



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ

ΕΥΓΕΝΙΑ Κ. ΜΠΟΥΖΑΛΑ

(Α.Μ. mscna1703)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΘΕΟΔΟΥΛΙΔΗΣ

ΑΘΗΝΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021

ΣΕΛΙΔΑ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΓΣΕΣ του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανικών (Αρ. Πρακτικού έγκρισης 9/14.11.18), της Σχολής Μηχανικών, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Προηγμένες Τεχνολογίες στην Ναυπηγική και Ναυτική Μηχανολογία».

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Αλέξανδρος Θεοδουλίδης (Επιβλέπων)
- Γεώργιος Λιβανός
- Σοφία Πέππα

Ημερομηνία εξέτασης : 25.02.2021

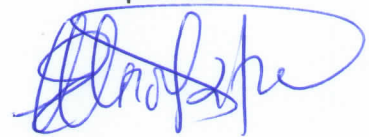
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μπουζαλά Ευγενία του Κωνσταντίνου, με αριθμό μητρώου mscna1703 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Προηγμένες Τεχνολογίες στην Ναυπηγική και Ναυτική Μηχανολογία» του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Ευγενία Μπουζαλά

Εις μνήμην Κώστα Λαναρά
«Μάστορά μου, Σε ευχαριστώ...»

Περιεχόμενα

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
Συντομογραφίες και Όροι	10
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	12
1. ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΕΡΜΑ (WATER BALLAST).....	14
1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ.....	14
1.2. ΚΥΚΛΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ / ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ	15
1.3. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΩΝ ΒΙΟΕΙΣΒΟΛΕΩΝ.....	17
1.4. ΧΩΡΟΚΑΤΑΚΤΗΤΙΚΑ ΕΙΔΗ.....	21
2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	27
2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	27
2.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ.....	29
2.3. ΕΞΑΙΡΕΣΕΙΣ.....	33
2.4. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ D1	34
2.5. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ D2	37
3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ	38
3.1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	39
3.1.1. ΔΙΗΘΗΣΗ	39
3.1.2. ΦΥΤΟΚΕΝΤΡΗΣΗ	41
3.1.3. ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ (COAGULATION)	43
3.2. ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	44
3.2.1. ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (UV ULTRAVIOLET LIGHT).....	45
3.2.2. ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗ (CAVITATION)	50
3.2.3. ΑΠΟΞΥΓΟΝΩΣΗ (DEOXYGENATION).....	52
3.2.4. ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (THERMAL TREATMENT).....	53
3.3. ΧΗΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	55
3.3.1. ΓΕΝΙΚΑ	55
3.3.2. ΒΙΟΚΤΟΝΑ – ΧΛΩΡΙΟ - ΔΙΑΒΡΩΣΗ.....	57
3.3.3. ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ / ΗΛΕΚΤΡΟΧΛΩΡΙΩΣΗ	58
3.3.4. ΕΚΧΥΣΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ.....	62
3.3.5. ΟΖΟΝΟΠΟΙΗΣΗ.....	64
3.3.6. ΜΗ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΒΙΟΚΤΟΝΑ.....	66
3.4. ΚΙΝΔΥΝΟΙ	67

4.	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΜΑΤΟΣ.....	68
4.1.	Σχέδιο Δράσης (Action Plan)	68
4.2.	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ.....	70
4.3.	ΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	72
4.4.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	73
4.4.1.	ΤΥΠΟΣ ΠΛΟΙΟΥ	73
4.4.2.	ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΠΛΟΙΟΥ.....	74
4.4.3.	ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	75
4.4.4.	ΗΛΙΚΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	75
4.5.	ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	75
4.5.1.	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ	75
4.5.2.	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ	76
4.5.3.	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ.....	76
4.5.4.	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	78
4.5.5.	ΔΙΑΒΡΩΣΗ	78
4.6.	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	79
4.6.1.	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	79
4.6.2.	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗ	81
4.7.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	82
5.	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ	85
5.1.	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ	85
5.2.	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ.....	88
6.	MARKET ANALYSIS	91
6.1.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	91
6.2.	ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – MARKET ANALYSIS.....	94
6.3.	Best Practices.....	102
6.4.	Ballast Free Vessels.....	107
6.5.	ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΡΜΑΤΟΣ.....	110
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	187
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	189
	Παράρτημα Ι.....	192

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 : Χωρητικότητα έρματος και παροχές αντλιών έρματος, ανά τύπο πλοίου	16
Πίνακας 2 : Πρόγραμμα εφαρμογής Διεθνούς Σύμβασης.....	30
Πίνακας 3 : Διάρθρωση Διεθνούς Σύμβασης.....	32
Πίνακας 4 : Τυπικές pumping rates ανά τύπο πλοίου.	74

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 : Ο κύκλος φόρτωσης/εκφόρτωσης και ερματισμού/αφερματισμού ενός πλοίου.	16
Εικόνα 2 : Παγκόσμιος χάρτης εμφάνισης χωροκατακτητικών ειδών (IAS).....	28
Εικόνα 3 : Διάταξη φίλτρου (Πηγή : FilterSafe).....	39
Εικόνα 4 : Φίλτρο πολλαπλών στρώσεων (Πηγή : FilterSafe).....	40
Εικόνα 5 : Ενδεικτική Διάταξη Υδροκυκλώνα	42
Εικόνα 6 : Αποτύπωση της φυγοκεντρικής κίνησης στον υδροκυκλώνα, με την μέθοδο CFD	42
Εικόνα 7 : Μέθοδος Κροκίδωσης Πηγή : (Kazantzis, 2016)	43
Εικόνα 8 : εκπνεύμενες High UV και Low UV ακτινοβολίες	46
Εικόνα 9 : Στάδια επεξεργασίας με τεχνολογία UV κατά τον ερματισμό.....	49
Εικόνα 10 : Στάδια επεξεργασίας με τεχνολογία UV κατά τον αφερματισμό	49
Εικόνα 11 : Διάταξη συνδέσεων λαμπτήρων UV	49
Εικόνα 12 : Ενδεικτική Διάταξη Ventouri	51
Εικόνα 13 : Διαγραμματικό σχέδιο συστήματος θερμικής επεξεργασίας, Πηγή : (Hari Prastowo, 2017).....	54
Εικόνα 14 : Διάταξη συστήματος θερμικής επεξεργασίας, Πηγή : (Hari Prastowo, 2017)	54
Εικόνα 15 : Δομή ιεράρχησης συστημάτων επεξεργασίας έρματος	84
Εικόνα 16 : Διάγραμμα flushing δικτύου ερματισμού	90
Εικόνα 17 : Κατανομή εγκατεστημένων BWMS ανά τεχνολογία (Γράφημα Α).....	94
Εικόνα 18 : Κατανομή λειτουργικών / μη λειτουργικών BWMS, (Γράφημα Β).	95
Εικόνα 19 : Κατανομή λειτουργικότητας ανά τεχνολογία επεξεργασίας (Γράφημα C)	95
Εικόνα 20 : Σφάλματα λειτουργίας ανά τεχνολογία BWMS (Γράφημα D)	96
Εικόνα 21 : Κατανομή προβλημάτων συντήρησης ανά τεχνολογία επεξεργασίας.....	97
Εικόνα 22 : Κατανομή εγκατεστημένων BWMS ανά τύπο πλοίου (Γράφημα F)	98
Εικόνα 23 : Παράδοση πλοίων ανά έτος (Γράφημα G).....	98
Εικόνα 24 : Κατανομή τεχνολογιών επεξεργασίας έρματος ανά τύπο πλοίου (Γράφημα Η) .	99
Εικόνα 25 : Θέση τοποθέτησης BWMS επί πλοίου (Γράφημα Ι)	100
Εικόνα 26 : Θέση τοποθέτησης συστημάτων ανά τεχνολογία επεξεργασίας (Γράφημα J) ..	100
Εικόνα 27 : Θετική γνώμη ανά τεχνολογία (γράφημα Κ)	101
Εικόνα 28 : Location of stern discharges	108
Εικόνα 29 : Location of Bow Trunk inlet.....	108
Εικόνα 30 : Ballast Free Project Πηγή : (Miltiadis Kotinis, 2010)	108
Εικόνα 31 : The LNG bunkering vessel Kairos πηγή : (The Maritime Executive).....	109
Εικόνα 32 : Σύγκριση του Smart Pipe vs Filter unit.....	112
Εικόνα 33 : Σύγκριση electrolyzer unit	112
Εικόνα 34 : Διάταξη ερματισμού AquaStar™ Ballast Water Management System	113
Εικόνα 35 : Διάταξη αφερματισμού AquaStar™ Ballast Water Management System.....	113
Εικόνα 36 : Διάταξη ARA PLASMA BWTS Ballast Water Management System	114
Εικόνα 38 : Πίνακας διατιθέμενων μοντέλων ARA PLASMA BWTS	115
Εικόνα 37 : ARA PLASMA BWTS – System’s Overview.....	115
Εικόνα 39 : ενδεικτική διάταξη εγκατάστασης ATPS-BLUESys.....	116
Εικόνα 40 : Flow Diagram ερματισμού ATPS-BLUESys.....	117
Εικόνα 41 : Flow Diagram αφερματισμού ATPS-BLUESys	117

Εικόνα 42 : Flow Diagram BalClor™ Ballast Water Management System	118
Εικόνα 43 : System overview	119
Εικόνα 44 : Μονάδα Ηλεκτρόλυσης	119
Εικόνα 45 : Μονάδα εξουδετέρωσης TRO	119
Εικόνα 46 : System BallastMaster ultraV assembly.....	120
Εικόνα 47 : BalPure® system overview.....	121
Εικόνα 48 : Διάταξη συστήματος Bawat™ BWMS.....	122
Εικόνα 49 : Flow diagram ballasting / deballasting	124
Εικόνα 50 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος Blue Ocean Shield	125
Εικόνα 51 : Ενδεικτική διάταξη εγκατάστασης συστήματος Blue Ocean Shield.....	126
Εικόνα 52 : Διάταξη συστήματος BlueZone™	127
Εικόνα 53 : Συγκριτικό διάγραμμα κατανάλωσης ισχύος.....	128
Εικόνα 54 : system overview.....	130
Εικόνα 55 : Flow diagram BSKY™ Ballast Water Management System	130
Εικόνα 56 : Cathelco Ballast Water Management System overview	132
Εικόνα 57 : Flow Diagram CleanBallast®	133
Εικόνα 58 : Τυπική διάταξη εγκατάστασης συστήματος Coldharbour GLD™.....	134
Εικόνα 59 : Flow diagram συστήματος CompactClean	135
Εικόνα 60 : Flow diagram για τον ερματισμό με το σύστημα Cyeco™	137
Εικόνα 61 : Flow diagram για τον αφερματισμό με το σύστημα Cyeco™.....	138
Εικόνα 62 : Flow diagram επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος που λαμβάνεται από το πλοίο.	139
Εικόνα 63 : Flow diagram επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος που αποδίδεται στο πλοίο. ...	140
Εικόνα 64 : Flow diagram συστήματος EcoBallast.....	141
Εικόνα 65 : system's overview.....	142
Εικόνα 66 : Flow diagram ερματισμού συστήματος EcoGuardian	143
Εικόνα 67 : Flow diagram αφερματισμού συστήματος EcoGuardian.....	144
Εικόνα 68 : Flow diagram ερματισμού / αφερματισμού για το σύστημα ECOMARINE.....	146
Εικόνα 69 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος Electro-Cleen™.....	147
Εικόνα 70 : Ενδεικτικό διαγραμματικό σχέδιο συστήματος Envirocleanse inTank™	148
Εικόνα 71 : ενδεικτική διάταξη συστήματος Envirocleanse inTank™	149
Εικόνα 72 : Σύστημα ERMA FIRST.....	150
Εικόνα 73 : ενδεικτικό διάγραμμα συστήματος FineBallast®	151
Εικόνα 74 : Flow diagram ερματισμού / αφερματισμού συστήματος GloEn-Patrol™.....	152
Εικόνα 75 : Flow diagram ερματισμού HiBallast™	153
Εικόνα 76 : Flow diagram αφερματισμού HiBallast™.....	154
Εικόνα 77 : Flow diagram συστήματος ClearBallast	155
Εικόνα 78 : Σύστημα Hyde GUARDIAN™	156
Εικόνα 79 : Ballasting Process flow συστήματος JFE BallastAce®.....	158
Εικόνα 80 : De-ballasting Process flow συστήματος JFE BallastAce®	159
Εικόνα 81 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος JFE BallastAce®	159
Εικόνα 82 : Flow diagram συστήματος KURITA BWMS.....	161
Εικόνα 83 : Flow diagram ballasting συστήματος LeesGreen®	162
Εικόνα 84 : Flow diagram de-ballasting συστήματος LeesGreen®	163
Εικόνα 85 : Flow diagram by-pass συστήματος LeesGreen®	163

Εικόνα 86 : flow diagram συστήματος MARINOMATE™	164
Εικόνα 87 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος MICROFADE™.....	165
Εικόνα 88 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος Miura	166
Εικόνα 89 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος MMC	167
Εικόνα 90 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος NEI Treatment System VOS	168
Εικόνα 91 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος OceanDoctor®.....	173
Εικόνα 92 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος OceanGuard®.....	175
Εικόνα 93 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος OceanSaver®.....	176
Εικόνα 94 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος OptiMarin	177
Εικόνα 95 : Flow Diagram ερματισμού συστήματος PACT Marine™	178
Εικόνα 96 : Flow Diagram αφερματισμού συστήματος PACT Marine™	179
Εικόνα 97 : Σύστημα επεξεργασίας έρματος PureBallast System 3x	180
Εικόνα 98 : Διάταξη συστήματος PureBallast 2.x	181
Εικόνα 99 : Flow diagram συστήματος SeaCURE®	183
Εικόνα 100 : Σύστημα Seascap.....	184
Εικόνα 101 : Flow diagram ερματισμού / αφερματισμού συστήματος STX Smart Ballast..	185

Συντομογραφίες και Όροι

AIS	:	Aquatic Invasive Species
	:	Υδρόβια επεμβατικά / χωροκατακτητικά είδη. Τα είδη που δεν είναι εγγενή στο εξεταζόμενο οικοσύστημα και των οποίων η εισαγωγή προκαλεί ή είναι πιθανό να επιφέρει οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες.
AMS	:	Alternative Management System (by USCG)
	:	Εναλλακτικό σύστημα διαχείρισης έρματος
AS	:	Active Substance
	:	Δραστική ουσία
BWM	:	Ballast Water Management
	:	Διαχείριση θαλάσσιου έρματος. Νοούνται οι μηχανικές, φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, οι οποίες χρησιμοποιούνται ώστε να καταστήσουν αβλαβές το νερό έρματος. Επιδιώκεται η αποφυγή της πρόσληψης ή/και της αποβολής επιβλαβών οργανισμών και ιζημάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον.
BWMC:		International Convention for the control and Management of ship's ballast water and sediments
	;	Διεθνής Σύμβαση για τον έλεγχο και την διαχείριση του θαλάσσιου νερού και του ιζήματος του έρματος των πλοίων
BWMP:		Ballast Water Management Plan
		Σχέδιο διαχείρισης υδάτινου έρματος. Είναι ένα έγγραφο που περιγράφει τις διαδικασίες και μεθόδους διαχείρισης έρματος του πλοίου. Η Σύμβαση υποχρεώνει όλα τα πλοία να διαθέτουν σχέδιο διαχείρισης θαλάσσιου έρματος.
BWMS:		Ballast Water Management System
	:	Σύστημα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος. Αφορά κάθε σύστημα που επεξεργάζεται νερό έρματος, έτσι ώστε να ικανοποιούνται τα πρότυπα της Σύμβασης. Το BWMS περιλαμβάνει τον εξοπλισμό επεξεργασίας έρματος, όλους τους σχετικούς εξοπλισμούς ελέγχου, παρακολούθησης και του εξοπλισμού και τις εγκαταστάσεις δειγματοληψίας.
CAPEX:		Capital Cost

	:	Κόστος αγοράς / κεφαλαίου
EPA	:	Environmental Protection Agency
	:	Επιτροπή προστασίας του περιβάλλοντος
IAS	:	Invasive Alien Species
		Χωροκατακτητικά ξενικά είδη
IMO	:	International Maritime Organization
	:	Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός
IOPPC	:	International Oil Pollution Prevention Certificate
	:	Διεθνές Πιστοποιητικό πρόληψης ρύπανσης από πετρέλαιο
LCC	:	Life Cycle Cost
	:	Κόστος κύκλου ζωής πλοίου
MEPC	:	Marine Environment Protection Committee
	:	Σύνοδος προστασίας του θαλάσσιου Περιβάλλοντος
OPEX	:	Operational Cost
	:	Λειτουργικά έξοδα
PSC	:	Port State Control
	:	όργανο επιθεώρησης των πλοίων στα λιμάνια, υπεύθυνο για την εξασφάλιση της συμμόρφωσής τους με τους Διεθνείς κανονισμούς
TRO	:	Total Residue Oxidants
	:	Συνολικός αριθμός οξειδωτικών που παραμένουν στο νερό έρματος μετά από την επεξεργασία
USCG	:	United States Coast Guard
	:	Ακτοφυλακή των ΗΠΑ. Διαθέτει εξουσία επιβολής του νόμου εντός των υδάτων των ΗΠΑ, που εκτείνονται 200 μίλια από τις ακτές και των διεθνών υδάτων. Υπερισχύει του αμερικάνικου ναυτικού από την άποψη της επιβολής του νόμου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία πραγματεύεται την Διεθνή Σύμβαση του ΙΜΟ, για τον έλεγχο και την διαχείριση του θαλάσσιου έρματος και των ιζημάτων, όπως αυτή έχει εγκριθεί και έχει τεθεί σε ισχύ από τις 8 Σεπτεμβρίου 2017.

Η εργασία αποτελείται από 7 κεφάλαια. Στο 1^ο Κεφάλαιο πραγματοποιείται μία σύντομη περιγραφή του προβλήματος των χωροκατακτητικών ειδών, που γιγαντώνεται με την διακίνηση του θαλάσσιου έρματος, σε παγκόσμιο επίπεδο. Στο 2^ο κεφάλαιο, παρατίθεται το νομοθετικό πλαίσιο, το οποίο έχει οριστεί για την αντιμετώπιση του προβλήματος των χωροκατακτητικών ειδών και την εξάλειψή του εν τη γενέσει του.

Στο 3^ο κεφάλαιο, αναλύονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Η μελέτη επικεντρώνεται στην εφαρμογή της Συνθήκης όσον αφορά στην εφαρμογή του προτύπου D-2 αυτής. Αναλύονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα συστήματα διαχείρισης έρματος, με έμφαση στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε μεθόδου. Η εργασία βασίστηκε σε εκτενή βιβλιογραφική έρευνα, λόγω των περιορισμένων στοιχείων που παρέχονται από τους κατασκευαστές των συστημάτων διαχείρισης έρματος.

Στο 4^ο κεφάλαιο αναλύονται τα κριτήρια επιλογής ενός συστήματος διαχείρισης έρματος και οι παράγοντες που επηρεάζουν αυτή την επιλογή. Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας συνέπεσε χρονικά με την εφαρμογή της Συνθήκης. Συνεπώς, κατά την εκπόνησή της δημοσιεύονταν συνεχώς μελέτες που στηρίζονταν σε πραγματικά στοιχεία. Ουσιαστικά, κατά την εκπόνηση αντιμετώπισα ένα συνεχές feed-back από διάφορους μελετητές και ερευνητές, που προσπάθησα να ενσωματώσω στην παρούσα εργασία. Είναι βέβαια σημαντικό το γεγονός ότι οι κατασκευαστές των συστημάτων δεν δημοσίευσαν ακόμα στατιστικά στοιχεία για τα εμπορικά συστήματα που κυκλοφορούν στην αγορά. Το 4^ο κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την περιγραφή των πολυκριτηριακών μεθόδων που εφαρμόζονται για την επιλογή του πιο κατάλληλου συστήματος διαχείρισης έρματος.

Το 5^ο κεφάλαιο αναφέρεται στο τμήμα της σύμβασης που αφορά στην διαχείριση του ιζήματος που συγκεντρώνεται στις δεξαμενές έρματος. Αναλύονται οι τεχνικές βέλτιστης σχεδίασης, όπως συμβουλευτικά παρατίθενται από τον ΙΜΟ και τους Νηογνώμονες.

Στο 6^ο κεφάλαιο αναφέρονται τα εμπορικά συστήματα που παρέχονται στην αγορά και φέρουν πιστοποίηση από τον ΙΜΟ. Ακολουθεί στατιστική ανάλυση των εμπορικών συστημάτων και στατιστικά στοιχεία από την μέχρι τώρα εφαρμογή της Σύμβασης.

Στο τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την μελέτη, μέσω της κριτικής αξιολόγησης της υφιστάμενης βιβλιογραφίας. Σημαντικό είναι το μέρος εκείνο που αναφέρεται στις προκλήσεις που εμφανίζονται στον τομέα της επεξεργασίας και διαχείρισης του θαλάσσιου έρματος. Άλλωστε, η

παρούσα μελέτη αποτελεί ένα κρίκο της διαρκώς εξελισσόμενης έρευνας. Το παρόν χρονικό διάστημα και έως την ημερομηνία πλήρους συμμόρφωσης του συνόλου του παγκόσμιου στόλου με τις απαιτήσεις της Σύμβασης, μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεταβατικό. Παρατηρείται υψηλή ζήτηση για τα συστήματα επεξεργασίας έρματος και παράλληλα η παραγωγή αυτών είναι συγκριτικά χαμηλή. Επιπλέον υπάρχει έλλειψη εμπειρίας των εμπλεκόμενων στον τομέα αυτό, με αποτέλεσμα να έχει δημιουργηθεί ένα κλίμα αβεβαιότητας ως προς την επιλογή του κατάλληλου συστήματος. Στην κατάσταση αυτή συμβάλλουν οι αργοί ρυθμοί πιστοποίησης συστημάτων από την Ακτοφυλακή των ΗΠΑ.

1. ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΕΡΜΑ (WATER BALLAST)

1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ

«Έρμα ονομάζουμε το θαλασσινό νερό που χρησιμοποιείται για να διατηρήσει ένα πλοίο την ευστάθεια, την ισορροπία, την κατασκευαστική του αντοχή αλλά και να ρυθμίσει την διαγωγή του. Είναι απαραίτητο για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία της ποντοπόρου ναυτιλίας και της ακτοπλοΐας, αφού με κατάλληλο ερματισμό μπορούν να ρυθμιστούν οι τάσεις και οι ροπές που αναπτύσσονται εξαιτίας του φορτίου, κατά την διάρκεια του ταξιδιού». (Ιωαννίδης, 1999).

Τα πλοία, ανάλογα με τον όγκο του θαλασσινού νερού που απαιτείται για τη ασφαλή τους πλεύση, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, διαχωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες (Peter Paul Stehouwer, 2015) :

- Σε πλοία με μεγάλη ποσότητα έρματος (δεξαμενόπλοια και φορτηγά) (high ballast dependent vessels)
- Σε πλοία με μικρή ποσότητα έρματος (containers, πλοία γενικού φορτίου και κρουαζιερόπλοια) (low ballast dependent vessels).

Μεγάλα bulk carriers και tankers, έχουν διάφορες δεξαμενές έρματος, double bottom tanks, wing tanks, fore peak και aft peak tanks. Με την ύπαρξη πολλών δεξαμενών έρματος στο πλοίο, και λόγω της κατανάλωσης καυσίμου, το πλοίο μπορεί να παραλαμβάνει ή να απορρίπτει έρμα κατά την διάρκεια του ταξιδιού, ακόμα και αν δεν υπάρχουν αλλαγές στο μεταφερόμενο φορτίο. Ο όγκος του έρματος υπολογίζεται σαν συνάρτηση της μεταφορικής ικανότητας φορτίου αλλά και του πλοίου.

1.2. ΚΥΚΛΟΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ / ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ

Κατά την διάρκεια του κύκλου φόρτωσης / εκφόρτωσης και κατά την διάρκεια ενός τυπικού ταξιδιού, λαμβάνουν χώρα τα εξής :

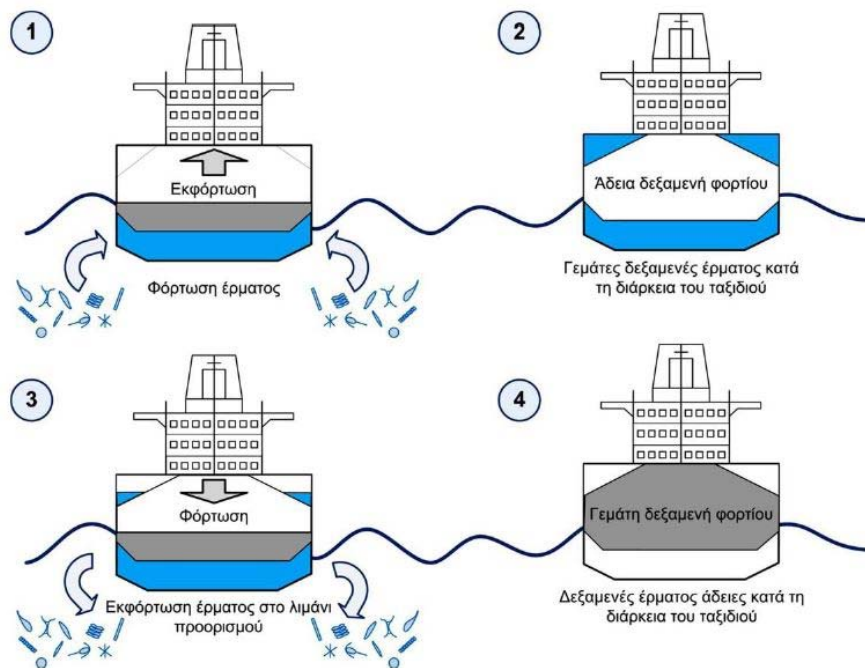
Στο λιμάνι εκφόρτωσης (Φάση 1) και κατά την εκφόρτωσή του, το πλοίο παραλαμβάνει στις δεξαμενές έρματος ποσότητες θαλασσινού νερού, έτσι ώστε να πλέει σε συγκεκριμένο βύθισμα, υπό συγκεκριμένη διαγωγή και να αποφευχθούν οι καταπονήσεις λόγω της κατανομής του φορτίου επί του πλοίου. Κατά την διάρκεια του ταξιδιού αυτού, το πλοίο πλέει κενό φορτίου αλλά με τις δεξαμενές έρματος κατάλληλα γεμάτες (Φάση 2). Κατά την φόρτωση του πλοίου με το αντίστοιχο φορτίο στο λιμάνι φόρτωσης (Φάση 3), το έρμα των δεξαμενών απορρίπτεται στην θάλασσα. Το πλοίο ταξιδεύει με τις δεξαμενές / χώρους φορτίου γεμάτες και τις δεξαμενές έρματος άδειες, προς το λιμάνι εκφόρτωσης (Φάση 4) οπότε και ένας καινούριος κύκλος θα ξεκινήσει (Εικόνα 1).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΛΟΙΟΥ	ΤΥΠΟΣ ΠΛΟΙΟΥ	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΡΜΑΤΟΣ (m ³)	ΠΑΡΟΧΗ ΕΡΜΑΤΟΣ (m ³ /h)
HIGH BALLAST DEPENDENT VESSELS	BULK CARRIERS		
	Handy	18.000	1.300
	Panamax	35.000	1.800
	Capesize	65.000	3.000
	TANKERS		
	Handy	6.500	1.100
	Handymax - Aframax	31.000	2.500
	Suezmax	54.000	3.125
	VLCC	90.000	5.000
	ULCC	95.000	5.800

LOW BALLAST DEPENDENT VESSELS	CONTAINERSHIPS		
	Feeder	3.000	250
	Feedermax	3.500	400
	Handy	8.000	400
	Subpanamax	14.000	500
	Panamax	17.000	500
	Postpanamax	20.000	750
	OTHER VESSELS		
	Chemicals	11.000	600
	Passenger ships	3.000	250
	General Cargo	4.500	400
	Ro / Ro	8.000	400
	Combination vessels	7.000	400

Πίνακας 1 : Χωρητικότητα έρματος και παροχές αντλιών έρματος, ανά τύπο πλοίου

(πηγή : ABS, 2014, Ballast Water Treatment Advisory)



Εικόνα 1 : Ο κύκλος φόρτωσης/εκφόρτωσης και ερματισμού/αφερματισμού ενός πλοίου.

(Πηγή : globallast.imo.org)

1.3. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΩΝ ΒΙΟΕΙΣΒΟΛΕΩΝ

Το νερό που μεταφέρεται περιέχει στοιχεία από την χλωρίδα και την πανίδα του οικοσυστήματος από όπου παραλαμβάνεται. Επίσης, περιλαμβάνει βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς.

Κατά την διαδικασία του ερματισμού, λόγω της αναταραχής στον βυθό της θάλασσας, ειδικότερα σε λιμάνια με σχετικά μικρό βάθος, παρασύρονται λάσπες και ιζήματα, τα οποία εισέρχονται στο πλοίο και καθιζάνουν στις δεξαμενές έρματος. Στο έρμα αιωρείται ανόργανη και οργανική ύλη και υδρόβιοι οργανισμοί, ουσίες οι οποίες καθιζάνουν στις δεξαμενές έρματος. Σύμφωνα με την (Baoyi Lv, 2017), έχει αναφερθεί ότι εμπορικά πλοία μπορεί να μεταφέρουν μέχρι και 200 τόνους ιζήματος.

Στα ιζήματα ανιχνεύτηκε πληθώρα στοιχείων που αποδεικνύουν ότι το έρμα δε είναι και τόσο «αθώο». Ανιχνεύτηκαν βακτήρια SRB, υποδεικνύοντας μία αιτία διάβρωσης των δεξαμενών. Ανιχνεύτηκαν ίχνη από βακτήρια που περιέχονται στα ανθρώπινα κόπρανα, που είναι εν δυνάμει παθογόνα.

Σε σύγκριση με το έρμα, το ίζημα περιέχει άφθονα θρεπτικά συστατικά (Baoyi Lv, 2017). Η αιωρούμενη ύλη στο έρμα, καθώς και οι νεκροί οργανισμοί, προσθέτουν τα θρεπτικά συστατικά στο ίζημα, που είναι διαθέσιμα για τους ζώντες οργανισμούς, ιδιαίτερα τους μικροοργανισμούς. Σαν συνέπεια αυτού, στο ίζημα μπορούν να ζουν διάφοροι τύποι μικροβίων και να αναπτύσσονται κοινότητες μικροβίων. Οι συνθήκες που επικρατούν στις δεξαμενές, ήτοι η χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο, το σκοτάδι και οι θερμοκρασίες, επιτρέπουν την ανάπτυξη κοινοτήτων μικροβίων και κατά έτσι καθορίζεται ο ρόλος του βιοχημικού κύκλου του ιζήματος.

Στο έρμα ανιχνεύονται βαρέα μέταλλα, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τους υδρόβιους οργανισμούς και να καταστείλουν την ανάπτυξη της θαλάσσιας ζωής (Nosaibeh Nosrati-Ghods, 2017). Τα συνήθη βαρέα μέταλλα που ανιχνεύονται στο έρμα και μεταφέρονται μέσω αυτού, είναι το Κοβάλτιο (Co), το Νικέλιο (Ni) και το χρώμιο (Cr). Η ποσότητα αυτών εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του πλοίου και από τον χάρτη υπηρεσιακής λειτουργίας κάθε πλοίου.

Κατά την διαδικασία του ερματισμού, στο μεταφερόμενο έρμα μπορούν να περιέχονται χιλιάδες είδη της θαλάσσιας ζωής από όλες τις ταξινομικές ομάδες.

Ενδεικτικά αναφέρονται ότι βακτήρια και άλλοι μικροοργανισμοί, μικρά ασπόνδυλα ή σπονδυλωτά ζώα και τα αυγά, οι κύστες και οι προνύμφες διαφόρων ειδών (Κοτρίκλα, 2016). Το έρμα παραλαμβάνεται από ένα οικοσύστημα που λειτουργεί σε ισορροπία. Οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε αυτό είναι προσαρμοσμένοι στα χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος που ζουν. Αναπτύσσονται, αναπαράγονται και αποτελούν μέρος της τροφικής αλυσίδας.

Κατά τον κύκλο ερματισμού και αφερματισμού, οι δεξαμενές έρματος δεν αποτελούν φιλικό περιβάλλον για την ζωή. Άλλωστε, οι συνθήκες απουσίας φωτός και οξυγόνου καθώς και η διαφοροποίηση της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του ταξιδιού, καθιστά πολύ δύσκολη την επιβίωση ενός οργανισμού. Συγκεκριμένα, ένας οργανισμός για να επιβιώσει σε ένα νέο περιβάλλον, θα πρέπει να περάσει από τα εξής στάδια :

- Να εισαχθεί με το έρμα στο πλοίο
- Να επιβιώσει από τις διαδικασίες του ερματισμού
- Να επιβιώσει στις συνθήκες των δεξαμενών έρματος και να επιβιώσει στο ταξίδι ως τον αφερματισμό
- Να επιβιώσει από τις διαδικασίες αφερματισμού
- Να αντέξει τις συνθήκες του περιβάλλοντος απόρριψης
- Να βρει τροφή για την επιβίωσή του στο νέο περιβάλλον
- Να αναπαραχθεί στο νέο περιβάλλον κατά τέτοιο αριθμό που να εγγυάται την συνέχιση της παρουσίας του.

Γενικά, η τεράστια πλειοψηφία των οργανισμών δεν επιβιώνει ώστε να απελευθερωθεί στο λιμάνι απόρριψης. Οι ζώντες οργανισμοί που θα καταφέρουν να επιβιώσουν από όλες τις αντίξοες συνθήκες, ανταγωνίζονται τα γηγενή είδη στο νέο οικοσύστημα. Αν οι μη-γηγενείς οργανισμοί έχουν λίγους φυσικούς θηρευτές ή άλλους φυσικούς ελέγχους, αυτοί μπορούν να γίνουν εισβολείς και επικίνδυνοι για το τοπικό οικοσύστημα (Ρορα, 2018).

Αναζητώντας την τροφή τους στο νέο οικοσύστημα, κάποια είδη παρουσιάζουν φθίνουσα πορεία και η θέση τους καταλαμβάνεται από τα νέα είδη, τα οποία πολλαπλασιάζονται ανεξέλεγκτα. Τα είδη αυτά είναι τα λεγόμενα «εισβάλλοντα νέα είδη».

Όσο και αν όλα αυτά φαίνεται να αφορούν στον μικρόκοσμο, λόγω του μεγέθους των μεταφερόμενων οργανισμών που είναι της τάξης μικρόμετρων, οι επιπτώσεις του προβλήματος των βιοεισβολέων είναι αμέτρητες σε διεθνές επίπεδο και σε μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων. Κάθε ημέρα, κάθε ώρα, περίπου 7000 θαλάσσια και παράκτια είδη ταξιδεύουν απαρατήρητα στους ωκεανούς του κόσμου, μέσα σε δεξαμενές έρματος. (WWF International, 2009).

Η εισαγωγή εισβολέων θαλάσσιων ειδών σε νέα περιβάλλοντα, έχει αναφερθεί ως μια από τις τέσσερις μεγαλύτερες απειλές για τα θαλάσσια οικοσυστήματα. (Fatma Yonsel, 2017). Σύμφωνα με το (Karahalios, 2017), το 2017 είχαν εντοπιστεί είδη εισβολέων στο 84% των 232 θαλασσιών συστημάτων που υπάρχουν παγκοσμίως.

Τα προβλήματα οφείλονται σε χωροκατακτητικά είδη, που μπορούν να έχουν επιπτώσεις σε τρεις κύριους τομείς : οικολογία, οικονομία και υγεία. Άλλωστε, μπορεί να επηρεάσει άμεσα μεγάλο μέρος του πληθυσμού της γης καθώς 2,4 δισεκατομμύρια άνθρωποι κατοικούν σε απόσταση μικρότερη από 100Km από την εγγύτερη ακτή.

Όσον αφορά στην οικολογία, είναι προφανές ότι μπορούν να προκαλέσουν την εξαφάνιση τοπικών ειδών και συνεπώς μη αναστρέψιμες αλλαγές στην βιοποικιλότητα του φυσικού συστήματος. Δυστυχώς, τα προβλήματα δεν περιορίζονται μόνο σε οικολογικές βλάβες. Οι οικονομικές επιπτώσεις ποικίλουν. Επηρεάζονται αρνητικά οι τοπικές αλιευτικές δραστηριότητες, λόγω της εξαφάνισης θαλάσσιων ειδών. Επιπλέον, τα χωροκατακτητικά είδη, όπως είναι τα φύκια, μπορούν να βλάψουν τις ιχθυοκαλλιέργειες και τις παράκτιες βιομηχανίες. Άλλωστε, η ανεξέλεγκτη αναπαραγωγή χωροκατακτητικών ειδών στις παραλίες, επιδρούν αρνητικά στον τουρισμό.

Βεβαίως, η πιο σημαντική επίδραση είναι αυτή στην υγεία των ανθρώπων. Το έρμα μπορεί να μεταφέρει τοξικούς οργανισμούς και παθογόνα, μερικά από τα οποία μπορούν να απορροφηθούν από τα μύδια και τα στρείδια. Η κατανάλωση αυτών των ειδών μπορεί να είναι επικίνδυνη και να προκαλέσει μαζικές δηλητηριάσεις. Επιπλέον, ο κίνδυνος μετάδοσης και εξάπλωσης επικίνδυνων επιδημιών μέσω βακτηρίων και μικροβίων που περιέχονται στο θαλάσσιο έρμα, είναι υπαρκτός, όπως άλλωστε έχει καταγραφεί ιστορικά. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι επιδημίες της χολέρας μπορούν να συσχετιστούν άμεσα με απορρίψεις έρματος, ενώ το *vibrio cholera* και

άλλα παθογόνα σε φυσιολογικές συνθήκες, είναι συστατικά των παράκτιων υδάτων, που δεν εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις ώστε να προκαλούν προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία. Όταν όμως μεταφέρονται μέσω του έρματος σε άλλα οικοσυστήματα, θα μπορούσαν κάλλιστα να είναι η πιο ύπουλη απειλή (globallast.imo.org).


Οι βιοεισβολείς στα θαλάσσια οικοσυστήματα δύναται να επηρεάσουν την βιοποικιλότητα σε επίπεδο είδους, ενδιαιτήματος και οικοσυστήματος (Κοτρίκλα, 2016).

1.4. ΧΩΡΟΚΑΤΑΚΤΗΤΙΚΑ ΕΙΔΗ

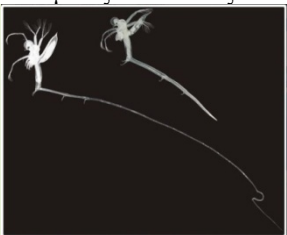
Άλλοι όροι που χρησιμοποιούνται για την θαλάσσια εισβολή είναι στην Αυστραλία και την Νέα Ζηλανδία Introduced Marine Pests (IMPs) (εισαγόμενα θαλάσσια παράσιτα), στις ΗΠΑ Aquatic Nuisance Species (ANS) (υδρόβια ενοχλητικά είδη), και σύμφωνα με την Σύμβαση του IMO Harmful Aquatic Organisms and Pathogens (HAOP) (επιβλαβείς υδρόβιοι οργανισμοί και παθογόνα).

Σύμφωνα με τον IMO, αναφέρονται κάποια παραδείγματα βιοεισβολέων που έχουν προκαλέσει κύριες επιπτώσεις. Σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχουν καταγεγραμμένα εκατοντάδες είδη βιοεισβολέων (<http://www.iucngisd.org>). Ενδεικτικά αναφέρονται τα ακόλουθα :

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όνομα	: Χολέρα (διάφορα στελέχη), <i>Vibrio Cholerae</i>
Αυτόχθονο	: διάφορα στελέχη σε ευρεία κλίμακα
Βιοεισβολέας	: Νότια Αμερική, κόλπος του Μεξικό και άλλες περιοχές
Επιδράσεις	: Κάποιες επιδημίες της χολέρας έχει αναφερθεί ότι σχετίζονται άμεσα με το θαλάσσιο έρμα. Από τις επιδημίες αυτές σημειώθηκαν χιλιάδες θάνατοι. Το 1991, η αρρώστια της χολέρας εξαπλώθηκε σε λιμάνια του Περού και εν συνεχεία στις ΗΠΑ
Εικόνα	: 
Πηγή	: http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=561

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όνομα	: Cladoceran Water Flea, <i>Cercopagis pengoi</i>
Αυτόχθονο	: Μαύρη και Κασπία Θάλασσα
Βιοεισβολέας	: Βαλτική Θάλασσα
Επιδράσεις	: αναπαράγεται για να σχηματίσει πολύ μεγάλους πληθυσμούς που κυριαρχούν στην κοινότητα του ζωοπλαγκτόν και φράζουν τα δίχτυα και τις τράτες, με αντίστοιχες οικονομικές επιπτώσεις
Εικόνα	: 
Πηγή	: http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=118

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όνομα	: Κινέζικο καβούρι, Chinese Mitten Crab
Αυτόχθονο	: Βόρεια Ασία
Βιοισβολέας	: Δυτική Ευρώπη, Βαλτική Θάλασσα και Δυτική Ακτή Βόρειας Αμερικής

Επιδράσεις : Υποβάλλεται σε μαζικές μεταναστεύσεις για αναπαραγωγικούς σκοπούς. Σκάβει στις όχθες των ποταμών προκαλώντας διάβρωση. Τρέφεται με γηγενή είδη ψαριών και ασπόνδυλα είδη. Οι διατροφικές του συνήθειες επιδρούν στην τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος με αποτέλεσμα την εξαφάνιση αυτών των πληθυσμών. Ως συνέπεια, επηρεάζονται οι αλιευτικές δραστηριότητες



Πηγή : <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=38>

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όνομα	: Τοξικά φύκη (κόκκινες, καφέ και πράσινες παλίρροιες), Toxic Algae
Αυτόχθονο	: ευρύ φάσμα εξάπλωσης
Βιοισβολέας	: ευρύ φάσμα εξάπλωσης

Επιδράσεις : μπορεί να προκληθεί επιβλαβής άνθηση φυκιών (algae bloom). Μπορεί να προκαλέσει θανάτωση της θαλάσσιας ζωής είτε λόγω των τοξινών και της βλέννας που εκχύει, είτε μέσω της εξάντλησης του οξυγόνου που προκαλεί η ανεξέλεγκτη ανάπτυξή του. Ορισμένα είδη φυκιών λόγω των τοξινών που εκλύουν, επιδρούν στα οστρακοειδή μολύνοντάς τα και καθιστώντας τα επικίνδυνα προς βρώση για τον άνθρωπο. Συνεπώς, κινδυνεύει άμεσα ο κλάδος των υδατοκαλλιεργειών



Πηγή : globallast.imo.org

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όνομα	: Γοβιός, Round Goby, Neogobius Melanostomus
Αυτόχθονο	: Μαύρη Θάλασσα, Αζοφική Θάλασσα και Κασπία Θάλασσα
Βιοεισβολέας	: Βαλτική Θάλασσα και Βόρια Αμερική
Επιδράσεις	: Πρόκειται για ένα εξαιρετικά επεμβατικό και εύκολα προσαρμόσιμο μικρό ψάρι. Για την διατροφή του ανταγωνίζεται τα ιθαγενή ψάρια. Στην διατροφή του συγκαταλέγονται γνωστά εμπορικά ψάρια τα οποία υφίστανται τραγική μείωση του πληθυσμού τους, αφού εκτρέφεται τόσο με τα ίδια όσο και με τα αυγά τους. Επιπλέον, έχει ευκολία στο να επιβιώνει σε νέα οικοσυστήματα, ακόμα και σε νερά χαμηλής ποιότητας. Στην εδραίωσή του βοηθά και η ικανότητά του να αναπαράγεται πολλές φορές τον χρόνο.

Εικόνα	: 
Πηγή	: http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=657

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όνομα	: Κτενοφόρα τσούχτρα, North American Comb Jelly, Mnemiopsis Leydyl
Αυτόχθονο	: Ανατολικά Ακτή Αμερικής
Βιοεισβολέας	: Μαύρη Θάλασσα, Αζοφική Θάλασσα και Κασπία Θάλασσα
Επιδράσεις	: Πρόκειται για αυτογονιμοποιούμενο ερμαφρόδιτο που αναπαράγεται εύκολα κάτω από ευνοϊκές συνθήκες. Τρέφεται με ζωοπλαγκτόν με αποτέλεσμα να μειώνονται τα αποθέματά του στο νέο οικοσύστημα. Λόγω της διατάραξης της τροφικής αλυσίδας, συνεισέφερε σημαντικά στην κατάρρευση της δραστηριότητας της αλυσίδας στην Μαύρη Θάλασσα και την Αζοφική Θάλασσα την δεκαετία του '90, με τεράστιο οικονομικό και κοινωνικό αντίκτυπο. Σε συνέχεια αυτών, απειλείται και η Κασπία Θάλασσα.

Εικόνα	: 
Πηγή	: http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=95

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όνομα	: Αστερίας Β. Ειρηνικού, North Pacific Seastar, <i>Asterias Amurensis</i>
Αυτόχθονο	: Βόρειος Ειρηνικός
Βιοεισβολέας	: Νότιος Αυστραλία
Επιδράσεις	: Αναπαράγεται με μεγάλους ρυθμούς καταλαμβάνοντας συγκρίσιμο μέγεθος του νέου οικοσυστήματος. Τρέφεται με οστρακοειδή, συμπεριλαμβανομένων των εμπορικών πολύτιμων οστράκων, στρειδιών και μαλακίων.



Πηγή : <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=82>

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

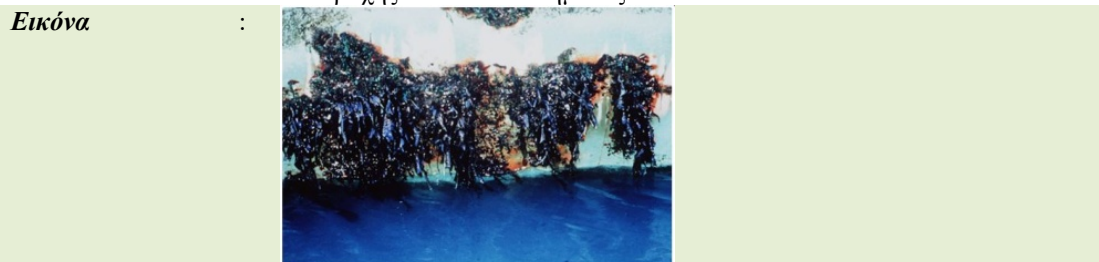
Όνομα	: Zebra Mussel, <i>Dreissena Polymorpha</i>
Αυτόχθονο	: Ανατολική Ευρώπη (Μαύρη Θάλασσα)
Βιοεισβολέας	: Δυτική και Βόρεια Ευρώπη συμπεριλαμβανομένων Ιρλανδίας και Βαλτικής Θάλασσας, Ανατολικό τμήμα της Βόρειας Αμερικής
Επιδράσεις	: Προσκολλάται σε όλες τις διαθέσιμες στέρεες επιφάνειες σε μεγάλη έκταση. Εκτοπίζει την υδρόβια ζωή του νέου οικοσυστήματος. Τρέφεται με φυτοπλαγκτόν και το μειώνει σημαντικά. Προκαλεί πολλά προβλήματα σε υποθαλάσσιες κατασκευές καθώς, λόγω της ανεξέλεγκτης ανάπτυξής του, φράζει τα δίκτυα εισαγωγής στα πλοία, τους σωλήνες άρδευσης κλπ, προκαλώντας ζημιές πολλών εκατομμυρίων δολαρίων.



Πηγή : <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=50>

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όνομα	: Ασιατικό φύκη, Asian Kelp, Undaria Pinnatifilda
Αυτόχθονο	: Βόρεια Ασία
Βιοεισβολέας	: Νότια Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία, Δυτική Ακτή της Αμερικής, Ευρώπη και Αργεντινή
Επιδράσεις	: Αναπτύσσεται και εξαπλώνεται γρήγορα. Αντικαθιστά τα φυσικά φύκη και την θαλάσσια ζωή και γενικά μεταβάλλει την ισορροπία του οικοσυστήματος και την τροφική αλυσίδα. Μπορεί να επηρεάσει τα εμπορικά αποθέματα οστρακοειδών μέσω του ανταγωνισμού και της διαταραχής του οικοσυστήματος.



Πηγή : <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=68>

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Όνομα	: Ευρωπαϊκός Πράσινος Κάβουρας, Carcinus Maenas
Αυτόχθονο	: Ευρωπαϊκές Ακτές του Ατλαντικού
Βιοεισβολέας	: Νότια Αυστραλία, Νότια Αμερική, Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και Ιαπωνία
Επιδράσεις	: Εξαιρετικά εύκολα προσαρμόσιμο και επεμβατικό είδος. Ανθεκτικό στους εχθρούς του λόγω του σκληρού κελύφους. Ανταγωνίζεται και τελικά εκτοπίζει τα γηγενή είδη καβουριών. Ως θηρευτής καταναλώνει μεγάλη ποικιλία θηραμάτων με αποτέλεσμα να τα εξαντλεί από την τροφική αλυσίδα.



Πηγή : <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=114>

Είναι κατανοητό ότι το κόστος της ύπαρξης των βιοεισβολέων και της ανάπτυξης των κοινοτήτων τους στα νέα οικοσυστήματα, είναι τεράστια και αναπτύσσεται σε όλους τους τομείς.

Σύμφωνα με στοιχεία της WWF (WWF International, 2009), από το 2004, οπότε και υιοθετήθηκε η Σύμβαση, σχεδόν όλες οι θάλασσες στον κόσμο και όλες οι θαλάσσιοι οδοί συνεχίζουν να προσβάλλονται από ανεπιθύμητα είδη. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι οικονομικές απώλειες εξαιτίας του φαινομένου αυτού, για τον χρόνο 2004-05 ξεπέρασαν τα 7 δισεκατομμύρια USD. Οι συνολικές απώλειες από το 2004 έως το 2009 κυμάνθηκαν τουλάχιστον στα 50 δισεκατομμύρια USD. Στο ποσό αυτό συμπεριλαμβάνεται το κόστος των ζημιών και της αποκατάστασης αυτών στον τομέα την αλιείας, ιχθυοκαλλιέργειών, στις βιομηχανικές υποδομές και τα λιμάνια. Δεν περιλαμβάνονται οι έμμεσες οικονομικές απώλειες που προκαλούνται από τις αλλαγές στην θαλάσσια βιοποικιλότητα όπως οι εξαφανίσεις ενδημικών ειδών.

Για την ανίχνευση όλων αυτών των σιωπηλών δυνητικά επεμβατικών ειδών και την αντιμετώπισή τους, απαιτείται μεγάλη και δαπανηρή προσπάθεια λόγω της μη χαρτογραφημένης δράσης τους. Τέτοιες προσπάθειες αποδείχτηκαν αναποτελεσματικές, αφού απαιτήθηκε η χρήση χημικών προϊόντων σε μεγάλο εύρος, με τεράστιες οικονομικές και περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις. Άλλωστε, κάθε 9 εβδομάδες παρουσιάζεται ένα καινούριο χωροκατακτητικό είδος σε κάποιο σημείο του πλανήτη (Colin Clark).

2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Όσο πιο γρήγορα γίνονται οι παρεμβάσεις για ένα τέτοιο θέμα, τόσο αυξάνεται η αποτελεσματικότητα των απαιτούμενων μέτρων (Κοτρίκλα, 2016).

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος των βιοεισβολέων, η πολιτική του IMO έχει σκοπό την πρόληψη και την διαχείριση των βιοεισβολέων στο αρχικό στάδιο.

Ο IMO, το 1992, κατά την Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (UNCED), που έλαβε χώρα στο Ρίο Ντε Τζανέιρο, ξεκίνησε διαδικασίες για να εξετάσει την ανάπτυξη ενός διεθνώς δεσμευτικού μέσου για την αντιμετώπιση της μεταφοράς επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών και παθογόνων στα νερά έρματος των πλοίων (www.imo.org).

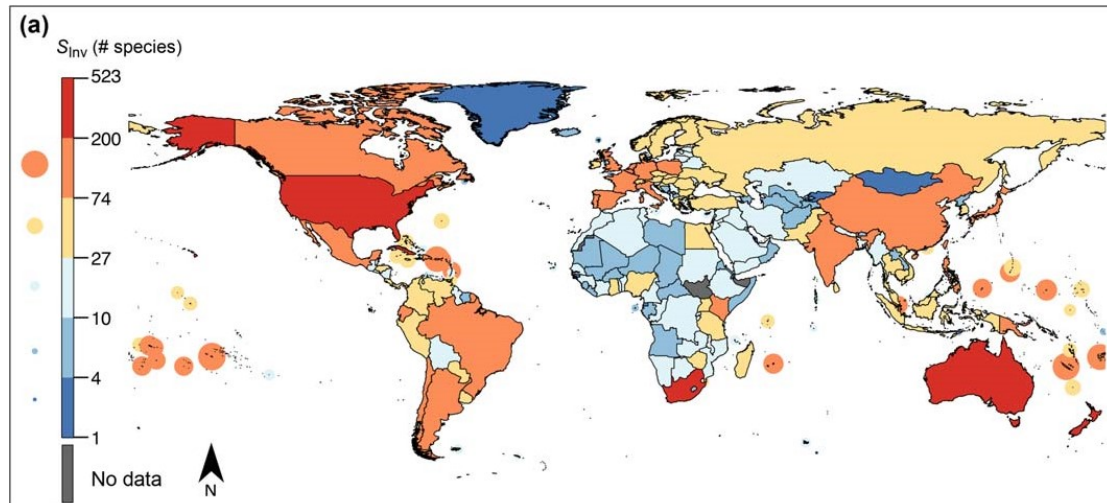
Το 1994, η Marine Environment Protection Committee (MEPC) ίδρυσε το Ballast Water Working Group (BWWG) οπότε και οι εργασίες επικεντρώθηκαν στην προετοιμασία μιας ανεξάρτητης Σύμβασης για τον έλεγχο και την διαχείριση του έρματος και των ιζημάτων των πλοίων.

Το 1997, ο IMO ενέκρινε τις κατευθυντήριες γραμμές για τον έλεγχο και την διαχείριση του έρματος, με σκοπό της ελαχιστοποίηση της μεταφοράς ανεπιθύμητων βιοεισβολέων και κάλεσε τα μέλη της να τις ακολουθήσουν.

Το 2004, υιοθετήθηκε η Διεθνής Σύμβαση για τον έλεγχο και την διαχείριση του νερού και του ιζήματος του έρματος των πλοίων (International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments). Η Σύμβαση επρόκειτο να τεθεί σε ισχύ 12 μήνες μετά από την επικύρωσή της από 30 κράτη μέλη, ποσοστό που θα αντιπροσωπεύει το 35% της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας.

Στις 24 Νοεμβρίου 2016 και κατά την διάρκεια της 29^{ης} Συνέλευσης του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), η Ινδονησία επικύρωσε την Ballast Water Management Convention (BWM). Η απόφαση της Ινδονησίας, είχε ως αποτέλεσμα να πληρούνται πλέον όλες οι προϋποθέσεις προκειμένου να τεθεί σε ισχύ η Σύμβαση, συμπεριλαμβανομένου του κριτηρίου να έχει επικυρωθεί από κράτη – μέλη του IMO, τα οποία να αντιπροσωπεύουν το 35% της παγκόσμιας χωρητικότητας σε gt. Κατά

συνέπεια, η Διεθνής Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ παγκοσμίως στις 8 Σεπτεμβρίου 2017 (<https://www.naftikachronika.gr/2015/11/24/se-ischy-bainei-i-ballast-water-management-convention/>). Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΙΜΟ σήμερα (www.imo.org), 83 κράτη μέλη έχουν επικυρώσει την Σύμβαση, ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 90,98% της παγκόσμιας χωρητικότητας.



Εικόνα 2 : Παγκόσμιος χάρτης εμφάνισης χωροκατακτητικών ειδών (IAS)

[πηγή : (Anna J. Turbelin, 2017)]

2.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ

Η εφαρμογή της Σύμβασης, έχει συγκεκριμένο πλάνο, με συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα.

Αφού η Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ στις 8 Σεπτεμβρίου 2017, όλα τα πλοία πρέπει να επεξεργάζονται / διαχειρίζονται το μεταφερόμενο υδάτινο έρμα τους.

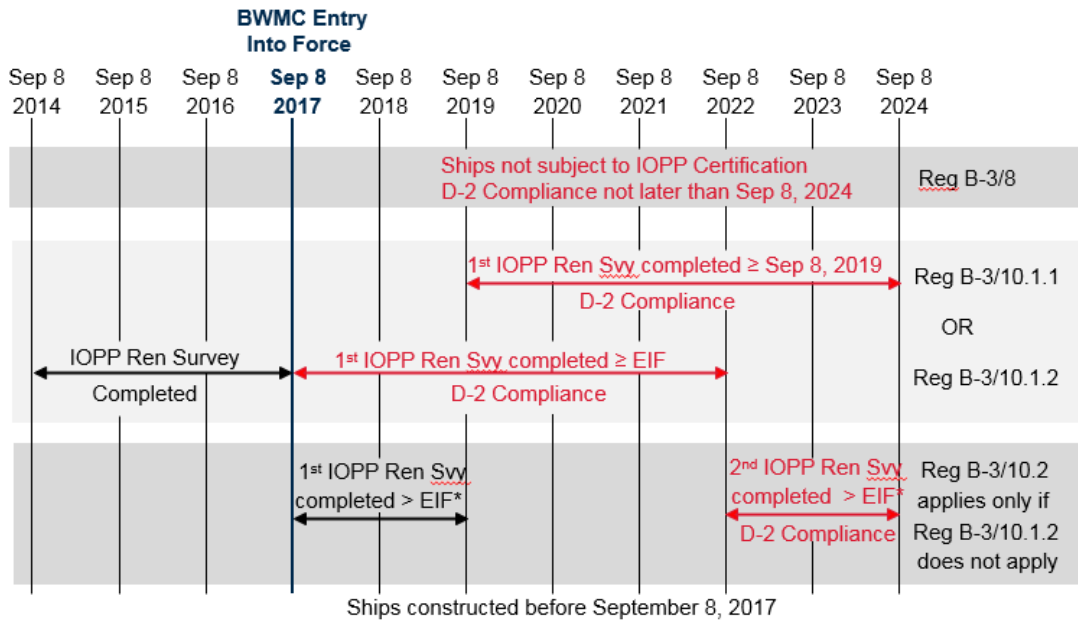
Η Σύμβαση εμπεριέχει δύο πρότυπα διαχείρισης έρματος D1 και D2, τα οποία θα αναλυθούν περαιτέρω.

Κάθε πλοίο με ολική χωρητικότητα μεγαλύτερη των 400 gt, πρέπει να συμμορφώνονται με την Σύμβαση, εκτός από τις εξαιρέσεις όπως καθορίζονται σε αυτή.

Το πρόγραμμα εφαρμογής, μετά από σειρά τροποποιήσεων, σήμερα έχει ως εξής (Ballastwater Equipment Manufacturers' Association, 2018):

- Από την έναρξη ισχύος της Σύμβασης (8 Σεπτεμβρίου 2017) όλα τα πλοία, ανεξαρτήτως ημερομηνίας κατασκευής, πρέπει να φέρουν :
 - Ballast Water Management Plan
 - Ballast Water Record Book
 - International Ballast Water Management Certificate.
- Υπάρχοντα πλοία, με ημερομηνία θέσης τρόπιδας πριν την 8^η Σεπτεμβρίου 2017, πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο D1, μέχρι της οριστική ημερομηνία πλήρους συμμόρφωσης.
- Νέα πλοία κατασκευής μετά την 8^η Σεπτεμβρίου 2017, πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο D1.
- Υπάρχοντα πλοία, με προγραμματισμένο Renewal Survey μεταξύ 8^{ης} Σεπτεμβρίου 2017 και 8^{ης} Σεπτεμβρίου 2019, πρέπει :
 - Περίπτωση 1 : Αν το προηγούμενο Renewal Survey ήταν μεταξύ 8 Σεπτεμβρίου 2014 και 8 Σεπτεμβρίου 2017, πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο D2, με τελική ημερομηνία εφαρμογής αυτή της Renewal Survey.
 - Περίπτωση 2 : Αν η προηγούμενη Renewal Survey ήταν πριν την 8^η Σεπτεμβρίου 2014, τότε η συμμόρφωση με το πρότυπο D2 ισχύει μετά από την επόμενη Renewal Survey.

- Υπάρχοντα πλοία με προγραμματισμένο Renewal Survey μετά την 8^η Σεπτεμβρίου 2019, πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο D2 μετά το Renewal Survey.
- Τέλος, όλα τα πλοία, πρέπει να συμμορφωθούν με το πρότυπο D2 μέχρι την καταληκτική ημερομηνία της 8^{ης} Σεπτεμβρίου 2024.



