

ΣΑΡΑΚΑΤΣΑΝΟΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ :

ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΥΓΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΕ ΧΥΔΗΝ ΜΟΡΦΗ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΣΑΡΑΚΑΤΣΑΝΟΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Capt. ΜΠΕΡΜΠΕΡΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2020

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων καθηγητής: Capt. ΜΠΕΡΜΠΕΡΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΘΕΜΑ :

ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΥΓΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΕ ΧΥΔΗΝ ΜΟΡΦΗ

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΣΑΡΑΚΑΤΣΑΝΟΥ ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

ΑΓΜ: 4060

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 22/05/2019

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας: 29/06/2020

A/A	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότητα	Αξιολόγηση	Υπογραφή
1				
2				
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ: Capt. ΤΣΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή	5
1.Ιστορική αναδρομή των δεξαμενοπλοίων (Tanker).	6
1.1 Οι πρώτες μορφές δεξαμενοπλοίων στην ναυτιλία.	6
1.2 Γεγονότα και αίτια εξέλιξης των δεξαμενοπλοίων.	7
1.3 Σύγκριση μονοπύθμενων - διπύθμενων δεξαμενοπλοίων.	8
1.4 Μορφές και χαρακτηριστικά των σύγχρονων δεξαμενοπλοίων.	10
2.Κατηγορίες δεξαμενοπλοίων και εμπορική τους δραστηριότητα.	13
2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος ενός δεξαμενοπλοίου.	14
2.2 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου (Crude Oil Tankers).	16
2.3 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου (Product Carriers).	21
2.4 Χημικά δεξαμενόπλοια (Chemical Tankers).	23
3.Πρακτικές ασφάλειας δεξαμενοπλοίων.	28
3.1 Κίνδυνοι και μέτρα προστασίας σε κλειστούς χώρους.	28
3.2 Εξοπλισμός μετρήσεως τοξικών αερίων.	39
3.3 Ευφλεκτικότητα (αίτια και τρόποι αποφυγής).	42
3.4 Risk Assessment - Αξιολόγηση Κινδύνου.	46
3.5 MARPOL - Κανονισμοί για την πρόληψη της θαλάσσιας ρυπάνσεως.	47
3.6 Επιθεωρήσεις δεξαμενοπλοίων - Vetting Inspections.	50
4.Υγρά φορτία και διαφοροποιήσεις αυτών.	51
4.1 Περιοχές εξόρυξης πετρελαίου.	51
4.2 Ιδιότητες φορτίων ανάλογα με την σύσταση τους.	53
4.3 Κυριότερες διαφορές Crude Oil και Product Cargo.	56
4.4 Τρόποι και πληροφορίες προστασίας του ανθρώπινου παράγοντα.	58

5.Διάταξη δεξαμενοπλοίων, κύριος και βοηθητικός εξοπλισμός.	59
5.1 Διάταξη δεξαμενών έρματος και φορτίου.	59
5.2 Διάταξη αντλιοστασίου και εξοπλισμός αυτού.	68
5.3 Δίκτυο φορτοεκφορτώσεως και ερματισμού.	74
5.4 Πλοία τύπου Framo.	83
5.5 Σύστημα θερμάνσεως δεξαμενών φορτίου (Tank Heating).	86
5.6 Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System).	89
5.7 Υπολογισμός φορτίου και εκλαμβανόμενοι παράμετροι.	94
6.Η συμβολή των δεξαμενοπλοίων στην εμπορική ναυτιλία.	103
6.1 Η πετρελαϊκή αγορά.	103
6.2 Χρησιμότητα και ιδιότητες δεξαμενοπλοίων.	104
6.3 Η εμπορική ναυτιλία δίχως την ύπαρξη δεξαμενοπλοίων.	105
Συμπεράσματα	106
Βιβλιογραφία	107

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

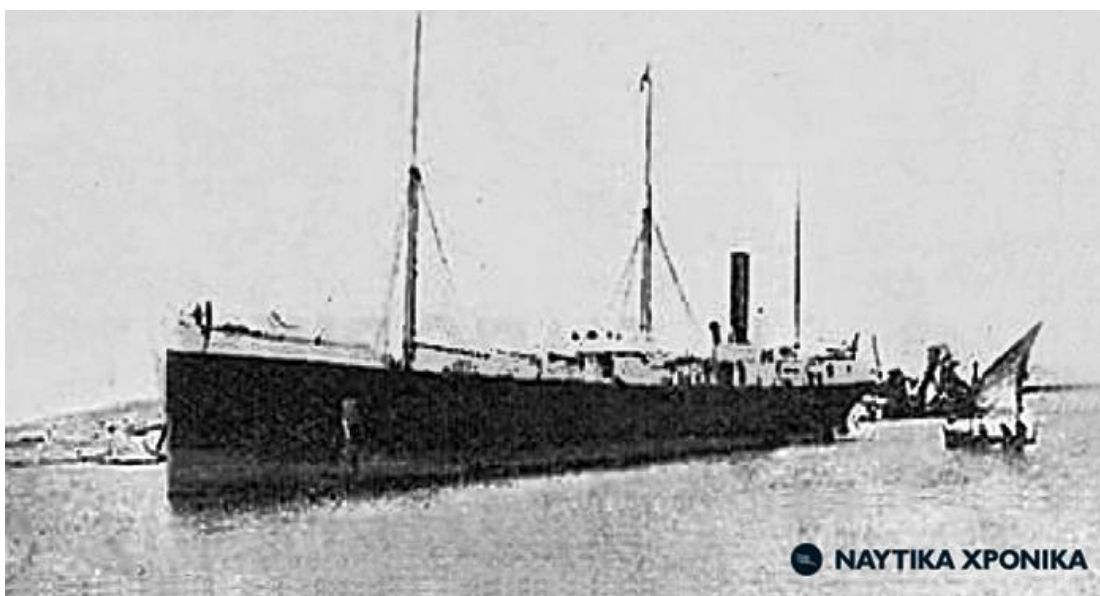
Το Δεξαμενόπλοιο (Tanker) είναι ένα πλοίο σχεδιασμένο να μεταφέρει υγρά φορτία σε χύδην μορφή. Η συγκεκριμένη κατηγορία πλοίων διαθέτει πολλές υποκατηγορίες των οποίων η διάκριση λαμβάνει χώρα ανάλογα με: την κατηγορία του υγρού φορτίου το οποίο μεταφέρεται, τα ταξίδια που πραγματοποιούνται, τα μέσα φορτοεκφορτώσεως καθώς και άλλους παράγοντες τους οποίους θα αναλύσουμε στην συνέχεια. Τα πλοία αυτά τα οποία είναι γνωστά και ως πλοία μεταφοράς υγρών φορτίων, κατέχουν το 80% του εμπορίου υγρών φορτίων λόγω του χαμηλού κόστους μεταφοράς σε σύγκριση με άλλα μέσα (π.χ. αεροπλάνο). Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ραγδαία εξέλιξη στον τομέα της τεχνολογίας, γεγονός πολύ σημαντικό καθώς οι νέοι συνεχώς μεταβαλλόμενοι και αναθεωρημένοι κανονισμοί των συμβάσεων της εμπορικής ναυτιλίας επιβάλλουν την ύπαρξη προηγμένων συστημάτων τεχνολογίας εντός των πλοίων. Κατ'αυτόν τον τρόπο, τόσο τα δεξαμενόπλοια, όσο και οι υπόλοιπες κατηγορίες (πλοίων) θα είναι εξοπλισμένα με συστήματα της τελευταίας γενιάς ικανά να προσφέρουν ασφάλεια ανθρωπίνου παράγοντα, πλοίου, και φορτίου. Αξίζει να αναφερθεί όμως, πως παρά τους νέους και συνεχώς μεταβαλλόμενους “αυστηρούς” κανονισμούς του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO - International Maritime Organization), ατυχήματα συνεχίζουν να υφίστανται με χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτά των M/T Prestige και M/T Exxon Valdez τα οποία προκάλεσαν τεράστιες πετρελαιοκηλίδες με ανυπολόγιστες καταστροφές του θαλασσίου περιβάλλοντος. Για τον ανωτέρω λόγο, θα πρέπει να γίνει σαφές πως για τα πλοία μεταφοράς υγρών φορτίων θα πρέπει να θεσπίζονται κανονισμοί αυστηροί οι οποίοι να προωθούν την ασφάλεια - **SAFETY FIRST** - και να επανδρώνονται με πλήρως ικανά και έμπειρα πληρώματα ώστε το εμπόριο να πραγματοποιείται δίχως να ελλοχεύει ο κίνδυνος του σφάλματος. (Το 80% των ατυχημάτων των εμπορικών πλοίων κατά βάση οφείλεται σε ανθρώπινο λάθος (Human Error) σύμφωνα με μελέτες).

*M/T: Motor Tanker

1.Ιστορική αναδρομή των δεξαμενοπλοίων (Tanker)

1.1 Οι πρώτες μορφές δεξαμενοπλοίων στην ναυτιλία

Από την αρχαιότητα τα υγρά φορτία (λάδι, κρασί κ.λπ.), αλλά και χύμα φορτία, όπως π.χ. τα δημητριακά, μεταφέρονταν συσκευασμένα σε μεγάλα δοχεία, τους λεγόμενους αμφορείς (αντί δεξαμενών), οι οποίοι παρείχαν ιδιαίτερες ευκολίες τόσο στη μεταφορά όσο και στη στοιβασία τους. Οι ευκολίες που παρείχαν οι αμφορείς ήταν τόσο μεγάλες, καθώς μέχρι και ο ερματισμός πραγματοποιούταν εντός αυτών. Αυτοί ωστόσο δεν χρησιμοποιούντουσαν για τις ανάγκες του πληρώματος διότι υπήρχαν τα λεγόμενα “τηγανόσχημα”, ειδικά αγγεία με ευκολία στοιβασίας. Ο τρόπος αυτός μεταφοράς διήρκησε μέχρι τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο -στην αρχή με ξύλινα και στην συνέχεια με μεταλλικά βαρέλια-.



Πρώτο ελληνικό δεξαμενόπλοιο «Ιωάννης Κούτσης», Αγγλία 1888

Ωστόσο, η κατασκευή μηχανοκίνητων πλοίων και οι ανάγκες μεταφοράς πετρελαιοειδών με ταχύτερο ρυθμό έφεραν σε σκέψη ορισμένους πλοιοκτήτες οι οποίοι αποφάσισαν πως πρέπει να πραγματοποιηθεί πλήρης εκμετάλλευση των πλοίων. Για τον λόγο αυτό κατέληξαν στην απόφαση κατασκευής πλοίων “βαρελιών” και όχι πλοίων μεταφοράς βαρελιών. Κατ’αυτόν τον τρόπο τα πλοία διαθέτουν αποθηκευτικούς χώρους μεταφοράς υγρών τα οποία μεταγενέστερα ονομάστηκαν δεξαμενόπλοια (Tanker).

1.2 Γεγονότα και αίτια εξέλιξης των δεξαμενοπλοίων

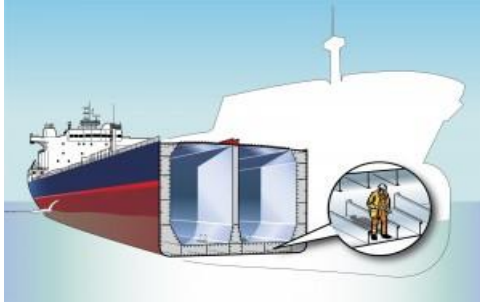
Η περίοδος του Α' Παγκοσμίου Πολέμου και έπειτα αποτέλεσε την αρχή της εξέλιξης των πλοίων μεταφοράς υγρών φορτίων. Μέχρι τότε -όπως αναφέρθηκε- στην αγορά λάμβανε χώρα εμπόριο με την χρήση πλοίων μεταφοράς βαρελιών. Η θέληση για εκσυγχρονισμό και πλήρη εκμετάλλευση των πλοίων, αποτέλεσε σημείο αναφοράς στην εξέλιξη τους. Έτσι περνάμε σε μία περίοδο κατά την οποία οι πλοιοκτήτες δίνουν εντολή στους ναυπηγούς για δημιουργία πλοίων που διαθέτουν δεξαμενές, ισχυρής κατασκευής και διαθέτοντας δυνατότητα κίνησης με ατμό στην αρχή (1820-1911) και στην συνέχεια με μηχανοκίνητη πρόωση.



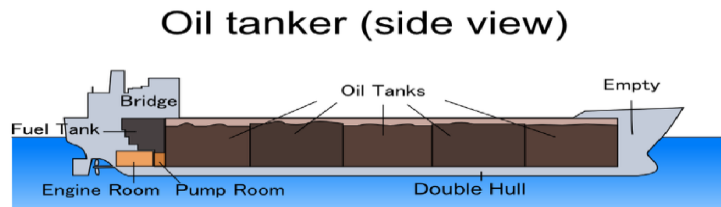
M/T OLYMPIC GAMES, November 1948

Ερχόμενοι λοιπόν στην περίοδο ακμής των μηχανοκίνητων δεξαμενοπλοίων, ενώ ναυπηγούνται συνεχώς μεγαλύτερα και με αυξημένες αντοχές πλοία, μία σειρά έντονων και με ανυπολόγιστα οικονομικά και περιβαλλοντικά κόστη, θέτει ερωτήματα σε πλοιοκτήτες, ναυλωτές, ναυτιλιακούς φορείς και όχι μόνο. Τα ερωτήματα αυτά αναφέρονται στην αξιοπιστία των δεξαμενοπλοίων, τόσο για την ασφάλεια του πληρώματος, όσο και για την περιβαλλοντική καταστροφή. Για το λόγο αυτό κατασκευάζονται πλοία διπλού τοιχώματος (Double hull) σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Διεθνή Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO).

1.3 Σύγκριση μονοπύθμενων - διπύθμενων δεξαμενοπλοίων



Μέση τομή δεξαμενοπλοίου



Δεξιά όψη δεξαμενοπλοίου

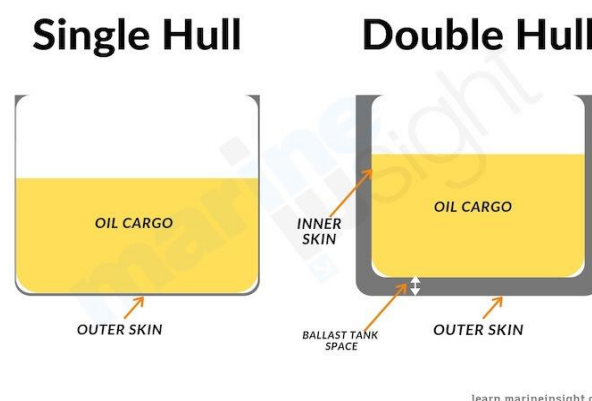
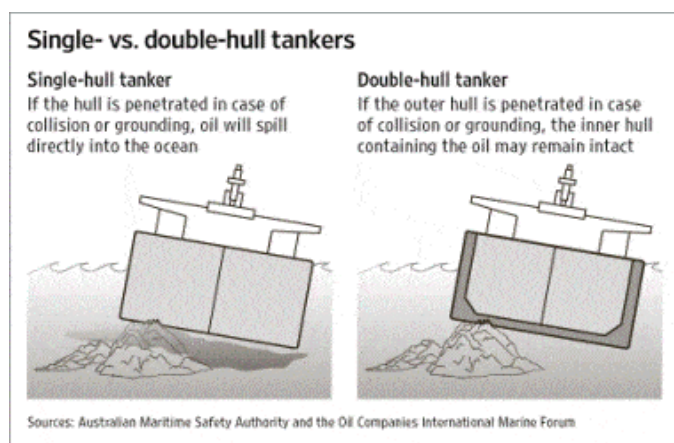
Σύμφωνα με τον Κανονισμό 13F της MARPOL (Marine Pollution): «όλα τα νέα πετρελαιοφόρα 5.000 τόνων DWT και πάνω πρέπει να είναι εφοδιασμένα με διπλά κύτη που θα διαχωρίζονται από ικανή απόσταση, για την πρόληψη της ρύπανσης στην περίπτωση σύγκρουσης ή προσάραξης. Ως εναλλακτική λύση, τα δεξαμενόπλοια μπορεί να έχουν διπλές πλευρές (double sides) και όχι διπλούς πυθμένες (double bottoms), αλλά να είναι σχεδιασμένα ώστε η πίεση που ασκείται στο έλασμα του πυθμένα από το φορτίο να είναι μικρότερη από την υδροστατική πίεση του νερού στον πυθμένα ή να έχουν άλλον ισοδύναμο σχεδιασμό εγκεκριμένο από τον IMO».

Τα Single Hull (Μονού τοιχώματος) είναι πλοία με μονά τοιχώματα που περικλείουν ένα πλοίο σε όλη του την δομή. Τα πλοία μονού τοιχώματος έχουν σαν αποτέλεσμα να αποτελούν μεγαλύτερη απειλή για το θαλάσσιο περιβάλλον σε περίπτωση κάθε είδους ατυχήματος.

Τα Double Hull (Διπλού τοιχώματος), όπως υποδηλώνει και το όνομα, είναι πλοία με διπλά τοιχώματα τα οποία περικλείουν ένα πλοίο. Στην ουσία μιλάμε για ένα χώρο που υφίσταται μεταξύ των δεξαμενών φορτίου και της θάλασσας. Με λίγα λόγια θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι ένα πλοίο μέσα σε ένα πλοίο. Η κατασκευή των διπλών τοιχωμάτων βοηθά στη μείωση των κινδύνων της θαλάσσιας ρύπανσης σε περίπτωση σύγκρουσης, προσάραξης, καθώς και κάθε άλλη μορφή ζημιάς στο κύτος του πλοίου.

Διαφορά μεταξύ μονού και διπλού τοιχώματος

Στα δεξαμενόπλοια με διπλά τοιχώματα, ο χώρος μεταξύ των δεξαμενών φορτίου και του εξωτερικού στρώματος του πλοίου χρησιμοποιείται αποκλειστικά ως δεξαμενές έρματος, το οποίο χρησιμεύει στην ευστάθεια του πλοίου. Οι χώροι έρματος εκτείνονται σε όλο το μήκος των δεξαμενών φορτίου, παρέχοντας μία εκτεταμένη ζώνη ασφαλείας. Τα δεξαμενόπλοια μονού τοιχώματος δεν διαθέτουν τέτοιους χώρους έρματος.



Single Hull vs. Double Hull Skin

Τα πλοία διπλού τοιχώματος, σε σύγκριση με αυτά του μονού, έχουν τεράστια πλεονεκτήματα. Θέλουν όμως ιδιαίτερη προσοχή στις ελεύθερες επιφάνειες που ενδεχομένως μπορούν να προκύψουν από τις δεξαμενές έρματος. Η διάβρωση θεωρείται ένας από τους κύριους λόγους για την ζημιά που μπορεί να προκύψει στις δεξαμενές ενός δεξαμενόπλοιου. Η ελλιπής και ακατάλληλη συντήρηση των δεξαμενών έρματος, όπως και η αποτυχία να διατηρηθεί η ακεραιότητα της προστατευτικής επικάλυψης και της καθοδικής προστασίας έχουν οδηγήσει σε δομική ανεπάρκεια στο παρελθόν. Σε δεξαμενόπλοια διπλού τοιχώματος, η επιφάνεια των δεξαμενών είναι υπερδιπλάσια σε σχέση με αυτά του μονού τοιχώματος, συνεπώς απαιτούν περισσότερη συντήρηση.

Τα δεξαμενόπλοια διπλού τοιχώματος είναι πιο επιρρεπή σε κατάγματα των τοιχωμάτων σε σύγκριση με τα δεξαμενόπλοια μονού τοιχώματος. Για τον λόγο που αναφέραμε, οι ιδιοκτήτες πλοίων με διπλά τοιχώματα, έχουν συχνά παραπονεθεί για διαρροή φορτίου σε δεξαμενές έρματος. Τα δεξαμενόπλοια μονού τοιχώματος από την άλλη, αντιμετωπίζουν συχνά προβλήματα ρυπάνσεως λόγω ελλιπούς καθαρισμού των δεξαμενών φορτίου με αποτέλεσμα την πρόσμιξη του

με το θαλάσσιο έρμα. Το πρόβλημα αυτό, αύξησε επίσης τους κινδύνους ρύπανσης κατά τη διάρκεια του ερματισμού / αφερματισμού.

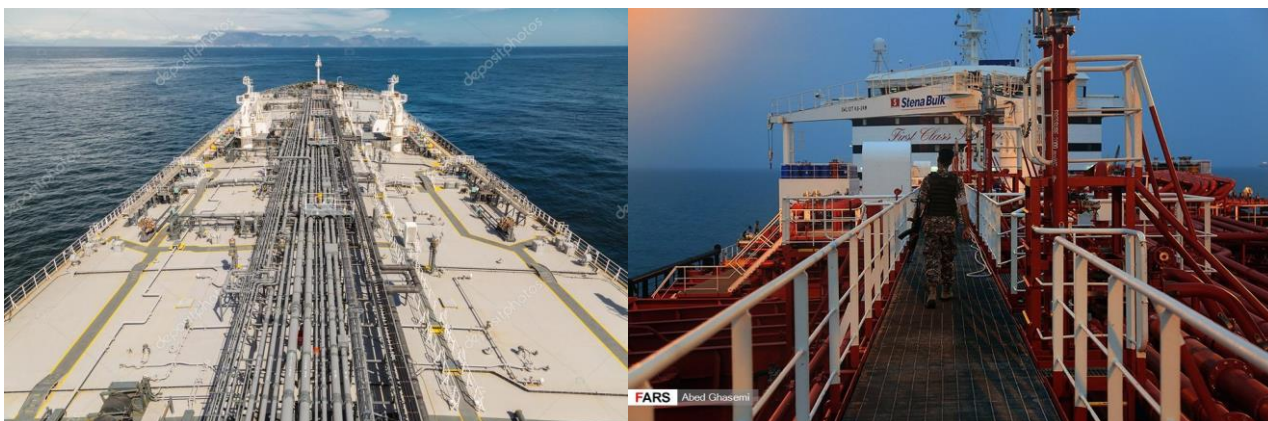
Επίσης και η διαρροή από τις σωλήνες φορτίου που διέρχονται από τις δεξαμενές φορτίου μπορεί να μολύνουν το καθαρό νερό έρματος. Τα πλοία διπλού τοιχώματος δεν έχουν τέτοιο πρόβλημα διότι τα συστήματα σωληνώσεων είναι διαφορετικά και ξεχωριστά για το έρμα και το φορτίο. Στα πλοία με διπλά τοιχώματα, η πρόσβαση στις δεξαμενές έρματος είναι λίγο δύσκολη στην επιθεώρηση και στον καθαρισμό (όποτε χρειάζεται) λόγω της στενότητας και του περιορισμένου χώρου κινήσεως.

Σύμφωνα με μια έρευνα, οι κοπώσεις που έχει ένα πλοίο με διπλά τοιχώματα είναι μεγαλύτερες από ένα πλοίο με μονά. Έτσι τα πλοία διπλού τοιχώματος είναι πιο επιρρεπή σε κατασκευαστικές αποτυχίες και είναι σίγουρα μία ανησυχία κατά την διάρκεια ενός ατυχήματος. Η φόρτωση και εκφόρτωση με τα πλοία διπλού τοιχώματος, είναι πολύ πιο εύκολη και ξεκούραστη από τα πλοία με μονό τοίχωμα. Είναι λογικό, αφού ο υποπλοίαρχος μπορεί ταυτόχρονα να ρυθμίσει την κλίση και την ευστάθεια του πλοίου συν το ότι δεν χρειάζεται να βάζει εντός των δεξαμενών φορτίου έρμα (νερό).

1.4 Μορφές και χαρακτηριστικά των σύγχρονων δεξαμενοπλοίων

Κύριο κατάστρωμα - Main Deck

Με την πάροδο των χρόνων όπως αναφέρθηκε, πραγματοποιήθηκε τεράστια ναυπηγική εξέλιξη και το αποτέλεσμα αυτής είναι τα γιγαντιαία αυτά πλωτά ναυπηγήματα ισχυρής αντοχής. Ένα δεξαμενόπλοιο διαφέρει κατά πολύ τόσο εξωτερικά, όσο και εσωτερικά από τις υπόλοιπες κατηγορίες πλοίων. Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα αποτελούν οι σωληνώσεις επί του κυρίου καταστρώματος οι οποίες εκτείνονται από την υπερκατασκευή (χώρους ενδιαίτησης) μέχρι την προραία κάθετο (fore perpendicular). Οι σωληνώσεις αυτές χρησιμοποιούνται τόσο για την φορτοεκφόρτωση, όσο και για άλλες εργασίες όπως πυρασφάλεια, πλύση δεξαμενών και ρύθμιση της διαγωγής και κλίσης του πλοίου.



Κύριο κατάστρωμα και σωληνώσεις αυτού

Γερανός κυρίου καταστρώματος

Ένα ακόμη σημαντικό γνώρισμα των Tanker αποτελεί η απαραίτητη ύπαρξη γερανού (κρένι) στο μέσο (του μήκους) του κυρίου καταστρώματος. Ο γερανός αυτός χρησιμοποιείται για αρκετές εργασίες, η βασικότερη από τις οποίες είναι ο χειρισμός του εξοπλισμού φορτοεκφορτώσεως καθώς πραγματοποιείται με αυτόν η μεταφορά των ακροφυσίων σωληνώσεων (reducer*), των μηχανικών μεταγίσεως υγρών φορτίων και η μεταφορά οποιουδήποτε εξαρτισμού.

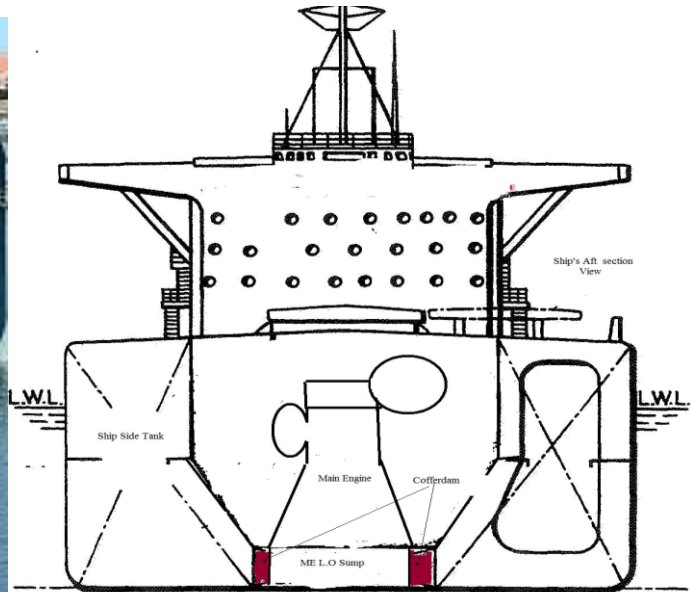
Γάστρα - Hull

Τα πετρελαιοφόρα γενικά, έχουν από 8 έως 18 δεξαμενές. Οι δεξαμενές αριθμούνται μετρούμενες από πλώρα προς τα πρύμα (η πρώτη πλωριά δεξαμενή είναι η νούμερο 1) . Οι δεξαμενές φορτίου περικλείονται από τα διπύθμενα (double bottom), τόσο στις εξωτερικές πλευρές, όσο και κάτω από τον πυθμένα τους ενώ μεταξύ τους υπάρχουν τα διαφράγματα (bulkheads) καθώς και τα διαχωριστικά στεγανά (cofferdams) -κάτω από τον πυθμένα τους- τα οποία με την σειρά τους αποτελούν κενούς χώρους μήκους νομέα ή και διπλάσιο από αυτόν παρέχοντας επιπρόσθετη προστασία στην περίπτωση υπάρξεως δύο δεξαμενών εκ των οποίων η μία χρησιμοποιείται για νερό και η άλλη για πετρέλαιο.

***Reducer:** Σε συστήματα σωλήνων χρησιμοποιείται ένα εξάρτημα ή προσαρμογέας για τη σύνδεση ίσων τμημάτων σωλήνα , προσαρμογής σε διαφορετικά μεγέθη ή σχήματα και για άλλους σκοπούς όπως η ρύθμιση (ή μέτρηση) ροής ρευστού . Οι σύνδεσμοι αυτοί χρησιμοποιούνται στις υδραυλικές εγκαταστάσεις για να χειραγωγήσουν τη μεταφορά υδάτων, αερίων ή υγρών αποβλήτων σε οικιακά ή εμπορικά περιβάλλοντα, μέσα σε ένα σύστημα σωλήνων.



Διάφραγμα και διπύθμενο ενός Δ/Ξ



Διαχωριστικά στεγανά ενός Δ/Ξ

Βολβός - Bulbous bow

Ο σκοπός της βολβοειδούς πρόρας (πλώρης) είναι η μείωση του ύψους του κύματος της πλώρης (bow wave crest) και της αντίστασης πρόωσης (pressure resistance).

Το περίγραμμα της πλώρης είναι ευθύγραμμο από πάνω προς τα κάτω με ελαφριά κλίση προς τα πρύμα. Κάτω από την ίσαλο σχεδίασεως και πρόραθεν της προραίας καθέτου, προέκταση της γάστρας με όγκο διάφορης μορφής, που συνήθως εξέχει και εγκάρσια από τη γάστρα με ανάλογη μορφή των παρισάλων.

Οι καμπύλες των παρισάλων είναι λεπτές στο ύψος της ισάλου σχεδίασης, ενώ κάτω από την ίσαλο σχεδίασης οι νομείς διευρύνονται σε σχήμα τόξου, γίνονται πιο ογκώδεις και κυρτές στην περιοχή που αρχίζει ο βολβός στην περιοχή των υφάλων. Η παρουσία του βολβού (όπως αναφέρθηκε) συνεπάγεται μείωση του ύψους κύματος στην πλώρη, διόρθωση της κατανομής του κυματισμού στην πρύμνη (γέμισμα της κοιλάδας του κύματος στην πρύμνη) και μικρότερη αντίσταση στην πρόωση του πλοίου.

Βολβοειδής πλώρη συναντάται σε: επιβατηγά και ταχέα φορτηγά – πολεμικά με μεγάλα ηχοβολιστικά – ογκώδη γενικά πλοία – αλλά και αλιευτικά υπερπόντιας αλιείας.

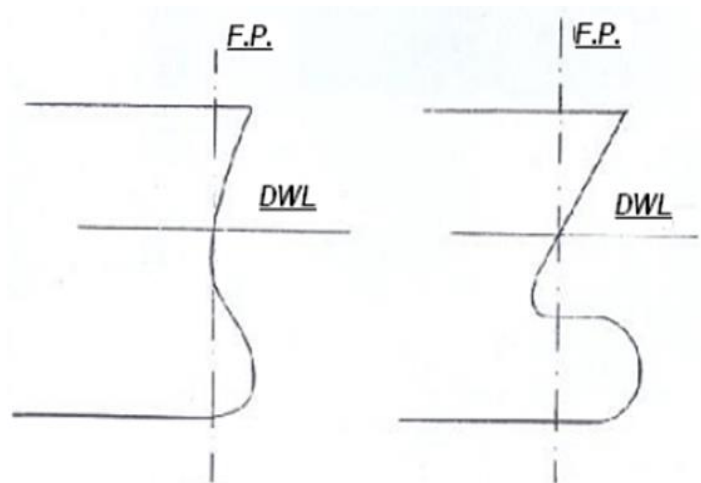
Γενικές αρχές σχεδίασης βολβοειδούς πλώρης

- Η καλύτερη διαμήκης θέση του βολβού είναι το κέντρο της επί της πρωραίας καθέτου, δηλαδή με το άκρο του βολβού να προεξέχει του σκάφους.
- Ο βολβός θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό σε μεγαλύτερο βάθος.
- Ο βολβός θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν βραχύς κατά το διάμηκες και ευρύς.
- Η βύθιση του ανώτατου άκρου του βολβού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το μέγιστο πλάτος του.



Τα σχήματα αυτά δείχνουν την παρουσία έλικας πλώρης. Ελικες πλώρης. Το σχήμα αυτό δείχνει την παρουσία του βολβού.

Πλοίο με βολβοειδή πλώρη



Σχεδιάγραμμα βολβοειδούς πλώρης

***Υφαλα:** Το τμήμα του πλοίου που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του νερού.

***DWL (Designed waterline):** Η σχεδιασμένη από τον ναυπηγό τομή που προκύπτει από την επιφάνεια της θάλασσας με το πλοίο (σε έμφορτη κατάσταση).

***Παρίσαλος:** Οποιαδήποτε τομή του πλοίου με επίπεδα παράλληλα προς εκείνου της ισάλου σχεδίασεως.

2.Κατηγορίες δεξαμενοπλοίων και εμπορική δραστηριότητα

Στις μέρες μας η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και η ανάγκη μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων φορτίου έχουν ως συνέπεια να ναυπηγούνται πλοία άνω των 150.000 τόνων, τα λεγόμενα **Super-Tanker**. Χαρακτηριστικό υπήρξε το ιαπωνικό Δεξαμενόπλοιο "Tokyo Maru" που έφθανε τους 200.000 τόνους, χαρακτηριζόμενο ως "ο Κολοσσός των Ωκεανών".

Επί αυτού του πλοίου, ο Αριστοτέλης Ωνάσης έδωσε εντολή σχεδιασμού δεξαμενοπλοίου στο φανταστικό μέγεθος των 500.000 τόνων, υπολογιζόμενο από τον τότε ημερήσιο τύπο σε πλοίο μήκους ενός χιλιομέτρου και πλάτους 250 μέτρων. Δυστυχώς όμως ο τραγικός θάνατος του μοναχογιού του δεν του άφησε περιθώρια άλλης δραστηριοποίησης. Το όνειρο όμως εκείνο, του Ωνάση, βρήκε εκτελεστές (η πλειοψηφία των οποίων προερχόταν από άλλες χώρες) πολύ όμως αργότερα (και) από άλλους πλοιοκτήτες. Μπροστά σε αυτήν την εξέλιξη οι προηγούμενες κατηγοριοποιήσεις σε σούπερ τάνκερ αντικαταστάθηκαν με νεότερες ανάλογα και του είδους των μεταφερομένων φορτίων, περισσότερο εξειδικευμένα. Η ποικιλία των μεταφερόμενων υγρών επέβαλε και τη δημιουργία διαφορετικών τύπων δεξαμενοπλοίων, και έτσι έχουμε δεξαμενόπλοια χημικών, πετρελαιοφόρα, υγραεριοφόρα, υδροφόρα, κρασάδικα, λαδάδικα κλπ.

2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος ενός δεξαμενοπλοίου

Ανά τον κόσμο υφίστανται πολλές περιοχές μεταξύ των οποίων πραγματοποιείται το εμπόριο υγρών φορτίων, άλλες εύκολα και άλλες δύσκολα προσιτές. Λόγω διαφόρων περιορισμών όπως περιορισμένα ύδατα, μικροί λιμένες, ναυτιλιακοί κίνδυνοι, περιορισμός βυθισμάτων, δυσμενείς καιρικές συνθήκες κ.α., η ανάγκη μεταφοράς του φορτίου σε όσο το δυνατόν περισσότερους λιμένες, οδήγησε στη διαφοροποίηση των πλοίων ως προς το μέγεθος τους.

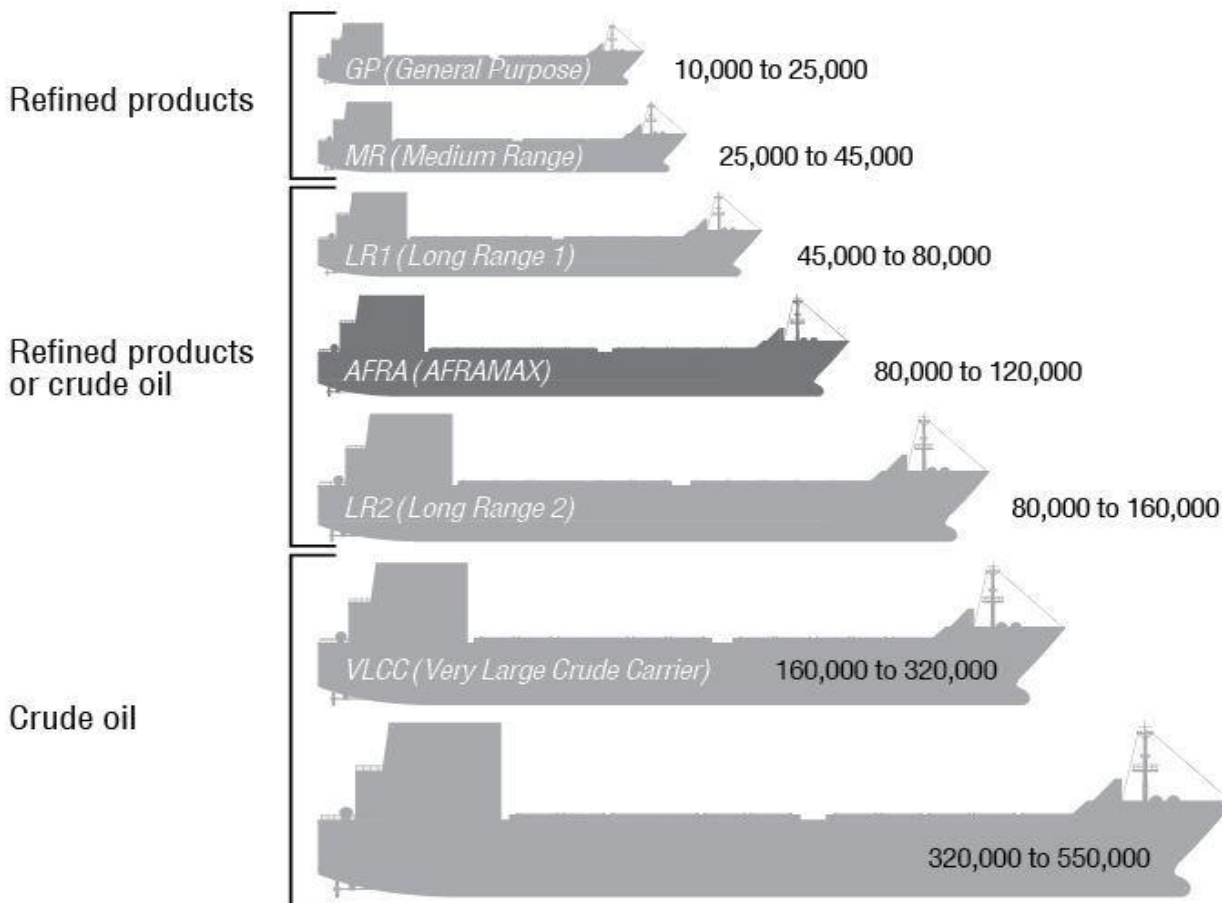
Για την κατηγοριοποίηση των δεξαμενοπλοίων κατά μέγεθος η εταιρεία πετρελαιοειδών Shell ανέπτυξε το 1954 το **σύστημα afra** (average freight rate assessment):

Κατηγορία	Τόνοι φορτίου
General Purpose (GP)	10.000 - 24.999 Mt dwt
Medium Range (MR)	25.000 - 44.999 Mt dwt
Large Range 1 (LR-1)	45.000 - 79.999 Mt dwt
Large Range 2 (LR-2)	80.000 - 159.999 Mt dwt
Very Large Crude Carrier (VLCC)	160.000 - 319.999 Mt dwt
Ultra Large Crude Carrier (ULCC)	320.000 - 549.999 Mt dwt

Σύστημα AFRA της SHELL

Average Freight Rate Assessment (AFRA) Scale - Fixed

Cargo type Vessel class, capacity (thousand deadweight metric tons)

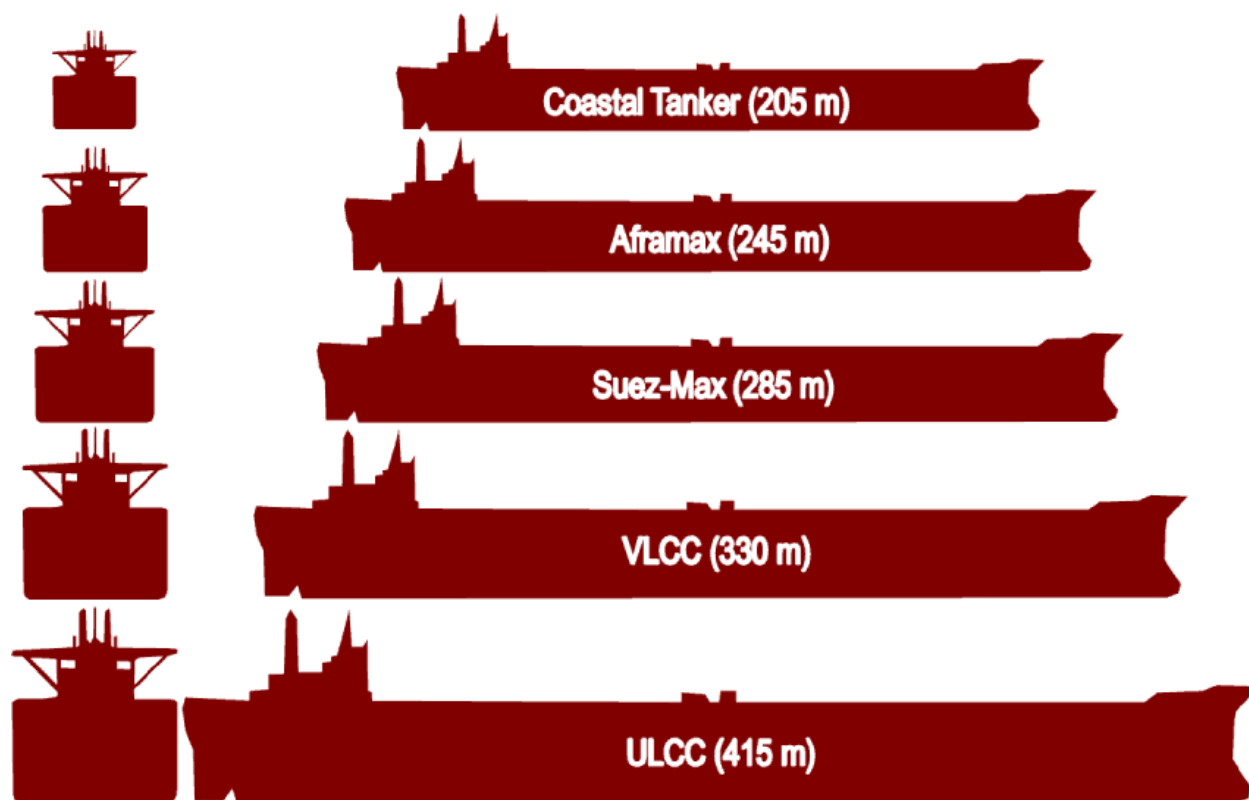


Πίνακας κατηγοριοποίησης των Δ/Ξ σύμφωνα με την SHELL

Ωστόσο στις μέρες μας, στον χώρο της εμπορικής ναυτιλίας επικρατούν οι κάτωθι κατηγορίες / ονομασίες και είναι οι εξής:

Κατηγορία	Τόνοι ξηρού φορτίου
Product Tanker (coastal tanker)	10.000 - 60.000 Mt dwt
Panamax	60.000 - 80.000 Mt dwt
Aframax	80.000 - 120.000 Mt dwt
Suezmax	120.000 - 199.999 Mt dwt
VLCC	200.000 - 319.999 Mt dwt
ULCC	319.999 - 549.999 Mt dwt

Στην εμπορική ναυτιλία, τα δεξαμενόπλοια ανάλογα με την χωρητικότητά τους κατατάσσονται σε ονοματολογικές κατηγορίες. Οι κατηγοριοποιήσεις αυτές ξεκινούν από τα πολύ μικρά Product tanker (10.000 - 60.000 Mt dwt) και καταλήγουν στα πολύ μεγάλα ULCC (319.999 - 549.999 Mt dwt).



