφοράς μέσα στο λέβητα - καζάνι του πλοίου για καύση ή διατίθενται κάπου αλλού. Το υγρό ρέει από τη συσκευή διαχωρισμού μέσα σε μια πρωτεύουσα δεξαμενή κατακάθισης. Στη κατάσταση επεξεργασίας, το λύμα στη συνέχεια διοχετεύεται μέσω βαλβίδας εκτροπής σε μια σειρά από αντιδραστήρες όζοντος – οξυγόνωσης όπου μέσα εκεί το ρευστό αναμιγνύεται με αέρα για τη καταστροφή των βακτηριδίων, οξειδώνοντας τα εναπομείναντα αιωρούμενα στερεά και ορισμένα διαλυμένα οργανικά υλικά, για την απομάκρυνση των δυσάρεστων οσμών, και για την οξυγόνωση του ρευστού μίγματος. Το απόβλητο λύμα καλείται πλέον εκροή, συσσωρεύεται σε μια δευτερεύουσα δεξαμενή κατακάθισης από την οποία αντλείται στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Κατά τις περιόδους όπου έχουμε χαμηλή ροή λυμάτων το σύστημα λειτουργεί σε μια κατάσταση επανακυκλοφορίας, στην οποία η βαλβίδα εκτροπής επιτρέπει στο ρευστό να ανακυκλωθεί μέσω των αντιδραστήρων όζοντος μέχρι το λύμα να αρχίσει ξανά να συγκεντρώνεται στη πρωταρχική δεξαμενή κατακράτησης.

Η διπλής κατάστασης ικανότητα του συστήματος επιτρέπει τη συνεχή λειτουργία, ως εκ τούτου εξαλείφει την πιθανότητα παύσης της λειτουργίας των αντλιών και των αντιδραστήρων όζοντος ενώ καθιστά ικανή την αυτόματη λειτουργία και έλεγχο.

Αντικειμενικοί σκοποί του συστήματος:

- Έχει ελάχιστα χημικά κατάλοιπα στο ρευστό που καταθλίβεται
- Κατάλληλο για χρήση σε πλοία
- Λειτουργεί και σε κατάσταση επεξεργασίας και σε κατάσταση επανακυκλοφορίας

- Λειτουργεί αυτόματα και συνεχόμενα
- Χρησιμοποιεί όζον για την επεξεργασία του λύματος το οποίο περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις των αιωρούμενων στερεών.

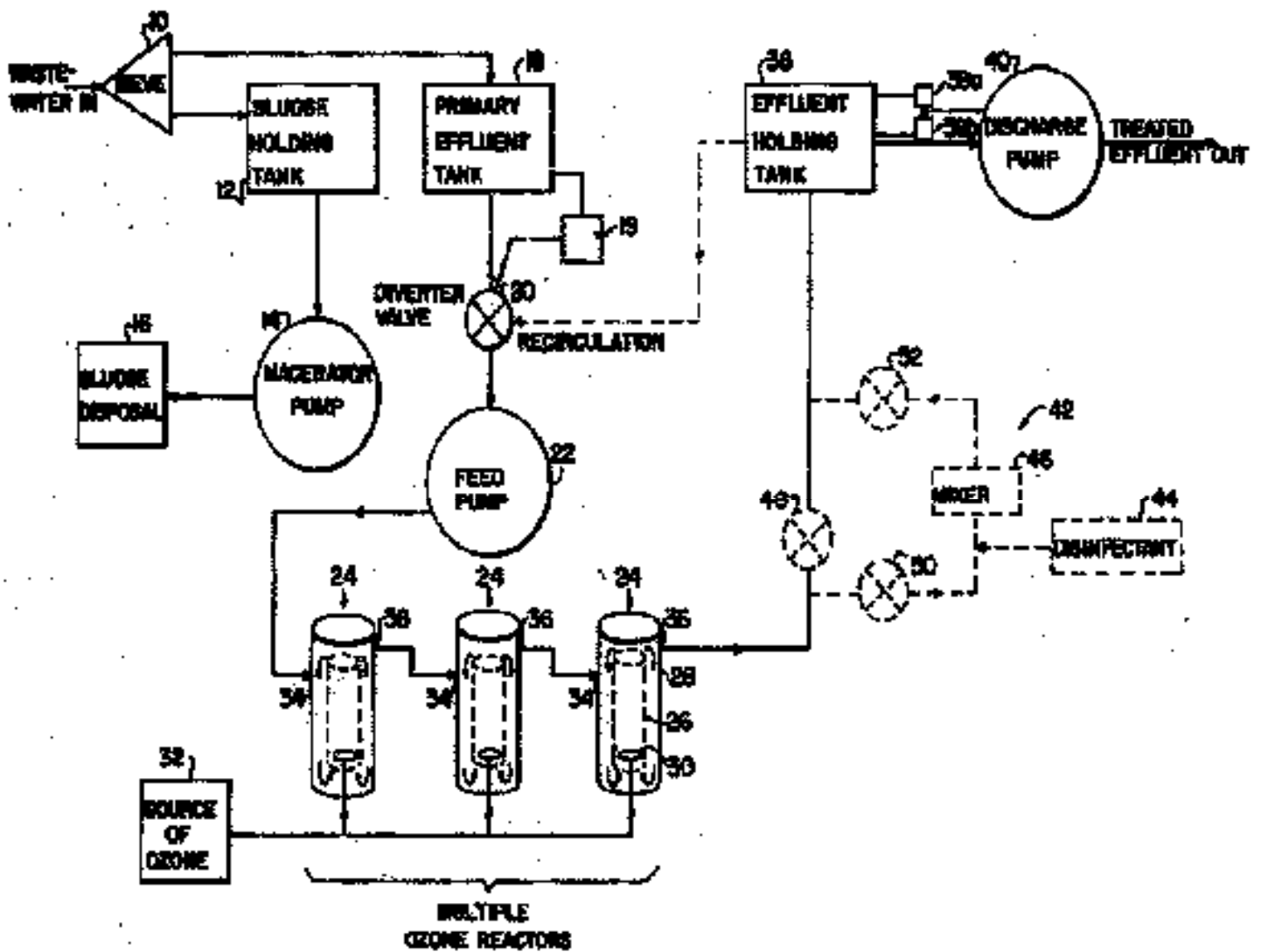
Παρακάτω ακολουθεί μια αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας με βάση το σχέδια 3.1 και 3.2 στα οποία αναφέρονται, ενώ στη συνέχεια ακολουθούν τρεις χαρακτηριστικοί τύποι συστημάτων που επεξεργάζονται τα λύματα με τη μέθοδο αυτή στα πλοία των εταιρειών TRITON, HAMANN και MARINFLOC.

Συνοπτική περιγραφή σχεδίου

Αναφερόμενοι τώρα στο σχέδιο, τα αριθμημένα μέρη παραπέμπουν στα συγκεκριμένα εξαρτήματα του συστήματος επεξεργασίας όπως δείχνονται στο σχέδιο. Το λύμα ρέει από το σύστημα συλλογής λυμάτων του πλοίου μέσα στο μεταλλικό πλέγμα (κόσκινο) **10** όπου απομακρύνεται ένα μεγάλο μέρος των στερεών από αυτό. Το πλέγμα **10** είναι μια πλεονεκτική συσκευή διαχωρισμού των στερεών επειδή είναι σχετικά – συγκριτικά φθηνή, δεν έχει κινούμενα μέρη, και απαιτεί λίγο ή καθόλου εποπτεία – επίβλεψη κατά τη λειτουργία. Ένα παράδειγμα τέτοιου πλέγματος το οποίο έχει βρεθεί ότι είναι αποτελεσματικό στο παρόν σύστημα είναι το “Hydrasieve” που κατασκευάζεται από την εταιρεία Combustion Engineering, Inc. Τα στερεά τα οποία απομακρύνονται από το λύμα μέσω του πλέγματος **10** συσσωρεύονται σε μια δεξαμενή κατακράτησης **12**. Όταν η δεξαμενή αυτή γεμίζει, η ιλύς αντλείται από μια αντλία πολτοποίησης / μεταφοράς **14** σε κάποιο κατάλληλο μέσο απόθεσης ιλύος **16**. Ένα πλεονεκτικό τέτοιο μέσο εναπόθεσης ιλύος περιλαμβάνει αποτέφρωση εγχέοντας την ιλύ μέσα σε λέβητα. Στο συγκεκριμένο σύστημα η λειτουργία της αντλίας **14** και του μέσου διάθεσης της ιλύος **16** είναι αυτοματοποιημένη, δηλαδή η λειτουργία ξεκινά από ένα αισθητήρα στάθμης στη δεξαμενή **12**. Η χειροκίνητη λειτουργία είναι επίσης αποτελεσματική, αφού η ύπαρξη του αισθητήρα στη δεξαμενή δίνει σήμα στο χειριστή να εκκινήσει την αντλία.

Η υδάτινη φάση του λύματος, η οποία καλείται πρωταρχικό ρευστό, περνώντας μέσα από το μεταλλικό πλέγμα **10** συλλέγεται στην πρωταρχική δεξαμενή **18**. Η δεξαμενή αυτή γεμίζει σε ένα βαθμό ανάλογα με τη ταχύτητα ροής του ρευστού, και έχει αρκετή – επαρκή ικανότητα να συγκρατεί – διατηρεί τις ροές κατά τη διάρκεια περιόδων μέγιστης λειτουργίας όπου η ταχύτητα ροής του ρευστού μπορεί να υπερβεί τη ταχύτητα επεξεργασίας των καταλοίπων του συστήματος. Στη κατάσταση επεξεργασίας του συστήματος, το πρωταρχικό ρευστό αντλείται από τη

δεξαμενή 18 μέσω μιας βαλβίδας - επιστομίου εκτροπής 20 από μια αντλία τροφοδοσίας 22. Σε ένα αυτοματοποιημένο σύστημα, η βαλβίδα 20 μπορεί να είναι ένα κατάλληλο κινούμενο σφαιροειδές επιστόμιο. Ύστερα το ρευστό ρέει μέσω ενός πολλαπλού συστήματος συγκεντρικών - ομόκεντρων κυλινδρικών αντιδραστήρων όζοντος 24 οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι σε σειρά. Έτσι, η έξοδος του πρώτου αντιδραστήρα συνδέεται με την είσοδο του δεύτερου αντιδραστήρα κ.ο.κ. Αν και στο σχήμα φαίνονται τρεις αντιδραστήρες όζοντος, ο πραγματικός αριθμός αυτών σε μια εγκατάσταση εξαρτάται από την ποσότητα και τη ταχύτητα ροής του λύματος που πρόκειται να επεξεργαστεί. Ένας επαρκής αριθμός αντιδραστήρων πρέπει να χρησιμοποιείται ώστε να οξυγονώνει κατάλληλα το πρωτεύων ρευστό.



Σχήμα 3.1 Σχηματική διάταξη περιγραφής φυσικής/χημικής διαδικασίας

Κάθε αντιδραστήρας όζοντος περιλαμβάνει ένα εσωτερικό κύλινδρο **26** ο οποίος περιέχεται μέσα σε ένα εξωτερικό κύλινδρο **28** με κάποιο κενό ανάμεσα στους δύο, και ο οποίος σφραγίζεται από τις δύο άκρες του για να σχηματίσει ένα κλειστό θάλαμο. Ένας διασκορπιστήρας **30** είναι τοποθετημένος μέσα στο κατώτερο μέρος του εσωτερικού κυλίνδρου και συνδέεται με μια πηγή όζοντος υπό πίεση **32**. Η πηγή αυτή μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιαδήποτε κατάλληλη από τις διαθέσιμες μεθόδους για να παράγει όζον, για παράδειγμα, έναν αεροσυμπιεστή και ξηραντήρα αέρα συνδεδεμένο με ένα ηλεκτρικό τόξο για την παραγωγή του όζοντος. Ο ψεκαστήρας **30** χρησιμεύει για να σχηματίσει μικρές φυσαλίδες όζοντος, όπου προωθούν – διευκολύνουν την αλληλεπίδραση του όζοντος με το πρωτεύον ρευστό. Κατά τη λειτουργία όπως φαίνεται από τα βέλη στο σχήμα, το ρευστό εισέρχεται στην εισαγωγή **34**, ρέει προς τα κάτω μεταξύ των δύο κυλίνδρων, ύστερα ανεβαίνει προς τα πάνω μέσα από τον εσωτερικό κύλινδρο **26** όπου αναμιγνύεται με τις φυσαλίδες αερίου που περιέχουν όζον. Η ροή των φυσαλίδων αυτών σπρώχνει το ρευστό να ρεύσει προς τα πάνω μέσω του κυλίνδρου **26** και να επανακυκλοφορήσει προς τα κάτω μεταξύ των δύο κυλίνδρων, έτσι ώστε να επεκταθεί ο χρόνος επεξεργασίας σε κάθε αντιδραστήρα. Όταν η στάθμη του ρευστού μέσα στον αντιδραστήρα ανέβει στο επίπεδο του εξωτερικού κυλίνδρου **36**, η εκροή περνάει έξω από τον αντιδραστήρα και ρέει στον επόμενο κύλινδρο που ακολουθεί. Η υψηλή συγκέντρωση όζοντος και η μεγάλη περίοδος επαφής που παρέχεται από τους αντιδραστήρες καταστρέφει τα βακτηρίδια και απομακρύνει τις δυσάρεστες οσμές. Οι αντιδραστήρες λειτουργούν περαιτέρω για να απομακρύνουν περισσότερα από τα εναπομείναντα αιωρούμενα στερεά και διαλυμένα οργανικά υλικά, και για να οξυγονώσουν το ρευστό, το οποίο ρέει από τον τελευταίο αντιδραστήρα στη σειρά.

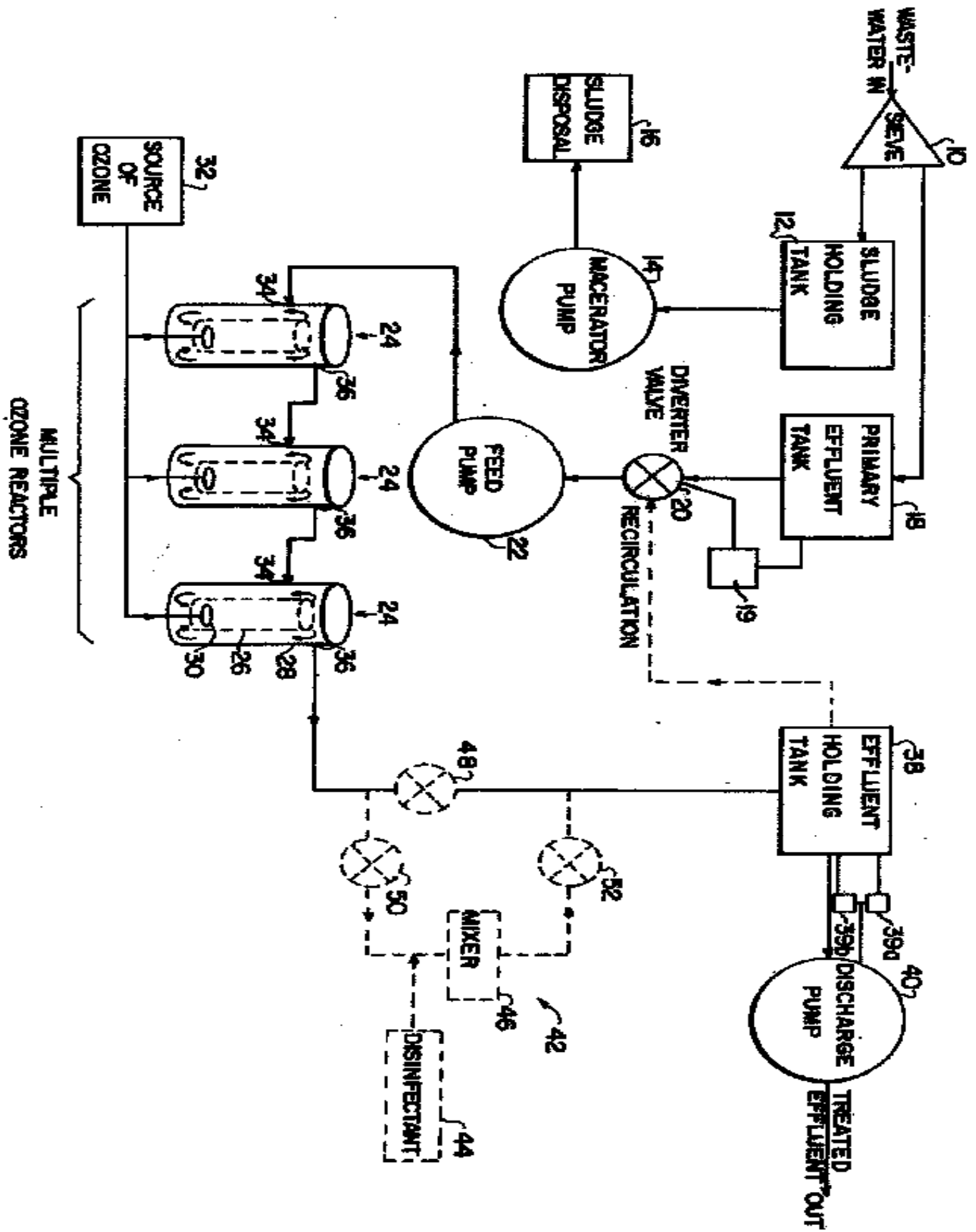
Στη συνέχεια το ρευστό ρέει από τον τελευταίο αντιδραστήρα στη δεξαμενή κατακράτησης **38** όπου συσσωρεύεται μέχρι να γεμίσει η δεξαμενή, όπου τότε το ρευστό αντλείται από αντλία **40** και καταθλίβεται εκτός πλοίου. Η αντλία αυτή μπορεί να ξεκινά και να σταματάει, για παράδειγμα, από αισθητήρες υψηλής **39(α)** και χαμηλής **39(β)** στάθμης αντίστοιχα, στη δεξαμενή **38**. Ο χαμηλής στάθμης αισθητήρας πρέπει να τοποθετείται σε θέση έτσι ώστε όταν η αντλία **40** διακόπτει τη λειτουργία της μια επαρκή εναπομείνουσα ποσότητα ρευστού στη δεξαμενή να πάει για επανακυκλοφορία όπως περιγράφεται παρακάτω.

Κατά τις περιόδους χαμηλής ταχύτητας ροής του λύματος όταν η πρωταρχική δεξαμενή **18** είναι σχεδόν άδεια, ένα αισθητήριο μέσο **19** της στάθμης του ρευστού

προκαλεί το σύστημα να αλλάξει κατάσταση από τη κατάσταση επεξεργασίας στη κατάσταση επανακυκλοφορίας. Για να πραγματοποιήσει την αλλαγή κατάστασης, η βαλβίδα εκτροπής **20** αλλάζει θέση και εμποδίζει τη ροή του ρευστού από τη δεξαμενή **18** όταν την ίδια ώρα επιτρέπει στο ρευστό που βρίσκεται στη δεξαμενή **38** να εισρεύσει μέσω της βαλβίδας **20** πίσω στους αντιδραστήρες όζοντος **24**. Η κατάσταση επανακυκλοφορίας συνεχίζει μέχρι το πρωταρχικό ρευστό αρχίσει ξανά να συγκεντρώνεται στη δεξαμενή **18**, οπότε η βαλβίδα **20** αλλάζει πάλι στην αρχική της κατάσταση και επιστρέφει το σύστημα στη κατάσταση επεξεργασίας. Η κατάσταση επανακυκλοφορίας επιτρέπει συνεχόμενη λειτουργία της τροφοδοτικής αντλίας **22** και των αντιδραστήρων όζοντος στην πηγή **32**. Αυτό απομακρύνει το κίνδυνο διακοπής λειτουργίας αυτών των στοιχείων, έτσι απλοποιεί την αυτοματοποιημένη λειτουργία και τον έλεγχο του συστήματος.

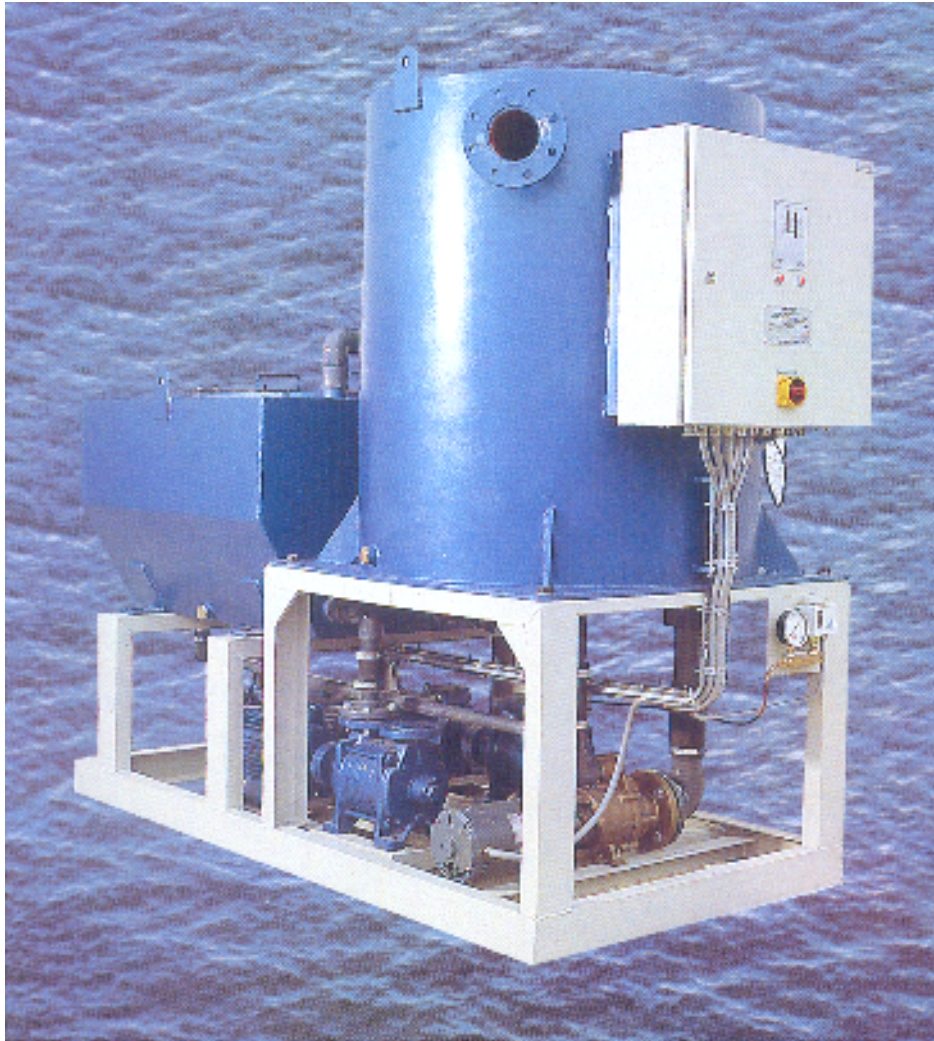
Αν οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί απαιτούν ένα συγκεκριμένο ποσοστό χλωρίνης στο επεξεργασμένο λύμα, ή η βακτηριδιακή ανάπτυξη επανεμφανίζεται μέσα στη δεξαμενή κατακράτησης **38** και στο δίκτυο κατάθλιψης, τότε ένα υποσύστημα απολύμανσης είναι αναγκαίο. Το υποσύστημα απολύμανσης **42** μπορεί να είναι τοποθετημένο στη κατεύθυνση ρεύματος του τελευταίου αντιδραστήρα όζοντος **24** όπως φαίνεται στο σχήμα. Ένα τυπικό τέτοιο σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει μια παροχή απολυμαντικού μέσου **44** ακολουθούμενου από έναν αναμίκτη **46** και βαλβίδες – επιστόμια **48,50** και **52** για να μετράνε τη ροή του ρευστού που περνάει μέσω του υποσυστήματος. Η λειτουργία και ο έλεγχος των βαλβίδων, του αναμίκτη και του απολυμαντήρα μπορεί να είναι αυτόματη ή χειροκίνητη.

Είναι προφανές ότι τροποποιήσεις και παραλλαγές του συστήματος είναι πιθανές επιπλέον των παραπάνω που αναφέρθηκαν. Για παράδειγμα, το όζον μπορεί να διοχετευθεί από τους αντιδραστήρες **24** και να ψεκαστεί μέσω της δεξαμενής **18** ώστε να πραγματοποιηθεί μια πρωταρχική επεξεργασία στο πρωτεύων ρευστό, ή ένα μίγμα αέρα / όζοντος μπορεί να ψεκαστεί μέσα στη δεξαμενή κατακράτησης **12** για να εμποδίσει τις αναερόβιες συνθήκες να αναπτυχθούν και να προλάβει την εν δυνάμει δημιουργία βλαβερών αερίων.



Σχήμα 3.2 Σχηματική διάταξη περιγραφής φυσικής/χημικής διαδικασίας

3.2.1 Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με φυσική / γημική διαδικασία TRITON



Χαρακτηριστικά

Τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων τύπου TRITON εμφανίζουν τα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά :

- Μικρότερο βάρος και όγκο (μέχρι 10 φορές) από τα συνήθη συστήματα βιολογικού καθαρισμού.
- Πλήρως αυτοματοποιημένα με μικροϋπολογιστή.
- Εύκολη εγκατάσταση. Διαιρούμενα σε τρία τμήματα για ευκολία μεταφοράς στο χώρο της εγκατάστασης.
- Φέρουν ηλεκτρονική μονάδα ενδείξεων για τον συνεχή και αποτελεσματικό έλεγχο όλων των στοιχείων.
- Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

- Παραμονή stand – by.

Αρχή Λειτουργίας

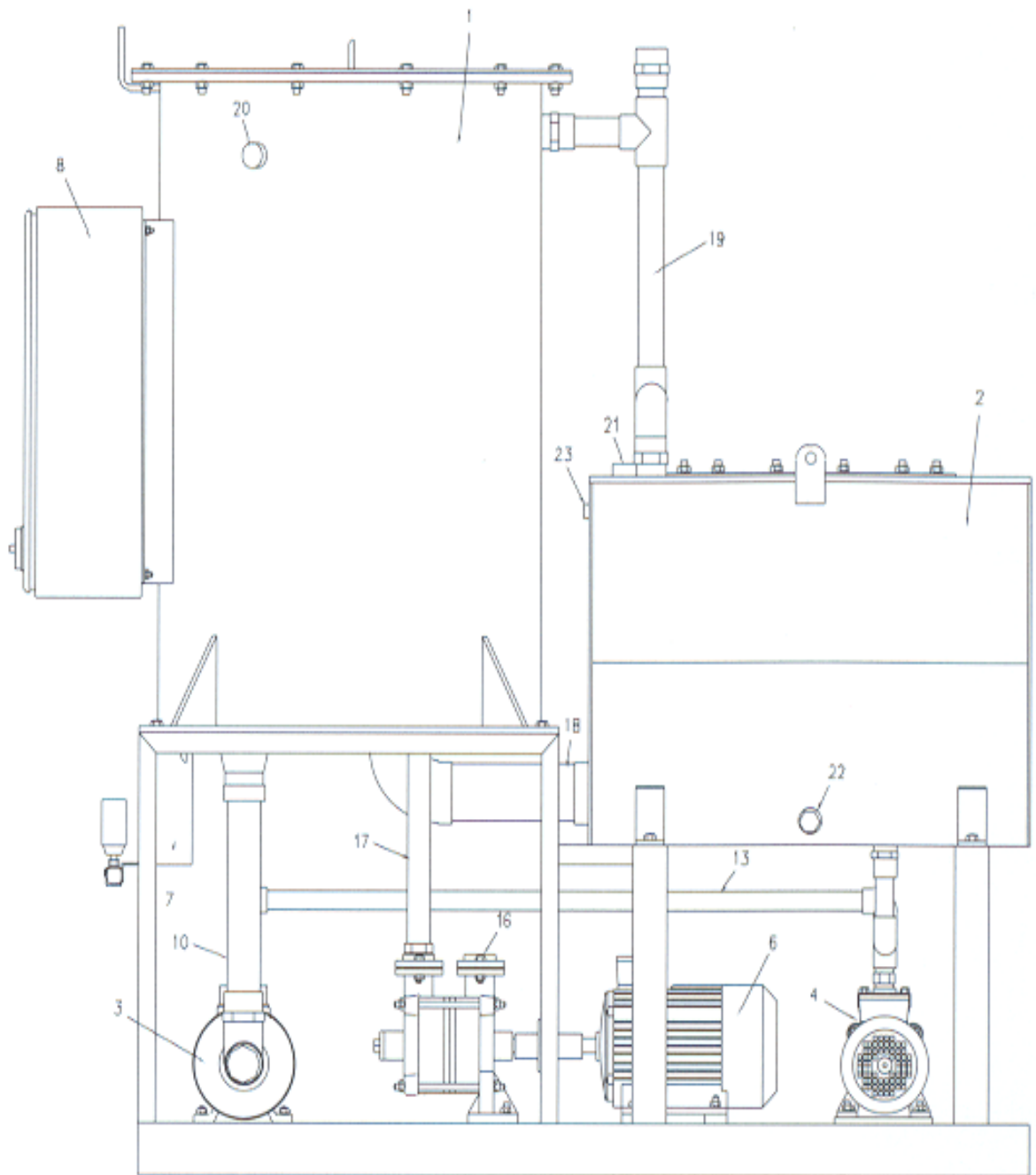
Τα λύματα εισέρχονται στο πρώτο στάδιο επεξεργασίας όπου λαμβάνει χώρα πολτοποίηση των στερεών με τη βοήθεια κατάλληλης αντλίας (macerator – pump). Τα πολτοποιημένα λύματα καταθλίβονται σε κατάλληλο πλέγμα συγκράτησης ογκοδών στερεών και τα υγρά που διαπερνούν το πλέγμα οδηγούνται στο δεύτερο στάδιο επεξεργασίας. Το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας περιλαμβάνει κατακάθιση των αιωρούμενων στερεών και ακολούθως απολύμανση με χρήση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου (χλωρίνη).

Κυριότερα Μέρη

Κάθε μονάδα επεξεργασίας λυμάτων αποτελείται από :

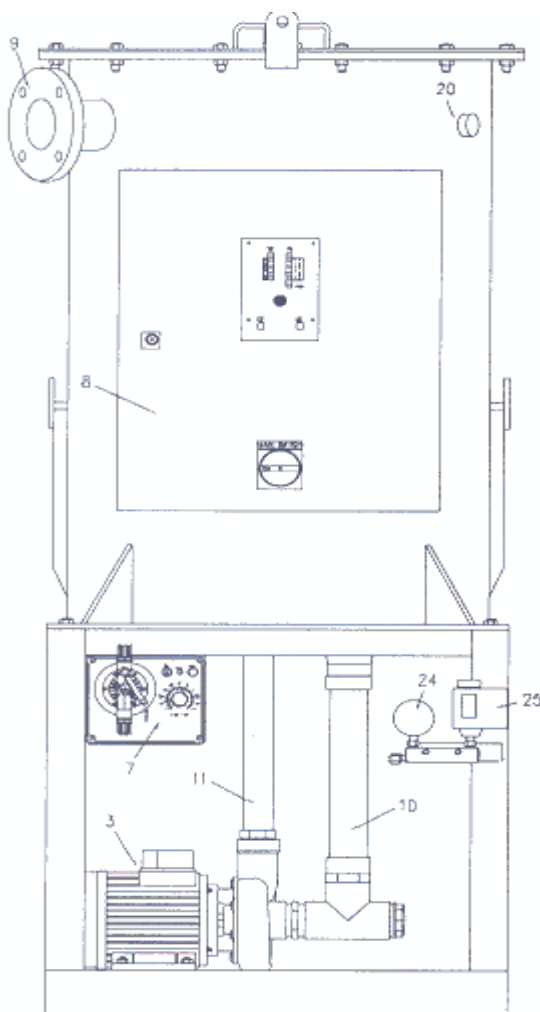
1. Δεξαμενή συγκέντρωσης – Επεξεργασίας : Συλλογή και πρώτο στάδιο επεξεργασίας.
2. Δεξαμενή κατακάθισης και απολύμανσης : Δεύτερο στάδιο επεξεργασίας.
3. Αντλία πολτοποίησης : Πολτοποίηση ακατέργαστων λυμάτων στο πρώτο στάδιο.
4. Αντλία καταλοίπων : Ανακυκλοφορία ιλύος και στερεών από το δεύτερο στο πρώτο στάδιο, καθιστώντας τη μονάδα αυτοκαθαριζόμενη.
5. Αντλία απόρριψης : Απόρριψη του επεξεργασμένου νερού στη θάλασσα μετά το πέρας της επεξεργασίας.
6. Αντλία έκπλυσης : Καθαρισμός με καθαρό νερό υπό – πίεση μέσω καταιονιστήρων (springlers) του πρώτου σταδίου.
7. Δοσομετρική αντλία : Παροχή κατάλληλης ποσότητας διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου για απολύμανση.
8. Πίνακας ελέγχου : Ελέγχει αυτόματα τη διαδικασία επεξεργασίας των λυμάτων και προειδοποιεί για οποι

Στα παρακάτω σχήματα 3.3,3.4 και 3.5, φαίνονται τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το συγκεκριμένο σύστημα

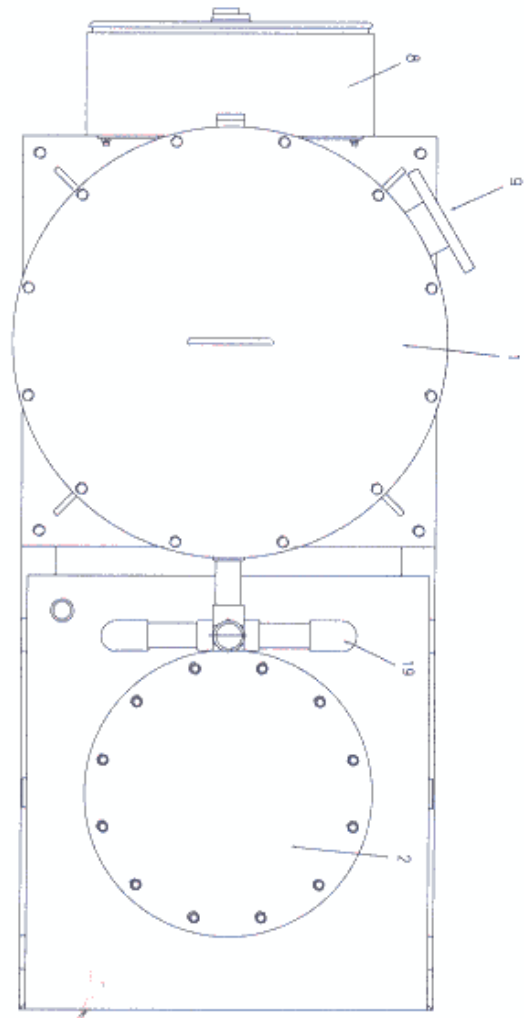


Σχήμα 3.3 Διάταξη μονάδας TRITON

1. 1^ο στάδιο
2. 2^ο στάδιο
3. Αντλία πολτοποίησης.
4. Αντλία καταλοίπων.
5. Αντλία εξαγωγής.
6. Αντλία έκπλυσης.
7. Δοσομετρική αντλία χλωρίωσης.
8. Πίνακας ελέγχου.
9. Εισαγωγή λυμάτων.
10. Αναρρόφηση αντλία πολτοποίησης.
11. Κατάθλιψη αντλία πολτοποίησης.
12. Αναρρόφηση αντλία καταλοίπων.
13. Κατάθλιψη αντλία καταλοίπων.
14. Αναρρόφηση αντλία εξαγωγής.
15. Κατάθλιψη αντλία εξαγωγής.
16. Αναρρόφηση αντλία έκπλυσης.
17. Κατάθλιψη αντλία έκπλυσης.
18. Σωλήνωση επικοινωνίας.
19. εξαεριστικό.
20. Ανιχνευτής υψηλής στάθμης.
21. Ανιχνευτής στάθμης.
22. Ανόδιο προστασίας από διάβρωση.
23. Εισαγωγή χλωρίου.
24. Μανόμετρο.
25. Πρεσοστάτης.

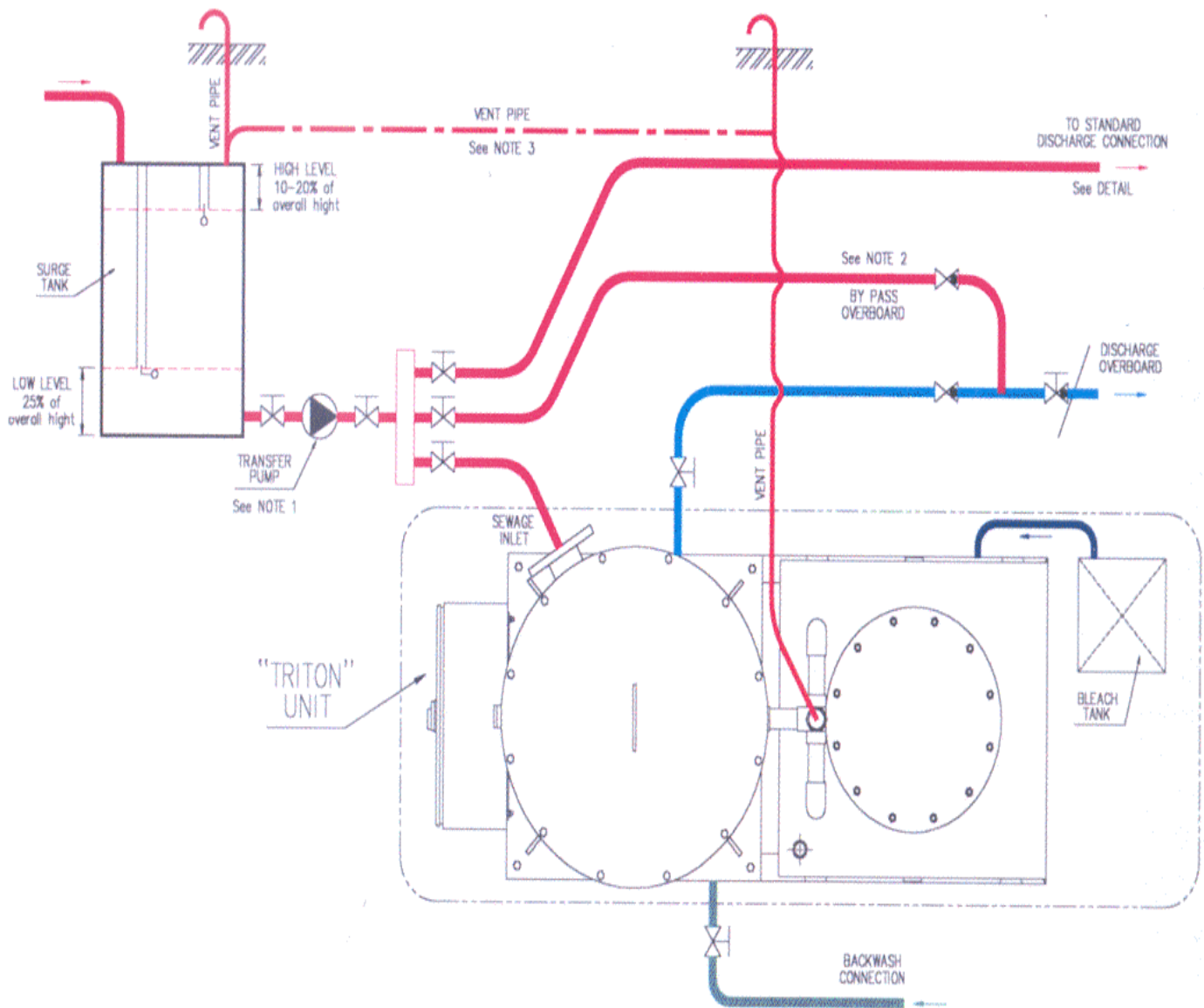


Σχήμα 3.4



Σχήμα 3.5

Στο παρακάτω σχήμα 3.6 φαίνεται μια τυπική εγκατάσταση συστήματος TRITON με το προαιρετικό transfer kit.



Σχήμα 3.6

3.2.2 Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με φυσική / χημική διαδικασία HAMANN

Αρχή λειτουργίας

Όλα τα απόβλητα ύδατα, όπως το μαύρο και γκριζό νερό, εισέρχονται μέσα σε μια δεξαμενή κατακράτησης. Όταν τα λύματα φτάσουν σε μια καθορισμένη στάθμη έναρξης, το σύστημα επεξεργασίας θα ξεκινήσει να λειτουργεί.

Με τη τοποθέτηση του σωλήνα αναρρόφησης περίπου 300 mm πάνω από τον πυθμένα της δεξαμενής, υπάρχει κενός χώρος μεταξύ του πυθμένα και του σωλήνα για τη συλλογή του λύματος. Τα κατάλοιπα μπορούν να εκπλυθούν και να απαντηθούν έξω από το σύστημα επεξεργασίας όταν το πλοίο πλέει σε μη απαγορευμένες περιοχές που είναι συνήθως τα 12 ναυτικά μίλια. Αυτό μπορεί να γίνει είτε μέσω έκπλυσης με άφθονο νερό της μονάδας επεξεργασίας ή με απάντληση των καταλοίπων όταν υπάρχει η κατάλληλη αντλία. Επίσης τα κατάλοιπα μπορούν να παραδοθούν σε εγκαταστάσεις υποδοχής λυμάτων.

Κατά την αναρρόφηση του λύματος μέσω της αντλίας πολτοποίησης, αυτό θα περάσει από έναν αεραγωγό στο υψηλότερο σημείο του δικτύου σωλήνωσης και θα αεριστεί, αναμιγνύοντας το ένα τρίτο στον όγκο του λύματος.

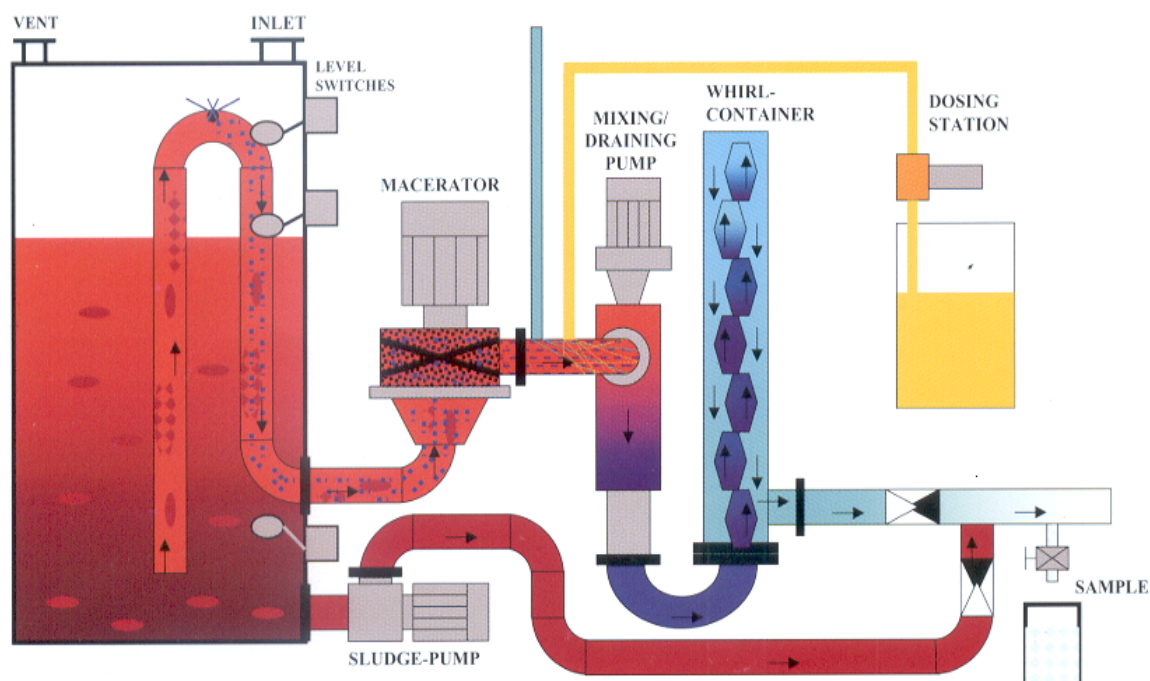
Η επιμήκυνση της έκτασης της επιφάνειας λαμβάνει χώρα δια μέσω του πολτοποιητή, ο οποίος θρυμματίζει όλα τα αιωρούμενα στερεά σε κομμάτια του ενός χιλιοστού και μια δύναμη που δημιουργείται από ένα δυνατό στροβιλισμό, όπου τα λύματα ρέοντας μέσα στο θάλαμο της αντλίας ανάμιξης και αποξήρανσης συναντούν τα στροφεία απευθείας ροής σε μια αντίστροφη κατεύθυνση, τα οποία επιπλέον θα διασπάσουν τα οργανικά υλικά σε ακόμη μικρότερα κομμάτια. Η πιο ευνοϊκή επιμήκυνση της έκτασης της επιφάνειας ακολουθεί τη φυσική / χημική διαδικασία.

Τα λύματα τα οποία βρίσκονται στο θάλαμο αντίδρασης της αντλίας ανάμιξης και αποξήρανσης περιέχει δύο τρίτα ακάθαρτο νερό και ένα τρίτο αέρα αναμιγμένο με υποχλωρικό νάτριο, το οποίο εισάγεται μέσα στο νερό από μια δοσομετρική αντλία πριν αυτό εισρεύσει μέσα στο θάλαμο αντίδρασης. Λόγω της ανάμιξης του οξυγόνου του αέρα και της χλωρίνης, τα οργανικά μέρη θα οξειδωθούν, και τα βακτήρια θα εξουδετερωθούν.

Για να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα των οξειδωμένων οργανικών υλικών και των κατεστραμμένων βακτηρίων πέραν του θαλάμου αντίδρασης, ο χρόνος αντίδρασης θα παραταθεί επιτρέποντας στα λύματα να εισρεύσουν μέσα σε ένα κλωβό στροβιλισμού. Τα λύματα εξερχόμενα από τον κλωβό στροβιλισμού θα έχουν

επεξεργαστεί σύμφωνα με τα πρότυπα και τους κανονισμούς που έχουν καθορισθεί από τους παρακάτω οργανισμούς : IMO, USCG II, Croatian Register, Sweden, Finland and RINA, καθένα από τα οποία παρέχουν τα απαραίτητα πιστοποιητικά. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου απευθείας ροής εξαρτάται από την υψηλή ποιότητα των υλικών, όπως είναι ο κινητήρας Hyralon, μαχαίρια κοπής από βολφράμιο, δαχτυλίδια κοπής από ανοξείδωτο χάλυβα, ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316 για όλα τα μηχανικά μέρη που έρχονται σε επαφή με το υποχλωρικό νάτριο και τα λύματα, διαφράγματα από τεφλόν για τις δοσομετρικές αντλίες κλπ.

Η αντλία καταλοίπων υπάρχει για να εξασφαλίσει την ευκολότερη αφαίρεση των καταλοίπων ενισχύοντας την προσπάθεια άντλησης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης ή συναγερμού. Όταν το πλοίο πλέει σε περιοχές μη ευαίσθητης περιβαλλοντικής σημασίας, η εγκατάσταση έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τη θέση του διακόπτη από τη θέση «κατάσταση επεξεργασίας» στη θέση «κατάσταση απόρριψης» όπου η δεξαμενή μπορεί να απαλλαγεί από τα λύματα μόνο με την αντλία καταλοίπων.



Σχήμα 3.7 : Διάταξη λειτουργίας συστήματος HAMANN

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται ορισμένοι τύποι συστημάτων HAMANN κατάλληλα σχεδιασμένων για την επεξεργασία του μαύρου και γκριζου ύδατος :

Πίνακας 3.1 : Μοντέλα του συστήματος με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους

Τύπος	Αριθμός ατόμων	Ικανότητα παραγωγής (lt/day)	Μέγιστο Φορτίο (lt/h)	Διαστάσεις (mm)			Βάρος (kg)
				Μήκος	Πλάτος	Ύψος	
SUPER MINI	12	2520	420	0,74	0,55	0,64	60
MINI	20	5400	700	0,85	1,04	1,20	250
ICBM FRAME	30	8100	1000	0,35	0,77	1,05	350
MINI BIG	30	8100	1000	0,96	1,25	1,45	350
C-45	45	12150	2800	1,30	1,45	1,70	700
4CBM FRAME	80	21600	2800	0,63	1,35	1,50	360
C-80	80	21600	2800	1,84	1,55	1,70	870
C-140	140	37800	5000	1,97	2,00	1,70	930
7CBM FRAME	140	37800	5000	0,63	1,35	1,56	360
C-300	300	81000	10000	2,80	2,20	2,08	1320
15CBM FRAME	300	81000	10000	0,73	1,35	1,94	450
C-600	600	162000	20000	2,72	2,84	2,24	1800
C-900	900	243000	30000	2,74	3,30	3,24	3400
C-2500	2500	675000	50000	6,62	3,45	2,40	7350

3.2.3 Σύστημα επεξεργασίας λυμάτων MARINFLOC

Βασικές αρχές και πλεονεκτήματα

Η αρχή λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων της εταιρείας αυτής βασίζεται στη φυσική και χημική διαδικασία. Αυτή η διαδικασία είναι ανώτερη από την αρχή της αερόβιας λειτουργίας από όλες τις απόψεις.

Για μια μονάδα χημικής επεξεργασίας, ο χρόνος επεξεργασίας είναι 2 ως 4 ώρες ενώ για μια βιολογική μονάδα είναι 20 ως 24 ώρες. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται 5 ως 12 φορές περισσότερος διαθέσιμος χώρος για τη βιολογική μονάδα για να επεξεργαστεί την ίδια ποσότητα λυμάτων. Η ισχύς που απαιτείται για να λειτουργήσει μια μονάδα χημικής επεξεργασίας είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή που απαιτείται σε μια βιολογική μονάδα αλλά η πρώτη είναι σε λειτουργία μόνο όταν υπάρχουν λύματα προς επεξεργασία, ενώ η δεύτερη πρέπει να είναι σε συνεχόμενη

λειτουργία 24 ώρες την ημέρα ώστε να διατηρεί τους μικροβιολογικούς οργανισμούς ζωντανούς. Έτσι συνολικά η ισχύς που καταναλώνεται είναι συνολικά μικρότερη στην πρώτη περίπτωση σε σχέση με τη δεύτερη.

Η μονάδα χημικής επεξεργασίας ξεκινά άμεσα και γρήγορα από τη στιγμή της πρώτης λειτουργίας της, σε αντίθεση με τη βιολογική μονάδα που απαιτεί τυπικά 8 ως 14 ημέρες για να αρχίσει τη λειτουργία της αφού απαιτείται πρώτα να αναπτύξει μια ενεργή βιολογική καλλιέργεια. Οι χημικές διαδικασίες και δραστηριότητες είναι ανθιστάμενες σε διάφορα μέσα καθαρισμού, οξέα, λάδια, γράσα και άλλες τοξίνες οι οποίες μπορεί να παρουσιάζονται, και τα οποία θα μπορούσαν να εξοντώσουν τους βιολογικούς μικρο οργανισμούς. Τα επιπλέοντα χημικά κατάλοιπα είναι λιγότερο ευαίσθητα σε κραδασμούς και δονήσεις από ότι τα βιολογικά κατάλοιπα ιζημάτων τα οποία μπορεί να διασκορπιστούν με το καθαρό νερό εξαγωγής, τα οποία έπειτα θα μπορούσαν να μολυνθούν από τα κατάλοιπα.

Γενική περιγραφή της λειτουργίας του συστήματος (σχήμα 3.8)

Τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων της εταιρείας αυτής επεξεργάζονται όλα τα ακάθαρτα νερά με μια κοινή και απλή διαδικασία ώστε να πετύχει όλα τα αυστηρά πρότυπα εκροής σύμφωνα με τους κανονισμούς του IMO και USCG. Για να εγγυηθεί μια σταθερή, αποτελεσματική και μόνιμη μείωση της μόλυνσης, το σύστημα λειτουργεί με μόνιμη και σταθερή ροή καθώς το εισερχόμενο νερό συλλέγεται σε μια δεξαμενή εισαγωγής. Όλα τα λύματα διέρχονται μέσω ενός αυτοκαθαριζόμενου πλέγματος. Στο στάδιο της οξείδωσης, το ακατέργαστο λύμα κυκλοφορεί αρκετές φορές κάτω από υψηλή πίεση καθώς ο αέρας οδηγείται στο σύστημα. Η εντατική ανάμιξη του αέρα με τα λύματα προκαλεί ένα πολύ οξυγονωμένο διατηρημένο σε σταθερή ατμοσφαιρική πίεση περιβάλλον – έχοντας σαν αποτέλεσμα τη ταχύ και γρήγορη διάσπαση των οργανικών μολυσματικών υλικών.

Τα μέσα συσσωμάτωσης-κροκίδωσης συνεχώς εγχέονται μέσα στο ρευστό μίγμα, ενισχύοντας τις ακαθαρσίες να ενωθούν και να σχηματίσουν μεγαλύτερο συνονθύλευμα

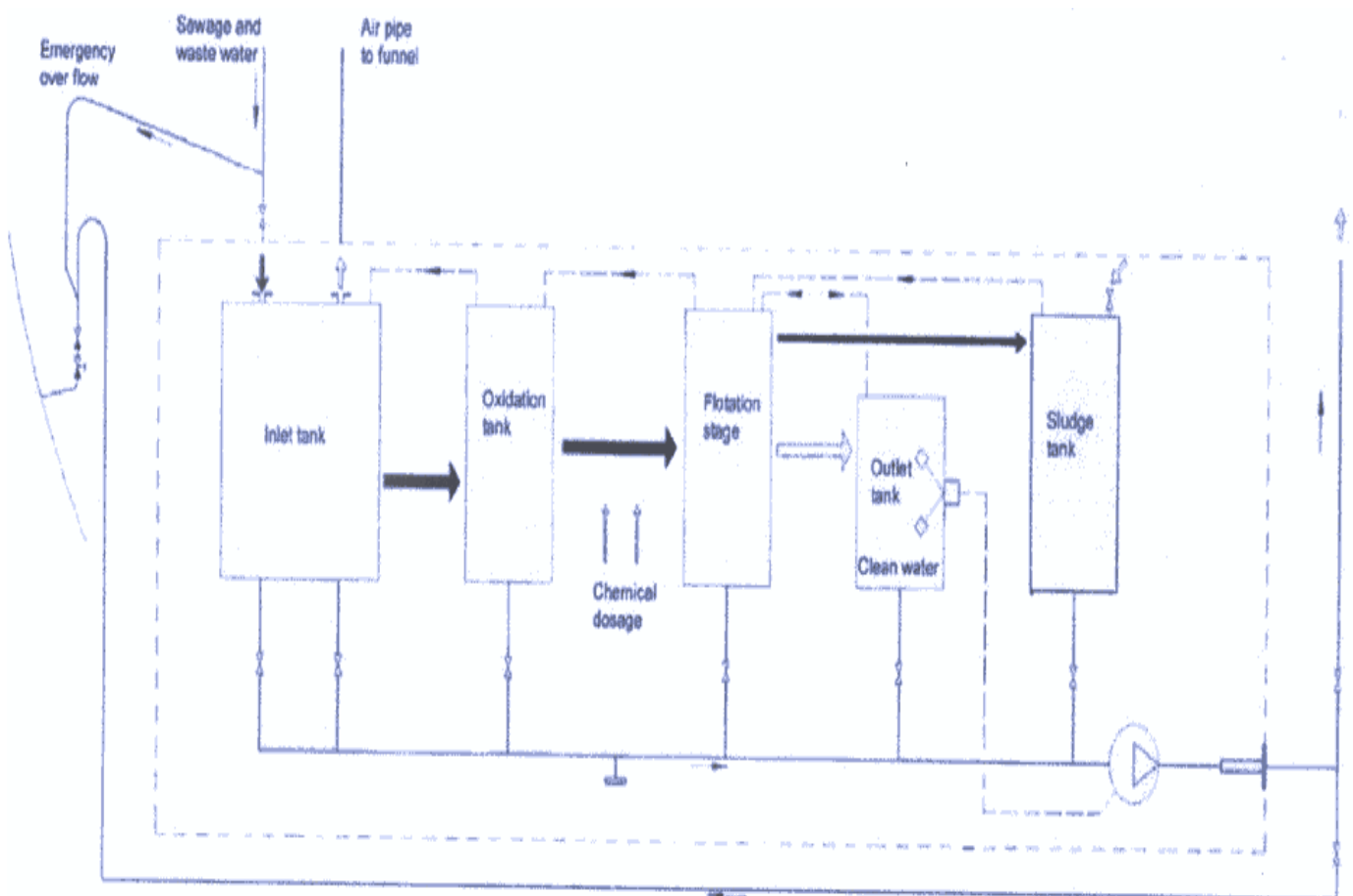
Στη δεξαμενή πλευστότητας – επίπλευσης, το συσσωμάτωμα που σχηματίζεται μεταφέρεται στην επιφάνεια της δεξαμενής από μικρές φυσαλίδες αέρα. Ένας λειαντικός ιμάντας μεταφοράς (ταινιοδρόμος) μεταφέρει το απορρέων κατάλοιπο στη δεξαμενή αποθήκευσης καταλοίπων. Ένα απολυμαντικό επίσης προστίθεται στο ρευστό, ελαχιστοποιώντας τα περιεχόμενα περιττωματικά

βακτηρίδια. Το καθαρισμένο νερό αυτόματα απορρίπτεται έξω από το πλοίο στη θάλασσα μέσω της δεξαμενής εξαγωγής.