Πίνακας 2 : Πρόγραμμα εφαρμογής Διεθνούς Σύμβασης

πηγή : (ABS, Ballast Water Management Advisory, 2019)

Γενικά ισχύει :

- Όλα τα νέα πλοία, πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο D2.
- Μέχρι την ημερομηνία της τελικής συμμόρφωσής τους με το πρότυπο D2, όλα τα υπάρχοντα πλοία πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο D1, όπως αυτό καθορίζεται.
- Με τον όρο «Renewal Survey» αναφερόμαστε στην IOPPC επιθεώρηση, σύμφωνα με την MARPOL Annex I, όπως αυτό καθορίζεται.
- Ανεξάρτητα της χωρητικότητας των πλοίων, όλα τα υπάρχοντα πλοία πρέπει να συμμορφωθούν με το πρότυπο D2 κατά την πρώτη ανανέωση του IOPPC.

ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΩΝ

A – Γενική Πρόβλεψη (Κανονισμοί)

A1	: Ορισμοί
A2	: Γενικές Εφαρμογές
A3	: Εξαιρέσεις
A4	: Εξαιρέσεις
A5	: Ισοδύναμη Συμμόρφωση

B – Διαχείριση και Απαιτήσεις Ελέγχου Για πλοία

B1	: Ballast Water Management Plan
B2	: Ballast Water Record Book
B3	: Ballast Water Management for Ships
B4	: Ballast Water Exchange
B5	: Sediment Management for Ships
B6	: Υποχρεώσεις για τους Αξιωματικούς και το πλήρωμα

C – Special Requirements in Certain Areas

C1	: Additional Measures
C2	: Warning Concerning ballast water uptake in certain areas and related flag state measures
C3	: Communication of information

D – Πρότυπα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος

D1	: Πρότυπο ανταλλαγής θαλάσσιου έρματος (Ballast Water Exchange – BWE)
D2	: Πρότυπο επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος (Ballast water performance standard)
D3	: Απαιτήσεις έγκρισης συστήματος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος.
D4	: Prototype Ballast Water Treatment Technologies
D5	: Review of Standards by the Organization

E – Απαιτήσεις Επιθεώρησης και Πιστοποίησης για την Διαχείριση του Θαλάσσιου Έρματος

E1	: Επιθεωρήσεις
-----------	----------------

E2	:	Ασφάλιση και έγκριση Πιστοποιητικού
E3	:	Ασφάλιση ή έγκριση από άλλον φορέα.
E4	:	Μορφή του Πιστοποιητικού
E5	:	Διάρκεια και Ισχύς του Πιστοποιητικού
Παράρτημα I : Μορφή του Πιστοποιητικού		
Παράρτημα II : Διάρκεια και Ισχύς του Πιστοποιητικού		
Οδηγίες		
G1	:	Οδηγίες για τις εγκαταστάσεις υποδοχής ιζήματος
G2	:	Οδηγίες για την λήψη δείγματος έρματος
G3	:	Οδηγίες για την ισοδύναμη διαχείριση έρματος
G4	:	Οδηγίες για την διαχείριση του έρματος και την εκπόνηση των σχεδίων διαχείρισης
G5	:	Οδηγίες για τις εγκαταστάσεις υποδοχής νερού έρματος
G6	:	Οδηγίες για την διαδικασία ανταλλαγής έρματος
G7	:	Οδηγίες για την εκτίμηση κινδύνου βάσει του Κανονισμού A-4 της Σύμβασης
G8	:	Οδηγίες για την έγκριση συστημάτων διαχείρισης έρματος
G9	:	Διαδικασία για την έγκριση συστημάτων διαχείρισης έρματος που χρησιμοποιούν δραστικές ουσίες.
G10	:	Οδηγίες για έγκριση και επίβλεψη των πρωτότυπων συστημάτων διαχείρισης έρματος
G11	:	Οδηγίες για τον σχεδιασμό και την κατασκευή προτύπων για την ανταλλαγή έρματος
G12	:	Οδηγίες για την σχεδίαση και την κατασκευή, για τον έλεγχο των ιζημάτων στα πλοία
G13	:	Οδηγίες για επιπλέον μετρήσεις σχετικά με την διαχείριση του θαλάσσιου έρματος, συμπεριλαμβανομένων των εκτάκτων καταστάσεων
G14	:	Οδηγίες για τον προσδιορισμό περιοχών για την διαδικασία ανταλλαγής έρματος.

Πίνακας 3 : Διάρθρωση Διεθνούς Σύμβασης

2.3. ΕΞΑΙΡΕΣΕΙΣ

Η Σύμβαση εφαρμόζεται σε όλα τα πλοία που χειρίζονται θαλάσσιο έρμα και έχουν χωρητικότητα μεγαλύτερη από 400 gt, συμπεριλαμβανομένων των πλωτών σκαφών, των πλωτών πλατφόρμων, των Floating Storage Units (FSUn), και των Floating Production Storage And Offloading Facilities (FPSO) (International Maritime Organization, 2009).

Η Σύμβαση καθορίζει εξαιρούμενες κατηγορίες πλοίων. Συγκεκριμένα, η Σύμβαση δεν έχει εφαρμογή σε :

- Πλοία που δεν είναι σχεδιασμένα ή κατασκευασμένα να μεταφέρουν θαλάσσιο έρμα (Ballast Free Ships) ή μεταφέρουν μόνιμο θαλάσσιο έρμα σε μόνιμα σφραγισμένες δεξαμενές, το οποίο δεν απορρίπτεται στο θαλάσσιο περιβάλλον.
- Πολεμικά πλοία, βοηθητικά ναυπηγήματα κ.λ.π. που ανήκουν ή λειτουργούν σε ένα κράτος και γενικά χρησιμοποιούνται μόνο σε κυβερνητικές, μη εμπορικές, υπηρεσίες.

2.4. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ D1

Πρότυπο ανταλλαγής Θαλάσσιου έρματος (BWES)

Η μέθοδος της ανταλλαγής του έρματος εφαρμόζεται κατά το μεταβατικό στάδιο, μέχρι την πλήρη εφαρμογή της Σύμβασης, οπότε και όλα τα πλοία πρέπει να είναι εφοδιασμένα με ένα σύστημα επεξεργασίας έρματος.

Ως γενική αρχή, σύμφωνα με τον Κανονισμό D1 τα πλοία που υπόκεινται σε ανταλλαγή θαλάσσιου έρματος, για να θεωρείται αποτελεσματική η μέθοδος πρέπει να πραγματοποιούν ανταλλαγή του έρματος τουλάχιστον κατά 95% του όγκου του μεταφερόμενου έρματος. Η διαδικασία ανταλλαγής έρματος, είναι η διαδικασία κατά την οποία το βιολογικά φορτωμένο νερό που λαμβάνεται στο τελευταίο λιμάνι φόρτωσης, ξεπλένεται από τις δεξαμενές έρματος με νερό από τον ανοιχτό ωκεανό. Η ανταλλαγή έρματος πρέπει να εκτελείται σε απόσταση 200 ναυτικών μιλίων από την πιο κοντινή ακτή ή όπου αυτό δεν είναι εφικτό σε απόσταση 50 ναυτικών μιλίων από την πιο κοντινή ακτή και σε σημείο όπου το βάθος της θάλασσας να είναι τουλάχιστον 200 μέτρα. Σε αυτές τις συνθήκες, οι βιολόγοι επιστήμονες έχουν καταλήξει ότι οι θαλάσσιοι οργανισμοί και τα παθογόνα δεν είναι πολυάριθμα και εξαιτίας των αλλαγών της χημείας του νερού, την θερμοκρασία και την αλατότητα, υπάρχει μικρότερη πιθανότητα να επιβιώσουν μετά από την απόρριψή τους στην θάλασσα. (Indian Register of Shipping, 2016)

Η διαδικασία ανταλλαγής έρματος δεν απαιτεί πρόσθετο εξοπλισμό επί του πλοίου, καθώς χρησιμοποιούνται οι αντλίες και οι σωληνώσεις που ήδη υπάρχουν στο πλοίο. Σε συγκεκριμένους τύπους πλοίων όπου υπάρχουν wing ballast tanks δεν μπορούν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά οι μέθοδοι της ανταλλαγής έρματος και απαιτείται η τροποποίηση των υπαρχόντων γραμμών ερματισμού. Η εφαρμογή του Κανονισμού D1 είναι ένα προσωρινό μέτρο, μέχρι την πλήρη εφαρμογή της Σύμβασης, σύμφωνα με τον κανονισμό D2 και συνεπώς τον εκσυγχρονισμό των υπαρχόντων πλοίων καθώς και τον εξοπλισμό τους με εγκεκριμένα συστήματα επεξεργασίας έρματος.

Κατά την διεξαγωγή οποιασδήποτε ενέργειας διαχείρισης έρματος, πρέπει να ισχύουν οι απαιτήσεις ορατότητας, όπως αυτές καθορίζονται από την SOLAS Ch.V, Reg.22. το ίδιο ισχύει για το βύθισμα της έλικας και το ελάχιστο βύθισμα (DNV-GL, July 2017). Σε περίπτωση που κατά την διάρκεια των χειρισμών, υπάρχει υπέρβαση σε οποιοδήποτε από αυτά τα όρια, παρέχονται οδηγίες στους πλοιάρχους για τις

ενέργειες που πρέπει να γίνονται κατά τους χειρισμούς ανταλλαγής του έρματος (IMO MSC/Circ.1145).

Σύμφωνα με τον Κανονισμό D1, καθορίζονται οι διαδικασίες για την ανταλλαγή του υδάτινου έρματος. Οι τρεις μέθοδοι που έχουν αξιολογηθεί και εγκριθεί από τον IMO είναι οι ακόλουθες :

- Διαδοχική Μέθοδος (Sequential Method)

Οι δεξαμενές έρματος αδειάζουν και ξαναγεμίζουν με υδάτινο έρμα, ενώ το πλοίο βρίσκεται εν πλω, με ποσοστό ανταλλαγής έρματος της τάξης του 95%. Η διαδικασία αυτή θεωρητικά εκτελείται σε μικρό χρονικό διάστημα, χωρίς όμως αυτό να είναι πρακτικά εφαρμόσιμο, καθώς η ανταλλαγή γίνεται σταδιακά ανά δεξαμενή. Κατά την διαδικασία υπάρχει ο κίνδυνος απώλειας της ευστάθειας του πλοίου. Σε συνδυασμό με τις αυξημένες καταπονήσεις και ενδεχομένως με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, η μέθοδος καθίσταται εξαιρετικά επικίνδυνη για την ακεραιότητα του πλοίου και συνεπώς για την υγεία και ακεραιότητα του πληρώματος.

- Μέθοδος Υπερχείλισης (Flow trough method)

Το έρμα που βρίσκεται μέσα στις δεξαμενές έρματος, εκτοπίζεται μέσω των σωλήνων υπερχειλίσης / εξαερισμού των δεξαμενών και αντικαθίσταται. Θεωρητικά, η διαδικασία είναι αποτελεσματική όταν έχει αλλαχθεί τριπλάσια ποσότητα έρματος σε σχέση με την χωρητικότητα κάθε δεξαμενής.

Λόγω της ταυτόχρονης φόρτωσης / εκφόρτωσης του έρματος, το πλοίο δεν κινδυνεύει να χάσει την ευστάθειά του, ούτε παρατηρείται αύξηση των καταπονήσεων. Δεν μπορεί να μην ληφθεί υπόψη ότι είναι μία χρονοβόρα διαδικασία και αρκετά επικίνδυνη για το πλήρωμα. Κρύβει πολλούς κινδύνους για την ασφάλεια του πληρώματος αν ληφθεί υπόψη ότι απαιτείται εργασία του πληρώματος επί του καταστρώματος τις νυχτερινές ώρες, σε δύσκολες καιρικές συνθήκες ακόμα και σε συνθήκες ισχυρού ψύχους, εργασίες που πιθανόν να οδηγήσουν σε τραυματισμό λόγω της ολισθηρότητας του καταστρώματος είτε την απ' ευθείας επαφή του πληρώματος με το έρμα, με ό,τι αυτό συνεπάγεται. (International Maritime Organization, 2009)

- Μέθοδος Διάλυσης (Dilution Method)

Η ήδη γεμάτη δεξαμενή έρματος, γεμίζει από την κορυφή της με ταυτόχρονη εκκένωσή της από τον πυθμένα. Η όλη διαδικασία πραγματοποιείται με τον ίδιο ρυθμό ροής, διατηρώντας την στάθμη σταθερή καθ' όλη την διαδικασία. Υπάρχει αντιστοιχία της μεθόδου αυτής με την μέθοδο της υπερχείλισης και θεωρητικά είναι αποτελεσματική όταν έχει εισαχθεί και αφαιρεθεί ποσότητα έρματος τριπλάσια του όγκου κάθε δεξαμενής. Είναι πιο ασφαλής μέθοδος από την διαδοχική μέθοδο καθώς δεν παρατηρείται αλλαγή στην ευστάθεια του πλοίου και αύξηση των καταπονήσεων. Όσον αφορά στην ασφάλεια του πληρώματος, είναι πιο ασφαλής σε σχέση με την μέθοδο της υπερχείλισης, καθώς κανένα μέλος του πληρώματος δεν έρχεται σε επαφή με το έρμα. Επιπλέον, με την απομάκρυνση του έρματος από τον πυθμένα, απομακρύνονται ευκολότερα τα ιζήματα που συσσωρεύονται στον πυθμένα της δεξαμενής.

2.5. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ D2

Μέθοδος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος

Σύμφωνα με την Σύμβαση του IMO (International Maritime Organization, 2009) η οποία όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, έχει τεθεί σε ισχύ από τις 8 Σεπτεμβρίου 2017 και σύμφωνα με το πρόγραμμα εφαρμογής της, μετά τις 8 Σεπτεμβρίου 2024, όλα τα πλοία, νεότευκτα και υπάρχοντα, πρέπει να φέρουν πιστοποιημένο σύστημα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος.

Το πρότυπο D2 ορίζει τα όρια τα οποία πρέπει να ικανοποιεί το απορριπτόμενο έρμα. Συγκεκριμένα, πρέπει να ικανοποιούνται οι ακόλουθες συνθήκες :

- Το απορριπτόμενο έρμα πρέπει να περιέχει λιγότερο από 10 βιώσιμους οργανισμούς ανά κυβικό μέτρο. Οι οργανισμοί αυτοί να είναι μεγέθους μεγαλύτερο από 50 μικρόμετρα στην μικρότερη διάστασή τους. Επιπλέον να φέρει λιγότερο από 10 βιώσιμους οργανισμούς ανά milliliter, διαστάσεων μικρότερων από 50 μm, στην μικρότερη διάσταση και μεγαλύτερων ή ίσων με 10μm στην μικρότερη διάσταση.
- Οι συγκεντρώσεις ενδεικτικών μικροβίων, δεν πρέπει να ξεπερνούν τις ακόλουθες τιμές. Συγκεκριμένα :
 - Το τοξικογόνο μικρόβιο της χολέρας (*vibrio cholera*), ορομάδων O1 και O139, πρέπει να έχουν μέγιστη συγκέντρωση μικρότερη από 1cfu ανά 100 milliliters ή μικρότερη συγκέντρωση από 1 cfu ανά γραμμάριο (υγρό βάρος) ανά δείγμα ζωοπλαγκτόν.
 - Η συγκέντρωση του κολοβακτηριδίου *Escherichia Coli*, να είναι μικρότερη από 250 cfu ανά 100 milliliters.
 - Η συγκέντρωση του βακτηρίου του εντερικού εντεριόκοκκου (*intestinal enterococci*), να μην ξεπερνά την τιμή των 100 cfu ανά 100 milliliters.

Όπου cfu (colony forming unit) είναι η μονάδα σχηματισμού αποικίας. Είναι ο αριθμός των μικροοργανισμών που μπορούν να αναπαραχθούν για να δημιουργήσουν αποικίες.

3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ

Τα συστήματα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος χαρακτηρίζονται από μία τριμερή κατηγοριοποίηση, φυσική, μηχανική και χημική, ανάλογα με την τεχνολογία που εφαρμόζουν.

Σύμφωνα με τον IMO, ο ορισμός του εξοπλισμού επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος είναι «...ο εξοπλισμός, ο οποίος με μηχανικό, φυσικό, χημικό ή βιολογικό τρόπο, επεξεργάζεται είτε μεμονωμένα είτε συνδυαστικά, επιβλαβείς οργανισμούς, με σκοπό να τους απομακρύνει ή να αποφευχθεί η πρόσληψη και αναπαραγωγή τους, καθιστώντας τους αβλαβείς». (International Maritime Organization, 2009)

Καμία τεχνολογία επεξεργασίας δεν λειτουργεί αποτελεσματικά σε όλα τα πλοία, αφού καμία τεχνολογία δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις και τις επιχειρησιακές ανάγκες όλων των τύπων των πλοίων. (ABS, 2019)

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας έρματος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και η πιο αποτελεσματική λύση αποτελεί συνδυασμό των υφιστάμενων τεχνολογιών.

- Διαμόρφωση / μορφή του πλοίου, χωρητικότητα έρματος και μέγεθος αντλιών πλοίου.
- Προφίλ λειτουργίας του πλοίου και διαδρομές εμπορίου (trade routes)
- Διαφορές μεταξύ έμφορτων καταστάσεων καθώς και χρόνοι συγκράτησης έρματος.
- TRC (ballast water treated rated capacities)
- Διαθέσιμοι χώροι εγκατάστασης εξοπλισμού
- Διαθέσιμη πλεονάζουσα ισχύς
- Θέματα σχεδίασης και εγκατάστασης του εξοπλισμού κατά την ενσωμάτωσή τους με τα υπάρχοντα συστήματα σωληνώσεων και μηχανήματα του πλοίου
- Επίδραση στην ακεραιότητα και την ασφάλεια του πλοίου και του πληρώματος.

3.1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Με τον όρο μηχανική επεξεργασία εννοείται ο διαχωρισμός και η απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων και μεγαλύτερων μικροοργανισμών από το έρμα.

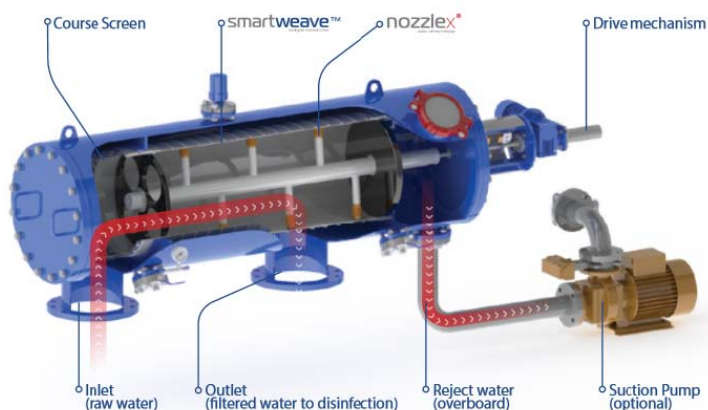
Πρόκειται για μια τεχνολογία που παρουσιάζει φιλικότητα προς το περιβάλλον, αφού το σύνολο των διαχωρισμένων στερεών απορρίπτονται με ασφάλεια στο σημείο ερματισμού. Με τον μηχανικό διαχωρισμό απομακρύνονται μεσαίου και μεγάλου μεγέθους σωματίδια, της τάξεως μεγαλύτερης των 50μm. Είναι λοιπόν αναμενόμενο, η μέθοδος αυτή να μην είναι αποτελεσματική στην αντιμετώπιση πολύ μικρών οργανισμών (π.χ. ιοί, βακτήρια κ.λ.π) και επιβάλλεται ο συνδυασμός με άλλες μεθόδους.

Ο διαχωρισμός σε αυτή την μέθοδο πραγματοποιείται είτε με διήθηση με φίλτρα (disc and screen filters) είτε με φυγοκέντρηση με υδροκυκλώνα. Συμπληρωματικά, στις προαναφερθείσες μεθόδους μηχανικής επεξεργασίας, προστίθεται η μέθοδος της κροκίδωσης (coagulation).

3.1.1. ΔΙΗΘΗΣΗ

Κατά την επιφανειακή διήθηση χρησιμοποιείται φίλτρο που απομακρύνει τα σωματίδια με διάμετρο μεγαλύτερη από τους πόρους του φίλτρου. Συνήθως χρησιμοποιούνται φίλτρα με μέγεθος πλέγματος από 10 μm έως 50 μm.

Τα περισσότερα συστήματα που διαθέτουν φίλτρα, χρησιμοποιούν ένα σύστημα παλινδρόμησης, το οποίο απορρίπτει αυτόματα πίσω στην θάλασσα τους οργανισμούς και το ίζημα, τα οποία παγιδεύονται στο φίλτρο.

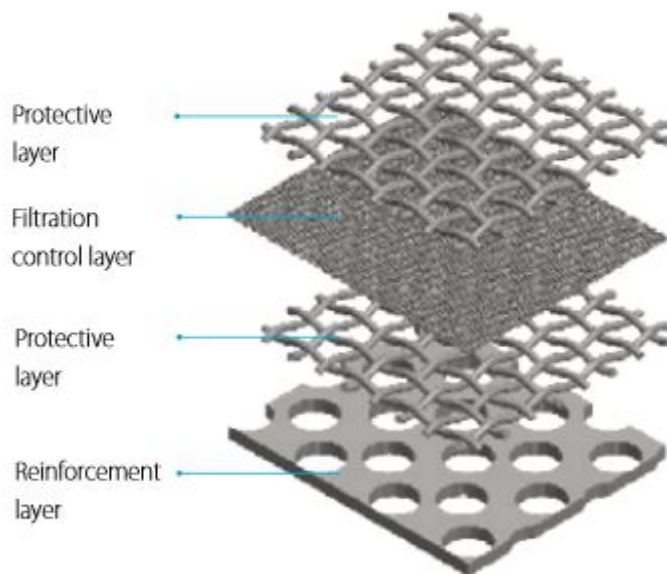


Εικόνα 3 : Διάταξη φίλτρου (Πηγή : FilterSafe)

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας έχουν αναπτυχθεί φίλτρα, τα οποία αποτελούνται από στρώματα που δημιουργούν ένα αποδοτικό μέσο φιλτραρίσματος.

Multi layered sintered structure

smartweave™ is comprised of four stainless steel weave-wire screen layers. The unique composition of weaves are then sintered together to create a strong, durable, reinforced filtering element requiring no additional support.



Available screens

Micron	15	20	25	40	55	80	100	130	200	300	500
*Micron rating according to ISO 4782 & SAE/ANP 901 standards											

Εικόνα 4 : Φίλτρο πολλαπλών στρώσεων (Πηγή : FilterSafe)

Από μελέτες και στατιστικά στοιχεία (FilterSafe) προκύπτουν ότι τα φίλτρα πολλαπλών στρωμάτων εμφανίζουν αποτελεσματικότητα 98% κατά την απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών, 96% κατά την απομάκρυνση ζωοπλαγκτόν (>50 micron) και 50% κατά την απομάκρυνση φυτοπλαγκτόν (10<50 micron).

Οι περισσότερες τεχνολογίες φίλτρων που χρησιμοποιούνται είναι σε θέση να καθαρίσουν το πλέγμα των φίλτρων αυτόματα (backflushing) χρησιμοποιώντας την διαφορά πίεσης ανάμεσα στην έξοδο του φίλτρου και την έξοδο αναρροής (δηλαδή

χρησιμοποιείται φιλτραρισμένο νερό για τον καθαρισμό του φίλτρου). Ανάλογα με την καθ' ύψος θέση των φίλτρων σε σχέση με την γραμμή του συστήματος, υπάρχει δυσκολία στο να επιτευχθεί αποτελεσματική λειτουργία των φίλτρων, χωρίς να επηρεαστεί η συνολική απόδοση της λειτουργίας του συστήματος. Τα φίλτρα νερού σε αυτή την διάταξη, απαιτούν εξωτερική πίεση για τον σωστό αυτοκαθαρισμό (ABS, Ballast Water Management Advisory, 2019). Τα φραγμένα φίλτρα και οι συνεχείς διαδικασίες backflushing, επηρεάζουν την συνολική αποτελεσματικότητα των ροών έρματος. Αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερο χρόνο ερματισμού καθώς διακόπτονται οι διαδικασίες φόρτωσης και κατά συνέπεια απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος παραμονής στο λιμάνι.

3.1.2. ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΗΣΗ

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην διαφορά πυκνότητας των υδρόβιων οργανισμών και του ιζήματος, σε σχέση με το θαλασσίνο νερό.

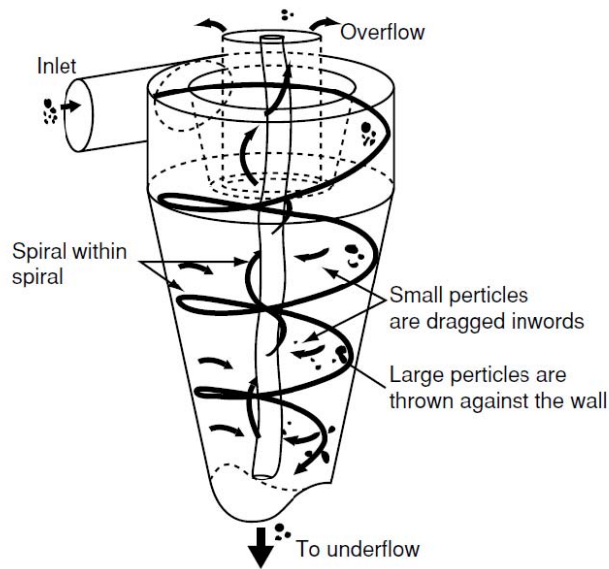
Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται με υδροκυκλώνα, δηλαδή με φυγοκέντρωση υψηλής ταχύτητας. Το έρμα οδηγείται σε κωνική κατασκευή και εκτελεί σπειροειδή κίνηση (δίνη). Τα αιωρούμενα σωματίδια, λόγω της μεγαλύτερης πυκνότητας και μάζας τους εκτοξεύονται στα τοιχώματα του κώνου και συλλέγονται σε ειδικά υδατοφράγματα, από τα οποία απορρίπτονται στην θάλασσα προτού εισέλθουν στις δεξαμενές έρματος. Παράλληλα, το έρμα υπερχειλίζει και οδηγείται στο δίκτυο ερματισμού.

Οι υδροκυκλώνες είναι απλές μηχανικές συσκευές που δεν φέρουν κινούμενα μέρη και δεν χρειάζονται ιδιαίτερη συντήρηση. Η μέθοδος δεν επιβαρύνει το περιβάλλον, καθώς οι μικροοργανισμοί και το ιζήμα επιστρέφουν άμεσα στο φυσικό τους περιβάλλον. Ενδεικτικά, η αρχή λειτουργίας του υδροκυκλώνα αποτυπώνονται στην Εικόνα 6.

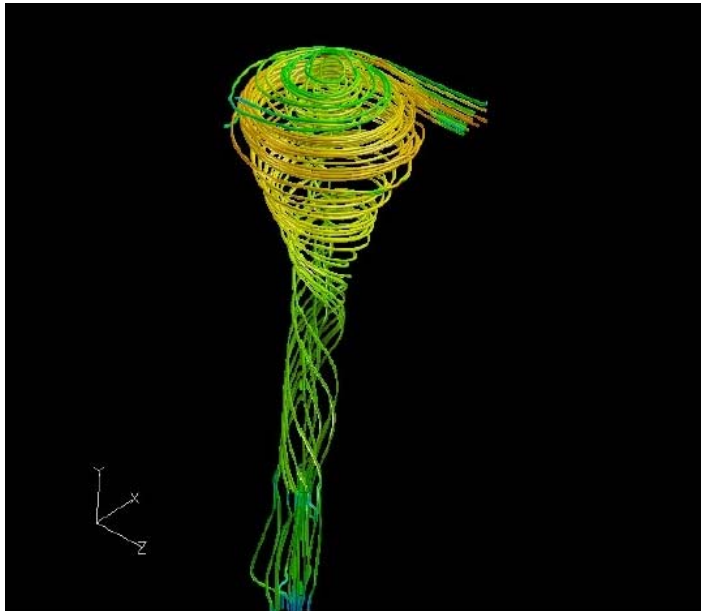
Η χρήση ενός υδροκυκλώνα είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία, η οποία στις περισσότερες περιπτώσεις εμφανίζει απόδοση κατώτερη σε σχέση με τα φίλτρα (Marijana Pecarevi, 2018).

Εμφανίζει πλεονεκτήματα, όσον αφορά στην ευκολία στην εγκατάστασή του και στην μικρή απαίτηση χώρου. Δεν παρουσιάζει αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία. Έχει χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση και συνεπώς χαμηλό

κόστος λειτουργίας. Σύμφωνα με την μελέτη (Marijana Pecarevi, 2018) αποδείχτηκε η επιτυχής χρήση του υδροκυκλώνα για την «απενεργοποίηση» κάποιων πλαγκτονικών υπό συγκεκριμένες συνθήκες υψηλής επιτάχυνσης και ρυθμού αποσυμπίεσης, συνθήκες που αποδείχθηκαν θανατηφόρες για ορισμένους μικροοργανισμούς.



Εικόνα 5 : Ενδεικτική Διάταξη Υδροκυκλώνα



Εικόνα 6 : Αποτύπωση της φυγοκεντρικής κίνησης στον υδροκυκλώνα, με την μέθοδο CFD

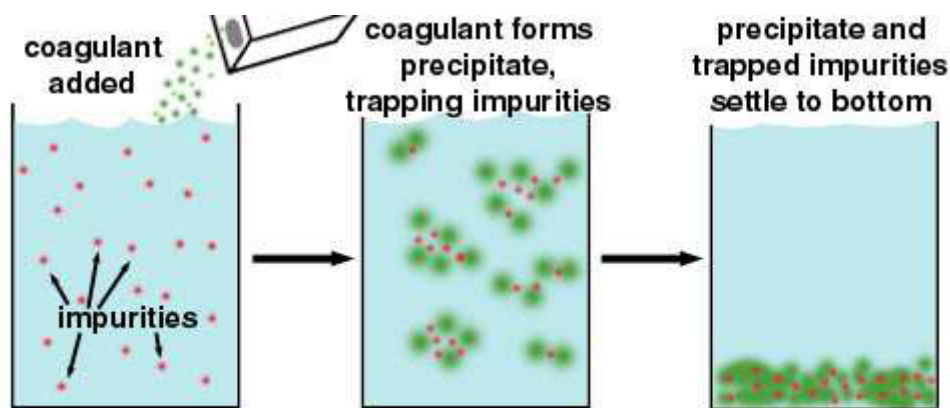
Πηγή :

3.1.3. ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ (COAGULATION)

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το θαλάσσιο έρμα περιέχει αιωρούμενα υλικά, που είναι ίζημα ή φυτοπλαγκτόν ή ζωοπλαγκτόν. Οι μέθοδοι της διήθησης και της φυγοκέντρησης έχουν αποτελεσματικότητα στην συγκράτηση και απομάκρυνση από το έρμα σωματιδίων και μικροοργανισμών με σχετικά μεγάλη διάμετρο και με ειδικό βάρος μεγαλύτερο σε σχέση με το ειδικό βάρος του θαλασσινού νερού. Με την αύξηση του μεγέθους των αιωρούμενων σωματιδίων, αυξάνεται και η απόδοση αυτών των εργασιών. Μία τέτοια διαδικασία, που περιλαμβάνει την ένωση μικρότερων σωματιδίων κολλοειδών διαστάσεων ($<1\mu\text{m}$) και την δημιουργία μεγαλύτερων, ονομάζεται κροκίδωση.

Τα κροκιδωτικά υλικά που προστίθενται είναι συνήθως άλατα τρισθενούς σιδήρου, άλατα αργιλίου κ.λ.π. και για την δράση τους απαιτείται μία πρόσθετη δεξαμενή όπου θα γίνεται η ανάμειξη. Είναι προφανές ότι αυτή η μέθοδος δεν έχει πρακτική εφαρμογή και δεν κρίνεται πλεονεκτική σε σύγκριση με άλλες μεθόδους.

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν διεξαχθεί (Nurul Syahidah Zafisah, 2020) έχει προκύψει η ανάγκη της εξέλιξης της κροκίδωσης με διαφορετικούς μηχανισμούς, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα σε μικρό χρόνο καθίζησης.



Εικόνα 7 : Μέθοδος Κροκίδωσης Πηγή : (Kazantzis, 2016)

3.2. ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Κατά την διαδικασία της φυσικής επεξεργασίας, χρησιμοποιούνται μη χημικά μέσα, με σκοπό είτε την θανάτωση είτε την αποτροπή της ανάπτυξης των μικροοργανισμών στις δεξαμενές έρματος.

Είναι αποτελεσματική μέθοδος στην απομάκρυνση μικρού και μεσαίου μεγέθους μικροοργανισμών. Είναι εναλλακτική μέθοδος της χημικής επεξεργασίας και στα περισσότερα συστήματα που χρησιμοποιούνται μέθοδοι φυσικής επεξεργασίας, απαιτείται επεξεργασία του έρματος και πριν από τον αφερματισμό (Alfa Laval). Η απόδοση των μεθόδων που ανήκουν στην φυσική επεξεργασία, εξαρτάται από διάφορα χαρακτηριστικά του έρματος και από την μορφή των οργανισμών που αυτό περιέχει.

3.2.1. ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (UV ULTRAVIOLET LIGHT)

Η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας για την απολύμανση του πόσιμου νερού χρησιμοποιείται για πάνω από έναν αιώνα.

Ως τεχνολογία για την επεξεργασία του θαλάσσιου έρματος, είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος φυσικής απολύμανσης. Εφαρμόζεται άμεσα στο νερό έρματος, μετά από το πρώτο στάδιο επεξεργασίας. Χρησιμοποιεί ειδικούς λαμπτήρες (quartz sleeves) που είναι κατασκευασμένοι από κράμα υδραργύρου και παράγουν υπεριώδη ακτινοβολία. Η υπεριώδης ακτινοβολία προκαλεί μόνιμη απενεργοποίηση των μικροοργανισμών. Συντελεί στην αποσύνθεση των κυτταρικών μεμβρανών των μικροοργανισμών. Το γενετικό υλικό καταστρέφεται και συνεπώς μειώνεται η ικανότητα αναπαραγωγής τους.

Το έρμα περνάει μέσα από τις λάμπες UV και στην συνέχεια καταλήγει στις δεξαμενές έρματος. Κατά τον αφερματισμό, το σύνολο του έρματος διέρχεται ξανά από τον αντιδραστήρα UV, όπου υπόκειται ξανά σε πλήρη επεξεργασία πριν από την απόρριψή του στο θαλάσσιο περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται στο ελάχιστο ο κίνδυνος ανάπτυξης κοινοτήτων μικροοργανισμών στις δεξαμενές έρματος κατά την μεταφορά.

Ως μέθοδος επεξεργασίας, εμφανίζεται φιλική προς το περιβάλλον, αφού δεν παράγονται επικίνδυνα υποπροϊόντα απολύμανσης. Επιπλέον, η μέθοδος UV δεν επηρεάζει τον ρυθμό διάβρωσης των δεξαμενών έρματος και των σωληνώσεων.

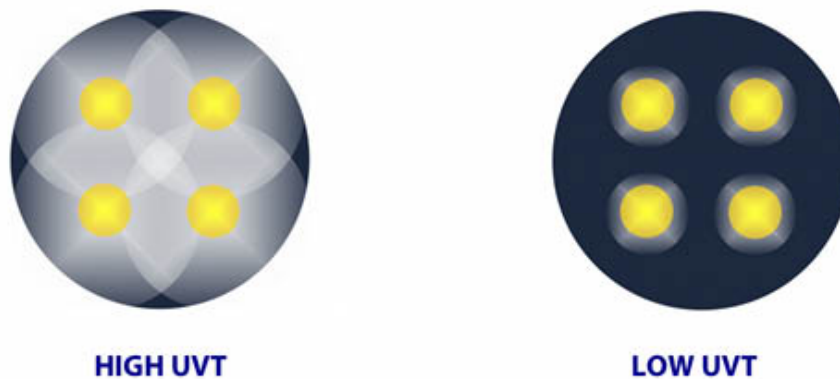
Η απόδοση των συστημάτων επεξεργασίας UV εξαρτάται από το είδος και την διαμόρφωση των λαμπτήρων UV. Οι λαμπτήρες που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του έρματος, είναι :

- Οι λαμπτήρες χαμηλής πίεσης (low-pressure type) και
- Οι λαμπτήρες μέσης πίεσης (medium-pressure type)

Γενικά, ανεξάρτητα από τον τύπο του λαμπτήρα, οι λαμπτήρες τοποθετούνται κάθετα στην διεύθυνση της ροής του νερού. Παρ' όλα αυτά, παρατηρούνται εξαιρέσεις κατά τις οποίες το έρμα ρέει παράλληλα προς τους λαμπτήρες.

Οι χαμηλής πίεσης λαμπτήρες, συνήθως χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του πόσιμου νερού, όπου υπάρχει διαφάνεια του ρευστού και στοχεύει στην αντιμετώπιση

μικροοργανισμών, όπως είναι τα βακτήρια. Είναι κατανοητό ότι στην περίπτωση της επεξεργασίας του θαλάσσιου έρματος και την ικανοποίηση του προτύπου D2, τέτοιες διατάξεις υπερκαλύπτουν τις απαιτήσεις.



Εικόνα 8 : εκπεμπόμενες High UV και Low UV ακτινοβολίες

Για τα συστήματα επεξεργασίας έρματος χρησιμοποιούνται λαμπτήρες μέσης πίεσης που παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόδοση ανά μονάδα μήκους λαμπτήρα. Λειτουργούν σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες (~900°C) ωστόσο παρουσιάζουν μικρότερο χρόνο ζωής. Κύριο πλεονέκτημα των λαμπτήρων μέσης πίεσης είναι το μικρό απαιτούμενο μήκος σε σχέση με τους λαμπτήρες χαμηλής πίεσης. Ενδεικτικά, για ένα σύστημα 1000 m³/h με χρήση λαμπτήρων χαμηλής πίεσης απαιτούνται 100 λαμπτήρες μήκους 1,3m. Αντίστοιχα, για χρήση λαμπτήρων μέσης πίεσης χρειάζονται 16 λαμπτήρες μήκους 300 mm.

Η μέθοδος UV στο σύνολό της είναι αποτελεσματική αρκεί να προβλέπεται ο άμεσος καθαρισμός των λαμπτήρων και η πρόληψη της βιορύπανσής τους, καθώς η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από την διαφάνεια των λαμπτήρων χαλαζία. Για την αποφυγή συσσώρευσης ρύπων πάνω στους λαμπτήρες, απαιτείται συστηματικός καθαρισμός ο οποίος επιτυγχάνεται με δύο τρόπους.

- Μηχανικό καθαρισμό, για τον οποίο χρησιμοποιούνται κινούμενοι καθαριστήρες που κινούνται κατά μήκος των λαμπτήρων. Η μέθοδος αυτή περιέχει κινούμενα μέρη, τα οποία χρειάζονται αντικατάσταση και συντήρηση.
- Πλύσιμο με ειδικό διάλυμα που αφαιρεί σχολαστικά οποιοδήποτε κατάλοιπο μόλυνσης από την επιφάνεια των λαμπτήρων και τους αισθητήρες.

Ενώ το σύστημα επεξεργασίας έρματος εμφανίζεται να είναι φιλικό προς το περιβάλλον, καθώς δεν δημιουργούνται επικίνδυνα παραπροϊόντα που απορρίπτονται στο περιβάλλον, εντούτοις η χρήση των λαμπτήρων υδραργύρου καθιστά το σύστημα εν δυνάμει επικίνδυνο. Συγκεκριμένα, η χρήση των λαμπτήρων χαλαζία πρέπει να πραγματοποιείται εντός των ορίων των προδιαγραφών τους, με συνεχή παρακολούθηση της λειτουργίας τους από την μονάδα ελέγχου, έτσι ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε ζημιά και διαρροή του υδραργύρου στο θαλάσσιο έρμα.

Εναλλακτική της μεθόδου με την χρήση UV είναι η μέθοδος ενισχυμένης επεξεργασίας UV (Alfa Laval). Η αρχή λειτουργίας είναι η ίδια με αυτή της επεξεργασίας UV με λαμπτήρες υδραργύρου μέσης πίεσης. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι οι λαμπτήρες που παράγουν το υπεριώδες φως τοποθετούνται μέσα σε συνθετικούς γυάλινους σωλήνες χαλαζία (synthetic quartz glass sleeves). Η ακτινοβολία σε συνδυασμό με την προσθήκη κατάλληλων καταλυτών (π.χ. διοξείδιο του τιτανίου TiO_2) που αντιδρούν με μικροοργανισμούς και άλλα οργανικά στοιχεία σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, οδηγεί στην δημιουργία ριζιδίων και τελικά στην καταστροφή των κυτταρικών μεμβρανών τους, αποτρέποντας την αναπαραγωγή τους.

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει υψηλότερη απόδοση συγκριτικά με τις τυπικές λάμπες UV, αυξάνοντας την βιολογική απόδοση χωρίς να επηρεάζεται η κατανάλωση της ενέργειας.

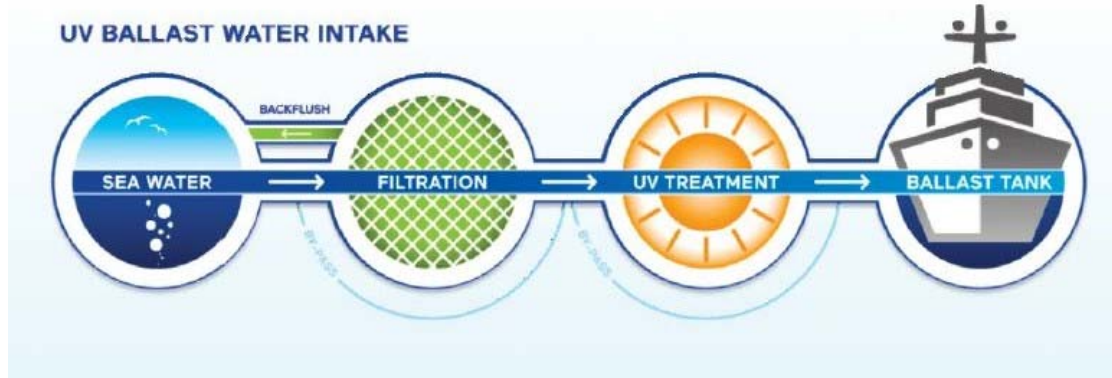
Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές για την έγκριση συστημάτων διαχείρισης έρματος (G8) του IMO, ως «βιώσιμοι οργανισμοί» ορίζονται «οι οργανισμοί και οποιαδήποτε στάδια αυτών είναι έμβια». Η μέθοδος αξιολόγησης αυτή είναι η Approved Vital Stain (VS) method και αποτελεί την θεώρηση αξιολόγησης του IMO (Kim Lundgreena, 2018). Η USCG, για την αξιολόγηση των συστημάτων όσον

αφορά στην βιωσιμότητα των οργανισμών χρησιμοποιεί την Most Probable Number (MPN) method.

Σε σύγκριση με τους άλλους τύπους BWMS, οι βιοκτόνες επιδράσεις των UV-Systems συνήθως καθυστερούν στον χρόνο. Η καταστροφή του DNA και του RNA παρεμποδίζει ζωτικές κυτταρικές λειτουργίες, αντιγραφή του κώδικα και τελικά προκαλείται κυτταρικός θάνατος χωρίς όμως να υπάρχει βιολογική καταστροφή του,

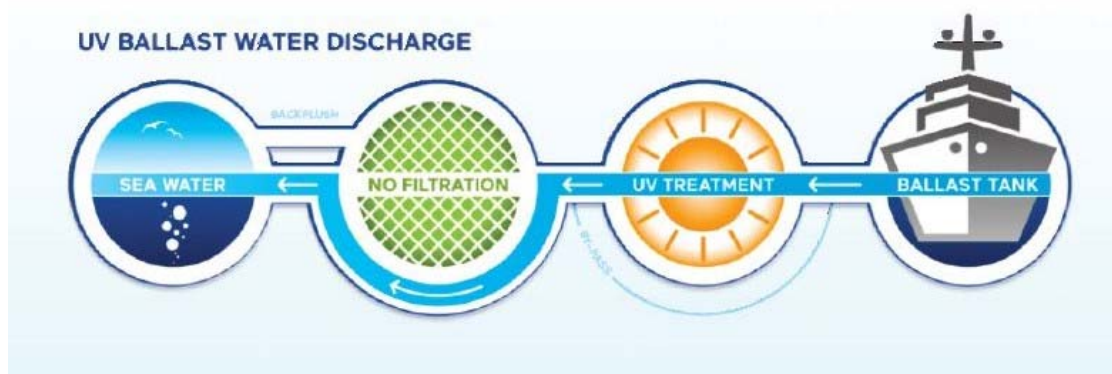
Η μέθοδος VS είναι η κλασική μέθοδος που μετρά τους ζώντες οργανισμούς και η αξιολόγηση πρέπει να γίνει μέσα 6h από την απόρριψή τους, χρονικό διάστημα κατά το οποίο, τα κύτταρα που υπέστησαν UV, ίσως να έχουν τάσεις ανάκαμψης μέχρι να επέλθει ο θάνατος. Αντιθέτως, σύμφωνα με την μέθοδο MPN, μπορούν να αξιολογηθούν οι καθυστερημένες επιδράσεις των UV. Η μέθοδος στηρίζεται στην ποσοτική εκτίμηση των ζώντων οργανισμών που υπάρχουν στο αρχικό αδιάλυτο δείγμα, σε ένα βάθος χρόνου 14 ημερών μετά από μια σειρά διαδοχικών αραιώσεων.

Στην έρευνα (Kim Lundgreena, 2018) έγινε προσπάθεια να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα που εμφανίστηκε από την USCG για τον καθορισμό του όρου «βιωσιμότητα οργανισμών» ερευνώντας ένα απλό ερώτημα : «Μπορούν τα συστήματα UV (Low Pressure and Medium Pressure type) να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις απόρριψης σύμφωνα με την Vital Stain (VS) method, σε περίπτωση της αύξησης της έντασης της ακτινοβολίας UV? Αν αυτό είναι εφικτό, πόση είναι η επιπλέον ένταση που απαιτείται?» Με κατάλληλες πειραματικές διατάξεις με δείγματα θαλασσινού νερού από εύκρατα και τροπικά κλίματα τα οποία υπέστησαν επεξεργασία με UV σε ποικίλα μήκη κύματος, αποδείχτηκε ότι η συμμόρφωση με τα πρότυπα IMO/USCG σύμφωνα με την VS μέθοδο είναι εφικτή. Η συνέπεια είναι ότι πρέπει να εφαρμοστεί 10πλάσια ένταση UV για να συμμορφωθούν με τα πρότυπα, σε σύγκριση με την MPN μέθοδο. Εναλλακτικά, τα πρότυπα καλύπτονται όταν υπάρχει dark hold period, της τάξης των 14 ημερών, οπότε και καλύπτονται οι απαιτήσεις απόρριψης κατά VS χωρίς αύξηση της έντασης του UV.



Εικόνα 9 : Στάδια επεξεργασίας με τεχνολογία UV κατά τον ερματισμό

(πηγή : www.ballast-water-treatment.com)



Εικόνα 10 : Στάδια επεξεργασίας με τεχνολογία UV κατά τον αφερματισμό

(πηγή : www.ballast-water-treatment.com)



Εικόνα 11 : Διάταξη συνδέσεων λαμπτήρων UV

[πηγή : Damen Invasave300]

3.2.2. ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗ (CAVITATION)

Ο σκοπός της μεθόδου της σπηλαίωσης είναι η καταστροφή των κυτταρικών μεμβρανών των οργανισμών και κατά συνέπεια την θανάτωσή τους (Κοτρίκλα, 2016). Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται διατάξεις σωλήνων ventouri, όπου δημιουργούνται φυσαλίδες υψηλής ενέργειας. Οι φυσαλίδες αυτές συσσωρεύουν μεγάλη ενέργεια και η έκρηξή τους συνεπάγεται την καταστροφή των κυτταρικών μεμβρανών των παρακείμενων οργανισμών και την θανάτωσή τους (Alfa Laval).

Οι υπέρηχοι στην ουσία είναι οι μηχανικές ταλαντώσεις της ύλης σε υψηλές συχνότητες. Κύματα υπερήχων υψηλής ισχύος παράγουν φυσαλίδες, που οδηγούν σε έντονες διατμητικές δυνάμεις και υψηλές τάσεις. Τα υπερηχητικά κύματα που μεταδίδονται στο νερό, έχουν ως αποτέλεσμα εναλλασσόμενους κύκλους υψηλής πίεσης και χαμηλής πίεσης, σε εύρος ανάλογα με την συχνότητα. Όταν οι φυσαλίδες λάβουν έναν όγκο στον οποίο δεν μπορούν πλέον να απορροφήσουν ενέργεια, καταρρέουν βίαια, κατά την διάρκεια ενός κύκλου υψηλής πίεσης (στάδιο συμπίεσης). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται σπηλαίωση. Κατά την κατάρρευση αυτών, αναπτύσσονται τοπικά πολύ υψηλές θερμοκρασίες (περίπου 1000 K) και υψηλές πιέσεις (περίπου 2000 atm). Ενδεικτικά, η κατάρρευση της φυσαλίδας οδηγεί σε πίδακες νερού με ταχύτητα έως 280 m/sec (www.hielscher.com). Αυτή η δημιουργία φυσαλίδων υψηλής ενέργειας και η κατάρρευσή τους, προκαλεί καταστροφή των κυτταρικών τοιχωμάτων και κατά συνέπεια την θανάτωσή τους.

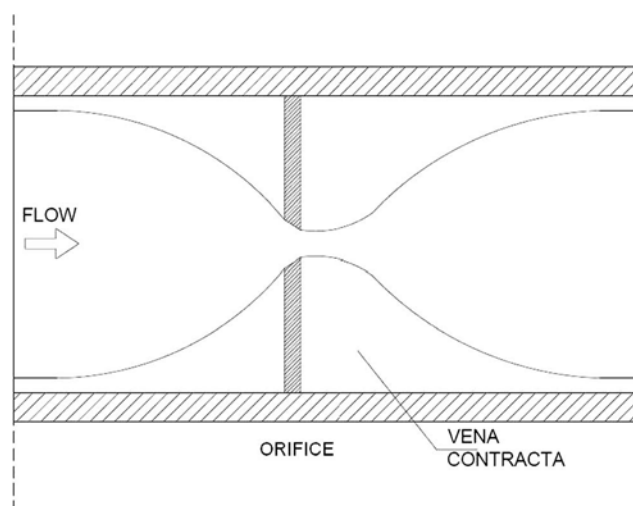
Δεν παρουσιάζει αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Ως μέθοδος είναι εύκολη στην χρήση, όμως πρέπει να ληφθεί υπόψη η καταπόνηση που υφίστανται τα δομικά στοιχεία του πλοίου, οι επικαλύψεις των δεξαμενών κ.λ.π, γεγονός που δεν μπορεί να αγνοηθεί κατά την συνεχή λειτουργία του πλοίου. Εργαστηριακές μελέτες που έχουν διεξαχθεί σχετικά με την λειτουργία των συστημάτων σε χρήση μηχανισμών σπηλαίωσης, έχουν τα εξής συμπεράσματα :

- Η υδροδυναμική σπηλαίωση κρίνεται αποτελεσματική για την φυσική μικροβιακή απολύμανση του θαλασσινού νερού.
- Η μέθοδος της υδροδυναμικής σπηλαίωσης σε συνδυασμό με την θερμική επεξεργασία, εμφανίζει θεαματικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, ο βαθμός

απολύμανσης αυξάνεται κατά 4 φορές στους 60°C σε σχέση με την συμβατική θερμική επεξεργασία στους 60°C.

- Σε συνδυασμό με την χρήση χλωρίωσης, το αποτέλεσμα είναι πιο αποδοτικό σε σχέση με την συμβατική χλωρίωση. Αποδεικνύεται από εργαστηριακή έρευνα ότι ο συνδυασμός της υδροδυναμικής σπηλαίωσης με την χρήση χλωρίου, μπορεί να μειώσει την ποσότητα των υποπροϊόντων απολύμανσης, που δημιουργούνται κατά την συμβατική διαδικασία χλωρίωσης.
- Στο σύνολό τους οι μελετητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η υδροδυναμική σπηλαίωση μπορεί να κλιμακωθεί σε εμπορική χρήση. Για να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την πλήρη απολύμανση του συνόλου του έρματος, η μέθοδος της υδροδυναμικής σπηλαίωσης μπορεί να συνδυαστεί με άλλες τεχνικές μεθόδους όπως η θερμική επεξεργασία ή/και η χλωρίωση. Άλλωστε, η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται ως μέθοδος προεργασίας και σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους. Η τεχνολογία της σπηλαίωσης στην επεξεργασία θαλάσσιου έρματος, έχει τεράστιο δυναμικό, λόγω του χαμηλού κόστους λειτουργίας, της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και της έλλειψης επιβλαβών επιπτώσεων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία (Martina Cvetković & Boris Kompare & Aleksandra Krivograd Klemenčič, 2015).

Η εφαρμογή της μεθόδου της σπηλαίωσης εφαρμόζεται είτε με την χρήση υπερήχων (ultrasound) είτε με την έκχυση αερίου.



Εικόνα 12 : Ενδεικτική Διάταξη Ventouri

[πηγή : (Martina Cvetković & Boris Kompare & Aleksandra Krivograd Klemenčič, 2015)]

3.2.3. ΑΠΟΞΥΓΟΝΩΣΗ (DEOXYGENATION)

Η μέθοδος της αποξυγόνωσης στηρίζεται στην αφαίρεση του οξυγόνου από τις δεξαμενές θαλάσσιου έρματος, ώστε να προκληθεί ασφυξία στους οργανισμούς που περιέχονται στο έρμα. Για την επίτευξη της αποξυγόνωσης των δεξαμενών χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι. Επιτυγχάνεται με την δημιουργία συνθηκών κενού, όπου προστίθενται κάποιοι αναγωγικοί παράγοντες (π.χ. σουλφίδια, γλυκόζη κ.λ.π). Εναλλακτικά, το οξυγόνο απομακρύνεται από τις δεξαμενές έρματος με την διοχέτευση ενός αδρανούς αερίου (π.χ. άζωτο) με συνεχή ροή, από μία προεγκατεστημένη γεννήτρια.

Τυπικά για την επίτευξη των συνθηκών ασφυξίας απαιτείται ένας χρόνος της τάξης των 4 ημερών, γεγονός που καθιστά το σύστημα αυτό ακατάλληλο για πλοία που εκτελούν σύντομους πλόες (Indian Register of Shipping, 2016). Είναι βέβαια εμφανές, ότι απαιτείται η εξασφάλιση συνθηκών πλήρους απομόνωσης των δεξαμενών και εγκατάσταση ρυθμιστικών βαλβίδων πίεσης αντί των συμβατικών κεφαλών εξαερισμού των δεξαμενών έρματος (Kazantzis, 2016).

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι το αποξυγονωμένο νερό έρματος παραμένει σφραγισμένο στις δεξαμενές με αποτέλεσμα την μείωση του ρυθμού διάβρωσης των δομικών στοιχείων του πλοίου (www.hielscher.com).

Από την άλλη πλευρά, η δημιουργία ανοξικών συνθηκών μέσω της αφαίρεσης του οξυγόνου αποτελεί μια μέθοδο με όχι και τόσο υψηλά επίπεδα αποτελεσματικότητας. Στο θαλάσσιο έρμα παραμένουν νύμφες και κύστες σε λανθάνουσα μορφή που δεν επηρεάζονται από την έλλειψη οξυγόνου και εν δυνάμει αποτελούν μονάδες σχηματισμού αποικίας.

3.2.4. ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (THERMAL TREATMENT)

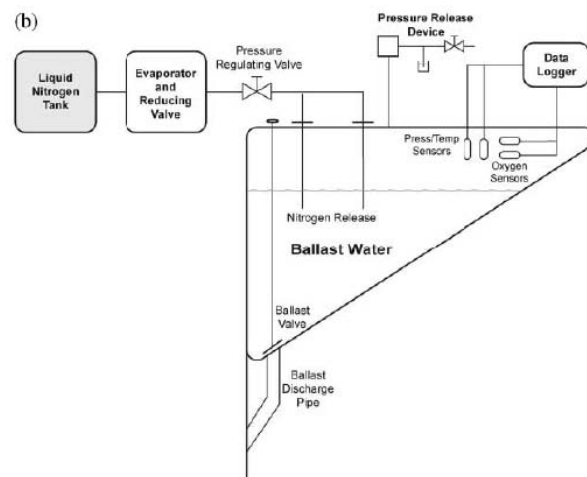
Σκοπός της μεθόδου αυτής είναι η θανάτωση των μικροοργανισμών που βρίσκονται στο έρμα, με την αύξηση της θερμοκρασίας του έρματος. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία (Κοτρίκλα, 2016), η απολύμανση επιτυγχάνεται όταν η θερμοκρασία του έρματος είναι τουλάχιστον 40°C και διατηρείται σε αυτή την θερμοκρασία για ικανό χρονικό διάστημα ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα στα όρια που καθορίζονται από το πρότυπο D2. Οι υδρόβιοι οργανισμοί έχουν διαφορετική αντοχή στην θέρμανση και για αυτό τον λόγο με την μέθοδο αυτή δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η πλήρης εξάλειψη των οργανισμών. Αντιθέτως, μπορεί να εξουδετερώσει ένα ευρύ φάσμα μεγάλων οργανισμών αλλά εμφανίζεται λιγότερο αποτελεσματική για τους μικροοργανισμούς.

Ως κύρια πηγή θερμότητας χρησιμοποιείται το σύστημα ψύξης της κύριας μηχανής του πλοίου, η οποία εκ των πραγμάτων είναι ανεκμετάλλευτη. Για την χρησιμοποίηση της ενέργειας αυτής είναι ευνόητο ότι πρέπει να γίνουν εργασίες ευρείας μετασκευής στα συστήματα λειτουργίας του πλοίου, γεγονός που είναι εξαιρετικά κοστοβόρο, ειδικά σε υπάρχοντα πλοία που ο διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση των συστημάτων είναι περιορισμένος. Η ενεργειακή απόδοση του συστήματος εξαρτάται και από το περιβάλλον λειτουργίας του πλοίου. Εμφανίζεται λειτουργικά πιο βιώσιμη αυτή η μέθοδος, όταν εφαρμόζεται σε θαλάσσιο έρμα που προέρχεται από θερμά περιβάλλοντα καθώς τότε απαιτείται λιγότερη αύξηση της θερμοκρασίας για την επιτυχή απολύμανση του νερού και συνεπώς λιγότερη δαπάνη ενέργειας. Σε αρκετές περιπτώσεις, οι κύριες μηχανές δεν επαρκούν ως πηγή θερμότητας, για την επιτυχή θέρμανση του συνόλου του έρματος. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται η ύπαρξη επιπλέον εγκαταστάσεων παραγωγής θερμότητας (boiler).

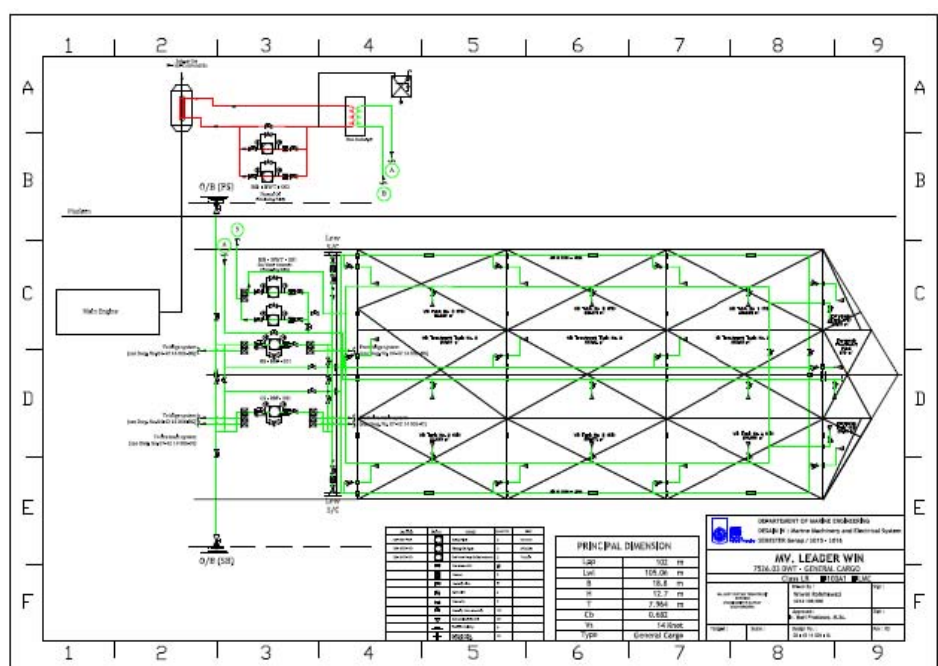
Ερευνητές έχουν εκπονήσει μελέτες για τη χρησιμοποίηση της θερμότητας από τα καυσαέρια (Hari Prastowo, 2017). Έχει μελετηθεί η αποτελεσματικότητα της μεθόδου αυτής όσον αφορά στο μέσο διανομής της ενέργειας στο νερό έρματος. Από συγκριτικούς υπολογισμούς οι Hari Praskowo et.al κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θέρμανση του έρματος μέσω διάταξης economizer με την χρήση εναλλάκτη θερμότητας λαδιού, κρίνεται ικανοποιητικά αποτελεσματική, αφού δύναται να φτάσει την θερμοκρασία του έρματος στους 70°C. Στην Εικόνα 14 και Εικόνα 13 ενδεικτικά

παρατίθενται το διαγραμματικό και το ισομετρικό σχέδιο μιας διάταξης ενός συστήματος επεξεργασίας έρματος, με την τεχνική της θέρμανσης. Είναι εμφανές ότι απαιτείται ευρεία μετασκευή και κατασκευή νέων δικτύων σωληνώσεων για την εγκατάσταση του συστήματος, γεγονός που καθιστά αυτή την μέθοδο αρκετά δαπανηρή.