Κατηγοριοποίηση των Δ/Ξ ως προς το μέγεθος

Παρατηρώντας λοιπόν την εξέλιξη των δεξαμενοπλοίων, μπορούμε να αντιληφθούμε την σπουδαιότητα της τεχνολογικής προόδου η οποία έδωσε την δυνατότητα για μεγιστοποίηση στον τομέα της εκμεταλλεύσεως της μεταφορικής ικανότητας κάνοντας λόγο μέχρι και για “γιγαντισμό” των πλοίων αφότου τα σημερινά ULCC (ULTRA LARGE CRUDE CARRIER) φάνταζαν εξωπραγματικά στην κατασκευή τους πριν μερικά χρόνια.

2.2 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου (Crude Oil Tankers)

Μία από τις σημαντικότερες κατηγορίες πλοίων μεταφοράς υγρών φορτίων αποτελούν τα δεξαμενόπλοια αργού πετρελαίου. Το αργό πετρέλαιο (crude oil ή petroleum) ή απλά αργό ή ακάθαρμο πετρέλαιο ή ακατέργαστο πετρέλαιο, χαρακτηριζόμενο και μαύρος χρυσός, είναι η πρωτογενής μορφή πετρελαίου, δηλαδή ένα ορυκτό προϊόν φυσικής παραγωγής σε υγρή μορφή, που θεωρείται πραγματικά ως παγκόσμιο αγαθό. Το χρώμα του είναι σκούρο μαύρο με κίτρινες και

πράσινες αποχρώσεις. Οι ειδικοί ακόμα και σήμερα δεν έχουν συμφωνήσει απόλυτα σχετικά με την προέλευση και δημιουργία του αργού πετρελαίου. Θεωρείται γενικά ότι δημιουργήθηκε από την αποσύνθεση και διάσπαση οργανικών ουσιών με διαφορετικές προελεύσεις, θάλασσα, προϊστορικά θαλάσσια ζώα, φυτά, λάσπη κ.λπ. Το αργό πετρέλαιο αντλείται από το υπέδαφος σε βάθος από λίγα μέτρα μέχρι και 5.000 m στη στεριά ή στη θάλασσα από τις πετρελαιοπηγές (πηγάδια).

Ανεξαρτήτως από ποιες πετρελαιοπηγές αντλείται ανά τον κόσμο, έχει περίπου παρόμοια συστατικά/χαρακτηριστικά αλλά και μικρές διαφορές που εξαρτώνται από τον τόπο εξορύξεώς του (oil field) και από το βάθος, από το οποίο αντλείται ακόμα και αν είναι και από την ίδια περιοχή.

Τα Δ/Ξ αργού πετρελαίου λοιπόν ή “κρουντάδικα” χαρακτηρίζονται από έναν αριθμό συστατικών (παραρτημάτων) τα οποία είναι:

1. Δεξαμενές φορτίου ή Cargo Oil Tanks.
2. Δεξαμενές καταλοίπων ή Slop Tanks.
3. Δεξαμενές ερματισμού ή Water Ballast Tanks.
4. Διπλό περίβλημα πυθμένα ή Double bottom (according to MARPOL & OPA).
5. Κεντρόφυγες αντλίες φορτίου ή Centrifugal Cargo Pumps.
6. Αντλιοστάσιο ή Pump room.
7. Σύστημα πλύσεως με αργό πετρέλαιο ή COW SYSTEM (CRUDE OIL WASHING SYSTEM).
8. Σύστημα αδρανούς αερίου ή IGS (INERT GAS SYSTEM).
9. Σύστημα εξαερισμού φορτίου με ανεξάρτητα ανακουφιστικά επιστόμια πίεσεως/κενού ή Pressure/Vacuum valves (PVs).

1. Δεξαμενές φορτίου ή Cargo Oil Tanks: Εξειδικευμένοι χώροι εγκεκριμένοι από την SOLAS για την ασφαλή μεταφορά του φορτίου. Ασφαλής θεωρείται η μεταφορά όταν εξασφαλίζεται:

- A) αποτροπή επενέργειας των εξωτερικών παραγόντων.
- B) διατήρηση αδρανοποιημένης ατμόσφαιρας (οξυγόνο κάτω από 5%, 75-80% άζωτο, 12-14% διοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου 1%).

2. Δεξαμενές καταλοίπων ή Slop Tanks: Ναυπηγήματα υποδοχής ναυτιλιακών αποβλήτων (Shipping discharge reception crafts or SLOPS), δηλαδή δεξαμενές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την συλλογή αποβλήτων. Πρέπει να αναφερθεί πως οι δεξαμενές αυτές χρησιμοποιούνται και για

την παραλαβή φορτίου παρά την μικρή τους χωρητικότητα (0.8-3.0% της συνολικής χωρητικότητας του πλοίου).

3.Δεξαμενές ερματισμού ή Water Ballast Tanks: Δεξαμενές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ρύθμιση της διαγωγής και κλίσης του πλοίου με την χρησιμοποίηση θαλασσίου έρματος.

4.Διπλό περίβλημα πυθμένα ή Double bottom (according to MARPOL & OPA): Ενίσχυση του πλοίου με διπλό πυθμένα προκειμένου να μεγιστοποιούνται τα μέτρα ασφαλείας που αφορούν την περιβαλλοντική ρύπανση. Για το λόγο αυτό, οι δεξαμενές έρματος τοποθετήθηκαν σε επιλεγμένες θέσεις ώστε να παρέχεται η προστασία του πλοίου και του φορτίου σε περίπτωση συγκρούσεως ή προσαράξεως.

5.Κεντρόφυγες αντλίες φορτίου ή Centrifugal Cargo Pumps: Χρησιμοποιούνται μόνο για την εκφόρτωση του πλοίου καθότι η φόρτωση πραγματοποιείται είτε με τις αντλίες του άλλου πλοίου (STS OPERATION) είτε από τις αντλίες του terminal. Οι φυγοκεντρικές αντλίες μπορεί να είναι αξονικές, ακτινικές ή μικτού τύπου. Επίσης διακρίνονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με τον αριθμό των διαδοχικών περωτών, τη μέθοδο στεγανοποίησης μεταξύ άξονα και κελύφους, και πολλά άλλα στοιχεία της κατασκευαστικής διαμόρφωσης.

6.Αντλιοστάσιο ή Pump room: Χώρος του πλοίου, εντός του οποίου βρίσκονται οι αντλίες φορτίου και έρματος, το υπάριο (stripping pump), οι εκχυτήρες κενού (τζιφάρια) και το Auto Vacuum Stripping System.

7.Σύστημα πλύσεως με αργό πετρέλαιο ή COW SYSTEM (CRUDE OIL WASHING SYSTEM): Σύστημα πλύσεως των δεξαμενών φορτίου με το ίδιο το φορτίο το οποίο κατά την διάρκεια της εκφορτώσεως επανέρχεται σε κρουνοί υψηλής πίεσεως που στοχεύουν βαθμιαία όλα τα εσωτερικά ελάσματα των δεξαμενών.

8.Σύστημα αδρανούς αερίου ή IGS (INERT GAS SYSTEM): Σύστημα αδρανοποίησης της ατμόσφαιρας εντός της δεξαμενής φορτίου (οξυγόνο κάτω από 5%, 75-80% άζωτο, 12-14% διοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου 1%.

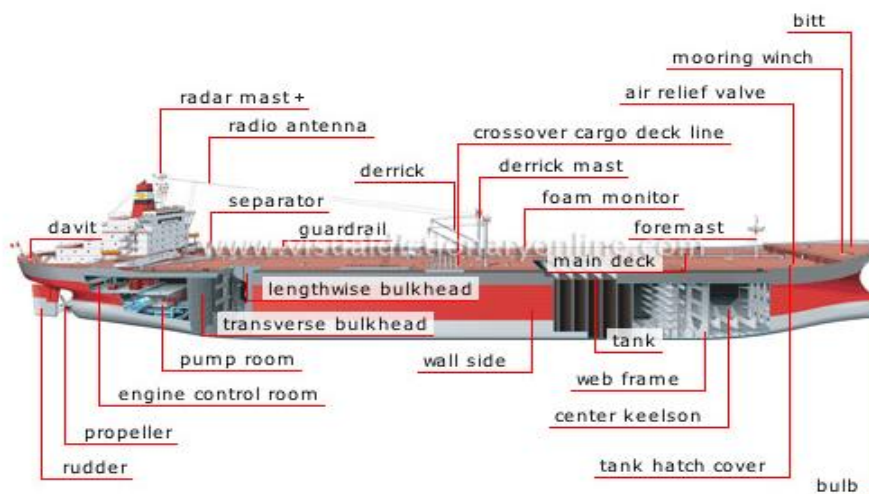
9. Σύστημα εξαερισμού φορτίου με ανεξάρτητα ανακουφιστικά επιστόμια πίεσης/κενού ή Pressure/Vacuum valves (PVs): Ασφαλιστικά προστασίας των δεξαμενών τόσο σε περίπτωση πίεσης, όσο και σε περίπτωση υποπίεσης αυτών.



Crude oil tanker, M/T OLYMPIC LIGHT, China 2017

Κύριο σημείο αναφοράς λοιπόν των δεξαμενοπλοίων αυτών είναι η διάθεση εξοπλισμού κατάλληλου για την μεταφορά αργού πετρελαίου. Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί πως ένα πλοίο μεταφοράς αργού πετρελαίου, μπορεί να μεταφέρει στις δεξαμενές του και προϊόντα πετρελαίου αρκεί να έχει προηγηθεί πλύσιμο των δεξαμενών του ώστε να μην υπάρχουν σε αυτές τυχόν υπολείμματα φορτίου (sludge).

Στο κάτωθι σχήμα προβάλλεται ένα general tanker's plan το οποίο αφορά τα Δ/Ξ αργού και προϊόντων πετρελαίου αλλά όχι τα πλοία τύπου Framo.



Διάταξη δεξαμενοπλοίου

Μετάφραση ναυτιλιακών όρων της παραπάνω εικόνας στα ελληνικά

Davit: καπόνι ή βίντσι.

Radar mast: Ιστός του Ραντάρ.

Radio antenna: Κεραία ραδιοεπικοινωνιών.

Separator: Διαχωριστήρας.

Guardrail: Δίοδος ασφαλείας.

Derrick: Μπίγα.

Crossover cargo deck line: Σημείο ενώσεως γραμμής φορτίου.

Derrick mast: Ιστός μπίγας.

Foam monitor: Εξοπλισμός ρίψης αφρού (κανονάκια).

Foremast: Πρωραίος εφίστιος.

Air relief valve: Βαλβίδα ανακούφισεως των δεξαμενών.

Mooring winch: Βίντσι πρόσδεσης.

Bitt: Μπίντα ή δέστρα.

Rudder: Πηδάλιο.

Propeller: Προπέλα.

Engine control room: Χώρος διαχειρίσεως εξοπλισμού μηχανής.

Pump room: Αντλιοστάσιο.

Transverse bulkhead: Εγκάρσια φρακτή.

Lengthwise bulkhead: Διαμήκης φρακτή.

Wall side: Η πλευρά του πλοίου.

Main deck: Κύριο κατάστρωμα.

Tank: Δεξαμενή.

Web frame: Ενισχύσεις νομέα.

Center keelson: Διαμήκης τομή τρόπιδας.

Tank hatch cover: Οροφή δεξαμενής.

Bulb: Βολβός πλώρης.

2.3 Δεξαμενόπλοια μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου (Product Carriers)

Τα Product carriers/tankers είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν καθαρά πετρελαϊκά προϊόντα (CPP). Σύμφωνα με τη διαδικασία διύλισης/απόσταξης, το CPP περιλαμβάνει ελαφρά προϊόντα (π.χ. Βενζίνη, Νάφθα) και μεσαία αποστάγματα (π.χ., Diesel, Jet). Τα κύρια χαρακτηριστικά των Δεξαμενόπλοιων είναι οι δεξαμενές φορτίου με εποξική (epoxy) επικάλυψη που προστατεύουν το φορτίο, διευκολύνοντας ταυτόχρονα τον καθαρισμό των δεξαμενών για την παραλαβή του επόμενου φορτίου.

Τα Product Carriers μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

Aframax - Long Range 2 (LR2): 80.000 - 160.000 Mt dwt

Panamax - Long Range 1 (LR1): 55.000 - 80.000 Mt dwt

Handymax - Medium Range (MR): 25.000 - 45.000 Mt dwt

α) Long Range 2

Τα αποκαλούμενα δεξαμενόπλοια Aframax αποτελούν μια ταχέως αναπτυσσόμενη κατηγορία στο στόλο των Product Carriers. Τα τελευταία χρόνια, τα LR2s συμμετείχαν στις αποστολές νάφθας από τη Μέση Ανατολή ή από την Ευρώπη στην Ιαπωνία και την Κορέα, κυρίως για ανάγκες παραγωγής πετροχημικών, καθώς επίσης και καύσιμα από τη Μέση Ανατολή και την Ινδία προς διάφορους προορισμούς προς τα δυτικά.

β) Long Range 1

Τα αποκαλούμενα δεξαμενόπλοια Panamax αποτελούν μια όλο και πιο ευέλικτη κατηγορία στο στόλο των Product Carriers. Οι LR1s αναμένεται να αποκτήσουν αυξανόμενη σημασία λόγω της σημαντικής επέκτασης της δυναμικότητας διύλισης τόσο στη Μέση Ανατολή όσο και στην Ινδία / Κίνα. Αυτή η επέκταση προωθούσε τις εξαγωγές πετρελαϊκών προϊόντων από αυτές τις περιοχές, σε αυξανόμενους όγκους, τόσο προς τη Δύση όσο και προς την Ανατολή. Η ευελιξία τους οφείλεται στην οικονομική βιωσιμότητά τους τόσο για μακρινές όσο και για μικρότερες συναλλαγές.

γ) Medium Range

Τα αποκαλούμενα δεξαμενόπλοια Handymax συνιστούν την κατηγορία με τα περισσότερα πλοία του στόλου των Product Carriers. Τα MR λειτουργούν συνήθως στις λεκάνες του Ατλαντικού και

του Ειρηνικού. Ασχολούνται κυρίως με τη μεταφορά βενζίνης στις ΗΠΑ (Κόλπος και Ανατολική Ακτή) από την Καραϊβική και την Ευρώπη, καθώς και το ντίζελ από τον Κόλπο των ΗΠΑ προς την Ευρώπη και τη Μεσόγειο.

Κύριο σημείο αναφοράς λοιπόν των δεξαμενοπλοίων αυτών είναι η διάθεση εξοπλισμού κατάλληλου για την μεταφορά προϊόντων πετρελαίου. Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί πως ένα πλοίο μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου, μπορεί να μεταφέρει στις δεξαμενές του και αργό πετρέλαιο. Στην περίπτωση αυτή όμως δεν είναι απαραίτητη η πλύση των δεξαμενών καθώς τα product cargoes σπανίως αφήνουν υπολείμματα εντός των δεξαμενών.

Ως προς τον εξοπλισμό τους τα πλοία αυτής της κατηγορίας, κατά μεγάλο ποσοστό (ο εξοπλισμός τους) μοιάζει με των Δ/Ξ αργού πετρελαίου με την διαφορά της υπάρξεως αντλιών τύπου Framo σε αρκετές περιπτώσεις αντί των κοινών φυγοκεντρικών. Τα πλοία αυτά απαιτείται να είναι εφοδιασμένα με COW System λόγω της υπάρξεως πιθανότητας φορτώσεως αργού πετρελαίου.

Συμπεώς, η διάταξη τους είναι η κάτωθι:

1. Δεξαμενές φορτίου ή Cargo Oil Tanks.
2. Δεξαμενές καταλοίπων ή Slop Tanks.
3. Δεξαμενές ερματισμού ή Water Ballast Tanks.
4. Διπλό περίβλημα πυθμένα ή Double bottom (according to MARPOL & OPA).
5. Κεντρόφυγες αντλίες φορτίου ή Centrifugal Cargo Pumps ή αντλίες τύπου Framo.
6. Αντλιοστάσιο ή Pump room.
7. Σύστημα πλύσεως με αργό πετρέλαιο ή COW SYSTEM (CRUDE OIL WASHING SYSTEM).
8. Σύστημα αδρανούς αερίου ή IGS (INERT GAS SYSTEM).
9. Σύστημα εξαερισμού φορτίου με ανεξάρτητα ανακουφιστικά επιστόμια πίεσεως/κενού ή Pressure/Vacuum valves (PVs).

Στην περίπτωση υπάρξεως αντλιών τύπου Framo δεν υφίσταται η ύπαρξη αντλιοστασίου, ο λόγος θα αναλυθεί σε άλλη υποενότητα (5.4).

2.4 Χημικά δεξαμενόπλοια (Chemical Tankers)

(Δεξαμενόπλοιο χημικό)

Ένα χημικό δεξαμενόπλοιο είναι ένας τύπος δεξαμενοπλοίου σχεδιασμένο να μεταφέρει χύδην χημικά. Όπως ορίζεται στο Παράρτημα II της MARPOL, « χημικό δεξαμενόπλοιο σημαίνει πλοίο κατασκευασμένο ή προσαρμοσμένο για τη μεταφορά χύδην υγρού προϊόντος» το οποίο αναφέρεται και στο κεφάλαιο 17 του διεθνούς κώδικα χύδην χημικών (International Bulk Chemical Code). Εκτός από τις βιομηχανικές χημικές ουσίες και τα καθαρά προϊόντα πετρελαίου, τα πλοία αυτά συχνά φέρουν και άλλα είδη ευαίσθητων φορτίων που απαιτούν υψηλό επίπεδο καθαρισμού των δεξαμενών, όπως το φοινικέλαιο (palm oil), τα φυτικά έλαια (vegetable oils), το λίπος (tallow), την καυστική σόδα (caustic soda) και τη μεθανόλη (methanol). Τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών προϊόντων τα οποία πραγματοποιούν ωκεανοπλοΐα κυμαίνονται από 5.000 τόνους νεκρού βάρους (DWT) έως 35.000 DWT σε μέγεθος, το οποίο είναι μικρότερο από το μέσο μέγεθος άλλων τύπων δεξαμενόπλοιων λόγω της εξειδικευμένης φύσης του φορτίου τους και των περιορισμών μεγέθους των λιμενικών τερματικών από τα οποία καλούνται να φορτώσουν.

Τα χημικά δεξαμενόπλοια διαθέτουν συνήθως μια σειρά ξεχωριστών δεξαμενών φορτίου, οι οποίες είτε είναι επικαλυμμένες με εξειδικευμένες επικαλύψεις όπως βαφές φαινολικού εποξικού (phenolic epoxy) ή ψευδαργύρου (zinc paint) ή είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα (stainless steel) . Το υλικό της επίστρωσης ή της δεξαμενής φορτίου καθορίζει ποιους τύπους φορτίων μπορεί να μεταφέρει μια συγκεκριμένη δεξαμενή, π.χ. απαιτούνται δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα για επιθετικά φορτία οξέος όπως θειικό και φωσφορικό οξύ, ενώ τα «ευκολότερα» φορτία - όπως το φυτικό έλαιο - απλές δεξαμενές. Η επίστρωση ή το υλικό της δεξαμενής επηρεάζει επίσης το πόσο γρήγορα μπορούν να καθαριστούν αυτές. Τυπικά, τα πλοία με δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα μπορούν να μεταφέρουν ένα ευρύτερο φάσμα φορτίων και να καθαριστούν πιο γρήγορα μεταξύ ενός φορτίου και ενός άλλου, γεγονός που δικαιολογεί το πρόσθετο κόστος κατασκευής τους.

Ο IMO ταξινομεί τα χημικά δεξαμενόπλοια σε 3 κατηγορίες οι οποίες είναι οι εξής:

- α) Πλοίο τύπου 1 - IMO 1.
- β) Πλοίο τύπου 2 - IMO 2.
- γ) Πλοίο τύπου 3 - IMO 3.

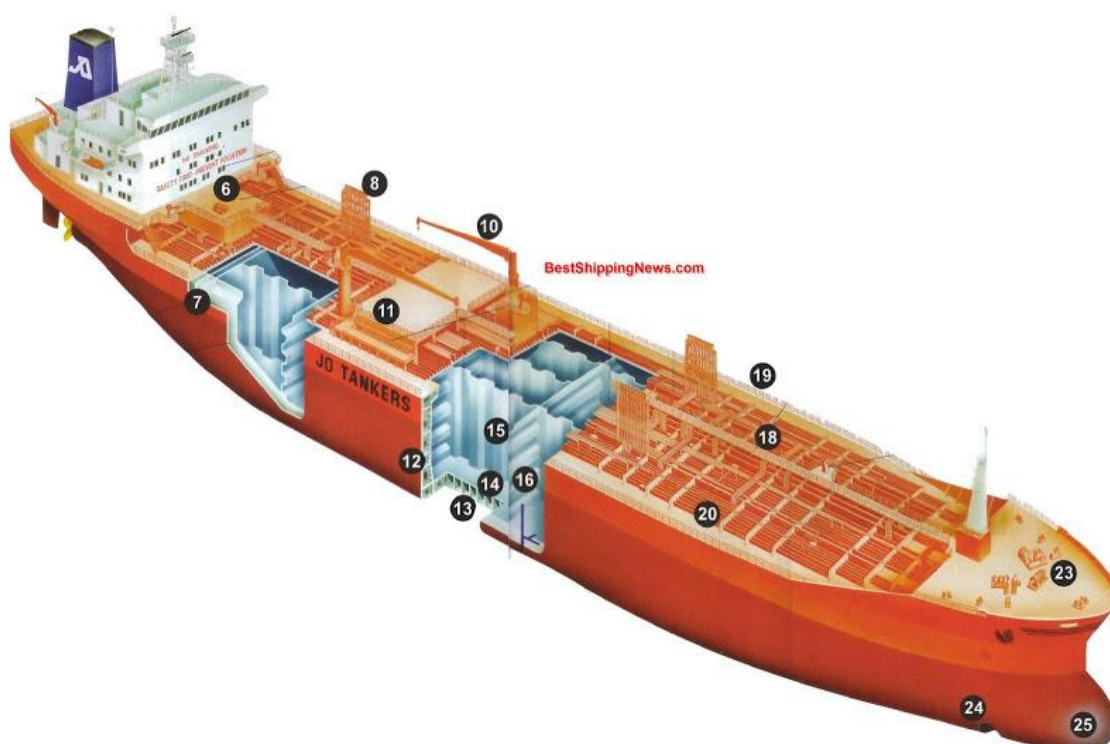
Αναλυτική ταξινόμηση των Chemical Tanker σύμφωνα με τον IMO

α) Πλοίο τύπου 1 είναι το χημικό Δ/Ξ που προτίθεται να μεταφέρει προϊόντα (φορτία) που αναφέρονται στο κεφάλαιο 17 (π.χ. πολυκυκλικά αρωματικά, τριχλωροβενζένιο), τα οποία εγκυμονούν σοβαρότατους κινδύνους, περιβαλλοντικούς και ασφάλειας, και απαιτούν μέγιστης ασφάλειας προστατευτικά μέτρα προκειμένου να αποκλειστεί η διαρροή τους. Το πλοίο τύπου 1 θα πρέπει να αντέξει σε υποθετική ζημιά σε οποιοδήποτε σημείο του μήκους του.

β) Πλοίο τύπου 2 είναι το χημικό Δ/Ξ που προτίθεται να μεταφέρει προϊόντα που αναφέρονται στο κεφάλαιο 17 (π.χ. καλαμποκέλαιο, ελαιόλαδο), τα οποία εγκυμονούν πολύ σοβαρούς κινδύνους, περιβαλλοντικούς και ασφάλειας, και απαιτούν ισχυρά προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή διαρροής τους. Το πλοίο τύπου 2 που έχει μήκος πάνω από 150 m, θα πρέπει να αντέξει σε υποθετική ζημιά σε οποιοδήποτε σημείο του μήκους του. Το πλοίο τύπου 2 που έχει μήκος 150 m ή μικρότερο, υποτίθεται ότι θα πρέπει να αντέξει σε υποθετική ζημιά σε οποιοδήποτε σημείο του μήκους του, εκτός και αν αυτή προκληθεί μεταξύ των φρακτών που ορίζουν το μηχανοστάσιο το οποίο βρίσκεται στο πρυμναίο τμήμα του πλοίου.

γ) Πλοίο τύπου 3 είναι το χημικό Δ/Ξ που προτίθεται να μεταφέρει προϊόντα που αναφέρονται στο κεφάλαιο 17 (π.χ. χλωροφόρμιο, φωσφορικό οξύ), τα οποία εγκυμονούν αρκετά σοβαρούς κινδύνους, περιβαλλοντικούς και ασφάλειας, και έχουν λιγότερο ισχυρές απαιτήσεις για την αύξηση της ικανότητας επιβιώσεως του σκάφους σε κατάσταση ζημιάς. Το πλοίο τύπου 3, που έχει μήκος πάνω από 225 m, θα πρέπει να αντέξει σε υποθετική ζημιά σε οποιοδήποτε σημείο του μήκους του. Το πλοίο τύπου 3 που έχει μήκος από 125 m έως 225 m, θα πρέπει να αντέξει σε υποθετική ζημιά σε οποιοδήποτε σημείο του μήκους του, εκτός και αν αυτή προκληθεί μεταξύ των φρακτών που ορίζουν το μηχανοστάσιο που βρίσκεται στο πρυμναίο τμήμα του πλοίου. Το πλοίο τύπου 3, που έχει μήκος κάτω από 125 m, θα πρέπει να αντέξει σε υποθετική ζημιά σε οποιοδήποτε σημείο του μήκους του, εκτός και αν αυτή προκληθεί στο μηχανοστάσιο που βρίσκεται στο πρυμναίο τμήμα του πλοίου. Ωστόσο, η ικανότητα να αντέξει την κατάκλιση στον χώρο του μηχανοστασίου θα πρέπει να εκτιμηθεί από τη Αρχή της χώρας (της σημαίας που φέρει το πλοίο).

Διάταξη γημικών δεξαμενοπλοίων



Διάταξη γημικού δεξαμενοπλοίου

1. Balanced rudder with conventional propeller - Ζυγостаθμισμένο πηδάλιο με συμβατική προπέλα.
2. Auxiliary unit - Βοηθητική μονάδα.
3. Lifeboat in gravity davits - Σωσίβια λέμβος σε καπόνια βαρύτητας.
4. Hydraulic prime mover - Υδραυλικός κινητήρας.
5. Cargo control room - Χώρος διαχείρισης εξοπλισμού φορτίου.
6. Tank heating / tank wash room - Χώρος διαχείρισης εξοπλισμού θέρμανσης/πλύσεως δεξαμενών.
7. Cofferdam, empty space between two tanks - Διαχωριστικό στεγανό.
8. Vent pipes with pressure - vacuum valves - Ανακουφιστικά επιστόμια πίεσης – κενού.
9. Hydraulic high pressure oil - and return lines for anchor and mooring gear - Υδραυλικές σωληνώσεις υψηλής πίεσης λαδιού του μηχανισμού αγκυροβολίας και προσδέσεως και επιστροφές αυτών.
10. Hose crane - Γερανός για την μετακίνηση των εύκαμπτων μανικών φορτίου.
11. Manifold - Επιστόμια κεντρικών λήψεων.

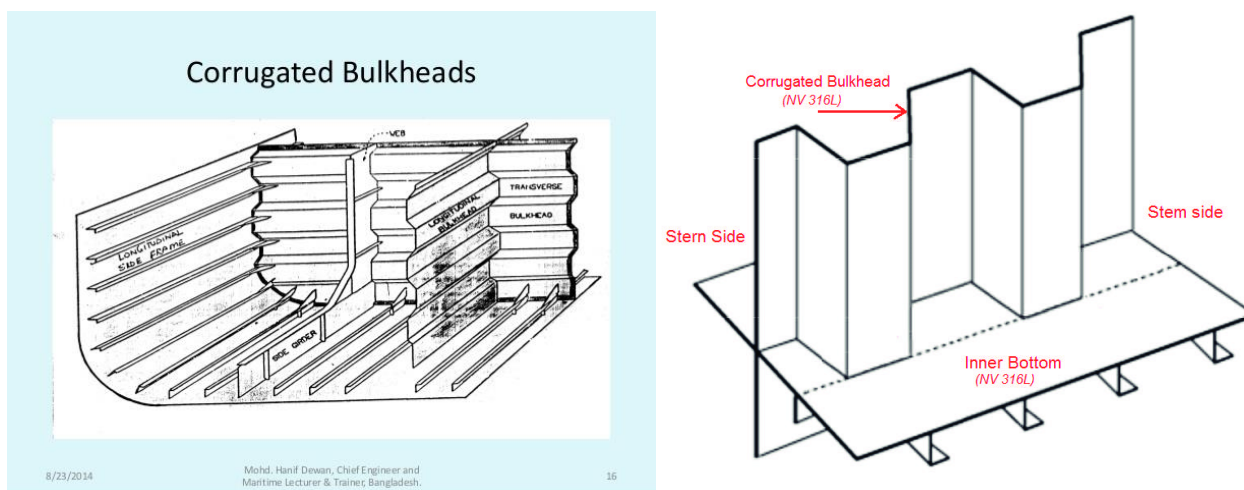
12. Wing tank in double hull - Πλευρική δεξαμενή διπυθμένου.
13. Double bottom tank - Διπύθμενο.
14. Tank top - Οροφή δεξαμενής.
15. Longitudinal vertically corrugated bulkhead - Διαμήκης κατακόρυφη κυματοειδής φρακτή.
16. Transverse horizontally corrugated bulkhead - Εγκάρσια οριζόντια κυματοειδής φρακτή.
17. Cargo pump - Αντλίες φορτίου.
18. Catwalk - Επιτρεπόμενη διάδοος.
19. Railing - Κιγκλιδώματα
20. Deck longitudinals - Διαμήκεις ενισχύσεις καταστρώματος
21. Deck transverses - Εγκάρσιες ενισχύσεις καταστρώματος.
22. Cargo heater - Θερμαντήρας φορτίου
23. Forecastle deck with anchor - and mooring gear - Πρόστεγο εξοπλισμού αγκυροβολίας και προσδέσεως.
24. Bow thrusters - Αποθητήρες πλώρης.
25. Bulbous bow - Βολβοειδής πλώρη.

Corrugated bulkhead - Κυματοειδής φρακτή (διάφραγμα)

Το χημικό δεξαμενόπλοιο διαθέτει πολλά διαμερίσματα για την αποθήκευση των φορτίων, τα οποία περιέχουν διάφορες χημικές ουσίες. Μέτρο πρόληψης για την κάλυψη αυτών των αναγκών αποτελούν τα κυματοειδή διαφράγματα, λαμβάνοντας όμως υπόψη τους εξής παράγοντες:

- την ασφάλεια.
- τη χωρητικότητα φορτίου.
- την αποτελεσματικότητα καθαρισμού.

Γενικά: η κυματοειδής φρακτή έχει το χαρακτηριστικό κυματοειδές σχήμα και την συναντάμε σε πλοία υγρών φορτίων καθώς είναι ευκολότερος ο επιφανειακός καθαρισμός της. Έχει υψηλή αντοχή και συνήθως είναι ελαφρύτερη (από τις απλές) αλλά δεν χρησιμοποιείται ως φρακτή συγκρούσεως ή πρύμνης.



Corrugated bulkhead, inner plate

Υπάρχουν δομές σύνδεσης μεταξύ κυματοειδών διαφραγμάτων. Έτσι το τμήμα του κυματοειδούς διαφράγματος σχεδιάζεται λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του φορτίου σε κάθε διαμέρισμα. Το υλικό του δομικού στοιχείου, η θερμοκρασία και η πυκνότητα του φορτίου είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες σχεδιασμού. Δεδομένου ότι υπάρχουν πολλά διαμερίσματα σε ένα δεξαμενόπλοιο χημικών συνεπώς και πολλά είδη κυματοειδούς διαφράγματος με διαφορετικά χαρακτηριστικά, τα κυματοειδή διαφράγματα κατηγοριοποιούνται σε διάφορους τύπους και οι συνθήκες περιορισμού καθορίστηκαν για βελτιστοποίηση των αναγκών. Αναλύοντας τα υπάρχοντα πλοία, τα κυματοειδή διαφράγματα κατηγοριοποιούνται σε κατακόρυφο κυματοειδές διάφραγμα και σε οριζόντιο.

Ο κατακόρυφος τύπος ταξινομείται σε 3 τύπους:

- a. τον τύπο I, τοποθετημένο πλευρικά μόνο του.
- b. τον τύπο T που διασχίζει σε διαμήκη και πλευρική κατεύθυνση.
- c. τον γενικό τύπο που έχει πολλαπλές.

3.Πρακτικές ασφάλειας δεξαμενοπλοίων

3.1 Κίνδυνοι και μέτρα προστασίας σε κλειστούς χώρους

Enclosed space

Ένας κλειστός χώρος αποτελεί χώρο με κακό ή μη επαρκή εξαερισμό, όπου η πρόσβαση είναι περιορισμένη και μπορεί η ατμόσφαιρα να είναι επικίνδυνη. Οι κλειστοί χώροι περιλαμβάνουν: δεξαμενές φορτίου, διπύθμενα, αντλιοστάσιο, σήραγγες διπυθμένου, δεξαμενές έρματος, δεξαμενές καυσίμων, διαχωριστικά στεγανά, φρεάτιο αλυσίδας, δεξαμενές γλυκού νερού και οποιουδήποτε άλλους χώρους οι οποίοι παραμένουν κλειστοί (στους οποίους δεν παρέχεται εξαερισμός). Ένας κλειστός χώρος μπορεί να περιλαμβάνει επίσης μια περιοχή του καταστρώματος που λόγω της κατασκευής και της θέσης της η πρόσβαση να είναι περιορισμένη με αποτέλεσμα να μπορούν να συσσωρευτούν επικίνδυνα αέρια. Οι κίνδυνοι που αναφέρονται παρακάτω μπορεί να υπάρχουν και γύρω από μια τέτοια περιοχή.

Κατευθυντήριες γραμμές του IMO

Λόγω των υψηλών κινδύνων που συνδέονται με την κλειστή είσοδο χώρου και τον αριθμό των ατυχημάτων που έχουν συμβεί σε διάφορα είδη πλοίων, ο IMO έχει εκδώσει δύο συγκεκριμένα σύνολα ασφάλειας:

1. Απόφαση συνέλευσης A.1050 (27) (Αναθεωρημένες συστάσεις για την είσοδο στους κλειστούς χώρους των πλοίων).
2. MSC.1 / Circ.1401 (Κατευθυντήριες γραμμές για την είσοδο στις δεξαμενές των Δ/Ξ με χρήση αζώτου ως μέσο αδρανοποίησης).

Το ανωτέρω ψήφισμα και οι κατευθυντήριες γραμμές της Συνέλευσης του IMO είναι σημαντικές αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη και να ακολουθούνται κατά την είσοδο σε κλειστούς χώρους και όταν χρησιμοποιείται αδρανές αέριο (άζωτο) ως αέριο μέσο αδρανοποίησης. Η καθοδήγηση/εκπαίδευση των αξιωματικών και του πληρώματος προβλέπει την πρακτική εφαρμογή αυτών των κατευθυντήριων γραμμών του IMO.

Hazards

Οι κλειστοί χώροι μπορεί να είναι επικίνδυνοι λόγω ενός των ακολούθων ή και συνδυασμού αυτών:

- Ανεπάρκεια οξυγόνου.
- Αδρανές αέριο που περιλαμβάνει άζωτο.
- Παρουσία τοξικών και / ή εύφλεκτων αερίων.
- Υπολείμματα φορτίου.
- Οξείδωση του σιδήρου.
- Συσσώρευση τοξικών και / ή βαριών αερίων σε χαμηλότερα επίπεδα εντός του χώρου και / ή ο εμπλουτισμός με οξυγόνο.

Όταν πρόκειται το προσωπικό να εισέλθει ή να εργαστεί σε κλειστό χώρο, θα πρέπει να μεριμνεί ώστε να δημιουργηθούν και να διατηρηθούν ασφαλείς συνθήκες εργασίας. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι ατμοσφαιρικές συνθήκες εντός ενός κλειστού χώρου μπορεί να αλλάξουν στο χρονικό διάστημα όπου το προσωπικό βρίσκεται στο χώρο. Η χρήση και επομένως η παρακολούθηση των προσωπικών ανιχνευτών πολλαπλών αερίων είναι σημαντική και θα βοηθήσει στην ταυτοποίηση πιθανής αλλαγής συνθηκών.

Βλάβες-Συνέπειες

Η περιεκτικότητα οξυγόνου στον καθαρό αέρα είναι 21% κατ 'όγκο. Σε οποιονδήποτε χώρο υπάρχει ατμόσφαιρα μικρότερη από 21%, δεν πρέπει να εισέρχονται άτομα μέχρι να πραγματοποιηθεί εξαερισμός (και ύπαρξη οξυγόνου 21%) ή να έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας για την είσοδο σε αυτόν. Όταν η παροχή οξυγόνου στον εγκέφαλο εξαντληθεί, το θύμα συχνά αισθάνεται ζάλη, αποπροσανατολίζεται και μπορεί να νιώσει πονοκέφαλο προτού χάσει τελικά τις αισθήσεις του. Πρέπει να επισημανθεί πως υπάρχει κίνδυνος μόνιμης βλάβης του εγκεφάλου μετά από μόλις τέσσερα λεπτά σε ατμόσφαιρα με έλλειψη οξυγόνου.

Σε συγκεντρώσεις οξυγόνου:

- Κάτω από 21% έως 16% - οι παλμοί και τα ποσοστά αναπνοής μειώνονται όπως και οι ψυχικές λειτουργίες.
- Κάτω από 14% - εμφανίζονται σοβαρά συμπτώματα, όπως αύξηση της κούρασης, συναισθηματική αναστάτωση, κακή κρίση και ελαττωματικός συντονισμός.

-Περαιτέρω μειώσεις έχουν ως αποτέλεσμα ναυτία, εμετό, μόνιμη καρδιακή βλάβη και απώλεια συνείδησης.

-Κάτω από περίπου 5% - κώμα μπορεί να εμφανιστεί μέσα σε 40 δευτερόλεπτα, (απαιτώντας έκτακτη ανάγκη).

Τοξικά και εύφλεκτα αέρια

Σε χώρους που προηγουμένως υπήρχαν τοξικά ή / και εύφλεκτα φορτία υπάρχει κίνδυνος για το προσωπικό, ακόμη και αν αυτός έχει καθαριστεί, δοκιμαστεί και έχει βρεθεί ασφαλής εισόδου. Ορισμένα τοξικά και / ή εύφλεκτα φορτία μπορούν να απορροφηθούν από τις επενδύσεις των δεξαμενών και καθώς δονούνται, ο χώρος μπορεί να γίνει ανασφαλής εισόδου λόγω αναθυμιάσεων επιβλαβών αερίων.