Η λειτουργία βασίζεται στη χημική επεξεργασία, συνδυασμένη με μια διαδικασία οξείδωσης προσφέροντας υψηλή αποτελεσματικότητα και ελαχιστοποίηση των εξωτερικών διαστάσεων. Η μονάδα ξεκινά τη λειτουργία της αυτόματα όταν υπάρχει εισροή νερού προς επεξεργασία, αλλιώς είναι σε ετοιμότητα (stand by) απαιτώντας ελάχιστη ισχύ.

Η διαδικασία επεξεργασίας των λυμάτων χωρίζεται σε 5 στάδια :

1. Πλέγμα συγκράτησης χονδροειδών στερεών αποβλήτων και πρωταρχική επεξεργασία.
2. Οξείδωση και κυκλοφορία.
3. Επίπλευση (διαχωρισμός) συμπεριλαμβανομένου χλωρίωση /ακτινοβολία UV.
4. Απόρριψη επεξεργασμένου ύδατος.
5. Αποθήκευση καταλοίπων.



Σχήμα 3.8: Γενική περιγραφή της λειτουργίας του συστήματος

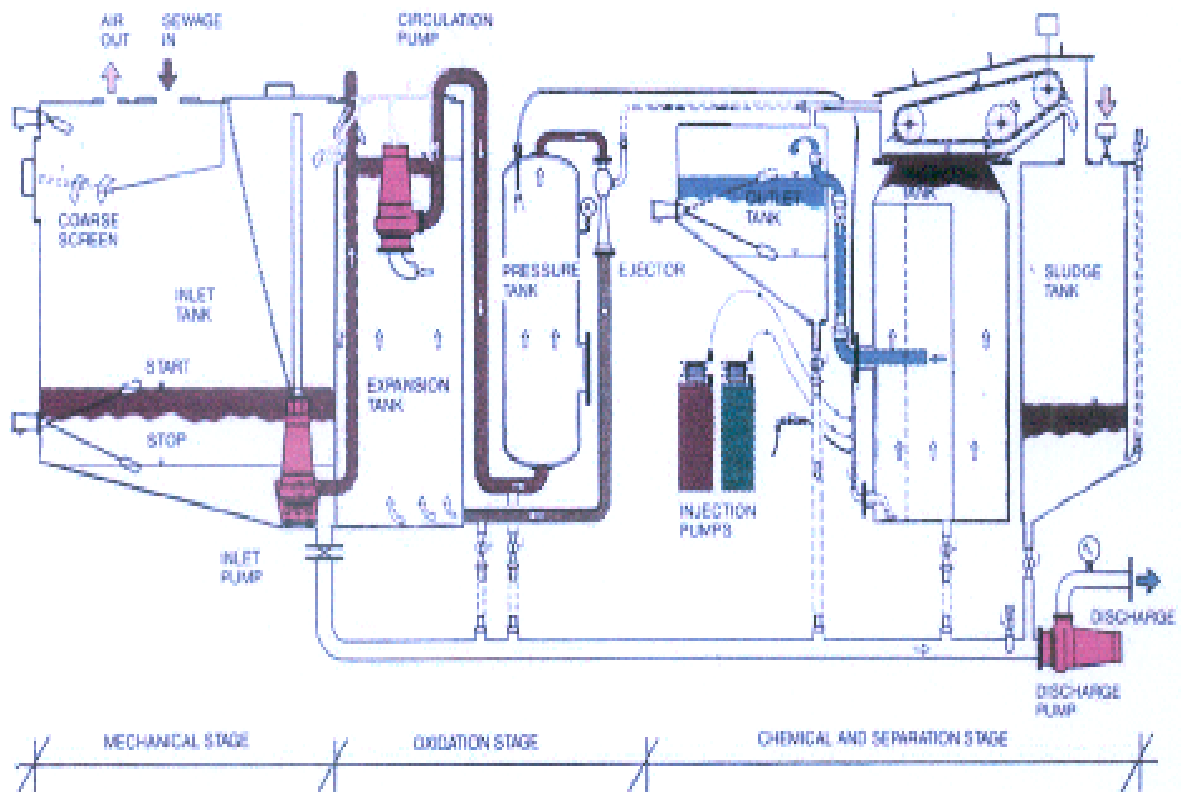
Μοντέλο NEPTUMATIC MOC 3ών σταδίων (σχήμα 3.7)

Το σύστημα αυτό παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- α) συνδυάζει και οξειδωτική και χημική επεξεργασία του «μαύρου» και «γκρίζου» ύδατος.
- β) συνδυάζει τις υψηλές δυνατότητες παραγωγής με αντίστοιχα μικρές σχετικές εξωτερικές διαστάσεις.
- γ) έχει γρήγορο χρόνο εκκίνησης, συνεπώς η μονάδα μπορεί να τερματίσει τη λειτουργία της σε πλόες έξω από απαγορευμένες περιοχές (μείωση του κόστους λειτουργίας).
- δ) έχει αποδείξει την αξιοπιστία της από το 1970 – καθώς η λίστα αναφοράς περιέχει πάνω από 400 μονάδες επεξεργασίας που έχουν λειτουργήσει σε διάφορα πλοία.
- ε) είναι προσαρμοστικό σύστημα. Μπορεί να εγκατασταθεί για επεξεργασία μόνο του «μαύρου νερού» ή και σε συνδυασμό για επεξεργασία «γκρίζου νερού». Ένα σύστημα σωληνώσεων ένωσης για «μαύρο» και «γκρίζο» νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις υψηλών προδιαγραφών χωρίς κανένα πρόβλημα.
- στ) είναι απόλυτα συμβατό με τις απαιτήσεις των διεθνών κανονισμών

Περιγραφή διαδικασίας μοντέλου (σχήμα 3.9)

Το ρευστό εκτρέπεται πρώτα στο μηχανικό στάδιο επεξεργασίας, όπου τα χονδροειδή στερεά απόβλητα διαχωρίζονται από ένα πλέγμα διαχωρισμού και τα ήπια, μαλακά στερεά διασπώνται και θρυμματίζονται από μια αντλία επανακυκλοφορίας και ανακύκλωσης. Στο επόμενο στάδιο, το στάδιο της οξείδωσης, το νερό κυκλοφορεί μέσω μιας δεξαμενής υψηλής πίεσης (pressurized tank), ένα εκχυτήρα και επιστρέφει πάλι σε μια δεξαμενή συστολής (expansion tank). Ο αέρας συνεχώς εγχέεται μέσα στο νερό από ένα σύστημα έγχυσης, προκαλώντας μια εντατική μίξη αέρα και λύματος, το οποίο σε συνδυασμό με το υψηλά οξυγονωμένο διατηρημένο σε σταθερή ατμοσφαιρική πίεση περιβάλλον προκαλεί μια ταχεία αποσύνθεση των οργανικών μολυσματικών υλικών, προκαλώντας μια σημαντική μείωση του βιοχημικώς απαιτούμενου οξυγόνου (BOD).



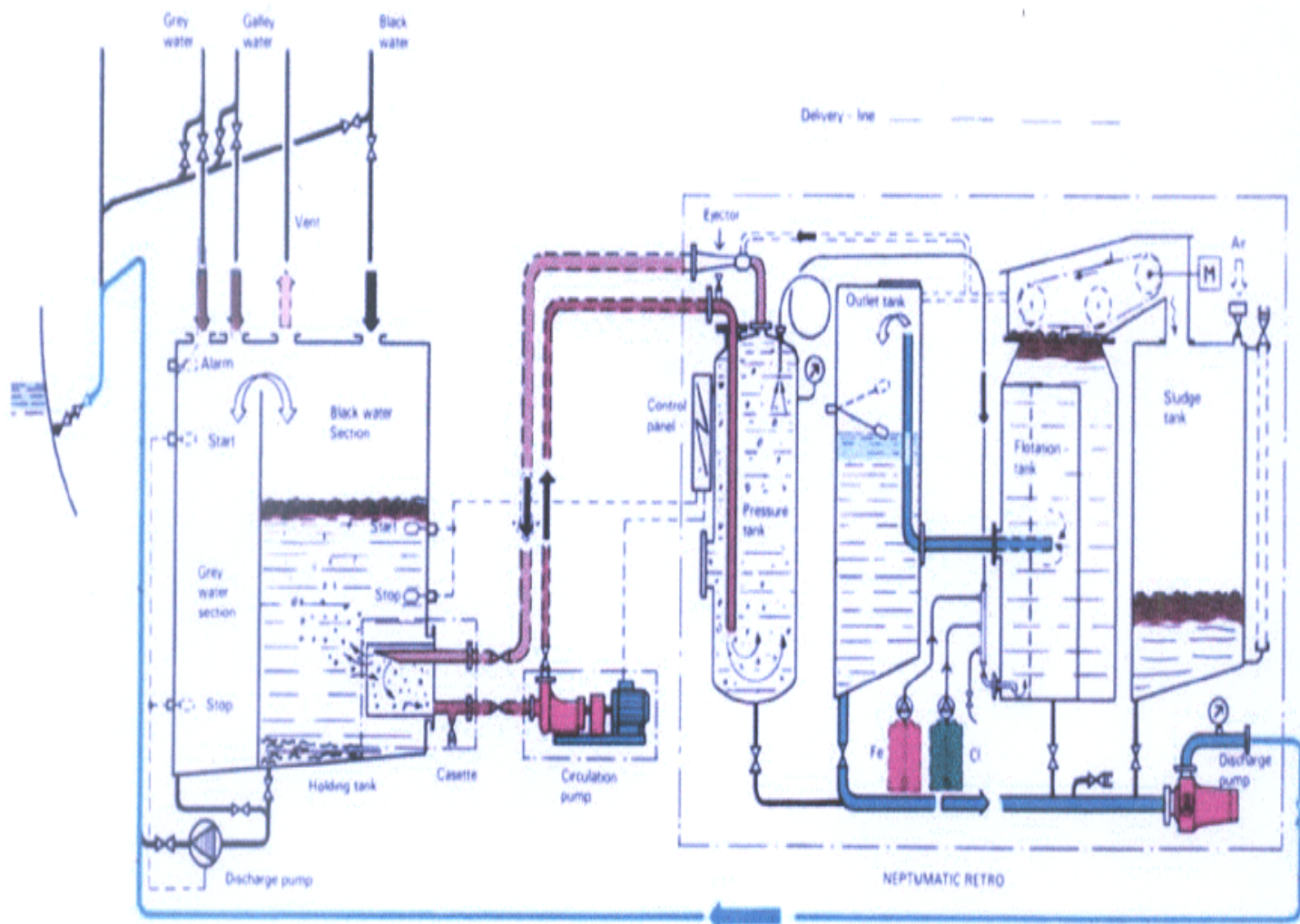
Σχήμα 3.9 : Τυπική διάταξη λειτουργίας του μοντέλου NEPTUMATIC MOC

Μοντέλο Neptumatic Retro (σχήμα 3.10)

Γενικά χαρακτηριστικά του μοντέλου

- Υψηλές δυνατότητες επεξεργασίας, συμπαγείς διαστάσεις.
- Κατάλληλο για ολοκληρωμένη επεξεργασία «μαύρου» νερού μόνο ή και συνδυασμό «μαύρου» και «γκρίζου» νερού.
- Παραδίδεται σαν μια έτοιμη μονταρισμένη ολοκληρωμένη μονάδα, περιέχοντας ξεχωριστές δεξαμενές, για εύκολη μετασκευή.
- Ικανοποιεί τις απαιτήσεις των διεθνών οργανισμών IMO και USCG.

Το μοντέλο λειτουργεί με μόνιμη σταθερή ροή νερού μέσα στη μονάδα εξασφαλίζοντας καλό και αξιόπιστο καθαρισμό. Συνδέεται με μια εξωτερική δεξαμενή συλλογής μέσω μιας «κασέτας», η οποία συμπεριλαμβάνεται στη στάνταρ εγκατάσταση ή σε μια υπάρχουσα δεξαμενή επί του πλοίου, η οποία μπορεί να μετατραπεί σε μια δεξαμενή συλλογής. Επίσης είναι κατάλληλη για εγκατάσταση σε πλοία με ποικίλα φορτία. Κατά τη διάρκεια της ημέρας όταν δεν υπάρχει νερό για επεξεργασία η μονάδα βρίσκεται σε ετοιμότητα (stand by).



Σχήμα 3.10 Τυπική διάταξη λειτουργίας μοντέλου Neptumatic Retro

Η μονάδα εγκαθίσταται με μια δεξαμενή συλλογής με ελάχιστη δυνατότητα κατακράτησης και αποθήκευσης τριπλάσια της ωριαίας ροής. Η δεξαμενή συλλογής εξοπλίζεται με :

- Δύο διακόπτες στάθμης (υψηλής και χαμηλής)
- Μία «κασέτα».

Η αντλία κυκλοφορίας που χρησιμεύει για παροχέτευση του νερού προς / από το στάδιο επεξεργασίας είναι εγκατεστημένη κοντά στη δεξαμενή συλλογής. όλος ο υπόλοιπος εξοπλισμός, συμπεριλαμβανομένου τους πίνακες ελέγχου, είναι ενσωματωμένος στο στάδιο επεξεργασίας.

Επιλογή κατάλληλου μοντέλου του συστήματος ανάλογα με τις απαιτήσεις

Ο όγκος και η ποσότητα των απόβλητων νερών εξαρτάται από τα εξής :

- Τον τύπο των συστημάτων καθαρισμού των συσκευών υγιεινής, αν είναι συστήματα κενού ή συμβατικά συστήματα.
- Τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου
- Τον αριθμό των εγκατεστημένων συσκευών καθαριότητας που χρησιμοποιούνται.
- Τη γεωγραφική εμπορική εκμετάλλευση του πλοίου.
- Την ετήσια περίοδο.
- Το προφίλ της αποστολής του πλοίου.

Ο όγκος του νερού που πρόκειται να επεξεργαστεί ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό από πλοίο σε πλοίο. Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη περιγραφική εκτίμηση των δυνατοτήτων παραγωγής επεξεργασμένου νερού για κάθε άτομο ανά ημέρα:

<u>Τύπος</u>	<u>Όγκος (άτομο/ημέρα)</u>
Μαύρο (από συμβατικό σύστημα), γκρίζο νερό :	250 λίτρα
» (από σύστημα κενού), » » :	195 λίτρα
» (από συμβατικό σύστημα) νερό :	70 λίτρα
» (από σύστημα κενού) νερό* :	15 λίτρα

* σε αυτήν την περίπτωση το μαύρο νερό πρέπει να είναι αραιωμένο με τουλάχιστο 25 λίτρα γκρίζο νερό.

Για τη διευκόλυνση της επιλογής του κατάλληλου μεγέθους και μοντέλου έχει ετοιμαστεί ο παρακάτω οδηγός:

A.

Όλα τα νερά προς επεξεργασία (μαύρο, γκρίζο νερό και νερά από κουζίνες) για 250 λίτρα / άτομο / ημέρα:

<u>Αριθμός ατόμων επί του πλοίου</u>	<u>Προτεινόμενο Σύστημα</u>
49 άτομα	MOC 12
81 »	MOC 20
121 »	Retro 30
181 »	Retro 45
201 »	MOC 50
301 »	MOC 75
401 »	MOC 100
531 »	Retro 130
612 »	Retro 150

B.

Μαύρο νερό + νερό από κουζίνες προς επεξεργασία για 75 λίτρα / ημέρα / άτομο.

Αριθμός ατόμων επί του πλοίου

Προτεινόμενο Σύστημα

171 άτομα	MOC 12
286 »	MOC 20
429 »	Retro 30*
642 »	Retro 45*
715 »	MOC 50
1071 »	MOC 75
1430 »	MOC 100
1844 »	Retro 130*
2127 »	Retro 150*

* Για πλοία με υπάρχουσα δεξαμενή κατακράτησης, το μοντέλο Retro υποτίθεται ότι είναι μια κατάλληλη εναλλακτική λύση λαμβανομένου υπόψη τις συμπαγείς διαστάσεις του. Προαιρετικά μια συνδυαστική δεξαμενή με αυτόματο πλέγμα κατακράτησης μπορεί να εγκατασταθεί για ένα πλήρες σύστημα.

3.3 Βιολογική διαδικασία

3.3.1 Γενικά

Ο πρωταρχικός στόχος της βιολογικής επεξεργασίας είναι η διάσπαση των κολλοειδών και διαλυμένων οργανικών ουσιών με τη διαδικασία του μεταβολισμού που επιτελούν διάφοροι μικροοργανισμοί, κυρίως τα βακτηρίδια. Κατά τον μεταβολισμό, ένα μέρος των οργανικών ουσιών οξειδώνεται για απόληψη ενέργειας, ενώ η υπόλοιπη οργανική ύλη χρησιμοποιείται για σύνθεση, δηλαδή για τη δημιουργία νέας μικροβιακής μάζας.

Ανάλογα με τον τρόπο οξείδωσης διακρίνουμε δύο τύπους επεξεργασίας : την αερόβια και την αναερόβια. Στην πρώτη, η διάσπαση επιτυγχάνεται με παρουσία οξυγόνου από τους αερόβιους μικροοργανισμούς, γίνεται με σχετικά μεγάλη ταχύτητα και το μεγαλύτερο ποσοστό της οργανικής ύλης χρησιμοποιείται για σύνθεση. Στη δεύτερη, η διάσπαση γίνεται με τη βοήθεια αναερόβιων μικροοργανισμών, χωρίς παρουσία οξυγόνου, με μικρότερες ταχύτητες, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό της οργανικής ύλης οξειδώνεται σε ανόργανες ενώσεις. Για την επεξεργασία των λυμάτων χρησιμοποιούνται συνήθως οι αερόβιες βιολογικές διαδικασίες.

Η βιολογική επεξεργασία εξαρτάται κυρίως από τους εξής παράγοντες :

- α) το βαθμό διασπασιμότητας των λυμάτων
- β) την παρουσία των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών, όπως αζώτου, φωσφόρου, βιταμινών και διαφόρων ιχνοστοιχείων
- γ) το pH, που πρέπει να κυμαίνεται από 6 – 9
- γ) την ύπαρξη τοξικών ουσιών που οι συγκεντρώσεις τους δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα όρια πέρα από τα οποία είναι καταστρεπτικές για τους μικροοργανισμούς

Περίληψη

Είναι μια μέθοδος και ένα σύστημα για την επεξεργασία απόβλητων νερών και λυμάτων πάνω σε ένα πλοίο ελέγχοντας τα αιωρούμενα στερεά, η μέθοδος συγκρίνει τα βήματα συλλογής απόβλητων νερών σε μια δεξαμενή συλλογής και μεταφοράς αυτών σε έναν βιολογικό αντιδραστήρα για την οξείδωση των οργανικών υλικών που περιέχονται σε αυτά προσθέτοντας οξυγόνο - περιέχοντας αέριο επιπλέον. Ο βιολογικός αντιδραστήρας λειτουργεί για να παρέχει ένα ετερογενές υγρό μίγμα έχοντας το ελάχιστο μια συγκέντρωση στερεών της τάξης των 5 g/l και η συγκέντρωση των στερεών που είναι συνεχώς αυξανόμενη στο μίγμα μέσα στον αντιδραστήρα δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 30 g/l. Όταν η συγκέντρωση των στερεών φτάσει το ελάχιστο τα 15 g/l, ένα μέρος του μίγματος αφαιρείται από τον αντιδραστήρα. Έπειτα, τα απόβλητα νερά προστίθενται στον αντιδραστήρα για να μειώσουν τη συγκέντρωση στερεών των απομένοντων ή κατάλοιπων λυμάτων τα οποία δεν πρέπει να είναι λιγότερα από 5 g/l. Ο βιολογικός αντιδραστήρας λειτουργεί περαιτέρω για να αυξήσει τα περιεχόμενα στερεά ξανά. Μια κοίλη ινώδης μεμβράνη χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση του νερού από το μίγμα.

Υπόβαθρο λειτουργίας

Τα σκάφη απαιτείται από τους διεθνείς κανονισμούς να έχουν πιστοποιημένες εγκατεστημένες συσκευές υγιεινής για τη κράτηση ή την επεξεργασία λυμάτων. Υπάρχουν τέσσερις γενικοί τύποι συσκευών κατηγοριοποιημένες σαν «μεσω ροής και απόρριψης» συσκευές και σαν «όχι μέσω ροής» συσκευές. Η πρώτη κατηγορία συσκευών λαμβάνουν και επεξεργάζονται τα λύματα, παράγοντας μια εκροή – απόρριψη που ικανοποιούν τις απαιτήσεις ορίων των περιττωματικών κολοβακτηριδίων (faecal coliform (FC)) και των συνολικά αιωρούμενων στερεών (total suspended solids (TSS)). Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει συσκευές που σχεδιάστηκαν για να συλλέγουν και να κατακρατούν μόνο τα λύματα ή ένα

συνδυασμό «μαύρου» και «γκρίζου» ύδατος, ανάλογα με το σχέδιο του συστήματος, ώστε να παρέχει τη δυνατότητα στα πλοία να πλέουν σε ευαίσθητες περιοχές.

Και τα εμπορικά και τα πολεμικά σκάφη συχνά ταξιδεύουν σε λιμάνια τα οποία έχουν κανονισμούς απόρριψης οι οποίοι είναι τόσο αυστηροί – απαγορευτικοί ώστε καθιερώνουν όρια όχι μόνο για τα δύο προηγούμενα περιεχόμενα (FC και TSS) αλλά και για το βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD). Μια μείωση του BOD στα επιτρεπτά όρια μπορεί μόνο να επιτευχθεί μέσω ειδικών μεθόδων επεξεργασίας.

Σύνοψη λειτουργίας

Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, έχει αναπτυχθεί ένα υψηλά αυτοματοποιημένο σύστημα επεξεργασίας απόβλητων νερών βασισμένο στη τεχνολογία βιολογικού αντιδραστήρα. Τα νερά επεξεργάζονται σε διαδοχικές διαδικασίες, περιλαμβάνοντας βιολογική προ-επεξεργασία, διαχωρισμό μεμβράνης και απολύμανση μέσω υπεριώδους ακτινοβολίας (UV). Η προ-επεξεργασία συμβαίνει σε μια δεξαμενή του βιοαντιδραστήρα στην οποία τα βακτηρίδια που βρίσκονται φυσιολογικά μέσα στα ακατέργαστα λύματα υπερνικούν, αφομοιώνουν και καταναλώνουν τα οργανικά υλικά στα λύματα. Η οξυγόνωση – αερισμός παρέχεται στο βιολογικό αντιδραστήρα μέσω διαχυτήρων – διασκορπιστήρων για να ενδυναμώσουν – ενισχύσουν τον πληθυσμό των βακτηριδίων. Οι μεμβράνες στον βιοαντιδραστήρα παρέχουν ένα φυσικό φραγμό – εμπόδιο, κρατώντας τα βακτηρίδια και τα άλλα στερεά που βρίσκονται εκεί μέσα καθώς παράγουν μια εκροή επαρκώς καθαρισμένη για να απορριφθεί απευθείας εκτός πλοίου. Για να διασφαλίσουμε μια ικανοποιητική επεξεργασία, μία, μέσω ροής, μονάδα απολύμανσης με υπεριώδης ακτινοβολία χρησιμοποιείται κατά τη διεύθυνση ροής, η οποία μειώνει περαιτέρω τη συγκέντρωση των περιττωματικών κολοβακτηριδίων. Ανόργανα και μη βιοδιασπάσιμα υλικά τα οποία συσσωρεύονται – συγκεντρώνονται στον βιοαντιδραστήρα με την πάροδο του χρόνου απομακρύνονται αυτόματα για να διατηρηθεί η επιθυμητή συγκέντρωση στον αντιδραστήρα. Το σύστημα προσαρμόζει διάφορους τύπους μεμβρανών.

Περιγραφή των σχημάτων

Μια περισσότερο ολοκληρωμένη εκτίμηση της μεθόδου και πολλά από τα πλεονεκτήματά της μπορούν εύκολα να κατανοηθούν από την παρακάτω αναλυτική περιγραφή της μεθόδου όπου εξετάζεται σε συνδυασμό με τα συνοδευτικά παρακάτω σχήματα:

Το σχήμα 3.11 είναι ένα σχηματικό διάγραμμα του συστήματος επεξεργασίας σχετιζόμενο με τη συγκεκριμένη μέθοδο,

το σχήμα 3.12 είναι ένα σχηματικό διάγραμμα ενός τμήματος του συστήματος διευκρινίζοντας με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τα στοιχεία του αντιδραστήρα, το σχήμα 3.13 είναι ένα σχηματικό διάγραμμα επεξηγώντας μεγαλύτερη λεπτομέρεια τη διαδικασία εξαγωγής του συστήματος, το σχήμα 3.14 είναι ένα σχηματικό διάγραμμα επεξηγώντας μεγαλύτερη λεπτομέρεια τη διαδικασία συλλογής και μεταφοράς των ρευστών, το σχήμα 3.15 είναι ένα γενικό σχέδιο του συστήματος δείχνοντας την ισχύ ελέγχου των στοιχείων του συστήματος που φαίνονται στα διαγράμματα 1 – 4., το σχήμα 3.16 είναι μια προοπτική ή ισομετρική εικόνα του φυσικού συσσωματώματος του συστήματος επεξεργασίας με τα κύρια στοιχεία αυτού να αναγνωρίζονται από νούμερα αναφοράς.

Αναλυτική περιγραφή του συστήματος

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3.11, ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων **10** παρέχεται για τη διαδικασία επεξεργασίας λυμάτων και απόβλητων υδάτων ώστε να σχηματίσουν μερικές διαφορετικές πηγές **12** αυτών τα οποία οδηγούνται σε ένα στοιχείο συλλογής **14**. Συγκεκριμένα κομμάτια – μέρη των λυμάτων και του γκρίζου νερού από τις πηγές ποικίλουν ανάλογα με την παραγωγή επ'αυτού. Το στοιχείο συλλογής **14** παρέχει τα ακατέργαστα λύματα στο βιολογικό αντιδραστήρα **16** μέσα στον οποίο λαμβάνει χώρα βιολογική προ-επεξεργασία των οργανικών υλικών. Ακολούθως κατά την προ-επεξεργασία, οι μεμβράνες που είναι τοποθετημένες στον αντιδραστήρα διαχωρίζουν τα αιωρούμενα στερεά και τα βακτηρίδια από το επεξεργασμένο ρευστό. Τα διαχωρισμένα στερεά και βακτηρίδια οδηγούνται σε μια λειτουργική μονάδα εξαγωγής – αφαίρεσης απολύμανσης με υπεριώδης ακτινοβολία **20** παράγοντας μια εκροή **22** κατάλληλη για κατάθλιψη. Τα μη βιοδιασπάσιμα υλικά απομακρύνονται ξεχωριστά αυτόματα από τον αντιδραστήρα σαν ιλύς – λάσπη **18** ώστε να διατηρηθούν οι κατάλληλες – αναγκαίες συνθήκες για τη συνέχεια της διαδικασίας. Η λειτουργία και ο έλεγχος του στοιχείου συλλογής **14**, του αντιδραστήρα **16** και του απολυμαντικού στοιχείου εξαγωγής **20** επιτυγχάνονται μέσω προγραμματισμένου λογικού ελεγκτή (PLC) **23**, και μέσω του οποίου όλα τα στοιχεία του συστήματος εφοδιάζονται με ηλεκτρικό ρεύμα από μία παροχή ισχύος **24**.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3.12 με μεγαλύτερη λεπτομέρεια, το στοιχείο του αντιδραστήρα περιλαμβάνει μια δεξαμενή **26**, με κατά προσέγγιση 1100 γαλόνια χωρητικότητα δίνοντας στο σύστημα μια ικανότητα επεξεργασίας περίπου για 75

άτομα. Η οξυγόνωση παρέχεται από υπηρεσιακούς ή εφεδρικούς ανεμιστήρες – συμπιεστές αέρα **52** μέσω ενός δικτύου διαχυτήρων - διασκορπιστήρων **28** τοποθετημένους στον πυθμένα της δεξαμενής **26**, ώστε να ενισχύσουν τον πληθυσμό των βακτηριδίων μέσα σε αυτήν. Ποσότητα αφρίζοντος υλικού η οποία δημιουργείται στη δεξαμενή **26** του αντιδραστήρα σαν υποπροϊόν τη επεξεργασίας ρέει λόγω βαρύτητας σε μια δεξαμενή συλλογής αφρού **29**, μέσα στην οποία διαλύεται και αντλείται από μια αντλία συμπυκνώματος θετικού εκτοπίσματος **82** πίσω στη δεξαμενή αντιδραστήρα **26**. Η δεξαμενή αφρού **29** έχει περίπου 200 γαλόνια χωρητικότητα και ο αφρός που περιέχεται σε αυτήν εξαερώνεται στην ατμόσφαιρα μέσω ενός εξαεριστήρα **94**. Τοποθετημένος εσωτερικά μέσα στη δεξαμενή είναι ένας διατεταγμένος θαλαμίσκος μεμβράνης **30**, ο οποίος εξάγει – αφαιρεί το καθαρό μέρος από τη βιομάζα μέσω διήθησης– φιλτραρίσματος για την παράδοση αυτού μέσω υδραυλικών σωληνώσεων – αγωγών **34** προς τη μονάδα απολύμανσης **20**. Μια αντλία ιλύος θετικού εκτοπίσματος **32** μετακινεί – αφαιρεί τη μη βιοδιασπάσιμη ιλύ **18** από τη δεξαμενή του αντιδραστήρα **26** αυτόματα, και το αντλεί είτε εκτός πλοίου, είτε σε δεξαμενή κατακράτησης ή σε μια συσκευή συγκέντρωσης και καταστροφής όπως ένας αποτεφρωτήρας – κλίβανος ανάλογα με τη θέση του πλοίου.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3.13, η μονάδα απολύμανσης **20** που συνδέεται μέσω του αγωγού **34** με τον αντιδραστήρα, περιλαμβάνει δύο αντλίες θετικού εκτοπίσματος **36**, μία υπηρεσίας και μία εφεδρική και μια μονάδα απολύμανσης μέσω υπεριώδους ακτινοβολίας **38** η οποία συνδέεται με τη σωλήνωση κατάθλιψης **22**. Η αντλία διείσδυσης **36** προκαλεί διαπέραση μέσω των μεμβρανών στον αντιδραστήρα σε υποπίεση και παραδίδει το ρευστό στον απολυμαντήρα **38**. Η λειτουργία της μονάδας ελέγχεται από έναν ελεγκτή **23** ο οποίος ενεργοποιείται όταν το σύστημα βρίσκεται στη διαδικασία επεξεργασίας. Το ρευστό ρέει πάνω από τα διαφράγματα μέσα στη μονάδα απολύμανσης για να διασφαλιστεί επαρκής χρόνος παραμονής για απολύμανση, και καθοδηγείται μέσω των σωληνώσεων για κατάθλιψη εκτός πλοίου.

Στο σχήμα 3.14, το στοιχείο συλλογής **14** περιλαμβάνει μία δεξαμενή **50**. Η οξυγόνωση – αερισμός παρέχεται από τους δύο συμπιεστές αέρα που παρέχουν αέρα και στον αντιδραστήρα όπου επίσης παρέχουν μια σειρά από διαχυτήρες αέρα **40** στον πυθμένα της δεξαμενής, για την αποφυγή δημιουργίας αναερόβιων συνθηκών όπου θα μπορούσαν να διακόψουν τη συνεχή εκπλήρωση της διαδικασίας επεξεργασίας. Η δεξαμενή εξαερώνεται μέσω του εξαεριστικού **94**. Τα λύματα εισέρχονται σε αυτή τη δεξαμενή. Αντλίες πολτοποίησης – θρυμματισμού **68**

επανακυκλοφορούν το λύμα μέσα στη δεξαμενή για να εξασφαλίσουν ομοιόμορφο μίγμα και να μειώσουν το μέγεθος των στερεών μερών. Βασισμένη σε ένα απαιτούμενο σήμα στάθμης από τον αντιδραστήρα, η τροφοδοσία παρέχεται από τις αντλίες **68** στον αντιδραστήρα για επεξεργασία.

Ένας επιλογέας – διακόπτης με επιλογές «αυτόματη λειτουργία / συντήρηση / κλειστό» **92** επιτρέπει την επιλογή μίας εκ των τεσσάρων λειτουργικών καταστάσεων του συστήματος περιλαμβάνοντας κλειστό, αυτόματη διαδικασία, αυτόματη εφεδρεία (stand by) και συντήρηση. Όταν ο επιλογέας βρίσκεται στη θέση «κλειστό» τα στοιχεία **14**, **16** και **20** είναι εκτός λειτουργίας. Στη θέση «αυτόματης λειτουργίας» όπου περιλαμβάνει τη κατάσταση αυτόματης διαδικασίας και αυτόματης εφεδρείας, ένα στοιχείο επαφής (GUI) συνδεδεμένο με τον ελεγκτή **23** δείχνει πότε η στάθμη στη δεξαμενή θα φτάσει το επίπεδο λειτουργίας. Η αντλία πολτοποίησης – κονιορτοποίησης **68** ξεκινά αυτόματα και κυκλοφορεί τα λύματα στη δεξαμενή, μεταφέροντας τα στον αντιδραστήρα όπου υπάρχει η απαίτηση βασισμένη στα επίπεδα στάθμης του βιολογικού αντιδραστήρα. Ένας μετατροπέας πίεσης ελέγχει και παρακολουθεί την πίεση κατάθλιψης της αντλίας για συνθήκες κινδύνου και παύσης λειτουργίας σε περίπτωση χαμηλής ή υψηλής πίεσης κατάθλιψης. Ο αντιδραστήρας λαμβάνει το ρευστό από τη τροφοδοτική δεξαμενή **50**. Όταν το επίπεδο λειτουργίας φτάσει σε επιθυμητό επίπεδο ο ελεγκτής **23** περιμένει για μια συγκεκριμένη περίοδο, ώστε να επιτρέψει στη στάθμη του αντιδραστήρα να πέσει. Έπειτα η αντλία πολτοποίησης τροφοδοτεί τον αντιδραστήρα. Κατά τη διάρκεια αυτού του κύκλου το σύστημα αυτόματα εναλλάσσεται μεταξύ 8 λεπτών λειτουργίας και 2 λεπτών μη λειτουργίας. Ένας από τους δύο ανεμιστήρες πάντα θα βρίσκεται σε λειτουργία κατά τη διάρκεια της αυτόματης λειτουργίας. Ο κύκλος επαναλαμβάνεται όσο το σύστημα είναι σε στη κατάσταση αυτόματης λειτουργίας και δεν υπάρχουν επικίνδυνες συνθήκες.

Ένα χαρακτηριστικό στοιχείο αυτοματισμού του ελεγκτή κατά τη προγραμματισμένη λειτουργία του σταματάει τη λειτουργία του χωρίς να σταματάει η λειτουργία του βιολογικού αντιδραστήρα και ο καθαρισμός της μεμβράνης. Όταν το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση εφεδρείας, η αντλία πολτοποίησης **36**, η μονάδα απολύμανσης **34** και η αντλία ιλύος **32** είναι εκτός λειτουργίας, ενώ οι ανεμιστήρες δουλεύουν. Δεν υπάρχει τροφοδοσία μεταξύ των δεξαμενών **50** και του αντιδραστήρα **16** και η ιλύς που συγκεντρώνεται δεν καταθλίβεται κατά το κύκλο αυτόν.

Η αντλία συμπυκνώσεως αφρού **82** λειτουργεί βασισμένη στο επίπεδο μεταβολής και λογικής του ελεγκτή **23** κατά τη διάρκεια της κατάστασης εφεδρείας. Εάν επιτευχθεί μια χαμηλή στάθμη στον αντιδραστήρα σε οποιαδήποτε στιγμή κατά τη κατάσταση αυτή, η αντλία συμπυκνώσεως λειτουργεί μέχρι όλο το πλεονάζον ρευστό στη δεξαμενή αφρού **29** (συμπυκνώνει πάνω από τη χαμηλή στάθμη) μεταφερθεί στο βιολογικό αντιδραστήρα, μέχρι να επιτευχθεί η επιθυμητή στάθμη στον αντιδραστήρα.

Η κατάσταση συντήρησης συνίσταται (σχήμα 3.15) ώστε να βοηθήσει στην ανίχνευση μηχανικής βλάβης δια της οποίας καθορισμένα τμήματα του κύκλου λειτουργίας μπορούν να ξεκινήσουν χειροκίνητα μέσω του διακόπτη – επιλογέα ελέγχου **92** συνδεδεμένου στην παροχή ισχύος **24** μέσω του ελεγκτή **23**. Το προσωπικό συντήρησης μπορεί με το τρόπο αυτό να πάρει τον εξοπλισμό που είναι εκτός λειτουργίας, να επαναρυθμίσει τις ώρες λειτουργίας για επιλεγμένο εξοπλισμό και να επιλέξει από ορισμένα πρότυπα τεστ συντήρησης. Τα τεστς συντήρησης παρέχουν διάφορους διακόπτες πίεσης – επαφής για έναν χειριστή ώστε να ελέγχει τις παρακάτω λειτουργίες:

Έλεγχος απευθείας πλήρωσης – πραγματοποιείται ένας πλήρης κύκλος τροφοδοσίας απόβλητων νερών

Έλεγχος συγκέντρωσης – λειτουργία αντλίας συγκέντρωσης ιλύος για καθορισμένα διαστήματα χρόνου

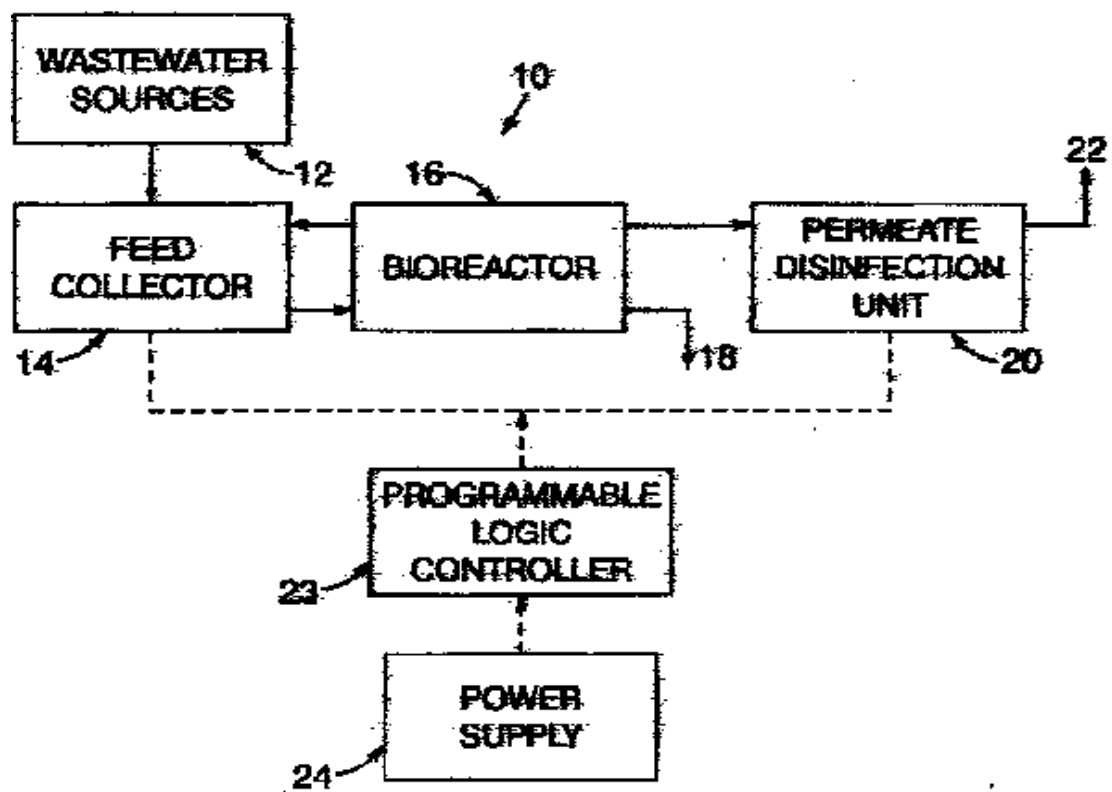
Έλεγχος λειτουργίας – πραγματοποιείται ένας κύκλος 8 λεπτών λειτουργίας/2 λεπτών μη λειτουργίας

Έλεγχος εφεδρείας – λειτουργία στοιχείων εφεδρείας μέχρι να παύσει η λειτουργία τους από τον χειριστή

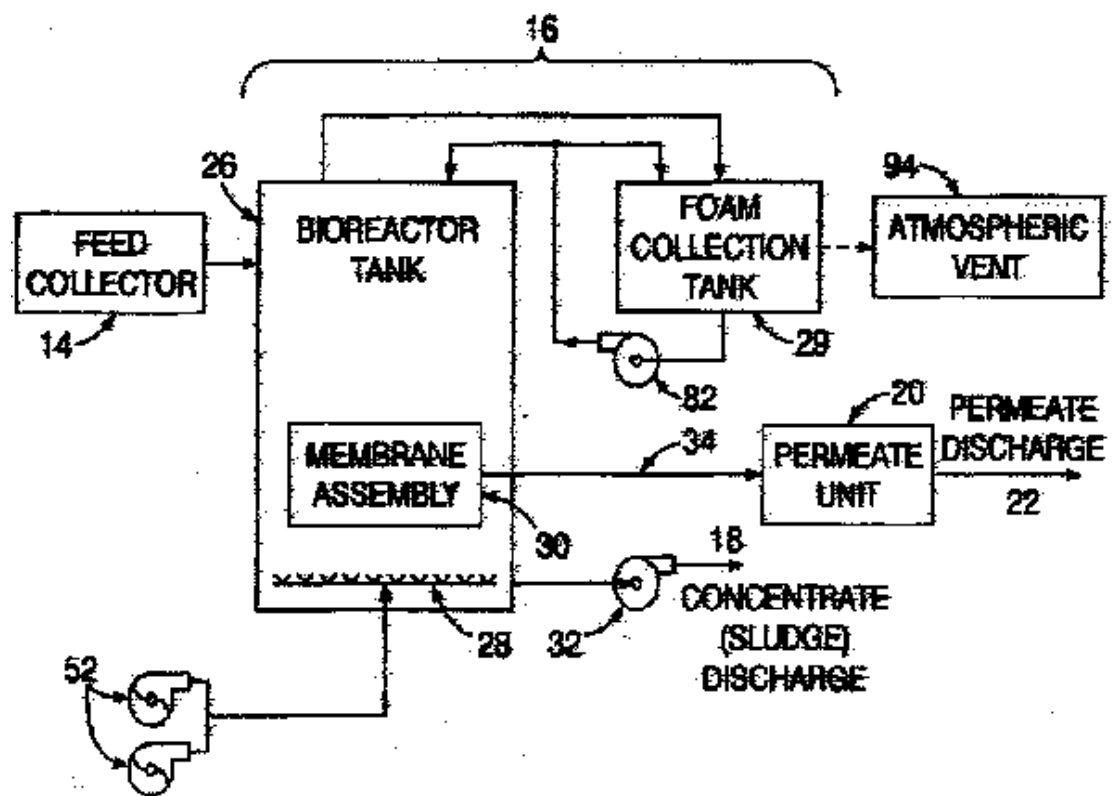
Έλεγχος εκκίνησης – περίοδος 48 ωρών οξυγόνωσης και ανάμιξης στη δεξαμενή τροφοδοσίας

Έλεγχος εφεδρείας μακράς περιόδου – όμοια με τον έλεγχο εφεδρείας με τη διαφορά ότι ο ανεμιστήρας λειτουργεί για 5 λεπτά, και σταματάει για 15 λεπτά.

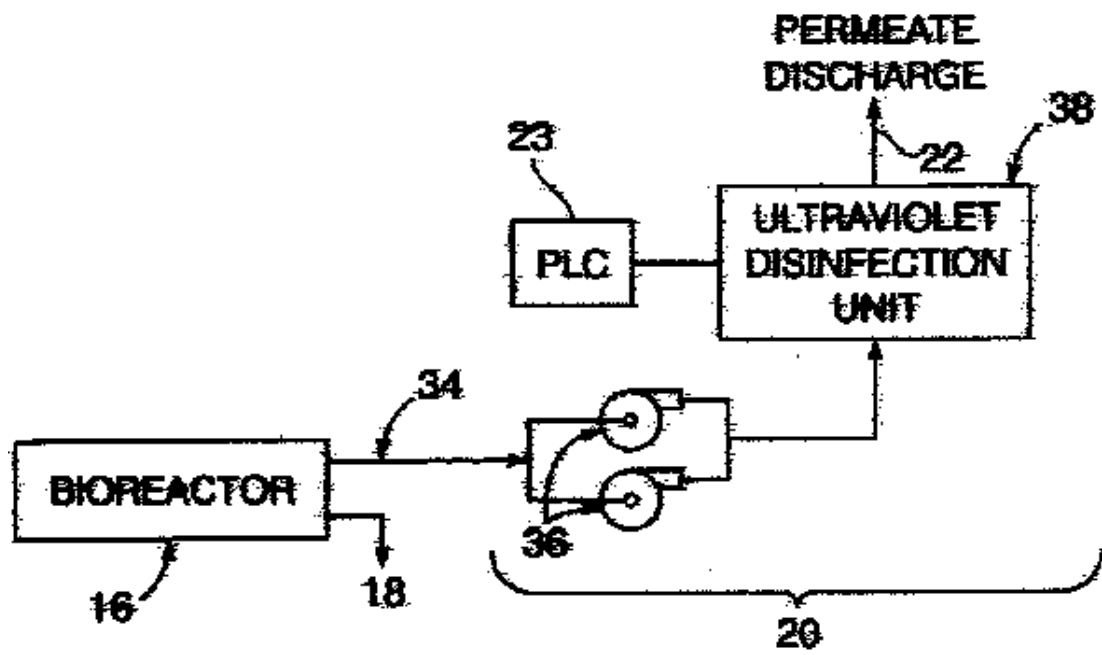
Το σχήμα 3.16 είναι μια ισομετρική όψη του συστήματος επεξεργασίας, με τα κύρια στοιχεία αναγραφόμενα επ'αυτού με νούμερα αναφοράς.



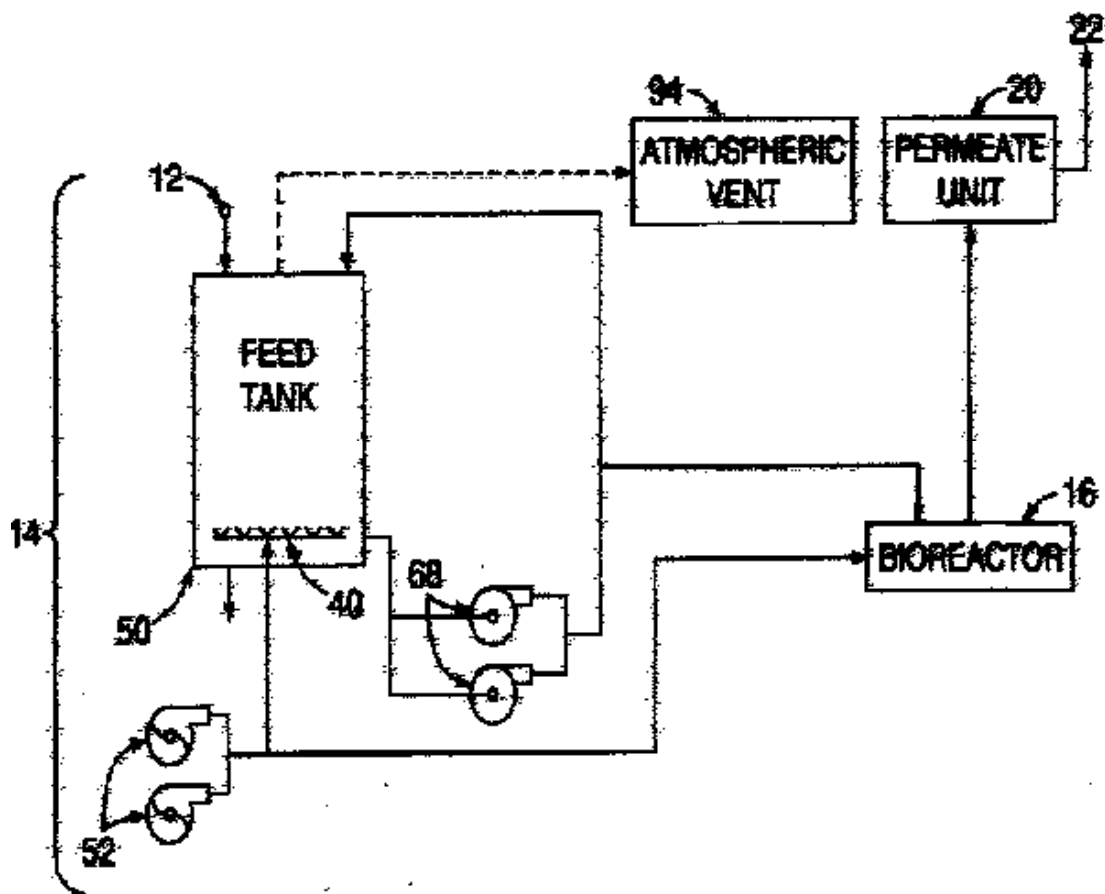
Σχήμα 3.11



Σχήμα 3.12



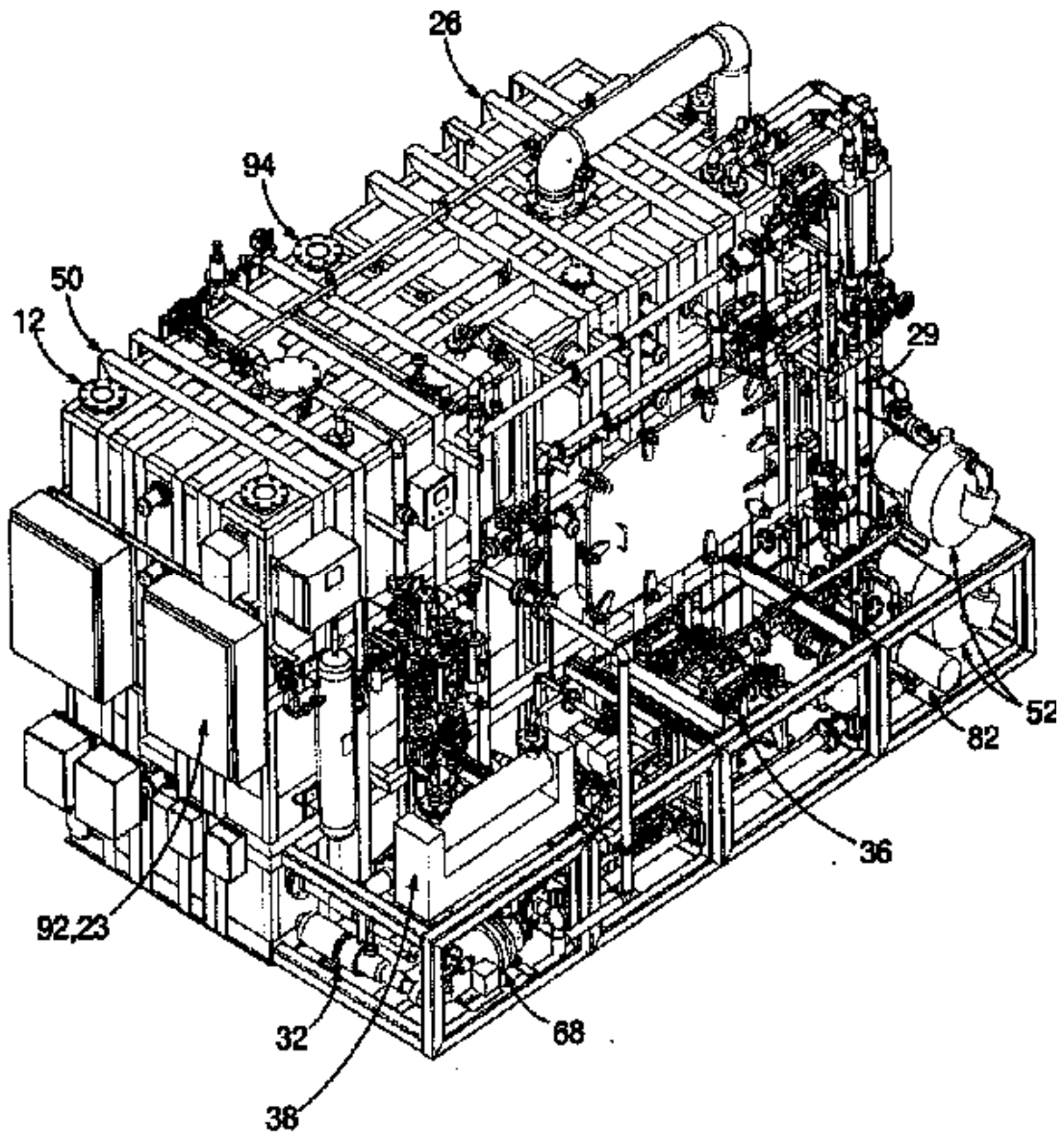
Σχήμα 3.13



Σχήμα 3.14



Σχήμα 3.15



Σχήμα 3.16

3.3.2 Βιολογικό σύστημα επεξεργασίας με μεμβράνη διήθησης - φιλτραρίσματος

Πεδίο

Συνδυάζει τη μεμβράνη διήθησης, συγκεκριμένα μικροδιήθησης και υπερδιήθησης που χρησιμοποιείται στη διαδικασία βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων.

Περίληψη

Ένα σύστημα διήθησης περιλαμβάνει μία ή περισσότερες εμβαπτισμένες μεμβράνες υπερδιήθησης ή μικροδιήθησης σε περιβάλλον πίεσης. Κάθε μεμβράνη τοποθετείται 100-240mm από το κοντινότερο διάφραγμα ή παρακείμενη μεμβράνη και όχι παραπάνω από 1 μέτρο πάνω από τον πυθμένα και τουλάχιστον 150mm κάτω από τη στάθμη του υγρού. Το υγρό μίγμα καταθλίβεται κάτω από κάθε μεμβράνη για να δημιουργήσει οριζόντια ροή, εμβέλειας ενός εύρους από 1-8 mm/ δευτερόλεπτο, κατα μήκος της μεμβράνης. Σε ένα σύστημα αντιδραστήρα, παρέχεται ένας διασκορπιστήρας – διαχυτήρας χονδροειδών φυσαλίδων αέρα για τον καθαρισμό κάθε μεμβράνης, η οποία γεμίζει με αέρα μόνο κατά τη διάρκεια του κύκλου ανάδευσης - στροβιλισμού του συστήματος διήθησης και όχι κατά τη διάρκεια του κύκλου διήθησης. Σε ένα σύστημα αντιδραστήρα μεμβράνης, το κομμάτι της βιολογικής επεξεργασίας είναι με φυσικό τρόπο διαχωρισμένο από το κομμάτι της διήθησης ενώ ο λεπτός διασκορπισμός των φυσαλίδων χρησιμοποιείται στο κομμάτι της βιολογικής διαδικασίας.