Επιπλέον, λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας του έρματος στις δεξαμενές κατά την μεταφορά του, παρατηρείται αντίστοιχα αύξηση του δείκτη οξειδωσης, αυξάνοντας τον ρυθμό διάβρωσης των δομικών στοιχείων και των σωληνώσεων του πλοίου. Παράλληλα, οι απαιτήσεις συντήρησης των εναλλακτών θερμότητας αυξάνονται αναλόγως, προσθέτοντας επιπλέον κόστος στα λειτουργικά έξοδα ενός τέτοιου συστήματος.



Εικόνα 14 : Διάταξη συστήματος θερμικής επεξεργασίας, Πηγή : (Hari Prastowo, 2017)



Εικόνα 13 : Διαγραμματικό σχέδιο συστήματος θερμικής επεξεργασίας, Πηγή : (Hari Prastowo, 2017)

3.3. ΧΗΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

3.3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η επεξεργασία του έρματος με τις χημικές μεθόδους βασίζεται στην προσθήκη δραστικών ουσιών με σκοπό είτε την εξολόθρευση των επιβλαβών οργανισμών είτε την μεταβολή και καταστροφή του DNA / RNA των οργανισμών και συνεπώς την απενεργοποίηση της αναπαραγωγικής τους ικανότητας ώστε να μην αποτελούν κίνδυνο για δημιουργία νέας αποικίας στο νέο περιβάλλον. Η χημική επεξεργασία και η φυσική οξείδωση έχουν διαφορετικές αρχές δράσης (William R. Batista, 2017). Η χημική επεξεργασία δρα διαταράσσοντας τις κυτταρικές μεμβράνες και άλλα κυτταρικά συστατικά. Η φυσική οξείδωση προκαλεί απ' ευθείας βλάβη στο δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ του κυττάρου.

Στόχοι και των δύο είναι είτε να σκοτώσουν εντελώς τους οργανισμούς στο έρμα είτε να τους καταστρέψουν επαρκώς ώστε να τους καταστήσουν μη βιώσιμους (δηλαδή να μην μπορούν να έχουν την βιολογική ικανότητα να ζουν, να αναπτύσσονται και να αναπαράγονται) ώστε να ικανοποιούνται τα βιολογικά πρότυπα απόρριψης.

Ως δραστική ουσία (active substance) σύμφωνα με τον IMO (International Maritime Organization, 2009) ορίζεται «η ουσία ή ο οργανισμός, ιός ή μύκητας, η οποία έχει γενική ειδική δράση ενάντια σε επιβλαβείς υδρόβιους οργανισμούς και παθογόνα».

Επιπλέον, σύμφωνα με τον IMO ως παρασκεύασμα ορίζεται «οποιοδήποτε σκεύασμα που διατίθεται στο εμπόριο, που περιέχει μία ή περισσότερες δραστικές ουσίες ή και οποιαδήποτε προσθετική ουσία. Ο όρος περιλαμβάνει επίσης κάθε δραστική ουσία που παράγεται στο πλοίο για τους σκοπούς της διαχείρισης του θαλάσσιου έρματος και κάθε σχετική χημική ουσία που παράγεται στο σύστημα διαχείρισης έρματος και κάνουν χρήση ενεργών ουσιών».

Ως σχετική χημική ουσία, ο IMO ορίζει οποιοδήποτε προϊόν μετασχηματισμού ή αντίδρασης που παράγεται κατά την διάρκεια και μετά την επεξεργασία του έρματος ή στο περιβάλλον λήψης και αυτό μπορεί να επηρεάσει την ασφάλεια του πλοίου, το υδάτινο περιβάλλον ή/και την ανθρώπινη υγεία.

Οι δραστικές ουσίες και τα παρασκευάσματα επιτυγχάνουν τον σκοπό τους μέσω της δράσης τους σε επιβλαβείς υδρόβιους οργανισμούς και στα παθογόνα που βρίσκονται στο νερό του έρματος και στο ίζημα. Ωστόσο, αν το νερό έρματος εμφανίζει αυξημένη τοξικότητα κατά την απόρριψή του στο περιβάλλον, υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης και καταστροφής στο περιβάλλον απόρριψης. Για αυτό τον λόγο, το θαλάσσιο έρμα υπόκειται σε έλεγχο τοξικότητας πριν από τον αφερματισμό. Βέβαια, κατά το στάδιο έγκρισης, γίνονται δοκιμές για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων κάθε δραστικής ουσίας και τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Για κάθε σύστημα που χρησιμοποιεί ή παράγει δραστικές ουσίες ή ελεύθερες χημικές ρίζες (free radicals) για την επεξεργασία του έρματος με σκοπό την εξολόθρευση των οργανισμών, πρέπει να ακολουθούνται οι διαδικασίες που προδιαγράφονται στην Διαδικασία G9 της Σύμβασης, εξασφαλίζοντας τις απαιτήσεις ασφαλείας για το πλοίο, τον εξοπλισμό, το περιβάλλον και το πλήρωμα.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που διατίθενται από την GESAMP-BWWG, στην βιομηχανία των συστημάτων επεξεργασίας έρματος χρησιμοποιούνται 8 δραστικές ουσίες.

Οι δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του έρματος, χαρακτηρίζονται από μια διμερή κατηγοριοποίηση, τα οξειδωτικά και τα μη οξειδωτικά βιοκτόνα.

Τα οξειδωτικά βιοκτόνα είναι χημικά στοιχεία που δρουν καταστρέφοντας τις κυτταρικές μεμβράνες με αποτέλεσμα τον θάνατο του κυττάρου. Ενδεικτικά, στα οξειδωτικά βιοκτόνα ανήκουν χημικά όπως το χλώριο, το οξείδιο του χλωρίου, το όζον, το βρώμιο, το υπεροξείδιο του υδρογόνου κ.λ.π.

Τα μη οξειδωτικά βιοκτόνα καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα από χημικές ουσίες που αποτελούνται από διβρώμιο νιτριλίου, φορμαλδεΰδη, γλουταλδεΰδη, άλατα τεταρτογενούς αμμωνίου, οργανοθειούχες ενώσεις καθώς και ιονικά και μη ιονικά επιφανειοδραστικά. Ενδεικτικό παράδειγμα μη οξειδωτικού βιοκτόνου είναι η μεναδιόνη (menadione) ή η βιταμίνη K.

3.3.2. ΒΙΟΚΤΟΝΑ – ΧΛΩΡΙΟ - ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Όταν για την αποστείρωση χρησιμοποιούνται βιοκτόνα, πολλές Αρχές απαιτούν την επιβεβαίωση της συμβατότητας μεταξύ των χημικών και των υλικών που χρησιμοποιούνται στις σωληνώσεις ερματισμού και τις σωληνώσεις παροχής της χημικής ουσίας (M.R. Apetroaei, 2018). Πριν από την εγκατάσταση, είναι απαραίτητο να ελεγχθούν τα χρώματα / βαφές που χρησιμοποιούνται στις δεξαμενές έρματος και οι επιδράσεις που επιφέρουν οι ουσίες στα ανόδια.

Σημαντική είναι η επίδραση του χλωρίου στις επιχρίσεις / βαφές των δεξαμενών. Στα πλαίσια των εργασιών του GESAMP-BWWG, πραγματοποιήθηκαν σχετικές εργαστηριακές δοκιμές (www.gesamp.org). Σύμφωνα με τα δημοσιευμένα αποτελέσματα, οι δοκιμές έδειξαν ότι οι χαμηλές συγκεντρώσεις χλωρίνης παρουσιάζουν πολύ περιορισμένες ή σχεδόν καθόλου επιδράσεις στις επικαλύψεις των δεξαμενών. Το πρόβλημα εμφανίζεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις χλωρίνης. Τα μέλη του IPPIC (International Paint and Printing Ink Council) εκτιμούν πως συγκεντρώσεις χλωρίνης μικρότερες των 10ppm δεν δημιουργούν προβλήματα. Για συστήματα που χρησιμοποιούν χλωρίνη σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις απαιτείται η εκπόνηση δοκιμών με διαφορετικούς τύπους επικαλύψεων και σχετικών υλικών, για τον καθορισμό των επιδράσεών τους στον χρόνο.

Γενικά ο ρυθμός διάβρωσης αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης TRC (Total Residual Chlorine) (Yongxin Song, 2014). Εργαστηριακές μελέτες έχουν αποδείξει ότι ο ρυθμός διάβρωσης σε χλωριωμένο νερό είναι 1.3 – 1.7 φορές μεγαλύτερος από το θαλασσινό νερό. Ο ρυθμός διάβρωσης μειώνεται με τον χρόνο έκθεσης. Υπάρχει μία μικρή περίοδος (λιγότερο από 5 ημέρες) κατά την οποία ο αρχικά υψηλός ρυθμός διάβρωσης ακολουθεί μία σταθερή πτώση. Η συνήθης εξήγηση είναι ότι η αρχική περίοδος σχετίζεται με τον έλεγχο ενεργοποίησης, ενώ το αμέσως επόμενο χρονικό διάστημα σχετίζεται με τον έλεγχο της συγκέντρωσης, το δεύτερο εμπεριέχει την περιορισμένη διάχυση των οξειδωτικών μέσω της ρύθμισης της διάβρωσης στην ήδη διαβρωμένη επιφάνεια.

3.3.3. ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ / ΗΛΕΚΤΡΟΧΛΩΡΙΩΣΗ

Το χλώριο είναι ένα ισχυρό οξειδωτικό απολυμαντικό μέσο και η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται από την θερμοκρασία του έρματος, την περιεκτικότητα και τον χρόνο δράσης του.

Το διοξείδιο του χλωρίου είναι ένα ισχυρό απολυμαντικό υλικό. Κατά την διαδικασία της επεξεργασίας του έρματος παράγεται επί πλοίου. Ως ουσία είναι τοξική για τους υδρόβιους οργανισμούς, αλλά σε κανονική δοσολογία η απόρριψή του στο περιβάλλον δεν δημιουργεί προβλήματα ή τουλάχιστον δεν έχουν ακόμα αναφερθεί. Άλλωστε, οι επιδράσεις των απορριπτόμενων ουσιών στο περιβάλλον, δεν έχουν χαρτογραφηθεί πλήρως.

Κατά την ηλεκτρόλυση του θαλασσινού νερού, παράγεται απολυμαντικό διάλυμα με περιεκτικότητα σε χλώριο (υποχλωριώδες διάλυμα). Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιείται για την απολύμανση του νερού έρματος. Το υποχλωριώδες οξύ, είτε παράγεται on-board μέσω ηλεκτροχλωρίωσης είτε προστίθεται ως υγρό διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (Annette Dock, 2020). Υποχλωριώδες οξύ, είναι το τελικό βιοκτόνο χρησιμοποιώντας διάλυμα διχλωροϊσοκυανουρικού νατρίου (NaDCl).

Διακρίνονται δύο επί μέρους μέθοδοι εφαρμογής της ηλεκτροχλωρίωσης.

- Η ευθυγραμμισμένη (in-line electrolysis), κατά την οποία ολόκληρη η ροή του έρματος διέρχεται από τις συστοιχίες συσκευών ηλεκτρόλυσης.
- Την side stream electrolysis, κατά την οποία μια μικρή αναλογία, περίπου το 1% του συνολικού έρματος, διέρχεται από τις συστοιχίες ηλεκτρόλυσης και η παραγόμενη δραστική ουσία διαχέεται στην συνολική ποσότητα του έρματος. Στις περιπτώσεις μετασκευών, όπου ο διαθέσιμος χώρος εγκατάστασης των συστημάτων είναι περιορισμένος, εμφανίζεται πιο πλεονεκτική μέθοδος σε σχέση με την full-flow ηλεκτροχλωρίωση, καθώς είναι πιο εύκολα διαχειρίσιμο.

Σύμφωνα με το (Annette Dock, 2020), πιο συχνά χρησιμοποιείται το υποχλωριώδες οξύ, σε ποσοστό 60% των υπαρχόντων συστημάτων διαχείρισης έρματος.

Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνονται αυξημένα μέτρα ασφαλείας. Το χλώριο είναι τοξικό και όπως προαναφέρθηκε, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την αποφυγή εισπνοής του από το πλήρωμα και οποιαδήποτε επαφή των ανθρώπων, με το επεξεργασμένο έρμα. Το παραγόμενο έρμα είναι πολύ εύφλεκτο.

Η ηλεκτρολυτική απολύμανση βασίζεται στην παραγωγή αερίου χλωρίου (Cl_2), το οποίο αντιδρά με το νερό και παράγει υποχλωριώδες οξύ (HOCl). Και οι δύο αυτές δραστικές ουσίες έχουν ισχυρή οξειδωτική δράση (William R. Batista, 2017).

Η διαδικασία εξαρτάται δυναμικά τόσο από την μοριακή συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου H^+ και την μοριακή συγκέντρωση ιόντων χλωρίου Cl^- , που υπάρχουν στο υπό επεξεργασία έρμα. Το φυσικό θαλασσινό νερό έχει, με κάποιες παραλλαγές, pH γύρω στο 8, και κατά συνέπεια, έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε ιόντα H^+ που είναι διαθέσιμα. Η παραγωγή του υποχλωριώδους οξέος (HOCl) μειώνεται και σχηματίζονται ιόντα υποχλωριώδους OCl^- τα οποία έχουν απολυμαντική δράση αλλά η απόδοση της ηλεκτροχλωρίωσης του φυσικού θαλασσινού νερού είναι υποβαθμισμένη.

Για την αύξηση της αποτελεσματικότητας της μεθόδου λόγω του υψηλού pH, πραγματοποιείται ενανθράκωση. Πρόκειται για άμεση έγχυση αερίου διοξειδίου του άνθρακα CO_2 στο νερό έρματος, για να μειωθεί το pH και συνεπώς να αυξηθεί η περιεκτικότητά του σε H^+ . Για την διαδικασία αυτή, απαιτείται η εγκατάσταση απαραίτητου εξοπλισμού και συστήματα για τον πλήρη έλεγχο της λειτουργίας.

Αντίστοιχα, η απόδοση της ηλεκτρόλυσης επηρεάζεται άμεσα από τις συνθήκες χαμηλής αλατότητας, που είναι συχνές στις ανώτερες περιοχές εκβολών ποταμών και στα οικοσυστήματα γλυκού νερού. Χαμηλή αλατότητα συνεπάγεται χαμηλή συγκέντρωση Cl^- και κατά την ηλεκτρόλυση παράγεται χαμηλή ποσότητα Cl_2 στην περιοχή της ανόδου. Η μέθοδος παρουσιάζει απολύμανση χαμηλότερης αποτελεσματικότητας σε σύγκριση με τα πιο αλατούχα νερά. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, απαιτείται η χρήση ηλεκτρόδιων από ειδικά υλικά και η αύξηση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή επαρκών συγκεντρώσεων οξειδωτικών.

Επιπλέον, η απόδοση της ηλεκτρολυτικής απολύμανσης επηρεάζεται από την θερμοκρασία του υδάτινου έρματος. Είναι ένας παράγοντας που συχνά αγνοείται

αλλά η μείωση της θερμοκρασίας μειώνει την απόδοση της ηλεκτροχλωρίωσης, αφού μειώνεται η παραχθείσα συγκέντρωση υποχλωριώδους οξέος. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι δεν επιτυγχάνεται απολύμανση σε θερμοκρασία νερού κάτω των 15°C.

Η παρουσία άλλων ανιόντων ειδών στο θαλασσινό νερό ανταγωνίζονται στην περιοχή των ανόδων και επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας της ηλεκτρόλυσης. Τα ανιόντα βρωμίου σε συνδυασμό με διαλυμένα οργανικά υλικά, παράγουν πολύ επιβλαβή υποπροϊόντα (π.χ. διαφορετικές ενώσεις βρωμίου και αλογομεθάνια) που συνεισφέρουν στην αύξηση επικίνδυνων υποπροϊόντων απολύμανσης κατά την απόρριψη του έρματος.

Κατά την επεξεργασία του έρματος παράγονται οξειδωτικοί παράγοντες όπως το Cl₂, το HOCl και το ClO⁻, στοιχεία με ισχυρή διαβρωτική δράση, που επιταχύνουν τον ρυθμό διάβρωσης του χάλυβα. Από τον IMO συνίσταται ως προληπτικό μέτρο, ο κατάλληλος έλεγχος της διάβρωσης, καθώς η αύξηση του ρυθμού διάβρωσης έχει την δυνατότητα να εντείνει τις δομικές αστοχίες των δεξαμενών έρματος και των αγωγών, υπονομεύοντας την δομική ακεραιότητα του πλοίου (William R. Batista, 2017). Κατά συνέπεια, αυξάνεται το κόστος συντήρησης και η προληπτική προστασίας από την διάβρωση με κατάλληλες βαφές και θυσιαζόμενα ανόδια.

Τα συστήματα ηλεκτροχλωρίωσης είναι ελκυστικά και παρέχουν οικονομικά αποδοτικές λύσεις, ιδίως σε υπάρχοντα πλοία, που έχουν μεγάλη χωρητικότητα σε έρμα, έχουν περιορισμένο διαθέσιμο χώρο και περιορισμένη διαθεσιμότητα ισχύος. Τα συστήματα ηλεκτροχλωρίωσης εμφανίζουν μειονεκτήματα :

- παράγουν αέριο υδρογόνο (H₂) ως παραπροϊόν. Το αέριο υδρογόνο μπορεί να ξεπλυθεί στις δεξαμενές έρματος και να απομακρυνθεί στην ατμόσφαιρα φυσικά, μέσω των αγωγών αερισμού των δεξαμενών. Εναλλακτικά, κατά την side-stream διαδικασία χλωρίωσης, διαχωρίζονται, αραιώνονται με αέρα που δημιουργείται από μικρούς ανεμιστήρες και απομακρύνονται από το πλοίο.
- Η αλατότητα και η θερμοκρασία του νερού έρματος είναι σημαντικοί παράγοντες για την απόδοση των συστημάτων ηλεκτροχλωρίωσης. Η παραγωγή των απολυμαντικών ουσιών εξαρτάται από αυτές τις παραμέτρους ποιότητας του νερού. Γενικά, όταν η αλατότητα και η θερμοκρασία είναι

χαμηλές, απαιτείται πρόσθετη τάση DC για την παραγωγή των απολυμαντικών, με αποτέλεσμα υψηλότερη απαίτηση ισχύος.

- Τα συστήματα ηλεκτροχλωρίωσης λειτουργούν αποτελεσματικά για πλοία που λειτουργούν σε θερμότερα αλατούχα ύδατα, όπου υπάρχουν διαλυμένα αρκετά άλατα. Ωστόσο, για πλοία που λειτουργούν σε ψυχρότερα κλίματα και σε γλυκά ή υφάλμυρα νερά, οι τεχνολογίες ηλεκτροχλωρίωσης παρουσιάζουν μερικές επιπλέον προκλήσεις.

Για την αντιστάθμιση των προβλημάτων χαμηλής αλατότητας, τα πλοία χρειάζονται δεξαμενές δημιουργίας αλατόνευρου, προκειμένου το σύστημα ηλεκτροχλωρίωσης να λειτουργεί πάντα αποδοτικά, για παράδειγμα, γεμίζεται η πρυμναία δεξαμενή έρματος με θαλασσινό νερό πριν από την εισαγωγή του πλοίου στο λιμάνι με το υφάλμυρο νερό. Κατά τον ερματισμό και την επεξεργασία του νερού έρματος, γίνεται ανάμιξη με το παραλαμβανόμενο υφάλμυρο έρμα ώστε να λαμβάνει το σύνολο του έρματος την επιθυμητή αλατότητα. Η διαδικασία αυτή δεν κρίνεται πλήρως ασφαλής για όλους τους τύπους πλοίων (ABS, Ballast Water Management Advisory, 2019).

Επιπλέον, αύξηση της απόδοσης της side stream electrolysis συνδυαστικά επιτυγχάνεται με την θέρμανση του έρματος.

Ωστόσο, το ενδεχόμενο προσθήκης πρόσθετου εξοπλισμού για την ενίσχυση της αλατότητας και την αύξηση της θερμοκρασίας του έρματος, ίσως είναι απαγορευτικό για κάποιους τύπους πλοίων.

Πριν από την απόρριψη του έρματος, επιβάλλεται η εξουδετέρωση των υπολοίπων οξειδωτικών ουσιών (TRO), με την χρήση χημικών. Τέτοιες ουσίες είναι ενώσεις νατρίου, όπως το θειοθειικό νάτριο. Η ποσότητα αυτών εξαρτάται από την αρχική δοσολογία TRO, την θερμοκρασία, τις περιεχόμενες οργανικές ουσίες και τον χρόνο παραμονής του έρματος στις δεξαμενές. Οι δραστικές ουσίες αποσυντίθενται με τον χρόνο. Πιθανόν, τα πλοία που εκτελούν μεγαλύτερα δρομολόγια, να απαιτούν χαμηλότερη ποσότητα ουσιών εξουδετέρωσης και συνεπώς μικρότερο κόστος αναλωσίμων.

Συνήθως η εξουδετέρωση πραγματοποιείται με αυτόματη παροχή κατάλληλης δοσολογίας της ουσίας που ελέγχεται από την δειγματοληπτική ανάλυση TRO. Στα σημεία δειγματοληψίας TRO, συνήθως δημιουργούνται προβλήματα στην λειτουργία

των συστημάτων λόγω των συχνών εσφαλμένων συναγερμών και διακοπής της λειτουργίας του συστήματος. Η χρήση των σημείων ελέγχου TRO τυπικά απαιτεί τακτική συντήρηση και χημικά συμπληρώματα (π.χ. ρυθμιστικά pH και DPD χημικές ουσίες). Οι χημικές ουσίες DPD έχουν όριο διάρκειας ζωής και πρέπει να αντικαθίστανται ανά εξάμηνο, ακόμα και αν δεν χρησιμοποιούνται, αλλά συχνά, λόγω των συνθηκών του πλοίου, λήγουν πρόωρα.

Το νερό χρησιμοποιείται σαν ηλεκτρολύτης και στις κυψέλες καθόδων συσσωρεύεται υδροξείδιο του μαγνησίου με την μορφή ιζήματος χαμηλής διαλυτότητας φράζοντας τις διόδους των ηλεκτρολυτικών κελιών. Για την αποφυγή αυτού του φαινομένου απαιτείται τακτικός καθαρισμός των κελιών, γεγονός που αυξάνει το κόστος συντήρησης ενός συστήματος ηλεκτροχλωρίωσης.

Σε όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής του πλοίου, το κόστος εξουδετέρωσης και χημικού καθαρισμού είναι αρκετά σημαντικά και συμβάλλουν σημαντικά στο λειτουργικό κόστος ενός BWMS.

3.3.4. ΕΚΧΥΣΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥ

Το διοξείδιο του χλωρίου παράγεται επί πλοίου και εγχέεται στο νερό του έρματος κατά την διάρκεια του ερματισμού. Η παραγωγή του διοξειδίου του χλωρίου θεωρείται μία από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους χημικής απολύμανσης (ABS, Ballast Water Management Advisory, 2019).

Το πλεονέκτημα αυτής της δραστικής ουσίας είναι ότι αντιδρά μόνο με ζωντανά κύτταρα και δεν παράγει ανεπιθύμητα υποπροϊόντα απολύμανσης (DBP), όπως συμβαίνει με το χλώριο. Επιπλέον, δεν απαιτείται δευτεροβάθμια επεξεργασία και εξουδετέρωση πριν από την απόρριψη του έρματος στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Η διάταξη side-stream παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία στο σύστημα, αφού δύναται με την χρήση μιας απλής γεννήτριας ClO₂ να απολυμαίνει τις προωαίες και πρυμναίες δεξαμενές έρματος.

Λόγω του ότι δεν απαιτείται εξουδετέρωση κατά τον αφερματισμό, η μέθοδος αυτή εμφανίζεται συμβατή για τα bulk carriers που έχουν Top Side Wing Tanks που εκφορτώνονται με την βαρύτητα.

Η μέθοδος επεξεργασίας με ClO_2 είναι πιο πλεονεκτική για τα πλοία με περιορισμένη διαθεσιμότητα ισχύος και δεν απαιτεί μεγάλες εργασίες μετασκευής.

Η μέθοδος αυτή εμφανίζει μειονεκτήματα.

- Τα αποθηκευμένα χημικά υλικά επηρεάζονται από τις υψηλές θερμοκρασίες. Απαιτείται η δημιουργία κατάλληλων χώρων (δεξαμενών) αποθήκευσης, έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι εργασίες αναπλήρωσης των υλικών. Ο χειρισμός των ουσιών που χρησιμοποιούνται είναι επικίνδυνες για το πλήρωμα. Πρέπει να παρέχεται επιπλέον εξοπλισμός προσωπικής ασφάλειας για το πλήρωμα και εξειδικευμένη εκπαίδευση για την διαχείριση και χρήση των χημικών ουσιών.
- Επιπλέον, πρέπει να εξασφαλίζεται η διαθεσιμότητα των απαιτούμενων χημικών, κατά τις διαδρομές του πλοίου. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η φόρτωση των χημικών ουσιών δεν επιτρέπεται σε όλους τους λιμένες προσέγγισης του πλοίου. Συνεπώς, πρέπει να ληφθεί υπόψη η αναγκαιότητα προσέγγισης λιμένων για τον ανεφοδιασμό των χημικών.
- Δεν πρέπει να αγνοηθεί ο παράγοντας χρόνου στην μέθοδο αυτή, καθώς υπάρχει ελάχιστο χρονικό διάστημα παραμονής και δράσης του ClO_2 . Συνεπώς, για πλοία που εκτελούν σύντομους πλόες, η μέθοδος αυτή κρίνεται μη αποδοτική.

3.3.5. ΟΖΟΝΟΠΟΙΗΣΗ

Το όζον είναι μια ισχυρή αλλά ασταθής οξειδωτική δραστική ένωση για την εξολόθρευση μικροοργανισμών, βακτηρίων και ιών.

Το όζον χρησιμοποιείται ευρέως για την απολύμανση του νερού, αλλά οι θαλάσσιοι μικροοργανισμοί δείχνουν αντίσταση στην επεξεργασία με όζον (Nosaibeh Nosrati-Ghods, 2017). Σε αυτή την περίπτωση προστίθεται TiO_2 , ως φωτοκαταλύτης στο όζον. Πρόκειται για ένα ασφαλές υλικό που εμφανίζεται αποδοτικό στην καταστροφή των βακτηρίων.

Τα κύρια βιοκτόνα που παράγονται κατά την οζονοποίηση του θαλασσινού νερού, είναι ενώσεις βρωμίου, που συνολικά αναφέρεται ως βρώμιο (David A. Wright, 2010). Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται με την έγχυση του παραγόμενου όζοντος στο νερό έρματος. Η γεννήτρια όζοντος, μέσω ενός αεροσυμπιεστή απορροφά ατμοσφαιρικό αέρα, εξαλείφει το άζωτο και συγκεντρώνει το οξυγόνο. Το συγκεντρωμένο οξυγόνο, με υψηλή συχνότητα, παράγει το όζον. Το περισσότερο όζον διαλύεται στο νερό, αποσυντίθεται, αντιδρά με τις οργανικές ουσίες και σκοτώνει οργανισμούς που περιέχονται στο έρμα. Δεν εμφανίζεται αποτελεσματικό στην εξόντωση νύμφων και κύστεων που βρίσκονται σε λανθάνουσα κατάσταση.

Το όζον είναι αρκετά τοξικό για τους ανθρώπους και το υπολειπόμενο όζον που δεν διαλύεται στο νερό πρέπει να εξουδετερωθεί πριν αφεθεί στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, μετά την οζονοποίηση του θαλασσινού νερού, παρατηρούνται έντονες αντιδράσεις μεταξύ του όζοντος και του ιόντος βρωμιδίου, το οποίο υπάρχει σε υψηλές συγκεντρώσεις στο θαλασσινό νερό των ωκεανών. Αυτά τα προϊόντα απαιτούνται να εξουδετερώνονται πριν από την απόρριψή τους στο περιβάλλον.

Αντίστοιχα με τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούν χλώριο, οι σταθμοί TRO μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στην λειτουργία του συστήματος. Απαιτείται τακτικός καθαρισμός τους με χημικά προϊόντα, γεγονός που επιφέρει αύξηση στα λειτουργικά έξοδα.

Η χρήση της τεχνολογίας του όζοντος απαιτεί αυξημένες διατάξεις ασφαλείας, για τον έλεγχο και την αντιμετώπιση ενδεχόμενης διαρροής όζοντος, χαμηλής ή υψηλής

συγκέντρωσης οξυγόνου στον χώρο της γεννήτριας και λοιπών ασφαλιστικών διατάξεων.

Γενικά με την χρήση του όζοντος πιθανόν να αυξηθεί ο ρυθμός διάβρωσης των δεξαμενών έρματος και των σχετικών σωληνώσεων. Για την αντιμετώπιση αυτού του ενδεχόμενου, προβλέπεται η αλλαγή του υλικού των σχετικών σωληνώσεων και η επικάλυψη των δεξαμενών με κατάλληλες επιστρώσεις ειδικών προδιαγραφών, γεγονός που αυξάνει το κόστος εγκατάστασης ενός τέτοιου συστήματος.

3.3.6. ΜΗ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΒΙΟΚΤΟΝΑ

Μεναδιόνη (menadione) ή Βιταμίνη Κ

Η Μεναδιόνη ανήκει στα μη οξειδωτικά βιοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του θαλάσσιου έρματος, που είναι γνωστό με την εμπορική ονομασία SeaKleen (Hyde Marine). Πρόκειται για ουσία που με χαμηλή δοσολογία δρα αποτελεσματικά στην εξολόθρευση οργανισμών που βρίσκονται ακόμα και στην λανθάνουσα κατάσταση. Σε αυτή την κατάσταση, οι κύστες, τα αυγά και οι νύμφες απαντώνται σε υπολειμματικό υλικό και εναποθέτονται στον πυθμένα των δεξαμενών αναμειγμένες με το ίζημα και σε ευνοϊκές συνθήκες αποτελούν μονάδες δημιουργίας αποικίας.

Μετά την δράση του, το SeaKleen αποσυντίθεται σε ενώσεις φιλικές προς το περιβάλλον, με χαμηλή τοξικότητα. Εκτενείς εργαστηριακές μελέτες και δοκιμές έχουν καταλήξει ότι 1-2 gram ενεργής ουσίας αρκεί για την επεξεργασία 1ton έρματος, γεγονός που συνεπάγεται μικρό σχετικό χώρο αποθήκευσης και μεταφοράς της δραστικής ουσίας. Μεταφέρεται και φυλάσσεται με την μορφή σκόνης, οποία διαλύεται σε νερό πριν από την έκχυση του διαλύματος στο έρμα.

Επιστημονικά δεδομένα αποδεικνύουν ότι η μεναδιόνη εμφανίζει πολύ χαμηλό επίπεδο τοξικότητας για τα θηλαστικά, πουλιά και τα υψηλότερα είδη ψαριών. Το SeaKleen υποβαθμίζεται γρήγορα στο θαλασσινό και γλυκό νερό και δεν ανιχνεύεται καν μετά από την παρέλευση 48 ωρών.

Επιπλέον, δεν επηρεάζει τον ρυθμό διάβρωσης των δεξαμενών έρματος και των σχετικών σωληνώσεων.

3.4. ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Σημαντικό αντικείμενο έρευνας είναι η επικινδυνότητα της χρήσης των συγκεκριμένων μεθόδων για τους εργαζόμενους στο πλοίο, τους αξιωματικούς που διενεργούν port state controls και για όλους όσοι εκτίθενται στο επεξεργασμένο με χημικά στοιχεία έρμα.

Σύμφωνα με την (Annette Dock, 2020), όλα τα συστήματα επεξεργασίας έρματος που έλαβαν έγκριση έως τα μέσα του 2019, αξιολογήθηκαν παρέχοντας μία επισκόπηση των χημικών ουσιών στο επεξεργασμένο έρμα, πριν και μετά την εξουδετέρωση των ενεργών ουσιών.

Η πιο κρίσιμη έκθεση του ανθρώπου και ο μεγαλύτερος κίνδυνος για την υγεία των εμπλεκομένων, παρατηρείται κατά την διαδικασία καθαρισμού των δεξαμενών έρματος, καθώς αναπνέουν πτητικά υποπροϊόντα όπως είναι το τριβρωμομεθάνιο. Αυτή η ουσία μπορεί να προκαλέσει οξείες επιδράσεις όπως πονοκέφαλο και ζάλη και έχουν καταγραφεί και καρκινογόνες ιδιότητες.

Συγκεκριμένα, οι κίνδυνοι που υπάρχουν κατά την χημική απολύμανση είναι:

- Εισπνοή χημικών που βρίσκονται στον αέρα στον χώρο των δεξαμενών, κατά την διαδικασία λήψης δειγμάτων.
- Δερματική έκθεση σε χημικές ουσίες κατά την λήψη δειγμάτων.
- Εισπνοή χημικών κατά την επιθεώρηση
- Εισπνοή χημικών που διαρρέουν στην ατμόσφαιρα από τα εξαεριστικά, κατά την συνήθη εργασία μελών του πληρώματος στο κατάστρωμα.

Είναι λοιπόν εμφανές ότι υπάρχουν πολλοί κίνδυνοι που απορρέουν από την χρήση χημικών. Κύριος τρόπος προστασίας και περιορισμού του κινδύνου είναι η αποφυγή οποιασδήποτε επαφής με το επεξεργασμένο έρμα και τα χρησιμοποιούμενα χημικά, η χρήση масκών, γαντιών και, κατά την περίπτωση, χρήση αδιάβροχης ολόσωμης φόρμας.

4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΜΑΤΟΣ

4.1. Σχέδιο Δράσης (Action Plan)

Η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί για την συμμόρφωση ενός υφιστάμενου πλοίου με τις απαιτήσεις της Σύμβασης, είναι πολύπλευρη και γενικά ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα (Indian Register of Shipping, 2016).

- Κατανόηση των απαιτήσεων, όπως αυτές ορίζονται από την Σύμβαση και άλλους διεθνείς ή τοπικού χαρακτήρα, κανονισμούς.
- Επισκόπηση της υπάρχουσας διάταξης του πλοίου π.χ. τις δεξαμενές έρματος (διάταξη και χωρητικότητα) , διάταξη αντλιών και δικτύων.
- Ανάπτυξη Ballast Water Management Plan (Σχέδιο διαχείρισης έρματος).
- Επιλογή και εγκατάσταση ενός εγκεκριμένου Συστήματος Διαχείρισης Έρματος.
- Αξιολόγηση των ημερομηνιών συμμόρφωσης και του επιχειρησιακού προφίλ του πλοίου
- Αξιολόγηση των τεχνολογιών και εκπόνηση μελέτης εφικτότητας
- Σύναψη συμβολαίου με κατασκευαστές BWMS, μελετητές / σχεδιαστές και εργολάβους εγκατάστασης.
- Επιθεωρήσεις προ-εγκατάστασης, λεπτομερής σχεδίαση, εγκρίσεις Κλάσης / Σημαίας
- Επιλογή διαδικασίας εγκατάστασης
- Κατασκευή και αποστολή εξοπλισμού
- Εγκατάσταση BWMS και ενσωμάτωση.
- Λειτουργία και δοκιμές λειτουργίας συστήματος.
- Εκπαίδευση του πληρώματος για την χρήση του συστήματος.
- Υποβολή στην Κλάση του πλοίου για έγκριση, το τελικό Σχέδιο Διαχείρισης Έρματος.
- Επιθεώρηση και Πιστοποίηση της εγκατάστασης.

Η μετασκευή ενός πλοίου για την εγκατάσταση ενός συστήματος διαχείρισης έρματος είναι πιο δύσκολη από την εγκατάσταση ενός αντίστοιχου συστήματος σε μία νέα κατασκευή.

Ένας κακός προγραμματισμός ή η επιλογή ενός μη συμβατού συστήματος, μπορεί να οδηγήσει σε συνέπειες όπως:

- Το απορριπτόμενο έρμα να μην συμμορφώνεται με τα πρότυπα και να απαιτείται αντικατάσταση του εξοπλισμού.
- Απώλεια ναύλων, λόγω της αδυναμίας συμμόρφωσης με τα διεθνή πρότυπα ή τους τοπικούς περιορισμούς.
- Πρόστιμα, ποινικές διώξεις και κρατήσεις πλοίου.
- Καθυστερήσεις κατά την φόρτωση και πιθανόν περιορισμούς / αποκλεισμούς από κάποια λιμάνια.
- Πρόσθετες καθυστερήσεις για την λήψη μέτρων έκτακτης ανάγκης.
- Αυξημένα λειτουργικά έξοδα (OPEX) και υψηλότερο συνολικό κόστος ζωής.
- Περιόδους εκτός μίσθωσης – απώλεια ναύλωσης
- Εμπορικές και οικονομικές απώλειες συμπεριλαμβανομένης της πρόωρης διάλυσης του πλοίου, αντί μιας δεύτερης μετασκευής.

Το «κλειδί» για την εκπόνηση μιας επιτυχημένης εγκατάστασης ενός BWMS είναι ο σωστός προγραμματισμός.

Απαιτείται η έγκαιρη εκπόνηση του χρονοδιαγράμματος της μετασκευής, με ένα χρονικό περιθώριο τουλάχιστον 24 μηνών πριν από την καταληκτική ημερομηνία συμμόρφωσης. Το πρόγραμμα / πλάνο πρέπει να επιτρέπει αρκετό χρόνο για αναθεωρήσεις έρευνας, προεπιλογής, σχεδίασης προεγκατάστασης και τελικά επιλογή και τελική σχεδίαση. Είναι σημαντική η ομαλή επικοινωνία και συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων (πλοιοκτήτες, ναυπηγεία, μελετητές, κατασκευαστές, πωλητές BWMS, νηογνώμονες, σχεδιαστές) για την διόρθωση πιθανών προβλημάτων στα αρχικά στάδια της εργασίας.

4.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ

Μέχρι σήμερα, καμία μέθοδος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος δεν έχει αποδειχθεί ικανή να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά όλους τους ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς και να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της συνθήκης του ΙΜΟ.

Για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος διαχείρισης έρματος, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ένα σύνολο παραγόντων. Πρόκειται για μια διαδικασία που απαιτεί εξειδικευμένη έρευνα, αφού απαιτείται πολυκριτηριακή ανάλυση.

Οι παράγοντες που πρέπει να αξιολογηθούν, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις ακόλουθες γενικές κατηγορίες :

- Νομικό πλαίσιο
- Λειτουργικοί παράγοντες
- Τεχνικοί παράγοντες
- Περιβαλλοντικοί παράγοντες
- Οικονομικοί παράγοντες

Σίγουρα, η επιλογή ενός συστήματος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος δεν είναι μια εύκολη διαδικασία. Όπως πολύ εύστοχα επισημάνθηκε στο 2020 Green4Seas Athens Forum, από τον κο Ανδρέα Κόκκοτο, «η εγκατάσταση ενός BWTS δεν είναι μόνο σωληνουργική εργασία. Απαιτείται ολοκληρωμένη αντιμετώπιση της πλήρους εγκατάστασης, ώστε το σύστημα και το πλοίο να είναι απόλυτα λειτουργικά».

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

- Τύπος πλοίου
- Επιχειρησιακό προφίλ / operational areas
- Χωρητικότητα δεξαμενών έρματος
- Ρυθμός ερματισμού / αφερματισμού
- Χρόνος ταξιδιών / χρόνος παραμονής του έρματος στις δεξαμενές / ποιότητα υδάτων
- Εκπαίδευση πληρώματος
- Ηλικία του πλοίου.

ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

- Επιπτώσεις της πτώσης πίεσης
- Απαιτούμενος χώρος εγκατάστασης. Αποτύπωμα (footprint) και όγκος. Ευελιξία χωροθέτησης των εξαρτημάτων.
- Απαιτούμενοι χώροι αποθήκευσης υλικών. Απαιτήσεις ασφαλείας.
- Απαιτήσεις σε ηλεκτρική ισχύ
- Απαιτήσεις ενσωμάτωσης με τα υπάρχοντα συστήματα του πλοίου.
- Ευκολία συντήρησης
- Χρόνος ζωής συστήματος
- Επιπτώσεις στην δομή του πλοίου
- Διαθεσιμότητα αναλωσίμων και ανταλλακτικών. Παροχή υποστήριξης κατασκευαστή.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

- Φιλικότητα προς το περιβάλλον.
- Μηδενικό αποτύπωμα / μηδενικά υποπροϊόντα. Μηδενική εναπομένουσα τοξικότητα και δυνητικές επιπτώσεις του έρματος στο περιβάλλον και την οικολογία.
- Αποτελεσματικότητα ως προς τον σκοπό της σύμβασης.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

- Κόστος κεφαλαίου
- Κόστος λειτουργίας
- Κόστος συντήρησης
- Κόστος αναλωσίμων
- Χρόνος παράδοσης και διαθεσιμότητα συστήματος.

ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

- Επιλογή κατάλληλου συστήματος για το σύνολο των πλοίων ενός στόλου.
- Τεχνογνωσία πληρωμάτων.

4.3. ΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Βασικό και αρχικό κριτήριο που λαμβάνεται υπόψη στην επιλογή του κατάλληλου συστήματος, είναι το σύστημα να φέρει κατάλληλες εγκρίσεις και πιστοποιήσεις, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές του IMO. Ιδιαίτερες πιστοποιήσεις και εγκρίσεις είναι υποχρεωτικό να παρέχονται στην περίπτωση που το σύστημα χρησιμοποιεί κάποια δραστική ουσία.

Σκοπός είναι η ανεμπόδιστη και ασφαλής λειτουργία του πλοίου στα παγκόσμια ύδατα. Οπότε πρέπει να είναι εγκεκριμένο από τον IMO, την USCG και από την κλάση του πλοίου. Ως δεδομένη θεωρείται η ασφάλεια τόσο του πλοίου ως κατασκευή όσο και η ασφάλεια του πληρώματός του, από την ορθή χρήση του συστήματος.

Πρώτα από όλα πρέπει να διασφαλιστεί ότι οποιοδήποτε υποψήφιο προς εγκατάσταση BWMS έχει λάβει έγκριση τύπου από τον IMO. Γενικά τα περισσότερα Πιστοποιητικά έγκρισης τύπου πιστοποιούν την συμμόρφωση του συστήματος με το IMO MEPC.174(58). Τα πλοία που φέρουν εγκεκριμένο BWMS λαμβάνουν πιστοποίηση μετά από επιτυχημένη δοκιμή λειτουργίας (ABS, Ballast Water Management Advisory, 2019).

Ένα πιστοποιητικό έγκρισης τύπου από μία Αρχή Σημαίας, επισημαίνει ότι, υπό συνθήκες δοκιμής, το σύστημα συμμορφώνεται με τα πρότυπα απόρριψης. Κατά την διαδικασία της αξιολόγησης πρέπει να λαμβάνεται αντίγραφο του πιστοποιητικού έγκρισης τύπου BWMS και των δεδομένων από την δοκιμή του συστήματος.

Το Πιστοποιητικό έγκρισης Τύπου πρέπει να προσδιορίζει με σαφήνεια :

- Το όνομα του προμηθευτή του BWMS.
- Την ονομασία του μοντέλου
- Τον κατασκευαστή
- Τον κατάλογο των σχεδίων
- Τις περιοριστικές συνθήκες λειτουργίας
- Τα αποτελέσματα των δοκιμών στην στεριά και επί πλοίου.

Πρέπει να εξετάζονται όλα τα δεδομένα των συνθηκών δοκιμής (π.χ. αλατότητα, θερμοκρασία νερού κ.λ.π) για να διασφαλιστεί ότι το σύστημα έχει δοκιμαστεί σε σημαντικές συνθήκες για την λειτουργία του πλοίου. Για παράδειγμα, για πλοία που

φορτώνουν / εκφορτώνουν γλυκό νερό ως έρμα, πρέπει να διασφαλίζεται ότι το BWMS δοκιμάστηκε σε γλυκό νερό και ότι η επεξεργασία του γλυκού νερού επιτρέπεται από τις περιοριστικές συνθήκες στο πιστοποιητικό έγκρισης τύπου.

4.4. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

4.4.1. ΤΥΠΟΣ ΠΛΟΙΟΥ

Κύριος σκοπός είναι η επιλογή ενός συστήματος που επιτρέπει στο πλοίο την ανεμπόδιστη λειτουργία σε όλο τον κόσμο. Συνεπώς, λαμβάνεται υπόψη το επιχειρησιακό προφίλ του πλοίου. Υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις και θεωρήσεις στις περιπτώσεις δεξαμενόπλοιων, πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίου κ.λ.π. και επιπλέον κατηγοριοποίηση λόγω της πολιτικής ναύλωσης (spot ή charter ναυλώσεις).

Ανάλογα με την ολική χωρητικότητα έρματος σε ένα πλοίο και τις ήδη υπάρχουσες κύριες αντλίες έρματος, εξετάζονται συστήματα που να επιτρέπουν ικανή ροή έρματος κατά τον ερματισμό και τον αφερματισμό, ώστε να μην παρατηρείται καθυστέρηση στην διαδικασία. Η συνολική ικανότητα επεξεργασίας (TCR) και ο ρυθμός διαδικασίας ερματισμού και αφερματισμού είναι σημαντικό κριτήριο καθώς ο χρόνος αυτός μεταφράζεται στον τομέα της ναυτιλίας, σε «χάσιμο» χρημάτων. Τα εμπορικά συστήματα που διατίθενται στην παγκόσμια αγορά έχουν ένα ευρύ φάσμα λειτουργίας (από 50m³/h έως πάνω από 10000m³/h), τα οποία μεμονωμένα ή σε συνδυασμούς, δύνανται να ικανοποιήσουν το σύνολο των πλοίων.

Όπως φαίνεται στον πίνακα, υπάρχει ένα ευρύ φάσμα χωρητικότητας έρματος και ρυθμού άντλησης για τα εμπορικά πλοία (ABS, Ballast Water Management Advisory, 2019). Τα πλοία που φέρουν μεγάλες ποσότητες έρματος, χρειάζεται να ερματίζονται σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, για να εξασφαλίζουν γρήγορους χρόνους παραμονής στα λιμάνια φόρτωσης (συνήθως 12, 18 ή 24 ώρες).

Στα πλοία που φέρουν μικρότερες ποσότητες έρματος, οι αντλίες τους δε χρειάζεται να λειτουργούν στις πλήρεις δυνατότητες, σε τακτική βάση. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο ερματισμός του πλοίου πραγματοποιείται με την μεταφορά του έρματος στις δεξαμενές του πλοίου και όχι στην πλήρη λειτουργία ερματισμού με την λήψη όλου του απαιτούμενου νερού έρματος.

Ballast needs ¹	Vessel types	Typical pumping rates (m ³ /h)
Ballast replaces cargo <i>Ballast required in large quantities, primarily for return voyage</i>	Dry bulk carriers	5,000-10,000
	Ore carriers	10,000
	Tankers	5,000-20,000
	Liquefied-gas carriers	5,000-10,000
	Oil bulk ore carriers	10,000-15,000
Ballast for vessel control <i>Ballast required in almost all loading conditions to control stability, trim and heel</i>	Container ships	1,000-2,000
	Ferries	200-500
	General cargo vessels	1,000-2,000
	Passenger vessels	200-500
	ro-ro vessels	1,000-2,000
	Fishing vessels	50
	Fish factory vessels	500
	Military vessels	50-100
Ballast for loading and unloading operations <i>Ballast taken on locally in large volumes and discharged in same location</i>	Float-on, float-off vessels	10,000-15,000
	Heavy lift vessels	5,000
	Military amphibious assault vessels	5,000
	Barge-carrying cargo vessels	1,000-2,000

Πίνακας 4 : Τυπικές pumping rates ανά τύπο πλοίου.

4.4.2. ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΠΛΟΙΟΥ

Το επιχειρησιακό προφίλ του πλοίου λαμβάνεται υπόψη, καθώς η ποιότητα των υδάτων επηρεάζει άμεσα την απόδοση ορισμένων συστημάτων : η θερμοκρασία, η αλατότητα, η θολότητα των υδάτων, αποτελούν τα κύρια χαρακτηριστικά των υδάτων που επεξεργάζεται ένα BWTS και οι διαφοροποιήσεις αυτών πρέπει να μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά από το σύστημα.

Κατά την διαδικασία επιλογής του βέλτιστου συστήματος για ένα πλοίο, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το επιχειρησιακό του προφίλ για δύο λόγους :

- Ορισμένα λιμάνια προσέγγισης έχουν ειδικές απαιτήσεις για την διαχείριση του έρματος. Για παράδειγμα, ο αφερματισμός σε νερά των ΗΠΑ απαιτεί το πλοίο να φέρει σύστημα επεξεργασίας έρματος εγκεκριμένο από την USCG (ή να φέρει AMS) και να ακολουθεί πρόσθετη διαδικασία καταγραφής και αναφοράς, όπως προβλέπεται (US EPA VGP monitoring).
- Τα χαρακτηριστικά του νερού περιβάλλοντος καθορίζουν την κατάλληλη επιλογή. Η θολότητα, η αλατότητα και η θερμοκρασία του νερού, επηρεάζει

την λειτουργία και την απόδοση του BWMS. Κατά την διαδικασία της αξιολόγησης, πρέπει να ληφθεί υπόψη η ποιότητα του νερού στο οποίο δοκιμάστηκε το σύστημα. Οι συνθήκες των δοκιμών πρέπει να προσεγγίζουν όσο το δυνατόν περισσότερο, τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του πλοίου.

4.4.3. ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Πολύ σημαντική είναι η εκπαίδευση του προσωπικού του πλοίου, τόσο του πληρώματος όσο και των ανθρώπων της εταιρείας. Το προσωπικό πρέπει να εκπαιδευτεί κατάλληλά στην χρήση του συστήματος, στην συντήρησή του και στην αντιμετώπιση προβλημάτων και βλαβών λειτουργίας.

4.4.4. ΗΛΙΚΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Η ηλικία του πλοίου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην διαδικασία επιλογής. Ο παράγοντας ηλικίας συνυπολογίζεται όσον αφορά στα οικονομικά στοιχεία της επένδυσης αλλά και στα τεχνικά στοιχεία. Συγκεκριμένα, ένα νέο πλοίο έχει αθροιστικά λιγότερες καταπονήσεις από ένα παλαιότερης κατασκευής. Σε ένα μεγάλο ηλικιακά πλοίο πρέπει να αποφευχθούν διατάξεις που να επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα δομικά του στοιχεία και απαιτούν ευρείες μετασκευές.

4.5. ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

4.5.1. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ

Σε μία μετασκευή, το σύστημα επεξεργασίας του έρματος, τα εξαρτήματά του, οι σωληνώσεις του, τα συστήματα απεικόνισης και ασφάλειας και οι αυτοματισμοί του, ενσωματώνονται με τα υφιστάμενα συστήματα πλοίου. Είναι επιβεβλημένη, η ορθή λειτουργία των συστημάτων και δικτύων στο σύνολό τους και συνεπώς πρέπει να προβλέπεται η μικρότερη δυνατόν επίδραση των νέων στοιχείων.

Εκτός από την ποσότητα του έρματος και άλλα χαρακτηριστικά του πλοίου, επηρεάζουν την επιλογή. Σε αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνεται ο αριθμός των ξεχωριστών κλάδων του υφιστάμενου δικτύου έρματος. Για παράδειγμα, στα πετρελαιοφόρα συνήθως υπάρχει ένα πρωραίο και ένα πυρμναίο σύστημα ερματισμού, χρησιμοποιούνται educators για την απάντληση όλων των δεξαμενών έρματος και διαθέτουν Top Side Ballast Tanks που αδειάζουν με την βαρύτητα. Τα συστήματα BWMS πρέπει να αξιολογηθούν λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες κάθε πλοίου και την ικανότητα των συστημάτων να λειτουργήσουν αποδοτικά σε αυτά τα δεδομένα.

4.5.2. ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ

Είναι απαραίτητη, σε οποιαδήποτε τεχνολογία και αν χρησιμοποιηθεί, η αρχική επεξεργασία του έρματος με μηχανικά μέσα, φίλτρα ή υδροκυκλώνα. Κατά την διαδικασία του μηχανικού διαχωρισμού, ολόκληρη η ποσότητα του έρματος που παραλαμβάνεται από τα sea chests του πλοίου, υπόκειται σε επεξεργασία. Στην γραμμή ερματισμού προστίθενται οι σχετικές διατάξεις, οι οποίες επιφέρουν στο σύστημα ερματισμού μία πτώση πίεσης, η οποία είναι αναπόφευκτη. Στο σύνολο της εγκατάστασης, η συνολική πτώση πίεσης πρέπει να είναι εντός των ορίων ώστε η ταχύτητα ροής να μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις του πλοίου.

4.5.3. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ

Σημαντικό στοιχείο στην αξιολόγηση ενός συστήματος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει κάθε σύστημα δηλαδή το εμβαδόν των εξαρτημάτων του (footprint) και ο όγκος τους. Συνήθως, η εγκατάσταση ενός συστήματος προβλέπεται να γίνεται κοντά στις αντλίες έρματος, στον χώρο του μηχανοστασίου. Λόγω του, κατά κανόνα, περιορισμένου χώρου του μηχανοστασίου, ο παράγοντας αυτός είναι αρκετά σημαντικός, καθώς ένα σύστημα με ευελιξία στην χωροθέτηση των εξαρτημάτων του, πλεονεκτεί σε σχέση με ένα ενιαίο συμπαγές σύστημα. Γενικά, ένα σύστημα που χρησιμοποιεί UV τεχνολογία, έχει μεγαλύτερο όγκο από τα υπόλοιπα.

Τα εμπορικά συστήματα επεξεργασίας έρματος διατίθενται σε διαμορφώσεις κατάλληλες για μετασκευές. Για νεότευκτα πλοία, κατά το στάδιο της σχεδίασης προβλέπεται η εγκατάσταση του BWMS, όσον αφορά την σύνδεσή του, τον όγκο του και το βάρος του. Οι απαιτήσεις σε χώρο ποικίλουν από τα 25 m² για ένα μικρό BWTS της τάξης των 200 m³/h TRC, έως και περισσότερο από 50m² για μεγαλύτερα συστήματα, της τάξης των 4000 m³/h TRC. Για τους περισσότερους τύπους BWMS, αύξηση της παροχής συνεπάγεται αύξηση του μεγέθους, αλλά αυτή η αύξηση δεν είναι γραμμική.

Επίσης, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι δυσκολίες τοποθέτησης των εξαρτημάτων. Η μεταφορά μικρότερων πιο ευέλικτων υποτομέων και η συναρμολόγησή τους στον χώρο εγκατάστασης μειώνει κατά πολύ τις δαπάνες και τον χρόνο για την εγκατάσταση. Κύριος σκοπός είναι η χρησιμοποίηση υπαρχόντων διαδρομών, αναρτήσεων και διόδων, ώστε να αποφευχθεί το άνοιγμα νέων προσωρινών διόδων.

Σημαντικός παράγοντας είναι και το συνολικό βάρος που προστίθεται σε μία μετασκευή τέτοιου εύρους. Επηρεάζεται άμεσα το εκτόπισμα του πλοίου, η διαγωγή του και η ευστάθειά του. Ενδεχομένως να απαιτούνται και κατασκευαστικές τροποποιήσεις.

Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται υλικά και χημικά κατά την επεξεργασία και πριν από τον αφερματισμό, τα υλικά αυτά μεταφέρονται και φυλάσσονται στο πλοίο. Είναι απαραίτητο τα ληφθούν υπόψη οι εργονομικές απαιτήσεις και οι απαιτήσεις ασφαλείας, που απορρέουν από την φύλαξη και την χρήση αυτών των υλικών. Συνήθως πρόκειται για δραστικές χημικές ουσίες που καθιστούν απειλή για την ανθρώπινη υγεία και ασφάλεια, οπότε προβλέπονται κατάλληλοι χώροι για την φύλαξή τους με επαρκή εξαερισμό και διατάξεις που προβλέπονται για τις περιοχές υψηλού κινδύνου (πυρόσβεση και εξαερισμός).

Εκτός από τον όγκο των εξαρτημάτων των συστημάτων, σημαντικό στοιχείο είναι και ο όγκος του δικτύου ερματισμού. Αν το νέο σύστημα, απαιτεί νέες γραμμές διακλάδωσης, μερικές φορές αυτό είναι το πιο σημαντικό κριτήριο από τις απαιτήσεις του χώρου του εξοπλισμού. Στα περισσότερα μηχανοστάσια, οι σωληνώσεις ερματισμού είναι οι μεγαλύτερες που χρησιμοποιούνται. Σε μικρά containerships, με αντλίες μέσης παροχής, οι σωληνώσεις μπορεί να έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 250mm. Αντίστοιχα, σε πλοία με μεγάλη χωρητικότητα έρματος, η διατομή μπορεί να

έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 500 mm. Είναι αρκετά δύσκολο να βρεθεί χώρος για σημεία σύνδεσης στην περιοχή του manifold και να «τρέξουν» σωλήνες σε απομακρυσμένες θέσεις στο πλοίο. Για αυτόν τον λόγο, συστήματα που δεν απαιτούν ανακατεύθυνση της ροής του κύριου έρματος, εμφανίζονται πλεονεκτικότερες.

Εκτός από τα εξαρτήματα που απαρτίζουν ένα σύστημα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και ο χώρος που απαιτείται για την συντήρηση του εξοπλισμού και τυχόν βοηθητικό εξοπλισμό (π.χ. σκάλες, φωτισμός κ.λ.π.)

4.5.4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ

Μια εξίσου σημαντική παράμετρος είναι το ηλεκτρικό φορτίο που απαιτείται κατά την πλήρη λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας έρματος. Τα εμπορικά συστήματα παρουσιάζουν μια διακριτή κατηγοριοποίηση όσον αφορά στην κατανάλωση ενέργειας:

- Τα συστήματα φυσικής επεξεργασίας που απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα, ένα σύστημα UV απαιτεί 150-300KW για επεξεργασία έρματος 2000m³/h (ABS, Ballast Water Management Advisory, 2019).
- Τα συστήματα χημικής επεξεργασίας, που έχουν μικρότερες απαιτήσεις σε ενέργεια, αλλά μεγαλύτερες απαιτήσεις σε αποθηκευτικό χώρο.

Απαιτείται λεπτομερής ενεργειακός ισολογισμός με δεδομένη την συνεχή λειτουργία του BWMS. Σε πολλές περιπτώσεις, επιβάλλεται η εγκατάσταση νέας γεννήτριας για την κάλυψη των αναγκών.

4.5.5. ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Οι επιδράσεις που επιφέρει μια τεχνολογία στην δομή του πλοίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας. Οι επιδράσεις αυτές είναι η αύξηση του ρυθμού διάβρωσης των δεξαμενών έρματος και των σχετικών σωληνώσεων. Συνήθως, στις περιπτώσεις χρήσης οξειδωτικών χημικών προϊόντων για την επεξεργασία του έρματος, παρατηρείται καταστροφή των επιχρισμάτων των δεξαμενών και αυξημένη διάβρωση της περιοχής. Ειδικότερα, για την εγκατάσταση συστημάτων επεξεργασίας που χρησιμοποιούν βιοκτόνα, είναι απαραίτητο να ελεγχθούν τα χρώματα / βαφές που χρησιμοποιούνται στις δεξαμενές έρματος και τις επιδράσεις τους στα ανόδια.

4.6. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

4.6.1. ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

Η βασική ανησυχία για τους πλοιοκτήτες είναι το συνολικό κόστος ενός συστήματος επεξεργασίας έρματος, σε όλο τον κύκλο ζωής του πλοίου. Το κόστος αγοράς (CAPEX) είναι εύκολο να προσδιοριστεί αφού ορίζεται απ' ευθείας από τους πωλητές. Το κόστος εγκατάστασης είναι μία κατά εκτίμηση αξία. Διαφέρει τόσο από σύστημα σε σύστημα, όσο και από πλοίο σε πλοίο και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Το κόστος εγκατάστασης περιλαμβάνει αλλαγές στις υπάρχουσες σωληνώσεις, εξοπλισμό και κατασκευή, καθώς και την άμεση εγκατάσταση του νέου εξοπλισμού, σύνδεση, εκκίνηση, δοκιμή και επιθεώρηση από την Αρχή Έγκρισης.