Παρουσία αδρανούς αερίου που περιλαμβάνει άζωτο: το άζωτο συντελεί το αδρανές αέριο (το αδρανές αέριο αποτελείται από 78% άζωτο) το οποίο παράγεται είτε από τα καυσαέρια της κύριας μηχανής, είτε από γεννήτρια παραγωγής αδρανούς αερίου. Το άζωτο είναι άοσμο και άχρωμο και συνεπώς παρουσιάζει ιδιαίτερους κινδύνους καθώς είναι δύσκολο να γίνει αντιληπτό δίχως την χρήση εξοπλισμού ανιχνεύσεως αερίων.

Επομένως λοιπόν, είναι ευθύνη του υπευθύνου αξιωματικού να εκτελέσει και το θεωρητικό αλλά και το πρακτικό κομμάτι τις εισόδου σε κλειστό χώρο. Το θεωρητικό και το πρακτικό κομμάτι συνδέονται άμεσα. Σαν θεωρητικό κομμάτι θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε τα check list που θα πρέπει να συμπληρώσουμε και σαν πρακτικό η εκτέλεση αυτών που αναφέρονται μέσα σε αυτά. Ο υπεύθυνος αξιωματικός (υποπλοίαρχος) αλλά και ο πλοίαρχος θα πρέπει να αποφασίσουν αν είναι ασφαλής η είσοδος σε κλειστό χώρο ή όχι.

Θα πρέπει να είναι σίγουροι ότι:

- α) Ο χώρος έχει εξαεριστεί.
- β) Η ατμόσφαιρα του χώρου είναι επαρκής σε οξυγόνο και δεν περιέχει τοξικά αέρια.
- γ) Ότι ο χώρος θα ελέγχεται καθ'όλη την διάρκεια της εργασίας.
- δ) Σχέδιο σε περίπτωση ατυχήματος και άμεσης εκκένωσης του χώρου.
- ε) Επικοινωνία, μεταξύ αυτών που βρίσκονται μέσα με υπεύθυνο αξιωματικό απ' έξω.
- στ) Πρώτες βοήθειες και αναπνευστική συσκευή σε ετοιμότητα.

- γ) Να ελέγχεται η ατμόσφαιρα πριν και κατά την διάρκεια των εργασιών σε διαφορετικά επίπεδα και θέσεις (οξυγόνο, τοξικά αέρια, εύφλεκτα αέρια).
- δ) Συγκέντρωση των κατάλληλων εργαλείων και εξοπλισμού στην είσοδο για την εκτέλεση της συγκεκριμένης εργασίας.
- ε) Επαρκής και ασφαλής φωτισμός.
- στ) Επικοινωνία με το προσωπικό που βρίσκεται εντός του κλειστού χώρου.
- ζ) Οι οδηγίες διάσωσης να είναι κατανοητές.
- η) Να χρησιμοποιείται εξοπλισμός ασφαλείας (ρούχα, παπούτσια, κράνος, γάντια, ζώνες κ.τ.λ.).
- θ) Εξοπλισμός διάσωσης στην είσοδο (αναπνευστική συσκευή, πρώτες βοήθειες κ.τ.λ.).
- ι) Υπεύθυνος αξιωματικός στην είσοδο.

Πριν την είσοδο σε ένα κλειστό χώρο, όλα τα συμβαλλόμενα μέλη στην εργασία θα πρέπει να διευκρινίσουν τα κάτωθι:

1. Καθορισμός του σκοπού για τον οποίο πραγματοποιείται η είσοδος.
2. Αναγνώριση των σταδίων/βημάτων για την επίτευξη του στόχου.
3. Αναγνώριση των (πιθανών) κινδύνων.
4. Σχεδιασμός πλάνου δράσης.
5. Αποδοχή ευθυνών.

Enclosed Space Entry Permit

Προτού το προσωπικό εισέλθει σε κλειστό χώρο, πρέπει να εκδοθεί άδεια εισόδου. Απαιτείται η υπογραφή της άδειας από τον πλοίαρχο ή από έναν εξουσιοδοτημένο αξιωματικό με επαρκείς γνώσεις και εμπειρία σχετικά με τις διαδικασίες με τις οποίες πρέπει να συμμορφώνεται. Η άδεια εισόδου πρέπει να περιέχει σαφή ένδειξη ως προς τη μέγιστη περίοδο ισχύος της, η οποία δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 8 ώρες. Θα πρέπει επίσης να περιγράφει τον μέγιστο επιτρεπόμενο χρόνο μεταξύ του ελέγχου της ατμόσφαιρας και την είσοδο του προσωπικού στο χώρο. Μια άδεια εισόδου μπορεί να εκδοθεί για περισσότερους από έναν κλειστούς χώρους όπως ορίζεται από τον SMS (Safety Management System) της εταιρείας. Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι, ενώ το προσωπικό βρίσκεται εντός κλειστού χώρου, τα επίπεδα του οξυγόνου και οι τυχόν ρύποι/τοξικά

αέρια ελέγχονται τακτικά, ενώ παράλληλα το προσωπικό εισέρχεται στο χώρο χρησιμοποιώντας ανιχνευτές πολλαπλών αερίων και τα επίπεδα παραμένουν εντός ασφαλών ορίων. Εάν υπάρχουν αμφιβολίες όσον αφορά το επίπεδο οξυγόνου ή την παρουσία τοξικών ή εύφλεκτων αερίων, ο χώρος πρέπει να εκκενωθεί αμέσως. Εάν για οποιοδήποτε λόγο το προσωπικό εξέλθει του κλειστού χώρου -π.χ. γεύμα, διάλειμμα-, ο εξαερισμός δεν πρέπει να σταματήσει και πριν την είσοδο πρέπει να ελεγχθεί εκ νέου η ατμόσφαιρα του. Το Enclosed Space Entry Permit αποτελεί σημαντικό έγγραφο του οποίου οι απαιτήσεις καθορίζονται κυρίως από τον ISM (International Safety Management). Η εκάστοτε ναυτιλιακή εταιρεία διαμορφώνει αυτές τις απαιτήσεις δίχως να τις καταπατά, προκειμένου να δημιουργήσει το δικό της Enclosed Space Entry Permit το οποίο θα αποτελεί απόρροια του δικού της SMS.

APPENDIX

EXAMPLE OF AN ENCLOSED SPACE ENTRY PERMIT

This permit relates to entry into any enclosed space and should be completed by the master or responsible person and by any persons entering the space, e.g. competent person and attendant.

GENERAL		
Location/name of enclosed space		
Reason for entry		
This permit is valid	from: _____ hrs to: _____ hrs	Date Date (See Note 1)
SECTION 1 – PRE-ENTRY PREPARATION (To be checked by the master or nominated responsible person)		
	Yes	No
• Has the space been thoroughly ventilated by mechanical means?	.....	.....
• Has the space been segregated by blanking off or isolating all connecting pipelines or valves and electrical power/equipment?	.....	.....
• Has the space been cleaned where necessary?	.....	.....
• Has the space been tested and found safe for entry? (See note 2)	.....	.....
• Pre-entry atmosphere test readings:		
- oxygen% vol (21%) [†]	By:	
- hydrocarbon% LFL (less than 1%)		
- toxic gases ppm (less than 50% OEL of the specific gas)	Time:	
	(See note 3)	
• Have arrangements been made for frequent atmosphere checks to be made while the space is occupied and after work breaks?	.....	.....
• Have arrangements been made for the space to be continuously ventilated throughout the period of occupation and during work breaks?.....	.....	.....
• Are access and illumination adequate?	.....	.....

* Note that national requirements may determine the safe atmosphere range.

	Yes	No
• Is rescue and resuscitation equipment available for immediate use by the entrance to the space?	"	"
• Has an attendant been designated to be in constant attendance at the entrance to the space?	"	"
• Has the officer of the watch (bridge, engine-room, cargo control room) been advised of the planned entry?	"	"
• Has a system of communication between all parties been tested and emergency signals agreed?	"	"
• Are emergency and evacuation procedures established and understood by all personnel involved with the enclosed space entry?	"	"
• Is all equipment used in good working condition and inspected prior to entry?	"	"
• Are personnel properly clothed and equipped?	"	"

SECTION 2 – PRE-ENTRY CHECKS
(To be checked by each person entering the space)

	Yes	No
• I have received instructions or permission from the master or nominated responsible person to enter the enclosed space	"	"
• Section 1 of this permit has been satisfactorily completed by the master or nominated responsible person	"	"
• I have agreed and understand the communication procedures	"	"
• I have agreed upon a reporting interval of minutes	"	"
• Emergency and evacuation procedures have been agreed and are understood	"	"
• I am aware that the space must be vacated immediately in the event of ventilation failure or if atmosphere tests show a change from agreed safe criteria	"	"

Enclosed Space Entry Permit - Section 2

SECTION 3 – BREATHING APPARATUS AND OTHER EQUIPMENT (To be checked jointly by the master or nominated responsible person and the person who is to enter the space)		
	Yes	No
• Those entering the space are familiar with any breathing apparatus to be used
• The breathing apparatus has been tested as follows:		
- gauge and capacity of air supply
- low pressure audible alarm if fitted
- face mask – under positive pressure and not leaking
• The means of communication has been tested and emergency signals agreed
• All personnel entering the space have been provided with rescue harnesses and, where practicable, lifelines

Signed upon completion of sections 1, 2 and 3 by:

Master or nominated responsible person Date Time

Attendant Date Time

Person entering the space Date Time

SECTION 4 – PERSONNEL ENTRY (To be completed by the responsible person supervising entry)		
Names		
Time in	Time out	
SECTION 5 – COMPLETION OF JOB (To be completed by the responsible person supervising entry)		
• Job completed	Date	Time
• Space secured against entry	Date	Time
• The officer of the watch has been duly informed	Date	Time

Signed upon completion of sections 4 and 5 by:

Responsible person supervising entry Date Time

THIS PERMIT IS RENDERED INVALID SHOULD VENTILATION OF THE SPACE STOP OR IF ANY OF THE CONDITIONS NOTED IN THE CHECKLIST CHANGE

Enclosed Space Entry Permit - Sections 3, 4, 5

Ένας από τους σημαντικότερους κλειστούς χώρους (enclosed space) σε ένα δεξαμενόπλοιο αποτελεί το αντλιοστάσιο (pump room). Για τον εν λόγω χώρο ωστόσο έχει σχεδιαστεί ξεχωριστή άδεια εισόδου σε σχέση με τους υπόλοιπους η οποία είναι γνωστή με την ονομασία PUMPROOM ENTRY PERMIT αντί του ENCLOSED SPACE ENTRY PERMIT.

Το Pumphroom Entry Permit έχει σχεδιαστεί προκειμένου να μην παραλείπονται από το προσωπικό του πλοίου τα εξής:

1. Καθαρότητα του αντλιοστασίου και μη ύπαρξη διαρροών.
2. Ύπαρξη κατάλληλης ατμόσφαιρας εισόδου.
3. Έλεγχος της ατμόσφαιρας του χώρου ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
4. Επαρκής φωτισμός εντός του χώρου.
5. Ύπαρξη εξοπλισμού ανάληψης και διάσωσης εντός του χώρου.
6. Ύπαρξη οξυγόνου σε ποσοστό 21%.
7. Ο χώρος ελεύθερος από τοξικούς υδρογονάνθρακες και υδρόθειο.
8. Εφοδιασμός με τον εξοπλισμό ατομικής προστασίας.
9. Εφοδιασμός με φορητό εξοπλισμό αναγνώρισης επικίνδυνων αερίων.
10. Ενημέρωση του αρμόδιου αξιωματικού κατά την είσοδο, έξοδο και σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.

Πέραν του Pumphroom Entry Permit, συνηθίζεται και η ύπαρξη του Pumphroom Entry Log στο οποίο αναφέρονται τα ονόματα και η ειδικότητα των ατόμων τα οποία εισέρχονται και εξέρχονται του αντλιοστασίου και οι ώρες στις οποίες πραγματοποιήθηκε η είσοδος και η έξοδος. Δεν είναι αυτόνομο έγγραφο, αλλά συμπληρωματικό του Pumphroom Entry Permit.

Σε περίπτωση που για οποιονδήποτε λόγο δεν δύναται να συμπληρωθεί Pumphroom Entry Permit, δύναται η χρήση του Enclosed Space Entry Permit σε περίπτωση εισόδου στο αντλιοστάσιο.

PUMPROOM ENTRY PERMIT

Number/.....

This entry permit form applies to entries in pumproom ONLY, for inspection during loading/discharging, ballasting, tank cleaning, gas freeing or other pumping operations. Because of the need for frequent visits during the above operations, this form will be valid for (4) hours, for all visits in the same space. The same form should be used for routine inspections in pumproom. The form PCT0996 will be used for entry in any other space other than pumproom.

Vessel: _____ **Date:** _____

From: _____ hours **To:** _____ hours **Reason:** _____

Pre-Entry Preparations
(To be checked by the Chief Officer or responsible officer)

1. Ensure that pumproom space has been cleaned and no leakages exist.
2. Ensure that pumproom is continuously ventilated.
3. Make arrangements for frequent atmosphere checks to be made during operations, prior to visiting the space.
4. Ensure that adequate illumination is provided.
5. Ensure that rescue (safety harness, lifelines) and resuscitation equipment are of an approved type and available for immediate use, into the pumproom.
6. Establish emergency and evacuation procedures and ensure that they are understood by the persons visiting the area and agreed on.
7. Instruct the persons visiting the area that the space must be vacated immediately in the event of ventilation failure or if atmosphere tests change from agreed safe criteria.
8. Time of entering and the name(s) of the team members entering the pumproom must be recorded in the table on the next page **each time pumproom is visited**.
9. Oxygen, hydrocarbon and toxic gases readings should be recorded prior **each visit**, complying with the following table of Readings.
10. Person(s) entering the pumproom to be equipped with personal protective equipment.

<u>Readings</u>	Oxygen:	Should be 21%vol.
	Hydrocarbon:	Should be 0%LFL
	H₂S:	Should be 0 ppm

The actions below should be taken **each time** a person or a team enters the pumproom area.

1. Advise the Officer of the Watch (bridge or cargo control room) of the planned entry.
2. Establish and test communication arrangements between the O.O.W. and person(s) entering the space.
3. Benzene and mercaptans to be measured, based on the cargo carried.

3.2 Εξοπλισμός μετρήσεως τοξικών αερίων

GAS DETECTION METERS

(Εισαγωγή)

Η δεξαμενή φορτίου ή οποιοσδήποτε άλλος κλειστός χώρος επί του πλοίου πρέπει να αξιολογηθεί για να εξασφαλιστεί ότι ο συγκεκριμένος χώρος δεν περιέχει κάποιο επικίνδυνο αέριο και έχει επαρκή ποσότητα οξυγόνου ώστε το προσωπικό να μπορεί να εργάζεται εκεί εάν απαιτείται.

Οι περιστάσεις μπορεί να είναι:

- Πριν από την είσοδο.
- Πριν από οποιαδήποτε εργασία επισκευής (που μπορεί να βρίσκεται σε αποβάθρα ή ακόμα και στο ναυπηγείο).
- Ως έλεγχος ποιότητας πριν από τη φόρτωση (Ένα άτομο που ονομάζεται επιθεωρητής ελέγχου, ελέγχει συνήθως τη δεξαμενή φορτίου).

Η αξιολόγηση της δεξαμενής γίνεται για να διασφαλιστεί ότι η ατμόσφαιρα μέσα στη δεξαμενή είναι αρκετά ασφαλής ώστε το προσωπικό να εισέλθει. Υπάρχουν διάφοροι εξοπλισμοί που διατίθενται επί του πλοίου για την αξιολόγηση της ατμόσφαιρας.

Κάποιοι από αυτούς είναι:

1. **Combustible gas indicators or explosimeters**
2. **Tankscope or non-combustible gas indicators**
3. **Multi-gas analyzers**
4. **Oxygen analyzers**

1. Combustible gas indicators or explosimeters

Είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της ποσότητας των αερίων που υπάρχουν σε ένα δείγμα της δεδομένης ατμόσφαιρας ως ποσοστό του LFL (κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας). "Αντίσταση ανάλογα με τη θερμότητα" είναι η αρχή λειτουργίας του. Αποτελείται από τέσσερις αντιστάσεις στις οποίες η μία ποικίλλει ανάλογα με την ποσότητα του υπάρχοντος αερίου. Μια αντλία χειριού χρησιμοποιείται για να τραβήξει το αέριο ή την ατμόσφαιρα που περιέχει το αέριο μέσα στη συσκευή. Χρησιμοποιείται ένα φίλτρο και ένας αναστολέας φλας

για να φιλτράρει το αέριο. Το όργανο δίνει την ανάγνωση του ποσοστού του κατώτερου ορίου ευφλεκτικότητας ή του κατώτερου ορίου έκρηξης που είναι 1%.

2. Tankscope or non-combustible gas indicators

Το Tankscope είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της περιεκτικότητας αερίων υδρογονανθράκων σε ένα δείγμα δεδομένης ατμόσφαιρας. Αυτό το όργανο προορίζεται για τη μέτρηση των ατμών υδρογονανθράκων σε μη αδρανείς ατμόσφαιρες. Το όργανο αυτό δεν είναι τόσο ευαίσθητο όσο το προηγούμενο. Η ένδειξη είναι μόνο σε εκατοστιαία αναλογία του όγκου των ατμών υδρογονανθράκων και επομένως χρησιμοποιείται μόνο κατά τη διάρκεια των εργασιών αεριοποίησης (gas free) και κατά τη διάρκεια της αδρανοποίησης (inert gas). Αυτό προορίζεται καθαρά για τη μέτρηση του όγκου των ατμών υδρογονανθράκων που υπάρχουν σε κάθε κλειστό χώρο και επομένως δεν προορίζεται για μέτρηση κατά τη διάρκεια μιας εισόδου ανθρώπου. Λειτουργεί με την αρχή λειτουργίας του explosimeter, δηλαδή με αντίσταση ανάλογη της θερμότητας. Συνιστάται πάντα να ξεπλένεται ο σωλήνας δειγμάτων με καθαρό αέρα μετά από κάθε χρήση.

3. Multi-gas analyzers

Τα Multi-gas analyzers χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση μόνο στοχευμένων αερίων και ατμών. Είναι πολύ συγκεκριμένο μόνο για αυτόν τον τύπο αερίου, οπότε πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε να χρησιμοποιηθούν οι σωστοί σωλήνες για τον συγκεκριμένο τύπο (π.χ. σωλήνες βενζολίου ή σωλήνες υδρόθειου). Ο αναλυτής πολλαπλών αερίων λοιπόν αποτελείται από μια φορητή αντλία φυσητήρα και σωλήνες ανιχνευτή. Ο σωλήνας ανιχνευτή είναι σαν ένα φιαλίδιο γεμάτο με αντιδραστήριο που θα αντιδράσει με το συγκεκριμένο χημικό προϊόν. Και τα δύο άκρα του σωλήνα είναι κλειστά. Για να το χρησιμοποιήσουμε, πρέπει να σπάσουμε τα δύο άκρα του σωλήνα και να τα εισαγάγουμε στην αντλία σύμφωνα με τις οδηγίες που αναφέρονται στον σωλήνα. Εάν η ατμόσφαιρα περιέχει το συγκεκριμένο αέριο ή ατμό, τότε το χρώμα του σωλήνα αλλάζει. Το μήκος της αλλαγής χρώματος μπορεί να διαβαστεί από το σωλήνα και να συγκριθεί με τη λήψη του επιπέδου αυτού του συγκεκριμένου αερίου ή ατμού. Ορισμένα από τα αέρια περιλαμβάνουν μονοξείδιο του άνθρακα, χλώριο, υδρόθειο και εστέρες φωσφορικού οξέος. Παρέχεται ένας εύκαμπτος σωλήνας επέκτασης για τη μέτρηση της συγκέντρωσης ατμού που υπάρχει σε διαφορετικό ύψος (π.χ. μέσα σε δεξαμενές).

4.Oxygen analyzers

Ο αναλυτής οξυγόνου είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της συγκέντρωσης οξυγόνου σε δεδομένη ατμόσφαιρα. Αυτή η συσκευή διαδραματίζει ζωτικό ρόλο, αφού με την ανάγνωση που παρέχεται, επιτρέπεται η είσοδος ανθρώπου (εντός του χώρου). Οι σημαντικοί έλεγχοι που διενεργούνται στους αναλυτές οξυγόνου είναι:

- Βαθμονόμηση με καθαρό αέρα (που περιέχει 21% οξυγόνο)
- Έλεγχος μπαταρίας



Tankscope Gas Indicator



Its full scale read out is 0 % to 25 % of hydrocarbon vapors by volume in a back ground of air, nitrogen, or combustion products.

33 05 36	Tankscope gas indicator, MSA Model 62T complete	Set
----------	---	-----

1.Combustible gas indicator or Explosimeter

2.Tankscope or non - combustible gas indicators



3. Multi - gas analyzer



4.Oxygen analyzer

3.3 Ευφλεκτικότητα (αίτια και τρόποι αποφυγής)

ΕΥΦΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Όταν ένα πετρελαιοειδές αναφλεγεί, το υλικό που πραγματικά καίγεται σαν ορατή φλόγα είναι το αέριο που αναδύεται προοδευτικά από το υγρό. Η ποσότητα αερίου που είναι διαθέσιμη για ν' αναδυθεί από ένα υγρό πετρελαιοειδές εξαρτάται από την πτητικότητά του. Για λόγους σύγκρισης συχνά χρησιμοποιείται σαν μέτρο της πτητικότητας η τάση Ατμών κατά τη μέθοδο Reid (Reid Vapour Pressure - RVP) του πετρελαιοειδούς. Πιο κατατοπιστικό μέτρο της πτητικότητας είναι η Αληθής Τάση Ατμών (True Vapour Pressure - TVP) που δυστυχώς όμως δεν είναι εύκολο να μετρηθεί.

Τα αέρια των πετρελαιοειδών μπορούν ν' ανάψουν και να καίγονται μόνο όταν αναμιχθούν με ατμοσφαιρικό αέρα σε ορισμένη αναλογία. Αν το μίγμα περιέχει πολύ μικρή ή πολύ μεγάλη ποσότητα αερίων πετρελαιοειδών, δεν μπορεί να καεί. Η αναλογία που είναι γνωστή ως κατώτερο και ανώτερο όριο ευφλεκτικότητας εκφράζεται ως κατ' όγκο ποσοστό αερίων πετρελαιοειδών σε ατμοσφαιρικό αέρα. Τα όρια ευφλεκτικότητας διαφέρουν μεταξύ των διαφόρων συστατικών που είναι δυνατό να περιέχονται στα αέρια των πετρελαιοειδών. Για τα μίγματα αερίων που προέρχονται από τα υγρά πετρελαιοειδή που συναντιούνται κατά τη διάρκεια των συνήθων εργασιών στα δεξαμενόπλοια η ζώνη ευφλεκτικότητας περιλαμβάνεται μεταξύ ενός ελάχιστου Κατώτερου Ορίου Ευφλεκτικότητας (LFL) περίπου 1% κατ' όγκο αέριο σε ατμοσφαιρικό αέρα και ενός μέγιστου Ανώτερου Ορίου Ευφλεκτικότητας (UFL) περίπου 10% κατ' όγκο αέριο σε ατμοσφαιρικό αέρα..

Όταν ένα υγρό πετρελαιοειδές θερμαίνεται, τότε αυξάνεται και η συγκέντρωση των αερίων στον ατμοσφαιρικό αέρα πάνω από το υγρό. Η θερμοκρασία του υγρού πετρελαιοειδούς στην οποία, όταν χρησιμοποιείται καθορισμένη μέθοδος μέτρησης, αυτή η συγκέντρωση αερίων φτάνει το Κατώτερο Όριο Ευφλεκτικότητας, ονομάζεται σημείο ανάφλεξης (Flash point) του υγρού. Ο προσδιορισμός του σημείου ανάφλεξης γίνεται με καθορισμένο τρόπο σε εργαστήριο.

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΥΦΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Υπάρχουν πολλά συστήματα ταξινόμησης που χρησιμοποιούνται για τον ορισμό των χαρακτηριστικών ευφλεκτικότητας των υγρών πετρελαιοειδών. Τα περισσότερα βασίζονται σε στοιχεία για το σημείο ανάφλεξης και την Τάση Ατμών Reid. Τα υγρά πετρελαιοειδή έχουν διαιρεθεί σε δύο ευρείες κατηγορίες, τα πτητικά και τα μη πτητικά, όπως ορίζεται παρακάτω. Αυτή η διαίρεση είναι γενικά επαρκής για να εξασφαλίζει τη δυνατότητα να προσδιορίζονται οι κατάλληλες προφυλάξεις.

Μη πτητικά (Non-volatile)

Φορτία με σημείο ανάφλεξης 60 °C (140 °F) ή υψηλότερο που προσδιορίστηκε με τη μέθοδο μέτρησης σε κλειστό δοχείο (Closed cap method of testing).

Πτητικά (Volatile)

Φορτία με σημείο ανάφλεξης χαμηλότερο από 60 °C (140 °F), που προσδιορίστηκε με τη μέθοδο μέτρησης σε κλειστό δοχείο.

Αν υπάρχει αμφιβολία ως προς τα χαρακτηριστικά ενός φορτίου ή αν ένα μη πτητικό φορτίο έχει θερμοκρασία υψηλότερη από το σημείο ανάφλεξης μειωμένο κατά 10 °C, το φορτίο πρέπει να θεωρείται πτητικό και να έχει την αντίστοιχη μεταχείριση. Λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους τα υπολείμματα του καύσιμου πετρελαίου πρέπει να μεταχειρίζονται ως πτητικά .

Το τρίγωνο της φωτιάς ή τρίγωνο ανάφλεξης είναι απλό μοντέλο για την κατανόηση των απαραίτητων συστατικών για τις περισσότερες φωτιές. Το τρίγωνο δείχνει τα τρία στοιχεία που χρειάζεται μια φωτιά για να ανάψει: θερμότητα, καύσιμο και ένα οξειδωτό παράγοντα (συνήθως οξυγόνο). Μια πυρκαγιά συνήθως συμβαίνει όταν τα στοιχεία είναι παρόντα και συνδυασμένα σε σωστό μείγμα, που σημαίνει ότι η φωτιά είναι στην πραγματικότητα ένα γεγονός παρά ένα πράγμα.



Πρέπει να αναφερθεί πως το τρίγωνο της φωτιάς έχει μετατραπεί σε πυραμίδα καθώς έχει προστεθεί και ένα 4^ο στοιχείο, η χημική αλυσιδωτή αντίδραση.

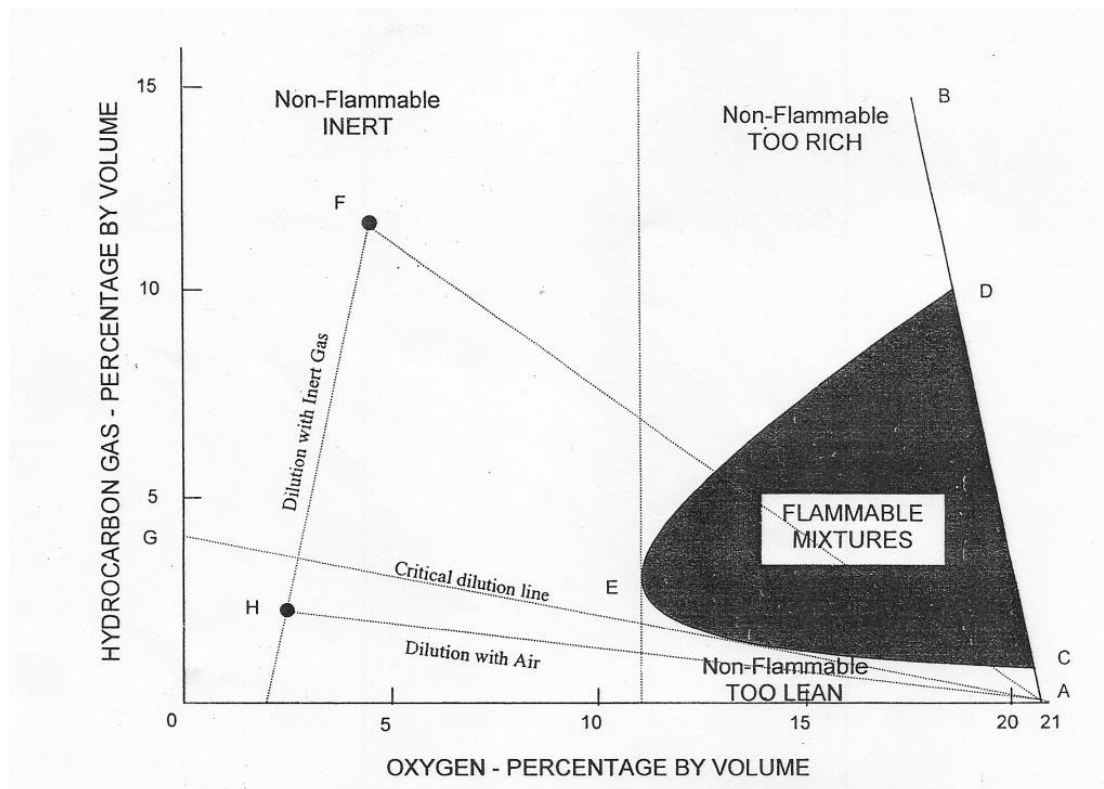


Πριν

Μετά



Τρίγωνο ευφλεκτικότητας - Flammability Composition Diagram



Απεικόνιση τριγώνου ευφλεκτικότητας

Μια ανάγνωση του διαγράμματος δίνει πολλές πληροφορίες, όπως:

- 1) Η περιοχή στο εσωτερικό της καμπύλης που είναι σκιασμένη αντιπροσωπεύει τον φάκελο ευφλεκτότητας (επικίνδυνη ζώνη που αρχίζει από 11% οξυγόνο).
- 2) Τα LFL (1,0% αερίων υδρογονανθράκων) και UFL (10% αερίων υδρογονανθράκων) των μειγμάτων αερίων υδρογονανθράκων στον ατμοσφαιρικό αέρα αντιπροσωπεύονται με τα σημεία C και D αντίστοιχα. Η απόσταση μεταξύ των σημείων C και D αντιπροσωπεύει το εύρος ευφλεκτότητας. Τα μείγματα μέσα σ' αυτό το εύρος έχουν την κατάλληλη αναλογία για να δημιουργηθεί ανάφλεξη και καύση.
- 3) Αν δεν υπάρχει αδρανές αέριο, τα μείγματα υδρογονανθράκων και ατμοσφαιρικού αέρα βρίσκονται επάνω στη γραμμή AB. Η κλίση αριστερά της AB που δείχνει την ελάττωση της περιεκτικότητας οξυγόνου αυξάνεται καθώς αυξάνεται η περιεκτικότητα υδρογονανθράκων.
- 4) Αν διοχετευτεί αδρανές αέριο στη δεξαμενή και όσο θα αυξάνεται η περιεκτικότητά του, τα όρια ευφλεκτότητας των μειγμάτων θα αλλάζουν, γιατί θα μειώνεται το οξυγόνο. Οι γραμμές που σχηματίζουν τον φάκελο ευφλεκτότητας CE και DE δείχνουν ακριβώς αυτήν την αλλαγή μέχρι το

σημείο E, στο οποίο συναντιούνται, όπου παρατηρείται η μικρότερη περιεκτικότητα σε ατμοσφαιρικό οξυγόνο π.χ. 11%.

5) Επομένως τα σημεία αριστερά της AB αντιπροσωπεύουν μείγματα, των οποίων η περιεκτικότητα οξυγόνου ελαττώνεται περισσότερο με την παροχή αδρανούς αερίου.

6) Από τα παραπάνω είναι φανερό πως οι αλλαγές στη σύνθεση του μείγματος στη δεξαμενή λόγω της προσθήσεως ατμοσφαιρικού αέρα (οξυγόνου) ή αδρανούς αερίου αντιπροσωπεύονται με μετακινήσεις κατά μήκος των γραμμών. Αυτές οι γραμμές κατευθύνονται είτε προς το σημείο A (καθαρός αέρας περίπου 21,0% οξυγόνο) (breathing air) είτε προς ένα σημείο του άξονα περιεκτικότητας οξυγόνου που αντιστοιχεί στη σύνθεση του προστιθέμενου αδρανές αέριο. Τέτοιες γραμμές φαίνονται στο σχεδιάγραμμα για τα μείγματα αερίων που αντιπροσωπεύονται με το σημείο F.

7) Όταν ένα μείγμα αδρανούς αερίου όπως αυτό στο σημείο F, διαλύεται με αέρα, η σύνθεσή του κινείται πάνω στη γραμμή FA και εισέρχεται στον φάκελο ευφλεκτότητας, δηλαδή στην επικίνδυνη ζώνη (αυτό το μείγμα δεν πρέπει να βγει έξω). Αυτό σημαίνει πως όλα τα μείγματα αδρανούς αερίου στην περιοχή πάνω από τη γραμμή GA περνούν μέσα από συνθήκη ευφλεκτότητας καθώς αναμειγνύονται με τον αέρα (π.χ. κατά την απαλλαγή αερίων από τη δεξαμενή). Τα μείγματα κάτω από την GA, όπως αυτά που αντιπροσωπεύονται με το σημείο H δεν γίνονται εύφλεκτα με τη διάλυση (dilution) δηλαδή με επί πλέον αδρανές αέριο (αυτή είναι η επιδίωξη, να φθάσει δηλαδή το αδρανές αέριο στο σημείο H, ώστε να μην υπάρχει ανησυχία με το οξυγόνο, αφού το μείγμα θα ακολουθεί τη γραμμή HA). Υπό ομαλές συνθήκες στο πλοίο χρησιμοποιείται ένα ποσοστό ασφαλείας στο οξυγόνο του μείγματος 5 – 8%.

3.4 Risk Assessment - Αξιολόγηση Κινδύνου

Η αξιολόγηση κινδύνου (Risk Assessment) είναι ένα αποτελεσματικό μέσο για την αναγνώριση ρίσκου/κινδύνου και την λήψη των πιο αποδοτικών μέτρων για την μείωση του. Η αξιολόγηση κινδύνου χρησιμοποιεί ένα πλέγμα/matrix το οποίο διαθέτει επίπεδα συνεπειών και πιθανοτήτων.

Risk Matrix

Likelihood		Very Likely	Likely	Unlikely	Highly Unlikely
Consequences	Fatality	High	High	High	Medium
	Major Injuries	High	High	Medium	Medium
	Minor Injuries	High	Medium	Medium	Low
	Negligible Injuries	Medium	Medium	Low	Low

Πίνακας καταγραφής Risk Assessment

Ο συνδυασμός των επιπέδων συνεπειών και πιθανοτήτων μας βοηθά στην εκτίμηση του ρίσκου κατηγοριοποιώντας τον ως εξής:

Low: παρακολούθηση και διαχείριση.

Medium: παρακολούθηση και τήρηση αυστηρών μέτρων ώστε να μειωθούν οι πιθανότητες και οι συνέπειες.

High: μη αποδεκτό επίπεδο, παύση εργασιών και επανασχεδιασμός πλάνου εργασιών και προληπτικών μέτρων.

Το μέσο επιτυχίας του Risk Assessment αποτελεί η αναγνώριση μη αποδεκτών ρίσκων και η λήψη κατάλληλων μέτρων ώστε αυτά να μετατραπούν σε αποδεκτά.

3.5 MARPOL - Κανονισμοί για την πρόληψη της θαλάσσιας ρυπάνσεως

Το 1973 ο IMO υιοθέτησε τη Διεθνή Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από τα Πλοία, γνωστή ως MARPOL 73/78. Η σύμβαση MARPOL αντιμετωπίζει τη ρύπανση από πετρέλαιο, υγρές επιβλαβείς ουσίες χύδην, επιβλαβείς ουσίες σε συσκευασμένη μορφή, λύματα των πλοίων, απορρίμματα και ατμοσφαιρικούς ρύπους. Η MARPOL βοήθησε στη θεαματική μείωση της ρύπανσης από τη ναυτιλία. Στατιστικά δεδομένα από αξιόπιστους φορείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας και άλλους ανεξάρτητους φορείς δείχνουν ότι η MARPOL, σε συνδυασμό με κανονισμούς που αφορούν την ασφάλεια, όπως η θέσπιση υποχρεωτικών συστημάτων διαχωρισμού της κυκλοφορίας και τα διεθνή πρότυπα για την εκπαίδευση των ναυτικών, έχουν συμβάλει στη συνεχή μείωση της ατυχηματικής και λειτουργικής πετρελαϊκής ρύπανσης τα τελευταία σαράντα χρόνια. Η σύμβαση MARPOL, το 1983, εισήγαγε μια σειρά από νέες έννοιες, όπως η απαίτηση τα νέα πετρελαιοφόρα να είναι εφοδιασμένα με δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος, έτσι ώστε να εξαλειφθεί η ανάγκη μεταφοράς θαλασσέματος στις δεξαμενές φορτίου. Κατόπιν, ακολούθησε η απαίτηση τα πετρελαιοφόρα που παραδίδονται από το 1996 και μετά να είναι εφοδιασμένα με διπλό κύτος. Κατ' αυτόν τον τρόπο το θαλάσσιο περιβάλλον προστατεύεται αποτελεσματικότερα. Όσον αφορά τη λειτουργική ρύπανση από πετρέλαιο, οι καινοτομίες που εισήγαγε η MARPOL σε σχέση με τις επιτρεπόμενες απορρίψεις σεντινόνερων μέσω του ελαιοδιαχωριστήρα (με το γνωστό πρότυπο των 15 ppm) ή ελαιωδών μιγμάτων από τις δεξαμενές φορτίου μέσω του συστήματος αυτόματης παρακολούθησης και ελέγχου απόρριψης πετρελαίου, συνέβαλαν σε μεγάλο βαθμό στην αισθητή μείωση της ρύπανσης των θαλασσών του πλανήτη, αν και πρέπει να αναγνωριστεί ότι απαιτείται μεγαλύτερη προσπάθεια για την επιβολή της συμμόρφωσης.

Απορρίψεις πετρελαίου - Παράρτημα I

Ο γενικός κανόνας που ισχύει στο Παράρτημα I της MARPOL είναι ότι οι απορρίψεις πετρελαίου στη θάλασσα απαγορεύονται, εκτός αν πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις σχετικά με τα εξής:

Τύπο και μέγεθος του πλοίου.

- Χαρακτηρισμό θαλάσσιας περιοχής.
- Απόσταση από τις ακτές.
- Εξοπλισμό του πλοίου για τον έλεγχο της ρύπανσης.

- Είδη και προέλευση των ελαιωδών μιγμάτων/υπολειμμάτων.
- Περιεκτικότητα πετρελαίου στα ελαιώδη μίγματα/υπολείμματα.
- Ρυθμό και ποσότητα απορριπτόμενου πετρελαίου.

Απορρίψεις πετρελαίου από χώρους δεξαμενών φορτίου, περιλαμβανόμενου του αντλιοστασίου φορτίου των πετρελαιοφόρων πλοίων:

Μέσα σε ειδικές περιοχές: ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΕΙΣ εκτός καθαρού έρματος.

Έξω από ειδικές περιοχές, αλλά εντός 50 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή:

ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΕΙΣ εκτός καθαρού έρματος.

Έξω από ειδικές περιοχές, αλλά πέραν των 50 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή:

ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΕΙΣ εκτός καθαρού έρματος ή αν το πετρελαιοφόρο κινείται στον προορισμό του, και

ο στιγμιαίος ρυθμός απόρριψης πετρελαίου δεν υπερβαίνει τα 30 λίτρα ανά ναυτικό μίλι, και η συνολική ποσότητα πετρελαίου που απορρίφθηκε δεν υπερβαίνει: για τα υπάρχοντα πετρελαιοφόρα το 1/15.000, για τα νέα πετρελαιοφόρα το 1/30.000 του φορτίου που μετέφερε στο τελευταίο ταξίδι, και

το πετρελαιοφόρο έχει σε λειτουργία σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου απόρριψης πετρελαίου και διάταξη δεξαμενών καταλοίπων σύμφωνα με τον Κανονισμό 15.

Απορρίψεις πετρελαίου από τους χώρους της μηχανής των πετρελαιοφόρων όλων των μεγεθών και όλων των άλλων πλοίων από 400 κόρους και πάνω:

Μέσα σε ειδικές περιοχές: Απαγορεύεται η απόρριψη πετρελαίου, εκτός εάν το πλοίο κινείται στον προορισμό του, και:

η περιεκτικότητα του πετρελαίου στην εκροή χωρίς διάλυση δεν υπερβαίνει τα 15 ppm, και το πλοίο έχει σε λειτουργία μηχανήμα φιλτραρίσματος πετρελαίου των 15 ppm με αυτόματο διακόπτη της εκροής,

και τα νερά των σεντινών δεν έχουν αναμιχθεί με τα κατάλοιπα φορτίου ή με σεντίνες αντλιοστασίου φορτίου (στα πετρελαιοφόρα).

Δεν επιτρέπεται καμία απόρριψη στην περιοχή της Ανταρκτικής.

Έξω από ειδικές περιοχές: **Απαγορεύεται η απόρριψη πετρελαίου εκτός εάν το πλοίο κινείται στον προορισμό του, και:**

η περιεκτικότητα πετρελαίου στην εκροή είναι μικρότερη των 15 ppm, και το πλοίο έχει σε λειτουργία σύστημα φιλτραρίσματος του πετρελαίου, και τα νερά των σεντινών δεν έχουν αναμιχθεί με τα κατάλοιπα φορτίου ή με σεντίνες αντλιοστασίου φορτίου (στα πετρελαιοφόρα).