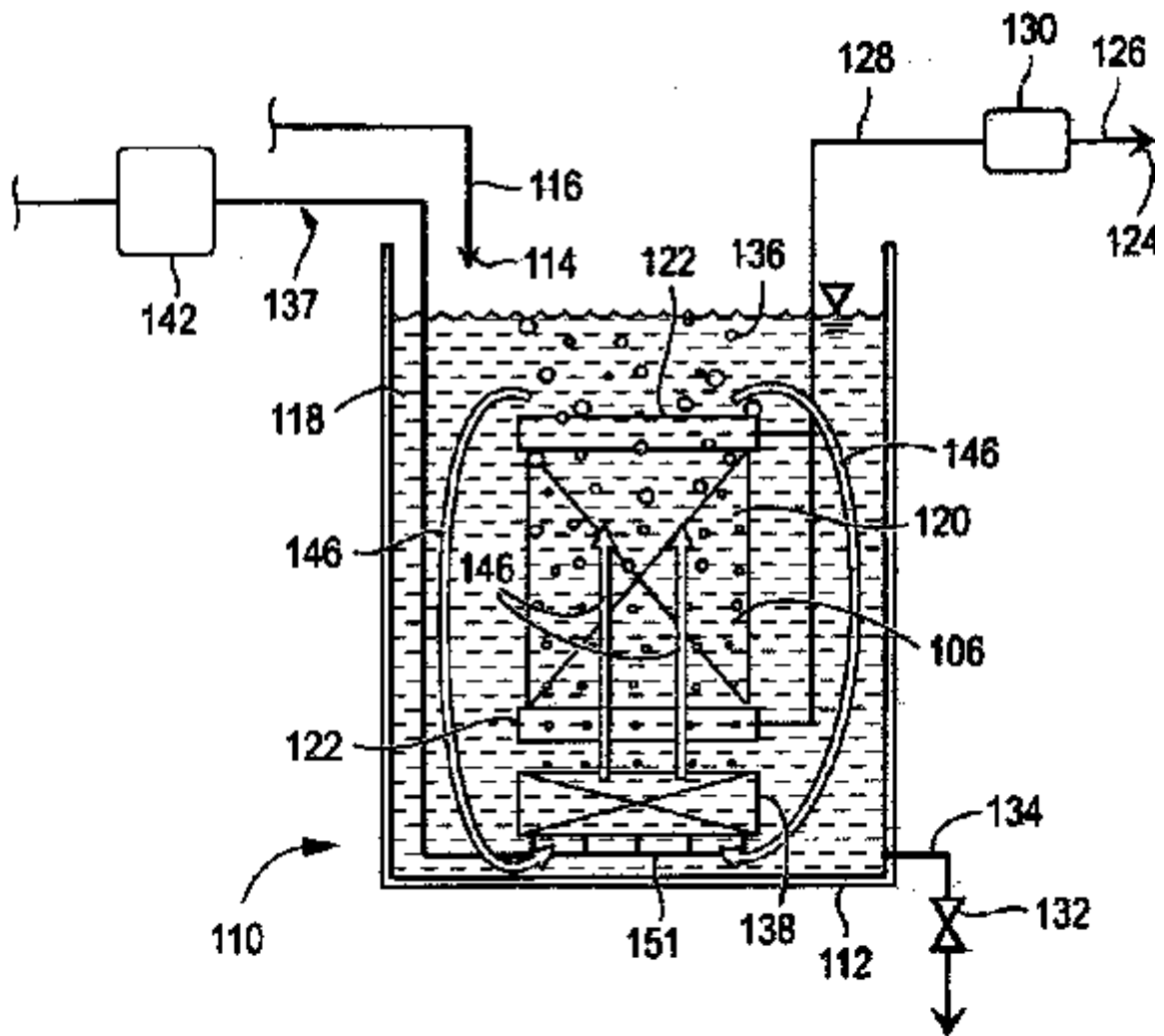
Γενικά

Ο κοίλος ινώδης βιολογικός αντιδραστήρας μεμβράνης (MBR) υπερδιήθησης (UF) και μικροδιήθησης (MF) χρησιμοποιείται για να παρέχει γενικά υψηλού επιπέδου επεξεργασία απόβλητων υδάτων. Αυτή η μέθοδος επεξεργασίας ενεργού ιλύος περιλαμβάνει μια απλή κλειστή δεξαμενή σε ατμοσφαιρική πίεση περιέχοντας μια σειρά από συσκευές χονδροειδών φυσαλίδων οξυγόνωσης μέσα στις οποίες εισάγονται απλοί ή πολλαπλοί θαλαμίσκοι ή διατάξεις κοίλων ινών ή μεμβράνες τύπου ελάσματος μικροδιήθησης ή υπερδιήθησης. Τα λύματα εισέρχονται από τη μια πλευρά της δεξαμενής, αναμιγνύονται με βιομάζα η οποία περιέχει ενεργούς αερόβιους οργανισμούς, και αέρας προστίθεται για την παροχή οξυγόνου. Το μίγμα των απόβλητων νερών και της βιομάζας αναφέρεται σαν υγρό μίγμα. Τα στερεά στο μίγμα αναφέρονται σαν αιωρούμενα στερεά του υγρού μίγματος. Κατά την οξυγόνωση, οι συσκευές μεμβράνης φιλτράρουν τα στοιχειώδη σωματίδια της βιομάζας από το υπόστρωμα του υγρού.

Αυτές οι μεμβράνες συνθέτονται χαρακτηριστικά από πολυμερικά υλικά τοποθετημένα μέσα στις κοίλες κατασκευές με πόρους από 0,01 έως 0,4 μικρά σε διαστάσεις και είναι ανοιχτές από τη μια ή και τις δύο πλευρές. Πολλαπλές μεμβράνες είναι τυπικά ταξινομημένες σε μια σειρά από τοποθετημένες σωλήνες στη κορυφή ή στον πυθμένα τους για τη διανομή του αέρα και νερού. Οι μεμβράνες συνδέονται με αυτές τις σωλήνες μέσω ενός διατήρησης.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 5 ο αντιδραστήρας **110** περιλαμβάνει μια δεξαμενή **112** η οποία παρέχεται με το υγρό μίγμα **114** μέσω της εισαγωγής **116**. Το υγρό μίγμα γενικά περιέχει στερεά, τα οποία μπορούν να περικλείουν μικροοργανισμούς, αιωρούμενα στερεά ή άλλα υλικά. Αυτό αναμιγνύεται με το υγρό μίγμα **118** στη δεξαμενή, το οποίο έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση στερεών, ειδικότερα όταν χρησιμοποιείται για την επεξεργασία. Μία ή περισσότερες διατάξεις μεμβρανών **120** είναι τοποθετημένες στη δεξαμενή και έχουν μία ή περισσότερες εξωτερικές πλευρές **122** σε μετάδοση – μεταβίβαση ροής με μια πλευρά μίας ή περισσότερων μεμβρανών **106**.

Η δεξαμενή διατηρείται πλήρως γεμάτη με το υγρό μίγμα **118** πάνω από το επίπεδο των μεμβρανών κατά τη διεύθυνση του φιλτραρίσματος. Η πίεση μέσω των μεμβρανών (διαφορά πίεσης σταυρωτά μεταξύ των μεμβρανών) δημιουργείται από την αναρρόφηση της αντλίας **130** στη γραμμή καθαρισμένης εκροής **128**, προκαλεί το νερό να ρεύσει μέσω των τοιχωμάτων των μεμβρανών **106** στις εξωτερικές πλευρές και προς τα έξω μέσω της γραμμής εξαγωγής **126**. Τα στερεά συγκρατούνται στην επιφάνεια των μεμβρανών. Περιοδικά, οι μεμβράνες καθαρίζονται από ανάστροφη – αντίστροφη ροή του καθαρισμένου υγρού ή από αέρα ο οποίος στέλνεται προς τα πίσω μέσω της μεμβράνης και προς τα έξω μέσω των πόρων φιλτραρίσματος ώστε να απομακρύνουν τα συσσωρευμένα - συγκεντρωμένα υλικά.



Σχήμα 3.17 Σύστημα μεμβράνης βιολογικού αντιδραστήρα

Σε πολλά συστήματα, ο αέρας από ένα σύστημα οξυγόνωσης – αερισμού 137, ο οποίος περιλαμβάνει μια πηγή παροχής αέρα όπως είναι ένας συμπιεστής αέρα 142, εισέρχεται με τη μορφή φυσαλίδων μέσω των εξαεριστήρων 138, που έχουν εγκατασταθεί στην πολλαπλή σωλήνωση 151, κάτω από τη διάταξη της μεμβράνης. Οι φυσαλίδες αέρα καθαρίζουν με εκτόξευση υπό πίεση την εξωτερική πλευρά της επιφάνειας των μεμβρανών ώστε να απομακρύνουν – αφαιρέσουν τα συγκεντρωμένα σωματίδια καθώς συγχρόνως παρέχουν οξυγόνο ώστε να ανταποκριθούν στην απαίτηση βιολογικού οξυγόνου του υγρού μίγματος. Μια επενέργεια της ανύψωσης του αέρα προκαλούμενη από μείωση της πυκνότητας του νερού προκαλούμενη από τις φυσαλίδες αέρα επίσης δημιουργεί ένα μοντέλο επανακυκλοφορίας 146 στη δεξαμενή. Τυπικά η υδραυλική σχεδίαση της δεξαμενής βελτιστοποιείται για τις απαιτούμενες ταχύτητες ροής ώστε να μεγιστοποιείται είτε η λειτουργία σάρωσης του

αέρα καθαρισμού είτε να διατηρείται μια καθορισμένη – ρυθμισμένη ταχύτητα μεταξύ των μεμβρανών. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο αέρας χρησιμοποιείται σε σταθερή ή κυκλική – μεταβαλλόμενη λειτουργία – δράση ώστε να παροτρύνει – παρακινήσει τις αναγκαίες ταχύτητες ροής να βελτιστοποιήσουν τη διαδικασία φιλτραρίσματος. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι διασκορπιστήρες ή τα ακροφύσια φυσαλίδων τοποθετημένα στον πυθμένα της δεξαμενής κατευθείαν κάτω από τη διάταξη των μεμβρανών χρησιμεύουν για να παρέχουν ένα μεγάλο μέγεθος φυσαλίδων με χαρακτηριστικά που βελτιστοποιούν τη σάρωση με αέρα της μεμβράνης και παρέχουν τη ταχύτητα δράσης, καθώς ακόμα παρέχουν και το οξυγόνο για τον αερισμό. Περιστασιακά, ένα τμήμα του υγρού μίγματος θα κατευθυνθεί σε προκαθορισμένα επίπεδα στάθμης μέσω γραμμής αποστράγγισης **134** ελεγχόμενη από αντίστοιχη βαλβίδα **132** ώστε να διατηρηθεί μια συγκεκριμένη στάθμη των αιωρούμενων στερεών της τάξης των 10000 έως 20000 mg/l.

Ο σχεδιασμός των δεξαμενών βιολογικών αντιδραστήρων βελτιστοποιούνται για το μοντέλο ροής αέρα και των απαιτούμενων ταχυτήτων μέσα στις μεμβράνες ώστε να επιτευχθούν οι απαιτούμενες λειτουργίες. Επειδή αυτά τα συστήματα έχουν σχεδιαστεί να χρησιμοποιούν τον αέρα για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας των μεμβρανών, η οξυγόνωση για τις ανάγκες της βιολογικής λειτουργίας είναι μια δευτερεύουσα διαδικασία. Επειδή σε ορισμένες περιπτώσεις οι διαχυτήρες ή τα ακροφύσια φυσαλίδων αέρα χρησιμοποιούνταν για να παρέχουν οξυγόνο, αυτά τα συστήματα δε βελτιστοποιούν την αποτελεσματικότητα του μηχανισμού αερισμού, με κατάληξη τη βιολογική διαδικασία η οποία είναι ανεπαρκής. Χαρακτηριστικά ένα κύριο μέρος του κόστους λειτουργίας αυτών των συστημάτων, είναι το κόστος παροχής αέρα για τη βιολογική διαδικασία μέσω οξυγόνωσης, ο αέρας παροχής για τις μεμβράνες για τη σάρωση αέρα ή / και την αντίστροφη ροή αέρα.

Αν και είναι γνωστό ότι λιγότερη ποσότητα αέρα είναι αναγκαία για τη σάρωση των μεμβρανών όταν το φορτίο στερεών είναι ελάχιστο, εφαρμογές υψηλής συγκέντρωσης αιωρούμενων στερεών τυπικά αξιοποιούν – χρησιμοποιούν ουσιαστική οξυγόνωση χονδροειδών φυσαλίδων.

Μία επεξεργασία γνωστή σαν επεξεργασία AquaMb ProcessTM περιλαμβάνει ένα αρχικό στάδιο βιολογικού αντιδραστήρα ρυθμισμένο να έχει εναλλακτικές αεροβικές και αναερόβιες περιόδους. Ακολουθώντας ήρεμη κατακάθιση, τα υπερπλέοντα υλικά από τον αντιδραστήρα μεταφέρονται σε ένα ενδιάμεσο φίλτρο 10 μικρών. Το φιλτράρισμα από το ενδιάμεσο φίλτρο τροφοδοτεί ένα σύστημα

μεμβράνης. Αν και το φιλτράρισμα μειώνει το φορτίο στερεών στα φίλτρα μεμβράνης (έτσι επιτρέπει τη χρήση λιγότερων μεμβρανών και απαιτεί λιγότερο συχνό καθάρισμα αυτών) προσθέτει σημαντικά έξοδα λειτουργίας για την επεξεργασία.

Σε ένα άλλο βιολογικό αντιδραστήρα ένα ρευστό υψηλής συγκέντρωσης στερεών μπορεί να αναροφηθεί – ανασυρθεί από ένα πεπιεσμένο δοχείο βιολογικού αντιδραστήρα και να επανακυκλοφορήσει μέσω ενός δακτυλοειδή διαχωριστή μεμβράνης κάτω από μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική πίεση, όπου στροβιλώδης ροή μέσω του διαχωριστή μεμβράνης παρεμποδίζει τη κατακάθιση – συγκέντρωση πάνω στην επιφάνεια της μεμβράνης. Τα υπό πίεση δοχεία, αντλίες και σωληνώσεις που απαιτούνται και για το τμήμα του αντιδραστήρα και για το τμήμα της διήθησης – φιλτραρίσματος είναι κοστοβόρα ως προς την κατανάλωση ενέργειας για μεγάλους όγκους επεξεργασίας.

Εξελιγμένο σύστημα βιολογικού αντιδραστήρα (MBR)

Ο βιολογικός αντιδραστήρας μεμβράνης επιτρέπει το συνδυασμό – συνεργασία των υψηλής αποτελεσματικότητας συστημάτων διασκορπιστήρων – διαχυτήρων λεπτών φυσαλίδων οξυγόνωσης και τεχνολογίας εμβαπτισμένων μεμβρανών με μοναδικό τρόπο ο οποίος μειώνει το συνολικό λειτουργικό κόστος για την επεξεργασία. Ο αντιδραστήρας συνδυάζει μία διπλής φάσης – στάδιο διαδικασία αντίδρασης περιλαμβάνοντας ένα βιολογικό τμήμα και ένα τμήμα φιλτραρίσματος. Διαχωρίζοντας τη βιολογική διαδικασία από το στάδιο του φιλτραρίσματος επιτρέπει τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας και των δύο μερών της. Για να βελτιώσει – αναπτύξει το τμήμα – μέρος της λειτουργίας φιλτραρίσματος, η δεξαμενή – δοχείο της μεμβράνης φιλτραρίσματος σχεδιάστηκε με διαφορετικά υδραυλικά χαρακτηριστικά σε σχέση με το βιολογικό δοχείο ώστε να μεγιστοποιήσει την εγκάρσια – διασταυρώμενη ταχύτητα ροής εγκάρσια της μεμβράνης και να προκαλέσει τη βέλτιστη λειτουργία της μεμβράνης. Ομοίως, το σύστημα οξυγόνωσης του βιολογικού τμήματος μπορεί να βελτιστοποιηθεί για τη μετάδοση – μεταφορά του οξυγόνου ώστε να διευκολύνει – προωθήσει τη βιολογική διαδικασία.

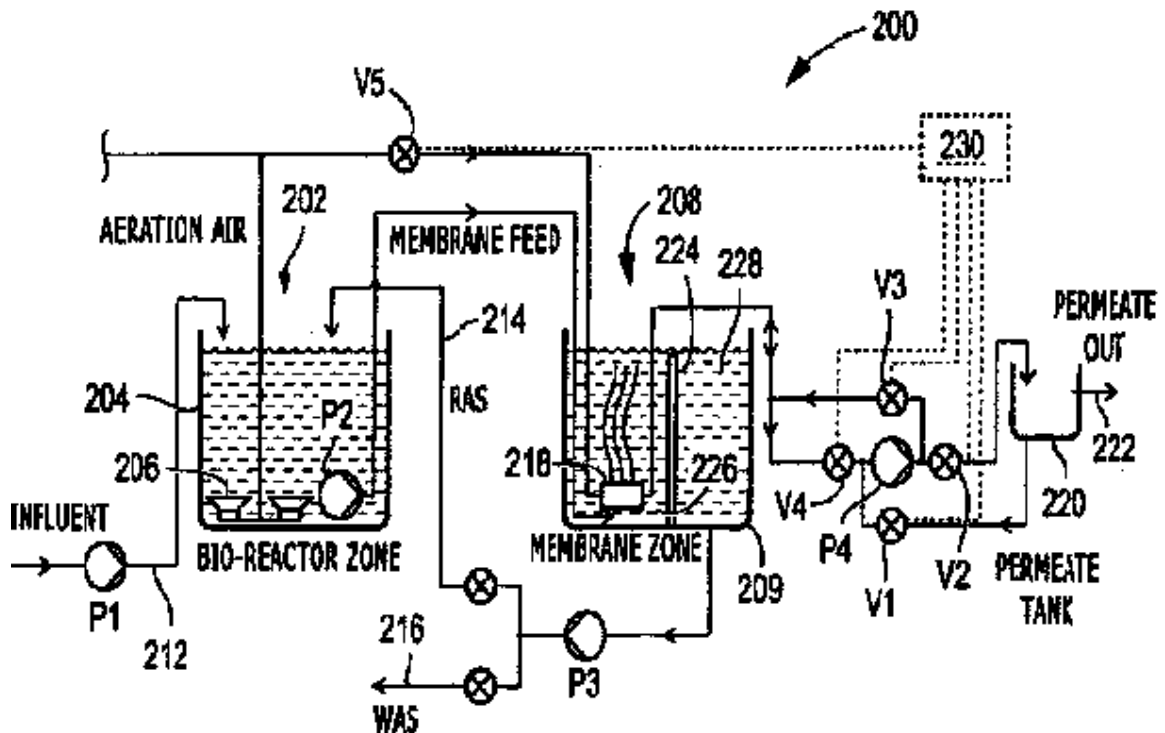
Αναφερόμενοι στο σχήμα 6, μιας διπλής φάσης επεξεργασίας **200** μπορεί να παρέχεται στην οποία το κομμάτι της βιολογικής διαδικασίας **202** βρίσκεται σε ξεχωριστό στάδιο από τη διαδικασία στην πρώτη δεξαμενή **204** χρησιμοποιώντας συσκευές διανομής αέρα υψηλής αποτελεσματικότητας **206**, για παράδειγμα,

συστημάτων τέλειων φυσαλίδων αερισμού κατασκευασμένων από την εταιρεία ITT Sanitaire, διαμορφωμένων κατάλληλα για τη μεταφορά αέρα στο στάδιο βιολογικής επεξεργασίας. Ένα ξεχωριστό τμήμα μεμβρανών **208** μπορεί να διαμορφωθεί για να βελτιώσει το υδραυλικό μέρος του τμήματος μεμβρανών του συστήματος, βελτιώνοντας ολόκληρο το κομμάτι φιλτραρίσματος.

Το υγρό μίγμα **212** εισάγεται στο σύστημα μέσω της αντλίας **P1** και οξυγονώνεται στη δεξαμενή βιολογικής επεξεργασίας **204**. Η αντλία **P2** παρέχει το μίγμα στη δεξαμενή φιλτραρίσματος **209**, διατηρώντας την ανοδική ροή του νερού ώστε να διατηρηθούν καθαρές οι μεμβράνες από συσσωρεύσεις όπως γίνεται με τους εγχυτήρες αέρα. Η υπερχειλίση από τη δεξαμενή φιλτραρίσματος **208** επανακυκλοφορείται στη δεξαμενή βιολογικής επεξεργασίας **204** μέσω της αντλίας **P3** και το δίκτυο επανακυκλοφορίας **214** με περιοδική απόπλυση στερεών καθαριζόμενο μέσω της εξαγωγής **216** ώστε να κρατείται το σύστημα στο επιθυμητό επίπεδο συγκέντρωσης στερεών. Ο αποκαθρισμός πραγματοποιείται μέσω της μεμβράνης **218** μέσω αντλίας **P4** και καθοδηγείται στη δεξαμενή **220**, όπου από εκεί μπορεί να εξαχθεί μέσω αντλίας **222**.

Ο ελεγκτής **230**, σαν σύστημα διανομής ελέγχου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγχει τα τμήματα καθαρισμού και φιλτραρίσματος της μεμβράνης (και γενικά συνδέεται σε άλλα στοιχεία ελέγχου του συστήματος όπως είναι αντλίες, ελεγκτές στάθμης, βαλβίδες κατάθλιψης στερεών). Με τις βαλβίδες – επιστόμια **V4** και **V2** ανοικτές και τις βαλβίδες **V1** και **V3** κλειστές, η αντλία **P4** αναρροφάει το καθαρισμένο υγρό μέσω της μεμβράνης κατά το στάδιο του φιλτραρίσματος. Με τις βαλβίδες **V1** και **V3** ανοικτές και τις βαλβίδες **V2** και **V4** κλειστές, η αντλία **P4** παρέχει το υγρό από τη δεξαμενή **220** για επανακυκλοφορία στη μεμβράνη κατά το στάδιο του ξεπλύματος. Η αεροβαλβίδα **V5** μπορεί έπειτα να ανοίξει κατά το στάδιο της έκπλυσης για να παρέχει αέρα μέσω των εγχυτήρων φυσαλίδων ολοκληρωτικά στη διάταξη μεμβρανών ώστε να βοηθήσει στην αφαίρεση των στερεών. Το διάφραγμα **224** στη δεξαμενή φιλτραρίσματος **209** διαιρεί – διαχωρίζει τη δεξαμενή σε ένα διαμέρισμα – τμήμα φιλτραρίσματος **226** και ένα διαμέρισμα τροφοδοτήσεως, παρέχοντας τη δυνατότητα να διατηρείται μια ανοδική ταχύτητα ροής περνώντας τη μεμβράνη και μια καθοδική ροή προς τη κατεύθυνση της αναρροφήσεως της αντλίας **P3** στο τμήμα τροφοδότησης. Η όλη διαδικασία είναι περισσότερη αποτελεσματική όταν συγκρίνεται με τη διαδικασία που φαίνεται στο σχήμα 5, επειδή ο διασκορπισμός – έγχυση αέρα μπορεί να βελτιωθεί για τη μεταφορά οξυγόνου στη

δεξαμενή 204, και να χρησιμοποιηθεί μόνο ελάχιστα για τη σάρωση της μεμβράνης κατά το κύκλο του φιλτραρίσματος, όπως επιβάλλεται από το φορτίο των στερεών, και πρωταρχικά κατά το στάδιο της έκπλυσης στη δεξαμενή 208, με αποτέλεσμα τη μείωση του λειτουργικού κόστους, καθώς επίσης και βελτιωμένες απαιτήσεις συντήρησης.



Σχήμα 3.18 Περιγραφή συστήματος MBR

Η αποτελεσματικότητα της βιολογικής διαδικασίας μετρείται σε μονάδες μεταφοράς οξυγόνου. Η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας οξυγόνωσης μετρείται και εκφράζεται σαν την ενεργή ποσότητα οξυγόνου στον ατμοσφαιρικό αέρα που εμφυσάται στο νερό που πρόκειται να επεξεργαστεί. Αυτή η μέτρηση εκφράζεται με τη τιμή Alpha ή AS, εκφρασμένη σε μια κλίμακα από 0,1 έως 1, με το 1 να εκφράζει την 100 % μεταφορά του ενεργού διαθέσιμου οξυγόνου μιας πηγής αέρα μέσα στο ρευστό και αντίστοιχα το 0,1 εκφράζει τη 10 % μεταφορά. Η τιμή μεταφοράς – μετάδοσης αέρα που επιτυγχάνεται από έναν πρότυπο διπλής φάσης βιολογικό αντιδραστήρα είναι περίπου 0,6 AS. Η τιμή μεταφοράς αέρα για βιολογικό αντιδραστήρα απλής δεξαμενής κυμαίνεται από 0,18 έως 0,45 AS. Η αύξηση της

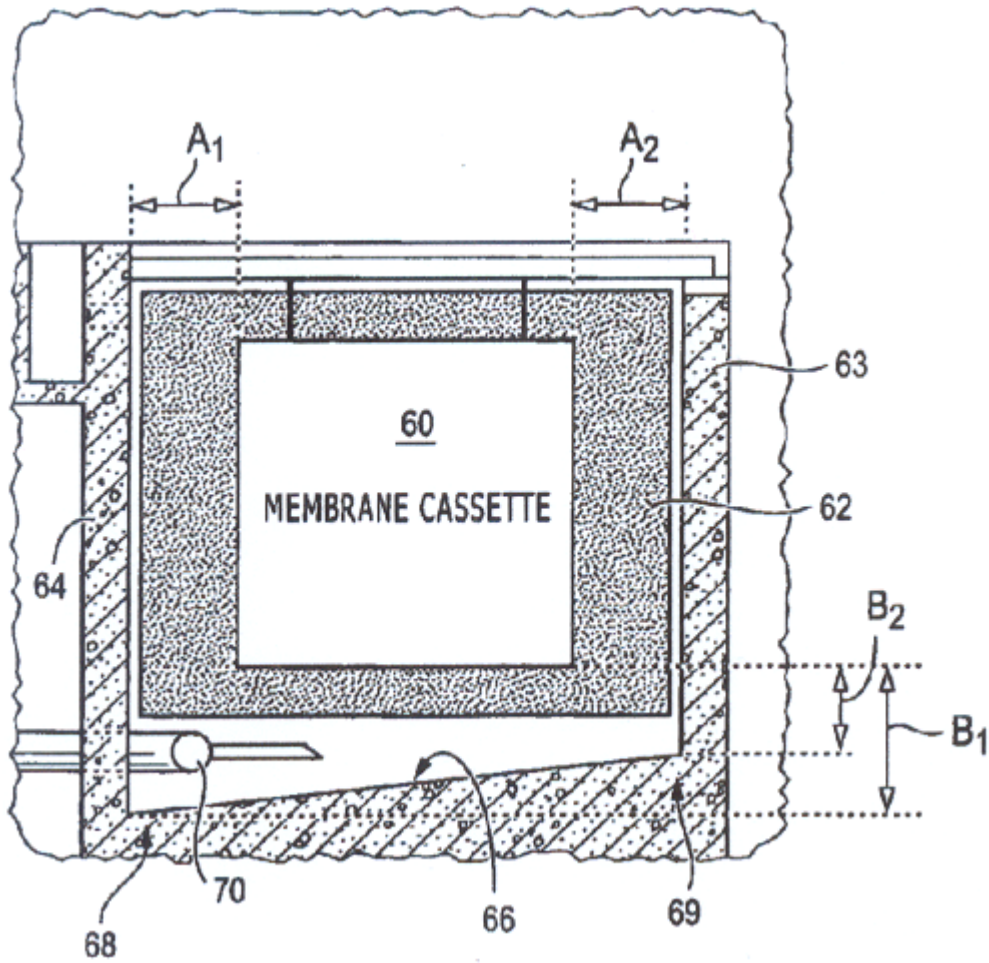
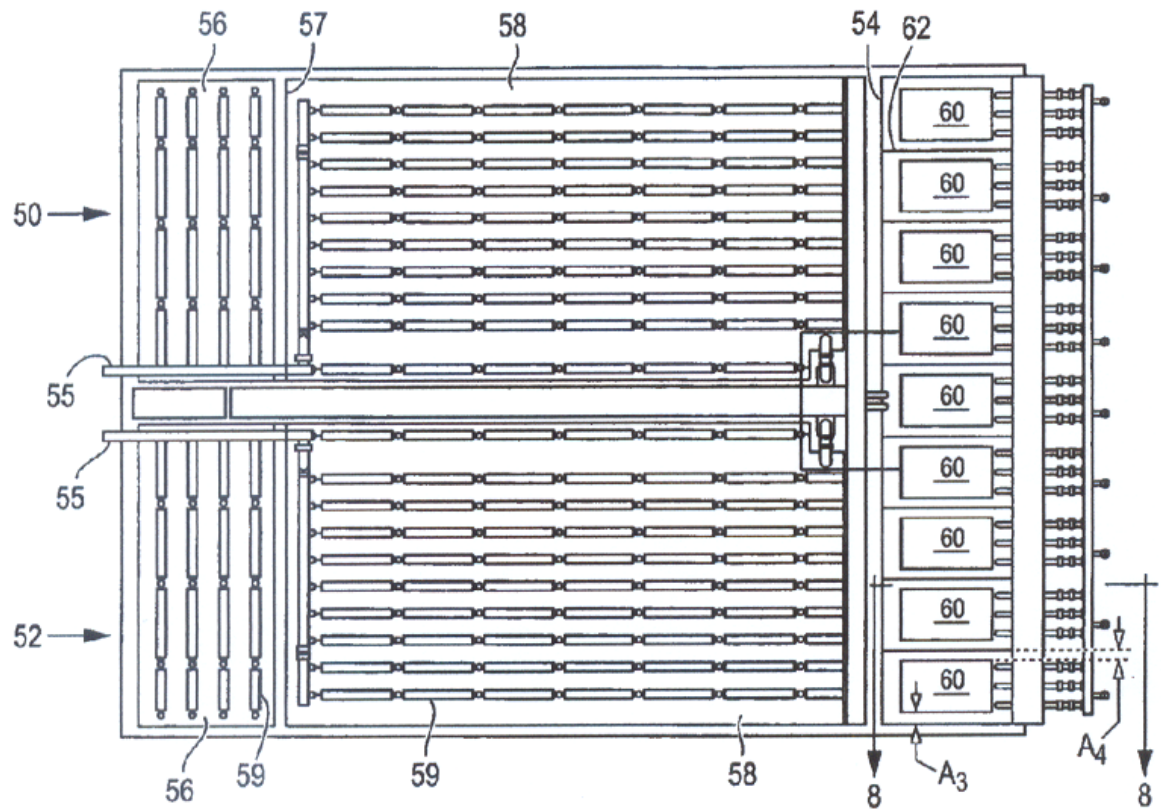
τιμής μετάδοσης αέρα έχει σαν επακόλουθο την αύξηση της αποτελεσματικότητας της βιολογικής μείωσης των ρυπαρών συστατικών που πρόκειται να επεξεργαστούν. Για να επιτευχθούν αυτά τα αποτελέσματα, η δεξαμενή οξυγόνωσης σχεδιάζεται με καθορισμένες διαστάσεις μήκους, πλάτους και ύψους για να επιτραπεί καθορισμένη υδραυλική ροή η οποία θα επιτύχει διασκορπισμό – διάχυση του αέρα και θα οδηγήσει το μίγμα στο τμήμα αερισμού. Μία ταχύτητα μέσω της δεξαμενής οξυγόνωσης με ένα ρυθμό της τάξης του 2 – 4 mm/sec είναι επιθυμητό να επιτύχει κατάλληλη μίξη και διανομή του αέρα μέσα στο απόβλητο υγρό.

Το σύστημα βιολογικού αντιδραστήρα μεμβράνης που φαίνεται στο σχήμα 7, περιλαμβάνει δύο παράλληλα τμήματα βιολογικής επεξεργασίας **50** και **52**, και ένα τμήμα απλής μεμβράνης φιλτραρίσματος **54**. Κάθε τμήμα βιολογικής επεξεργασίας έχει μια αναερόβια ζώνη – περιοχή **56** και μια αερόβια **58**, ενώ κάθε ζώνη έχει ένα πλήθος διαχυτήρων – διασκορπιστήρων αέρα **59**. Τα τμήματα βιολογικής επεξεργασίας **50** και **52** είναι προτιμητέα να έχουν μέγεθος με μήκος περίπου 3,5 έως 6 φορές μεγαλύτερο του πλάτους. Τα εγκάρσια διαφράγματα **57** πρέπει να παρέχονται ώστε να μοιράζονται τα κρουστικά φορτία.

Το τμήμα μεμβράνης φιλτραρίσματος **54** περιλαμβάνει ένα πλήθος μονάδων κασετών μεμβρανών **60**, με παρακείμενες μονάδες διαχωριζόμενες από διαφράγματα **62**. Κάθε διάφραγμα **62** γενικά προεκτείνεται σε ολόκληρο το μήκος της μεμβράνης. Στην πραγματικότητα, είναι πολύ επιθυμητό, ειδικότερα όπου οι μεμβράνες υφίστανται σχετικά πολύ υψηλές συγκεντρώσεις στερεών (>1000 mg/l), γι αυτό το λόγο οι μεμβράνες είναι περικυκλωμένες και από τις τέσσερις πλευρές από διαφράγματα τα οποία προεκτείνονται τουλάχιστο κατά ελάχιστο στο ίδιο μήκος με τις μεμβράνες. Κάθως σημειώθηκε προηγουμένως και δείχνεται με λεπτομέρειες στα σχήματα 7 και 8, η απόσταση A1 – A4 από την ακμή κάθε μονάδας κασέτας μεμβράνης μέχρι το κοντινότερο διάφραγμα **63,64** ή **62** είναι σε απόσταση της τάξης των 100 – 200 mm. Ο πυθμένας **66** του τμήματος φιλτραρίσματος **54** είναι μια επικληνής επιφάνεια όπως φαίνεται στο σχήμα από τη βαθύτερη άκρη **68**, έχοντας μια απόσταση **B1** μεταξύ του πυθμένα και του κάτω μέρους της μεμβράνης ως την επιφανειακή άκρη **69** έχοντας μια απόσταση **B2** μεταξύ του πυθμένα και του κάτω μέρους της κασέτας μεμβράνης. Στο βαθύτερο κομμάτι - μέρος **68** προσαρμόζεται η πολλαπλή διανομή του υγρού μίγματος και η σχετιζόμενη σωλήνωση, ενώ η προς τα πάνω κεκλιμένη γωνία της επιφανειακής άκρης βοηθάει στην απευθείας κατάθλιψη του μίγματος προς τα πάνω μέσω των κασετών μεμβρανών.

Τα ακάθαρτα νερά εισέρχονται στο αναερόβιο κομμάτι **56** μετά το πέρασμα από το πλέγμα συγκράτησης στερεών και την αποψίλωσή τους (δε φαίνονται στο σχήμα). Ο αέρας, ο οποίος κανονικά παράγεται από ένα συμπιεστή αέρα, προσδίδεται μέσω μιας σειράς διαχυτήρων – διασκορπιστήρων **59** που είναι τοποθετημένοι στο σύστημα **55** και είναι ταξινομημένοι στον πυθμένα της δεξαμενής αερισμού με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η βέλτιστη ροή και μεταφορά του αέρα μέσα στο υγρό. Ένας καθετήρας διαλυμένου οξυγόνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετρήσει τα επίπεδα αναφοράς οξυγόνου στην περιοχή οξυγόνωσης και να παρέχει μια επανατροφοδότηση σε ένα σύστημα ελέγχου, όπως είναι ένας λογικός ελεγκτής προγραμματισμού (PLC), ώστε να ρυθμίζει τη ροή αέρα όπως απαιτείται για τη διατήρηση διαλυμένου οξυγόνου σε καθορισμένο σημείο. Η συγκέντρωση των συνολικά αιωρούμενων στερεών του υγρού μίγματος ελέγχονται από κατάλληλους ελεγκτές, και στο στάδιο οξυγόνωσης **58** και στο στάδιο φιλτραρίσματος **54**, και ελέγχονται από ελεγκτές PLC ανοίγοντας και κλείνοντας αντίστοιχα ανάλογα επιστόμια.

Τα ακάθαρτα νερά αντλούνται από το στάδιο οξυγόνωσης στο στάδιο μεμβράνης φιλτραρίσματος στο οποίο οι ταχύτητες ροής βελτιστοποιούνται από τη θέση των διατάξεων μεμβρανών και από τη διανομή της ροής όπως περιγράφηκε. Οι μεμβράνες καθαρίζονται και πλένονται με αντίρευμα, δηλαδή με αντίστροφη ροή του αέρα ή του νερού, σε καθορισμένο χρόνο, καθώς ελέγχεται από κατάλληλο ελεγκτή. Το υγρό που περιέχει τα αιωρούμενα στερεά ανακυκλοφορείται ή / και στην αερόβιες ζώνες **58** λόγω βαρύτητας από το κομμάτι - τμήμα της μεμβράνης. Η ανακύκλωση – ανακυκλοφορία λόγω βαρύτητας είναι πιθανή επειδή το υγρό αντλείται στο τμήμα της μεμβράνης με μια ανοδική ροή, αναγκάζοντας την περιοχή της μεμβράνης να έχει υψηλότερες στάθμες υγρού σε σχέση με τις προηγούμενες ζώνες, επιτρέποντας την ανακυκλοφορία να υπερχειλίσει στις προηγούμενες ζώνες. Το φιλτράρισμα στη μεμβράνη είναι χαρακτηριστικά μια κυκλική διαδικασία, περιλαμβάνοντας ένα κύκλο φιλτραρίσματος, ένα κύκλο ανακυκλοφορίας – αντιροής και ένα κύκλο σάρωσης αέρα. Το νερό καθαρίζεται χαρακτηριστικά μέσω των εμβαπτισμένων μεμβρανών μέσω αντλίας κενού ή παρόμοιας συσκευής συνδεδεμένη με την εξωτερική πλευρά της μεμβράνης. Η αντιροή πραγματοποιείται από ξεχωριστή αντλία και, ή λόγω βαρύτητας, αναστρέφοντας τη ροή του επεξεργασμένου νερού μέσω των μεμβρανών.



Σχήμα 3.19 Αναλυτικό περιγραφικό σχήμα συστήματος MBR

3.3.3 Σύστημα βιολογικής επεξεργασίας της εταιρείας Hamworthy.

Ο νέος βιοαντιδραστήρας μεμβράνης (MBR) της εταιρείας HAMWORTHY KSE είναι μια εξέλιξη του συμβατικού - τυπικού συστήματος Super Trident με το επιπλέον προτέρημα ότι είναι βασισμένο στη «χώνεψη» των οργανικών αποβλήτων με αεροβικά βακτηρίδια.

Η χρήση κωνικών δεξαμενών κατακράτησης απαιτεί μια σταθερή – μόνιμη σχηματισμένη ιλύς η οποία εφαρμόζεται ώστε να εμποδίζει τη μεταφορά της ενεργής ιλύος – λάσπης στη τελική εκροή – απόρριψη. Οποιαδήποτε εξωτερική επιρροή μπορεί να προκαλέσει μια απόκλιση στο σχηματισμό ενό καλύμματος ιλύος με αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της ποιότητας των εκροών. Η χρήση της μεμβράνης στο στάδιο αποκαθαρισμού παρέχει ένα φυσικό εμπόδιο που εγγυάται σωστή ποιότητα των εκροών.

Τα συστήματα διαχωρισμού μεμβράνης τα οποία ήταν διαθέσιμα τα τελευταία 2 με 3 χρόνια βασίστηκαν στη διαμόρφωση μεμβράνης χρήσιμη για την παραγωγή πόσιμου νερού. Αυτές είναι σχετικά υψηλής διαφορικής πίεσης μονάδες οι οποίες περιέχονται σε δοχεία πίεσης. Η χρήση αυτών των συστημάτων με τα απορέοντα απόβλητα ύδατα σε μεγάλες, σύνθετες υποδοχές – εγκαταστάσεις οι οποίες υφίστανται πολύ γρήγορες αποφράξεις, κυρίως μέσω της ανάπτυξης – καλλιέργειας βακτηριδίων αμφότερα πάνω και μέσα στο υλικό της μεμβράνης.

Η συνεχιζόμενη ανάπτυξη των υλικών μεμβράνης ειδικότερα για την επεξεργασία των ακάθαρτων υδάτων έχει σαν επακόλουθο οι μονάδες να είναι ικανές να λειτουργήσουν σε πολύ χαμηλότερες πιέσεις και να παρουσιάζουν καλές αντιδιαβρωτικές ιδιότητες. Αυτές οι μονάδες μπορεί να είναι εκτεθειμένες σε ενεργά κατάλοιπα για εκτεταμένες χρονικές περιόδους και γι αυτό έχουν σχεδιαστεί με τα κατάλληλα πρακτικά συστήματα.

Ένας βιοαντιδραστήρας λειτουργεί με μια βιομάζα αιωρούμενων στερεών γύρω στα 20 gr/lit όπου είναι ικανός να πετύχει πολύ σημαντικό βαθμό μείωσης οργανικών υλικών, μετρούμενα ως BOD₅ και COD. Ο ρυθμός ανάπτυξης των οργανικών καταλοίπων είναι σε σχετική αναλογία ανάμεσα στο οργανικό περιεχόμενο του ρέοντος υγρού και στην ενεργή βιομάζα στο βιοαντιδραστήρα. Η χρήση σχετικά υψηλών επιπέδων βιομάζας αιωρούμενων στερεών, εξασφαλίζει ότι αυτή η αναλογία διατηρείται σταθερά χαμηλή, κι ο επακόλουθος ρυθμός ανάπτυξης των καταλοίπων είναι επίσης πολύ χαμηλός.

Το εισερχόμενο απόβλητο νερό περιέχει επίσης μη βιοδιασπάσιμα στερεά (ή στερεά με πολύ μικρό ρυθμό διάσπασης) όπως πλαστικό, τρίχες, άμμο, ίνες και ορισμένα είδη γράσου – λίπους. Αυτά είναι ανάγκη να απομακρυνθούν από το σύστημα, με περιοδικές εκκαθαρίσεις, ή με εξαγωγή μέσω ενός κατάλληλου συστήματος μεταλλικού πλέγματος.

Αρχή λειτουργίας

Τα απόβλητα ύδατα που συλλέγονται στις δεξαμενές «μαύρου» ύδατος του σκάφους (μονάδες συλλογής κενού) αντλώνται σε έναν αυτόματο τύπο δικτυωτού πλέγματος.. Το γκρίζο νερό συλλέγεται στις δεξαμενές προσωρινής αποθήκευσης και τροφοδοτείται στον ίδιο αυτόματο τύπο δικτυωτού πλέγματος.

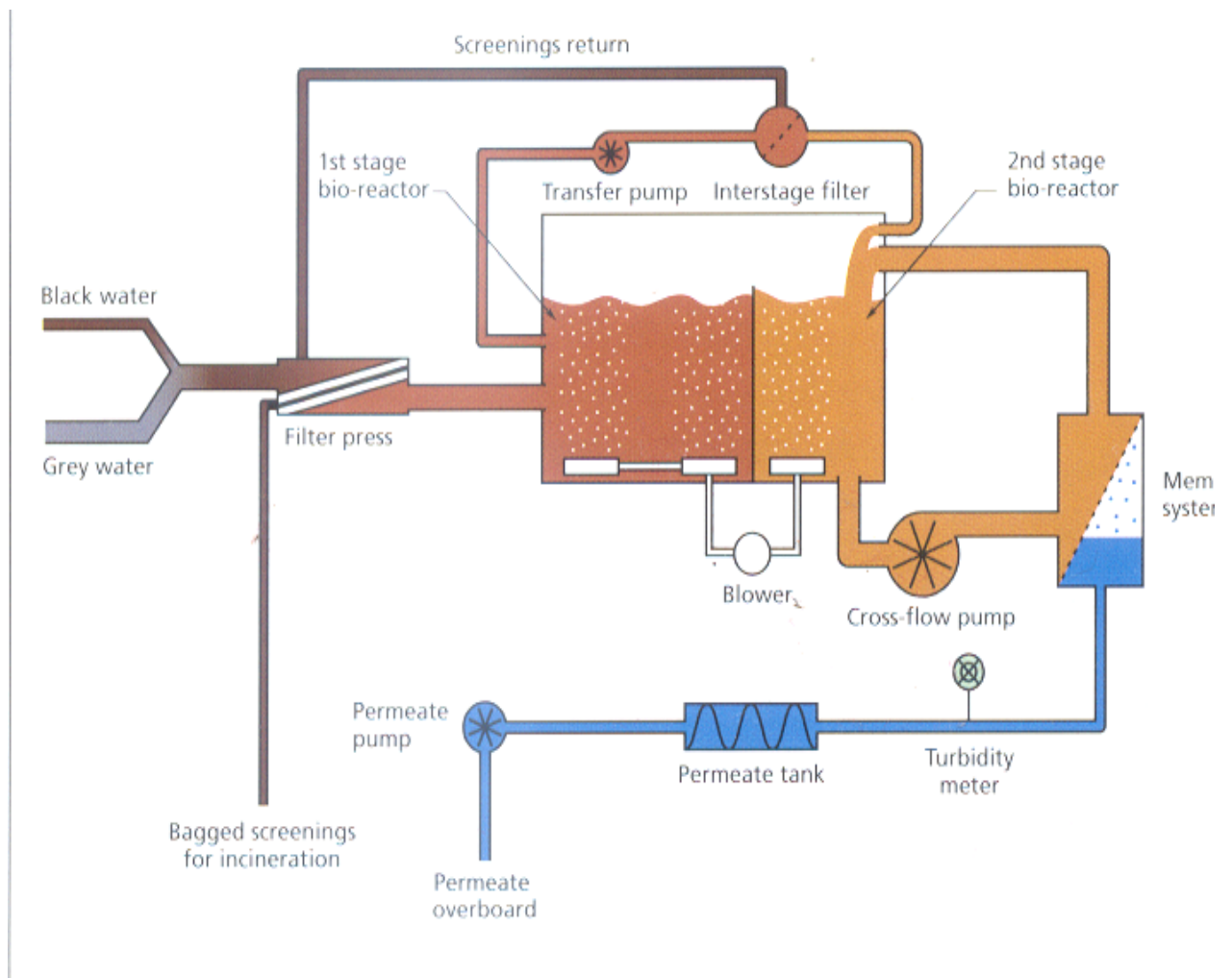
Κάθε μονάδα βιοαντιδραστήρα περιλαμβάνει δύο στάδια βιολογικών αντιδραστήρων, που περιλαμβάνονται μέσα σε μια ενιαία μονάδα δεξαμενών για την πραγματοποίηση της διαδικασίας. Και τα δύο στάδια βιολογικών αντιδραστήρων είναι εφοδιασμένα - εξοπλισμένα με κατάλληλες συσκευές αερισμού που τροφοδοτούνται από λειτουργικούς και εφεδρικούς ανεμιστήρες. Το απόβλητο νερό περνάει μέσω του πρεσαριστού πλέγματος στο πρώτο στάδιο βιολογικού αντιδραστήρα όπου η ενεργός βιομάζα υποβιβάζει το οργανικό υλικό. Η ενεργός βιομάζα αντλείται μέσω ενός ενδιάμεσου φίλτρου που επιστρέφει μοριακό και ινώδες υλικό στο πλέγμα.

Η φιλτραρισμένη βιομάζα μεταφέρεται από τις εφεδρικές αντλίες στο βιολογικό αντιδραστήρα δεύτερου σταδίου, χωρίς οποιεσδήποτε ίνες που θα μπορούσαν να προκαλέσουν τις παρεμποδίσεις στις μονάδες μεμβρανών.

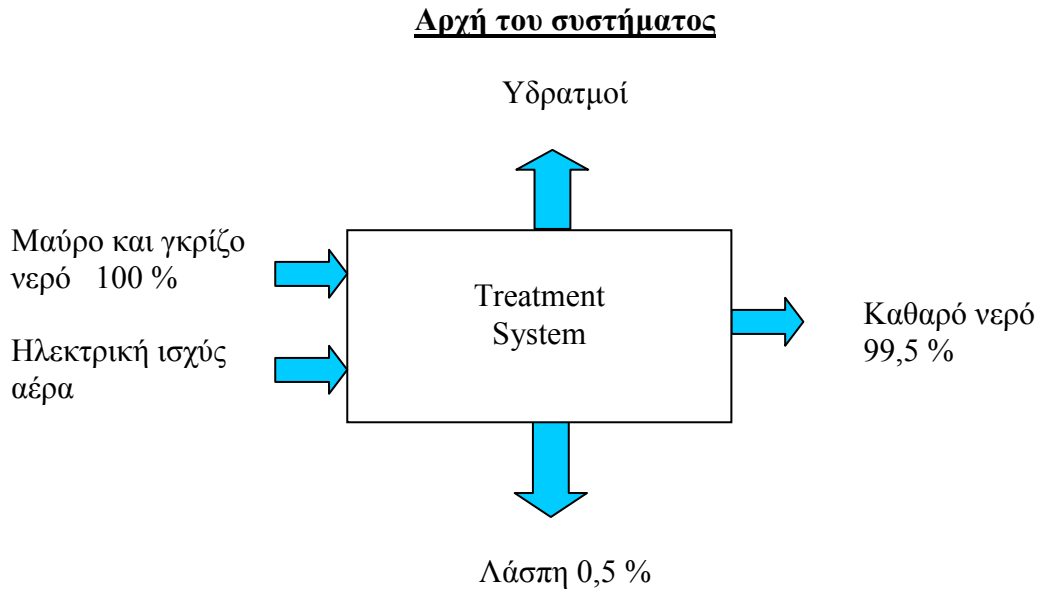
Η βιομάζα επανακυκλοφορείται μέσω των μονάδων μεμβρανών, αποδίδοντας τη συγκεντρωμένη βιομάζα στο δεύτερο στάδιο του βιοαντιδραστήρα. Το καθαρό μίγμα λαμβάνεται από τις μονάδες μεμβρανών μέσω των βαλβίδων ελέγχου και τους μετρητές ροής, επιτρέποντας μεμονωμένο και ανεξάρτητο έλεγχο κάθε ενότητας μεμβρανών. Μια υπερχειλίση λόγω βαρύτητας επιστρέφει την περίσσεια βιομάζας στο βιολογικό αντιδραστήρα πρώτης φάσης.

Η εκροή συλλέγεται από όλες τις μονάδες της μεμβράνης σε μια δεξαμενή και αντλείται για την απαλλαγή από κατάλληλες εφεδρικές αντλίες. Απομονώνοντας τις βαλβίδες παρέχεται σε όλο το σύστημα η δυνατότητα να επιτραπεί η συντήρηση των αντλιών, των μονάδων της μεμβράνης και άλλων συστατικών χωρίς να είναι απαραίτητη η παύση της λειτουργίας της εγκατάστασης. Το σύστημα είναι

αυτοματοποιημένο. Ένας μετρητής θολούρας ελέγχει συνεχώς τα απόβλητα αποχέτευσης.



Σχήμα 3.20 Αρχή λειτουργίας συστήματος εταιρείας HAMWORTHY

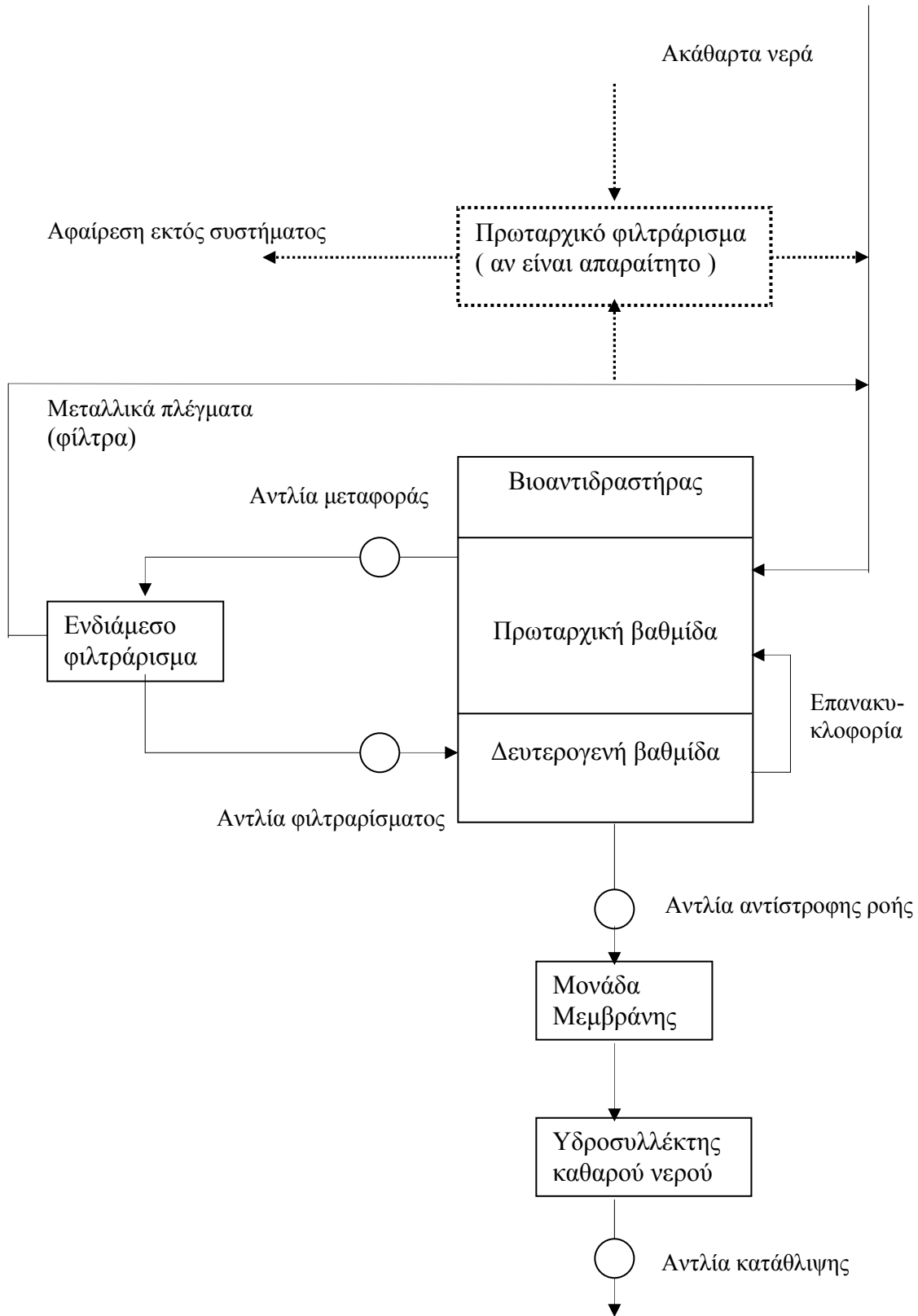


Σχήμα 3.21 Αρχή λειτουργίας συστήματος

Η Harmworthy έχει επιλέξει να χρησιμοποιεί αυλακωτές – σωληνοειδής μεμβράνες, με ονομαστική εσωτερική διάμετρο αυλών 8 mm, ενισχυμένων με μεταλλικό περίβλημα ινών ονομαστικής διαμέτρου 200 mm. Οι μεμβράνες περνάνε από μια ζώνη – έκταση – πεδίο υπερδιήθησης, με ονομαστικό μέγεθος πόρων της τάξης των 40 nm. Αυτές χρησιμοποιούνται σε μια πλάγια κατάσταση ροής, με αντίθετη ροή παραγόμενη από φυγοκεντρικές αντλίες.