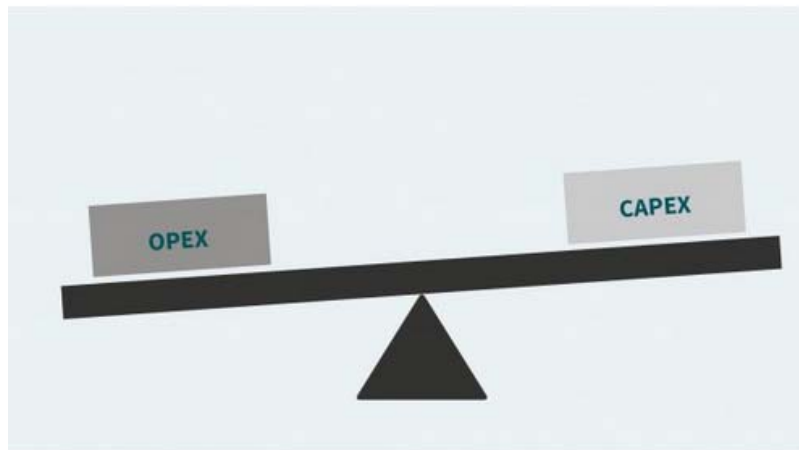
Το κόστος λειτουργίας (OPEX) και συντήρησης είναι μια αρκετά πολύπλοκη εκτίμηση, καθώς και τα δύο διαφέρουν από τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου, το σύστημα που επιλέγεται και τα στοιχεία που διαθέτουν οι πωλητές. Η σχέση OPEX/CAPEX και η σπουδαιότητα καθενός, εξαρτάται από την αναμενόμενη επιχειρησιακή ζωή του πλοίου. Τα ετήσια λειτουργικά έξοδα κυμαίνονται από 3% έως περισσότερο από 15% του κόστους κεφαλαίου του εξοπλισμού. Ένα σημαντικό μέρος αυτών των δαπανών πραγματοποιείται σε μεταγενέστερα χρόνια, όταν απαιτείται η αντικατάσταση και συντήρηση του εξοπλισμού. Συνεπώς μετά από 3-5 χρόνια τα OPEX αποτελούν σημαντικό παράγοντα.

Για την εκτίμηση του κόστους λειτουργίας και συντήρησης για ένα BWMS στον κύκλο ζωής του πλοίου, πρέπει να υπολογιστούν τα ακόλουθα :

- Η ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία του συστήματος. Σε αυτή συμπεριλαμβάνεται η ηλεκτρική ενέργεια και η κατανάλωση καυσίμου που απαιτούνται για την παραγωγή υλικών επεξεργασίας (όζον, αδρανές αέριο και άλλα βιοκτόνα).
- Αναλώσιμα, όπως χημικά, λαμπτήρες, φίλτρα και άλλα ανταλλακτικά.
- Εκπαίδευση του πληρώματος για την λειτουργία και την συντήρηση του συστήματος.

Η πρόβλεψη των προβλημάτων για την αποφυγή αστοχίας του συστήματος, απαιτεί μεγάλο βαθμό εξοικείωσης με τον εξοπλισμό και γνώση της λειτουργίας του. Όλα τα

συστήματα πρέπει να μένουν καθαρά κατά την διάρκεια της λειτουργίας τους. Με την πάροδο του χρόνου, ιζήματα και βιορύπανση συσσωρεύονται στα κρίσιμα εξαρτήματα και επηρεάζουν αντίστροφα την απόδοση του συστήματος ή αναστέλλουν την λειτουργία του. Συνεπώς, υπάρχει άμεση εξάρτηση των OPEX από ένα σύνολο από αστάθμητους παράγοντες, που δεν δύνανται να προκαθοριστούν με γενικούς κανόνες, χωρίς πραγματικά στοιχεία.



4.6.2. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗ

Από την στιγμή που η Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ και σε χρονικό διάστημα που αυτό καθορίζεται, πρέπει όλα τα υπάρχοντα πλοία να φέρουν ένα εγκεκριμένο σύστημα διαχείρισης έρματος. Είναι αναμενόμενο να υπάρξει πλήθος παραγγελιών. Σημαντικό κριτήριο στην επιλογή ενός BWMS είναι η αξιοπιστία του κατασκευαστή έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ότι το σύστημα θα παραδοθεί την χρονική στιγμή που θα καθοριστεί, θα είναι πλήρες λειτουργικό και πιστοποιημένα.

Επίσης, σημαντικό είναι το δίκτυο υπηρεσιών του προμηθευτή BWMS. Λόγω της ιδιαιτερότητας της εργασίας ενός πλοίου, ο προμηθευτής πρέπει να δύναται να προμηθεύει κάθε πλοίο με τα αναγκαία ανταλλακτικά και να υποστηρίζει τεχνικά το σύστημα μέσα σε εύλογο χρονικό διάστημα, με σκοπό την απρόσκοπτη λειτουργία του πλοίου.

4.7. ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ενός συστήματος διαχείρισης έρματος σε ένα πλοίο, είναι πολυπληθείς. Όπως έχει ήδη αναλυθεί, υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στον τομέα της επεξεργασίας του έρματος, από διάφορους κατασκευαστές συστημάτων. Η όλη διαδικασία γίνεται περίπλοκη καθώς το σύνολο των δεδομένων προς αξιολόγηση και τα κριτήρια απόφασης, είναι πολλά. Βέβαια, σε ένα τόσο πολύπλοκο πρόβλημα, λαμβάνοντας υπόψη και την υποκειμενική κρίση των εμπλεκόμενων, η λήψη της βέλτιστης απόφασης δεν είναι μια εύκολη υπόθεση.

Η απόδοση των υπαρχόντων συστημάτων είναι θέμα αμφίβολων και ανακριβών στοιχείων (Karahalios, 2017). Άλλωστε, από τους κατασκευαστές παρέχονται περιορισμένα κριτήρια σχετικά με την απόδοση και την λειτουργία των συστημάτων στο σύνολό τους.

Το έργο της σύγκρισης των BWTS και της βέλτιστης επιλογής, έχει ανατεθεί στους ερευνητές (Fatma Yonsel, 2017). Είναι πολύ σημαντικό να προσδιοριστούν και να τυποποιηθούν τα εμπορικά διαθέσιμα BWMS καθώς και να βρεθεί η καλύτερη επιλογή για όλα τα πλοία σε έναν στόλο. Όλοι οι εμπλεκόμενοι συνήθως προβληματίζονται με το ερώτημα «Ποια είναι η καλύτερη ή η πιο ιδανική τεχνολογία επεξεργασίας, ανάλογα με τα διαθέσιμα σενάρια»; (Jingzheng Ren, 2018)

Σε αυτό γίνεται χρήση της μεθοδολογίας της πολυκριτηριακής ανάλυσης MCDA (Multi-Criteria Decision Analysis) έτσι ώστε να προκύψει η βέλτιστη λύση που να ικανοποιεί στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό τα κριτήρια.

Ως βασικό μέρος αυτής της ερευνητικής μεθοδολογίας συνδυάζονται οι μέθοδοι TOPSIS και AHP (Karahalios, 2017) για να καθοριστεί ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων κόστους – οφέλους, που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους πλοιοκτήτες. Πρόκειται για μια υβριδική μεθοδολογία που λειτουργεί ως εργαλείο λήψης απόφασης ικανό να υπολογίσει τα οφέλη και το κόστος για κάθε σύστημα, κατά την οποία :

- Προσδιορίζονται τα κριτήρια αξιολόγησης ενός συστήματος
- Κατατάσσονται τα κριτήρια, σύμφωνα με την σπουδαιότητά τους στην λήψη αποφάσεων.

Η AHP (Analytic Hierarchy Process) είναι ένα σχετικά απλό εργαλείο λήψης αποφάσεων. Είναι μια θεωρία αποτελεσμάτων μέσω συγκρίσεων ανά ζεύγη και εξαρτάται από την υποκειμενική κρίση που ορίζουν οι κλίμακες προτεραιότητας και σπουδαιότητας. Καταστρώνεται ένα δένδρο ιεράρχησης που περιλαμβάνει το επίπεδο των στόχων, τα κριτήρια, τα υπο-κριτήρια και τις εναλλακτικές προτάσεις. Με αυτή την προσέγγιση, κάθε στοιχείο στην ιεραρχία συγκρίνεται με άλλα στοιχεία, όσον αφορά συγκεκριμένα κριτήρια. Αυτό επιτυγχάνεται με την αποσύνθεση της λήψης απόφασης, σε μια ιεράρχηση από περισσότερα και πιο κατανοητά υποπροβλήματα, κάθε ένα από τα οποία αναλύεται ανεξάρτητα.

Σύμφωνα με την (Jingzheng Ren, 2018), για την αντιμετώπιση του θέματος, χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα MADA (Multi Attribute Decision Analysis). Τα μοντέλα MADA παρουσιάζουν κενά κατά την εξέλιξη της έρευνας :

- Δεν είναι δυνατόν να αξιολογηθούν ταυτόχρονα τόσο τα σοβαρότερα όσο και τα λιγότερο σημαντικά κριτήρια. Οι προηγούμενες δημοσιευμένες εργασίες αξιολογούν τα κριτήρια υποκειμενικά, δεν μπορούν να ενσωματώσουν το σύνολο των κριτηρίων στην λήψη της απόφασης.
- Αδυναμία ταυτόχρονης αξιολόγησης αντικειμενικών και υποκειμενικών κριτηρίων. Οι περισσότερες μελέτες χρησιμοποιούν μόνο τις προτιμήσεις και απόψεις των stakeholders για την αξιολόγηση.
- Δεν έχει πραγματοποιηθεί κατάταξη των τεχνολογιών για την επεξεργασία του έρματος. Όλες οι μελέτες ταξινομούν τα συστήματα αλλά δεν μπορούν να τα ταξινομήσουν ανάλογα με τα κριτήρια.

Για να καλυφθούν τα προαναφερόμενα μειονεκτήματα, σύμφωνα με την (Jingzheng Ren, 2018) αναπτύχθηκε μια MADA μέθοδος, στην οποία συνδυάζονται η αντικειμενική και η υποκειμενική μέθοδος καθορισμού των βαρών / σημασίας κάθε κριτηρίου, με την θεωρία της επέκτασης (extension theory).

Με την υποκειμενική και αντικειμενική μέθοδο, καθορίζονται οι απόψεις / προτιμήσεις των stakeholders και τα δεδομένα κριτήρια. Με την θεωρία της επέκτασης, οι τεχνολογίες βαθμολογούνται και κατατάσσονται σε σειρά προτεραιότητας.

Το πλαίσιο εφαρμογής αυτής της υβριδικής μεθόδου, αποτελείται από τα εξής στάδια:

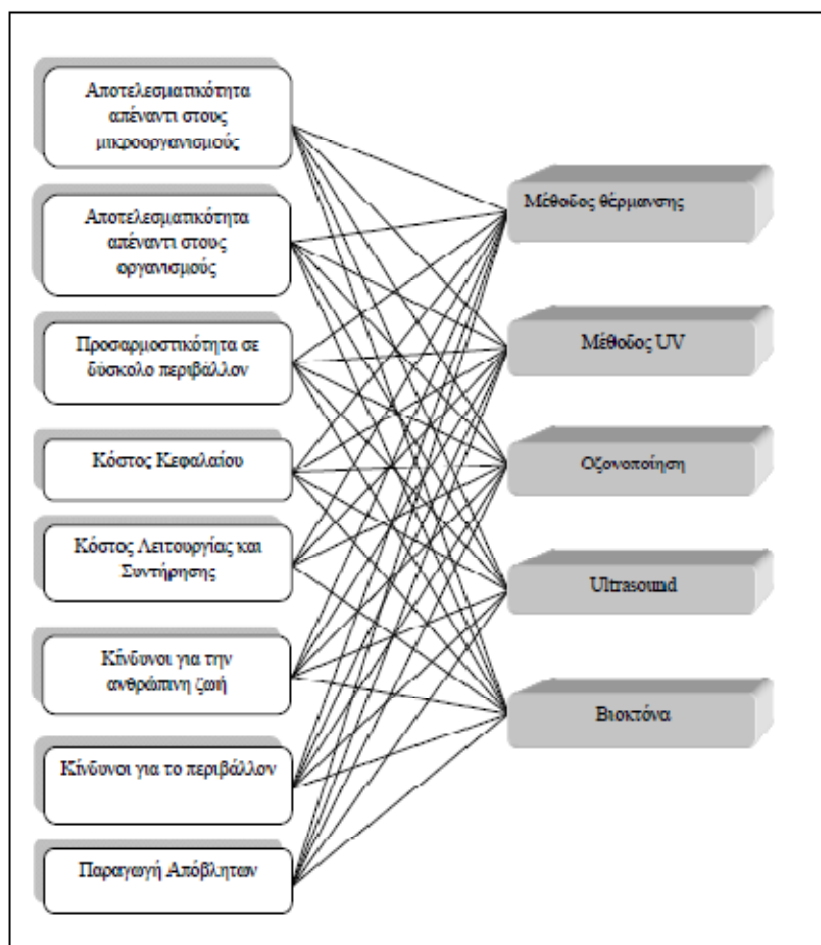
Στάδιο 1 : καθορισμός των εναλλακτικών τεχνολογιών και τα κριτήρια αξιολόγησης

Στάδιο 2 : Χρησιμοποιείται η μέθοδος καλύτερου – χειρότερου. Καθορίζονται οι σχετικές τιμές των εναλλακτικών τεχνολογιών σε σχέση με το κάθε ένα κριτήριο αξιολόγησης. Πρόκειται για υποκειμενική βαθμολόγηση των κριτηρίων αξιολόγησης, με κλίμακα σύγκρισης αυξανόμενης σπουδαιότητας.

Στάδιο 3 : Γίνεται συσχέτιση για τον καθορισμό των αντικειμενικών βαρών αξιολόγησης.

Στάδιο 4 : καθορίζεται ο βαθμός κάθε τεχνολογίας επεξεργασίας έρματος και κατατάσσονται σε σειρά.

Από την σχετική θέση κάθε τεχνολογίας στην τελική λίστα, προκύπτει η πιο ιδανική λύση.



Εικόνα 15 : Δομή ιεράρχησης συστημάτων επεξεργασίας έρματος

5. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

5.1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Η Διεθνής Σύμβαση του IMO αναφέρεται ρητά στην διαχείριση του ιζήματος που συσσωρεύεται στον πυθμένα των δεξαμενών έρματος. Οι οδηγίες αυτές αφορούν αποκλειστικά στην διαχείριση ιζημάτων που προέρχονται από τις δεξαμενές έρματος. Αναγνωρίζεται το γεγονός ότι ορισμένες χώρες, περιοχές και λιμάνια εφαρμόζουν ήδη κανονισμούς σχετικά με την διαχείριση άχρηστων υλικών από τα πλοία, συμπεριλαμβανομένου και του ιζήματος των δεξαμενών έρματος. Οι συγκεκριμένες οδηγίες δεν έχουν σκοπό να επηρεάσουν ή να αντικαταστήσουν οποιουδήποτε τέτοιους κανονισμούς (International Maritime Organization, 2009).

Όσον αφορά στα νεότευκτα πλοία, αυτά πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται, έχοντας ως σκοπό την ελαχιστοποίηση της λήψης και ανεπιθύμητης παγίδευσης ιζημάτων, την εύκολη απομάκρυνσή τους και την ασφαλή πρόσβαση στα σημεία δειγματοληψίας.

Οι δεξαμενές ballast περιέχουν μείγμα από διάφορα ιζήματα που παραλαμβάνονται κατά τον ερματισμό του πλοίου. Η ποσότητα και το περιεχόμενο του ιζήματος εξαρτάται από το επιχειρησιακό ιστορικό του πλοίου και τον χρόνο που έχει μεσολαβήσει από τον τελευταίο δεξαμενισμό. Η ποσότητα του ιζήματος που εγκλωβίζεται στις δεξαμενές, είναι μεγαλύτερη όταν το έρμα λαμβάνεται από περιοχές με αβαθή νερά, ποτάμια και εκβολές ποταμών (Lovro Maglić).

Η ποσότητα του ιζήματος που συγκεντρώνεται στον πυθμένα των δεξαμενών έρματος ποικίλει από μερικά εκατοστά σε περισσότερο από 30cm (Ceren Bilgin Güney, 2018). Έχει αναφερθεί ότι εμπορικά πλοία μπορεί να μεταφέρουν μέχρι και 200tons ιζήματος (Baoyi Lv, 2017).

Σύμφωνα με στοιχεία που έχουν ληφθεί από ναυπηγεία, στις περισσότερες περιπτώσεις κατά μέσο όρο, το ύψος του συγκεντρωμένου ιζήματος είναι μερικά εκατοστά. Το ειδικό βάρος του ιζήματος κυμαίνεται μεταξύ 1,2 και 2,0 Kgr/dm³ και εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε νερό. Για την πλειονότητα των mid-sized ποντοπόρων πλοίων, το βάρος του συγκεντρωμένου ιζήματος, στο σύνολό του, είναι μεταξύ 10-15 tons (Lovro Maglić).

Το ίζημα από τις δεξαμενές έρματος, απομακρύνεται όταν:

- Η συνολική μάζα των ιζημάτων είναι υπερβολική, επηρεάζοντας αρνητικά την οικονομική απόδοση του πλοίου.
- Οι δεξαμενές πρέπει να επιθεωρηθούν κατά την διαδικασία της προγραμματισμένης συντήρησης του πλοίου. Σύμφωνα με τις συνήθειες απαιτήσεις των Νηογνωμόνων, οι δεξαμενές έρματος πρέπει να επιθεωρούνται τουλάχιστον μία φορά κάθε πέντε χρόνια.

- Στην περίπτωση που απαιτούνται εργασίες συντήρησης και επισκευής των δεξαμενών.
- Οι αναρροφήσεις του δικτύου ερματισμού είναι μη λειτουργικές, καθιστώντας την άντληση του έρματος δύσκολη ή αδύνατη, λόγω της συσσώρευσης ιζήματος.

Είναι αναμενόμενο, με την εφαρμογή συστημάτων μηχανικής επεξεργασίας (π.χ. φίλτρα) να μειωθεί η ποσότητα της αιωρούμενης ύλης που εισέρχεται στο πλοίο κατά τον ερματισμό, αλλά δεν μπορεί να εξαληφθεί πλήρως. Το ίζημα συνήθως περιέχει άργιλο, λάσπη και άμμο, τα σωματίδια των οποίων έχουν μέγεθος κάτω από το μέσο όρο των σωματιδίων που αφαιρούνται με το σύστημα επεξεργασίας (Ceren Bilgin Güney, 2018). Στο έρμα αιωρείται ανόργανη και οργανική ύλη και υδρόβιοι οργανισμοί. Ανάμεσα στα σωματίδια του ιζήματος, υπάρχουν οργανισμοί που δύνανται να επιβιώσουν από την διαδικασία της επεξεργασίας. Η επιβίωση των οργανισμών και η πιθανότητα να μεταφερθούν σε λανθάνουσα κατάσταση, καθορίζουν την επικινδυνότητα του ιζήματος.

Σε σύγκριση με το έρμα, το ίζημα περιέχει άφθονα θρεπτικά συστατικά. Η αιωρούμενη ύλη στο έρμα και οι νεκροί οργανισμοί που αποσυντίθενται, προσθέτουν θρεπτικά συστατικά στο ίζημα (Baoyi Lv, 2017). Αυτά τα ανόργανα ή οργανικά συστατικά είναι διαθέσιμα στους ζώντες οργανισμούς ως τροφή.

Στο ίζημα μπορούν να ζουν διάφοροι τύποι μικροβίων καθώς είναι ένα σύνολο ποικίλων συστατικών και στερεών. Κοινότητες μικροβίων αναπτύσσονται στο ίζημα όπου επικρατούν συνθήκες με σκοτάδι, χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο και χαμηλή θερμοκρασία. Τα μικρόβια προσαρμόζονται στο ειδικό περιβάλλον της δεξαμενής και παίζουν σημαντικό ρόλο στον βιογεωχημικό κύκλο του ιζήματος. Η επιβίωση των οργανισμών και η πιθανότητα να μεταφερθούν σε λανθάνουσα κατάσταση, καθορίζουν την επικινδυνότητα του ιζήματος. Αυτά τα μικρόβια έχουν τον κίνδυνο της βιολογικής εισβολής και περιβαλλοντικής μόλυνσης, επιπλέον, υπάρχει ένας σύνδεσμος μεταξύ του συσσωρευμένου ιζήματος και της διάβρωσης της περιοχής της δεξαμενής έρματος. Η κοινότητα των μικροβίων του ιζήματος είναι υπεύθυνη για την ενίσχυση της διάβρωσης των δεξαμενών έρματος.

Επιπλέον, στο ίζημα συγκεντρώνονται μεγάλες ποσότητες ακαθαρσιών και οργανικά απόβλητα με υψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων, καθώς και παραπροϊόντα απολύμανσης, στις περιπτώσεις που έχουν εγκατασταθεί συστήματα που χρησιμοποιούν ενεργές ουσίες.

Αυτοί οι παράγοντες υπογραμμίζουν την αναγκαιότητα μιας αποτελεσματικής διαχείρισης του ιζήματος. Η Σύμβαση προβλέπει όχι μόνο τα standards απόδοσης για το νερό έρματος, αλλά τα πλοία πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα να λαμβάνεται και να εγκλωβίζεται ανεπιθύμητο ίζημα, να διευκολύνεται η απομάκρυνσή του και να παρέχεται ασφαλής πρόσβαση για την δειγματοληψία του.

Το πρώτο βήμα για τον μετριασμό του προβλήματος είναι ο καθορισμός των στρατηγικών για την μείωση του ποσού του ιζήματος προς διαχείριση. Ο προσδιορισμός του μοντέλου κατανομής του ιζήματος είναι μεγάλης σημασίας για τον σχεδιασμό και την κατασκευή πλοίων με σκοπό την ελαχιστοποίηση της πρόσληψης και παγίδευσης ανεπιθύμητων ιζημάτων όπως επισημαίνεται στην Σύμβαση. Οι (Ceren Bilgin Güney, 2018) στην μελέτη τους, παραθέτουν αποτελέσματα που προέκυψαν από τα πειράματα που διεξήγαγαν. Συγκεκριμένα διεξήγαγαν πειράματα σε εργαστηριακή διάταξη προσομοίωσης δεξαμενής έρματος, η οποία ακολουθούσε κίνηση rolling. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης καταδεικνύουν την περιοχή συσσώρευσης του ιζήματος γύρω από την κεντρική σταθμίδα, και συγκλίνουν σε μία οριακή τιμή σχετικά γρήγορα.

5.2. ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΕΡΜΑΤΟΣ

Όσον αφορά στις νέες σχεδιάσεις και κατασκευές πλοίων, ο IMO στην σύμβαση (G12) περιγράφει προδιαγραφές και κατασκευαστικές λεπτομέρειες έτσι ώστε να περιορίζεται η συσσώρευση ιζήματος στις δεξαμενές. Σύμφωνα με την RES MEPC209(203), τα ακόλουθα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, στο μέτρο του δυνατού, κατά την σχεδίαση και την κατασκευή των δεξαμενών έρματος.

1. Πρέπει να αποφεύγονται οι οριζόντιες επιφάνειες, όπου είναι εφικτό.
2. Στην περίπτωση που τα διαμήκη στοιχεία φέρουν «πέλμα», το συνολικό ύψος των διαμήκων ενισχυτικών να είναι μικρότερο από το συνολικό ύψος των εγκάρσιων ενισχυτικών, έτσι ώστε να επιτρέπεται η αποστράγγιση της περιοχής.
3. Οι επαγόμενες ροές του νερού, είτε μέσω αντλιών είτε λόγω βαρύτητας, να οδηγούνται κατά μήκος των οριζόντιων ή κοντά σε οριζόντιες επιφάνειες, έτσι ώστε να αναδεύεται το ήδη κατακαθισμένο ίζημα.
4. Όπου απαιτείται η ύπαρξη οριζόντιων stringers ή webs, οι οπές αποστράγγισης να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερες.
5. Εσωτερικά girders, διαμήκη ενισχυτικά και έδρες, όπου υπάρχουν, να φέρουν επιπλέον οπές αποστράγγισης ώστε να επιτρέπουν την ροή του νερού με ελάχιστους περιορισμούς κατά τις εργασίες αφερματισμού και αποστράγγισης.
6. Όπου συγκολλούνται ενισχυτικά πάνω σε φρακτές, η τοποθέτησή τους πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση και ο εγκλωβισμός ιζήματος.
7. Στα σημεία σύνδεσης των ενισχυτικών του inner bottom (tank top) με τις έδρες, πρέπει να προβλέπονται scallops που να επιτρέπουν την καλή ροή του αέρα στον χώρο της δεξαμενής και συνεπώς το στέγνωμα της κενής δεξαμενής. Η σωστή διάταξη των ανοιγμάτων επιτρέπει την διαφυγή του αέρα από το εξαεριστικό της δεξαμενής κατά την πλήρωση αυτής, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η ποσότητα του αέρα που παγιδεύεται στην δεξαμενή.
8. Τα συστήματα των αγωγών πρέπει να είναι σχεδιασμένα έτσι, ώστε κατά τον αφερματισμό, η αναταραχή του νερού στην δεξαμενή να είναι όσο το δυνατόν ισχυρότερη ώστε να αναδεύεται το ίζημα.
9. Η ροή στις δεξαμενές έρματος πρέπει να μελετηθεί (για παράδειγμα με την χρήση CFD) και η εσωτερική κατασκευή κάθε δεξαμενής πρέπει να σχεδιαστεί ώστε να παρέχει αποτελεσματική απόπλυση. Το σύνολο της εσωτερικής ενίσχυσης, σε περιοχές με double bottom δεξαμενές, μειώνουν την πιθανότητα βελτίωσης των ροών. Γενικά, η υδροδυναμική απόδοση μιας δεξαμενής έρματος είναι κρίσιμη για την εξασφάλιση της απομάκρυνσης του ιζήματος.

Οποιαδήποτε διάταξη δεξαμενών προβλέπει την ανάδευση και απομάκρυνση του ιζήματος με την ροή του νερού, πρέπει να προβλέπεται στο μέτρο του δυνατού, συνολική απομάκρυνση του ιζήματος, χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση με οποιοδήποτε μέσο.

Το πλεονέκτημα της σχεδίασης των πλοίων για την μείωση της συσσώρευσης ιζήματος, είναι η αφαίρεση του ιζήματος να γίνεται σε μεγάλο βαθμό κατά τον αερατισμό και να μην παρουσιάζεται ανάγκη για περεταίρω ενέργειες με την χρήση άλλων μέσων.

Ο σχεδιασμός των πλοίων πρέπει να παρέχει ασφαλή πρόσβαση για την δειγματοληψία και αφαίρεση του ιζήματος.

Η λήψη θάλασσας για τον ερατισμό και από τις δύο πλευρές του πλοίου, πρέπει να γίνεται από τα πιο υψηλά σημεία.

Υπάρχουν πρακτικές εφαρμογές και διαδικασίες που μπορούν να εφαρμοστούν κατά τον χειρισμό του έρματος, για τον έλεγχο του ιζήματος. Οι προτάσεις αυτές περιλαμβάνονται ως οδηγίες στην σύμβαση G4-Part A – Section 1.3 (MEPC 127(53)) και πρέπει να τηρούνται όσο το δυνατόν περισσότερο.

- Πρέπει να λαμβάνονται όλα τα πρακτικά μέτρα έτσι ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση ιζημάτων. Είναι δεδομένο ότι το ίζημα που αιωρείται στο νερό έρματος κατά τον ερατισμό, θα καθιζάνει στις επιφάνειες και τον πυθμώνα της δεξαμενής.
- Ο όγκος του ιζήματος πρέπει να ελέγχεται τακτικά/
- Η αφαίρεση του ιζήματος πρέπει να γίνεται σε χρονικά διαστήματα που καθορίζονται από BWMP. Κατά προτίμηση, πρέπει να γίνεται σε ελεγχόμενες συνθήκες σε λιμάνι, σε ναυπηγείο ή κατά τον δεξαμενισμό του πλοίου, όπου και η απόρριψή του θα γίνεται σε κατάλληλες υποδοχές.

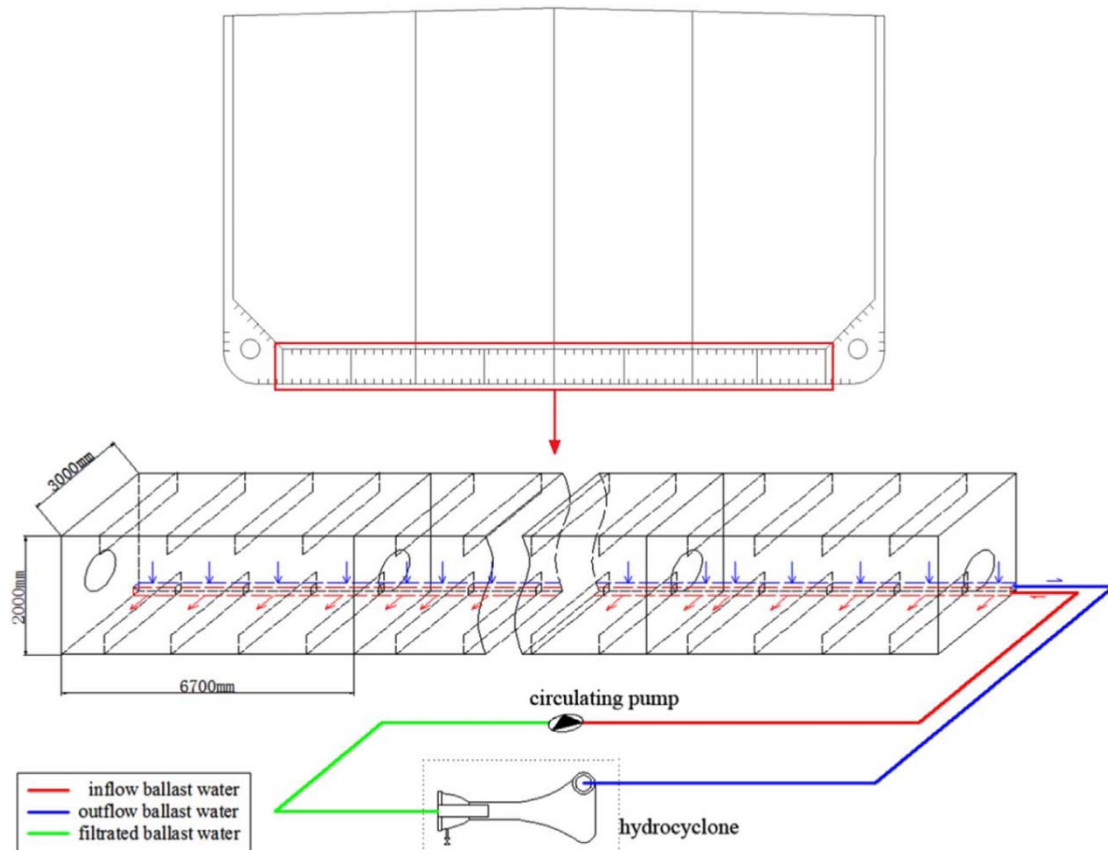
Στην μελέτη (Han Yuan, 2017) έχει αναπτυχθεί ένα σύστημα αφαίρεσης του ιζήματος που συγκεντρώνεται σε μια δεξαμενή έρματος, με την χρήση ενός συστήματος flushing. Με την ανακυκλοφορία του έρματος και την επεξεργασία του από έναν υδροκυκλώνα, επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός του ιζήματος και η αφαίρεσή του από την δεξαμενή, πριν αυτό προλάβει να στερεοποιηθεί με την πάροδο του χρόνου. Με την διάταξη αυτή η απομάκρυνση του ιζήματος γίνεται όταν η δεξαμενή είναι γεμάτη με νερό και δεν απαιτείται το άδειασμά της. Με αυτό το σύστημα, μπορεί να αφαιρεθεί το ίζημα που περιέχει οργανισμούς που έχουν επιβιώσει από τις διαδικασίες της επεξεργασίας του έρματος και δύνανται να αναπτύξουν κοινότητες. Συνεπώς, μπορεί να θεωρηθεί μια εναλλακτική μέθοδος επεξεργασίας έρματος. Κατά την εκπόνηση της μελέτης, δημιουργήθηκε μια διάταξη προσομοίωσης του συστήματος, τα πειραματικά στοιχεία που προέκυψαν επιβεβαίωσαν τα μαθηματικά μοντέλα.

Η διάταξη του συστήματος περιλαμβάνει την τοποθέτηση αγωγών κατά μήκος της δεξαμενής και στις παρειές αυτής. Πρόκειται για ένα δίκτυο αγωγών εισαγωγής /

εξαγωγής που φέρουν οπές κατά το μήκος τους. Το δίκτυο αυτό περιλαμβάνει μία αντλία κυκλοφορίας του έρματος και έναν υδροκυκλώνα. Σκοπός του δικτύου είναι η ανάδευση του έρματος, ο καθαρισμός του από το ιζήμα και η επιστροφή του «καθαρού» έρματος στην δεξαμενή με ταυτόχρονη απομάκρυνση του ιζήματος. Η ροή του έρματος από τις οπές στον αγωγό εξαγωγής δημιουργεί τυρβώδη ροή στον πυθμένα της δεξαμενής με την ανάδευση του ιζήματος και την οδήγησή τους στην διάταξη του υδροκυκλώνα.

Τόσο τα μαθηματικά μοντέλα προσομοίωσης της ροής, όσο και τα πειραματικά αποτελέσματα, κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα :

- Η απόδοση της απομάκρυνσης του ιζήματος επηρεάζεται άμεσα από την ταχύτητα εισαγωγής του κυκλοφορούμενου έρματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα εισόδου του έρματος, τόσο λιγότερος χρόνος απαιτείται για την ανάδευση και αφαίρεση του ιζήματος.
- Στην αρχή, το ιζήμα συσσωρεύεται στον πυθμένα της δεξαμενής και στην συνέχεια, με την πάροδο του χρόνου, ο όγκος τους μηδενίζεται.
- Μεγαλύτερη ταχύτητα εισόδου οδηγεί σε πιο γρήγορη αφαίρεση του ιζήματος.
- Για το ίδιο αποτέλεσμα, η υψηλότερη ταχύτητα εισόδου σημαίνει πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας από την αντλία.



Εικόνα 16 : Διάγραμμα flushing δικτύου ερματισμού

Πηγή : (Han Yuan, 2017)

6. MARKET ANALYSIS

6.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η εφαρμογή της Σύμβασης έχει τεθεί σε ισχύ από τις 8 Σεπτεμβρίου 2017. Σε συζητήσεις (workshops) που έχουν λάβει χώρα κατατέθηκαν οι απόψεις και οι εμπειρίες πλήθος εμπλεκομένων με το θέμα, οι οποίοι κατέθεσαν τις εμπειρίες τους από τις μετασκευές των πλοίων και την εγκατάσταση συστημάτων BWMS. Στα workshops κατέθεσαν και τα διδάγματα που άντλησαν από την αντιμετώπιση προβλημάτων που προέκυπταν κατά τις εργασίες. Ελήφθησαν στοιχεία από περισσότερους από 60 πλοιοκτήτες και χειριστές παγκοσμίως που αντιστοιχούν σε 483 εγκαταστάσεις BWMS διαφόρων τεχνολογιών και διαφόρων τύπων πλοίων. Ο ABS στο (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019) συγκέντρωσε όλα τα στοιχεία και στην έκθεση που δημοσιεύτηκε το 2019 αναφέρει στατιστικά στοιχεία για την εξέλιξη της αγοράς των BWMS και την λειτουργία τους, καθώς και οδηγίες για τις βέλτιστες πρακτικές που πρέπει να ακολουθηθούν.

Τα βασικά σημεία, τα οποία επισημάνθηκαν, για την ομαλή εξέλιξη ενός τέτοιου project είναι :

- Ο σωστός προγραμματισμός, με σύνταξη και τήρηση αυστηρών χρονοδιαγραμμάτων
- Ενσωμάτωση μέτρων αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης, για την αποφυγή διακοπής λειτουργίας και πιθανών οικονομικών κυρώσεων.
- Εξειδικευμένη εκπαίδευση του πληρώματος για την λειτουργία και την συντήρηση των συστημάτων.
- Η παρακολούθηση των δεδομένων για την καλύτερη κατανόηση των περιορισμών σχεδιασμού του συστήματος. Αυτό καθιστά το πλήρωμα ικανό να προβλέψει τις ιδιαιτερότητες σε επόμενα δρομολόγια του πλοίου.
- Η μεταπωλητική υποστήριξη του προμηθευτή σε παγκόσμιο επίπεδο

Λειτουργική Αξιοπιστία Συστήματος

Η λειτουργική αξιοπιστία ενός συστήματος, μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, όπως η χρήση αναξιόπιστου εξοπλισμού ή εξαρτημάτων (φίλτρα, αισθητήρες, αντλίες, βαλβίδες, ενεργοποιητές, συστήματα χημικής δοσολογίας, αντιδραστήρες UV κ.λ.π) ή η ακατάλληλη εγκατάσταση του συστήματος από το ναυπηγείο.

Ορισμένα κοινά προβλήματα που εντοπίστηκαν είναι :

- Ασταθείς αισθητήρες TRO και ενδείξεις που είναι ευαίσθητες στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται στα συστήματα χημικής επεξεργασίας για τον έλεγχο της δοσολογίας της χημικής ουσίας και

τον έλεγχο της έγχυσης της χημικής ουσίας για την εξουδετέρωση του υπολειμματικού οξειδωτικού.

- Συχνές αντικαταστάσεις και διακοπές λειτουργίας των λαμπτήρων UV εξαιτίας της αυξημένης θολότητας των νερών.
- Συχνή απόφραξη των φίλτρων, οι απαιτεί συχνή και συνεχή επανάλυση.
- Αδυναμία λειτουργίας συστημάτων ηλεκτροχλωρίωσης σε συνθήκες χαμηλής αλατότητας. Απαιτείται εναλλακτική λύση για την ρύθμιση της αλατότητας του έρματος.

Υποστήριξη after sales

Οι συμμετέχοντες στα workshops επεσήμαναν την ασυνέπεια των προμηθευτών των συστημάτων, όσον αφορά στην υποστήριξη μετά την πώληση, λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας τεχνικού προσωπικού σε παγκόσμιο επίπεδο. Επιπλέον, επεσήμαναν την αδυναμία του τεχνικού στο να αποκαταστήσει το πρόβλημα που παρουσιάστηκε ή να λύσει προβλήματα σχετικά με το εγκατεστημένο λογισμικό.

Ποιότητα των συστημάτων λογισμικού

Οι συμμετέχοντες ανέφεραν σφάλματα στο λογισμικό των συστημάτων και αστοχίες υλικών, που προκάλεσαν ανεξήγητους συναγερμούς, με παράλληλες διακοπές στην λειτουργία του συστήματος.

Ορισμένοι συμμετέχοντες δεν κατάφεραν να επαληθεύσουν την αυθεντικότητα του λογισμικού ελέγχου του συστήματος, ή ότι οι ενημερώσεις και αναβαθμίσεις του εγκατεστημένου λογισμικού πληρούσαν τις απαιτήσεις των IMO και USCG. Συχνά, οι χειριστές των συστημάτων δεν γνώριζαν τα προβλήματα του λογισμικού. Το πρόβλημα γίνεται γνωστό, είτε από τον τεχνικό του προμηθευτή που καλείται να λύσει ένα πρόβλημα είτε από τον αξιωματικό που εκτελεί port state control.

Αποτελεσματική εκπαίδευση πληρώματος

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα κατέδειξαν ότι η εκπαίδευση του πληρώματος στην σωστή λειτουργία, συντήρηση, αντιμετώπιση προβλημάτων και επισκευής των συστημάτων, ήταν προβληματική. Δεν ήταν εύκολη η μεταφορά της τεχνογνωσίας από το έμπειρο πλήρωμα που εκπαιδεύτηκε στο συγκεκριμένο σύστημα επεξεργασίας έρματος, στο επόμενο που ανέλαβε υπηρεσία.

Εγχειρίδιο λειτουργίας, συντήρησης και ασφάλειας

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα του (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019) επεσήμαναν ότι παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των εγκατεστημένων συστημάτων και των εγχειριδίων που τα συνοδεύουν.

Δεν παρέχονται επαρκείς πληροφορίες και σαφείς οδηγίες για την συντήρηση και την αντιμετώπιση των προβλημάτων των συστημάτων. Τα εγχειρίδια είναι περίπλοκα και οι οδηγίες ήταν πολύ γενικές. Οι χειριστές δεν κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν τα εγχειρίδια και να εντοπίσουν άμεσα τις δυσλειτουργίες. Είναι κατανοητό ότι χωρίς την ύπαρξη καλώς οργανωμένου εγχειριδίου αντιμετώπισης προβλημάτων, οι χειριστές εξαρτώνται από την τεχνική υποστήριξη του προμηθευτή για την επίλυση των προβλημάτων λειτουργίας.

Λοιπά ζητήματα που σχετίζονται με την ποιότητα των εγχειριδίων των συστημάτων είναι :

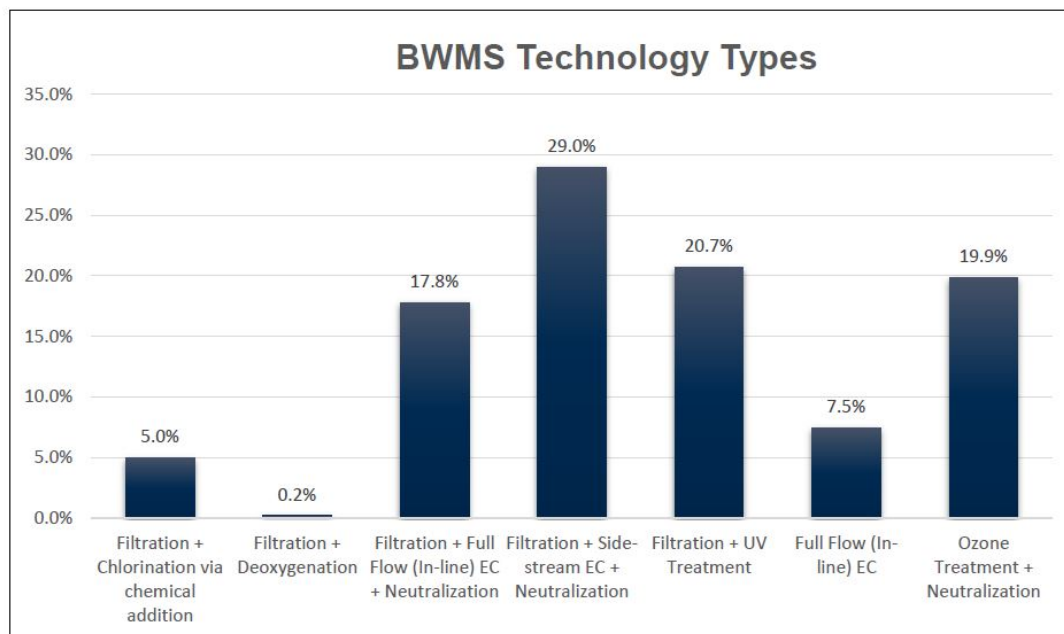
- Οι αρχικοί κατάλογοι των ανταλλακτικών και των αναλώσιμων υλικών, όπως αυτοί καθορίζονται στο εγχειρίδιο λειτουργίας, είτε είναι ανέφικτοι είτε αποδείχτηκαν ανεπαρκείς για την λειτουργία του συστήματος.
- Ανεπαρκή χρονοδιαγράμματα περιοδικής συντήρησης του συστήματος.
- Τα εγχειρίδια δεν είναι γραμμένα στην γλώσσα εργασίας του πληρώματος, καθιστώντας δυσκολότερη την κατανόησή του από το πλήρωμα.

6.2. ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – MARKET ANALYSIS

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, για την αποτελεσματική λειτουργία ενός συστήματος διαχείρισης έρματος, απαιτείται ο συνδυασμός διαφόρων τεχνολογιών. Η γενική ομαδοποίηση των εμπορικών συστημάτων, ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, είναι η ακόλουθη :

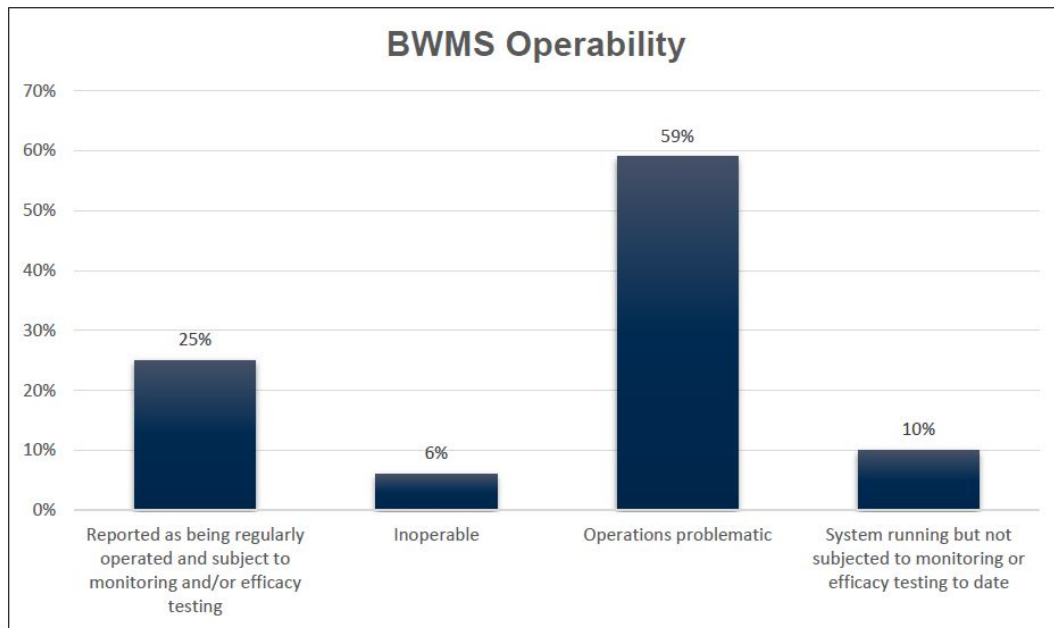
- Φιλτράρισμα + Χλωρίωση (με έγχυση ενεργής ουσίας)
- Φιλτράρισμα + Αποξυγόνωση
- Φιλτράρισμα + Full-Line Ηλεκτροχλωρίωση + Εξουδετέρωση
- Φιλτράρισμα + Side Stream Ηλεκτροχλωρίωση + Εξουδετέρωση
- Φιλτράρισμα + UV
- Full flow (in line) ηλεκτροχλωρίωση
- Οζονοποίηση + Εξουδετέρωση

Από τα workshops που έλαβαν χώρα (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019) και σύμφωνα με τα καταγεγραμμένα στοιχεία, η κατανομή των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών φαίνεται στην Εικόνα 19 (Γράφημα Α). Είναι χαρακτηριστικό, ότι από το σύνολο των εγκατεστημένων συστημάτων, μόνο το 35% έχουν δηλωθεί ως πλήρως λειτουργικά. Τα υπόλοιπα συστήματα είναι είτε εκτός λειτουργίας είτε θεωρούνται προβληματικά (Γράφημα Β).



Εικόνα 17 : Κατανομή εγκατεστημένων BWMS ανά τεχνολογία (Γράφημα Α)

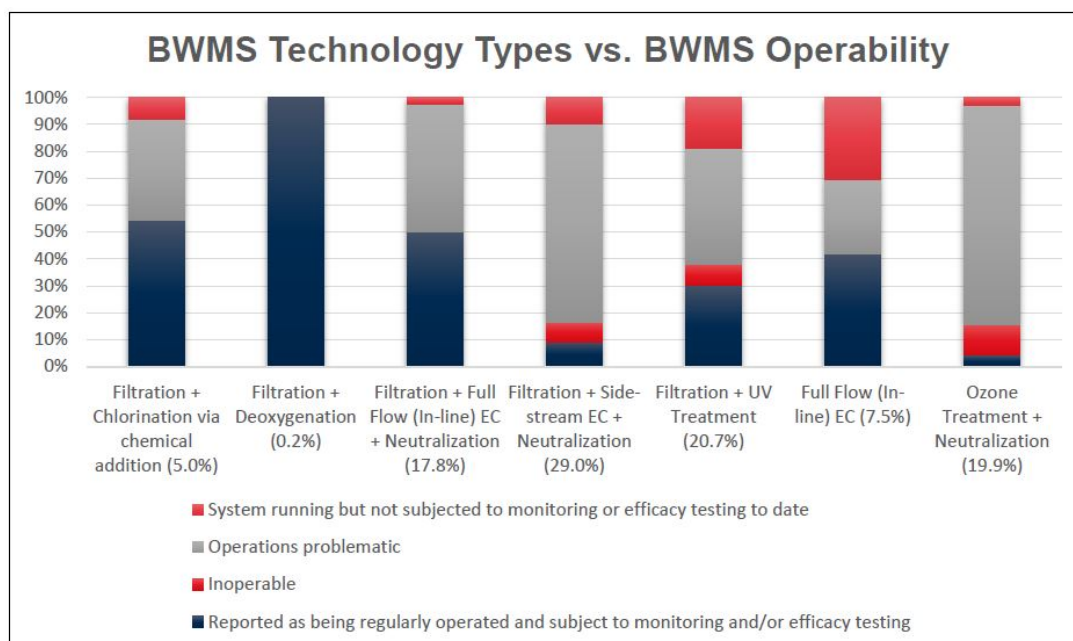
Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)



Εικόνα 18 : Κατανομή λειτουργικών / μη λειτουργικών BWMS, (Γράφημα Β).

Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)

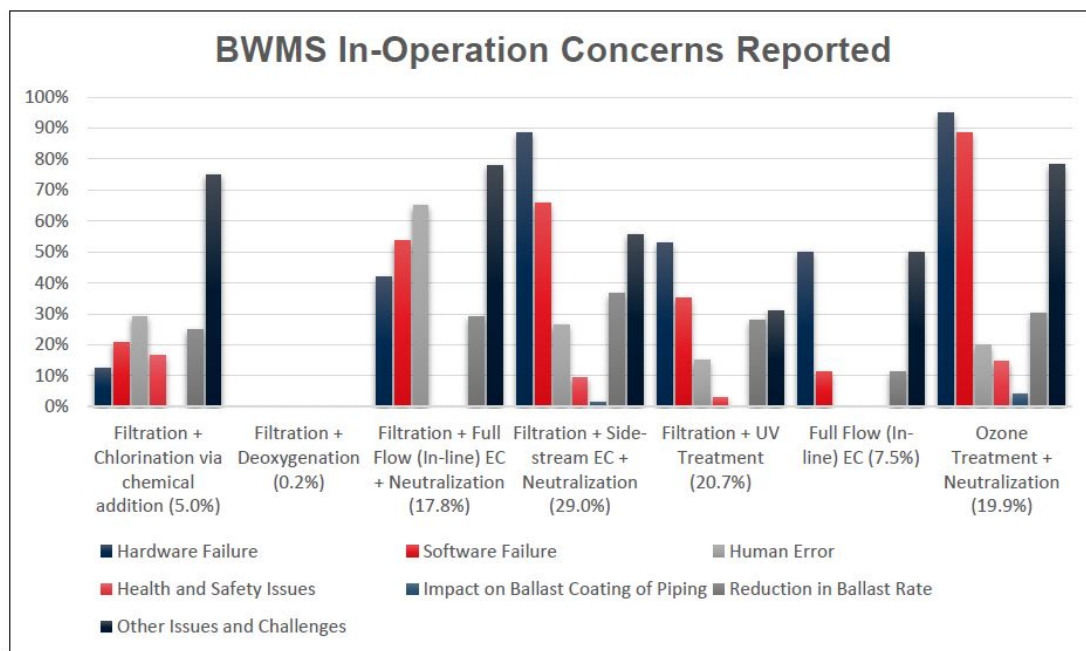
Η κατανομή των λειτουργικών / μη λειτουργικών συστημάτων ανά τεχνολογία, απεικονίζεται στο Διάγραμμα C. Τα συστήματα που εμφανίζονται ως πλήρως λειτουργικά είναι αυτά που χρησιμοποιούν την τεχνολογία της αποξυγόνωσης. Αντιθέτως, τα περισσότερα προβλήματα παρουσιάζουν τα συστήματα που χρησιμοποιούν όζον.



Εικόνα 19 : Κατανομή λειτουργικότητας ανά τεχνολογία επεξεργασίας (Γράφημα C)

Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)

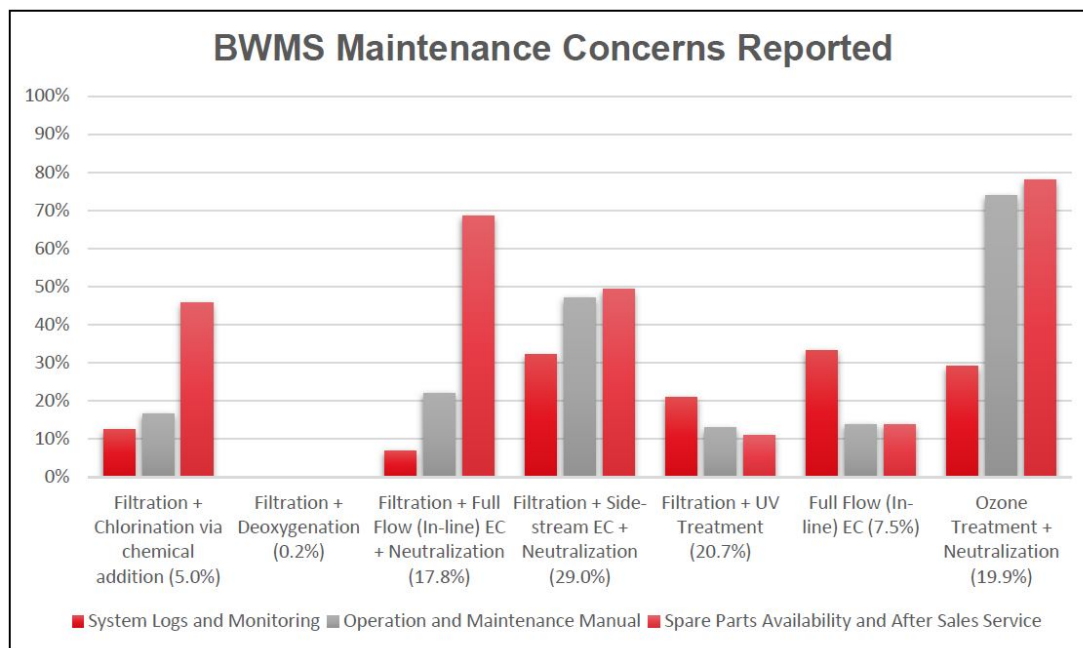
Τα προβλήματα που παρουσιάζονται ανά σύστημα όσον αφορά στα προβληματικά / μη λειτουργικά συστήματα, αποτυπώνονται στο διάγραμμα Γράφημα D. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που καταγράφηκε σε όλα σχεδόν τα συστήματα είναι η αστοχία των hardware και software,



Εικόνα 20 : Σφάλματα λειτουργίας ανά τεχνολογία BWMS (Γράφημα D)

Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)

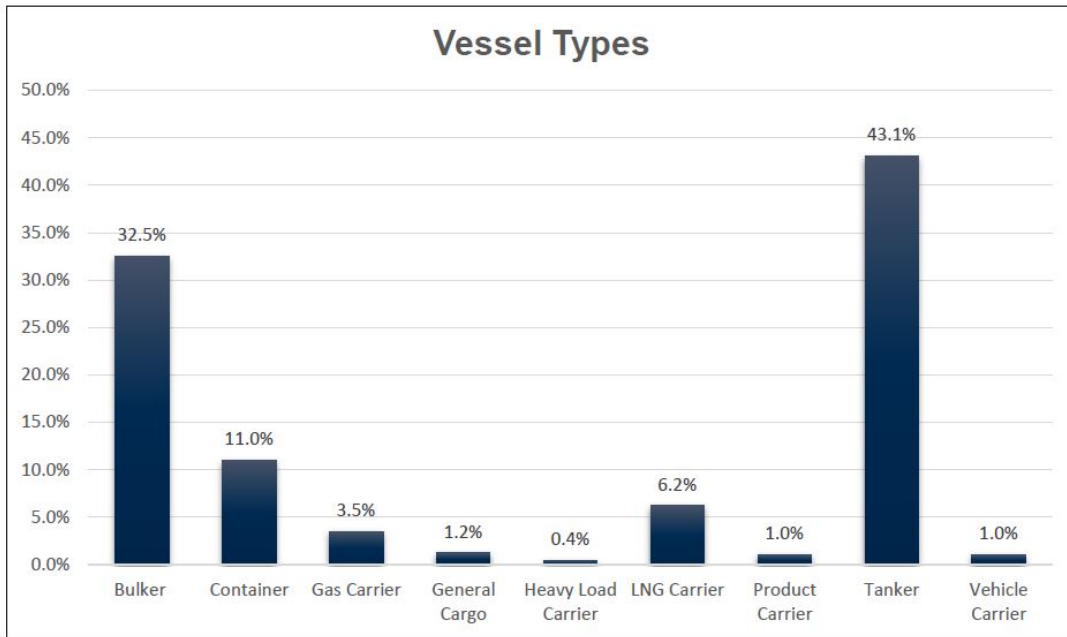
Όσον αφορά στην συντήρηση των συστημάτων (Γράφημα E), το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η έλλειψη ανταλλακτικών και η τεχνική υποστήριξη των κατασκευαστών.



Εικόνα 21 : Κατανομή προβλημάτων συντήρησης ανά τεχνολογία επεξεργασίας

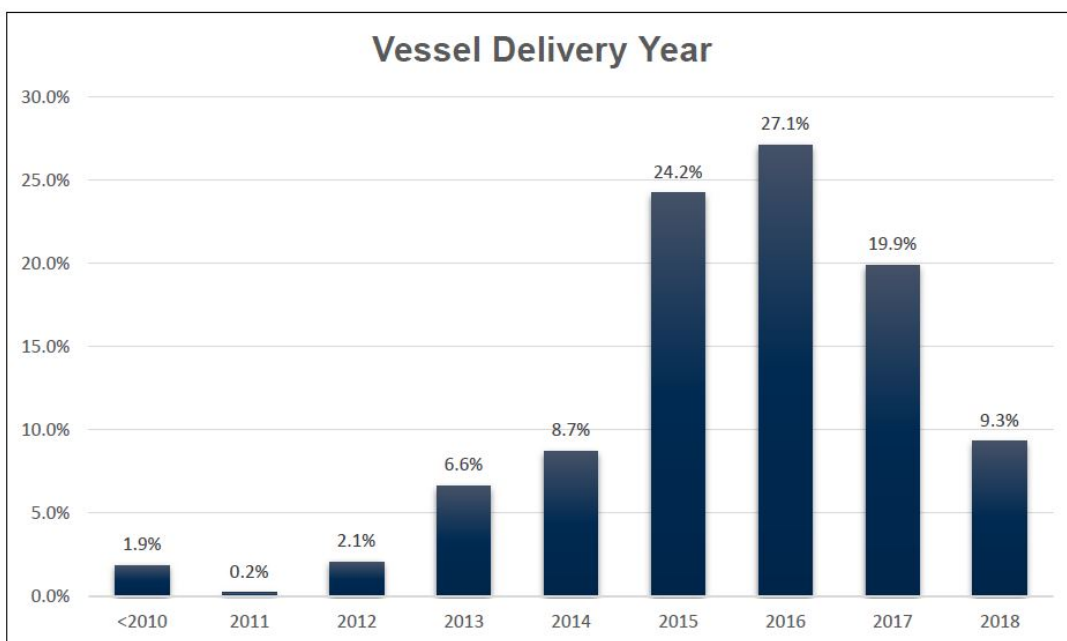
Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)

Στο γράφημα F αποτυπώνεται η ποσοστιαία κατανομή των πλοίων που φέρουν ήδη σύστημα επεξεργασίας έρματος, ανά τύπο πλοίου. Είναι εμφανές ότι τα tankers και τα bulk carriers αποτελούν το κύριο μέρος των πλοίων που φέρουν συστήματα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος, με μεγάλη διαφορά από τους υπόλοιπους τύπους πλοίων αυτό το γεγονός μπορεί να είναι αποτέλεσμα του πλήθους των νέων κατασκευών που κατά πολύ υπερέχουν αυτά τα είδη πλοίων και συνεπώς η εγκατάσταση των συστημάτων έγινε κατά το στάδιο της κατασκευής (Γράφημα G). Ίσως να είναι και αυτός ένας λόγος για τα χαμηλά ποσοστά των πλήρως λειτουργικών εγκατεστημένων συστημάτων.