Ειδικές περιοχές

Ένα νέο και σημαντικό χαρακτηριστικό της MARPOL 73/78 ήταν η εισαγωγή της έννοιας των «ειδικών περιοχών». Ειδικές περιοχές είναι εκείνες οι θαλάσσιες περιοχές στις οποίες για αναγνωρισμένους τεχνικούς λόγους, σχετικούς με την ωκεανογραφική και οικολογική τους κατάσταση και τον ειδικό χαρακτήρα της θαλάσσιας κυκλοφορίας, απαιτείται η υιοθέτηση πολύ αυστηρών μέτρων για την πρόληψη της ρύπανσής τους από πετρέλαιο.

Συγκεκριμένα, ως ειδικές περιοχές για το Παράρτημα I αναφέρονται:

1. Η Μεσόγειος θάλασσα από τον παράλληλο 41° Β στα θαλάσσια όρια Μεσογείου και Μαύρης Θάλασσας μέχρι τον μεσημβρινό 5° 36' Δ στα στενά του Γιβραλτάρ.
2. Η Βαλτική θάλασσα από τον κόλπο της Βοθνίας στη Φινλανδία μέχρι την είσοδο της Βαλτικής, που ορίζεται από τον παράλληλο 57° 44.8'.
3. Η Μαύρη θάλασσα μέχρι τον παράλληλο 41° Β στα θαλάσσια σύνορα Μεσογείου και Εύξεινου Πόντου.
4. Η Ερυθρά θάλασσα περιλαμβάνοντας τους κόλπους του Σουέζ και της Άκαμπα.
5. Η θαλάσσια περιοχή των Κόλπων, δηλαδή του Περσικού και του Ομάν.

Εξαιρέσεις

Ο Κανονισμός 11 του Παραρτήματος I της MARPOL αναφέρει ότι οι απαιτήσεις των Κανονισμών 9 και 10 για την απόρριψη πετρελαίου δεν ισχύουν σε περίπτωση απορρίψεων που έγιναν:

- a. Με σκοπό την ασφάλεια του πλοίου ή τη διάσωση ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα.
- b. Ως αποτέλεσμα βλάβης, αφού όμως ελήφθησαν όλα τα αναγκαία μέτρα και ο πλοιοκτήτης ή ο πλοίαρχος δεν ενήργησαν σκόπιμα ή δεν αδιαφόρησαν.

Για κάθε τυχαία απόρριψη ή για κάθε άλλη εξαιρετική απόρριψη πετρελαίου σε υπέρβαση των ορίων που επιτρέπει η MARPOL, ο Κανονισμός 20 του Παραρτήματος I απαιτεί να γίνει η σχετική εγγραφή στο «Βιβλίο πετρελαίου» (Oil Record Book).

3.6 Επιθεωρήσεις δεξαμενοπλοίων - Vetting Inspections

Οι διεθνείς ενώσεις εταιρειών (OCIMF - Oil Companies Internatioanl Marine Forum) έχουν δημιουργήσει προγράμματα επιθεώρησης πλοίων. Το Vetting Inspection αποτελεί ένα από αυτά και πρωτεύων σκοπός δημιουργίας του είναι η επιθεώρηση των δεξαμενοπλοίων (από τις πετρελαϊκές εταιρείες με σκοπό την ναύλωση του).

Η επιθεώρηση ελέγχου πλοίων (Vetting Inspection) αποτελεί σύστημα ταξινόμησης ενός πλοίου, το οποίο επιτρέπει στον ναυλωτή την σύγκριση μεταξύ παρόμοιων πλοίων και επιλογή του καλύτερου για τις ανάγκες του με σκοπό την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας. Για να λειτουργούν αποτελεσματικά και να ελαχιστοποιούν την ευθύνη τους, οι ναυλωτές και όλοι οι φορείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας πρέπει να λάβουν όλα τα απαραίτητα μέτρα για να εξασφαλίσουν ότι τα πλοία λειτουργούν σωστά και σύμφωνα με τις προβλεπόμενες διατάξεις για την ασφαλή εκτέλεση του ταξιδιού.

Οι κίνδυνοι από τη χρήση πλοίων που δεν ανταποκρίνονται στα διεθνή πρότυπα περιλαμβάνουν:

- απώλειες - μικρές καθυστερήσεις μέχρι την πλήρη απώλεια, οι οποίες έχουν σοβαρό ανθρώπινο, περιβαλλοντικό και εμπορικό κόστος.
- αδικαιολόγητες καθυστερήσεις και δαπάνες κατά την επιθεώρηση του πλοίου στο λιμάνι.
- παραβίαση των κανονιστικών ρυθμίσεων.
- αύξηση των ασφαλιστικών δαπανών.

Ο κύριος σκοπός των επιθεωρήσεων αυτών ήταν η αύξηση της ασφάλειας και η μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Άρχισε να γίνεται πραγματικότητα ελέγχοντας εάν το πλοίο συμμορφώνεται με τη διεθνή νομοθεσία, αποφεύγοντας την πετρελαϊκή ρύπανση, βελτιώνοντας τη διαχείριση της ασφάλειας, μειώνοντας τον κίνδυνο έκρηξης από τους τερματικούς σταθμούς και τέλος εξασφαλίζοντας ότι το φορτίο δεν μεταφέρεται από πλοία που δεν ανταποκρίνονται στα διεθνή πρότυπα. Σήμερα, όταν επιλέγεται ένα πλοίο, ο ναυλωτής αναζητεί το ιστορικό και το προφίλ του καθώς και της εταιρείας λαμβάνοντας υπόψη και τη συμμετοχή τους σε οποιοδήποτε ατύχημα, εάν υπήρχε. Εάν δύο πλοία έχουν την ίδια τιμή, ο ναυλωτής θα επιλέξει εκείνο με τις λιγότερες ανεπάρκειες. Η κύρωση μίας αποτυχημένης επιθεώρησης δύναται από την μείωση του

ναύλου του ναυλοσυμφώνου έως και την διακοπή της ναυλώσεως. Ωστόσο, η επιθεώρηση αυτή δεν δύναται να παρακρατήσει το πλοίο στο λιμάνι (detain) όπως οι επιθεωρήσεις των Coast Guard και των Port State Control.

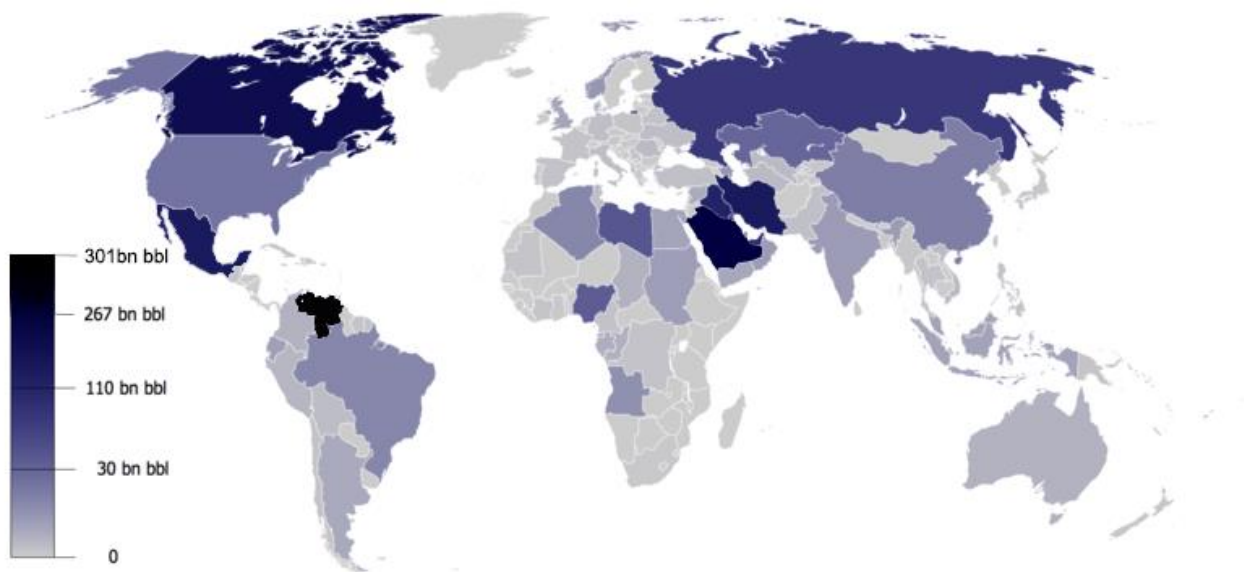
4. Υγρά φορτία και διαφοροποιήσεις αυτών

4.1 Περιοχές εξόρυξης πετρελαίου

Στις μέρες μας το πετρέλαιο (υγρό πέτρωμα) αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πετρώματα εξόρυξης. Η χημική του σύσταση δεν είναι πάντοτε ίδια και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Ένας κύριος παράγοντας αποτελεί η περιοχή εξόρυξης, δηλαδή η γεωμορφολογία του υπεδάφους από το οποίο προέρχεται. Για το λόγο αυτό υπάρχουν και πολλές κατηγορίες πετρελαίου, αργού ή μη.

Ενδεικτικός είναι ο χάρτης παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου ο οποίος εκδόθηκε τον Ιανουάριο του 2014 και εκφράζεται με τις εξής συντομογραφίες:

- bn=billion, δηλαδή δισεκατομμύριο.
- bbl=barrel, δηλαδή βαρέλι.



Χάρτης παγκόσμιων αποθεμάτων πετρελαίου ο οποίος εκδόθηκε τον Ιανουάριο του 2014

Πρέπει να αναφέρουμε πως η ποσότητα του πετρελαίου εκφράζεται είτε σε κυβικά (1 cubic = 1000 liters) είτε σε βαρέλια (1 barrel=158.987 liters).

1 cubic = 6.28981 barrels

Σύμφωνα λοιπόν με τις ενδείξεις του Ιανουαρίου για το έτος 2014, οι 19 χώρες με τα μεγαλύτερα αποθέματα πετρελαίου είναι οι εξής:

1.Βενεζουέλα	297,570
2.Σαουδική Αραβία	267,910
3.Καναδάς	173,625-175,200
4. Ιράν	157,300
5.Ιράκ	140,300
6.Κουβέιτ	104,000
7.Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	97,800
8.Ρωσία	80,000
9.Λιβύη	48,014
10.Νιγηρία	37,200
11.Καζακστάν	30,002
12.Ηνωμένες Πολιτείες	26,540
13.Κίνα	25,585
14.Κατάρ	25,382
15.Βραζιλία	13,986
16.Μεξικό	10,264
17.Αλγερία	12,200
18.Αγκόλα	10,470
19.Ινδία	9,043

4.2 Ιδιότητες φορτίων ανάλογα με την σύσταση τους

Για την ερμηνεία της δημιουργίας του πετρελαίου υπάρχουν πολλές και μάλιστα αλληλοσυγκρουόμενες θεωρίες. Παλαιότερα οι χημικοί και γεωλόγοι ερευνητές του αντικειμένου παραδέχονταν ότι το πετρέλαιο σχηματίστηκε από ανθρακομεταλλικές ενώσεις, τα λεγόμενα καρβίδια όπως ακριβώς από το ανθρακαργύλιο που σχηματίζεται το μεθάνιο, από το ανθρακασβέστιο το ακετυλένιο, και από άλλα καρβίδια άλλοι κατώτεροι υδρογονάνθρακες όπως αυτοί που απαντώνται στο πετρέλαιο.

Το αργό (ακατέργαστο) πετρέλαιο είναι υγρό πέτρωμα, μείγμα υδρογονανθράκων, δηλαδή ουσιών που περιέχουν άνθρακα και υδρογόνο, κατά ένα μεγάλο μέρος της σειράς των αλκανίων, που όμως περιέχει και αρκετούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, καθώς και άλλες οργανικές ενώσεις και το οποίο βρίσκεται μέσα σε πορώδη πετρώματα στα ανώτερα στρώματα μερικών περιοχών τού φλοιού της γης.

Οι υδρογονάνθρακες μπορεί να είναι παρόντες σε τρεις τύπους μοριακών δομών:

- i. ευθείας αλυσίδας.
- ii. διακλαδωμένης αλυσίδας.
- iii. και δακτυλίου.

Τα μεγαλύτερα και συνθετότερα μόρια υδρογονανθράκων αποτελούνται από συνδυασμούς αυτών των δομών. Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες, γνωστοί και ως παραφίνες ή αλκάνια και κυκλοαλκάνια. Ολεφίνες και αλκένια, δηλαδή ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, δεν περιλαμβάνονται κανονικά στο ακατέργαστο πετρέλαιο όμως διαμορφώνονται στις διεργασίες επεξεργασίας, όπως στην πυρόλυση και στην αφυδρογόνωση. Παρούσες στο ακατέργαστο πετρέλαιο είναι επίσης αρωματικές ενώσεις σε μια ποικιλία συγκεντρώσεων, είτε απλές (πχ βενζόλιο), ή συμπυκνωμένες πολυπυρηνικές και συστήματα αρωματικών δακτυλίων με πλευρικές παραφινικές ή ολεφινικές υποκαταστάσεις.

Μετά την εξόρυξη του λοιπόν, υπόκειται σε μία μικρή επεξεργασία δίχως ωστόσο αυτή να μεταβάλει την ονομασία του καθώς παραμένει «αργό πετρέλαιο».

Ωστόσο, με βάση τα θειούχα συστατικά που περιέχει και τα άλλα συστατικά (κλασματικά αποστάγματα) που του έχουν αφαιρεθεί ή του έχουν προστεθεί, έχει αποκτήσει πλέον ένα πιο συγκεκριμένο είδος αργού πετρελαίου και χαρακτηρίζεται ως:

1. **Sour Crude oil**, που περιέχει πάνω από 2% m/m θειούχα συστατικά (Μέση Ανατολή).
2. **Sweet Crude oil**, που περιέχει λιγότερο από 2% m/m θειούχα συστατικά για να μην οξειδώνονται οι δεξαμενές, αφού το θειάφι προκαλεί οξείδωση.
3. **Stabilized Crude oil**, απ' το οποίο έχουν αφαιρεθεί τα πτητικά συστατικά, επειδή το κάνουν εύφλεκτο και επικίνδυνο στη μεταφορά.
4. **Spiked Crude oil**, στο οποίο έχουν προστεθεί ελαφρύτερα συστατικά που μειώνουν το ιξώδες (π.χ. υγροποιημένο αέριο), διότι μεγάλο ιξώδες σημαίνει παχύρρευστο υγρό που δυσκολεύει τη μεταφορά/εκφόρτωση.

Χαρακτηριστικά αργού πετρελαίου

Μερικά από τα χαρακτηριστικά (ιδιότητες που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη κατά τον χειρισμό) των κυριότερων τύπων αργού πετρελαίου είναι:

- **Πυκνότητα ή Ειδικό Βάρος** (τυπική): 0,790 έως 1,000 kg/l στους 15 °C.
- **API - gravity at 60 °F**
- **Αρχικό σημείο βρασμού** (boiling point): 0 °C – 50 °C.
- **Κινηματικό ιξώδες**: (kinematic viscosity): 4 – 15000 cSt στους 37,8 °C.
- **Σημείο ροής** (pour point): – 35 °C έως +70 °C.
- **Θείο**: 0,08% έως 5,0 % m/m (κ.β.)
- **Βανάδιο**: 1 – 2000 mg/kg
- **Κερί**: 2 – 12% m/m
- **Ασφαλτένια** (κυρίως νικέλιο, σίδηρο): 0,05% έως 3,0% m/m.

Ιδιότητες πετρελαιοειδών φορτίων

1) **Ιξώδες** (viscosity) «μ» ή **δυναμικό ιξώδες** ή **απόλυτο ιξώδες** (cP): Το ιξώδες ενός υγρού μετράει την αντίσταση του υγρού στη ροή, η οποία εκφράζεται στον χρόνο που χρειάζεται μια δοθείσα ποσότητα υγρού να μετακινηθεί μέσα σε ένα σταθερό τριχοειδές αγγείο. Όταν γίνεται αναφορά στο ιξώδες θα πρέπει πάντα να μνημονεύεται η θερμοκρασία. Γι' αυτόν τον λόγο και η

άντληση των παχύρρευστων υγρών με υψηλό ιξώδες (που ρέουν αργά) είναι ευκολότερη σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Θα πρέπει επίσης να μνημονεύεται και η μονάδα μετρήσεως που χρησιμοποιήθηκε π.χ. Redwood 1 sec at 100 °F, Saybolt Universal Seconds at 100 °F, Saybolt Furol Seconds at 100 °F, Engler degrees at 40 °C.

2) **Κινηματικό ιξώδες** ή φαινόμενο κινηματικό ιξώδες « ν » (kinematic viscosity). Όταν δεν χρησιμοποιούνται οι παραπάνω μονάδες αλλά χρησιμοποιούνται ως μονάδα μετρήσεως για το ιξώδες του πετρελαίου τα **σεντιστόκς** (centistokes-cSt), τότε αυτό θα ονομάζεται κινηματικό ιξώδες (π.χ. Kinematic cSt at 150 °C 180). «Κινηματικό ιξώδες υγρού σε ρυθμό διατμήσεως σχεδόν μηδέν είναι το δυναμικό ιξώδες του υγρού διά της πυκνότητάς του στην ίδια θερμοκρασία μετρήσεως: $\nu = \mu/\rho$, μονάδες $\text{cm}^2/\text{s} = \text{stokes}$. Όπου ν : κινηματικό ιξώδες, μ : απόλυτο ή δυναμικό ιξώδες και ρ : πυκνότητα του υγρού».

3) **Τάση ατμών** ή **ατμού** ή **πίεση εξατμίσεως** (vapour pressure): Τάση ατμών ονομάζεται η πίεση που ασκούν τα μόρια του ατμού υπεράνω ενός υγρού (π.χ. πετρελαιοειδούς) που βρίσκεται σε κλειστό δοχείο όταν έχει αποκατασταθεί η ισορροπία τους. Η τάση ατμών εξαρτάται απ' τη θερμοκρασία της υγρής και της αέριας φάσεως, την πίεση της περιβάλλουσας ατμόσφαιρας, την πτητικότητα του υγρού και τον υπάρχοντα κενό χώρο στη δεξαμενή. Όσο αυξάνει η θερμοκρασία του υγρού και του ατμού ή όσο μειώνεται η πίεση της περιβάλλουσας ατμόσφαιρας, τόσο αυξάνει η τάση ατμών. Όσο υψηλότερη είναι η πτητικότητα του πετρελαιοειδούς και η θερμοκρασία και όσο μικρότερος ο κενός χώρος της δεξαμενής, τόσο μεγαλύτερη είναι η πίεση που δημιουργείται. Η τιμή αυτή της πίεσεως αποτελεί ένδειξη για την πτητικότητα ενός υγρού και ονομάζεται **αληθής τάση ατμών** (True Vapour Pressure – TVP).

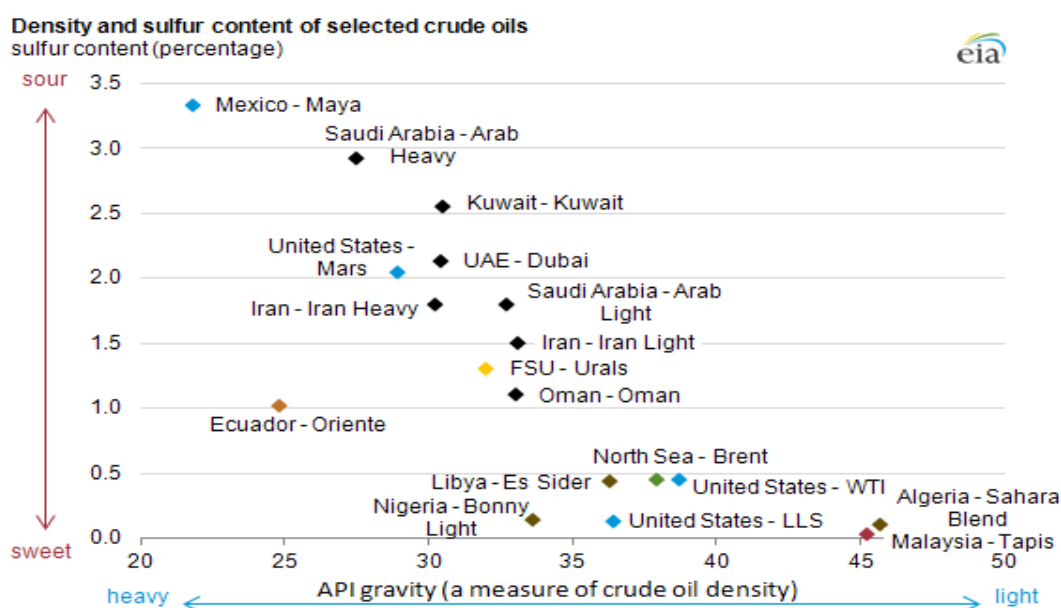
4) **Συμπύκνωση** (condensation) ή **υγροποίηση** (liquefaction) ονομάζεται η χημική αντίδραση που αναγκάζει σε εμπλοκή τα μόρια του αερίου/ατμού ώστε να δημιουργήσουν ένα νέο πιο πολύπλοκο μείγμα συχνά μεγαλύτερου μοριακού βάρους και να περάσουν από την αέρια στην υγρή φάση. Η υγροποίηση ή συμπύκνωση συντελείται επίσης με ελάττωση της θερμοκρασίας ή με συμπίεση όταν οι ατμοί είναι κορεσμένοι.

4.3 Κυριότερες διαφορές Crude Oil και Product Cargo

Crude oil

Πολλοί τύποι αργού πετρελαίου παράγονται σε όλο τον κόσμο. Η αξία στην αγορά (πετρελαϊκή) ενός μεμονωμένου ακατέργαστου ρευστού αντικατοπτρίζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Δύο από τα σημαντικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά είναι η πυκνότητα του καθώς και η περιεκτικότητα σε θείο. Η πυκνότητα κυμαίνεται από “light” έως “heavy”, ενώ η περιεκτικότητα σε θείο χαρακτηρίζεται ως “sweet” ή “sour”. Τα ακατέργαστα έλαια που αναπαρίστανται στο διάγραμμα είναι μια επιλογή ορισμένων που διατίθενται στο εμπόριο σε διάφορα μέρη του κόσμου. Υπάρχουν μερικά ακατέργαστα έλαια τόσο κάτω όσο και πάνω από το εύρος βαρύτητας API που φαίνεται στο διάγραμμα. Τα ακατέργαστα έλαια που είναι light (υψηλότεροι βαθμοί βαρύτητας API ή χαμηλότερη πυκνότητα) και sweet (χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο) συνήθως διατίθενται υψηλότερα από τα heavy, sour ακατέργαστα έλαια. Αυτό οφείλεται εν μέρει στο γεγονός ότι η βενζίνη και το πετρέλαιο ντίζελ, μπορούν συνήθως να παραχθούν πιο εύκολα και φτηνά χρησιμοποιώντας light sweet αργό πετρέλαιο. Οι light sweet ποιότητες είναι επιθυμητές επειδή μπορούν να υποστούν επεξεργασία με πολύ λιγότερο εξελιγμένες και ενεργειακά εντατικές διεργασίες.

Το σχήμα δείχνει την επιλογή ακατέργαστων τύπων από όλο τον κόσμο με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά περιεκτικότητας σε θείο και πυκνότητας.



*Στο S.I. μονάδα μετρήσεως του ιξώδους είναι mm^2/s . $1 \text{ mm}^2/\text{s} = 1 \text{ cSt}$. Νερό σε 1 ατμόσφαιρα και $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ($68 \text{ }^\circ\text{F}$).

Product cargo

Τα προϊόντα πετρελαίου είναι υλικά που προέρχονται από αργό πετρέλαιο καθώς μεταποιούνται σε διυλιστήρια πετρελαίου. Σε αντίθεση με τα πετροχημικά, τα οποία είναι μια συλλογή σαφώς καθορισμένων συνήθως καθαρών χημικών ενώσεων, τα πετρελαϊκά προϊόντα είναι πολύπλοκα μίγματα. Η πλειοψηφία του πετρελαίου μετατρέπεται σε πετρελαϊκά προϊόντα, τα οποία περιλαμβάνουν διάφορες κατηγορίες καυσίμων. Σύμφωνα με τη σύνθεση του αργού πετρελαίου και ανάλογα με τις απαιτήσεις της αγοράς, τα διυλιστήρια μπορούν να παράγουν διαφορετικές κατηγορίες προϊόντων πετρελαίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό των πετρελαϊκών προϊόντων χρησιμοποιείται ως “ενεργειακοί φορείς”, δηλαδή διάφορες ποιότητες καυσίμου. Αυτά τα καύσιμα περιλαμβάνουν ή μπορούν να αναμειχθούν για να δώσουν βενζίνη, καύσιμο αεριωθουμένων, καύσιμο ντίζελ, πετρέλαιο θέρμανσης και βαρύτερα μαζούτ. Τα βαρύτερα (λιγότερο πτητικά) κλάσματα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ασφάλτου, πίσσας, κεριού παραφίνης, λιπαντικών και άλλων βαρέων ελαίων. Τα διυλιστήρια παράγουν επίσης και άλλα χημικά, ορισμένα από τα οποία χρησιμοποιούνται σε χημικές διεργασίες για την παραγωγή πλαστικών και άλλων χρήσιμων υλικών. Εφόσον το πετρέλαιο περιέχει συχνά μερικά μόρια που περιέχουν θείο, το στοιχείο του θείου συχνά παράγεται συχνά ως προϊόν πετρελαίου. Ο άνθρακας, υπό μορφή οπτάνθρακα πετρελαίου και υδρογόνο, μπορεί επίσης να παραχθεί ως προϊόν πετρελαίου. Το παραγόμενο υδρογόνο χρησιμοποιείται συχνά ως ενδιάμεσο προϊόν για άλλες διεργασίες διύλισης πετρελαίου όπως υδρογονοπυρόλυση και υδρογονοαποθείωση.

Συνεπώς, από τα ανωτέρω καταλήγουμε στις εξής διαφορές μεταξύ των δύο κατηγοριών:

- Το crude oil αποτελεί από την φύση του βαρύτερο έλαιο σε σχέση με το product cargo.
- Το crude oil αποτελεί το αντικείμενο επεξεργασίας από το οποίο δημιουργείται το product cargo.
- Το product cargo δεν υφίστανται περαιτέρω επεξεργασία καθώς αποτελεί τελική μορφή προϊόντος.
- Το crude oil πολλές φορές δεν είναι σταθεροποιημένο ως προς την τάση των ατμών.
- Το product cargo διαθέτει μεγάλες ποσότητες πτητικών συστατικών.
- Λόγω της επεξεργασίας των διυλιστηρίων, το product cargo είναι ελεύθερο από νερό και βρωμιές (χώμα).

4.4 Τρόποι και πληροφορίες προστασίας του ανθρώπινου παράγοντα

Ένα δελτίο δεδομένων ασφαλείας (safety data sheet ή SDS), ή δελτίο δεδομένων ασφάλειας υλικού (material safety data sheet ή MSDS), ή δελτίο δεδομένων ασφάλειας προϊόντος (product safety data sheet ή PSDS) είναι ένα σημαντικό συνοδευτικό έγγραφο και στοιχείο ασφαλείας και υγείας. Αποσκοπεί στην παροχή στους εργαζόμενους και στο προσωπικό πληροφορίες με διαδικασίες χειρισμού ή εργασίας με αυτή την χημική ουσία με ασφαλή τρόπο και περιλαμβάνει πληροφορίες όπως σημείο τήξης, σημείο βρασμού, σημείο ανάφλεξης, τοξικότητα, επιπτώσεις στην υγεία, πρώτες βοήθειες, δραστηκότητα, αποθήκευση, διάθεση, προστατευτικό εξοπλισμό και διαδικασίες χειρισμού. Οι μορφές SDS μπορεί να ποικίλλουν από πηγή σε πηγή μέσα σε μια χώρα ανάλογα με τις εθνικές απαιτήσεις. Το SDS είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα κατηγοριοποίησης πληροφοριών για χημικές ουσίες, χημικές ενώσεις και χημικά μείγματα. Οι πληροφορίες του SDS μπορεί να περιλαμβάνουν οδηγίες για την ασφαλή χρήση και τους κινδύνους που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο υλικό ή προϊόν. Αυτά τα δελτία δεδομένων μπορούν να βρεθούν οπουδήποτε χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες.

Υπάρχει επίσης υποχρέωση κατάλληλης σήμανσης των ουσιών βάσει των φυσικοχημικών ή περιβαλλοντικών κινδύνων και/ή των κινδύνων υγείας. Οι ετικέτες μπορεί να περιλαμβάνουν σύμβολα κινδύνου όπως χημικούς κινδύνους ή μαύρους διαγώνιους σταυρούς σε πορτοκαλί παρασκήνιο που χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν μια επικίνδυνη ουσία. Ένα SDS μιας ουσίας δεν αποσκοπεί κυρίως για χρήση από έναν γενικό καταναλωτή, αλλά εστιάζει κυρίως στους κινδύνους της εργασίας με το υλικό σε εργασιακό περιβάλλον. Σε κάποιες περιπτώσεις, το SDS απαιτείται για να δηλώσει τους κινδύνους της χημικής ουσίας, την ασφάλεια και την επίπτωση στο περιβάλλον. Είναι σημαντική η χρήση ενός SDS ειδικά για την χώρα και τον προμηθευτή, επειδή το ίδιο μπορεί να έχει διαφορετική σύνθεση σε διάφορες χώρες. Η σύνθεση και ο κίνδυνος ενός προϊόντος χρησιμοποιώντας ένα γενικό όνομα μπορεί να διαφέρει μεταξύ κατασκευαστών στην ίδια χώρα.

Μέσω του MSDS λοιπόν, το πλήρωμα και οι αξιωματικοί ενός πλοίου μπορούν να αποκτήσουν πολλές πληροφορίες για το φορτίο καθώς και άλλα επικίνδυνα υλικά που υπάρχουν στο πλοίο με σκοπό την προστασία τους. Κάθε φορτωθέν φορτίο πρέπει να συνοδεύεται από αντίστοιχο MSDS, ειδάλως δεν θα φορτώνεται.

5. Διάταξη δεξαμενοπλοίων, κύριος και βοηθητικός εξοπλισμός

5.1 Διάταξη δεξαμενών έρματος και φορτίου

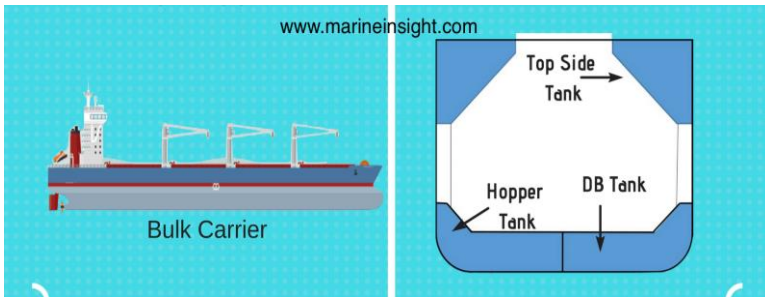
Water Ballast Tanks

Ερματισμός (ballasting) ονομάζεται η χρησιμοποίηση θαλάσσιου νερού με το οποίο γίνεται η πλήρωση ειδικών δεξαμενών (θαλασσέρματος) των πλοίων για την επίτευξη επαρκούς ευστάθειας κατά το άφορτο ταξίδι. Η εργασία αυτή ονομάζεται ερμάτωση και αποτελεί αντικείμενο της ναυτικής τέχνης, που εμπίπτει γενικότερα στην αρμοδιότητα του Υποπλοιάρχου και των αξιωματικών καταστρώματος του πλοίου.

Αντίθετος όρος του ερματισμού είναι ο αφερματισμός.

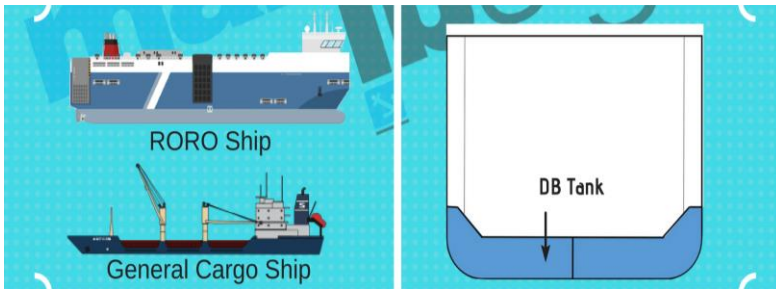
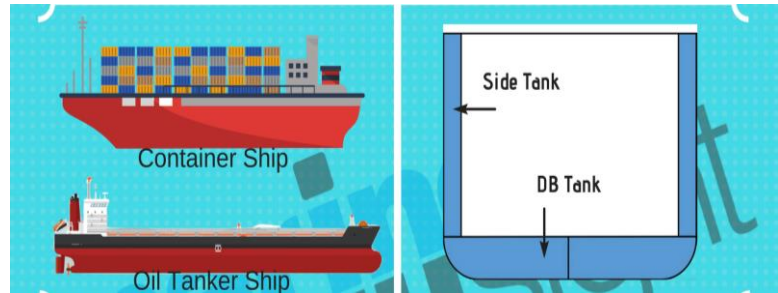
Οι Δεξαμενές θαλασσέρματος: βρισκόμενες στις πλευρές για προστασία των δεξαμενών φορτίων (Protectively Located SBTs) εξυπηρετούνται από εντελώς ανεξάρτητο σύστημα αντλιών και σωληνώσεων, που δεν συνδέεται με το σύστημα των γραμμών φορτίου ή των καυσίμων. Οι δεξαμενές είναι κενές στο έμφορτο ταξίδι και γεμίζουν μόνο με θάλασσα στο άφορτο ταξίδι. Σκοπός τους είναι η μείωση της πιθανότητας ρυπάνσεως της θάλασσας κατά τη διάρκεια των διαδικασιών ερματισμού και αφερματισμού. Επειδή βρίσκονται στις πλευρές του πλοίου δεξιά και αριστερά των δεξαμενών φορτίου, προστατεύουν τις δεξαμενές φορτίου σε περίπτωση ατυχήματος/συγκρούσεως. Η χωρητικότητά τους επιτρέπει στο πλοίο να ταξιδέψει με ασφάλεια, χωρίς να καταφύγει στη χρησιμοποίηση των δεξαμενών φορτίου για έρμα, πλην της περιπτώσεως εξαιρετικών δυσμενών καιρικών συνθηκών, οπότε πιθανόν να χρειαστεί επί πλέον έρμα.

Οι Δεξαμενές ζυγοσταθμίσεως (peaks): Η προραία δεξαμενή ζυγοσταθμίσεως (Fore Peak Tank – FPT) [(σε ορισμένα πλοία χωρίζεται σε επάνω (Upper FP) και κάτω (Lower FP)] και η πρυμναία δεξαμενή ζυγοσταθμίσεως (After Peak Tank – APT). Η προραία βρίσκεται πλώρα της No.1 Cargo Oil Tank (C) ενώ η πρυμναία κάτω από το steering gear room. Δεξαμενές ζυγοσταθμίσεως υπάρχουν σε όλα τα πλοία στην πλώρη και στην πρύμη αντίστοιχα και ακολουθούν το υδροδυναμικό σχήμα του σκάφους. Ως στεγανά ασφαλείας, σε περίπτωση συγκρούσεως χρησιμοποιούνται ως διαχωριστικά φρεατίων για να προστατεύουν τους χώρους φορτίου. Χρησιμοποιούνται όμως και για τη ζυγοστάθμιση του πλοίου, δηλαδή για τη ρύθμιση της διαγωγής με την τοποθέτηση του ανάλογου θαλασσέρματος.



Στην διπλανή εικόνα διακρίνουμε τον τύπο δεξαμενών έρματος που χρησιμοποιείται στα Bulk Carrier.

Στην διπλανή εικόνα διακρίνουμε τον τύπο δεξαμενών έρματος που χρησιμοποιείται στα Container ships και στα Oil Tanker.



Στην διπλανή εικόνα διακρίνουμε τον τύπο δεξαμενών έρματος που χρησιμοποιείται στα Ro - Ro και General cargo ships.

Βλέποντας τις ανωτέρω εικόνες μπορούμε να αντιληφθούμε πως σε σύγκριση με τους υπόλοιπους τύπους πλοίων τα δεξαμενόπλοια:

- Δεν διαθέτουν Top-side.
- Τα διπύθμενα ξεκινούν από την τρόπιδα έως το κατάστρωμα, γνωστά ως διπύθμενα τύπου L.

Δεξαμενές ζυγοσταθμίσεως (Peaks)



Το κριτήριο του IMO για ασφάλεια έναντι διάτρησης πυθμένα (“raking damage”) απαιτεί όπως, αρκετές από τις δεξαμενές που βρίσκονται στο χώρο διπυθμένων να μην έχουν υδατοστεγείς φρακτές στο μέσο, να είναι δηλαδή τύπου U. Ο κίνδυνος τον οποίο αποτρέπει αυτό το κριτήριο είναι η περίπτωση ασύμμετρης κατάκλισης (δηλαδή μόνο της δεξιάς ή της αριστερής πλευράς) εφόσον υπάρξει διάτρηση του εξωτερικού τοιχώματος, ως αποτέλεσμα προσάραξης ή σύγκρουσης. Κάτι τέτοιο θα οδηγούσε σε ανατροπή του δεξαμενοπλοίου. Για μεγάλα δεξαμενόπλοια, μεγέθους VLCC, η ύπαρξη μιας και μόνο δεξαμενής τύπου U επαρκεί για να ικανοποιηθεί το κριτήριο διάτρησης πυθμένα. Όμως, για δεξαμενόπλοια μικρότερου μεγέθους, απαιτούνται δύο ή και τρεις δεξαμενές τέτοιου τύπου για να ικανοποιηθεί το κριτήριο. Ο IMO αντιμετώπισε αρχικά το πρόβλημα με την οδηγία MSC/Circular 706 που προέβλεπε την επιβολή λειτουργικών περιορισμών, με σκοπό την αυστηροποίηση των διαδικασιών φορτοεκφόρτωσης (IMO, 1995). Αργότερα όμως, ο IMO επέβαλε την ύπαρξη, κατ’ελάχιστο, αρχικού GoM=0.15 m, για φορτοεκφορτώσεις σε λιμάνι (μετά από τις διορθώσεις ελευθέρων επιφανειών), ενώ, για φορτοεκφορτώσεις σε ανοιχτή θάλασσα, θα έπρεπε να ικανοποιούνται τα κριτήρια του κώδικα IMO για ευστάθεια σε άθικτη κατάσταση.

Συγκεκριμένα, ο κανονισμός 27 του Προσαρτήματος I της MARPOL (πρώην κανονισμός 25A με την παλαιά αρίθμηση των κανονισμών), που τέθηκε σε ισχύ το Φεβρουάριο του 1999 και αφορά δεξαμενόπλοια άνω των 5.000 t DWT που παραδόθηκαν μετά την 1η Φεβρουαρίου 2002, απαιτεί, να ικανοποιούν τα κριτήρια ευστάθειας μέσω της σχεδίασης τους και όχι με λειτουργικά μέτρα, εξαιρουμένων των πλοίων συνδυασμένων φορτίων (combination carriers).

Οι απαιτήσεις προσδιορίζονται λεπτομερέστερα παρακάτω:

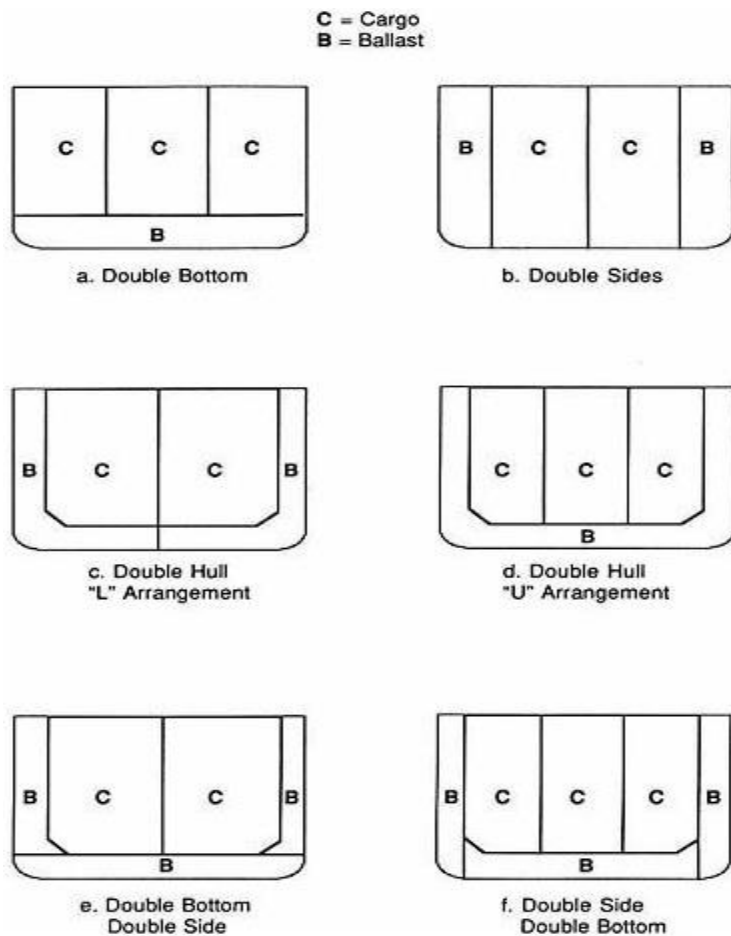
α) Σε λιμάνι, το αρχικό μετακεντρικό ύψος, διορθωμένο για επίδραση ελεύθερης επιφάνειας και μετρούμενο στις 0 μοίρες, δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο από 0.15 m.