Ο έλεγχος του μη βιοδιασπάσιμου υλικού, ή του αργοδιάσπαστου ινώδους υλικού, γίνεται από ένα αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο, λειτουργώντας με ένα μέγεθος οπών της τάξης των 200 με 400 μικρά εξαρτώμενο από την εφαρμογή. Το σύστημα διευθετείται με ένα πρωτοβάθμιο βιοαντιδραστήρα, λειτουργώντας αεροβικά και μειώνοντας το εισερχόμενο οργανικό υλικό από τη δράση της συγκεντρωμένης βιομάζας, με ένα αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο κατά τη μεταφορά σε μια δεύτερη βαθμίδα αντιδραστήρα. Οι αντίστροφης ροής αντλίες, αναρροφούν από αυτή τη δεύτερη βαθμίδα και αντλούν μέσω των υπομονάδων της μεμβράνης, επιστρέφοντας μια ποσοστιαία αναλογία βιομάζας στον πρωτοβάθμιο αντιδραστήρα για να διατηρήσουν μια ισορροπημένη βιομάζα.

Σχήμα 3.22 Σχηματικό Διάγραμμα MBR



Εκλογή κατάλληλης τεχνολογίας.

Υπάρχει μια ευρεία ποικιλία διαθέσιμων διαδικασιών επεξεργασίας, μερικές που αναπτύσσονται για τις χερσαίες εφαρμογές, και άλλες που σχεδιάζονται συγκεκριμένα για το θαλάσσιο περιβάλλον. Τα ξεχωριστά σωματίδια στο ρεύμα των αποβλήτων μπορούν να διαχωριστούν, χρησιμοποιώντας τη διήθηση ή τη κατακάθιση. Η κατακάθιση μπορεί να επιτευχθεί είτε με τη βαρύτητα είτε με τη βοήθεια φυγοκεντρικής αντλίας. Οι χημικές διαδικασίες, που χρησιμοποιούν ηλεκτροχημικά οξειδωτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετατρέψουν ή να μεταλλάξουν τα μολυσματικά υλικά σε ενώσεις ήπιες και πιο ευκολα διαχωρισμένες από την υγρή φάση. Σχεδόν όλες οι πιθανές διαδικασίες επεξεργασίας απαιτούν ένα στάδιο διαχωρισμού για να συγκρατήσουν τα αιωρούμενα στερεά μέσα στο σύστημα επεξεργασίας. Αυτό είναι μια κρίσιμη επιλογή, δεδομένου ότι είναι πιθανό να είναι το μέρος της διαδικασίας που ρυθμίζει την ικανότητα και δυναμικότητα του συστήματος επεξεργασίας. Ιδιαίτερα για τις βιολογικές διαδικασίες επεξεργασίας έχει υιοθετηθεί η τεχνολογία χωρισμού μεμβρανών, χρησιμοποιώντας γενικά τις χαμηλής πίεσεως μεμβράνες.

Η γενική πεποίθηση μέσα στη ναυτιλιακή βιομηχανία είναι ότι οι βιολογικοί αντιδραστήρες μεμβρανών (MBR) θα αποτελέσουν τη βάση της τεχνολογίας επεξεργασίας αποβλήτων. Λόγω της ευρείας εφαρμογής της σε μεγάλο βαθμό από τις χερσαίες εγκαταστάσεις επεξεργασίας, η μεγάλη πρόκληση είναι η προσαρμογή της στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αμέσως μετά την νομοθεσία στην Αλάσκα, δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι οι δεσμεύσεις και οι συμβιβασμοί θα έχουν γίνει στο σχέδιο δεδομένου ότι η τεχνολογία MBR έχει εφαρμοστεί κατά μεγάλη πλειοψηφία στην αγορά των μετασκευών, όπου αυστηροί κανονισμοί θέτονται στο σύστημα σχεδιασμού.

Μια πλήρης συζήτηση πάνω στα πλεονεκτήματα των εναλλακτικών τύπων διαθέσιμων μεμβρανών χαμηλής πίεσης για χρήση σε συνδυασμό με τα βιολογικά συστήματα επεξεργασίας θα είναι κάπως εκτενής. Πάντως αξίζει να σημειώσουμε τους διαθέσιμους γενικούς τύπους μεμβρανών, και τις δυνατότητες εφαρμογής τους στις δύο κύριες μεθόδους εφαρμογής όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.2 : Γενικοί τύποι μεμβρανών

Τύπος μεμβράνης	Μέθοδος εφαρμογής	Παρατηρήσεις
Επίπεδο φύλλου μετάλλου	Καταδύομενο στη δεξαμενή, εισερχόμενου αέρα αντίθετης ροής.	Επιφάνειες μεμβρανών χαμηλής τύρβης, μεμβράνες μέσα στις διαστάσεις της δεξαμενής επεξεργασίας.
	Πλαϊνής ροής σε ρυθμισμένη μεταλλική θήκη, με άντληση διασταυρούμενης ροής.	Επιφάνειες μεμβρανών αποδοτικής τύρβης, οι υπομονάδες μπορούν να αφαιρεθούν με το σύστημα σε λειτουργία.
Αυλακωτό- σωληνωειδές	Καταδύομενο στη δεξαμενή, εισερχόμενου αέρα αντίθετης ροής.	Επιφάνειες μεμβρανών μέτριας τύρβης, μεμβράνες μέσα στις διαστάσεις της εγκατάστασης επεξεργασίας.
	Πλαϊνής ροής σε ρυθμισμένη μεταλλική θήκη, με άντληση διασταυρούμενης ροής.	Επιφάνειες μεμβρανών εξαιρετικής τύρβης, οι υπομονάδες μπορούν να αφαιρεθούν με το σύστημα σε λειτουργία.
Κοίλης ίνας	Καταδύομενο στη δεξαμενή.	Επιφάνειες μεμβρανών ανεπαρκούς τύρβης, μεμβράνες μέσα στις διαστάσεις της δεξαμενής επεξεργασίας.

Εγκατάσταση επί πλοίου.

Σε κάθε πρόγραμμα μετασκευής των πλοίων είναι σημαντικό να προσεγγίζει την πρόκληση με ένα δομημένο τρόπο. Το παρακάτω πλαίσιο απεικονίζει μια τυπική διαδικασία ροής.

Πίνακας 3.3 : Τυπική διαδικασία ροής

Εξέταση Σκαφών

- Καθορισμός υπάρχοντων δεξαμενών / συστημάτων επεξεργασίας

Λειτουργική Διαδικασία

- Υπηρεσίες ξενοδοχείων – καθημερινές ασχολίες, λειτουργικό πρόγραμμα και διαχείριση χημικών καθαρισμού.
- Μηχανοστάσιο – καθημερινές ασχολίες, λειτουργικό σύστημα και διαχείριση.
- Χωρητικότητα δεξαμενών, δυνατότητες επεξεργασίας και συλλογής.
- Γνωστική βάση του πληρώματος.

Συζητήσεις και αναθεωρήσεις διαπιστώσεων

- Έμφαση στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων.
- Αισιοδοξία των λειτουργικών πρακτικών.

Τεχνικο-οικονομικές λύσεις

Με την πλειοψηφία των σύγχρονων δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στα κρουαζιερόπλοια και βρίσκονται ήδη σε υπηρεσία, η περισσότερη δουλειά εστιάζεται στην ολοκλήρωση και ενοποίηση των επίκαιρων λειτουργικών συνθηκών.

Αυτές περιλαμβάνουν:

- Σημερινές νομοθετικές αξιώσεις (και μελλοντικές)
- Υπάρχουσες εγκαταστάσεις επεξεργασίας μαύρου / γκριζού ύδατος
- Αποθηκευτικές ικανότητες δεξαμενών κατακράτησης επί πλοίου
- Φιλοσοφία διαχείρισης απόβλητων υδάτων
- Λειτουργική φιλοσοφία επί πλοίου – μηχανοστάσιο
- Χάρτες κρουαζιερόπλοιων

Αν και οι σύγχρονες νέες κατασκευές σκαφών είναι γενικά πλοία επιλογών, και επομένως έχουν περιορισμούς στο σχεδιασμό τους όπως η διάταξη του μηχανοστασίου είναι βασισμένη στις «παραδοσιακές» μονάδες επεξεργασίας. Η μετατροπή των «παραδοσιακών» μονάδων επεξεργασίας σε προηγμένα συστήματα επεξεργασίας είναι πιθανή. Η Hamworthy KSE έχει μετατρέψει μεμβράνες βιοαντιδραστήρων σε αριθμό μεταξύ 240 και 320 τόννων ανα ημέρα. Όλες οι μονάδες όλων των μεγεθών έχουν υποβληθεί στις πλήρης δοκιμές έγκρισης των

τύπων IMO και USGC, συμπεριλαμβανομένου των ανεξάρτητων δοκιμών των αρχών και των αναλύσεων 40 δειγμάτων τροφοδοτικού και επεξεργασμένου νερού σε περίοδο 10 ημερών.

Επιτυγχανόμενη ποιότητα αποτελεσμάτων:

	Γεωμετρική ερμηνεία
Συνολικά αιωρούμενα στερεά	< 2 mg / lt
Οργανικά περιεχόμενα BOD ₅	2 mg / lt
Περιττωματικά κολοβακτηρίδια	13 / 100 ml

Πρέπει να σημειωθεί ότι το σύστημα αυτό δε χρησιμοποιεί κανενός είδους απολυμαντικό, π.χ. χλωριούχα προσθετικά, βασιζόμενο εντελώς στην απόδοση – επίτευγμα του βιοαντιδραστήρα και της μεμβράνης να αποβάλλουν – εξαλείψουν τους βιοοργανισμούς από τις εκροές. Η παρακολούθηση των περιττωματικών κολοβακτηριδίων είναι δύσκολη σε αυτές τις συνθήκες, καθώς επουσιώδη μόλυνση των σημείων των δειγμάτων δοκιμών μπορεί να οδηγήσουν σε ιδιαίτερα – ξεχωριστά δείγματα με υψηλή καταμέτρηση περιττωματικών κολοβακτηριδίων. Παντως αυτές οι δυσκολίες σε ακριβή δειγματοληψία χρειάζεται να είναι αμετάβλητα – ακλόνητα έναντι του πλεονέκτηματος των μηδενικών απολυμαντικών προσθετικών.

Όλα τα αποτελέσματα είναι μέσα στα στάνταρ κριτήρια που έχουν υιοθετηθεί από τον IMO και τον USCG, και τους έχουν παραχωρηθεί τα πλήρη πιστοποιητικά.

Κατά τη διάρκεια της περιόδου λειτουργίας οι μονάδες λειτουργούν υπό έμπειρες συνθήκες, οι οποίες έχουν ήδη αρχικά διατυπωθεί.

- Υψηλή θερμοκρασία εισόδου τροφοδοσίας – πάνω από 70 °C.
- Υψηλή συγκέντρωση τροφοδοσίας – πάνω από 6500 mg / lt.
- Αναλογία χλωρίου στο «γκρίζο» νερό άνω των 5 mg/ lt.
- Υψηλότερες συγκεντρώσεις ιών κυτταρίνης.

Το σύστημα βιοαντιδραστήρα μεμβράνης προσαρμόζεται εύκολα στις νέες κατασκευές, καθώς ο χώρος που θα καταλαμβάνεται θα είναι λιγότερος από ότι για τις συμβατικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Είναι επίσης ιδανικά

ικανοποιητική η μετατροπή των υπάρχοντων συστημάτων επεξεργασίας ώστε να συμμορφώνονται με τις νομοθετικές απαιτήσεις.

Συμπέρασμα.

Είναι γενικά παραδεκτό ότι οι απαιτήσεις σχετικά με την επεξεργασία «μαύρου» και «γκρίζου» νερού στα κρουαζιερόπλοια που πλέουν στην Αλάσκα, θα επεκταθούν εγκαίρως και σε άλλες περιοχές του κόσμου, όπου λειτουργούν ακόμη περισσότερα κρουαζιερόπλοια.

Η πλειονότητα των πλοίων επομένως θα υποστούν τροποποιήσεις ώστε να συμμορφωθούν με τις διεθνείς απαιτήσεις και να διευκολύνουν την ευκαμψία λειτουργίας. Η βιομηχανία προετοιμάζει την αγορά να μετακινηθεί προς τις νέες προηγμένες τεχνολογίες, ωστόσο, αυτό γίνεται με πολύ αργό ρυθμό.

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ποικίλων διαθέσιμων τεχνολογιών για τους διαχειριστές κρουαζιέρων για να επιλέξουν αποτελεσματικά από μια τεράστια λίστα – παράταξη προσφερόμενων λύσεων όσον αφορά την επεξεργασία λυμάτων.

Κατά την ανάπτυξη των συστημάτων διαχείρισης λυμάτων, η αισιοδοξία της παραγωγής λυμάτων, η ελαστικότητα των συστημάτων στους κανονισμούς και η αξιοπιστία λειτουργίας είναι οι κύριοι παράγοντες που πρέπει να μας βάζουν σε σκέψη. Κατ'αρχήν, η βέλτιστη σχεδίαση πρέπει να εξασφαλίζει στον ιδιοκτήτη ικανοποιητική ευκαμψία έτσι ώστε το σκάφος να είναι αποτελεσματικά «αυτάρκες» - αυτόνομο με εκτίμηση προς τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων της στεριάς.

Στις μετασκευές αυτό είναι σχεδόν αδύνατο, γι'αυτό κάθε εγκατεστημένο σύστημα πρέπει να αρκετά γεροφτιαγμένο ώστε να επιδέχεται τις ποικίλλες λειτουργικές απαιτήσεις συμπεριλαμβανομένου των περιβαλλοντικών νόμων, τις εγκαταστάσεις ευκολιών υποδοχής των Λιμανιών, τα δρομολόγια των πλοίων και ακόμη τις απαιτήσεις των επιβατών.

Επί του παρόντος, καμμία ιδιαίτερη εταιρεία δεν μπορεί να αξιώσει ότι παρέχει αποκλειστικά τελική λύση για τη διαχείριση των λυμάτων. Οι εξειδικευμένες επιδεξιότητες και η αναγκαία εμπειρία συνεισφέρουν γενικά στη βιομηχανία.

Ευχαριστίες.

Η εταιρεία Hamworthy KSE είναι μια διεθνώς αναγνωρισμένη εταιρεία στο ναυτιλιακό εξοπλισμό και στα συστήματα τεχνολογίας. Η εταιρεία είναι η κύρια κατασκευάστρια συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων για περισσότερα από 35 χρόνια. Η συνεχιζόμενη ανάπτυξη και εξέλιξη των προϊόντων, συγκεκριμένα, όπως κατευθύνεται από τη βιομηχανία κρουαζιέρων, συνδυασμένη με τη διαθεσιμότητα

των νέων τεχνολογιών έχει οδηγήσει σε σημαντικές προαγωγές στα πρότυπα επεξεργασίας λυμάτων όπου τώρα μπορούν να επιτευχθούν.

3.3.4. Σύστημα βιολογικής επεξεργασίας της εταιρείας ACO MARIPUR

Χαρακτηριστικά, Πλεονεκτήματα

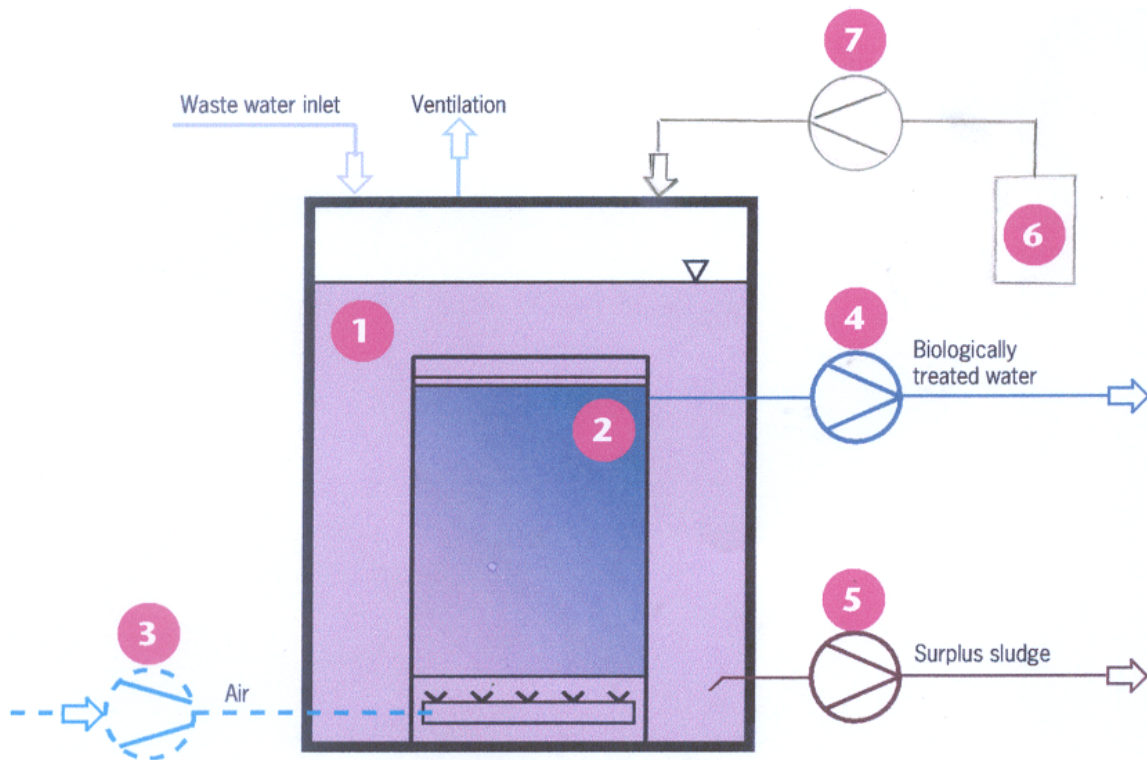
Οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων της ACO MARIPUR με το σύστημα μικροδιήθησης χαμηλής πίεσης προσφέρει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα :

- Συμπαγή διαδικασία κατά την υψηλή αποξήρανση των ακάθαρτων υδάτων μέσα στον αντιδραστήρα. Αυτό καθιστά δυνατή την εκμετάλλευση του ανεπαρκούς σε ζήτηση χώρο μέσα στα πλοία ώστε να είναι διαθέσιμος για άλλους χρήσιμους σκοπούς.
- Δεν υπάρχει ανάγκη για επιπλέον δευτερεύον στάδιο επεξεργασίας για απολύμανση το οποίο θα είναι και κοστοβόρο. Η απολύτως αναγκαία χλωρίωση μετά την πρωταρχική επεξεργασία που απαιτείται στα συμβατικά τυπικά συστήματα δεν είναι απαραίτητη για τα συστήματα βιολογικών μεμβρανών, τα οποία σχηματίζουν φραγμούς και εμπόδια στα ενεργά βακτήρια, αιωρούμενα στερεά και κάθε είδους ιού.
- Η εφαρμογή των μονάδων μικροδιήθησης σε αντίθεση με τα συνήθη συμβατικά συστήματα παρέχει πλήρη αντοχή του συστήματος έναντι των διαταραχών της θάλασσας.
- Η απλή, εκτεταμένη και αυτοματοποιημένη διαδικασία, η οποία είναι εύκολη στη χρήση της για το πλήρωμα έχει σαν αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση προβλημάτων κατανόησης και αποδοχής της λειτουργίας.
- Ικανότητα επεξεργασίας και του μαύρου και του γκριζου νερού μέσα στον ίδιο αντιδραστήρα. Αυτό παρέχει τη δυνατότητα να εξοικονομεί σε μεγάλο βαθμό χώρο και χρήμα

Τεχνολογική περιγραφή

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας απόβλητων υδάτων της εταιρείας ACO MARIPUR σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν βασισμένες στη τεχνολογία βιολογικής επεξεργασίας αποβλήτων σε συνδυασμό με εμβαπτισμένες μονάδες μικροδιήθησης (μικροφιλτραρίσματος) και βελτιστοποιήθηκαν για χρήση σε πλοία και ναυτικές εγκαταστάσεις.

Οι μονάδες μικροδιήθησης (2) εγκαθίστανται απευθείας στο βιολογικό αντιδραστήρα (1) και είναι εξοπλισμένες με στοιχεία αερισμού κάτωθεν. Όλες οι άλλες συσκευές είναι τοποθετημένες εξωτερικά του βιολογικού αντιδραστήρα. Τα απόβλητα νερά εισέρχονται στο βιοαντιδραστήρα μέσω ενός σωλήνα εισαγωγής στην κορυφή. Η αεροβική διάσπαση σε μέρη των μολυσματικών υλικών του νερού παρέχεται από μόνιμο αερισμό δια μέσω των στοιχείων αερισμού κάτω από τις μονάδες μικροδιήθησης. Κατά τη διάρκεια της ανοδικής ροής του αέρα μέσα σε ενότητες μεμβρανών, η επιφάνεια των μεμβρανών παρασύρεται μόνιμα και απελευθερώνεται από τα προσκολλημένα στερεά. Το βιολογικώς καθαρισμένο νερό αποσύρεται αποκλειστικά μέσω των στοιχείων μικροδιήθησης από την αντλία εκρόης (4). Η χαμηλής πίεσης αναρρόφηση της τάξης του 0,1 bar της άλλης πλευράς της μεμβράνης εμποδίζει αποτελεσματικά τη συμπαγή μάζα των στερεών να συγκεντρωθεί πάνω στις μεμβράνες. Οι επιπλέον ακαθαρσίες απορρίπτονται περιοδικά από το βιοαντιδραστήρα μέσω της αντλίας καταλοίπων (5). Για την αποφυγή σχηματισμού και αύξησης αφρού μέσα στον αντιδραστήρα το όλο σύστημα εξοπλίζεται με μια μικρή μονάδα αντιαφριστικού υγρού (6) και μια δοσομετρική αντλία (7).



Σχήμα 3.23 Αρχή λειτουργίας συστήματος ACO MARIPUR

Αποδοτικότητα του καθαρισμού

Το σύστημα της ACO MARIPUR εφαρμόζει στα πλοία και στις θαλάσσιες κατασκευές τη διαδικασία της βιολογικής επεξεργασίας των ακάθαρτων υδάτων σε συνδυασμό με τις εμβαπτισμένες μεμβράνες μικροδιήθησης χαμηλής πίεσης, η οποία δρα σαν φραγμός – εμπόδιο στην ανάπτυξη μολυσματικών βακτηρίων και μικροβίων. Επομένως η τεχνολογία της ACO MARIPUR απολυμαίνει το νερό – χωρίς κανένα τελικό αποκαθαρισμό ή κανένα μολυσματικό παράγοντα – η οποία είναι σύμφωνη με τα ποιοτικά πρότυπα των παρακάτω οργανισμών : IMO/ MARPOL , HELCOM, German Federal Law Gazettes, USCG, Australian ADNOC, US Federal Law Gazettes.

Πίνακας 3.4 : Τιμές εκροής σε σύγκριση με τιμές άλλων προτύπων

	ACO MARIPUR	MARPOL Annex IV	USCG	Federal Alaska Standard
Κωλοβακτηρίδια (n/100ml)	<4	<200	<200	<20
Συνολικά αιωρούμενα στερεά (mg/l)	<10	<100	<150	<30
BOD ₅ (mg/l)	<5	<50	-	<30

Μέγεθος, Σχεδιασμός

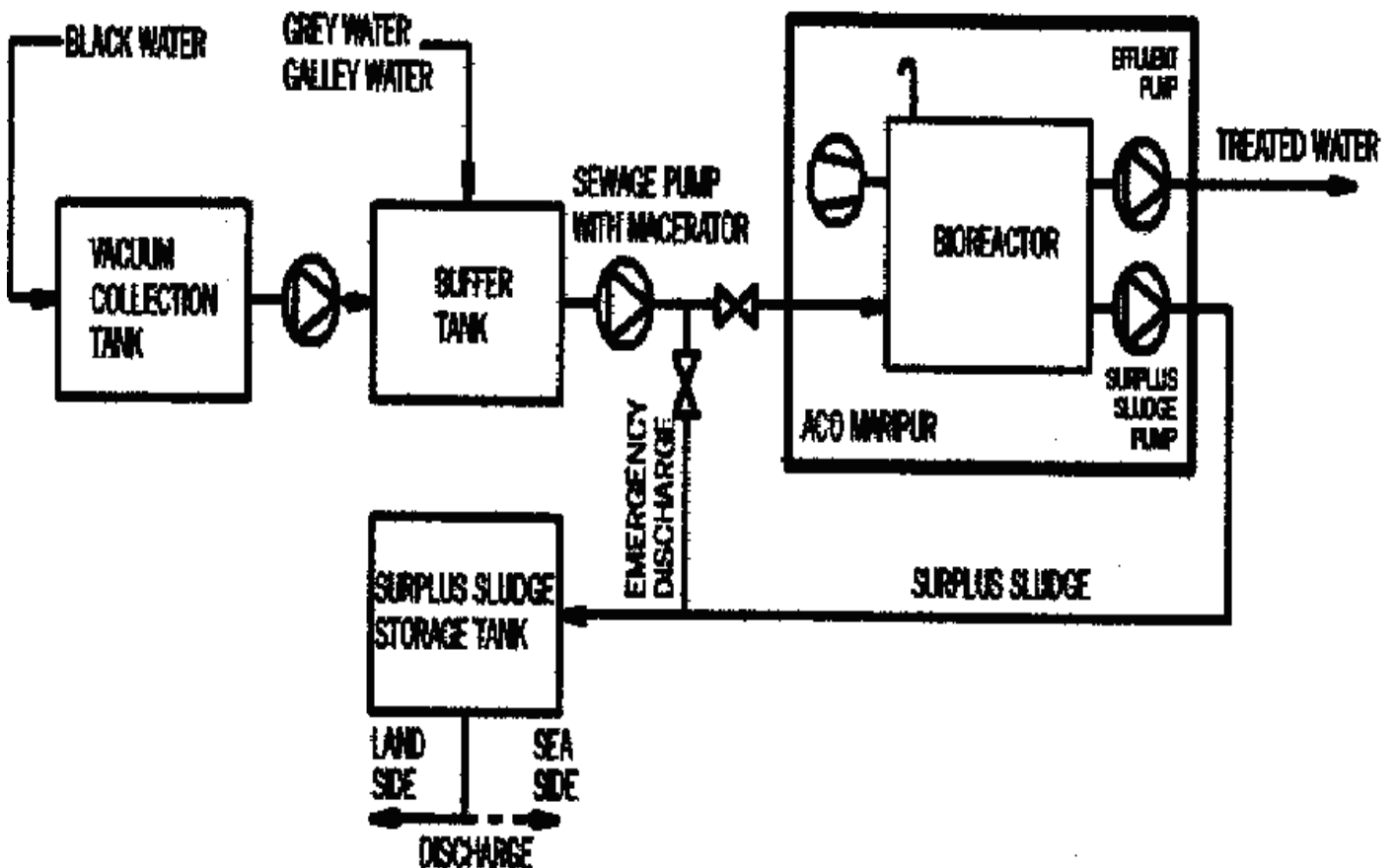
Το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων της ACO MARIPUR σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ως ένα ενιαίο σύστημα αποτελούμενο από υπομονάδες σε τέσσερα βασικά μεγέθη για το καθαρισμό των απόβλητων υδάτων που παράγονται από 25, 50, 100 και 200 άτομα. Πάντως η εταιρεία είναι έτοιμη να παράγει ξεχωριστές λύσεις για κάθε απαίτηση. Ο βιολογικός αντιδραστήρας είναι κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316 Ti όπως καθορίζεται από τα πρότυπα. Βέβαια είναι δυνατόν να κατασκευαστεί και από άλλα υλικά ανάλογα με τις απαιτήσεις και ύστερα από συμβούλιο. Η μονάδα επεξεργασίας της ACO MARIPUR είναι εξοπλισμένη με ηλεκτρικά στοιχεία 400 – 460 Volts, 50 ή 60 Hz.

Πίνακας 3.5 : Τεχνικές πληροφορίες εταιρείας Aco Maripur

ACO MARIPUR		25	50	100	200
Υδραυλικό φορτ. σχεδίασης (black and grey water)	Σύστημα κενού (m ³ /d)	4,63	9,25	18,50	37,00
	Σύστημα βαρύτητας (m ³ /d)	5,75	11,50	23,00	46,00
Ολικές διαστάσεις	Μήκος (mm)	1450	1950	2450	3450
	Πλάτος (mm)	1000	1250	1600	2000
	Ύψος (mm)	1950	2050	2300	2550
Βάρος	Καθαρό βάρος (kg)	840	1120	1830	3540
	Βάρος λειτουργίας (kg)	2190	3815	6960	14390
Συνδέσεις δικτύου	Εισαγωγής λύματος	DN 65	DN 80	DN100	DN125
	Απόρριψης εκτός πλοίου	DN 40	DN 40	DN 50	DN 65
	Καταλοίπων	DN 40	DN 40	DN 40	DN 40
	Εξαέρωσης	DN 80	DN100	DN125	DN150

Βασικό σύστημα

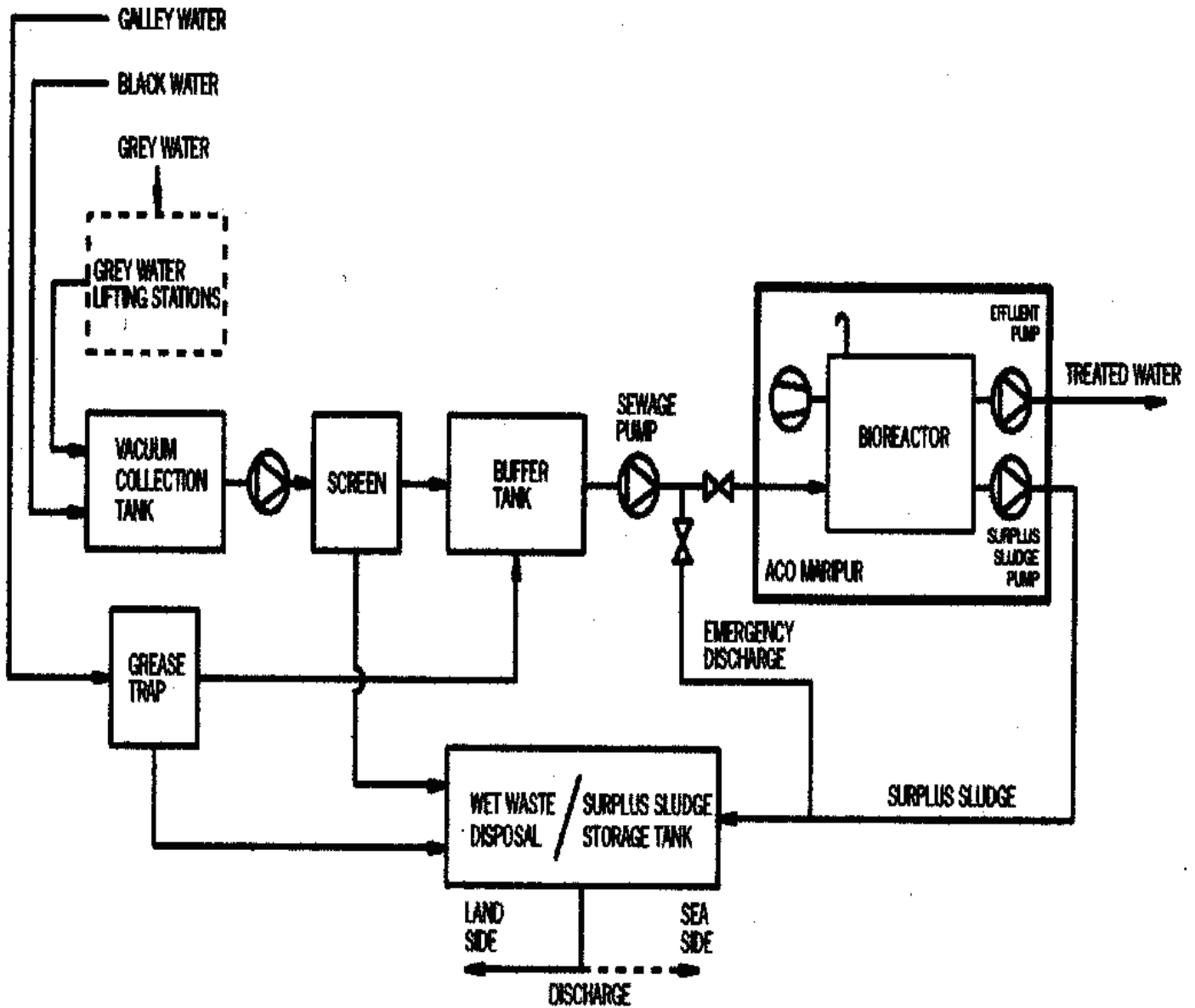
(π.χ. φορτηγά πλοία, γιωτ, σκάφη αναψυχής, πλατφόρμες πετρελαίου)



Σχ.ημ 3.24 Περιγραφικό διάγραμμα λειτουργίας βασικού συστήματος

Προηγμένο Σύστημα

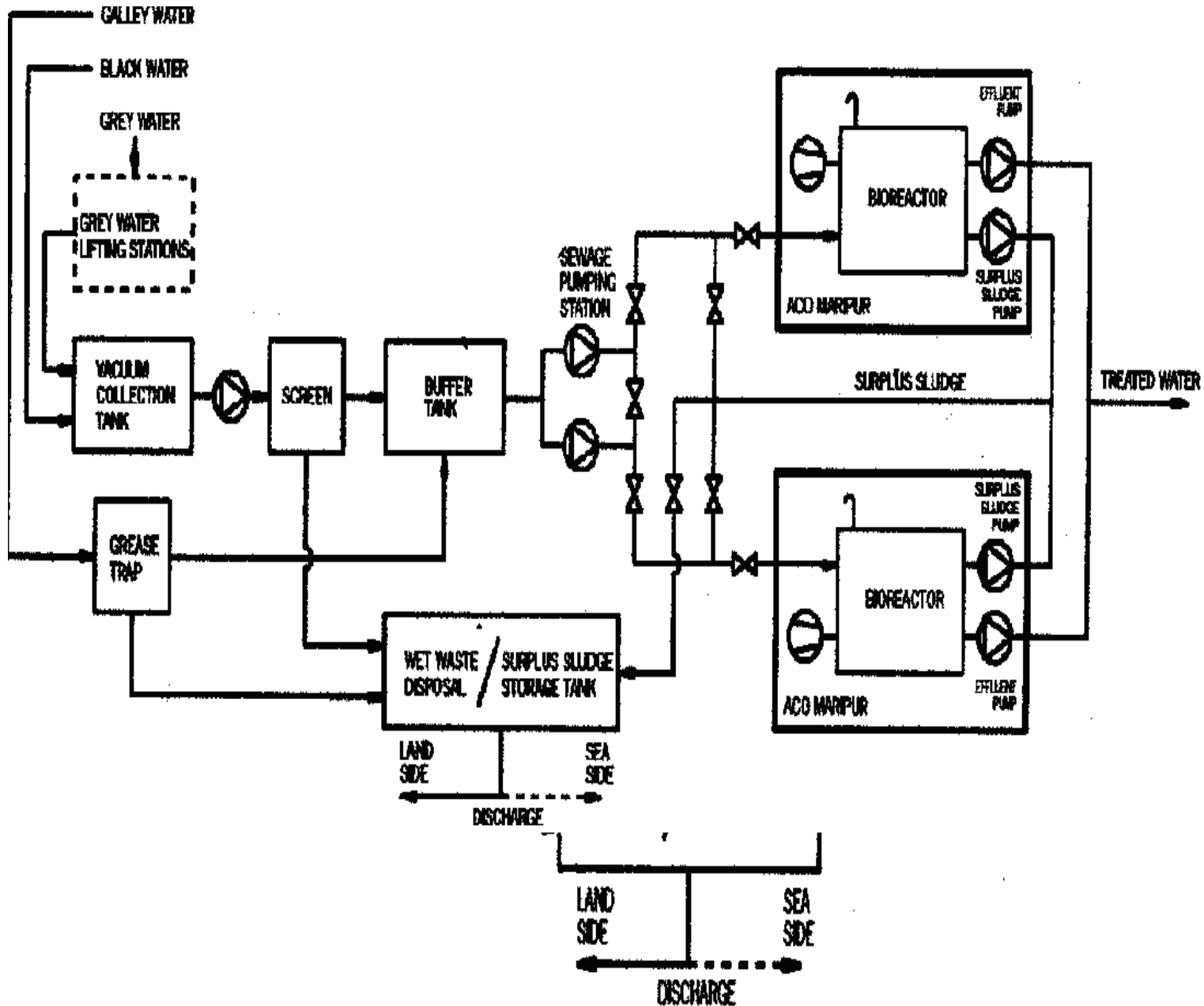
(π.χ. φέρυ – μπωτ, μικρά κρουαζιερόπλοια, ρυμουλκά, σωστικά σκάφη)



Σχ.ημα 3.25 Περιγραφικό διάγραμμα λειτουργίας προηγμένου συστήματος

Πλήρες σύστημα υψηλών προδιαγραφών

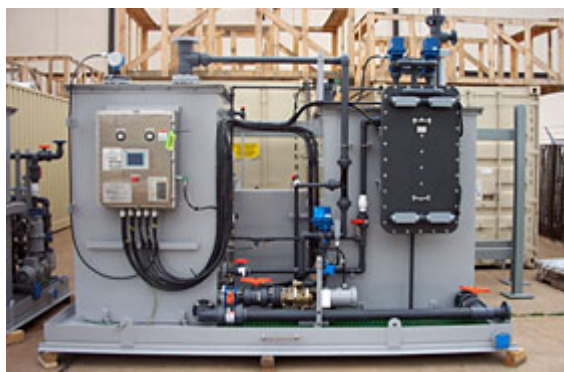
(κρουαζιερόπλοια, μεγάλα φορτηγά πλοία, σκάφη ακτοφυλακής)



Σχ.ημια 3.24 Περιγραφικό διάγραμμα λειτουργίας πλήρους συστήματος υψηλών προδιαγραφών

3.4. Ηλεκτρολυτικός τρόπος επεξεργασίας

Ο συγκεκριμένος τρόπος επεξεργασίας χρησιμοποιεί την ηλεκτροχημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα σε ένα κελί ηλεκτρόλυσης σαν αποτέλεσμα του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος που εφαρμόζεται σε κατάλληλες πλάκες ανόδου και καθόδου (ηλεκτρόδια) για την οξειδωση και απολύμανση των ακατέργαστων λυμάτων μέσα σε ένα κελί ηλεκτρόλυσης. Η περιγραφή της διαδικασίας θα γίνει μέσω της εταιρείας OMNIPURE της μοναδικής εταιρείας που κατασκευάζει τέτοια συστήματα επεξεργασίας λυμάτων για τα πλοία.



Διαδικασία επεξεργασίας

Η αποστολή και λειτουργία κάθε μονάδας είναι η ίδια – ανεξάρτητα του μεγέθους επεξεργασίας. Η διαδικασία για τη δημιουργία του απαιτούμενου οξειδωτικού παράγοντα είναι απλή και αποτελεσματική αποδεδειγμένα. Η λειτουργία είναι ημι – συνεχόμενη, με συνεχή συλλογή των λυμάτων και επαναληπτική διαδικασία του συσσωρευμένου «μαύρου» και «γκρίζου» νερού.

Τα εισερχόμενα λύματα συλλέγονται πρώτα στη δεξαμενή συλλογής του συστήματος εισροής V – 1. Όλα τα φαιόχρωα ύδατα που αποβάλλονται από τους νεροχύτες, τις ντουζιέρες και τα συνδυασμένα απόβλητα του αποχετευτικού συστήματος επίσης οδηγούνται απευθείας στη V – 1 μέσω βαρύτητας. Η δεξαμενή V – 1 ενσωματώνει ένα σύστημα διακοπών ελέγχου της στάθμης των λυμάτων. Αυτοί οι διακόπτες στάθμης 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.

Τη στιγμή που η στάθμη του υγρού μέσα στη δεξαμενή φτάσει το σημείο «εκκίνησης» το λύμα είναι κατά λεπτό τρόπο κονιοποιημένο ή πολτοποιημένο μέσω

μιας ειδικά σχεδιασμένης αντλίας πολτοποίησης. Από την καταθλιβόμενη ποσότητα της αντλίας ένα μέρος του κονιορτοποιημένου λύματος επιστρέφει στην πρωταρχική δεξαμενή V – 1 μέσω ενός διαβαθμισμένου 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. Το θαλασσινό νερό εισέρχεται μέσα στο σύστημα ανάμεσα στο ηλεκτρολυτικό κελί και τη κατάθλιψη της αντλίας μέσω ενός φίλτρου – στραγγιστήρι και ενός ελεγκτή ροής – ροόμετρο. Το ροόμετρο οριοθετεί τη ροή του θαλασσινού νερού σε μια προκαθορισμένη τιμή βασισμένη στη ειδική χωρητικότητα – δυνατότητα επεξεργασίας του συστήματος. Η χρήση του διαβαθμισμένου σωλήνα και του ελεγκτή ροής επιτρέπει στη ροή του ρευστού στο ηλεκτρολυτικό κελί να συντηρείται σε σωστή αναλογία.

Η μονάδα οξειδώνει και απολυμαίνει το ακατέργαστο λύμα μέσω μιας ηλεκτροχημικής αντίδρασης που λαμβάνει χώρα στο ηλεκτρολυτικό κελί. Η ηλεκτροχημική αντίδραση είναι το αποτέλεσμα του παρεχόμενου συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος που εφαρμόζεται σε κατάλληλα σχεδιασμένες πλάκες ανόδου και καθόδου (ηλεκτρόδια) μέσα στο ηλεκτρολυτικό κελί. Το υδαρές μίγμα λύματος και θαλασσινού νερού από την αντλία πολτοποίησης ρέει ανάμεσα από τα φορτισμένα ηλεκτρόδια. Το θαλασσινό νερό ενεργεί σαν ένας ηλεκτρολύτης για τη ροή του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος ανάμεσα στο θετικό και στο αρνητικό ηλεκτρόδιο. Τα άλατα χλωρίου του θαλασσινού νερού ηλεκτρολύονται ώστε να σχηματίσουν υποχλωριώδες νάτριο. Η ηλεκτροχημική αντίδραση και το υποχλωριώδες νάτριο που παράγεται εξοντώνουν τα βλαβερά κολοβακτηρίδια (σχεδόν κατά 100 %) και οξειδώνουν τα οργανικά συστατικά του ρευστού λύματος (κατά 90 με 95 %).

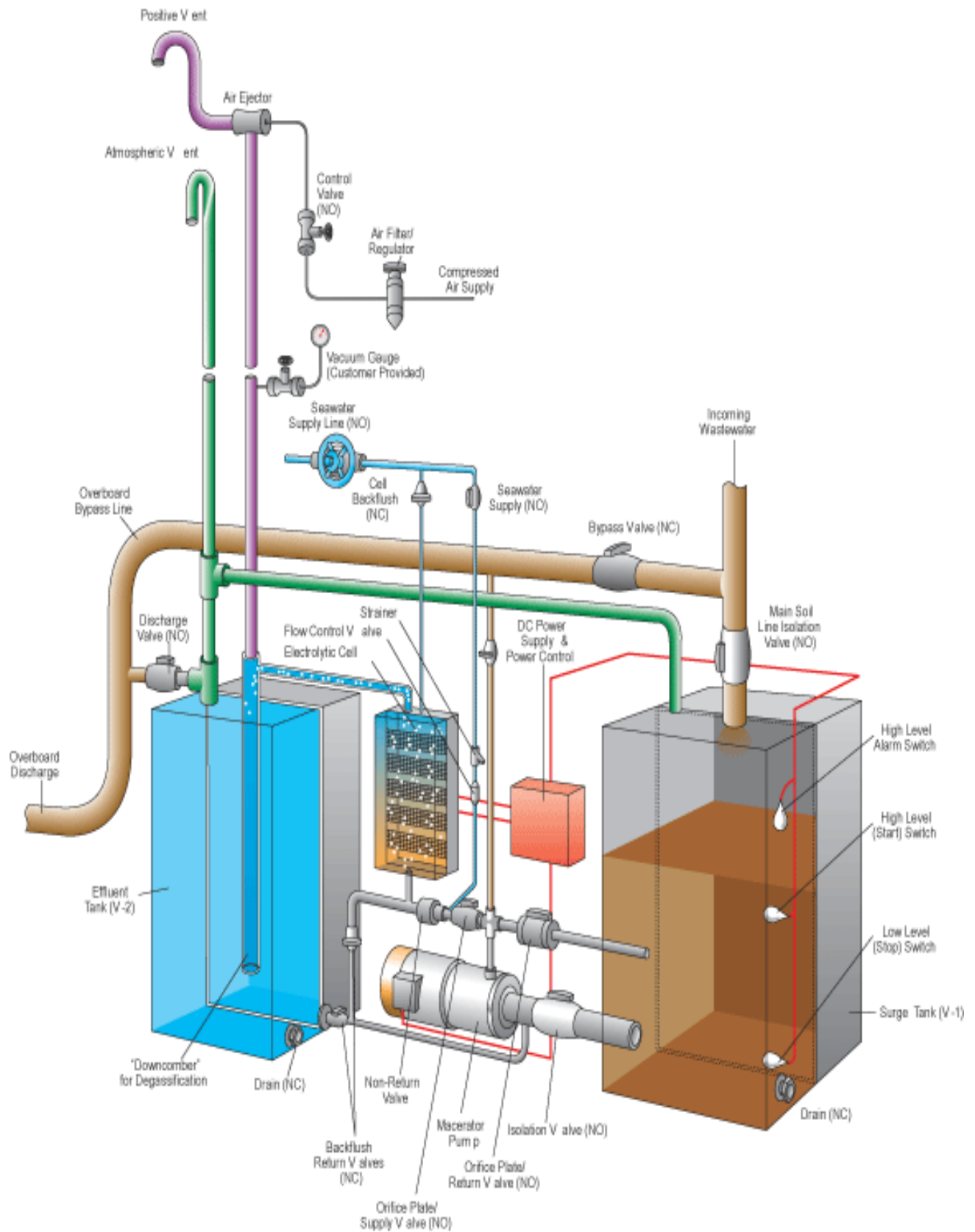
Η ηλεκτρική ισχύς που απαιτείται για να λειτουργήσει η ηλεκτρολυτική κυψελίδα παράγεται – προέρχεται από τη μονάδα παροχής ηλεκτρικού ρεύματος της μονάδας. Η ποσότητα του ηλεκτρικού ρεύματος που παρέχεται στο ηλεκτρολυτικό κελί καθορίζει την ποσότητα του υποχλωριώδους νατρίου που θα παραχθεί.

Αφού το υδαρές μίγμα λύματος και θαλασσινού νερού υποστεί ηλεκτρόλυση στο ηλεκτρολυτικό κελί, το ρευστό οδηγείται στη δεξαμενή συλλογής V – 2 του συστήματος. Το ρευστό εισέρχεται στη κορυφή της δεξαμενής μέσω ενός

κατακόρυφου σωλήνα καθοδικής ροής. Αυτός ο σωλήνας είναι εσωτερικός μέσα στη δεξαμενή. Η έξοδος του σωλήνα αυτού είναι κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής και λόγω της καθοδικής ροής μειώνει τη ταχύτητα του εισερχόμενου ρευστού ενώ ενθαρρύνει και την απομάκρυνση των αερίων. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ηλεκτρόλυσης, μικρές ποσότητες υδρογόνου και άλλων αερίων παράγονται σαν υποπροϊόντα. Ο καθοδικός σωλήνας λειτουργεί σε συνδυασμό με ένα σύστημα εξαερισμού για να εξάγει τα αέρια από τη διαδικασία και να τα στείλει στην ατμόσφαιρα.

Η δεξαμενή V – 2 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 30λεπτών διαμονή εξασφαλίζει ότι κάθε βακτηρίδιο που απομένει θα παραμένει ακάλυπτο στη δράση του υποχλωριώδους νατρίου και θα εξοντώνεται και επίσης επιτρέπει σε οποιαδήποτε ατελώς – μερικώς οξειδωμένα στοιχειώδη σωμάτια να κατακάθονται. Αυτά τα στοιχειώδη σωμάτια (τα οποία περιέχουν κυρίως σελουλόζη – κυτταρίνη) επανακυκλοφορούνται μέσα στη δεξαμενή V – 1 μέσω των βαλβίδων επιστροφής “backflush” και “blowdown”.

Μετά το χρόνο παραμονής στη δεξαμενή V – 2 το εκρέων ρευστό υπερχειλίζει από τη κορυφή της δεξαμενής και ρέει λόγω βαρύτητας προς τη θάλασσα. Αν το σημείο κατάθλιψης είναι κάτω από την ίσαλο του πλοίου, η κατάθλιψη της δεξαμενής οδηγείται σε μια φυγοκεντρική αντλία κατάθλιψης όπου από εκεί οδηγείται εκτός πλοίου. Η ηλεκτρολυτική διαδικασία δημιουργεί φυσιολογικά μια μικρή ποσότητα υδρογόνου και διοξειδίου του άνθρακα. Αυτά τα υποπροϊόντα είναι ασφαλή και καταθλίβονται στην ατμόσφαιρα μέσω ενός εκχυτήρα αέρα. Ένας προαιρετικός ηλεκτρικός φυσητήρας παρέχεται για αποτελεσματική διάλυση των υποπροϊόντων αυτών.



Σχήμα 3.27 Διάγραμμα λειτουργίας συστήματος επεξεργασίας με ηλεκτρολυτική μέθοδο

Πλεονεκτήματα ηλεκτρολυτικής επεξεργασίας

1. Απαιτεί μικρό χώρο εγκατάστασης – 10 φορές λιγότερο από οποιοδήποτε άλλο σύστημα
2. Το βάρος της μονάδας επεξεργασίας είναι 10 φορές μικρότερο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα συστήματα επεξεργασίας.
3. Δεν απαιτείται η αποθήκευση επικίνδυνων και δαπανηρών χημικών ουσιών και χλωρίου.
4. Ολόκληρη η μονάδα είναι ανεξάρτητη και πλήρως αυτόνομη.
5. Ολόκληρη η διαδικασία επεξεργασίας πραγματοποιείται σε περίπου 30 λεπτά, πολύ πιο γρήγορα σε σχέση με τις άλλες μονάδες επεξεργασίας όπου διαρκεί σχεδόν 30 ώρες.
6. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί επάνω στα ποντοπόρα πλοία κατά τη λειτουργία τους και στις πλατφόρμες παραγωγής.
7. Περισσότερο υγειονομική κατά την εκτέλεση απλής συντήρησης.
8. Καμμία αποικία μικροοργανισμών για την επεξεργασία δεν είναι απαραίτητη.
9. Δεν απαιτείται κάποια πρόσθετη χημική ουσία απολύμανσης ή κάποια προσθετικά.
10. Δεν επηρεάζεται η λειτουργία από την κατάσταση της θάλασσας.
11. Εύκολα συνοδεύει τα διάφορα συστήματα συλλογής κενού.
12. Οι μεγάλες μονάδες έχουν τη δυνατότητα να αυτοματοποιηθούν για να ελαττώσουν τα χρονικά διαστήματα της καθιερωμένης συντήρησης.
13. Πιστοποίηση λειτουργίας από την USCG για ολόκληρη τη γραμμή προϊόντων για τις μονάδες που χρησιμοποιούνται σε ειδικές, επικίνδυνες περιοχές όπως καθορίζεται από τον εθνικό ηλεκτρικό κώδικα (NEC).

Διαθέσιμες επιλογές

Κάθε μονάδα OMNIPURE μπορεί να εφοδιαστεί με ένα πλήθος λειτουργικών εργοστασιακών πρότυπων επιλογών. Με εξαίρεση τη ξεχωριστή μονάδα 6MR, κάθε μονάδα OMNIPURE είναι σχεδιασμένη ώστε να είναι εύκολα εφαρμόσιμη σε οποιοδήποτε συνδυασμό επιλογών προσφέρεται.

Διαθέσιμες Πρότυπες Επιλογές:

- Αντλία εκροής έξω από το πλοίο

Είναι απαραίτητη όταν το σημείο εξόδου της μονάδας απόρριψης εκτός πλοίου βρίσκεται κάτω από την ίσαλο γραμμή του πλοίου ή όταν απαιτείται πρόσθετη πίεση εκροής. Η φυγοκεντρική αντλία τοποθετείται στο πάνω μέρος της μονάδας και συνδέεται εξαρχής με το κύριο σύστημα ελέγχου της μονάδας.

- Πρόσθετο σύστημα άλμης

Απαιτείται για εκείνα τα συστήματα που λειτουργούν με ελαφρώς αλμυρά ή γλυκά νερά. Αυτό το σύστημα αυτόματα εγχέει μια καθορισμένη ποσότητα άλμης (αλμυρό νερό) μέσα στη μονάδα OMNIPURE σαν απαραίτητο συστατικό για τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης. Δεδομένου ότι το θαλασσινό νερό είναι απαραίτητο για τη κατάλληλη λειτουργία της μονάδας, αυτή η επιλογή είναι ουσιαστική για τη σωστή λειτουργία της μονάδας σε υφάλμυρα νερά.

- Σύστημα αποχλωρίωσης

Η διάταξη αποχλωρίωσης περιλαμβάνει ένα μίγμα από θειούχο νάτριο και θαλασσινό νερό για να αφαιρέσει αποτελεσματικά το χλώριο που παράγεται κατά τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης. Αυτή η διάταξη εφοδιάζεται με μια δεξαμενή ανάμιξης κι ένα σύστημα ελέγχου αποχλωρίωσης. Αυτό το σύστημα εγχέει αυτόματα μια μετρημένη ποσότητα θειούχου νατρίου μέσα στη γραμμή – δίκτυο κατάθλιψης.

- Διατήρηση ατμοσφαιρικής πίεσης

Αυτή η συσκευή καθαρισμού επιτρέπει την ασφαλή λειτουργία του συστήματος σε ειδικές περιοχές με το ελάχιστο οικονομικό αντίκτυπο στη μονάδα.

- Ανεμιστήρας

Ένας ηλεκτρικός ανεμιστήρας μπορεί να ενσωματωθεί σαν μια ξεχωριστή μονάδα στο πλοίο για εκείνες τις εφαρμογές όπου δεν είναι διαθέσιμος συμπιεσμένος αέρας για τον απαραίτητο αερισμό της δεξαμενής V-2. Ένας εγχυτήρας αέρα παρέχεται σε όλες τις μονάδες επεξεργασίας σαν στάνταρ εξοπλισμός. Τα συνδεδεμένα μέρη του κυκλώματος του ανεμιστήρα και του εκκινητή του κινητήρα συμπεριλαμβάνονται στην κύρια μονάδα ελέγχου.

- Συντονισμός κενού

Για εκείνες τις εφαρμογές όπου οι εκροές των λυμάτων λαμβάνονται ή συλλέγονται από συσκευές κενού, το σύστημα εφοδιάζεται με μια ηλεκτρική συσκευασία συντονισμού, που του επιτρέπει την άμεση σύνδεση με το Σύστημα Συλλογής κενού. Το σύστημα εξασφαλίζει την κατάλληλη μεταφορά των λυμάτων και την ανάμειξη του συλλεγόμενου λύματος από τη συσκευή κενού μέσα στο

σύστημα επεξεργασίας. Λόγω της πολυπλοκότητας ορισμένων συσκευών κενού, μια τεχνική περιγραφή κι ένα γενικό πλάνο λειτουργίας πρέπει να συστήνεται στο Seven Trent de Nora, πριν την εντολή τοποθέτησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

4.1. Επεξήγηση προγράμματος

Το πρόγραμμα πραγματοποιήθηκε στο Excel με κύριο σκοπό την εύρεση της ημερήσιας υδραυλικής παροχής του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων με τα οποία εξοπλίζονται τα πλοία, καθώς επίσης και της χωρητικότητας της δεξαμενής συγκέντρωσης λυμάτων αν δεν υπάρχει κάποιο σύστημα εγκατεστημένο στο πλοίο, ώστε να επιλεγεί το κατάλληλο σύστημα ή η κατάλληλη δεξαμενή από τον εκάστοτε ενδιαφερόμενο ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες του.