Εικόνα 22 : Κατανομή εγκατεστημένων BWMS ανά τύπο πλοίου (Γράφημα F)

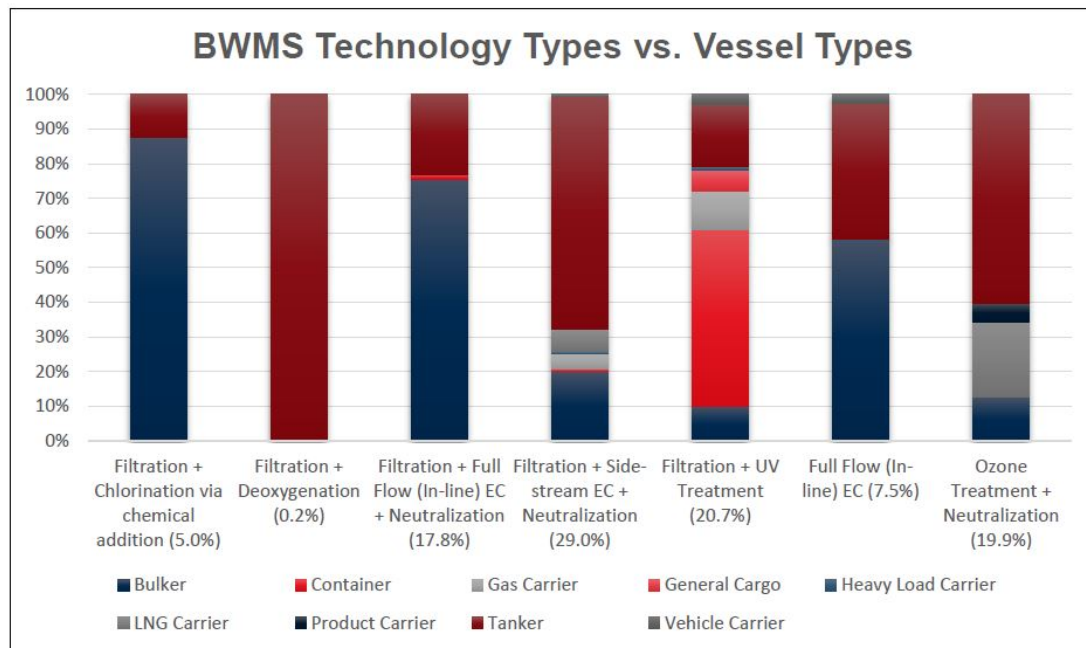
Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)



Εικόνα 23 : Παράδοση πλοίων ανά έτος (Γράφημα G)

Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)

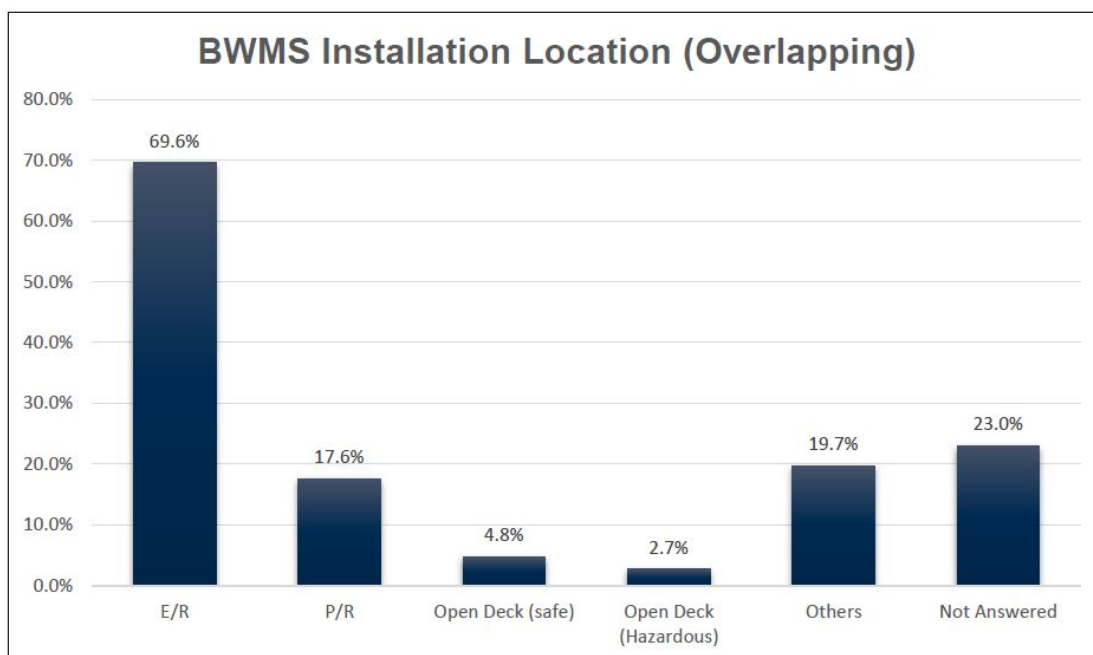
Στο γράφημα Η απεικονίζεται πιο αναλυτικά η κατανομή των τεχνολογιών των εγκατεστημένων συστημάτων ανά τύπο πλοίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό του στόλου των containerships φέρουν τεχνολογία UV για την επεξεργασία του έρματος. Το μεγαλύτερο μέρος των bulk carriers φέρουν συστήματα χημικής επεξεργασίας και full flow in line ηλεκτροχλωρίωσης.



Εικόνα 24 : Κατανομή τεχνολογιών επεξεργασίας έρματος ανά τύπο πλοίου (Γράφημα Η)

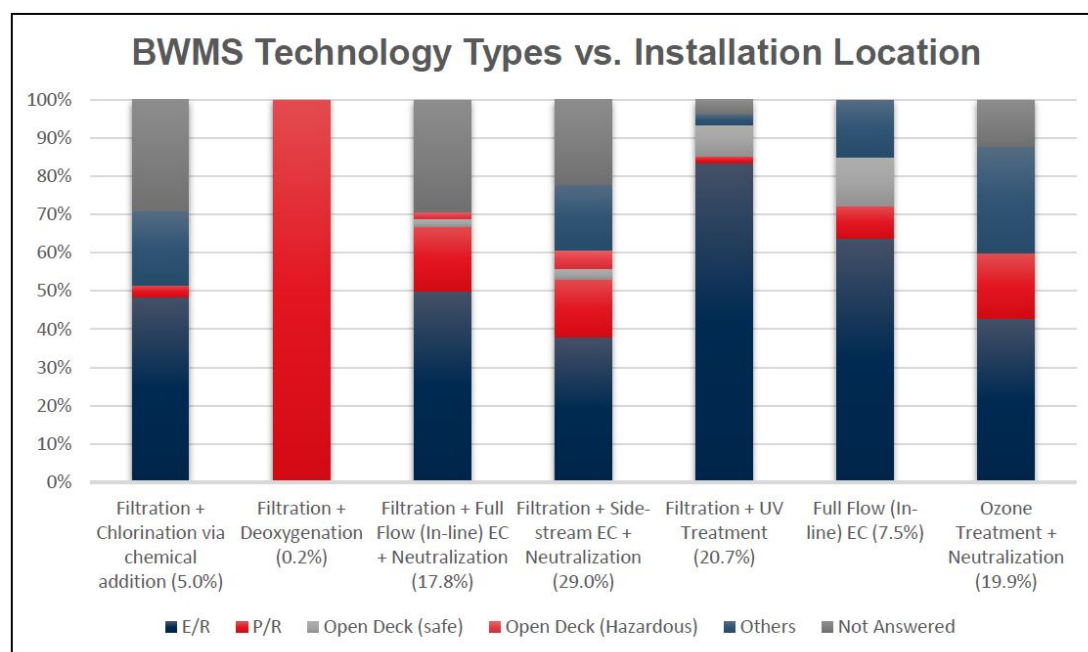
Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)

Από τα στατιστικά στοιχεία, είναι εμφανές ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των συστημάτων εγκαθίστανται στον χώρο του μηχανοστασίου (Γράφημα Ι). Λόγω της ύπαρξης πληθώρας εγκεκριμένων συστημάτων, είναι πιο εύκολο να γίνει η επιλογή της καταλληλότερης λύσης για κάθε πλοίο που να απαιτούνται οι κατά το δυνατόν λιγότερες παρεμβάσεις στο πλοίο. Σε μία πιο αναλυτική κατανομή των στοιχείων στο γράφημα J, αποτυπώνεται η ανάγκη τοποθέτησης συστημάτων σε ανοικτό κατάστρωμα σε συστήματα που κάνουν χρήση επικίνδυνων ουσιών π.χ, όζον.



Εικόνα 25 : Θέση τοποθέτησης BWMS επί πλοίου (Γράφημα I)

Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)

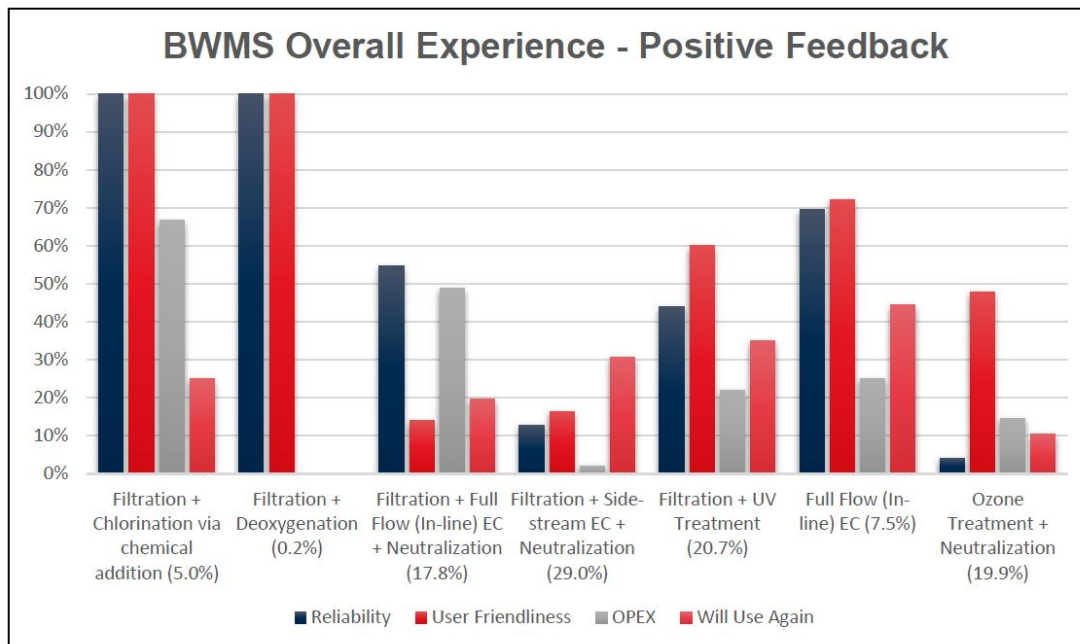


Εικόνα 26 : Θέση τοποθέτησης συστημάτων ανά τεχνολογία επεξεργασίας (Γράφημα J)

Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)

Τέλος, από την εως τώρα αξιολόγηση των εγκατεστημένων συστημάτων και την λειτουργία αυτών, στο γράφημα K αποτυπώνεται η θετική άποψη που έχουν οι συμμετέχοντες στα workshops για κάθε σύστημα. Ικανοποιημένοι εμφανίζονται οι χρήστες με τα συστήματα χημικής επεξεργασίας με την απολύμανση με την

προσθήκη χημικών, δηλώνοντας την πλήρη ικανοποίησή τους, όσον αφορά στην αξιοπιστία και την ευκολία χρήσης των συστημάτων.



Εικόνα 27 : Θετική γνώμη ανά τεχνολογία (γράφημα Κ)

Πηγή : (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019)

6.3. Best Practices

Όσον αφορά στην εγκατάσταση ενός συστήματος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος σε μία σειρά από νεότευκτα πλοία, είναι σημαντική η ορθή εγκατάσταση του συστήματος στο πρώτο πλοίο της σειράς, όπου θα λυθούν και όλα τα προβλήματα εγκατάστασης και εφαρμογής. Στα υπόλοιπα αδελφά πλοία, ακολουθείται η πρακτική της πρώτης επιτυχημένης εγκατάστασης, καθιστώντας την διαδικασία πιο εύκολη και ταχύτερη.

Η εγκατάσταση ενός συστήματος επεξεργασίας έρματος σε υπάρχοντα πλοία, είναι μια διαδικασία που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, έτσι ώστε να επιτευχθεί η πλήρης ενσωμάτωση του νέου συστήματος με το υπάρχον σύστημα ερματισμού. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ο χρόνος που απαιτείται για την έγκριση από την Κλάση του πλοίου, είναι μεγάλος και σαν διαδικασία μπορεί να είναι πιο χρονοβόρα σε σχέση με μία νέα κατασκευή. Για την εξοικονόμηση του χρόνου, ο εξοπλισμός και τμήματα της κατασκευής, μπορούν να προκατασκευαστούν στο ναυπηγείο, όπου θα εκτελεστούν οι εργασίες εγκατάστασης κατά τον προγραμματισμένο δεξαμενισμό του πλοίου.

Είναι σημαντική η έναρξη της σχεδίασης τουλάχιστον 24 μήνες πριν από την τελική ημερομηνία συμμόρφωσης του πλοίου, σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα που ορίζει ο IMO. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην επιτυχή ολοκλήρωση του έργου στον σωστό χρόνο.

Λεπτομερής εγκατάσταση συστήματος (laser scanning & 3d model development)

Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός απαιτεί αποτύπωση των χώρων εγκατάστασης των συστημάτων, του υπάρχοντος συστήματος ερματισμού και τις σχετικές σωληνώσεις και τα στηρίγματά τους. Με την πραγματοποίηση μιας τρισδιάστατης σάρωσης με laser, επιτρέπεται η χαρτογράφηση των χώρων εγκατάστασης με ακρίβεια, αποτρέποντας ενδεχόμενα λάθη.

Καθορίζονται οι πιθανές θέσεις εγκατάστασης του συστήματος. Αξιολογείται η διαθεσιμότητα ισχύος, σύμφωνα με τις απαιτήσεις ισχύος του συστήματος προς εγκατάσταση. Σε περίπτωση, μη κάλυψης της απαιτούμενης ενέργειας, ερευνάται η εγκατάσταση νέου ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους, για αυτόν το σκοπό.

Μια τρισδιάστατη σάρωση έχει αρχικά υψηλό κόστος, αλλά μειώνει το συνολικό κόστος της σχεδίασης και της εγκατάστασης των συστημάτων και των εξαρτημάτων τους.

Χώρος πρόσβασης (Συντήρηση και επισκευή)

Η συντήρηση και η επισκευή των συστημάτων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την φάση της σχεδίασης εγκατάστασης. Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι χώροι όπου θα τοποθετηθούν τα φίλτρα. Οι χώροι που απαιτούνται για την πρόσβαση σε όλα τα μέρη του συστήματος και οι χώροι που απαιτούνται για την απομάκρυνση και αντικατάσταση αυτών, δεν πρέπει να παραβλεφθούν ούτε να υποστούν εκπτώσεις, σε

μία μετασκευή ενός πλοίου, σίγουρα δεν υπάρχει διαθέσιμος άπλετος χώρος, αλλά πρέπει η εξασφαλίζεται η πρόσβαση για την συντήρηση του εξοπλισμού και τις συνδέσεις των σωληνώσεων. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στα σημεία δειγματοληψίας TRO, που πρέπει να έχουν ευκολίες στην πρόσβαση, τόσο για την δειγματοληψία όσο και για τον καθαρισμό των σωληνώσεων εν λειτουργία.

Έγκριση Κλάσης / Σημείας

Οι εγκρίσεις της Κλάσης και της Σημείας πρέπει να ολοκληρωθούν πριν από την έναρξη της προκατασκευής της εγκατάστασης του BWMS, για να αποφευχθεί οποιαδήποτε περιττή και δαπανηρή επανεπεξεργασία. Η έναρξη της κατασκευής του BWMS πριν από την ολοκλήρωση του σχεδιασμού, μπορεί να αποδειχθεί εσφαλμένη ενέργεια, καθώς μπορεί να απαιτηθούν αλλαγές κατά τον σχεδιασμό ή ακόμα και επανασχεδίαση του συστήματος.

Εκπαίδευση του πληρώματος

Η συμμετοχή του πληρώματος του πλοίου κατά τον προγραμματισμό των εργασιών και την εγκατάσταση του συστήματος στο πλοίο, κρίνεται πολύ σημαντική, καθώς βοηθά στην καλύτερη κατανόηση της τεχνολογίας του εγκατεστημένου συστήματος, από τα μέλη του πληρώματος. Αυτό βοηθά στην παροχή των απαραίτητων γνώσεων για την συντήρηση του συστήματος εν λειτουργία.

Το πρόγραμμα συντήρησης ενός συστήματος, πρέπει να καταστρώνεται και να εφαρμόζεται κατά την εγκατάσταση, για να αποφεύγονται οι ζημιές στο σύστημα που απαιτούν αποσυναρμολόγηση του συστήματος και ενδεχόμενη αντικατάσταση εξαρτημάτων.

Η καθιέρωση τακτικής εκπαίδευσης του πληρώματος είναι πολύ σημαντική για την αύξηση του επιπέδου κατανόησης της λειτουργίας ενός συστήματος BWMS. Η έλλειψη μιας επιτυχημένης μεθόδου εκπαίδευσης παρουσιάζει μεγάλη ανησυχία, καθώς η λειτουργία ενός συστήματος είναι περίπλοκη και εξειδικευμένη για κάθε πλοίο. Οι τρέχουσες μέθοδοι κατάρτισης περιλαμβάνουν την εκπαίδευση κατά την εργασία, κατά την οποία, νεότερα μέλη του πληρώματος εκπαιδεύονται από πιο έμπειρα, εκπαίδευση μέσω υπολογιστή, διαλέξεις με οπτικά βοηθήματα και εκπαιδευτικά σεμινάρια από τους κατασκευαστές στις εγκαταστάσεις τους.

Οι συζητήσεις των workshops (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019) επικεντρώθηκαν σε αυτές τις τρέχουσες πρακτικές, ελπίζοντας να διερευνηθούν επιπλέον πρακτικές μέθοδοι εκπαίδευσης για την βελτίωση της μελλοντικής εκπαίδευσης των πληρωμάτων. Το πλήρωμα πρέπει να κατανοήσει τις μεθόδους διαχείρισης έρματος που χρησιμοποιούνται και να έχουν επαρκή εκπαίδευση για την λειτουργία και την συντήρηση του συστήματος. Είναι πολύ σημαντικό να παρέχεται ένα πλήρες και ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, ώστε το πλήρωμα να αποκτήσει επαρκή εμπειρία στην συντήρηση του συστήματος.

Λειτουργία του συστήματος

Το Ballast Water Management Plan του πλοίου, πρέπει να ενημερώνεται ώστε να παρέχει τις πιο πρόσφατες πληροφορίες σχετικά με την λειτουργία, την συντήρηση, την ασφάλεια και τις οδηγίες επισκευής των συστημάτων, έτσι ώστε το εκάστοτε πλήρωμα να εξοικειώνεται με το εκάστοτε σύστημα. Οι πληροφορίες πρέπει να παρέχονται με συνοπτικό τρόπο και να είναι εύκολα κατανοητές. Τυχόν αλλαγές ή αναθεωρήσεις στο BWMP πρέπει να υποβάλλονται στην Κλάση του πλοίου για έγκριση και να είναι πάντα επικαιροποιημένο.

Το θέμα των πλοίων bulk carriers που φέρουν Side Top Tanks (STT), που δεν συνδέονται με τις δεξαμενές έρματος του Side Bottom (BSWBT) και αδειάζουν αυτόνομα μέσω βαρύτητας, συζητήθηκε στα workshops (ABS, Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report, 2019). Τα περισσότερα συστήματα μέχρι σήμερα, που φέρουν πιστοποιήσεις από τον IMO και την USCG, δεν προβλέπουν αυτόνομη εκφόρτωση των TST. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν UV για την επεξεργασία του έρματος, απαιτούν επανεπεξεργασία του έρματος πριν από τον αφερματισμό. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν δραστικές ουσίες απαιτούν την εξουδετέρωσή τους πριν από τον αφερματισμό. Για την περίπτωση των bulk carriers με TST , εναλλακτικά μπορούν να εφαρμοστούν τα ακόλουθα :

- Η αναδρομολόγηση των TST στις δεξαμενές του πυθμένα ή στον κεντρικό αγωγό, έτσι ώστε να πραγματοποιείται η επεξεργασία εξουδετέρωσης κατά τον αφερματισμό.
- Η εγκατάσταση ενός ξεχωριστού συστήματος επεξεργασίας του έρματος των TST.
- Η επιλογή ενός συστήματος που να μην απαιτείται επανεπεξεργασία του έρματος, επιτρέποντας την αυτόνομη απόρριψη του έρματος.

Περιορισμοί σχεδιασμού συστήματος (System design limitations SDL)

Είναι σημαντικό να γίνουν κατανοητοί οι περιορισμοί του σχεδιασμού ενός συστήματος, όπως αυτοί αναφέρονται στο Πιστοποιητικό Type Approval. Είναι σημαντικό για τον προσδιορισμό της καταλληλότητας της τεχνολογίας επεξεργασίας για τις προγραμματισμένες επιχειρησιακές διαδρομές του σκάφους. Αποτυχία κατανόησης των SDL, θα μπορούσε να οδηγήσει σε λειτουργικά προβλήματα και διακοπές ναύλωσης ή χαμένες ευκαιρίες ναύλωσης. Επιπλέον, υπάρχει η πιθανότητα το σκάφος να κάνει κάποιες αποκλίσεις από το προγραμματισμένο ταξίδι.

Οι δοκιμές ενός συστήματος στα όρια των SDL, όπως αυτοί καθορίζονται στις προδιαγραφές της σύμβασης, είναι πολύ χρήσιμο και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος

της διαδικασίας εγκατάστασης και ελέγχου λειτουργίας. Τα SDL, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά των σχεδίων έκτακτης ανάγκης.

Τα συστήματα που η λειτουργία τους βασίζεται στην χρήση δραστικών ουσιών (συγκεκριμένα τα συστήματα ηλεκτροχλωρίωσης) λειτουργούν αποτελεσματικά σε σκάφη που λειτουργούν σε υφάλμυρα ή θαλασσινά νερά, όπου έχουν αρκετή αλατότητα. Για σκάφη που λειτουργούν είτε σε γλυκό νερό είτε σε υφάλμυρο νερό χαμηλής αλατότητας, το σύστημα ενδέχεται να μην λειτουργεί σωστά επηρεάζοντας την απόδοση του BWMS. Επομένως, όταν το πλοίο λειτουργεί σε λιμένες χαμηλής αλατότητας, πρέπει να προγραμματίζεται η μεταφορά επαρκούς ποσότητας αλμυρού νερού ή άλμης, ώστε να εξασφαλίζεται η αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος ηλεκτροχλωρίωσης.

Τα συστήματα υπεριώδους ακτινοβολίας που χρησιμοποιούν UVT χαμηλής συχνότητας, επηρεάζονται από την θολότητα του θαλάσσιου έρματος. Συνεπώς, στα πλοία που λειτουργούν σε λιμάνια με λασπώδη νερά, δεν είναι λειτουργικά και αποδοτικά τα συστήματα UVT. Έχει προταθεί μία λύση για την αποδοτική λειτουργία που φέρουν συστήματα ηλεκτροχλωρίωσης ή UVT αλλά πραγματοποιούν συχνά ερματισμούς σε λιμάνια με χαμηλή αλατότητα υδάτων ή υψηλή θολότητα, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα προτείνεται ένας συνδυασμός της μεθόδου της διαδοχικής ανταλλαγής του έρματος (BWE) μετά την αναχώρηση του πλοίου από το λιμάνι και στην συνέχεια την λήψη νέου έρματος και την επεξεργασία αυτού.

Αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων

Οι πλοιοκτήτες πρέπει να ελέγχουν τακτικά και να επαληθεύουν την σωστή καταγραφή των δεδομένων, τα οποία πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον ένα διάστημα 12-24 μηνών. Αυτά τα δεδομένα δύνανται να ζητηθούν κατά τις τακτικές ή έκτακτες επιθεωρήσεις. Ενδεικτικά, τα καταγεγραμμένα δεδομένα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Γενικούς συναγερμούς και ενδείξεις του συστήματος (π.χ. διακοπές λειτουργίας, απαιτήσεις συντήρησης, παρακάμψεις των λειτουργιών BWMS κλπ)
- Λειτουργικοί παράμετροι ή υπερβάσεις των περιορισμών σχεδίασης SDL, όπως αυτά ορίζονται στα πιστοποιητικά έγκρισης από τον IMO ή την USCG.

Το σύστημα πρέπει να καταγράφει αυτόματα την σωστή λειτουργία του συστήματος ή την ενδεχομένως αποτυχημένη λειτουργία του, χωρίς την παρέμβαση του πληρώματος ή οποιοδήποτε άλλον χειριστή. Η διαδικασία αυτή (αυτόματη καταγραφή δεδομένων) πρέπει να παρέχεται από τον κατασκευαστή του συστήματος και να λειτουργεί αποτελεσματικά.

Αναλώσιμα

Τα αναλώσιμα υλικά, όπως είναι τα χημικά, παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο σε διάφορους τύπους επεξεργασίας έρματος. Είναι σημαντικό να είναι γνωστή η διάρκεια ζωής τους και να προγραμματίζεται η ανανέωσή τους. Η ύπαρξη των διαθέσιμων ανταλλακτικών και αναλώσιμων εξασφαλίζει την διαρκεί και ορθή λειτουργία του συστήματος. Το πλήρωμα πρέπει να εκπαιδεύεται στον κατάλληλο και ασφαλή χειρισμό αυτών των υλικών.

6.4. Ballast Free Vessels

Ο LR (Lloyd's Register, 2018) συμμετείχε στην σχεδίαση ενός tanker με μειωμένες απαιτήσεις σε έρμα, της τάξης του 40% (Project Clear Advantage). Η σχεδίαση παρέχει σημαντικές βελτιώσεις σε σύγκριση με τα συμβατικά tankers. Παρουσιάζει σημαντικά λειτουργικά πλεονεκτήματα, όπως η μείωση στην κατανάλωση της ενέργειας για την φόρτωση του έρματος. Η μείωση του capacity του έρματος, συνεπάγεται μείωση της ποσότητας του έρματος, συνεπάγεται μείωση της ποσότητας του έρματος που απαιτεί επεξεργασία και λογικά μείωση του ανάλογου χρόνου επεξεργασίας, της ενέργειας και των γενιών λειτουργικών εξόδων.

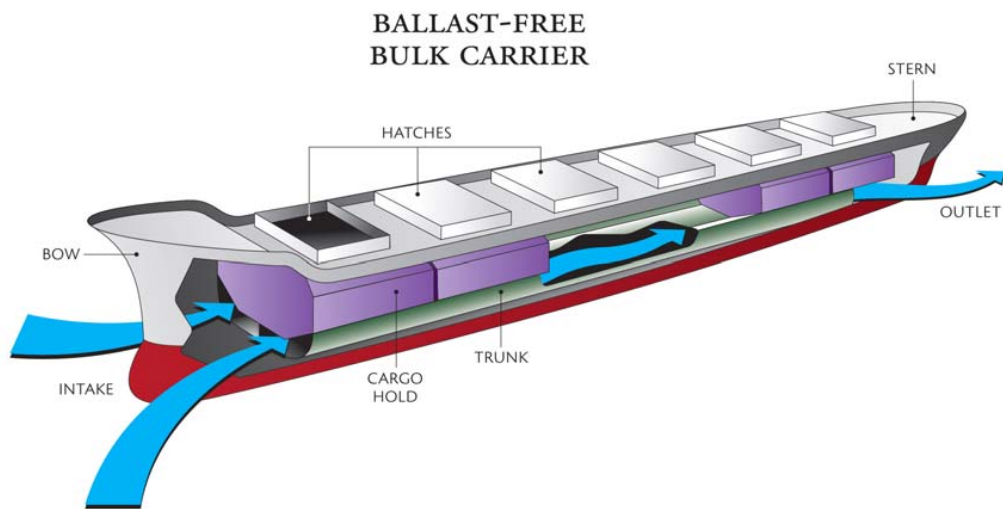
Επιπλέον, προβλέπεται η μείωση των επιβλαβών επιπτώσεων της μεταφερόμενης λάσπης. Ειδικά για τους χειριστές των πλοίων που εκτελούν πλόες στα μεγάλα ποτάμια της Κίνας, που αντιμετωπίζουν προβλήματα με την λάσπη που αποτελεί σημαντικό λειτουργικό κίνδυνο, αφού ο ερματισμός του πλοίου στο ποτάμι, οδηγεί σε στην συσσώρευση σημαντικού όγκου λάσπης.

Γενικά, στην σχεδίαση Clear Advantage παρατηρείται ο συνδυασμός των ακόλουθων παραγόντων :

- Μείωση χωρητικότητας έρματος
- Μείωση της ποσότητας της μεταφερόμενης λάσπης
- Μείωση του συνολικού κόστους απομάκρυνσης της λάσπης

Η ιδέα της κατασκευής ενός πλοίου, που να μην μεταφέρει υδάτινο έρμα στις δεξαμενές έρματος, εμφανίζεται ως μια ιδανική λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος των αλλόχθονων θαλάσσιων ειδών εν τη γενέσει.

Ήδη από το 2004, οι Μιλτιάδης Κοτίνης και Michael Parsons, μελέτησαν την υδροδυναμική συμπεριφορά ενός bulk carrier αυτού του τύπου, τόσο με την χρήση υπολογιστικών προγραμμάτων CFD, όσο και με πειράματα σε δεξαμενή δοκιμών (138) (Miltiadis Kotinis, 2010). Τεχνικά, το πλοίο δεν φέρει συμβατικές δεξαμενές έρματος. Φέρει ανοικτά διαμήκη τουνέλια (longitudinal trunks) που εκτείνονται σε όλο το μήκος του πλοίου. Λόγω της δημιουργούμενης διαφοράς πίεσης μεταξύ του ανοίγματος εισροής του νερού στην πλώρη και του ανοίγματος εκροής αυτού στην πρύμνη, δημιουργείται μία αρχική ροή μέσα στα trunks, με αποτέλεσμα αυτά τα είναι πάντα γεμάτα με θαλασσινό νερό.

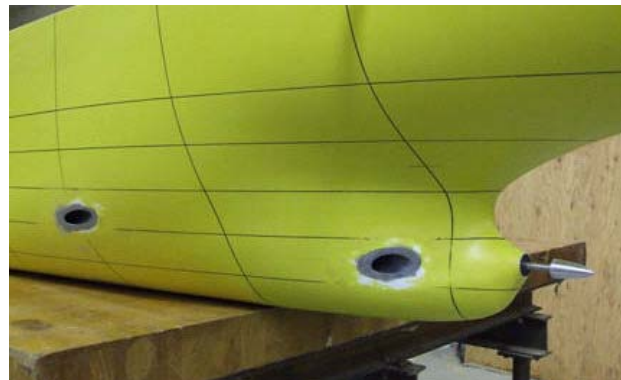


Εικόνα 30 : Ballast Free Project Πηγή : (Miltiadis Kotinis, 2010)



Εικόνα 29 : Location of Bow Trunk inlet

Πηγή : (Miltiadis Kotinis, 2010)



Εικόνα 28 : Location of stern discharges

Πηγή : (Miltiadis Kotinis, 2010)

Η μελέτη αυτή ήταν ο προπομπός μιας σειράς από αντίστοιχες εργασίες οι οποίες κατέληξαν στο κοινό συμπέρασμα, ότι τα αποτελέσματα των δοκιμών ήταν ικανοποιητικά και το εγχείρημα αυτό απαιτεί περαιτέρω μελέτη. Τα οικονομικά οφέλη αυτού του τύπου πλοίου σε σχέση με την συμβατική σχεδίαση, που απαιτεί την εγκατάσταση κάποιου συστήματος διαχείρισης έρματος και την λειτουργία αυτού, εμφανίζονται πιο αποδοτικά.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, η Hyundai Mipo Dockyard (HMD) σε συνεργασία με την Lloyds Register, κατασκεύασε το πρώτο LPG bunker ballast free πλοίο, το οποίο κατελκύστηκε το 2018 και φέρει το όνομα KAIROS. Πρόκειται για ένα πλοίο, με μήκος 117 m, πλάτους 20m, deadweight 4400t, με cargo capacity 7500m³. Είναι ιδιοκτησίας της Babcock Schulte Energy. Ο σχεδιασμός του ξεκίνησε τον Δεκέμβριο του 2016, η κατασκευή του τον Νοέμβριο του 2017 και παραδόθηκε το 2019.

Για την ανάπτυξη του ballast free design, η HMD επικεντρώθηκε στον συνδυασμό μιας special μορφής γάστρας με dead-rise, την τοποθέτηση του μηχανοστασίου πλώρα και την επιλογή του συστήματος πρόωσης που αποτελείται από δύο azimuth thrusters. Αποτέλεσμα αυτού, απαιτείται μόνο μία περιορισμένη ποσότητα γλυκού νερού, ως μόνιμο έρμα, για την διόρθωση της διαγωγής του πλοίου. Οι έλικες, με μικρότερη διάμετρο, και τοποθετούνται στα azimuth thrusters, επιτρέπουν στο σκάφος να φέρει πλήρως βυθισμένες προπέλες σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας του πλοίου, διατηρώντας την ευστάθειά του μετά από βλάβη και τον έλεγχο υπό διαγωγή και εγκάρσια κλίση, χωρίς να απαιτείται ερματισμός.



Εικόνα 31 : The LNG bunkering vessel Kairos πηγή : (The Maritime Executive)

6.5. ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΡΜΑΤΟΣ

Στο Παράρτημα Ι, παρατίθεται η λίστα με τα εγκεκριμένα συστήματα επεξεργασίας έρματος, από τον ΙΜΟ, σύμφωνα με τα στοιχεία του ΙΜΟ (μέχρι τον Ιανουάριο του 2020) και του USCG (μέχρι 18.8.2020).

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : AHEAD®-BWMS ballast water management system

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Ahead Ocean Technology(Dalian) Co. Ltd

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Filtration and UV treatment
: UV re-treatment

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : Σύστημα επεξεργασίας που συνδυάζει το φιλτράρισμα και την τεχνολογία UV.



处理单元型号Type	处理量Capacity m ³ /h	功率Power kw
AHEAD-I	200	14
AHEAD-II	350	21.2
AHEAD-III	500	24.4
AHEAD-IV	600	27.5
AHEAD-V	800	34
AHEAD-VI	1000	38
AHEAD-VII	1200	41.2
AHEAD-VIII	1500	45.2

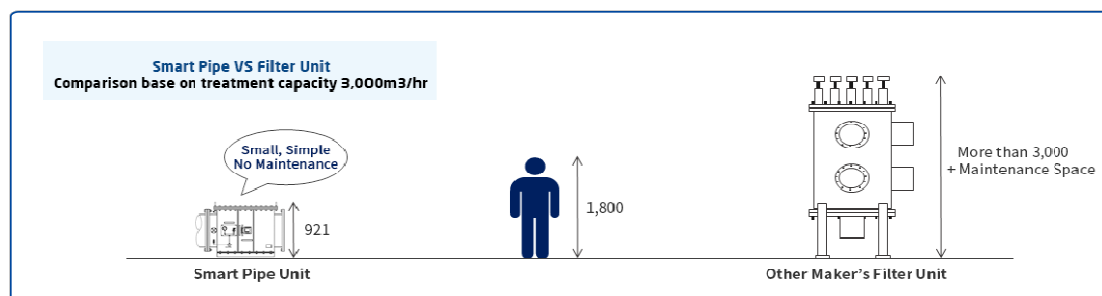
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : AquaStar™ Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : AquaStar Co., Ltd

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Smart Pipe and in-line EC
TRO neutralization

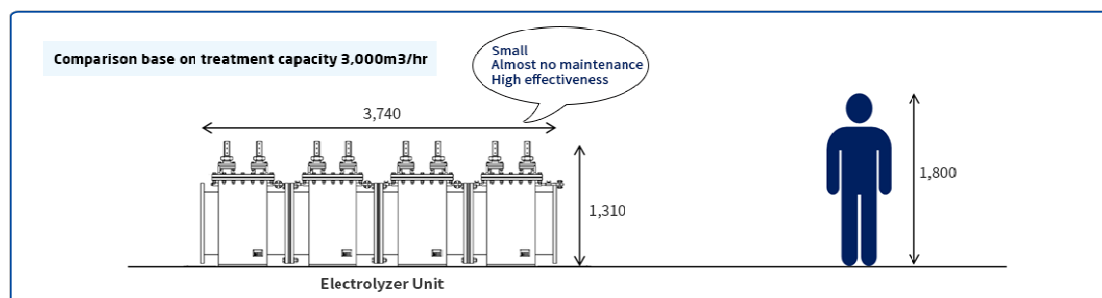
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Σύστημα επεξεργασίας που παρουσιάζει φιλικότητα προς το περιβάλλον και μεγάλη απόδοση. Συνδυάζει την τεχνολογία του smart pipe unit με την τεχνολογία της ηλεκτρόλυσης. Πριν από τον αφερματισμό πραγματοποιείται επεξεργασία εξουδετέρωσης των TRO. Το smart pipe unit είναι μία διάταξη αρχικής επεξεργασίας του έρματος που εξασθενεί ή σκοτώνει τους μικροοργανισμούς με μέγεθος μεγαλύτερο των 50µm. Λειτουργεί εναλλακτικά των φίλτρων. Συγκριτικά έχει πολύ μικρότερο μέγεθος από αυτό των αντίστοιχων φίλτρων και απαιτεί λιγότερη συντήρηση. Εξίσου έχει μικρό και ευέλικτο μέγεθος σε σύγκριση με BWMS αντίστοιχων δυνατοτήτων.



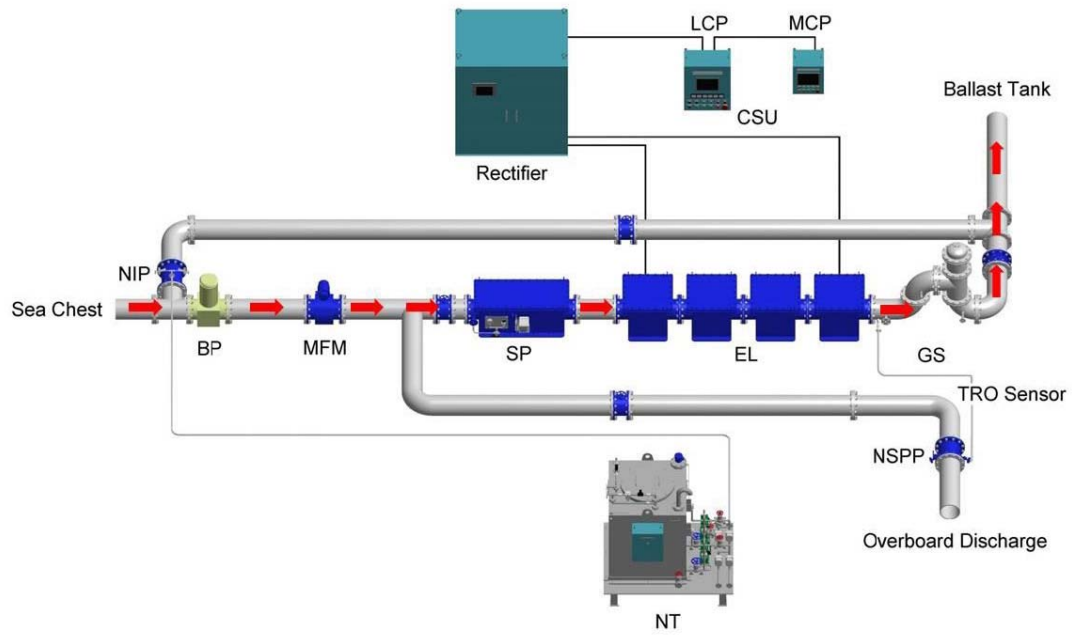
Εικόνα 32 : Σύγκριση του Smart Pipe vs Filter unit

Πηγή : <http://www.aquastar.kr>



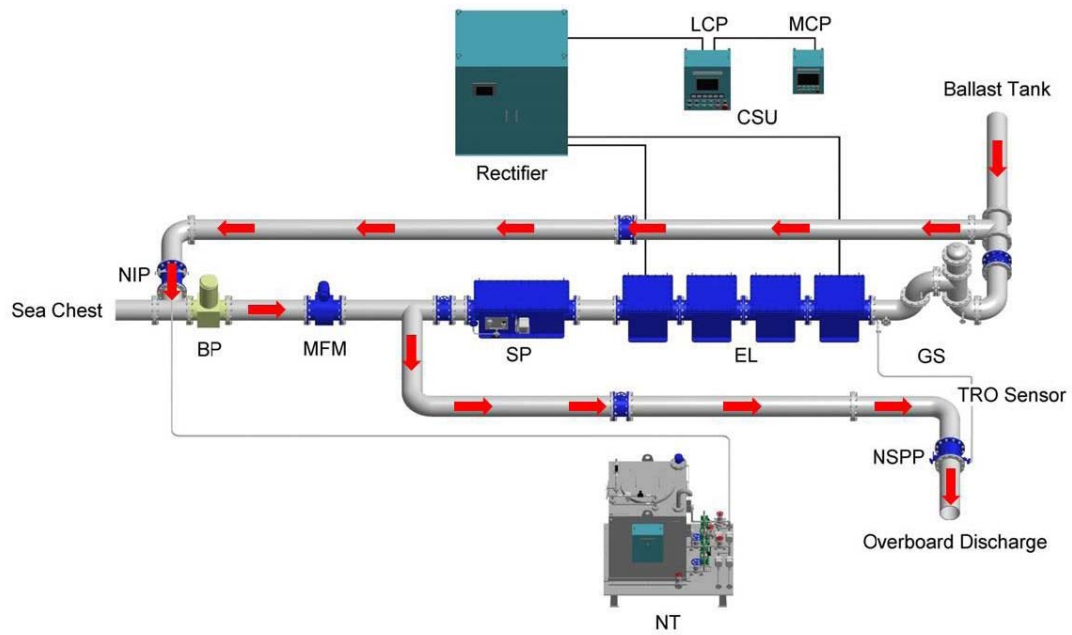
Εικόνα 33 : Σύγκριση electrolyzer unit

Πηγή : <http://www.aquastar.kr>



Εικόνα 34 : Διάταξη ερματισμού AquaStar™ Ballast Water Management System

Πηγή : <http://www.aquastar.kr>



Εικόνα 35 : Διάταξη αφερματισμού AquaStar™ Ballast Water Management System

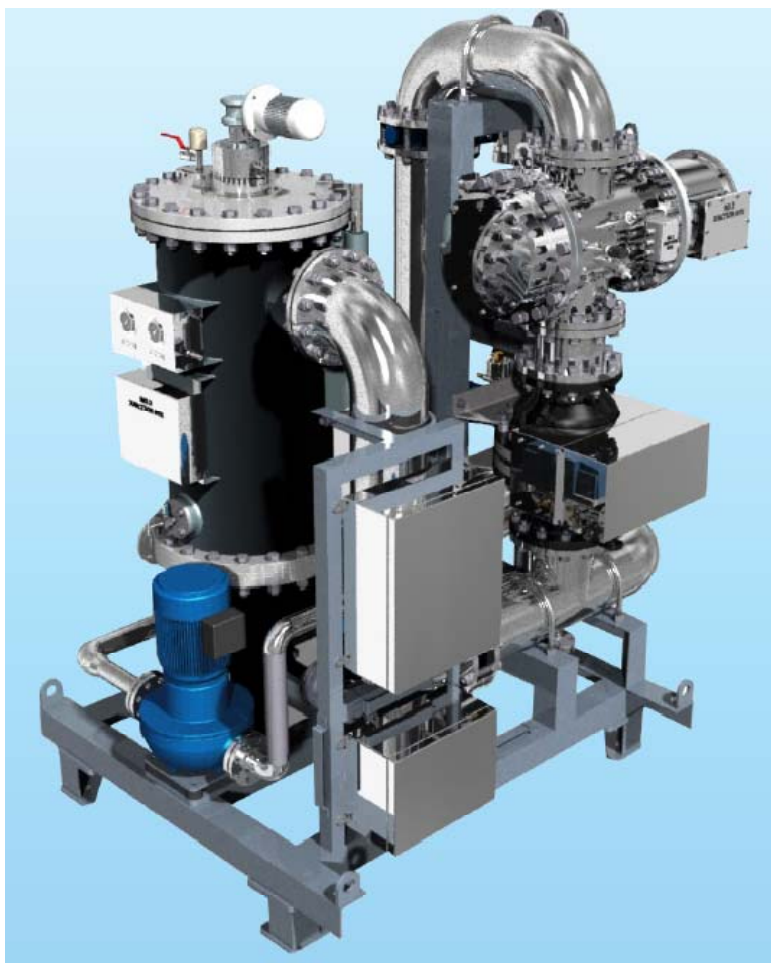
Πηγή : <http://www.aquastar.kr>

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: ARA PLASMA BWTS Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: SAMKUN CENTURY CO., LTD
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filter + UV Plasma
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: <p>Σύστημα επεξεργασίας που συνδυάζει το φιλτράρισμα με τεχνολογία του UV. Τα αυτόματα φίλτρα απομακρύνουν οργανισμούς (>50µm) με μεγάλη απόδοση. Από μία γεννήτρια χαμηλής τάσης προκαλούνται δονήσεις που καταστρέφουν τα κυτταρικά τοιχώματα των μικροοργανισμών. Στην συνέχεια, η συστοιχία των UV με την χρήση UVC μήκους κύματος 200-280 nm ολοκληρώνει το έργο της απολύμανσης. Είναι σημαντικό ότι από την διαδικασία αυτή δεν δημιουργούνται τοξικά υποπροϊόντα ή TRO και έτσι δεν απαιτείται επανεπεξεργασία του έρματος πριν από την απόρριψη. Το σύστημα παρέχει αποτελεσματική απολύμανση σε θαλάσσιο έρμα με υψηλό επίπεδο θολότητας. Παρουσιάζει ευκολία στην συντήρηση και έχει ευέλικτη μορφή με μικρές διαστάσεις.</p>



Εικόνα 36 : Διάταξη ARA PLASMA BWTS Ballast Water Management System

Πηγή : <http://www.samkunok.com>



Εικόνα 37 : ARA PLASMA BWTS – System’s Overview

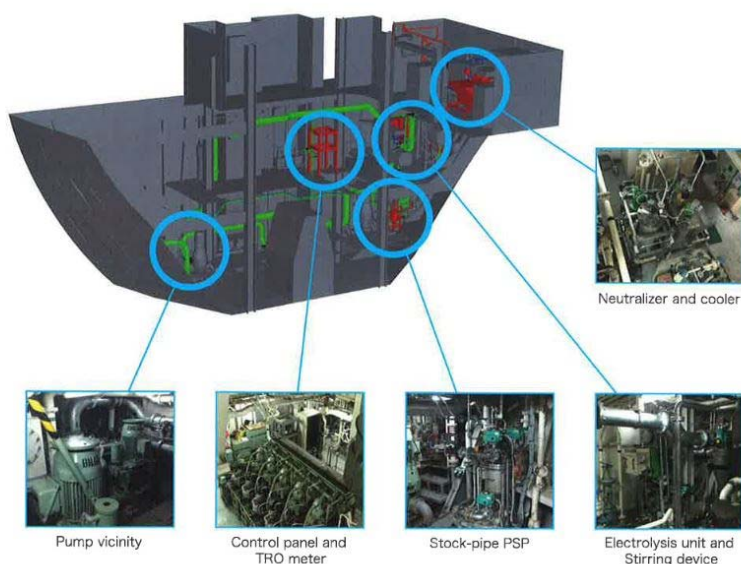
Πηγή : <http://www.samkunok.com>

No	Model	Capacity
1	ARA-017	150m ³ /hr
2	ARA-028	250m ³ /hr
3	ARA-039	350m ³ /hr
4	ARA-063	550m ³ /hr
5	ARA-092	800m ³ /hr
6	ARA-126	1,100m ³ /hr
7	ARA-150	1,300m ³ /hr

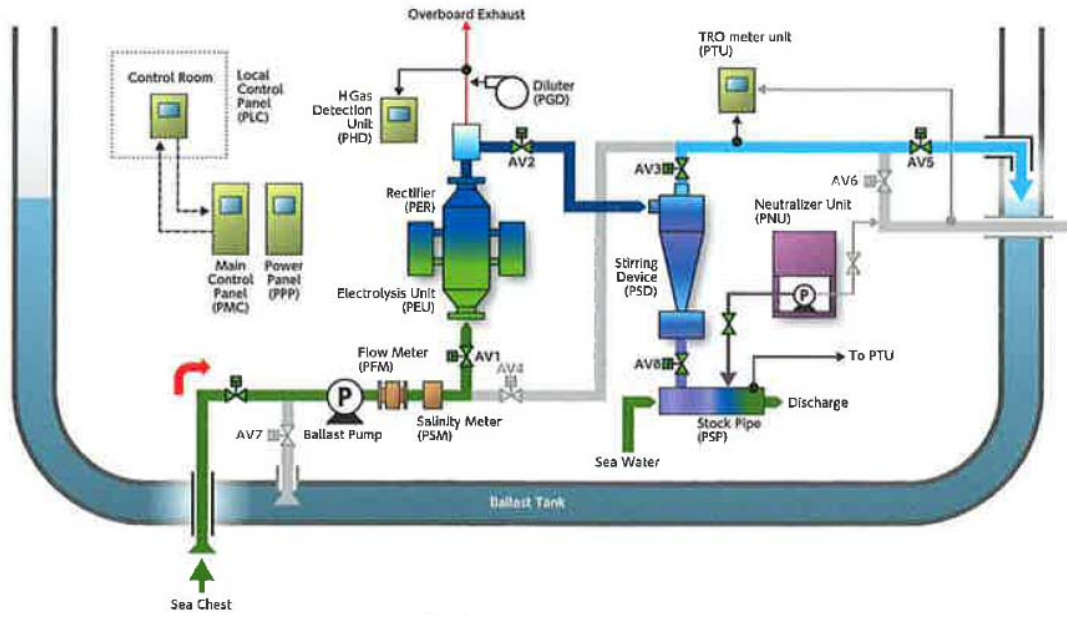
Εικόνα 38 : Πίνακας διατιθέμενων μοντέλων ARA PLASMA BWTS

Πηγή : <http://www.samkunok.com>

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: ATPS-BLUEsys
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Panasonic Environmental Systems and Engineering Co., Ltd.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: In-line EC and Stirring Device with TRO neutralized sediment removal TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: <p>Σύστημα επεξεργασίας που χρησιμοποιεί τόσο την τεχνολογία της ηλεκτρόλυσης όσο και τις επιδράσεις της φυγόκεντρης δύναμης. Η τυρβώδης ροή που δημιουργείται μέσα στον θάλαμο ηλεκτρόλυσης, επιταχύνουν την παραγωγή παραγώγων χλωρίου που ενεργούν επί των κυτταρικών τοιχωμάτων των οργανισμών, καταστρέφοντάς τους. Εν συνεχεία η διάταξη στροβιλισμού του έρματος επιτυγχάνει τον διαχωρισμό των μικροοργανισμών, των παραπροϊόντων της ηλεκτρόλυσης και της λάσπης / άμμου / στερεών, από το έρμα, που οδηγείται «καθαρό» στις δεξαμενές έρματος.</p> <p>Κατά το αφερματισμό, αυτόματα ελέγχεται η περιεκτικότητα του έρματος σε TRO και αυτόματα παρέχεται η κατάλληλη δοσολογία εξουδετερωτικού διαλύματος.</p> <p>Λόγω της μη ύπαρξης φίλτρου στην διάταξη εισαγωγής του έρματος, το σύστημα δεν παρουσιάζει χρονική καθυστέρηση κατά τον ερματισμό και δεν υπάρχει ο κίνδυνος «μπλοκαρίσματος» και καθυστέρηση της διαδικασίας.</p>

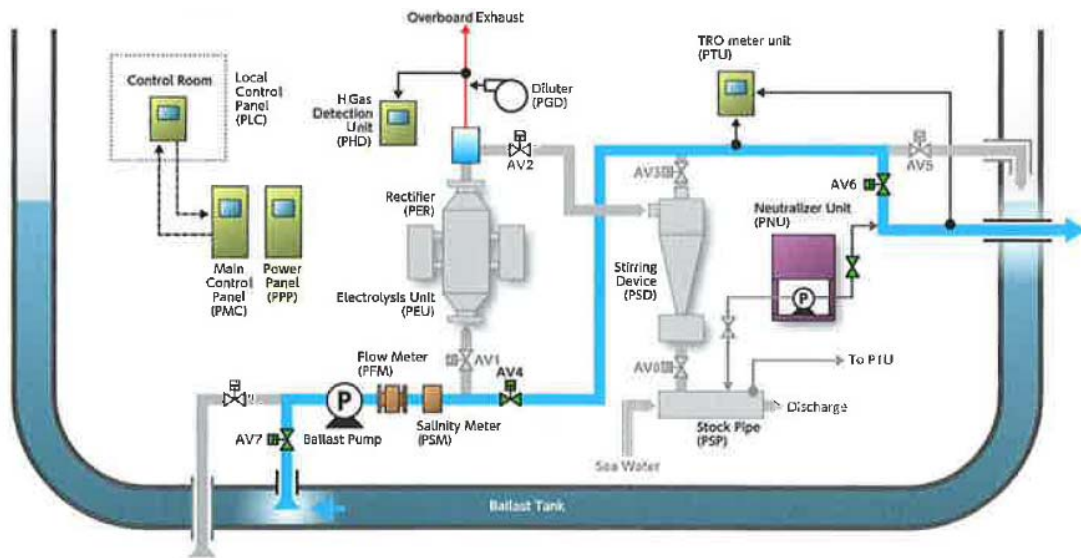


Εικόνα 39 : ενδεικτική διάταξη εγκατάστασης ATPS-BLUEsys



Εικόνα 40 : Flow Diagram ερματισμού ATPS-BLUESys

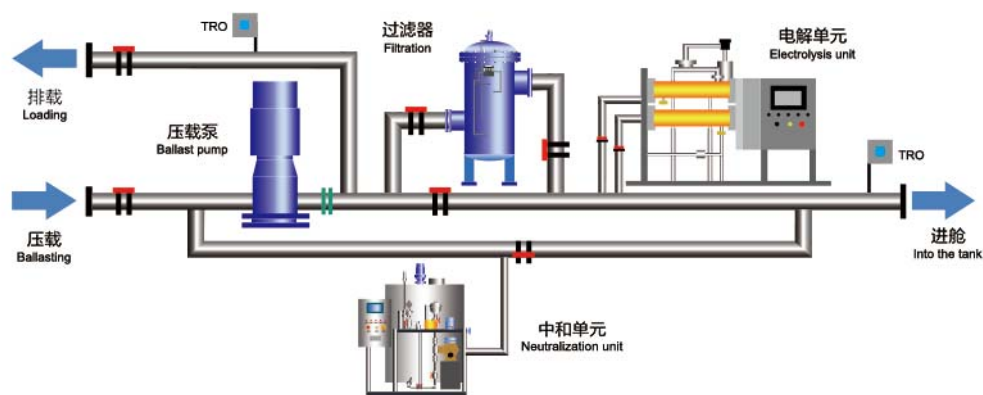
Πηγή : www2.panasonic.biz



Εικόνα 41 : Flow Diagram αερατισμού ATPS-BLUESys

Πηγή : www2.panasonic.biz

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: BalClor™ Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: SunRui Marine Environment Engineering Co., Ltd
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and sidestream EC injection : TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	<p>Για την επεξεργασία του θαλάσσιου έρματος, το σύστημα ακολουθεί τα εξής στάδια επεξεργασίας. Αρχικά το έρμα φιλτράρεται από αυτόματα αυτοκαθαριζόμενα φίλτρα, απομακρύνοντας οργανισμούς μεγέθους μεγαλύτερου των 50µm. Το κύριο στάδιο επεξεργασίας αποτελείται από side EC, καθώς ένα μέρος του παραλαμβανόμενου έρματος διέρχεται από την συσκευή ηλεκτροχλωρίωσης, όπου παράγεται επαρκής ποσότητα οξειδωτικού, που εκχέεται στο συνολικό έρμα, εξασφαλίζοντας ικανοποιητική απολύμανση. Με την παραμονή του δημιουργούμενου διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου, προκαλείται η εξόντωση του πλαγκτόν, νύμφων και σπόρων και λοιπών παθογόνων, από το σύνολο του μεταφερόμενου έρματος. Πριν από τον εφερματισμό γίνεται αυτόματος έλεγχος της συγκέντρωσης των TRO στο έρμα. Για συγκεντρώσεις μικρότερες των 0.1ppm, το έρμα απορρίπτεται χωρίς καμία επεξεργασία. Για μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ακολουθεί η διαδικασία της εξουδετέρωσης των TRO, η οποία συνίσταται στην έκχυση διαλύματος θειοθειικού νατρίου στον αγωγό αφερματισμού.</p>



Εικόνα 42 : Flow Diagram BalClor™ Ballast Water Management System

Πηγή : <http://www.sunrui.net>



Εικόνα 43 : System overview

Πηγή : <http://www.sunrui.net>



Εικόνα 44 : Μονάδα Ηλεκτρόλυσης

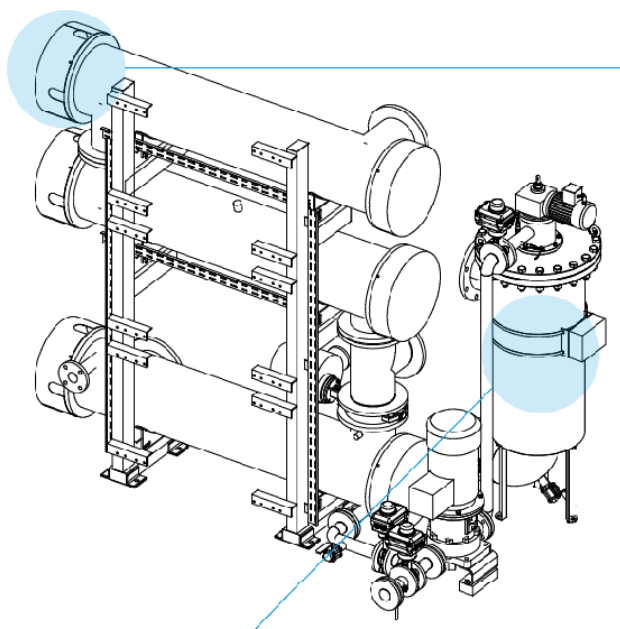
Πηγή : <http://www.sunrui.net>



Εικόνα 45 : Μονάδα εξουδετέρωσης TRO

Πηγή : <http://www.sunrui.net>

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: BallastMaster ultraV 250 ballast water management system (formerly named AquaTriComb BW 250)
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: GEA Westfalia Separator Group GmbH
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Είναι ένα πολύ αποδοτικό σύστημα που επεξεργάζεται το έρμα με μηχανικές και φυσικές μεθόδους. Το σύστημα δύο σταδίων συνδυάζει την μηχανική προ-διήθηση με επακόλουθη απολύμανση του έρματος από UV-C. Αυτό το σύστημα δεν χρησιμοποιεί χημικά και συνεπώς δεν δημιουργούνται επικίνδυνα υποπροϊόντα. Εμφανίζει μεγάλη ενεργειακή απόδοση με την χρήση UV χαμηλής πίεσης. Η ακτινοβολία UV-C επηρεάζει το DNA των οργανισμών καθιστώντας τα ανενεργά, απενεργοποιώντας ακόμα και παθογόνα που είναι ανθεκτικά στο χλώριο, πχ κρυπτοσπορίδια. Έχει ευέλικτο μέγεθος, είναι εύκολο στην εγκατάσταση και έχει χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης.