β) Στη θάλασσα εφαρμόζονται τα παρακάτω κριτήρια:

- Η επιφάνεια κάτω από τον μογλοβραχίονα επαναφοράς δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 0.055 m rad, έως τις 30 μοίρες κλίση, και όχι λιγότερο από 0.09 m rad έως τις 40 μοίρες, ή έως τη γωνία κατάκλισης ανοιγμάτων, εφόσον αυτή είναι μικρότερη των 40 μοιρών.

Επιπλέον, η επιφάνεια μεταξύ των 30 και 40 μοιρών (ή μεταξύ των 30 μοιρών και της γωνίας κατάκλισης ανοιγμάτων αν είναι μικρότερη των 40 μοιρών), δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0.03 m rad.

- Ο μοχλοβραχίονας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.20 m σε γωνία κλίσης τουλάχιστον 30 μοιρών.
- Η μέγιστη τιμή του μοχλοβραχίονα θα πρέπει να συμβαίνει σε γωνία κλίσης που κατά προτίμηση υπερβαίνει τις 30 μοίρες, αλλά όχι λιγότερο από 25 μοίρες.
- Όπως και στο λιμάνι, το αρχικό μετακεντρικό ύψος, διορθωμένο για επίδραση ελεύθερης επιφάνειας και μετρούμενο στις 0 μοίρες, δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο από 0.15 m.



Βλέποντας λοιπόν το ανωτέρω σχήμα μπορούμε εύκολα να αντιληφθούμε πως οι κατηγορίες δεξαμενών έρματος διακρίνονται στους εξής τύπους:

1. Διπλός πυθμένας – Double bottom.
2. Διπλή πλευρά - Double side.
3. Διπλή γάστρα τύπου L – Double hull "L".
4. Διπλή γάστρα τύπου U – Double hull "U".
5. Ανεξάρτητο τμήμα πυθμένα και πλευράς – Double bottom & side.
 - A. Με περιορισμένο τμήμα πλευράς.
 - B. Με περιορισμένο τμήμα πυθμένα.

Cargo Tanks - Δεξαμενές φορτίου

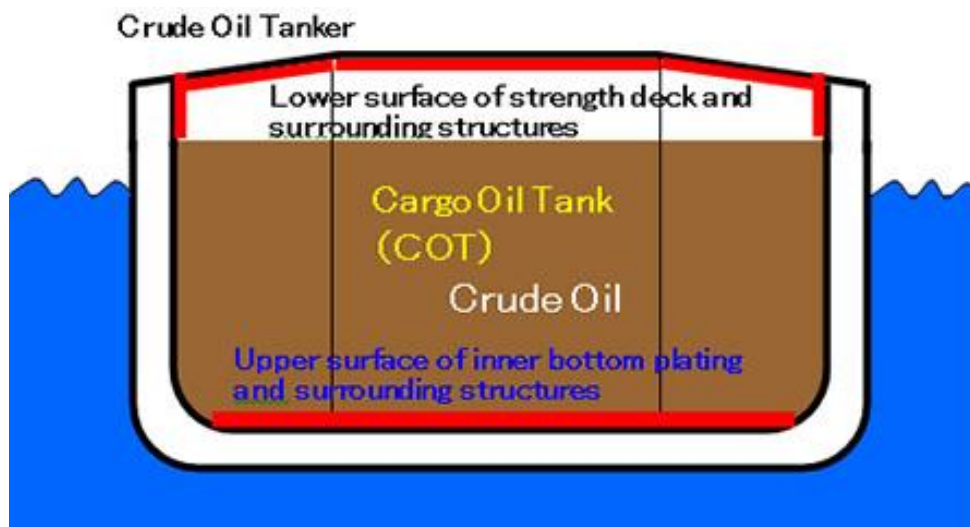
Οι δεξαμενές φορτίου αποτελούν μεταλλικές κατασκευές υψηλής αντοχής, σχεδιασμένες να αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες διαφόρων τύπων φορτίου. Ανάλογα με το μέγεθος του πλοίου, υφίσταται και ο ανάλογος αριθμός αυτών -όσο πιο μεγάλο είναι το πλοίο, τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός και το μέγεθος αυτών-. Η συνήθης διάταξη των δεξαμενών είναι η εξής:

- Για πλοία έως 120.000 Mt deadweight υφίστανται δύο δεξαμενές φορτίου κατά το εγκάρσιο και πέντε έως έξι κατά το διάμηκες.
- Για πλοία μεγαλύτερα των 120.000 Mt deadweight υφίστανται έως και τρεις δεξαμενές κατά το εγκάρσιο και πέντε κατά το διάμηκες.

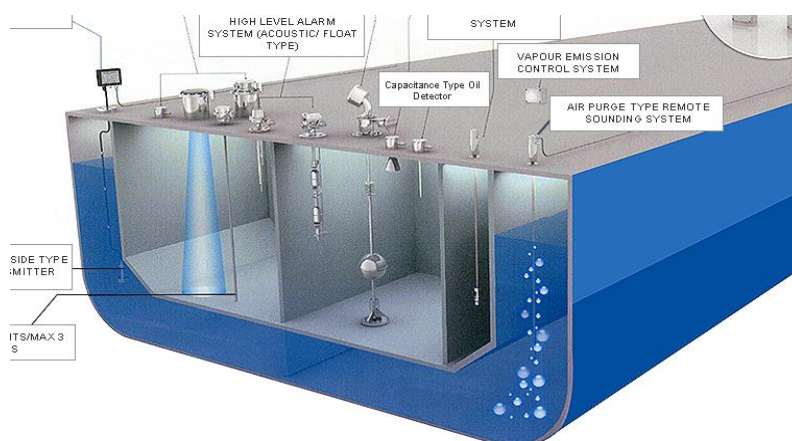
Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί πως η ανωτέρω διάταξη δεν ισχύει πάντοτε αλλά εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες όπως:

1. Αντοχή και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά.
2. Πλώες που θα πραγματοποιήσει.
3. Φορτία φόρτωσης και ιδιαιτερότητες αυτών.

Στις δεξαμενές φορτίων δεν περιλαμβάνονται οι δεξαμενές καταλοίπων καθώς κύριος σκοπός τους είναι η αποθήκευση αποβλήτων. Πλέον βέβαια, χρησιμοποιούνται και για την αποθήκευση φορτίων προς μεταφορά.



Εικόνα 3: Διάταξη δεξαμενών φορτίου για deadweight > 120.000 Mt

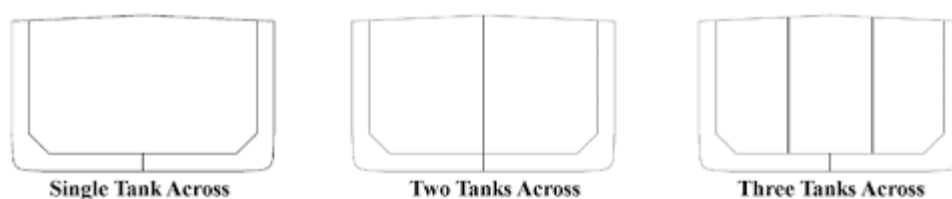


Διάταξη δεξαμενών φορτίου για deadweight < 120.000 Mt

Οι δεξαμενές φορτίου περικλείονται από τα διπύθμενα έρματος με σκοπό την επιπλέον προστασία σε περίπτωση συγκρούσεως, προσαράξεως ή διαρροής. Κατ' αυτόν τον τρόπο υπάρχει μία προστατευτική δικλείδα σε περίπτωση ατυχήματος εμποδίζοντας την ατυχηματική και λειτουργική ρύπανση.

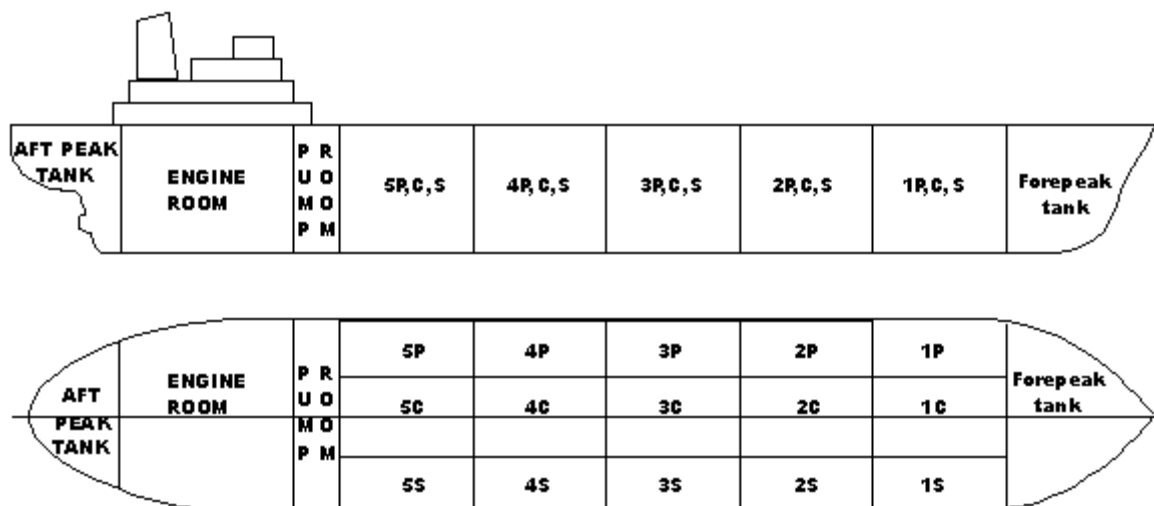
Ένα σημαντικό και μη αναμενόμενο πρόβλημα που προέκυψε μετά την κατασκευή δεξαμενοπλοίων διπλών τοιχωμάτων, ήταν η απώλεια, σε ορισμένες περιπτώσεις, της στατικής ευστάθειας στην όρθια θέση του πλοίου, λόγω πτώσης του GM που προκαλείτο κυρίως από σημαντικές επιδράσεις ελευθέρων επιφανειών (GoM) των δεξαμενών φορτίου και έρματος. Υπήρξαν, μάλιστα, περιστατικά με δεξαμενόπλοια τα οποία, κατά τη διάρκεια φόρτωσης ή εκφόρτωσης, απέκτησαν ξαφνικά εγκάρσια κλίση. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται, στη διεθνή βιβλιογραφία, “lolling”. Η ξαφνική απομάκρυνση από την όρθια θέση και η απόκτηση μόνιμης κλίσης, η οποία μπορεί να φτάσει τις 15 μοίρες ή και περισσότερο, υποδηλώνουν την ύπαρξη ενός προβλήματος που, αν δεν είχε αντιμετωπιστεί έγκαιρα, θα εγκυμονούσε σοβαρούς κινδύνους. Το lolling δεν συνέβαινε στα δεξαμενόπλοια μονού τοιχώματος. Η εξήγηση είναι ότι αυτά, από 100.000 - 150.000 Mt DWT και πάνω, διέθεταν πάντα μία ή περισσότερες διαμήκεις φρακτές με σκοπό ν' αποκτήσουν επαρκή διαμήκη αντοχή. Είναι προφανές ότι οι διαμήκεις φρακτές περιορίζουν το πλάτος των δεξαμενών φορτίου. Περιορίζουν επομένως σημαντικά, και την επίδραση που επιφέρουν οι ελεύθερες επιφάνειες στη στατική ευστάθεια του πλοίου κατά τα κρίσιμα στάδια της φόρτωσης ή της εκφόρτωσης. Όμως, στα δεξαμενόπλοια με διπλά τοιχώματα, η εσωτερική γάστρα συνεισφέρει στην αντοχή περίπου όπως συνεισέφεραν οι διαμήκεις φρακτές στα

δεξαμενόπλοια μονού τοιχώματος. Ως εκ τούτου, η επιπλέον εγκατάσταση διαμηκών φραγτών είναι, εκ πρώτης όψεως, ασύμφορη, γιατί καταλήγει, για δεδομένη μεταφορική ικανότητα, σε μεγαλύτερο βάρος μεταλλικής κατασκευής και σε μεγαλύτερο κόστος. Για το λόγο αυτό, κατασκευάστηκαν δεξαμενόπλοια διπλών τοιχωμάτων με μέγεθος έως 150.000 Mt DWT, ή και μεγαλύτερα, που διαθέτουν δεξαμενές φορτίου που εκτείνονται, εγκαρσίως, από τη μια άκρη ως την άλλη (“single-tank across”). Επομένως, υφίστανται πολύ μεγάλες επιδράσεις ελευθέρων επιφανειών, σε σχέση με αντίστοιχα, παλαιότερα, δεξαμενόπλοια μονού τοιχώματος.



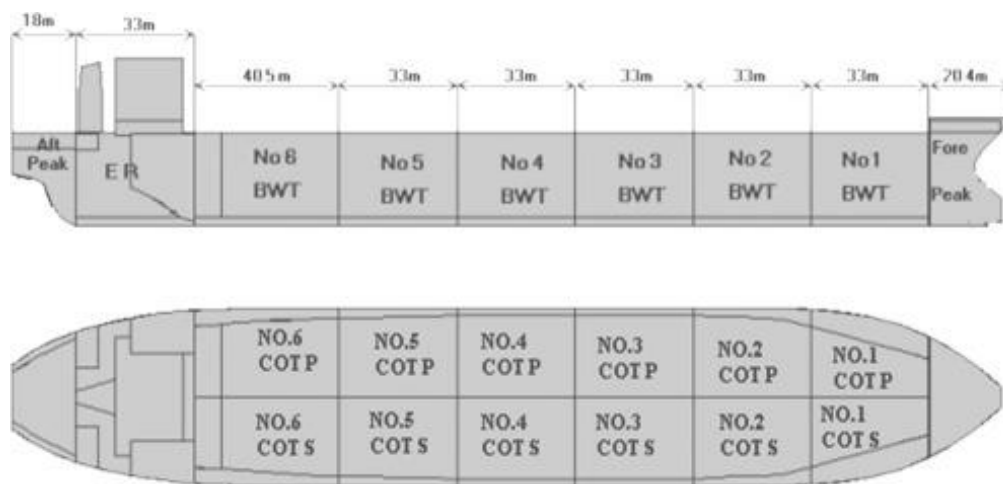
Απεικόνιση του συστήματος Tank Side Across

Η δυσμενέστερη περίπτωση προκύπτει ενώ, ένα δεξαμενόπλοιο διπλού τοιχώματος, φορτώνει πετρέλαιο και ταυτόχρονα αποβάλλει έρμα, οπότε είναι δυνατό να παρουσιάζονται επιδράσεις ελευθέρων επιφανειών, τόσο λόγω των μισογεμάτων δεξαμενών φορτίου όσο και λόγω των μισογεμάτων δεξαμενών έρματος, σε συνδυασμό με τη σχετικά υψηλή στιγμιαία θέση κέντρου βάρους. Προφανώς, η ύπαρξη διαμηκών φραγτών που χωρίζουν τις δεξαμενές σε μικρότερα μέρη θα παίζει καθοριστικό ρόλο για την αποφυγή της κατάστασης lolling. Άρα, η διάταξη των δεξαμενών φορτίου και των δεξαμενών έρματος θα πρέπει να επιλέγεται μετά από μελέτη, όχι μόνο σχετικά με την εξυπηρέτηση του φορτίου, την επίτευξη επαρκών βυθισμάτων κλπ, αλλά και για την αποφυγή ξαφνικής εμφάνισης φαινομένων στατικής αστάθειας. Ο κίνδυνος υπάρχει ιδιαίτερα όταν η στάθμη του έρματος κατέβει χαμηλά ενώ συγχρόνως οι δεξαμενές φορτίου έχουν σχεδόν πληρωθεί (περί το 80%). Στην αρχή της διαδικασίας απόρριψης έρματος (υπενθυμίζεται ότι ως χώρος έρματος χρησιμοποιείται ο χώρος μεταξύ των δύο τοιχωμάτων), η επίδραση ελεύθερης επιφάνειας των πλευρικών δεξαμενών είναι σχετικά μικρή (σε δεξαμενές τύπου L) ή σχετικά μικρή (σε δεξαμενές τύπου U). Όταν η στάθμη εντός των χώρων φορτίου ανεβεί σημαντικά, πέραν της επίδρασης ελεύθερης επιφάνειας πετρελαίου, υπάρχει και σημαντική επίδραση λόγω ανόδου της θέσης του κέντρου βάρους.



Διάταξη δεξαμενών για πλοίο με deadweight > 120.000 Mt

Κατά κύριο λόγο, το σύστημα “three tanks across” παρατηρείται στα μεγάλα δεξαμενόπλοια όπως τα VLCC (Very Large Crude Carrier) και τα ULCC (Ultra Large Crude Carrier) τα οποία διαθέτουν μεγαλύτερο πλάτος από τα υπόλοιπα πλοία (τουλάχιστον 60 μέτρα).



Διάταξη δεξαμενών για πλοίο με deadweight < 120.000 Mt

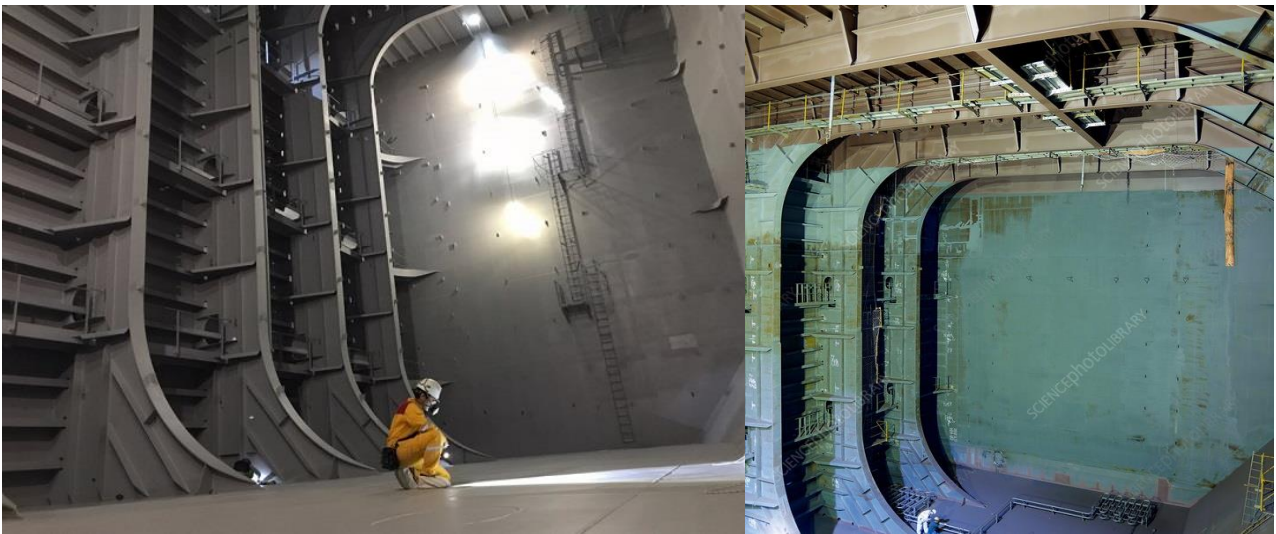
Το σύστημα “two tanks across” παρατηρείται στα μικρότερα δεξαμενόπλοια όπως Panamax, Aframax και Suezmax των οποίων το πλάτος δεν ξεπερνά τα 50 μέτρα.

Αξίζει να αναφερθεί πως παλαιότερα, τα πρώτα δεξαμενόπλοια χρησιμοποιούσαν μόνο μία δεξαμενή και ήταν γνωστά ως “Single-Tank” tankers στον χώρο της εμπορικής ναυτιλίας.

Εσωτερική όψη δεξαμενής φορτίου – Cargo tank's inside view

Οι μεταλλικές αυτές ενισχυμένες κατασκευές στο εσωτερικό τους αποτελούνται από έναν αριθμό σημαντικών ενισχύσεων οι οποίες είναι:

- Νομείς (frames): Αποτελούν κατασκευές από δοκούς διατομής “ Γ ” ή “ Τ ” που ενισχύουν εσωτερικά τα λεπτά ελάσματα του περιβλήματος του πλοίου. Διακρίνονται σε Εγκάρσιους (Transverse) και Διαμήκεις Νομείς (Longitudinal Frames).
- Έδρες νομέα (frame base plate): Το τμήμα του νομέα που προσαρμόζεται στον πυθμένα του πλοίου.



Εσωτερική όψη των δεξαμενών φορτίου

- Ζυγό (Beam): Το τμήμα του νομέα που προσαρμόζεται στο κατάστρωμα.
- Βραχίονες, Αγκώνες ή Μπρατσόλια (brackets): η σύνδεση μεταξύ του νομέα και της έδρας γίνεται με τους Βραχίονες ή Αγκώνες Κυρτού της γάστρας (Bilge Brackets).

Τα τελευταία χρόνια ναυπηγούνται πλοία stainless steel, δηλαδή ανοξείδωτα των οποίων η κατασκευή είναι μεγαλύτερης αντοχής. Οι δεξαμενές φορτίου αυτών των πλοίων δεν οξειδώνονται ενώ οι φθορές τους είναι ελάχιστες.



Stainless steel cargo tank

5.2 Διάταξη αντλιοστασίου και εξοπλισμός αυτού

Pumproom

Ο όρος αντλιοστάσιο παραπέμπει σε ένα χώρο κυρίως των δεξαμενοπλοίων εντός του οποίου βρίσκεται ο απαραίτητος για την φόρτωση και εκφόρτωση εξοπλισμός ο οποίος είναι:

1. Αντλίες φορτίου - Cargo pumps.
2. Αντλίες έρματος - Water ballast pumps.
3. Εκχυτήρες - Stripping eductors.
4. Παλινδρομική αντλία - Stripping pump.
5. AVSS – Auto Vacuum Stripping System.
6. Μπουγιέλες αντλιών - Separators.
7. Σωληνώσεις - Piping.
8. Επιστόμια - Valves.



Απεικόνιση θέσεως αντλιοστασίου

Το αντλιοστάσιο βρίσκεται πλώρα του μηχανοστασίου σε ξεχωριστό διαμέρισμα. Η είσοδος του βρίσκεται στο κύριο κατάστρωμα και με σκάλες επιπέδων (stages) μπορεί κάποιος να φτάσει στο τελευταίο επίπεδο όπου και βρίσκεται η πλειοψηφία του εξοπλισμού. Ο χώρος αυτός διαθέτει εξαερισμό -μηχανικό και φυσικό, mechanical and natural- ώστε να υφίσταται ασφαλής ατμόσφαιρα κατά την είσοδο σε αυτόν.

Κατά την είσοδο στον χώρο του αντλιοστασίου, οι εισερχόμενοι πρέπει να διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό (personal protective equipment – PPE) ο οποίος είναι:

- i. Φόρμα εργασίας – Boiler suit.
- ii. Παπούτσια ασφαλείας – Safety shoes.
- iii. Κράνος ασφαλείας – Safety helmet.
- iv. Γάντια ασφαλείας – Safety gloves.
- v. Ωτοασπίδες – Ear protectors.
- vi. Γυαλιά ασφαλείας – Safety goggles.
- vii. Ατομικός ανιχνευτής αερίων – Personal gas meter.

Στην είσοδο του αντλιοστασίου υφίσταται το pumproom entry permit, εφόσον ο χώρος ελεγχθεί για τουλάχιστον τριάντα λεπτά πριν και βρεθεί ασφαλής, τότε συμπληρώνεται η άδεια εισόδου και πραγματοποιείται η είσοδος.

Εξοπλισμός αντλιοστασίου

Αντλίες φορτίου – Cargo pumps

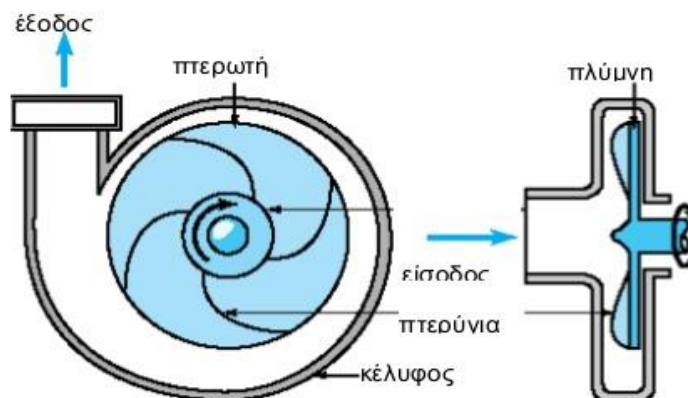
Στις μέρες μας έχουν εφευρεθεί πολλοί τύποι αντλιών αλλά στον χώρο της εμπορικής ναυτιλίας και ιδίως στα δεξαμενόπλοια υφίστανται οι φυγοκεντρικές αντλίες οι οποίες λειτουργούν είτε με ατμό είτε με ηλεκτρική ενέργεια. Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των φυγοκεντρικών αντλιών (centrifugal pumps, rotodynamic pumps) είναι τα εξής:

Οι φυγοκεντρικές αντλίες έχουν πολλά πλεονεκτήματα και γι' αυτό χρησιμοποιούνται ως κύριες αντλίες φορτίου στα Δ/Ξ (αναρροφώντας φορτίο από την αναρρόφηση και στέλνοντας το στην κατάθλιψη). Μια φυγοκεντρική αντλία δεν αντλεί πάντοτε τον ίδιο όγκο. Όσο μεγαλύτερο είναι το βάθος από το οποίο αντλεί, τόσο μικρότερη είναι η ροή από την αντλία. Επίσης, όταν αντλεί φορτίο και αντιμετωπίζει αυξημένη πίεση, τόσο λιγότερο φορτίο θα αντλεί. Χρησιμοποιούν ένα (ή περισσότερα) περιστρεφόμενο στροφέιο (impeller), που αποτελεί το κύριο μέρος της αντλίας, προκειμένου να αυξήσει την πίεση του υγρού, το οποίο εισέρχεται στην αντλία κατά μήκος ή κοντά στον περιστρεφόμενο άξονα (άτρακτος) (shaft). Η περιστροφή του στροφείου στροβιλίζει το υγρό όπως αυτό περνά από το «μάτι» του στροφείου (κέντρο) και μεταξύ των πτερυγίων (πτερωτή) του στροφείου και του σπειροειδούς κελύφους (περίβλημα, σαλίγκαρος). Από την πτερωτή το υγρό φεύγει υπό την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης και ωθείται προς τη χοάνη καταθλίψεως. Η διατομή του αγωγού του περιβλήματος είναι τέτοια, ώστε να ελαττώνει προοδευτικά την ταχύτητα κινήσεως του υγρού και η κινητική του ενέργεια μετατρέπεται σε στατική πίεση. Η ελάττωση αυτή της ταχύτητας του υγρού μετά την έξοδο απ' την πτερωτή της αντλίας είναι απαραίτητη, για να αποφευχθούν οι απώλειες λόγω τριβών.

Οι φυγοκεντρικές αντλίες είναι κινητικές αντλίες (kinetic pumps) και αυξάνουν την κινητική ενέργεια του υγρού, δουλεύουν δηλαδή με την αρχή της μετατροπής της κινητικής ενέργειας ενός ρέοντος υγρού (ταχύτητα πίεσεως) σε στατική πίεση.

Τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των φυγοκεντρικών αντλιών είναι ότι μπορούν να εκφορτώσουν περισσότερο φορτίο σε λιγότερο χρόνο με σταθερή ροή, χωρίς κραδασμούς και μεγάλο θόρυβο, αν βέβαια δουλεύουν σωστά. Δεν δημιουργούν υδραυλική σφύρα αν ο χειρισμός τους είναι σωστός. Οι φυγοκεντρικές αντλίες με κατακόρυφο ή οριζόντιο άξονα είναι αξιόπιστες και δεν θέλουν μεγάλη συντήρηση. Τοποθετούνται στο αντλιοστάσιο. Αν ο άξονας είναι οριζόντιος

για λόγους ασφαλείας η μηχανή που δίνει κίνηση, συνήθως με ατμό, βρίσκεται στο μηχανοστάσιο. Οι άξονες των φυγοκεντρικών αντλιών για το φορτίο που δίνουν κίνηση στις αντλίες περνάνε από τη φρακτή που χωρίζει το αντλιοστάσιο από το μηχανοστάσιο μέσω στεγανών κολάρων. Οι αντλίες διαθέτουν φίλτρα και διαχωριστήρες αερίων που αποβάλλουν τον αέρα πριν αντλήσουν το υγρό.



Centrifugal pump compartments

Συνοψίζοντας λοιπόν, τα βασικά χαρακτηριστικά που περιγράφουν μια αντλία είναι τα εξής: τα ύψη της, ο βαθμός απόδοσης και το έργο της παροχής της, η ισχύς που χρειάζεται για να κινηθεί.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο των αντλιών είναι τα ύψη της, τα οποία είναι και διακρίνονται στα εξής:

- Στατικό ύψος αναρρόφησης: είναι το ύψος από την επιφάνεια του υγρού προς άντληση έως την αναρρόφηση της αντλίας (επίπεδο impeller). Όσο το ύψος του υγρού είναι πάνω από το επίπεδο του στροφείου, θεωρείται αρνητικό και το φορτίο ρέει στην αναρρόφηση με την βαρύτητα.
- Στατικό ύψος καταθλίψεως: είναι το ύψος από το επίπεδο του στροφείου μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού στην δεξαμενή που καταθλίβεται.
- Στατικό ύψος: είναι το άθροισμα των δυο παραπάνω.
- Ύψος αντιστάσεων: είναι το άθροισμα των αντιστάσεων αδράνειας και παθητικών αντιστάσεων. Οι αντιστάσεις αδράνειας είναι η υδροστατική στήλη και οι παθητικές αντιστάσεις είναι εκείνες που προκύπτουν από τις τριβές διακλαδώσεων των σωληνώσεων.
- Ολικό ύψος: είναι το άθροισμα των παραπάνω.
- Μανομετρικό ύψος: είναι το ολικό ύψος αφαιρώντας τις αντιστάσεις από εξωτερικούς παράγοντες, δηλαδή τις αντιστάσεις που δημιουργούνται από τις σωληνώσεις.

Αντλίες έρματος - Water ballast pumps

Οι αντλίες έρματος είναι και αυτές της ίδιας κατηγορίας με τις αντλίες φορτίου με την διαφορά ότι λειτουργούν μόνο με ηλεκτρική ισχύ. Χρησιμοποιούνται για τον ερματισμό και αφερματισμό του πλοίου. Η συνήθης πρακτική που ακολουθείται βασίζεται στην χρήση δύο κύριων επιστομίων τα οποία είναι γνωστά ως Sea chest και Overboard. Βρίσκονται στο κατώτερο επίπεδο του αντλιοστασίου μαζί με τις αντλίες φορτίου.

Εκχυτήρες ή τζιφάρια – Stripping eductors

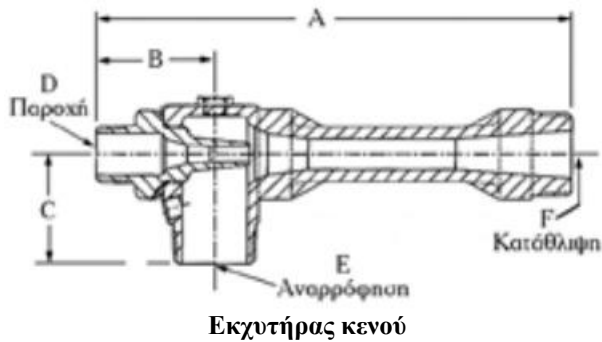
Χρησιμοποιούνται στα Δ/Ξ για την αποστράγγιση των δεξαμενών, για την άντληση των νερών πλύσεως και για να ενισχύσουν κάποια αναρρόφηση μίας άλλης αντλίας. Τα τζιφάρια αποτελούνται από ένα συγκλίνον ακροσωλήνιο στο ένα άκρο του κυρίου σώματός τους (θάλαμος αναρροφήσεως). Ο θάλαμος αναρροφήσεως με το ειδικά διαμορφωμένο σχήμα του τζιφαριού μοιάζει με σιφόνι (δοχείο εκτοξεύσεως). Το σιφόνι αποτελεί την καρδιά του τζιφαριού. Τα τζιφάρια εκμεταλλεύονται την κινητική ενέργεια ενός υγρού (κινητήριο υγρό), ώστε να δημιουργήσουν ροή σε ένα άλλο που είναι στάσιμο. Η ενέργεια που δημιουργεί η πίεση του κινούμενου υγρού μετατρέπεται από το συγκλίνον ακροσωλήνιο σε ενέργεια ταχύτητας (όπως είναι γνωστό από τη φυσική, όταν στενεύει ο σωλήνας μέσα στον οποίο ρέει ένα υγρό, το υγρό στην περιοχή εκείνη αποκτά μεγαλύτερη ταχύτητα).

Σε κάθε τζιφάρι υπάρχουν τρεις συνδέσεις αναλόγων διαστάσεων μ' αυτό:

α) **Η κινητήρια σύνδεση ή παροχή κινήσεως (motive connection)**, όπου με το συγκλίνον ακροσωλήνιο δημιουργείται η ισχύς του τζιφαριού, δηλαδή η αύξηση της ταχύτητας του κινούμενου υγρού.

β) **Η σύνδεση αναρροφήσεως (suction connection)**, όπου λαμβάνει χώρα η επίδραση της αντλήσεως τη στιγμή που το κινητήριο υγρό το οποίο εισχωρεί στον θάλαμο αναρροφήσεως περνά με υψηλή ταχύτητα ροής διά μέσου του θαλάμου αναρροφήσεως και παρασύρει το στάσιμο υγρό (που θέλουμε να αντλήσουμε) απ' το ανοικτό επιστόμιο αποστραγγίσεως (stripping valve).

γ) **η σύνδεση εκροής ή κατάθλιψη (discharge connection)**, όπου μέρος της κινητικής ενέργειας του κινητηρίου υγρού που ρέει με υψηλή πίεση μεταδίδεται στο υγρό που αναρροφάται και επιτρέπει στα αναμεμειγμένα υγρά, τα οποία θα πρέπει να είναι ίδια (όταν δεν πρέπει το ένα να βλάψει το άλλο με την ανάμειξή τους), να φεύγουν με μία μέση πίεση προς το άλλο άκρο του σωλήνα (εκροή, κατάθλιψη) στη γραμμή καταθλίψεως.



D κινητήρια σύνδεση ή παροχή κινήσεως (κινητήριο υγρό).

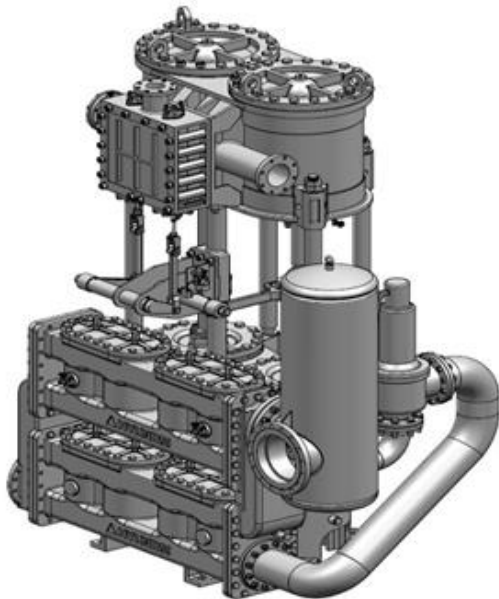
E σύνδεση αναρρόφησης (υγρό αποστραγγίσεως).

F σύνδεση εκροής ή κατάθλιψη (μείγμα εκροής).

Ο μηχανισμός του τζιφαριού έχει πολύ ευεργετικά αποτελέσματα σε περιοχές που είναι

δύσκολο να χρησιμοποιηθεί αντλία (π.χ. σε σημεία όπου μία ηλεκτρική αντλία θα δημιουργούσε κίνδυνο). Επιπλέον, χρησιμεύει ιδιαίτερα και σε περιπτώσεις που είναι δυνατόν να αντλούνται ακαθαρσίες και να φράζουν συχνά τα φίλτρα μίας κοινής αντλίας, όπως στην πλύση των δεξαμεμών και γενικά στην αποστράγγιση.

Παλινδρομική αντλία (ιπάριο) – Stripping pump



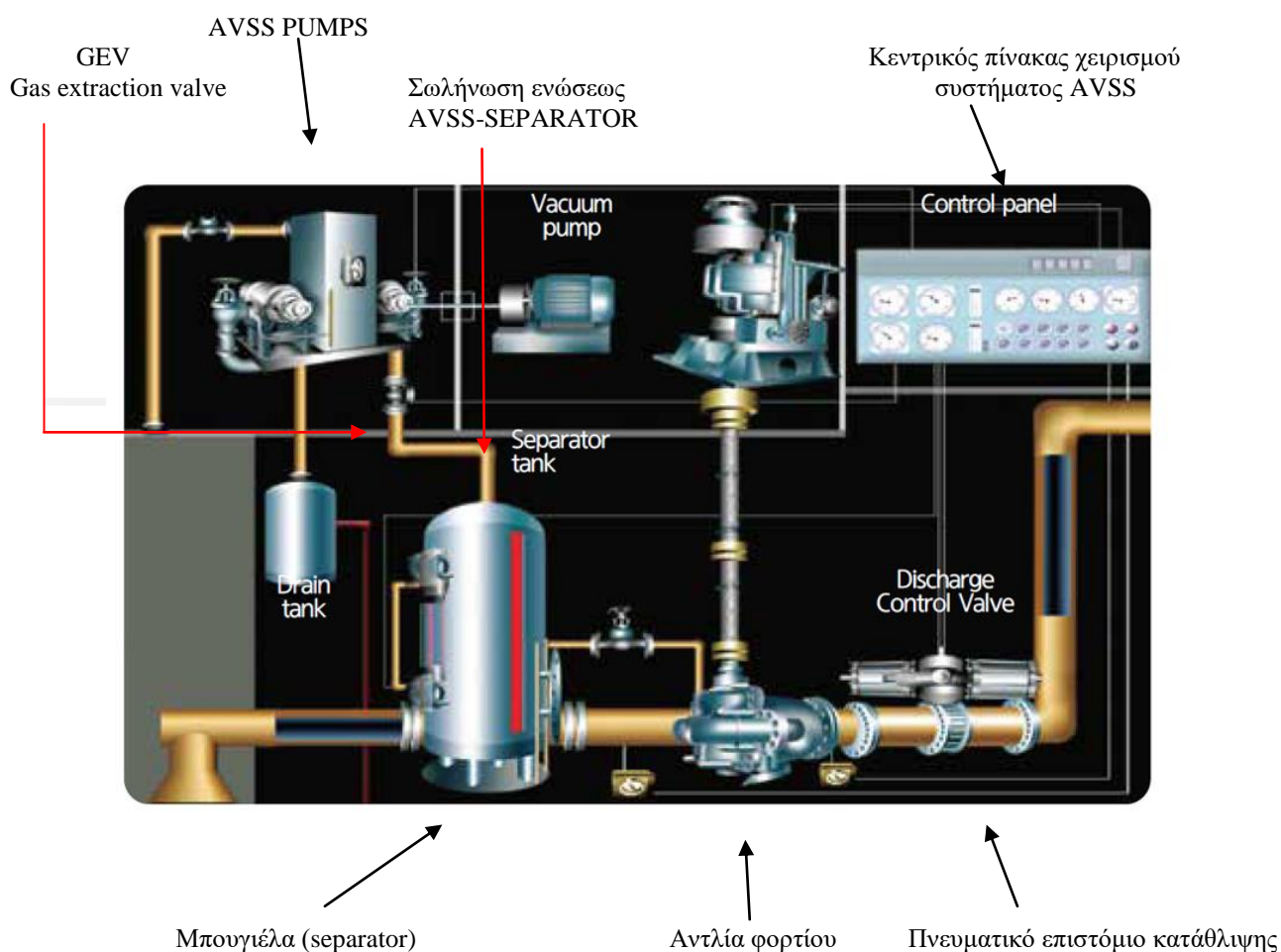
Παλινδρομική αντλία

Οι παλινδρομικές αντλίες είναι απλές στη λειτουργία τους και στον χειρισμό τους. Καταθλίζουν με αργή ροή, ενώ είναι πολύ αποτελεσματικές σε αναρρόφηση. Είναι ιδανικές για την αποστράγγιση του φορτίου γιατί δεν σταματά η λειτουργία τους. Υπάρχουν διάφοροι τύποι παλινδρομικών αντλιών, αλλά αυτός που χρησιμοποιούν (ή χρησιμοποιούσαν) τα Δ/Ξ λειτουργεί με έμβολα που παλινδρομούν κατακόρυφα και κινούνται με ατμό. Το υγρό αναρροφάται από το κενό που δημιουργεί το υδρέμβολο (piston) και εισέρχεται στον υδροκύλινδρο μέσω μίας βαλβίδας αναρρόφησης (εισόδου) (suction valve). Το υγρό πιέζεται από το υδρέμβολο για να

εξέλθει μέσω της βαλβίδας καταθλίψεως (discharge valve). Ακόμα και αν το φορτίο είναι χαμηλότερα από τη φλάντζα της αναρρόφησης, οι παλινδρομικές αντλίες θα εξακολουθούν να τραβάνε με αυξημένη ταχύτητα παλινδρομήσεως και λιγότερο φορτίο. Επειδή όμως μ' αυτόν τον τρόπο δεν είναι δυνατόν να καταθλίζουν ικανοποιητικά, θα μπορούσαν να δουλέψουν δύο μαζί σε συνδυασμό, δηλαδή η μία για αναρρόφηση και η άλλη για κατάθλιψη.