Περιλαμβάνει μια βάση δεδομένων από 579 μοντέλα συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων εγκεκριμένων από το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (ΙΜΟ) με τα κύρια χαρακτηριστικά αυτών που είναι τα εξής :

- Χώρα κατασκευής του μοντέλου
- Όνομα εταιρείας που κατασκευάζει το μοντέλο
- Όνομα μοντέλου
- Ονομαστικό υδραυλικό φορτίο σε lt/day
- Ονομαστικό οργανικό φορτίο σε kg/day
- Χώρες έγκρισης λειτουργίας του συστήματος

Σε ορισμένα από τα μοντέλα αυτά δίνονται και κάποιες άλλες λεπτομέρειες σχετικά με τη κατασκευή τους όπως είναι οι κύριες διαστάσεις τους μήκος, πλάτος και ύψος (σε mm) και το βάρος λειτουργίας τους (σε kg). Αυτό είναι χρήσιμο σε πολλές περιπτώσεις όπου έχουμε ανεπάρκεια χώρου στο μηχανοστάσιο του πλοίου και πρέπει να επιλέξουμε κάποιο σύστημα με κατάλληλες διαστάσεις ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις μας σε εξοικονόμηση διαθέσιμου χώρου.

Το κύριο χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι το υδραυλικό φορτίο σχεδίασης, η ικανότητα δηλαδή να επεξεργάζονται τα απόβλητα νερά (black & gray water) που παράγονται πάνω στο πλοίο σε ημερήσια βάση ή αλλιώς ο μέγιστος όγκος λυμάτων που μπορούν να επεξεργαστούν ανά ημέρα. Με βάση το κριτήριο αυτό γίνεται και η επιλογή του κατάλληλου συστήματος για εγκατάσταση επί του πλοίου ώστε να διαχειρίζεται κατά το καλύτερο δυνατό τρόπο τα παραγόμενα λύματα.

Για να υπολογίσουμε τώρα την ημερήσια υδραυλική παροχή που πρέπει να έχει ένα σύστημα ή τη χωρητικότητα που πρέπει να έχει μια δεξαμενή για να ικανοποιεί τις ανάγκες του πλοίου, σε περίπτωση που το δίκτυο αποχέτευσης λυμάτων (black water) είναι ξεχωριστό από το δίκτυο φιαόχρων υδάτων (gray water), χρησιμοποιούμε τον παρακάτω μαθηματικό εμπειρικό τύπο :

$$\Pi = 0,7 \cdot A \cdot \Omega \cdot \frac{F}{4} \text{ (lt / day)}$$

Όταν έχουμε κοινό δίκτυο (black water & gray water) τότε η χωρητικότητα που υπολογίζεται από την παραπάνω σχέση διπλασιάζεται και στη συνέχεια προσαυξάνεται με το συντελεστή 0,15, δηλαδή η παραγωγή των απόβλητων υδάτων θα είναι:

$$\Pi' = 2 \cdot \Pi + 0,15 \cdot 2\Pi \Rightarrow \Pi' = 2,3 \cdot \Pi \text{ (lt/day).}$$

όπου:

Π : παραγωγή λυμάτων σε lt/day

A : αριθμός επιβαινόντων

Ω : οι συνολικές ώρες ταξιδιού / 24ωρο.

F : η παραγωγή λυμάτων σε lt/χρήση ανάλογα με το τύπο του συστήματος αποχωρητηρίων και αποχέτευσης του πλοίου:

τύπου βαρύτητας : 12 lt/χρήση

τύπου χαμηλής πίεσης: 7 lt/χρήση

τύπου κενού : 1,5 lt/χρήση

Ο αριθμός επιβαινόντων A αναφέρεται στο συνολικό αριθμό ατόμων που επιβαίνουν στο πλοίο δηλαδή στο πλήρωμα και στους επιβάτες. Οι ώρες ταξιδιού / 24ωρο Ω αναφέρεται στις συνολικές ώρες ταξιδιού που πραγματοποιεί το πλοίο μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο. Οι παράγοντες αυτοί λειτουργούν προσθετικά. Δηλαδή αν σε ένα πλοίο επιβαίνει για κάποιο χρονικό διάστημα της ημέρας Ω_1 ορισμένος αριθμός επιβαινόντων A_1 και για το υπόλοιπο χρονικό διάστημα Ω_2 επιβαίνει κάποιος άλλος αριθμός επιβαινόντων A_2 ο παραπάνω τύπος γίνεται :

$$\Pi = 0,7 \cdot \frac{F}{4} \cdot (A_1 \cdot \Omega_1 + A_2 \cdot \Omega_2)$$

Έτσι για παράδειγμα αν έχουμε ένα επιβατηγό πλοιο που εκτελεί συγκεκριμένες πλόες σε μία γραμμή ο αριθμός των επιβαινόντων μπορεί να μεταβάλλεται στη διάρκεια του εικοσιτετράωρου αφού το πλοίο πλέει άλλοτε με περισσότερους και άλλοτε με λιγότερους επιβαίνοντες κατά τη διάρκεια του

εικοσιτετράωρου. Αντίθετα σε ένα εμπορικό ποντοπόρο πλοίο έχουμε λειτουργία του συστήματος όλο το 24ωρο με τον ίδιο αμετάβλητο αριθμό επιβαινόντων.

Ο παράγοντας F αναφέρεται στον όγκο των λυμάτων που παράγονται ανά χρήση του αποχωρητηρίου ανάλογα με το τύπο του συστήματος αποχωρητηρίων και αποχέτευσης που είναι εγκατεστημένος στο πλοίο. Έτσι αν είναι τύπου κενού έχουμε τη μικρότερη παροχή λυμάτων ανα χρήση (περίπου 1,5 lt) προς το σύστημα επεξεργασίας ή προς τη δεξαμενή αποθήκευσης και συγκράτησης λυμάτων ενώ αν είναι τύπου βαρύτητας (περίπου 12 lt) έχουμε τη μεγαλύτερη αντίστοιχα. Οι τιμές που αναφέρονται είναι κατά προσέγγιση ή κατά μέσο όρο αυτών που ισχύουν στα αποχετευτικά συστήματα των πλοίων.

Στο πρόγραμμα που κατασκευάσαμε αφού υπολογίσουμε την ημερήσια παραγωγή λυμάτων Π με βάση τις μεταβλητές που αναφέραμε παραπάνω, το πρόγραμμα «ψάχνει» στη βάση δεδομένων και «βρίσκει» εκείνο το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων που ικανοποιεί την απαίτηση μας για παραγωγή λυμάτων τουλάχιστον ίση με το ονομαστικό υδραυλικό φορτίο λειτουργίας του. Στην περίπτωση που δε «βρεί» ίδιες τιμές μεταξύ της παραγωγής λυμάτων και του υδραυλικού φορτίου «ψάχνει» την αμέσως μεγαλύτερη τιμή του φορτίου του μοντέλου ώστε να υπερκαλύψει την απαίτησή μας για την ποσότητα των λυμάτων που θέλουμε να επεξεργαστούμε. Η επιλογή του συστήματος δηλαδή γίνεται με κριτήριο την ικανότητα επεξεργασίας του. Αφού γίνει αυτό φανερώνονται και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά στοιχεία του συστήματος στον πίνακα του Excel. Όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα συστήματα που ικανοποιούν την παραπάνω απαίτηση τότε το πρόγραμμα «βρίσκει» όλα τα συστήματα που ικανοποιούν την απαίτηση αυτήν και «δίνει» όλα τα χαρακτηριστικά τους στοιχεία.

Ακόμα, το συγκεκριμένο πρόγραμμα μας δίνει τη δυνατότητα να εισάγουμε κάποια δεδομένα όσον αφορά τις διαστάσεις και το βάρος λειτουργίας που θα θέλαμε να έχει το σύστημα σε περίπτωση που δεν έχουμε ευχέρεια χώρου στο πλοίο και θέλουμε να εγκαταστήσουμε ένα σύστημα με όσο το δυνατό μικρότερες διαστάσεις. Έτσι μπορούμε να εισάγουμε τις επιθυμητές διαστάσεις σε χιλιοστά στα δεδομένα του προγράμματος και αυτό να μας βγάλει τα μοντέλα εκείνα από τη βάση δεδομένων που ικανοποιούν και αυτές τις απαιτήσεις. Επειδή όμως μόνο στα 97 μοντέλα από αυτά που είναι καταχωρημένα στη βάση δεδομένων έχουμε πληροφορίες για τις διαστάσεις και τα βάρη λειτουργίας τους δεν μπορούμε να έχουμε αποτελέσματα για όλα τα συστήματα.

Κατά την εκτέλεση του προγράμματος εισάγουμε στα δεδομένα τιμές για τον αριθμό των επιβαινόντων, τις ώρες ταξιδιού του πλοίου και το τύπο του συστήματος των αποχωρητηρίων που είναι εγκατεστημένος στο πλοίο και λαμβάνουμε αυτόματα τα αποτελέσματα. Στα εξαγόμενα του προγράμματος λαμβάνουμε τιμές και για τις τρεις περιπτώσεις του συστήματος αποχέτευσης που μπορούν να υπάρξουν και για τις δύο περιπτώσεις του κοινού ή όχι δικτύου black & gray water. Όταν δεν υπάρχουν αποτελέσματα για κάποια συστήματα το πρόγραμμα βγάζει την παύλα ως εξερχόμενο αποτέλεσμα. Στη συνέχεια εφαρμόζουμε το πρόγραμμα για τρεις διαφορετικούς τύπους πλοίων : ένα εμπορικό, ένα επιβατηγό και ένα κρουαζιερόπλοιο

4.2.Εφαρμογές προγράμματος

4.2.1 Εφαρμογή προγράμματος για εμπορικά πλοία

Θα εφαρμόσουμε το πρόγραμμα πρώτα για ένα εμπορικό πλοίο (π.χ. ένα tanker ή ένα bulk carrier). Υποθέτουμε ότι ο αριθμός επιβαινόντων (πληρώματος) είναι 25 άτομα και οι ώρες ταξιδιού είναι 24 ώρες./24ωρο αφού το πλοίο λειτουργεί με τον ίδιο αριθμό επιβαινόντων όλο το εικοσιτετράωρο. Θα εφαρμόσουμε το πρόγραμμα και για τους τρεις τύπους αποχέτευσης στις δύο περιπτώσεις που το δίκτυο αποχέτευσης λυμάτων είναι κοινό (black + gray) και μη κοινό (black) με το δίκτυο των φαιόχρωων υδάτων.

1^η περίπτωση (τύπου βαρύτητας)

Δεδομένα :

A : 25 άτομα

Ω : 24 ώρες / 24ωρο

F : 12 lt / χρήση (τύπου βαρύτητας)

δίκτυο : black, black & gray water

Στον παρακάτω πίνακα (4.1) φαίνονται τα αποτελέσματα :

Πίνακας 4.1 : Εφαρμογή προγράμματος για εμπορικά πλοία με αποχετευτικό σύστημα τύπου βαρύτητας

	ΤΥΠΟΥ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ	
	BLACK WATER	BLACK & GRAY WATER
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (lt / day)	1260	2898
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (lt / day)	1260	2900
ΤΥΠΟΣ - ΜΟΝΤΕΛΟ	1. MSTP 1A 2. MSTP 1A 3. STOUR LC 35 4. - 5. - 6. - 7. - 8. - 9. - 10. -	RF-750-M - - - - - - - - -
ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (kg / day)	1. 0.48 2. 0.48 3. 2.10 4. - 5. - 6. - 7. - 8. - 9. - 10. -	3.00 - - - - - - - - -
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΡΙΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1. Format-Chemie GmbH 2. Triton-Format GmbH 3. Elsan Marine International Ltd. 4. - 5. - 6. - 7. - 8. - 9. - 10. -	Red Fox IndustriesInc. - - - - - - - - -
ΧΩΡΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	1. Γερμανία 2. Γερμανία 3. Ηνωμένο Βασίλειο 4. - 5. - 6. - 7. - 8. - 9. - 10. -	ΗΠΑ - - - - - - - - -
ΧΩΡΕΣ ΕΓΚΡΙΣΗΣ	1. FRG 2. RF 3. UK 4. - 5. - 6. - 7. - 8. - 9. - 10. -	UK;Gr - - - - - - - - -

ΜΗΚΟΣ (mm)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΠΛΑΤΟΣ (mm)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΥΨΟΣ (mm)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΒΑΡΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kg)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι για black water μόνο, η παραγωγή λυμάτων που προβλέπεται να έχουμε στο πλοίο με βάση τα δεδομένα είναι 1260 lt/day. Το πρόγραμμα μας έδωσε 3 συστήματα που έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν αυτή την ποσότητα παραγόμενων λυμάτων με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους, ενώ κανένα από τα τρία αυτά μοντέλα δε δίνει κάποιο αποτέλεσμα όσον αφορά τις διαστάσεις και τα βάρη λειτουργίας τους. Όταν έχουμε κοινό δίκτυο black & gray water το αποτέλεσμα της αναμενόμενης παραγωγής απόβλητων υδάτων πάνω στο πλοίο είναι 2898 lt/day οπότε το πρόγραμμα μας έδωσε 1 σύστημα επεξεργασίας με ικανότητα παραγωγής 2900 lt/day που είναι λίγο πάνω από τη τιμή που υπολογίστηκε με βάση το τύπο.

Εξαγόμενα :

Black water

Παραγωγή λυμάτων : 1200 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 1200 lt/day

Τύπος – μοντέλο : 1. MSTP 1A

2. MSTP 1A

3. STOUR LC35

Οργανικό φορτίο : 1. 0,48 kg/day

2. 0,48 kg/day

3. 2,10 kg/day

Κατασκευάστριες εταιρείες : 1. Format-Chemie GmbH

2. Triton-Format GmbH

3. Elsan Marine International Ltd

Χώρες κατασκευής : 1. Γερμανία

2. Γερμανία

3. Ηνωμένο βασίλειο

Χώρες έγκρισης : 1. FRG

2. RF

3. UK

Black & Gray water

Παραγωγή λυμάτων : 2898 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 2900 lt/day

Τύπος – μοντέλο : RF-750-M

Οργανικό φορτίο : 3 kg/day

Κατασκευάστρια εταιρεία : Red Fox Industries Inc.

Χώρα κατασκευής : ΗΠΑ

Χώρες έγκρισης : UK, Gr

2^η περίπτωση (τύπου χαμηλής πίεσης)

Δεδομένα :

A : 25 άτομα

Ω : 24 ώρες / 24ωρο

F : 7 lt / χρήση (τύπου χαμηλής πίεσης)

δίκτυο : black, black & gray water

Στον παρακάτω πίνακα (4.2) φαίνονται τα αποτελέσματα :

Πίνακας 4.2. : Εφαρμογή προγράμματος για εμπορικά πλοία με αποχετευτικό σύστημα τύπου χαμηλής πίεσης

	ΤΥΠΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	
	BLACK WATER	BLACK & GRAY WATER
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (lt / day)	735	1691
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (lt / day)	760	1700
ΤΥΠΟΣ - ΜΟΝΤΕΛΟ	1. "HELI-FLOW" HF 10M	"FAST" M2
	2. "HELI-FLOW" HF 10M	-
	3. HF 10M	-
	4. PAC FP 200	-
	5. RF-200-M	-
	6. -	-
	7. -	-
	8. -	-
	9. -	-
	10. -	-
ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (kg / day)	1. 0.6	-
	2. 0.6	-
	3. 0.6	-
	4. 0.6	-
	5. 0.6	-
	6. -	-
	7. -	-
	8. -	-
	9. -	-
	10. -	-
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΡΙΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1. Houston Systems Manufacturing Co.	FAST Systems, Inc.
	2. Willi Becker Ingenieurburo GmbH	-
	3. KIMCO Inc.	-
	4. Red Fox Industries Inc.	-
	5. Red Fox Industries Inc.	-
	6. -	-
	7. -	-
	8. -	-
	9. -	-
	10. -	-
ΧΩΡΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	1. ΗΠΑ	ΗΠΑ
	2. Γερμανία	-
	3. ΗΠΑ	-
	4. ΗΠΑ	-
	5. ΗΠΑ	-
	6. -	-
	7. -	-
	8. -	-
	9. -	-
	10. -	-
ΧΩΡΕΣ ΕΓΚΡΙΣΗΣ	1. UK	USA
	2. UK	-
	3. USA	-
	4. Gr; UK	-
	5. UK; Gr	-
	6. -	-
	7. -	-
	8. -	-
	9. -	-
	10. -	-

ΜΗΚΟΣ (mm)	1.	-	2108
	2.	-	
	3.	-	
	4.	-	
	5.	-	
	6.	-	
	7.	-	
	8.	-	
	9.	-	
	10.	-	
ΠΛΑΤΟΣ (mm)	1.	-	711
	2.	-	
	3.	-	
	4.	-	
	5.	-	
	6.	-	
	7.	-	
	8.	-	
	9.	-	
	10.	-	
			1829
ΥΨΟΣ (mm)	1.	-	
	2.	-	
	3.	-	
	4.	-	
	5.	-	
	6.	-	
	7.	-	
	8.	-	
	9.	-	
	10.	-	
ΒΑΡΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kg)	1.	-	2087
	2.	-	
	3.	-	
	4.	-	
	5.	-	
	6.	-	
	7.	-	
	8.	-	
	9.	-	
	10.	-	

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι στην περίπτωση που έχουμε αποχετευτικό σύστημα τύπου χαμηλής πίεσης για black water μόνο, η παραγωγή λυμάτων που προβλέπεται να έχουμε στο πλοίο με βάση τα δεδομένα είναι 735 lt/day. Το πρόγραμμα μας έδωσε 5 συστήματα με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους που έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν αυτή την ποσότητα παραγόμενων λυμάτων με ικανότητα παραγωγής 760 lt/day, ενώ κανένα από τα πέντε αυτά μοντέλα δε δίνει κάποιο αποτέλεσμα όσον αφορά τις διαστάσεις και τα βάρη λειτουργίας τους. Όταν έχουμε κοινό δίκτυο black & gray water το αποτέλεσμα της αναμενόμενης παραγωγής απόβλητων υδάτων πάνω στο πλοίο είναι 1691 lt/day οπότε το πρόγραμμα μας έδωσε 1 σύστημα επεξεργασίας με ικανότητα παραγωγής 1700 lt/day που είναι λίγο πάνω από τη τιμή που υπολογίστηκε με βάση το τύπο. Στην περίπτωση αυτή μας έδωσε και στοιχεία σχετικά με τις διαστάσεις και το βάρος του συστήματος.

Εξαγόμενα :

Black water

Παραγωγή λυμάτων : 735 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 760 lt/day

Τύπος – μοντέλο : 1. “HELI-FLOW” HF 10M

2. “HELI-FLOW” HF 10M

3. HF 10M

4. PAC FP 200

5. RF-200-M

Οργανικό φορτίο : 1. 0.6 kg/day

2. 0.6 kg/day

3. 0.6 kg/day

4. 0.6 kg/day

5. 0.6 kg/day

Κατασκευάστριες εταιρείες : 1. Houston Systems Manufacturing Co.

2. Willi Becker GmbH

3. KIMCO Inc.

4. Red Fox Industries Inc

5. Red Fox Industries Inc

Χώρες κατασκευής : 1. ΗΠΑ

2. Γερμανία

3. ΗΠΑ

4. ΗΠΑ

5. ΗΠΑ

Χώρες έγκρισης : 1. UK

2. UK

3. USA

4. Gr, UK

5. Gr, UK

Black & Gray water

Παραγωγή λυμάτων : 1691 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 1700 lt/day

Τύπος – μοντέλο : “FAST” M2

Οργανικό φορτίο : -

Κατασκευάστρια εταιρεία : FAST Systems, Inc.

Χώρα κατασκευής : ΗΠΑ

Χώρες έγκρισης : USA

Διαστάσεις : Μήκος : 2108 mm

Πλάτος : 711 mm

Ύψος : 1829 mm

Βάρος λειτουργίας : 2087 kg

3^η περίπτωση (τύπου κενού)

Δεδομένα :

A : 25 άτομα

Ω : 24 ώρες / 24ωρο

F : 1.5 lt / χρήση (τύπου χαμηλής πίεσης)

δίκτυο : black, black & gray water

Στον παρακάτω πίνακα (4.3) φαίνονται τα αποτελέσματα :

Πίνακας 4.3. : Εφαρμογή προγράμματος για εμπορικά πλοία με αποχετευτικό σύστημα τύπου κενού

		ΤΥΠΟΥ ΚΕΝΟΥ	
		BLACK WATER	BLACK & GRAY WATER
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (lt / day)		157.5	362.25
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (lt / day)		180	379
ΤΥΠΟΣ - ΜΟΝΤΕΛΟ	1.	STOUR LC 5	M 200
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (kg / day)	1.	0.3	1.2
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΡΙΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1.	Elsan Marine International Ltd.	Microphor Inc.
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΧΩΡΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	1.	Ηνωμένο Βασίλειο	ΗΠΑ
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-

ΧΩΡΕΣ ΕΓΚΡΙΣΗΣ	1.	UK	Gr; UK
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΜΗΚΟΣ (mm)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΠΛΑΤΟΣ (mm)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΥΨΟΣ (mm)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΒΑΡΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kg)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι στην περίπτωση που έχουμε αποχετευτικό σύστημα τύπου κενού για black water μόνο, η παραγωγή λυμάτων που προβλέπεται να έχουμε στο πλοίο με βάση τα δεδομένα είναι 157,5 lt/day. Το πρόγραμμα μας έδωσε 1 σύστημα με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του που έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί αυτή την ποσότητα παραγόμενων λυμάτων με ικανότητα παραγωγής 180 lt/day, ενώ δε δίνει κάποιο αποτέλεσμα όσον αφορά τις διαστάσεις και τα βάρη λειτουργίας του. Όταν έχουμε κοινό δίκτυο black & gray water το αποτέλεσμα της αναμενόμενης παραγωγής απόβλητων υδάτων πάνω στο πλοίο είναι 362,25 lt/day οπότε το πρόγραμμα μας έδωσε 1 σύστημα επεξεργασίας με ικανότητα παραγωγής 379 lt/day που είναι λίγο πάνω από τη τιμή που υπολογίστηκε με βάση το τύπο.

Εξαγόμενα :

Black water

Παραγωγή λυμάτων : 157,5 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 180 lt/day

Τύπος – μοντέλο : STOUR LC

Οργανικό φορτίο : 0,3

Κατασκευάστρια εταιρεία : . Elsan Marine International Ltd

Χώρα κατασκευής : Ηνωμένο Βασίλειο

Χώρες έγκρισης : UK

Black & Gray water

Παραγωγή λυμάτων : 362,25 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 379 lt/day

Τύπος – μοντέλο : M 200

Οργανικό φορτίο : 1,2

Κατασκευάστρια εταιρεία : Microphor Inc.

Χώρα κατασκευής : ΗΠΑ

Χώρες έγκρισης : Gr, UK

4.2.2. Εφαρμογή προγράμματος για επιβατηγό – οχηματαγωγό πλοίο.

Θα εφαρμόσουμε τώρα το πρόγραμμα για ένα επιβατηγό – οχηματαγωγό πλοίο. Θεωρούμε ότι ο συνολικός αριθμός επιβαινόντων (επιβάτες και πλήρωμα) που μπορεί να επιβιβαστεί στο πλοίο είναι 2500 άτομα. Επειδή όμως το πλοίο δε λειτουργεί με τον ίδιο αριθμό ατόμων καθ'όλη τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου, υποθέτουμε ότι τις 15 ώρες λειτουργεί με 2500 άτομα (πλήρωμα και επιβάτες) και τις υπόλοιπες 9 ώρες λειτουργεί μόνο με 100 άτομα (πλήρωμα). Θα εφαρμόσουμε το πρόγραμμα για έναν τύπο αποχέτευσης, τον τύπο κενού, ο οποίος συνανάνται στις περισσότερες περιπτώσεις επιβατηγών πλοίων, στις δύο περιπτώσεις που το δίκτυο αποχέτευσης λυμάτων είναι κοινό (black + gray) και μη κοινό (black) με το δίκτυο των φαιόχρωων υδάτων.

Δεδομένα :

A_1 : 2500 άτομα

A_2 : 100 άτομα

Ω_1 : 15 ώρες / 24ωρο

Ω_2 : 9 ώρες / 24ωρο

F : 1,5 lt / χρήση (τύπου κενού)

δίκτυο : black, black & gray water

Στον παρακάτω πίνακα (4.4) φαίνονται τα αποτελέσματα :

Πίνακας 4.4. : Εφαρμογή προγράμματος για επιβατηγά πλοία με αποχετευτικό σύστημα τύπου κενού

		ΤΥΠΟΥ ΚΕΝΟΥ	
		BLACK WATER	BLACK & GRAY WATER
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (lt / day)		10080	23184
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (lt / day)		10320	24000
ΤΥΠΟΣ - ΜΟΝΤΕΛΟ	1.	WCB-150(S)	Basis-Frame
	2.	-	HL-Compact-Mini
	3.	-	HL-Cont 1m3h
	4.	-	Marine Defecamat NST-400
	5.	-	Norway-Frame
	6.	-	Super Trident ST 40
	7.	-	UNEX SIMULTAN-80
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (kg / day)	1.	8	18
	2.	-	18
	3.	-	18
	4.	-	5.4
	5.	-	18
	6.	-	28
	7.	-	12
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΡΙΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1.	Taixing Ship's Machinery Works	Hamann Wassertechnik GmbH
	2.	-	KG Hamman Wassertechnik GmbH
	3.	-	KG Hamman Wassertechnik GmbH
	4.	-	Nissin Refrigeration and Engineering Ltd.
	5.	-	Hamann Wassertechnik GmbH
	6.	-	Hamworthy Engineering Ltd.
	7.	-	Aquamaster-Rauma Oy
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΧΩΡΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	1.	Κίνα	Γερμανία
	2.	-	Γερμανία
	3.	-	Γερμανία
	4.	-	Ιαπωνία
	5.	-	Γερμανία
	6.	-	Ηνωμένο Βασίλειο
	7.	-	Φιλανδία
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-

ΧΩΡΕΣ ΕΓΚΡΙΣΗΣ	1.	China	RF
	2.	-	FRG; Fin
	3.	-	FRG; RF; Italy
	4.	-	China
	5.	-	RF
	6.	-	Fin; Pol
	7.	-	Fin
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-
ΜΗΚΟΣ (mm)	1.	3500	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	6012
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-
ΠΛΑΤΟΣ (mm)	1.	2500	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	3200
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-
ΥΨΟΣ (mm)	1.	2500	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	2680
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-
ΒΑΡΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kg)	1.	15480	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	40250
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι στην περίπτωση που έχουμε αποχετευτικό σύστημα τύπου κενού για black water μόνο, η παραγωγή λυμάτων που προβλέπεται να έχουμε στο πλοίο με βάση τα δεδομένα είναι 10080 lt/day. Το πρόγραμμα μας έδωσε 1 σύστημα με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του που έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί αυτή την ποσότητα παραγόμενων λυμάτων με ικανότητα παραγωγής 10320 lt/day, ενώ δίνει και αποτέλεσμα όσον αφορά τις διαστάσεις και το βάρος λειτουργίας του. Όταν έχουμε κοινό δίκτυο black & gray water το αποτέλεσμα της αναμενόμενης παραγωγής απόβλητων υδάτων πάνω στο πλοίο είναι 23184 lt/day οπότε το πρόγραμμα μας έδωσε 7 συστήματα επεξεργασίας με ικανότητα παραγωγής 24000 lt/day που είναι λίγο πάνω από τη τιμή που υπολογίστηκε με βάση το τύπο, ενώ μόνο ένα από αυτά δίνει διαστάσεις και βάρος.

Αποτελέσματα :

Black water

Παραγωγή λυμάτων : 10080 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 10320 lt/day

Τύπος – μοντέλο : WCB-150(S)

Οργανικό φορτίο : 8 kg/day

Κατασκευάστρια εταιρεία : Taixing Ship's Machinery Works

Χώρα κατασκευής : Κίνα

Χώρες έγκρισης : China

Διαστάσεις : Μήκος : 3500 mm

Πλάτος : 2500 mm

Ύψος : 2500 mm

Βάρος λειτουργίας : 15480 kg

Black & gray water

Παραγωγή λυμάτων : 23184 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 24000 lt/day

Τύπος – μοντέλο : 1. Basis-Frame

2. HL-Compact-Mini

3. HL-Cont 1m³h

4. Marine Defecamat NST-400

5. Norway-Frame

6. Super Trident ST40

7. UNEX SIMULTAN-80

Οργανικό φορτίο : 1. 18 kg/day

2. 18 kg/day

3. 18 kg/day

4. kg/day

5. 18 kg/day

6. 28 kg/day

7. 12 kg/day

Κατασκευάστριες εταιρείες : 1. Hamann Wassertechnik GmbH.

2. KG Hamann Wassertechnik GmbH

3. KG Hamann Wassertechnik GmbH

4. Nissin Refrigeration and Engineering Ltd.

5. Hamann Wassertechnik GmbH

6. Hamworthy Engineering Ltd

7. Aquamaster Rauma Oy

Χώρες κατασκευής : 1. Γερμανία

2. Γερμανία

3. Γερμανία

4. Ιαπωνία

5. Γερμανία

6. Ηνωμένο Βασίλειο

7. Φιλανδία

Χώρες έγκρισης : 1. RF

2. FRG, Fin

3. FRG, RF, Italy

4. China

5. RF

6. Fin, Pol

7. Fin

Διαστάσεις

Βρέθηκαν διαστάσεις μόνο για ένα μοντέλο το Super Trident ST 40 και είναι οι εξής:

Μήκος : 6012 mm

Πλάτος : 3200 mm

Ύψος : 2680 mm

Βάρος λειτουργίας : 40250 kg

4.3.3. Εφαρμογή προγράμματος για κρουαζιερόπλοιο.

Θα εφαρμόσουμε το πρόγραμμα τώρα για κρουαζιερόπλοιο. Υποθέτουμε ότι ο αριθμός επιβαινόντων (επιβάτες και πλήρωμα) είναι 1800 άτομα και οι ώρες ταξιδιού είναι 24 ώρες./24ωρο αφού το πλοίο λειτουργεί με τον ίδιο αριθμό επιβαινόντων όλο το εικοσιτετράωρο. Θα εφαρμόσουμε το πρόγραμμα και για τους δύο τύπους αποχέτευσης, τύπου χαμηλής πίεσης και τύπου κενού στις δύο περιπτώσεις που το δίκτυο αποχέτευσης λυμάτων είναι κοινό (black + gray) και μη κοινό (black) με το δίκτυο των φαιόχρωων υδάτων.

1^η περίπτωση (τύπου χαμηλής πίεσης)

Δεδομένα :

A : 1800 άτομα

Ω : 24 ώρες / 24ωρο

F : 7 lt / χρήση (τύπου βαρύτητας)

δίκτυο : black, black & gray water

Στον παρακάτω πίνακα (4.5) φαίνονται τα αποτελέσματα :

Πίνακας 4.5. : Εφαρμογή προγράμματος για κρουαζιερόπλοια με αποχετευτικό σύστημα τύπου χαμηλής πίεσης

		ΤΥΠΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	
		BLACK WATER	BLACK & GRAY WATER
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (lt / day)		52920	121716
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (lt / day)		56000	125000
ΤΥΠΟΣ - ΜΟΝΤΕΛΟ	1.	"OMNIPURE" 15MX	NEPTUMATIC MOC-125
	2.	Omnipure 15MX	-
	3.	UNEX BIO-800	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (kg / day)	1.	30	50
	2.	30	-
	3.	28	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΡΙΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1.	EES Corporation	Consilium Marine
	2.	Exceltecl nternational Corp.	-
	3.	Aquamaster-Rauma Oy	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΧΩΡΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	1.	ΗΠΑ	Σουηδία
	2.	ΗΠΑ	-
	3.	Φιλανδία	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-

ΧΩΡΕΣ ΕΓΚΡΙΣΗΣ	1.	USA	Fin
	2.	RF	-
	3.	Fin	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-
ΜΗΚΟΣ (mm)	1.	3556	-
	2.	3556	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-
ΠΛΑΤΟΣ (mm)	1.	1321	-
	2.	1321	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-
ΥΨΟΣ (mm)	1.	2438	-
	2.	2438	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-
ΒΑΡΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kg)	1.	2994	-
	2.	2994	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10	-	-

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι στην περίπτωση που έχουμε αποχετευτικό σύστημα τύπου χαμηλής πίεσης για black water μόνο, η παραγωγή λυμάτων που προβλέπεται να έχουμε στο πλοίο με βάση τα δεδομένα είναι 52920 lt/day. Το πρόγραμμα μας έδωσε 3 συστήματα με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους που έχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν αυτή την ποσότητα παραγόμενων λυμάτων με ικανότητα παραγωγής 56000 lt/day, ενώ δίνει και αποτελέσματα όσον αφορά τις διαστάσεις και το βάρος λειτουργίας τους. Όταν έχουμε κοινό δίκτυο black & gray water το αποτέλεσμα της αναμενόμενης παραγωγής απόβλητων υδάτων πάνω στο πλοίο είναι 121716 lt/day οπότε το πρόγραμμα μας έδωσε 1 σύστημα επεξεργασίας με ικανότητα παραγωγής 125000 lt/day.

Αποτελέσματα :

Black water

Παραγωγή λυμάτων : 52920 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 56000 lt/day

Τύπος – μοντέλο : 1. “OMNIPURE” 15 MX

2. Omnipure 15 MX

3. UNEX BIO-800

Οργανικό φορτίο : 1. 30 kg/day

2. 30 kg/day

3. 28 kg/day

Κατασκευάστρια εταιρεία : 1. EES Corporation

2. Excelted International Corp.

3. Aquamster-Rauma Oy

Χώρα κατασκευής : 1. ΗΠΑ

2. ΗΠΑ

3. Φιλανδία

Χώρες έγκρισης : 1. USA

2. RF

3. Fin

Διαστάσεις : Μήκος : 1. 3556 mm

2. 3556 mm

Πλάτος : 1. 1321 mm

2. 1321 mm

Ύψος : 1. 2438 mm

2. 2438 mm

Βάρος λειτουργίας : 1. 2994 kg

2. 2994 kg

Black & gray water

Παραγωγή λυμάτων : 121716 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 125000 lt/day

Τύπος – μοντέλο : NEPTUMATIC MOC-125

Οργανικό φορτίο : 50 kg/day

Κατασκευάστρια εταιρεία : Consollium Marine

Χώρα κατασκευής : Σουηδία

Χώρες έγκρισης : Fin

2^η περίπτωση (τύπου κενού)

Δεδομένα :

A : 1800 άτομα

Ω : 24 ώρες / 24ωρο

F : 1,5 lt / χρήση (τύπου βαρύτητας)

δίκτυο : black, black & gray water

Στον παρακάτω πίνακα (4.6) φαίνονται τα αποτελέσματα :

Πίνακας 4.6. : Εφαρμογή προγράμματος για κρουαζιερόπλοια με αποχετευτικό σύστημα τύπου κενού

	ΤΥΠΟΥ ΚΕΝΟΥ	
	BLACK WATER	BLACK & GRAY WATER
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (lt / day)	11340	26082
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (lt / day)	11350	26400
ΤΥΠΟΣ - ΜΟΝΤΕΛΟ	1. "FAST" D4, D4M	WCX-24
	2. -	-
	3. -	-
	4. -	-
	5. -	-
	6. -	-
	7. -	-
	8. -	-
	9. -	-
	10. -	-
ΟΡΓΑΝΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ (kg / day)	1. -	0,84
	2. -	-
	3. -	-
	4. -	-
	5. -	-
	6. -	-
	7. -	-
	8. -	-
	9. -	-
	10. -	-
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΡΙΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	1. FAST Systems, Inc.	Taixing Ship's Machinery Works
	2. -	-
	3. -	-
	4. -	-
	5. -	-
	6. -	-
	7. -	-
	8. -	-
	9. -	-
	10. -	-
ΧΩΡΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	1. ΗΠΑ	Κίνα
	2. -	-
	3. -	-
	4. -	-
	5. -	-
	6. -	-
	7. -	-
	8. -	-
	9. -	-
	10. -	-

ΧΩΡΕΣ ΕΓΚΡΙΣΗΣ	1.	USA	China
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΜΗΚΟΣ (mm)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΠΛΑΤΟΣ (mm)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΥΨΟΣ (mm)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-
ΒΑΡΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kg)	1.	-	-
	2.	-	-
	3.	-	-
	4.	-	-
	5.	-	-
	6.	-	-
	7.	-	-
	8.	-	-
	9.	-	-
	10.	-	-

Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι στην περίπτωση που έχουμε αποχετευτικό σύστημα τύπου κενού για black water μόνο, η παραγωγή λυμάτων που προβλέπεται να έχουμε στο πλοίο με βάση τα δεδομένα είναι 11340 lt/day. Το πρόγραμμα μας έδωσε 1 σύστημα με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του που έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί αυτή την ποσότητα παραγόμενων λυμάτων με ικανότητα παραγωγής 11350 lt/day, ενώ δε δίνει αποτέλεσμα όσον αφορά τις διαστάσεις και το βάρος λειτουργίας του. Όταν έχουμε κοινό δίκτυο black & gray water το αποτέλεσμα της αναμενόμενης παραγωγής απόβλητων υδάτων πάνω στο πλοίο είναι 26082 lt/day οπότε το πρόγραμμα μας έδωσε πάλι 1 σύστημα επεξεργασίας με ικανότητα παραγωγής 26400 lt/day που είναι λίγο πάνω από τη τιμή που υπολογίστηκε με βάση το τύπο.

Αποτελέσματα :

Black & water

Παραγωγή λυμάτων : 11340 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 11350 lt/day

Τύπος – μοντέλο : FAST D4, D4M

Οργανικό φορτίο : -

Κατασκευάστρια εταιρεία : FAST Systems, Inc.

Χώρα κατασκευής : ΗΠΑ

Χώρες έγκρισης : USA

Black & gray water

Παραγωγή λυμάτων : 26082 lt/day

Υδραυλικό φορτίο : 26400 lt/day

Τύπος – μοντέλο : WCX-24

Οργανικό φορτίο : 50 kg/day

Κατασκευάστρια εταιρεία : Taixing Ship's Machinery Works

Χώρα κατασκευής : Κίνα

Χώρες έγκρισης : China

4.5. Ρυθμός απόρριψης λυμάτων

Σχετικά με τον καθορισμό του μέγιστου ρυθμού απόρριψης, θυμίζουμε ότι στην περίπτωση που ένα πλοίο δε διαθέτει σύστημα επεξεργασίας λυμάτων ή σύστημα τεμαχισμού και απολύμανσης αλλά μόνο δεξαμενές προσωρινής συγκέντρωσης, απόρριψη λυμάτων στη θάλασσα επιτρέπεται μόνο όταν το πλοίο είναι στην πορεία του πλέοντας με ταχύτητα μεγαλύτερη των 4 κόμβων σε απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή με μέτριο ρυθμό απόρριψης λυμάτων εγκεκριμένο από την Αρχή της Σημαίας.

Ο μέγιστος ρυθμός απόρριψης ανεπεξέργαστων λυμάτων από δεξαμενή προσωρινής συγκέντρωσης και κατακράτησης ορίζεται σε $1 / 200000$ του όγκου που δίνεται από το γινόμενο : πλάτος πλοίου x βύθισμα πλοίου x διανυθείσα απόσταση και βασίζεται στον τύπο :

$$DR_{\max} = 0,00926.V.D.B$$

Όπου

DR_{\max} : μέγιστος επιτρεπόμενος ρυθμός απόρριψης (m^3 / h)

V : μέση ταχύτητα (knots)

D : βύθισμα (m)

B : πλάτος (m).

Ο μέγιστος ρυθμός απόρριψης αναφέρεται στο μέσο ρυθμό απόρριψης που υπολογίζεται κατά τη διάρκεια μιας 24ωρης περιόδου και αν η περίοδος απόρριψης είναι μικρότερη τότε ο ρυθμός μπορεί να αυξηθεί όχι περισσότερο από 20 % όταν υπολογίζεται σε ωριαία βάση.

Η Αρχή της Σημαίας πρέπει να εγκρίνει γραπτώς για κάθε πλοίο το ρυθμό απόρριψης με βάση το μέγιστο βύθισμα θέρους του πλοίου και τη μέγιστη υπηρεσιακή ταχύτητα του. Όταν γίνεται απόρριψη λυμάτων σε ένα διαφορετικό συνδυασμό ταχύτητας και βυθίσματος, ένας ή περισσότεροι δευτερεύοντες ρυθμοί απόρριψης μπορούν επίσης να εγκριθούν.

Ένα παράδειγμα υπολογισμού του ρυθμού απόρριψης σε ένα συνδυασμό λειτουργικών καταστάσεων με διαφορετικές ταχύτητες και βυθίσματα για ένα πλοίο πλάτους 25 μέτρων, δίνεται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 4.7 : Ρυθμός απόρριψης ακατέργαστων λυμάτων

Ρυθμός απόρριψης (m³/h)				
Ταχύτητα (kn)	4	6	8	10
Βύθισμα (m)				
5	4,63	6,94	9,26	11,57
6	5,56	8,33	11,11	13,89
7	6,48	9,72	12,96	16,20
8	7,41	11,11	14,82	18,52
9	8,33	12,50	16,67	20,83

Ο υπολογισμός του παραπάνω όγκου μπορεί να γίνει για ένα ή περισσότερα βυθίσματα συμπεριλαμβανομένου του βυθίσματος θέρους. Όταν ένα πλοίο πρόκειται να κάνει απόρριψη λυμάτων από μία δεξαμενή συγκέντρωσης λυμάτων χρησιμοποιώντας εγκατεστημένη αντλία συγκεκριμένης παροχής τότε η αντλία μπορεί είτε να βαθμονομηθεί σε ένα επιτρεπόμενο ρυθμό σε ταχύτητα 4 κόμβων ή σε μια ελάχιστη ταχύτητα του πλοίου μεγαλύτερη από 4 κόμβους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΕ ΕΠΙΒΑΤΗΓΟ ΠΛΟΙΟ ΜΕ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΣΧΗΜΑ

5.1. Επεξήγηση προγράμματος

Στο κεφάλαιο αυτό θα χρησιμοποιήσουμε πιθανοθεωρητικό μοντέλο στο Excel για να προσεγγίσουμε την ποσότητα των παραγόμενων λυμάτων ανά ημέρα σε βάθος χρόνου σε ένα συγκεκριμένο επιβατηγό πλοίο που εκτελεί συγκεκριμένη γραμμή. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να επιλέξουμε ένα σύστημα επεξεργασίας το οποίο θα διαχειρίζεται την ποσότητα των παραγόμενων λυμάτων για μεγάλο χρονικό διάστημα ετών, χωρίς να είναι αναγκαίο να έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας μέγιστου φορτίου το οποίο μπορεί να εμφανιστεί με μηδενικές σχεδόν πιθανότητες σε βάθος χρόνου, έτσι ώστε να εξοικονομήσουμε χρήματα και χώρο, επιλέγοντας σύστημα με λιγότερες δυνατότητες επεξεργασίας αλλά με τη βέβαιη σχεδόν πιθανότητα ότι μπορεί να επεξεργαστεί όλη τη παραγόμενη ποσότητα.

Το μοντέλο μας είναι ένα γραφικώς προσδιορισμένο στατιστικό πρόγραμμα πρόβλεψης - πρόγνωσης και ανάλυσης ρίσκου που εξαντλεί και εξαλείφει κατά μεγάλο ποσοστό την αβεβαιότητα του λήπτη αποφάσεων. Τα αποτελέσματα του προγράμματος βασίζονται στο μαθηματικό εμπειρικό τύπο υπολογισμού της ημερήσιας υδραυλικής παροχής που πρέπει να έχει ένα σύστημα ή τη χωρητικότητα που πρέπει να έχει μια δεξαμενή για να ικανοποιεί τις ανάγκες του πλοίου, το οποίο αναλύσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο (κεφάλαιο 4), και ο οποίος είναι ο εξής :

$$\Pi = 0,7 \cdot A \cdot \Omega \cdot \frac{F}{4} \text{ (lt / day)}$$

Επειδή το επιβατηγό πλοίο έχει κοινό δίκτυο black & gray water ο τύπος στον οποίο αναφέρεται το πρόγραμμα είναι :

$$\Pi' = 2,3 \cdot \Pi$$

Οι μεταβλητές του προγράμματος είναι :

A : αριθμός επιβαινόντων

Ω : ώρες ταξιδιού / 24ωρο

F : παραγωγή λυμάτων σε lt/χρήση, ανάλογα με το τύπο του συστήματος αποχωρητηρίων και αποχέτευσης του πλοίου:

τύπου βαρύτητας : 12 lt/χρήση

τύπου χαμηλής πίεσης: 7 lt/χρήση

τύπου κενού : 1,5 lt/χρήση

Γνωρίζουμε ότι ο μέγιστος αριθμός επιβαινόντων (πλήρωμα και επιβάτες) που μπορεί να μεταφέρει το συγκεκριμένο πλοίο είναι κατά τη καλοκαιρινή περίοδο 1990 άτομα, ενώ οι ώρες ταξιδιού κυμαίνονται από 12 έως 15 ώρες το μέγιστο, με βάση τα ταξίδια που εκτελεί κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου στη γραμμή Πειραιάς – Δωδεκάνησα. Θεωρούμε λοιπόν για τον αριθμό επιβαινόντων ότι έχει ένα εύρος τιμών που κυμαίνεται από την ελάχιστη ως τη μέγιστη τιμή, 200 – 1990 άτομα, και ότι ακολουθεί μια κανονική κατανομή όσον αφορά τη μεταβολή του αριθμού επιβαινόντων που μπορεί να μεταφέρει κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Αντίστοιχα για τις ώρες ταξιδιού θεωρούμε ότι έχει ένα εύρος τιμών ανάλογα με την απόσταση που διανύει μέχρι να φτάσει το πλοίο στον προορισμό του και ακολουθεί επίσης μια κανονική κατανομή. Επειδή ο τύπος για την εύρεση της παραγωγής της ημερήσιας υδραυλικής παροχής των λυμάτων λειτουργεί προσθετικά, δηλαδή ο αριθμός επιβαινόντων πρέπει να ανάγεται σε όλο το εικοσιτετράωρο. Θεωρούμε ότι ο αριθμός των συνολικών επιβαινόντων κυμαίνεται από 200 έως 1990 άτομα (A_1) για το εύρος των 12 έως 15 ωρών (Ω_1) και 10 έως 100 άτομα (A_2) για το εύρος των 9 έως 12 ωρών (Ω_2).

Εφαρμόζουμε το πρόγραμμα για να κάνει προσομοίωση (simulation) για 5 έτη (2000 trials), 12 έτη (4380 trials) και 20 έτη (7300 trials) ώστε να εξάγει αποτελέσματα για την ημερήσια υδραυλική παροχή των λυμάτων με βάση τα δεδομένα και τις μεταβλητές που αναφέραμε. Κάθε μία δοκιμή (trial) που πραγματοποιείται από το πρόγραμμα αντιστοιχεί σε μία ημέρα παραγωγής λυμάτων. Η προσομοίωση πραγματοποιείται για κοινό δίκτυο black & gray water και για τους τρεις τύπους αποχέτευσης που υπάρχουν. Τα αποτελέσματα φαίνονται σε διαγράμματα πρόβλεψης όπου στη μία στήλη αναφέρεται η κατανομή συχνοτήτων (f) και στην άλλη η κατανομή συνάρτησης σχετικών συχνοτήτων (p), ενώ στον οριζόντιο άξονα αναφέρεται η ημερήσια παραγωγή των λυμάτων.

Στα διαγράμματα πρόβλεψης γίνεται η προσομοίωση για κάθε τύπο αποχέτευσης (βαρύτητας, χαμηλής πίεσης και κενού) για 5, 12 και 20 έτη σε ολόκληρο το διάστημα – πεδίο τιμών της παραγωγής λυμάτων και στη συνέχεια

πραγματοποιείται προσομοίωση για συγκεκριμένο πεδίο τιμών. Αυτό το πεδίο που ονομάζεται διάστημα βεβαιότητας καθορίζει το επίπεδο βεβαιότητας, τη βεβαιότητα δηλαδή να έχουμε τη παραγωγή λυμάτων που μπορεί να επεξεργαστεί ένα σύστημα για δεδομένες τιμές αριθμού επιβαινόντων και ωρών ταξιδιού. Με αυτό το τρόπο μπορούμε να επιλέξουμε ένα σύστημα το οποίο έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται τον όγκο παραγωγής λυμάτων εκείνον που εμφανίζεται συχνότερα στο διάγραμμα πρόβλεψης και να μην επιλέξουμε ένα σύστημα το οποίο μπορεί να επεξεργάζεται μεν μεγαλύτερο όγκο παραγωγής ο οποίος δε όμως μπορεί να εμφανίζεται λιγότερο συχνά στο διάγραμμα. Έτσι μπορούμε να εξοικονομήσουμε χρήματα και χώρο αφού επιλέγουμε σύστημα φθηνότερο και με μικρότερες διαστάσεις που μπορεί να επεξεργαστεί τον όγκο παραγωγής που παράγεται κατά πολύ μεγάλο ποσοστό κατά τη διάρκεια των 5, 12 ή 20 ετών.

Για παράδειγμα, αν έχουμε εγκατεστημένο στο επιβατηγό πλοίο ένα σύστημα αποχέτευσης τύπου κενού τότε στα 5 έτη που εκτελεί μια διαδρομή Πειραιά – Δωδεκάνησα η ημερήσια υδραυλική παροχή των λυμάτων θα κυμαίνεται στο διάστημα των 5 αυτών ετών από 1885 lt/h το ελάχιστο έως 17973 lt/h το μέγιστο. Από το διάγραμμα όμως θα παρατηρήσουμε ότι για ένα επίπεδο βεβαιότητας της τάξης του 99,58 % ο μέγιστος ημερήσιος όγκος παραγωγής που μπορεί να εμφανιστεί κατά το διάστημα των 5 ετών είναι 17017 lt/h. Επομένως μπορούμε να εγκαταστήσουμε μια μονάδα επεξεργασίας που μπορεί να διαχειριστεί όγκο λυμάτων ως και 17000 lt/h αφού βλέπουμε ότι η πιθανότητα να εμφανιστεί όγκος παραγωγής ίσος με τον μέγιστο, δηλαδή 17973 lt/h, είναι μόλις 0.042 %. Έτσι μπορούμε να εξοικονομήσουμε χρήματα και χώρο επιλέγοντας μικρότερο σύστημα το οποίο όμως μπορεί να επεξεργαστεί κατά πολύ μεγάλο ποσοστό σχεδόν το σύνολο του όγκου παραγωγής που μπορεί να εμφανιστεί.

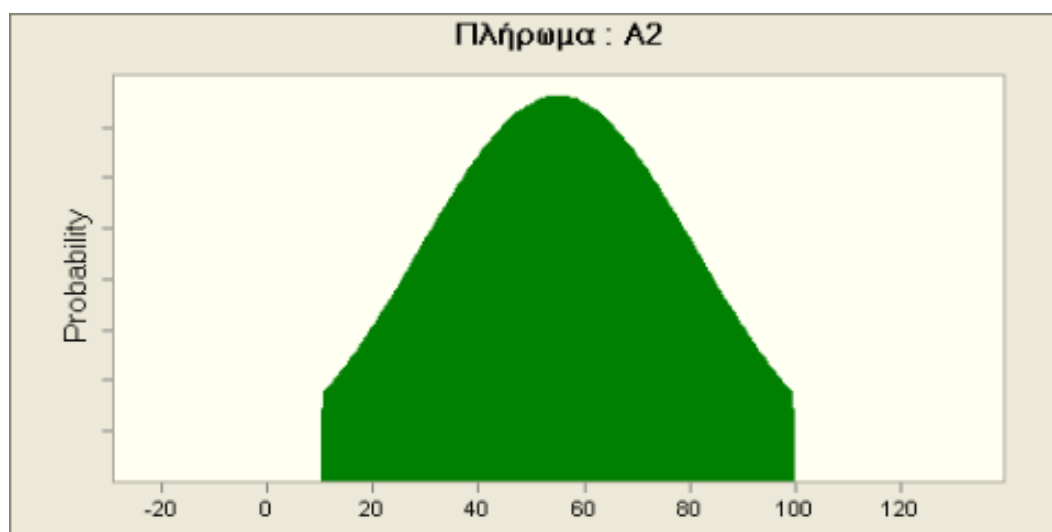
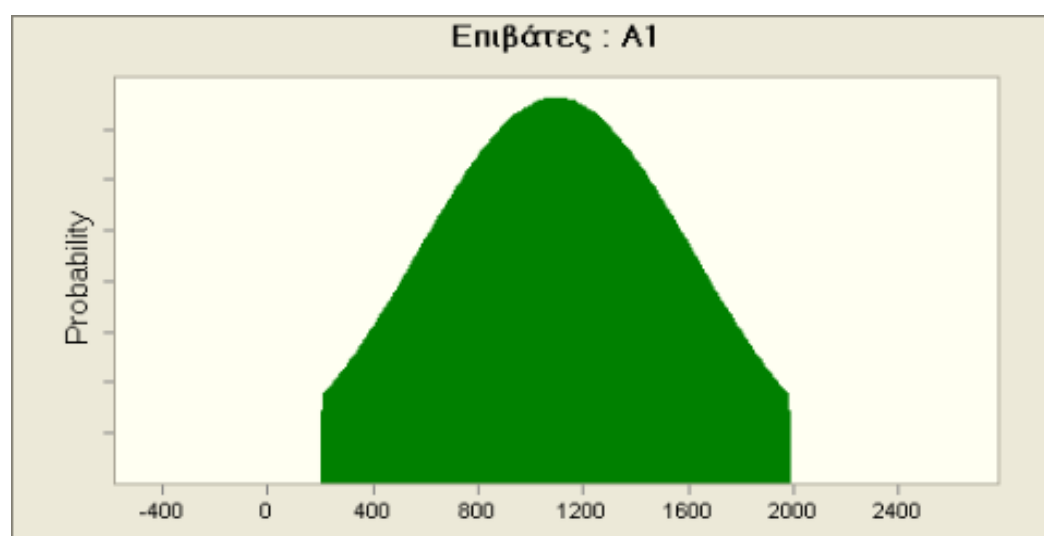
Κατα την εφαρμογή του προγράμματος εμφανίζονται διάφορα στατιστικά στοιχεία, πίνακες και διαγράμματα, που αφορούν τη στατιστική συμπεριφορά της ημερήσιας υδραυλικής παροχής λυμάτων όπως είναι η μέση τιμή, η διασπορά, η τυπική απόκλιση, το διάστημα βεβαιότητας κ.α. Παρακάτω ακολουθούν τα διαγράμματα κανονικής κατανομής των μεταβλητών, τα διαγράμματα πρόβλεψης και η ανάλυση ευαισθησίας με τους αντίστοιχους πίνακες στατιστικών στοιχείων. Η ανάλυση ευαισθησίας δείχνει κατά ποσό και σε ποιο ποσοστό επιδρά η κάθε μεταβλητή (αριθμός επιβαινόντων, ώρες ταξιδιού) στα αποτελέσματα, δηλαδή στη δημιουργία των διαγραμμάτων πρόβλεψης.