Εικόνα 46 : System BallastMaster ultraV assembly

Πηγή : www.gea.com

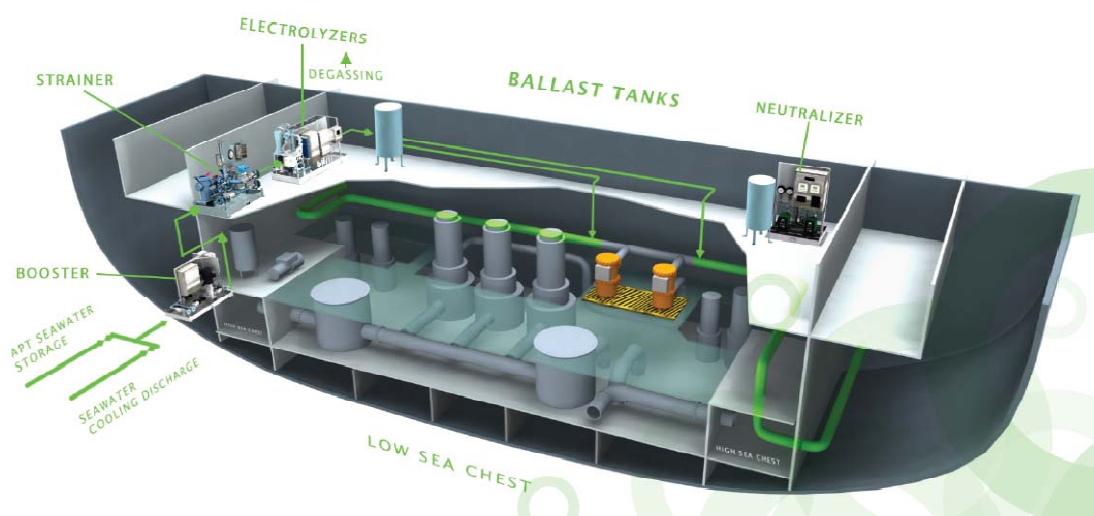
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : BalPure® BP-500

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : De Nora Water Technologies

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Filtration and sidestream EC injection
TRO neutralization

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

Το σύστημα συνδυάζει το φιλτράρισμα με την τεχνολογία της ηλεκτροχλωρίωσης. Συγκεκριμένα, εφαρμόζεται η side stream EC . Ποσότητα μόνο της τάξης του 1% του συνολικού έρματος επαρκεί για την παραγωγή ικανής ποσότητας απολυμαντικού για το σύνολο του έρματος. Το απολυμαντικό μέσο παράγεται κατά την διαδικασία ερματισμού και δεν απαιτείται αποθήκευση καμίας επικίνδυνης χημικής ουσίας. Η σχεδίασή του το καθιστά ένα σύστημα ευέλικτο με βελτιστοποιημένο αποτύπωμα, επιτρέποντας την τοποθέτηση του σε υπάρχοντα πλοία με περιορισμένο χώρο. Το σύστημα είναι λειτουργικό τόσο σε ύδατα χαμηλής αλατότητας όσο και χαμηλής θερμοκρασίας. Φέρει διατάξεις με αυτοκαθαριζόμενα ηλεκτρόδια που παρουσιάζουν μέγιστη διάρκεια ζωής με ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης.



Εικόνα 47 : BalPure® system overview

Πηγή : <https://denora.com>

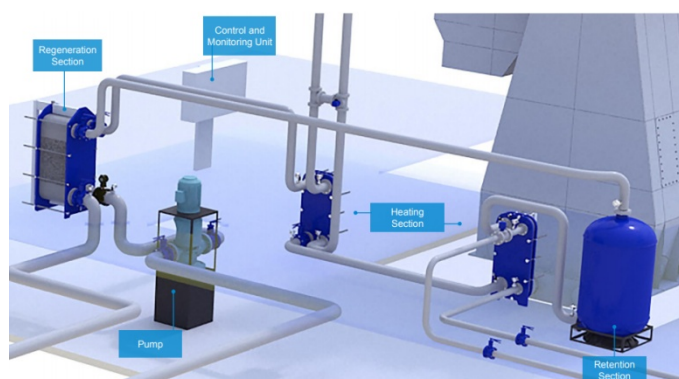
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : Bawat™ BWMS

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : BAWAT A/S

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Pasteurization / Heat

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Το σύστημα είναι εύκολο στην εγκατάσταση και απλό στην χρήση. Η λειτουργία του δεν περιλαμβάνει χρήση χημικών, φίλτρων ή UV. Είναι το μοναδικό σύστημα που βασίζεται στην παστερίωση και φέρει πιστοποίηση από τον IMO και την USCG. Βασίζεται σε μοναδικά πατενταρισμένη τεχνολογία παστερίωσης. Ο συνδυασμός της θερμοκρασίας και του χρόνου κατακράτησης εξασφαλίζει αποτελεσματική απομάκρυνση όλων των ζωντανών οργανισμών. Το σύστημα λειτουργεί για όλους τους τύπους υδάτινου έρματος, σε όλες τις θερμοκρασίες εξασφαλίζοντας την πλήρη συμμόρφωση με το πρότυπο D2 χωρίς περιορισμούς λειτουργίας. Το σύστημα αποτελείται από απλά εξαρτήματα του πλοίου, χωρίς καμία εξεζητημένη τεχνολογία, που το πλήρωμα είναι εξοικειωμένο με την χρήση τους. Κατά συνέπεια δεν απαιτούνται δαπανηρές και χρονοβόρες διαδικασίες συντήρησης και τα προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν από το πλήρωμα. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί για να ταιριάζει για κάθε τύπο πλοίου εξασφαλίζοντας λειτουργική ευελιξία. Συγκεκριμένα η επεξεργασία του έρματος δύναται να γίνεται είτε κατά τον ερματισμό, είτε κατά τον αφερματισμό, είτε κατά την διάρκεια του ταξιδιού με κυκλοφορία του έρματος στις δεξαμενές.



Εικόνα 48 : Διάταξη συστήματος Bawat™ BWMS

Πηγή : www.bawat.com

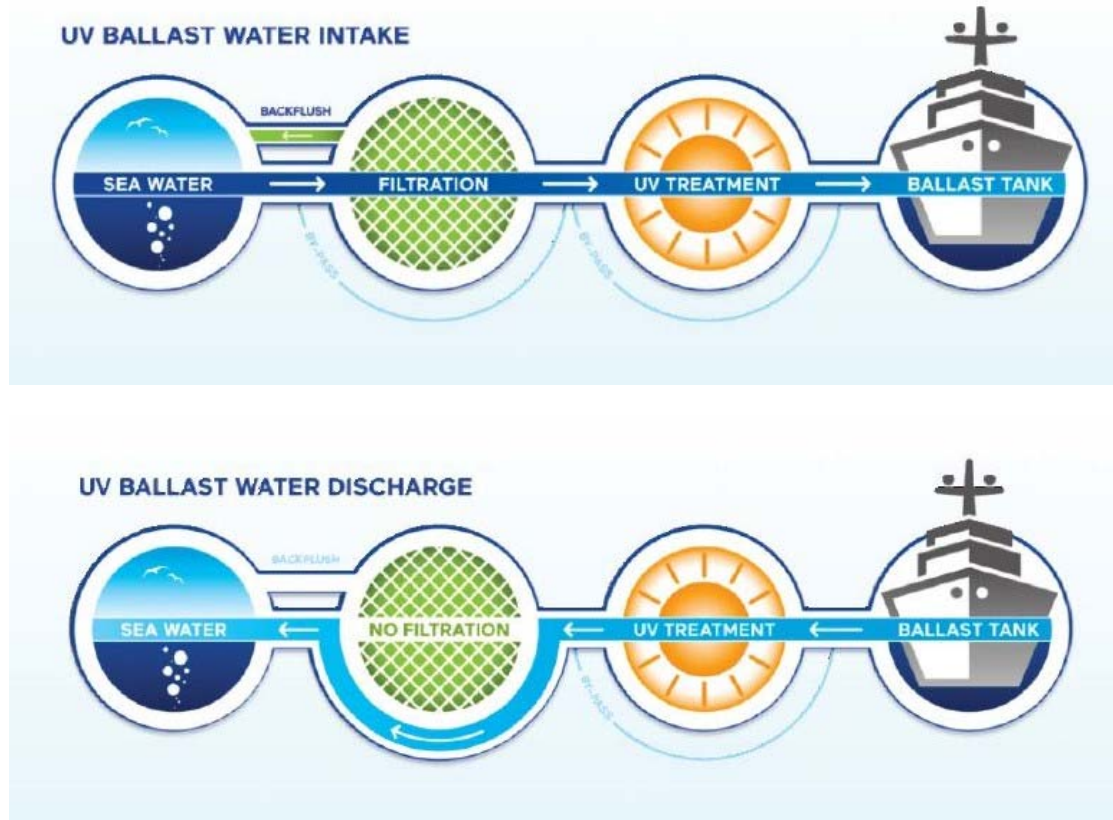
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : BIO-SEA® Ballast Water Treatment System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : BIO-UV Group (France)

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Filtration and UV treatment
UV re-treatment

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

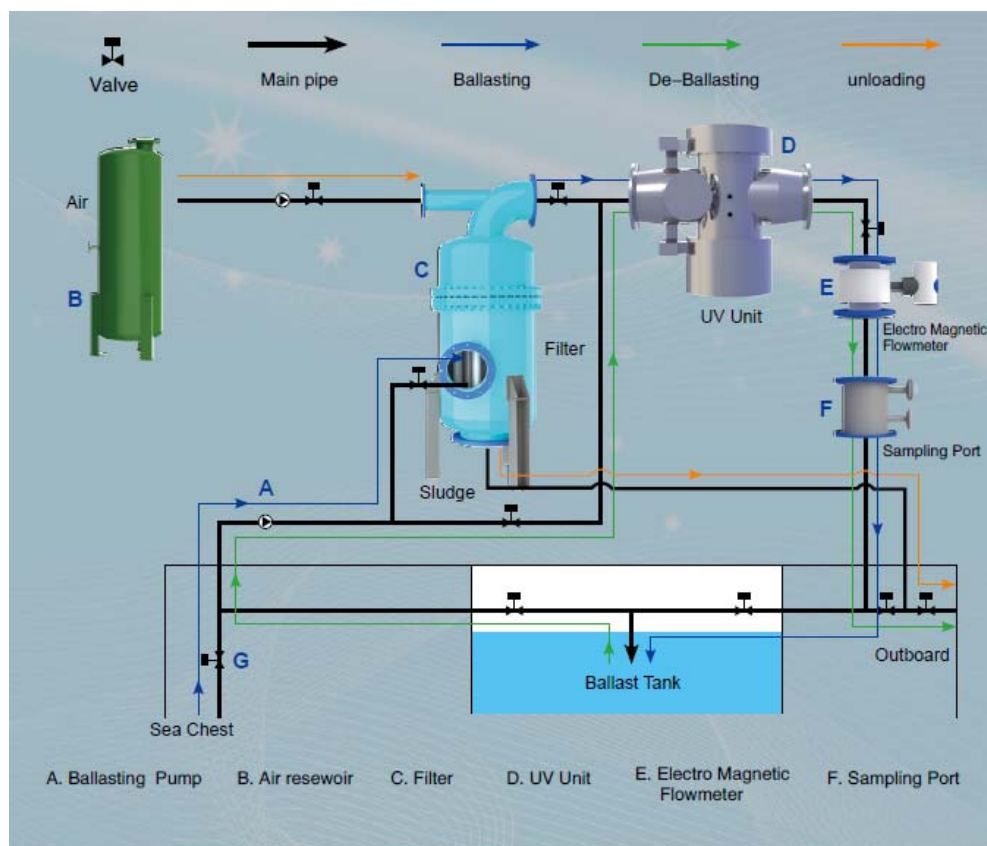
Το σύστημα αποτελεί τον κλασικό συνδυασμό φιλτραρίσματος και τεχνολογίας UV. Κατά τον ερματισμό, το σύνολο του έρματος διέρχεται από την διάταξη των φίλτρων οπότε οργανισμοί και σωματίδια μεγαλύτερα από 20µm απορρίπτονται στο σημείο ερματισμού. Φέρει αυτοκαθαριζόμενα φίλτρα με διάταξη που δεν παρουσιάζουν διακοπές στην λειτουργία. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει απολύμανση με την χρήση της UV τεχνολογίας. Ο αντιδραστήρας τιτανίου είναι εξοπλισμένος με πολυχρωματικό λαμπτήρα μεσαίας πίεσης UV, που παρέχει βέλτιστα αποτελέσματα απολύμανσης. Ο αντιδραστήρας είναι σχεδιασμένος μόνο με μια λάμπα ανά αντιδραστήρα ελαχιστοποιώντας τον συνολικό αριθμό λαμπτήρων ανά σύστημα, με αποτέλεσμα χαμηλότερο λειτουργικό κόστος. Βελτιστοποιημένη σχεδίαση με την χρήση CFD λαμβάνοντας υπόψη την ποιότητα των νερών και τις ταχύτητες του ρευστού, επιτρέπει τον εύκολο καθαρισμό. Η ένταση της λάμπας προσαρμόζεται ανάλογα με την ποιότητα του έρματος, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και μεγαλώνει τον χρόνο ζωής της. Πριν από την απόρριψη του έρματος, το έρμα διέρχεται πάλι από τον αντιδραστήρα. Είναι ασφαλές για το περιβάλλον και το πλήρωμα αφού δεν χρησιμοποιεί χημικά, παράγει μηδενικά παραπροϊόντα και δεν χρησιμοποιεί δραστικές ουσίες. Δεν επηρεάζεται από τις διαφορές αλατότητας και θερμοκρασίας του έρματος.



Εικόνα 49 : Flow diagram ballasting / deballasting

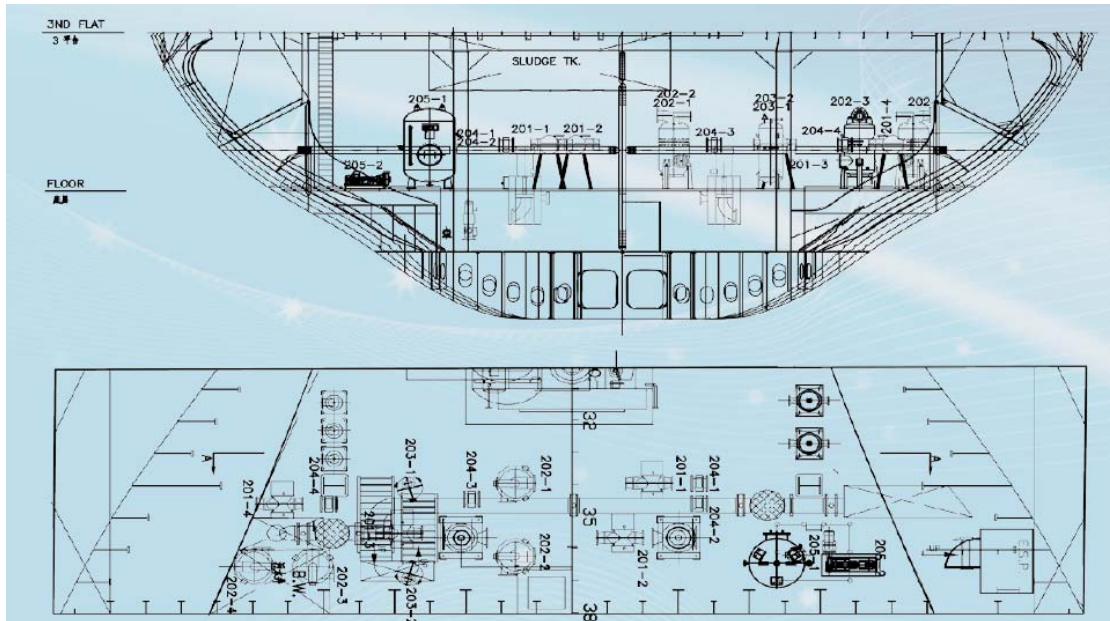
Πηγή : <https://en.bio-uv.com>

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Blue Ocean Shield Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: China Ocean Shipping Group Company (COSCO)
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Κατά τον ερματισμό το φίλτρο (αυτοκαθαριζόμενο) αφαιρεί τα ιζήματα και τους μικροοργανισμούς διαστάσεων >50μm. Στην συνέχεια το νερό έρματος εισέρχεται στον αντιδραστήρα UV και με την υπεριώδη ακτινοβολία απενεργοποιούνται και οι υπόλοιποι μικροοργανισμοί. Το νερό καταλήγει στις δεξαμενές έρματος. Ο καθαρισμός του λαμπτήρα πραγματοποιείται αυτόματα και ανάλογα με την ποιότητα του έρματος. Κατά τον αφερματισμό, η διάταξη των φίλτρων παρακάμπτεται και πριν από την απόρριψή του το έρμα διέρχεται ξανά από τον αντιδραστήρα.



Εικόνα 50 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος Blue Ocean Shield

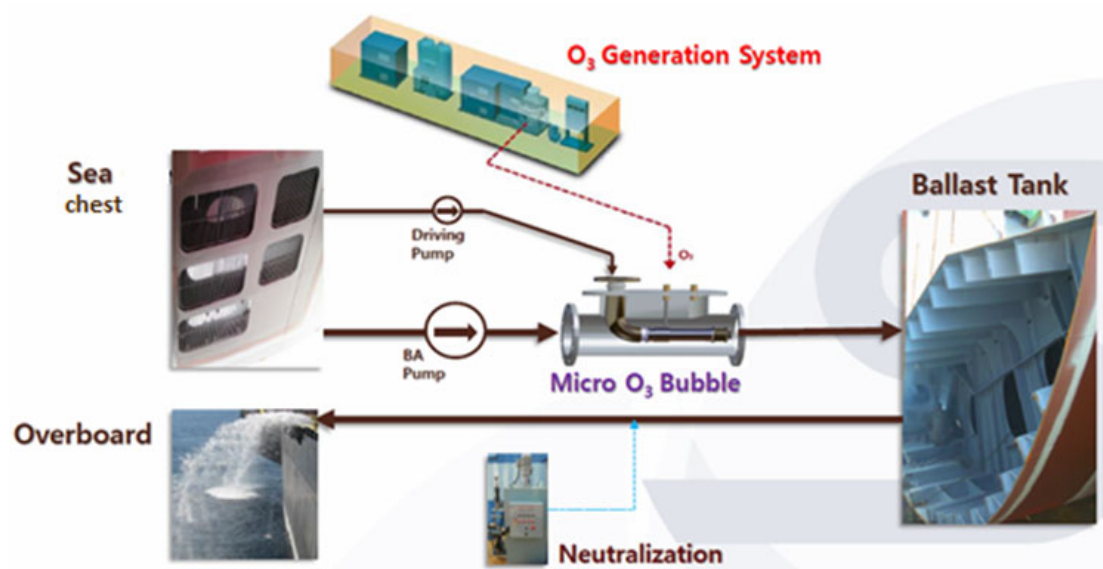
Πηγή : <http://en.wecosco.com/>



Εικόνα 51 : Ενδεικτική διάταξη εγκατάστασης συστήματος Blue Ocean Shield

Πηγή : <http://en.wecosco.com/>

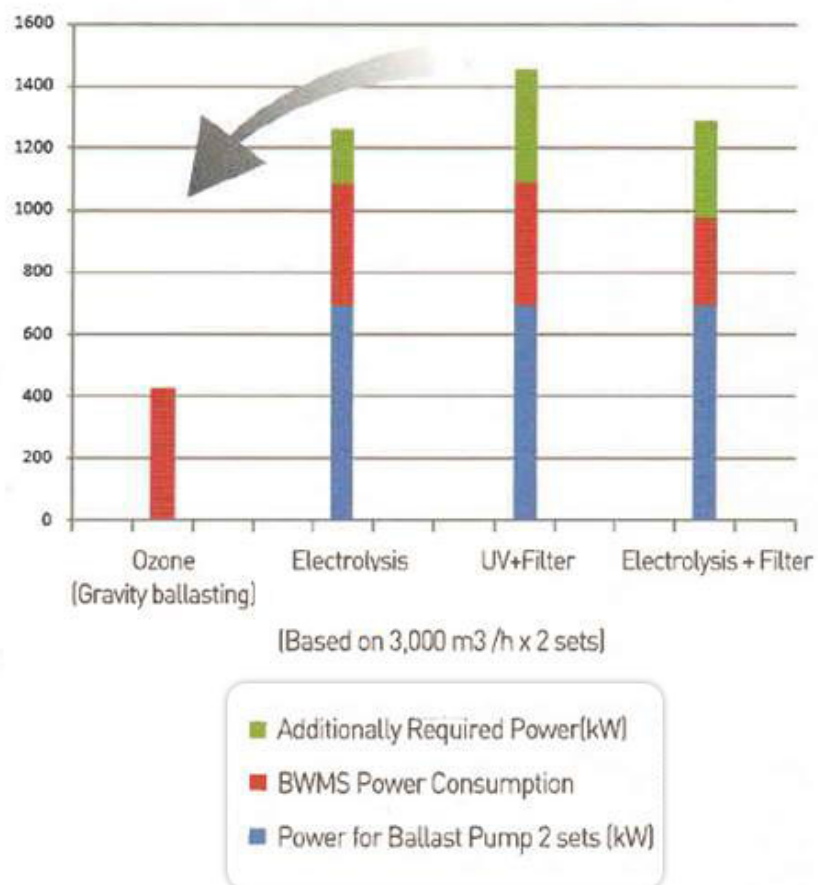
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: BlueZone™ Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: SUNBO Industries Co.,Ltd
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Ozone (O ₃) injection TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Η λειτουργία του συστήματος στηρίζεται στην χρήση του όζοντος ως μέσο απολύμανσης. Το αέριο όζον, για την επεξεργασία ενός κανονικού φορτίου έρματος, παράγεται από μία γεννήτρια έρματος που είναι συνδεδεμένη με την κύρια γραμμή ερματισμού. Για την απολύμανση, δεν απαιτείται η μεταφορά ή η αποθήκευση καμίας ενεργής ουσίας. Το σύστημα μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε διαθέσιμο χώρο και η εγκατάστασή του απαιτεί μόνο μία σύνδεση στον κύριο αγωγό ερματισμού, καθιστώντας την διαδικασία εγκατάστασης ευκολότερη. Οι μικροφουσαλίδες του όζοντος έρχονται σε άμεση επαφή με το νερό και διαχέονται άμεσα σε αυτό παρέχοντας ομοιόμορφα και σταθερά αποτελέσματα απολύμανσης. Συγκρινόμενη με τις υπόλοιπες τεχνολογίες επεξεργασίας έρματος, η μέθοδος της οζονοποίησης παρουσιάζει μικρότερες απαιτήσεις ενέργειας.



Εικόνα 52 : Διάταξη συστήματος BlueZone™

Πηγή : www.sunbo.co.kr

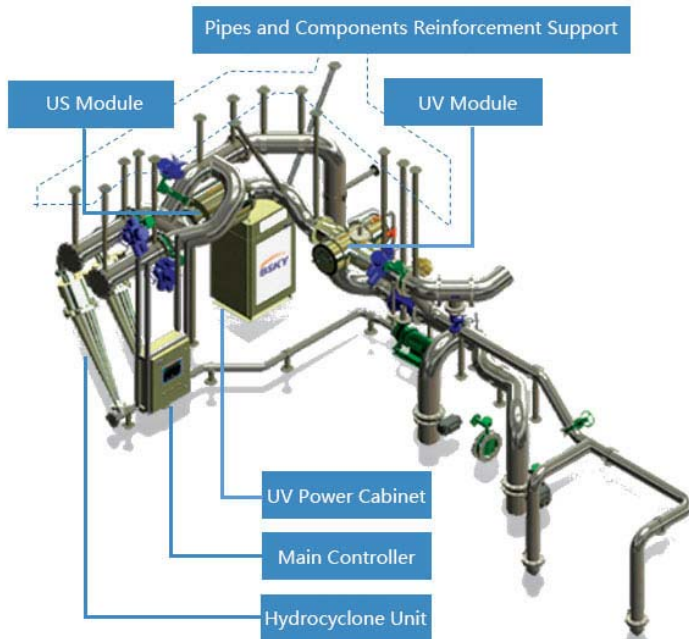
► Ballasting Power Consumption Graph



Εικόνα 53 : Συγκριτικό διάγραμμα κατανάλωσης ισχύος

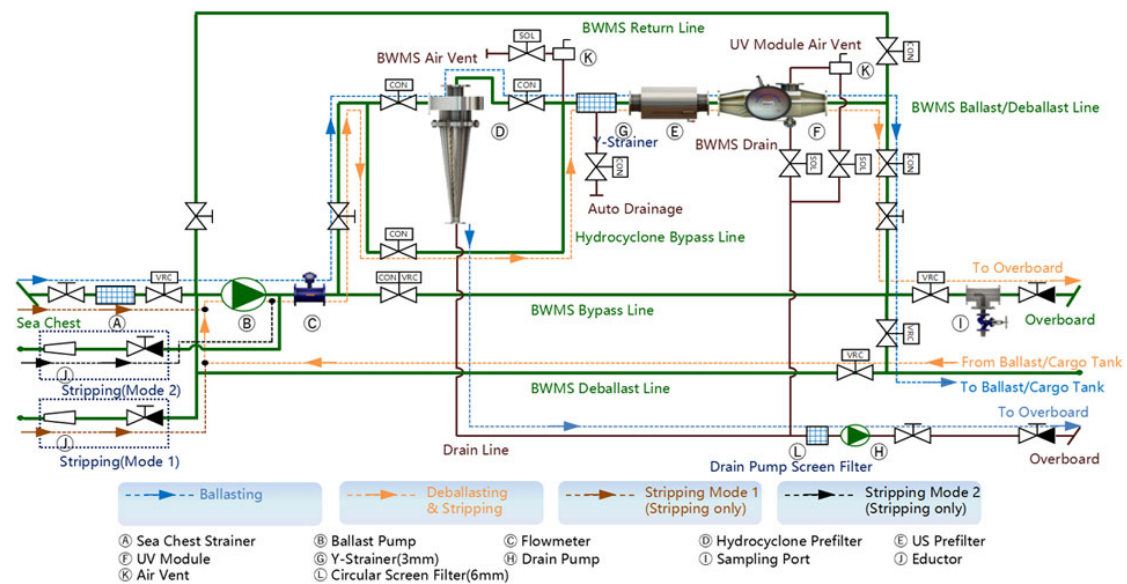
Πηγή : www.sunbo.co.kr

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: BSKY™ Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Wuxi Brightsky Electronic Co., Ltd.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Hydrocyclone, ultrasonic (US), and UV treatment US and UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Το σύστημα συνδυάζει την φυγοκέντρωση με την χρήση υδροκυκλώνα, με την τεχνολογία UV. Με τον υδροκυκλώνα απομακρύνονται σε πρώτο στάδιο τα σωματίδια / οργανισμοί που είναι μεγαλύτεροι από 50µm. Εμφανίζεται πλεονεκτικότερος σε σχέση με τα παραδοσιακά φίλτρα καθώς δεν έχει κινούμενα μέρη, οπότε δεν απαιτείται συντήρηση, δεν παρεμποδίζει την κυκλοφορία του έρματος, είναι αθόρυβος κλπ. Στην επόμενη φάση, η συσκευή υπέρηχων προκαλεί υψηλές θερμοκρασίες της τάξης των 1900-5200K και υψηλή πίεση (~500atm), με ρυθμό περίπου 109K/sec που συνοδεύεται από ένα ισχυρό κύμα. Αυτές οι ακραίες συνθήκες προκαλούν την κατάρρευση των κυτταρικών τοιχωμάτων των οργανισμών. Στην συνέχεια, το έρμα υφίσταται επεξεργασία από UV, ολοκληρώνοντας την πλήρη απολύμανση. Πριν από την απόρριψη του έρματος, πραγματοποιείται ξανά επεξεργασία από το UV/



Εικόνα 54 : system overview

Πηγή : <http://www.bsky.cn>



Εικόνα 55 : Flow diagram BSKY™ Ballast Water Management System

Πηγή : <http://www.bsky.cn>

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Cathelco Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Cathelco Limited
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	<p>Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στον συνδυασμό της τεχνολογίας του φιλτραρίσματος και UV. Ο εξοπλισμός δύναται να τοποθετηθεί είτε σε κοινό πλαίσιο είτε σε μεμονωμένα εξαρτήματα, απλοποιώντας την εγκατάστασή του σε περίπτωση μετασκευής, ώστε να αξιοποιείται καλύτερα ο διαθέσιμος χώρος. Κατά τον ερματισμό, το έρμα διέρχεται από την μονάδα διήθησης όπου αφαιρούνται οι μεγαλύτεροι οργανισμοί και μεγάλο μέρος του μεταφερόμενου ιζήματος. Σε τακτά χρονικά διαστήματα, το συγκρατημένο υλικό ξεπλένεται αυτόματα και απορρίπτεται στην αρχική θέση ερματισμού, προκαλώντας ελάχιστη μείωση της ροής του έρματος. Στην συνέχεια το έρμα διέρχεται από την μονάδα UV όπου θανατώνονται μικρότεροι οργανισμοί, βακτήρια και παθογόνοι οργανισμοί. Πριν από την απόρριψή του, το έρμα οδηγείται ξανά στην μονάδα UV και αποστειρώνεται για δεύτερη φορά. Το σύστημα προσαρμόζει την ένταση της ακτινοβολίας ανάλογα με την ποιότητα του νερού. Λαμβάνεται δείγμα πριν από την είσοδο του νερού στον αντιδραστήρα, έτσι ώστε μέσω της μονάδας αυτόματου ελέγχου, να αποδίδεται η σωστή δόση ακτινοβολίας, εξοικονομώντας ενέργεια, επεκτείνοντας παράλληλα τον χρόνο ζωής των λαμπτήρων.</p>



Εικόνα 56 : Cathelco Ballast Water Management System overview

Πηγή : <https://evac.com>

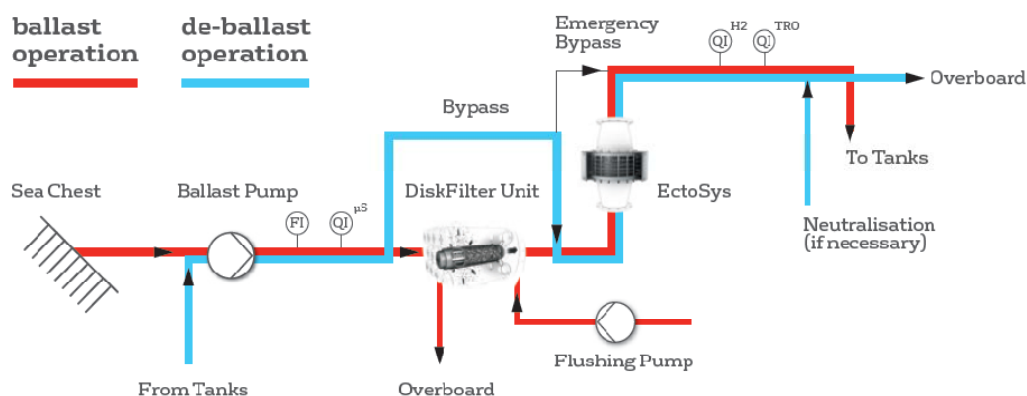
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : CleanBallast® ballast water management system

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : RWO GmbH Marine Water Technology

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Filtration and in-line electrolytic TRO neutralization

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ :

Το σύστημα αφαιρεί τους μικροοργανισμούς και το ίζημα από το έρμα σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο της διήθησης, το φίλτρο συγκρατεί μεγαλύτερα σωματίδια και οργανισμούς και ίζημα. Στο δεύτερο στάδιο το έρμα διέρχεται μέσα από την απολυμαντική μονάδα. Με την διέλευση του έρματος από την μονάδα ηλεκτρόλυσης παράγονται ΟΗ που έχουν δραστική απολυμαντική δράση εξολοθρεύοντας τα βακτήρια και τους οργανισμούς. Τα ΟΗ έχουν υψηλό δυναμικό οξειδωσης και συνεπώς υψηλή απολυμαντική ικανότητα. Λόγω της μικρής διάρκειας ζωής τους, δεν προκαλούν διάβρωση στις σωληνώσεις και τις επιστρώσεις των δεξαμενών. Πριν από τον αφερματισμό, γίνεται έλεγχος της συγκέντρωσης των ΤΡΟ στο έρμα. Σε περίπτωση εξέχουσας ποσότητας, πραγματοποιείται εξουδετέρωση των ΤΡΟ.



Εικόνα 57 : Flow Diagram CleanBallast®

Πηγή : www.rwo.de

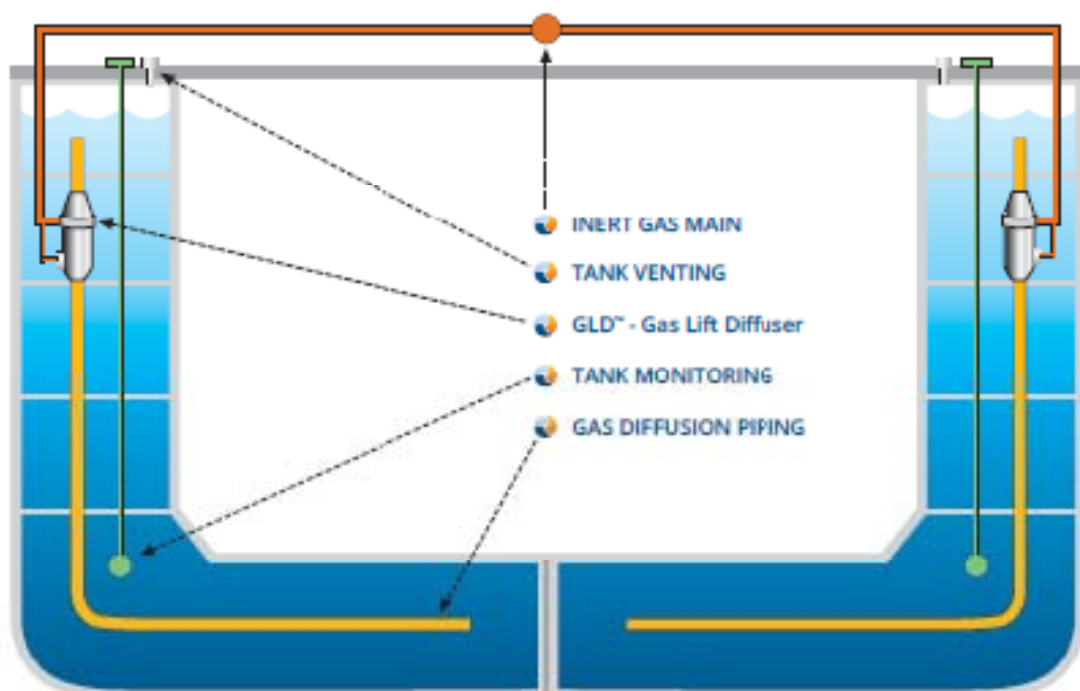
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : Coldharbour GLD™ Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Coldharbour Marine Ltd.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : IGG/GLD-5 phases of deoxygenation treatment

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

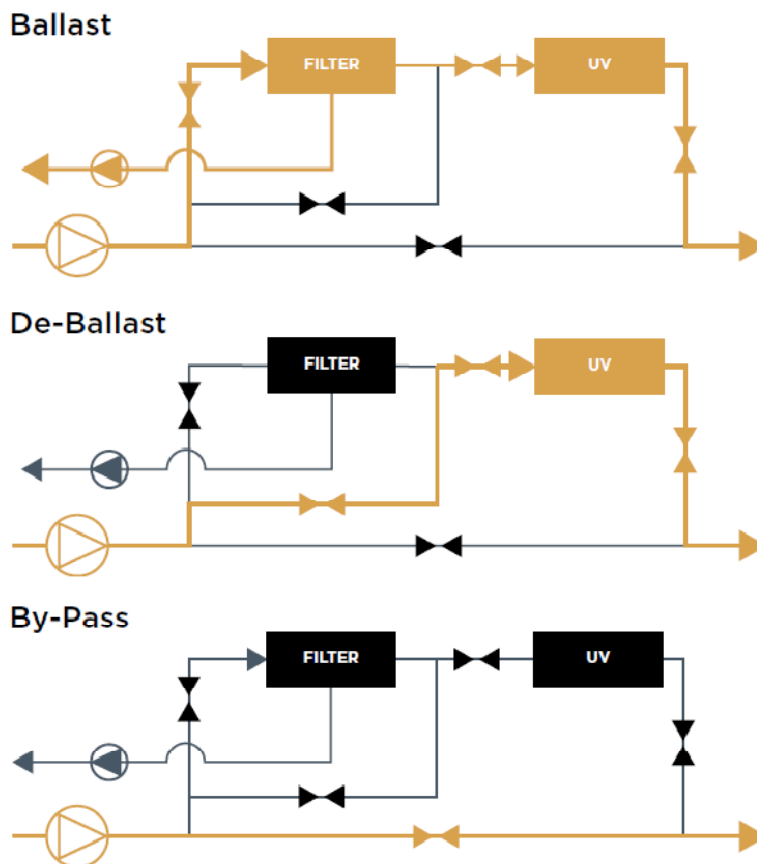
Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην έκχυση αδρανούς αερίου στις δεξαμενές έρματος. Κατά την διάρκεια του ταξιδιού διοχετεύεται αδρανές αέριο στις δεξαμενές έρματος μέσα από τυπικούς συμπιεστές ναυτικού τύπου. Το οξυγόνο απομακρύνεται από το νερό, με παράλληλη αύξηση του CO₂, μειώνοντας προσωρινά το pH του νερού. Έτσι δημιουργούνται συνθήκες άπνοιας που καθιστούν μη βιώσιμους τόσο τους αερόβιους όσο και τους αναερόβιους οργανισμούς. Η γεννήτρια του αδρανούς αερίου, παράλληλα είναι γεννήτρια υπερηχητικών κυμάτων, που δρουν αποτελεσματικά ενάντια των εντερικών βακτηρίων.



Εικόνα 58 : Τυπική διάταξη εγκατάστασης συστήματος Coldharbour GLD™

Πηγή : www.coldharbourmarine.com

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: CompactClean ballast water management system
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: DESMI Ocean Guard A/S (Denmark)
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration & Ultraviolet
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Κατά την διάρκεια του ερματισμού, πραγματοποιείται διήθηση του έρματος μέσω εγκατεστημένων φίλτρων. Στην συνέχεια το έρμα υπόκειται σε επεξεργασία με UV μέσα στους θαλάμους UV και διοχετεύεται στις δεξαμενές έρματος. Για την αντιμετώπιση ενδεχόμενης αναγέννησης των οργανισμών κατά την διάρκεια του ταξιδιού, πριν από την απόρριψή του, υποβάλλεται ξανά σε επεξεργασία διερχόμενο από τους θαλάμους των UV



Εικόνα 59 : Flow diagram συστήματος CompactClean

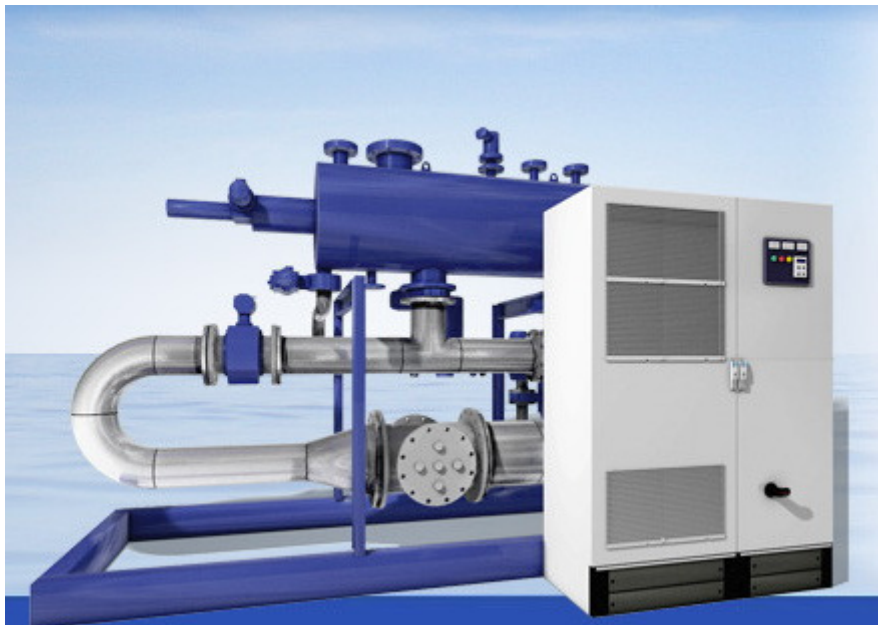
Πηγή : <https://desmioceanguard.com>

**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : CrystalBallast® Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Auramarine Ltd.

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Filtration and UV treatment
UV re-treatment

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :



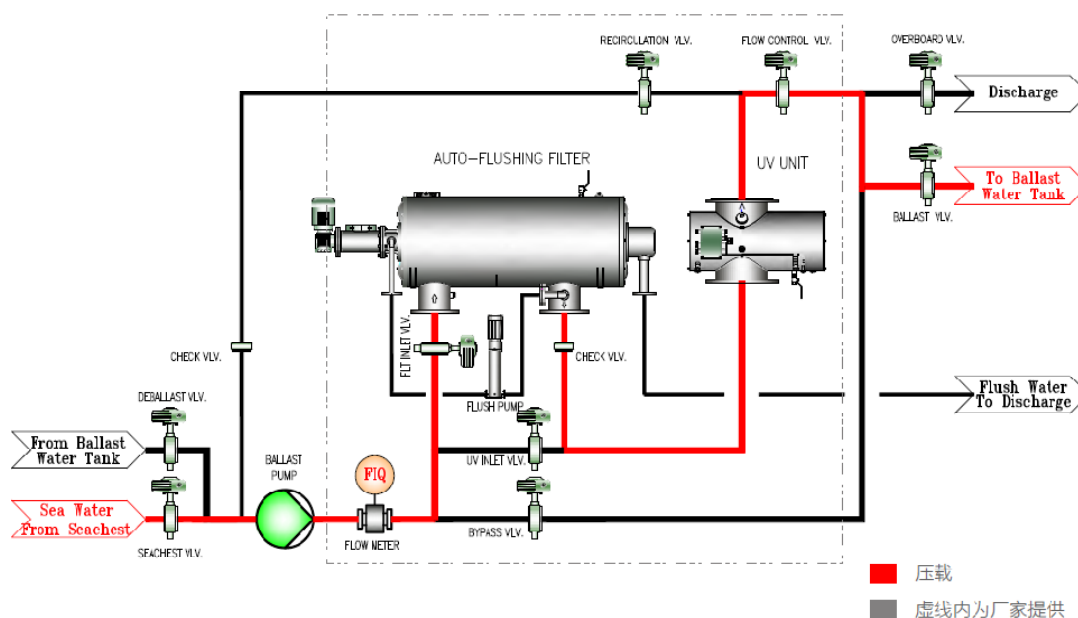
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : Cyeco™ Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Shanghai Cyeco Environmental Technology Co., Ltd.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Filtration and UV treatment
UV re-treatment

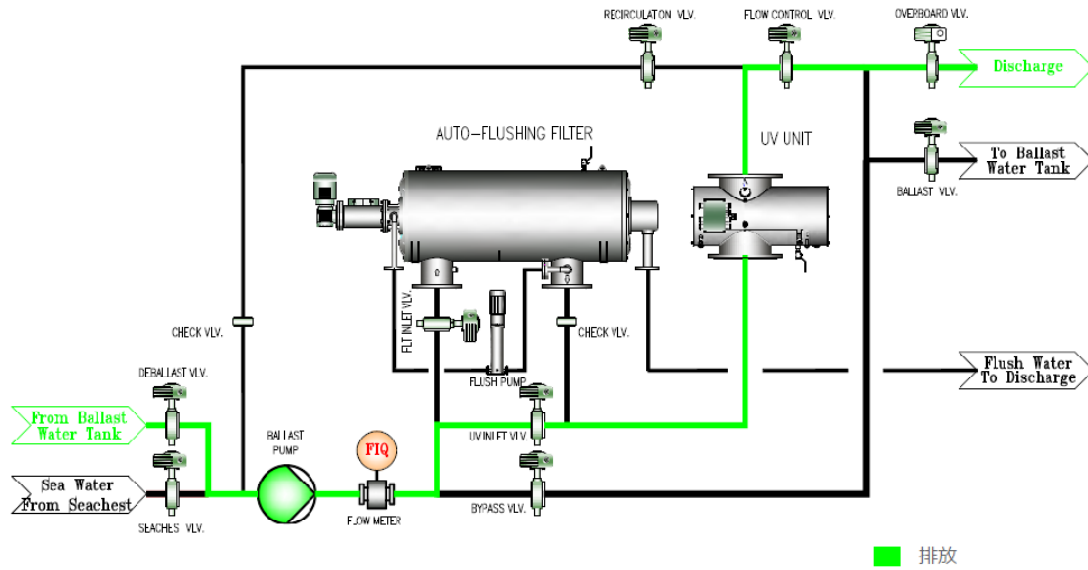
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ :

Το σύστημα συνδυάζει το φιλτράρισμα με την απολύμανση με την τεχνολογία UV. Το φίλτρο μηχανικής διήθησης ελέγχεται από ελεγκτή PLC για τον αυτόματο καθαρισμό του φίλτρου, χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία και χωρίς να διακόπτεται η κανονική λειτουργία του συστήματος. Ο αντιδραστήρας UV παρέχει ένα ευρύ φάσμα αποστείρωσης και παρουσιάζει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων. Πριν από τον αφερματισμό, το ρεύμα υπόκειται πάλι σε επεξεργασία από τον αντιδραστήρα UV.



Εικόνα 60 : Flow diagram για τον ερματισμό με το σύστημα Cyeco™

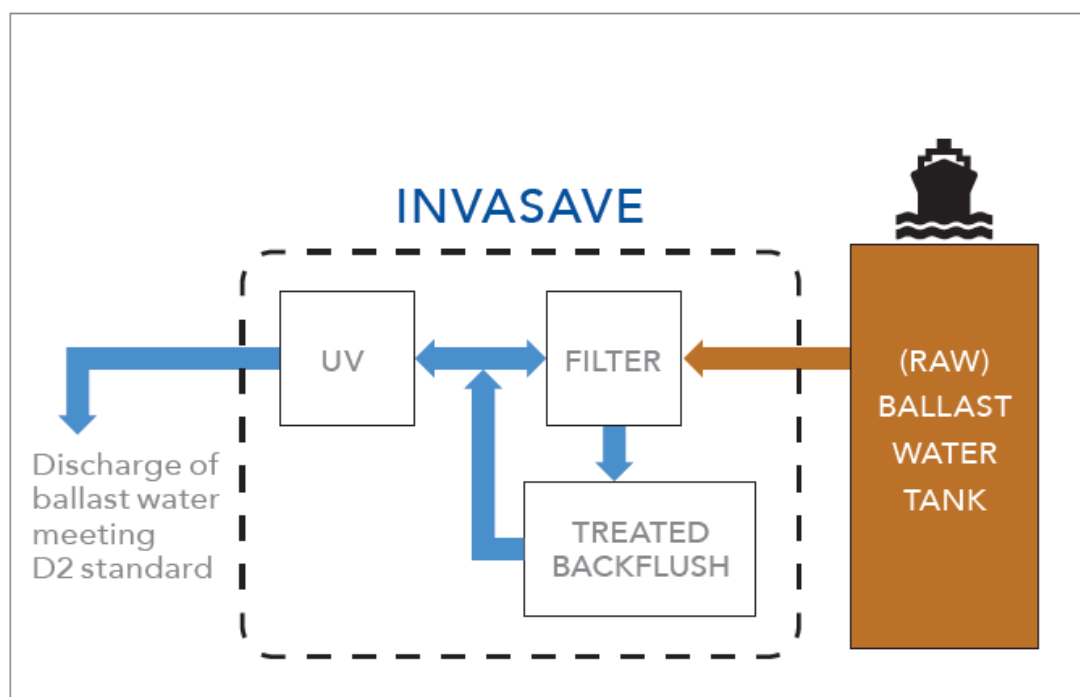
Πηγή : www.cyeco.com



Εικόνα 61 : Flow diagram για τον αερισμό με το σύστημα Cyeco™

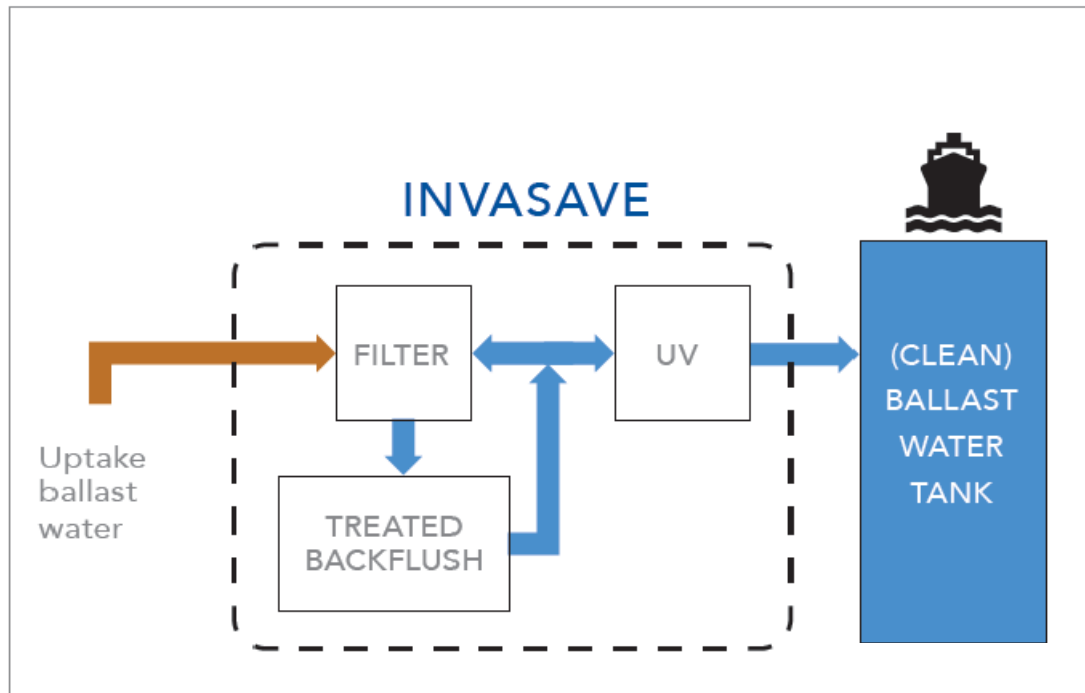
Πηγή : www.cyeco.com

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Damen InvaSave
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Damen Green Solutions B.V.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Single pass during vessel ballasting & de-ballasting Filtration & UV
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Αποτελεί εναλλακτικό σύστημα επεξεργασίας έρματος, που καλύπτει τις απαιτήσεις του πρότυπου D2. Συγκεκριμένα πρόκειται για μονάδα επεξεργασίας έρματος που βρίσκεται τοποθετημένη σε ένα container στην προβλήτα ή σε μία μάρτζα. Παραλαμβάνει έρμα από την θάλασσα, το επεξεργάζεται και το παραδίδει «καθαρό» στο πλοίο ή εκτελεί την αντίστροφη ενέργεια, δηλαδή παραλαμβάνει μη επεξεργασμένο έρμα από το πλοίο, το επεξεργάζεται και το απορρίπτει «καθαρό» στην θάλασσα. Όλη η διαδικασία εκτελείται χωρίς την χρήση χημικών και χωρίς να απαιτείται καθόλου χρόνος κράτησης του έρματος, καθιστώντας το σύστημα μοναδικό στον κόσμο.



Εικόνα 62 : Flow diagram επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος που λαμβάνεται από το πλοίο.

Πηγή : www.damengreen.com



Εικόνα 63 : Flow diagram επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος που αποδίδεται στο πλοίο.

Πηγή : www.damengreen.com

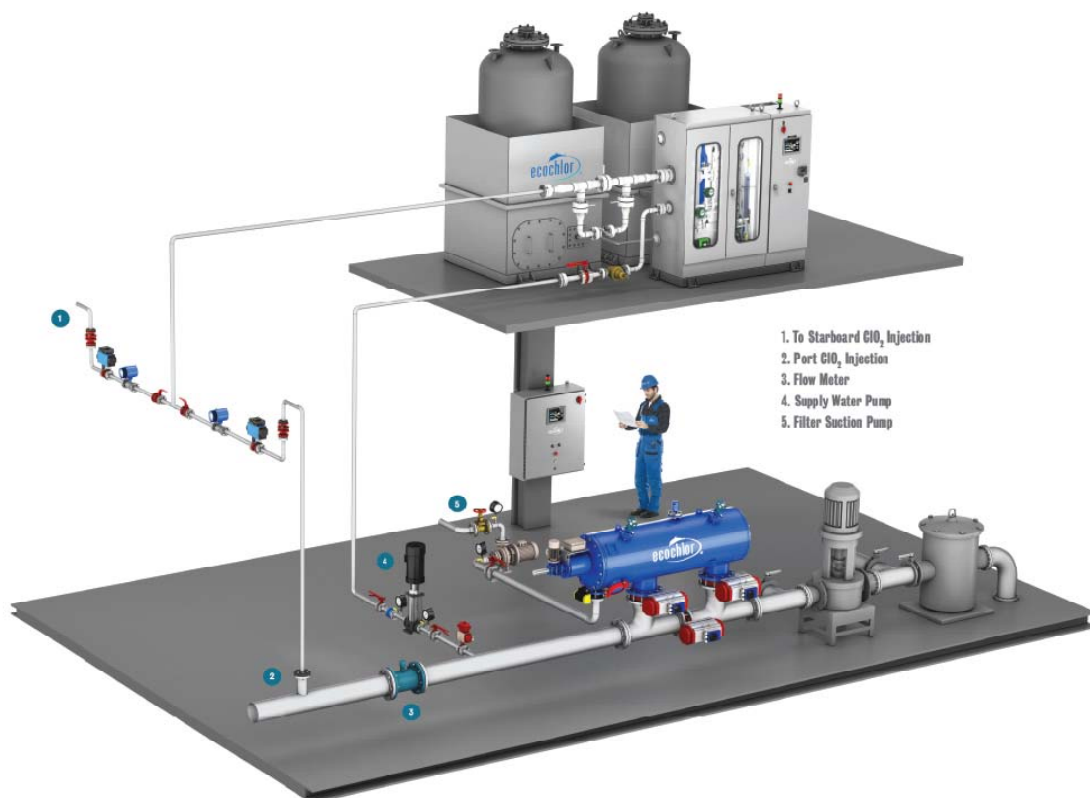
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : Ecochlor® Ballast Water Treatment System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Ecochlor, Inc.

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Filtration and ClO₂ injection

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

Το σύστημα χρησιμοποιεί διοξείδιο του χλωρίου που παράγεται από μια απλή διαδικασία επί πλοίου. Είναι αποδοτικό ανεξάρτητα από την ποιότητα του νερού χωρίς να απαιτείται καμία παρέμβαση από το πλήρωμα. Δεν απαιτείται επανεπεξεργασία του έρματος πριν από την απόρριψη. Δεν χρησιμοποιεί αισθητήρες TRO που προκαλούν διακοπές στην λειτουργία του ερματισμού / αφερματισμού λόγω συνήθως εσφαλμένων ενδείξεων.



Εικόνα 65 : system's overview

Πηγή : <https://eco-chlor.com>

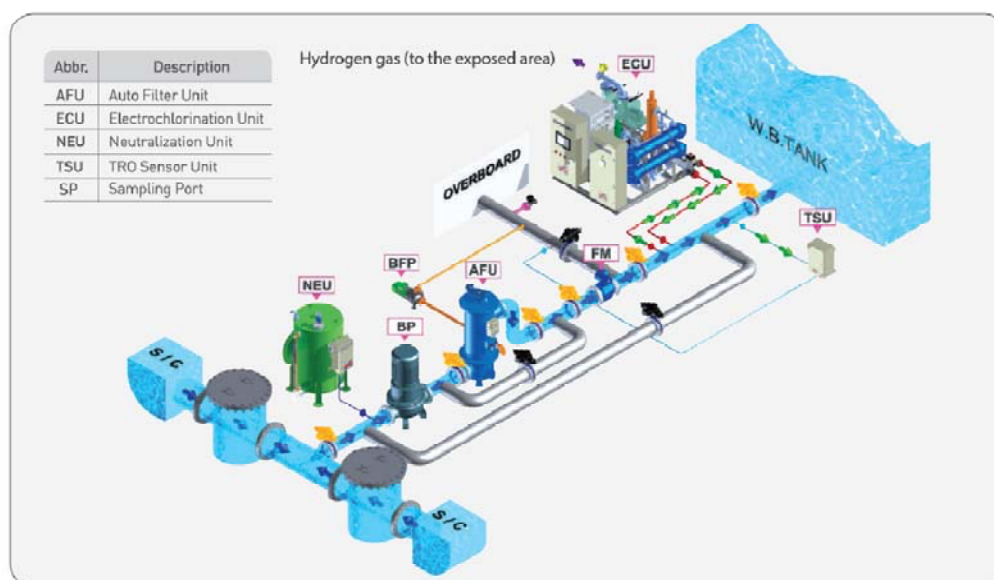
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : EcoGuardian™ Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Hanla IMS Co., Ltd.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Filtration and sidestream EC injection
TRO neutralization

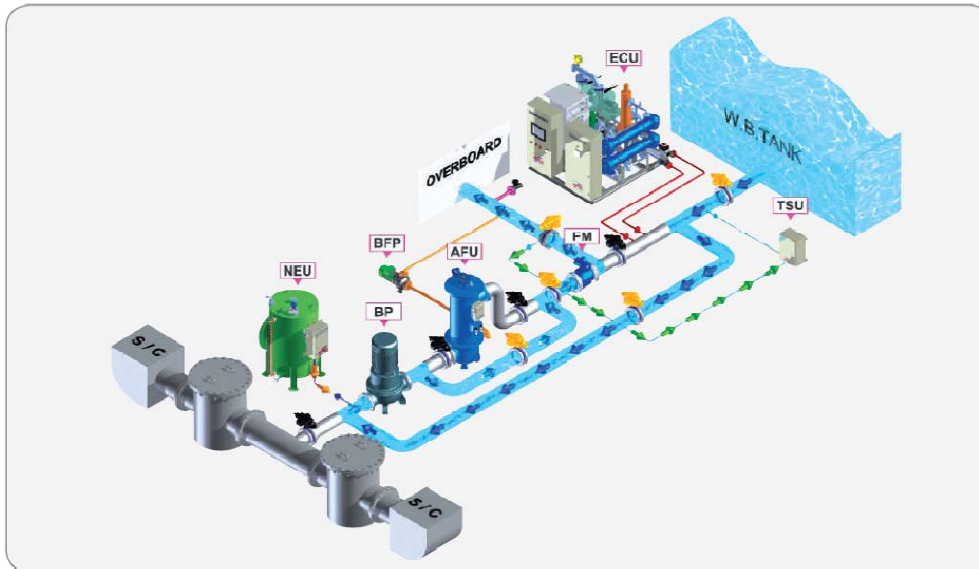
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η μέθοδος επεξεργασίας του έρματος είναι η ηλεκτροχλωρίωση side stream, που επιτρέπει την εγκατάσταση του συστήματος μακριά από τις γραμμές ερματισμού. Μπορεί να εγκατασταθεί σε ξεχωριστά τμήματα έτσι ώστε ελαχιστοποιούνται οι εργασίες τροποποίησης της θέσης των υπαρχόντων συστημάτων. Η επεξεργασία του έρματος πραγματοποιείται μέσω της μηχανικής διήθησης και μέσω της απολύμανσης με ηλεκτροχλωρίωση. Κατά τον αφερματισμό πραγματοποιείται εξουδετέρωση των TRO με έκχυση διαλύματος θειοθειικού νατρίου.