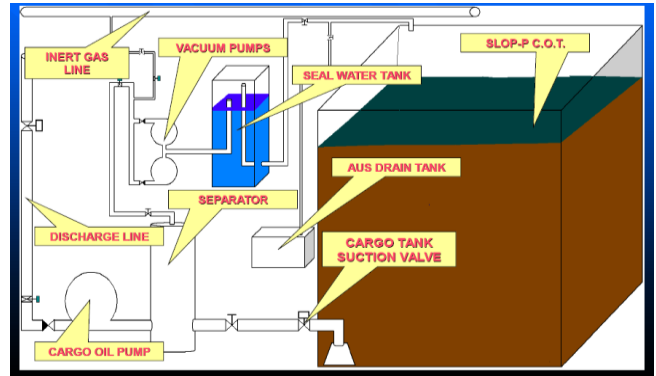
AVSS – Auto Vacuum Stripping System

Ένα από τα πιο σημαντικά συστήματα εντός ενός αντλιοστασίου αποτελεί αυτό της AVSS. Συνήθως η λειτουργία της βασίζεται στην χρήση μίας αντλίας αλλά συνήθως υφίστανται δύο για λόγους ασφαλείας. Η χρήση της αποσκοπεί στην ρύθμιση της στάθμης των separator ώστε να μην “ξεπιάσουν” (tripping) οι αντλίες. Μετά το 50% της εκφόρτωσης το σύστημα ενεργοποιείται. Μόλις η στάθμη του φορτίου πέσει αρκετά οι αντλίες θα δυσκολεύονται ως προς την αναρρόφηση, για το λόγο αυτό περιορίζεται ένα επιστόμιο κατάθλιψης γνωστό ως Discharge control valve το οποίο είναι πνευματικό (pneumatic). Συγχρόνως και αφότου αρχίσει να μειώνεται η στάθμη εντός της μπουγιέλας, μέσω ανιχνευτών (εάν η στάθμη πέσει κάτω από ένα συγκεκριμένο ποσοστό) ενεργοποιείται η AVSS η οποία δημιουργεί “κενό” (suction) και μέσω μία σωληνώσεως που την ενώνει με την μπουγιέλα, προσπαθεί να αποκαταστήσει την χαμένη ποσότητα ώστε να μην κάνει tripping η αντλία. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί πως μεταξύ AVSS και Separator παρεμβάλλεται ένα επιστόμιο (χειροκίνητο και αυτόματο) γνωστό ως Gas Extraction Valve.



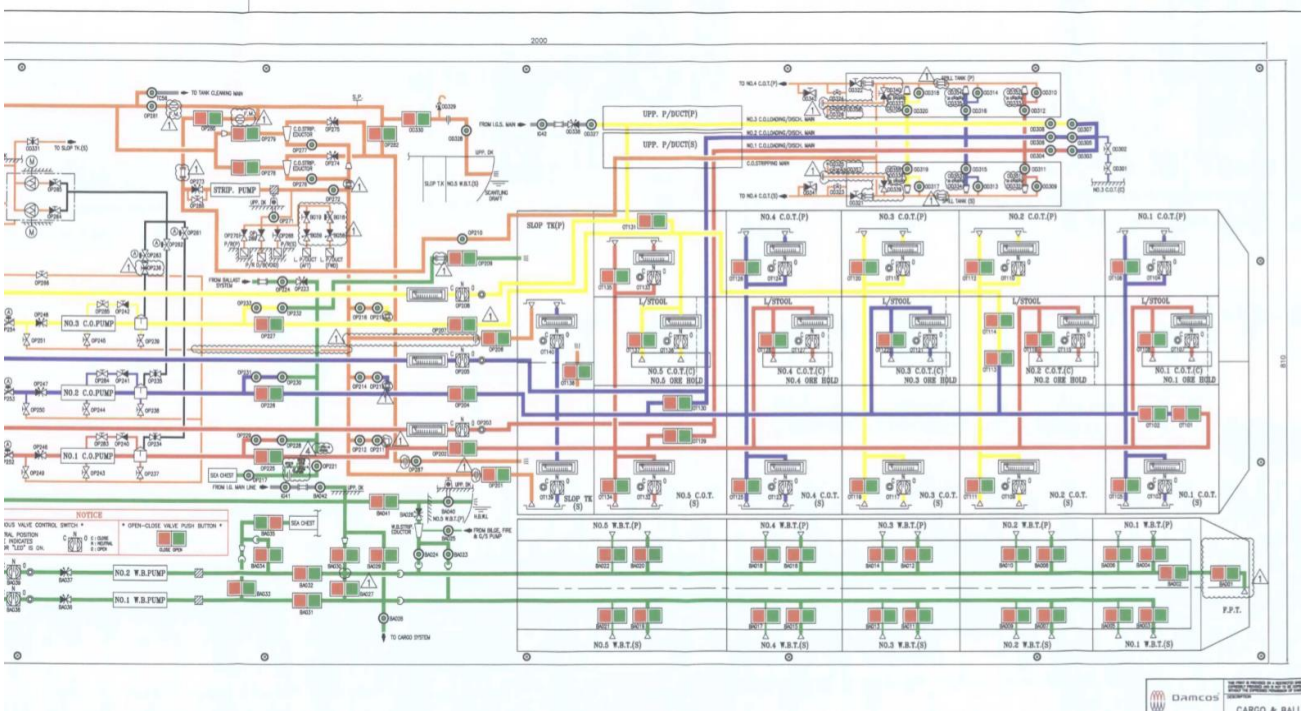
Μπουγιέλες αντλιών - Separators

Οι μπουγιέλες είναι μεταλλικοί θάλαμοι οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την διατήρηση στάθμης φορτίου με την χρήση του Auto Vacuum Stripping System ώστε να μην ξεπιάσει η αντλία (κατά την εκφόρτωση). Διατηρώντας υψηλή στάθμη φορτίου εντός της μπουγιέλας (συνήθως πάνω από 70%) , θα υπάρχει συνεχόμενη παροχή αυτού στην αντλία.



Απεικόνιση μπουγιέλας - Separator

5.3 Δίκτυο φορτοεκφορτώσεως και ερματισμού



Τυπικό διάγραμμα κονσόλας ελέγχου φορτίου και έρματος

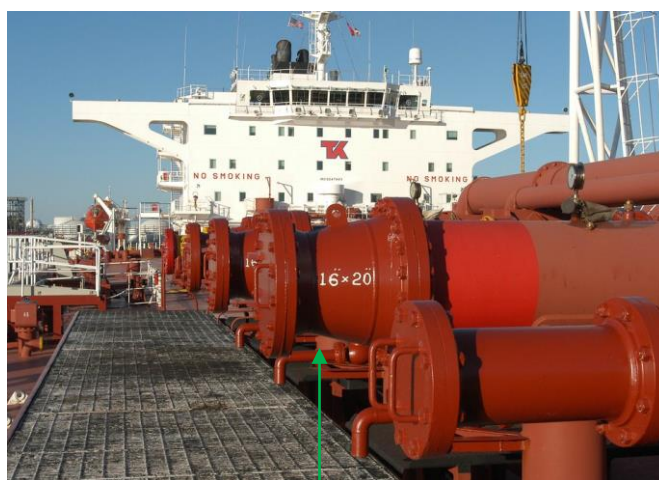
Ανάλυση δικτύου φορτίου

Το δίκτυο φορτοεκφορτώσεως ενός δεξαμενοπλοίου αποτελείται από αρκετά μέρη τα οποία είναι τα εξής:

- Κεντρικές λήψεις (manifold).
- Σωληνώσεις φορτώσεως και εκφορτώσεως (drop & discharge) οι οποίες περιλαμβάνουν:
 1. Παπαγαλάκια (gooseneck).
 2. Communication valve.
 3. Καμπάνες - Bell mouth .
 4. Αυτόνομες γραμμές.
 5. Double segregation valve.
 6. Cross over.
 7. Γραμμή αποστραγγίσεως - Stripping line.
 8. Level line.
 9. Cargo Sea Chest.
- Δεξαμενές φορτίου και καταλοίπων – Cargo & Slop tanks.
- Σύστημα AVSS.
- Αντλίες φορτίου, εκχυτήρες κενού, αντλίες αποστραγγίσεως.
- Σύστημα καθαρισμού με αργό πετρέλαιο - COW (Crude Oil Washing).

Κεντρικές λήψεις (manifold)

Οι κεντρικές λήψεις (manifold) χρησιμοποιούνται ως μέσα σύνδεσης με μάνικες στεριάς, μάνικες άλλων πλοίων καθώς και cargo arms (βραχιόνες). Το μέγεθος τους δεν είναι σταθερό αλλά μεταβάλλεται ανά πλοίο και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το μέγεθος του πλοίου, ισχύς αντλιών κλπ. Οι κεντρικές λήψεις είναι εξοπλισμένες με μειωτήρες



Drip Trays

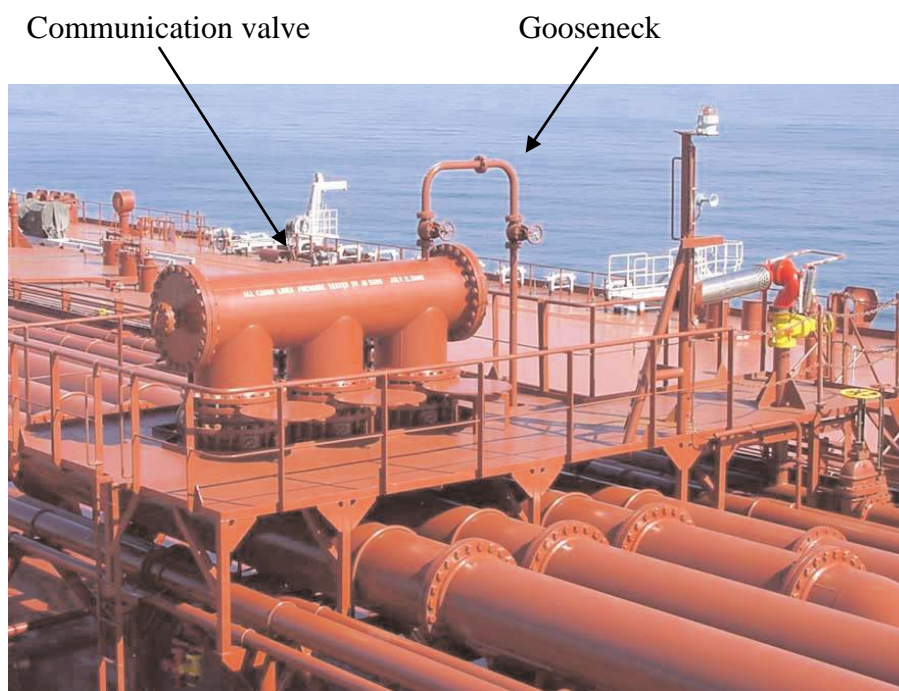
Reducer

(reducer) των οποίων κύριος σκοπός είναι η ταύτιση με αυτών του έτερου συμβαλλόμενου μέλους. Εάν για παράδειγμα το πλοίο πρόκειται να εκφορτώσει σε SBM (Single Buoy Mooring) και οι μάνικες του είναι μεγέθους “16”, τότε το πλοίο πρέπει να μεριμνήσει ώστε στα manifold να έχουν συνδεθεί μειωτήρες ίδιου μεγέθους. **Το μέγεθος των reducer αναγράφεται στο πλάι τους σε μονάδα μέτρησης inches.**

Κάτωθεν των κεντρικών λήψεων υπάρχει μία πλατφόρμα όπου το άνω μέρος της απαρτίζεται από σήτες και ονομάζεται drip tray. Αποσκοπεί στην προστασία από ρύπανση στην περίπτωση που υπάρξει διαρροή από τις κεντρικές λήψεις. Στο κάτω μέρος τους υπάρχει μία γραμμή αποστραγγίσεως με χειροκίνητο επιστόμιο που οδηγεί σε δεξαμενή φορτίου σε περίπτωση πλήρωσης.

Σωληνώσεις φορτώσεως και εκφορτώσεως (drop & discharge)

Παπαγαλάκια (gooseneck) – Communication valve



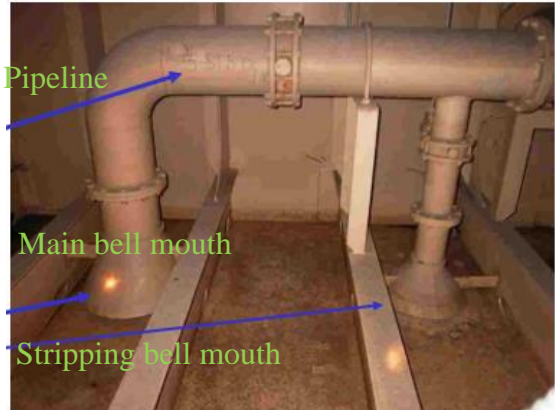
Απεικόνιση των Communication και των Gooseneck

Τα Communication valves ή επιστόμια συνδέσεως αποτελούν το μέσο σύνδεσης μεταξύ των γραμμών φορτίου (cargo line). Μέσω αυτών μπορούν να ενωθούν δύο ή περισσότερες γραμμές για την κάλυψη αναγκών κατά την φόρτωση και την εκφόρτωση. Κάθε γραμμή φορτίου αντιστοιχεί σε μία αντλία και καλύπτει συγκεκριμένες δεξαμενές. Έτσι, μέσω των επιστομίων συνδέσεως μπορεί η εκφόρτωση να πραγματοποιείται με την αντλία No.2 αλλά να εκφορτώνεται μέσω του manifold

Νο.3. Τα gooseneck γνωστά και ως παπαγαλάκια αποτελούν δικλείδα ανακουφίσεως των cargo line. Μετά το πέρας την εκφόρτώσεως, μένουν σε open position ισορροπώντας την πίεση εντός των γραμμών με την εξωτερική, ειδάλλως ίσως να είχαμε διαφοροποίηση αυτής λόγω αναθυμιάσεων.

Καμπάνες - Bell mouth

Τα bell mouth γνωστά και ως καμπάνες βρίσκονται εντός των δεξαμενών και αποτελούν τα ακροφύσια των σωληνώσεων. Βρίσκονται πολύ κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής ώστε κατά την εκφόρτωση να αναρροφούν όσο το δυνατόν περισσότερο ρευστό. Υφίστανται δύο, ένα μεγαλύτερο (σε διατομή) και σε ψηλότερη θέση και ένα μικρότερο (σε διατομή) και σε χαμηλότερη θέση. Το πρώτο χρησιμοποιείται σε κανονικές συνθήκες ενώ το δεύτερο σε περιπτώσεις αποστραγγίσεως (stripping).



Αυτόνομες γραμμές

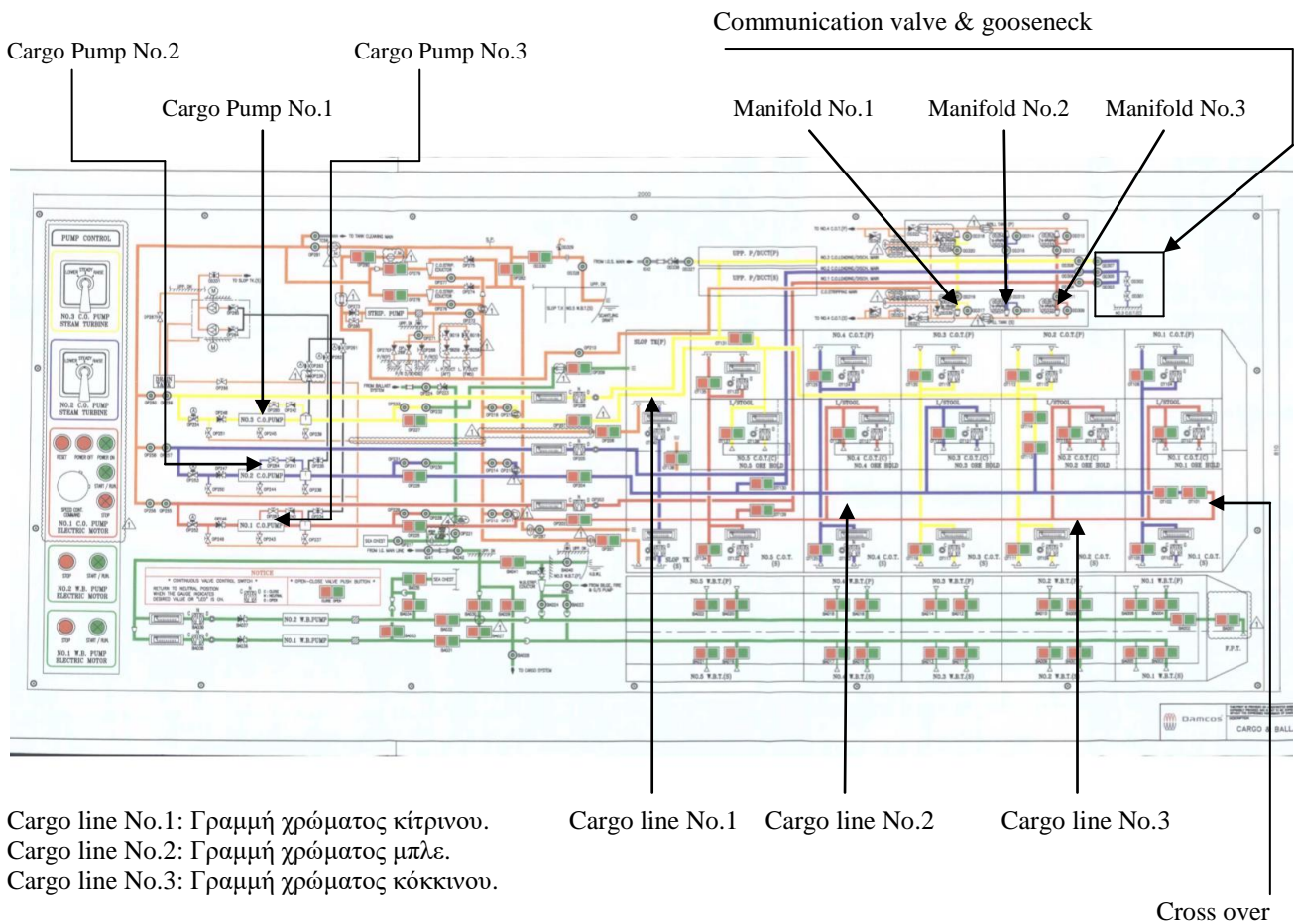
Τα δεξαμενόπλοια διαθέτουν αυτόνομες γραμμές φορτίου για την φόρτωση και την εκφόρτωση οι οποίες μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους είτε μέσω των communication valve είτε μέσω των cross over. Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία αντλία, μία κεντρική λήψη και συγκεκριμένες δεξαμενές φορτίου. Ωστόσο μπορεί να πραγματοποιηθεί σύνδεση μεταξύ αυτών.



Line 1 Line 2 Line 3



Line 1 Line 2 Line 3



Double segregation valve

Το Double segregation valve συνήθως αποτελεί απαίτηση η οποία βασίζεται σε συγκεκριμένο μηχανισμό. Ουσιαστικά η απαίτηση αυτή χρησιμοποιείται όταν το πλοίο φορτώνει δύο διαφορετικά φορτία και αποσκοπεί στην ύπαρξη τουλάχιστον δύο επιστομιών μεταξύ των δεξαμενών τα οποία θα διασφαλίζουν την στεγανότητα και μην συνοχή (blending) των δύο φορτίων. Στην περίπτωση αυτή λοιπόν ως double segregation valve μπορούν να ληφθούν υπόψη τα cross over τα οποία βρίσκονται στην εσωτερική διάταξη του πλοίου (η επεξήγηση των cross over θα πραγματοποιηθεί παρακάτω). Πρέπει να αναφερθεί πως παλαιότερα πολλές πετρελαϊκές απαιτούσαν one valve segregate αλλά τα τελευταία χρόνια επικρατεί και είναι ασφαλέστερη η ύπαρξη δύο επιστομιών.

Cross over

Τα cross over όπως και τα communication valve αποτελούν επιστόμια ενώσεως/συνδέσεως των γραμμών. Διακρίνονται σε bottom cross over και top cross over ανάλογα με το ύψος στο οποίο βρίσκονται. Η διαφορά τους από τα communication valve είναι πως χρησιμοποιούνται για την σύνδεση των γραμμών και των αντλιών ενώ τα άλλα μόνο για το σημείο καταλήξεως, δηλαδή τα manifold.

Παράδειγμα επεξηγήσεως: η δεξαμενή COT 1(C) ανήκει στην γραμμή No.3, συνεπώς και στην αντλία No.3. Εάν εμείς θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε την αντλία No.2 για την εν λόγω δεξαμενή, τότε θα χρησιμοποιήσουμε τα cross over τα οποία συνδέουν την Cargo line 2 και Cargo line 3 ώστε το ρευστό να περάσει μέσω αυτού στην γραμμή 2, εν συνεχεία από την αντλία 2 και να προωθηθεί προς τις κεντρικές λήψεις. Στην περίπτωση που η αντίστοιχη κεντρική λήψη έχει πρόβλημα, τότε μέσω των communication valve ενώνουμε την σωλήνωση μέσω της οποίας μεταφέρεται το υγρό με την λήψη που θέλουμε.

Γραμμή αποστραγγίσεως - Stripping line

Η γραμμή αποστραγγίσεως χρησιμοποιείται για την αποστράγγιση των δεξαμενών μέσω των εκχυτήρων κενού ή παλινδρομικής αντλίας. Η διατομή της είναι μικρότερη από τις γραμμές φορτίου και μέσω αυτής μπορεί να πραγματοποιηθεί απόρριψη φορτίου μέσω του συστήματος ODMS (Oil Discharge Monitor System). Η γραμμή αυτή συνδέεται με τους κρουνοί πίεσεως του συστήματος πλύσεως με αργό πετρέλαιο COW. Η γνωστή σε όλους “τζιφαρογραμμή” αναρροφά φορτίο από τις δεξαμενές καταλοίπων αλλά με την χρήση cross over μπορεί να συνδεθεί και με τις δεξαμενές φορτίου για άμεση αναρρόφηση.

Level line

Η Level line είναι μία ευθεία σωλήνωση η οποία παρεμβάλλεται μεταξύ των δεξαμενών καταλοίπων. Η ίδια χρησιμοποιείται για διατήρηση ίσης στάθμης μεταξύ των δύο δεξαμενών (συγκοινωνούνται δοχεία) κατά την εκτέλεση εργασιών αποστραγγίσεως ή άλλων εργασιών.

Cargo Sea Chest

Το Cargo sea chest είναι ένα επιστόμιο το οποίο συνδέει το δίκτυο φορτίου με το δίκτυο ερματισμού. Κατά την φυσιολογική λειτουργία ενός πλοίου το επιστόμιο αυτό πρέπει να παραμένει κλειστό και ασφαλισμένο. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις ανάγκης όπως heavy weather ballast ή μεταφορά θαλασσιού έρματος στις δεξαμενές φορτίου για άλλους σκοπούς.

Σύστημα καθαρισμού με αργό πετρέλαιο - COW (Crude Oil Washing)

Πλύσιμο με αργό πετρέλαιο (Crude Oil Washing – COW). Η μέθοδος COW εφαρμόζεται υποχρεωτικά στα πάνω από 20.000 DW Δ/Ξ μεταφοράς αργού πετρελαίου. Το COW έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη μέθοδο καθαρισμού με νερό (Butterworth) όπου χρησιμοποιούταν παλαιότερα, καθώς επίσης και ορισμένα μειονεκτήματα. Κατά τη διάρκεια του πλυσίματος εφαρμόζεται αδρανοποίηση της δεξαμενής με την χρήση αδρανούς αερίου.

- Τα **πλεονεκτήματα της μεθόδου COW**: Η μέθοδος COW είναι πιο αποτελεσματική απ' το πλύσιμο με νερό, επειδή αποβάλλει από τις δεξαμενές τα προσκολλήματα και τα κατάλοιπα του φορτίου.

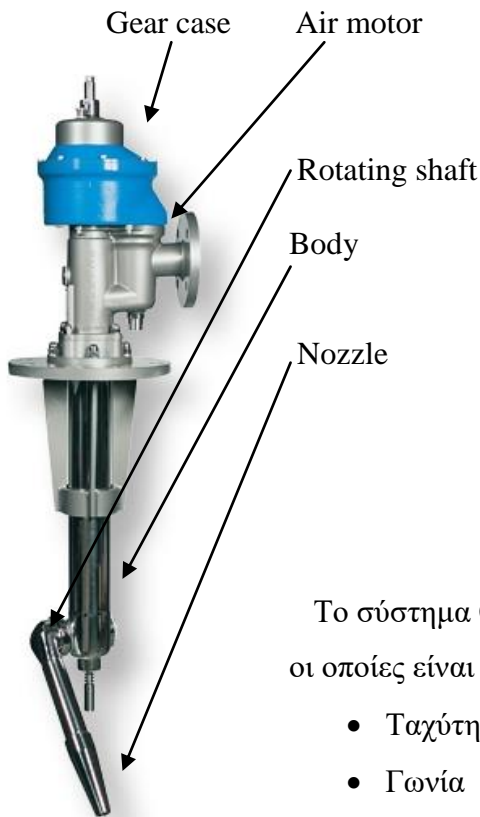
Συγκεκριμένα:

1. Είναι αποτελεσματικός ο καθαρισμός επειδή το αργό πετρέλαιο είναι φυσικό διαλυτικό.
2. Μειώνεται η διάβρωση των ελασμάτων καθώς δεν χρησιμοποιείται νερό.
3. Υπάρχουν λιγότερες πιθανότητες για ρύπανση από χειρισμούς φορτίου.
4. Αυξάνεται η ποσότητα του εκφορτωθέντος φορτίου.

- Τα **μειονεκτήματα της μεθόδου COW είναι ότι**:

1. Το αργό πετρέλαιο που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι «καθαρό» (απαλλαγμένο από νερό).
2. Η ατμόσφαιρα της δεξαμενής πρέπει κατά τη διάρκεια του πλυσίματος να διατηρείται αδρανοποιημένη.
3. Σε μερικές περιπτώσεις, μπορεί να ελαττώσει τον ρυθμό εκφορτώσεως.
4. Απαιτεί πρόσθετη εργασία και αυξημένη προσοχή (προσόντα) από το πλήρωμα.

COW EQUIPMENT



COW machine στο κατάστρωμα του πλοίου

Το σύστημα COW κατά την λειτουργία του έχει κάποιες παραμέτρους οι οποίες είναι οι εξής:

- Ταχύτητα λειτουργίας: μπορεί να είναι είτε low είτε high.
- Γωνία λειτουργίας ακρωφυσίου: ξεκινάει από τις 0 μοίρες, συνεχίζει στην γωνία που έχει ορισθεί και επιστρέφει ξανά στις 0

με περιοδική εκτέλεση.

Έτσι, ένα παράδειγμα ενός συνηθισμένου προγράμματος λειτουργίας είναι το εξής: Low & 0-30-0 ή High 0-40-0.

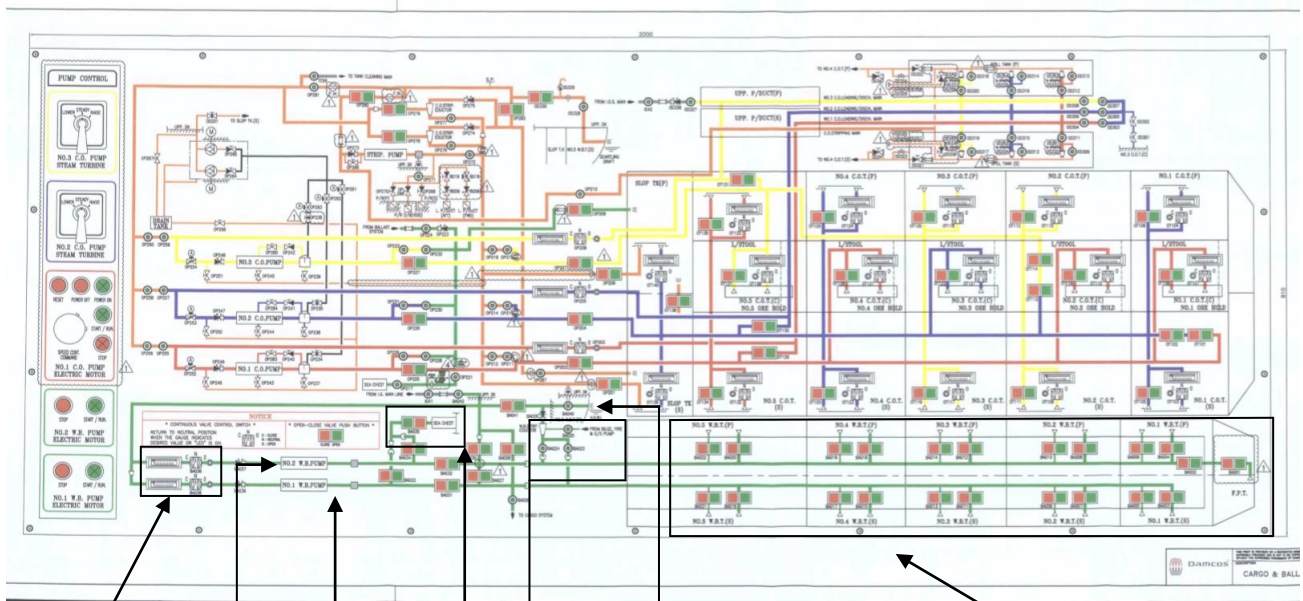
Ανάλυση δικτύου έρματος

Το δίκτυο έρματος αφορά την διατήρηση επαρκούς ευστάθειας και την ρύθμιση ζυγοσταθμίσεως (trim) και κλίσεως (list) κατά το άφορτο ταξίδι και αποτελείται από:

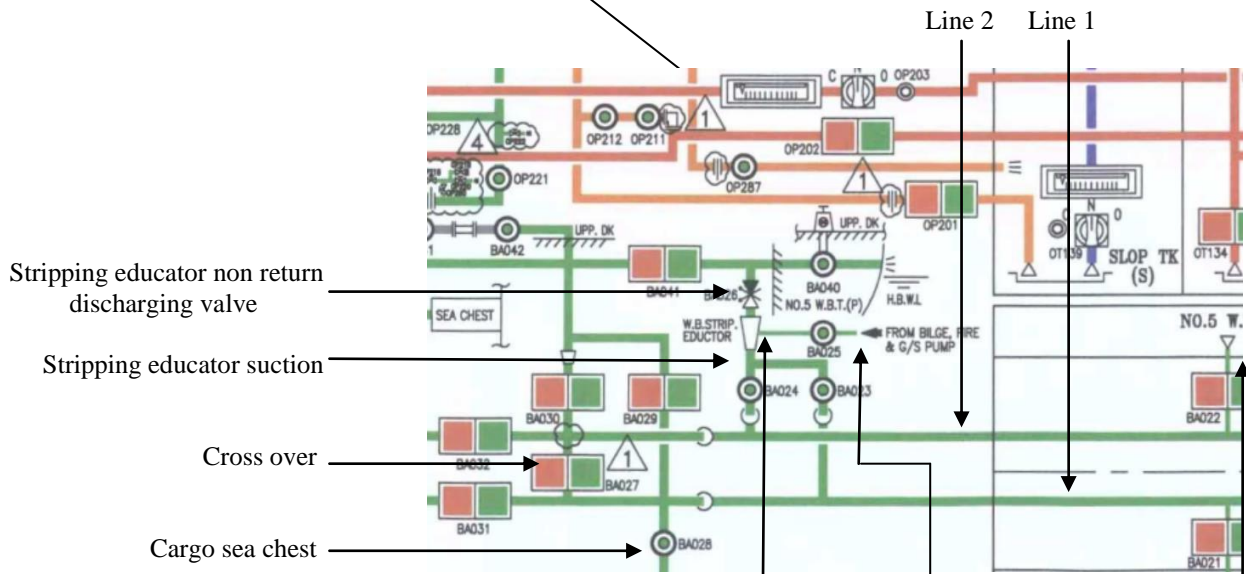
- Σωληνώσεις δικτύου.
 1. Cross over.
 2. Καμπάνες - Bell mouth.
- Δεξαμενές έρματος.

- Αντλίες έρματος, εκχυτήρες κενού, Bilge fire pump.
- Επιστόμια Overboard και Sea chest.

Σωληνώσεις δικτύου



Discharging valve No.1 Ballast Pump Overboard valve Water ballast tanks
 No.2 Ballast Pump Sea chest valve



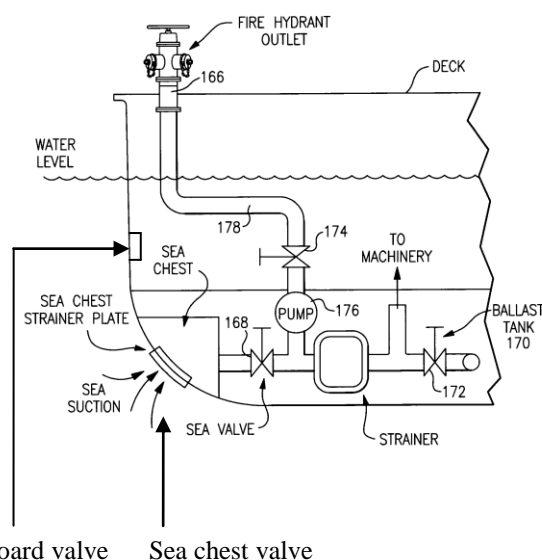
Stripping educator non return discharging valve
 Stripping educator suction
 Cross over
 Cargo sea chest
 Stripping educator driving
 Bilge fire pump insert
 Bell mouth

Κατά τον αφερματισμό, όταν η αντλία δεν μπορεί να αναρροφήσει άλλο υγρό, χρησιμοποιούνται οι εκχυτήρες κενού. Στο ανωτέρω σχήμα χρησιμοποιείται μία άλλη μέθοδος λειτουργίας, αυτή με την fire pump. Αντί της αντλίας έρματος χρησιμοποιείται η fire pump όπου η εξαγωγή της καταλήγει στο τζιφάρι (driving), δημιουργεί μία κυκλωνική δίνη κατά την μετάβαση του στην κατάθλιψη (discharge) κι έτσι δημιουργείται κενό στην αναρρόφηση (suction).

Παρατηρήσεις:

Ερματισμός: κατά τον ερματισμό η αναρρόφηση υγρού από την θάλασσα πραγματοποιείται μέσω του επιστομίου sea chest το οποίο βρίσκεται κοντά στον πυθμένα του πλοίου.

Αφερματισμός: πραγματοποιείται από το επιστόμιο overboard το οποίο βρίσκεται περίπου στο μέσο μεταξύ πυθμένα και γραμμής καταστρώματος.



Να αναφερθεί πως στα διαγράμματα της σελίδας 81 η δεξαμενή after peak δεν υφίσταται διότι ο χειρισμός της πραγματοποιείται από τον χώρο του μηχανοστασίου.

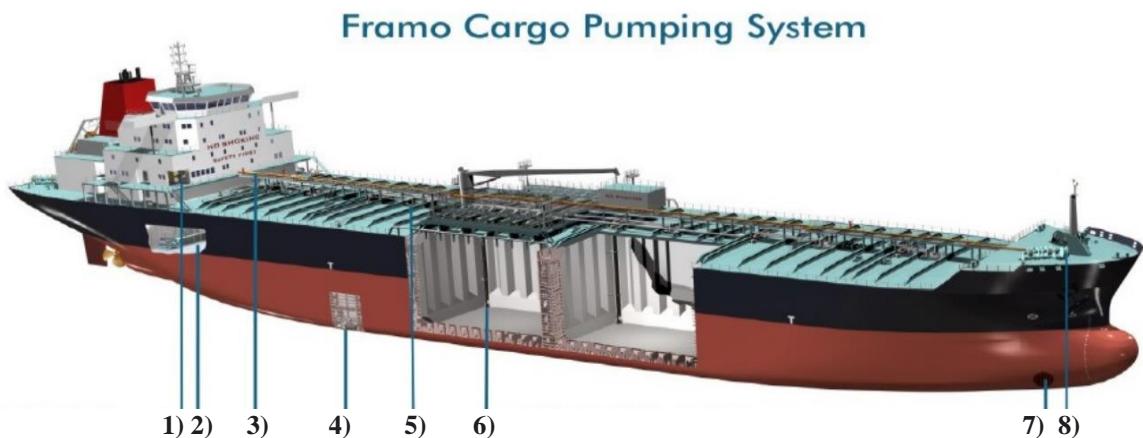
5.4 Πλοία τύπου Framo

Η αντλία FRAMO αναπτύχθηκε από την εταιρεία Frank Mohn AS σε στενή συνεργασία με τους φορείς χημικών δεξαμενόπλοιων κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960. Σήμερα η εταιρεία Frank Mohn AS είναι ο μεγαλύτερος προμηθευτής αντλιών FRAMO στην παγκόσμια αγορά δεξαμενόπλοιων. Οι FRAMO αντλίες φορτίου παρέχονται με ατομικές ικανότητες μεταξύ των 50 και των 2.000 m³/h και συνολικά ποσοστά εκφόρτωσης μέχρι 15.000 m³/h εγκατεστημένα σε όλους τους τύπους δεξαμενόπλοιων και OBO μεταφορέων. Το μίας αντλίας ανά δεξαμενή υποθαλάσσιο σύστημα άντλησης φορτίου το οποίο αναπτύχθηκε από την Frank Mohn AS, έχει διαδοθεί παγκοσμίως στο χώρο της εμπορικής ναυτιλίας. Ένα πλήρες σύστημα άντλησης περιλαμβάνει αντλίες φορτίου, μεταφερόμενη αντλία, αντλίες έρματος, αντλίες καθαρισμού δεξαμενών, υδραυλική

μονάδα ισχύος και ελέγχου / σύστημα παρακολούθησης.

Η αντλία τύπου Framo είναι μια κάθετη μονού σταδίου φυγοκεντρική αντλία που τροφοδοτείται από έναν υδραυλικό κινητήρα για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία. Όλες οι αντλίες φορτίου είναι κατασκευασμένες από υλικό ανοξείδωτου χάλυβα και έχουν σχεδιαστεί με μια ομαλή και εύκολη στον καθαρισμό επιφάνεια με ένα περιορισμένο αριθμό από φλάντζες που δίνει μια ανώτερη ικανότητα άντλησης οποιουδήποτε υγρού.

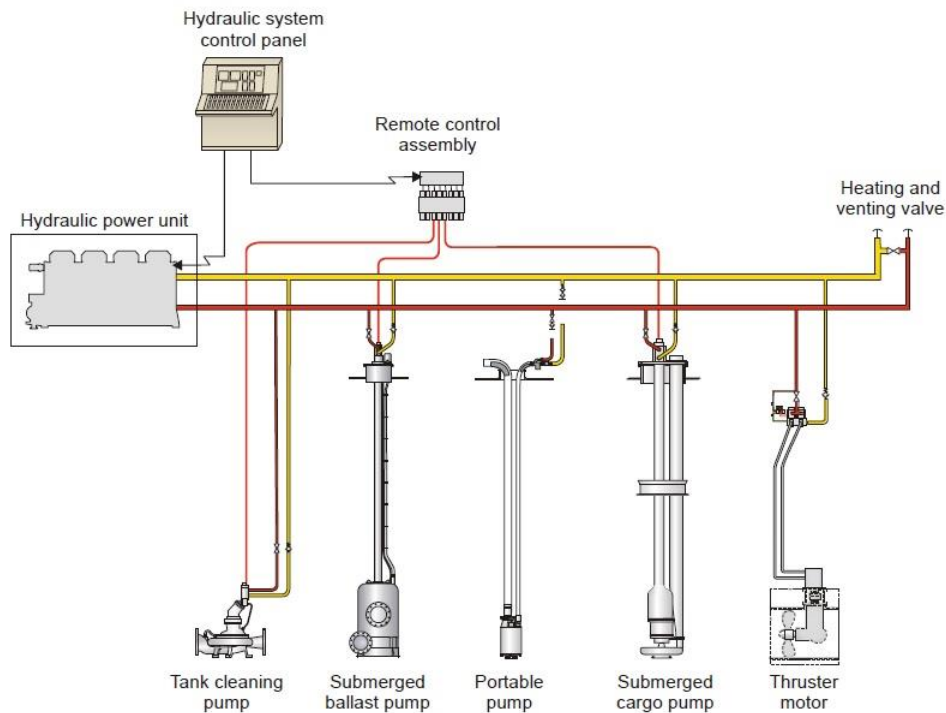
Οι καταδυόμενες λοιπόν αντλίες (submersible), που είναι εγκατεστημένες σε κάθε δεξαμενή, αποκλείουν τους δημιουργούμενους κινδύνους στα αντλιοστάσια καθώς δεν υφίστανται αντλιοστάσια σε πλοία τύπου FRAMO. Ταυτόχρονα, μειώνεται η πιθανότητα αναμείξεως ή μόλυνσεως ενός φορτίου από άλλο, όταν στις δεξαμενές μεταφέρονται διαφορετικά είδη φορτίου. Οι καταδυόμενες αντλίες είναι φυγοκεντρικές αντλίες που λειτουργούν με υδραυλικό κινητήρα υπό την πίεση υδραυλικού λαδιού. Ο κινητήρας της αντλίας αποτελείται από έμβολα σε αξονική διάταξη και η πίεση λειτουργίας τους, που αναπτύσσεται απ' την κεντρική υδραυλική μονάδα ισχύος (hydraulic power unit), φτάνει τα 170 bar, ενώ οι επιστροφές από τον κινητήρα τα 3 bar. Η υδραυλική μονάδα βρίσκεται στο μηχανοστάσιο και οι κινητήρες για την αύξηση της πίεσεως του υδραυλικού λαδιού λειτουργούν με μηχανές καθαρού πετρελαίου (gas oil) ή με ηλεκτροκινητήρες ή με συνδυασμό και των δύο. Ο αριθμός κινητήρων που λειτουργούν και συγκοινωνούν με το υδραυλικό δίκτυο, εξαρτάται από τον αριθμό των αντλιών που χρειάζονται για την εκφόρτωση και την επιθυμητή πίεση που πρέπει να αναπτυχθεί στο υδραυλικό δίκτυο, ώστε να εξασφαλισθεί η αποδοτική λειτουργία των αντλιών φορτίου στις δεξαμενές.