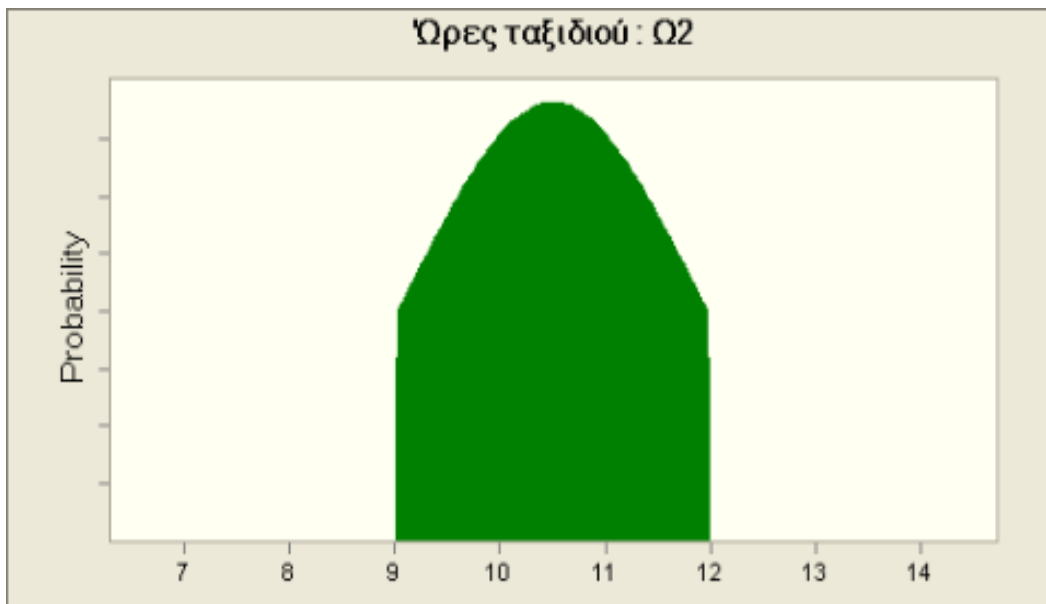
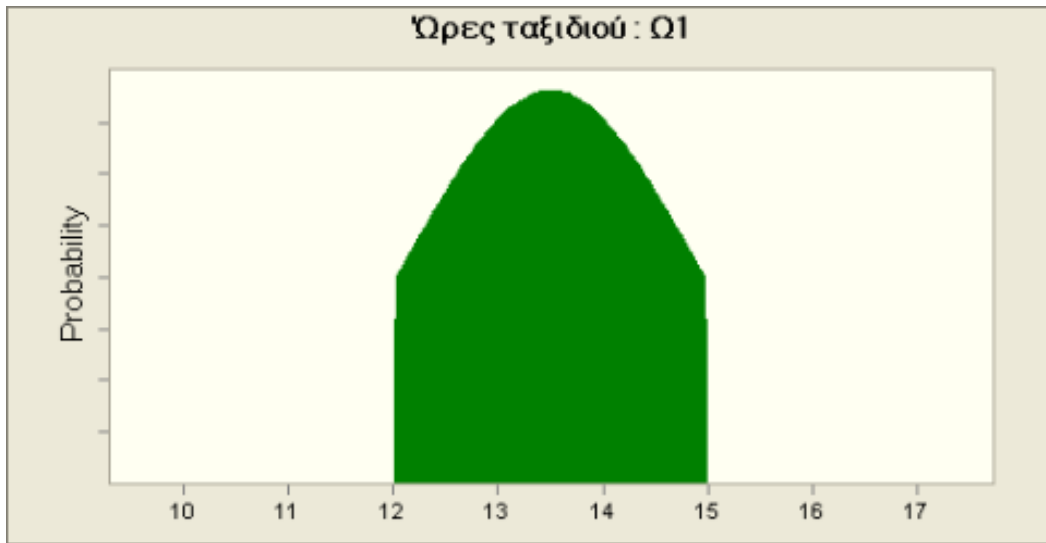
Εφαρμογές προγράμματος

Πίνακας 5.1 Στατιστικά στοιχεία μεταβλητών

	Μεταβλητές (κανονικές κατανομές)			
	A_1	A_2	Ω_1	Ω_2
Μέση τιμή	1095	55	13,5	10,5
Τοπική απόκλιση	517	26	1,3	1,3
Επιλεγμένο πεδίο τιμών	200 -1990	10-100	12-15	9-12
Συσχέτιση			-1	-1

Σχήμα 5.1 Διαγράμματα μεταβλητών





5.2 Εφαρμογή προγράμματος για 5 έτη

Πίνακας 5.2.1 Γενικά στατιστικά στοιχεία

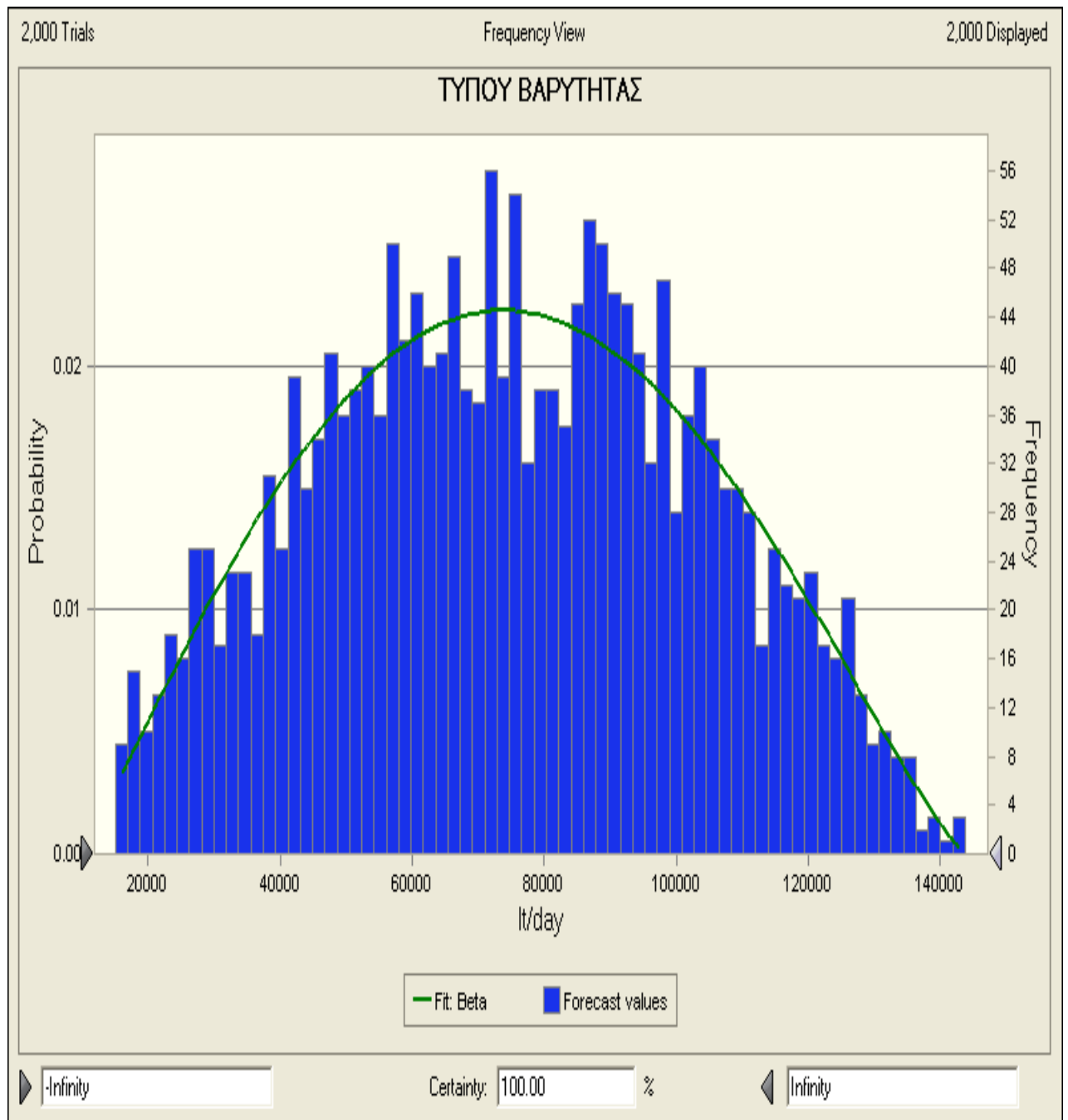
Στατιστικά στοιχεία	
Αριθμός δοκιμών	2000
Διάστημα εμπιστοσύνης	95%
Συνολικός χρόνος προσομοίωσης (sec)	4,65
Δοκιμές / δευτερόλεπτο	430
Τυχαία νούμερα / δευτερόλεπτο	1721
Μεταβλητές	4
Συσχέτιση	1
Προβλέψεις	3

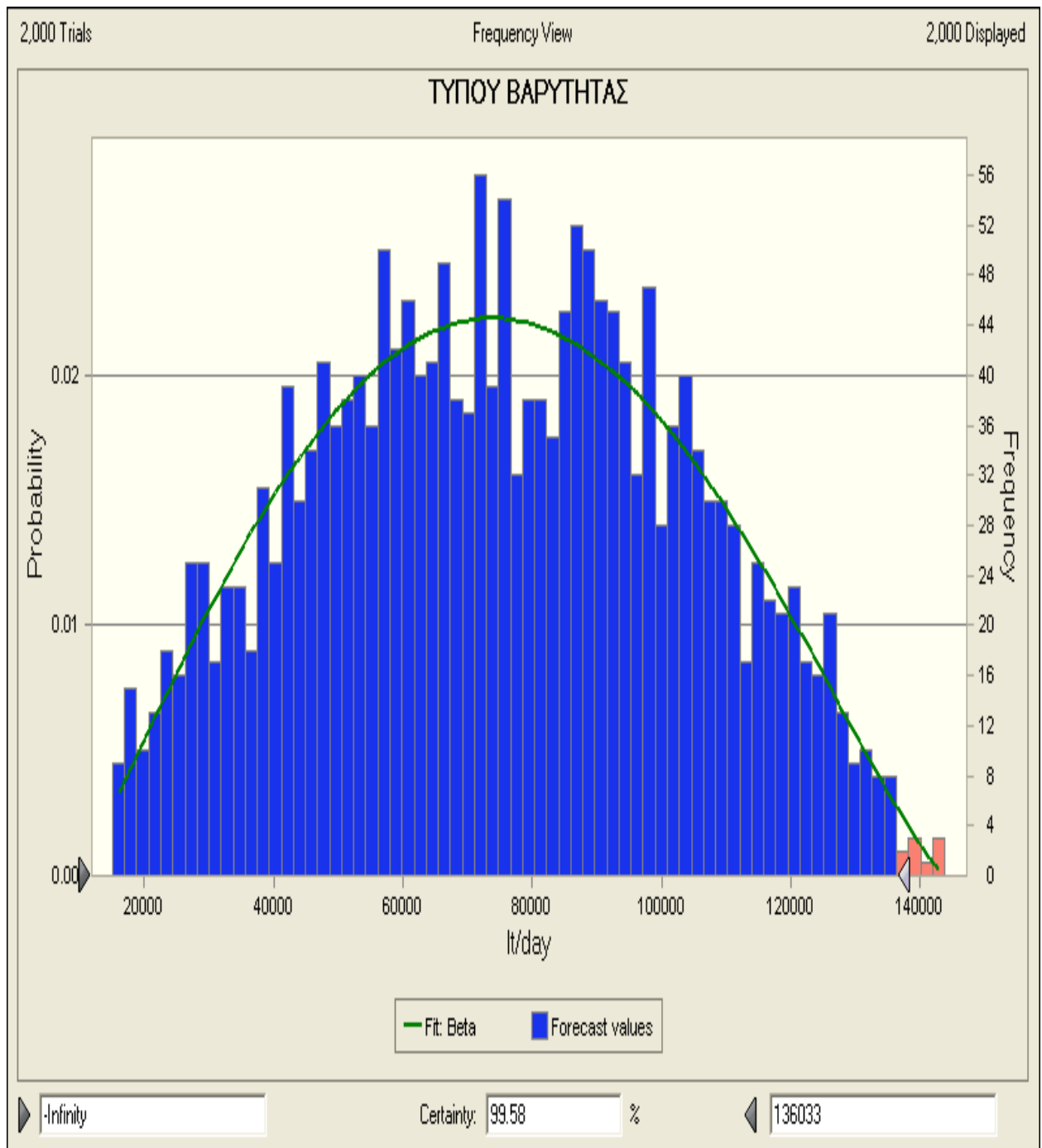
Πίνακας 5.2.2 Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου βαρύτητας

Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης (τύπου βαρύτητας)	
Πεδίο τιμών	15083-143788
Βασική κατάσταση	115340
Τυπικό σφάλμα μέσης τιμής	642
Δοκιμές	2000
Μέση τιμή	74988
Ενδιάμεση τιμή	74763
Τυπική απόκλιση	28697
Διασπορά	823538468
Λοξότητα	0,0305
Κύρτωση	2,21
Συντελεστής μεταβλητότητας	0,3827
Ελάχιστη τιμή	15083
Μέγιστη τιμή	143781
Έυρος τιμών	128697
Επίπεδο βεβαιότητας	99,58%
Διάστημα βεβαιότητας	15083-136033

Ποσοστά	Τιμές πρόβλεψης
0%	15083
10%	36277
20%	48155
30%	57288
40%	66264
50%	74763
60%	84473
70%	92076
80%	101633
90%	113992
100%	143781

Σχήμα 5.2.1 Διάγραμμα τύπου βαρύτητας





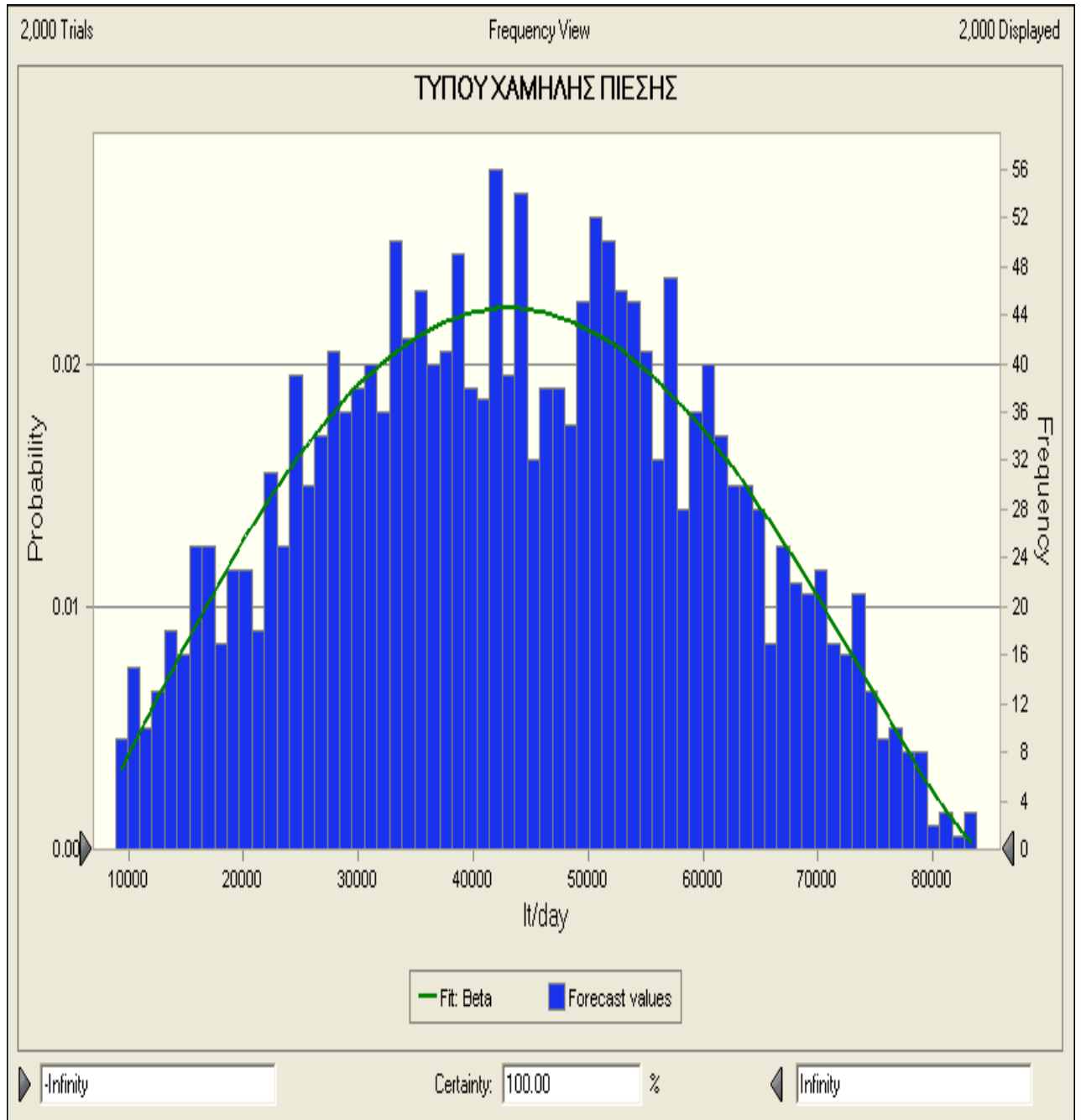
Από τα παραπάνω διαγράμματα συμπεραίνω ότι μπορώ να επιλέξω ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με ικανότητα επεξεργασίας μέχρι 136033 lt/day αντί 143781 lt/day (μέγιστος όγκος παραγωγής) με επίπεδο βεβαιότητας 99,58% για την κάλυψη των αναγκών του πλοίου σε παραγωγή λυμάτων. Από τη βάση δεδομένων επιλέγω το σύστημα Bio-Compact KSA-S-800 (140000 lt/day) και όχι το MSTP 8 (150000 lt/day)

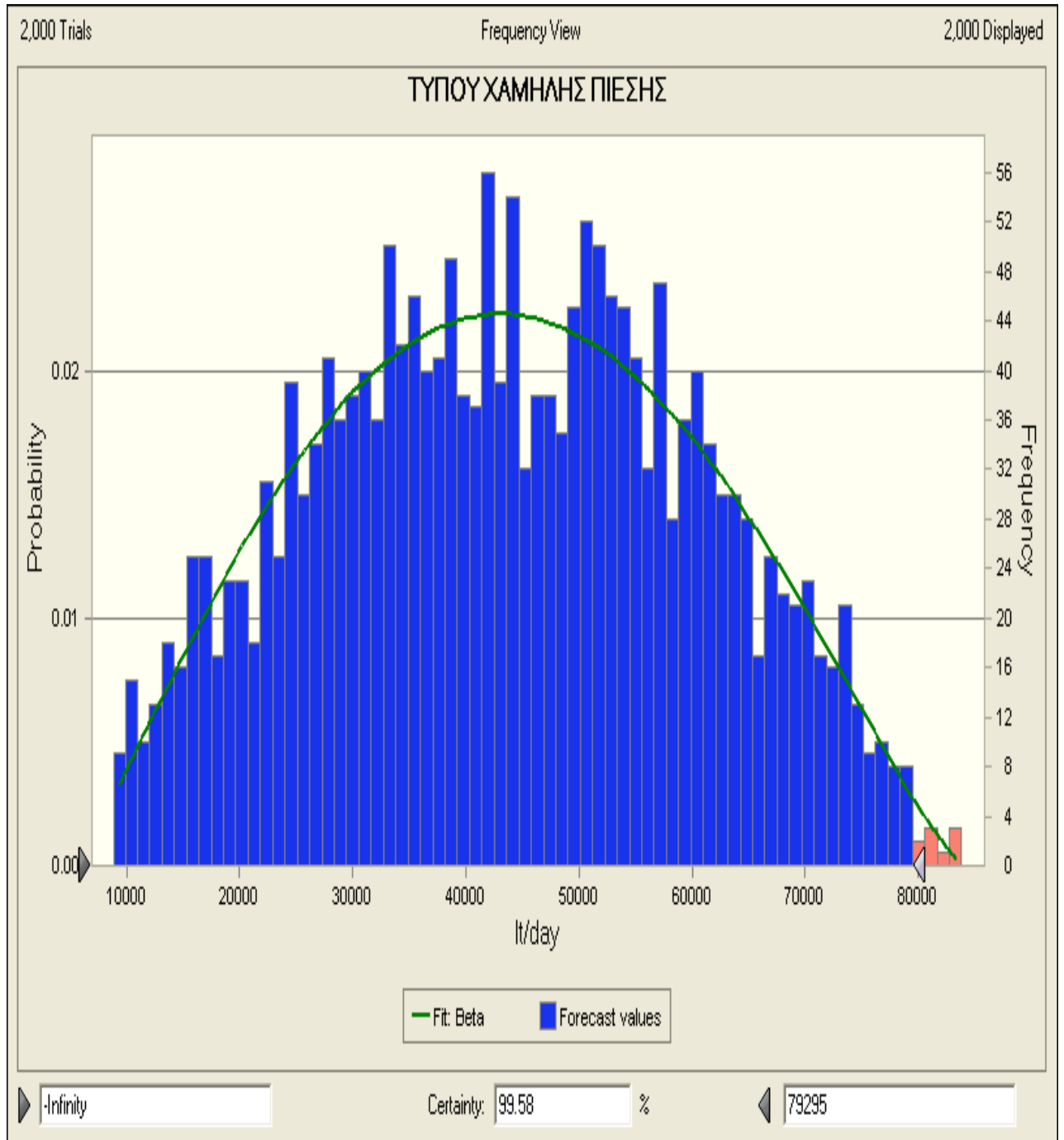
Πίνακας 5.2.3. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου χαμηλής πίεσης

Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης (τύπου χαμηλής πίεσης)	
Πεδίο τιμών	8799-83872
Βασική κατάσταση	67282
Τυπικό σφάλμα μέσης τιμής	374
Δοκιμές	2000
Μέση τιμή	43743
Ενδιάμεση τιμή	43612
Τυπική απόκλιση	16740
Διασπορά	280231840
Λοξότητα	0,0305
Κύρτωση	2,21
Συντελεστής μεταβλητότητας	0,3827
Ελάχιστη τιμή	8799
Μέγιστη τιμή	83782
Έυρος τιμών	75074
Επίπεδο βεβαιότητας	99,58%
Διάστημα βεβαιότητας	8799-79295

Ποσοστά	Τιμές πρόβλεψης
0%	8799
10%	21162
20%	28091
30%	33418
40%	38654
50%	43612
60%	49276
70%	53711
80%	59286
90%	66495
100%	83872

Σχήμα 5.2.2. Διαγράμματα τύπου χαμηλής πίεσης





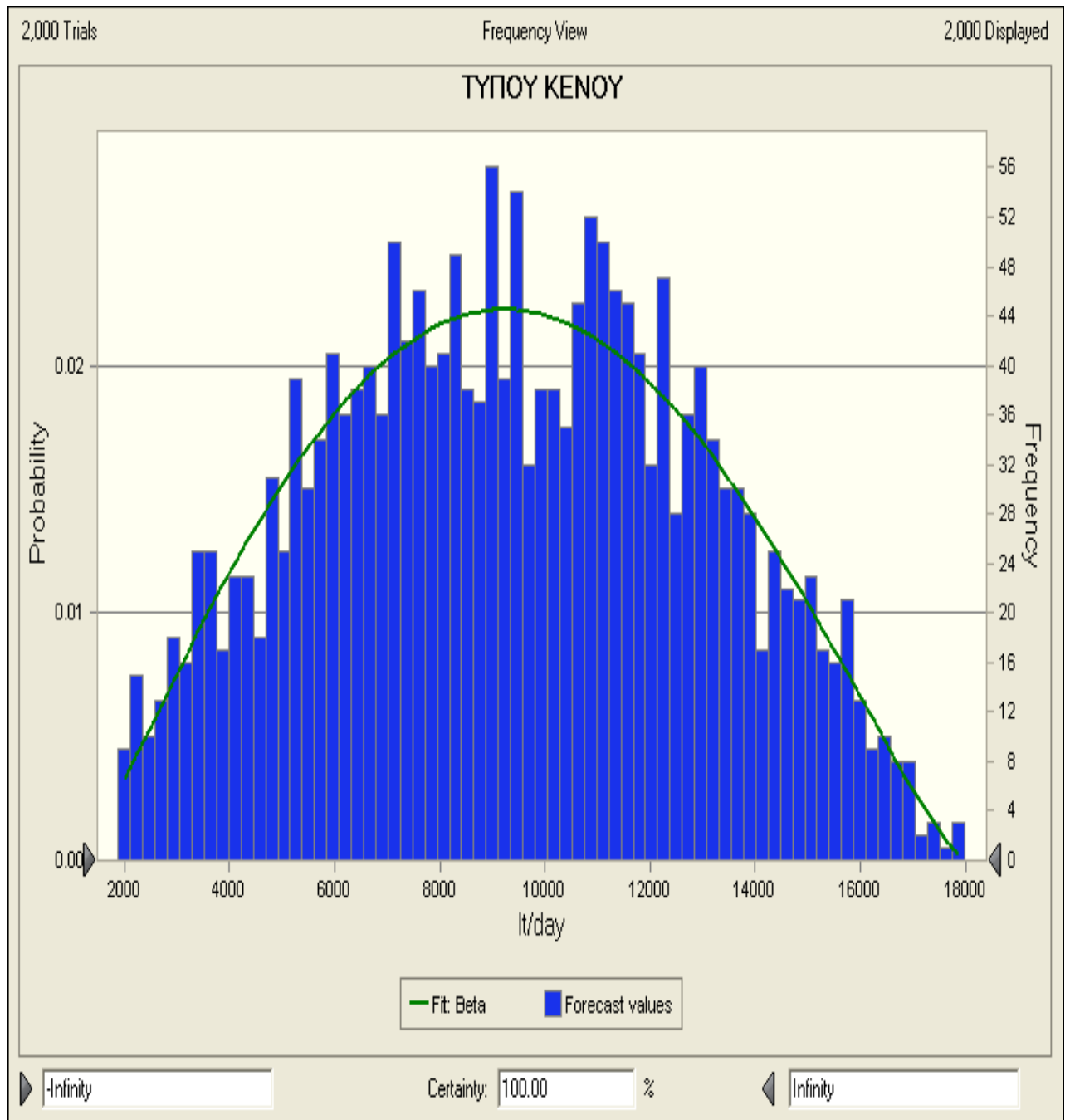
Από τα παραπάνω διαγράμματα συμπεραίνω ότι μπορώ να επιλέξω ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με μέγιστη ημερήσια ικανότητα επεξεργασίας 79295 lt/day αντί 83872 lt/day (μέγιστος όγκος παραγωγής) με επίπεδο βεβαιότητας 99,58% για την κάλυψη των αναγκών του πλοίου σε παραγωγή λυμάτων. Από τη βάση δεδομένων δεν υπάρχει σύστημα με διαφορετικό υδραυλικό φορτίο για τις δύο περιπτώσεις αλλά μόνο ένα (MSTP 9) με ημερήσια παροχή 91000 lt/day.

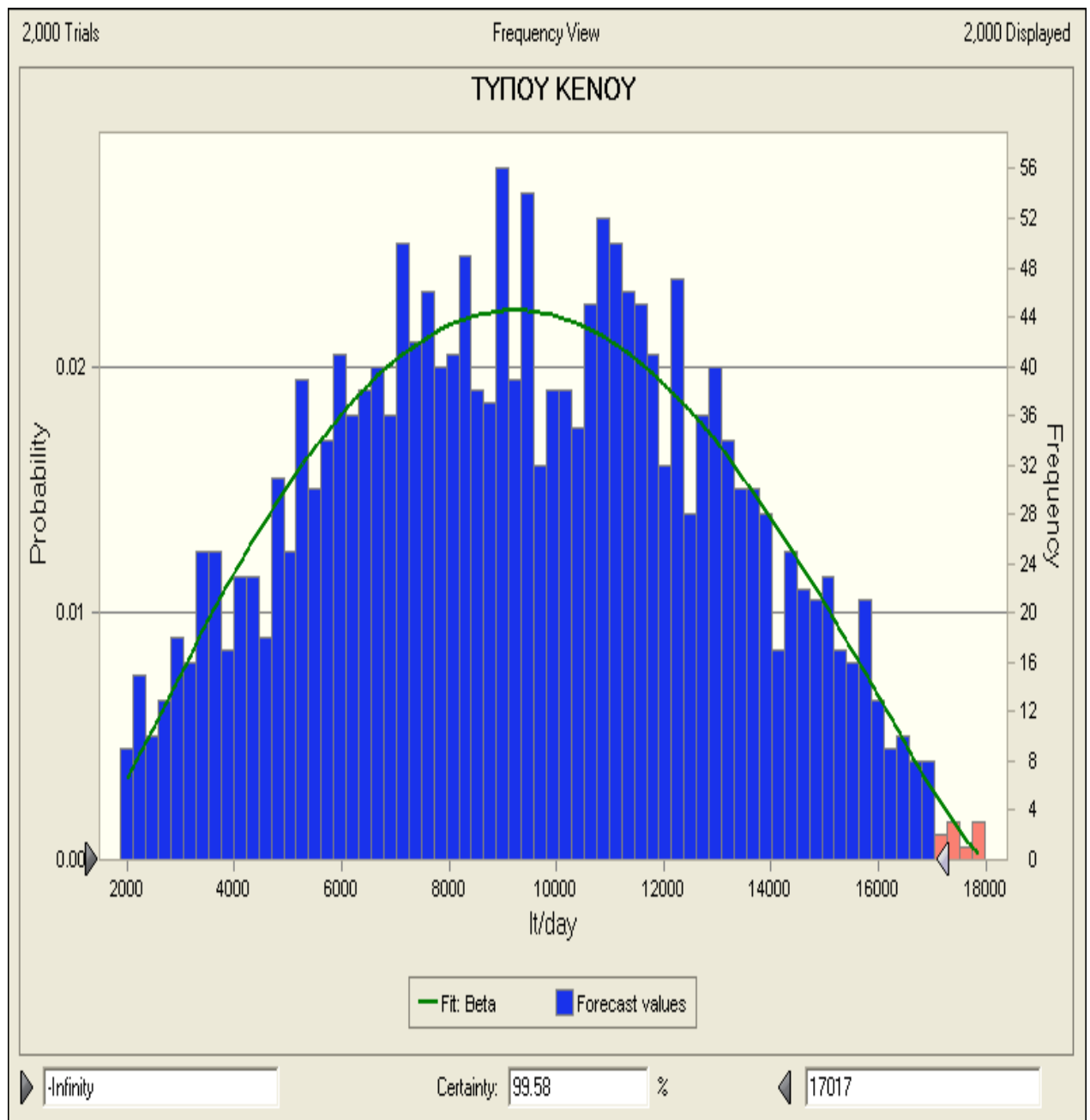
Πίνακας 5.2.4. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου κενού

Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης (τύπου κενού)	
Πεδίο τιμών	1885-17973
Βασική κατάσταση	14418
Τυπικό σφάλμα μέσης τιμής	80
Δοκιμές	2000
Μέση τιμή	9373
Ενδιάμεση τιμή	9345
Τυπική απόκλιση	3587
Διασπορά	12867789
Λοξότητα	0,0305
Κύρτωση	2,21
Συντελεστής μεταβλητότητας	0,3827
Ελάχιστη τιμή	1885
Μέγιστη τιμή	17973
Έυρος τιμών	16087
Επίπεδο βεβαιότητας	99,58%
Διάστημα βεβαιότητας	1885-17017

Ποσοστά	Τιμές πρόβλεψης
0%	1885
10%	4535
20%	6019
30%	7161
40%	8283
50%	9345
60%	10559
70%	11509
80%	12704
90%	14249
100%	17973

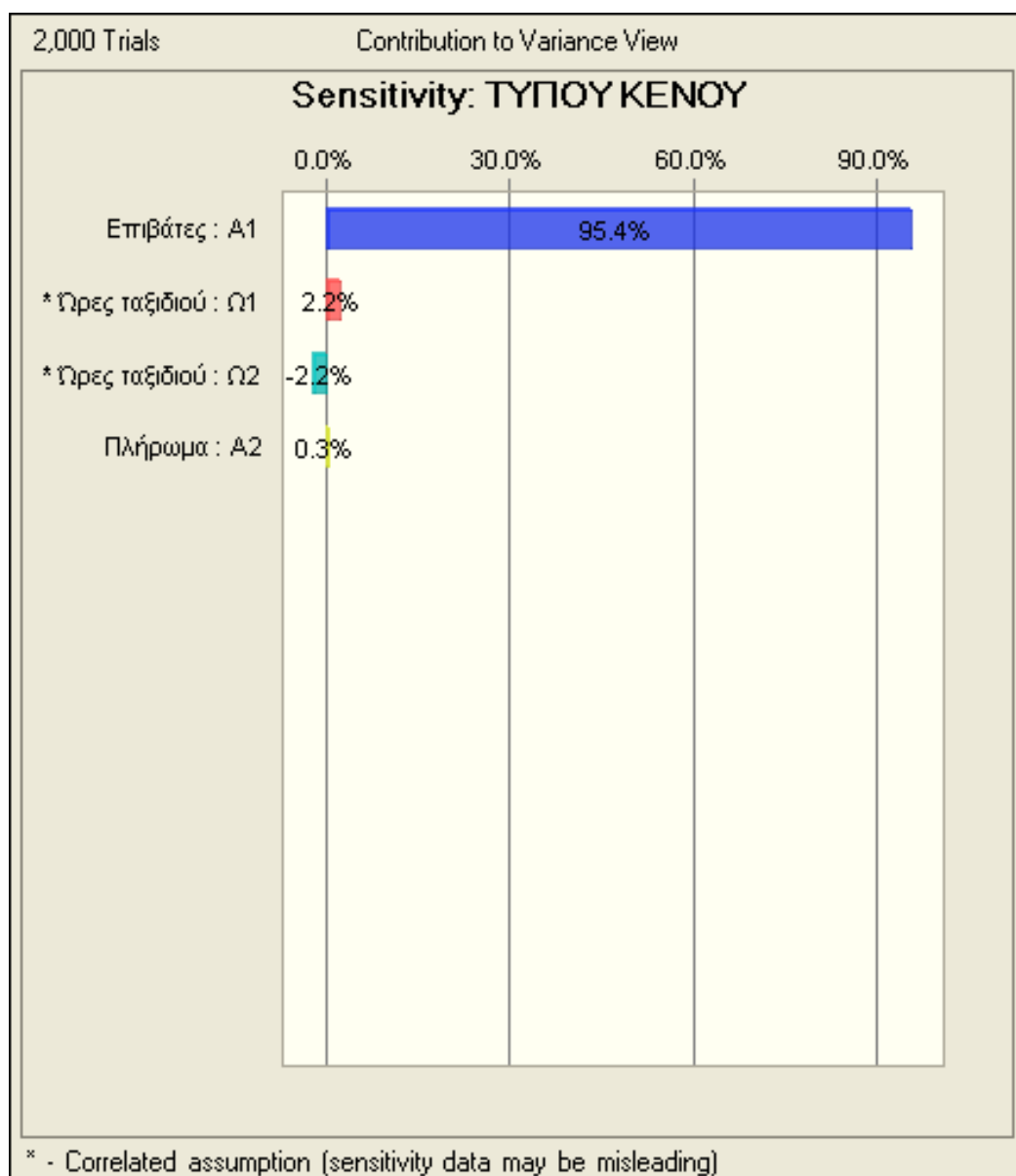
Σχήμα 5.2.3. Διαγράμματα πρόβλεψης τύπου κενού





Από τα παραπάνω διαγράμματα συμπεραίνω ότι μπορώ να επιλέξω ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με ικανότητα επεξεργασίας μέχρι 17017 lt/day αντί 17973 lt/day (μέγιστος όγκος παραγωγής) με επίπεδο βεβαιότητας 99,58% για την κάλυψη των αναγκών του πλοίου σε παραγωγή λυμάτων. Από τη βάση δεδομένων επιλέγω το σύστημα RF-4500-F (17100 lt/day) και όχι το UNEX SIMULTEAN-60 (18000 lt/day)

Πίνακας 5.2.5. Ανάλυση ευαισθησίας για τύπο κενού



Στο διάγραμμα ανάλυσης ευαισθησίας βλέπουμε την επίδραση των μεταβλητών στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων. Συμπεραίνουμε ότι η μεταβλητή του αριθμού επιβαίνοντων επιδρά πολύ περισσότερο στον υπολογισμό της ημερήσιας παραγωγής λυμάτων (κατά 95,4%) σε σχέση με τη μεταβλητή της διάρκειας ταξιδιού (2,2%). Η ανάλυση ευαισθησίας είναι η ίδια και για τις τρεις περιπτώσεις των συστημάτων αποχέτευσης.

5.3 Εφαρμογή προγράμματος για 12 έτη

Πίνακας 5.3.1 Γενικά στατιστικά στοιχεία

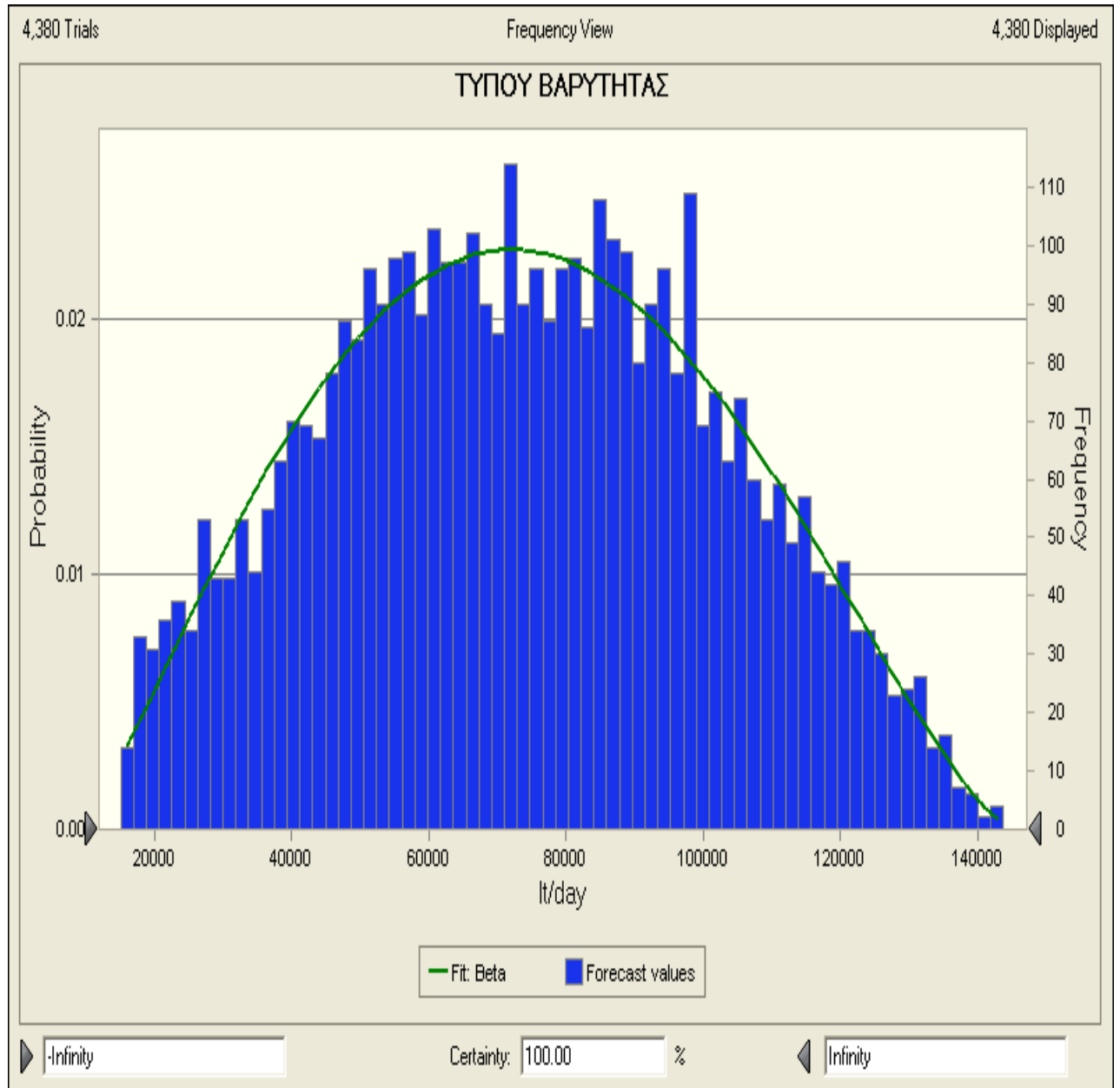
Γενικά στατιστικά στοιχεία	
Αριθμός δοκιμών	4380
Διάστημα εμπιστοσύνης	95%
Συνολικός χρόνος προσομοίωσης (sec)	7,51
Δοκιμές / δευτερόλεπτο	583
Τυχαία νούμερα / δευτερόλεπτο	2333
Μεταβλητές	4
Συσχέτιση	1
Προβλέψεις	3

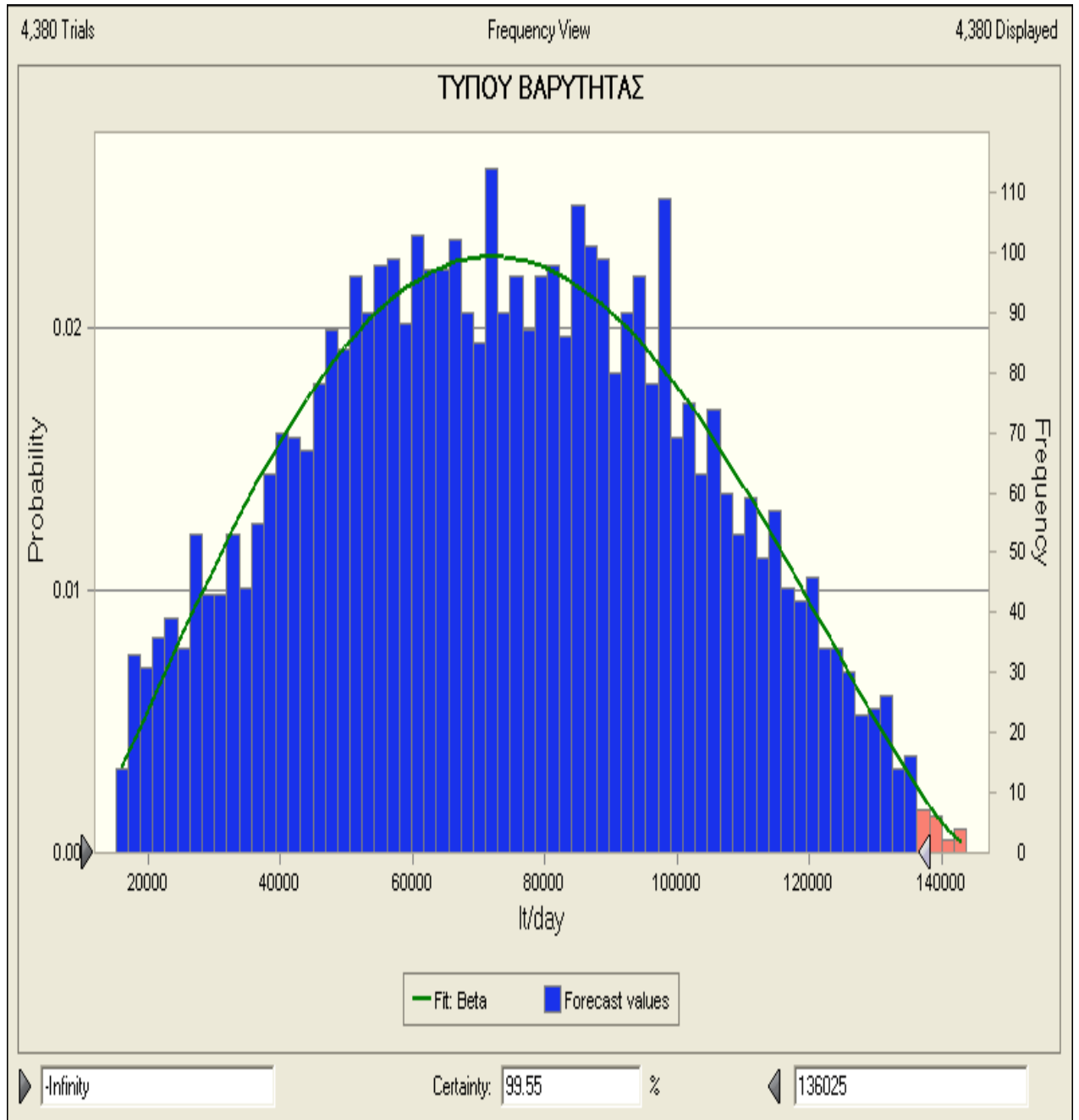
Πίνακας 5.3.2. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου βαρύτητας

Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης (τύπου βαρύτητας)	
Πεδίο τιμών	15083-143781
Βασική κατάσταση	115340
Τυπικό σφάλμα μέσης τιμής	429
Δοκιμές	4380
Μέση τιμή	74111
Ενδιάμεση τιμή	73500
Τυπική απόκλιση	28399
Διασπορά	806505076
Λοξότητα	0,0604
Κύρτωση	2,24
Συντελεστής μεταβλητότητας	0,3832
Ελάχιστη τιμή	15083
Μέγιστη τιμή	143781
Έυρος τιμών	128697
Επίπεδο βεβαιότητας	99,55%
Διάστημα βεβαιότητας	15083-136025

Ποσοστά	Τιμές πρόβλεψης
0%	15083
10%	36086
20%	47880
30%	56670
40%	65218
50%	73500
60%	82329
70%	90845
80%	99893
90%	112661
100%	143781

Σχήμα 5.3.1. Διαγράμματα τύπου βαρύτητας





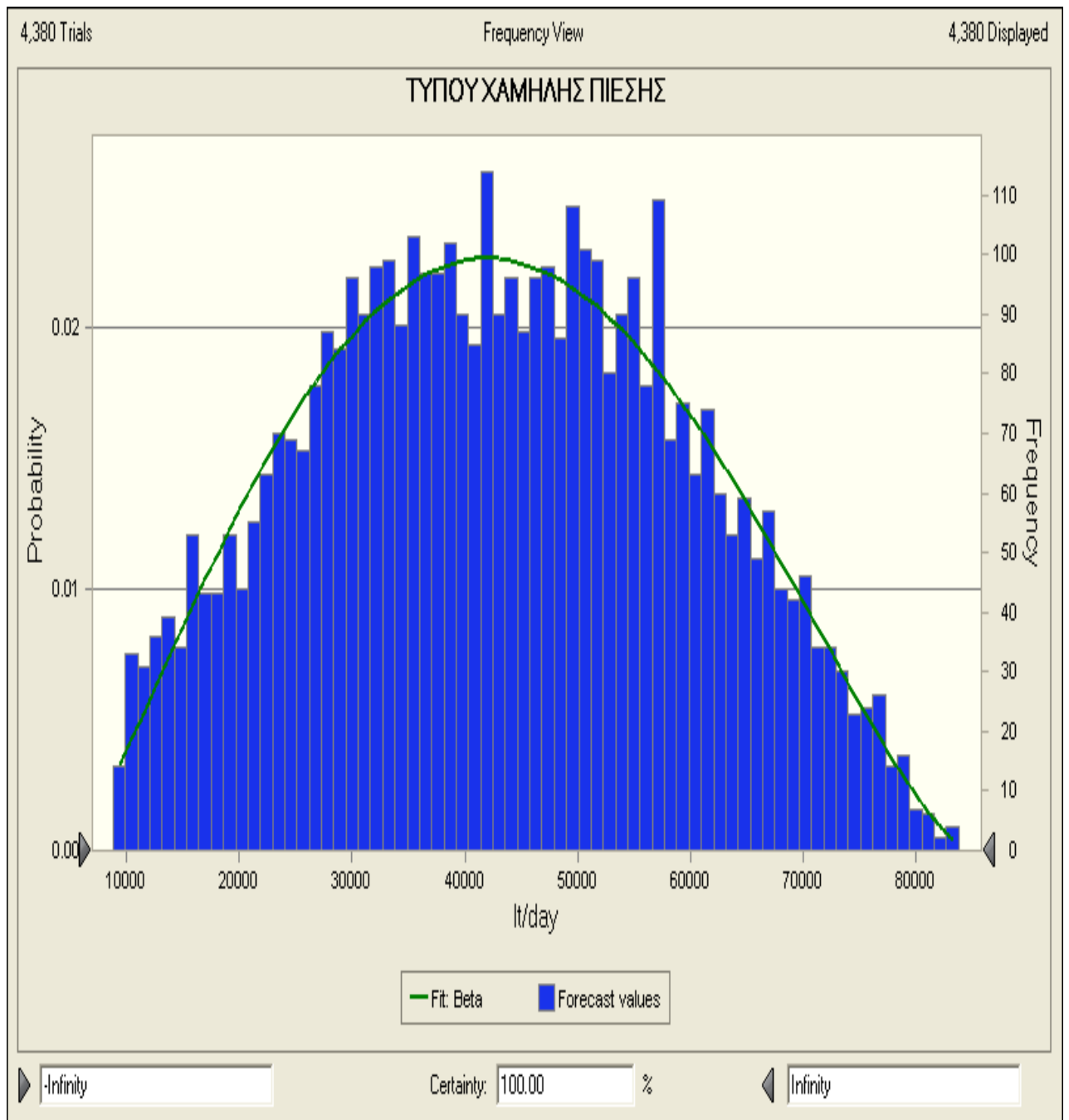
Επειδή δεν αλλάζει ο μέγιστος ημερήσιος όγκος παραγωγής των λυμάτων κατά την αύξηση των περιόδων λειτουργίας των πλοίων από 5 σε 12 έτη η επιλογή συστήματος είναι ίδια με την περίπτωση της περιόδου λειτουργίας 5 ετών τύπου βαρύτητας. Αυτό ισχύει για όλες τις περιπτώσεις των τύπων αποχωρητηρίων για όλες τις περιόδους λειτουργίας του πλοίου.