Εικόνα 66 : Flow diagram ερματισμού συστήματος EcoGuardian

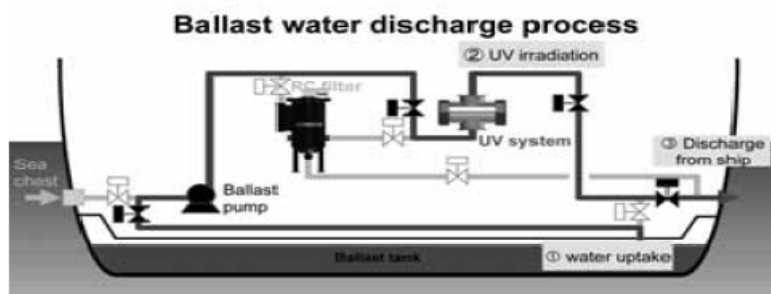
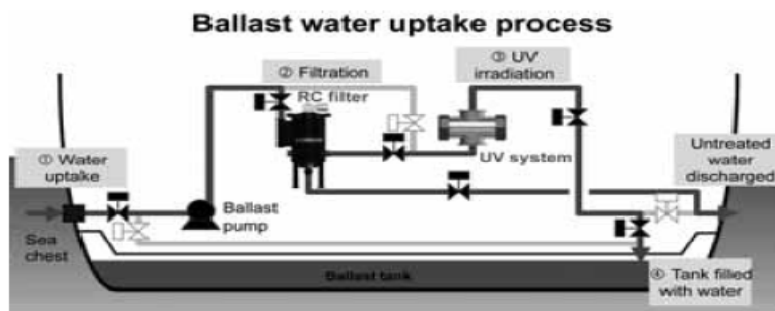
Πηγή : www.hanlaims.com



Εικόνα 67 : Flow diagram αερατισμού συστήματος EcoGuardian

Πηγή : www.hanlaims.com

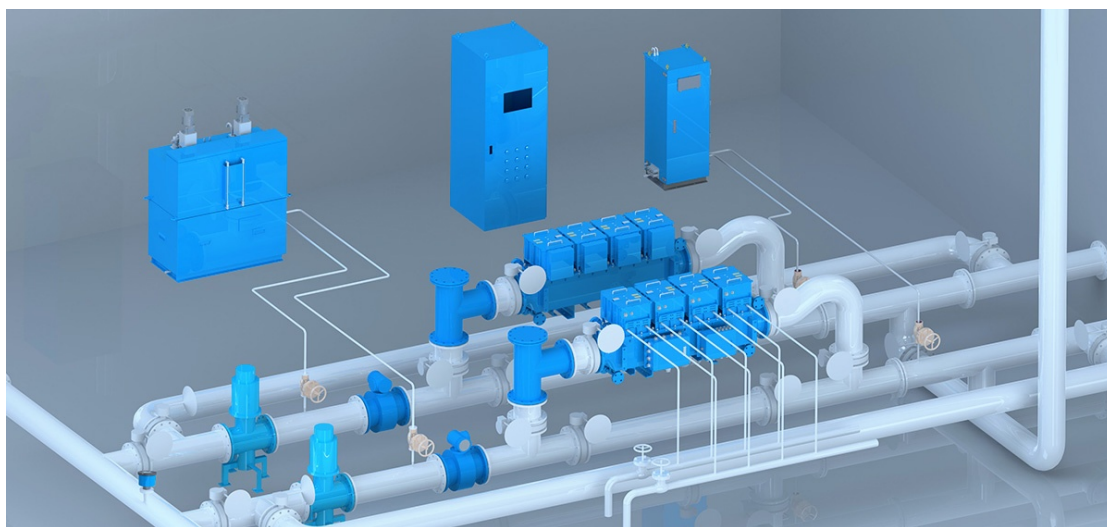
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: ECOMARINE ballast water management system
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Sumitomo Electric Industries, Ltd
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	<p>Το σύστημα ecomarine αποτελεί σύστημα επεξεργασίας έρματος δύο σταδίων. Αρχικά το έρμα διέρχεται από το φίλτρο, αποτρέποντας την διέλευση σωματιδίων μεγαλύτερων από 30μm. Σημαντικό σημείο στην απόδοση της διαδικασίας είναι η αποφυγή της απόφραξης του φίλτρου. Συχνά, λόγω της διαφορετικής πίεσης που καταγράφεται, οδηγεί σε διακοπή της διαδικασίας. Το σύστημα φέρει αυτοματισμό έτσι ώστε να εκτελείται αυτοκαθαρισμός του φίλτρου, προτού η πίεση υπερβεί μια καθορισμένη τιμή. Ο αντιδραστήρας UV φέρει λαμπτήρα μέσης πίεσης, που είναι αποδοτικός και προσφέρει φωτισμό υψηλής έντασης. Σε σύγκριση με τους φυτικούς οργανισμούς, οι έμβιοι οργανισμοί είναι δύσκολο να θανατωθούν κατά την διέλευση του έρματος από τον αντιδραστήρα. Δύνανται να επιβιώσουν στις συνθήκες της δεξαμενής και να αποτελέσουν μονάδα δημιουργίας αποικίας. Για αυτόν τον λόγο, η επαναδιέλευση του έρματος από τον αντιδραστήρα πριν από τον αφερματισμό, μειώνει ριζικά την πιθανότητα επιβίωσης των οργανισμών.</p>



Εικόνα 68 : Flow diagram ερματισμού / αφερματισμού για το σύστημα ECOMARINE

Πηγή : (Kenichiro MIYATAKE, 2014)

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Electro-Cleen™ System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Techcross, Co., Ltd.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Coarse strainer and inline EC TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	<p>Πρόκειται για ένα σύστημα ηλεκτροχλωρίωσης εν σειρά. Όλη η ποσότητα έρματος απολυμαίνεται με το παραγόμενο χλώριο. Στην συνέχεια, πριν από την απόρριψή του, αν η συγκέντρωση του χλωρίου ξεπερνά τα επιτρεπόμενα όρια, το έρμα υφίσταται εξουδετέρωση.</p> <p>: Ως σύστημα, παρέχει απολύμανση υψηλού επιπέδου, ικανοποιώντας πολύ αυστηρές απαιτήσεις, όπως είναι τα όρια που έχει ορίσει η Καλιφόρνια. Συμμορφώνεται με το πρότυπο D2 χωρίς την χρήση φίλτρου, γεγονός που εξηγεί και την πολύ χαμηλή πτώση πίεσης που παρουσιάζει.</p>



Εικόνα 69 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος Electro-Cleen™

Πηγή : <https://techcross.com>

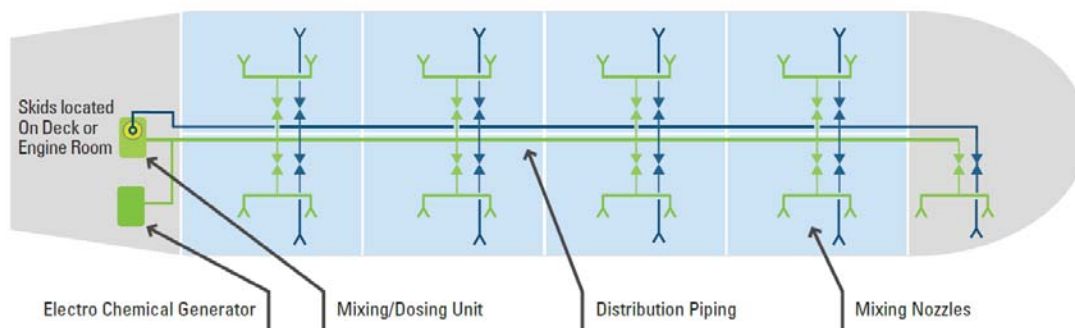
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : Envirocleanse inTank™

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Envirocleanse, LLC

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Side-stream EC and tank circulation

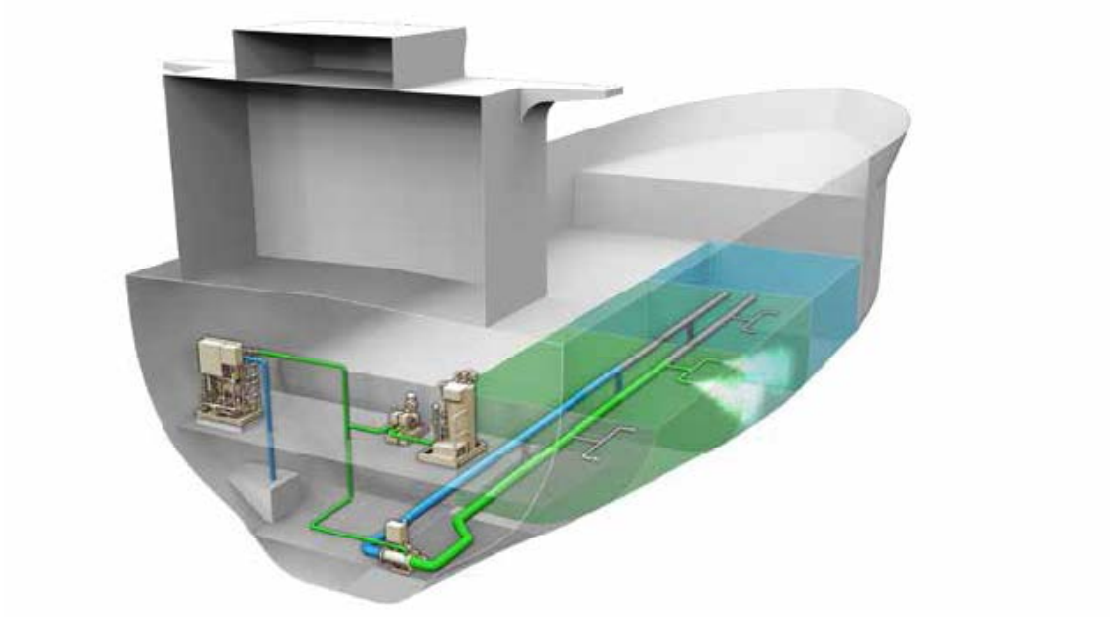
**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

Το σύστημα λειτουργεί μόνο κατά την διάρκεια του ταξιδιού. Ο ερματισμός και ο αφερματισμός του πλοίου πραγματοποιείται κανονικά, χωρίς φιλτράρισμα του έρματος, χωρίς καθυστερήσεις και χωρίς αύξηση απαιτήσεων ισχύος. Η επεξεργασία του έρματος και η εξουδετέρωση των οργανισμών σύμφωνα με το πρότυπο D2 του IMO, πραγματοποιείται κατά την διάρκεια του ταξιδιού και επιβεβαιώνεται πριν από την απόρριψή του, μέσω αυτόματης διάταξης δειγματοληπτικού ελέγχου. Κατά την διάρκεια του ταξιδιού, ένα μέρος του έρματος υφίσταται ηλεκτρόλυση και παράγεται υποχλωριώδες νάτριο. Το βιοκτόνο απολυμαντικό που παράγεται εκχύεται στο σύνολο του έρματος στις δεξαμενές, μέσω ακροφυσίων ανάμειξης. Η ποσότητα του οξειδωτικού TRO ελέγχεται από μετρητή που ρυθμίζει την παραγωγή της απαιτούμενης παραγόμενης ποσότητας απολυμαντικού. Ω; σύστημα εμφανίζει πλεονεκτήματα καθώς δεν απαιτεί την εγκατάσταση φίλτρων και λοιπών εξαρτημάτων που απαιτούν την κατανάλωση ενέργειας. Επιπλέον είναι πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα, που για την λειτουργία του δεν απαιτείται πλήρης απασχόληση μελών του πληρώματος.



Εικόνα 70 : Ενδεικτικό διαγραμματικό σχέδιο συστήματος Envirocleanse inTank™

Πηγή : <https://eco-enviro.com>



Εικόνα 71 : ενδεικτική διάταξη συστήματος Envirocleanse inTank™

Πηγή : <https://eco-enviro.com>

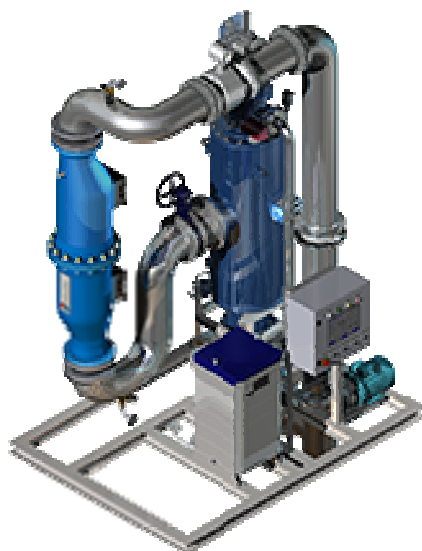
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : ERMA FIRST BWTS

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : ERMA FIRST ESK Engineering Solutions S.A.

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Pre-filtration, cyclone and in-line EC
TRO neutralization

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

Κατά τη διάρκεια του ερματισμού, το νερό περνά από το φίλτρο, όπου οι οργανισμοί και τα ιζήματα (διαμέτρου μεγαλύτερη από 40 μικρά) διαχωρίζονται και απορρίπτονται στη θάλασσα. Το φιλτραρισμένο νερό εισέρχεται στον αντιδραστήρα ηλεκτρόλυσης. Από τα χλωρίδια του νερού, το ελεύθερο χλώριο που παράγεται μέσω της διαδικασίας ηλεκτρόλυσης, σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση (περίπου 4-6 mg / L) εκχύεται στο έρμα και τότε το επεξεργασμένο νερό εισέρχεται στις δεξαμενές έρματος. Κατά τον αφερματισμό το σύστημα παρακολουθεί μόνο τα TRO. Αν η συγκέντρωσή τους υπερβαίνει τα 0.1 mgr/lit λειτουργεί μια δοσομετρική αντλία που εκχύνει εξουδετερωτικό διάλυμα (διθειώδες νάτριο). Ακολουθεί δεύτερη δειγματοληψία πριν από την απόρριψη του έρματος.

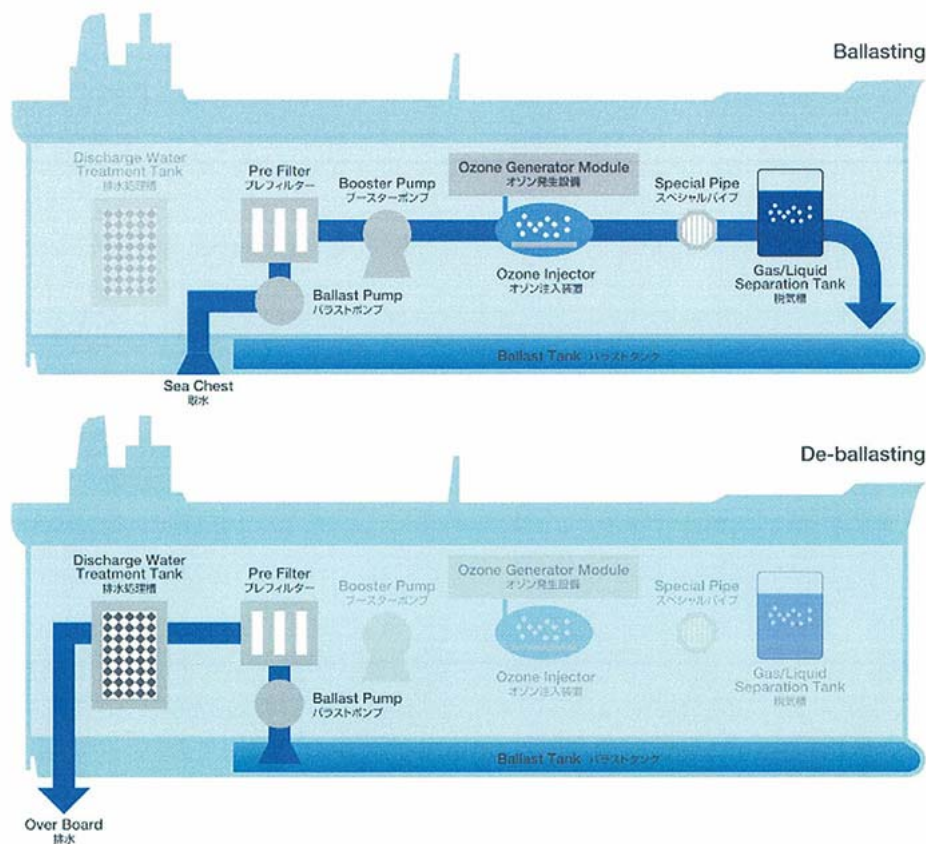


Εικόνα 72 : Σύστημα ERMA FIRST

Πηγή : www.ermafirst.com

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: FineBallast® OZ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Pre-filtration, microfiltration, H ₂ O ₂ CIP (Clean-in-place) : Pre-filtration, microfiltration, H ₂ O ₂ CIP and TRO monitoring
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Το σύστημα στο πρώτο στάδιο προ-φιλτράρει το έρμα αφαιρώντας τα μεγαλύτερα σωματίδια (της τάξης των 100µm) και το ίζημα. Η κύρια επεξεργασία του έρματος πραγματοποιείται με την χρήση του όζοντος που παράγεται από γεννήτρια όζοντος. Μέσω κατάλληλου αγωγού και διάταξης (special pipe) εκχέεται μέσα στις δεξαμενές έρματος, όπου οι μικροοργανισμοί θανατώνονται ακαριαία με την έκχυση του όζοντος στο έρμα. Πριν από την απόρριψη του έρματος στο θαλάσσιο περιβάλλον, μετριέται δειγματοληπτικά η συγκέντρωση και φιλτράρεται το σύνολο του έρματος

FineBallast®OZ



Εικόνα 73 : ενδεικτικό διάγραμμα συστήματος FineBallast®

Πηγή : www.mol.co.jp

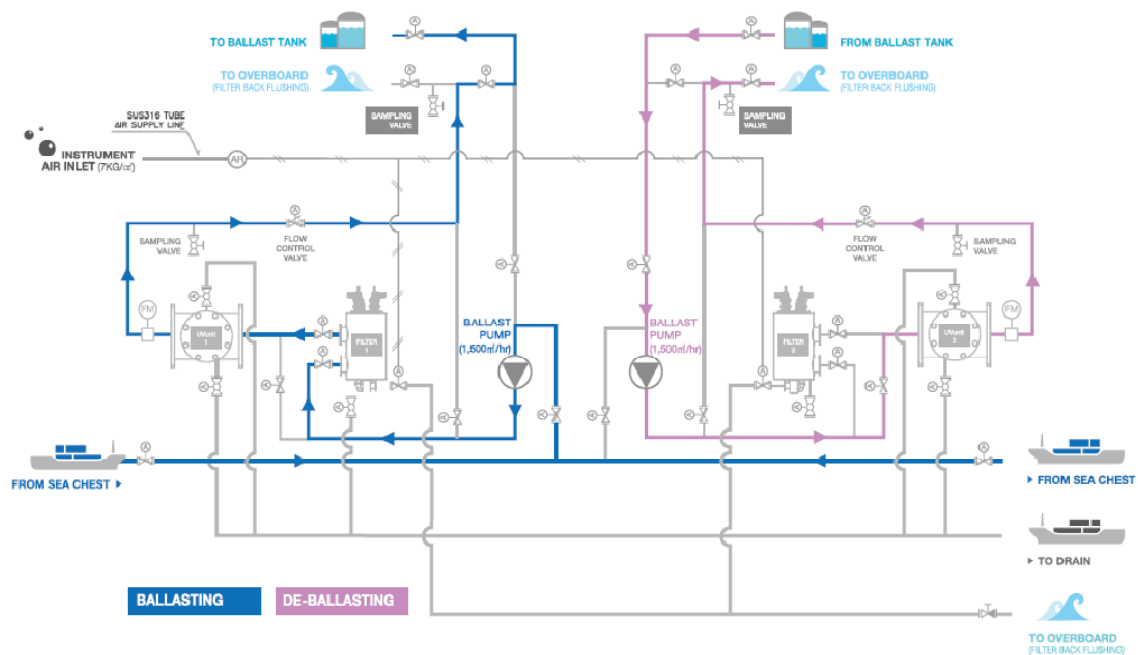
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : GloEn-Patrol™ Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Panasia Co., Ltd.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Filtration and UV treatment
: UV re-treatment

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα συνδυάζει την τεχνολογία του φιλτραρίσματος με τη τεχνολογία UV. Πρόκειται για μια 100% φυσικής επεξεργασίας τεχνολογία, που απολυμαίνει το έρμα από επικίνδυνους οργανισμούς και παθογόνα, χωρίς να παράγει καμία τοξική ουσία. Επιπλέον, το ειδικά σχεδιασμένο φίλτρο και ο θάλαμος UV παρέχει μέγιστη ποιότητα απόδοσης, καθώς φέρουν συστήματα αυτόματης απόπλυσης και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Η λειτουργία του συστήματος, δεν περιορίζεται από την αλατότητα και την θερμοκρασία του νερού.



Εικόνα 74 : Flow diagram ερματισμού / αφερματισμού συστήματος GloEn-Patrol™

Πηγή : www.worldpanasia.com

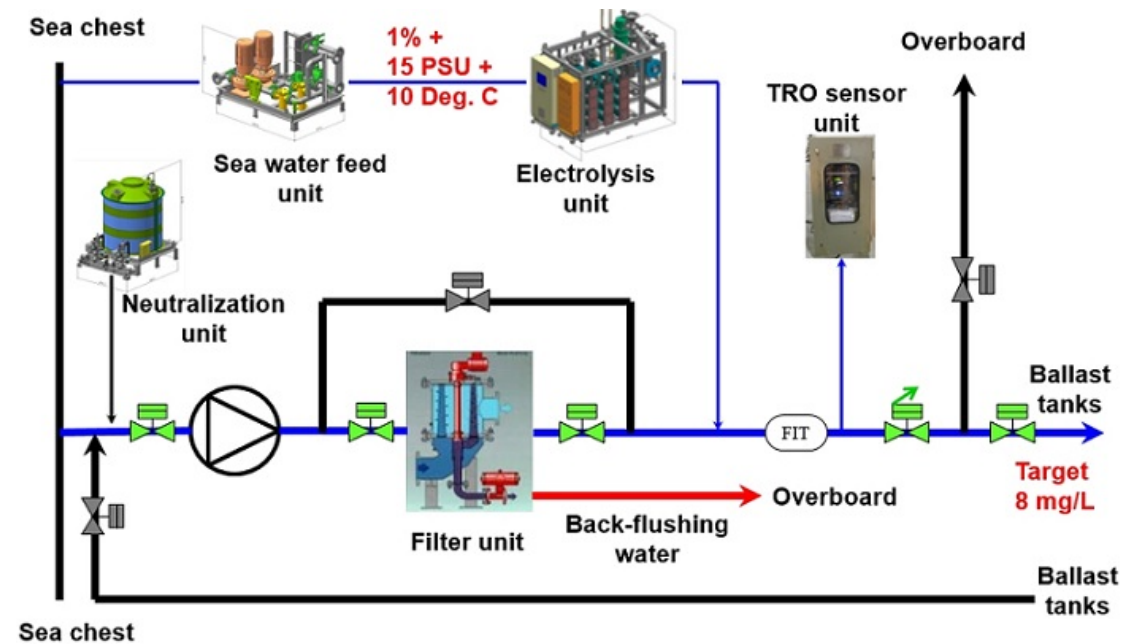
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : HiBallast™ Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Filtration and sidestream EC
TRO neutralization

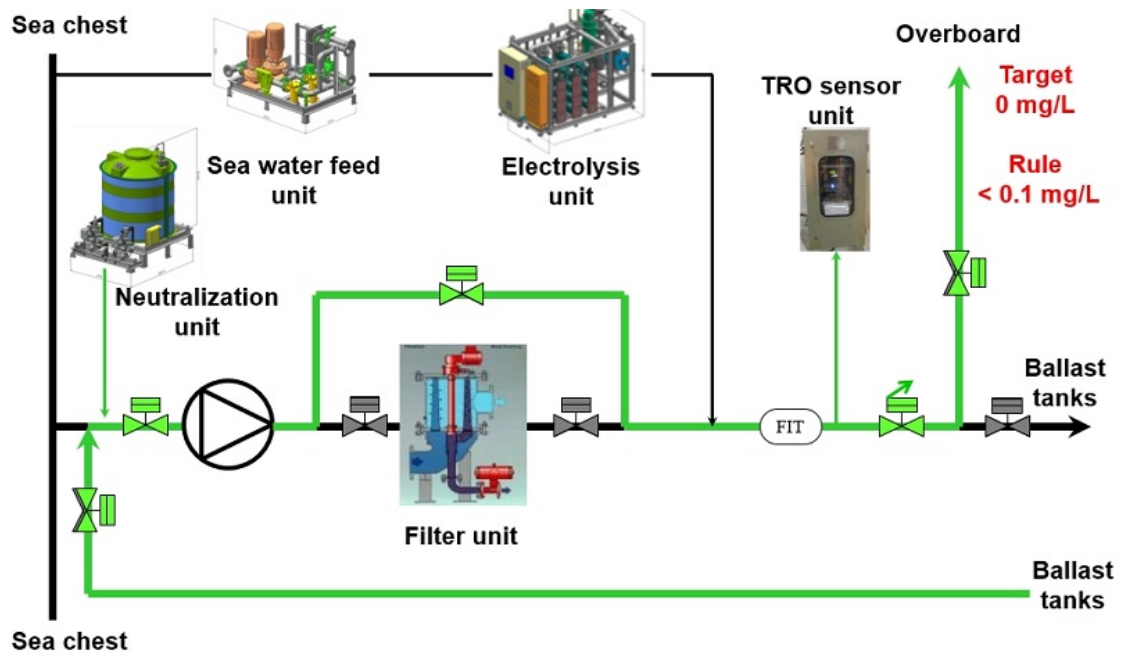
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ :

Το σύστημα HiBallast είναι ένα σύστημα επεξεργασίας νερού έρματος που χρησιμοποιεί χλώριο που παράγεται με ηλεκτρόλυση θαλασσινού νερού. Με την side-stream method, ένα μέρος της ροής του έρματος υφίσταται ηλεκτρόλυση και παράγεται απολυμαντικό υψηλής συγκέντρωσης, το οποίο στην συνέχεια εκχύεται απευθείας στον αγωγό που οδηγεί στις δεξαμενές έρματος. Το παραγόμενο χλώριο και τα παράγωγά του θα απολυμάνουν τους θαλάσσιους οργανισμούς και η τελική τους συγκέντρωση θα πληροί τις απαιτήσεις κανονισμού. Το εναπομένον υποχλωριώδες εξουδετερώνεται πριν από τον αφερματισμό.



Εικόνα 75 : Flow diagram ερματισμού HiBallast™

Πηγή : www.hyundaiwelding.com



Εικόνα 76 : Flow diagram αερίματισμού HiBallast™

Πηγή : www.hyundaiwelding.com

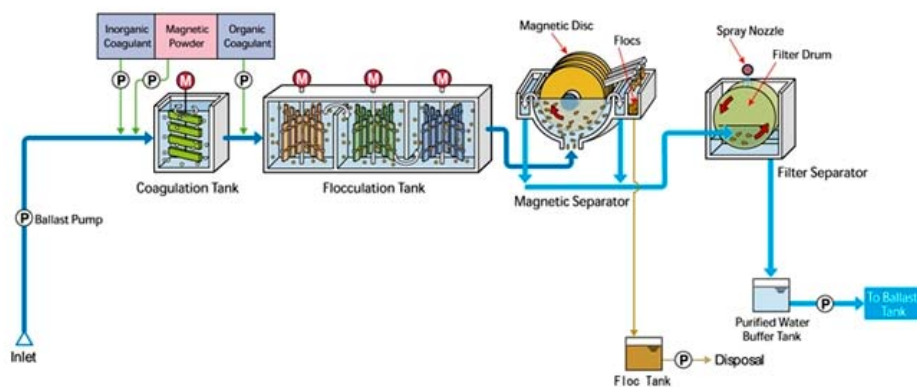
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : ClearBallast

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Hitachi Plant Technologies, Ltd.

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Coagulation and flocculation

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

Το σύστημά υιοθετεί τη μέθοδο κροκίδωσης & μαγνητικού διαχωρισμού. Αποτελεί μία φιλική προς το περιβάλλον τεχνολογία καθαρισμού νερού που δεν απαιτεί τοξικές χημικές ουσίες. Κατά συνέπεια, δεν υπάρχει κίνδυνος θαλάσσιας ρύπανσης που θα μπορούσε να προκληθεί από υπολείμματα τοξικών χημικών ουσιών. Επιπλέον μειώνει σημαντικά τα ιζήματα λάσπης στις δεξαμενές έρματος. Κατά την χρήση του συστήματος, δεν υπάρχουν περιορισμοί κατά την απόρριψη του έρματος. Ο καθαρισμός πραγματοποιείται κατά την λήψη του και η απόρριψή του δύναται να γίνεται και με την χρήση της βαρύτητας, γεγονός που καθιστά το σύστημα πλεονεκτικό για τα bulk carriers που φέρουν TST. Δεν χρησιμοποιούνται χημικές ενεργές ουσίες, οπότε και δεν είναι επιβλαβές για τα επιχρίσματα των δεξαμενών και των σωληνώσεων. Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην ανάμειξη πηκτικών και μαγνητικής σκόνης. Δημιουργούνται magnetic flocs που περιλαμβάνουν πλαγκτόν, ιούς, μικροοργανισμούς καθώς λάσπη και άμμο, τα οποία διαχωρίζονται από μαγνητικό διαχωριστήρα.



Εικόνα 77 : Flow diagram συστήματος ClearBallast

Πηγή : www.hitachi.com

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : Hyde GUARDIAN™ ballast water management system

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Hyde Marine

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Filtration and UV treatment
UV re-treatment

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ :

Το σύστημα συνδυάζει αποτελεσματική διήθηση με ισχυρή UV απολύμανση. Χρησιμοποιεί ειδικά σχεδιασμένους, υψηλής έντασης λαμπτήρες UV μέσης πίεσης για τη μέγιστη αποτελεσματική απολύμανση του νερό έρματος. Φέρει βελτιστοποιημένο θάλαμο UV της μονάδας, που επιφέρει ελάχιστη πτώση πίεσης, βέλτιστη κατανομή δόσης και συμβατότητα με το θαλάσσιο λειτουργικό περιβάλλον. Αντί να ελέγχει την ένταση UV, το σύστημα μεγιστοποιεί τη ροή παρέχοντας την ελάχιστη απαιτούμενη δόση UV. Αυτό διασφαλίζει ότι η μέγιστη ποσότητα έρματος φτάνει στις δεξαμενές σε κάθε κατάσταση νερού και προσαρμόζεται η επεξεργασία στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του νερού. Είναι ασφαλές προς το περιβάλλον, χωρίς επικίνδυνα υποπροϊόντα ή χημικές αντιδράσεις. Απλός σχεδιασμός που παρέχεται είτε ως μεμονωμένα εξαρτήματα είτε ως ενιαίο σύστημα καθιστώντας εύκολη την εγκατάσταση σε υπάρχοντα πλοία με μικρούς διαθέσιμους χώρους.



Εικόνα 78 : Σύστημα Hyde GUARDIAN™

Πηγή : www.hydemarine.com

**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : HY™-BWMS

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Shanghai Hengyuan Marine Equipment Co., Ltd

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Filtration and UV treatment
UV re-treatment

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :



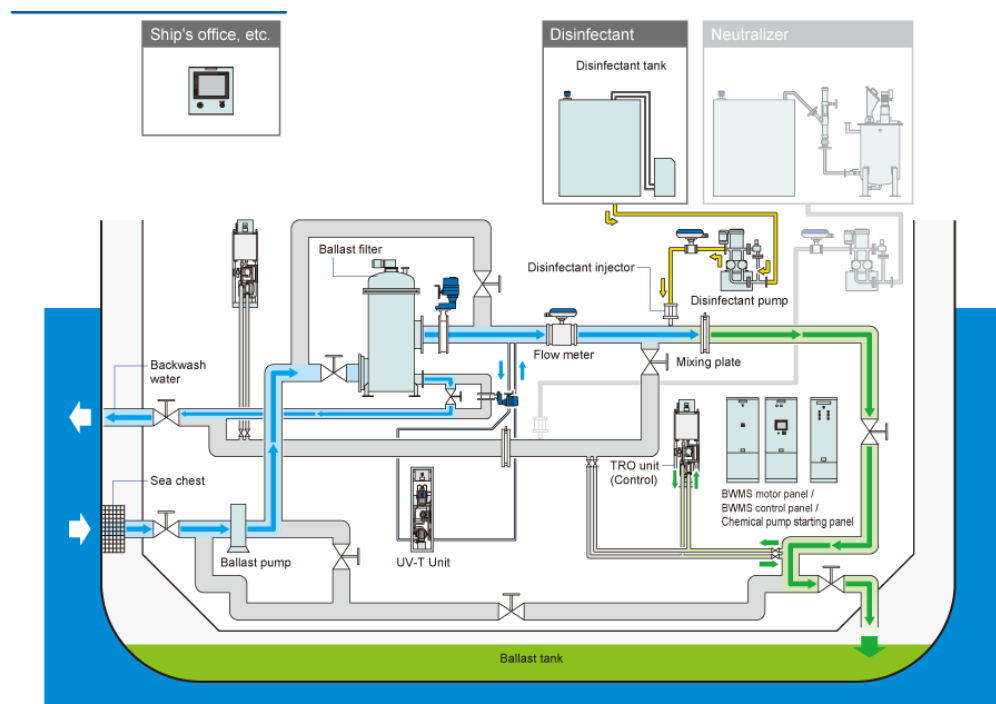
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : JFE BallastAce®

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : JFE Engineering Corporation

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Filtration and stored TG Ballastcleaner® dosing
TRO neutralization

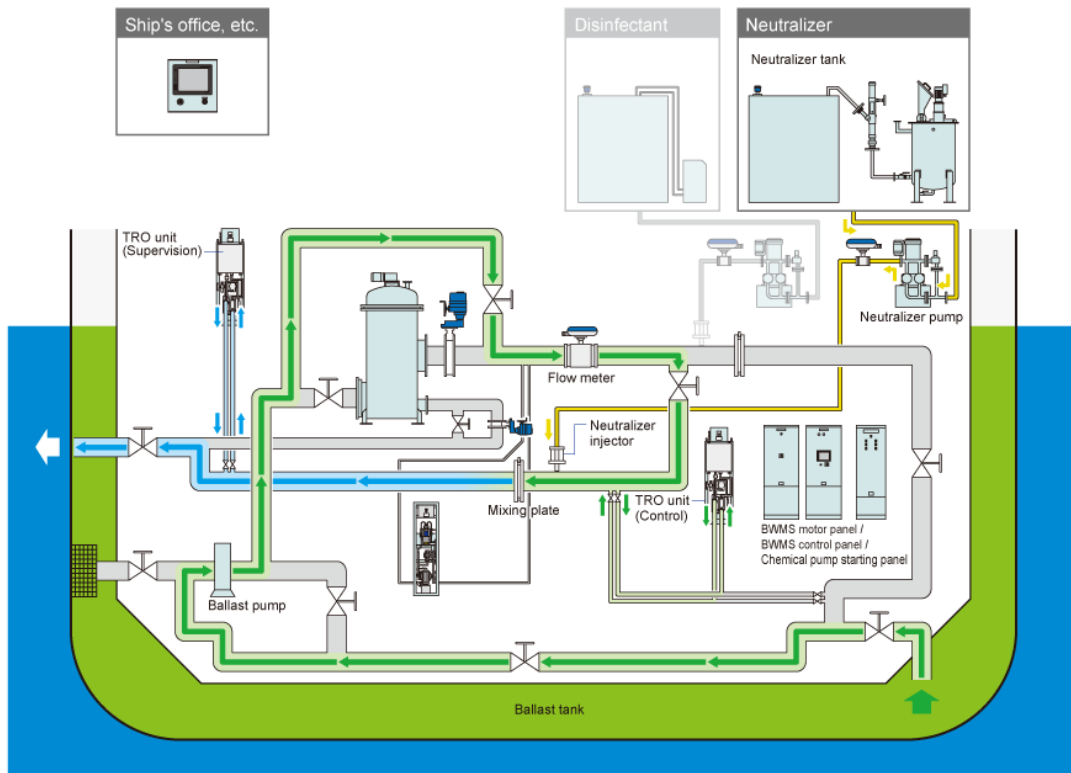
**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Τα χαρακτηριστικά της επεξεργασίας του έρματος είναι (1) φιλτράρει όσο το δυνατόν περισσότερους οργανισμούς και να τους επιστρέφει στην αρχική περιοχή ενδιατημάτων με τη λειτουργία πλύσης, (2) επεξεργάζεται το νερό έρματος με μια ελάχιστη ποσότητα απολυμαντικού και (3) ελαχιστοποιεί τα υπολείμματα οξειδωτικών με εξουδερωτικό πριν από την απόρριψη του επεξεργασμένου έρματος. Το λογισμικό του συστήματος ελέγχει την ποσότητα χημικής έγχυσης κατά τη διάρκεια της λειτουργίας έρματος και του χρόνου συγκράτησης έως την επεξεργασία εξουδετέρωσης και έχει την ευελιξία να προσαρμόζει την ικανότητα του συστήματος ανάλογα με το περιβάλλον. Ως εκ τούτου, είναι δυνατή η συμμόρφωση με τα πρότυπα θεραπείας που αναμένεται να γίνουν ακόμη πιο αυστηρά στο μέλλον



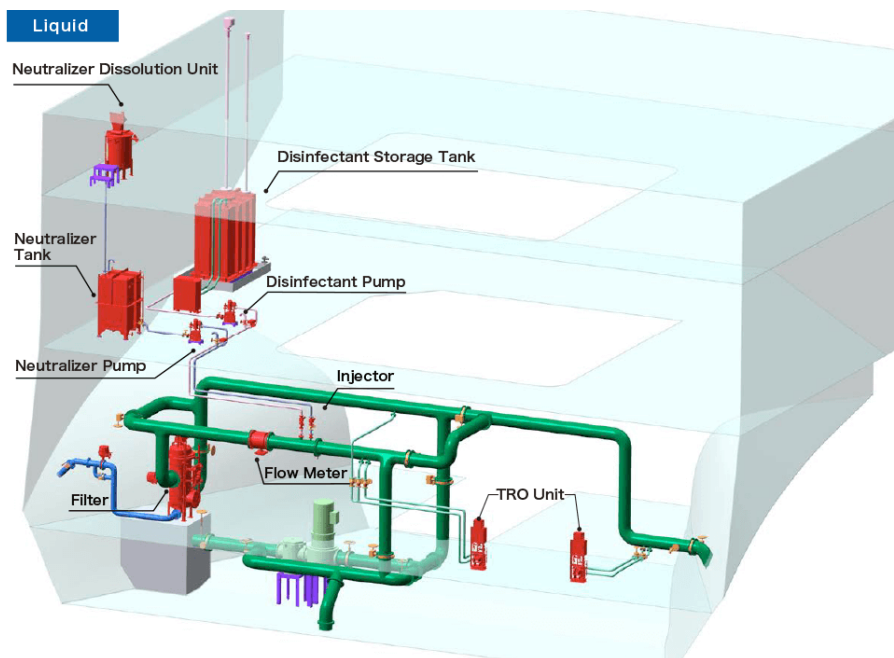
Εικόνα 79 : Ballasting Process flow συστήματος JFE BallastAce®

Πηγή : jfe-ballast-ace.com



Εικόνα 80 : De-ballasting Process flow συστήματος JFE BallastAce®

Πηγή : jfe-ballast-ace.com

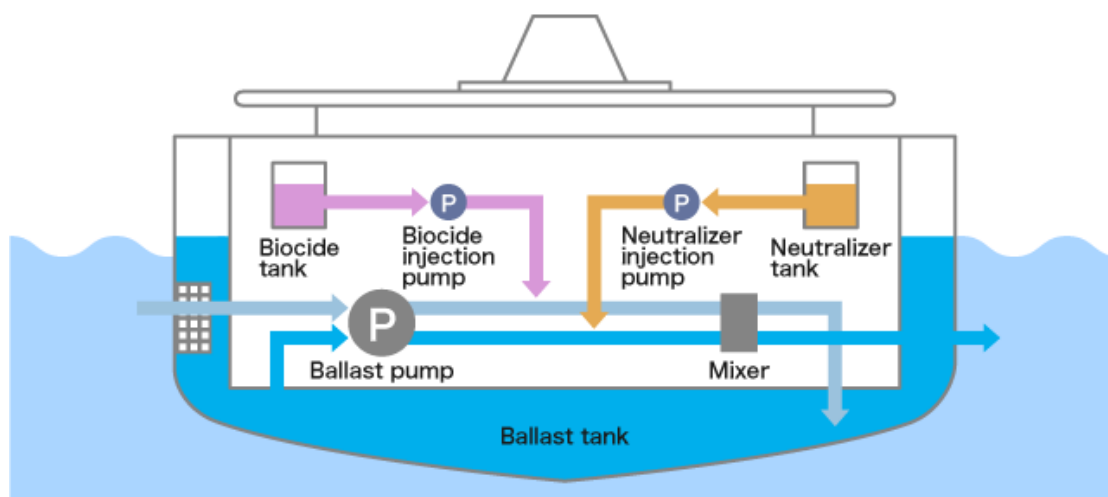


Εικόνα 81 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος JFE BallastAce®

Πηγή : jfe-ballast-ace.com

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: KBAL® Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Knutsen Technology
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: PV (pressure vacuum) and UV treatment : PV and UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Ο αντιδραστήρας κενού υπό πίεση που λειτουργεί σε συνδυασμό με κάθετο αγωγό νερού έρματος, εξασφαλίζει μια κατάσταση χαμηλής θερμοκρασίας εντός των δεξαμενών που εξαλείφει την πλειονότητα των οργανισμών. Τυχόν εναπομείναντα βακτήρια απομακρύνονται αποτελεσματικά από τον ατμοποιημένο θάλαμο UV στον αντιδραστήρα κενού υπό πίεση. Λόγω του εξαιρετικά αποτελεσματικού και συμπαγούς αντιδραστήρα κενού πίεσης, το σύστημα δεν χρειάζεται φίλτρα ούτε χημικά, επομένως διασφαλίζεται ο ελάχιστος απαιτούμενος χώρος εγκατάστασης.

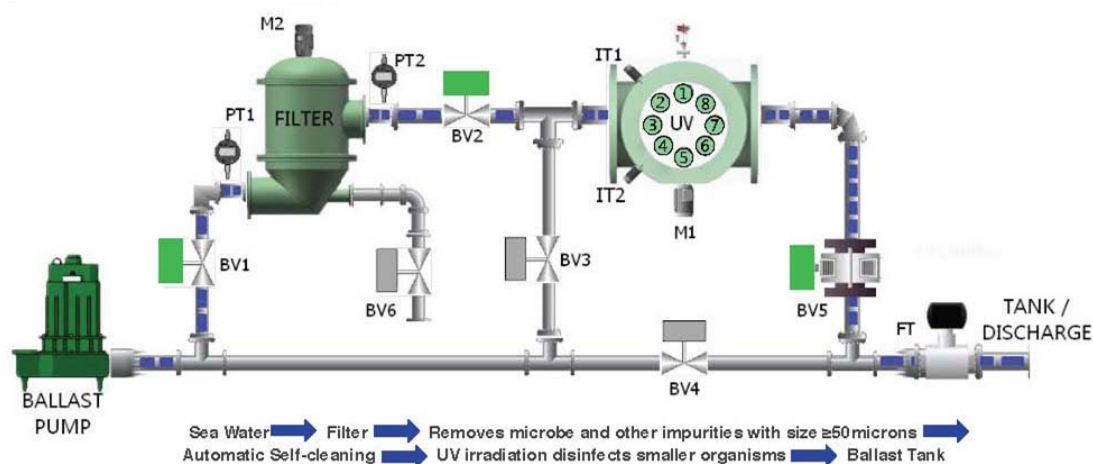
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: KURITA BWMS
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Kurita Water Industries, Ltd.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Stored sodium hypochlorite/ Phosphate injection TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Αυτό το σύστημα επεξεργασίας νερού χρησιμοποιεί μόνο χημικές ουσίες για την εξάλειψη των υδρόβιων οργανισμών (κατά τη διαδικασία του ερματισμού) και την εξουδετέρωση του νερού έρματος (στη διαδικασία αφερματισμού). Διατίθεται σε μια απλή διαμόρφωση χωρίς φίλτρο και αποτελείται από δεξαμενές αποθήκευσης χημικών, εξοπλισμό τροφοδοσίας χημικών και εξοπλισμό ελέγχου. Επιτρέπει επομένως μια ευέλικτη διάταξη και δεν χρειάζεται εργασίες ανακατασκευής μεγάλης κλίμακας. Το αξιοσημείωτο πλεονέκτημα του συστήματος είναι ότι μπορεί να τοποθετηθεί εύκολα σε πλοίο που βρίσκεται σε λειτουργία πιο γρήγορα.



Εικόνα 82 : Flow diagram συστήματος KURITA BWMS

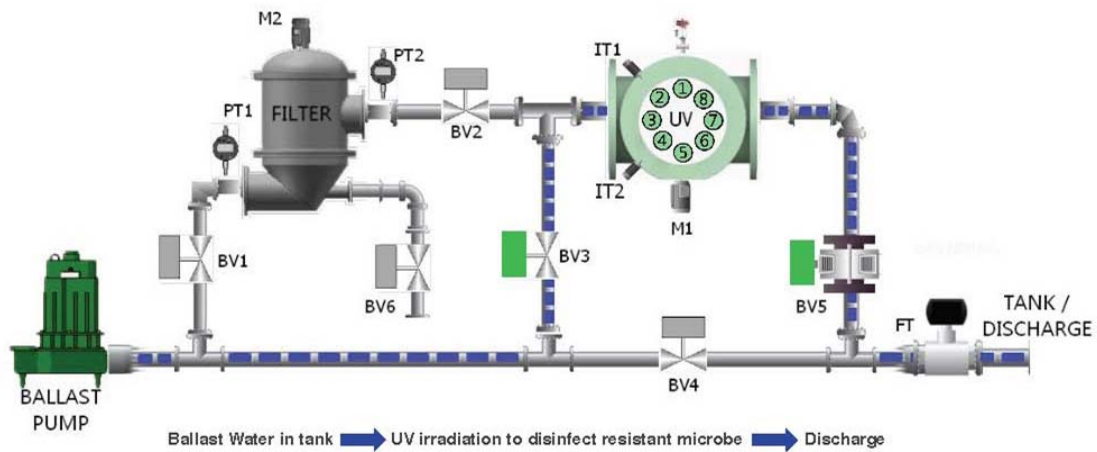
Πηγή : www.kurita.co.jp

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: LeesGreen® Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Shanghai LEE's FUDA Electromechanical Technology Co, Inc.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Το LeesGreen BWMS χρησιμοποιεί προηγμένο φίλτρο πλήρους αυτόματης πλύσης, υψηλής απόδοσης τεχνολογία μέσης πίεσης υπεριώδους ακτινοβολίας για την ολοκλήρωση της online επεξεργασίας νερού έρματος πλοίου. Το σύστημα χωρίζεται σε δύο τρόπους Τοπικού και Τηλεχειρισμού. Η διαδικασία είναι εύκολη και αξιόπιστη. Τα δεδομένα εργασίας του Συστήματος μπορούν να αποθηκευτούν και να καταγραφούν ώστε να αντικατοπτρίζουν τη λειτουργία του εξοπλισμού κατά την πλοήγηση στο πλοίο. Το Σύστημα μπορεί να παρέχει το αρχείο λειτουργίας σύμφωνα με τις απαιτήσεις του τμήματος επιθεώρησης.



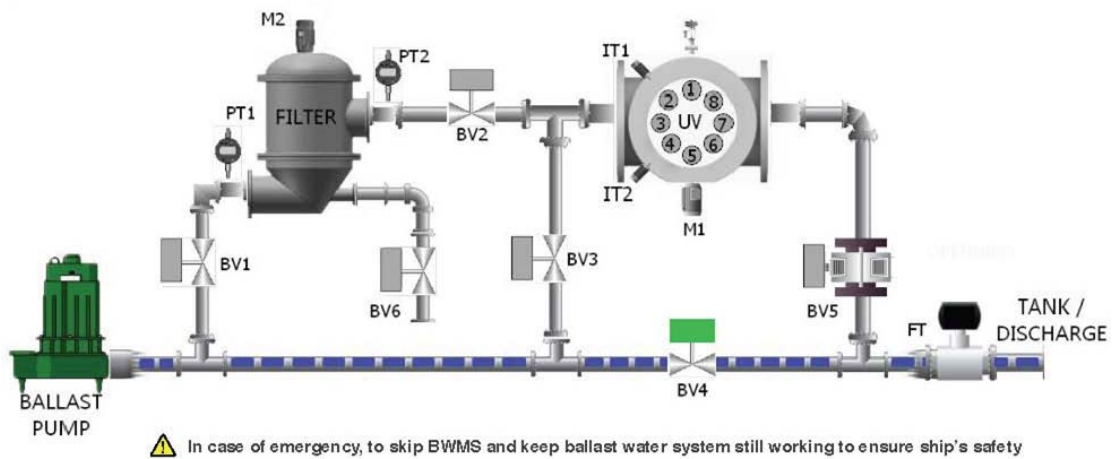
Εικόνα 83 : Flow diagram ballasting συστήματος LeesGreen®

Πηγή : www.sh-lees.com



Εικόνα 84 : Flow diagram de-ballasting συστήματος LeesGreen®

Πηγή : www.sh-lees.com



Εικόνα 85 : Flow diagram by-pass συστήματος LeesGreen®

Πηγή : www.sh-lees.com

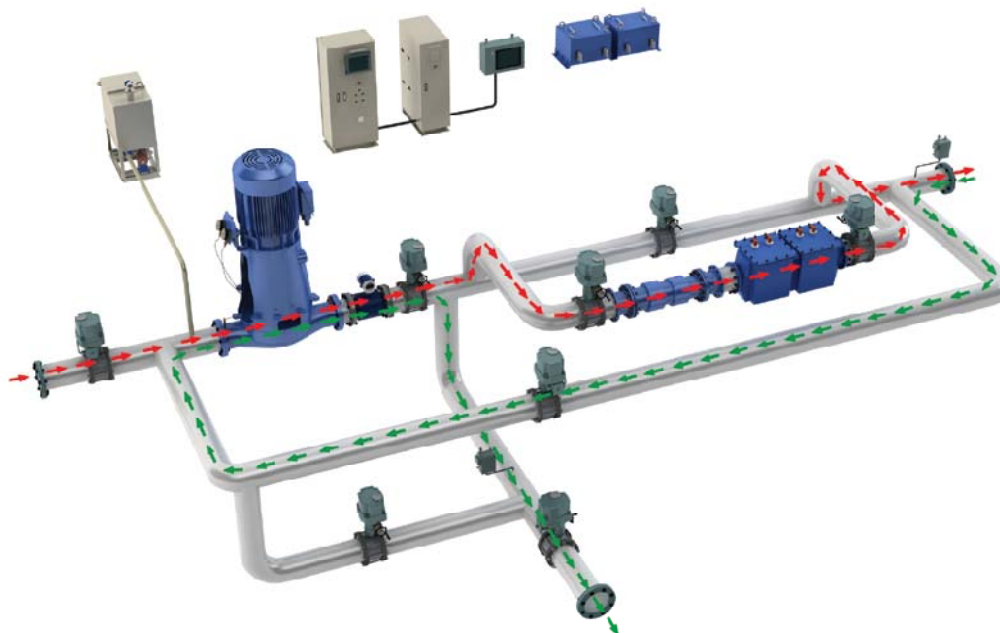
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : MARINOMATE™

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : KT Marine Co., Ltd.

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Plankill™ pipe and in-line EC
TRO neutralization

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

Το νερό έρματος ρέει από το sea chest στη μονάδα σωλήνων Plankill χρησιμοποιώντας την αντλία έρματος. Η μονάδα σωλήνων Plankill βλάπτει τους υδρόβιους οργανισμούς λόγω συγκρούσεων και θερμού ρεύματος. Οι κατεστραμμένοι οργανισμοί αποστειρώνονται αποτελεσματικά από τον οξειδωτή (TRO) που παράγεται στη μονάδα "Electrolyzer". Ο οξειδωτής παραμένει στο επεξεργασμένο νερό έρματος, διασφαλίζοντας ότι οι οργανισμοί δεν μπορούν να αναπτυχθούν ξανά ενώ το νερό έρματος φορτώνεται στη δεξαμενή έρματος.



Εικόνα 86 : flow diagram συστήματος MARINOMATE™

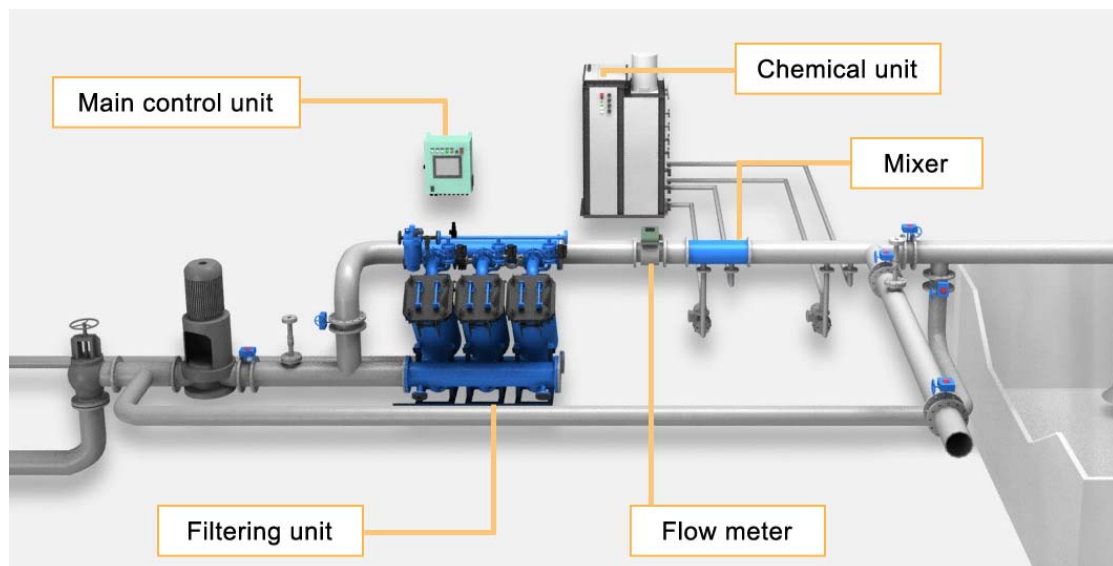
Πηγή : www.marinobnc.com

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : MICROFADE™ Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : KURARAY CO., LTD.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Filtration and stored chemical dosing
TRO neutralization Calcium hypochlorite

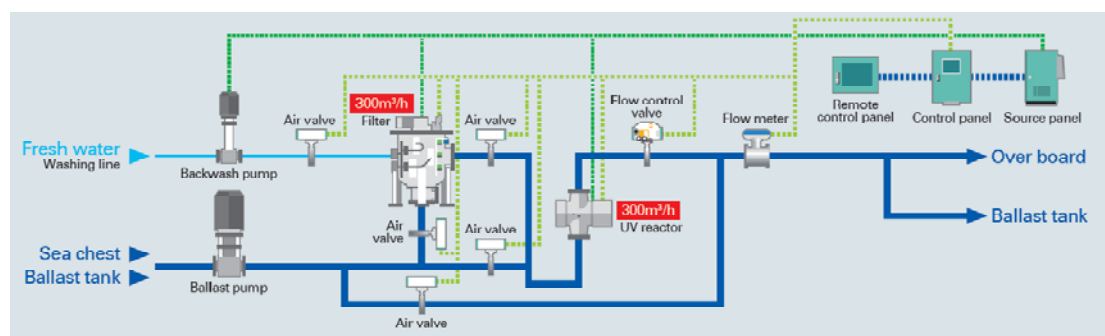
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : Το σύστημα έχει σχεδιαστεί για χρήση σε γλυκό νερό, υφάλμυρο και θαλασσινό νερού. Η απόδοση του συστήματος δεν επηρεάζεται από τη θολότητα του έρματος.



Εικόνα 87 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος MICROFADE™

Πηγή : www.kuraray.com

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Miura BWMS ballast water management system
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Miura Co., Ltd.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Το κύριο χαρακτηριστικό του συστήματος είναι η δομή του, που χρησιμοποιεί ένα φίλτρο για τη απομάκρυνση από το νερό έρματος μικροοργανισμών μεγαλύτερων από 50 μm. Στη συνέχεια χρησιμοποιεί έναν αντιδραστήρα υπεριώδους ακτινοβολίας όπου αποστειρώνεται το έρμα από οργανισμούς με υπεριώδες φως (UV). Είναι ένα φιλικό προς το περιβάλλον σύστημα γιατί δεν χρησιμοποιούνται δραστικές ουσίες (χημικά), χωρίς επιπτώσεις στους οργανισμούς όταν το επεξεργασμένο νερό έρματος απορρίπτεται στο περιβάλλον. Διατηρεί την απόδοσή του σε καθεμία από τις διαφορετικές ποιότητες του θαλασσινού νερού, υφάλμυρο νερό και γλυκό νερό.



Εικόνα 88 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος Miura

Πηγή : www.miuraz.co.jp

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: MMC Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Norwegian Greentech AS
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Το σύστημα έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις ανάγκες της αγοράς, και σαν αποτέλεσμα είναι ένα από τα πιο συμπαγή συστήματα με την χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στην αγορά. Είναι φιλικό σύστημα προς το περιβάλλον, καθώς δεν χρησιμοποιεί ενεργές ουσίες. Κατασκευασμένο από αξιόπιστα και καλά αποδεδειγμένα εξαρτήματα, παρέχοντας στον πελάτη ασφάλεια λειτουργίας και χαμηλό κόστος λειτουργίας στο μέλλον. Είναι φιλικό προς το χρήστη: Το σύστημά είναι εύκολο στη χρήση και συντήρηση.



Εικόνα 89 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος MMC

Πηγή : www.norwegiangt.no

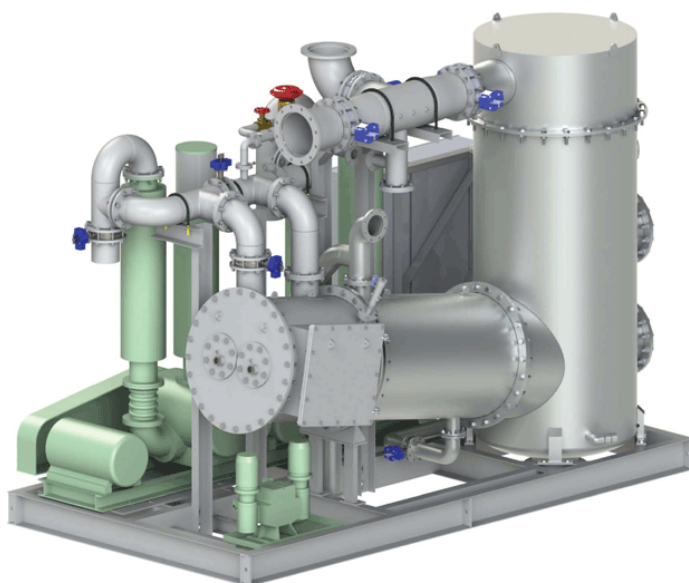
**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : NEI Treatment System VOS

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : N.E.I. Treatment Systems

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Inert gas and Venturi Oxygen Stripping (VOS)

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

Το VOS™ προκαλεί κατάσταση χαμηλού οξυγόνου (υποξική) στις δεξαμενές έρματος πλοίου χρησιμοποιώντας αδρανές αέριο. Αυτή η υποξική κατάσταση στερεί τους υδρόβιους οργανισμούς - τόσο τα φυτά όσο και τα έμβια όντα - από το οξυγόνο που απαιτείται για να επιβιώσουν. Αυτό το περιβάλλον χαμηλού οξυγόνου περιορίζει επίσης την ποσότητα οξυγόνου που διατίθεται για να σχηματίσει οξειδίο σιδήρου ή σκουριά, προστατεύοντας έτσι τις εσωτερικές χαλύβδινες επιφάνειες της δεξαμενής έρματος από τη διάβρωση και αποτρέποντας την πρόωρη φθορά των επιχρισμάτων δεξαμενής έρματος. Σε λιγότερο από 10 δευτερόλεπτα, το σύστημα VOS™ αφαιρεί με ασφάλεια το 95% του διαλυμένου οξυγόνου από το νερό έρματος, αναμιγνύοντας αδρανές αέριο πολύ χαμηλού οξυγόνου με φυσικό νερό καθώς εισέρχεται στο πλοίο το έρμα. Σε μια διαδικασία παρόμοια με την εξάτμιση, το αδρανές αέριο αφαιρεί το νερό του διαλυμένου οξυγόνου του.