Εξοπλισμός πλοίου Framo

1) Δωμάτιο ελέγχου συστήματος/C.C.R., 2) Hydraulic Power Unit, 3) Υδραυλικό δίκτυο, 4) Βυθιζόμενη αντλία φορτίου, 5) Θερμαντήρας φορτίου, 6) Βυθιζόμενη αντλία έρματος, 7) Βοηθητική προπέλα, 8) Μηχανισμός καταστρώματος.

Οι βυθιζόμενες αντλίες με υδραυλικό κινητήρα (hydraulic motor driven submersible cargo pumps) χρησιμοποιούνται για την άντληση φορτίων σε χημικά δεξαμενόπλοια, σε πλοία μεταφοράς διαφορετικού είδους πετρελαϊκών προϊόντων, ενώ δύναται να συναντώνται και σε πλοία μεταφοράς αργού πετρελαίου. Σε κάθε δεξαμενή είναι εγκατεστημένη μία αντλία. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η δημιουργία δικτύου αναρροφήσεως μεταξύ των δεξαμενών. Επίσης, μειώνονται στο ελάχιστο οι πιθανότητες αναμείξεως των φορτίων που μεταφέρονται, διότι συχνά κάθε αντλία συνδέεται σε ανεξάρτητο δίκτυο καταθλίψεως που αναπτύσσεται στο κατάστρωμα. (Η αύξηση της πίεσεως του υδραυλικού λαδιού που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του υδραυλικού κινητήρα της αντλίας, πραγματοποιείται από κεντρική υδραυλική μονάδα ισχύος που είναι εγκατεστημένη στο μηχανοστάσιο). Η υδραυλική μονάδα ισχύος μπορεί να εξυπηρετεί μόνο τις αντλίες φορτίου, ενδέχεται όμως να παρέχει υδραυλικό λάδι και σε άλλα βοηθητικά μηχανήματα, όπως οι γερανοί του πλοίου, τα μηχανήματα προσδέσεως ή ο υδραυλικός κινητήρας της βοηθητικής προωρίας έλικας (bow thruster). Οι βυθιζόμενες αντλίες υδραυλικού κινητήρα είναι κάθετης διατάξεως, μίας βαθμίδας πίεσεως (μονοβάθμιες) και αποτελούνται από φυγοκεντρικό στροφέιο απλής αναρροφήσεως. Η αντλία με τον υδραυλικό της κινητήρα αναρτάται στο κάτω άκρο ενός κατακόρυφου σωλήνα, ενώ το άνω άκρο του συνδέεται με πλάκα ελαφρώς υπερυψωμένη από το κατάστρωμα του πλοίου. Ο κατακόρυφος σωλήνας έχει τριπλό τοίχωμα σχηματίζοντας τρεις ομόκεντρους σωλήνες.



Ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου και παροχής υδραυλικού λαδιού από την μονάδα ισχύος

Όταν οι βυθιζόμενες αντλίες χρησιμοποιούνται για την διαχείριση του έρματος, εγκαθίστανται συνήθως μία ή δύο αντλίες κατάλληλα διατεταγμένες στο δίκτυο προς την πρύμνη. Από το σημείο όπου είναι εγκατεστημένη η αντλία αναπτύσσεται το δίκτυο του έρματος για τις υπόλοιπες δεξαμενές. Η λειτουργία της αντλίας διαχείρισης έρματος είναι όμοια με τις αντλίες φορτίου, με τη διαφορά ότι στις αντλίες αυτές το στροφείο σχεδιάζεται για την διαχείριση νερού και πρέπει να είναι πάντα βυθισμένο μέσα σε αυτό ώστε να διευκολύνεται η αρχική αναρρόφηση.



Framo Pump

5.5 Σύστημα θερμάνσεως δεξαμενών φορτίου (Tank Heating)

Το εμπόριο του πετρελαίου είναι τόσο μεγάλο και ευρέως διαδεδομένο ώστε τα Δ/Ξ πιθανόν να κάνουν ένα ταξίδι σε τροπικές περιοχές και στη συνέχεια σε αρκτικές περιοχές ή στο ίδιο ταξίδι να φορτώνουν π.χ. στον Περσικό κόλπο ή στη Νιγηρία και να εκφορτώνουν χειμώνα στη βόρεια Ευρώπη, στη βόρεια Αμερική ή στην Άπω Ανατολή. Υπάρχουν και Δ/Ξ ice class, που φορτώνουν αργό σε δριμύ ψύχος (θερμοκρασίες υπό το μηδέν) από πετρελαιοπηγές πλησίον ή εντός της αρκτικής περιοχής. Επομένως, το πλοίο πρέπει οπωσδήποτε να διαθέτει κάποιο σύστημα θερμάνσεως του φορτίου και είναι απαραίτητο αυτό το σύστημα να έχει σχεδιαστεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει ακραίες συνθήκες. Η θέρμανση των φορτίων είναι σημαντική, διότι αν κατά την παράδοσή του ένα φορτίο δεν έχει τη θερμοκρασία που ορίζουν στις οδηγίες τους οι φορτωτές/ναυλωτές, μπορεί να δημιουργηθεί:

- 1) Διαφορετικό ιξώδες απ' αυτό που πρέπει να έχει το φορτίο κατά την παράδοση στους παραλήπτες.
- 2) Αλλοίωση των χαρακτηριστικών του φορτίου.
- 3) Δυσκολία στην εκφόρτωση.
- 4) Περισσότερα αέρια στην ατμόσφαιρα της δεξαμενής.
- 5) Αυξημένες τάσεις κοπώσεως στη μεταλλική κατασκευή.

Λόγω του ότι ένα φορτωμένο Δ/Ξ έχει συγκριτικά μικρό ύψος εξάλων (τα 2/3 του όγκου του πλοίου βρίσκονται μέσα στο νερό), η θερμοκρασία του θαλασσινού νερού είναι μείζονος σημασίας. Αν και σήμερα οι πλευρικές δεξαμενές και τα διπύθμενα μονώνουν κατά κάποιον τρόπο τις δεξαμενές φορτίου, σε αρκτικές περιοχές η κρύα θάλασσα, ο κρύος αέρας του περιβάλλοντος και το χιόνι μειώνουν τη θερμοκρασία του φορτίου με αποτέλεσμα η θέρμανση να γίνεται δυσκολότερη.

1. Σύστημα θερμάνσεως με στοιχεία καλοριφέρ

Πρόκειται για σύστημα θερμάνσεως του φορτίου στην επιθυμητή θερμοκρασία με ατμό από τους ατμολέβητες του πλοίου διά μέσου στοιχείων καλοριφέρ που είναι τοποθετημένα μέσα στη δεξαμενή. Αυτό το σύστημα αποτελεί τον συνηθέστερο τρόπο θερμάνσεως των φορτίων στα δεξαμενόπλοια. Ατμό διαθέτουν σε αφθονία όλα τα Δ/Ξ . Ο ατμός που αντλείται από τους ατμολέβητες οδηγείται με πίεση διά μέσου ανεξάρτητου μονωμένου σωλήνα κατά μήκος του καταστρώματος. Κατά διαστήματα υπάρχουν για κάθε δεξαμενή φορτίου πολλαπλές συνδέσεις (manifolds of heating system on deck) με επιστόμια ατμού και επιστροφών, οι οποίες επιτρέπουν να ρυθμίζεται η παροχή ατμού στη δεξαμενή. Ο ατμός κατευθύνεται σε κάθε δεξαμενή φορτίου και στις δεξαμενές καταλοίπων και διέρχεται μέσω των μικρών σε διάμετρο θερμαντικών σωληνώσεων, οι οποίες ονομάζονται σερπαντίνες ή στοιχεία καλοριφέρ (heating coils). Οι σερπαντίνες κατασκευάζονται από αλουμίνιο, μπρούντζο ή από ανοξείδωτο χάλυβα (stainless steel ή carbon steel) για να μην σκουριάζουν και να μην υφίστανται εύκολη οξείδωση και φθορά, και βρίσκονται συνήθως στον πυθμένα (πανιόλο) της κάθε δεξαμενής. Ο ατμός, μέσω σωλήνα επιστροφής που βρίσκεται και αυτός επί του καταστρώματος, επιστρέφει στο μηχανοστάσιο. Ο ατμός που κυκλοφορεί μέσα στα στοιχεία καλοριφέρ μεταδίδει τη θερμότητά του στο φορτίο και το θερμαίνει. Σε μερικά πλοία οι σερπαντίνες τοποθετούνται στις διαμήκεις φρακτές μεταξύ των κεντρικών και των πλευρικών δεξαμενών. Κάθε δεξαμενή, συμπεριλαμβανομένων των δεξαμενών συγκεντρώσεως καταλοίπων φορτίου, διαθέτει τα ανάλογα με τον όγκο της στοιχεία που κατέρχονται από τα manifolds καταστρώματος από 5 έως και 10 και πρέπει να ελέγχονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα για διαρροή. Διαρροή ατμού μέσα στις δεξαμενές σημαίνει νερό στο φορτίο, επομένως και απαιτήσεις των παραληπτών του φορτίου (claims) ή ακόμα και διαρροή φορτίου μέσα στις θερμαντικές σωληνώσεις, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά ατυχήματα. Για να εντοπιστεί η διαρροή απαιτείται έλεγχος για διαρροή ατμού.

Τα βαριά καύσιμα πετρελαίου (heavy fuel oils), που είναι παχύρρευστα, μεταφέρονται σε θερμοκρασίες μεταξύ 49°C (120 °F) και 57 °C (135 °F). Σύμφωνα με τα ISO standards, η αύξηση της θερμοκρασίας μέσω των σερπαντίνων στις δεξαμενές φορτίου από 44 – 66 °C πραγματοποιείται σε 96 ώρες κατά τη διάρκεια του ταξιδιού με θερμοκρασία περιβάλλοντος αέρα 2 °C και θάλασσας 5 °C. Στις δεξαμενές καταλοίπων η ίδια αύξηση της θερμοκρασίας στις ίδιες συνθήκες πραγματοποιείται μέσα σε 24 ώρες.



Heating coils on deck above the tank



Heating coils into the tank

2.Σύστημα θερμάνσεως με Εναλλακτήρα Θερμότητας (Ε.Θ.) (Heat Exchanger)

Ε.Θ. είναι ένα σύστημα που επιτρέπει τη μεταφορά της θερμικής ενέργειας από ένα ρευστό σε ένα άλλο, χωρίς την ανάμειξή τους π.χ. μεταφορά θερμικής ενέργειας από ένα θερμαντικό υγρό στο φορτίο (σε όλους τους τύπους φορτίων).

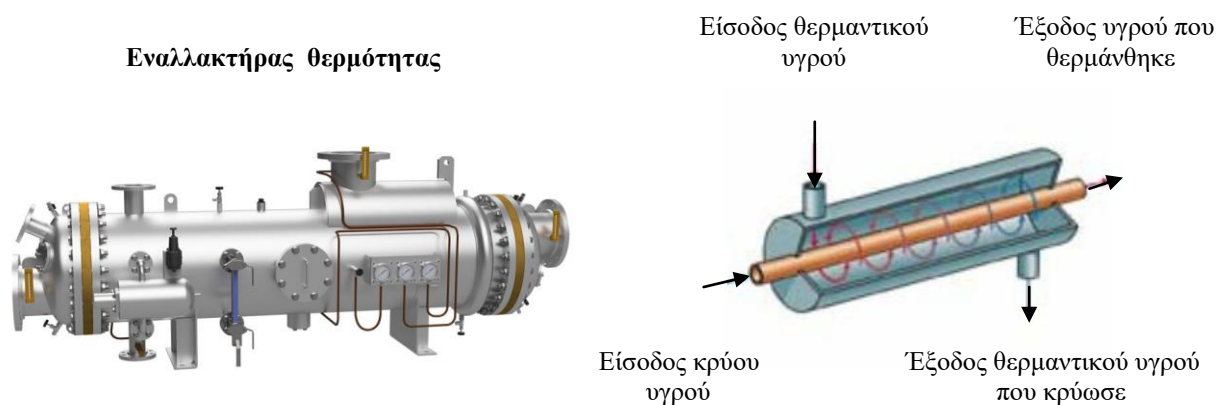
Πολλά πλοία διαθέτουν σύστημα θερμάνσεως, το οποίο βασίζεται σε Ε.Θ. (ή θερμαντήρα φορτίου) (cargo heater), που αποτελείται από κυλινδρικές δεξαμενές τοποθετημένες στο κατάστρωμα (deck heaters). Ο Ε.Θ. κάθε δεξαμενής έχει δυνατότητα να θερμαίνει το φορτίο της δεξαμενής μέχρι μία ορισμένη θερμοκρασία και σε ορισμένη θερμοκρασία περιβάλλοντος, χρησιμοποιώντας το ίδιο το φορτίο. Ο Ε.Θ. τροφοδοτείται με θερμαντικό υγρό, που έχει θερμανθεί, το οποίο κυκλοφορούν οι αντλίες «circulation pumps» μέσω κλειστού συστήματος. Το θερμαντικό υγρό παραμένει σε υγρή φάση για όλο το διάστημα της διαδικασίας και έτσι επιτυγχάνονται υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. 135 °C) με τη χαμηλότερη δυνατή πίεση. Το φορτίο αντλείται από τη δεξαμενή και κυκλοφορεί περνώντας από τον Ε.Θ., όπου θερμαίνεται, και επιστρέφει πάλι στη δεξαμενή μεταδίδοντας τη θερμότητά του στο φορτίο θερμαίνοντάς το. Προαι-

ρετικά μέσα στη δεξαμενή υπάρχει διάταξη παρακολούθησας της θερμοκρασίας (temperature monitoring line) . Ο Ε.Θ. μπορεί να περιέχει σερπαντίνες, οι οποίες τροφοδοτούνται συνέχεια με ατμό, από τους ατμολέβητες διά μέσου μιας βαλβίδας μείωσης της πίεσης. Τα συστήματα που βασίζονται σε θερμαντικό υγρό θεωρούνται αποτελεσματικότερα.

Το πλεονέκτημα του συστήματος με Ε.Θ. είναι ότι δεν υπάρχουν στοιχεία καλοριφέρ στον πυθμένα των δεξαμενών φορτίου. Μ' αυτόν τον τρόπο ο καθαρισμός των δεξαμενών γίνεται πιο εύκολος και αποφεύγονται οι διαρροές. Η απλότητα γενικά του συστήματος διευκολύνει τη συντήρησή του, ενώ το θερμαντικό υγρό χρησιμοποιείται για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Ο Ε.Θ. έρχεται σε επαφή με το φορτίο μόνο όταν χρησιμοποιείται για τη θέρμανσή του και η θερμότητα που παρέχει μεταδίδεται σε όλο το φορτίο ικανοποιητικά, ενώ δεν εκτίθεται στο φορτίο όταν αυτό δεν θερμαίνεται, με αποτέλεσμα την περιορισμένη οξείδωση.

Σήμερα για οικονομία στα καύσιμα προσφέρονται προγράμματα ρυθμίσεως της θερμάνσεως του φορτίου (cargo heating management system software).



5.6 Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System)

Αδρανές αέριο - Ορισμός

Αδρανές αέριο (α.α.) (Inert Gas – IG) ονομάζεται το αέριο (π.χ. άζωτο στα πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου, χημικών και στα υγραεριοφόρα) ή το μείγμα αερίων (στα crude carriers), όπως τα καυσαέρια από τον καπναγωγό πλοίου, στα οποία έχει γίνει επεξεργασία πριν χρησιμοποιηθούν ως αδρανές αέριο και η περιεκτικότητα των οποίων σε οξυγόνο δεν επιτρέπει την καύση των υδρογονανθράκων. Γι' αυτό ακριβώς το αδρανές αέριο χρησιμοποιείται ως μέτρο προλήψεως για την αποφυγή εκρήξεως μέσα στις δεξαμενές

Μόνιμο σύστημα αδρανούς αερίου (Inert gas system – IGS)

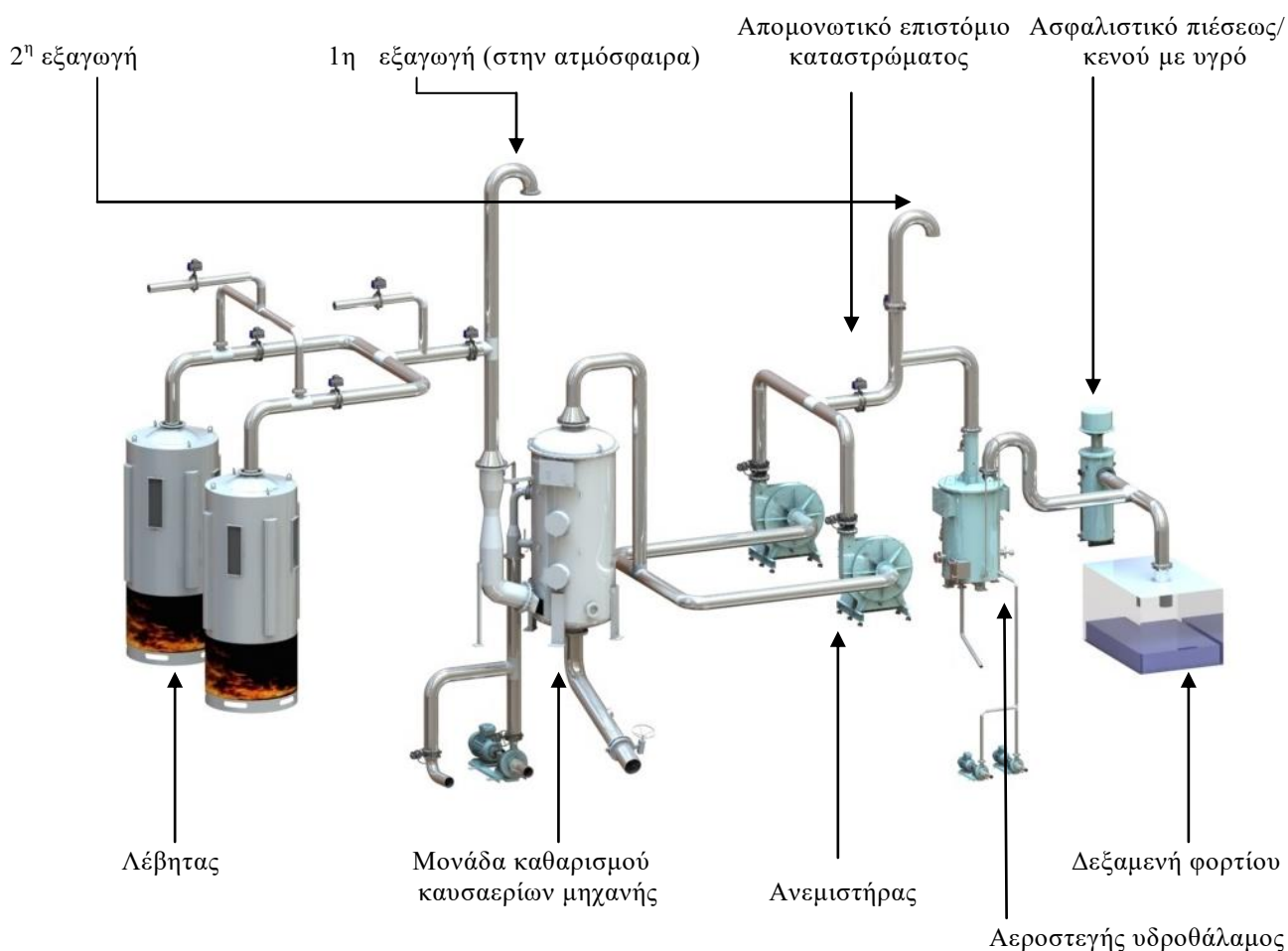
Μια εγκατάσταση αδρανούς αερίου επεξεργάζεται τα καυσαέρια που παράγονται στο πλοίο με ειδικό σύστημα επεξεργασίας ή παράγει η ίδια αδρανές αέριο με ανεξάρτητη γεννήτρια παραγωγής ή με εγκατάσταση αεροτουρμπίνας όταν διαθέτει αποτεφρωτήρα. Μέσω ρυθμιστή πίεσεως το αδρανές αέριο με ειδική γραμμή παροχής ή διανομής διοχετεύεται κατά μήκος του καταστρώματος, και μέσω των διακλαδώσεων των σωληνώσεων, προς τις δεξαμενές καταλοίπων και προς κάθε δεξαμενή φορτίου. Σε κάθε δεξαμενή υπάρχει επιστόμιο, το οποίο ανοίγει κατά την παροχή και κλείνει όταν χρειάζεται να απομονωθεί η δεξαμενή ώστε να μειωθεί η πίεση του αερίου, π.χ. όταν λαμβάνονται δείγματα από τη συγκεκριμένη δεξαμενή. Επίσης η παροχή διακόπτεται, όταν η δεξαμενή χρειάζεται να καταστεί ελεύθερη αερίων, προκειμένου να επιθεωρηθεί ή να γίνει σ' αυτήν κάποια εργασία. Υπάρχει επί πλέον και ειδική γραμμή που διοχετεύει τα αέρια προς την αντίστοιχη γραμμή της ξηράς με κατάλληλη σύνδεση που καταλήγει στην περιοχή των κεντρικών λήψεων. Στον σταθμό ελέγχου φορτίου υπάρχει πίνακας ελέγχου παρακολουθήσεως καλής λειτουργίας του συστήματος αδρανούς αερίου. Εκείνο που έχει σημασία στο σύστημα αδρανούς αερίου είναι να λειτουργεί καλά και να συντηρείται σωστά, ώστε να προσφέρει πραγματικά την προστασία για την οποία είναι προορισμένο. Το σύστημα αδρανούς αερίου είναι απαραίτητο σε οποιαδήποτε περίπτωση πλύσεως με crude oil. Ως αρχικό και βασικό σύστημα σε Δ/Ξ χαρακτηρίζεται αυτό που αφορά στα καυσαέρια, από την καπνοδόχο των οποίων η χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο 5% προέρχεται από καλή καύση στους λέβητες. Για να υπάρξει μια τέτοια ποιότητα, πρέπει να χρησιμοποιηθεί «αυτόματη ρύθμιση». Το σύστημα ψύχει, καθαρίζει και διοχετεύει τα καυσαέρια ως αδρανές αέριο στις δεξαμενές του πλοίου ακολουθώντας εν συντομία την παρακάτω διαδρομή, αλλά δεν απομακρύνει το πλεονάζον οξυγόνο που περιέχουν: Η διαδρομή αρχίζει από το επιστόμιο εισαγωγής καυσαερίων, διοχετεύεται μέσα στον πύργο (πυργίσκο) της μονάδας καθαρισμού (scrubber) και περνά από τον αφυγραντήρα (demister) ο οποίος βρίσκεται στο επάνω και προωαίο μέρος του πύργου. Κατόπιν το αέριο περνάει μέσα από τους ανεμιστήρες (blowers), που αναρροφούν και καταθλίβουν τα καυσαέρια. Στη συνέχεια περνά από τους ρυθμιστές πίεσεως (pressure controllers) και τον αεροστεγή υδροθάλαμο καταστρώματος (deck water seal), που είναι ανεπίστροφη δίοδος και ταυτόχρονα ψύχει για δεύτερη φορά τα καυσαέρια και το ανεπίστροφο επιστόμιο λαδιού (non return valve) ως διπλή ασφάλεια. Με ανοικτό το απομονωτικό επιστόμιο καταστρώματος περνά και από το ανακουφιστικό επιστόμιο πίεσεως/κενού με υγρό που ανακουφίζει τη μονάδα σε περίπτωση υπερβολικής πίεσεως ή κενού. Με την κυρία γραμμή καταστρώματος και με διακλαδωτικές γραμμές παροχής πραγμα-

τοποιείται η παροχή του αδρανούς αερίου προς τις δεξαμενές φορτίου και προς τις δεξαμενές καταλοίπων. Η κύρια γραμμή είναι συνδεδεμένη με τις σωληνώσεις εξαερισμού. Η καρδιά του συστήματος αδρανούς αερίου είναι η μονάδα καθαρισμού (καθαριστήρας).

Η συσκευή αυτή περιλαμβάνει:

1. Εισαγωγή καυσαερίων.
2. Υδροφράκτη στο κάτω μέρος του πύργου που ψύχει τα καυτά καυσαέρια, ο οποίος ενεργεί επίσης και σαν μηχανισμός ασφαλείας για να εμποδίζει τη ροή των ατμών υδρογονανθράκων προς τα πίσω.
3. Σωλήνα για εισαγωγή θάλασσας που ξεπλένει τα καυσαέρια και τα ψύχει ακόμη περισσότερο με νερό που ψεκάζεται από ακροφύσια που βρίσκονται πιο πάνω στον πύργο.
4. Αφυγραντήρα που απομακρύνει από τα καυσαέρια το παγιδευμένο νερό.
5. Εξαγωγή καυσαερίων.

Από τα καυσαέρια αυτά έχουν απομακρυνθεί τα ανεπιθύμητα αέρια και τα στερεά σωματίδια, παράλληλα έχουν κρυώσει, η θερμοκρασία τους έχει πέσει σχεδόν στη θερμοκρασία της θάλασσας και διοχετεύονται πλέον ως αδρανές αέριο (α.α.).

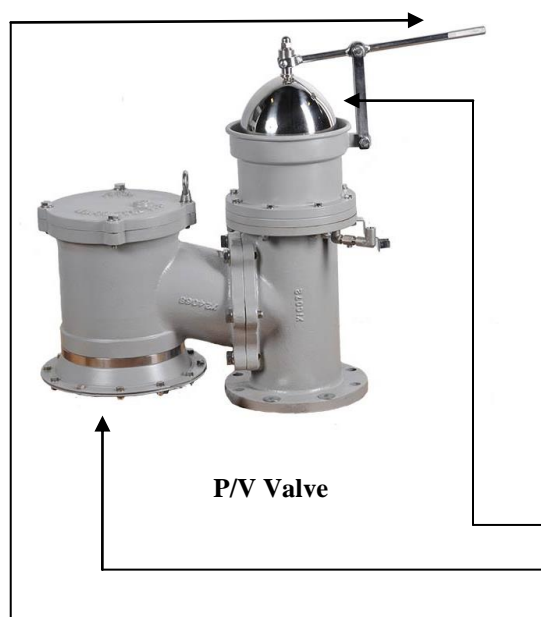


Το σύστημα εξαερισμού φορτίου (cargo venting system) είναι ανεξάρτητο από κάθε άλλο σύστημα και κατασκευασμένο με κάποιες παραδεκτές διατάξεις εξαερισμού σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Αρχών (π.χ. USCG, ISO κ.α.), που περιλαμβάνουν οπωσδήποτε τις προδιαγραφές που ορίζει η ΔΣ SOLAS '74, Ch. II-2.

Καθώς το εύφλεκτο μείγμα των ατμών φορτίου (αερίων υδρογονανθράκων) είναι βαρύτερο απ' τον ατμοσφαιρικό αέρα, υπό ορισμένες ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να συγκεντρωθεί σε περιοχές του καταστρώματος, πάνω απ' τις δεξαμενές φορτίου, μέσα ή γύρω από το «ακομοδέσιο» ή το μηχανοστάσιο. Για να μην συμβεί αυτό, τα συστήματα εξαερισμού διευκολύνουν τη διασπορά των ατμών φορτίου στην ατμόσφαιρα μακριά απ' το κατάστρωμα του πλοίου και συγχρόνως προστατεύουν τις δεξαμενές απ' την είσοδο νερού και φλόγας και λειτουργούν σύμφωνα με τις ιδιομορφίες της κατασκευής τους.

Ανεξάρτητα ανακουφιστικά επιστόμια πίεσεως/κενού σε κάθε δεξαμενή φορτίου (individual tank pressure/vacuum valves – P/V Valves): Για την προστασία των δεξαμενών φορτίου σε αλλαγές πίεσεως στη δεξαμενή φορτίου, τα επιστόμια πίεσεως/κενού (βαλβίδες πίεσεως/κενού) αποτελούν τον πρώτο μηχανισμό προστασίας της κάθε δεξαμενής από την υπερπίεση (αύξηση της πίεσεως στη δεξαμενή) ή την υποπίεση (κενό στη δεξαμενή). Είναι σχεδιασμένα να επιτρέπουν τη ροή μικρών ποσοτήτων ατμών φορτίου από την ατμόσφαιρα της δεξαμενής, που δημιουργούνται από θερμικές μεταβολές (διακυμάνσεις της θερμοκρασίας). Τα επιστόμια πίεσεως/κενού θα πρέπει να ενεργοποιούνται πριν από το ασφαλιστικό στην κορυφή

του πρωαίου ιστού (mast vent riser). Το Mast riser θα τοποθετηθεί για να επιτρέψει σε μεγάλο όγκο ατμών να διαφύγει κατά τη διάρκεια φορτώσεως, εκφορτώσεως και ερματισμού. Εκτός από το Mast riser υπάρχει και ένας δεύτερος μηχανισμός προστασίας, το κοινό ασφαλιστικό πίεσεως/κενού με υγρό (P/V breaker with anti-freeze Glycol), το οποίο έχει ενσωματωθεί στο σύστημα α.α. Αυτό δεν προστα-



Μηχανικό επιστόμιο πίεσεως

Μηχανικό επιστόμιο υποπίεσεως

Χειρολαβή ελέγχου επιστομίου πίεσεως

τεύει ανεξάρτητες δεξαμενές. Το P/V breaker είναι συνδεδεμένο με την κύρια γραμμή αδρανούς αερίου. Τα συστήματα αυτά που φέρουν ανεξάρτητα ανακουφιστικά επιστόμια πίεσεως/κενού σε κάθε δεξαμενή φορτίου, σε περίπτωση βλάβης ως συσκευές για δεύτερη προστασία μπορεί να διαθέτουν μηχανισμούς εξαερισμού πλήρους εκτόνωσεως πίεσεως/ κενού (εξαεριστικά επιστόμια πίεσεως/κενού υψηλής ταχύτητας) (Full flow pressure/Vacuum Venting Arrangements, High-velocity P/V relief valves). Οι μηχανισμοί αυτοί χρησιμεύουν για την πλήρη εκτόνωση της πίεσεως ή υποπίεσεως, και την προστασία από είσοδο φλόγας στη δεξαμενή. Άλλες μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι οι αισθητήρες πίεσεως και τα συστήματα συναγερμού (individual tank pressure monitoring and high level alarm systems). Τα συστήματα αδρανούς αερίου που φέρουν ανεξάρτητα επιστόμια σε κάθε δεξαμενή φορτίου, φέρουν και ανεξάρτητους για κάθε δεξαμενή αισθητήρες πίεσεως συνδεδεμένους με σύστημα συναγερμού υπερπίεσεως. Κατά τη διάρκεια της φορτώσεως η πίεση στη δεξαμενή παρακολουθείται στενά, γιατί υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ του ρυθμού φορτώσεως και της πίεσεως μέσα στη δεξαμενή. Είναι φανερό πως όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό του ρυθμού φορτώσεως, τόσο υψηλότερη θα γίνει η πίεση μέσα στη δεξαμενή.



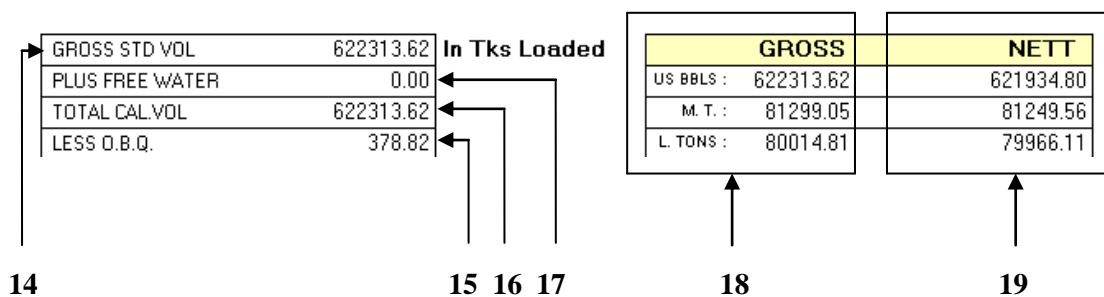
Παρατήρηση: Ο υδροθάλαμος καταστρώματος (deck seal) λειτουργεί ως ανεπίστροφη βαλβίδα προκειμένου να αποτρέψει την επιστροφή αερίων υδρογονανθράκων από τις δεξαμενές φορτίου στο μηχανοστάσιο.

5.7 Υπολογισμός φορτίου και εκλαμβανόμενοι παράμετροι

Ο Υποπλοίαρχος ενός δεξαμενοπλοίου είναι ο υπεύθυνος αξιωματικός για τον υπολογισμό της ποσότητας του φορτίου που πρόκειται να φορτωθεί εντός των δεξαμενών. Εκτός της παραληφθείσας ποσότητας, λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες οι οποίοι πρέπει να αναφέρονται συγκεντρωτικά σε ένα έγγραφο, γνωστό ως Ullage Report (cargo calculation form).

Ανάλυση Ullage Report

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	Corr'd	T.O.V.	Free W.	G.O.V.	Temperature		A.P.I.	V.C.F.	G.S.V.	O.B.Q. incl slops	N.S.V.	Nett	Volume
Tk	Ullage	BBLS	BBLS	BBLS	C	F		6A	BBLS	BBLS	BBLS	MT	%age
1P	3.730	37532.4	0.0	37532.4	27.7	81.9	40.3000	0.988893	37116.93	21.00	37095.93	4846.21	87.2
4P	3.123	27672.9	0.0	27672.9	27.8	82.0	40.3000	0.988888	27365.20	8.55	27356.65	3573.87	86.9
SP	3.115	20928.8	0.0	20928.8	28.1	82.6	40.3000	0.988858	20689.77	89.84	20599.92	2691.17	86.8
1C	4.257	93497.0	0.0	93497.0	27.7	81.9	40.3000	0.988893	92462.02	21.54	92440.47	12076.42	84.4
2C	3.364	129409.2	0.0	129409.2	27.5	81.5	40.3000	0.98913	128002.55	27.41	127975.14	16718.67	86.8
3C	3.334	129375.5	0.0	129375.5	27.7	81.9	40.3000	0.988893	127943.30	64.06	127879.24	16706.14	86.8
4C	3.275	104697.2	0.0	104697.2	27.9	82.2	40.3000	0.988878	103522.48	11.07	103511.41	13522.73	88.0
1S	3.730	37532.4	0.0	37532.4	26.9	80.4	40.3000	0.98969	37145.45	6.18	37139.27	4851.87	87.2
4S	3.123	27672.9	0.0	27672.9	27.5	81.5	40.3000	0.98913	27372.12	9.10	27363.02	3574.70	86.9
SS	3.117	20928.6	0.0	20928.6	27.9	82.2	40.3000	0.988878	20693.80	120.05	20573.74	2687.75	86.8
TOTALS		629247.0	0.0	629247.0	27.7	81.8	40.3000	0.988898	622313.62	378.82	621934.80	81249.56	86.7



Ullage: ορίζεται ως η απόσταση από το υψηλότερο σημείο της δεξαμενής έως την επιφάνεια του υγρού.

Sounding: ορίζεται ως η απόσταση από τον πυθμένα της δεξαμενής έως την επιφάνεια του υγρού.

BBLS → **Barrels:** μονάδα μέτρησης των υγρών η οποία σε θερμοκρασία 60°F αντιστοιχεί 1 κυβικό (M³) = 6.28981 βαρέλια.

1.Tk → Tank: με τον όρο Tk προσδιορίζεται η δεξαμενή στην οποία θα γίνει αναφορά (αριθμός αυτής και θέση). Έτσι, όταν π.χ. αναφέρουμε την δεξαμενή 1P εννοούμε 1 Port και όταν SS εννοούμε Slop Starboard.

2.Corr'd Ullage → Corrected Ullage: ο όρος αυτός προσδιορίζει το διορθωμένο Ullage ως προς τα σφάλματα που προκύπτουν από την διαγωγή και την κλίση (μετρούμενο στην παρούσα θερμοκρασία).

3.TOV → Total Observed Volume: με τον όρο αυτό προσδιορίζεται ο όγκος του φορτίου που βρίσκεται εντός της δεξαμενής λαμβάνοντας υπόψη και τον όγκο του νερού που υπάρχει σε αυτό. Ο όγκος μπορεί να αναφέρεται είτε σε BBLS είτε σε M^3 (μετρούμενο στην παρούσα θερμοκρασία και πίεση).

4.Free W → Free Water: με τον όρο αυτό προσδιορίζεται ο όγκος του νερού που βρίσκεται εντός της δεξαμενής. Ο όγκος μπορεί να αναφέρεται είτε σε BBLS είτε σε M^3 (μετρούμενο στην παρούσα θερμοκρασία και πίεση).

5.GOV → Gross Observed Volume: ορίζεται ως ο όγκος του φορτίου που βρίσκεται εντός της δεξαμενής δίχως τον όγκο του υπάρχοντος νερού. Ο όγκος μπορεί να αναφέρεται είτε σε BBLS είτε σε M^3 (μετρούμενο στην παρούσα θερμοκρασία και πίεση).

Σημείωση: Πρέπει να αναφέρουμε πως από τα ανωτέρω προκύπτει η ακόλουθη σχέση

$$\text{GOV} + \text{Free W} = \text{TOV}$$

6.Temperature: αναφέρεται στην θερμοκρασία στην οποία διατηρείται το φορτίο και μετρείται είτε με το σύστημα Celsius είτε με το σύστημα Fahrenheit.

7.API → American Petroleum Institute: προσδιορίζει την πυκνότητα (density) του υγρού το οποίο όμως έχουμε αναγάγει στην θερμοκρασία των 60°F.

Το API υπολογίζεται ως εξής: $[141.5 / \text{Specific Gravity (60°F)}] - 131.5$

- **Specific Gravity:** είναι το ειδικό βάρος ενός υγρού και ορίζεται ως το πηλίκό του βάρους προς τον όγκο. Δίνεται συνήθως στους 60°F.
- **Density:** είναι η πυκνότητα ενός υγρού και ορίζεται ως το πηλίκο της μάζας προς τον όγκο. Συνήθως δίνεται στους 60°F.

Προσοχή: Στην πράξη υφίστανται δύο ειδών density:

1. Open Cap. Density → ορίζεται ως η πυκνότητα του υγρού στην ατμόσφαιρα (open air).
2. Close Cap. Density → ορίζεται η πυκνότητα του υγρού στο κενό (vacuum).

Η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών πυκνοτήτων πρέπει να είναι ίση με 0.0011, δηλαδή η Close cap. να υπερέχει της Open cap. κατά 0.0011.

8.VCF → Volume Correction Factor: ο συντελεστής θερμικής διαστολής χρησιμοποιείται για την εύρεση του εύρους της συστολής και διαστολής στην οποία υπόκειται το φορτίο κατά την μείωση ή αύξηση της θερμοκρασίας αντίστοιχα. Η εύρεση του συντελεστή αυτού γίνεται μέσω πινάκων με την χρήση του API και της θερμοκρασίας σε °F. Ωστόσο ο υπολογισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί και με τον παρακάτω τρόπο: $VCF = GSV / GOV$ αρκεί να βρίσκονται στο ίδιο μετρικό σύστημα.

9.GSV → Gross Standard Volume: ορίζεται ως ο όγκος του φορτίου που βρίσκεται εντός της δεξαμενής δίχως τον όγκο του υπάρχοντος νερού. Ο όγκος μπορεί να αναφέρεται είτε σε BBLs είτε σε M^3 . Ο εν λόγω όγκος έχει αναχθεί για την θερμοκρασία των 60°F.

Παρατήρηση: TCV → Total Calculated Volume: με τον όρο αυτό προσδιορίζεται ο όγκος του φορτίου που βρίσκεται εντός της δεξαμενής λαμβάνοντας υπόψη και τον όγκο του νερού που υπάρχει σε αυτό. Ο όγκος μπορεί να αναφέρεται είτε σε BBLs είτε σε M^3 . Ο εν λόγω όγκος έχει αναχθεί για την θερμοκρασία των 60°F.

Επομένως προκύπτει πως: $TCV = GSV + Free W.$

10.OBQ → On Board Quantity: ο όρος αυτός έχει τρεις έννοιες οι οποίες είναι οι εξής:

1. Ο συνολικός όγκος φορτίου που υφίσταται επί του πλοίου (μετά τη φόρτωση).
2. Ο όγκος φορτίου που προϋπήρχε της φορτώσεως εντός της δεξαμενής.
3. Ο όγκος των sediments, δηλαδή υπολειμμάτων ή ακαθαρσιών.

Ανεξάρτητα των περιπτώσεων, εκφράζεται είτε σε BBLs είτε σε M^3 .