Πίνακας 5.3.3. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου χαμηλής πίεσης

Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης (τύπου χαμηλής πίεσης)	
Πεδίο τιμών	8799-83872
Βασική κατάσταση	67282
Τυπικό σφάλμα μέσης τιμής	250
Δοκιμές	4380
Μέση τιμή	43231
Ενδιάμεση τιμή	42875
Τυπική απόκλιση	16566
Διασπορά	274435755
Λοξότητα	0,0604
Κύρτωση	2,24
Συντελεστής μεταβλητότητας	0,3832
Ελάχιστη τιμή	8799
Μέγιστη τιμή	83782
Έυρος τιμών	75074
Επίπεδο βεβαιότητας	99,54%
Διάστημα βεβαιότητας	8799-79238

Ποσοστά	Τιμές πρόβλεψης
0%	8799
10%	21050
20%	27930
30%	33058
40%	38044
50%	42875
60%	48025
70%	52993
80%	58271
90%	65719
100%	83872

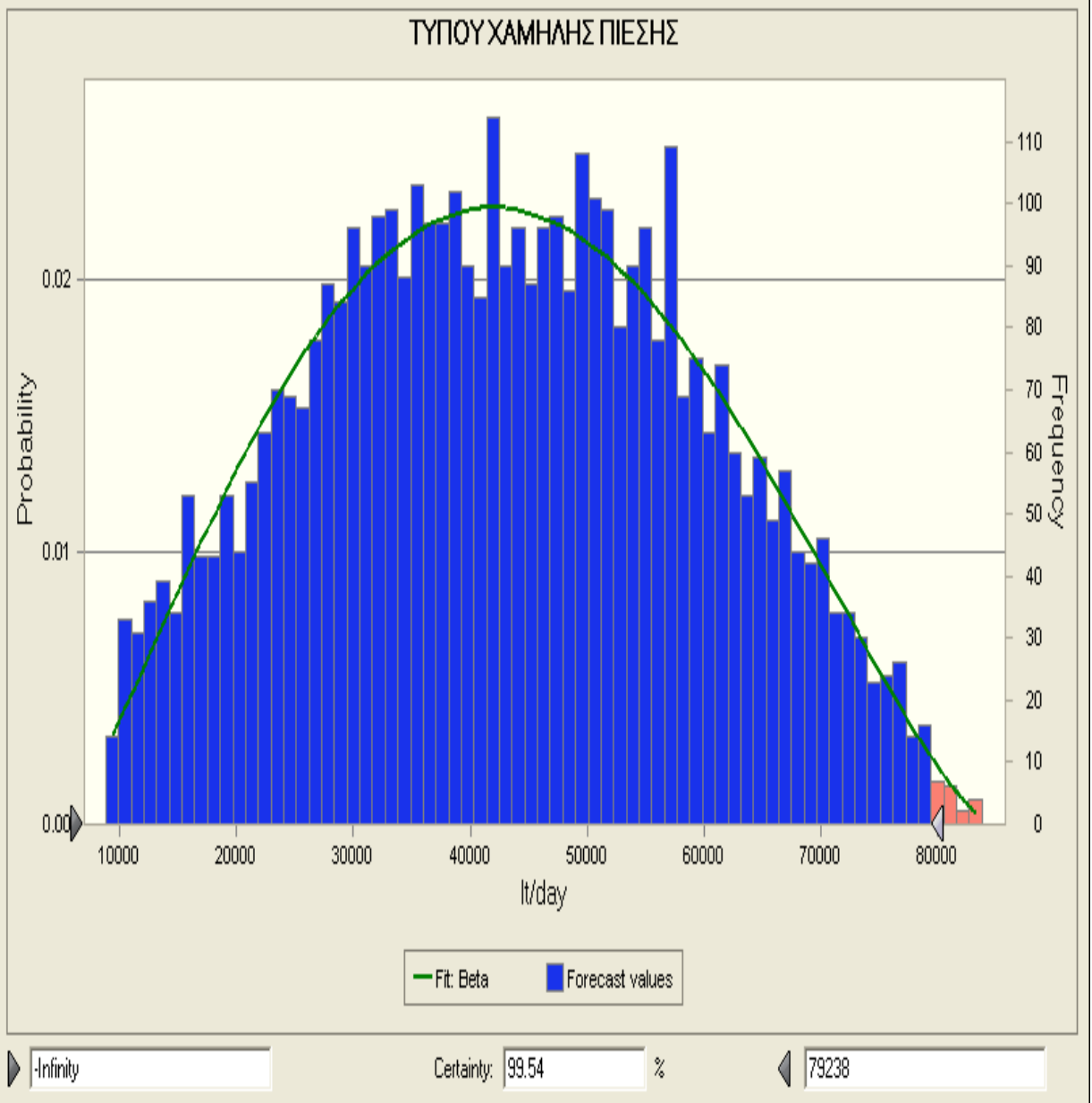
Σχήμα 5.3.2. Διαγράμματα τύπου χαμηλής πίεσης



4,380 Trials

Frequency View

4,380 Displayed

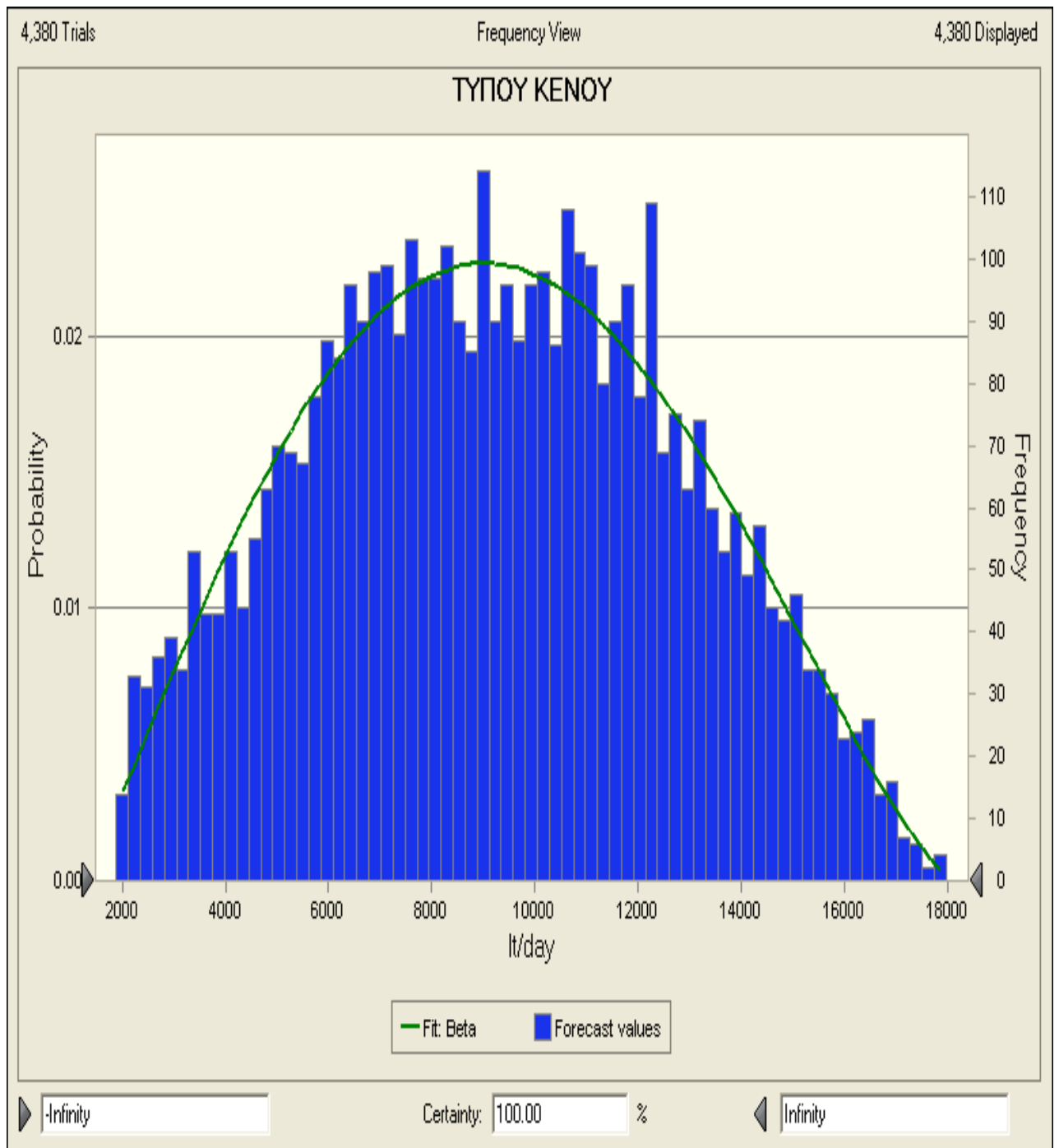


Πίνακας 5.3.4. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου κενού

Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης (τύπου κενού)	
Πεδίο τιμών	1885-17973
Βασική κατάσταση	14418
Τυπικό σφάλμα μέσης τιμής	54
Δοκιμές	4380
Μέση τιμή	9264
Ενδιάμεση τιμή	9188
Τυπική απόκλιση	3550
Διασπορά	12601642
Λοξότητα	0,0604
Κύρτωση	2,24
Συντελεστής μεταβλητότητας	0,3832
Ελάχιστη τιμή	1885
Μέγιστη τιμή	17973
Έυρος τιμών	16087
Επίπεδο βεβαιότητας	99,54%
Διάστημα βεβαιότητας	1885-16978

Ποσοστά	Τιμές πρόβλεψης
0%	1885
10%	4511
20%	5985
30%	7084
40%	8152
50%	9188
60%	10291
70%	11356
80%	12487
90%	14083
100%	17973

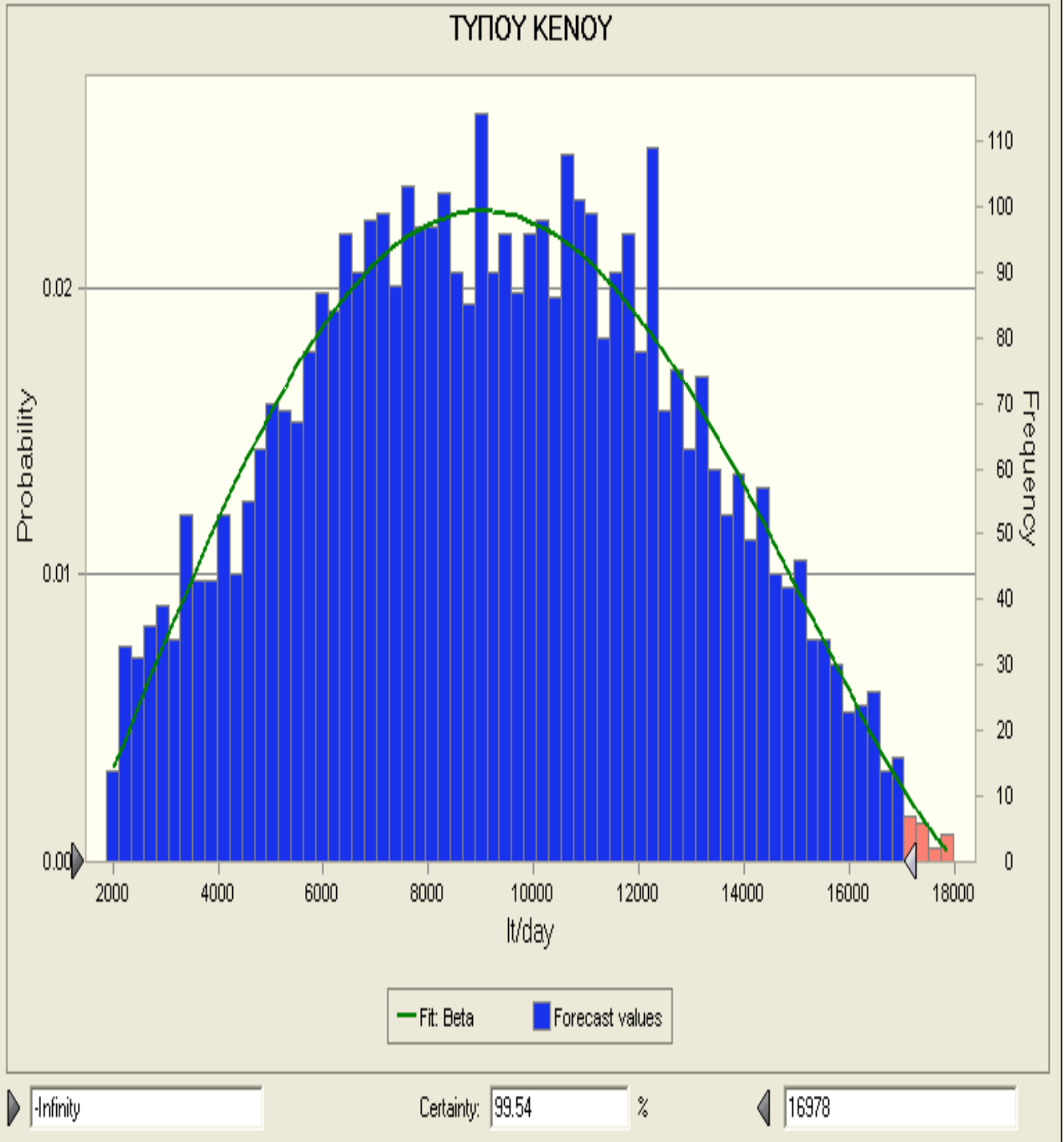
Σχήμα 5.3.3. Διαγράμματα τύπου κενού



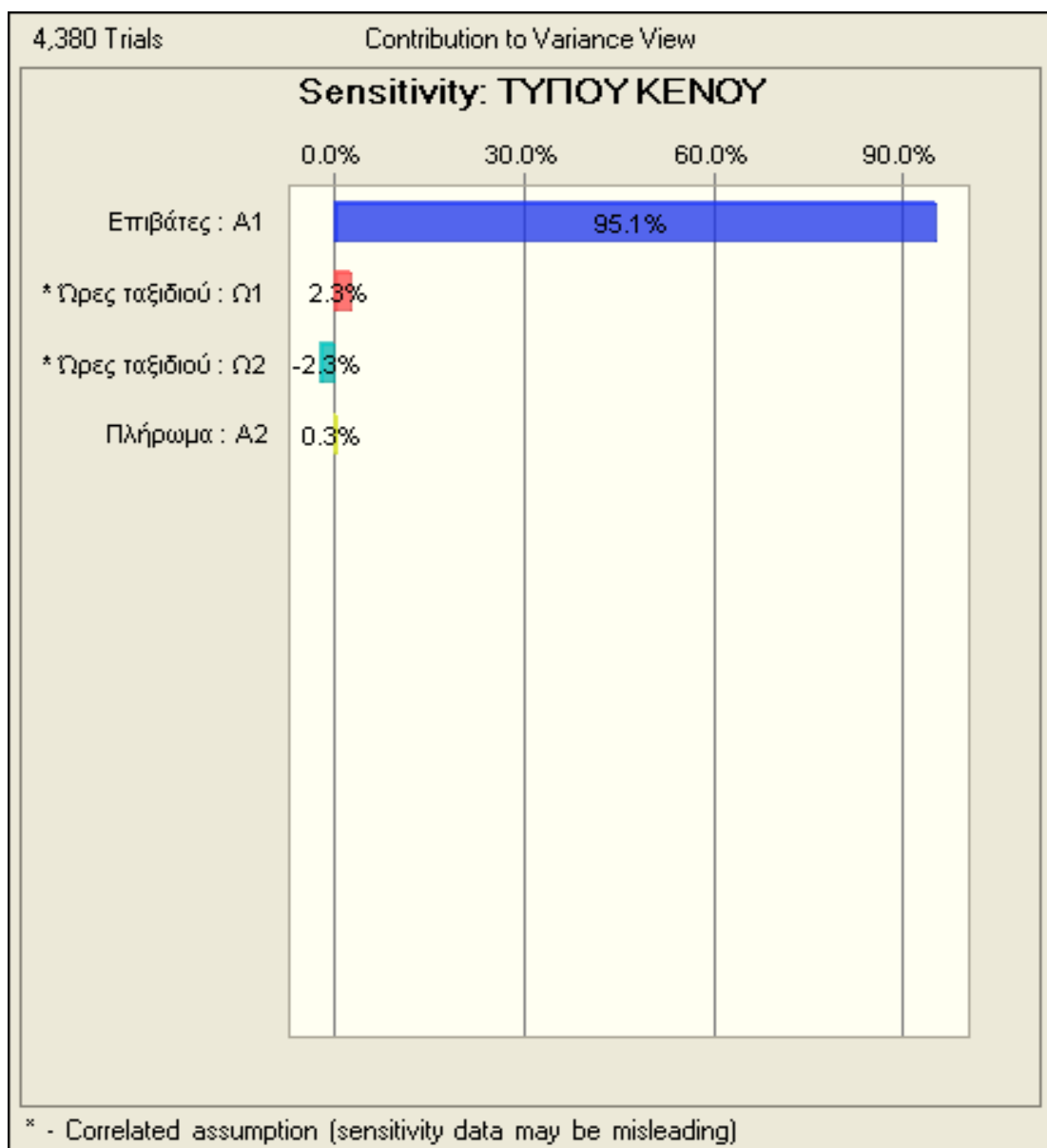
4,380 Trials

Frequency View

4,380 Displayed



Πίνακας 5.3.5. Ανάλυση ευαισθησίας για τύπο κενού



Στο διάγραμμα ανάλυσης ευαισθησίας βλέπουμε την επίδραση των μεταβλητών στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων. Συμπεραίνουμε ότι η μεταβλητή του αριθμού επιβαινόντων επιδρά πολύ περισσότερο στον υπολογισμό της ημερήσιας παραγωγής λυμάτων (κατά 95,1%) σε σχέση με τη μεταβλητή της διάρκειας ταξιδιού (2,3%). Είναι λίγο παραπάνω η επίδραση (κατα 0,1%) της μεταβλητής των ωρών του ταξιδιού για λειτουργία του πλοίου στα 12 έτη σε σχέση με την περίοδο λειτουργίας του πλοίου για 5 έτη. Η ανάλυση ευαισθησίας είναι η ίδια και για τις τρεις περιπτώσεις των συστημάτων αποχέτευσης.

5.4 Εφαρμογή προγράμματος για 20 έτη

Πίνακας 5.4.1 Γενικά στατιστικά στοιχεία

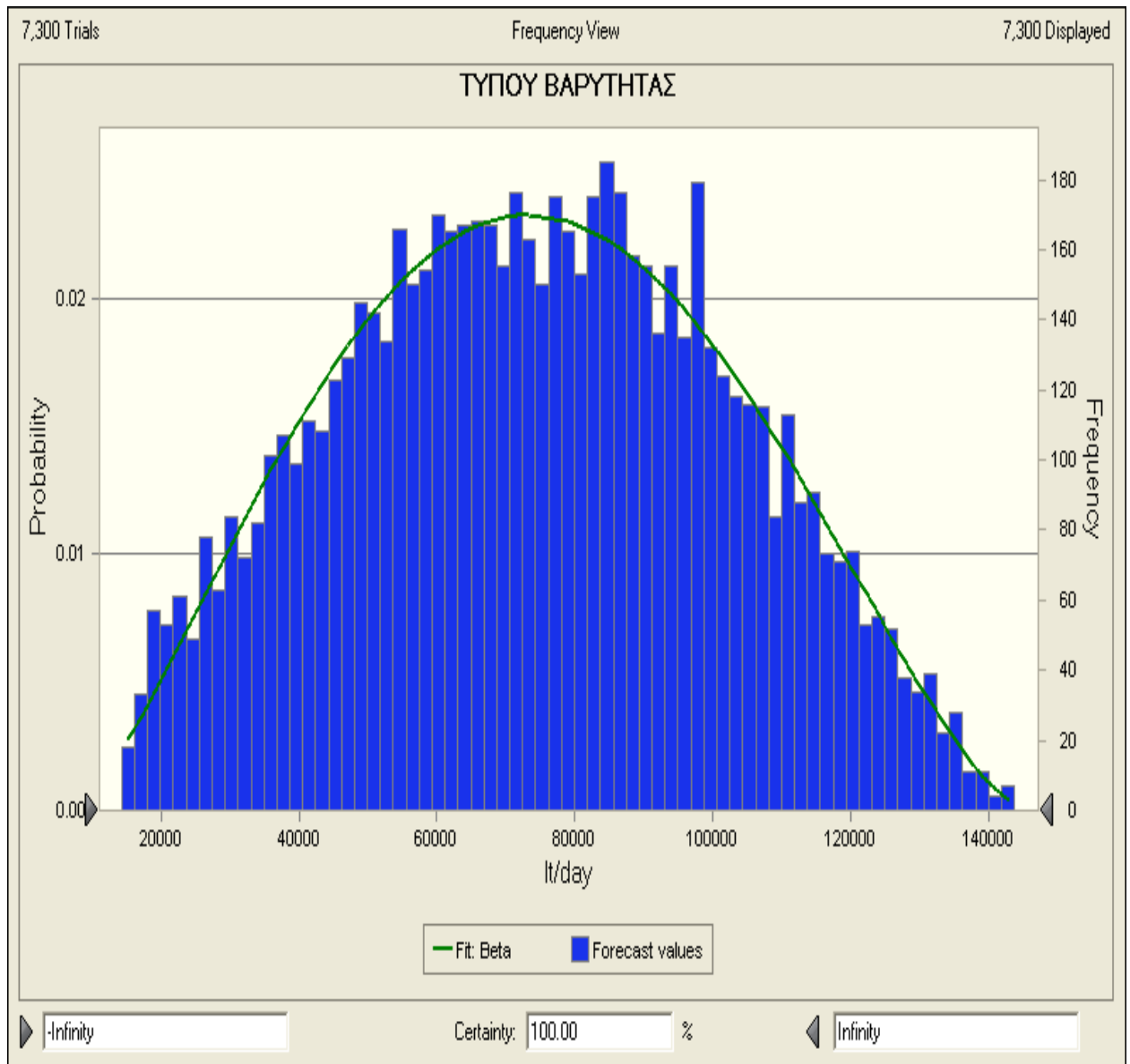
Στατιστικά στοιχεία	
Αριθμός δοκιμών	7300
Διάστημα εμπιστοσύνης	95%
Συνολικός χρόνος προσομοίωσης (sec)	10,95
Δοκιμές / δευτερόλεπτο	667
Τυχαία νούμερα / δευτερόλεπτο	2667
Μεταβλητές	4
Συσχέτιση	1
Προβλέψεις	3

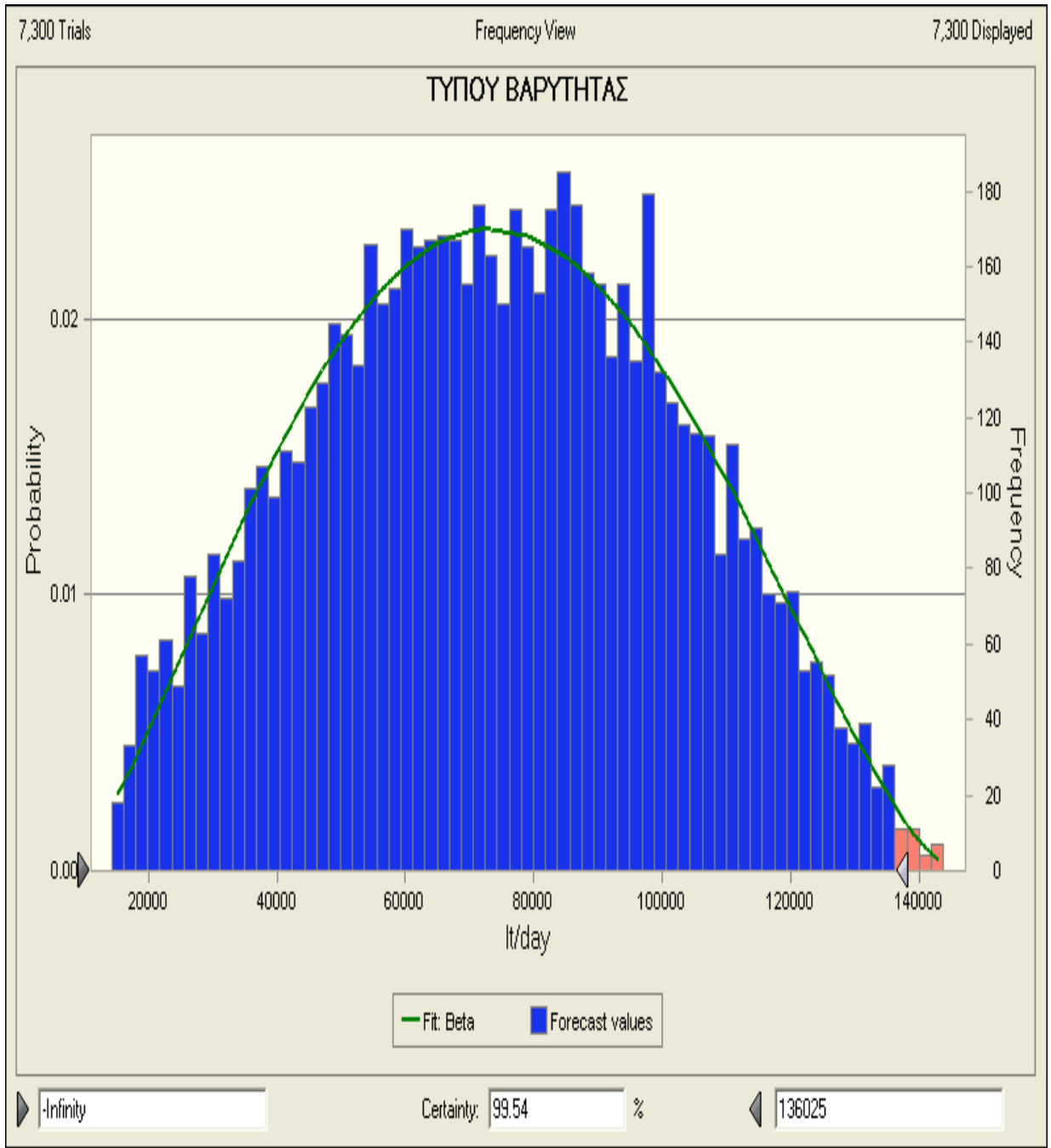
Πίνακας 5.4.2. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου βαρύτητας

Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης (τύπου βαρύτητας)	
Πεδίο τιμών	14298-143781
Βασική κατάσταση	115340
Τυπικό σφάλμα μέσης τιμής	329
Δοκιμές	7,300
Μέση τιμή	74475
Ενδιάμεση τιμή	74338
Τυπική απόκλιση	28101
Διασπορά	789653665
Λοξότητα	0.0360
Κύρτωση	2.27
Συντελεστής μεταβλητότητας	0.3773
Ελάχιστη τιμή	14298
Μέγιστη τιμή	143781
Έυρος τιμών	129483
Επίπεδο βεβαιότητας	99,54%
Διάστημα βεβαιότητας	14298-136025

Ποσοστά	Τιμές πρόβλεψης
0%	14298
10%	36369
20%	48433
30%	57780
40%	66113
50%	74338
60%	82669
70%	90845
80%	99817
90%	112389
100%	143781

Σχήμα 5.4.1. Διαγράμματα τύπου βαρύτητας



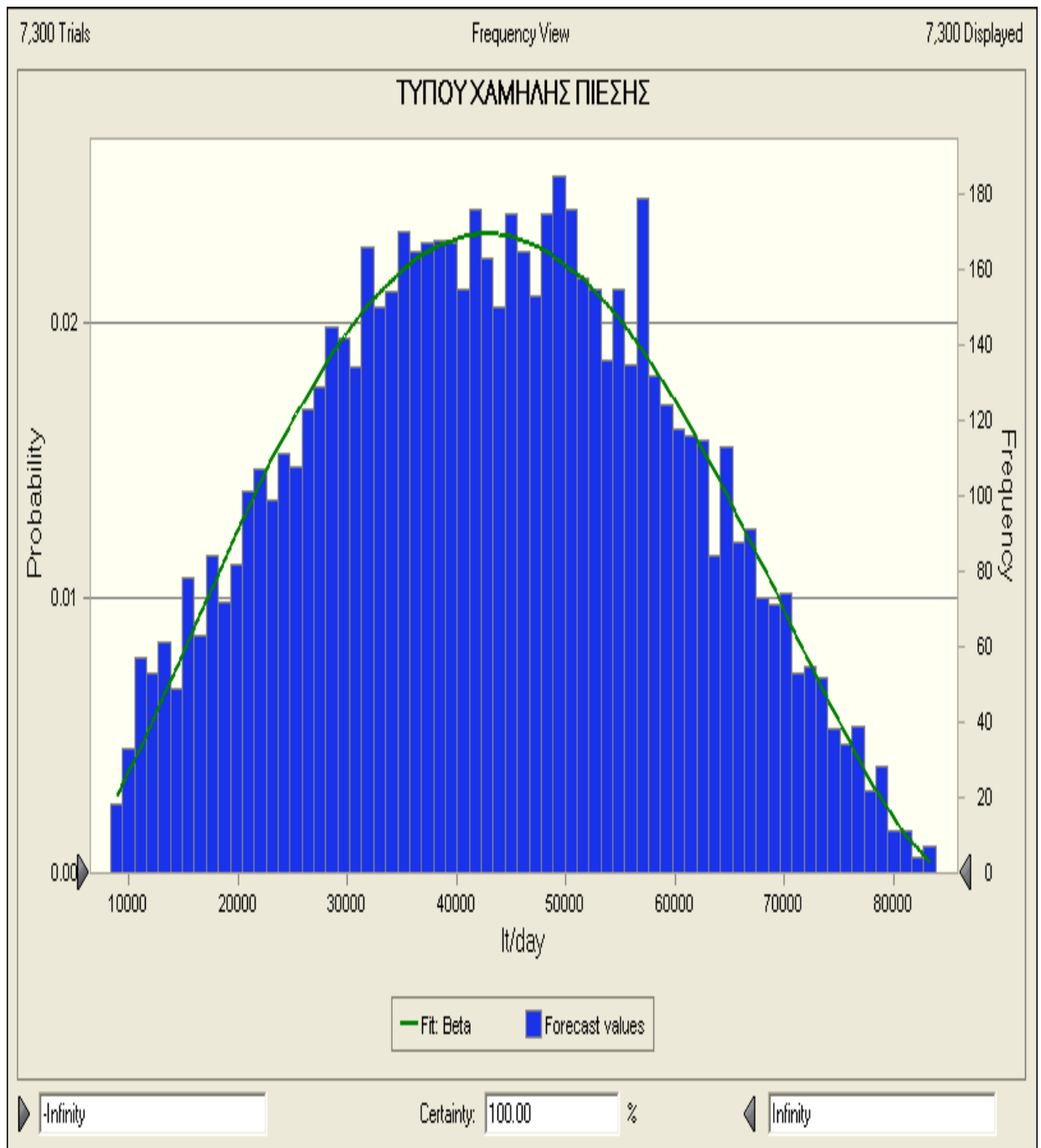


Πίνακας 5.4.3. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου χαμηλής πίεσης

Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης (τύπου χαμηλής πίεσης)	
Πεδίο τιμών	8340 to 83872
Βασική κατάσταση	67282
Τυπικό σφάλμα μέσης τιμής	192
Δοκιμές	7,300
Μέση τιμή	43444
Ενδιάμεση τιμή	43364
Τυπική απόκλιση	16392
Διασπορά	268701594
Λοξότητα	0.0360
Κύρτωση	2.27
Συντελεστής μεταβλητότητας	0.3773
Ελάχιστη τιμή	8340
Μέγιστη τιμή	83872
Έυρος τιμών	75532
Επίπεδο βεβαιότητας	99.50%
Διάστημα βεβαιότητας	8340-79238

Ποσοστά	Τιμές πρόβλεψης
0%	8340
10%	21215
20%	28253
30%	33705
40%	38566
50%	43364
60%	48223
70%	52993
80%	58226
90%	65560
100%	83872

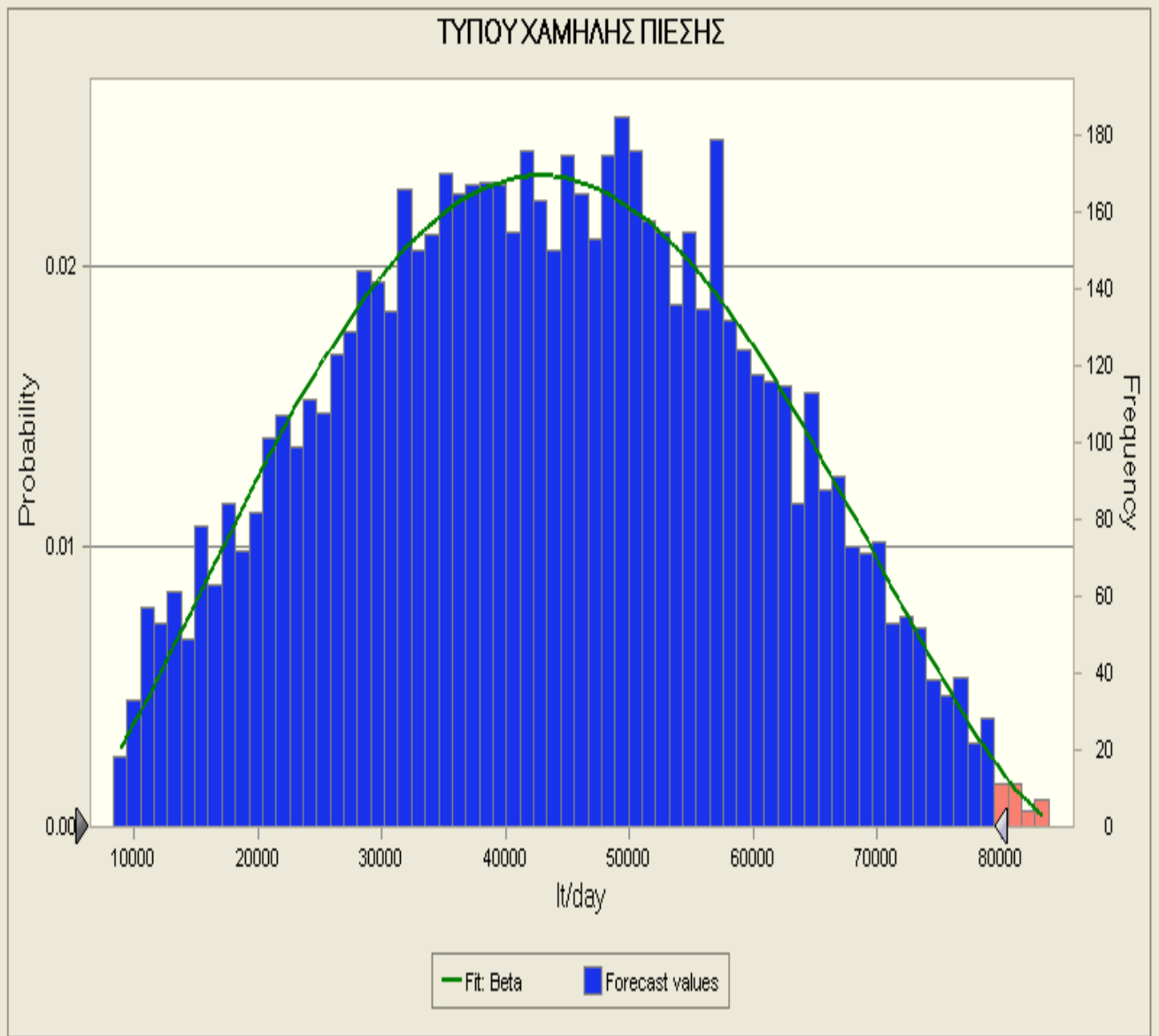
Σχήμα 5.4.2. Διαγράμματα τύπου χαμηλής πίεσης



7,300 Trials

Frequency View

7,300 Displayed



► -Infinity

Certainty: 99.50 %

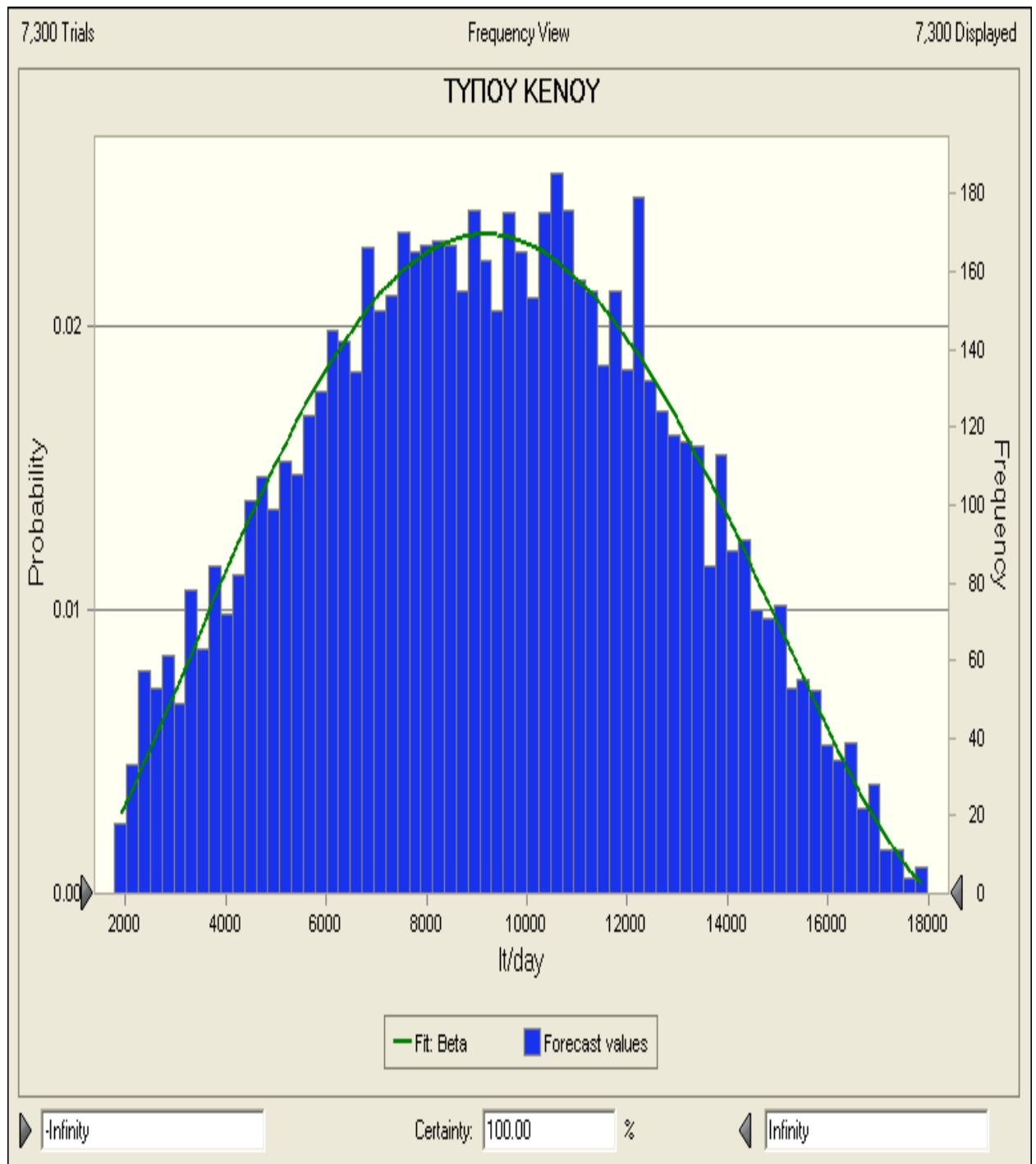
◄ 79238

Πίνακας 5.4.4. Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης τύπου κενού

Στατιστικά στοιχεία πρόβλεψης (τύπου κενού)	
Πεδίο τιμών	1787 to 17973
Βασική κατάσταση	14418
Τυπικό σφάλμα μέσης τιμής	41
Δοκιμές	7,300
Μέση τιμή	9309
Ενδιάμεση τιμή	9292
Τυπική απόκλιση	3513
Διασπορά	12338339
Λοξότητα	0.0360
Κύρτωση	2.27
Συντελεστής μεταβλητότητας	0.3773
Ελάχιστη τιμή	1787
Μέγιστη τιμή	17973
Έυρος τιμών	16185
Επίπεδο βεβαιότητας	99.49%
Διάστημα βεβαιότητας	1787-16978

Ποσοστά	Τιμές πρόβλεψης
0%	1787
10%	4546
20%	6054
30%	7222
40%	8264
50%	9292
60%	10334
70%	11356
80%	12477
90%	14049
100%	17973

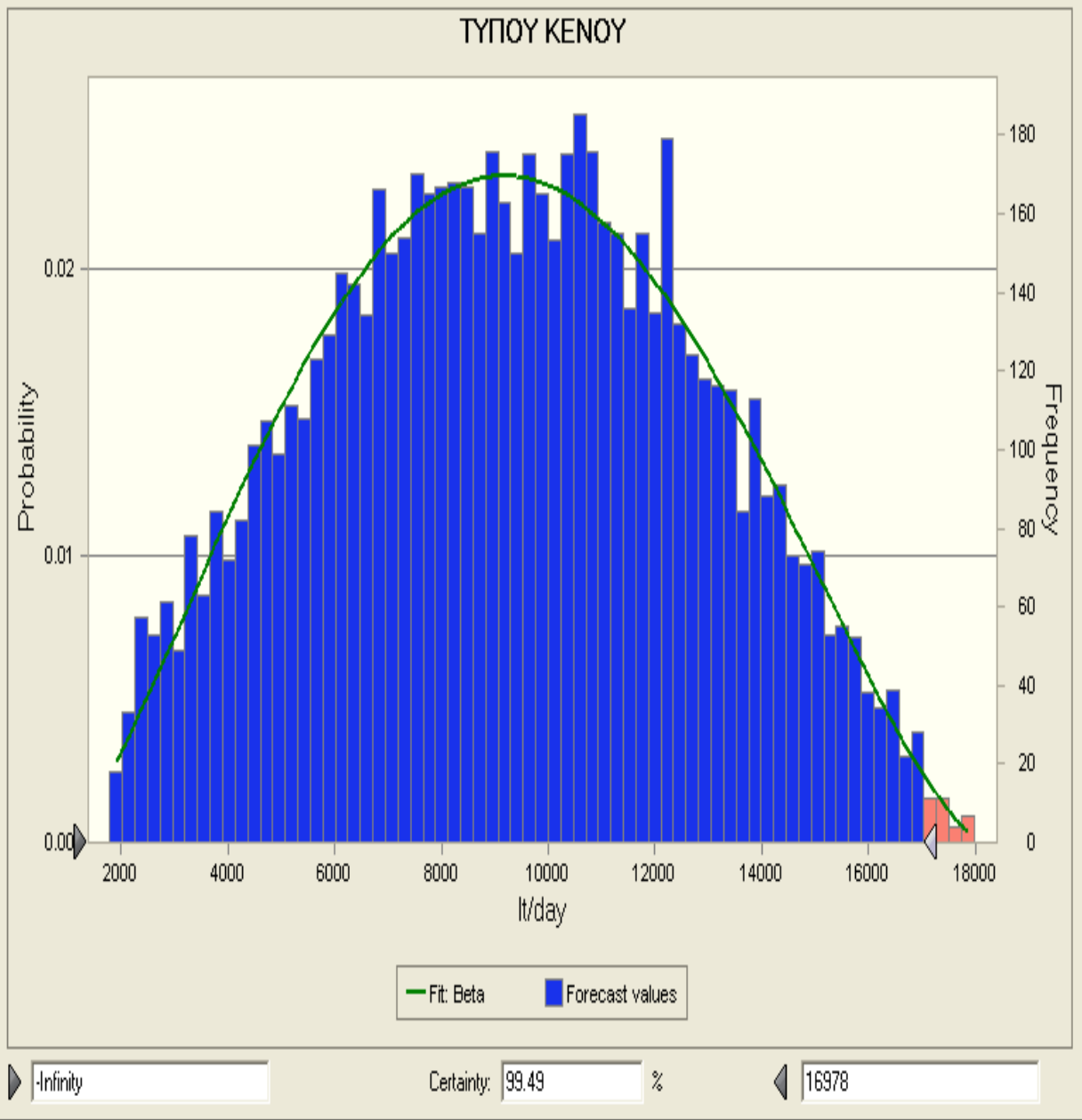
Σχήμα 5.4.3. Διαγράμματα τύπου κενού



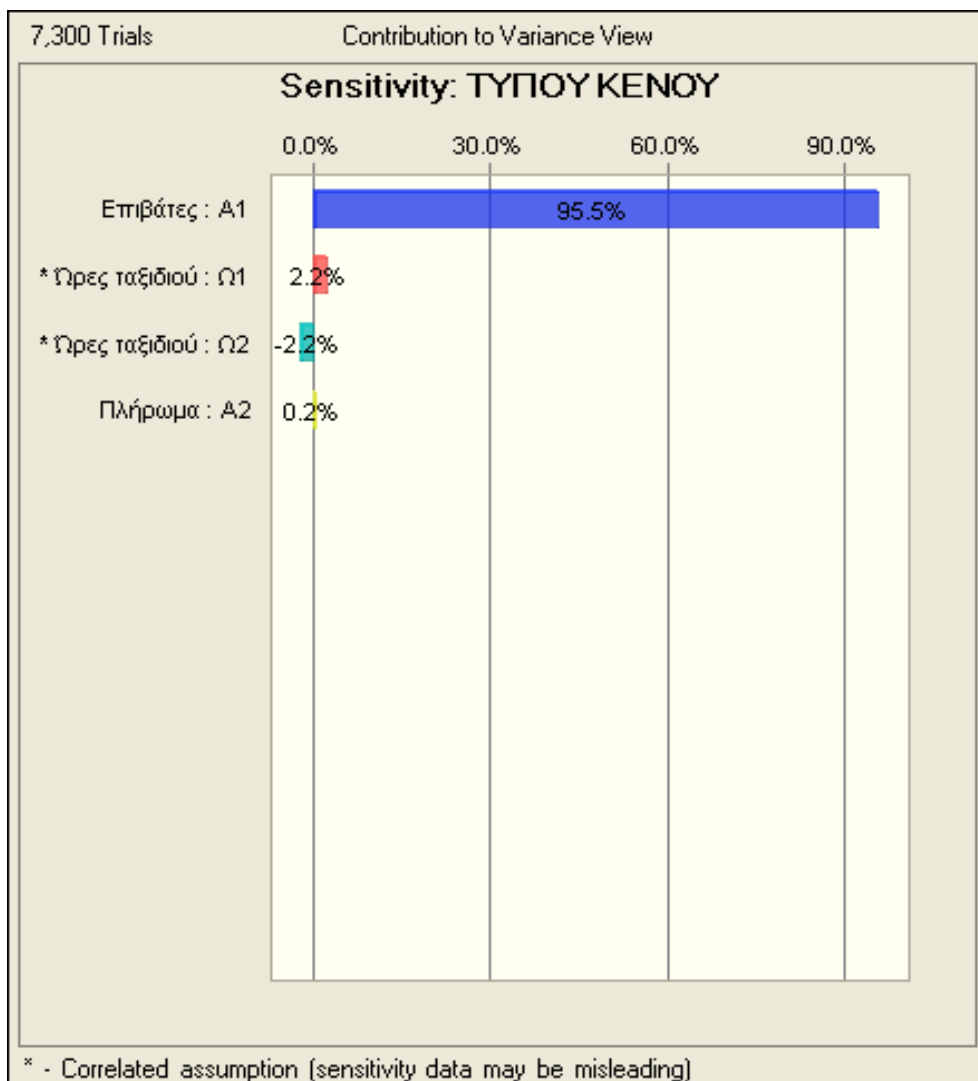
7,300 Trials

Frequency View

7,300 Displayed



Πίνακας 5.4.5. Ανάλυση ευαισθησίας για τύπο κενού



Στο διάγραμμα ανάλυσης ευαισθησίας βλέπουμε την επίδραση των μεταβλητών στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων. Συμπεραίνουμε ότι η μεταβλητή του αριθμού επιβαινόντων επιδρά πολύ περισσότερο στον υπολογισμό της ημερήσιας παραγωγής λυμάτων (κατά 95,4%) σε σχέση με τη μεταβλητή της διάρκειας ταξιδιού (2,2%). Η ανάλυση ευαισθησίας είναι η ίδια και για τις τρεις περιπτώσεις των συστημάτων αποχέτευσης (βαρύτητας, χαμηλής πίεσης και κενού).

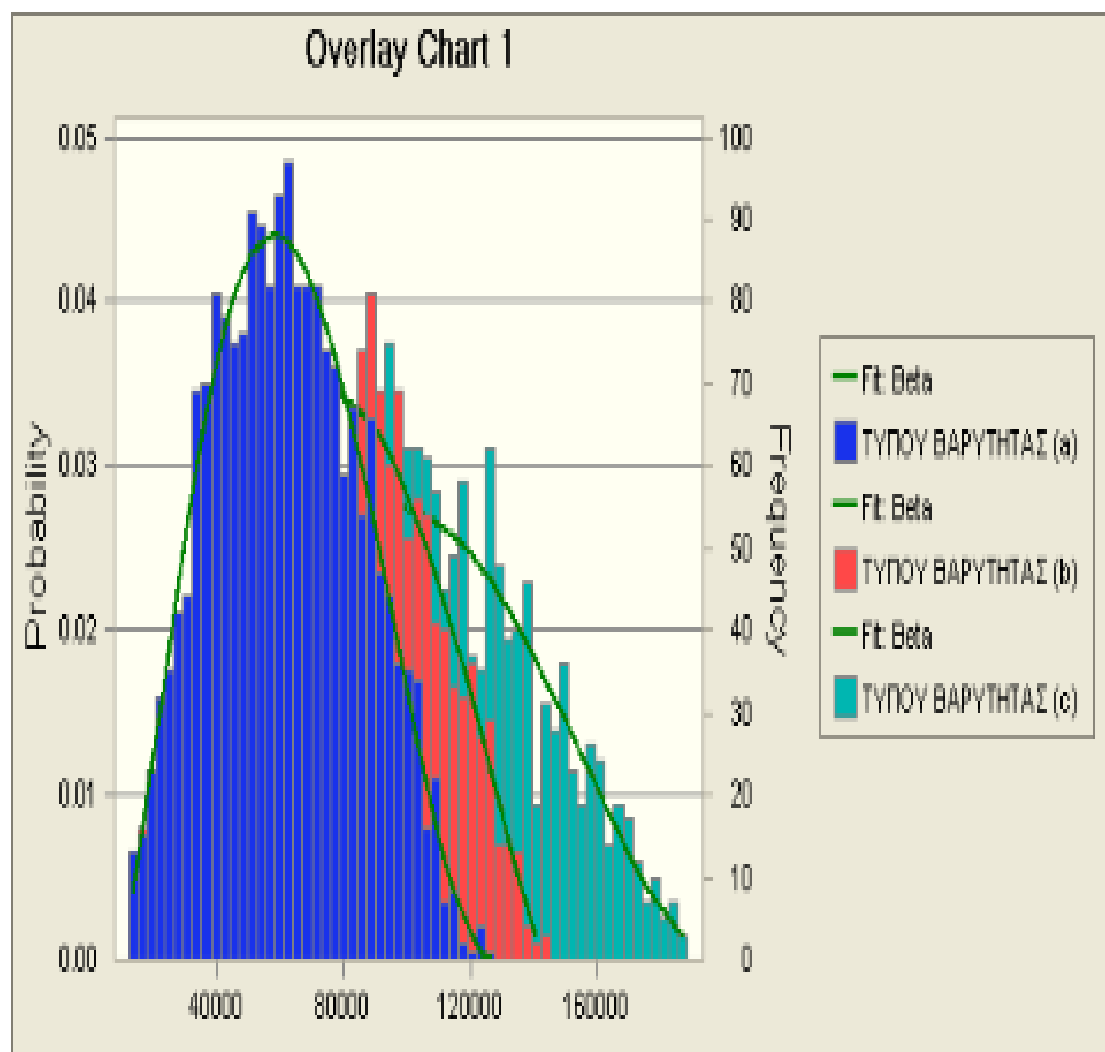
Μεταβολή διάρκειας λειτουργίας του πλοίου /24ωρο.

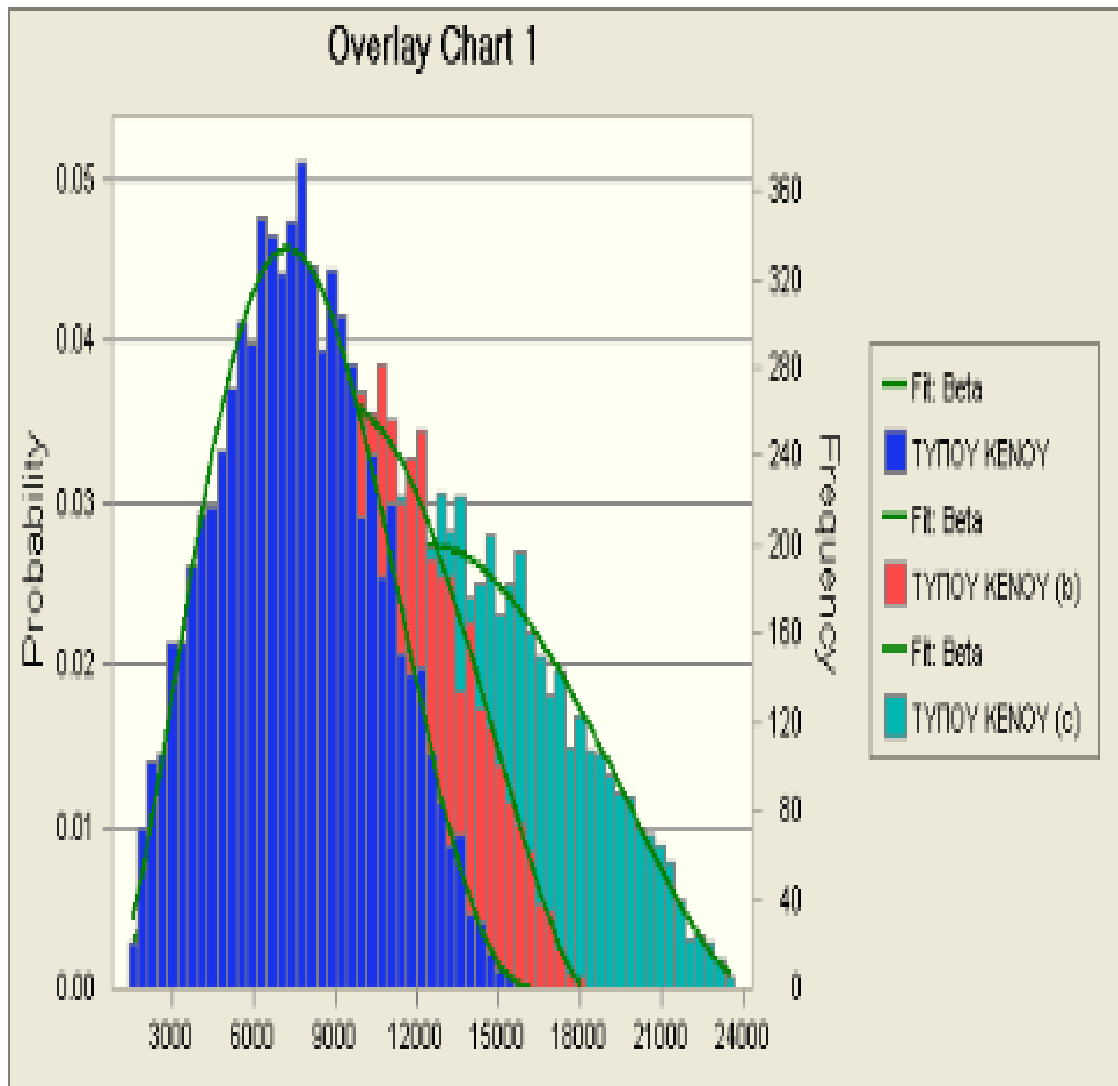
Μεταβάλλουμε το εύρος τιμών της διάρκειας ταξιδιού του πλοίου ανά εικοσιτετράωρο και εφαρμόζουμε το πιθανοθεωρητικό μοντέλο για τις εξής ώρες λειτουργίας:

1. 17-20h/24ωρο και
2. 9-12h/24ωρο

παραθέτοντας αποτελέσματα σε συνολικό διάγραμμα (overlay chart), για τύπο βαρύτητας (5 έτη) και τύπο κενού (20 έτη).

Σχήμα 5.5 Διαγράμματα τύπου βαρύτητας στα 5 έτη και τύπου κενού στα 20 έτη για 9-12, 12-15 και 17-20 ώρες λειτουργίας/24ωρο.





Από τα διαγράμματα αυτά παρατηρούμε ότι αυξάνοντας τις ώρες ταξιδιού του πλοίου σε ένα εικοσιτετράωρο αλλάζοντας για παράδειγμα το δρομολόγιο του πλοίου έχουμε σαν αποτελέσματα αύξηση της ποσότητας της μέγιστης ποσότητας παραγόμενων λυμάτων κατά 12% στην πρώτη περίπτωση (από 9-12 σε 12 -15 ώρες λειτουργίας/24ωρο) και 24% περίπου στη δεύτερη περίπτωση (από 12-15 σε 17-20 ώρες λειτουργίας /24ωρο). Επίσης παρατηρούμε μεγαλύτερο μοίρασμα της κατανομής των συχνοτήτων και σχετικών συχνοτήτων όσον αφορά τη διακύμανση των αποτελεσμάτων της παραγωγής λυμάτων καθώς αυξάνονται οι ώρες ταξιδιού, με την αλλαγή του δρομολογίου του πλοίου. Σε περίπτωση που υπάρχει λοιπόν η

πιθανότητα να αλλάξει το δρομολόγιο του πλοίου κατά την περίοδο λειτουργίας του πρέπει να προβλεφθεί η ανάγκη να εγκατασταθεί ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων που να εξυπηρετεί την ανάγκη για μεγαλύτερο ημερήσιο όγκο παραγωγής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Γενικά

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία ασχοληθήκαμε με τη ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος που προκαλείται από την απόρριψη – κατάθλιψη στη θάλασσα ακατέργαστων, μη επεξεργασμένων λυμάτων (black water) και φαιόχρωων υδάτων (gray water) που παράγονται από τα πλοία κατά τη λειτουργία τους, τις επιπτώσεις τους στις παράκτιες κυρίως περιοχές, το νομικό πλαίσιο που εφαρμόζεται για την αποφυγή της ρύπανσης καθώς και τα διαθέσιμα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων που υπάρχουν στα πλοία για την επεξεργασία αυτών.

Η απόρριψη ακατέργαστου ή ελάχιστα επεξεργασμένου λύματος συμβάλλει στη γενική μόλυνση των θαλασσών, ενώ η ποσότητα των λυμάτων που αποβάλλεται στη θάλασσα από ένα πλοίο μπορεί να ποικίλλει εξαρτώμενη από τρεις κύριους παράγοντες: τον αριθμό των επιβαινόντων που μεταφέρει, τη διάρκεια του ταξιδιού και τη συχνότητα χρήσης αποχωρητηρίων. Το πρόβλημα έχει να κάνει κυρίως με τα μεγάλα κρουαζιερόπλοια και σκάφη ακτοπλοΐας. Η ραγδαία αύξηση του μεγέθους και του αριθμού των κρουαζιερόπλοιων τα τελευταία χρόνια είχε σαν αποτέλεσμα την επανεξέταση του ζητήματος και τη θέσπιση όπως είδαμε αυστηρών κανονισμών τουλάχιστον στις παράκτιες περιοχές.

Τα τελευταία χρόνια βλέπουμε μια ραγδαία αύξηση του ενδιαφέροντος και της ευαισθητοποίησης των Διεθνών Οργανισμών και των Οργανώσεων Προστασίας Περιβάλλοντος με συνέπεια την επιβολή αυστηρότερων κανονισμών και προτύπων όσον αφορά την απόρριψη μη επεξεργασμένων λυμάτων απευθείας στη θάλασσα και την επιβολή αυστηρότερων προστίμων.

Από τις υπάρχουσες τεχνολογίες επεξεργασίας λυμάτων στα πλοία περιγράψαμε και αναλύσαμε τις τρεις σημαντικότερες. Κάθε μία από αυτές έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όσον αφορά την εφαρμογή τους στα πλοία. Για παράδειγμα τα συστήματα που ακολουθούν την φυσική ή μηχανική διαδικασία απαιτούν σχετικά μικρό χώρο εγκατάστασης, έχουν μικρότερο βάρος λειτουργίας για τον ίδιο όγκο επεξεργασίας, η διαδικασία επεξεργασίας πραγματοποιείται σε περίπου 30 λεπτά, πολύ πιο γρήγορα σε σχέση με τις άλλες μονάδες επεξεργασίας (βιολογική διαδικασία) όπου διαρκεί σχεδόν 30 ώρες, αλλά έχουν το βασικό μεονέκτημα ότι τα

αποτελέσματα τους δεν ανταποκρίνονται πάντα στις αυστηρότερες απαιτήσεις των Κανονισμών. Σε αντίθεση τα βιολογικά συστήματα παράγουν επεξεργασμένα λύματα τα οποία ανταποκρίνονται στα πιο αυστηρά όρια των Διεθνών Κανονισμών, προσφέρουν καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων, αλλά είναι πιο δαπανηρά στην αγορά, εγκατάσταση και συντήρησή τους και επιπλέον είναι πιο ογκώδη και με μεγαλύτερης διαστάσεις.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τα περισσότερα μεγάλα κρουαζιερόπλοια και επιβατηγά σκάφη εφοδιάζονται με βιολογικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων λόγω του μεγάλου αριθμού ατόμων που μεταφέρουν, της λειτουργίας των πλοίων σε παράκτιες ευαίσθητες περιοχές και των αυστηρών Κανονισμών και Προτύπων που πρέπει να ικανοποιούν, ενώ τα μικρότερα ακτοπλοϊκά και κρουαζιερόπλοια αλλά και μερικά εμπορικά πλοία εφοδιάζονται συνήθως με συστήματα φυσικής/χημικής διαδικασίας. Τέλος, τα περισσότερα εμπορικά ποντοπόρα πλοία εφοδιάζονται συνήθως με δεξαμενές κατακράτησης και συγκέντρωσης λυμάτων όπου τα λύματα αποθηκεύονται σε αυτές μέχρι το πλοίο να απομακρυνθεί 12 ναυτικά μίλια και να τα απορρίψει στη θάλασσα απευθείας χωρίς επεξεργασία όπως επιτρέπει ο Κανονισμός.

Αποτελέσματα προγράμματος επιλογής επεξεργασίας λυμάτων.

Ο κύριος σκοπός του προγράμματος που πραγματοποιήθηκε στο Excell είναι η εύρεση της ημερήσιας υδραυλικής παροχής του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων με τα οποία εξοπλίζονται τα πλοία, καθώς επίσης και της χωρητικότητας της δεξαμενής συγκέντρωσης λυμάτων αν δεν υπάρχει κάποιο σύστημα εγκατεστημένο στο πλοίο, ώστε να επιλεγθεί το κατάλληλο σύστημα ή η κατάλληλη δεξαμενή από τον εκάστοτε ενδιαφερόμενο ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες του. Αυτό μπορεί να φανεί χρήσιμο στον εκάστοτε πλοιοκτήτη που επιθυμεί να εγκαταστήσει ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων στο πλοίο του που εξυπηρετεί τις ανάγκες του αλλά και τις απαιτήσεις των Διεθνών Οργανισμών (IMO, Αλάσκα, USCG) ανάλογα με την περιοχή λειτουργίας του πλοίου.