Εικόνα 90 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος NEI Treatment System VOS

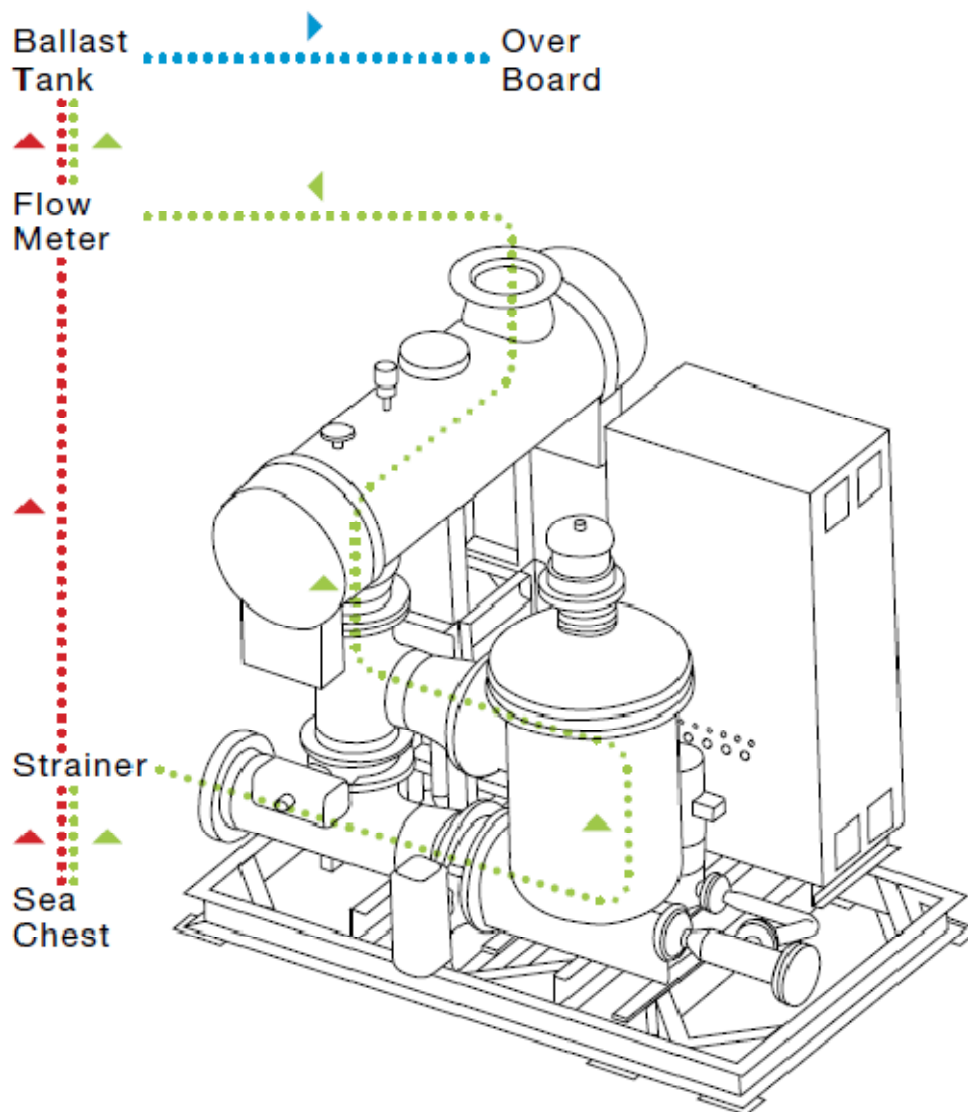
Πηγή : www.nei-marine.com

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: NiBallast™ Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Jiangsu Nanji Machinery Co., Ltd
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration, membrane micro-filtration and deoxygenation (N2 supersaturation)
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	<p>το σύστημα, παρέχει μια αξιόπιστη, φιλική προς το περιβάλλον λύση σχεδιασμένη για την προστασία από βιολογικούς οργανισμούς, όπως ζωοπλαγκτόν, φύκια, βακτήρια και παθογόνα από το νερό έρματος χωρίς να επηρεάζεται η κανονική λειτουργία του πλοίου και χωρίς τη χρήση χημικών, τοξινών ή παραγόμενων ουσιών. Το σύστημα χρησιμοποιεί 2 στάδια προσέγγισης, φιλτράρισμα (μηχανική) και απο-οξυγόνωση (φυσική). Κατά τη διάρκεια του ερματισμού το σύστημα χρησιμοποιεί αρχικά ένα φίλτρο αυτοκαθαρισμού 50μm για την αφαίρεση μεγάλων σωματιδίων και στη συνέχεια όλων των εναπομεινάντων μικροοργανισμών (συμπεριλαμβανομένων των βακτηρίων) μέσω του διαχωριστή μικρομεμβράνης. Το νερό έρματος που βγαίνει από την μονάδα διαχωρισμού μεμβράνης περιέχει σχεδόν μηδενικούς οργανισμούς > 10μm και ελάχιστα βακτήρια. Ταυτόχρονα, αδρανές αέριο άζωτο εισάγεται στο νερό έρματος για να ολοκληρωθεί η επεξεργασία. Το άζωτο που παράγεται από τη γεννήτρια αζώτου του συστήματος εγχέεται στο νερό έρματος σε μια διαδικασία απο-οξυγόνωσης που απαιτείται για την επίτευξη της αποτελεσματικότητας επεξεργασίας. Η θετική πίεση του αζώτου παρακολουθείται και ελέγχεται από το PLC του συστήματος.</p> <p>Κατά τον αφερματισμό, το νερό έρματος απλώς απορρίπτεται στη θάλασσα χωρίς καμία ανάγκη επανεπεξεργασίας ή εξουδετέρωσης.</p>

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: NK-O3 BlueBallast System (Ozone)
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: NK Co., Ltd. (Republic of Korea)
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Ozone injection TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	<p>Σύστημα έρματος που λειτουργεί με μια γεννήτρια όζοντος που παίρνει αέρα περιβάλλοντος και απομακρύνει το άζωτο, συγκεντρώνοντας την περιεκτικότητα σε οξυγόνο - το οποίο στη συνέχεια περνά μέσω ενός ηλεκτρικού πεδίου υψηλής τάσης ή υψηλής συχνότητας για την παραγωγή όζοντος. Στη συνέχεια, το όζον εγχέεται στο εισερχόμενο νερό έρματος για να οξειδώσει και να εξουδετερώσει τυχόν επιβλαβή υδρόβια είδη. Ένα ποσοστό των υδρόβιων ειδών, βακτηρίων και ιών στο νερό έρματος, σκοτώνονται με άμεση επαφή με το όζον. Τα υπόλοιπα θανατώνονται ή εξουδετερώνεται όταν το όζον αντιδρά με άλλες χημικές ουσίες που εμφανίζονται φυσικά στο θαλασσινό νερό, σχηματίζοντας υποβρωμικό οξύ, ένα πολύ αποτελεσματικό απολυμαντικό.</p>

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Ocean Protection System® OPS
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: MAHLE GmbH
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Pre-filtration, filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	:

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: OceanDoctor® Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Jiujiang Precision Measuring Technology Research Institute
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration, UV treatment and AOT
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	<p>Το OceanDoctor® BWMS χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό φίλτραρίσματος και απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία και φωτοκαταλυτική οξείδωση (AOT) για την επεξεργασία του νερού έρματος, όπως ορίζεται στον κανονισμό D-2 της διεθνούς σύμβασης για τη διαχείριση και τον έλεγχο του έρματος του πλοίου του IMO, και πληροί τα πρότυπα όπως ορίζονται από την USCG. Το φίλτρο φέρει λειτουργία αυτόματης απόπλυσης και δεσμεύει σωματίδια και οργανισμούς μεγαλύτερους ή ίσους με 50 μm στην μικρότερη διάσταση καθώς εξαλείφει τη συσσώρευση ιζημάτων στη δεξαμενή έρματος. Ακολουθεί απολύμανση με UV χαμηλής πίεσης, όπου DNA, RNA και πρωτεΐνες σε οργανισμούς απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία όταν εκτίθενται στο συγκεκριμένο εύρος φάσματος. Ο σχηματισμός νέων αλυσίδων DNA ή RNA στην διαδικασία της κυτταρικής αντιγραφής αναστέλλεται, με αποτέλεσμα να απενεργοποιείται η αναπαραγωγική ικανότητα των οργανισμών. Παράγονται ριζίδια υδροξυλίου στην επιφάνεια του φωτοκαταλυτικού νανο φίλμ όταν εκτίθεται σε υπεριώδη φώτα. Η ρίζα υδροξυλίου είναι ένα ισχυρό οξειδωτικό που μπορεί αντιδρά με H στην κυτταρική μεμβράνη των οργανισμών και διαλύει την κυτταρική μεμβράνη, πρωτεΐνες, ένυδρους άνθρακες και DNA οργανισμών. Ταυτόχρονα, αποσυνθέτει τα οργανικά θρεπτικά συστατικά που απαιτούνται για την ανάπτυξη και αναγέννηση των οργανισμών και αναστέλλει την ανάπτυξη των οργανισμών, όπως φύκια, βακτήρια και ιός.</p>



Εικόνα 91 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος OceanDoctor®

Πηγή : www.oceandocor.cn

**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : OceanGuard® Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : DESMI Ocean Guard A/S

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Filtration and UV treatment
: Filtration and UV re-treatment

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : OceanGuard®

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Qingdao Headway Technology Co., Ltd

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Filtration and AOT
TRO neutralization

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** :

Η μονάδα EUT είναι ο πυρήνας του OceanGuard®. Η μονάδα αποτελείται από δύο μέρη: Μονάδα ηλεκτροκατάλυσης και μονάδα υπερήχων. Η μονάδα ηλεκτροκατάλυσης είναι σε θέση να παράγει μεγάλο αριθμό ριζών υδροξυλίου και άλλων εξαιρετικά δραστικών οξειδωτικών ουσιών για να σκοτώσει όλους τους οργανισμούς σε νερό έρματος εντός αρκετών νανοδευτερολέπτων. Ολόκληρη η διαδικασία αποστείρωσης ολοκληρώνεται εντός της μονάδας EUT. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, η μονάδα υπερήχων μπορεί να καθαρίζει την επιφάνεια της μονάδας ηλεκτροκατάλυσης τακτικά για να διατηρεί τη μακροχρόνια αποτελεσματικότητα της θεραπείας του υλικού ηλεκτροκατάλυσης.

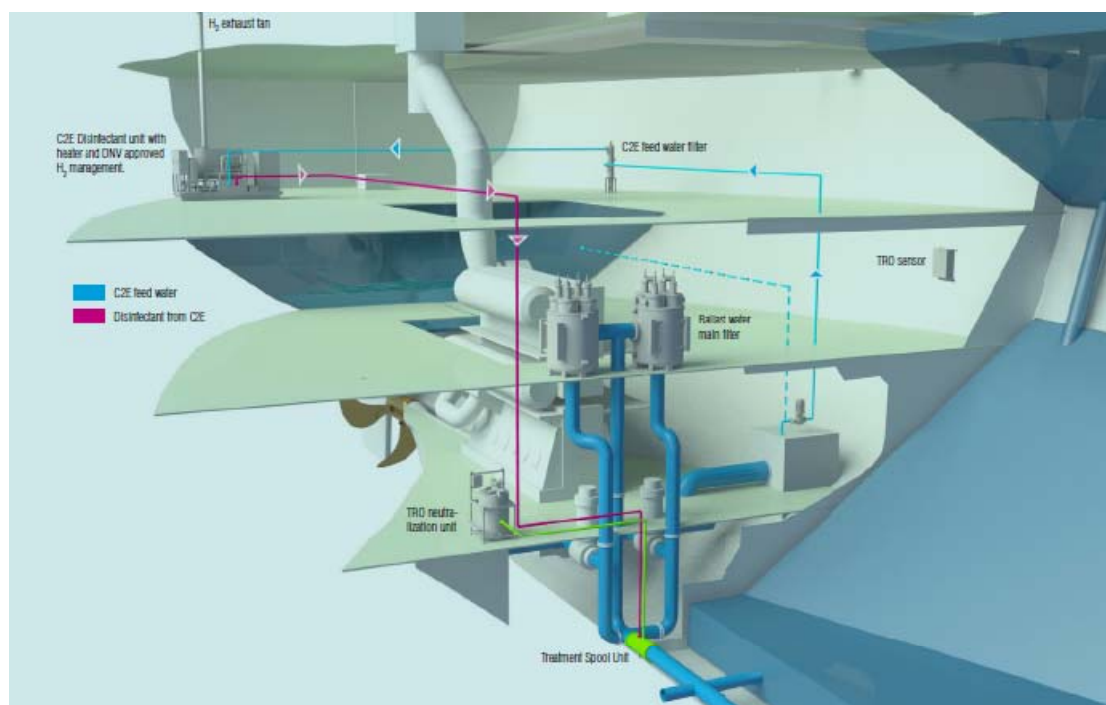


Εικόνα 92 :

Ενδεικτική διάταξη συστήματος OceanGuard®

Πηγή : <http://en.headwaytech.com>

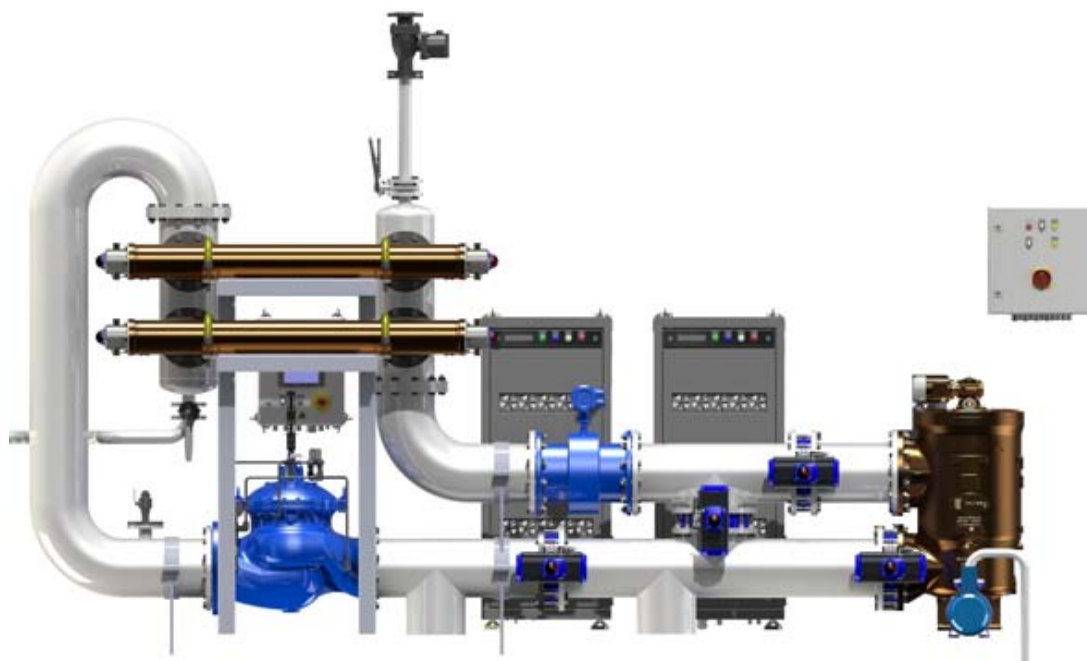
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: OceanSaver® Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: TeamTec OceanSaver AS (Norway)
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration & Side-stream EC TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Το Oceansaver® έχει ως αρχή λειτουργίας του τη διήθηση και την απολύμανση με ηλεκτροδιάλυση πλευρικού ρεύματος. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί ώστε να είναι ασφαλές και εύκολο στη χρήση. Η τεχνολογία ηλεκτροδιάλυσης διασφαλίζει ότι Το υδρογόνο παράγεται ξεχωριστά και εξαερίζεται με ένα σύστημα εξαγωγής εγκεκριμένο από DNV GL.



Εικόνα 93 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος OceanSaver®

Πηγή : www.teamtec.no

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: OptiMarin Ballast System (OBS)
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Optimarin AS
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Κατά τη διάρκεια του ερματισμού το νερό έρματος ρέει μέσω του φίλτρου. Το φίλτρο απομακρύνει τους μεγαλύτερους οργανισμούς και σωματίδια και τα επιστρέφει πίσω στη θάλασσα. Στη συνέχεια το έρμα κατευθύνεται μέσω του θαλάμου UV προς τις δεξαμενές έρματος. Το υπεριώδες φως σκοτώνει ή απενεργοποιεί οργανισμούς, ιούς και βακτήρια στο νερό έρματος. Κατά τον αφερματισμό, το φίλτρο παρακάμπτεται αυτόματα, και το νερό λαμβάνει μια δεύτερη επεξεργασία UV για να εξασφαλιστεί η πλήρης συμμόρφωση.



Εικόνα 94 : Ενδεικτική διάταξη συστήματος OptiMarin

Πηγή : <https://optimarin.com>

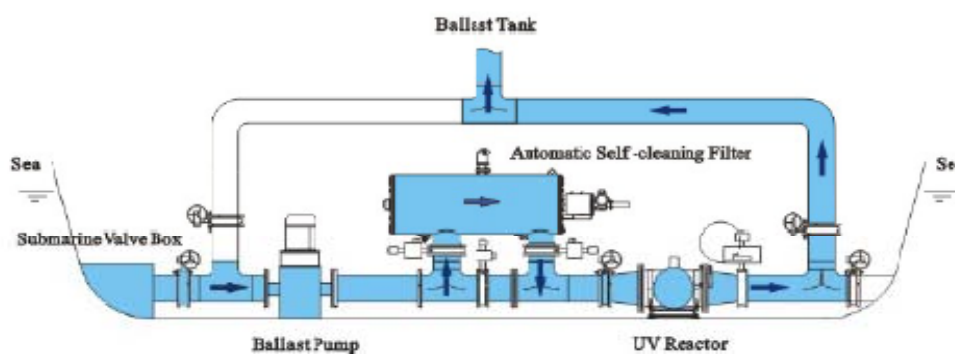
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ : PACT Marine™ Ballast Water Management System

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : PACT Environmental Technology Co., Ltd.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ : Filtration and UV treatment
UV re-treatment

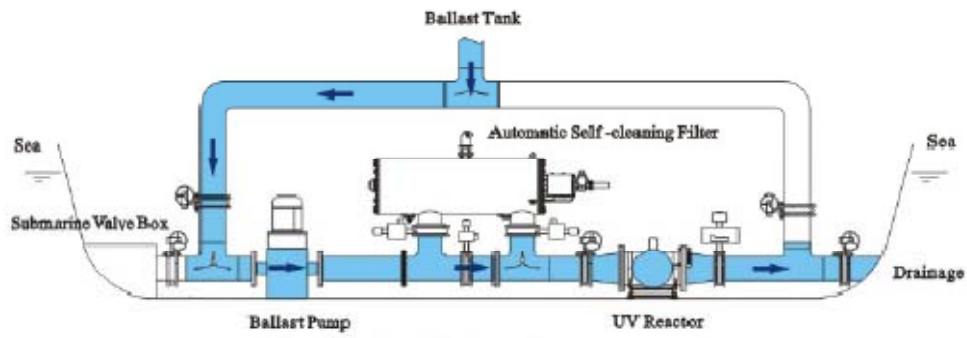
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Κατά τη διάρκεια του ερματισμού του πλοίου, το νερό έρματος εισέρχεται στο BWMS από την αντλία έρματος, μέσω του φίλτρου, στη συνέχεια στον αντιδραστήρα MPUV για επεξεργασία, και στη συνέχεια στη δεξαμενή έρματος. Περνώντας από το φίλτρο, αφαιρούνται τα μεγάλα ανόργανα σωματίδια, τα περισσότερα από το ζωοπλαγκτόν και το φυτοπλαγκτόν, διασφαλίζοντας την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης MPUV. Ακτινοβολία UV μήκους κύματος 200-280nm του αντιδραστήρα MPUV επιτυγχάνει απολύμανση του υπολειπόμενου πλαγκτόν, βακτηρίων και ιών στο νερό έρματος προκαλώντας κυτταρική βλάβη. Πριν από τον αφερματισμό, το νερό έρματος κατευθύνεται απευθείας μέσω της αντλίας έρματος στον αντιδραστήρα MPUV, παρακάμπτοντας το φίλτρο, για δευτερογενή επεξεργασία απολύμανσης πριν από την απόρριψη.



Εικόνα 95 : Flow Diagram ερματισμού συστήματος PACT Marine™

Πηγή : www.pactchina.com



Εικόνα 96 : Flow Diagram αφερματισμού συστήματος PACT Marine™

Πηγή : www.pactchina.com

**ΟΝΟΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** : PureBallast System 3x

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ : Alfa Laval Tumba AB

**ΜΕΘΟΔΟΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ** : Filtration and UV treatment
UV re-treatment

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Το Alfa Laval PureBallast είναι ένα αυτοματοποιημένο σύστημα επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος. Λειτουργεί χωρίς χημικά, συνδυάζει αρχικά διήθηση με βελτιωμένη μορφή υπεριώδους θεραπείας για αφαίρεση οργανισμών σύμφωνα με τα καθορισμένα όρια. Ο πυρήνας του συστήματος είναι ένας βελτιωμένος αντιδραστήρας UV στον οποίο λαμβάνει χώρα θεραπεία απολύμανσης. Φέρει ειδικό προστατευτικό κάλυμμα (μανικιών) χαλαζία του αντιδραστήρα για την μετάδοση ενός ευρύτερου φάσματος μήκους κύματος, παρέχοντας περισσότερο υπεριώδες φως κατά την απολύμανση. Συνδυάζεται με τον αυτοματοποιημένο ρυθμιστή έντασης του αντιδραστήρα, εξασφαλίζεται η βέλτιστη δόση UV και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Το σύστημα είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και ενσωματώνεται πλήρως στο υπάρχον δίκτυο ερματισμού του πλοίου, χωρίς να απαιτείται καμία παρέμβαση κατά την λειτουργία.



Εικόνα 97 : Σύστημα επεξεργασίας έρματος PureBallast System 3x

Πηγή : www.alfalaval.gr

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: PureBallast 2.x
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Alfa Laval Tumba AB
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and AOT Reactor (UV with TiO ₂ catalyst) AOT re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Βασίζεται στις προηγμένες τεχνολογίες οξείδωσης (Advanced Oxidation Technology – AOT). Περιέχει καταλύτες διοξειδίου του τιτανίου, οι οποίοι με την επίδραση του φωτός παράγουν radicals τα οποία αν και η διάρκεια της ζωής τους είναι μόλις λίγα milliseconds, επιδρούν στους μικροοργανισμούς, διασπώντας την κυτταρική τους μεμβράνη.

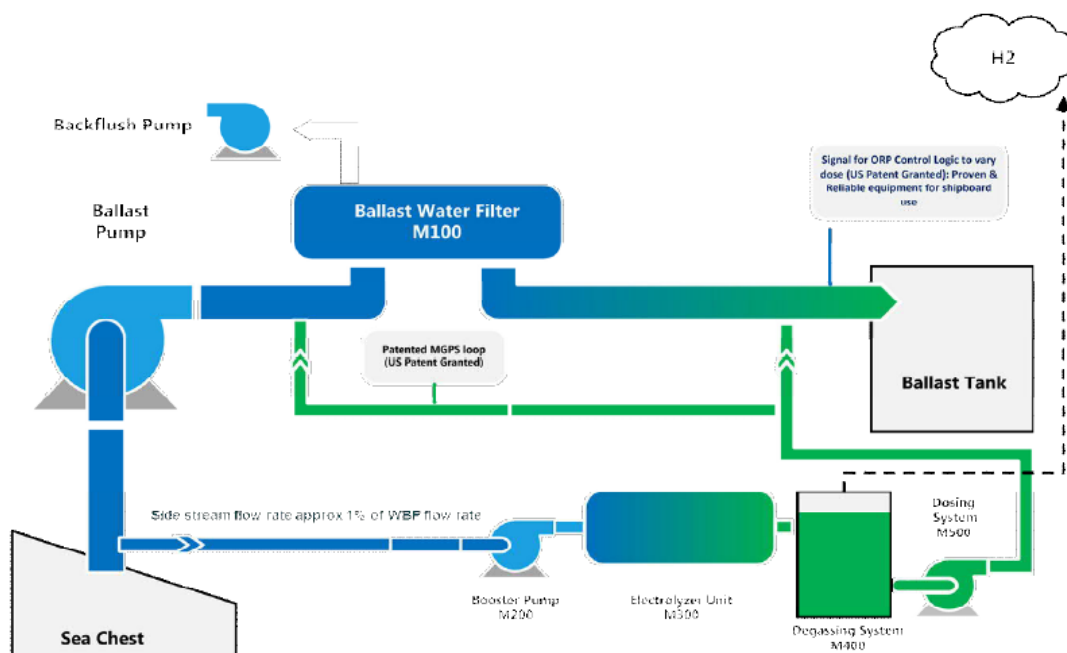


Εικόνα 98 : Διάταξη συστήματος PureBallast 2.x

Πηγή : www.alfalaval.gr

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Purimar™ System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Samsung Heavy Industries Co., Ltd.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and sidestream EC injection TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	<p>Το σύστημα Purimar™ έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί για να πληροί τις απαιτήσεις του IMO και USCG για συστήματα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος. Κατά τον ερματισμό η επεξεργασία περιλαμβάνει δύο κύριες λειτουργίες μονάδας: μηχανικό διαχωρισμό (φιλτράρισμα) και απολύμανση (χλωρίωση με βάση την ηλεκτρόλυση). Στο πρώτο βήμα, τα φίλτρα (50 μm φίλτρο) αφαιρούν σωματίδια, ιζήματα και οργανισμούς. Αυτό επιτρέπει στο επόμενο στάδιο απολύμανσης να ελαχιστοποιήσει τη χρήση NaOCl. Στο δεύτερο στάδιο, το διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου που παράγεται από τη μονάδα ηλεκτρόλυσης εγχύεται στο διηθημένο νερό έρματος για να εξοντώσει αποτελεσματικά οργανισμούς και βακτήρια που παραμένουν στο διήθημα. Κατά τον αφερματισμό, η μονάδα εξουδετέρωσης μειώνει τη συνολική συγκέντρωση υπολειμμάτων οξειδωτικών (TRO) εάν απαιτείται πριν από την απόρριψη του έρματος. Αυτό το βήμα καθιστά το σύστημα ασφαλές και φιλικό προς το περιβάλλον. Χρησιμοποιεί το NaOCl ως δραστική ουσία και παράγεται και εγχέεται μετά από φιλτράρισμα κατά τον ερματισμό, και δεν έχει επίδραση στο νερό έρματος και στο σύστημα δεξαμενών ή σωληνώσεων εκτός από τη βιολογική αποτελεσματικότητά του για την ικανοποίηση των κανονισμών των USCG και IMO</p>

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: SeaCURE® BWMS
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Evoqua Water Technologies LLC
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and sidestream EC injection TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό φυσικού διαχωρισμού και απολύμανσης. Η βιοκτόνος ουσία παράγεται από το θαλασσινό νερό μέσω ηλεκτρόλυσης που υφίσταται ένα μέρος (περίπου το 1%) της συνολικής ποσότητας του έρματος. Δρα αποτελεσματικά μετά από 24ώρες. Μετά από την παρέλευση πέντε ημερών, το βιοκτόνο υποχλωριώδες νάτριο εξουδετερώνεται και δεν απαιτείται καμία περαιτέρω επεξεργασία του έρματος πριν από τον αφερματισμό.



Εικόνα 99 : Flow diagram συστήματος SeaCURE®

Πηγή : www.evoqua.com

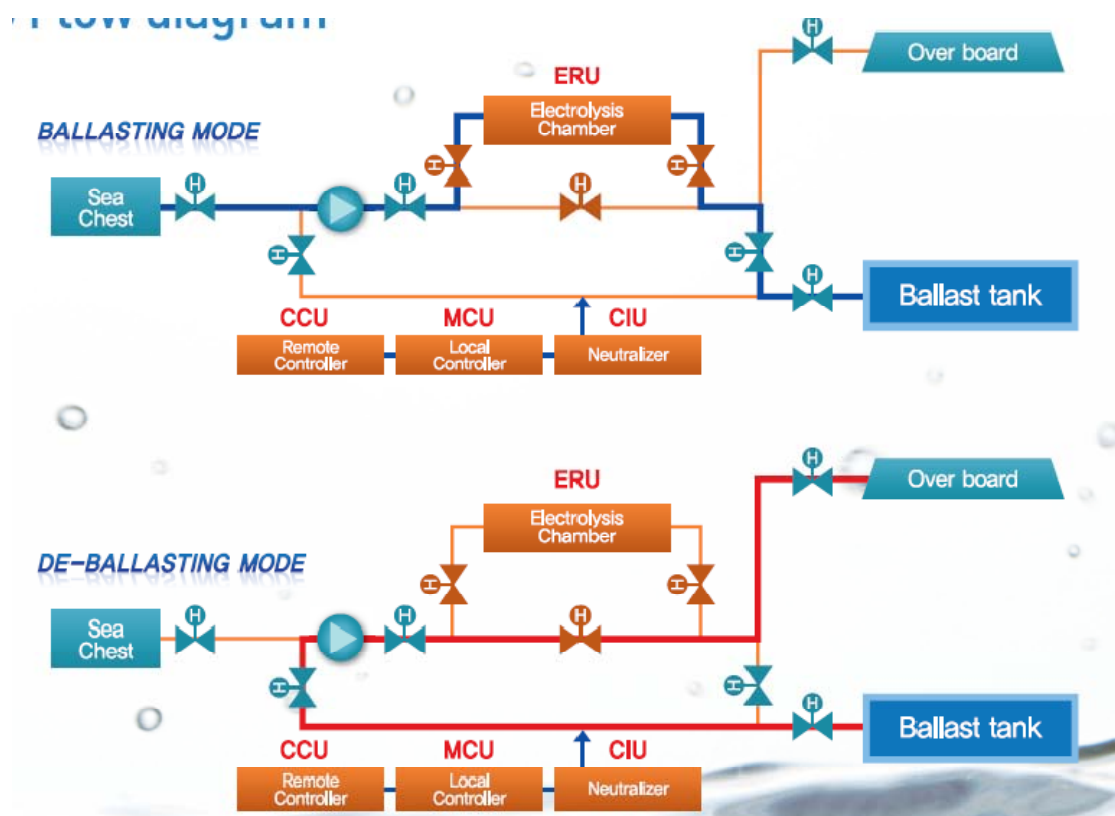
ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Seascope Ballast Water Management System
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Elite Marine Ballast Water Treatment System Corp.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration, UV treatment and ultrasound (US) UV re-treatment and US
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Είναι ένα σύστημα επεξεργασίας που χρησιμοποιεί φίλτρο και τεχνολογία φυσικής επεξεργασίας (Enhanced Physical Treatment -UV / US). Είναι φιλικό προς το περιβάλλον και έχει σχεδιαστεί βέλτιστα για κάθε τύπο πλοίου. Υιοθετώντας μια καθαρή τεχνολογία φυσικής επεξεργασίας, το Seascope®-BWMS απολυμαίνει αποτελεσματικά από τους επιβλαβείς υδρόβιους οργανισμούς και παθογόνα χωρίς να παράγει καμία τοξική ουσία. Η γεννήτρια υπερήχων συνδυάζεται για τον καθαρισμό των σωλήνων χαλαζία UV, εξασφαλίζοντας μέγιστη μετάδοση UV. Η ισχύς εξόδου UV μπορεί να ρυθμιστεί για την εξοικονόμηση κατανάλωσης ενέργειας σε νερά με διαύγεια.



Εικόνα 100 : Σύστημα Seascope

Πηγή : www.hansun-marine.com

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: STX Smart Ballast
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: STX Heavy Industries Co., Ltd.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Strainer and in-line EC TRO neutralization
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	:



Εικόνα 101 : Flow diagram ερμαιοσμού / αφερμαιοσμού ρυσθήματοσ STX Smart Ballast

Πηγή : www.stxhi.co.kr

ΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Wärrsilä AQUARIUS® UV ballast water management system
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ	: Wärrsilä Water Systems Ltd.
ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	: Filtration and UV treatment UV re-treatment
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	: Πρόκειται για ένα σύστημα για ένα σύστημα που αποτελείται από δύο ξεχωριστά στάδια επεξεργασίας, την διήθηση και την επεξεργασία με UV. Διαθέτει αυτόματο σύστημα υαλοκαθαριστήρων για τον καθαρισμό των συστοιχιών των λαμπτήρων και την πρόληψη της βιορύπανσής τους. Επιπρόσθετα, η ένταση των λαμπτήρων UV ελέγχεται συνεχώς από τις μονάδες ελέγχου, έτσι ώστε να προσαρμόζεται ανάλογα η ακτινοβολία, εξασφαλίζοντας μέγιστη απόδοση.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη και η ανασκόπηση των μεθόδων διαχείρισης του θαλάσσιου έρματος. Με την αξιολόγηση της σχετικής βιβλιογραφίας, των στοιχείων που παρέχουν οι κατασκευαστές και από την εμπειρία από την μέχρι τώρα εφαρμογή της Σύμβασης, εξήχθησαν βασικά συμπεράσματα, αλλά δημιουργήθηκαν και μεγάλα ερωτηματικά, που πιθανόν να απαντηθούν στο μέλλον, κατά την πλήρη εφαρμογή της Σύμβασης και μέσα από επιστημονική έρευνα.

Συμπερασματικά :

- Το πρόβλημα των βιοεισβολέων και η διατάραξη της ισορροπίας των οικοσυστημάτων, είναι ένα πρόβλημα που προκλήθηκε από την ανθρώπινη παρέμβαση και συνεπώς για την επίλυσή του ή τον περιορισμό του απαιτούνται δραστικές ενέργειες.
- Η εφαρμογή της Σύμβασης, με την πλήρη συμμόρφωση του συνόλου του παγκόσμιου στόλου προϋποθέτει την εγκατάσταση κατάλληλου πιστοποιημένου συστήματος επεξεργασίας θαλάσσιου έρματος, έτσι ώστε το απορριπτόμενο έρμα να ικανοποιεί τις απαιτήσεις που καθορίζονται στο πρότυπο D2. Πρόκειται για μια αρκετή δαπανηρή επένδυση και οι πλοιοκτήτες προσπαθούν να παρατείνουν την πραγματοποίησή της, όσο το δυνατόν περισσότερο.
- Στο σύνολό του, το συγκεκριμένο εγχείρημα έχει πολλούς αστάθμητους παράγοντες που πρέπει να αξιολογηθούν και να ληφθούν υπόψη. Οι πλοιοκτήτες πρέπει να συνυπολογίσουν πολλά διαφορετικά κριτήρια, ειδικότερα στην περίπτωση μετασκευής υφιστάμενου πλοίου μέσης ηλικίας. Βασικότερο κριτήριο για τους πλοιοκτήτες, είναι απλά η συμμόρφωση του πλοίου με τις απαιτήσεις της Συνθήκης, για την αποφυγή ποινών και διώξεων. Βέβαια, με τις ευνοϊκότερες οικονομικές συνθήκες (κόστος κεφαλαίου και λειτουργικό κόστος).
- Λόγω της μεγάλης ζήτησης και του μεγάλου αριθμού των παραγγελιών για τον εξοπλισμό του συνόλου του παγκόσμιου στόλου, οι κατασκευάστριες εταιρείες είναι αυτές που έχουν τον πιο σπουδαίο ρόλο σε όλο το εγχείρημα. Είτε καθορίζοντας τα οικονομικά μεγέθη είτε κατευθύνοντας της αγορά στην επιλογή των συστημάτων. Άραγε, θα καταφέρουν οι κατασκευαστές να καλύψουν τις ανάγκες της παγκόσμιας αγοράς, που περιλαμβάνει την προμήθεια, την εγκατάσταση, την ενεργοποίηση και την συντήρηση / τεχνική υποστήριξη των συστημάτων?
- Όσον αφορά στην απόδοση των συστημάτων, καμία τεχνολογία δεν μπορεί να είναι πλήρως αποδοτική, οπότε, απαιτείται συνδυασμός των τεχνολογιών.
- Όσον αφορά στις αδυναμίες των συστημάτων επεξεργασίας έρματος, που αναδύθηκαν από την εκτενή βιβλιογραφική αναζήτηση, προέκυψε η αδυναμία των υφιστάμενων τεχνολογιών να αποτρέψουν την μεταφορά επικίνδυνων ουσιών όπως είναι τα μικροπλαστικά και τα βαρέα μέταλλα. Τα μικροπλαστικά, είναι ένας κίνδυνος για την παγκόσμια υγεία. Έχουν την

δυνατότητα να απορροφούν στην επιφάνειά τους ρύπους, κύστες και βαρέα μέταλλα. Διαχέονται σε όλο το θαλάσσιο περιβάλλον και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις μέσω των θαλάσσιων ρευμάτων. Με τις υπάρχουσες τεχνολογίες δεν προβλέπεται ο περιορισμός της μεταφοράς αυτών, γεγονός που στο μέλλον ίσως αποδειχθεί αναγκαίο. Προς τον παρόν, δεν συμπεριλαμβάνονται στην Σύμβαση ως επικίνδυνα υλικά, παρ'όλες τις τροποποιητικές προτάσεις που έχουν κατατεθεί στον IMO.

- Αντίστοιχα, στο μέλλον υπάρχει περίπτωση να απαιτηθεί η εξέλιξη των υφιστάμενων σύγχρονων συστημάτων, εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής και των αποτελεσμάτων αυτής. Συγκεκριμένα, με το λιώσιμο των πάγων της Ανταρκτικής, «ξυπνούν» ιοί και βακτήρια που έδρασαν στον πλανήτη πριν από εκατομμύρια χρόνια. Σύμφωνα με την επιστημονική κοινότητα, το μόνιμα παγωμένο έδαφος είναι το καλύτερο σημείο διατήρησης των βακτηρίων και των ιών, οι οποίοι παραμένουν σε κατάσταση «χειμερίας νάρκης». Το λιώσιμο των πάγων θα προκαλέσει ένα κύμα νέων ιώσεων, για τις οποίες ο άνθρωπος και η επιστημονική κοινότητα είναι παντελώς απροετοίμαστοι, καθώς δεν γνωρίζουν το παραμικρό για την δράση τους και την λειτουργία τους. Τα αρχαία αυτά μικρόβια, δύνανται να χρησιμοποιήσουν ως μέσο διασποράς την θαλάσσια οδό του έρματος και συνεπώς να απαιτείται εξειδικευμένη επιστημονική έρευνα εξέλιξης των υφιστάμενων τεχνολογιών, σε συνεργασία με τους επιστήμονες βιολόγους.
- Τέλος, το προσωπικό μου ερώτημα που μου έχει δημιουργηθεί από την μελέτη του θέματος, είναι το κατά πόσο θα υπάρξει θετικό οικολογικό αποτύπωμα από την εφαρμογή αυτού του εγχειρήματος. Όλα τα συστήματα που φέρουν πιστοποίηση από τον IMO, είτε χρησιμοποιούν είτε δεν χρησιμοποιούν δραστικές ουσίες, απορρίπτουν έρμα «καθαρό» και «εξουδετερωμένο». Δηλαδή, είναι «καθαρό» όσον αφορά στους μεταφερόμενους οργανισμούς (όπως προβλέπεται) και δεν φέρει υπολειμματικές ουσίες παραπροϊόντων απολύμανσης. Κάθε σύστημα έχει δοκιμαστεί σε πρότυπες εργαστηριακές διατάξεις, με επιτυχείς μετρήσεις. Τι θα συμβεί όμως, όταν το σύνολο του παγκόσμιου στόλου απορρίπτει στο ωκεάνιο περιβάλλον το επεξεργασμένο έρμα? Ποιοι κίνδυνοι παραμονεύουν για τους θαλάσσιους οργανισμούς και την θαλάσσια οικολογία?

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

(n.d.). Ανάκτηση από <http://www.iucngisd.org>.

(n.d.). Ανάκτηση από www.hielscher.com: <https://www.hielscher.com/el/ultrasonic-ballast-water-disinfection.htm>

(n.d.). Ανάκτηση από www.gesamp.org: <http://www.gesamp.org/work/groups/34>

ABS. (2019). *Ballast Water Management Advisory*.

ABS. (2019). *Best Practices for Operations of Ballast Water Management Systems Report*.

Alfa Laval. *Making sense of ballast water management*.

Anna J. Turbelin, B. D. (2017). *Mapping the global state of invasive alien species: patterns of invasion and policy responses*.

Annette Dock, J. L. (2020). *Are workers on board vessels involved with chemicals from treated ballast water sufficiently protected? e A decadal perspective and risk assessment*.

Ballastwater Equipment Manufacturers' Association. (2018). Ανάκτηση από www.bwema.org.

Baoyi Lv, Y. C. (2017). *Composition and influencing factors of bacterial communities in ballast tank sediments: Implications for ballast water and sediment management*.

Ceren Bilgin Güney, D. B. (2018). *Determination of Sediment Distribution in a Lab-Scale Ballast Tank Model*. INT-NAM 2018.

Colin Clark. *Ballast Water Management: A Regulatory Road Map*. Lloyd's Register.

David A. Wright, R. W.-D. (2010). *Shipboard trials of an ozone-based ballast water t*.

DNV-GL. (July 2017). *Rules for classification*.

Fatma Yonsel, G. V. (2017). *KPI (Key performance indicators) application on ballast water treatment system selection*.

FilterSafe. *Advanced Filters for Ballast Water Treatment*. www.filtersafe.net.

globallast.imo.org. (n.d.).

Han Yuan, P. Z. (2017). *Numerical and experimental investigation on the ballast flushing system*.

Hari Prastowo, D. P. (2017). *Technical Analysis Ballast Water Treatment Using Economizer Utilizing Main Engines Exhaust Heat to Comply with International Ship Ballast Water Management at "MV. Leader Win"*.

Hyde Marine. *Product Data*.

- Indian Register of Shipping. (2016). *Guidelines on Ballast Water Management*.
- International Maritime Organization. (2009). *Ballast Water Management Convention and the guidelines for its implementation*.
- Jingzheng Ren. (2018). *Technology selection for ballast water treatment by multistakeholders: A multi-attribute decision analysis approach based on the combined weights and extension theory*.
- Karahalios, H. (2017). *The application of the AHP-TOPSIS for evaluating ballast water treatment systems by ship operators*.
- Kazantzis, G. (2016). *BWM Convention, the way forward. Discussion on the available technologies*. Posidonia, Athens: DNV GL.
- Kenichiro MIYATAKE, M. U. (2014). *Ecological Ballast Water Treatment System "ECOMARINE UV"*.
- Kim Lundgreena, H. H. (2018). *UV fluences required for compliance with ballast water discharge standards using two a*.
- Lloyd's Register. (2018). *Ballast water management: How it impacts you*.
- Lovro Maglič, V. F. *Ballast water sediment management in ports*.
- M.R. Apetroaei, D. A. (2018). *Overview on the practical methods of ballast water treatment*.
- Marijana Pecarevi, J. M. (2018). *New role of hydrocyclone in ballast water treatment*.
- Martina Cvetković & Boris Kompare & Aleksandra Krivograd Klemenčič. (2015). *Application of hydrodynamic cavitation in ballast water treatment*.
- Miltiadis Kotinis, M. G. (2010). *Hydrodynamics of the Ballast-Free Ship revisited*.
- Nosaibeh Nosrati-Ghods, M. G.-G. (2017). *Management and environmental risk study of the physicochemical parameters of ballast water*.
- Nurul Syahidah Zafisah, W. L. (2020). *Interaction between ballasting agent and flocs in ballasted flocculation for the removal of suspended solids in water*.
- Peter Paul Stehouwer, A. B. (2015). *A comparison of six different ballast water treatment systems based on UV radiation, electrochlorination and chlorine dioxide*.
- Popa, I. (2018). *Review in Ballast Water Treatment Regarding Methods of Treatment, Volume, Time and Corrosion of the Tank*.
- The Maritime Executive. (n.d.). Ανάκτηση από <https://www.maritime-executive.com/editorials/interview-delivering-the-right-ballast-water-solution>

William R. Batista, F. C. (2017). *William R. Batista, Flavio C. Fernandes, Claudio C. Lopes, Rosangela S. C. Lopes Which Ballast Water Management System Will You Put Aboard? Remnant Anxieties: A Mini-Review.*

WWF International. (2009). *Silent Invasion – The spread of marine invasive species via ships' ballast water.* Gland: WWF International.

Yongxin Song, K. D. (2014). *Corrosion of marine carbon steel by electrochemically treated ballast water.*

Ιωαννίδης, Ι. (1999). «Συστήματα και βοηθητικά μηχανήματα πλοίου». Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κοτρίκλα, Α.-Μ. (2016). *Ναυτιλία και Περιβάλλον.* Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα.

Παράρτημα Ι

List of type approvals for ballast water management systems that are in accordance with Guidelines (G8) (resolutions MEPC.125(53) and MEPC.174(58))

A/A	Name of the ballast water management system	MODEL	MANUFACTURER	COMPANY INFORMATION	Name of the Administration	Approval Date	Treatment Method (BALLASTING)	Treatment Method (VOYAGE)	Treatment Method (DE-BALLASTING)	CAPACITY m ³ /h	USCG Type Approved	USCG AMS
1	AHEAD®-BWMS ballast water management system		Ahead Ocean Technology(Dalian)Co. Ltd	N/A	China Maritime Safety Administration	27 January 2015	Filtration and UV treatment		UV re-treatment		-	YES
2	AquaStar™ Ballast Water Management System	AquaStar™ and MACREGOR	AquaStar Co., Ltd	http://www.aquestar.kr	The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Republic of Korea	15 June 2012	Smart Pipe and in-line EC		TRO neutralization	200-5000	YES	YES
3	ARA PLASMA BWTS Ballast Water Management System	ARA PLASMA	SAMKUN CENTURY CO., LTD	http://www.samkunko.com	The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Republic of Korea	12 July 2012	Filter + UV		Plasma	150-2600		YES
4	ATPS-BLUEsys	ATPS-BLUE	Panasonic Environmental Systems and Engineering Co., Ltd.	www2.panasonic.biz	Inspection and Measurement Division, Maritime Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	30 March 2017	In-line EC and Stirring Device with TRO neutralized sediment removal		TRO neutralization	12-7200	YES	
5	BalClor™ Ballast Water Management System	BalClor™	SunRui Marine Environment Engineering Co., Ltd	http://www.sunrui.net			Filtration and sidestream EC injection		TRO neutralization	50 – 8,500 m ³ /h	YES	YES
6	BallastMaster ultraV 250 ballast water management system (formerly named AquaTriComb BW 250)	BallastMaster ultraV 250/A499	GEA Westfalia Separator Group GmbH	www.gea.com	Federal Maritime and Hydrographic Agency, Germany	27 August 2012	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	50-6000		YES
7	BalPure® BP-500	BALPURE®	De Nora Water Technologies	https://denora.com	Federal Maritime and Hydrographic Agency, Germany	27 July 2011	Filtration and sidestream EC injection		TRO neutralization	400 – 8,570 m ³ /h	YES	YES
8	BALWAT Ballast Water Management System	BALWAT	Shanghai Jiashou Environmental Mechanical and Electrical Co. Ltd		China Maritime Safety Administration	5 February 2013	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	200		YES
9	Bawat™ BWMS	BAWAT™	BAWAT A/S	www.bawat.com			NONE	Pasteurization and N2 deoxygenation	NONE	50 – 5,000 m ³ /h		YES
10	Bawat™ BWMS	BAWAT BWMS Mk2	BAWAT A/S (Denmark)				Heat			50 – 5,000 m ³ /h		
11	BIO-SEA® Ballast Water Treatment System	BIO-SEA	BIO-UV Group (France)	https://en.bio-uv.com/ballast-water-treatment	French Ministry of Ecology Sustainable Development and Energy	25 December 2015	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	75 – 2000 m ³ /h	YES	YES
12		BioViolet UV	Kwangsun Co., Ltd.				Filtration and UV treatment		UV re-treatment			YES
13	Blue Ocean Shield Ballast Water Management System	Blue Ocean Shield (BOS)	China Ocean Shipping Group Company (COSCO)	www.wecosco.com	China Maritime Safety Administration	16 February 2011	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	100 – 3,200 m ³ /h		YES
14	BlueZone™ Ballast Water Management System	BlueZone™	SUNBO Industries Co.,Ltd		Ministry of Oceans and Fisheries of the Republic of Korea	8 September 2015	Ozone (O3) injection		TRO neutralization	250-6000		YES
15	BSKY™ Ballast Water Management System	BSKY™	Wuxi Brightsky Electronic Co., Ltd.	http://www.bsky.cn	China Maritime Safety Administration	28 March 2011	Hydrochloride, ultrasonic (US), and UV treatment		US and UV re-treatment	100-6000		YES
16	Cathelco Ballast Water Management System – A2 CleanBallast® 500-1 ballast water management system	Cathelco Evolution	Cathelco Limited	https://evac.com	Federal Maritime and Hydrographic Agency, Germany	30 April 2014	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	55 – 1,500 m ³ /h	PENDING	YES
17	CleanBallast® (formerly named RWO Ballast Water Management System (CleanBallast))	CleanBallast®	RWO GmbH Marine Water Technology		Federal Maritime and Hydrographic Agency, Germany	1 September 2010	Filtration and in-line electrolytic		TRO neutralization	150-2500		YES

A/A	Name of the ballast water management system	MODEL	MANUFACTURER	COMPANY INFORMATION	Name of the Administration	Approval Date	Treatment Method (BALLASTING)	Treatment Method (VOYAGE)	Treatment Method (DE-BALLASTING)	CAPACITY m ³ /h	USCG Type Approved	USCG AMS
18	Coldharbour GLD™ Ballast Water Management System, incorporating types SeaGuardian™ IGG500 to IGG6000	Coldharbour GLD™	Coldharbour Marine Ltd.	www.coldharbourmarine.com	United Kingdom, Maritime & Coastguard Agency	6 February 2015	None	IGG/GLD-5 phases of deoxygenation treatment	None	6000		YES
19	CompactClean ballast water management system	CompactClean	DESMI Ocean Guard A/S (Denmark)	www.desmi.com	Danish Environmental Protection Agency and Danish Maritime Authority	21 September 2018	Filtration + Ultraviolet			35 – 3,000 m ³ /h		
20	CrystalBallast® Ballast Water Management System	CrystalBallast®	Auramarine Ltd.	www.auramarine.com	The Norwegian Maritime Authority	20 September 2012	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	21-1500		YES
21	Cyeco™ Ballast Water Management System	Cyeco™	Shanghai Cyeco Environmental Technology Co., Ltd.	http://www.cyeco.com/	China Maritime Safety Administration	12 June 2012	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	200-6000		YES
22	Damen InvaSave 300	Damen InvaSave	Damen Green Solutions B.V.	www.damengreen.com	Netherlands Shipping Inspectorate, Ministry of Infrastructure and the Environment	19 March 2017	Single pass during vessel ballasting	Filtration and UV treatment	Single pass during vessel de-ballasting	10-300		
23	EcoBallast Ballast Water Management System (Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.)	EcoBallast™	Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.	http://www.hyundaiwelding.com	The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Republic of Korea	16 March 2011	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	250 – 2,160 m ³ /h	Pending	YES
24	Ecochlor® Ballast Water Treatment System, Series 75	Ecochlor®	Ecochlor, Inc.	https://ecochlor.com/	Federal Maritime and Hydrographic Agency, Germany	4 November 2011	Filtration and ClO ₂ injection		None	500 – 16,200 m ³ /h	YES	YES
25	EcoGuardian™ Ballast Water Management System	EcoGuardian™	Hanla IMS Co., Ltd.	http://www.hanlaims.com	Ministry of Oceans and Fisheries of Republic of Korea	8 May 2015	Filtration and sidestream EC injection		TRO neutralization	130 – 4,000 m ³ /h		YES
26	ECOMARINE ballast water management system	ECOMARINE™ EC	Sumitomo Electric Industries, Ltd	https://global-sei.com/	Inspection and Measurement Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	18 June 2014	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	100-1000		YES
27	Electro-Clean™ System	Electro-Clean™	Techross, Co., Ltd.	http://www.techross.com	Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Republic of Korea	31 December 2008	Coarse strainer and inline EC		TRO neutralization	150 – 12,000 m ³ /h	YES	YES
28	ECS-Hychlor	ECS-Hychlor	Techross, Inc. (Republic of Korea)	http://www.techross.com						300 – 8,000 m ³ /h		
29	Envirodeanse InTank™ Electrochlorination Ballast Water Treatment System	Envirodeanse InTank™	Envirodeanse, LLC	https://eco-enviro.com	Norwegian Maritime Authority	20 December 2018	NONE	Side-stream EC and tank circulation	NONE	Up to 200,000 m ³	YES	
30	ERMA FIRST BWTS	ERMA FIRST	ERMA FIRST ESK Engineering Solutions S.A.		Hellenic Republic, Ministry of Development, Competitiveness and Shipping, General Secretariat of Shipping, Merchant Ships Inspection General Directorate, Design and Construction Directorate	10 May 2012 Amended (1st) 15 January 2015 Amended (2nd) 19 October 2018	Pre-filtration, cyclone and in-line EC		TRO neutralization	100 – 3,740 m ³ /h	YES	YES
31	FineBallast IMF	FineBallast® MF	Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd	www.mol.co.jp	Inspection and Measurement Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and	5 November 2013	Pre-filtration, microfiltration, H ₂ O ₂ CIP		Pre-filtration, microfiltration, H ₂ O ₂ CIP and TRO monitoring			YES

A/A	Name of the ballast water management system	MODEL	MANUFACTURER	COMPANY INFORMATION	Name of the Administration	Approval Date	Treatment Method (BALLASTING)	Treatment Method (VOYAGE)	Treatment Method (DE-BALLASTING)	CAPACITY m3/h	USCG Type Approved	USCG AMS
32	GloEn-Patrol™ Ballast Water Management System	GloEn-Patrol™	Panasia Co., Ltd.	www.worldpanasia.com	Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Republic of Korea	4 December 2009	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	50 – 6,000 m3/h	YES	YES
33	HiBallast™ Ballast Water Management System	HiBallast™	Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.	http://www.hyundaiwelding.com	The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Republic of Korea	11 November 2011	Filtration and sidestream EC		TRO neutralization	75 – 10,000 m3/h	YES	
34	Hitachi Ballast Water Management System (ClearBallast)	ClearBallast	Hitachi Plant Technologies, Ltd.	www.hitachi.com	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	5 March 2010	Coagulation and flocculation		None	200-2400		
35	Hyde GUARDIAN™ ballast water management system	GUARDIAN®/ GUARDIAN Gold®	Hyde Marine	www.hydemarine.com	Lloyd's Register, as delegated by the Administration of the United Kingdom	29 April 2009	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	60 – 6,000 m3/h		YES
36	HY™-BWMS	HY™-BWMS	Shanghai Hengyuan Marine Equipment Co., Ltd.	http://www.sh-hengyuan.com	China Maritime Safety Administration	22 August 2013	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	200		YES
37	JFE BallastAce	BallastAce®	JFE Engineering Corporation	https://jfe-ballast.ace.com/	Inspection and Measurement Division, Maritime Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	26 June 2013	Filtration and stored TG Ballastcleaner® dosing		TRO neutralization	500 – 4,000 m3/h	YES	YES
38	KBAL Ballast Water Management System	KBAL®	Knutsen Technology	https://knutsen.no	The Norwegian Maritime Authority	14 November 2013	PV (pressure vacuum) and UV treatment		PV and UV re-treatment			YES
39	KURITA BWMS	Kurita	Kurita Water Industries, Ltd.	www.kurita.co.jp	Inspection and Measurement Division, Maritime Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	13 January 2017	Stored sodium hypochlorite/ Phosphate injection		TRO neutralization	50-10500		
40	LeesGreen® Ballast Water Management System	LeesGreen	Shanghai LEE's FUDA Electromechanical Technology Co., Inc.	http://www.sh-lees.com	China Maritime Safety Administration	11 January 2016	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	250-3000		
41	MARINOMATE™	MARINOMATE™	KT Marine Co., Ltd.	www.komachine.com			Plankill™ pipe and in-line EC		TRO neutralization			YES
42	MICROFADE™ Ballast Water Management System	MICROFADE™	KURARAY CO., LTD.	www.kuraray.com	Inspection and Measurement Division, Maritime Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	30 May 2012	Filtration and stored chemical dosing.		TRO neutralization Calcium hypochlorite	125 – 4,000 m3/h		YES
43	Miura BWMS ballast water management system	Miura HKHK-(E)C/HK-(E)C/HK-S(E)/HK-(E)R	Miura Co., Ltd.	www.miuraz.co.jp	Inspection and Measurement Division, Maritime Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	27 March 2014	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	160 – 6000 m3/h	PENDING	YES
44	MMC Ballast Water Management System	MMC	Norwegian Greentech AS	www.norwegianat.no	The Norwegian Maritime Authority	12 December 2012	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	50-1200		YES
45	NEI Treatment System VOS-2500-101	VOS™	N.E.I. Treatment Systems	http://www.nei-marine.com/	Office of the Maritime Administration, Marshall Islands	2 September 2008	Inert gas and Venturi Oxygen Stripping (VOS)		NONE	300 - 6,800mf/h		
46	NiBallast™ Ballast Water Management System	NiBallast™	Jiangsu Nanji Machinery Co., Ltd.	http://www.tangfuma.com	China Maritime Safety Administration	10 October 2013	Filtration, membrane micro-filtration and deoxygenation (N2 supersaturation)		NONE	200 - 4,000mf/h		YES
47	NK-O3 BlueBallast System (Ozone)	NK-O3 BlueBallast	NK Co., Ltd. (Republic of Korea)	http://nkcf.com	Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Republic of Korea	24 November 2009	Ozone injection		TRO neutralization	200 – 8,000 m3/h	PENDING	YES
							Pre-filtration,					

A/A	Name of the ballast water management system	MODEL	MANUFACTURER	COMPANY INFORMATION	Name of the Administration	Approval Date	Treatment Method (BALLASTING)	Treatment Method (VOYAGE)	Treatment Method (DE-BALLASTING)	CAPACITY m ³ /h	USCG Type Approved	USCG AMS
49	OceanDoctor® Ballast Water Management System	OceanDoctor®	Jiuliang Precision Measuring Technology Research Institute		China Maritime Safety Administration	17 November 2014	Filtration, UV treatment and AOT		NONE	50-5000		YES
50	OceanGuard® Ballast Water Management System	Ocean Guard CompactClean	DESMI Ocean Guard A/S	https://desmioceanuard.com	Norwegian Maritime Authority	14 December 2018	Filtration and UV treatment		Filtration and UV re-treatment	75-3000	YES	
51	DESMI Ocean Guard OxyClean Ballast Water Management System	Ocean Guard OxyClean	DESMI Ocean Guard A/S	https://desmioceanuard.com	The Danish Maritime Authority and the Danish Nature Agency	7 November 2012	Filtration, ozone and UV treatment		UV re-treatment	75-3000		YES
52	DESMI Ocean Guard OxyClean Ballast Water Management System	Ocean Guard RayClean™	DESMI Ocean Guard A/S	https://www.desmi.com/rayclean.aspx			Filtration and UV treatment		Filtration and UV re-treatment	100-3000		YES
53	Ocean Guard	OceanGuard®	Qingdao Headway Technology Co., Ltd	http://en.headwaytech.com/74.html			Filtration and EUT		TRO neutralization	65 – 5,200 m ³ /h	YES	YES
54	OceanSaver® Ballast Water Management System	OceanSaver MK II	TeamTec OceanSaver AS (Norway)	https://www.teamtec.no	Det Norske Veritas, on behalf of the Norwegian Maritime Directorate	17 April 2009				200 – 7,200 m ³ /h		
55	OptiMarin Ballast System (OBS)	Optimarin Ballast System (OBS)	Optimarin AS	https://optimarin.com	Det Norske Veritas, on behalf of the Norwegian Maritime Directorate	12 November 2009	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	100 – 3,000 m ³ /h	YES	YES
56	FACT Marine™ Ballast Water Management System	FACT Marine™	FACT Environmental Technology Co., Ltd.	http://www.factchina.com	China Maritime Safety Administration	15 April 2016	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	200-4000		YES
	PureBallast 3.2 and PureBallast 3.2 Compact Flex ballast water management system				Norwegian Maritime Authority	2 February 2018						
57	PureBallast System 3x	PureBallast 3.0/3.1, 3.0Ex/3.1Ex	Alfa Laval Tumba AB	https://www.alfalaval.gr	Det Norske Veritas, on behalf of the Norwegian Administration	June 2008	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	85 – 3,000 m ³ /h		YES
58	PureBallast 2.x	PureBallast 250-2500	Alfa Laval Tumba AB	https://www.alfalaval.gr			Filtration and AOT Reactor (UV with TiO ₂ catalyst)		AOT re-treatment	250 - 3,000 m ³ /h		YES
59	Purimar™ System	Purimar	Samsung Heavy Industries Co., Ltd.	http://www.ships.com	The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Republic of Korea	31 October 2011	Filtration and sidestream EC injection		TRO neutralization	250 – 10,000 m ³ /h	YES	YES
60	SeaCURE BWMS SC-1500/1	SeaCURE®	Evoqua Water Technologies LLC	https://www.evoqua.com	Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH)	24 February 2014	Filtration and sidestream EC injection		TRO neutralization	300 - 4,000 m ³ /h		YES
61	Seascope Ballast Water Management System	Seascope®	Elite Marine Ballast Water Treatment System Corp.	http://www.hansun-marine.com	China Maritime Safety Administration	2 December 2013	Filtration, UV treatment and ultrasound (US)		UV re-treatment and US	200-4000		YES
62	SEDNA® Ballast Water Management System (Using Peraclean® Ocean)	SEDNA®	Hamann AG	WITHDRAWN	Federal Maritime and Hydrographic Agency, Germany	10 June 2008	TAC WITHDRAWN			50 - 1,000 m ³ /h		
63	Semb-Eco LUV X ballast water management system	Semb-Eco LUV	Ecospec Marine Technology Pte Ltd	http://www.ecospec.com			Filtration and UV treatment		UV re-treatment	500 m ³ /h - 1500	PENDING	YES
64	SKY-SYSTEM®	SKY-SYSTEM®	Nippon Yuka Kogyo Co., Ltd.	www.nyk.com	Inspection and Measurement Division, Maritime Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan	21 October 2014	PERACLEAN Ocean		TRO neutralization			YES
65	STX Smart Ballast	Smart Ballast®	STX Heavy Industries Co., Ltd.	http://www.stxhi.co.kr			Strainer and in-line EC		TRO neutralization			YES
66	OceanSaver	TeamTec OceanSaver	TeamTec OceanSaver AS	www.teamtec.no			Filtration, cavitation, deoxygenation and sidestream injection		TRO neutralization		YES	YES

A/A	Name of the ballast water management system	MODEL	MANUFACTURER	COMPANY INFORMATION	Name of the Administration	Approval Date	Treatment Method (BALLASTING)	Treatment Method (VOYAGE)	Treatment Method (DE-BALLASTING)	CAPACITY m ³ /h	USCG Type Approved	USCG AMS
67	Trojan Marinex™ Ballast Water Management System	Trojan Marinex™	Trojan Technologies	www.trojanmarinex.com	The Norwegian Maritime Authority	20 December 2013	Filtration and UV treatment		UV re-treatment	150-1500		YES
68	Van Oord Ballast Water Management System	Van Oord	Van Oord Ship Management BV	https://mid-nl.org	Netherlands Shipping Inspectorate, Ministry of Infrastructure and the Environment	19 November 2015	Potable water and chlorine		TRO neutralization			
69	Wärtsilä AQUARIUS® EC ballast water management system	AQUARIUS® EC	Wärtsilä Water Systems Ltd.	www.wartsila.com	The Netherlands Ministry of Infrastructure and the Environment	20 December 2012	Filtration and sidestream EC		TRO neutralization	250 – 4,000 m ³ /h	YES	NO
70	Wärtsilä AQUARIUS® UV ballast water management system	Aquarius UV	Wärtsilä Water Systems, Ltd. (UK)	www.wartsila.com			Filtration and UV treatment		UV re-treatment	50 – 1,000 m ³ /h		
71	YP-BWMS ballast water management system	YP-BWMS	Zhejiang Yingpeng Marine Equipment Manufacturer Co., Ltd.		China Maritime Safety Administration	28 February 2015	Filtration and UV treatment		UV re-treatment			