11.NSV → Net Standard Volume: ορίζεται ως ο όγκος του φορτίου που βρίσκεται εντός της δεξαμενής δίχως τον όγκο του υπάρχοντος νερού και των sediment. Ο όγκος μπορεί να αναφέρεται είτε σε BBLs είτε σε M^3 . Ο εν λόγω όγκος έχει αναχθεί για την θερμοκρασία των 60°F.

Επομένως προκύπτει πως: $NSV = GSV - OBQ$ (sediments).

12.Net MT → Net Metric Tones: ορίζεται ως το βάρος του φορτίου που βρίσκεται εντός της δεξαμενής δίχως το βάρος του υπάρχοντος νερού και των sediment. Το βάρος μπορεί να αναφέρεται είτε σε Μετρικούς τόνους (MT) είτε σε Αγγλικούς τόνους (LT).

13.Volume % age → Volume Percentage: αναφέρεται στο ποσοστό πλήρωσης του όγκου της δεξαμενής, δηλαδή τι ποσοστό του όγκου της δεξαμενής καταλαμβάνει το εν λόγω φορτίο (σε TOV).

14.Gross std vol → GSV: Αποτελεί το συνολικό GSV όλων των δεξαμενών φορτίου του πλοίου.

15.Less OBQ: Το συνολικό On Board Quantity (10) επί των δεξαμενών φορτίου του πλοίου.

16.Total Cal Vol → TCV: Αποτελεί το συνολικό TCV όλων των δεξαμενών φορτίου του πλοίου.

17.Plus Free Water: Αποτελεί τον συνολικό όγκο νερού επί των δεξαμενών φορτίου του πλοίου.

Σημείωση: από 15 & 16 προκύπτει πως εάν από το TCV αφαιρέσουμε το Less OBQ καταλήγουμε στην ποσότητα που λάβαμε και που στην συνέχεια θα χρειαστεί να εκφορτώσουμε.

Δηλαδή: **Total Received Volume Total Delivered Volume = TCV – Less OBQ.**

19. Ο πίνακας αυτός αναφέρει τον συνολικό όγκο φορτίου (σε βαρέλια) εντός των δεξαμενών, το βάρος του σε Μετρικούς Τόνους καθώς και σε Αγγλικούς Τόνους.

20. Ο πίνακας αυτός αναφέρει τον συνολικό όγκο φορτίου που φορτώθηκε (σε βαρέλια) εντός των δεξαμενών, το βάρος του σε Μετρικούς Τόνους καθώς και σε Αγγλικούς Τόνους. Επομένως δεν περιλαμβάνει προϋπάρχουσα ποσότητα φορτίου ή sediments.

Standard Temperature: Ως Standard Temperature θεωρείται μία σταθερή θερμοκρασία στην οποία ανάγεται το υγρό. Η θερμοκρασία αυτή είναι οι 60°F, δηλαδή 15.555°C.

VESSEL'S EXPERIENCE FACTOR (V.E.F)

Οι πίνακες χωρητικότητας των δεξαμενών βασίζονται στους υπολογισμούς των κατασκευαστών του πλοίου που πολλές φορές και για διάφορους λόγους, δεν ανταποκρίνονται ακριβώς στον πραγματικό όγκο. Έτσι, υπολογίζεται ένας συντελεστής μέσης διαφοράς που βασίζεται στις διαφορές που προκύπτουν κατά τις φορτώσεις προηγούμενων ταξιδιών ανάμεσα στα Shore's

Figures και στα Ship's Figures. Ο συντελεστής αυτός λέγεται Vessel's Experience Factor ή Ship's Experience Factor. Η σύγκριση μεταξύ των Shore's Figures και των Ship's Figures πραγματοποιείται για τις 10 (τουλάχιστον) τελευταίες φορτώσεις χρησιμοποιώντας την εξής σχέση: $VEF = \text{TOTAL SHIP'S GSV} / \text{TOTAL SHORE'S GSV}$.

CARGO	VOYAGE	VESSEL LOADED	BILLS OF LADING	DIFFERENCE	VEF	QUALIFY YES/NO
NAPO	20	529157	531735	-2578	0.99515	YES
ORIENTE	19	708060	710405	-2345	0.99670	YES
WTI	18	709513	711867	-2354	0.99669	YES
WTI	17	550914	553238	-2324	0.99580	YES
ORIENTE	16	550219	531439	-1220	0.99770	YES
ORIENTE	15	538550	541377	-2827	0.99478	YES
ORIENTE	14	703559	705881	-2322	0.99671	YES
NAPO	13	495083	496729	-1647	0.99668	YES
NAPO	12	546601	550613	-4012	0.99271	NO
ORIENTE	11	496414	498419	-2005	0.99598	YES
WTI	10	656369	658865	-2496	0.99621	YES
NAPO	9	499110	501416	-2306	0.99540	YES
WTI	8	499599	500678	-1079	0.99785	YES
ORIENTE	7	514137	515919	-1783	0.99654	YES
NAPO	6	548893	551486	-2593	0.99530	YES
NAPO	5	548754	551549	-2795	0.99493	YES
NAPO	4	527473	529540	-2067	0.99610	YES
NAPO	3	600710	603057	-2347	0.99611	YES
ORIENTE	2	624217	627357	-3140	0.99500	YES
WTI	1	628952	629271	-319	0.99949	NO
TOTALS GSV		11456285	11500842			
ACCEPTABLE GSV		10280732	10320958			

INITIAL VEF =	TOTAL SHIP'S FIGURE / TOTAL BILLS' OF LADINGS FIGURE =	11456285 / 11500842	= 0.99613
0.003 of INITIAL VEF	0.003 x 0.99613		= 0.00299
UPPER LIMIT	INITIAL VEF + 0.00299		= 0.99911
LOWER LIMIT	INITIAL VEF – 0.00299		= 0.99314
FINAL VEF = ACCEPTABLE SHIP'S FIGURE / ACCEPTABLE BILLS' OF LADING FIGURES = 10280732 / 10320958 = 0.99610			

Επεξήγηση: Φτιάχνουμε έναν πίνακα με τις τελευταίες τουλάχιστον 10 φορτώσεις στις οποίες θα αναφέρονται τα Ship's GSV figures και τα Shores' GSV figures. Βρίσκουμε για κάθε φόρτωση τον αντίστοιχο συντελεστή VEF καθώς και την συνολική ποσότητα GSV για Ship και Shore. Κάνουμε την διαίρεση : TOTAL SHIP'S GSV/ TOTAL SHORE'S GSV και στο αποτέλεσμα που βρήκαμε προσθέτουμε και αφαιρούμε αντίστοιχα την τιμή (0,003 x initial VEF) για να βρούμε ένα ανώτερο και ένα κατώτερο όριο. Οι συντελεστές VEF που βρήκαμε για κάθε φόρτωση πρέπει να είναι εντός των δύο ορίων, αλλιώς οι εν λόγω ποσότητες GSV δεν λαμβάνονται υπόψη κι έτσι καταλήγουμε στα ACCEPTABLE GSV για Ship και Shore. Τέλος κάνουμε την διαίρεση ACCEPTABLE SHIP'S FIGURE / ACCEPTABLE SHORES' FIGURE και βρίσκουμε τον τελικό συντελεστή VEF.

PERCENTAGE VEF – PCT

Εάν η διαφορά των Shore και Ship's figures είναι μεγάλη, τότε μετατρέπουμε αυτή την διαφορά σε ποσοστό με τον VEF και αν το αποτέλεσμα είναι < 0.25% είμαστε σε αποδεκτά όρια. Εάν είμαστε > 0.25% και < 0.50%, τότε πρέπει να ξαναγίνει έλεγχος ullage και θερμοκρασιών. Τέλος, εάν η διαφορά είναι > 0.50%, τότε πρέπει να κληθεί P&I CLUB.

Επομένως:

$$\text{PCT} = [((\text{SHORE FIGURES} \times \text{VEF}) - \text{SHIP'S FIGURES}) / \text{SHORE FIGURES}] \times 100$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ CLINGAGE

Πριν την φόρτωση ή μετά την εκφόρτωση οι επιθεωρητές ζητούν να υπολογισθούν τα CLINGAGE των δεξαμενών που δεν πλύθηκαν με αργό πετρέλαιο (COW) κατά την τελευταία εκφόρτωση, για να υπολογισθούν στο σύνολο OBQ ή ROB. Για τον υπολογισμό τους υπάρχουν ορισμένες βασικές αρχές που πρέπει να γνωρίζουμε για να είμαστε σε θέση να ελέγχουμε την ποσότητα που θα υπολογίσει ο επιθεωρητής. Οι αρχές αυτές είναι:

- Οι ενδυναμώσεις στις πλευρικές δεξαμενές είναι περισσότερες από ότι στις κεντρικές και κατά συνέπεια και τα CLINGAGES.
- Η συσσώρευση ουσιών CLINGAGE στις οριζόντιες επιφάνειες (εκτός πυθμένα) έχουν ένα όριο που είναι 4 ίντσες. Μετά από αυτό το ύψος η ουσία θεωρείται ότι κυλάει.
- Με βάση αυτό το όριο των 4 ιντσών, ο όγκος των CLINGAGE λαμβάνεται ότι ισούται με τον όγκο των BOTTOM SEDIMENTS.

Έτσι τα CLINGAGES θα υπολογίζονται ως εξής:

1. Όγκος CLINGAGE ίσον με τον όγκο BOTTOMS εκτός αν τα BOTTOMS υπερβαίνουν τις 4 ίντσες.
2. Δεν θα υπολογίζονται CLINGAGES σε δεξαμενές που έγιναν COW (CRUDE OIL WASHING).
3. Δεν θα υπολογίζονται CLINGAGES αν δεν το ζητούν οι επιθεωρητές γιατί η ποσότητά τους είναι μεγαλύτερη από την πραγματική.

Ο ΤΥΠΟΣ ΤΗΣ ΣΦΗΝΑΣ (WEDGE FORMULA)

Στις περιπτώσεις που το πλοίο έχει τέτοια διαγωγή προς τα πρύμα που το ρευστό λάδι (FREE OIL), δεν αγγίζει τις τέσσερις πλευρές της δεξαμενής, δηλαδή δεν καλύπτει ολόκληρο τον πυθμένα, τότε για τον υπολογισμό του όγκου του υγρού χρησιμοποιείται WEDGE FORMULA και όχι TRIM CORRECTION. Για να προχωρήσουμε στην εφαρμογή του τύπου πρέπει να έχουμε στην διάθεση μας ορισμένες διαστάσεις και στοιχεία που θα χρησιμοποιήσουμε στην συνέχεια.

Αυτά είναι:

- Η απόσταση του σημείου μέτρησης κενού (ULLAGE POINT) από τον πρυμνιό μπουλμέ της δεξαμενής, συμβολίζεται με (U).

*CLINGAGE: Ουσίες που είναι προσκολλημένες στις οριζόντιες και κάθετες επιφάνειες των δεξαμενών, εκτός του πυθμένα.

- Το συνολικό ύψος από το ULLAGE POINT έως τον πυθμένα, GAUGE HEIGHT (**H**).
- Το πλάτος της δεξαμενής, TANK WIDTH (**B**).
- Το μήκος της δεξαμενής, TANK LENGTH (**K**).
- Η διαγωγή του πλοίου, TRIM (**T**).
- Το SOUNDING ή DIP ή INNAGE (**S**).
- Το μήκος μεταξύ καθέτων πλοίου, LBP (**L**).

Βασική προϋπόθεση για την χρήση WEDGE FORMULA είναι να μην καλύπτει το υγρό όλη την επιφάνεια του πυθμένα. Έτσι για κάθε τιμή TRIM του πλοίου αντιστοιχεί και ένα όριο SOUNDING από το οποίο και πάνω εφαρμόζεται TRIM CORRECTION. Το όριο για κάθε δεξαμενή βρίσκεται τον τύπο: $S = (K - U) \times (T / L)$.

όπου:

V = Volume

D = Adjusted innage at aft bulkhead

S = Sounding of tank (innage)

B = Breadth of tank

H = Gauge height

L = LBP of vessel

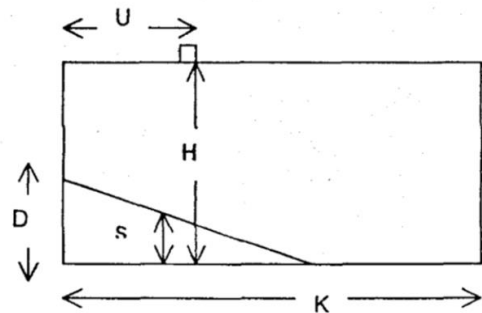
T = Trim

U = Distance of ullage point from aft bulkhead

f = Trim factor = Trim : LBP

K = Length of tank

Df = Gauge height x Trim factor



For Cubic Metres

$$D = (U - Df) \times f + S$$

$$V = (D^2 \times B \times L) / (2 \times T)$$

For BBLs

$$D = (U - Df) \times f + S$$

$$V = (D^2 \times B \times 3.1449) / F$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Στην Νο2 κεντρική δεξαμενή μετρήθηκε FREE OIL 0,10 m sounding ενώ το πλοίο είχε TRIM 4 m. Να βρεθεί αν εφαρμόζεται ή όχι WEDGE FORMULA και αν ναι να υπολογισθεί ο όγκος της σφήνας του υγρού.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ: S = 0,10 m B = 26 m L = 350 m T = 4 m U = 23,5 m K = 60 m f = 0,0114285 (T/LBP)

Df = 0,34068 H = 29,81 m

$$\text{LIMIT } S = (K - U) \times T/L = (60 - 23,5) \times 4/350 = 36,5 \times 4/350 = 0,417 \text{ m}$$

Το παρατηρηθέν S είναι 0,10 m μικρότερο από το όριο, άρα έχουμε περίπτωση WEDGE FORMULA.

$$D = (U - Df) \times f + S = (23,5 - 0,34068) \times 0,0114285 + 0,10 = 23,159 \times 0,0114285 + 0,10 = 0,26467 + 0,10 = 0,36467$$

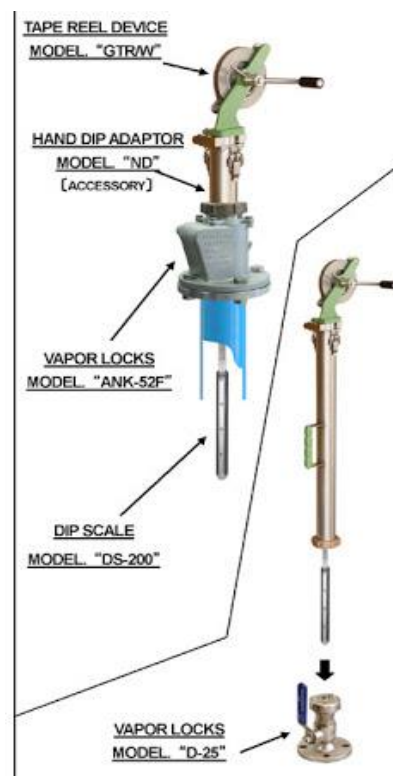
$$V(M^3) = (D^2 \times B \times L) / (2 \times T) = (0,36467^2 \times 26 \times 350) / (2 \times 4) = 151,26 \text{ M}^3$$

$$V(\text{BBLS}) = (D^2 \times B \times 3,1449) / F = (0,36467^2 \times 26 \times 3,1449) / 0,0114285 = 951,46 \text{ BBLS}$$

Μετρήσεις

Για την μέτρηση του όγκου του φορτίου εντός των δεξαμενών (πέραν των ηλεκτρονικών monitor) χρησιμοποιείται μία ειδική κορδέλα γνωστή ως UTI ή MMC. Τοποθετείται πάνω σε ειδικές βάνες γνωστές ως Sounding Point για την μέτρηση του ullage της κάθε δεξαμενής. Κάθε δεξαμενή έχει τρία Sounding Point, ένα στο εμπρόσθιο τμήμα της (πλώραθεν), ένα στο μέσο αυτής (ονομάζεται official sounding point) και ένα στο πίσω τμήμα της. Το official sounding point είναι αυτό που χρησιμοποιείται για μετρήσεις με την MMC καθώς είναι ειδικά κατασκευασμένο για αυτήν. Το sounding point ή vapor lock αποτελείται από ειδικά κατασκευασμένο επιστόμιο ενώ η MMC από:

1. Tape Reel Device – Μηχανισμός ροής της κορδέλας.
2. Hand Dip Adaptor – Μηχανισμός προσαρμογής.
3. Vapor Lock – Μηχανισμός ασφαλίσεως.
4. Dip Scale – Κλίμακα μετρήσεως.



Κορδέλα MMC / UTI

Όταν το χαμηλότερο τμήμα της κλίμακας μετρήσεως (zero point) της MMC ακουμπήσει την επιφάνεια του υγρού, ακούγεται ένα ηχητικό σήμα. Τέλος, πέραν του ullage, η MMC μετράει και την θερμοκρασία του φορτίου.

Στην περίπτωση εκφορτώσεως και γνωρίζοντας πως η στάθμη των δεξαμενών φορτίου είναι μικρότερη του μισού μέτρου (το βλέπουμε από τα ηλεκτρονικά monitor του πλοίου), για την μέτρηση της στάθμης χρησιμοποιείται μία κορδέλα παρόμοια της MMC η οποία όμως δεν διαθέτει ηλεκτρονική διάταξη και δεν μετράει θερμοκρασία. Ο μπουσάς λοιπόν μπορεί να προσαρμοστεί και στα τρία sounding point μιας δεξαμενής και λειτουργεί ως εξής: Κατεβάζουμε την κορδέλα μέχρις ότου ακουμπήσει στον πυθμένα (δίχως να πλαγιάσει) και στην συνέχεια την ανεβάζουμε. Το ανώτερο ίχνος φορτίου επάνω στην κλίμακα μετρήσεως σηματοδοτεί και την στάθμη του φορτίου.



Μπουσάς δεξαμενών φορτίου

6.Η συμβολή των δεξαμενοπλοίων στην εμπορική ναυτιλία

6.1 Η πετρελαϊκή αγορά

Το πετρέλαιο ανέκαθεν αποτελούσε ένα από τα σημαντικότερα και πιο ακριβά μεταλλεύματα, το οποίο γινόταν αντικείμενο εμπορικών συναλλαγών. Ο παγκόσμιος χάρτης της πετρελαϊκής αγοράς διαμορφώνεται και αποτελείται από εξαγωγείς και καταναλωτές πετρελαίου. Το μέταλλευμα αυτό λόγω των πολλών χρήσεων του, έχει δημιουργήσει μία ισχυρή “κοινότητα” στον τομέα της εμπορικής ναυτιλίας, αυτή των δεξαμενοπλοίων. Δίχως την ύπαρξη του πετρελαίου, η παγκόσμια αγορά θα είχε διαμορφωθεί εντελώς διαφορετικά. Στατιστικές μελέτες των τελευταίων ετών έδειξαν πως το 35% του θαλάσσιου εμπορίου πραγματοποιείται από δεξαμενόπλοια (ανεξαρτήτου χωρητικότητας) ενώ το 25% του παγκόσμιου στόλου των Δ/Ξ ανήκει σε ναυτιλιακές εταιρείες ελληνικών συμφερόντων.

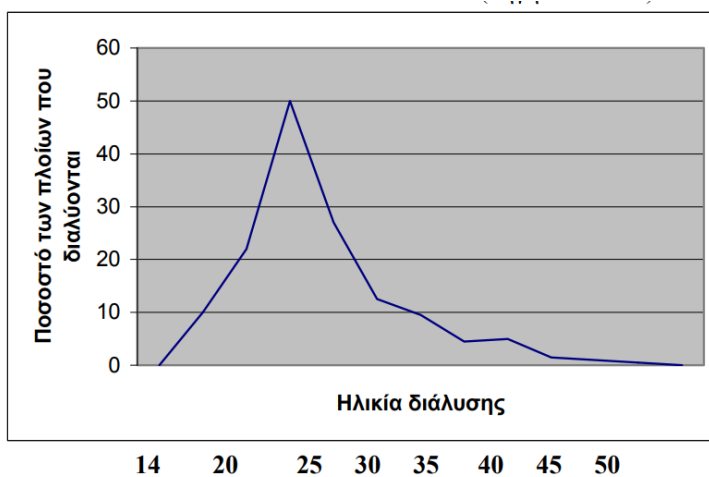
Κατάταξη εξαγωγέων πετρελαίου

1. Σ. Αραβία – Αξία εξαγωγών: 136,2 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 20,1%.
2. Ρωσία – Αξία εξαγωγών: 73,7 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 10,9%.
3. Ιράκ – Αξία εξαγωγών: 46,3 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 6,8%.
4. Καναδάς – Αξία εξαγωγών: 39,5 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 5,8%.
5. ΗΑΕ – Αξία εξαγωγών: 38,9 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 5,7%.
6. Κουβέιτ – Αξία εξαγωγών: 30,7 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 4,5%.
7. Ιράν – Αξία εξαγωγών: 29,1 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 4,3%.
8. Νιγηρία – Αξία εξαγωγών: 27 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 4%.
9. Αγκόλα – Αξία εξαγωγών: 25,2 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 3,7%.
10. Νορβηγία – Αξία εξαγωγών: 22,6 δισ. δολ. – Μερίδιο αγοράς: 3,3%.

Τα ανωτέρω στοιχεία βασίζονται σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε για το έτος 2016.

6.2 Χρησιμότητα και ιδιότητες δεξαμενοπλοίων

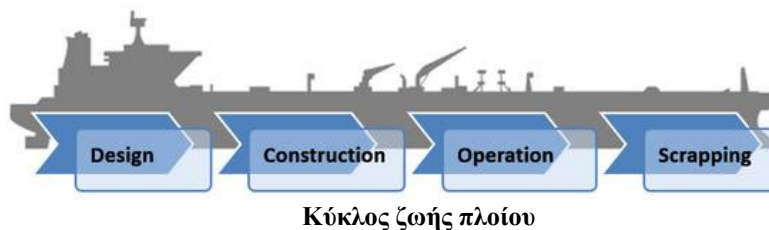
Τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες του πετρελαίου αποτέλεσαν τους κύριους παράγοντες εξέλιξης των Δ/Ξ προκειμένου να εξασφαλίζεται το “Safety first” κατά την πλεύση τους. Για τον λόγο αυτό οι απαιτήσεις κατά την κατασκευή, πλεύση και συντήρηση αυτών είναι ιδιαίτερα αυξημένες. Η κατασκευή τους πρέπει να είναι ισχυρή και ικανή να προστατέψει το θαλάσσιο περιβάλλον σε περίπτωση συγκρούσεως, προσαράξεως ή κάθε άλλου αιτίου πρόκλησης ρυπάνσεως. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η διάρκεια “ζωής” των Δ/Ξ η οποία είναι από τις μεγαλύτερες στον τομέα της ναυτιλίας. Γενικότερα, όταν ένα πλοίο παλαιώνει, ο ιδιοκτήτης αποφασίζει είτε να συνεχίσει τη λειτουργία του η οποία θα είναι λιγότερο αποτελεσματική και ίσως χρειαστούν επισκευές, είτε να το αντικαταστήσει με ένα νεότευκτο το οποίο θα είναι πιο αποτελεσματικό. Η αντικατάσταση συνηθίζεται όταν το πλοίο δεν θεωρείται (είναι) πλέον αξιόπλοο, κερδοφόρο ή δεν μπορεί να παραλάβει πιστοποιητικά ασφαλείας.



Γράφημα διάρκειας ζωής Δ/Ξ

Έτσι διαμορφώνεται ένας κύκλος ζωής ο οποίος αποτελείται από:

1. Σχεδίαση.
2. Κατασκευή.
3. Λειτουργία.
4. Διάλυση.



6.3 Η εμπορική ναυτιλία δίγως την ύπαρξη δεξαμενοπλοίων

Η χρησιμότητα ενός μέσου ή εξοπλισμού είναι εμφανής όταν αυτό, είτε δεν υφίσταται είτε βρίσκεται σε έλλειψη. Επομένως γεννούνται κάποια ερωτήματα όπως:

- Πως θα είχε διαμορφωθεί η πετρελαϊκή αγορά;
- Πως θα επηρεαζόταν ο τομέας της ναυτιλίας;
- Πως θα μεταφερόταν ο εν λόγω ορυκτός πλούτος;
- Οι ανάγκες μεταφοράς θα οδηγούσαν τον ανθρώπινο παράγοντα στην κατασκευή τεράστιων αγωγών για την μεταφορά του (πετρελαίου) ανά τις ηπείρους;
- Οι υπάρχουσες δυνάμεις / χώρες στον τομέα της ναυτιλίας θα είχαν την ίδια κατάταξη;
- Οι συμβάσεις στον τομέα της ναυτιλίας θα είχαν τις ίδιες απαιτήσεις ή δεν θα είχαν υποστεί τόσες τροποποιήσεις;

Οι απαντήσεις σε κάθε ερώτηση είναι πολλές και στοχευμένες. Πολλές μελέτες υποστηρίζουν πως η μεταφορά του πετρελαίου θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί εξίσου καλά με πλοία Container εντός δεξαμενών ή με φορτηγά πλοία μέσω επεξεργασίας του ορυκτού και στερεοποίησης του ώστε να φορτώνεται ως χύδην στερεό και να υγροποιείται στα διυλιστήρια εκφόρτωσης. Σε αυτή την περίπτωση επομένως, θα είχαμε τεράστιες αλλαγές ως προς την διαμόρφωση του γενικότερου πλαισίου καθώς οι παραγγελίες για Container Ships και φορτηγά πλοία θα ήταν πολλαπλάσιες. Άμεση συνέπεια αυτού, θα ήταν η ύπαρξη διαφορετικά τροποποιημένων συμβάσεων που αφορούν την ναυτιλία. Στην περίπτωση δημιουργίας αγωγών θα είχαμε πάλι διαφορετική τροπή των γεγονότων καθώς πολλά παραρτήματα συμβάσεων και κώδικες δεν θα είχαν δημιουργηθεί ενώ η παγκόσμια χωρητικότητα του εμπορικού στόλου θα ήταν αρκετά μικρότερη (το οποίο επηρεάζει και τον τομέα της εργασίας: λιγότερα πλοία = λιγότεροι ναυτικοί) το οποίο θα περιόριζε και το πρόβλημα της ρυπάνσεως από τα καυσαέρια των μηχανών των πλοίων.

Συμπεράσματα

Υστερα από την συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση αρκετών μηνών ανάλυσης του τομέα αυτού, εξήχθησαν διάφορα συμπεράσματα όχι μόνο για τον κλάδο των δεξαμενόπλοιων αλλά και για την βιομηχανία του πετρελαίου γενικότερα. Είναι γεγονός ότι η αγορά των δεξαμενόπλοιων, εδώ πολλά και χρόνια, διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη μεταφορά πετρελαίου, από τα σημαντικότερα κέντρα παραγωγής προς τα μεγαλύτερα κέντρα κατανάλωσης. Η εν λόγω αγορά είναι αρκετά δυναμική και πάρα πολύ ευαίσθητη σε πολιτικά και περιβαλλοντικά θέματα. Από την άλλη, μια από τις πιο σημαντικές αλλά “επικίνδυνες” αγορές για το παγκόσμιο γίνεσθαι, η οποία σχετίζεται άμεσα με την ναυτιλιακή βιομηχανία, είναι η βιομηχανία του πετρελαίου. Στην παρούσα εργασία συνδυάστηκαν και αναφέρθηκαν τόσο τα χαρακτηριστικά των δεξαμενοπλοίων, όσο και οι απαιτήσεις προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος των οποίων η ισχύς και η επιρροή εκτείνονται πέρα από γεωγραφικά, οικονομικά και πολιτικά όρια. Καθώς η εμπορική ναυτιλία δεν έχει σύνορα, κατά συνέπεια και οι επιπτώσεις των εμπορικών της δραστηριοτήτων δεν αναγνωρίζουν όρια. Για την επιτυχή και την μακροβιώσιμη πορεία του εμπορικού στόλου και της εμπορικής ναυτιλίας πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη ο παράγοντας “περιβάλλον”, κάτι που αρκετοί αψηφούν μπροστά στο κέρδος. Τα δεξαμενόπλοια αποτελούν ένα στοιχείο ζωτικής σημασίας για ολόκληρη την παγκόσμια διακίνηση φορτίου δια θαλάσσης. Λόγω της κατασκευής τους, μεταφέρουν χύδην υγρά εμπορεύματα και αγαθά σε όλον τον κόσμο, συμβάλλοντας ενεργά στην ομαλή λειτουργία και άλλων επιχειρηματικών και βιομηχανικών λειτουργιών σε παγκόσμια κλίμακα. Επιπροσθέτως, λόγω της πολυπλοκότητας της αγοράς στην οποία δραστηριοποιούνται, και χάρη στο μεγάλο εύρος της, υπάρχουν πολλοί τύποι και μεγέθη προκειμένου να καλύψουν όλες αυτές τις απαιτήσεις για μεταφορά που πηγάζουν από τις ανάγκες της αγοράς. Αυτή η κατηγοριοποίηση των τάνκερ μπορεί να βασιστεί α) στο διαχωρισμό τους με βάση το λόγο που χρησιμοποιούνται, που πηγάζει από το είδος του φορτίου, και β) από το μέγεθός τους. Η Ναυτιλία των δεξαμενόπλοιων είναι μια επιχείρηση σε ένα περιβάλλον με έναν μεγάλο αριθμό πελατών, οι οποίοι διαδραματίζουν καταλυτικό ρόλο και οι οποίοι αντιμετωπίζουν τη ναυτιλία ως ένα στοιχείο καίριας σημασίας της αλυσίδας των logistics.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

Νικολάου Α. Ζυγομάλα (2019), Μεταφορά φορτίων Β' Έκδοση, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Ιωάννη Εμ. Κολλιιάτη (2016), Ευστάθεια – Κοπώσεις Β' Έκδοση, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Αριστ. Β. Αλεξόπουλου, Νικ. Γ. Φουρναράκη (2018), Διεθνείς κανονισμοί – Ναυτιλιακή πολιτική και δίκαιο της θάλασσας, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Ιωάννη Κ. Δαγκινή, Αλεξάνδρου Ι. Γλύκα (2018), Αντλίες, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Ιωάννη Κ. Δαγκινή, Αλεξάνδρου Ι. Γλύκα (2017), Βοηθητικά μηχανήματα πλοίων Β' Έκδοση, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Γεωργίου Ι. Φαμηλωνίδη (2015), Ναυτική τέχνη Β' Έκδοση, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Γεωργ. Κ. Δεμερούτη, Δημ. Ν. Μυλωνοπούλου (2010), Ναυτιλιακές γνώσεις, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Εμ. Ν. Ζωγραγάκη (2002), Στοιχεία ναυπηγίας, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Δαμιανού Α. Δουμάνη (1988), Οδηγός ασφάλειας δεξαμενοπλοίων, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Ευαγγέλου Α. Σαμπράκου, Ιωάννη Γ. Γιαννόπουλου (2017), Οικονομική εκμετάλλευση πλοίου, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Μ. Γαρύφαλλος, Γ. Καφάσης (1987), Πυρόσβεση, πυροπροστασία και πυρασφάλεια στα πλοία, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

IMO, (2004), SOLAS consolidated (4th edition), London: International Maritime Organization.

Tusiani, M. D. (1996), The Petroleum Shipping Industry: Operations and practices, USA: PennWell Books.

Tanker focus: Technical news and information on tankers by Lloyds Register (2006).

IACS Common Structural Rules for Double Hull Oil Tankers (2008), Consolidated edition.

Germanischer Lloyd (2005), Design of double hull tankers, Presentation at National Technical University of Athens.

R. Keith Michel and Michael Osborne (2008), Oil Tankers the Society of Naval Architects and Marine Engineer.

Aliakbar Safaei, H. G. (2015), Voyage optimization for a Very Large Crude Carrier oil tanker: a regional voyage case study, Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin.

Deffeyes, K. S. (2008), Hubbert's Peak: The Impending World Oil Shortage (2nd edition.), UK: Princeton University Press.

OCIMF (2006), ISGOTT - International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (5th Edition) : Witherby.

Springfield shipping co. panama s.a, instruction manual (5th revision).

Paraskeui L. Papaleonida (2006), Maritime English, Athens : Institution of Eugenidis.

Διαδικτυακές Πηγές Κειμένου

UK P&I CLUB TANKER MATTERS: A focus on some of the issues surrounding tanker fleets in the P&I world.

<https://docs.google.com/file/d/0ByPbFCTzVlgsbHpKUHJxcDI1bDA/edit?pli=1>

Greek Shipping Miracle.

<https://www.greekshippingmiracle.org/el/special-sections/greek-passenger-shipping/tankers.html>

e – nautilia: Δεξαμενόπλοια Single Hull Vs. δεξαμενόπλοια Double Hull.

<https://e-nautilia.gr/dexamenoploia-single-hull-vs-dexamenoploia-double-hull/>

Marine insight: Understanding design of oil tankers.

<https://www.marineinsight.com/naval-architecture/oil-tanker-ships/>

Manuel Ventura: Ship Design MSc in Marine Engineering and Naval Architecture.

<http://www.mar.ist.utl.pt/mventura/Projecto-Navios-I/EN/SD-1.4.5-Tankers.pdf>

Guide to the types and sizes of dry cargo and tanker ships.

<https://www.opensea.pro/blog/ships-types-and-sizes>

Construction Requirements for Oil Tankers - Double Hulls.

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/OilPollution/Pages/construction-requirements.aspx>

The national academies press: Double bottom height requirements.

<https://www.nap.edu/read/1621/chapter/14>

A study on minimum weight design of vertical corrugated bulkheads for chemical tanker.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2092678216306963>

Cargo Tank Corrugated Bulkhead Damages of Double Hull Tankers.

<http://www.tscforum.org/TSCF/bfiles/2012/Final-Consolidated%20Appendix%20-%20Rev10%20-%20after%2039SC.pdf>

e – nautilia: Είσοδος σε κλειστούς χώρους (Enclosed space entry).

<https://e-nautilia.gr/eisodos-se-kleistous-xorous-enclosed-space-entry/>

Πετρέλαιο, ορισμός.

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>

Understanding a Material Safety Data Sheet.

https://www.ccohs.ca/products/Supplements/MSDS_FTSS/msds_understand.html

Φυγοκεντρική αντλία.

https://ilektroutomatismoι.blogspot.com/2015/11/blog-post_18.html

Σχεδιασμός αντλιών.

https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1118/1/02_chapter_7.pdf

Automatic vacuum stripping system.

<http://www.hhitmc.com/eng/products/automatic.html>

Framo, safe operation.

<https://www.framo.com/cargo-pumping-systems/cargo-pumping/safe-operation/>

Submerged cargo pump.

<https://www.framo.com/cargo-pumping-systems/cargo-pumping/submerged-cargo-pumping/>

Αντλίες, Cargo pumps.

<https://forum.nautilia.gr/showthread.php?78537->

[https://forum.nautilia.gr/showthread.php?78537-%CE%A0%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%80%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%B1%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%AC%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B1%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CE%BF%CF%85-\(Oceangoing-Tankers\)/page7](https://forum.nautilia.gr/showthread.php?78537-%CE%A0%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%80%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%B1%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%AC%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%B1%CF%80%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CE%BF%CF%85-(Oceangoing-Tankers)/page7)

Inert gas system.

<https://aenmchios.webnode.gr/inert-gas-system/>

V.E.F Calculation.

<https://www.nepia.com/articles/vessel-experience-factor/>

Petroleum calculation series: Wedge formula.

<https://sevensurveyor.com/wedge-formula/>

UTI – Oil water interface gauging tapes for tankers.

<http://mmcintl.com/project/uti-oil-water-interface-gauging-tapes-for-tankers-shore-terminals-and-environmental-applications/>

Oil water interface detector.

<http://www.mmcasia.co.jp/en/oilwaterinterface.html>

Διαδικτυακές Πηγές Φωτογραφιών

<https://www.naftikachronika.gr/2019/10/06/to-proto-elliniko-dexamenoploio/>

<https://www.greekshippingmiracle.org/en/highlights/ships-built-for-greeks/tankers-1948-2000.html>

https://www.st-laurent.org/bim/wp-content/uploads/sites/3/2015/11/Double-coque_Desgagn%C3%A9s.jpg

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/16/Oil_tanker_%28side_view%29.PNG

<https://www.marineinsight.com/naval-architecture/single-hull-vs-double-hull-tankers/>

<https://thumbs.dreamstime.com/t/cubierta-de-cargo-gris-de-un-buque-de-petr%C3%B3leo-grande-69784178.jpg>

<https://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2013/01/Single-Hull-Vs-Double-Hull-Tankers-1-1280x720.png>

<https://www.iefimerida.gr/sites/default/files/inline-images/Iran-tanker-filakas.jpg>

<https://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2011/07/cofferdam.jpg>

<https://knowledgeofsea.com/wp-content/uploads/2019/11/scale.jpg>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Tanker_\(ship\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tanker_(ship))

https://images.slideplayer.com/24/7509405/slides/slide_2.jpg

<https://s1.thingpic.com/images/1H/8bvEWxyibniZpGxFCorvo9yX.jpeg>

<https://image.slidesharecdn.com/shipconstruction-bulkhead-140823125227-phpapp01/95/ship-construction-bulkhead-16-638.jpg?cb=1424631132>

https://www.researchgate.net/profile/Per_Lindstroem2/publication/313530479/figure/fig46/AS:669573833560092@1536650250874/Illustration-of-a-corrugated-bulkhead.png

https://puc.overheid.nl/PUC/Handlers/ToonAfbeelding.ashx?pucid=PUC_1371_14&versienummer=1&bestand=1000010155.jpg

https://puc.overheid.nl/PUC/Handlers/ToonAfbeelding.ashx?pucid=PUC_1371_14&versienummer=1&bestand=1000010156.jpg

https://puc.overheid.nl/PUC/Handlers/ToonAfbeelding.ashx?pucid=PUC_1371_14&versienummer=1&bestand=1000010157.jpg

<https://sep.yimg.com/ay/yhst-131583224033156/explosimeter-combustible-gas-indicators-3.gif>

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcRyvrWsX_zZdAD_m4ou9cz7M2BP7jMchTZUAR8G4BIqrvNN8qHE

https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1muYtgjihSKJy0Flq6ydEXXaL/NEW-DESIGN-Factory-price-Portable-handheld-Multi.jpg_350x350.jpg

https://web-material3.yokogawa.com/zoom_product_ZR22_ZR402-2.jpg

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/be/Fire_triangle_EL.svg/1200px-Fire_triangle_EL.svg.png

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/33/Fire_tetrahedron_EL.svg/220px-Fire_tetrahedron_EL.svg.png

<https://woman-life.ucoz.com/PostPics/2013/20012013/eik1.jpg>

https://cultofsea.com/wp-content/uploads/2015/11/img_5642acc65c238-1024x728.png

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcTCp5AQMhBctkAw041tweT7xNLJKePwU4k2-_SLiuW5E6RGMjTU

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f0/Oil_Reserves_Updated.png/550px-Oil_Reserves_Updated.png

<https://bpcdn.co/images/2016/02/pipo.20160224.CrudeMatrix.png>

<https://marlowregatta.org.uk/wp-content/uploads/2019/04/Exposed-Hull-Measurement.png>

<https://www.nap.edu/openbook/0309043778/xhtml/images/img00030.jpg>

<https://media.sciencephoto.com/image/c0016757/800wm>

https://lh3.googleusercontent.com/proxy/5M2wzV_S_iBLnXzADYqg3jyStOiDiSLU2apbqJSZPqs1Qgl8E_krgrip_rX20JMKJycma8W9tnXQIhDI2vGGig

<https://www.hhitmc.com/eng/img/stripping.jpg>

<https://www.hhitmc.com/eng/img/auto01.jpg>

<https://knowledgeofsea.com/wp-content/uploads/2019/12/53.png>

https://live.staticflickr.com/4034/4497764020_b0e16240bf_b.jpg

<https://knowledgeofsea.com/wp-content/uploads/2020/02/atm35.png>

https://img.bhs4.com/24/8/24825AE4D920B6222E209E066E858D2C9C8AD913_large.jpg

<https://www.scanjet.se/wp-content/uploads/2015/11/sc30th.jpeg>

https://usercontent1.hubstatic.com/6415022_f496.jpg

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcT8TexU0bUFdpSWd4meV-7Oxgjkt3PxS9VKFTwnYIkFPRHHRfmT>

<https://marineengineeringonline.com/wordpress/wp-content/uploads/2015/10/framo-cargo-pumping-system.jpg>

<https://www.framo.com/globalassets/cargo-pump/text-images-861/2d-illustration-pump.jpg>

<https://i.pinimg.com/originals/1f/11/9d/1f119daa6d5da9b92da7677d0b994e9d.jpg>

https://www.farad.gr/media/k2/galleries/25/glossy_d10mm.jpg

<https://www.scanjet.se/wp-content/uploads/2017/08/FLUE-GAS-3.jpg>

<https://bergan-blue.com/images/products/full/topsafe1.jpg>

<https://knowledgeofsea.com/wp-content/uploads/2019/12/mast.png>

https://lh3.googleusercontent.com/proxy/2i3KzFJiNkFoebDj19uKuAk0-Dd8n5bc3Mz9vASAjdHW7UoJOdNSYzRAFLveN3-7AzNG0Oh_3njIP9y4WS3yJ_PQNGG6fdbkE6DMSmW7mw

https://www.researchgate.net/profile/Joo_Ang/publication/325894739/figure/fig3/AS:639837338091526@1529560517205/Typical-ship-life-cycle-and-key-processes.png