Το κύριο χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι το ονομαστικό υδραυλικό φορτίο, η ικανότητα δηλαδή να επεξεργάζονται τα απόβλητα νερά (black & gray water) που παράγονται πάνω στο πλοίο σε ημερήσια βάση ή αλλιώς ο μέγιστος όγκος λυμάτων που μπορούν να επεξεργαστούν ανά ημέρα. Με βάση το κριτήριο αυτό γίνεται και η επιλογή του κατάλληλου συστήματος για εγκατάσταση

επί του πλοίου ώστε να διαχειρίζεται κατά το καλύτερο δυνατό τρόπο τα παραγόμενα λύματα. Σε πολλές περιπτώσεις είδαμε ότι για μια συγκεκριμένη μέγιστη ημερήσια παραγωγή λυμάτων το πρόγραμμα δίνει περισσότερα από ένα μοντέλα που έχουν ικανότητα επεξεργασίας ίση ή μεγαλύτερη από αυτήν με αποτέλεσμα να μας δίνεται η δυνατότητα επιλογής

Ακόμα, το συγκεκριμένο πρόγραμμα μας δίνει τη δυνατότητα να εισάγουμε κάποια δεδομένα όσον αφορά τις διαστάσεις και το βάρος λειτουργίας που θα θέλαμε να έχει το σύστημα σε περίπτωση που δεν έχουμε ευχέρεια χώρου στο πλοίο και θέλουμε να εγκαταστήσουμε ένα σύστημα με όσο το δυνατό μικρότερες διαστάσεις. Έτσι μπορούμε να εισάγουμε τις επιθυμητές διαστάσεις στα δεδομένα του προγράμματος και αυτό να μας βγάλει τα μοντέλα εκείνα από τη βάση δεδομένων που ικανοποιούν και αυτές τις απαιτήσεις.

Εφαρμόσαμε το πρόγραμμα για τους πιο χαρακτηριστικούς τύπους πλοίων: ένα εμπορικό, ένα επιβατηγό – οχηματαγωγό πλοίο και ένα κρουαζιερόπλοιο και είδαμε τα αποτελέσματα όσον αφορά την μέγιστη ημερήσια ποσότητα λυμάτων που παράγεται ανάλογα με τον αριθμό των επιβαινόντων, τις ώρες ταξιδιού και του συστήματος αποχωρητηρίων που είναι εγκατεστημένος σε αυτά, και με βάση αυτήν επιλέξαμε το κατάλληλο σύστημα επεξεργασίας που μπορεί να εγκατασταθεί σε αυτά. Τα συστήματα αυτά τα επιλέξαμε από μία βάση δεδομένων που περιλαμβάνει όλα τα εγκεκριμένα από τον IMO συστήματα επεξεργασίας λυμάτων και το βασικό τους χαρακτηριστικό ήταν η ικανότητα επεξεργασίας λυμάτων σε μονάδες όγκου ανα ημέρα.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι το πρόγραμμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κάθε ενδιαφερόμενο (π.χ. ναυτιλιακή εταιρεία) που θέλει να εγκαταστήσει το κατάλληλο σύστημα επεξεργασίας λυμάτων ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις ανάγκες του πλοίου.

Αποτελέσματα πιθανοθεωρητικής προσέγγισης

Στόχος της χρήσης του πιθανοθεωρητικού μοντέλου ήταν να προσεγγίσουμε την ποσότητα των παραγόμενων λυμάτων ανά ημέρα σε βάθος χρόνου σε ένα συγκεκριμένο επιβατηγό πλοίο που εκτελεί συγκεκριμένη γραμμή. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να επιλέξουμε ένα σύστημα επεξεργασίας το οποίο θα διαχειρίζεται την ποσότητα των παραγόμενων λυμάτων για μεγάλο χρονικό διάστημα ετών, χωρίς να είναι αναγκαίο να έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας μέγιστου φορτίου

το οποίο μπορεί να εμφανιστεί με μηδενικές σχεδόν πιθανότητες σε βάθος χρόνου, έτσι ώστε να εξοικονομήσουμε χρήματα και χώρο, επιλέγοντας σύστημα με λιγότερες δυνατότητες επεξεργασίας αλλά με τη βέβαιη σχεδόν πιθανότητα ότι μπορεί να επεξεργαστεί όλη τη παραγόμενη ποσότητα σε μακροπρόθεσμο διάστημα.

Τα αποτελέσματα του προγράμματος βασίστηκαν στο μαθηματικό εμπειρικό τύπο υπολογισμού της ημερήσιας υδραυλικής παροχής που πρέπει να έχει ένα σύστημα ή τη χωρητικότητα που πρέπει να έχει μια δεξαμενή για να ικανοποιεί τις ανάγκες του πλοίου, το οποίο αναλύσαμε στο κεφάλαιο 4.

Το πιθανοθεωρητικό μοντέλο εφαρμόστηκε και για τους τρεις δυνατούς τύπους αποχωρητηρίων που μπορούν να υπάρξουν στο πλοίο για διάστημα 5, 12 και 20 ετών. Από την εφαρμογή και τα αποτελέσματα συμπεραίνουμε τα εξής :

- Το επίπεδο – διάστημα βεβαιότητας όπου στο πλοίο δεν έχουμε τους μεγαλύτερους ημερήσιους όγκους παραγωγής λυμάτων είναι περίπου 99,5 % για κάθε εφαρμογή με αποτέλεσμα να μπορούμε να επιλέξουμε ένα σύστημα με μικρότερες δυνατότητες επεξεργασίας ώστε να εξοικονομήσουμε χρήμα και χώρο.

- Ο μέγιστος ημερήσιος όγκος παραγωγής παραμένει αμετάβλητος είτε το πλοίο λειτουργήσει για βραχυπρόθεσμο είτε για μακροπρόθεσμο διάστημα. Αυτό που αλλάζει είναι η διακύμανση τιμών της παραγόμενης ποσότητας λυμάτων όσον αφορά το διάγραμμα κατανομών συχνοτήτων και σχετικών συχνοτήτων.

- Από την ανάλυση ευαισθησίας συμπεράναμε ότι ο πιο δραστικός και καταλυτικός παράγοντας επίδρασης στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων ήταν ο αριθμός των επιβαινόντων, καθώς η μεταβολή αυτών επηρεάζει περισσότερο το αποτέλεσμα της παραγωγής λυμάτων σε σχέση με τη μεταβολή της διάρκειας του ταξιδιού.

- Όταν μεταβάλλουμε τη διάρκεια ταξιδιού είτε μειώνοντάς την είτε αυξάνοντας την ελαττώνεται ή αυξάνεται αντίστοιχα ο μέγιστος ημερήσιος όγκος παραγωγής λυμάτων. Επίσης όσο αυξάνονται οι ώρες λειτουργίας του πλοίου τόσο μειώνεται η διακύμανση τιμών των αποτελεσμάτων την ποσότητας παραγωγής λυμάτων.

Συμπερασματικά το σημαντικότερο πλεονέκτημα της εφαρμογής του πιθανοθεωρητικού σχήματος είναι η επιλογή οικονομικότερου, ελαφρύτερου και μικρότερου σε διαστάσεις μοντέλου επεξεργασίας λυμάτων για εξοικονόμηση χρημάτων και χώρου στο μηχανοστάσιο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. VTT RESEARCH NOTES 2370 (2007), “Estimated nutrient load from waste waters originating from ships in the Baltic Sea area”
2. Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης «ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV ΤΗΣ MARPOL.73/78», (2004)
3. ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΥΠ’ ΑΡΙΘ. 400/96 (Φ.Ε.Κ.Α’/268/96) Κανονισμός για την πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από τα λύματα των πλοίων.
4. EC Directive 2000-59.
5. Κογκρέσο ΗΠΑ (2000) Title XIV—“Certain Alaskan Cruise Ship Operations”.
6. Paper (2006) “Shipboard blackwater physical/chemical treatment system” – patent No: US 5624574 (USA).
7. Paper (2006) “Marine vessel onboard wastewater treatment system” patent No: US 7108782 B1 (USA).
8. Paper (2006) “Energy-efficient biological treatment system with filtration membrane” patent No: US 7179370 (USA).
9. HELMEPA NAVIGATOR (Τεχνικό Δελτίο, 2006) «ρυθμός απόρριψης μη επεξεργασμένων λυμάτων».
10. www.ORCA.com. “Marine Sanitation Device”.
- 11 www.Hamworthy.com “Membrane Bioreactor”.
12. www.HAMANN.com “Sewage Treatment Systems”.
13. www.OMNIPURE.com “Offshore Marine Sanitation Devices”.
14. www.Oceana.org. “Protecting the World’s Oceans”.
15. MEPC.5 (1998) Annex 5: Sewage treatment plants in accordance with resolution MEPC. 2 (VI).
16. Ocean Conservancy (2002) “Cruise Control: A Report on How Cruise Ships Affect the Marine Environment”
17. Crystall Ball Professional version 7.2.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Ελληνική νομοθεσία

4902

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ)

7. Την 5/12/10.189Α γνωμοδότησε το Συμβούλιο της Επικρατείας μελέτη απόπειρας για Υποθαλάσσιου Τυφώδη Ναυλωσία, υποφωτισμού:

Αρθρο κενωτό

Πάσσει υποφωτισμός κανονισμός για την παράλυση της ρύπανσης της θάλασσας από τα λύματα των πλοίων, ο οποίος έχει ως εξής:

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΠΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΨΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΛΥΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Άρθρο 1

Ορισμοί

Κατά τον παρόντα κανονισμό νοείται:

(1) ΔΕΕΠ: Η Διοίκηση των Ελεύχων, Επαρχικών Πλοίων των Υπουργείων Εμπορικής Ναυτιλίας και Εξοπλισμών Πλοίων.

(2) Οργανισμός: Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΙΜΟ) που εδρεύει στο Λονδίνο.

(3) Μηκινικός Άρσης: Το Κεντρικό Λιμενοδόχιο, Λιμενοδόχο και Υπολιμενοδόχο

(4) Κάθε πλοίο:

(α) Κάθε πλοίο του οποίου η σύμβαση νοσηπλησίας έχει υπογραφεί, ή σε περιπτώση μη ύπαρξης τέτοιου σύμβασης η τριτοπλοία που έχει τεθεί, ή η ναυπηγήσή του, ή ο κατασκευαστής ο οποίος κατασκευάζει την ή μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού.

(β) Κάθε πλοίο του οποίου η παρόδου ή γίνεται πλοία ή περισσότερο από μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού.

(γ) Κάθε πλοίο το οποίο υφίσταται μετασκευές ευρείας κλίμακας, ή οποία αρχίζονται ή μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού ή παραπάνω από τρία ή περισσότερα έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού

(δ) «Παραρτηρικός στάσιος κατασκευής»: Το οποίο κατά το οποίο:

(α) υφίσταται κατασκευές που χαρακτηρίζονται ως «μετασκευές»

(β) οι συνολικές αλλαγές του πλοίου έχει αρχίσει και έχει γίνει ήδη χρήση τουλάχιστον 50 τόννων ή του 1% της προβλεπόμενης μήκρας όλων των κατασκευαστικών υλικών αποβλήτων από τα ναυπηγεία είναι μικρότερα.

(ε) «Μεταρρυθμιστική ευρεία έκτασης»: Η μετασκευή όπως ορίζεται στον κανονισμό 118 του Παραρτήματος I της διεθνούς Σύμβασης «Παράλυση της ρύπανσης της θάλασσας από πλοία» του 1973 και του Πρωτοκόλλου 1978 που αναφέρεται σ' αυτή τη Σύμβαση (ΜΑΡΡΟΙ 73/78) όπως ισχύει κάθε φορά.

(ς) «Υπόβαθρο πλοίου»: Κάθε πλοίο που δεν είναι νέο.

(ζ) Π.Π.Σ.Α.: Το Πιστοποιητικό Πρόσληψης Συστήματος από Λύματα.

(η) Λύματα:

(α) τα υδραυλικά αποχετεύματα και τα απόβλητα που προέρχονται από τα αποχετευτήρια, τα σερβιτόρια και τους ευδαίους των αποχετευτικών υδραυλικών.

(β) τα υδραυλικά αποχετεύματα των ναυπηγικών χώρων (ασεβερμείων, υδροκαμπίου κ.λπ.) που προέρχονται από τους υπαίθριους ή ενδοκίτους χώρους λουιτόρας και τους ευδαίους που υπάρχουν στους χώρους αυτών.

(γ) τα υδραυλικά αποχετεύματα που προέρχονται από χώρους που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των μεταρρυθμιστικών υδραυλικών υδραυλικών.

(δ) τα υδραυλικά αποχετεύματα με τα υδραυλικά αποχετεύματα που ορίζονται παραπάνω.

(11) «Κατασκευαστική επεξεργασία λυμάτων»: Η κατασκευαστική επεξεργασία των αποχετευτικών υδραυλικών που μηχανικά απορροφούνται σε υδραυλικά (ΒΟΔΕ) και των κατασκευαστικών που περιέχονται στα λύματα σε επιτόπια κάτω των ορίων που καθορίζονται κάθε φορά από τα αρμόδια όργανα του Οργανισμού και συμπεριλαμβάνει επεξεργασία υδραυλικών υδραυλικών επεξεργασία στα άλλα υδραυλικά υδραυλικά από τη ΔΕΕΠ.

(11) «Αδραμενός συγκεντρωτής»: Η δεξαμενή που χρησιμοποιείται για τη συλλογή και αποθήκευση των λυμάτων.

(12) «Πλοία κατηγορίας I»: Τα πλοία που εκτελούν πλοία μέσα σε ζώνη Ε ναυπηγικών υδραυλικών από την ημερομηνία θέσης σε ισχύ.

(13) «Πλοία κατηγορίας II»: Τα πλοία που εκτελούν πλοία μέσα σε ζώνη II ναυπηγικών υδραυλικών από την ημερομηνία θέσης σε ισχύ.

(14) «Πλοία κατηγορίας I»: Τα πλοία που εκτελούν πλοία σε ζώνη Α ναυπηγικών υδραυλικών από την ημερομηνία θέσης σε ισχύ.

(15) «Γκριά υδραυλικά (GRAY WATER)»: Τα υδραυλικά που δεν έχουν ανάμειξη καθ' ύλην με τα υδραυλικά που αρχίζουν στη μηχανοκίνητη 9 ως από του θέρους.

(16) «Σύστημα αποχέτευσης λυμάτων τύπου βαρίτητας»: Το σύστημα αποχέτευσης στα οποία παράγονται περίπου 12 λίτρα λυμάτων ανά χιλιόμετρο.

(17) «Σύστημα αποχέτευσης λυμάτων τύπου χημικής διάσπασης»: Το σύστημα αποχέτευσης στα οποία παράγονται περίπου 7 λίτρα λυμάτων ανά χιλιόμετρο.

(18) «Σύστημα αποχέτευσης λυμάτων τύπου κανάλι»: Το σύστημα αποχέτευσης στα οποία παράγονται περίπου 1,5 λίτρα λυμάτων ανά χιλιόμετρο.

(19) «Πλήρης επεξεργασία»: Ο άρας «από την πλήρη επεξεργασία» σημαίνει από 1) βιομηχανική επεξεργασία με καθαρική ή με τη χρήση των χημικών υδραυλικών υδραυλικών σύμφωνα με τα ισχύοντα διεθνή όρια της θάλασσας.

(20) «Επιβλαβή»: Είναι το οποίο των ανδρών που επιβλαβή στα πλοία.

Άρθρο 2

Εφαρμογή

Ο παρών κανονισμός εφαρμόζεται στις ακόλουθες κατηγορίες πλοίων με ελληνική σημαία που διαδίδουν όγκο ή ισχύ ή μήκη λυμάτων.

1. Στο νέο πλοίο:

(α) Ολική χωρητικότητα 200 κ.ο.χ. και άνω, και

(β) Ολική χωρητικότητα μικρότερη των 200 κ.ο.χ. τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν με βάση το Πρωτόκολλο Γενικής Επιθεώρησης και Πιστοποίησης Αρμόδιας Επιθεώρησης από άλλα (1) α ή β πλοία.

(γ) Πλοία έχουν δυνατότητα να μεταφέρουν με βάση το Πρωτόκολλο Γενικής Επιθεώρησης και Πιστοποίησης Αρμόδιας Επιθεώρησης από άλλα (1) α ή β πλοία.

2. Στο υπάρχοντα πλοία 200 κ.ο.χ. και άνω ως εξής:

(α) Στο πλοία κατηγορίας I: από 31 έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού.

(β) Στο πλοία κατηγορίας II: από 31 έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού.

μεσογεια όμοια σε ισχύ των παλαιών κανονισμών.

(γ) Στο πλοίο και γράβια, πλοίο (β) έτη μετά την ημερομηνία έκδοσης σε ισχύ του παρόντος κανονισμού.

Άρθρο 3

Εξαιτούμενοι

Κάθε πλοίο στο οποίο επιπρόκειται ο κανονισμός αυτός πρέπει να είναι εξαιτούμενο με ένα από τα ακόλουθα συστήματα:

(α) Σύστημα επεξεργασίας λιμνών εγκατεστημένο από τη ΔΕΕΠ και να πληροί τις λειτουργικές απαιτήσεις, οι οποίες βασίζονται σε πρότυπα και μεθόδους δοκιμών που έχει συντάξει ο Οργανισμός.

(β) Σύστημα υαλοποίησης και απολύμανσης των λιμνών εγκατεστημένο από τη ΔΕΕΠ. Το σύστημα αυτό όπου τοποθετούνται πρέπει να συνδέεται με δεξαμενή συγκέντρωσης λιμνών, η οποία να πληροί τις προδιαγραφές του άρθρου 5.

(γ) Δεξαμενή συγκέντρωσης λιμνών και αφερέσιμος χωρητικότητας σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο άρθρο 4. Η δεξαμενή αυτή καθαρεύεται σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο άρθρο 5 και κατά τέτοια τρόπο που να ικανοποιεί τη Δέξια 1.

Με την επιφύλαξη των διατάξεων του άρθρου 10 του κανονισμού αυτό η εκλογή του συστήματος που εγκαθίσταται στο πλοίο γίνεται με βάση τους εκτελεσμένους πλοίες ώστε να ελεγχόμενες πλοία να εξοπλιστεί με λιμνοπυλίκας ανάγκες του πλοίου καθώς και τις απαιτήσεις του άρθρου 7.

Άρθρο 4

Παραγωγή λιμνών

Όταν το δίκτυο αγωγών της των λιμνών είναι έρχομα από τα δίκτυα αποχέτευσης των φαιόχρωων υδάτων η χωρητικότητα καθαρή παροχής του συστήματος επεξεργασίας λιμνών ή του συστήματος υαλοποίησης λιμνών που εγκαθίσταται πάνω στο πλοίο καθώς επίσης και η χωρητικότητα της δεξαμενής συγκέντρωσης λιμνών που προδιαρίζεται από τη ΔΕΕΠ από τις όμοια σχέσεις δίνονται από τις Δεξια 1 και 2 (από τις όμοια σχέσεις δίνονται από τις Δεξια 1 και 2).

$P = 0,7 \times A \times D \times H \text{ (LT) ανά ημέρα}$

$P = N \times 12 \times O \times F \text{ (-) ανά ημέρα}$

Όπου,

P = η παραγωγή λιμνών σε λίτρα ανά ημέρα

A = ο αριθμός επιβιτών του

F = η παραγωγή λιμνών σε λίτρα ανά χέστη ανάλογα με τον τύπο του συστήματος αγωγών ή γράβια και αποχέτευσης του πλοίου

N = ο αριθμός συσχετισμένων του πλοίου

O = ο συνολικός όγκος ταξιδίου ανά άτομο

Όταν το δίκτυο αποχέτευσης των λιμνών είναι κοινό με τα δίκτυα φαιόχρωων υδάτων, τότε η χωρητικότητα που προδιαρίζεται από τις παραπάνω Δεξια πρέπει διπλασιάζεται και στη συνέχεια να διπλασιάζεται τα αποτελέσματα. Η πιο πάνω προσαρμογή εφαρμόζεται μόνο σε πλοία που διαθέτουν κατασκευασμένες στους κολυπητήριους χώρους υαλοποίησης στις καμπίνες επιβατών.

Άρθρο 5

Δεξαμενή συγκέντρωσης λιμνών

Η δεξαμενή συγκέντρωσης των λιμνών πρέπει να ε-

χει τέτοια χωρητικότητα που να επαρκεί για όλες τις λειτουργικές ανάγκες του πλοίου όπως αυτές καθορίζονται στο άρθρο 4 του κανονισμού αυτού. Τα υλικά κατασκευής της πρέπει να είναι ανθεκτικά στη διάβρωση που μπορεί να προκληθεί εξ' αιτίας των λιμνών ή να προστατεύεται με κατάλληλα υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση.

2. Σε κάθε δεξαμενή συγκέντρωσης πρέπει να υπάρχουν:

(α) ανώγειμα κατάλληλου μεγέθους για τον καθαρισμό, το πόσιμο, την εκκένωση και γενικά τη συντήρησή της.

(β) ελεγκτικό, που να εκπνέεται μέχρι το κατώτατο κλίμα.

(γ) διατεταστικό ανάσχεσης φλόγας ή κατάλληλα μέσα ασφαλιστικά υλικά.

(δ) κατάλληλο σύστημα ένδειξης της στάθμης του περιεχομένου της με το οποίο να ενεργοποιείται ο τοποθετημένος στο μηχανοστάσιο ή στο δωμάτιο ελέγχου μηχανοστασίου (CONTROL ROOM) μηχανισμός αυτοκόκκυσης αντανάγκας συναγερμού, όταν η στάθμη του περιεχομένου της δεξαμενής φθάσει στα 90% της συνολικής χωρητικότητας αυτής. Στην περίπτωση που η δεξαμενή έχει χωρητικότητα για να κλείσει τις ανάγκες του πλοίου για τέσσερις (4) τουλάχιστον ημέρες, ο μηχανισμός αυτοελέγχου συνάγερμου πρέπει να ενεργοποιείται στα 90% της χωρητικότητας της και

(ε) μέσομα συνδεόμενης διατήρησης παροχής θαλασσών η οποία να εξασφαλίζει τη δυνατότητα πλήρωσης για να αποφευχθεί η συγκέντρωση υπολειμμάτων από λιμνά και σβόλων.

3. Η εκκένωση της δεξαμενής της προηγούμενης παραγράφου πραγματοποιείται με τη χρησιμοποίηση κατάλληλης αντλίας λιμνών (MAGNETIC) μονοφασικής παροχής. Η αντλία αυτή είναι ανεξάρτητη λειτουργία και κατατάσσεται σύμφωνα με τον αριθμό των λιμνών στη δεξαμενή ενέλιξη ή κατέχει αντίστοιχα όργανα του πλοίου που καθορίζεται με βάση τις λειτουργικές ανάγκες κάθε πλοίου. Μετά από έγκριση της ΔΕΕΠ η αντλία αυτή στηρίζεται να ενεργοποιηθεί και να κρατάει και χωρητικότητα με την προϋπόθεση ότι υπάρχουν και δεύτερος δικτύου της λιμνοστάσιου με βάση χωρητικότητα της δεξαμενής. Για λόγους ασφαλείας ορίζεται να υποχρεωτικότερα εγκατασταμένη και δεύτερη (εφεδρική) αντλία απόρριψης των λιμνών που ενεργοποιείται σε περίπτωση βλάβης της πρώτης (κύριας) αντλίας. Στα πλοία που λόγω έλλειψης χώρου δεν είναι δυνατό να εγκατασταθούν τις παραπάνω δύο αντλίες απόρριψης λιμνών, η εκκένωση της δεξαμενής συγκέντρωσης μπορεί να γίνει και μετά από έγκριση της ΔΕΕΠ και με κατάλληλα κατασκευασμένη αντλία λιμνοστάσιου κενού (vacuum).

4. Η δεξαμενή πρέπει να κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ενέχει στην πίεση λειτουργίας για την οποία προορίζεται και να είναι υδραυλικά λιμνοστάσιου υπόψη τους συντελεστές ασφαλείας (1,5). Όλα τα ενδεικτικά συστήματα και οι αντλίες που συνδέονται με αυτή πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργήσουν με εγκάρσια κλίση του πλοίου μέχρι 15° και διαγωγή μέχρι 1°.

Άρθρο 6

Σύστημα επεξεργασίας, πολλαπλασίωσης και υαλοποίησης των λιμνών

Κάθε σύστημα επεξεργασίας λιμνών ή πολλαπλα-

(β) Περιγραφή του ελλοπολητή:	
Τίτλος του παύσιου (1)
Φορέας κατασκευαστή
Παράρτητο κράτος (υπό των αιχμαλώτων)
.....
(γ) Γενική περιγραφή του ελλοπολητή της διαμενής αυχενό- τητες:	
Οικία χωρίς κάθισμα της δεξιάς (ή) αριστεράς
Ψαλί
(δ) Γραμμή παράδοσης των λιμάνων σε ειδικές υποδο- χές, εφαρμόζονται με ηρώατο σύνδεση παράδοσης.	
(ε) Τα παλιά ελλοπολητή (ή) κτίρια με τις διατάξεις του άρθρου του Π.Δ. και τη σύμβαση υποδοχής στην ελλοπολητή (ή) κτίρια και η κατάσταση αυτή. Εφαρ- σθεί κάθε έλλοπολητή (ή) κτίριο και τα παλιά ελλοπο- λητή με τις απαιτήσεις του Π.Δ.	
Το ελλοπολητή (ή) κτίριο μέχρι 19
Εκδόθηκε 19

Ο Δ. Χαδαντζής

Λεότρο Δούρειο

Υπουργός

Η θέση της ισχύος του Κανονισμού που τίθεται σε εφαρμογή με το παρόν προεδρικό διάταγμα, αρχικά δέκα (10) μήνες μετά τη δημοσίευσή του στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, εκτός αν από αργότερα διευθετηθεί από τις διατάξεις του.

Στον Υπουργό Εμπορικής Ναυτιλίας απηχείται με τη δημοσίευσή και εκτέλεση της παρούσης διαταγής.

Αθήνα 22 Ιανουαρίου 1906

ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΤΗΣ ΕΜΠΟΡΕΥΣΗΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΣΗΣ

ΣΤΑΥΡΟΣ ΣΟΥΡΜΑΚΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Παράρτημα IV MARPOL

1104

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ)

ΖΗΤΑ από τον Γενικό Γραμματέα σε συμμόρφωση με το άρθρο 16 (2)(ε) της Σύμβασης του 1973, να μεταβιβάσει σε όλα τα Μέρη της MARPOL 73/78 επίσημα (επικυρωμένα) αντίγραφα της παρούσης απόφασης και το κείμενο των τροποποιήσεων που εμπεριέχονται στο παράρτημα.

ΥΠΟΒΑΛΛΕΙ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ το αίτημα στον Γενικό Γραμματέα να αποσταλεί αντίγραφο αυτής της απόφασης-ψηφίσματος και των παραρτημάτων της στα Μέλη του Οργανισμού που δεν τυγχάνουν Μέρη της MARPOL 73/78.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV ΤΗΣ MARPOL 73/78

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΠΛΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΛΥΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΓΕΝΙΚΑ

Κανονισμός 1 Ορισμοί

Για τον σκοπό του παρόντος Παραρτήματος:

1. «Νέο πλοίο» σημαίνει ένα πλοίο:

.1 για το οποίο η σύμβαση κατασκευής-ναυπήγησης υπεγράφη ή ελλείπει σύμβασης κατασκευής, η τράπεζα του οποίου τοποθετήθηκε ή βόισκεται σε παρόμοια φάση κατασκευής, κατά ή μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του παρόντος Παραρτήματος ή

.2 η παράδοση του οποίου θα πραγματοποιηθεί τρία ή περισσότερα έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ του εν λόγω Παραρτήματος.

2. «Υπάρχον πλοίο» σημαίνει ένα πλοίο το οποίο δεν είναι νέο πλοίο.

3. «Λύματα (απόβλητα)» σημαίνει:

.1 αποχέτευση ή άλλα απόβλητα από κάθε είδους τουαλέτες και ουρητήρια.

.2 αποχετεύσεις από χώρους (αναρρωτήρια, φαρμακεία, κλπ) μέσω των νιπτήρων πλυσίματος, των λουτήρων και των αποχετευτικών αγωγών που βόισκονται σε τέτοιους είδους εγκαταστάσεις.

.3 αποχετεύσεις από χώρους που ζουν ζώα ή

.4 άλλα υγρά απόβλητα, όταν αυτά αναμειγνύονται με τις αποχετεύσεις που αναφέρονται παραπάνω.

4. «Δεξαμενή συγκράτησης» σημαίνει την δεξαμενή που χρησιμοποιείται για την συγκέντρωση και αποθήκευση των λυμάτων.

5. «Πλησιέστερη ακτή». Ο όρος «από την πλησιέστερη ακτή» σημαίνει από την βασική γραμμή από την οποία έχει καθιερωθεί η μέτρηση των χωρικών υδάτων της εν προκειμένου χώρας, σύμφωνα με το Διεθνές Δίκαιο, εκτός από την περίπτωση που για τους σκοπούς της παρούσας Σύμβασης «από την πλησιέστερη ακτή» στα ανοικτά της βορειοανατολικής ακτής της Αυστραλίας, θα σημαίνει από μια γραμμή, ευρύτερη από ένα σημείο στην ακτή της Αυστραλίας με :

Γεωγραφικό πλάτος 11°00' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 142ο 08' Ανατολικό σε ένα σημείο με γεωγραφικό πλάτος 10ο 35' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 141ο 55' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο γεωγραφικού πλάτους 10ο 00' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 142ο 55' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο με γεωγραφικό πλάτος 9ο 10' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 143ο 52' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο με γεωγραφικό πλάτος 9ο 00' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 144ο 30' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο με γεωγρα-

φικό πλάτος 10ο 41' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 145ο 00' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο με γεωγραφικό πλάτος 13ο 00' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 145ο 00' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο γεωγραφικού πλάτος 15ο 00' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 146ο 00' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο γεωγραφικού πλάτους 17ο 30' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 147ο 00' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο γεωγραφικού πλάτους 21ο 00' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 152ο 55' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο γεωγραφικού πλάτους 24ο 30' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 154ο 00' Ανατολικό, ένθεν σε ένα σημείο της Αυστραλιανής ακτής, σε γεωγραφικό πλάτος 24ο 42' Νότιο, γεωγραφικό μήκος 153ο 15' Ανατολικό.

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

7. «Άτομο» σημαίνει μέλος του πληρώματος και των επιβατών.

8. «Επιτελική ημέρα» σημαίνει την ημέρα και τον μήνα κάθε έτους που αντιστοιχεί στην ημερομηνία της λήξεως του Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα.

Κανονισμός 2 Εφαρμογή

1. Οι διατάξεις του παρόντος Παραρτήματος ισχύουν ή εφαρμόζονται στα κατωτέρω πλοία που εκτελούν διεθνείς πλόες:

.1 νέα πλοία ολικής χωρητικότητας 400 τόννων και άνω, και

.2 νέα πλοία ολικής χωρητικότητας κάτω των 400 τόννων, τα οποία είναι πιστοποιημένα να μεταφέρουν πάνω από 15 άτομα, και

.3 υπάρχοντα πλοία ολικής χωρητικότητας 400 τόννων και άνω, πέντε χρόνια μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ αυτού του Παραρτήματος, και

.4 υπάρχοντα πλοία ολικής χωρητικότητας κάτω των 400 τόννων, τα οποία είναι πιστοποιημένα να μεταφέρουν πλέον των 15 ατόμων πέντε έτη μετά την ημερομηνία θέσης σε ισχύ αυτού του Παραρτήματος.

2. Η Διοίκηση (Αρχή) πρέπει να διασφαλίζει ότι τα υπάρχοντα πλοία, σύμφωνα με τις υποπαραγράφους 1.3 και 1.4 αυτού του κανονισμού, των οποίων οι τοπίδες τοποθετήθηκαν ή τα οποία (πλοία) βρίσκονται σε ένα παρόμοιο στάδιο κατασκευής πριν την 2α Οκτωβρίου του 1983, είναι εφοδιασμένα στον βαθμό που κάτι τέτοιο είναι εφικτό, για να αποχετεύουν-απορρίπτουν λύματα -απόβλητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού 11 του Παραρτήματος.

Κανονισμός 3 Εξαιρέσεις

Ο Κανονισμός 11 του εν λόγω Παραρτήματος δεν εφαρμόζεται στις παρακάτω περιπτώσεις:

.1 όταν η απόρριψη λυμάτων από ένα πλοίο είναι αναγκαία για λόγους ασφαλείας του πλοίου και των επιβαινόντων σ' αυτό ή της προστασίας της ζωής στη θάλασσα, ή

.2 όταν η απόρριψη λυμάτων προκλήθηκε από ζημιά στο πλοίο ή στον εξοπλισμό του, εφόσον έχουν ληφθεί, πριν και μετά την απέλευση της ζημιάς, όλα τα απαραίτητα προληπτικά μέτρα προς τον σκοπό της πρόληψης ή της ελαχιστοποίησης της παραπάνω απόρριψης των λυμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Κανονισμός 4
Επιθεωρήσεις

1. Κάθε πλοίο, το οποίο, σύμφωνα με τον Κανονισμό 2, απαιτείται να συμμορφώνεται με τις διατάξεις του παρόντος Παραρτήματος υπόκειται στις επιθεωρήσεις που αναφέρονται κατωτέρω:

1. 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 διατάξεών και του υλικού κατασκευής του στο βαθμό που το εν λόγω πλοίο καλύπτεται από το παρόν Παράρτημα. Αυτή η επιθεώρηση είναι τέτοιου είδους, ώστε να εξασφαλίζεται ότι η κατασκευή, ο εξοπλισμός, τα συστήματα, η συναρμολόγησή τους, οι διατάξεις και το υλικό κατασκευής του συμμορφώνονται πλήρως με τις ισχύουσες απαιτήσεις αυτού του Παραρτήματος.

2. Μία επιθεώρηση ανανέωσης σε μεσοδιαστήματα που καθορίζονται από την Διοικητική Αρχή αλλά χωρίς να υπερβαίνουν τα πέντε χρόνια, πλην της περίπτωσης όπου θα έχει εφαρμογή ο κανονισμός 5.2, 5.5, 5.6 ή 5.7 αυτού του Παραρτήματος. Η επιθεώρηση ανανέωσης είναι τέτοια, ώστε να εξασφαλίζεται ότι η κατασκευή, ο εξοπλισμός, τα συστήματα, τα εξαρτήματα, η συναρμολόγησή τους, οι διατάξεις και υλικό συμμορφώνονται πλήρως με τις ισχύουσες απαιτήσεις αυτού του Παραρτήματος.

3. Μία επιπρόσθετη επιθεώρηση γενική ή τμηματική, ανάλογα με τις περιστάσεις, πραγματοποιείται, μετά από μια επίσκεψη που προκύπτει ύστερα από έρευνα σύμφωνα με την παράγραφο 4 αυτού του κανονισμού, ή οποτεδήποτε πραγματοποιούνται σημαντικές επισκευές ή ανανεώσεις-αντικαταστάσεις μερών. Η επιθεώρηση είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζει ότι έχουν πραγματοποιηθεί αποτελεσματικά οι απαραίτητες επισκευές ή ανανεώσεις-αντικαταστάσεις, ότι είναι από κάθε άποψη σε ικανοποιητική κατάσταση τα υλικά και η τεχνική εργασία αυτών των επισκευών ή αντικαταστάσεων και ότι το πλοίο συμμορφώνεται με όλες τις σχετικές απαιτήσεις του παρόντος Παραρτήματος.

2. Η Διοικητική Αρχή καθιερώνει τα σχετικά κατάλληλα μέτρα για τα πλοία τα οποία δεν υπόκεινται στις διατάξεις της παραγράφου 1 αυτού του κανονισμού για να εξασφαλίζει ότι τηρούνται οι ισχύουσες διατάξεις του παρόντος Παραρτήματος.

3. Οι επιθεωρήσεις πλοίων αναφορικά με την επιβολή και εκτέλεση των διατάξεων αυτού του Παραρτήματος, διενεργούνται από αξιωματικούς της Αρχής. Η τελευταία ωστόσο, δύναται να αναθέσει τις επιθεωρήσεις, είτε σε επιθεωρητές διορισμένους για τον σκοπό αυτό, είτε σε αναγνωρισμένους απ' αυτή οργανισμούς.

4. Μία Διοικητική Αρχή που ορίζει επιθεωρητές ή αναγνωρίζει οργανισμούς για να προβούν στην εκτέλεση επιθεωρήσεων, όπως αυτό ειδικότερα αναφέρεται στην παράγραφο 3 αυτού του κανονισμού, πρέπει κατ' ελάχιστο να παρέχει εξουσιοδότηση σε οποιονδήποτε διορισμένο επιθεωρητή ή αναγνωρισμένο οργανισμό για να:

1. απαιτήσει να γίνουν επισκευές σε ένα πλοίο, και
2. πραγματοποιηθούν επιθεωρήσεις εάν ζητηθεί από τις αρμόδιες Αρχές ενός Κράτους Λιμένα.

Η Διοικητική Αρχή πρέπει να γνωστοποιεί στον Οργανισμό τις συγκεκριμένες ευθύνες και συνθήκες της εξουσιο-

δότησης και εντολής που έχει ανατεθεί στους διορισμένους επιθεωρητές ή αναγνωρισμένους οργανισμούς, για την κυκλοφορία και διανομή στα Μέρη αυτής της Σύμβασης προς ενημέρωση των αρμόδιων στελεχών-οργάνων της.

5. 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 ικανό (αξιόπλοο) να πραγματοποιεί πλόες στην θάλασσα χωρίς να αποτελεί μια αδικαιολόγητη απειλή πρόκλησης ζημιών ή επιπτώσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον, αυτός ο διορισμένος επιθεωρητής ή αναγνωρισμένος οργανισμός πρέπει αμέσως να ελασφαλίσει ότι λαμβάνονται οι απαραίτητες σχετικές διορθωτικές ενέργειες ή μέτρα και να ενημερώσει την αρμόδια Αρχή εν ευνόχιο χρόνο. Σε περίπτωση που δεν ληφθούν τέτοιου είδους διορθωτικές ενέργειες ή μέτρα, το Πιστοποιητικό πρέπει να ανακληθεί και να ενημερωθεί άμεσα η Διοικητική Αρχή, σε περίπτωση δε που το πλοίο βρίσκεται σε λιμένα ενός άλλου Μέρους θα πρέπει οι αρμόδιες αρχές του Κράτους του εν λόγω λιμένα να ενημερωθούν επίσης άμεσα. Όταν ένας αξιωματικός της Διοικητικής Αρχής, ένας διορισμένος επιθεωρητής ή ένας αναγνωρισμένος οργανισμός έχει ειδοποιήσει τις αρμόδιες αρχές του Κράτους του λιμένα, η ενδιαφερόμενη Κυβέρνηση του Κράτους του λιμένα εν προκειμένω, πρέπει να παρέχει σε ένα τέτοιο αξιωματικό, επιθεωρητή ή οργανισμό, οποιαδήποτε αναγκαία συνδρομή για να εκτελέσουν ή φέρουν εις πέρας τις υποχρεώσεις τους που απορρέουν από τον παρόντα Κανονισμό. Όταν είναι δυνατό η Κυβέρνηση του ενδιαφερόμενου Κράτους του λιμένα πρέπει να λάβει τα απαραίτητα μέτρα για να διασφαλιστεί ότι το πλοίο δεν πρόκειται να αποπλεύσει έως ότου να είναι σε θέση να ταξιδέψει από το λιμάνι με σκοπό να καταπλεύσει στη πλησιέστερη διαθέσιμη και κατάλληλη επισκευαστική βάση, χωρίς να αποτελεί μια αδικαιολόγητη απειλή πρόκλησης ζημιών ή επιπτώσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον.

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

7. Η κατάσταση του πλοίου και του εξοπλισμού του πρέπει να διατηρείται προς τον σκοπό συμμόρφωσης με τους κανονισμούς της παρούσης Σύμβασης για να διασφαλιστεί 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.

8. Μετά την ολοκλήρωση οποιασδήποτε επιθεώρησης του πλοίου σύμφωνα με την παράγραφο 1 του παρόντος Κανονισμού, να μην πραγματοποιείται καμία αλλαγή ή τροποποίηση στην κατασκευή, εξαρτήματα, εξοπλισμό, συστήματα, διατάξεις (χώρων) ή υλικών που καλύπτονται από την επιθεώρηση, δίχως τη έγκριση της αρμόδιας Διοικητικής Αρχής, πλην της περίπτωσης άμεσης αντικατάστασης ενός τέτοιου εξοπλισμού και εξαρτημάτων.

9. Όταν 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

ώρηση ανανέωσης ολοκληρωθεί, το νέο Πιστοποιητικό είναι έγκυρο μέχρι μια ημερομηνία που δεν υπερβαίνει τα πέντε χρόνια από την ημέρα λήξης του υπάρχοντος Πιστοποιητικού πριν να χορηγηθεί η παράταση.

6. 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 Αρχή για χρονική περίοδο χάρτος μέχρι ένα μήνα από την ημερομηνία λήξεως που αναφέρεται σ' αυτό. Όταν η επιθεώρηση ανανέωσης ολοκληρωθεί, το νέο Πιστοποιητικό είναι έγκυρο μέχρι μια ημερομηνία που δεν υπερβαίνει τα πέντε χρόνια από την ημερομηνία λήξης του υπάρχοντος Πιστοποιητικού πριν την χορήγηση της παράτασης.

7. Σε ειδικές περιπτώσεις ή συνθήκες, όπως αυτές καθορίζονται από την Αρχή, ένα νέο πιστοποιητικό δεν χρειάζεται να χρονολογηθεί από την ημερομηνία της λήξης ισχύος του υπάρχοντος Πιστοποιητικού σύμφωνα με την απαίτηση της παραγράφου 2.2, 5 ή 6 του παρόντος κανονισμού. Κάτω από τέτοιες ειδικές συνθήκες το νέο Πιστοποιητικό έχει ισχύ μέχρι μια ημερομηνία που δεν υπερβαίνει τα πέντε χρόνια από την ημερομηνία ολοκλήρωσης της επιθεώρησης ανανέωσης.

8. Ένα Πιστοποιητικό που εκδόθηκε σύμφωνα με τον κανονισμό 5 ή 6 του παρόντος Παραρτήματος θα παύει να ισχύει σε καθεμία από τις παρακάτω περιπτώσεις:

1. εάν οι σχετικές επιθεωρήσεις δεν ολοκληρωθούν μέσα στα χρονικά όρια που αναφέρονται σύμφωνα με τον κανονισμό 4.1 του παρόντος Παραρτήματος, ή

2. 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 των κανονισμών 4.7 και 4.8 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.

Κεφάλαιο 3 Εξοπλισμός και έλεγχοι της απόρριψης

Κανονισμός 9

Συστήματα Λυμάτων

1. 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:

1. 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 Οργανισμό¹, ή

2. ένα σύστημα κοινοτοπούησης 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, ή

3. μια δεξαμενή συγκράτησης με χωρητικότητα που θα ικανοποιεί την Αρχή για τη συλλογή και παρακράτηση 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 Διοικητικής Αρχής και να διαθέτει μέσα που δέχονται οπτικά την ποσότητα του περιεχομένου της δεξαμενής.

Κανονισμός 10

Πρότυπες Συνδέσεις Σωλήνων Απόρριψης

1. Για να καταστεί δυνατόν οι σωλήνες των ευκολιών υποδιχής να συνδεθούν με τους αγωγούς απόρριψης του πλοίου, οι δύο αγωγοί-σωλήνώσεις πρέπει να έχουν εξοπλισθεί με μια πρότυπη σύνδεση απόρριψης (αποκομιδής) λυμάτων σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

ΠΡΟΤΥΠΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Περιγραφή	Διαστάσεις
Εξωτερική διάμετρος	210 χιλ.
Εσωτερική διάμετρος	Σύμφωνα με την εξωτερική διάμετρο του σωλήνα
Διάμετρος μήκους καγλιών	170 χιλ.
Εγκοπές στο παρεμβύσμα (αλάτσα)	Τέσσερις (4) απός διάμετρο 18 χιλ. που ατέχουν εξίσου επί του κύκλου καγλιών, ως εναντίω, χαραγμένες μέχρι της περιφέρειας του παρεμβύσματος. Το πλάτος της εγκοπής θα είναι 18 χιλ.
Πάχος παρεμβύσματος	16 χιλ.
Καγλίες και περιεχόμενα Ποσότητες και διαμέτρος	Τέσσερις (4), κάθε μια διαμέτρο 16 χιλ. και κατάλληλο μήκος.
Το παρεμβύσμα πρέπει να είναι σχεδιασμένο για σωλήνες μέγιστης εσωτερική διαμέτρου 100 χιλ. και να είναι από χάλυβα ή άλλο ισοδύναμο υλικό με επίπεδη επιφάνεια. Αυτό το παρεμβύσμα μαζί με μία κατάλληλη σαλαμίστρα, πρέπει να είναι κατάλληλο για πίεση λειτουργίας 600 kPa.	

¹ Αναφέρεται στις Οδηγίες για την εξουσιοδότηση των οργανισμών που ικανοποιούν για λογαριασμό των Αρχών, που υποβλήθηκε από τον Οργανισμό με την απόφαση A.739(18), και τους προσδιορισμούς στην επιθεώρηση και εκ λειτουργίας του πιστοποιητικού των αναγορευμένων οργανισμών που ενεργούν για λογαριασμό της Αρχής που υιοθετήθηκε από τον Οργανισμό με την απόφαση A.789(19).

Για πλοία που έχουν ένα ύψος σχεδιάσεως (πλευρικό βάθος) 5 μέτρων και λιγότερο, η εσωτερική διάμετρος της σύνδεσης απόρριψης λυμάτων μπορεί να είναι 38 χιλιοστάμετρα.

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

Κανονισμός 11 Απόρριψη των λυμάτων

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

1. το πλοίο απορρίπτει κονιορτοποιημένα και απολυμασμένα λύματα χρησιμοποιώντας ένα εγκεκριμένο σύστημα από την Αρχή σύμφωνα με τον Κανονισμό 9.1.2 του παρόντος Παραρτήματος, 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. Ο ρυθμός απόρριψης πρέπει να έχει εγκριθεί από την αρμόδια Αρχή σύμφωνα με τα στάνταρ που έχει καθιερώσει ο Οργανισμός, ή

2. 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 9.1.1 του παρόντος Παραρτήματος, και

1. τα αποτελέσματα της δοκιμής της παραπάνω μονάδας-εγκατάστασης αναγράφονται στα Διεθνή Πιστο-

ποιητικά Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα του πλοίου, και

2. επιπρόσθετα, η εκροή δεν παράγει ορατά επιπλέοντα στερεά σώματα ούτε προκαλεί αποχρωματισμό του περιβάλλοντος ύδατος.

2. Οι διατάξεις της παραγράφου 1 δεν εφαρμόζονται σε πλοία που πραγματοποιούν πλόες σε ύδατα που βρίσκονται υπό την δικαιοδοσία ενός Κράτους και σε πλοία άλλων Κρατών για όσο χρόνο επισκέπτονται την ανωτέρω περιοχή και απορρίπτουν λύματα σύμφωνα με τέτοιου είδους λιγότερο αυστηρές απαιτήσεις που μπορεί να επιβάλλονται από ένα τέτοιο Κράτος.

3. 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.

Κεφάλαιο 4 : Μέσα και Εγκαταστάσεις Υποδοχής

Κανονισμός 12 Εγκαταστάσεις Υποδοχής Λυμάτων

1. Η Κυβέρνηση κάθε Μέρους αυτής της Σύμβασης, η οποία απαιτεί από τα πλοία που πραγματοποιούν ταξίδια σε ύδατα υπό την δικαιοδοσία της, καθώς και πλοία που επισκέπτονται την περιοχή και ενώ βρίσκονται στα ύδατά της να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του κανονισμού 11.1, 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 που κάνουν χρήση αυτών των μέσων και εγκαταστάσεων.

2. Η Κυβέρνηση κάθε Μέρους πρέπει να ειδοποιήσει τον Οργανισμό για την υστέρηση στις Συμβαλλόμενες Κυβερνήσεις όλων των περιπτώσεων εκεί όπου τα τεχνικά μέσα και εγκαταστάσεις που έχουν προβλεφθεί και παρασχεθεί σύμφωνα με τον παρόντα κανονισμό, θεωρούνται ότι είναι ανεπαρκείς.

Προσάρτημα

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ

Διεθνές Πιστοποιητικό Πρόληψης Ρύπανσης από Λύματα

Το παρόν Πιστοποιητικό εκδόθηκε σύμφωνα με τις διατάξεις της Διεθνούς Συμβάσεως για την Πρόληψη Ρύπανσης από Πλοία του 1973, τροποποιηθείσα δυνάμει του Πρωτοκόλλου του 1978, συσχετιζόμενο σ' αυτό, και όπως τροποποιήθηκε περαιτέρω από την απόφαση MEPC.115 (51), (από τώρα και στο εξής αναφερόμενης ως "η Σύμβαση") κατ' εντολή της Κυβέρνησής της:

.....
(πλήρη στοιχεία της χώρας)

υπό
(πλήρης στοιχεία αρμοδίου οργάνου ή οργανισμού εξουσιοδοτηθέντος δυνάμει των διατάξεων της Σύμβασεως)

Στοιχεία του πλοίου¹

Όνομα πλοίου

Διακριτικός αριθμός ή σήμα

Λιμένας νηολόγησης

Ολική(μικτή) χωρητικότητα

Αριθμός απόμων που εξουσιοδοτείται να φέρει το πλοίο

Αριθμός I.M.O²

Νέο/ υπάρχον πλοίο*

Ημερομηνία κατά την οποία τοποθετήθηκε η τρόπαιδα ή το πλοίο ήταν σε παρόμοια κατάσταση κατασκευής ή, όπου αυτό ισχύει, η ημερομηνία κατά την οποία άρχισαν εργασίες μετατροπής ή αλλαγών κυρίου χαρακτήρα

ΠΙΣΤΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΟΤΙ :

1. Ότι το πλοίο είναι εφοδιασμένο με μονάδα επεξεργασίας λυμάτων / κωνιορτοποίησης / δεξαμενής συγκράτησης και αγωγό αποκομιδής λυμάτων σε συμμόρφωση με τους κανονισμούς 9 & 10 του Παραρτήματος IV της Σύμβασης ως ακολούθως:

*1.1 Περιγραφή της μονάδας /εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων:

Τύπος της εγκαταστάσεως επεξεργασίας λυμάτων.....

¹ Εναλλακτικά, τα στοιχεία του πλοίου μπορούν να τοποθετηθούν σε οριζόντια διάταξη εντός πλαισίου.

² Σύμφωνα με την Απόφαση A.600(13) - IMO Μέθοδος Αριθμοί Αναγνώρισης Πλοίου, αυτή η πληροφορία μπορεί να λαμβάνεται προαιρετικά.

* Διαγράφεται ανύπολο

- Όνομα κατασκευαστού.....
 Η εγκατάσταση εξοπλισμού λιμάνων είναι πιστοποιημένη από την Αρχή ότι πληροί
 τα ακόλουθα επίπεδα εκροής που περιλαμβάνονται στην απόφαση ΜΕΡC.2(VI)
- *1.2 Περιγραφή της συσκευής κενιορτοποίησης :
 Τύπος του κενιορτοποιητή
 Όνομα κατασκευαστή
 Σπάνιατα λιμάνων μετά την απολύμανση
- *1.3 Περιγραφή της δεξαμενής συγκρατήσεως :
 Συνολική χωρητικότητα δεξαμενής
 Τόπος
- 1.4 Αγωγός για την απόρριψη λιμμάτων σε μία ειδική υποδοχής λιμμάτων, εφοδιασμένη με
 μια πρότυπη σύνδεση ξηράς

2. Ότι το πλοίο επιθεωρήθηκε σύμφωνα με τον κανονισμό 4 του Παραρτήματος IV της Σύμβασης.

3. Ότι η επιθεώρηση έδειξε ότι η κατασκευή, εξοπλισμός, εξαρτήματα, τα συστήματα και υλικά του πλοίου και η κατάσταση του πλοίου, είναι από κάθε άποψη κανονιστικά και ότι το πλοίο συμμορφώνεται με τις ισχύουσες απαιτήσεις του Παραρτήματος IV της Σύμβασης.

Το παρόν Πιστοποιητικό ισχύει μέχρι³
 και υπόκειται σε επιθεωρήσεις σύμφωνα με τον κανονισμό 4 του Παραρτήματος IV της Σύμβασης.
 Ημερομηνία αποπεράτωσης της επιθεώρησης βάσει της οποίας εκδόθηκε το Πιστοποιητικό.....

Το παρόν εκδόθηκε στη/ στο
 (Τόπος εκδόσεως του Πιστοποιητικού)

.....
 (Ημερομηνία έκδοσης)

.....
 (Υπογραφή του εξουσιοδοτημένου
 οργάνου που εξέδωσε το πιστοποιητικό)

(Σήμα ή σφραγίδα της Αρχής, όπως ορίζεται)

Έγκριση παράτασης του Πιστοποιητικού εάν ισχύει για λιγότερο από 5 έτη, όπου εφαρμόζεται ο κανονισμός 8.3.

Το πλοίο συμμορφώνεται με τις σχετικές διατάξεις της Σύμβασης και το Πιστοποιητικό, σύμφωνα με τον κανονισμό 8.3 του Παραρτήματος IV της Σύμβασης, θα είναι αποδεκτό ως έγκυρο μέχρι

Υπογράφηκε
 (Υπογραφή του εξουσιοδοτημένου οργάνου)

Τόπος:.....
 Ημερομηνία:

(Σήμα ή σφραγίδα της Αρχής, όπως ορίζεται)

Έγκριση όπου η επιθεώρηση ανανέωσης έχει ολοκληρωθεί και ο κανονισμός 8.4 εφαρμόζεται

³ Εισαγωγή της ημερομηνίας λήξης όπως υποδεικνύεται από την Αρχή σύμφωνα με τον κανονισμό 8.1 του Παραρτήματος IV της Σύμβασης. Η ημέρα και ο μήνας αυτές της ημερομηνίας συμπλήκουν στην ετήσια ημερομηνία όπως προσδιορίζεται στον κανονισμό 1.8 του Παραρτήματος IV της Σύμβασης.

Το πλοίο συμμορφώνεται με τις σχετικές διατάξεις της Σύμβασης και αυτό το Πιστοποιητικό, σύμφωνα με τον κανονισμό 8.4 του Παραρτήματος IV της Σύμβασης, είναι αποδεκτό ως εν ισχύ μέχρι

Υπογράφηκε:
(Υπογραφή του εξουσιοδοτημένου οργάνου)

Τόπος:

Ημερομηνία:

(Σήμα ή σφραγίδα της Αρχής, όπως ορίζεται)

Έγκριση παράταση της ισχύος του Πιστοποιητικού μέχρι την άφιξη του πλοίου στο λιμάνι επιθεώρησης ή για περίοδο γύρωτος εκεί όπου εφαρμόζονται οι κανονισμοί 8.5 ή 8.6 αντίστοιχα

Το παρόν Πιστοποιητικό, σύμφωνα με τον κανονισμό 8.5 ή 8.6 του Παραρτήματος IV της Σύμβασης, είναι αποδεκτό ως έγκυρο μέχρι

Υπογράφηκε:
(Υπογραφή του εξουσιοδοτημένου οργάνου)

Τόπος:

Ημερομηνία:

(Σήμα ή σφραγίδα της Αρχής, όπως ορίζεται)